

陕西省汉中市焦岩水利枢纽工程

环境影响报告书

(送审稿)



建设单位：汉中焦岩水库建设开发有限公司

评价单位：中国电建集团西北勘测设计研究院有限公司

二〇二四年五月

陕西省汉中市焦岩水利枢纽工程 环境影响报告书

建设单位：汉中焦岩水库建设开发有限公司

评价单位：中国电建集团西北勘测设计研究院有限公司

二〇二四年五月



打印编号: 1706498994000

编制单位和编制人员情况表

项目编号	913hqq		
建设项目名称	陕西省汉中市焦岩水利枢纽工程		
建设项目类别	51—124水库		
环境影响评价文件类型	报告书		
一、建设单位情况			
单位名称 (盖章)	汉中焦岩水库建设开发有限公司		
统一社会信用代码	91610722MA7CEMTG2U		
法定代表人 (签章)	徐振峰		
主要负责人 (签字)	徐振峰		
直接负责的主管人员 (签字)	李文		
二、编制单位情况			
单位名称 (盖章)	中国电建集团西北勘测设计研究院有限公司		
统一社会信用代码	91610000623755629P		
三、编制人员情况			
1. 编制主持人			
姓名	职业资格证书管理号	信用编号	签字
宋超山	2014035610350000003511610287	BH017356	宋超山
2. 主要编制人员			
姓名	主要编写内容	信用编号	签字
张乃畅	概述、环境影响评价结论	BH059175	张乃畅
寇晓梅	工程概况	BH020250	寇晓梅
万帆	总则、工程分析、环境影响预测与评价	BH017398	万帆
宋超山	环境现状调查与评价、环境保护措施分析	BH017356	宋超山

刘茂森	水温影响预测与评价、水质影响预测与评价、环保投资估算及经济损益分析	BH062112	刘茂森
杨滢嘉	环境风险分析、环境管理、监理及监测计划	BH040942	杨滢嘉

概 述

一、项目背景

渭水河为汉江左岸一级支流，发源于陕西省周至县境内秦岭光头山，流域地形北高南低，自东向西流经周至、太白、洋县、城固等县，在城固东南 7km 汉王城汇入汉江。流域面积 2340km²，干流长 167.5km，总落差 1636.0m，河道平均比降 5.59‰。渭水河属峡谷山溪性河流，牛尾河汇入口以上为渭水河上游，牛尾河至板凳河汇入口为中游，板凳河汇入口至入汉口为下游。主要支流有太白河、红岩河、大箭沟、平堵河、板凳河等 5 条。

渭水河流域的水力资源调查工作始于 20 世纪 50 年代。原西北勘测设计院于 1961 年曾组织对渭水河进行坝址查勘工作，并编制有《渭水河查勘报告》。1970 年，水电部第三工程局完成的《渭水河梯级开发报告》，在二郎坝至升仙村河段选择七个梯级，开始对焦岩水利枢纽进行设计工作，1975 年完成《渭水河焦岩水利工程基本设计工程地质勘察报告》。

2002 年 4 月，陕西省水利水电勘测设计研究院完成了《陕西省渭水河梯级开发规划报告》，2002 年 4 月汉中市人民政府发函[2002]12 号文件《关于请求批准陕西省渭水河梯级开发规划的批复》，同意报告中推荐的沙坝、石槽（高坝）、白崖子、双溪、焦崖（今焦岩）渭水河五级开发方案。2002 年陕西省水利电力勘测设计研究院编制完成《汉中市城固焦岩水利工程项目建议书》。2004 年 9 月，汉中市人民政府发布汉政函[2004]77 号文《汉中市人民政府关于渭水河流域梯级开发调整规划的批复》，基本同意将原规划前三级沙坝、石槽、白崖子调整为八仙园、清溪河口、马家沟、白果树、狮坝五级，后两级双溪、焦岩不变的梯级开发方案，共 7 个梯级，其中焦岩梯级为发电、灌溉等多功能水库。

汉中市位于长江第一大支流汉江的源头段，汉中盆地地势平坦、气候温润、耕地集中、城镇密集、工业发达，是陕西最大的水稻种植区和重要的商品良基地、航空国防装备制造工业重镇、是国家汉江生态经济带建设的上游支撑点。受水资源丰枯变化剧烈的基础条件制约，当地虽然水资源丰富但调节困难，农业缺水矛盾突出，城镇供水总量不足可靠性差，河流季节性生态缺水普遍，工程性缺水一

直是制约当地发展的关键问题。随着近年城市化进程迅速发展，区域骨干水源石门水库库容淤积调节能力下降，缺水问题进一步尖锐化。目前《汉江流域综合规划》尚未审批，汉江流域综合规划现有成果提出，“稳步推进**焦岩水库**等一批有供水任务的骨干水源工程，有效解决城镇供水问题.....”。

2023 年 4 月，陕西省水利厅以陕水发[2024]2 号文印发了《陕西省渭水河流域综合规划》。**规划建设焦岩水利枢纽**，工程开发任务以灌溉、供水为主，结合防洪等综合利用，为改善水生态环境创造条件。

二、项目概况

焦岩水利枢纽工程位于汉江一级支流渭水河上，是汉中市域内规划的工程规模最大的一座水库。已列入《国家大型水库规划》、《全国“十四五”水安全保障规划》、《长江流域综合规划》、《汉江流域综合规划》、《陕西省渭水河流域综合规划》和《陕西省“十四五”水利发展规划》等，工程任务是以灌溉、供水为主，结合防洪、兼顾发电、为改善水生态环境创造条件。

焦岩水利枢纽工程坝址位于城固县桔园镇深北沟口以上 200m 处，水库正常蓄水位 585.0m，总库容 21328 万 m^3 （校核洪水位以下库容），正常蓄水位以下库容 19544 万 m^3 ，死水位 540m，调节库容 17177 万 m^3 ，装机容量 51MW，包括两大+1 小 3 台消能发电机组以及 1 台生态机组，多年平均发电量 10186 万 kWh。水库控制灌溉面积 41.41 万亩，多年平均灌溉供水量 15298 万 m^3 ，灌溉保证率 75%。城乡生活及工业供水范围为汉中市城固县、汉台区、洋县（县城及以西）汉江北岸 535m 高程以下城镇、汉中航空智慧新城、城固县五郎工业园区等，多年平均供水量 8711 万 m^3 （水源端），城乡生活及工业供水保证率达 95%。水库建成后，将充分发挥流域控制性大型防洪水库作用，使水库下游城区段防洪能力至设计水平年提高到 30 年一遇。

三、环境影响评价工作过程

根据《中华人民共和国环境影响评价法》，2021 年 11 月 12 日建设单位汉中水利投资集团有限公司（后变更为汉中焦岩水库建设开发有限公司）正式委托

中国电建集团西北勘测设计研究院有限公司（以下简称“我公司”）开展汉中市焦岩水利枢纽工程环境影响评价工作。接受任务后，我公司组织技术人员、专题单位人员先后赴现场对工程影响区的陆生生态、水生生态、社会环境等进行了详细的调查和资料收集。委托陕西环境监测技术服务咨询中心开展了项目区环境质量现状监测。此外建设单位委托国家林业和草原局西北调查规划设计院开展了焦岩水利枢纽工程建设项目对渭水河省级重要湿地生态影响专题报告，取得陕西省林业局的意见（陕林湿字[2023]290 号）；委托西北农林科技大学开展了对渭水河水产种质资源保护区影响论证，已通过农业部技术评审，取得陕西省农业农村厅的批复（陕农函[2023]518 号）；此外汉中市组织完成了《陕西省汉中市焦岩水利枢纽工程受水区水污染防治规划》编制工作，2023 年 4 月，汉中市人民政府以汉政发[2023]6 号发布。

在以上工作基础上，我公司深入开展了工程分析、环境影响预测评价、环境保护措施及技术经济分析、环境管理与监测、环境风险评价、投资估算等方面的工作。2024年1月编制完成《陕西省汉中市焦岩水利枢纽工程环境影响报告书》（征求意见稿），建设单位按照环评公众参与相关规定开展了公众参与工作。2024年3月，针对工程建设对朱鹮及其栖息地的影响，组织了论证会听取专家意见。通过采纳吸收公众意见，对项目采取的生态环境保护措施进行了优化完善。在以上工作的基础上，于2024年5月编制完成《陕西省汉中市焦岩水利枢纽工程环境影响报告书》（送审稿）。

在报告书编制过程中，得到了汉中市生态环境局、城固县生态环境局、城固县水利局、城固县果业局、城固县自然资源局、城固县城建局、城固县农业农村局及相关部门的大力支持，得到了建设单位汉中水利投资集团有限公司的多方协助，在此一并表示衷心的感谢！

四、法律法规符合性分析

本工程已列入《国家大型水库规划》、《全国“十四五”水安全保障规划》、《长江流域综合规划》、《汉江流域综合规划》和《陕西省“十四五”水利发展规划》，属于《产业结构调整指导目录（2024 年本）》中鼓励类项目，符合国家产业政策；工程建设与《中华人民共和国水法》、《中华人民共和国水污染防治

法》、《陕西省秦岭生态保护条例》等相关法律法规是协调的，与《陕西省地表水功能区划》、《陕西省“三线一单”生态环境分区管控方案》等相符合。

工程水库淹没和工程占地不涉及国家公园、自然保护区、风景名胜区、水源地保护区，符合水利建设项目环境影响评价审批原则。

五、主要环境问题及环境影响

本工程涉及渭水河国家级水产种质资源保护区实验区、秦岭重点保护区以及渭水河省级重要湿地。工程建设主要环境影响为：施工期“三废一噪”对环境质量的影响；项目占地对土地的扰动、植被的破坏、动植物生境的破坏、水土保持设施的损坏和引发的新增水土流失；施工期人群健康的影响。运行生产属清洁生产，基本不排放污染物，运行期对环境的影响主要表现在水库淹没对库区水文情势和水质的影响、水库初期蓄水和供水对渭水河坝下河段水文情势及水生生态等的影响、大坝阻隔对鱼类生境的影响等。

六、环境影响评价的主要结论

经综合分析评价，本工程建设符合国家产业政策、流域综合规划，符合“三线一单”管控要求。工程不涉及国家公园、自然保护区、风景名胜区等各类环境敏感区，设计方案及施工布置总体合理。工程建设会对渭水河国家级水产种质资源保护区、渭水河省级重要湿地、秦岭生态保护区内的生态环境及坝址下游水文情势产生一定影响。在落实报告书提出的各项环保措施和要求后，可以最大程度地减免工程建设的不利环境影响。从环境保护角度分析，本工程建设是可行的。

目 录

1 总则	1
1.1 任务由来	1
1.2 编制目的及评价原则	1
1.3 编制依据	2
1.4 评价标准	8
1.5 评价工作等级	11
1.6 评价范围及评价水平年	16
1.7 环境影响识别及评价重点	18
1.8 环境保护目标	20
1.9 评价程序	26
2 工程概况	29
2.1 流域规划及开发利用情况	29
2.2 工程名称及地理位置	66
2.3 工程建设必要性	67
2.4 工程任务、规模	72
2.5 工程组成及特性表	78
2.6 工程布置及主要建筑物	83
2.7 施工组织设计	86
2.8 工程运行方式	104
2.9 工程征地及移民安置	112
2.10 工程管理	126
2.11 工程投资	126
3 工程分析	127
3.1 工程与相关政策、规划符合性分析	127
3.2 工程方案环境合理性分析	142

3.3 施工期主要环境影响源分析	155
3.4 运行期主要环境影响源分析	160
4 环境现状调查与评价	163
4.1 流域环境现状	163
4.2 自然环境概况	165
4.3 环境敏感区	171
4.4 地表水水环境现状调查与评价	179
4.5 环境空气质量现状监测与评价	202
4.6 声环境质量现状监测与评价	204
4.7 土壤环境质量现状监测与评价	204
4.8 陆生生态现状调查与评价	205
4.9 水生生态现状调查与评价	294
4.10 地下水环境现状调查与评价	380
4.11 受水区环境现状调查与评价	393
5 环境影响预测与评价	413
5.1 水资源开发利用影响预测与评价	413
5.2 生态流量确定及保障程度分析	425
5.3 水文情势影响预测与评价	439
5.4 温影响预测与评价	498
5.5 气体过饱和影响分析	540
5.6 水质影响预测与评价	548
5.7 陆生生态影响预测与评价	563
5.8 水生生态影响预测与评价	577
5.9 环境敏感区影响预测与评价	589
5.10 水土流失预测评价	604
5.11 地下水影响预测与评价	606
5.12 施工期环境影响预测与评价	609

5.13 施工对土壤环境的影响分析与评价	615
5.14 工程移民安置影响	615
6 环境保护措施	622
6.1 环保措施总体布局	622
6.2 水环境保护措施	623
6.3 环境空气保护措施	645
6.4 声环境保护措施	647
6.5 固体废弃物控制措施	649
6.6 人群健康保护措施	650
6.7 陆生生态环境保护措施	652
6.8 水生生态环境保护措施	676
6.9 移民安置及专项复建环境保护措施	728
6.10 水土流失防治措施	732
6.11 对环境敏感区保护措施	736
7 环境风险分析	744
7.1 评价目的	744
7.2 风险识别与源项分析	744
7.3 风险评价	745
8 环境管理、监理及监测计划	750
8.1 环境监测计划	750
8.2 环境管理规划	758
8.3 环境监理规划	765
9 环境保护投资估算与环境经济损益分析	771
9.1 环境保护投资估算	771
9.2 环境影响经济损益分析	778
9.3 环境影响损益分析	780

10 环境影响评价结论 782

10.1 工程分析结论 782

10.2 环境现状评价结论 782

10.3 环境影响预测与评价结论 783

10.4 环境保护措施结论 787

10.5 环保投资及经济损益分析结论 788

10.6 公众参与 788

10.7 综合结论 788

10.8 建议 788

附件：

附件 1：环境影响评价委托函

附件 2：陕西省水利厅《关于印发陕西省渭水河流域综合规划的通知》（陕水发[2024]2 号）

附件 3：陕西省水利发展调查与引汉济渭协调中心《关于报送渭水河流域综合规划审查意见的报告》（陕水调字[2023]32 号）

附件 4：陕西省生态环境厅《关于渭水河流域综合规划环境影响报告书审查意见的函》（陕环环评函〔2023〕137 号）

附件 5：汉中市人民政府《关于渭水河流域梯级开发调整规划的批复》（汉政函[2004]77 号）

附件 6：城固县林业局《关于对焦岩水库建设项目是否涉及国家公园、自然保护区、自然公园请示》的回复函

附件 7：汉中市秦巴生态保护委员会办公室《关于汉中市焦岩水利枢纽工程有关情况的说明》

附件 8：汉中市人民政府《关于汉中市焦岩水利枢纽工程有关情况说明的函》

附件 9：陕西省水利厅、陕西省发展和改革委员会《关于印发陕西省“十四五”水利发展规划的通知》（陕水发[2021]9 号）

附件 10：汉中市人民政府《关于印发焦岩水利枢纽工程受水区水污染防治规划的通知》（汉政发[2023]6 号）

附件 11：汉中市生态环境局《关于汉中市水资源保护利用专项规划环境影响报告书审查意见的函》（汉环函[2022]158 号）

附件 12：陕西省秦岭生态环境保护委员会办公室《关于秦岭区域小水电整治反馈意见的函》（陕秦岭办函[2021]135 号）

附件 13：汉中市秦岭区域小水电整治专班办公室《关于报送秦岭区域小水电整治验收工作专项情况的报告》（汉市秦水电专班办字[2021]24 号）

附件 14：农业农村部办公厅《关于调整小潢河中华鳖等 5 个国家级水产种质资源保护区面积范围和功能分区的批复》（农办长渔[2022]2 号）

附件 15：农业农村部长江流域渔政监督管理办公室《关于陕西省汉中市渭

水河焦岩水利枢纽工程建设对渭水河国家级水产种质资源保护区影响专题论证报告的审查意见》（长渔函字[2023]101 号）

附件 16：陕西省农业农村厅《关于汉中市渭水河焦岩水利枢纽工程建设对渭水河国家级水产种质资源保护区影响专题论证报告的批复》（陕农函[2023]518 号）

附件 17：陕西省林业局《关于焦岩水利枢纽工程选址涉及汉中渭水河省级重要湿地的意见》（陕林湿字[2023]290 号）

附件 18：陕西省水利厅《关于对汉中市人民政府关于在渭水河干支流汉中段鱼类栖息地范围内不再新建拦河建筑物的函》的复函（陕水规计函[2024]79 号）

附件 19：陕西省文物局《关于汉中市焦岩水利枢纽工程下游五门堰、杨填堰灌溉渠首生境连通措施的复函》（陕文保函[2024]110 号）

附件 20：国能城固马家沟水电有限公司《关于在马家沟水电站枢纽增设过鱼设施的承诺函》（国能陕水马函[2024]1 号）

附件 21：陕西省朱鹮国家级自然保护区管理局《关于请求确认焦岩水库是否位于朱鹮国家级自然保护区的复函》（陕朱保便字[2024]32 号）

附件 22：陕西省朱鹮国家级自然保护区管理局《关于焦岩水利枢纽工程对朱鹮及其栖息地影响的函》（陕朱保便字[2024]70 号）

附件 23：陕西省环境调查评估中心《关于陕西省汉中市焦岩水利枢纽工程“三线一单”环境分区管控成果对照分析报告的函》

附录：

附录 1：陕西省汉中市焦岩水利枢纽工程评价区主要维管植物名录

附录 2：陕西省汉中市焦岩水利枢纽工程评价区陆生动物名录

附录 3：陕西省汉中市焦岩水利枢纽工程评价区植物样方记录表

附录 4：陕西省汉中市焦岩水利枢纽工程评价区主要动物样线记录表

附图：

附图 1：工程地理位置示意图

附图 2：汉江流域规划示意图

附图 3：渭水河流域水系图

附图 4：工程枢纽平面布置图

附图 5：工程枢纽立视图

附图 6：工程施工总平面布置图

附图 7：工程水库淹没影响范围示意图

附图 8：工程区工程地质平面图

附图 9：工程区水文地质剖面图

附图 10：焦岩水利枢纽环境敏感目标位置关系图

附图 11：焦岩水利枢纽与渭水河水产种质资源保护区位置关系图

附图 12：焦岩水利枢纽与朱鹮国家级自然保护区位置关系图

附图 13：焦岩水利枢纽与公益林位置关系图

附图 14：焦岩水利枢纽与秦岭生态保护范围位置关系图

附图 15：焦岩水利枢纽与汉中渭水河省级重要湿地位置关系图

附图 16：评价区陆生生态调查路线及点位分布示意图

附图 17：评价区植被类型现状图

附图 18：评价区土地利用现状图

附图 19：评价区土壤侵蚀现状图

附图 20：景观类型现状图

附图 21：评价区重点保护植物分布图

附图 22：水生生态调查断面分布图

附图 23：调查河段鱼类“三场”分布图

附图 24：环境现状监测点位图

附图 25：河段主要排污口分布图

附图 26：环境保护措施平面布置图

附图 27：1#引水发电分层立式导叶阀布置总图

附图 28：2#引水发电分层立式导叶阀布置总图

附图 29：东西干渠分层立式导叶阀布置总图

附图 30：重力坝叠梁门方案分层取水设施布置图

附图 31：重力坝多层取水口方案分层取水设施布置图

附图 32：重力坝东西干渠叠梁门取水设施布置图

附图 33：重力坝东西干渠（浮筒式闸门方案）取水设施布置图

附图 34：砂石料加工系统废水处理工艺流程图

附图 35：砂石料加工系统废水处理系统平面布置图

附图 36：承包商生活污水处理系统平面布置图

附图 37：业主营地生活污水处理系统平面布置图

附图 38：集运鱼方案平面布置图

附图 39：升鱼机方案平面布置图

附图 40：升鱼机诱鱼系统剖面图

附图 41：升鱼机诱鱼系统立面布置图

附图 42：升鱼机放流码头布置图

附图 43：焦岩水利枢纽鱼道+集运鱼组合方案总平面布置图

附图 44：焦岩水利枢纽鱼道+集运鱼组合方案进口段布置图

附图 45：焦岩水利枢纽鱼道+集运鱼组合方案剖面图

附图 46：狮坝鱼道方案平面布置图

附图 47：马家沟鱼道方案平面布置图

附图 48：白果树鱼道方案平面布置图

附图 49：涓惠渠改建鱼道方案布置图（方案 1）

附图 50：涓惠渠改建鱼道方案布置图（方案 2）

附图 51：杨填堰过鱼设施布置图

附图 52：鱼类增殖放流站平面布置图

附图 53：焦岩水利枢纽鱼类栖息地保护范围图

附图 54：环境监测平面布置图

1 总则

1.1 任务由来

焦岩水利枢纽工程已列入《国家大型水库规划》、《全国“十四五”水安全保障规划》、《陕西省“十四五”水利发展规划》等相关规划。2021年11月，汉中水利投资集团有限公司（后变更为汉中焦岩水库建设开发有限公司）委托我公司开展焦岩水利枢纽工程环境影响评价工作，委托函见附件1。

1.2 编制目的及评价原则

1.2.1 编制目的

根据焦岩水利枢纽工程特性、工程所在区域环境特点，以及法律法规相关要求，本次环境影响评价工作目的包括：

（1）分析工程区流域综合规划、环境保护规划以及国家、地方有关环境保护政策法规对区域开发与保护的相关要求，分析工程建设的必要性和环境合理性；

（2）调查工程区环境现状特征，重点关注环境保护目标分布，掌握区域环境功能区划及其执行标准，掌握区域环境存在的问题；从环境角度论证工程选址、施工布置方案等合理性，提出优化建议；

（3）分析工程建设、运行、移民安置等活动特征，预测工程对区域环境产生的影响，重点评价对区域生态环境的影响。

（4）针对工程可能带来的不利环境影响，制定可行的对策措施，维持区域环境功能良性循环，充分发挥工程经济效益、社会效益和环境效益。

（5）进行环境保护投资概算，将环保投资纳入工程总投资，为保障环保措施顺利实施提供资金保证。

（6）从环境保护角度论证工程建设可行性，为工程决策提供科学依据。

1.2.2 评价原则

(1) 生态优先、整体协调原则

工程环境影响分析及措施制定需要与渭水河流域综合规划及规划环境影响评价报告、区域相关政策及行业发展规划协调一致并紧密结合，落实相关环境保护规划要求；同时，与秦岭保护区、湿地保护区、水产种质资源保护区等环境敏感对象的保护要求紧密协调，切实做到生态优先。

(2) 早期介入、预防为主原则

在本工程可行性研究设计工作启动开始，环境影响评价工作即介入其中，在方案设计、比选及施工布置、进度计划和运行方式等拟定过程中，将环境影响作为重要比选条件，贯彻预防为主的环境保护指导思想，优选出环境影响相对较小的主体工程方案。

(3) 全面分析、突出重点原则

对评价范围内的环境影响进行全面评价，并对区域重点、敏感的环境问题，如水文情势、水环境和生态等问题进行重点评价。

(4) 可操作性和针对性原则

针对工程产生的不利环境影响，提出的环境保护措施应与工程项目特点、区域生态环境相适应，具有针对性和可操作性。

1.3 编制依据

1.3.1 法律法规

- (1) 《中华人民共和国环境保护法》（2014 年 4 月修订）；
- (2) 《中华人民共和国环境影响评价法》（2018 年 12 月修订）；
- (3) 《中华人民共和国水法》（2016 年 7 月修订）；
- (4) 《中华人民共和国防洪法》（2016 年 7 月修订）；
- (5) 《中华人民共和国水土保持法》（2010 年 12 月修订）；
- (6) 《中华人民共和国水污染防治法》（2017 年 6 月修订）；
- (7) 《中华人民共和国大气污染防治法》（2018 年 10 月修正）；

- (8) 《中华人民共和国噪声污染防治法》（2021 年 12 月修订）；
- (9) 《中华人民共和国固体废物污染环境防治法》（2020 年 4 月修订）；
- (10) 《中华人民共和国土地管理法》（2019 年 8 月修订）；
- (11) 《中华人民共和国野生动物保护法》（2022 年 12 月修订）；
- (12) 《中华人民共和国森林法》（2019 年 12 月修订）；
- (13) 《中华人民共和国农业法》（2012 年 12 月修订）；
- (14) 《中华人民共和国渔业法》（2013 年 12 月修订）；
- (15) 《中华人民共和国文物保护法》（2017 年 11 月修订）；
- (16) 《中华人民共和国土壤污染防治法》（2019 年 1 月）；
- (17) 《中华人民共和国长江保护法》（2021 年 3 月实行）；
- (18) 《中华人民共和国湿地保护法》（2022 年 6 月施行）；
- (19) 《建设项目环境保护管理条例》（2017 年 7 月修订）；
- (20) 《中华人民共和国河道管理条例》（2018年3月修订）；
- (21) 《中华人民共和国陆生野生动物保护实施条例》（2016 年 2 月修订）；
- (22) 《中华人民共和国野生植物保护条例》（2017 年 10 月修订）；
- (23) 《中华人民共和国水生野生动物保护实施条例》（2013 年 12 月修订）；
- (24) 《中华人民共和国森林法实施条例》（2018年3月修订）；
- (25) 《陕西省湿地保护条例》（2023 年 6 月实施）；
- (26) 《陕西省秦岭生态环境保护条例》（2019 年 12 月实施）；
- (27) 《陕西省实施<中华人民共和国环境影响评价法>办法》（2020 年 6 月施行）；
- (28) 《陕西省森林管理条例》（2014 年 11 月 27 日修正）；
- (29) 《陕西省汉江丹江流域水污染防治条例》（2020 年 6 月实施）。

1.3.2 部门规章及规范性文件

- (1) 《建设项目环境影响评价分类管理名录》（2021 年 1 月）；
- (2) 中共中央办公厅 国务院办公厅关于加强生态环境分区管控的意见（2024年3月）；
- (3) 《国家重点保护野生动物名录》（2021 年 2 月）；

- (4)《国家重点保护野生植物名录》(国家林业和草原局 农业农村部公告 2021 年第 15 号)；
- (5)《关于进一步加强环境影响评价管理防范环境风险的通知》(环发〔2012〕77 号)；
- (6)《关于切实加强风险防范严格环境影响评价管理的通知》(环发〔2012〕98 号)；
- (7)《关于贯彻实施国家主体功能区环境政策的若干意见》(环发〔2015〕92 号)；
- (8)《全国生态功能区划(修编版)》(环境保护部公告 2015 年第 61 号)；
- (9)《全国生态保护与建设规划(2013-2020)年》(发改农经〔2014〕226 号)；
- (10)《关于实行最严格水资源管理制度的意见》(国发〔2012〕3 号)；
- (11)《关于印发全国主体功能区规划的通知》(国发〔2010〕46 号)；
- (12)《关于印发水污染防治行动计划的通知》(国发〔2015〕17 号)；
- (13)《关于印发土壤污染防治行动计划的通知》(国发〔2016〕31 号)；
- (14)《关于印发〈水电水利建设项目河道生态用水、低温水和过鱼设施环境影响评价 技术指南(试行)〉的函》(环评函〔2006〕4 号)；
- (15)《关于深化落实水电开发生态环境保护措施的通知》(环发〔2014〕65 号)；
- (16)《关于印发水电水利建设项目水环境与水生生态保护技术政策研讨会会议纪要的 函》(环办函〔2006〕11 号)；
- (17)《关于印发<水工程规划设计生态指标体系与应用指导意见>的通知》(水总环移〔2010〕248 号)；
- (18)《水生生物增殖放流管理规定》(农业部令第 20 号, 2009.5)；
- (19)《关于进一步加强水生生物资源保护严格环境影响评价管理的通知》(环发〔2013〕86 号)；
- (20)《关于做好“十四五”水生生物增殖放流工作的指导意见》(农渔发〔2022〕1 号)；

(21) 《关于印发<集中式饮用水水源环境保护指南(试行)>的通知》(环办[2012] 50 号)；

(22) 《水利建设项目(引调水工程)环境影响评价文件审批原则》(环办环评[2016]114 号)；

(23) 《关于加强水利工程建设生态环境保护工作的通知》(水规计〔2017〕315 号)；

(24) 《关于以改善环境质量为核心加强环境影响评价管理的通知》(环环评〔2016〕 150 号)；

(25) 《关于印发重点流域水污染防治规划(2016-2020 年)的通知》(环水体[2017]142 号)；

(26) 《关于印发国家节水行动方案的通知》(发改环资规[2019]695 号)；

(27) 《关于发布<环境影响评价公众参与办法>配套文件的公告》(生态环境部公告)；

(28)《环境影响评价公众参与办法》(生态环境部部令第 4 号公布 自 2019 年 1 月 1 日起施行)；

(29) 《发展改革委水利部关于切实做好引调水工程前期工作的指导意见》(发改农经 [2015]3183 号)；

(30) 《水利部 国家发展改革委 生态环境部 国家能源局关于开展长江经济带小水电清理整改工作的意见》(水电[2018]312 号)；

(31) 《关于实施“三线一单”生态环境分区管控的指导意见(试行)》(环环评〔2021〕108 号)；

(32) 《关于发布长江经济带发展负面清单指南(试行, 2022 年版)的通知》(推动长江经济带发展领导小组办公室, 长江办[2022]7 号)；

(33) 《关于印发〈建设项目环境影响评价信息公开机制方案〉的通知》(环发[2015]162 号)；

(34) 《国家级公益林管理办法》(林资发[2017]34 号)。

(35) 《陕西省生态功能区划》(陕政办发〔2004〕105 号)；

(36) 《陕西省水功能区划》(陕政办发〔2004〕100 号)；

- (37) 《陕西省主体功能区规划》（陕政发〔2013〕15号）；
- (38) 《陕西省秦岭生态环境保护总体规划》（陕政办发〔2020〕13号）；
- (39) 《水产种质资源保护区管理暂行办法》（农业部令〔2011〕1号）；
- (40) 《陕西省“三线一单”生态环境分区管控方案》（陕政办发〔2020〕11号）；
- (41) 《陕西省林业局关于加强生态保护红线管理的通知（试行）》（2023年05月17日发布实施）；
- (42) 《关于印发陕西省国家重点生态功能区产业准入负面清单（试行）》的通知（陕发改规划〔2018〕213号）；
- (43) 《陕西省重点保护水生野生动物名录》（陕政发〔2004〕9号）；
- (44) 《陕西省秦岭水资源保护利用专项规划》（陕水发〔2021〕2号）；
- (45) 《关于印发陕西省秦岭重点保护区、一般保护区产业准入清单的通知》（陕发改秦岭〔2023〕632号）；
- (46) 《关于印发汉中市秦岭生态环境保护总体规划的通知》（汉政发〔2018〕15号）。
- (47) 《关于印发汉中市“三线一单”生态环境分区管控方案的通知》（汉政发〔2021〕11号）。

1.3.3 技术导则与规范

- (1) 《建设项目环境影响评价技术导则 总纲》（HJ2.1-2016）；
- (2) 《环境影响评价技术导则 大气环境》（HJ2.2-2018）；
- (3) 《环境影响评价技术导则 地表水环境》（HJ2.3-2018）；
- (4) 《环境影响评价技术导则 声环境》（HJ2.4-2021）；
- (5) 《环境影响评价技术导则 生态影响》（HJ19-2022）；
- (6) 《环境影响评价技术导则 土壤环境（试行）》（HJ964-2018）；
- (7) 《环境影响评价技术导则 地下水环境》（HJ610-2016）；
- (8) 《环境影响评价技术导则 水利水电工程》（HJ/T88-2003）；
- (9) 《建设项目环境风险评价技术导则》（HJ169-2018）；

- (10) 《江河湖泊生态环境保护系列技术指南》（环办〔2014〕111号）；
- (11) 《河湖生态环境需水计算规范》（SL/T 712—2021）；
- (12) 《水利水电工程环境保护设计规范》（SL492-2011）；
- (13) 《地表水环境质量监测技术规范》（HJ91.2-2022）；
- (14) 《污水监测技术规范》（HJ91.1-2019）；
- (15) 《地下水环境监测技术规范》（HJ/T164-2004）；
- (16) 《环境空气质量手工监测技术规范》（HJ194-2017）；
- (17) 《水域纳污能力计算规程》（GB/T25173-2010）；
- (18) 《饮用水水源保护区划分技术规范》（HJ338-2018）；
- (19) 《水电工程过鱼设施设计规范》（NB/T35054-2015）；
- (20) 《水电工程鱼类增殖放流站设计规范》（NB/T35037-2014）；
- (21) 《生物多样性观测技术导则 红外相机技术》（HJ 710.15—2023）；
- (22) 《水电站分层取水进水口设计规范》（NB/T 35053-2015）；
- (23) 《地表水资源质量评价技术规程》（SL 395-2007）。

1.3.4 相关设计文件及技术资料

- (1) 《长江流域综合规划（2012~2030年）》及批复；
- (2) 《汉江流域综合规划（2012~2030）（咨询稿）》（水利部长江水利委员会，2019年12月）；
- (3) 《汉江流域综合规划（2012~2030）规划环境影响报告（咨询稿）》（长江勘测规划设计研究有限责任公司，2022年6月）；
- (4) 《渭水河流域综合规划（审定稿）》（陕西省水利电力勘测设计研究院，2023年12月）及《陕西省水利厅<关于印发陕西省渭水河流域综合规划>的通知》（陕水发[2024]2号）；
- (5) 《渭水河流域综合规划环境影响报告（审定稿）》（陕西省水利电力勘测设计研究院，2023年11月）及《关于渭水河流域综合规划环境影响报告书审查意见的函》（陕环环评函[2023]137号）；
- (6) 《焦岩水利枢纽工程可行性研究报告（审定稿）》（中国电建集团西

北勘测设计研究院有限公司，2023 年 4 月）；

（7）《焦岩水利枢纽工程建设项目对湿地生态影响专题报告（审定稿）》（国家林业和草原局西北调查规划设计院，2023 年 4 月）及《关于焦岩水利枢纽工程选址涉及汉中涇水河省级重要湿地的意见》（陕林湿字[2023]290 号）；

（8）《陕西省汉中市焦岩水利枢纽工程受水区水污染防治规划（审定稿）》（中圣环境科技发展有限公司，2023 年 4 月）及《关于印发焦岩水利枢纽工程受水区水污染防治规划的通知》（汉政发[2023]6 号）；

（9）《陕西省汉中市涇水河焦岩水利枢纽工程建设对涇水河国家级水产种质资源保护区影响专题论证报告》（西北农林科技大学，2023 年 6 月）及审查意见；

（10）《陕西省“十四五”水利发展规划》（2021 年 6 月）及《关于印发陕西省“十四五”水利发展规划的通知》（陕水发[2021]9 号）。

1.4 评价标准

1.4.1 环境质量标准

1.4.1.1 地表水环境

根据《陕西省水功能区划》，焦岩水利枢纽所在的涇水河从河源至焦岩断面为“城固自然保护区”，水质目标为Ⅱ类；焦岩断面下游至入汉江口为“城固开发利用区”，水质目标为Ⅲ类。因此，本项目库区~坝址段地表水执行《地表水环境质量标准》（GB3838-2002）的Ⅱ类水质标准，坝下河段执行Ⅲ类水质标准。

1.4.1.2 地下水环境

项目所在区域地下水环境质量评价执行《地下水质量标准》（GB/T14848-2017）中Ⅲ类标准。

1.4.1.3 环境空气

拟建工程区域所在地均为山区及一般农村地区，执行《环境空气质量标准》（GB3095-2012）二级标准。

1.4.1.4 声环境

工程区属于山区地带，有少数分散的村庄、农户分布，没有大型商业、工业设施，环境较安静，环境噪声本底值较低。工程区域执行《声环境质量标准》（GB3096-2008）2类标准，渭水河沿河交通道路两侧执行4a类。

1.4.1.5 土壤环境

工程评价区域内土壤环境执行《土壤环境质量农用地土壤污染风险管控标准（试行）》（GB 15618-2018）中相关标准。

表 1.4.1-1 环境质量标准一览表

标准名称	标准等级	主要指标及限值	
《地表水环境质量标准》	II类	pH（无量纲）	6~9
		高锰酸钾指数（≤mg/L）	≤4
		溶解氧（≥mg/L）	≥6
		COD（≤mg/L）	≤15
		BOD ₅	≤3
		氨氮	≤0.5
		总氮	≤0.5
		总磷	≤0.02
	III类	pH（无量纲）	6~9
		高锰酸钾指数（≤mg/L）	≤5
		溶解氧（≥mg/L）	≥7.5
		COD（≤mg/L）	≤20
		BOD ₅	≤4
		氨氮	≤1.0
		总氮	≤1.0
		总磷	≤0.2
《地下水质量标准》	III类	pH（无量纲）	6.5~8.5
		总硬度（以CaCO ₃ 计，≤mg/L）	450
		溶解性总固体（≤mg/L）	1000
		硫酸盐（≤mg/L）	250
		氯化物（≤mg/L）	250
《环境空气质量标准》	二级（mg/m ³ 标准状态）	NO ₂	0.08
		TSP	0.3
		CO	4
		PM ₁₀	0.15
		SO ₂	0.15

《声环境质量标准》	2类(dB(A))	昼间	60
		夜间	50
《土壤环境质量农用地土壤污染风险管控标准(试行)》	/	镉	1.5~4.0
		汞	2.0~6.0
		砷	200~100
		铅	400~1000
		铬	800~1300
		铜	50~100
		镍	60~190
		锌	200~300

1.4.2 污染物排放标准

1.4.2.1 污水排放标准

本工程所在河段分布有渭水河水产种质资源保护区和陕西省重要湿地，且考虑到本工程处于汉江上游支流，为保障下游引汉济渭黄金峡水库及南水北调中线供水工程水质，本工程执行严格的废污水排放要求，禁止排放。工程施工及运行期生产的生产生活废水处理执行《城市污水再生利用城市杂用水水质》（GB/T18920-2002），用途为冲厕、降尘、绿化、车辆冲洗、建筑施工等，不外排。

1.4.2.2 大气污染物排放

施工期废气排放执行《大气污染物综合排放标准》（GB16297-1996）中表2中的无组织排放监控浓度限制，其中TSP在周界外的浓度最高点为 $1.0\text{mg}/\text{m}^3$ 。

1.4.2.3 噪声排放标准

施工期噪声控制执行《建筑施工场界环境噪声排放标准》（GB12523-2011）中的噪声排放限值，昼间：70dB，夜间：55dB；运行期噪声执行《工业企业厂界环境噪声排放标准》（GB12348-2008）中2类标准。

1.4.2.4 固体废弃物处置标准

一般工业固体废物执行《一般工业固体废物贮存和填埋污染控制标准》（GB18599-2020）相关要求；危险废物执行《危险废物贮存污染控制标准》

(GB18597-2023) 相关要求。

表 1.4.2-1 污染物排放执行标准

环境因子	排放标准	项目	标准值	单位
地表水	《城市污水再生利用 城市杂用水水质》(GB/T18920-2020)	pH(无量纲)	6.0~9.0	
		溶解性总固体	≤1000	mg/L
		BOD ₅	≤10	mg/L
		氨氮	≤8	mg/L
		阴离子表面活性剂	≤8	mg/L
环境空气	《大气污染物综合排放标准》(GB16297-1996)	SO ₂	<0.4	mg/m ³
		NO ₂	<0.12	mg/m ³
		TSP	<1.0	mg/m ³
声环境	《建筑施工场界环境噪声排放标准》(GB12523-2011)	昼间	70	dB
		夜间	55	dB
	《工业企业厂界环境噪声排放标准》(GB12348-2008) 2 类标准	昼间	60	dB
		夜间	50	dB
固体废物	《一般工业固体废物贮存和填埋污染控制标准》(GB 18599-2020)	/	/	/
	《危险废物贮存污染控制标准》(GB18597-20231)	/	/	/

1.5 评价工作等级

按照工程特点及相关环境影响评价技术导则中关于项目环境影响评价等级判定原则，确定本项目评价工作等级。

1.5.1 生态环境评价等级

根据《环境影响评价技术导则 生态影响》(HJ 19-2022)的有关规定，确定本项目陆生生态环境要素评价等级如下：

(1) 陆生生态

本项目总占地面积 7.5042km²，其中水库淹没区面积 6.07km²，枢纽占地区工程占地 1.1km²（包括枢纽区永久占地 0.94 km²，临时占地 0.16 km²），移民安置区占地 0.1334km²，复建项目占地 0.2008 km²，工程总占地面积小于 20km²；项目占地不直接涉及国家公园、自然保护区、世界遗产、自然公园等，水库淹没和施工占地涉及陕西省秦岭生态环境保护范围、渭水河省级重要湿地等环境敏感

区。此外焦岩水利枢纽坝址下游 16.8km 至入汉江口部分渭水河河段为陕西汉中朱鹮国家级自然保护区实验区。因此，确定陆生生态环境影响评价等级为一级。

(2) 水生生态

工程拦河筑坝，建成后库区以及坝下河段水文情势发生明显改变，且工程拦河筑坝、水库淹没及坝下水文情势变化对渭水河国家级水产种质资源保护区、渭水河省级重要湿地等环境敏感对象产生一定影响。综合以上工程影响内容及区域敏感程度，确定水生生态影响评价等级为一级。

表 1.5.1-1 本工程生态环境评价等级判定表

序号	基本原则	本工程	评价等级
1	涉及国家公园、自然保护区、世界自然遗产、重要生境	不涉及	/
2	涉及自然公园	不涉及	/
3	涉及生态保护红线	不涉及	/
4	工程占地规模大于 20 km ²	项目总占地面积 7.5042km ²	陆生生态一级
5	影响范围内分布有公益林、湿地等生态保护目标	影响范围内涉及陕西省秦岭生态环境保护范围、渭水河省级重要湿地、国家二级公益林。坝址下游水文情势河段涉及陕西汉中朱鹮国家级自然保护区实验区	
6	拦河闸坝建设可能明显改变水文情势等情况，评价等级上调一级	本工程下水库拦河筑坝水文情势发生明显改变，且涉及渭水河国家级水产种质资源保护区	水生生态一级
综合判定：水生生态评价等级为一级，陆生生态评价等级为一级			

1.5.2 水环境评价等级

焦岩水库建成后改变了渭水河的水文情势，属于水文要素影响型建设项目，评价等级划分根据水温、径流与受影响地表水域等三类水文要素的影响程度进行判定。本工程坝址处多年平均年径流量为10.3亿m³，正常蓄水位对应库容19544万m³，年径流量与库容的比值 α 为5.27，为稳定分层水库结构；兴利库容（17177万m³）占年径流量的比值 β 为16.6%；取水量2.40亿m³，占年径流量的比值 γ 为23.30%。对照导则判定地表水环境评价等级为一级评价。

表 1.5.2-1 水文要素影响型评价等级判定结果

水温	径流		评价等级
年径流量与库容之比 α	兴利库容与年径流量 百分比 $\beta\%$	取水量占多年平均径 流量百分比 $\gamma\%$	
5.27	16.6	23.30	一级

1.5.3 地下水环境评价等级

施工期和运行期污废水均经处理后回用，不会对地下水水质造成污染。根据《环境影响评价技术导则 地下水环境》（HJ610-2016），地下水环境影响评价行业分类表，本工程属于Ⅲ类建设项目。

经调查，地下水影响评价范围内没有集中式饮用水源、分散式饮用水源地及特殊地下水资源保护区等敏感因素，地下水环境敏感程度为“不敏感”，根据导则判定，地下水环境评价等级为三级。

表 1.5.3-1 地下水环境影响评价行业分类

<div>环评类别 行业类别</div>	报告书	报告表	地下水环境影响评价项目类别	
			报告书	报告表
A 水利				
水库工程	库容 1000 万立方米及以上；涉及环境敏感区的	其他	Ⅲ 类	Ⅳ 类

表 1.5.3-2 地下水评价工作等级分级表

项目类别 环境敏感程度	I类项目	II类项目	III类项目
敏感	一	一	二
较敏感	一	二	三
不敏感	二	三	三

1.5.4 大气环境评价等级

焦岩水利枢纽工程对大气环境的影响主要集中在施工区，影响时段主要在施工期。施工期间，废气主要来自机械燃油、爆破、开挖以及交通运输等。工程

运行期基本无废气排放。施工期间的主要污染源为施工扬尘，主要污染物为 TSP，无集中排放源，影响主要集中在施工场地内部，会对施工道路周边局部空气质量造成暂时影响。根据《环境影响评价技术导则—大气环境》（HJ2.2-2018），采用 AERSCREEN 模式初步计算项目各个大气污染源粉尘的最大地面空气质量浓度占标率。经计算，项目最大地面空气质量浓度占标率最大值 $<1\%$ 。因此，本项目大气环境影响评价为三级评价。

表 1.5.4-1 大气评价等级判定表

评价工作等级	评价工作分级判据
一级评价	$P_{\max} \geq 10\%$
二级评价	$1\% \leq P_{\max} < 10\%$
三级评价	$P_{\max} < 1\%$

运行期：工程运行期无大气污染物排放，因此运行期环境空气不作评价。

1.5.5 声环境影响评价等级

本项目工程区域主要执行《声环境质量标准》（GB3096-2008）2、4a 类，工程噪声影响主要集中在施工期。施工期噪声来源于施工区施工机械噪声、车辆运输噪声、施工区爆破噪声等，影响短暂，工程结束后随即消失；运行期项目的主要噪声来源于发电厂房，发电厂房位于峡谷区，噪声经过山体阻隔，对周边环境无影响。按照《环境影响评价技术导则 声环境》（HJ2.4—2021），建设项目所处的声环境功能区为 GB3096 规定的 2 类、4a 类地区，且主要影响是在施工期，经计算评价范围内声环境保护目标噪声级增量在 3dB(A) 以下，且受影响人口数量变化不大，因此声环境影响评价工作等级定为二级。

1.5.6 土壤环境影响评价等级

根据《环境影响评价技术导则 土壤环境（试行）》（HJ 964-2018）本工程属生态影响型；在行业类别上属水利类中 I 类项目。项目区平均降水量为 837.0mm、多年平均水面蒸发量为 1051.0mm，干燥度为 1.26，土壤含盐量 0.42g/kg~1.50g/kg、pH 值在 6.44~6.68 之间，土壤属于轻度盐化、无酸化或碱化

土质。按照敏感程度分级,属于不敏感。因此,本工程土壤环境评价工作等级为二级。

表 1.5.6-1 建设项目所在地生态影响型敏感程度判定

分级标准				本项目		
敏感程度	敏感	较敏感	不敏感	土壤环境质量现状		判定结果
盐化	干 燥 度 O>2.5 且常年地下水位平均埋 深 <1.5m 的地势平坦区域；或土壤含盐量 >4g/kg 的区域	干燥度 O >2.5 且常年地下水位平均埋深 ≥ 1.5m 的，或 1.8< 干 燥 度 ≤ 2.5 且常年地下水位平均埋深 <1.8m 的地势平坦区域；建设项目所在地干燥度 O >2.5 或常年地下水位平均埋深 <1.5m 的平原区；或 2gkg<土壤含盐量 ≤ 4g/kg 的区域	其他	干燥度 O	1.26	不敏感
				含 盐 量（g/kg）	0.42~1.50	
酸化	pH≤4.5	4.5<pH≤5.5	5.5<pH<8.5	6.44~6.68		不敏感
碱化	pH≥9.0	8.5≤pH<9.0				不敏感
O 是指采用 E601 观测的多作平均水面蒸发量与降水量的比值，即蒸降比值。						

表 1.5.6-2 生态影响型评价工作等级划分表

项目类别 环境敏感程度	I 类	II 类	III 类
敏感	一级	二级	三级
较敏感	二级	二级	三级
不敏感	二级	三级	—
本项目判定	二级		

1.5.7 环境风险评价等级

根据本工程施工组织设计,工程施工期涉及的有毒有害、易燃易爆物质主要为油库的油料,焦岩水利枢纽工区设置的油库容量为 1000t,根据《建设项目环

境风险评价技术导则》（HJ169-2018）附录 B，油类物质的临界量为 2500t，本工程所需油类物质的总量与油类物质的临界量的比值 $Q=0.4<1$ ，因此，该项目的环境风险潜势为I。根据《建设项目环境风险评价技术导则》（HJ169-2018），本项目涉及的危险物质不论其生产、运输或是储存量均低于其临界量，项目的环境风险潜势为I，环境风险评价等级为简单分析。

1.6 评价范围及评价水平年

1.6.1 评价范围

1.6.1.1 地表水环境评价范围

本次评价地表水评价范围包括工程水源区和受水区影响范围内所涉及的河流水系。水源工程区：包括渭水河焦岩水库库尾以上 5km 河段至渭水河河口约 53km 河段，以及区间板凳河等支流。

受水区包括：汉江汉台区、城固区、洋县河段，以及渭水河、文川河等。

1.6.1.2 地下水环境评价范围

水文地质环境调查中在坝址区、库岸区及下游未分布集中或分散饮用水水源地，也无农业灌溉和工业用水等其他功能，亦不存在矿泉水、温泉等其他地下水敏感目标。考虑工程布置、水库淹没及水文地质单元完整性，地下水评价范围包括工程枢纽区及水库抬升影响的水文地质单元。考虑到工程有向灌区供水的任务，因此，将灌区纳入本次地下水环境评价范围。

1.6.1.3 生态评价范围及要素

陆生生态环境：根据生态影响评价技术导则的要求，考虑生态完整性与环境保护目标，确定本项目陆生生态影响评价范围为水库干支流回水末端向上游延伸 2km 到坝址下游渭惠渠坝址以上外扩至第一道山脊所形成的区域，包括施工区淹、淹没区；同时考虑到水库运行对下游渭水河重要湿地、朱鹮国家级自然保护区的环境影响，在此基础上将评价范围延伸至入汉江的河口的渭水河段两侧外扩 300m 范围；移民安置区、复建工程评价范围为占地范围外扩 300m 范围。

水生生态环境：根据渭水河国家级水产种质资源保护区、渭水河省级重要湿地、朱鹮国家级自然保护区分布以及工程影响范围，工程水生生态评价范围为黑峡子电站坝下至渭水河入汉江口约 97.2km 河段，以及区间坪堵河、北溪河、砖溪河、桃园河、石槽河和板凳河等 6 条支流。

1.6.1.4 土壤环境评价范围

土壤环境评价范围主要为工程枢纽占地区、水库淹没区、施工占地区等受工程影响区域以及占地范围外2km范围。

考虑到工程有向灌区供水的任务，因此，将灌区纳入本次土壤环境评价范围。

1.6.1.5 声环境评价范围

施工期声环境影响主要来源于施工机械噪声及爆破声，评价范围为工程征占地及外扩 200m 范围，重点评价范围为施工区周围居民点。

1.6.1.6 环境空气评价范围

大气环境影响主要由施工机械废气及扬尘造成，影响范围有限，根据《环境影响评价技术导则大气环境》（HJ2.2-2018），三级评价不需设置大气评价范围，考虑到本项目施工期有一定的影响，本项目大气环境影响评价范围确定为工程征占地及外扩 200m 范围，重点评价范围为施工区周围居民点。

1.6.2 评价水平年

（1）现状评价水平年

本工程环境现状评价水平年以 2021 年~2023 年现状调查资料为主，并注重历史料及近期调查资的利用。

（2）预测评价水平年

施工期：预测评价水平年为施工高峰年。

运行期：预测评价水平年为 2035 年（与设计水平年保持一致）。

1.7 环境影响识别及评价重点

1.7.1 环境影响识别

结合工程建设及运行特点、环境影响情况以及区域环境保护相关要求，采用矩阵法对项目环境影响因素进行初步识别分析，筛选确定不同评价时段的环境影响评价因子，详见表 1.7.1-1。

表 1.7.1-1 环境影响评价因素识别表

环境要素	环境因子	影响源				识别结果
		工程施工	水库淹没	工程运行	移民安置及专项复建	
生态环境	陆生生态	-2L	-3L	±1L	-1L	-3L
	水生生态	-1L	-3L	-3L	-1L	-3L
地表水环境	水资源	0	0	-3L	0	-3L
	水文情势	-2L	-3L	-3L	0	-3L
	水质	-1R	-1L	-1L	0	-1L
	水温	0	0	-3L	0	
地下水环境	水质	-1L	-1L	0	0	-1L
	水位	-1L	-1L	-1L	0	-1L
土壤环境	土壤	-1R	0	0	-1R	-1R
环境空气	环境空气	-1R	0	0	-1R	-1R
声环境	噪声	-1R	0	0	-1R	-1R
固体废物	生活垃圾	-1R	0	-1R	-1R	-1R
	危险废物	-1L	0	-1L	-1R	-1L

注：+、-分别表示有利影响和不利影响；0、1、2、3 分别表示影响的程度忽略不计、小、中、大；R、L 分别表示可逆、不可逆影响。

1.7.2 环境影响评价因子筛选

结合工程特性及环境影响识别结果，对本项目评价因子进行筛选，详见表 1.7.2-1。

表 1.7.2-1 环境影响评价因子筛选表

环境要素		现状评价因子	预测评价因子
地表水	水文情势	水位、流量、流速	水面面积、水量、径流过程、水位、流量
	水质	pH 值、SS、DO、COD _{Cr} 、COD _{Mn} 、BOD ₅ 、氨氮、总磷、铜、锌、六价铬、	SS、COD _{Cr} 、氨氮、总磷、水体富营养化

		氟化物、砷、汞、镉、铅、石油类、硫化物、透明度、叶绿素 a 等	
	水温	河流水温	库区水温结构及分布、下泄水温、沿程水温
地下水	水质	pH 值、氨氮、硝酸盐、亚硝酸盐、挥发性酚类、氰化物、总硬度、溶解性总固体、COD、钾、钠、钙、镁、碳酸根、重碳酸根、氯化物、硫酸盐等	地下水水质
	水位	地下水赋存条件、水位、径流补排条件	地下水水位
陆生生态	物种	陆生动植物种类、分布	对陆生动植物种类影响
	生境	生境类型、面积	工程占地、水库淹没对动植物生境影响
	生物群落	植被类型及分布	对各类型植被面积、分布影响
	生态系统	类型、土地利用、生物量	生态系统完整性、土地利用类型变化、生物量损失
	生物多样性	动植物多样性、重点保护野生动植物种类、分布	动植物多样性、重点保护野生动植物种类、分布
水生生态	物种	水生生物（浮游植物、浮游动物、底栖生物、着生藻类、水生维管束植物等）和鱼类种类、资源	生物量损失、鱼类种群、基因交流
	生境	水生生境适宜性、鱼类重要生境（产卵场、索饵场、越冬场）、鱼类洄游通道	鱼类重要生境、鱼类洄游通道
	生物多样性	水生生物、保护鱼类与重要经济鱼类丰富度、均匀度、优势度	水生生物、保护鱼类与重要经济鱼类丰富度、均匀度、优势度
环境敏感对象		陕西省秦岭生态环境保护范围、渭水河国家级水产种质资源保护区、渭水河汉中省级重要湿地、朱鹮国家级自然保护区、国家二级公益林等环境敏感对象结构、功能、保护对象以及与工程位置关系	环境敏感对象结构、功能、保护对象
声环境		LAeq	LAeq
大气环境		NO ₂ 、PM ₁₀ 、PM _{2.5} 、CO、SO ₂ 、O ₃	TSP、PM ₁₀
土壤环境		GB15618 中规定的基本项目及农用地：pH 值、含盐量、土壤理化特性	土壤环境质量

1.7.3 评价重点

根据工程特性和环境保护目标，本工程环境影响评价重点主要是工程实施对水环境、陆生生态环境、水生生态环境以及环境敏感保护对象影响：

（1）水环境影响评价：评价内容包括工程供水对流域水资源影响；工程拦河筑坝及供水对河道水文情势影响；库区水温分层特征及下泄水温影响；工程对

河流水质的影响以及受水区退水对水环境影响等；

(2) 陆生生态环境影响评价：评价内容包括工程对区域景观格局、生态完整性、稳定性的影响；对动植物资源及珍稀保护动植物影响；生态系统生物量损失等；

(3) 水生生态环境影响评价：评价内容包括大坝阻隔、水文情势变化、水温变化等对水生生态影响，重点评价工程实施对珍稀保护鱼类影响、鱼类“三场”等影响；

(4) 环境敏感保护对象影响评价：评价内容包括工程实施对陕西省秦岭生态环境保护范围、渭水河国家级水产种质资源保护区、渭水河省级重要湿地、朱鹮国家级自然保护区等环境敏感对象结构、功能、保护对象影响等。

1.8 环境保护目标

1.8.1 环境敏感保护对象

(1) 渭水河国家级水产种质资源保护区

渭水河国家级水产种质资源保护区地处汉中市城固县境内渭水河河段及其支流，范围介于北纬 107°3'44"-107°24'48"，东经 33°9'27"-33°39'8"。核心区共有 6 段水域，包括渭水河干流双溪镇黑湾河桥至小河镇狮坝电站坝下 300m，河长 11.30km，以及支流石槽河（18.8km）、北溪河（23.34km）、砖溪河（15.77km）、桃园河（14.55km）、板凳河（31.55km）局部河段；实验区有 4 段水域，包括渭水河干流双溪镇黑湾河桥至博望镇庙坡村 G108 国道渭水河大桥断面，长度为 44.9km，以及支流板凳河（4.3km）、北溪河（0.6km）、砖溪河（0.9km）局部河段。

渭水河国家级水产种质资源保护区主要保护对象为大眼鲂、黄颡鱼、鲤鱼、多鳞白甲鱼、鲃；其他保护物种包括大鲵、山溪鲵、水獭、鲫鱼、黄鳝等。

焦岩水利枢纽工程坝址和库区位于渭水河双溪镇黑湾河桥以下河段，涉及渭水河国家水产种质资源保护区实验区，不涉及水产种质资源保护区核心区，位置关系见附图 11。

（2）陕西省秦岭生态环境保护范围

2020 年 7 月，陕西省人民政府办公厅发布了《关于印发秦岭生态环境保护总体规划的通知》，根据秦岭生态环境保护规划分区图，本项目区涉及秦岭生态环境重点保护区和一般保护区，其中占用一般保护区 443.1503 hm^2 ，占用重点保护区 247.0089 hm^2 。工程与陕西省秦岭生态环境保护范围位置关系见附图 14。

（3）汉中渭水河省级重要湿地

汉中渭水河省级重要湿地从洋县华阳镇到洋县渭水镇沿渭水河至渭水河与汉江交汇处，包括渭水河河道、河滩、泛洪区及河道两岸 1km 范围内的人工湿地。焦岩水利枢纽工程位于渭水河双溪镇至桔园镇河段，涉及汉中渭水河省级重要湿地。工程与汉中渭水河省级重要湿地位置关系见附图 15。

（4）朱鹮国家级自然保护区

陕西汉中朱鹮国家级自然保护区位于陕西秦岭南坡，地理坐标为北纬 $33^{\circ}08' \sim 33^{\circ}35'$ ，东经 $107^{\circ}17' \sim 107^{\circ}44'$ 。行政区划属汉中市，跨越洋县和城固两个县，保护区总面积 37549 hm^2 。

本工程占地范围不涉及朱鹮国家级自然保护区，库区与保护区边界最近距离约 6km；渭水河河口段为朱鹮国家级自然保护区试验区，焦岩水库坝址距离下游渭水河朱鹮国家级自然保护区试验区边界距离约 10km。焦岩水利枢纽工程与朱鹮国家级自然保护区位置关系图见附图 12。

（5）国家公益林

根据 2022 年 7 月城固县林业局复函，枢纽工程占地及水库淹没涉及国家二级公益林 145.98 hm^2 。工程与公益林位置关系见附图 13。

1.8.2 环境功能保护目标

（1）水资源

合理开发利用和保护水资源，对渭水河流域水资源进行优化配置，优化焦岩水库调度运行，减少工程实施对下游用水的不利影响，特别是要保证坝下河段内的生态环境用水。

（2）地表水环境

焦岩水利枢纽所在的渭水河从河源至焦岩断面水质目标为Ⅱ类；焦岩断面下游至入汉江口水质目标为Ⅲ类。地表水环境保护目标为库区及坝下水域水质应符合评价河段水功能区的水质管理目标。施工期及运行期废污水实现“零排放”。

（3）地下水环境

坝址区、库岸区及下游未分布集中或分散饮用水水源地，也无农业灌溉和工业用水等其他功能，亦不存在矿泉水、温泉等其他地下水敏感目标。地下水环境保护目标为，地下水水质不发生类别上的变化。

（4）生态环境

保护生态环境的连通性、物种的多样性、生态系统的完整性。工程建成后，区域自然体系的稳定状况不发生大的变化；对因工程建设占用和破坏的农田、林地，采取切实有效的生态补偿和恢复措施。因地制宜实施水土保持措施，有效控制和减少工程建设新增水土流失。减缓水库淹没对陆生动植物的不利影响。

保护库区及坝下游水生生物，保护水生生态系统的完整性和多样性；保护和维持水生生态及鱼类基本生境条件，减缓由于水文情势改变以及大坝阻隔对鱼类资源的不利影响；保护鱼类种群资源。保护坝区渭水河国家级水产种质资源保护区水生生态及鱼类基本生境条件。

维持工程影响区的陆地生态系统及区域景观生态体系的完整性、稳定性和生物多样性；保护坝下汉中渭水河省级重要湿地结构和功能，保障湿地保护区的湿地滩地植被生态需水和漫滩流量。

（5）环境空气和声环境

维护施工区及其周边区域的环境空气质量，使其达到《环境空气质量标准》（GB3095-2012）二级标准。

维护施工区及其周边区域的声环境质量，工程区周边的深北村、小北村、双溪镇等居民区声环境质量达到《声环境质量标准》（GB3096-2008）2类标准；施工期施工区边界噪声满足《建筑施工场界环境噪声排放标准》（GB12523-2011）。

（6）土壤环境

工程影响区的土壤环境质量不因工程的建设而导致土壤环境发生污染和恶

化。

表 1.8.1-1 环境保护目标

环境要素	环境敏感对象	敏感保护对象概况		分布位置	与工程的位置关系	主要影响源	保护要求
水环境	渭水河	河流水质		库区~渭水河口		水库蓄水、施工及运行期生产生活废污水	满足Ⅱ、Ⅲ水质标准要求
		河流流量、水深、流速等水文要素				水库蓄水	满足生态需水要求及鱼类产卵繁殖要求
		水温				水温分层	满足鱼类产卵繁殖要求
陆生生态环境	重点保护野生植物	国家二级	野大豆	在评价区内主要分布于渭水河与小北河沿岸道路两侧	渭水河、支流小北河沿岸分布，淹没线内有4处，淹没区附近1处	占地、水库淹没、施工活动、人为干扰等	严格控制施工占地，尽可能减少植被破坏面积，保护工程区内珍稀动植物
			中华猕猴桃	在评价区内主要分布于渭水河与小北河沿岸河道及坡地	渭水河沿岸及仓库附近有分布，淹没线内有3处，淹没区附近4处	水库淹没、施工活动、人为干扰等	
			金荞麦	在评价区内主要分布于渭水河与小北河沿岸河道	淹没范围内分布4处	水库淹没	
			蕙兰	小北村附近淹没区范围	淹没范围内分布5处	水库淹没	
			春兰	小北村附近淹没区范围	淹没范围内分布14处	水库淹没	
			剑叶虾脊兰	岩背后淹没区范围	淹没范围内分布1株	水库淹没	
			蓬莱葛	岩背后淹没区范围	淹没范围内分布1株	水库淹没	
	古树		皂荚1株	五门堰	坝下河段，周边无施工项目。	施工活动、人为干扰等	
			木犀2株	五门堰	坝下河段，周边无施工项目。	施工活动、人为干扰等	
	重点保护动物	国家一级	朱鹮 1 种	评价区人为干扰小、生境良好的区域有分布	评价区内直接影响区和间接影响区	施工活动、人为干扰等	
		国家二级	山溪鲵、大鲵、虎纹蛙、红腹锦鸡、小天鹅、黑鸢、雀鹰、松雀鹰、普通鵟、鹰雕、领鸛鹞、领角鸮、红隼、画眉、红嘴相思鸟、猕猴、黄喉貂、水獭、豹猫、中华斑羚、毛冠鹿等 21 种。				
		陕西省级	小角蟾、秦岭雨蛙、中国林蛙、隆肛蛙、斑腿泛树蛙、中华鳖、				

			秦岭滑蜥、王锦蛇、黑眉晨蛇、乌梢蛇、短嘴豆雁、斑嘴鸭、罗纹鸭、绿头鸭、红翅凤头鹃、中白绿、绿鹭、三宝鸟、灰头灰雀、酒红朱雀、黄喉鹀、狗獾、猪獾、小鹿和红白鼯鼠等 25 种。				
		中国特有	山溪鲵、大鲵、秦岭雨蛙、中国林蛙、隆肛蛙、黄纹石龙子、秦岭滑蜥、北草蜥、米仓山攀蜥、绣链腹链蛇、灰胸竹鸡、红腹锦鸡、黄腹山雀、纹背䟽䟽、小鹿、红白鼯鼠和中华鼯鼠等 17 种				
水生生态	珍稀保护鱼类	国家一级	川陕哲罗鲑	渭水河上游河段	工程不涉及其分布区	不影响	保护鱼类生境
		国家二级	秦岭细鳞鲑	渭水河上游河段	工程不涉及其分布区	不影响	
		国家二级	多鳞白甲鱼	渭水河中下游干支流	水库淹没区及坝下水文情势变化河段	水库淹没、坝下水文情势变化、大坝阻隔	维持鱼类生境及资源量
		省级	大鳞黑线鲶、唇鲮、汉水扁尾薄鳅、大眼鳊、乌鳢	渭水河中下游干支流	水库淹没区及坝下水文情势变化河段	水库淹没、坝下水文情势变化、大坝阻隔	
环境敏感对象	陕西汉中朱鹮国家级自然保护区			渭水河河口段	坝址下游 10km 河段	水文情势变化	维持自然保护区生态功能及朱鹮栖息环境稳定
	渭水河国家级水产种质资源保护区			渭水河中下游河段	水库淹没和坝下水文情势变化河段涉及水产种质保护区实验区	水库淹没、坝下水文情势变化、大坝阻隔	维持水产种质资源保护区结构、功能
	汉中渭水河省级重要湿地			渭水河河道两侧 1km 范围	焦岩库区和坝下水文情势变化河段位于重要湿地范围	工程占地、水库淹没、水文情势变化	维持重要湿地生态系统结构、功能
	陕西省秦岭生态环境保护范围			评价范围	工程涉及一般保护区 443.1053 公顷、重点保护区 247.0089 公顷	工程占地、水库淹没	生态系统结构功能
	国家二级公益林			评价范围	工程占地及水库淹没区	工程占地及水库淹没区损失	进行公益林调整，保障公益林面积不减少
	生态保护红线			工程征地范围以外	工程不涉及生态保护红线	不涉及生态保护红线	严格控制施工占地，避开生态保护红线
文物	五门堰	国家文物保护单位		渭水河	坝址以下 6.1km	不影响	保护堰坝、水渠、龙门等遗迹
	杨填堰	省级文物保护单位		渭水河	坝址以下 12.4km	不影响	
	渭惠渠	一般文物保护点		渭水河	坝址以下 1.3km	不影响	保护堰坝

表 1.8.1-2 大气、声环境保护目标

环境要素	敏感保护对象	影响源	与项目位置关系	保护级别	备注
环境空气和声环境	桔园镇下街社区万家营村 16 户居民	万家营安置点施工	距离 20m~140m	二类环境空气功能区；2 类声环境功能区。	
	桔园镇下街社区 18 户	新街集中安置点施工	距离 12m~150m		
	双溪镇双溪村 22 户	渭水河对岸双溪安置点施工	距离 53m~160m		
	侯家疙瘩村 24 户	渣场道路	距离 25m~200m 高差 5m~20m		
	罗何庙村 8 户		距离 165m~200m 高差 5m~20m		
	张湾 8 户		距离 155m~200m 高差 15m~25m		
	深北沟 1 号居民点	大坝施工区	距离 15m~120m		为减免施工噪声和扬尘影响，要求居民点在施工前搬迁
	深北沟 2 号居民点	枢纽区砂砾石料场	距离 10m~62m		
	小北村	钢管加工厂、表土堆存场	距离 5m~26m		
	鸡冠岩	鸡冠岩料场	距离 8m~30m		
	土垣村	土垣村料场	距离 5m~45m		
	石堰坪	石堰坪料场	距离 12m~60m		

1.9 评价程序

根据《环境影响评价技术导则 总纲》（HJ2.1-2016），环境影响评价工作分以下三个阶段：

（1）前期准备、调研和工作方案阶段：配合建设单位开展首次公众参与工作；完成工程区环境状况初步调查工作；进行初步的工程分析；明确评价重点和环境保护目标，确定评价等级、评价范围和评价标准；拟定环境影响评价工作的内容、方法与计划。

（2）分析论证与预测评价阶段：对工程施工期、运行期的全过程的环境影响因素、影响特征、程度等进行分析与说明，并从保护环境保护目标出发，分析

工程方案的环境合理性；开展各环境要素特别是水环境、水生生态环境、陆生生态的环境现状调查与评价工作；完成各环境要素在施工期和运行期的影响分析、预测与评价，特别是生态流量及水文情势、水温、水生生态、陆生生态等专题影响分析与评价。

(3) 环境影响评价文件编制阶段：针对不利影响提出相应的环境保护措施；制定环境监测、环境监理及环境管理计划；进行环保投资估算和经济损益分析；配合建设单位开展二次公众参与工作；给出建设项目环境可行性的评价结论；编制完成《陕西省汉中市焦岩水利枢纽工程环境影响评价报告书》。

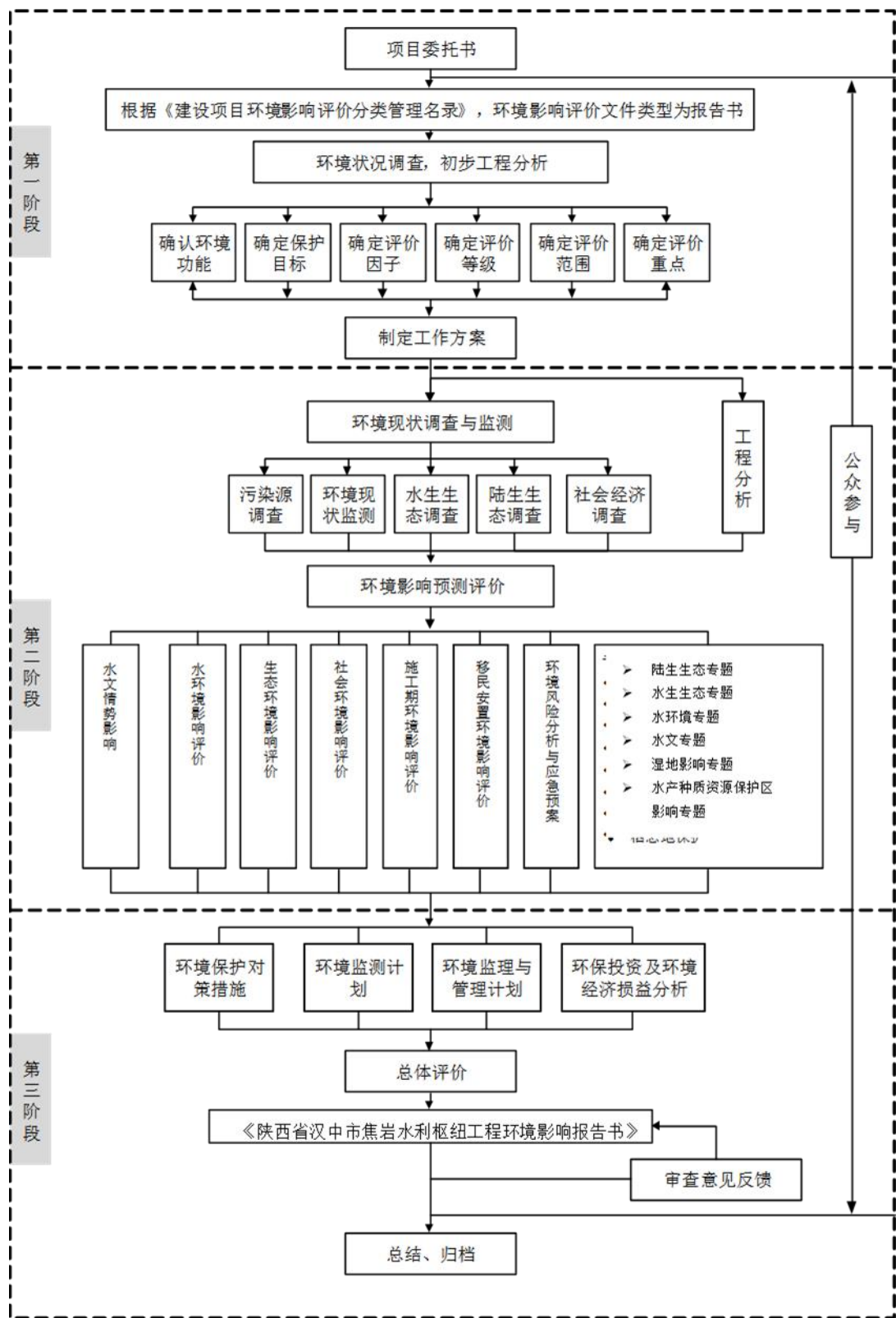


图 1.9.1-1 焦岩水利枢纽工程环境影响评价工作程序图

2 工程概况

2.1 流域规划及开发利用情况

2.1.1 流域概况

2.1.1.1 汉江流域

汉江发源于秦岭南麓，是长江中游最大的支流。汉江干流流经陕西、湖北两省，于武汉市注入长江，干流全长 1577km。襄樊以上河流总体流向为东向，襄樊以下转向东南，支流延展于甘肃、四川、河南、重庆四省（市）。

汉江流域面积约 15.9 万 km^2 。流域北部以秦岭、外方山与黄河流域分界，东北以伏牛山、桐柏山构成与淮河流域的分水岭，西南以大巴山、荆山与嘉陵江、沮漳河为界，东南为江汉平原、与长江无明显分水界限。流域地势西高东低，由西部的中低山区向东逐渐降至丘陵平原区，干流总落差 1964m。

汉江流域水系发育，呈叶脉状，支流一般短小，左右岸支流不平衡，流域面积大于 1000 km^2 的一级支流共有 19 条，其中集水面积在 1 万 km^2 以上的有唐白河与堵河；集水面积在 0.5~1 万 km^2 之间的有旬河、丹江、夹河和南河；集水面积在 0.1~0.5 万 km^2 的有褒河、湑水河、西水河、子午河、池河、天河、月河、玉带河、任河、岚河、牧马河、北河及蛮河等。

汉江干流丹江口以上为上游，河段位于秦岭、大巴山之间，河长 925km，占汉江总长的 59%，控制流域面积 9.52 万 km^2 ，落差占汉江总落差的 90%；河床坡降大，勉县至丹江口河段平均比降约 0.6‰，水能资源丰富，入汇的主要支流左岸有褒河、旬河、夹河、丹江；右岸有沔河、堵河。上游主要为中低山区，占 79%，丘陵占 18%，河谷盆地仅占 3%。

丹江口至钟祥为中游，钟祥以下为下游，中下游河长 652km，占汉江总长的 41%，控制流域面积 6.38 万 km^2 ，中下游以平原为主，入汇的主要支流左岸有唐白河、汉北河，右岸有南河和蛮河。

汉江流域属东亚副热带季风气候区，冬季受欧亚大陆冷高压影响，夏季受西太平洋副热带高压影响，气候具有明显的季节性，冬有严寒夏有酷热。

流域降水主要来源于东南和西南两股暖湿气流。多年平均降水量为 873mm。降水年内分配不均匀，总趋势由南向北、由西向东递减。汛期出现时间，白河上游为 5 月～10 月，白河下游为 4 月～9 月。汛期降水约占全年降水的 75%～80%，年降水量的变差系数 C_v 为 0.20～0.25。

流域内多年平均气温 12～16℃，月平均最高气温发生在 7 月，其变幅为 24～29℃；月平均最低气温发生于 1 月，其变幅为 0～3℃。各地区最低气温 $\leq 0^\circ\text{C}$ 的日数约在 42～70 天。流域内水面蒸发变化在 700～1100mm 之间，其分布趋势大致由西南向东北递增。

2.1.1.2 湑水河流域

湑水河为汉江左岸一级支流，位于北纬 $33^\circ11' \sim 33^\circ57'$ ，东经 $107^\circ02' \sim 107^\circ47'$ 。发源于陕西省周至县境内秦岭光头山，流域地形北高南低，自东向西流经周至、太白、洋县、城固等县，在城固东南 7km 汉王城汇入汉江。流域面积 2340km^2 ，干流长 167.5km，总落差 1636.0m，河道平均比降 5.59‰。牛尾河汇入口以上为湑水河上游，河长 67.1km，比降 21.1‰，河谷宽度 40～50m 之间，为典型的山区河段，人烟稀少，林木茂密，多为原始森林；牛尾河至板凳河汇入口为中游，河长 73.4km，比降 5.47‰，河谷宽度 50～200m 之间，中游河段呈峡谷与盆地交替特点，生活、生产活动多集中在河谷较为开阔河段；板凳河汇入口至入汉口为下游，河长 27km，比降 2.04‰，河谷宽度 200～500m 之间，呈平原河段的典型特征，河床增宽，水流平缓，滩心发育，两岸多为耕地，村镇沿河分布，是流域社会经济活动较为集中的区域。

湑水河支流呈羽型分布，流域面积大于 100km^2 的主要支流有太白河、红崖河、大箭沟、平堵河、板凳河 5 条，流域面积 $50 \sim 100\text{km}^2$ 之间支流有观音峡、牛尾河、清溪河、石槽河、北溪河、砖溪河、桃园河、五郎河、海塘河（太白河支流）9 条，小于 50km^2 支流有西岔河、积鱼河、西翻河、西宫河、白栈河、水磨河等。

表 2.1.1-1 渭水河流域主要支流概况表

序号	河流	河长 (km)	流域面积 (km ²)	河流平均比降(‰)	多年平均径流量(亿 m ³)
1	太白河	18.3	132.91	75	0.72
2	红崖河	20.1	115.87	92.4	0.63
3	大箭沟	23.3	115.35	56.5	0.63
4	平堵河	19.2	126.21	38.7	0.68
5	板凳河	33	115.25	35.3	0.63
6	观音峡	23	96.3	39.9	0.54
7	牛尾河	22	89	34.7	0.47
8	清溪河	18	61.2	53.9	0.31
9	石槽河	19	91.8	35.9	0.44
10	北溪河	23	75.6	39	0.36
11	砖溪河	15	50.6	30.6	0.24
12	桃园河	14	56.2	27.5	0.26
13	五郎河	16	50	44.6	0.24
14	海塘河	16	60.3	72.5	0.26

人类活动对渭水河河道天然状态影响显著。渭水河流域早在汉代就修建五门堰底坝引水工程，到宋代修建杨填堰低坝引水，1958年修建跃进渠低坝引水，但规模均较小；30年代修建的渭惠渠低坝引水工程，灌溉城固、洋县13万亩农田，是汉中地区主要农业基地。

焦岩水利枢纽工程位于陕西省汉中市城固县桔园镇，距城固县县城约20km，坝址位于位于渭水河下游的桔园镇深北沟口上游200m处，集水面积为2117km²。

2.1.2 流域相关规划及规划环评

2.1.2.1 《长江流域综合规划》（2012～2030 年）

为解决缺水城镇、人口较集中乡村的供水问题，《长江流域综合规划》（2012～2030 年）提出，以各地区水资源和水环境承载能力为基础，统筹协调各地区人口、资源、环境和经济社会发展需要，按照“强化节约、充分挖潜、合理开源、完善管理”的发展思路，因地制宜地建设各地区供水保障体系。主要供水水源工程规划中提出，规划兴（扩）建一批大中型水库，其中包含陕西省的焦岩水利枢

组等。该规划于 2012 年以国函〔2012〕220 号批复文件通过国务院批复。

2.1.2.2 汉江流域综合规划及规划环评

（1）《汉江流域综合规划》

水利部长江水利委员会 2022 年编制了《汉江流域综合规划》，目前尚未审批。根据汉江流域综合规划成果，针对水资源开发利用及供水安全等，主要内容摘要如下：

“稳步推进**焦岩水库**等一批有供水任务的骨干水源工程，有效解决城镇供水问题；坚强城市应急和备用水源建设，实现水源互补，实施水厂管网连通，大幅度提升城市供水系统安全程度和应对突发事件能力。到规划水平年，汉江流域地级城市供水保证率达到 95% 以上，县级市供水保证率达到 90%。”

汉江流域规划示意图见图 2.1.2-1。

汉江流域规划示意图

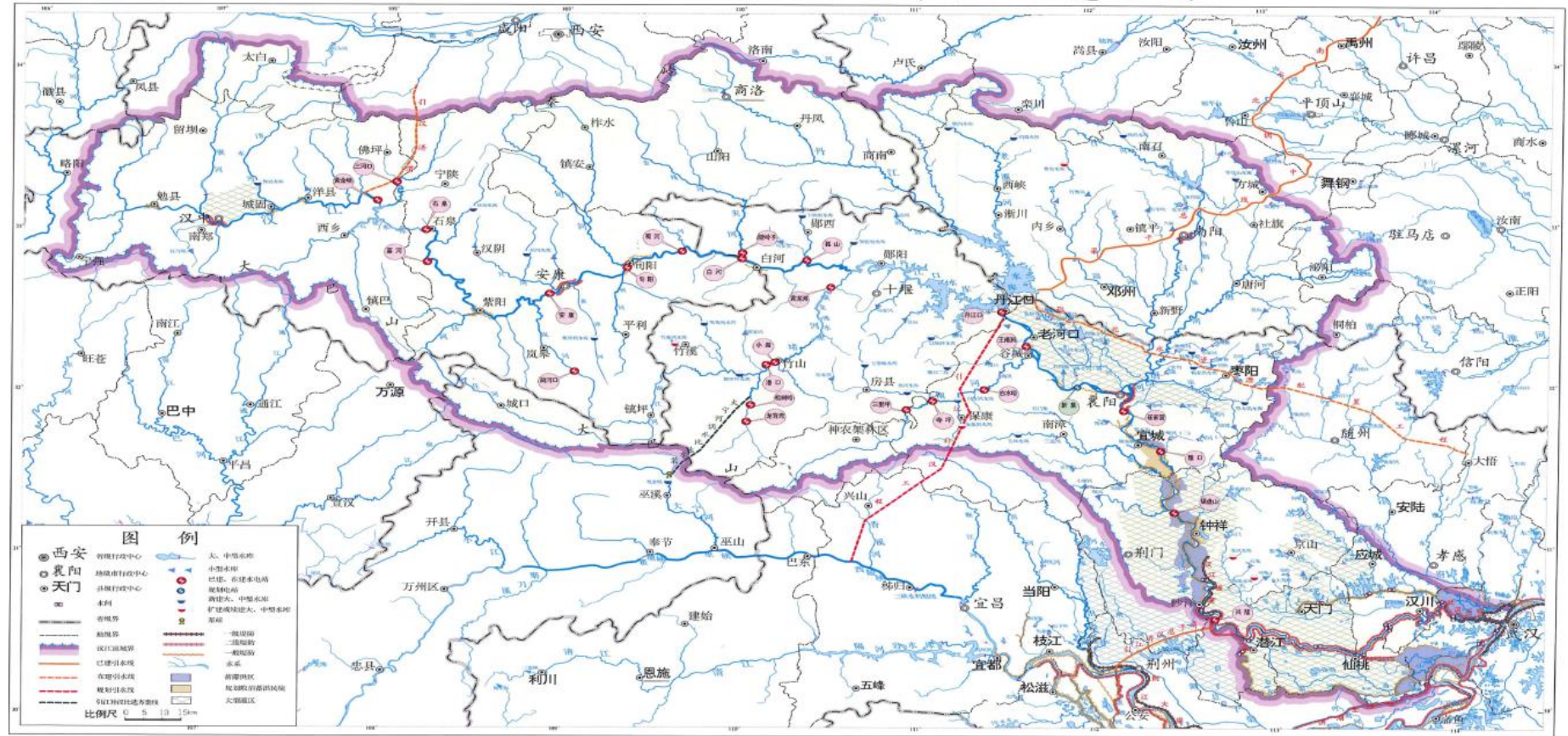


图 2.1.2-1 汉江流域规划示意图

（2）《汉江流域综合规划环境影响报告书》

长江勘测规划设计研究有限公司正在开展《汉江流域综合规划环境影响报告书》编制。

该规划环评提出，汉江治理与保护的主要任务是防洪、供水、灌溉、水资源保护、水生态环境保护、水土保持、航运、发电等。提出在优化水资源配置的前提下，稳步推进汉中**焦岩水库**等一批有供水任务的骨干水源工程。

该规划环评对于汉江流域生态环境保护的主要要求有：

保障生态用水。对于流汉中（二）、安康、白河等断面提出了生态基流流量要求，并提出流域其他支流生态基流的确定，按照国家关于生态流量计算、监管相关要求，科学确定。

保障流域水质。提出到 2035 年，汉江流域重要水功能区主要控制指标水质达标率达到 100%，汉江干流安康大坝、安康、白河县兰滩镇、丹江口等断面达到Ⅱ类水质标准。保护恢复以鱼类资源为重点的水生生物多样性。

河湖生态修复。加大水生生物多样性保护力度，分层次划定水域和沿岸生物多样性保护优先区域，加快推进全流域禁捕和渔民退捕转产，开展水生生物资源增殖和河流湿地修复工程，实施河流生物廊道联通工程。焦岩水库涉及渭水河国家级水产种质资源保护区，需优化选址以减缓不利影响。

坚持“三先三后”原则，基于水源区水资源开发强度、生态用水需求和水质安全，充分考虑规划实施后的环境影响，优化规划水资源配置工程的规模、布局。

加强流域生态保护和修复，进一步完善生态保护和修复规划内容。维护汉江上游生态安全屏障，严守生态保护红线、维护生物多样性，加强生态保护和恢复，减少扰动；加快实施汉江干流河道连通性恢复措施；逐步开展流域生态恢复和生态保育；强化流域水环境综合整治。

2.1.2.3 渭水河流域综合规划及规划环评

（1）流域规划概况

2023 年 4 月，陕西省水利厅组织编制完成《陕西省渭水河流域综合规划》；2024 年 1 月，陕西省水利厅以陕水发[2024]2 号文下发了《关于印发陕西省渭水

河流域综合规划的通知》。

1) 规划范围

规划范围为渭水河全流域，涉及西安市周至县、宝鸡市太白县、汉中市洋县和城固县 3 市 4 县，规划总面积 2254.81km²。规划范围见图 2.1.2-1。

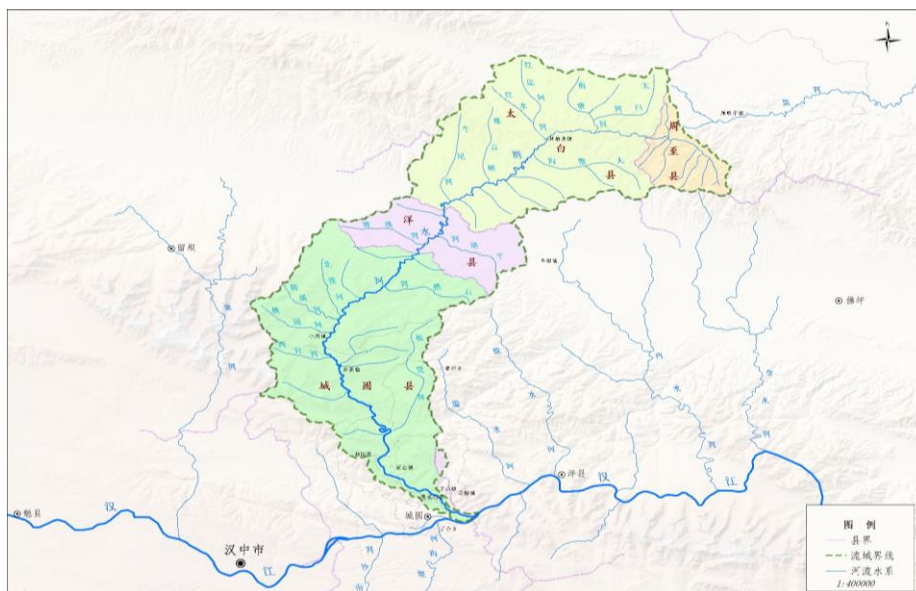


图 2.1.2-1 渭水河流域规划范围图

2) 规划水平年

规划水平年：现状年 2020 年，规划水平年 2035 年。

3) 规划目标

水资源开发利用体系基本形成。流域用水总量控制在 43294 万 m³（不含引渭济黑调水工程调出水量 4248 万 m³），城乡供水保证率达到 90% 以上，农田灌溉水有效利用系数提高到 0.6 以上。

防洪安全保障能力全面提升。重要防护对象设防标准达标率达到 100%，渭水河城固县城段防洪标准达到 30 年一遇。

优良水生态得到全面维系。流域水功能区、水源地水质达标率维持 100%，全流域生态流量保证率达到 90% 以上，保证湿地面积不减少、生态功能不退化。

4) 总体布局

① 渭水河上中游

渭水河上中游位于秦岭生态环境保护区，其开发治理与保护的首要任务为：加强水资源保护、水生态保护及水源涵养，保障生态安全；以非工程措施为主，

建设以周至老县城、太白黄柏塬、城固小河、双溪等重点区段防洪工程；分区连片建设集中供水工程，提高供水安全保障水平。

② 渭水河下游

渭水河下游地区地处《陕西省主体功能区划》中确定的省级城市化发展区，位于汉中市经济社会高质量发展核心区，其开发治理与保护的主要任务为：**重点建设焦岩水库骨干水源工程，优化流域、区域水资源配置，提高区域供水保障能力，推进城乡供水一体化；**完善平川段防洪体系；加强水生态修复与保护，保障重要控制断面生态流量、水质达标，持续推进水土流失治理。

5) 规划主要方案

① 水资源开发利用规划

A. 灌溉规划

水源工程建设：规划建设焦岩水利枢纽，工程开发任务以灌溉、供水为主，结合防洪等综合利用，为改善水生态环境创造条件。

灌区节水改造：对渭水河流域内已建渭惠渠、五门堰灌区实施灌区续建配套与节水改造，对渠首及干渠、斗门等进行衬砌改造，合计改造灌渠 110km。

病险水库治理：规划对宝山镇三岔沟、桔园镇深北沟 2 座病险水库实施治理，恢复水库供水能力。

新增灌溉面积：流域下游平川段规划以焦岩水库作为灌溉水源，新增灌溉面积 4.5 万亩。

高标准农田建设：规划 2035 年流域灌区内基本农田全部建设成为高标准农田。

② 水力发电规划

保留渭水河干流已建成的观音峡、马家沟、白果树和狮坝电站，暂不进行小水电规划。

③ 重大水工程规划

渭水河流域规划了焦岩水利枢纽一座工程。

规划在 2035 年前焦岩水库骨干水源工程，规划焦岩水库正常蓄水位 585m，死水位 540m，水库总库容 21328 万 m^3 （校核洪水位以下库容），正常蓄水位以

下库容 19544 万 m^3 ，其中调节库容 17177 万 m^3 ，具有年调节能力。

(2) 规划环评概况

2023 年 5 月，陕西省水利厅组织编制完成《陕西省渭水河流域综合规划环境影响报告书》，2023 年 11 月，陕西省生态环境厅以“陕环环评函[2023]137 号”文下发《关于渭水河流域综合规划环境影响报告书审查意见》（见附件 4）。

1) 主要结论

渭水河流域规划是进行流域治理开发的综合性规划，规划主要目标及内容为：基本建成可靠的流域防洪减灾体系，基本完成流域内灌区续建配套、现代化改造与高标准农田建设，规划重大水工程焦岩水库，实现流域水源地水质达标率 100%，生态流量保证率达到 90% 以上，水土保持率达到 85.6% 以上，流域管理现代化基本实现。

规划实施后环境影响主要表现在：

①规划实施后，流域内“三生”用水结构更趋于合理，地表水资源开发利用率有所提高，流域用水总量符合《陕西省渭水河流域水量分配方案》要求。

②规划实施后，干流下游焦岩水库将对流域下游水文情势产生一定影响。

③焦岩水库将改变河流天然水温，进而可能对鱼类、农业灌溉等产生影响。

④规划实施对渭水河干流水质影响较小，各控制断面水质满足水环境功能区划水质目标要求。

⑤规划实施后对区域生态体系服务功能影响不大，对陆生动植物影响程度小。

⑥由于大坝阻隔、水文情势及水温变化，会对流域鱼类资源产生影响，可能导致部分物种种群规模下降。

⑦规划实施后，将对渭水河国家级水产种质资源保护区结构和功能产生一定影响，对焦岩坝址下游河段重要湿地面积和整体结构稳定性产生一定影响。

2) 规划环评对焦岩水库工程的要求

①衔接《陕西省水网建设规划》、《秦岭生态环境保护条例》、生态环境分区管控要求，进一步优化焦岩水库涉及环境敏感区工程方案，依法依规落实好相关管控要求。

②实施取用水总量控制和消耗强度控制管理制度，促进流域水资源高效利用。坚持生态优先、绿色发展，强化水资源承载能力刚性约束，实行水资源消耗总量和强度双控，推进水资源集约节约利用，促进流域水资源时间空间均衡配置。在统筹解决现有生态环境问题的基础上，优先满足和保障水源区生态环境用水需求，统筹考虑水源区生态环境代价和受水区经济社会效益。

③衔接“十四五”环境保护相关政策和规划要求，强化饮用水源地保护，划定饮用水源保护区，保障供水安全。加强河流纵向连通性恢复，统筹新建、在建和已建项目有序落实鱼类保护、栖息地保护措施。

（3）规划环评审批要求落实情况

在开展本工程环评工作过程中，通过以下几方面工作，落实了规划环评与本工程相关的审批要求。

1) 针对工程涉及的各环境敏感区

经核查，焦岩水利枢纽坝址和库区位于渭水河国家水产种质资源保护区实验区，不涉及保护区核心区；工程区涉及秦岭生态保护范围的重点保护区和一般保护区；焦岩水利枢纽库区及以水文情势变化河段位于渭水河省级重要湿地范围内。

① 渭水河国家水产种质资源保护区

本次评价过程中，委托西北农林科技大学开展了渭水河水产种质资源保护区影响论证专题，目前已通过农业农村部长江流域渔政监督管理办公室组织的技术评审，并印发了《关于陕西省汉中市渭水河焦岩水利枢纽工程建设对渭水河国家级水产种质资源保护区影响专题论证报告的审查意见》（长渔函字[2023]101号），陕西省农业农村厅印发《关于汉中市渭水河焦岩水利枢纽工程建设对渭水河国家级水产种质资源保护区影响专题论证报告的批复》（陕农函[2023]518号）。

根据专题论证成果，焦岩水利枢纽拦河坝建设阻断渭水河河道，通过落实河道连通、栖息地保护等措施鱼类繁殖产卵繁殖影响较小；水库蓄水会淹没板凳河下游多鳞白甲鱼分布区，但因多鳞白甲鱼在渭水河各支流广泛分布，且资源量较大，工程建设运行对多鳞白甲鱼影响不大；通过落实泄放生态流量、生态调度、采取分层取水措施，坝下水文情势、水温变化引发的对保护区结构和功能的影响

在可控范围内。

根据工程对渭水河水产种质资源保护区影响特征，本次评价提出了相应的减缓措施，具体见下文“3）关于鱼类及其生境保护”。

② 秦岭生态保护范围

焦岩水利枢纽工程淹没和占地涉及秦岭生态保护范围面积 690.16hm^2 ，其中一般保护区 443.15hm^2 ，重点保护区 247.01hm^2 ；按影响因素来分，工程淹没 613.38hm^2 ，占用 76.78hm^2 。经分析，工程建设符合《陕西省秦岭生态环境保护条例》相关保护要求；通过论证，焦岩水利枢纽淹没和占用秦岭生态保护区的森林生态系统比例较小，对保护区结构和功能影响较小。

2023 年 10 月，汉中市秦巴生态保护委员会办公室出具《关于汉中市焦岩水利枢纽工程有关情况的说明》指出“焦岩水利枢纽工程属于国家重大水利基础设施建设项目，符合《陕西省秦岭生态环境保护条例》”

③ 渭水河省级重要湿地

焦岩水利枢纽库区淹没渭水河省级重要湿地 22km ，坝下长约 24km 影响河段位于湿地保护区内。经分析，工程建设符合《陕西省湿地保护条例》相关要求。

本次环评开展过程中，建设单位委托国家林业和草原局西北调查规划设计院开展了焦岩水利枢纽工程建设对湿地生态影响专题研究。根据专题论证成果，焦岩水利枢纽淹没和占地会短时间对湿地扰动区域动植物造成破坏，施工结束后随着岸坡修复、相关植物恢复措施的实施、库区的形成以及坝下生态流量的下泄，湿地生境可得以恢复或维护，可维持湿地生态系统结构和功能，不会破坏湿地景观和生物多样性。

2023 年 7 月，陕西省林业局出具了《关于焦岩水利枢纽工程选址涉及汉中渭水河省级重要湿地的意见》（陕林湿字[2023]290 号），同意工程选址占用渭水河湿地。

2）关于水资源和生态流量

①生态流量

渭水河流域规划环评将焦岩水利枢纽断面多年平均流量的 15% 作为河段生态流量最低控制要求。

焦岩水利枢纽环评工作过程中从维护河流形态及流程、维持水生生态需水等角度，结合《长江经济带生态环境保护规划》和《长江保护修复攻坚战行动计划》要求，确定焦岩水利枢纽坝址断面生态流量按照枯水期（11月～翌年4月）断面多年平均流量的15%（ $4.91\text{m}^3/\text{s}$ ）、丰水期（5～10月）多年平均流量的30%（即 $9.81\text{m}^3/\text{s}$ ）下泄。

工程径流调节计算中，将生态流量作为一个用水户考虑，使焦岩水利枢纽坝址断面生态流量保证率由现状的81.7%提高到95%，满足下游河段生态流量90%保障率的要求。

②水资源

现状焦岩水利枢纽坝址控制供水区域地表水资源以下游灌区灌溉用水为主，渭水河虽水资源量较为丰富，但因径流年内分配不均、流域缺乏控制性调蓄工程，造成现状下游河道生态流量保证率低，灌区存在季节性缺水，存在灌溉用水挤占生态用水的现象。75%来水频率下，焦岩水利枢纽坝址控制供水区水资源开发利用率为24.1%。

焦岩水利枢纽工程建成后，为贯彻落实“生态优先、绿色发展”理念，工程优先考虑下游生态用水需求，在优先满足下游生态用水的基础上，对渭水河剩余地表水资源可利用量进行配置。根据工程长系列径流调节计算成果，设计水平年工程建成后，焦岩水利枢纽供水对象除了渭水河现有灌区19.58万亩灌溉用水外，还将新增跃进渠以南4.5万亩灌区灌溉用水、石门灌区17.33万亩补充灌溉用水以及汉中市汉台区、城固县和洋县部分乡镇城市生活和工业供水，使得焦岩水利枢纽断面地表水资源开发利用率高至36.1%，用水量符合《陕西省渭水河流域水量分配方案》要求。

3) 关于鱼类及其生境保护

本次评价委托西北农林科技大学开展了焦岩水利枢纽工程建设对渭水河国家级水产种质资源保护区影响专题论证报告，同时结合渭水河流域综合规划环评阶段开展的水生生态调查成果，开展了工程实施对流域水生生态及鱼类的影响评价；通过影响分析，工程建设对渭水河鱼类及其生境影响主要表现为：

工程大坝会对鱼类新增阻隔；枢纽以下河段流量变化对坝下产卵场不利；对

大鳞黑线鲃、大眼鳊、唇鲮、乌鳢等主要分布于渭水河下游平川段的鱼类生境不利；水库下泄低温水对鱼类繁殖不利。

根据渭水河水电工程现状及工程水生生态影响特征，本次提出：保证坝址下泄生态流量；在工程水库坝下修建鱼道过鱼，在业主营地建设鱼类增殖放流站；发电洞进口设置导叶阀门分层取水设施减缓低温水对鱼类的影响；根据规划环评审查意见要求，结合鱼类分布状况及焦岩水利枢纽建设后鱼类生境状况，提出将渭水河黑峡子电站坝址~焦岩水利枢纽库尾之间的河段、焦岩水利枢纽坝下~渭水河入汉江口河段，以及库尾上游北溪河、砖溪河、桃园河、石槽河、板凳河礁坝以上河段共 5 条支流，划为鱼类栖息地保护水域；每年 4~6 月定期开展生态调度，满足鱼类繁殖对水流刺激的需要。

从保护流域水生生境及鱼类的角度，本次评价还提出：对已建马家沟、白果树和狮坝 3 座水电站补建适宜的过鱼设施，拆除罗家营、双溪村、八仙园一级、八仙园二级 4 座已退出小水电坝体，对渭惠渠、五门堰、杨填堰 3 座取水堰采取过鱼措施，以恢复渭水河连通性。

4) 关于水源保护区

焦岩水利枢纽建成后将新增向汉中市汉台区、城固县和洋县部分乡镇城市生活供水，为保障供水水质，本次评价提出将焦岩水利枢纽库区划定为饮用水水源保护区，具体水源保护区划定方案后续由汉中市人民政府提出，报经省政府批准后正式实行，并执行相应的环境保护要求。

2.1.2.4 渭水河梯级开发规划

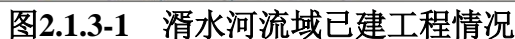
陕西省水利水电勘测设计研究院于 2002 年 4 月完成了《陕西省渭水河梯级开发规划报告》，并于 2002 年 4 月，汉中市人民政府发函[2002]12 号文件《关于请求批准陕西省渭水河梯级开发规划的批复》，同意报告中推荐的沙坝、石槽（高坝）、白崖子、双溪、焦崖（今焦岩）渭水河五级开发方案。

2004 年 9 月，汉中市人民政府发布汉政函[2004]77 号文《汉中市人民政府关于渭水河流域梯级开发调整规划的批复》，基本同意将原规划前三级沙坝、石槽、白崖子调整为八仙园、清溪河口、马家沟、白果树、狮坝五级，后两级双溪、

根据渭水河流域梯级开发规划，初拟焦岩水库正常蓄水位为 580m，工程位于陕西省汉中市城固县桔园镇，距城固县县城约 20km，水库枢纽坝址初步拟定在渭水河深北沟以上约 6km 范围的河段。

2.1.3.1 流域水资源开发利用现状

渭水河流域已建工程主要包括水电站、引调水工程、灌溉工程、蓄水工程等，位置图见图 2.1.3-1。



2.1.3.2 水电梯级开发情况及主要环保措施

(1) 渭水河梯级电站建设情况

渭水河流域开发治理工作起步于20世纪50年代,干支流先后建成16座水电站(干流10座,支流6座),其中在上游宝鸡市太白县境内建成3座水电站,在汉中市境内已建13个水电站,其中八仙园、马家沟、白果树、狮坝、双溪5座为2004年汉中市审批的《渭水河梯级开发规划》布置的电站。2019年,陕西省开展秦岭区域小水电整治工作,经过清理整顿后,目前大多数已拆除或退出(见表2.1.3-1),4座整改后保留运行(见表2.1.3-2)。

表 2.1.3-1 渭水河干流已建电站情况表

序号	市县	电站名称	所在河流	开发方式	建成时间	装机容量(kw)	整改情况
1	宝鸡市太白县	观音峡	渭水河	混合式	2009	26000	整改
2		金龙	渭水河	引水式	1997	8000	拆除
3		黑匣子	渭水河	坝式	2011	4800	退出
4	汉中市洋县	八仙园一级	渭水河	引水式	2009	15000	退出
5		八仙园二级	渭水河	引水式	2009	12000	退出
6		清溪	支流清溪河	引水式	2009	1800	拆除
7		岩丰	支流坪堵河	引水式	1996	66	拆除
8		坪堵	支流坪堵河	引水式	/	1760	拆除
9	汉中市城固县	双溪	渭水河	引水式	2016	6250	拆除
10		马家沟	渭水河	引水式	2010	25000	整改
11		白果树	渭水河	引水式	2008	13000	整改
12		狮坝	渭水河	引水式	2007	14000	整改
13		罗家营	渭水河	引水式	1985	2000	拆除
14		北溪	支流北溪河	引水式	2015	960	拆除
15		双溪村	支流黑湾河	引水式	2009	235	拆除
16		樵坝	支流板凳河	引水式	2009	1000	拆除

表 2.1.3-2 渭水河现有保留水电站情况表

序号	县区	水电站	控制面积(km ²)	多年平均流量(m ³ /s)	装机容量(kw)	蓄水时间	调节性能	总库容(万m ³)
1	太白县	观音峡	431	8.4	26000	2009年8月	季调节	703
2	城固县	马家沟	1311	20.4	25000	2010年8月	季调节	2970
3	城固县	白果树	1435	22.29	13000	2008年9月	无调节	360
4	城固县	狮坝	1627	25.3	14000	2007年3月	日调节	978

(2) 小水电清理整治情况

根据《陕西省秦岭生态环境保护条例》《陕西省秦岭区域小水电整治工作方案》（陕秦岭办函〔2020〕55号）、《陕西省秦岭区域小水电站工程整治评估指标和标准》（陕秦岭办函〔2021〕74号）、《陕西省关于秦岭区域小水电整治意见》、《汉中市秦岭区域小水电整治工作方案》（汉办字[2021]59号）、《汉中市秦岭区域小水电整治工作专班关于秦岭区域小水电整治工作任务交办单》（汉市秦水电专班函〔2021〕1号）等相关规定，已对上述已建小水电进行了整顿，具体如下：

1) 拆除类

拆除了小水电站9座，包括金龙水电站、清溪水电站、岩丰水电站、坪堵水电站、双溪水电站、罗家营水电站、北溪水电站、双溪村水电站、樵坝水电站。考虑防洪及护岸稳定，罗家营、双溪村两座电站拆除压力管道、恢复河流连通，拦水坝被批准保留外（陕秦岭办函〔2021〕135号）；其余7座均对拦水坝、引水闸等建筑物全部拆除。



(a) 渭水河金龙水电站拆除迹地



(b) 渭水河罗家营水电站迹地



(c) 渭水河双溪水电站迹地



(d) 板凳河樵坝水电站

图 2.1.3-2 渭水河流域小水电拆除情况

2) 退出类

退出了水电站3座，包括黑峡子水电站、八仙园一级水电站、八仙园二级水

电站，退出的水电站未拆除坝体，拆除了发电厂房、封堵了引水管道等。上游来水通过坝体溢流下泄或通过闸门敞泄。



(a) 八仙园一级水电站厂房拆除后迹地 (b) 黑峡子水电站退出情况

图 2.1.3-3 渭水河流域小水电退出情况

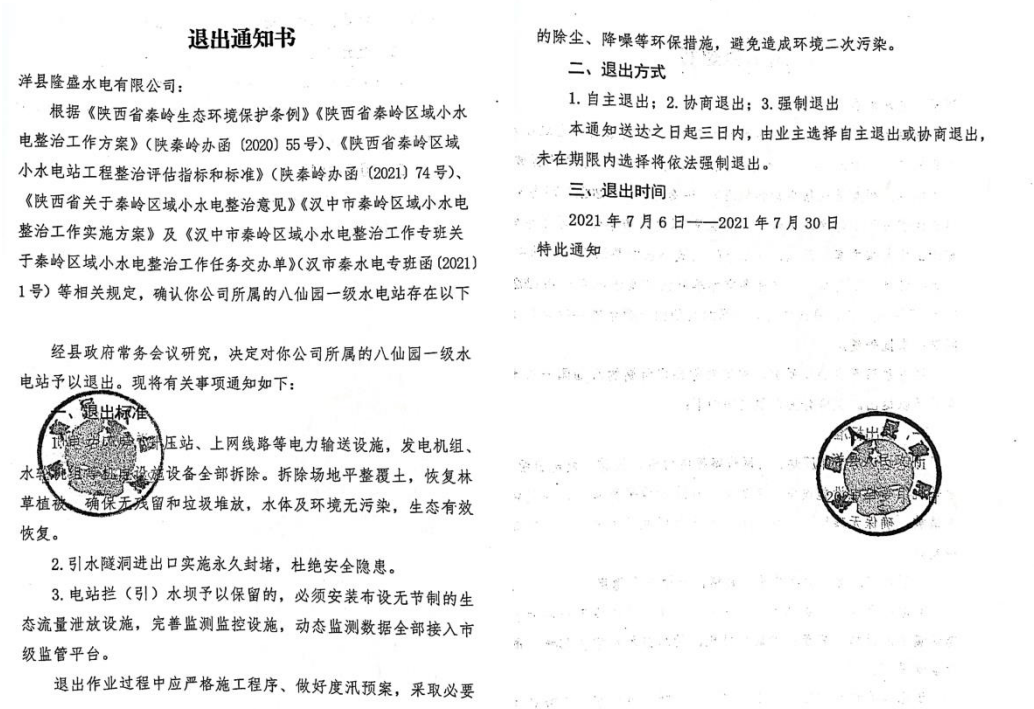


图 2.1.3-3 渭水河小水电退出文件

3) 保留类

保留了观音峡、马家沟、白果树、狮坝水电站 4 座，对保留的水电站明确了下泄生态流量、完善了生态流量下泄设施和监控设施，并按照相关要求完成了验收。

流域现存马家沟水电站、白果树水电站、狮坝水电站在运行期定期定时下泄一定量的生态用水，保证枯水期下游河段不断流和水生生物的生态用水，依据政

府部门批复的维护河流水生生态环境最小生态流量要求，结合生态环境实际情况，马家沟水电站坝址处生态流量不小于 $2.01\text{m}^3/\text{s}$ ，白果树水电站坝址处生态流量不小于 $2.23\text{m}^3/\text{s}$ ，狮坝水电站坝址处生态流量不小于 $2.28\text{m}^3/\text{s}$ 。

表 2.1.3-3 渭水河流域秦岭小水电整治实施方案及完成情况表

整治方案	电站	整改内容	完成情况
拆除	金龙、清溪、岩丰、坪堵、罗家营、双溪、北溪、双溪村、樵坝水电站	①电站拦（引）水坝及附属的水闸、引水渠、压力管道等主要建筑物已全部拆除，恢复自然景观面貌，保障河道水流通畅。 ②引水隧洞进出口已实施永久封堵，杜绝安全隐患。 ③电站厂房，升压站、上网线路等电力输送设施，发电机组、水轮机组等机电设施设备已全部拆除。拆除场地覆土平整，恢复林草植被，已确保无残留和垃圾堆放，水体及环境无污染，生态有效恢复。 ④在建电站对原有防洪工程设施有破坏或河道内有碍洪工程设施的，已消除防洪隐患，保障行洪安全。 ⑤拆除作业过程中严格施工程序、已做好度汛预案，采取必要的除尘、降噪等环保措施，避免造成环境二次污染。 ⑥已按要求整理汇总装订了“一站一策”及相关整治资料。 说明：罗家营、双溪村电站依据陕秦岭办函〔2021〕135号文件，电站拦（引）水坝批准保留，压力管道等主要建筑物已全部拆除，基本上恢复自然景观面貌，能保障河道水流通畅。	通过市级验收
退出	黑峡子水电站、八仙园一级水电站、八仙园二级水电站	①电站厂房、升压站、上网线路等电力输送设施，发电机组、水轮机组等机电设施设备已全部拆除。 ②引水隧洞进出口已实施永久封堵，已妥善做好大坝的消能工作，杜绝安全隐患。 ③电站拦（引）水坝予以保留的，已安装布设无节制的生态流量泄放设施，已完善监测监控设施，动态监测数据已全部接入市级监管平台。 ④拆除的已场地平整覆土，恢复林草植被，无残留和垃圾堆放，水体及环境无污染，生态有效得到恢复。 ⑤已按要求整理汇总装订了“一站一策”及相关整治资料。	通过市级验收
整改保留	观音峡、马家沟、白果树、狮坝水电站	①已安装布设无节制的生态流量泄放设施，按照批复核定的流量实时足额下泄。 ②已完善生态流量监测监控设施，动态监测数据全部接入市级监管平台。 ③已建立完善运行管理制度，规范运行管理，保障电站生态、安全、可持续运行。 ④已按要求整理汇总装订了“一站一策”及相关整治资料。	通过市级验收

（3）流域现存水电站及环保措施落实情况

2019年起陕西省开展秦岭区域小水电整治工作后，流域内已建水电站按照要求进行了整治，拆除了9座水电站，退出了3座水电站，保留了观音峡、马家沟、白果树、狮坝4座水电站工程。

1) 观音峡水电站

观音峡水电站位于宝鸡市太白县境内渭水河上游段，距离焦岩坝址约 99km，电站为混合式开发，在渭水河干流建设拦河坝，在坝下左岸支流大箭沟上建设一座引水堰，电站厂址位于坝下游二郎坝村的观音峡与渭水河交汇处上游渭水河右岸河漫滩上。水库总库容 703 万 m^3 ，正常蓄水位 1225m，拦河坝坝高 49m，装机容量 2.6 万 kW，于 2009 年开始蓄水。

2005 年 11 月 18 日，原陕西省环境保护局以“陕环函〔2005〕307 号”对观音峡水电站工程环境影响报告书进行了批复。2012 年 11 月，通过了陕西省环境保护厅对观音峡水电站工程环境保护工程进行了验收，以陕环函〔2011〕11 号印发了验收意见。《陕西省太白县观音峡水电站工程环境影响报告书》提出建设过鱼设施、增殖放流、渔政管理等保护及管理措施。观音峡水电站坝址对渭水河上游干流形成阻隔，受影响的鱼类以秦岭细鳞鲑为主。

秦岭小水电整治中提出观音峡水电站需落实鱼道建设。2021 年观音峡水电站新建鱼道工程。鱼道分布在大箭沟引水堰右侧，鱼道沿大箭沟右侧下游在满足坡降的情况下沿上游布设，出口布置在大箭沟引水堰右岸，解决下游鱼类因挡水堰不能上溯的问题，全长 88.6m。观音峡水电站在秦岭小水电整治后，严格按照整改要求，完善了生态流量下泄设施和监控系统，大坝采用直径 30cm 无节制生态放水管下泄 0.65 m^3/s 生态流量，大箭沟引水堰采用鱼道下泄 0.17 m^3/s （鱼类洄游期 0.36 m^3/s ）生态流量并通过了验收，在运行过程中严格落实生态流量下泄要求，生态流量保障程度为 100%。



(a) 生态流量下泄情况



(b) 鱼道建设情况

图 2.1.3-4 观音峡水电站环保措施实施情况

2) 马家沟、白果树、狮坝水电站

2005 年 4 月陕西省水利电力勘测设计研究院完成了《陕西省城固县湑水河流域马家沟、白果树、狮坝三级水电站工程》的环境影响报告书，原陕西省环境保护局于 2005 年 5 月以“陕环函[2005]113 号”文件批复了该报告书。

马家沟水电站工程位于汉江北岸一级支流湑水河的中游，地处城固县小河镇境内，距城固县城 68km。属湑水河干流梯级规划开发十一级的第六级，城固县境内的第一级水电站，本工程的主要任务为水力发电。电站 2010 年建成，2012 年 12 月完成竣工环保验收。根据陕西省环境保护厅“陕环函（2005）113 号”《关于对陕西省城固县湑水河流域马家沟、白果树、狮坝三级水电站工程环境影响报告书的批复》和“陕环批复[2013]30 号”《关于陕西省城固县湑水河流域马家沟、白果树水电站工程竣工环境保护验收的批复》，该水电站工程对场站、压力管道及厂区进行了绿化；在大坝设施了生态基流放水管，河流末出现断流现象；无生活废水排放；厂界噪声符合 2 类区标准要求，生活垃圾集中堆放，定期外运，废油统一收集放置；96% 被调查者满意或基本满意。环境保护手续齐全，落实了环评报告书及其批复中提出的主要措施和要求。



图2.1.3-4 马家沟水电站

白果树水电站工程位于汉江北岸一级支流湑水河的中游，地处城固县小河镇境内，距城固县城45km。属湑水河干流梯级规划开发市一级的第七级，城固县境内第二级水电站。电站2008年建成，2012年12月完成竣工环保验收。根据陕西省环境保护局《关于对陕西省城固县湑水河流域马家沟、白果树、狮坝三级水电站工程环境影响报告书的批复》（陕环函[2005]113号）和陕西省环保厅《关于陕西省城固县湑水河流域马家沟、白果树水电站工程竣工环境保护验收的批复》（陕环批复[2013]30号），该水电站工程环境保护手续齐全，落实了环评报告书及其批复中提出的主要措施和要求，工程竣工环境保护验收合格。



图2.1.3-5 白果树水电站

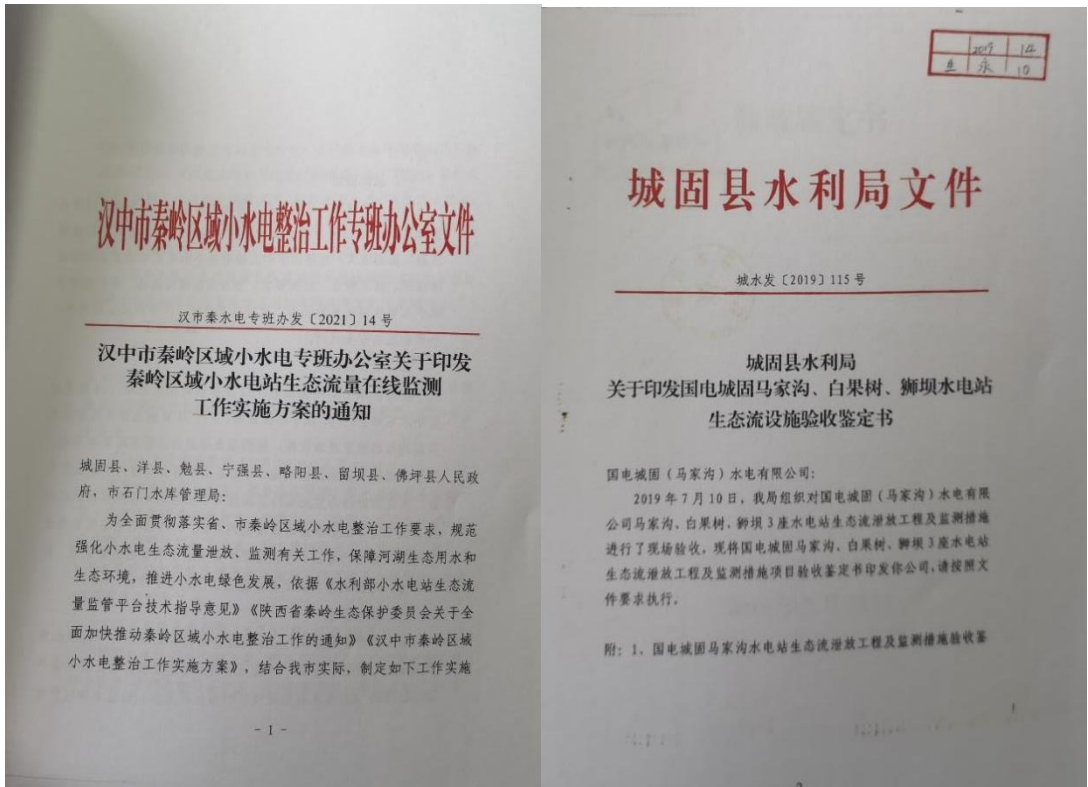
狮坝水电站位于湑水河中下游，城固县小河镇境内，距城固县城51km。工程主要任务为水力发电，为湑水河梯级开发城固县境内的第三级水电站。

2008年12月31日，由省、市、县环保监督单位对狮坝水电站环境保护工程进行了验收，2009年3月19日，汉中市环保局以汉环批字〔2009〕24号文印发了验收意见。主要结论是：该项目开工建设前实行了环境影响评价制度，履行了环评审批手续，执行了“三同时”制度。施工过程中按环评要求施工，环保治理设施基本齐备，原则同意项目通过竣工环保验收。



图2.1.3-6 狮坝水电站

秦岭区域小水电整治后，这3座水电站保留，并按照“绿色发展、生态优先”的原则，采取“一站一策”的方式完成了整改。根据汉中市秦岭区域小水电专办发布的《秦岭区域小水电站生态流量在线监测实施方案》及维护河流水生生态环境最小生态流量要求，结合生态环境实际情况，马家沟水电站坝址处生态流量不小于 $2.1\text{m}^3/\text{s}$ ，白果树水电站坝址处生态流量不小于 $2.23\text{m}^3/\text{s}$ ，狮坝水电站坝址处生态流量不小于 $2.28\text{m}^3/\text{s}$ 。各小水电站生态流量泄放设施和监测设施均已建设完成并验收。根据近3年下泄流量监测显示，各级水电站的生态流量保障程度为100%，上述各项措施有效缓解了水电站开发对水文情势产生的不利影响。



(a) 生态流量设施验收文件



(b) 马家沟水电站生态流量公示牌及泄放情况



(c) 马家沟水电站生态流量公示牌及泄放情况



(d) 狮坝水电站生态流量公示牌及泄放情况



(e) 马家沟、白果树、狮坝控制中心



(f) 生态流量监控设施

图 2.1.3-7 湑水河小水电生态流量泄放情况

表表 2.1.3-4 渭水河流域现存水电站环保措施落实情况

工程名称	所在县乡	管理站排污处理情况			是否有生态流量的保障设施			
		生活污水是否处理排放	生活垃圾去向	发电机组废机油去向	是否有生态流量下泄设施	生态流量下泄方式	生态流量下泄是否达标	生态流量监控设施
观音峡水电站	宝鸡市太白县黄柏塬镇	污水全部用于电站场地绿化	生活垃圾集中堆放,定期外运	统一收集后放置于固定场所	是	30cm 的钢管无节制下泄生态流量	达标	有生态流量监测及监控设备,监测数据上传至主管部门监管平台
马家沟水电站	汉中市城固县小河镇	无厕,无生活废水排放	生活垃圾集中堆放,定期外运	统一收集后放置于固定场所	是	43cm 的生态管常年永久排放	达标	电站安装了生态流量监测及视频监控系统。监测系统接入市级管理平台和省级大数据中心,接受主管部门监管。
白果树水电站	汉中市城固县小河镇	污水全部用于电站场地绿化	生活垃圾集中堆放,定期外运	统一收集后放置于固定场所	是	两孔 43cm 的孔口无节制下泄	达标	
狮坝水电站	汉中市城固县小河镇	设化粪池	运往小河镇垃圾厂	统一收集后放置于固定场所	是	56cm 孔口无节制下泄	达标	

2.1.3.3 流域水资源配置工程现状及主要环保措施

(1) 引调水工程

1) 工程概况

渭水河流域已建引调水工程为西安市引渭（渭水河）济黑（黑河）调水工程，是西安市城市供水的补充水源，通过引水隧洞将渭水河水源自流引入黑河金盆水库。

该工程位于渭水河上游的西安市周至县，设计年引水量 4248 万 m^3 ，于 2010 年 12 月正式开始运行。引渭济黑调水工程由引水枢纽、引水隧洞、出水口组成。引水枢纽位于周至县老县城渭水河吊沟口下游 100m 处，引水隧洞全长 6252m，设计最大引水流量 $10\text{m}^3/\text{s}$ 。



图 2.1.3-8 引渭济黑工程现状

2) 主要环保措施落实情况

引渭济黑调水工程 2018 年 7 月正式划定饮用水水源地保护范围，2019 年完成引渭济黑调水工程水源地一级保护区规范化建设工作。工程投运后每月开展水质常规因子监测，每季度开展 109 项水质全因子监测。引渭济黑工程现场管理站生活污水和生活垃圾均妥善处理。引渭济黑调水工程通过溢流坝过流下泄生态流量，工程区设有生态流量监测及监控设备，监测数据上传至主管部门监管平台。

(2) 灌溉工程

渭水河开发历史悠久，流域内渭惠渠灌区始建于 1942 年，1948 年 5 月建成通水；五门堰灌区始建于西汉，现有建筑物建成于清道光年间；杨填堰灌区始建于宋代；加上 1958 年修建的跃进渠灌区，合计总灌溉面积 16.96 万亩，是汉中地区主要农业基地。各灌区基本情况分述如下。

1) 渭惠渠灌区

渭惠渠首位于焦岩水利枢纽坝下约 1.3km，渠首为无调节式低坝引水，坝长 112.7m，高 3.7m，为浆砌石溢流低坝。左右岸进水闸各 3 孔，每孔宽 2.5m，冲砂闸各 2 孔，单孔宽 2.5m；设计引水流量 $24\text{m}^3/\text{s}$ 。渭惠渠灌区现有灌溉面积 13.57 万亩。东西干渠两条，总长 49.47km，支渠 7 条长 41.07km，斗渠 140 条长 230km，渠坝结合小型水库 9 座。灌区涉及城固县、洋县，是汉中市重要的粮食生产基地，也是陕西省三大水稻灌区之一。

渭惠渠是著名水利专家李仪祉倡议下，由著名的水利专家刘钟瑞设计，工程于 1939 年开工，1948 年竣工，是民国时期城洋二县最大的一处水利工程，属于一般文物保护点。



图 2.1.3-9 渭惠渠工程现状

2) 五门堰灌区

五门堰渠首位于焦岩水利枢纽坝址下游 6.1km，坝址控制流域面积 2165km^2 ，多年平均径流量 11.05 亿 m^3 ，渠首设计引水流量 $2.5\text{m}^3/\text{s}$ 。渠首枢纽由拦河坝、进水五洞、460m 引渠、冲砂闸、进水闸组成。拦水坝现为浆砌石坝顶，坡面为钢筋笼装石，坝腹内填充卵石，长 380m，顶宽 4.5 m。灌区位于城固县城以北 16km，总面积 1.1 万亩，干渠长度 8.68km，灌区地势西北高东南低，海拔 415m～505m，地势开阔。灌区涉及城固县桔园、博望、莲花街办。

2006 年，五门堰被国务院列为全国重点文物保护单位。

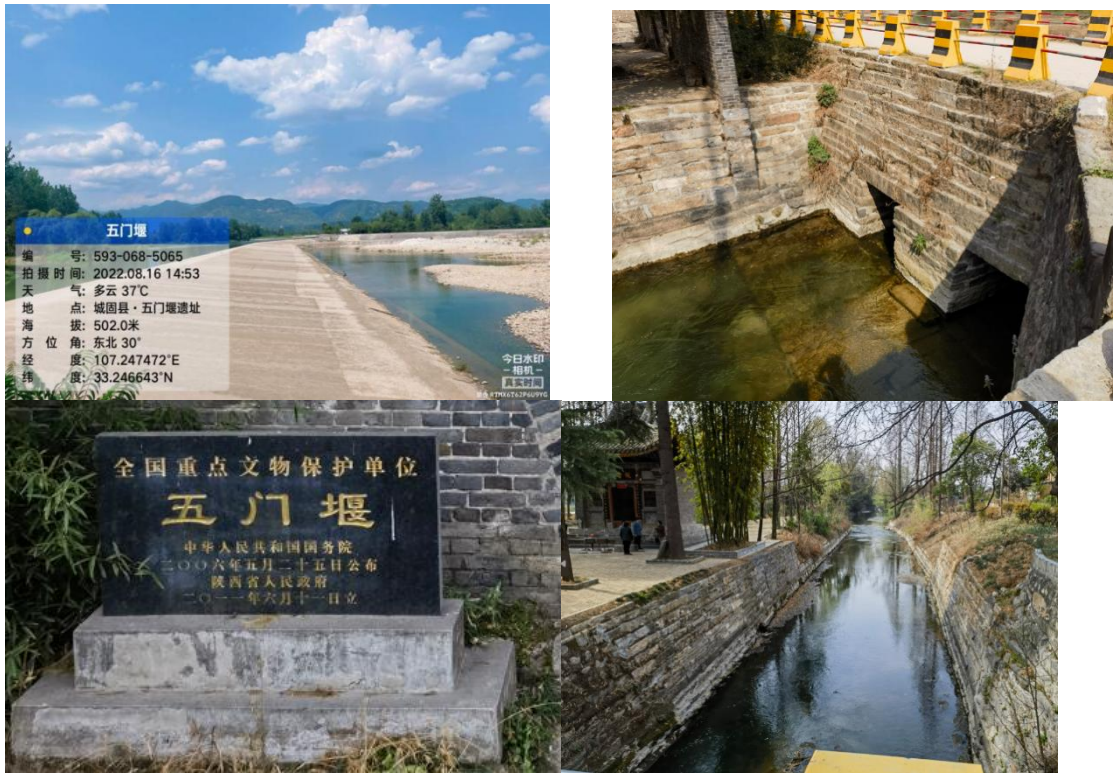


图 2.1.3-10 五门堰工程现状

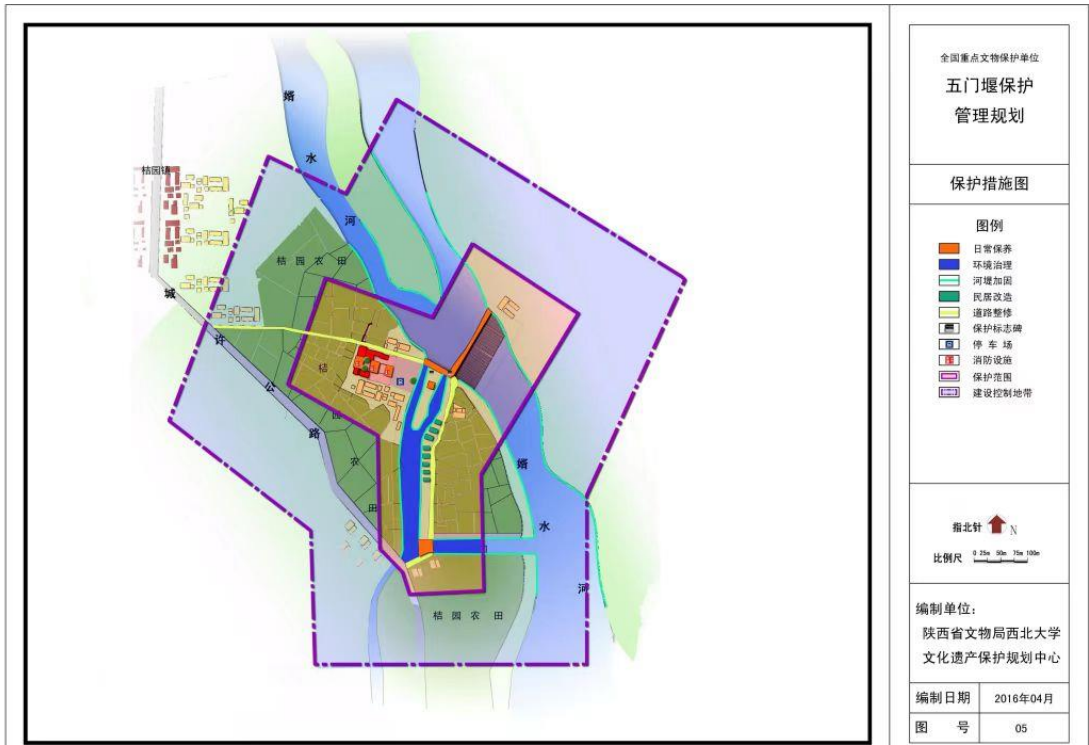


图 2.1.3-11 五门堰文物保护范围

3) 杨填堰灌区

杨填堰渠首位于焦岩水利枢纽坝址下游 12.4km，渠首为无调节式低坝引水，引水坝为浆砌石重力坝，全断面溢流，坝长 260m，坝高 3.5m。渠首以上控制流

域面积 2284km²，设计引水流量 3.0m³/s，最大引水流量 4.0m³/s。灌区位于城固县东部的平坝区，东西长 5.5km，南北宽 3.5km，总面积 1.21 万亩，干渠长度 9.85km，支渠长度 7.5km。灌区地势开阔，西高东低，海拔 496~475m。灌区涉及城固县宝山镇、洋县马畅镇。

2008 年，杨填堰被列为陕西省文物保护单位。



图 2.1.3-12 杨填堰工程现状

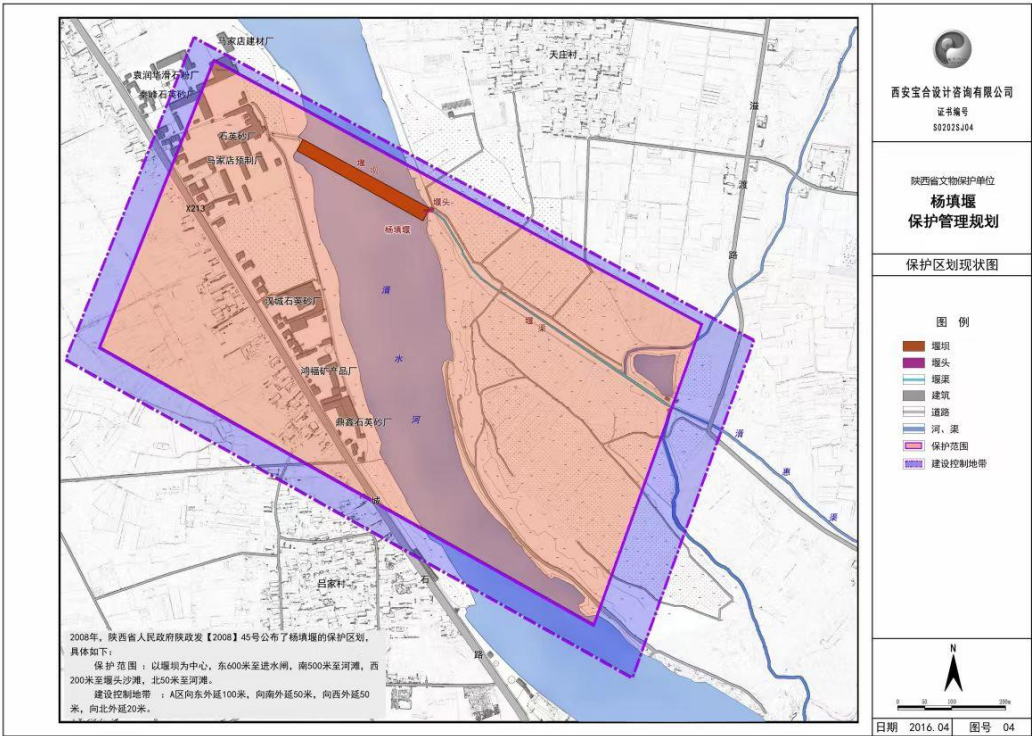


图 2.1.3-13 杨填堰文物保护范围

4) 跃进渠灌区

跃进渠渠首位于湑水河支流板凳河，为无调节式低坝引水，渠首以上控制流

域面积 91km²，设计引水流量 2.5m³/s。灌区位于城固县中东部的平川边缘区，东西长 5.6km，南北宽 4.7km，总面积 1.31 万亩，干渠长度 22.15km，灌区地势开阔，西北高东南低，海拔 500m~560m。灌区涉及城固县原公镇、桔园镇、宝山镇。

5) 灌区灌溉制度

流域灌区作物需经历夏灌和冬灌两个用水期。夏灌用水主要是水稻生长期用水，从插秧开始（5月15日）至黄熟收割（9月15日），分插秧、返青、分蘖、拔节、孕穗、抽穗扬花、乳熟、黄熟等8个用水阶段，平均共灌溉16次，约106天。冬灌用水期从一月初至二月上旬，一般只灌溉一次，只有在特别干旱的年份，3月中旬部分农田进行一次春灌。

6) 主要环保措施落实情况

流域内已有的杨填堰灌区、五门堰灌区、跃进渠灌区和涓惠渠灌区因建成年代较早，在建设之初未设置生态流量下泄设施和监控设备，通现状过渠首溢流过流。此外五门堰右岸引水渠在堰下 800m 处与河道连接，部分引水可回归河道。各灌区管理站生活污水、生活垃圾均妥善处理。

2.1.3.4 水资源开发利用主要问题

（1）区域水资源开发利用程度

根据《渭水河流域综合规划》现有成果，渭水河流域现状年地表水资源开发利用率为 12.97%。

本项目受水区包括汉中汉台区、城固县、洋县。2019 年汉中市总供用水量 16.17 亿 m³；其中地表水供水量 14.02 亿 m³，地下水供水量 2.12 亿 m³，其他水源供水量 0.03 亿 m³。以地表水供水量占地表水资源可利用量的比例，2019 年汉中市地表水已开发利用 33.3%，但仍具有一定的开发潜力。以可开采量计，2019 年汉中市浅层地下水资源开采率为 57.0%，开采利用率较地表水开发利用率高。

2019 年汉中市汉台区、城固县和洋县总供水量为 7.4 亿 m³，其中地表水供水量 6.27 亿 m³，地下水供水量 1.13 亿 m³，无其他水源供水量。

（2）水资源开发主要问题

1) 地表水资源丰富，调蓄能力不足

根据《2019年汉中市水资源公报》，2019年汉中市水资源总量为209.64亿 m^3 ，其中地表水206.22亿 m^3 ，占98.4%；地下水42.12亿 m^3 ，重复计算量38.7亿 m^3 。2019年汉中市水资源利用总量为16.17亿 m^3 ，占水资源总量的7.7%，水资源开发利用率较低；其中地表水14.02亿 m^3 ，占用水总量的86.7%，占地表水资源量的6.8%。汉中市地表水资源较丰富，因调蓄能力不足，水资源开发利用程度有待提高。

2) 城市水源结构不合理，供水能力不足且水源单一，供水安全难以保障

汉台区中心城区现状供水水厂有一水厂和二水厂，水源分别为西郊水源地和东郊水源地地下水；城固县城现状水厂为城固县城水厂和城固第二水厂，水源均为地下水；洋县县城现状水厂为洋县县城水厂，水源为党河水库。

汉台区、城固、洋县现状供水总量4570万 m^3 ，其中地下水3980万 m^3 ，占供水总量的87.1%；地表水590万 m^3 ，仅占供水总量的12.9%，现状城市供水以地下水为主，长期大量开采地下水极易引起地表塌陷、地面附属物开裂甚至倒塌和污水回灌等各种环境地质问题，而丰富的优质地表水却未得到充分利用，供水水源结构亟需进行优化调整，需建设调节性能高的大中型水库工程加大优质地表水资源利用量，保障区域城市用水。

根据《汉中市水资源保护利用专项规划》，至2035年具备地表水集中供水的区域，逐步将地下水集中供水水源转为备用，新建的长林地下水水源地保留；现状东郊水源地、西郊水源地、城固县城水源地位于城区，随着城市发展，水源地保护压力较大，且水源地出水量逐渐衰减，至2035年报废；现状307水源地、405水源地及乡镇供水工程等焦岩水库集中供水区域内的地下水水源转为备用，实现双水源供水，提高乡镇供水保证率。2023年3月28日，陕西省生态环境厅以陕环水体函[2023]9号，同意撤销东郊水源地。2023年12月29日，陕西省生态环境厅以陕环水体函[2023]73号，同意撤销西郊水源地。

3) 乡镇供水规模小且分散，供水标准较低，供水保证率有待提高

受水区各各乡镇现状供水大部分以村为单位，较为分散，共有农村集中供水工程716处。其中汉台区427处，城固县213处，洋县76处。供水量1411万 m^3 ，其中地表水119万 m^3 ，占供水总量的8.4%，地下水1292万 m^3 ，占总供水量的91.6%。现状供水工程水源以地下水或浅层地下水为主，采用水泵抽取地下

水，修建高位水池或水塔供水。

根据各乡镇供水现状分析，乡镇供水水源大部分采用地下水，水源供给形势单一若水源发生问题，供水将完全中断，居民生活陷入困境，加之工程区附近无备用水源应对干旱等极端情况，增加了供水风险，供水可靠性得不到保障。乡镇供水水源地周边农村生活排污、农业面源污染、畜禽水产养殖污染问题依然存在，直接威胁水源地水质安全，部分不满足高质量发展要求。

4) 农业灌溉用水保证率低，且挤占生态用水，缺少大型骨干水源工程

灌区总设计灌溉面积 72.66 万亩，设计保证率均为 75%。现状有效灌溉面积 65.66 万亩，现状灌区灌溉需水量较大，除党河灌区可满足设计保证率 75% 外，其他灌区灌溉保证率均低于设计保证率 75%，五门堰灌区、杨填堰灌区、跃进渠灌区缺水较为严重，灌溉保证率低于 50%。此外，区域内很多水源工程和配套设施建设较早，设计标准偏低，工程规模偏小或质量差，造成引水或供水不足，灌溉用水量也难以保证，灌溉规模难以扩大。

2.1.4 渭水河流域开发利用环境影响回顾

2.1.4.1 生态流量满足程度

根据《陕西省渭水河流域综合规划》中要求，升仙村断面为生态流量控制断面，生态流量要求为 $3.71\text{m}^3/\text{s}$ 。根据渭水河流域升仙村断面 2009~2019 年近十年实测日均流量分析，渭水河流域升仙村断面 2009~2019 年日均生态流量满足程度介于 43%~92%，多年平均值为 61%。升仙村生态流量满足程度不高的主要原因为上游灌区引水渠首灌溉引水造成河段下游水量减少。

秦岭区域小水电整治后，保留的 4 座水电站均按照“绿色发展、生态优先”的原则，采取“一站一策”的方式完成了整改，完善了生态流量下泄设施和生态流量监测及视频监控系统，根据近 3 年下泄流量分析，各级水电站的生态流量保障程度为 100%，上述各项措施有效缓解了水电站开发对水文情势产生的不利影响。

2.1.4.2 水环境影响回顾性评价

渭水河下游段原公大桥断面 2015 年以来水质稳定在Ⅱ~Ⅲ类，没有出现超标

情况，Ⅱ类水质出现频次占比 95%；渭水桥断面 2015 年以来大部分时段水质稳定在Ⅱ~Ⅲ类，没有出现超标情况，Ⅰ、Ⅱ、Ⅲ类水质出现频次分为 1.2%、79%、19.8%。

原公大桥断面高锰酸盐指数、氨氮、总磷评价结果均达到或优于Ⅲ类水质目标要求，高锰酸盐指数和氨氮总体变化幅度较小，总磷近年来变化波动性较强。渭水桥断面高锰酸盐指数、氨氮、总磷评价结果均达到或优于Ⅲ类水质目标要求，高锰酸盐指数变化趋势不明显，氨氮、总磷总体波动性较强。

2.1.4.3 生态环境演变回顾分析

渭水河已实施的工程类型包括供水与灌溉工程、防洪工程、水电站工程、跨流域调水工程。工程实施对区域陆生生态产生了一定影响，其影响因素主要为工程占地和水库淹没。

(1) 土地利用现状变化

根据《渭水河流域综合规划环境影响报告书》，渭水河流域 2000~2015 年及 2015~2020 年土地利用类型的演化规律分析发现：

2000-2015 年期间，渭水河流域水电站、引调水工程等建设和城镇化发展等活动导致流域内耕地和未利用土地减少，且随着城镇化的发展流域内城乡、工矿、居民用地面积增加。2015 年耕地面积较 2000 年减少了 482.77hm²，林地面积上升趋势明显，面积增加了 1112.87hm²，主要来自耕地和草丛的转变；而工矿、交通用地面积较 2000 年增加了 16.88hm²。

2015-2020 年期间，随着流域不断加大生态环境保护力度，完成秦岭区域小水电整治工作，2020 年流域内水域、草丛等面积都有所增加，分别增加了 164.02hm² 和 24.15hm²。城镇化进程加快，导致流域林地和耕地面积分别减少了 233.13hm² 和 114.38hm²，主要转变为未利用土地。工矿、交通用地及居住地面积在此期间无明显变化。

(2) 生态系统类型结构变化

根据渭水河流域 2000~2015 年及 2015-2020 年间生态系统类型结构和演化规律分析发现：2000-2015 年期间，随着全球气候变暖和城市化进程加快，且湿地生态系统受到人为干扰，面积有所减少，导致裸地生态系统和城镇生态系统面积

分别增加了 1636.17 和 487.35hm²，渭水河流域的草地生态系统面积在此期间发生明显的退化，草地生态系统主要转变为森林、灌丛及裸地生态系统。。

2015-2020 年期间，由于秦岭区域小水电整治工作的实施，渭水河流域的湿地生态系统面积增加了 164.02hm²，主要由农田、灌丛、森林转变而来，此外草地生态系统的面积也有变化，面积增加了 24.14hm²。工程建设中人类活动干扰等因素的影响致使渭水河流域森林和灌丛生态系统面积发生轻微减少，这两种生态系统主要转变为裸地生态系统。

(3) 生态系统质量结构变化

2000-2015 年间渭水河流域的生态系统质量低的面积呈现降低趋势，减少了 3563.30hm²；生态系统质量良好的面积明显增加，增加了 32878.88hm²；生态系统质量优质的面积降低趋势明显，减少了 35993.21hm²；生态系统质量中等的面积呈现增加的趋势，增加了 6677.63hm²。综上所述，2000-2015 年间，渭水河流域生态系统质量较低区域面积虽有所减少，但由于流域小水电开发、城镇化进程加快等因素，生态系统质量优质区域减少的面积大约是较低区域减少面积的十倍，在此期间，渭水河流域生态系统质量呈下降趋势。

2015-2020 年间渭水河流域生态系统质量低的面积呈现下降趋势，减少了 204.17hm²；生态系统质量良好的面积明显下降，减少了 2370.71hm²；生态系统质量优质的面积增长趋势明显，增加了 2217.55hm²；生态系统质量中等的面积呈现增加的趋势，增加了 357.33hm²。综上，2015-2020 年间，秦岭区域小水电整治后，渭水河流域生态系统质量优质区域面积在不断增加，同时生态系统质量较低区域面积在不断减少，生态系统质量整体上得到很大程度的改善。

表 2.1.4-1 渭水河流域 2000-2015 年生态系统质量转移矩阵 单位：hm²

2000~2015	低	良	优	中	总计
低	434.93	1323.94	460.94	2158.72	4378.53
良	29.69	194.06	41.99	96.67	362.41
优	350.61	31652.56	183836.58	4492.97	220332.72
中		70.74		191.16	261.90
总计	815.23	33241.29	184339.51	6939.53	225335.57

表 2.1.4-2 渭水河流域 2015-2020 年生态系统质量转移矩阵 单位：hm²

2015~2020	低	良	优	中	总计
低	570.69			250.24	820.93

良		27460.40	5107.13	708.80	33276.33
优		2889.58	181516.00		184405.58
中	46.07	555.64		6356.71	6958.42
总计	616.76	30905.62	186623.13	7315.75	225461.26

2.1.4.4 陆生生态影响回顾

已建工程对流域陆生生态的影响主要体现在工程占地、库区淹没等对地表植被和野生动物生境的破坏与扰动，以及各级电站、灌溉渠首下游减脱水河段水文情势变化对生态环境的影响。

(1) 典型水电工程生态影响回顾

观音峡水电站于 2009 年建成，工程位于太白县境内渭水河上游河段，坝址位处渭水河与大箭沟交汇处上游 500m 处河谷，电站厂址位于坝下游二郎坝村的观音峡与渭水河交汇处上游渭水河右岸河漫滩上，地面高程约 1010~1023m，控制流域面积 716km²。区段内河流自北东流向南西，河床坡降较大，坝址和厂址之间有葡萄沟、小箭沟、猫儿沟等支流汇入。

观音峡水电站坝址~厂址河段动物种类繁多，生物多样性十分丰富。太白县林业局对大坝蓄水前后开展监测，在大坝未蓄水前的两次监测中发现蓄水大坝上游和下游的动物痕迹较多，能直接观测到的主要野生动物有羚牛、斑羚、鬣羚、熊、野猪、野鸡等。蓄水后开展的 3 次监测显示，其上游固定监测点上还可以发现有野生动物下河道饮水的痕迹，但较前两次蓄水前有所减少。下游的固定监测点上已很难发现有动物活动的痕迹，蓄水大坝上下游对比明显。大坝蓄水后下游河道水量减少，鱼类种群数量减少，鸟类数量根据观察发现也有所减少。河道两侧野生动物饮水不同程度的受到影响，致使野生动物数量减少。水电站坝址~厂址河段的河谷狭窄，河流比降大，水流湍急，河流两岸阶地不发育，靠近水边的植物多以灌丛和杂草为主，如白茅、巴茅、五节芒、芒边耳蕨、鸡眼草、蛇莓、蒿类、蕨类等，基本没有乔木。由于流域内降水丰沛，沿河植被主要是以降雨形式获得水分，对河水的依赖程度不高，减脱水河段对河段陆生植物影响不大。

随着秦岭小水电整治，确定了河流的生态流量并向社会公布接受监督，目前坝下河段生态流量得到有效保障。

(2) 现状灌区工程对渭水河湿地生态系统影响

渭水河原有灌区包括渭水河流域已建的渭惠渠、五门堰等灌区，海拔高程470~540m之间。渭水河现有灌区为低坝取水灌溉，由于渭水河天然径流年内及年际间变化大，河道来水量与灌溉用水量存在不匹配等问题，造成工程性缺水问题严重。在灌溉高峰期，存在灌溉与生态争水现象，使得河道生态流量难以保证，造成下游湿地生态系统的萎缩退化，生物多样性降低。

2.1.4.5 水生生态环境影响回顾

(1) 水生生境

渭水河流域开发利用现状对水生生境的影响各类水利水电工程库区河段水文情势的改变和坝下减水河段生境质量的下降。马家沟、白果树、狮坝等水电站库区形成后，上下游生境形成阻隔，水体环境由河流生态型向水库生态型转化，库区河段水面增大，流速减缓，泥沙沉降，透明度增大，水体营养物质滞留时间延长，水中有机物质及营养盐累积，这些条件的变化，对库区水生生物生长繁殖将产生一定的有利影响。而坝下河段受引水式电站运行期河道减水的影响，水量、水位、流速变幅增大，水文情势的变化，造成了局部河段生境适宜性下降，对坝下河段水生生物生长繁殖产生影响。

(2) 饵料生物

根据《陕西省渭水河流域综合规划环境影响评价水生生态调查与评价专题报告》现状调查结果，马家沟库区和狮坝电站库区浮游植物种类数、密度和生物量均高于上游自然河段，群落结构组成也发生一定程度的改变，绿藻门、甲藻门、蓝藻门种类在库区生境有所增加；浮游动物的种类数与自然河段差异不大，但密度和生物量则要高于自然河段；库区水位抬升后，原有砾石底质生境被淹没消失，沉积物在河道底部增加，同时受到库区水位变幅的影响，库周生境稳定性较差，喜流水生境以及砾石底质生境的底栖动物在库区大幅减少，而喜静缓水生境的软甲纲、腹足纲底栖动物相应增加，表现为库区底栖动物种类数、密度低于自然河段，而生物量则高于上游自然河段。

总体来看，水电站库区浮游生物种类数、多样性、资源量较上游自然河段高，但因水流环境以及底质生境的改变，适宜静缓水生境的底栖动物资源量增加，而

适应流水生境的底栖动物退出，造成底栖动物物种多样性下降。

（3）鱼类

渭水河流域已建工程对鱼类的洄游产生了阻隔效应。秦岭区域小水电整治后，原有 16 座水电站拆除和退出了 12 座，其产生的阻隔影响明显降低，完成拆除坝体的 7 座水电站河段连通性得到了恢复；5 座拆除引水发电系统后保留坝体的电站，河道得到局部连通，但仍有一定程度的阻隔；保留的 4 座水电站，以及渭水河下游 3 座灌溉堰，其阻隔影响仍然存在。

渭水河流域分布有短距离洄游性鱼类，如秦岭细鳞鲑和多鳞白甲鱼。上游的引渭济黑调水工程引水渠首、观音峡水电站坝址均对渭水河上游干流形成阻隔，受影响的鱼类以秦岭细鳞鲑为主。观音峡水电站在大箭沟引水堰修建有鱼道，但由于过鱼设施仅运行了一年，过鱼效果尚不明确，此外观音峡电站渭水河坝址仍存在阻隔。

中游 3 座现存电站（马家沟-白果树-狮坝）对河流也形成阻隔，受影响的鱼类以多鳞白甲鱼为主，对中游鱼类种群基因交流仍有一定程度的影响。同时，流域的引调水、水电站工程的建设，压缩了流域内喜流水鱼类的栖息生境，对鱼类种群产生一定影响。

已建各类水利水电工程闸坝上游河段水文情势发生一定的改变，相应的改变和压缩了鱼类的适宜栖息生境。现状调查成果显示，库区鱼类组成转变为以喜静缓水鱼类为主，静缓水鱼类麦穗鱼等优势种突出，喜流水性的鮡亚科以及底栖性鱼类在库区生境较少分布，库区河段鱼类物种多样性下降。

太白县林业局 2009 年~2010 年在观音峡水电站蓄水前后，上下游河段开展了监测，显示该河段鱼类细鳞鲑最多，红尾副鳅数量较少。蓄水后在大坝上游监测鱼类数量较前蓄水前有所减少，显示观音峡水电站蓄水对河段鱼类分布产生了一定影响。

根据渭水河流域综合规划环评 2022 年调查成果，虽然受到流域水电开发的不利影响，但渭水河上游的秦岭细鳞鲑和中游的多鳞白甲鱼目前仍有一定种群，整体资源状况较好。

本次项目环评在 2024 年 4 月~5 月开展了鱼类补充调查，其中重点在黑峡子

坝下~焦岩库尾之间水电开发河段设置调查断面，以了解鱼类分布现状。调查结果表明，该河段仍有一定鱼类分布，其中国家二级保护鱼类秦岭细鳞鲑在距离焦岩水利枢纽坝址距离约 62.6km 的平堵河及汇口调查到，平堵河已建的岩丰、平堵两座小水电已拆除，对恢复鱼类生境起到了积极作用。在马家沟库尾、狮坝坝下等河段及区间支流调查到多尾多鳞白甲鱼，尤其在北溪河、桃园河等支流分布较多，可见虽受到水电开发造成的生境阻隔等不利影响，但多鳞白甲鱼依靠区间流水河段及支流，可完成其生活史，并保持一定的种群稳定。

2.2 工程名称及地理位置

工程名称：陕西省汉中市焦岩水利枢纽工程

工程性质：新建

建设单位：汉中水利投资集团有限公司

地理位置：陕西省汉中市焦岩水利枢纽工程位于陕西省汉中市城固县桔园镇深北沟口以上 200m 处，距城固县县城约 20km，距离汉中市约 51km。



图 2.2-1 焦岩水利枢纽工程地理位置图

2.3 工程建设必要性

2.3.1 工程建设是提高灌溉保证率、保障粮食安全的需要

(1) 灌溉供水对象重要性

粮食安全是国家安全的重要基础，党中央历来高度重视粮食安全。根据《汉中市“十四五”推进农业农村现代化规划》，汉中市粮食播种面积稳定在 380 万亩以上，总产稳定在 110 万 t 左右。石门灌区及渭水河原有灌区（包括渭惠渠灌区、

五门堰灌区、杨填堰灌区和跃进渠灌区）水稻种植面积近 60 万亩，是汉中市主要的粮食产区，水稻产量约 39.5 万 t，约占汉中市粮食总产量的 35%，灌区产量稳定对陕西省粮食安全保障意义重大。初步计算，枯水年（75%年份）粮食作物因缺水而减产量高达 1.35 亿 kg，占汉中市粮食产量的 10%，直接影响汉中市粮食安全，也影响到全省水稻粮食产量，亟需水源保障。

（2）灌区存在的问题

汉中盆地是陕西省唯一的大型水稻主产区。目前汉中主要灌区，如石门灌区、涇惠渠灌区、党河灌区，粮食作物以水稻为主，小麦、豆类次之，经济作物以油菜、果蔬为主，农作物复种指数 180%~190%，对灌溉用水需求较大，实际保证率不满足设计保证率 75%，遇干旱年份，灌区供需矛盾突出，主要灌区石门灌区和涇惠渠灌区均存在不同程度缺水问题。

1) 石门灌区存在的问题

一是由于汉江流域丰枯比较大，灌区供需矛盾突出。加之石门水库库容偏小（现状库容系数仅为 0.034），又为水稻灌区，考虑扣除生态基流及径流系列延长后，实有灌溉保证率仅为 56.7%，遇干旱年份，灌区供需矛盾十分突出，工程性缺水严重。二是由于灌区内骨干水库及塘库水源有效库容大幅减小，可利用水量较少。石门水库淤积严重，有效库容淤积量 1164.2 万 m^3 ，占有效库容 6070 万 m^3 的 19.18%。侵占了水库兴利库容，制约了原设计的目标任务，造成灌溉缺水问题严重。此外，根据近年来的有关调查，由于泥沙淤积、久病险多等原因，灌区内的塘库有效库容仅为总库容的 30%，实际有效库容仅约 1300 万 m^3 。三是新时期生态环境对石门水库下泄水量提出新的要求，下游灌溉缺水问题更加凸显。根据《陕北秃尾河、关中灞河、陕南褒河生态流量保障实施方案》（陕水资函[2021] 5 号），考虑到坝址下游河段多年以来减水、脱流的现状，从保证水库的正常运行以及维护河道生态环境基本需求的角度综合考虑，褒河石门坝址处以河道下泄最小生态流量为 3.87 m^3/s 作为水库运行期保护河道生态环境和水库运行方案的技术依据。按要求下泄生态流量后，石门灌区缺水问题更加凸显，经计算，多年平均缺水量将增加 1600 万 m^3 。

2) 涇水河原有灌区存在问题

一是本流域缺少有效的调蓄工程，现有渠首工程均为无坝引水，无法对径流进行有效调节；二是渭水河丰枯比较大，现有渠首工程供水能力不足，导致渭惠渠灌区末端沿汉江北岸 2.62 万亩农田失灌（见图 4.1.4-1 和图 4.1.4-2）；三是渭水河灌溉用水挤占河流生态流量，加剧了枯水时段部分河段断流；四是考虑径流系列延长后，即使不考虑生态用水，灌区灌溉用水仍不能保证。

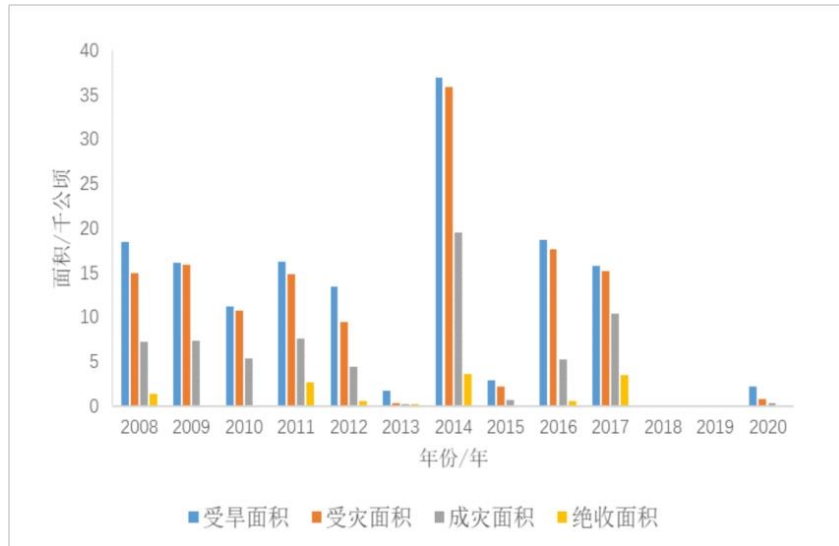


图 2.3-1-1 2008 年~2020 年汉中市农业受灾情况柱状图

（3）焦岩水利枢纽满足灌溉供水、保障粮食安全的作用不可替代

解决灌区缺水问题有两种途径。一是石门水库通过清淤的方式恢复其原有兴利库容，但其经济性较差，同时即使水库恢复到原有有效库容后，由于径流系列延长，褒河石门坝址处生态流量要求等原因，75% 年份水库供水量仅能增加 1540m³，灌区缺水量仍达 5822 万 m³，仍需结合区域内其他水源解决石门灌区缺水问题。二是渭水河作为补充水源向石门灌区补水，石门水库灌区东干渠末端到达渭水河右岸，距离渭水河最近处约 2.5km、最远处约 15km，南干渠渠首高程为 542m，如渭水河就近承担石门水库灌区东干渠与南干渠的补水任务，输水距离适宜，高程可自流，可不打破灌区原有的体系，满足石门灌区灌溉用水需求，且焦岩水库建成后，可在区域生态要求的前提下，直接向渭水河下游渭惠渠、五门堰、杨填堰灌区补充灌溉用水，跃进渠灌区可直接从焦岩水利枢纽坝址处取水，满足灌区灌溉用水量 and 灌溉保证率要求。

焦岩水利枢纽建成后，灌溉面积总计 41.41 万亩，其中焦岩灌区灌溉面积为 24.08 万亩（包含渭水河现有灌区灌溉面积 19.58 万亩，新增灌区 4.5 万亩），可

改善石门灌区灌溉面积为 17.33 万亩，灌区灌溉保障率提高到 75%。焦岩水利枢纽的建设，不仅可以缓解原有灌区灌溉缺水问题，还可以改变农业生产条件，提高农业生产产量，提高当地群众的生活水平，对保障粮食安全、全面推进乡村振兴具有重要意义。

2.3.2 工程建设是保障城乡供水的需要

根据需水预测成果，现状年汉中城市需水量 7797 万 m^3 ，供水量 7230 万 m^3 ，缺水量 716 万 m^3 （汉台区 625 万 m^3 ，城固县 91 万 m^3 ），缺水率约 8%。考虑未来区域经济发展、人口增长因素，2035 年城市需水量达 14035 万 m^3 ，较现状年增加 6238 万 m^3 。考虑在建及规划水源工程、报废水源和转备用水源后，缺水 7194 万 m^3 （汉台区 2558 万 m^3 ，城固县 3345 万 m^3 ，洋县 1291 万 m^3 ），缺水量较现状年 716 万 m^3 增加 6478 万 m^3 ，缺水率达 51%。

现状年焦岩水利枢纽工程受水区各乡镇供水大部分以村为单位，较为分散，且供水能力不足。自国家启动农村饮水安全建设以来，早期建成的水厂，由于投资标准低、建设规模小，加上面源污染加剧、地下水位下降、设备设施严重老化的影响，普遍存在供水能力不足的问题。

焦岩水库兴利调节库容 17177 万 m^3 。水库建成后，承担汉中市汉台区、城固县、洋县汉江以北平原区的城乡生活及工业等供水任务，设计水平年 2035 年受水区城乡生活和工业多年平均供水量 7786 万 m^3 ， $P=95\%$ 城乡生活和工业供水量 7900 万 m^3 ，提高供水保证率和可靠性，从根本上解决中心城区及周边乡镇用水问题。焦岩水利枢纽工程建成后将改善因水资源利用不足而导致的区域发展问题，将全面保障城镇居民供水，推动地方社会经济的全面发展。

2.3.3 工程建设是防洪保安的需要

渭水河流域暴雨特点为笼罩面积小，历时短，强度大，因而形成锋形尖瘦，陡涨陡落的洪水过程，渭水河山区段尚无控制性的山区调蓄水库，巨大的洪峰不能被调控削减，一泄千里，直扑渭水河平川段，极易对下游造成巨大的灾害和损失。陕西省水利厅根据《2009 年全国重点地区中小河流近期治理建设规划》渭

水河防洪工程防洪标准为 20 年一遇。焦岩水库建成后，与渭水河堤防、河道整治工程相结合，形成完整的防洪工程体系，焦岩水库通过其滞洪和削峰作用，可以使坝址处 30 年一遇洪水洪峰流量由 $4210\text{m}^3/\text{s}$ 减小为 $3534\text{m}^3/\text{s}$ ，与区间洪水叠加后，渭水河平川段防洪控制断面处最大洪峰流量为 $3800\text{m}^3/\text{s}$ ，满足渭水河平川段城固县城段安全泄量 $3800\text{m}^3/\text{s}$ 的要求。

工程加成后将充分发挥流域控制性大型防洪水库作用，全面提高水旱灾害综合防御能力，使水库下游城区段防洪能力提高到规划水平年的 30 年一遇，从根本上保障渭水河平川段两岸人民生命和财产安全。

2.3.4 工程建设是保障区域水生态环境安全的需要

渭水河上主要灌区以水稻、小麦等粮食作物为主，丰水期水稻灌溉用水高峰期和枯水期冬小麦灌溉用水期，存在灌溉引水挤占河道生态基流的现象，河道内的生态基流无法完全保证。渭水河上无调蓄功能的水库，在枯水季节无法保证生态流量，往往造成枯水时段部分河段断流或河道用水量严重不足。特别是在枯水期，天然径流量较小，灌溉引水进一步加剧了生态缺水的问题，造成灌溉用水挤占河道内生态基流。

焦岩水利枢纽建成后，在满足汉中当地供水要求的前提下，将改善下游河道枯水期流量过程，焦岩坝址处渭水河至汉江口流量将按照枯水期下泄 15% 多年平均径流量，丰水期下泄 30% 多年平均径流量。河道生态流量保证率从 81.7% 提高到 90% 左右。焦岩水利枢纽充分发挥调蓄作用，对天然径流量进行重新分配，在丰水期利用水库调节库容拦蓄洪水，在枯水期加大下泄流量，保证生态基流的要求，保障灌溉高峰期的灌溉和生活用水。

综上所述，建设焦岩水利枢纽工程是十分必要和迫切的。

2.3.5 工程建设是电力补充的需要

截至 2020 年底，汉中电网装机容量 121.35 万 kW，其中水电 51.95 万 kW、火电 66 万 kW、光伏 2.8 万 kW、生物质能 0.6 万 kW。预测 2030 年、2035 年汉中最大负荷分别为 95.2 万 kW、110.4 万 kW，需电量分别为 40.11 亿 kWh、46.73

亿 kWh。根据汉中电网电力市场空间分析结果，到 2030 年汉中电网电力缺口 15.89 万 kW，电量基本平衡；到 2035 年汉中电网电力缺口 34.08 万 kW，电量缺口为 1.98 亿 kWh；到设计水平年 2035 年，汉中电网存在电力电量缺口，需要增加水电等有效装机容量。

综上所述，到设计水平年 2035 年，陕西电网和汉中电网均存在电力、电量缺口，均需要增加水电等有效容量和清洁电量。工程装机 51MW，利用灌溉、生态下泄水量、水库弃水量进行发电，多年平均发电量为 10186 万 kWh，相当于减少 3.09 万 t 标准煤的燃烧，减少二氧化碳排放约 8.95 万 t。因此，工程建成后可以弥补电网电力电量的不足，向电网提供优质清洁电量，以提高清洁能源占比，优化电力系统电源结构，有利于电网的安全稳定运行。同时可减少化石能源消耗，对促进碳中和、碳达峰目标的实现，响应并深入贯彻习近平生态文明思想，坚定不移走生态优先、绿色低碳的高质量发展道路具有重要意义。

2.4 工程任务、规模

2.4.1 工程任务

焦岩水利枢纽工程开发任务是以灌溉、供水为主，结合防洪、兼顾发电、为改善水生态环境创造条件等综合利用功能的大型水利枢纽工程。

现状基准年采用 2019 年；设计水平年为 2035 年。

2.4.1.1 灌溉

焦岩水利枢纽灌溉范围为：以自流灌溉为主，包括城固县、洋县，西以洪沟河为界，东至洋县县城、党河水库西干渠以北，南至汉江，北至自流能够灌溉的所有区域，总计 41.41 万亩。其中，焦岩灌区灌溉面积为 24.08 万亩（包含渭水河现有灌区灌溉面积 19.58 万亩，新增灌区 4.5 万亩），可改善石门灌区灌溉面积为 17.33 万亩。水库建成之后，多年平均灌溉供水量为 15298 万 m³，将使灌区的灌溉供水保证率提高到 75% 以上。

2.4.1.2 城乡供水

按照“优先采用地表水”水源选择原则，近水近用、高水高用、优水优用、高效用水原则，焦岩水利枢纽城乡供水范围，主要分布在褒河以东、汉江以北、党水河以西、秦岭南麓以南的平原地区，涉及汉台区、城固县和洋县城区和部分乡镇。

具体范围为：汉台区北关街道办、东关街道办、东大街街道办、汉中路街道办、中山街街道办、七里街道办、龙江街道办、鑫源街道办、铺镇、武乡镇、汉王镇、老君镇、徐望镇；城固县博望街道办、莲花街道办、龙头镇、沙河营镇、文川镇、柳林镇、老庄镇、桔园镇、原公镇；洋县戚氏街道办、马畅镇、溢水镇、谢村镇。共计 26 个街道（镇），并包含供水范围内所有工业园区、大型企业。

表 2.4.1-1 焦岩水利枢纽城乡供水范围表

区（县）	街道（镇） 数量	计算单元	供水范围
汉台区	13	城区	北关街道、东关街道、东大街街道、汉中路街道、中山街街道、七里街道、龙江街道、鑫源街道、铺镇、老君镇、徐望镇
		乡镇	武乡镇、汉王镇
城固县	9	城区	博望街道、莲花街道、龙头镇、沙河营镇、柳林镇
		乡镇	文川镇、老庄镇、桔园镇、原公镇
洋县	4	城区	戚氏街道
		乡镇	马畅镇、溢水镇、谢村镇

设计水平年 2035 年，设计供水量为 8711 万 m^3 （水厂端），满足城乡生活及工业发展用水需要，使城乡生活及工业供水保证率达到 95%。

2.4.1.3 防洪

焦岩水利枢纽建成后，将充分发挥流域控制性大型防洪水库作用，全面提高水旱灾害综合防御能力，使水库下游城区段防洪能力至设计水平年提高到 30 年一遇，从根本上保障渭水河平川段两岸人民生命和财产安全。

2.4.1.4 发电效益

利用焦岩水利枢纽筑坝建库形成的水头，结合弃水量、灌溉水量、生态下泄水量进行发电，向电网提供优质清洁可再生能源，补充电网电力不足。工程装机容量 51MW，多年平均发电量 10186 万 kWh。

2.4.1.5 改善水生态环境

焦岩水利枢纽建成后，在满足汉中当地供水要求的前提下，将改善下游河道枯水期流量过程，维持下游流量满足枯水期下泄多年平均流量的 15%、丰水期下泄多年平均流量的 30%，坝址断面河道生态流量保证率从 81.7% 提高到 95%。

2.4.2 工程规模

焦岩水利枢纽工程坝址位于城固县桔园镇深北沟口以上 200m 处，采用碾压混凝土重力坝，坝顶高程 591.0m，最大坝高 96.0m，坝顶长度 357m，水库正常蓄水位 585.0m，正常蓄水位以下库容 19544 万 m³，校核洪水位 587.77m，总库容 21328 万 m³，死水位 540m，兴利库容 17177 万 m³。机组装机容量 51MW，包括两大+1 小 3 台消能发电机组以及 1 台生态机组。

根据 GB50201-2014《防洪标准》以及 SL252-2017《水利水电工程等级划分及洪水标准》的相关规定，焦岩水利枢纽工程为Ⅱ等大（2）型工程，挡水建筑物、泄水建筑物及电站进水口等主要永久建筑物按 2 级建筑物设计，坝后消力池、发电厂房等次要永久建筑物按 3 级建筑物设计，上下游围堰等临时建筑物按 4 级建筑物设计。

2.4.3 灌溉供水工程布局

本次工程建设内容仅为枢纽工程，不含灌渠及供水工程，此处对焦岩水库灌溉供水布局进行介绍。焦岩水库灌溉供水工程分为西高干线、西干线、中干线和东干线、现有跃进渠干渠、现有低干渠（涇惠渠东干渠、涇惠渠西干渠、杨填堰干渠、五门堰干渠），其中西高干线、西干线、中干线和东干线、现有跃进渠干渠为焦岩水库库区取水，现有低干渠为坝下河道取水。

西干线通过坝身西预留取水口取水，东干线通过坝身东预留取水口取水，西高干线通过焦岩水库库区千山水库提水泵站从库区取水，跃进渠干渠通过左岸坝前跃进渠提水泵站从库区取水，中干线通过西干线分水口取水。

（1）西高干线

西高干线从东向西敷设，通过焦岩水库库区新建的 1800kW 千山水库提水泵站自库区提水至千山水库，其中一部分水从千山水库输水至石门东干渠进行灌溉补水，补灌面积 2.02 万亩；剩余水量通过有压管道从千山水库自流输水至西高干线末点汉王镇水厂进行生活供水，同时为武乡镇配水。

西高干线的功能为向为汉王镇、武乡镇城乡供水，并向石门东干渠进行输水灌溉，干线全长 21.28km，取水口取水流量为 $1.43\text{m}^3/\text{s}$ ，其中灌溉用水流量为 $1.19\text{m}^3/\text{s}$ ，生活用水流量为 $0.24\text{m}^3/\text{s}$ 。取水口高程为 532m，千山水库高程为 570m，末点汉王镇地面高程为 564m，末点管线水压为 0.04MPa。

（2）西干线

西干线从东北向西南敷设，自坝身预留取水口取水后，管线沿地形有压自流布置，经桔园镇水厂、跨文川河、接石门南干 2 支渠渠首、再经老君镇水厂后，最终输水至末点汉中市一水厂。途中一部分水通过接入现有石门东干 7 支渠、9 支渠、红旗渠、新建的三条支线、以及石门南干渠进行补水灌溉，补灌面积 15.31 万亩；一部分水通过管线上各个水厂及配套管网向各供水点进行城乡生活供水。

西干线的功能为向桔园镇、柳林镇、徐望镇、老君镇、铺镇、鑫源街道、汉台区（北关街道、七里、龙江、东大街、汉中路、关中、中山街道）城乡供水，并向汉台区以东、渭惠西干渠以西、汉江以北、石门南干渠以南以及文川河以东范围内进行输水灌溉，干线全长 38.71km，支线全长 4.26km，合计 42.97km，干线取水口取水流量为 $12\text{m}^3/\text{s}$ ，其中灌溉用水流量为 $9.45\text{m}^3/\text{s}$ ，生活用水流量为 $2.55\text{m}^3/\text{s}$ 。取水口高程为 532m，末点汉中市一水厂地面高程为 521m，末点管线水压为 0.02MPa。

（3）中干线

中干线从北向南敷设，自西干线分水口 1 处取水，分水口 1 处距焦岩水库 5.83km，管线沿地形有压自流布置，经龙头镇水厂（分水口 7），最终输水至末

点城固县城水厂。中干线通过连接龙头镇水厂（分水口7）、城固县城水厂和现有配套管网向各供水点进行城乡生活供水。

中干线的功能为向渭水河以西、文川河以东城乡供水，供水对象包括龙头镇、莲花街道办、沙河营镇以及城固县城（城固县城水厂、城固二水厂、博望街道办）。干线全长 11.87km，取水口取水流量为 $1.17\text{m}^3/\text{s}$ ，均为城乡生活用水。取水口高程为 535m，末点城固县城水厂地面高程为 480m，末点管线水压为 0.4MPa。

（4）东干线

东干线从西向东敷设，自坝身预留取水口取水，管线沿地形有压自流布置，输水至末点 405 水厂。东干线通过沿线新增 8 条灌溉支管进行灌溉输水，覆盖灌溉面积 4.5 万亩，通过新建两条供水支线分别输水至原公镇水厂和马畅镇水厂进行城乡供水，并通过连接现有配套管网向各供水点进行城乡生活供水。

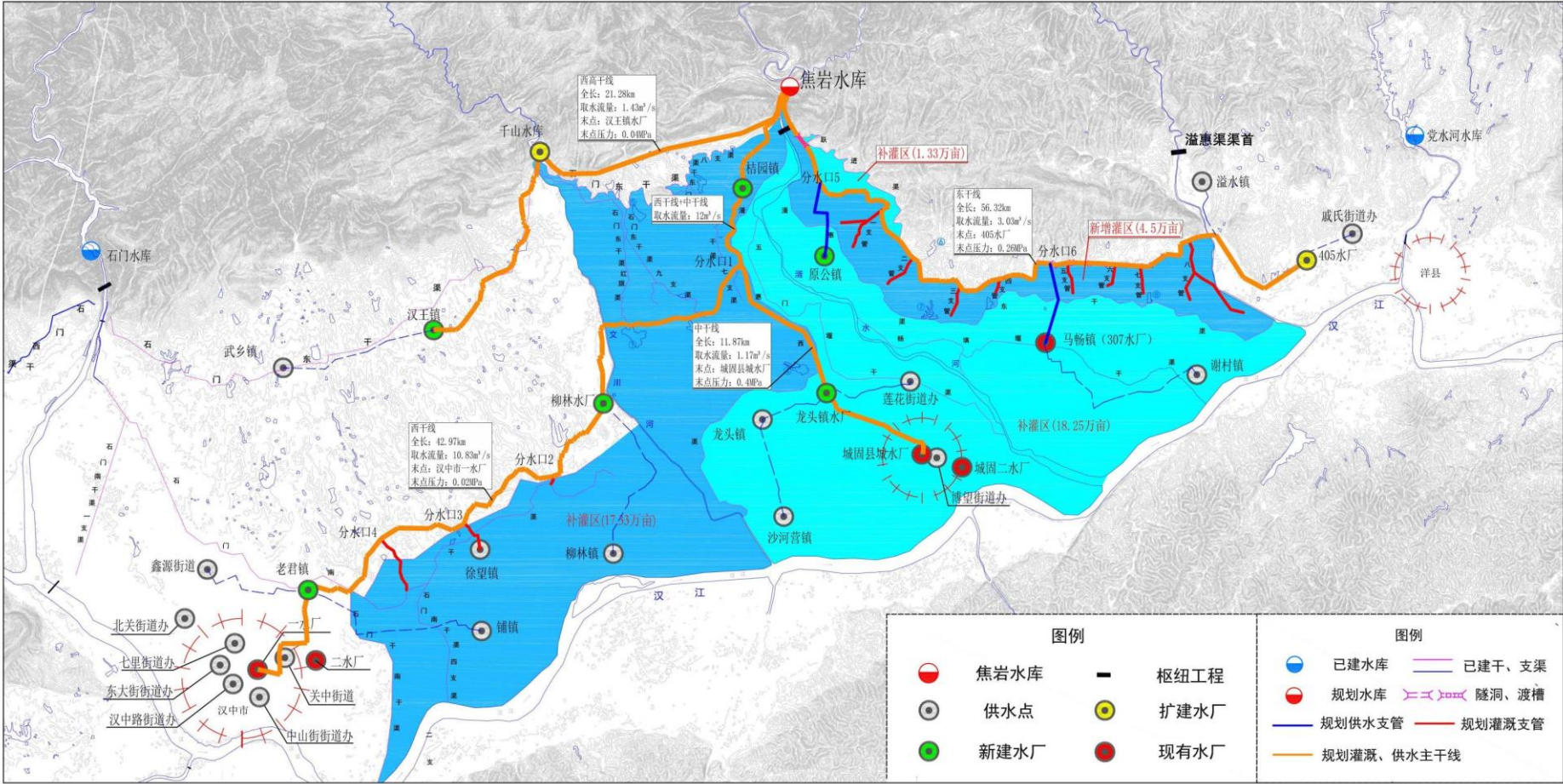
东干线的功能为向渭水河以东供水，供水对象包括原公镇、马畅镇、溢水镇、戚氏街道、谢村镇，并向渭惠渠东干渠以北，溢水河以西范围内进行输水灌溉。干线全长 32.01km，支线全长 24.31km，合计 56.32km，干线取水口取水流量为 $3.03\text{m}^3/\text{s}$ ，其中灌溉用水流量为 $2.48\text{m}^3/\text{s}$ ，生活用水流量为 $0.55\text{m}^3/\text{s}$ 。取水口高程为 532m，末点 405 水厂地面高程为 479m，末点管线水压为 0.26MPa。

（5）跃进干渠

现有已建跃进渠覆盖灌溉面积 1.33 万亩，因焦岩水库建成后，原有跃进渠渠首淹没，故需在焦岩水库库区左岸坝前处新建 1000kW 跃进渠提水泵站加压提水，将库区水提水至跃进渠进行灌溉。

（6）低干渠

渭惠渠东干渠、杨填堰干渠、五门堰干渠、渭惠渠西干渠为现有已建低干渠，覆盖灌溉面积 18.25 万亩。四条干渠均保持原取水方式，且现有尺寸满足设计过流流量，无需新建扩建。



2.5 工程组成及特性表

工程主要由枢纽工程、施工辅助工程、建设征地及移民安置工程、环境保护工程四部分组成。各部分组成详见表 2.5.1-1。

表 2.5.1-1 工程组成表

项目	分 项	组 成
枢纽工程	挡水建筑物	挡水建筑物采用碾压混凝土重力坝，坝顶高程 591.0m，最大坝高 96.0m，建基面高程 495.00m，坝顶长度 357m，由 14 个坝段组成，坝顶宽度 10m。
	泄水建筑物	泄水建筑物布置在坝身，由 3 表孔+1 底孔组成。3 孔表堰顶高程 568.00m，设 14m×17m（宽×高）检修门、14m×17.6m（宽×高）弧门各一扇；1 底孔进口高程 525.00m，孔口尺寸 3.0m×4.0m（宽×高）。
	引水建筑物	坝下灌溉取水口设置 1#、2#两个导叶阀分层取水口，分别位于 6#、7#坝段。 1#进水口底板高程 548.20m，孔口尺寸为 6.5m×36.8m（宽×高），每层门高 3.0m，共分 12 层转页门； 2#进水口底板高程 528.20m，孔口尺寸为 6.5m×56.8m（宽×高），每层门高 3.0m，共分 19 层转页门。
	灌溉供水取水建筑物	库区灌溉供水取水口设置东、西高干渠取水口，采用导叶阀分层取水方式，布置在坝身的 5#坝段和 10#坝段。 东、西高干渠取水口底板高程 532m，孔口尺寸为 4.5m×53m（宽×高），每层门高 3.0m，共分 18 层转页门。
	发电系统	厂房为坝后地面厂房，安装 3 台消能发电机组（两大 1 小）+1 台生态机组，大机单机容量为 17.7MW，小台单机容量为 10.0MW，生态机组装机 5.6MW，总装机容量 51MW。 在生态机组蝶阀前设置生态应急旁通管，管径为 DN1500，进口为 2#进水口，出口设置在生态机组尾水出口墩墙侧，出口中心线高程为 507.70m。
施工辅助工程	施工交通工程	对外交通：利用左岸县道 X213 公路
		场内交通：包括上坝路、进场路、连接路等 12 条共计长 48.95km，道路等级为公路四级。
	料场、渣场	料场：布置天然砂砾料场 6 个（面积 29.8 万 m ² ）、土料场 1 个（面积 7.7 万 m ² ）。 渣场：布置 1 个渣场，位于坝址左岸下游火焰山沟，渣场占地面积 7.12 万 m ² 。
	施工分区	施工分为 5 个工区，包括坝址上游天然砂砾石骨料开采、加工区，施工管理和生活营地区，主体工程施工区，施工工厂设施区，弃渣场区。 施工总用地面积为 1193.42 亩（79.56 万 m ² ），永久占地面积 1134.62 亩（75.64 万 m ² ），临时占地面积 58.8 亩（3.92 万 m ² ）。

建设征 地移民 安置工 程	建设征地	焦岩水库工程建设征地涉及城固县 2 镇 8 个村。 永久占地 10512.07 亩，水库淹没影响区征收各类土地 面积 9104.62 亩，枢纽工程建设区永久占地涉及各类土 地总面积 1407.45 亩。
		临时占地：枢纽工程施工过程中临时堆场、弃渣场、辅 助企业加工厂临时征用土地 241.80 亩
	生产安置	规划水平年生产安置 1100 人，生产安置方案主要采取 以农业和非农安置相结合和其他安置方式相结合安置 方式
	搬迁安置	至规划水平年搬迁安置 519 户，1696 人，设置双溪集 中安置点（占地面积 45 亩）、新街集中安置点（占地 面积 75 亩）、万家营集中安置点（占地面积 80 亩）3 个安置点。
	专项工程	对 X213(城石路)、小黄公路、史家庄通村公路等 9 条 道路进行改（复）建
		涉及了输变电工程、通信工程、广播电工程等设施
主要 环保 措施	生态流量泄放	通过消能发电机组、生态机组及生态放水旁通道下泄生 态流量
	低温水缓解措施	采取导叶阀分层取水设施
	过鱼措施	采取鱼道+集运鱼方式过鱼。 鱼道总长为 3570m，由明渠段和隧洞段及出口段组成， 明渠段长度 1545m，隧洞段长度约 1295m，设置 3 个出 鱼口。 集鱼建筑物由集鱼斗段、驻留池段、闸门控制室、集鱼 室、赶鱼控制室、分拣观察室、转运平台等组成，转运 系统是在观察室将鱼从集鱼箱装至运鱼车后，通过右岸 高线路至放流码头。
	生态调度	生态调度：在每年 4 月~6 月鱼类产卵期，每月开展一 次两年一遇人造洪峰，满足鱼类繁殖对水流刺激的需 要。
	鱼类增殖放流站	坝下 1.2km 右岸业主营地建鱼类增殖站，占地 30 亩， 放流规模 25 万尾/年。
	栖息地保护	渭水河干流：从黑峡子水电站坝下断面~焦岩水利枢纽 库尾之间长约 50.2km 的河段，以及焦岩水利枢纽坝下 ~渭水河入汉江口之间长约 25km 河段； 支流包括：平堵河、北溪河、砖溪河、桃园河、石槽河、 板凳河开展栖息地保护。

表 2.5.1-2 焦岩水利枢纽工程工程特性表

序号及名称	单位	数 量	备 注
一、水文			
1.流域面积			
全流域面积	km ²	2340	渭水河
坝址以上流域面积	km ²	2117	中坝址
2.利用水文系列年限			

径流	年	63	1957年~2019年
洪水	年	70	1950年~2019年
3.多年平均年径流量	亿 m ³	10.3	
4.代表性流量			
多年平均流量	m ³ /s	32.7	
调查历史最大洪水流量	m ³ /s	5470~6380	1867年
实测最大流量	m ³ /s	3130	1980年
设计洪水标准及洪峰流量	m ³ /s	P=1%/5900	推荐坝址
校核洪水标准及洪峰流量	m ³ /s	P=0.1%/9250	推荐坝址
施工导流标准及流量	m ³ /s	P=5%/3650	推荐坝址
5.泥沙			
多年平均悬移质输沙量	万 t	23.2	
多年平均推移质输沙量	万 t	2.84	
二、工程规模			
1.水库水位			
防洪限制水位	m	585.00	
防洪高水位	m	587.06	
校核洪水位	m	587.77	
设计洪水位	m	587.06	
正常蓄水位	m	585.00	
死水位	m	540.00	
2.正常蓄水位水库库容	万 m ³	19544	
3.正常蓄水位水库长度	km	22	
4.水库总库容	万 m ³	21328	校核洪水位
5.兴利库容	万 m ³	17177	
6.死库容	万 m ³	2367	
三、下泄流量及相应下游水位			
1.设计洪水位时最大泄量	m ³ /s	5900	
相应下游水位	m	521.71	
2.校核洪水位时最大泄量	m ³ /s	8234	
相应下游水位	m	523.47	
3.最小流量	m ³ /s	8.0	
相应下游水位	m	513.00	
4.机组满发时流量	m ³ /s	88.9	2大+1小满发
相应下游水位	m	513.67	
四、工程效益指标			
1、灌溉效益			

水库控制灌溉面积	万亩	41.41	
新增灌区灌溉供水量	万 m ³	15298	
灌溉保证率	%	75.0	
2、城镇生活及工业供水效益			
城镇生活及工业供水量	万 m ³	8711	水源端
城镇生活及工业供水保证率	%	>95	
3、生态流量			
枯水期（11月~次年4月）下泄多年平均流量		15%	
丰水期（5月~次年10月）下泄多年平均流量		30%	
4、发电效益			
总装机容量	MW	51（坝后）	
多年平均发电量	万 kWh	10186	
年利用小时数	h	1997	
五、建设征地和移民安置			
1 水库淹没影响区占地	亩	9104.62	
1 枢纽区占地	亩	1649.25	
2.淹没影响农村总人口	人	1642	
六、主要建筑物及设备			
1.挡水建筑物			
坝型		碾压混凝土重力坝	
坝顶高程	m	591	
最大坝高	m	96	
顶部长度	m	357	
2.泄水建筑物			
2.1 表孔溢洪道			
型式		3 表孔坝段	
堰顶高程	m	568.00	
孔口尺寸及数量	m ²	3 孔 14m×17m	
消能方式		底流消能	
最大泄量	m ³ /s	7660	
闸门型式（检修门/工作门）		平板检修门/工作弧门	
闸门数量（检修门/工作门）	扇	共 6 扇	
检修门启闭机型式、数量		坝顶门机	
2.2 底孔排沙洞			
型式		坝身底孔	

出口工作门孔口尺寸及数量	m ²	4m×5m	
消能方式			
最大泄量	m ³ /s.m	574	
闸门型式（事故门/工作门）		平板事故门/工作弧门	
闸门数量（事故门/工作门）	扇	共 2 扇	
进口事故门启闭机型式、数量		坝顶门机	
工作门启闭机型式、数量		底孔启闭机	
2.3 泄洪流量			
设计泄洪流量（P=1%）	m ³ /s	5900	
校核泄洪流量（P=0.1%）	m ³ /s	8234	
3. 引水发电建筑物			
3.1 引水管线			
设计引用流量	m ³ /s	54.7/54.3	
进水口底槛高程	m	549/529	
主拦污栅数量、尺寸		6.5×56.7/6.5×36.7	
副拦污栅数量、尺寸		6.5×56.7/6.5×36.7	
进口检修门型式、数量、尺寸		平板检修门、2 扇、 3.5m×3.5m	
3.2 厂房			
型式		坝后式厂房	
主厂房尺寸（长×宽×高）	m´m´m	62×19×36.9	
水轮机安装高程	m	509.00	
4.主要机电设备			
4.1 水轮机			
台数	台	2（大机）/1（小机）/1 （生态机）	
额定功率	MW	17.6/10.3/5.8	
最大水头	m	71.7/71.7/48.2	
最小水头	m	45.4/45.4/25	
额定水头	m	58/58/32	
额定流量	m ³ /s	33.5/19.7/19.8	
七、施工			
1.土方开挖	万m ³	1.2	
石方明挖	万m ³	5.62	
石方洞挖	万m ³	2.08	
土石方填筑	万m ³	5.8	
混凝土	万 m ³	1.53	

钢筋	万 t	0.074	
钢材	t	50	
2.对外交通			
距离	km	21.5	
运量	万 t	53	
3.施工导流			
方式		枯期导流	
标准	%	10	
流量	m ³ /s	92.3	
6.施工用地	万 m ²	248.16	
7.施工工期			
筹建期	月	10	
总工期	月	52	
八、经济指标			
1.静态投资	万元		

2.6 工程布置及主要建筑物

2.6.1 挡水建筑物

拦河坝采用碾压混凝土重力坝，坝顶高程 591.0m，最大坝高 96.0m，建基面高程 495.00m，坝顶长度 357m，坝顶宽度 10m，上游坝面铅直，下游坝坡坡比为 1：0.75，坝体基本三角形断面顶点在坝顶，坝基最大宽度 72.4m。

大坝共有 14 个坝段，自右向左分别为：1#~5#右岸非溢流坝段、6#~7#进水口坝段、8#~9#溢流坝、10#~14#左岸非溢流坝段。1#~14#坝段长度分别为：24m，24m，24m，24m，24m，24m，23m，29m，29m，27m，27m，27m，27m，25m，右岸非溢流坝段总长度为 96m，溢流坝段长度 81m，左岸非溢流坝段长度为 133m，进水口坝段长度为 48m。

2.6.2 泄水建筑物

泄水建筑物布置在主河床偏左坝段，由 3 孔坝身泄洪表孔和 1 孔底孔组成，以“表孔泄洪为主，底孔为辅，表、底孔联合消能”的布置格局。

泄水建筑物分布在 3 个坝段，表孔坝段宽 29m，底孔坝段宽 23m，总宽 81m。3 孔表孔位于主河床，堰顶高程 568.00m，设 14m×17m（宽×高）检修门、14m×17.6m（宽×高）弧门各一扇。

采用宽尾墩—台阶式堰面—底流消力池联合消能工。堰顶上游为三圆弧，堰面为 WES 曲线，曲线方程为 $y=0.04498714x^{1.85}$ ，后接 1:0.75 的坝坡，在斜坡上设置台阶，考虑坝体碾压混凝土施工因素，台阶规格为 90cm×120cm（宽×高）。为避免台阶堰面受气蚀破坏，在最顶端台阶处设掺气坎。台阶堰面下游段以 1:0.75 坝坡与消力池首部反弧相接。消力池挡墙采用半重力式挡墙，顶高程 521.80m。表孔最大泄量 $3\times 2553\text{m}^3/\text{s}$ 。

底孔位于表孔右侧，进口高程 525.00m，孔口尺寸 4.0m×5.0m（宽×高）。底孔进水口为有压短管形式，设 4.0m×6.0m（宽×高）检修门、4.0m×5.0m（宽×高）弧门各一扇，泄槽底坡为 $i=0.0285$ ，后接挑流鼻坎段，鼻坎顶高程为 528.83m，挑角为 35° ，下阶段将根据水工模型试验调整扭鼻坎的型式，以避免出射水舌对对岸岸坡稳定安全的影响，同时，也是水流归槽更加顺畅。为防止底孔有压段高压水外渗引起坝体渗透破坏，在底孔有压段设钢衬。底孔最大泄量 $574\text{m}^3/\text{s}$ 。

表、底孔最大总泄量为 $8234\text{m}^3/\text{s}$ 。

2.6.3 引水建筑物

（1）分层取水进水口

坝下灌溉引水建筑物共设 1#、2#两个导叶阀分层取水口，分别位于 6#、7#坝段。

1#进水口底板高程 548.20m，孔口尺寸为 6.5m×36.8m（宽×高）。每层门高 3.0m，转动门高 2.6m，共分 12 层转页门，每层转页门有 4 扇，每扇转页门尺寸为 1.67m×2.6m（宽×高）。导叶阀门的安装与拆卸采用坝顶双向门机完成。

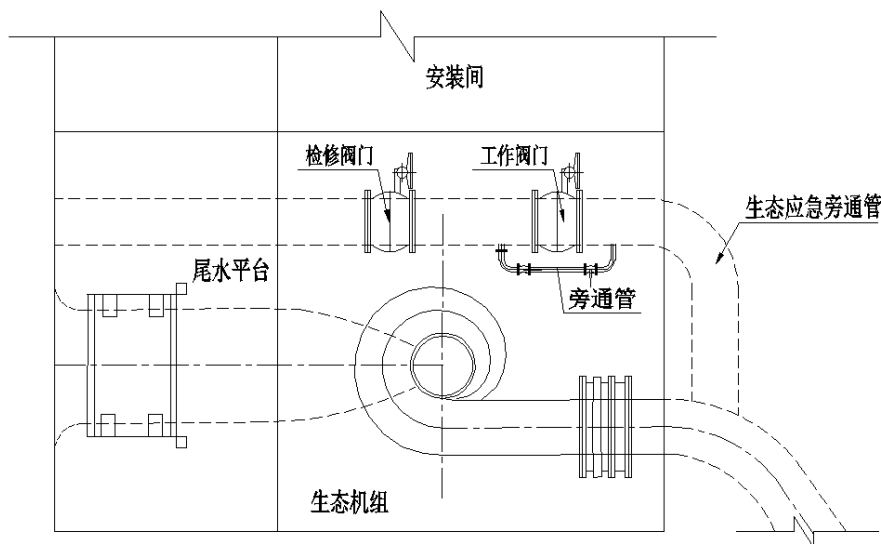
2#进水口底板高程 528.20m，孔口尺寸为 6.5m×56.8m（宽×高），每层门高 3.0m，转动门高 2.6m，共分 19 层转页门，每层转页门有 4 扇，每扇转页门尺寸为 1.67m×2.6m（宽×高）。

（2）引水管道

引水道在进水口渐变段后接压力钢管，采用坝后埋管的布置形式，主管管径 3.5m，设计流速 $5.6\text{m}^3/\text{s}$ ，钢材采用 Q355C，壁厚 16mm，厂房前 20m 采用卜形岔管形式，大机岔管后管径为 2.4m。小机岔管后管径为 2.0m。

(3) 生态旁通管

为保证生态机组检修时，仍具备下泄生态流量的能力，因此考虑在生态机组蝶阀前设置生态应急旁通管，拟定管径尺寸为 DN1500，材质采用钢材 Q355C，进口为 2#进水口，出口设置在生态机组尾水出口墩墙侧，出口中心线高程为 507.70m，生态应急旁通管设置检修阀门和工作阀门，检修阀门为偏心半球阀，工作阀门为活塞式流量调节阀。生态应急旁通管的检修阀门和工作阀门设在机组蝶阀层的生态放水阀室内。



生态应急旁通阀布置平面图

2.6.4 灌溉供水取水建筑物

东、西干渠取水口位置拟布置在坝身的 5#坝段和 10#坝段，为避免下泄低温水对下游水生生态及农业灌溉产生不利影响，选择采用分层取水。东、西高干渠取水口底板高程 532m，孔口尺寸为 $4.5\text{m} \times 53\text{m}$ （宽 \times 高）。每层门高 3.0m，转动门高 2.6m，共分 18 层转页门，每层转页门有 3 扇，每扇转页门尺寸为 $1.63\text{m} \times 2.6\text{m}$ （宽 \times 高）。

2.6.5 发电厂房

厂房为坝后地面厂房，属 3 级建筑物，洪水标准为 50 年一遇洪水设计，200 年一遇洪水校核。厂内安装 3 台消能发电机组（两大 1 小）+1 台生态机组，大机单机容量为 17.7MW，小台单机容量为 10.0MW，生态机组装机 5.6MW，总装机容量 51MW。发电厂房厂区主要建筑物有：主厂房、安装间、中控室、上游副厂房、尾水副厂房、开关站、进厂公路等。

2.7 施工组织设计

2.7.1 施工交通

（1）对外交通

焦岩水利枢纽工程位于陕西省汉中市城固县桔园镇深北沟口以上 200m 处，距城固县县城约 20km，距汉中市公路里程约 51km。左岸有县道 X213（城石路）穿过坝址，直通到库尾双溪电站，对外交通便利。

（2）场内交通

本工程场内交通道路布置以左岸沿岸布置低线开挖、混凝土运输道路，右岸沿岸布置低线开挖、混凝土运输及施工工厂道路，左岸沿岸布置高线永久上坝路、右岸沿岸布置高线混凝土运输及施工工厂道路，形成场内交通主干线，沟通上下游交通。同时，下游设跨河大桥，沟通左右岸交通，形成坝址上下游、左右岸相互沟通条件。围绕主干线，布置坝体开挖、浇筑及厂房系统开挖、混凝土浇筑等支线路，直接到达各个工作面。右岸上坝路考虑和 X213 县道结合，道路等级为公路四级。

经规划布置主要场内交通道路布置分述如下：

1) 1 号路-库区改建道路

起点为大坝上游双溪镇，跨上游新建桥左桥头，终点小北村，明线长 21.5km。为本工程对外交通道路，后期因库区淹没旧路需改建永久道路。

2) 2 号路—右岸高线道路（新建临时道路）

起点为库区新建大桥，终点为下游新建大桥，明线长 3.10km，桥梁长约 400m。主要担负右岸坝肩开挖、骨料运输、混凝土运输。

3) 3号路—左岸高线道路（上坝路、新建永久道路）

起点为下游新建大桥，终点为左岸坝顶，明线长 1.25km，桥梁长约 175m。主要担负左岸坝肩开挖、混凝土运输，同时作为枢纽永久上坝路。

4) 4号路—右岸低线道路（利用已建路、临时道路）

起点为下游新建大桥，终点为左岸窑蛇沟口块石料场，明线长 7.6km。主要担负右岸坝肩开挖、混凝土运输、块石料运输任务。

5) 5号路—左岸低线道路（新建临时道路）

起点为下游新建大桥，终点为导流洞进口，明线长 0.6km。主要担负左岸坝肩开挖、混凝土运输。

6) 6号路—去机械设备停放场道路（新建临时道路）

起点为库区老桥，终点为机械设备停放场，明线长 0.9km。

7) 7号路—去承包商营地、骨料加工厂道路（新建临时道路）

起点为库区老桥，终点为承包商营地，明线长 0.8km。主要担负骨料运输。

8) 11号路—下游渣场道路（利用城石路约 4.5 km、新建临时道路约 5.5 km）

起点为下游新建大桥，终点为下游火焰山沟渣场，明线长约 10km。主要担负左右岸坝肩、坝基开挖弃渣运输。

表2.7.1-1 场内交通道路规划

道路编号	道路名称	道路描述	路面/路基宽度(m)	长度(km)	备注
1	对外交通路(库区改建路)	大坝上游双溪镇方向~大坝上游新建桥左桥头~小北村方向	6.5/7.5	21.50	新建永久路
2	右岸高线路	大坝上游新建桥右桥头~右坝顶~大坝下游新建桥右桥头	6.5/7.5	3.10	新建临时路
3	左岸高线路	大坝下游新建桥左桥头~左坝顶	6.5/7.5	1.25	新建永久路
4	右岸低线路	混凝土系统~下游围堰右岸~厂房~上游围堰右岸~大坝上游已建桥~块石料场	6.5/7.5	7.60	利用已建公路

5	左岸低线路	大坝下游新建桥左桥头~导流洞出口~下游围堰左岸~上游围堰左岸~导流洞进口	6.5/7.5	0.60	新建临时路
6	去机械设备停放场道路	大坝上游已建桥~机械设备停放场	6.5/7.5	0.90	新建临时路
7	去承包商营地道路	大坝上游已建桥~综合加工厂~砂石加工系统~承包商营地	6.5/7.5	0.80	新建临时路
8	去仓库道路	大坝上游已建桥~仓库	4.0/5.0	0.20	新建临时路
9	右岸高低线连接路	右岸高线路~右岸低线路	6.5/7.5	0.80	新建临时路
10	去砂砾石料场道路	库区老路~各料场道路	6.5/7.5	1.60	新建临时路
11	下游渣场道路	下游交通桥~下游渣场	6.5/7.5	10.00	4.5km 利用已建公路；5.5km 为新建临时路
12	下基坑道路	上游围堰~基坑~下游围堰	6.5/7.5	0.60	新建临时路

2.7.2 施工总布置

2.7.2.1 施工布置原则

根据工程条件，施工总布置规划布置遵循以下原则：因地因时制宜、有利生产、方便生活、易于管理、安全可靠、经济合理。在充分考虑下列具体条件后进行场地选择与布置。

（1）遵守国家和地方政府的有关法规，充分利用有限土地资源，尽量少占耕地，保护生态环境，防止污染。

（2）为减少施工干扰和缓解场内交通的矛盾，同时考虑分标施工的需要，施工工厂设施、施工营地。采用集中分散相结合、生产生活统筹兼顾的原则。

（3）以主体工程施工需要为中心，进行道路、供水、供电、通讯、渣场和施工工厂设施的布置，尽可能优化总体施工工艺。施工场地选择可利用河道两侧滩地及阶地，结合坝址区已建道 X213（城石路）布置，与对外交通连接方便，综合考虑。

（4）对主要施工工厂和临时设施根据场地位置及使用用途分别对待，布置的主要场地，应结合导流规划分时段选用。重要施工工厂（混凝土拌和系统、综

合加工厂等)防洪标准按 20 年一遇洪水标准,临时办公生活营地防洪标准按 20 年一遇洪水标准,永久营地防洪标准按 50 年一遇洪水标准。

(5) 主要施工工厂和临时设施一步到位,避免改扩建。在工程后期将施工工厂、枢纽建筑物和场内外公路等前期剥离堆存的大部分场地表土覆盖于临时占地原址以进行恢复。

2.7.2.2 施工分区规划

根据目前水利项目施工管理经验,结合本工程枢纽特点、当地社会经济条件以及上阶段对施工设计和总布置的研究,基本确定本工程施工总布置格局分为 5 个类型施工区,各区布置如下:

(1) 坝址上游天然砂砾石骨料开采、加工区:主要包括砂砾石料场、砂石加工系统。本工程混凝土骨料主要从坝址上游渭水河河滩砂砾石料场开采。运至砂石加工系统。砂石加工系统为加工混凝土骨料服务,该区域为临建设施,无工程区管理范围。

(2) 施工管理和生活营地区:本区由业主营地和承包人营地两部分组成,业主营地布置在大坝右岸下游 I 级阶地上,主要为施工期业主工程管理和工程投产后电厂生活管理服务。施工营地(承包人营地)布置在大坝左岸上游 3.1km 的台地处,主要为施工期承包人生产生活服务。施工营地属于生产生活用房,高峰施工人数 2100 人,按每人 35m² 确定管理范围;业主营地主要为施工期业主工程管理和工程投产后电厂生活管理服务。生产、生活用房(包括仓库、资料室、防汛调度室、车库、食堂、值班室等)按照防汛任务及其他管理要求确定。建筑面积 0.8 万 m²,占地面积 1.23 万 m²。

(3) 主体工程施工区:本区主要包含枢纽建筑物及相应的施工道路。在施工准备期和主体工程施工期间,左右岸坝头附近布置相应的生产场地、设施和进料线等施工交通道路。本区主要为坝址区内各建筑物施工服务。

(4) 施工工厂设施区:本区分布范围比较广,主要包括坝址下游右岸的混凝土拌和系统;坝址上游的综合加工厂、仓库、设备停放和保养厂等。该区域为临建设施,无工程区管理范围。

(5) 弃渣场:本工程共布置 1 个弃渣场,弃渣场布置在坝址左岸下游约 10km 的火焰山沟。该区域为临建设施,无工程区管理范围。

(6) 施工用地

各项目用地规模性质详见表 2.7.2-1 枢纽建设及施工设施占地面积表。

表 2.7.2-1 施工设施占地面积表

项目	单位	建筑面积	占地面积	备注
业主营地	m ²	8000	12300	永久占地
承包商营地	m ²	15000	26800	临时占地
混凝土拌和系统	m ²	2500	37300	临时占地
砂石加工系统	m ²	2000	31300	临时占地
综合加工厂	m ²	1200	13400	临时占地
钢管加工厂	m ²	1500	25100	临时占地
仓库	m ²	800	8200	临时占地
设备停放、设备保养等	m ²	500	55400	临时占地
砂砾石料场	m ²		338000 (29800)	临时占地
土料场	m ²		6000	路基取土
表土堆存场 1	m ²		30000	临时占地
表土堆存场 2	m ²		5000	临时占地
风水电系统	m ²		1500	临时占地
下游渣场	m ²		71200	临时占地
永久/临时道路	m ²		107800/33 8610	永久/临时 占地
枢纽区占地	m ²		35165	永久占地
施工变电站 (厂用电备用电源)	m ²	400	2500	永久占地

2.7.2.3 砂石料加工系统

本工程布置一个砂石加工系统，位于大坝左岸上游 3km 的台地处，距各砂砾石料场中心距离约 6km。布置高程为 575m~595m，系统占地约 3.13 万 m²。

本砂石加工系统主要承担大坝、泄水工程、厂房引水发电系统工程及导流工程的生产任务，供应一级、二级、三级配及喷混凝土共 109.41 万 m³所需的骨料，料场原料总需用量约 310 万 t，折合自然方 115 万 m³。料源主要从枢纽区料场、罗湾料场、太极湾料场、鸡冠岩料场、土亘村料场、石堰坪料场开采。

根据工程施工总进度安排，导流洞、进水塔、永久桥梁及道路工程部分混凝土高峰时段月平均浇筑强度 6.19 万 m³。砂石加工系统的生产能力确定为

500t/h, 考虑生产波动系数、破碎、筛洗、转运等综合损耗, 系统处理能力为 590t/h。砂石加工系统全年生产, 按 25 天/月, 14 小时/天设计。

2.7.2.4 混凝土拌和系统

本工程布置一个混凝土拌和系统, 供应各部位所需混凝土。系统位于大坝右岸下游深北沟处, 距大坝 200m。占地面积 3.73 万 m²。

混凝土拌和系统主要为大坝、泄水工程、厂房引水发电系统工程及导流工程混凝土骨料提供混凝土。考虑到小时生产不平衡系数后, 其系统生产能力满足混凝土高峰月浇筑强度 8.047 万 m³。要求混凝土系统小时生产能力为 241.5m³/h。系统全年连续生产, 按 25d/月, 20h/d 进行设计, 混凝土拌和系统选用 HL240—2S3000L 型搅拌楼 2 座, 单座铭牌生产能力为 240m³/h。

2.7.2.5 办公生活营地规划布置

办公生活营地建筑面积, 人均建筑面积综合指标, 按 SL 303-2017《水利水电工程施工组织设计规范》中有关 8m²/人~12m²/人计算。

生活营地的布置场地, 宜不远离施工现场、交通便利、相对独立和安静, 并与枢纽永久生活区结合。根据目前水工程建设管理经验, 现场业主管理办公生活营地(包括监理、设代办公生活营地)、承包商办公生活营地一般集中布置, 有利于营地的统一管理, 有条件时进行封闭管理。业主营地布置在大坝右岸下游的 I 级阶地上, 布置高程 582.0m, 建筑面积 0.8 万 m², 占地面积 1.23 万 m²。

施工营地布置在大坝左岸上游 3.1km 的台地处, 布置高程 577m, 建筑面积 1.5 万 m², 占地面积 2.68 万 m²。

2.7.2.6 辅助设施布置

根据枢纽布置及场地条件, 在大坝上游右岸低线路沿线附近分别设置有综合加工厂、仓库、设备停放和保养厂等。

综合加工厂包括混凝土预制构件厂、钢筋加工厂及木材加工厂, 进行工程所需的混凝土预制构件、钢筋的半成品和成品、木模板和细木制品等的加工任务。

设备停放和保养厂主要承担工地大、中型施工机械(包括汽车)的中、小修, 汽车的定期保养, 部分零部件的更换, 钻孔设备的修钎等。

仓库系统主要为业主存放到货的机电设备及其它零星物资, 布置在交通方便

的地段。与承包人密切相关的生活用品、行政办公等物品仓库设在承包人营地。

根据本工程施工需要及施工布置情况和当地的机械加工能力,经分析确定本工程设置的辅助企业主要包括:混凝土预制厂、钢筋加工厂、木材加工厂、机械修配和保养厂、钢管加工厂等。机械修配、保养厂主要承担工地上施工机械设备和汽车等中、小修及一、二级保养任务。工地施工所用的大中型机械设备和汽车等的大修考虑设在市区。

表2.7.2-2 综合加工及机械修配厂主要技术指标表

序号	企业名称	场地面积 (m ²)		工棚 (m ²)	规模	班制	用电量	用水量	用风量
		占地	建筑				(kW)	(t/h)	(m ³ /min)
		面积	面积						
1	钢筋加工厂	5000	200	500	35t/班	2	400	15	
2	木材加工厂	3000	200	150	10m ³ /班	1	120	70	4
3	混凝土 预制厂	5340	800		5m ³ /班	1	20	3	3
4	机械保养厂	55400	500	500	39 万工 时/年		250	10	5
5	钢管加工厂	25100	1500	120	25t/班	2		50	5
6	合计	22500	1450	1020			790	148	17

2.7.2.7 仓储系统布置

本阶段拟定施工期需要设置的临时仓库主要有油库、机电设备库、水泥库、钢材库、木材库、施工机械设备库及生活物资库等,建筑面积 800m²,占地面积 8200m²。

生活物资仓库由各承包商在生活营地内自行解决。

水泥、粉煤灰、普通钢筋钢材、木材及机械设备仓库等以结合混凝土生产系统、钢筋、木材、机修等辅助企业加工厂设置为主不专门设置。

油料库集中布置,场地布置考虑不受洪水或冲沟洪水影响,交通方便,有利于施工设备交通等因素,另外油库位置还应远离水源,防止污染事故发生。根据场地条件及本着预防为主的原则,油库布置在坝址上游右岸,料场附近,远离水源,消除污染隐患。本工程高峰月土石方开挖强度为 25.81 万 m³/月,油料存储时间按 15 天考虑,油库储量约 1000t,油库建筑面积 410m²,占地面积 2500m²。

2.7.2.8 施工供风、供水及供电系统

(1) 施工供风

本工程设计总用风负荷 $600\text{m}^3/\text{min}$, 左右岸坝头各布置一固定式空压站, 其余均采用移动式空压机。

选择设备: L8—60/7 空压机, 6 台; 7L—100/8, 2 台。

(2) 施工供水

1) 本工程各部分施工用水量各用水点要求水压见表 2.7.2-2。

表 2.7.2-2 施工生产、生活用水量表

序号	名称	用水量
		(m^3/h)
1	左岸主体工程施工用水量	330
2	右岸主体工程施工用水量	330
3	导流洞	60
4	块石料场	50
5	砂石系统	540
6	混凝土拌和系统	240
7	施工营地生活用水	30
8	业主营地	25
9	其他辅助工厂	40
10	总计	1645

2) 水质标准

a) 生活饮用水水质应符合《生活饮用水卫生标准》(GB 5749-2006) 的相关要求。

b) 混凝土拌制和养护用水水质应符合《水电工程施工组织设计规范》(SL 303-2017) 和《水利水电工程施工压缩空气及供水供电系统设计规范》(SL 535-2011) 的相关要求, 其中混浊度 $<50\text{mg/L}$, 汛期 $>100\text{mg/L}$, 不含有毒、有害物质。

c) 一般施工用水和砂石生产用水水质应符合《水电工程施工组织设计规范》(SL 303-2017) 的相关要求, 其中混浊度小于 100mg/L , 不含有毒、有害物质。

3) 水源选择

生产生活用水, 水源从湑水河抽取, 生产用水直接从湑水河抽取使用, 生活用水经净化处理后即可使用。

(3) 施工供电

本工程供电从大坝下游桔园镇变电站接 35kV 专用线路（永临结合）到坝址，距离约 6km。各部位施工用电负荷见表 2.7.2-4。

供风水电系统占地面积 1500m²。

表 2.7.2-3 施工用电负荷表

序号	部位	高峰用电负荷 (kW)	发电机总功率 (kW)
1	左岸主体工程	1300	1950
2	右岸主体工程	1300	1950
3	导流洞	400	600
4	块石料场	400	600
5	砂石系统	1300	1950
6	混凝土拌和系统	500	750
7	施工营地	250	400
8	业主营地	80	120
9	其他辅助工厂	450	700
	高峰	5580	

2.7.3 施工导流

2.7.3.1 导流方式

本工程一期导流采用“枯水期河床一次断流、隧洞导流、汛期基坑过水及枯水围堰挡水”的导流方式。二期导流采用“河床一次断流、隧洞导流、汛期基坑及坝体缺口过水、坝体挡水”的导流方式。

2.7.3.2 导流规划

结合选定的枯水期河床一次断流、隧洞导流、汛期基坑过水及枯水围堰挡水的导流方案，确定本工程的导流程序如下：

（1）施工准备期：导流时段为第 1 年 1 月～第 1 年 10 月。在导流隧洞进出口岩坎（围堰）的围护下，进行导流洞的施工，同时，进行左右岸坝肩的开挖。原河床全年过流，导流标准为 5 年一遇，导流流量为 1830m³/s。第 1 年 10 月底导流洞完建，具备过水条件，同年 10 月底主河床截流预进占。

（2）初期导流：导流时段为第 1 年 11 月～第 2 年 3 月。

初期第一个枯水期（第 1 年 11 月～第 2 年 3 月）为隧洞隧洞导流，导流标准为 10 年一遇，导流流量为 92.3m³/s。第 1 年 11 月上旬河床截流。在上下游枯

期围堰（上下游枯期围堰采用胶凝砂砾石过水围堰）围护下进行坝、厂基开挖，基础垫层混凝土浇筑及坝基固结灌浆。

初期汛期（第 2 年 4 月～10 月）为“隧洞导流+基坑过水”。导流标准为 10 年一遇，导流流量 $2570\text{m}^3/\text{s}$ ，基坑过水。

初期第二个枯水期（第 2 年 11 月～第 3 年 3 月）为隧洞隧洞导流，导流标准为 10 年一遇，导流流量为 $92.3\text{m}^3/\text{s}$ 。在第 2 年 11 月在上下游枯期围堰（上下游枯期围堰采用胶凝砂砾石过水围堰）的围护下进行基坑清理；坝、厂基混凝土的浇筑；第 3 年 3 月底大坝（溢流坝段缺口浇筑至 522.5m 高程、预留缺口宽度 50m 、其余坝段浇筑至 533m 高程）及厂房肘管一期混凝土施工。第 3 年 3 月底完成厂房基坑下游全年土石围堰的填筑和纵向混凝土导墙的浇筑。

（3）中期导流：导流时段为第 3 年 4 月～第 4 年 10 月。

中期第一个汛期（第 3 年 4 月～第 3 年 10 月）为“隧洞+底孔+溢流坝缺口过水”的导流方式。坝体已超过上游围堰堰顶高程 521.50m ，工程进入中期导流阶段，导流标准为 20 年一遇，导流流量 $3650\text{m}^3/\text{s}$ 。大坝（溢流坝段缺口过水、为控制相邻块高差其余坝段浇筑至 550m 高程）；在厂房基坑下游全年土石围堰和纵向混凝土导墙的围护下进行厂房锥管一期混凝土、锥管及蜗壳安装，以及厂房发电机层的施工并完成尾水出口闸门安装；厂房边墙施工。

中期枯水期（第 3 年 11 月～第 4 年 5 月）为隧洞导流，导流标准为 10 年一遇，导流流量为 $563\text{m}^3/\text{s}$ 。在第 3 年 11 月～第 4 年 5 月在坝体临时断面和下游枯期围堰的围护下进行溢流坝缺口的浇筑及大坝浇筑至顶部高程。完成锥管及蜗壳二期混凝土施工、桥机安装施工；完成底孔、表孔闸门安装。

中期第二个汛期（第 4 年 6 月～第 4 年 9 月）为“隧洞导流+底孔+溢流堰”导流。导流度汛标准应为 50 年～100 年一遇洪水，结合本工程规模，选择 50 年一遇洪水流量 $4920\text{m}^3/\text{s}$ 。在尾水出口闸门的围护下进行厂房机电安装工作。此时，大坝具备挡水条件，但汛期导流洞下闸封堵风险太大，按照规范，只能选择在汛后下闸封堵。

（4）导流洞封堵期导流：第 4 年 10 月～第 5 年 1 月。

枯水期（第 4 年 10 月～第 5 年 1 月），第 4 年 10 月初导流洞下闸蓄水，封堵导流洞，同时进行厂房基坑下游围堰拆除工作。蓄到死水位后，来流量通过大坝供水管向下游供水；蓄到机组最低发电水位 561.5m 后，开始首台机组发电。

期间封堵工程进口临时挡水设施导流标准为 50 年一遇，导流流量 1250m³/s；封堵工程出口临时挡水设施导流标准为 10 年一遇，导流流量 572m³/s。采用底孔泄流。第 4 年 10 月初实现水库供水；第 4 年 10 月底第一机组调试完成，实现首台机发电第 4 年 10 月～第 5 年 1 月完成导流洞封堵。

表2.7.3-1 施工导流时段及导流程序表

导流阶段	导流时段	导流标准 (%)	流量 (m ³ /s)	挡水建筑物	泄水建筑物	上游水位 (m)	下游水位 (m)	坝体汛前控制高程 (m)	备注
施工准备期导流	第1年1月～第1年10月	20%	1860	岩坎	原河床	517.88	517.38	/	导流洞施工、坝肩开挖
初期导流	第1年11月～第2年3月	10%	92.3	上、下游围堰	导流洞	521.00	513.80	不控制	坝基开挖和底板混凝土施工
	第2年4月～第2年10月	10%	2730	导流洞+基坑过水		527.70	518.20		基坑过水
	第2年11月～第3年3月	10%	92.3	上、下游围堰	导流洞	521.00	513.80	522.5/535.0	坝基清理、大坝及厂房混凝土
中期导流	第3年4月～第3年10月	5%	3650	坝体	导流洞+底孔+缺口	534.50	519.00		大坝及厂房混凝土、安装
	第3年11月～第4年5月	5%	776	坝体	导流洞+底孔	535.36	515.70	591.00	大坝及厂房混凝土、安装
	第4年6月～第4年9月	2%	4920	坝体	导流洞+表、底孔	578.80	519.00		大坝及厂房混凝土施工、机电安装
封堵期导流	第4年10月～第5年1月	2%/10%	1250/572	坝体/下游围堰	底孔	555.8/515.5			导流洞堵头施工、供水、发电

2.7.3.3 截流

本工程二期主河床的截流时间安排在第 1 年 11 月初，截流设计标准采用 11 月 10 年一遇月平均流量，相应截流流量为 35m³/s。

截流方式采用自右岸向左岸进占的单戗立堵方式。

2.7.3.4 导流洞下闸与封堵

根据施工进度分析，确定第 4 年 10 月初，导流洞下闸蓄水。水库初期蓄水按 10 月份 75% 来水保证率的来流量扣除生态流量进行计算。

2.7.3.5 围堰施工

上游围堰采用下戗堤立堵截流，截流完毕后，在戗堤上游填筑粘土进行闭气工作，将堰体填至防渗墙施工平台 517.0m 高程后，进行高压旋喷防渗墙施工，然后再进行上部围堰施工，胶凝砂砾石分层填筑、分层碾压，最后达到堰顶高程。

上游围堰填筑拟采用 1m^3 液压挖掘机自上而下分层回采附近河床砂砾石，掺加水泥拌和后用 10t 自卸汽车运输至工作面。围堰水下部分用自卸汽车直接抛填，水上部分堰体采用汽车综合法卸料，120HP 推土机平料，13.5t 自行式振动平碾碾压，堰面洒水碾压 4 遍~6 遍，上下游堰坡用小型平板振动器振实。下游围堰填筑方法与上游围堰相同。

围堰填筑施工从第 1 年 11 月初开始，至 11 月底结束，施工历时 1 个月时间。

上、下游围堰河床覆盖层厚约 10m~15m，为冲积砂卵砾石，结构松散，透水性较强。考虑施工平台高度，防渗最大深度为 20m。根据本工程围堰地质条件及高压旋喷防渗墙布置特点，采用 HD90 型号钻机钻孔，SIRIO2SC 型号高压旋喷机进行旋喷施工。

2.7.3.6 导流洞施工

导流洞布置在左岸，导流建筑物全长 550.05m，由进口明渠段、闸室段、洞身段、出口明渠段组成。导流洞进口明渠及闸室段长度 30m，隧洞洞身长 468.00m，出口明渠由底流消能段和出口明渠段组成，底流消能段长度 50m，出口明渠开挖扩散段长度 43m。导流洞进口底板高程为 515.0m，出口底板高程 513.0m，隧洞纵坡 $i=4.17\text{‰}$ 。导流洞断面为“城门洞”型，过水断面尺寸 5m×6m（宽×高）。导流洞封堵闸门采用进口岸塔式方案，闸室底板高程 515.0m，为了保持塔顶交通，闸门启闭机平台采用塔筒形式，平台设 1 台启闭机，平台高程 545.0m。设 1 孔封堵闸门，闸门孔口尺寸 5m×6m。

根据施工总进度安排，计划导流洞在第 1 年 1 月开工，第 1 年 11 月初主河床截流，因此，导流洞应在第 1 年 10 月底完建并具备过水条件，导流洞施工工期为 10 个月时间。

2.7.4 料场规划

本阶段对工程区 20km 范围内的天然建筑材料进行了筛查，初步选定了天然砂砾料场 6 个、块石料场 1 个、土料场 1 个。

(1) 天然砂砾料

可研阶段对焦岩水库沿线渭水河河谷天然砂砾石料进行了详细勘查，渭水河河谷较为狭窄，天然砂砾石料场主要为河流两岸的河漫滩，其中自枢纽区至库尾分布的主要滩地分别为枢纽区、罗湾、太极湾、土垣村、鸡冠岩和石堰坪 6 处渭水河河谷天然砂砾石料场，各料场均为渭水河低漫滩，平水期及枯水期裸露，局部分布有弃料层，与平水期河水相对高差 0.5m~3.5m，洪水期部分被淹没。

1) 枢纽区料场

枢纽区上游渭水河右岸分布有大面积的河漫滩，表部裸露以砂卵砾石为主，少量漂石，邻城石路侧少部分被开垦为菜地，前缘邻河一侧砂砾石裸露。料场呈条带状走向，开阔、较平坦，地面高程 512m~518m。长约 850m，宽 55m~80m。距离中坝址约 0.5km、距离骨料加工系统约 2.0km。总面积约 6.5 万 m²，按照水上平均开采 1m、水下开采 3m 计算，有用料层平均厚度约 4m，储量约 27.0 万 m³。

2) 罗湾料场

罗湾料场呈梨状分布，开阔、较平坦，地面高程 516m~533m，面积 2.9 万 m²。距离中坝址约 1.5km、距离骨料加工系统约 0.5km；料场均距中坝址较近，开采运输方便。料层为第四系冲洪积含漂石砂卵砾石层，表部 20cm 局部含植物根系，按开采至水下 3m 计算，料层可开采厚度 3~6m。砂砾石磨圆好，多呈圆、次圆状，少量次棱角状，分选较好。漂石含量约占 20~30%，最大粒径可达 2m，卵砾石岩性以花岗岩、凝灰岩、灰岩为主，砂粒成份为石英、长石及岩屑等。

料场面积约 2.9 万 m²，清除表部局部存在的无用料后，有用料层平均厚度约 4.5m。按平均厚度法计算，平行断面法校核，料场有用层储量约 14.05 万 m³，无用层约 0.6 万 m³。

3) 太极湾料场

太极湾料场沿太极湾凸出山梁呈条带状布置，较平坦、开阔，地面高程 514~521m。距离中坝址约 2.0km、距离骨料加工系统约 0.2km；沿河有便道连接城石

路，开采运输较为方便。料源的物质组成、结构、岩性及分布等与罗湾料场基本一致。

料场平面面积约 11.5 万 m^2 ，厚度 4~10m，按开采至水下 3m 计算，可用料层平均厚度约 4.5m。按平均厚度法计算，平均断面法校核，料场有用层储量约 51.75 万 m^3 ，无用层约 2.1 万 m^3 。

4) 鸡冠岩料场

鸡冠岩料场位于湑水河左岸，分为上、下游两个采区。料场紧邻城石路，开采、运输条件较好，距离骨料加工系统 4.5km~5.7km，稍远。



鸡冠岩料场上、下游采区全貌图

上游采区呈梭形，最长约 500m，最宽处约 80m，估算总面积约 3.0 万 m^2 ，漫滩地表高程约 540m~546m，高于正常蓄水位 0.5m~4.0m，地表裸露以漂石为主，岩性主要为灰岩，少量为石英片岩。料场局部有树木、杂草等分布，无用层少量分布，按照开采至水下 3.0m 计算，采区平均有用层厚度约 4.5m，估算总储量约 13.5 万 m^3 ；下游采区呈凸向右岸的弓形，上游端距离上游采区约 1.2km，顺河向纵长约 780m，宽度约 45m~62m，估算总面积约 4.0 万 m^2 ，采区漂石裸露，岩性以灰岩、石英片岩为主，按照开采至水下 3.0m 估算，平均可开采厚度约 4.5m，估算储量约 18.0 万 m^3 。鸡冠岩料场总储量约 31.5 万 m^3 。

5) 土垣村料场

土垣村料场位于土垣村后的湑水河左岸河漫滩上，漫滩呈凸向右岸的不规则梯形，上游宽，下游窄，顺河向纵长约 360m，宽度 57m~138m，距离骨料加工系统 11.2km。估算总面积约 3.4 万 m^2 ，料场顶高程约 562m~566m，地形较为平缓、开阔，现状未开发利用，近城石路及居民房屋有树木和少量草皮分布，有少量的剥离层，料场前缘漂石、砂卵石层裸露较好，岩性以灰岩、石英片岩为主，多较新鲜，零星可见有风化较强的漂石。料场高出河水位约 0.5m~4.0m，按开

采至水下 3.0m 计算，有用料层平均厚度约 5.0m，估算有用料总体积约 17.0 万 m^3 。



土垣村料场上、下游采区全貌图

6) 石堰坪料场

石堰坪村料场位于石堰坪新村邻河一侧，前缘紧邻渭水河，后缘为石堰坪新村修建时堆填的碎石土。距离骨料加工系统 14.7km。料场纵长约 500m，宽度 35m~54m，总面积约 2.5 万 m^2 。料场紧邻城石路，开采运输条件较好。料场表部高程 576m~580m，高于河水位 1.0m~4.0m，漂石、砂卵石层裸露，零星有树木分布，基本不存在无用层，有用料层估算厚度为 4.5m，有用料总体积约 11.25 万 m^3 。



石堰坪料场上、下游采区全貌图

综上，以上 6 处较为集中的河漫滩天然砂砾石共计储量约 152.55 万 m^3 ，基本和设计需求量相当。

(2) 块石料场

可研设计提出一个备用块石料场。该料场位于渭水河左岸窑蛇沟口约 200m 的陡坡地段，距中坝址约 6.7km，地形上为一陡峭山坡，长约 375m，宽约 275m，分布高程 575m~850m。料场植被发育，基岩裸露，运距近，开采较方便。料场面积 6.26 万 m^2 ，有用料储量大于 340 万 m^3 。

由于该料场涉及天然林、生态保护红线，环评建议不对该料场进行开采。

(3) 土料场

土料场位于上坝址上游左岸凉水泉村，距中坝址约 510m，有县级公路 X213（石城路）与土料场相通，交通十分便利。

料场位置为山丘地形，总体场地开阔，地面高程 580m~625m，多为耕地。土料层为第四系黄土，呈土黄色，土质较均一，表部较干燥，含植物根系。土层厚一般 4.5m~8m，最厚可达 15m，平均厚度 5.5m，浅表层为耕植土层，厚 0.5m~1.5m，为剥离层。料层下部为石岩系灰岩夹砂岩。

料场面积约 7.7 万 m^2 ，有用层平均厚度 4.0m，按平均厚度法估算，料场有用层储量约 30.8 万 m^3 ，无用层约 7.7 万 m^3 。

(4) 料源开采规划

坝址厂址区混凝土骨料料源，主要选库区河滩砂砾石料场石料；坝址区回填

料及围堰填筑料选用坝址区石方明挖料；围堰所需的闭气土料量采自坝址上游左岸凉水泉村土料场。

2.7.5 土石方平衡及渣场规划

2.7.5.1 土石方平衡规划

(1) 土石方平衡规划原则

本工程开挖料主要用于主体工程填筑料。本工程的土石方平衡原则：

- 1) 优先利用工程的开挖料作为回填料。
- 2) 研究分区开挖总量和渣场的总体平衡，充分利用本工程滩地容渣好的有利地形条件，减少长运距，降低渣场基建投资，尽量减少物料倒运。
- 3) 综合考虑工程项目施工进度，对开挖料进行动态调配，优化物流方向，以平衡主干交通运输流量。

(2) 土石方平衡分析

本工程土方开挖总量 77.72 万 m^3 （自然方），考虑松方系数 1.2，最终土方弃渣量 93.26 万 m^3 （松方）；石方开挖（含石方洞挖）总量 137.10 万 m^3 （自然方），考虑松方系数 1.4，最终石方弃渣量 191.94 万 m^3 （松方），土石方合计弃渣量 290.20 万 m^3 （松方）。

土石方开挖用作枢纽建筑物回填及围堰填筑料利用量 26.25 万 m^3 （松方），库区改建路填筑料利用量 56.32 万 m^3 （松方），拌和系统基础回填利用量约 10 万 m^3 （松方），施工工厂及营地基础回填利用量约 97.36 万 m^3 （松方），临建工程混凝土骨料利用约 3.5 万 m^3 （松方）。最终弃渣利用合计约 193.42 万 m^3 （松方），最终弃渣量 96.78 万 m^3 （松方）。

考虑渣场压实方系数 0.95。综上所述：总弃渣场 91.94 万 m^3 （压实方）。本工程土石方开挖综合利用率为 66.65%。

表 2.7.4-1 土石方平衡表

项 目	覆盖层开挖		石方开挖		土石方合计	枢纽、围堰及道路填筑利用	库区改建路利用	拌和系统基础利用	施工工厂及营地基础利用	临建工程混凝土骨料利用	利用合计	弃渣容量（万m³）
	自然方	松方	自然方	松方	松方	折合松方	折合松方	折合松方	折合松方	折合松方	折合松方	火焰山沟渣场
	(万m³)	(万m³)	万m³	万m³	万m³	万m³	万m³	万m³	万m³	万m³	万m³	150
库区改建路	31.47	37.76	27.9	39.06	76.82		36.82		10		46.82	30.00
左岸道路	1.38	1.66	5.54	7.76	9.41	9.41					9.41	0.00
导流洞	1.80	2.16	3.01	4.22	6.38					3.50	3.50	2.88
左坝肩	11.25	13.50	22.50	31.51	45.01	10.50					10.50	34.51
右坝肩	6.36	7.63	28.29	39.61	47.24	3.30			43.94		47.24	0.00
基坑	1.74	2.08	27.98	39.17	41.26			10.00	31.26		41.26	0.00
右岸道路	0.35	0.42	1.87	2.62	3.04	3.04					3.04	0.00
库岸边坡	14.49	17.39	5.00	7.00	24.39						0.00	24.39
围堰拆除					5.00						0.00	5.00
料场剥离	16.25	19.50			19.50		19.50				19.50	0.00
施工生产生活区	1.30	1.56	5.00	7.00	8.56				8.56		8.56	0.00
业主营地	3.00	3.60			3.60				3.60		3.60	0.00
合计	89.39	107.26	127.10	177.94	290.20	26.25	56.32	10.00	97.36	3.50	193.43	96.78

2.7.5.2 渣场规划

主体、临建工程土石方开挖的堆渣，要符合防汛、环保等要求，不影响河道行洪和方便施工，本工程规划了 1 个弃渣场，位于下游，总占地面积约 7.12 万 m²。

下游弃渣场位于坝址左岸下游约 10km 的火焰山沟，渣场占地面积 7.12 万 m²，堆渣高度约 45m，基础高程约 615.00m~630.00m，顶部高程约 686.00m~675.00m，规划弃渣量约 96.78 万 m³（松方），该渣场主要堆存坝肩、坝基土石方明挖弃渣，弃渣道路为右岸/左岸低线路，其中利用旧路约 4.5km、新建道路约 5.5km。

表 2.4.6-2 弃渣场规划表

序号	项目	面积 (万 m ²)	渣场容量(万 m ³)	弃渣量 (万 m ³)	弃渣平均 高度 (m)
1	下游弃渣场	7.12	101.62	96.78	45

2.7.6 施工进度及人数

本工程施工总工期为 52 个月，其中准备期 10 个月，主体工程施工期 36 个月，完建期为 6 个月。

施工期平均施工人数 1500 人，高峰施工人数 2100 人，需要总工日 158 万工日。

2.7.7 初期蓄水过程

根据施工组织设计，本工程第四年 10 月初下闸蓄水，75%来水频率下，10 月 18 日可蓄至死水位 540.0m，初期蓄水计算成果见表 2.7.7-1。

表 2.7.7-1 焦岩水库初期蓄水过程（P75%）

序号	蓄水阶段	累计蓄水量 (万 m ³)	蓄水历时 (d)	至计划水位日期	生态流量泄放措施		
					名称	进口底高程（m）	泄放流量（m ³ /s）
1	起蓄水位 521.2m~525m	400.5	2.5	10 月 3 日	临时生态放水孔	515	9.81
2	525m~死水位 540m	2367	15	10 月 18 日	放水口	525	9.81
3	死水位 540~大小机组最低发电水位 561.5m	7640	42	11 月 30 日	生态机组	540	9.81/4.91

10 月初开始蓄水

2.8 工程运行方式

2.8.1 兴利调度运行方式

焦岩水利枢纽工程开发任务是以灌溉、供水为主，结合防洪、兼顾发电、为改善水生态环境创造条件等综合利用功能的水利枢纽工程

（1）灌溉调度运行方式

焦岩水利枢纽控制灌区包括低干渠灌区、东干渠灌区和向石门灌区补水区域。低干渠灌区为现有涓惠渠、五门堰、杨填堰灌区，灌溉面积 18.25 万亩，从坝下游涓水河直接取水，其供水量可以通过焦岩坝后消能发电机组供给。东干渠灌区灌溉面积 4.5 万亩，其供水量直接从库内取水供给。跃进渠干渠灌溉面积 1.33 万亩，其供水量直接从库内取水供给，向石门灌区补水灌溉面积为 17.33 万亩，补水量直接从库内取水供给。

在满足生态放水要求的前提下，丰水期 7 月~10 月在满足灌溉供水量要求的情况下水库蓄水，枯水期 11 月~5 月或 6 月水库供水，满足焦岩灌区灌溉用水需要，使灌溉用水保证率不低于 75%。遭遇枯水年份时，在满足城乡生活及工业供水要求的前提下，根据水库供水能力向灌区供水。根据《水利工程水利计算

规范》（SL104-2015），除特别枯水年外，要求灌溉供水破坏深度不超过 50%。

焦岩灌区内已建有多个小型水库，实际调度运行中应结合小型水库的来水、蓄水及供水情况，使焦岩水利枢纽与灌区内的小型水库进行联合补偿调节运行，共同满足灌溉等需水量要求。

（2）城乡供水调度运行方式

焦岩水利枢纽城乡供水范围为汉中市汉台区、城固县和洋县，城乡供水过程相对较为均匀，因此，焦岩水利枢纽按城乡供水要求均匀供水，使城乡供水保证率达到 95%；遭遇枯水平年时，首先满足城乡供水要求。遭遇特枯水年份时，根据《水利工程水利计算规范》，城乡供水破坏深度不超过 30%。

（3）生态供水调度运行方式

焦岩水利枢纽建成后可以增加渭水河枯水期水量，改善两岸的生态环境。即在满足渭水河生态流量的同时，提供灌溉、城乡用水，发挥焦岩年调节水库的调蓄作用，增大枯水期下泄到渭水河水量。当坝址断面来流量小于生态流量时，生态需水量按照来流量下泄。

（4）发电调度运行方式

按“电调服从水调”原则，发电调度应服从水库供水的调度运行，利用下放生态水、下游灌溉等用水及弃水量发电。

当水库水位在正常蓄水位 585.0m 与大小机组最低发电水位 561.5m 之间时，由大小机组发电，生态小机不发电；当水库水位在 540m~561.5m 时，由生态小机发电，大机组不发电。

2.8.2 防洪调度运行方式

焦岩水库与下游堤防结合共同承担下游防洪任务，水库与下游堤防联合运行，通过对中小洪水进行调蓄，可将 30 年一遇洪水洪峰流量（4210m³/s）调蓄削减至 20 年一遇安全泄量（3650m³/s），水库所需防洪库容为 1011 万 m³。具体防洪运行调度原则为：

（1）汛期水库水位蓄到正常蓄水位 585.0m 后，当入库流量小于机组满发流量 87.5m³/s 时，维持汛期防洪限制水位不变，由消能发电机组过流。

（2）汛期水库水位蓄到正常蓄水位 585.0m 后，当入库流量大于机组满发流量 87.5m³/s 时，直接按来流下泄，维持汛期防洪限制水位不变。

(3) 当洪水来临,天然入库流量小于坝址处允许安全下泄流量 $3616\text{m}^3/\text{s}$ 时,按来流下泄,维持汛限水位不变。

(4) 当天然入库流量大于坝址处安全下泄流量 $3616\text{m}^3/\text{s}$ 时,按坝址处安全下泄流量下泄,水库滞洪,库水位升高。

(5) 当水库水位达到防洪高水位,且入库流量仍然呈增大趋势时,由闸门控制泄流量不超过入库流量,维持水库水位在防洪高水位不变,直至泄洪设施闸门全部开启敞泄。

(6) 当洪峰流量过后,随着入库洪水流量的减小,水库水位上升速度减慢,水库按照泄洪建筑物泄流能力下泄,以使水库水位尽快下降至汛限水位,准备迎接下一场洪水。

2.7.3 水库运行特性

焦岩水利枢纽工程水库正常蓄水位 585.0m , 水库总库容 21328万 m^3 (校核洪水位以下库容), 正常蓄水位以下库容 19544万 m^3 , 坝后消能发电机组最低发电水位为 561.5m , 死水位 540.0m , 调节库容 17177万 m^3 , 库容系数 17.9% , 具有年调节性能。

焦岩水利枢纽遵循发电调度服从供水调度的原则,以供水调度方式运行,在一般年份及丰水年,灌溉和城乡用水能够满足,可考虑加大供水或发电效益;对于来水频率大于 75% 的枯水年,首先满足下游河道生态流量,保证城乡生活用水,灌溉需水最高最高允许缩减 2 成,再兼顾发电要求;对于来水频率大于 95% 的特枯年份,首先满足下游河道生态流量,城乡生活用水最高允许缩减 3 成,灌溉用水量最高允许缩减 5 成。

焦岩水利枢纽多年平均运行水位为 575m , 63 年系列中有 59 年可蓄至正常蓄水位,蓄满率达 92% , 有 23 个旬水位降低至死水位,占系列长度的 1.1% 。

表 2.7.3-1 丰水年（10%）水库运行工程

月份		天然来流量 m³/s	泄放生态流量 m³/s	城乡供水量 m³/s（库内供水）	焦岩灌溉合计 m³/s	渭水河灌区 m³/s	渭水河灌区（坝下供水）			跃进渠灌区 （库内供水） m³/s	石门灌区（库内供水） m³/s	新增灌区（库内供水） m³/s	弃水量 m³/s	坝址断面流量 m³/s	水库平均水位 m	发电量 (万 kWh)
							涇惠渠灌区 m³/s	五门堰灌区 m³/s	杨填堰灌区 m³/s							
1	上旬	11.43	4.91	2.75	4.62	3.85	3.41	0.23	0.2	0.33	0	0.44	2.59	11.34	583.2	157.1
	中旬	10.87	4.91	2.75	4.96	3.85	3.41	0.23	0.2	0.38	0	0.73	1.98	10.73	582.5	147.2
	下旬	10.64	4.91	2.75	0.65	0	0	0	0	0.17	0	0.48	5.56	10.47	581.8	156.2
2	上旬	10.48	4.91	3.07	0.17	0	0	0	0	0	0	0.17	5.45	10.35	581.2	139.2
	中旬	10.52	4.91	3.07	0.07	0	0	0	0	0	0	0.07	5.36	10.26	580.6	136.7
	下旬	10.38	4.91	3.07	2.28	1.65	1.46	0.1	0.09	0.15	0	0.48	3.51	10.07	580.1	106.4
3	上旬	10.14	4.91	2.9	5.43	3.3	2.93	0.2	0.17	0.41	0	1.73	1.44	9.64	579.3	125.9
	中旬	10.6	4.91	2.9	3.4	1.98	1.76	0.12	0.1	0.26	0	1.16	3.37	10.26	578.5	132.1
	下旬	10.74	4.91	2.9	0.08	0	0	0	0	0	0	0.08	5.53	10.44	577.7	146.2
4	上旬	10.92	4.91	2.92	0.63	0.46	0.41	0.03	0.02	0.1	0	0.08	5.16	10.52	577.1	132.7
	中旬	15.24	4.91	2.92	0.78	0.46	0.41	0.03	0.02	0.24	0	0.08	9.33	14.7	576.5	183.6
	下旬	13.74	4.91	2.92	0.78	0.46	0.41	0.03	0.02	0.24	0	0.08	7.84	13.2	575.9	163.3
5	上旬	28.05	9.81	3.02	1.14	0.61	0.55	0.04	0.03	0.45	0	0.07	0	10.42	576.7	130.7
	中旬	23.76	9.81	3.02	14.99	13.92	12.35	0.84	0.73	1	0	0.07	0	23.73	577.4	300.7
	下旬	21.81	9.81	3.02	12.3	11.12	9.87	0.67	0.59	1.1	0	0.08	0	20.93	576.6	288.1
6	上旬	19.81	9.81	3.05	10.07	9.1	8.08	0.55	0.48	0.97	0	0	0	18.91	575.9	233.9
	中旬	15.33	9.81	3.05	7.63	6.07	5.39	0.37	0.32	0.63	0	0.93	0	15.88	575.1	193.6
	下旬	79.82	9.81	3.05	7.53	6.07	5.39	0.37	0.32	0.53	0	0.93	0	15.88	579.2	207.0
7	上旬	182.53	9.81	2.77	8.75	7.15	6.34	0.43	0.38	0.77	0	0.82	152.04	169	584.4	1089.6
	中旬	208.57	9.81	2.77	10.71	9.11	8.08	0.55	0.48	0.77	0	0.82	184.11	203.03	585.0	1089.6
	下旬	51.54	9.81	2.77	9.55	8.28	7.35	0.5	0.44	0.44	0	0.83	28.34	46.43	585.0	726.2
8	上旬	58.42	9.81	2.76	10.41	8.8	7.8	0.53	0.46	0.79	0	0.82	34.27	52.87	585.0	751.8
	中旬	19.85	9.81	2.76	9.65	7.98	7.08	0.48	0.42	0.85	0	0.82	0	17.79	584.7	252.0
	下旬	76.52	9.81	2.76	6.52	5.15	4.57	0.31	0.27	0.54	0	0.83	53.15	68.11	584.7	1061.3
9	上旬	250.88	9.81	2.68	2.97	2.57	2.28	0.16	0.14	0.4	0	0	234.29	246.67	585.0	1089.6
	中旬	69.6	9.81	2.68	0.84	0.68	0.6	0.04	0.04	0.16	0	0	55.14	65.63	585.0	933.2

	下旬	191.2	9.81	2.68	0.05	0	0	0	0	0.05	0	0	177.53	187.34	585.0	1089.6
10	上旬	59.85	9.81	2.59	0.77	0.77	0.69	0.05	0.04	0	0	0	45.56	56.14	585.0	798.3
	中旬	29.92	9.81	2.59	0.77	0.77	0.69	0.05	0.04	0	0	0	15.63	26.22	585.0	372.8
	下旬	19.43	9.81	2.59	0.7	0.7	0.62	0.04	0.04	0	0	0	5.31	15.83	585.0	247.5
11	上旬	16.03	4.91	2.72	0.77	0.77	0.69	0.05	0.04	0	0	0	11.13	16.80	584.7	237.8
	中旬	14.08	4.91	2.72	0.77	0.77	0.69	0.05	0.04	0	0	0	9.17	14.85	584.0	208.1
	下旬	13.38	4.91	2.72	0.77	0.77	0.69	0.05	0.04	0	0	0	8.48	14.16	583.3	196.5
12	上旬	11.53	4.91	2.43	0	0	0	0	0	0	0	0	6.62	11.53	582.7	158.6
	中旬	11.29	4.91	2.43	0	0	0	0	0	0	0	0	6.39	11.29	582.2	154.2
	下旬	9.1	4.91	2.43	0	0	0	0	0	0	0	0	4.2	9.10	581.7	135.7

表 2.7.3-2 平水年（50%）水库运行工程

月份		天然来流量 m³/s	泄放生态流量 m³/s	城乡供水量 m³/s	焦岩灌溉合计 m³/s	渭水河灌区 m³/s	渭水河灌区（坝下供水）			跃进渠灌区 （库内供水） m³/s	石门灌区 （库内供水） m³/s	新增灌区 （库内供水） m³/s	弃水量 m³/s	出库流量 m³/s	水库平均水位 m	发电量 (万 kWh)
							其中：渭惠渠灌区 m³/s	其中：五门堰灌区 m³/s	其中：杨填堰灌区 m³/s							
1	上旬	6.31	4.91	2.75	5.76	4.95	4.39	0.30	0.26	0.37	0.00	0.44	0.00	9.85	579.8	129.5
	中旬	6.53	4.91	2.75	6.10	4.95	4.39	0.30	0.26	0.42	0.00	0.73	0.00	9.85	578.4	126.9
	下旬	6.02	4.91	2.75	0.67	0.00	0.00	0.00	0.00	0.19	0.00	0.48	0.93	5.83	577.4	81.3
2	上旬	5.95	4.91	3.07	0.44	0.27	0.24	0.02	0.01	0.00	0.00	0.17	0.65	5.83	576.7	73.0
	中旬	6.02	4.91	3.07	0.33	0.27	0.24	0.02	0.01	0.00	0.00	0.07	0.59	5.77	576.1	71.5
	下旬	6.04	4.91	3.07	2.91	2.26	2.00	0.14	0.12	0.17	0.00	0.48	0.00	7.16	575.4	70.2
3	上旬	5.96	4.91	2.90	6.30	4.11	3.65	0.25	0.22	0.46	0.00	1.73	0.00	9.01	574.1	108.2
	中旬	6.29	4.91	2.90	4.93	3.47	3.08	0.21	0.18	0.29	0.00	1.16	0.00	8.38	572.5	97.8
	下旬	6.15	4.91	2.90	1.21	1.14	1.01	0.07	0.06	0.00	0.00	0.08	0.90	6.95	571.4	87.4
4	上旬	6.73	4.91	2.92	1.53	1.36	1.21	0.08	0.07	0.10	0.00	0.08	0.97	7.24	570.5	81.5

	中旬	7.65	4.91	2.92	1.68	1.36	1.21	0.08	0.07	0.24	0.00	0.08	1.75	8.01	569.6	88.8
	下旬	16.13	4.91	2.92	1.68	1.36	1.21	0.08	0.07	0.24	0.00	0.08	10.22	16.49	568.7	179.5
5	上旬	9.89	9.81	3.02	2.17	1.64	1.45	0.10	0.09	0.46	0.00	0.07	0.00	11.45	567.6	116.3
	中旬	16.99	9.81	3.02	16.63	15.50	13.75	0.93	0.82	1.05	0.00	0.07	0.00	25.31	565.6	259.6
	下旬	56.26	9.81	3.02	13.77	12.53	11.11	0.76	0.66	1.17	0.00	0.08	0.00	22.34	567.6	262.1
6	上旬	67.32	9.81	3.05	11.03	9.98	8.85	0.60	0.52	1.05	0.00	0.00	0.00	19.79	574.9	240.6
	中旬	34.26	9.81	3.05	8.04	6.41	5.69	0.39	0.34	0.69	0.00	0.93	0.00	16.22	579.7	213.2
	下旬	64.98	9.81	3.05	7.90	6.41	5.69	0.39	0.34	0.56	0.00	0.93	14.00	30.22	582.9	416.5
7	上旬	38.37	9.81	2.77	9.69	8.06	7.15	0.49	0.42	0.80	0.00	0.82	14.92	32.80	585.0	466.3
	中旬	143.40	9.81	2.77	11.23	9.60	8.52	0.58	0.51	0.80	0.00	0.82	118.41	137.83	585.0	1089.6
	下旬	43.20	9.81	2.77	10.00	8.73	7.74	0.53	0.46	0.44	0.00	0.83	19.55	38.09	585.0	595.8
8	上旬	197.95	9.81	2.76	10.30	8.67	7.69	0.52	0.46	0.81	0.00	0.82	173.90	192.38	585.0	1089.6
	中旬	43.83	9.81	2.76	9.96	8.26	7.33	0.50	0.43	0.88	0.00	0.82	20.12	38.19	585.0	543.0
	下旬	32.76	9.81	2.76	7.07	5.66	5.02	0.34	0.30	0.59	0.00	0.83	12.04	27.51	585.0	430.3
9	上旬	67.23	9.81	2.68	3.43	2.99	2.65	0.18	0.16	0.44	0.00	0.00	50.18	62.98	585.0	895.5
	中旬	21.10	9.81	2.68	0.86	0.68	0.60	0.04	0.04	0.18	0.00	0.00	6.62	17.11	585.0	243.3
	下旬	13.29	9.81	2.68	0.83	0.77	0.69	0.05	0.04	0.05	0.00	0.00	0.00	10.58	584.9	150.3
1	上	10.52	9.81	2.59	0.77	0.77	0.69	0.05	0.04	0.00	0.00	0.00	0.00	10.58	584.6	144.1

0	旬															
	中旬	12.24	9.81	2.59	0.77	0.77	0.69	0.05	0.04	0.00	0.00	0.00	0.00	10.58	584.2	148.7
	下旬	11.28	9.81	2.59	0.70	0.70	0.62	0.04	0.04	0.00	0.00	0.00	0.00	10.51	583.8	161.6
11	上旬	16.59	4.91	2.72	0.77	0.77	0.69	0.05	0.04	0.00	0.00	0.00	11.45	17.12	583.3	237.4
	中旬	11.87	4.91	2.72	0.77	0.77	0.69	0.05	0.04	0.00	0.00	0.00	6.97	12.65	582.6	173.7
	下旬	9.81	4.91	2.72	0.77	0.77	0.69	0.05	0.04	0.00	0.00	0.00	4.90	10.58	582.0	143.9
12	上旬	7.67	4.91	2.43	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	2.76	7.67	581.4	103.4
	中旬	7.12	4.91	2.43	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	2.21	7.12	580.9	95.2
	下旬	6.82	4.91	2.43	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	1.92	6.82	580.4	99.6

表 2.7.3-3 枯水年（90%）水库运行工程

月份		天然来流量 m³/s	泄放生态流量 m³/s	城乡供水量 m³/s	焦岩灌溉合计 m³/s	渭水河灌区 m³/s	渭水河灌区（坝下供水）			跃进渠灌区 m³/s	石门灌区 m³/s	新增灌区 m³/s	弃水量 m³/s	坝址断面 出库流量 m³/s	水库平均 水位 m	发电量 (万 kWh)
							其中：消惠渠灌区 m³/s	其中：五门堰灌区 m³/s	其中：杨填堰灌区 m³/s							
1	上旬	6.70	4.91	2.75	8.15	6.05	5.36	0.36	0.32	0.18	0.00	1.69	0.00	10.95	580.6	145.9
	中旬	6.48	4.91	2.75	8.50	6.05	5.36	0.36	0.32	0.05	0.00	1.99	0.00	10.95	579.0	142.3
	下旬	6.35	4.91	2.75	1.83	0.00	0.00	0.00	0.00	11.53	0.00	1.61	1.23	6.14	577.6	85.9
2	上旬	6.29	4.91	3.07	0.58	0.41	0.36	0.02	0.02	0.00	0.00	0.17	0.86	6.17	576.8	77.4
	中旬	5.99	4.91	3.07	0.47	0.41	0.36	0.02	0.02	0.00	0.00	0.07	0.42	5.73	576.2	71.2
	下旬	7.28	4.91	3.07	3.66	2.98	2.65	0.18	0.16	0.00	0.00	0.48	0.00	7.89	575.5	77.6
3	上旬	6.26	4.91	2.90	7.54	5.31	4.71	0.32	0.28	0.00	0.00	1.73	0.00	10.21	574.2	122.8
	中旬	6.75	4.91	2.90	5.93	4.45	3.95	0.27	0.23	0.00	0.00	1.16	0.00	9.36	572.5	109.3
	下旬	6.80	4.91	2.90	1.53	1.45	1.29	0.09	0.08	0.00	0.00	0.08	1.48	7.84	571.3	98.5
4	上旬	7.41	4.91	2.92	1.76	1.58	1.41	0.10	0.08	0.00	0.00	0.08	1.65	8.14	570.3	91.4
	中旬	9.00	4.91	2.92	1.90	1.58	1.41	0.10	0.08	0.00	0.00	0.08	3.09	9.58	569.4	105.7
	下旬	13.94	4.91	2.92	1.90	1.58	1.41	0.10	0.08	0.00	0.00	0.08	8.03	14.52	568.4	157.4
5	上旬	14.81	9.81	3.02	2.52	1.98	1.76	0.12	0.10	0.37	0.00	0.07	0.00	11.79	567.8	126.3

	中旬	13.77	9.81	3.02	18.75	17.50	15.52	1.05	0.92	0.42	0.00	0.07	0.00	27.31	565.6	280.1
	下旬	7.13	7.13	3.02	16.32	14.93	13.24	0.90	0.79	0.19	0.00	0.08	0.00	22.06	560.7	147.8
6	上旬	15.54	9.81	3.05	13.60	12.40	11.00	0.75	0.65	0.00	0.00	0.00	0.00	22.21	556.4	134.4
	中旬	6.32	6.32	3.05	18.35	7.62	6.76	0.46	0.40	0.00	8.97	0.93	0.00	13.93	551.2	99.7
	下旬	5.63	5.63	3.05	13.64	7.62	6.76	0.46	0.40	0.14	4.48	0.93	0.00	13.25	544.2	76.8
7	上旬	57.94	9.81	2.77	10.74	9.06	8.03	0.55	0.48	0.29	0.00	0.82	0.00	18.87	547.2	122.6
	中旬	67.34	9.81	2.77	11.98	10.30	9.14	0.62	0.54	0.00	0.00	0.82	0.00	20.11	559.3	134.4
	下旬	17.49	9.81	2.77	10.65	9.37	8.31	0.56	0.49	0.09	0.00	0.83	0.00	19.18	564.1	210.0
8	上旬	69.69	9.81	2.76	11.11	9.46	8.39	0.57	0.50	0.24	0.00	0.82	0.00	19.27	568.1	207.7
	中旬	40.92	9.81	2.76	10.25	8.53	7.57	0.51	0.45	0.24	0.00	0.82	0.00	18.34	574.6	221.9
	下旬	16.02	9.81	2.76	7.33	5.91	5.24	0.36	0.31	0.42	0.00	0.83	0.00	15.72	575.8	213.2
9	上旬	16.69	9.81	2.68	3.43	2.99	2.65	0.18	0.16	1.05	0.00	0.00	0.00	12.80	575.3	156.7
	中旬	19.28	9.81	2.68	0.86	0.68	0.60	0.04	0.04	1.28	0.00	0.00	0.00	10.49	575.8	129.4
	下旬	54.27	9.81	2.68	1.02	0.97	0.86	0.06	0.05	1.05	0.00	0.00	0.00	10.78	579.3	140.8
10	上旬	14.52	9.81	2.59	0.77	0.77	0.69	0.05	0.04	0.56	0.00	0.00	0.00	10.58	582.5	145.1
	中旬	10.46	9.81	2.59	0.77	0.77	0.69	0.05	0.04	0.80	0.00	0.00	0.00	10.58	582.3	139.7
	下旬	8.71	8.71	2.59	0.70	0.70	0.62	0.04	0.04	0.73	0.00	0.00	0.00	9.41	581.8	126.8
11	上旬	7.33	4.91	2.72	0.77	0.77	0.69	0.05	0.04	0.49	0.00	0.00	2.42	8.10	581.2	108.8
	中旬	7.32	4.91	2.72	0.77	0.77	0.69	0.05	0.04	0.81	0.00	0.00	2.42	8.10	580.5	107.7
	下旬	6.90	4.91	2.72	0.77	0.77	0.69	0.05	0.04	0.88	0.00	0.00	2.00	7.68	579.8	101.1
12	上旬	6.66	4.91	2.43	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.65	0.00	0.00	1.75	6.66	579.2	86.8
	中旬	6.59	4.91	2.43	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.44	0.00	0.00	1.69	6.59	578.6	85.2
	下旬	6.28	4.91	2.43	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.17	0.00	0.00	1.37	6.28	578.1	88.5

2.9 工程征地及移民安置

2.9.1 工程征占地

2.9.1.1 涉及行政区域

焦岩水库工程建设征地涉及城固县 2 镇 8 个村，分别为双溪镇双溪村、石堰坪村、水磨村和桔园镇小北村、深北村、桔园村、杨家滩村、升仙村。

2.9.1.2 主要实物指标

(1) 土地

1) 永久占地

水库淹没。水库淹没影响区征收各类土地面积 9104.62 亩，其中耕地 394.16 亩、园地 1704.05 亩、林地 3009.41 亩、草地 60.79 亩、住宅用地 202.28 亩、交通运输用地 330.44 亩、水域及水利设施用地 3310.13 亩、工矿仓储用地 61.78 亩、公共管理与公共服务用地 23.97 亩、特殊用地 5.03 亩、其他土地 2.58 亩。

枢纽工程占地：枢纽工程建设区永久占地涉及各类土地总面积 1407.45 亩，涉及耕地 29.59 亩、园地 300.64 亩、林地 723.24 亩、住宅用地 11.64 亩、交通运输用地 42.26 亩、水域及水利设施用地 287.69 亩、工矿仓储用地 12.20 亩、公共管理与公共服务用地 0.2 亩。

2) 临时用地

枢纽工程施工过程中临时堆场、弃渣场、辅助企业加工厂临时征用土地 241.80 亩，中涉及耕地 7.20 亩、园地 33.32 亩、林地 193.76 亩、住宅用地 1.57 亩、交通运输用地 1.39 亩、水域及水利设施用地 2.65 亩、工矿仓储用地 1.92 亩。

(3) 其他

涉及搬迁人口 519 户 1642 人、各类房屋总面积 10.47 万 m²、零星树木 3994 棵；涉及小北村、石堰坪村、水磨村、深北村 9 处人饮提水站，5 处管道引水工程；涉及农副业设施 8 处；涉及工业企业 14 家；各类专业项目有：三级公路 21.96km、四级公路 17.74km、桥梁 15 座；35kV 线路 3.10km、10kV 线路 20.28km、0.4kV 线路 16.96km、变压器 11 台 1260kVA；联通线路 27.9km、移动线路 27.30km、电信线路 26.63km、铁塔公司线路 5.06km、广电线路 53.30km；跃进渠引水坝和

干渠 6.30km、双溪水电站和樵坝水电站拆除后移交当地政府的管理房各 1 处；涉及军事设施 1 处。

工程建设征地实物指标表建表 2.8.1-1

表 2.8.1-1 焦岩水利枢纽工程实物调查成果汇总表

序号	项目	单位	合计	水库淹没影响区			枢纽区
				小计	淹没区	影响区	
	土地面积	km ²	7.17	6.07	5.94	0.13	1.10
	陆地	km ²	4.77	3.86	3.73	0.13	0.91
	水域	km ²	2.40	2.21	2.21		0.19
	总面积	亩	10753.87	9104.62	8908.80	195.82	1649.25
一	农村部分						
(一)	征收土地面积	亩	10512.07	9104.62	8908.80	195.82	1407.45
1	耕地	亩	423.75	394.16	384.83	9.33	29.59
2	园地	亩	2004.69	1704.05	1528.40	175.65	300.64
3	林地	亩	3732.65	3009.41	3009.41		723.24
4	草地	亩	60.79	60.79	60.79		
5	住宅用地	亩	213.92	202.28	193.97	8.31	11.64
6	交通运输用地	亩	372.70	330.44	327.91	2.52	42.26
7	水域及水利设施用地	亩	3597.82	3310.13	3310.13		287.69
8	工矿仓储用地	亩	73.98	61.78	61.78		12.20
9	公共管理与公共服务用地	亩	24.17	23.97	23.96	0.01	0.20
10	特殊用地	亩	5.03	5.03	5.03		
11	裸岩石砾地	亩	2.58	2.58	2.58		
(二)	征用土地	亩	241.80				241.80
1	耕地	亩	7.20				7.20
2	园地	亩	33.32				33.32
3	林地	亩	193.76				193.76
4	草地	亩					

5	住宅用地	亩	1.57				1.57
6	交通运输用地	亩	1.39				1.39
7	水域及水利设施用地	亩	2.65				2.65
8	工矿仓储用地	亩	1.92				1.92
(三)	搬迁人口	人					
	户数	户	519	496	488	8	23
	人数	人	1642	1575	1549	26	67
(四)	房屋面积	m ²	104679.88	100355.76	99040.56	1315.20	4324.12
(五)	水利设施						
1	生产生活用房						
	砖混 (m ²)	m ²	114.37	114.37	114.37		
2	附属建筑物						
2.1	机井(口)	口	1	1	1		
2.2	围墙	m ²	136.80	136.80	136.80		
2.3	蓄水池 (m ³)	m ³	357.70	357.70	357.70		
2.4	输水管道 (m)	m	31200.00	31200.00	31200.00		
2.5	浆砌石 (m ³)	m ³	4.00	4.00	4.00		
2.6	铁大门 (个)	个	2	2	2		
二	工业企业	个	14	12	12		2
三	专业项目						
1	公路工程						
	三级公路	km	21.96	20.76	20.76		1.20
	四级公路	km	17.74	16.19	16.19		1.55
	桥梁	m/座	1048.5/15	802.5/13	802.5/13		246/2
2	输变电工程						
	35kV	km	3.10	1.90	1.90		1.20
	10kV	km	20.28	18.88	18.88		1.40
	0.4kV	km	16.96	15.66	15.66		1.30

	变压器	kVA/ 台	1260/11	1260/11	1260/11		
3	通信工程	km	86.89	83.29	83.29	0	3.6
4	广播电视工程	km	53.30	51.70	51.70		1.60
5	水利水电工程						
5.1	跃进渠	km	6.30	5.20	5.20		1.10
5.2	双溪水电站						
	砖混	m ²	799.04	799.04	799.04		
	砼场	m ²	989.40	989.40	989.40		
	浆砌石	m ³	6840.00	6840.00	6840.00		
5.3	樵坝水电站						
	砖混	m ²	208.00	208.00	208.00		
6	其他						
	军事设施	处	1	1	1		

2.9.2 移民安置规划

2.9.2.1 生产安置规划方案

根据移民安置规划指导思想和安置原则，在征收土地影响评价分析的基础上，根据移民安置意愿和移民当前生产技能。规划农村移民生产安置以有土安置和自谋职业相结合的安置方式进行安置。

焦岩水库工程规划水平年生产安置 1100 人，生产安置方案主要采取以农业和非农安置相结合和其他安置方式相结合安置方式；其中配置土地 569 人、占总生产安置人口比重为 52%；其他安置方式 531 人占总生产安置人口比重为 48%。经环境容量分析，通过该安置方式可妥善安置本工程的生产安置人口。

表 2.8.2-1 焦岩水利枢纽工程生产安置人口对接表

区域	村	组	水库淹没区		枢纽工程区		设计基 准	规划设 计	生产安置去向对 接表	
			设计基	规划水	设计基	规划水	年合计	水平年	农业安	自谋职

			准年	平年	准年	平年			置	业安置
			人	人	人	人			(人)	(人)
桔园镇	小北村	1	269	276			269	276	156	120
		2	149	153			149	153	72	81
		3	97	100			97	100	84	16
		4	4	5			4	5		5
	深北	1	8	9	2	3	10	12	12	
		2								
		3								
	桔园村	7			94	95	94	95		95
		8			15	16	15	16		16
	升仙村	6			22	23	22	23		23
		7			36	37	36	37		37
	杨家滩	1	11	12	56	57	67	69		69
	小计		538	555	225	231	763	786	324	462
双溪镇	水磨	1								
		2	15	16			15	16	3	13
		3	49	51			49	51	48	3
	石堰坪村	1								
		2	10	11			10	11	11	
		3	7	8			7	8		8
		4	28	29			28	29	24	5
		6								
		7	7	8			7	8	7	1
		8	14	15			14	15	14	1
		9	130	134			130	134	96	38
		10	40	42			40	42	42	
		双溪街								

	小计	300	314			300	314	245	69
	合计	838	869	225	231	1063	1100	569	531

2.9.2.2 移民搬迁安置方案

根据工程建设征地影响实际情况及移民意愿征询结果，焦岩水利枢纽工程搬迁安置以集中安置、分散安置以及自谋出路的安置方式进行安置。至规划水平年搬迁安置 519 户，1696 人。

表2.8.2-2 焦岩水利枢纽工程搬迁安置人口对接表

区域	村	组	基准年	水平年	搬迁安置去向对接											
			合计	合计	双溪集中安置点		新街集中安置点		万家营集中安置点		自谋出路安置		分散安置		小计	
			人	人	户	人	户	人	户	人	户	人	户	人	户	人
桔园镇	小北	1	325	334			46	146	47	156	9	31			102	333
		2	267	274			58	184	19	72	5	19			82	275
		3	95	98			3	11	21	84	1	3			25	98
	深北	1	81	83									27	83	27	83
		2	8	9									2	9	2	9
		3	17	18									4	18	4	18
	小计		793	816			107	341	87	312	15	53	33	110	242	816
双溪镇	水磨	1	1	2							1	2			1	2
		2	13	14							4	11	1	3	5	14
		3	59	62							5	14	14	48	19	62
	石堰坪	2	44	46					2	6	2	5	10	35	14	46
		3	13	14	3	14									3	14

		4	37	38			3	14	6	24					9	38
		7	103	107	6	16			7	20	21	58	5	13	39	107
		8	114	118	9	26			2	6	12	33	18	53	41	118
		9	116	119			4	10	29	86	5	13	3	10	41	119
		10	86	89					14	62	6	15	3	12	23	89
	双溪街	3	4	3	4										3	4
	小计		627	653	21	60	7	24	60	204	56	151	63	214	207	653
易地扶贫 搬迁点	小北安置点	65	67										17	67	17	67
	石堰坪安置点	114	117	28	117										28	117
	双困户	43	43	25	43										25	43
	小计	222	227	53	160								17	67	70	227
合计		1642	1696	74	220	114	365	147	516	71	204	113	391	519	1696	

(1) 集中安置

1) 新街集中安置点

新街集中安置点位于桔园镇下街社区，距城固县城 15km,位于桔园镇区，距离镇政府 200m，交通便利。规划该安置点安置 114 户 365 人。该安置点占地 75 亩。



新街集中安置点场区地貌图

新街集中安置点按照 110 m²/人的建设用地标准控制，采用底层农村独栋独院式农村住宅，建筑规划 1-2 层，满足建筑防火设计及基本日照要求。安置点所需小学等教育设施村级卫生室、超市、活动室、邮政代办点、电信代办点等公共服务设施在桔园镇解决。

生活供水：规划从西侧市政管网接入，满足安置点内生活、消防用水。污、废水排水定额按生活用水定额的 80% 确定。污水干管管径为 DN300，管材采用双壁波纹管（HDPE），污水收集后排入西侧污水市政管网。屋面雨水排至地面，地面雨水通过雨水管汇集后排入西侧雨水市政管网。

规划布设垃圾箱 1 个，垃圾收集点 1 处。生活垃圾按每人每天生产 1.0kg 计算，安置点每天将生产垃圾 420kg，生活垃圾实现村收集--镇转运--县处理的方式，最终由县垃圾填埋场进行无害化处理。

天然气工程：安置点接镇区天然气官网，居民点内天然气管道均按照埋地敷

设。

2) 万家营集中安置点

万家营安置点位于桔园镇下街社区万家营村，距城固县城 13km，距离镇政府公路里程 2km。安置点紧邻 X213，交通极为便利。该安置点安置 147 户 516 人，该安置点面积 80 亩。



万家营集中安置点居场区地貌图

万家营集中安置点按照 110 m²/人的建设用地标准控制，采用底层农村独栋独院式农村住宅，建筑规划 1~2 层。其中安置点所需小学等、超市、活动室、邮政代办点、电信代办点等公共服务设施由桔园镇提供。

生活供水规划：从西侧市政管网接入，满足安置点内生活、消防用水。生活与消防合管布置，管网沿小区道路人行道或绿化带埋地敷设。

污、废水排水定额按生活用水定额的 80% 确定。污水干管管径为 DN300，管材采用双壁波纹管（HDPE），污水收集后排入南侧污水市政管网。

区内电力、电信线路由镇区引入，沿主要道路接入住户配送。

规划布设公厕 1 处、垃圾箱 1 个，垃圾收集点 1 处。生活垃圾按每人每天生产 1.0kg 计算，安置点每天将生产垃圾 525kg，生活垃圾实现村收集--镇转运--县处理的方式，最终由县垃圾填埋场进行无害化处理。

天然气工程：安置点接镇区天然气管网，居民点内天然气管道均按照埋地敷设。

3) 双溪集中安置点

双溪集中安置点位于双溪镇双溪村以西城石路西侧河流西岸地块，距城固县城 38km, 距离镇政府直线距离 300m。该安置点安置 74 户 220 人，其中易地扶贫搬迁 28 户 117 人、双困户 25 户 43 人、双溪村 21 户 60 人。该安置点征收双溪村用地 45 亩。



双溪集中安置点场区地貌图

双溪集中安置点双溪村移民安按照 110 m²/人的建设用地标准控制，采用底层农村独栋独院式农村住宅，建筑规划 1-2 层。安置点所需小学等教育设施在双溪镇解决，邮政代办点、电信代办点等公共服务设施由双溪镇提供。

本安置点生活供水规划从东侧市政管网接入，满足安置点内生活、消防用水。生活与消防合管布置，管网沿小区道路人行道或绿化带埋地敷设。

本区域采用雨污分流的排水体制。污、废水排水定额按生活用水定额的 80% 确定。污水干管管径为 DN300，管材采用双壁波纹管（HDPE），污水收集后排

入南侧拟建的污水处理站，生活污水处理后用于农田灌溉。

区内电力、电信线路由镇区引入，沿主要道路接入住户配送。

规划布设公厕 1 处、垃圾箱 1 个，垃圾收集点 1 处。生活垃圾按每人每天生产 1.0kg 计算，安置区每天将生产垃圾 175kg，生活垃圾实现村收集--镇转运--县处理的方式，最终由县垃圾填埋场进行无害化处理。

(2) 分散安置

本村后靠分散安置 113 户 391 人，由移民户根据省、市、县相关规定在满足安全环保的前提下，在本村组内自主选择建房地自主建房。

分散安置需做到不占基本农田、少占耕地、避开地质灾害区域；

分散安置宅基地标准：130 m²/户；

分散安置不再配备公共建筑，水、电路等基础设不再单独建设。

(3) 自谋出路安置

根据移民意愿并结合移民自身实际情况 71 户 204 人选择自谋出路安置，该部分移民自行购买商品住房安置。

2.9.3 库区专业项目复建规划

焦岩水利枢纽工程建设征地涉及的专业项目包括库周交通、电力设施、电信设施、水利水电设施、文物古迹、矿产资源等。

2.9.3.1 交通运输施恢复方案

焦岩水利枢纽工程建设征地影响县道 X213(城石路)、小黄公路、史家庄通村公路等 9 条道路，为保持交通通畅，方便群众出行，对所影响道路进行复改建。

表2.8.3-1 焦岩水利枢纽工程复建道路基本情况一览表

序号	淹没道路 名称	起终点	复建等级	设计速度 (km/h)	长度 (m)	路基宽度 (m)	路面宽度 (m)	路面结构
1	X213 城石路	深北沟-双溪街	三级公路	40	19200	7.5	6.5	水泥混凝土
2	小黄公路	X213-上樵坝村	四级公路	20	6687	4.5	3.5	水泥混凝土
3	史家庄通村公路	小黄路-史家庄	四级公路	20	706	4.5	3.5	水泥混凝土
4	崖背后通组路	蜂岩沟-X213	四级公路	20	143	4.5	3.5	水泥混凝土
5	三滥路	水磨村- X213	三级公路	40	406	7.5	6.5	水泥混凝土
6	土垣村通村公路	农耕广场-土垣村	四级公路	20	1241	4.5	3.5	水泥混凝土
7		土垣村-X213	四级公路	20	745	4.5	3.5	水泥混凝土
8	高洞河通村公路	三流水-高洞河村	四级公路	20	752	4.5	3.5	水泥混凝土
9	染坊村通村公路	高洞河村-染坊村	四级公路	20	717	4.5	3.5	水泥混凝土

2.9.3.2 输变电工程复建

焦岩水利枢纽工程枢纽工程建设区和水库淹没影响电力线路共 40.34km，其中 35kV 线路 2 条长 3.1km；10kV 线路 10 条长 20.27km，0.4kV 线路 12 条长 16.96km，变压器 11 台 1260kVA。在征询权属部门意见基础上，按照相关规程规范，结合移民搬迁规划和库周交通复建规划，进行通输变电设施复该建。

2.9.3.3 广播电视工程复建

本工程涉及广电所属的双溪、小河主干线路，影响线路长度为 53.3km，对所涉及的线路，在征询主管部门意见的基础上，按照相关规程规范，结合工程实际影响情况、移民搬迁规划和库周交通复建规划，进行通讯设施复建。

2.9.3.4 通讯工程复建

水库淹没影响通讯设施涉及联通杆路 27.9km，通信光缆 33km；移动杆路 27.3km，通信光缆 154.06km；电信杆路 26.63km，通信光缆 90.18km；铁塔公司杆路 5.06km。在征询各权属部门意见基础上，按照相关规程规范，结合工程实际影响情况、移民搬迁规划和库周交通复建规划，进行通讯设施复建。

2.9.3.5 水利水电设施恢复方案

焦岩水利枢纽工程建设征地涉及跃进渠，水库建成后，焦岩水库工程灌区将结合跃进渠灌区保留设施进行统一规划，彻底解决跃进渠灌区供水问题。

对双溪水电站和樵坝水电站涉及的管理用房按照现有权属进行一次性补偿处理。

2.9.3.6 文物古迹及矿产资源压覆

根据城固县文化和旅游局《关于焦岩水库建设项目是否涉及文物保护单位的复函》，焦岩水库工程建设项目不在各级文物保护单位保护范围及建设控制范围之内，建设征地范围内不涉及文物古迹。

根据《焦岩水库压覆重要矿产资源评估报告》（审定本），该项目建设征地范围内未压覆已查明的重要矿产资源。

2.10 工程管理

根据《水利工程管理单位编制定员试行标准》SLJ705-81，焦岩水利枢纽建设管理人员编制为 86 人，人员组成如下：运营管理人员 31 人，生产人员 55 人，其中运行人员 15 人，电气检修人员 18 人，水工人员 12 人，其他人员 10 人。

2.11 工程投资

工程总投资 392729.27 万元，其中环境保护工程静态投资 63187.43 万元、水土保持工程静态投资 8853.11 万元。

3 工程分析

3.1 工程与相关政策、规划符合性分析

3.1.1 与产业及行业相关政策规划的符合性分析

3.1.1.1 与产业政策符合性分析

焦岩水利枢纽工程开发任务是“以灌溉、供水为主，结合防洪、兼顾发电、为改善水生态环境创造条件”。根据《产业结构调整指导目录（2024 年本）》，本工程属鼓励类水利项目第一项水资源利用和优化配置中的“综合利用水利枢纽工程”，其建设符合国家产业政策。

3.1.1.2 与《“十四五”水安全保障规划》符合性分析

全国《“十四五”水安全保障规划》指出“十四五”期间要抓好 8 个方面重点任务：一是实施国家节水行动，强化水资源刚性约束；二是加强重大水资源工程建设，提高水资源优化配置能力；三是加强防洪薄弱环节建设，提高流域防洪减灾能力；四是加强水土保持和河湖整治，提高水生态环境保护治理能力；五是加强农业农村水利建设，提高乡村振兴水利保障能力；六是加强智慧水利建设，提升数字化网络化智能化水平；七是加强水利重点领域改革，提高水利创新发展能力；八是加强水利管理，提高水治理现代化水平。其中第二个方面重点任务强调按照“强骨干、增调配、成网络”的思路，立足流域整体和水资源空间配置，抓紧推进一批跨流域跨区域水资源配置工程建设。推进论证吉林八里哨，……，陕西焦岩，……，完善项目前期工作。该规划于 2022 年 1 月经国务院同意，国家发展改革委、水利部印发。

焦岩水库被列为《规划》重点水源工程之一，工程建设符合《“十四五”水安全保障规划》的要求。

3.1.1.3 与《陕西省“十四五”水利发展规划》符合性分析

在远景展望中提到：2035 年，构建陕西智慧水网，建成与基本实现社会主义现代化相适应的水安全保障体系。建成黄河古贤陕西供水、引汉济渭、引嘉入

汉、陕甘宁革命老区供水、榆林黄河东线引水、白龙江延安供水、**焦岩水利枢纽**、玉带河水库等水资源配置工程，为经济社会发展提供优质水资源。因此，本工程符合该规划要求。

3.1.1.4 与《汉中市水资源保护利用专项规划》符合性分析

长江勘测规划设计研究有限责任公司于 2021 年 12 月编制完成《汉中市水资源保护利用专项规划》报告中提到汉中市水资源开发总体格局：

汉中平原现状年区域调蓄能力相对较差、地下水开发利用水平较高；规划年通过**焦岩水利枢纽**和玉带河水库建设，与已建石门水库、党河水库、云河水库等联合调配，系统提高区域水资源调蓄能力，保障区域城镇生活和生产用水，并逐步置换区域地下水，改善区域水资源涵养条件。

汉中水网布局：构建汉中市“五纵三横、五库双回”的水网布局，系统提升汉中水资源调配能力，促进汉中水资源集约节约利用。其中“五库”是指石门、**焦岩**、党河、玉带河、云河等五座主要调蓄水库，通过 5 座主要调蓄水库联合调度，可保障汉中平原供水安全，同时可实现汉江特枯年份向汉江干流应急补水的功能。

《汉中市水资源保护利用专项规划》中指出新建焦岩水利枢纽的工程任务为向汉台区、城固县和洋县城乡供水，向石门灌区和湑水河灌区补充灌溉。

本工程主要任务与该规划是相符的。

3.1.2 与生态保护相关法规及规划符合性分析

3.1.2.1 与《中华人民共和国长江保护法》符合性分析

《中华人民共和国长江保护法》第二十九条“长江流域水资源保护与利用，应当根据流域综合规划，优先满足城乡居民生活用水，保障基本生态用水，并统筹农业、工业用水以及航运等需要”；第三十二条“国务院有关部门和长江流域地方各级人民政府应当采取措施，加快病险水库除险加固，推进堤防和蓄滞洪区建设，提升洪涝灾害防御工程标准，加强水工程联合调度，开展河道泥沙观测和河势调查，建立与经济社会发展相适应的防洪减灾工程和非工程体系，提高防御水旱灾害的整体能力”；第五十九条“对鱼类等水生生物洄游产生阻隔的涉

水工程应当结合实际采取建设过鱼设施、河湖连通、生态调度、灌江纳苗、基因保存、增殖放流、人工繁育等多种措施，充分满足水生生物的生态需求”。

焦岩水利枢纽工程主要任务为灌溉、供水为主，结合防洪、兼顾发电、为改善水生态环境创造条件水利枢纽工程，是解决汉中市灌溉、供水、防洪的关键性工程，已列入《长江流域综合规划》；设计过程中根据区域水生生态特点和保护对象，考虑了过鱼措施、栖息地保护（河道连通）、增殖放流、生态调度等措施。因此，工程实施符合《中华人民共和国长江保护法》要求。

3.1.2.2 与《陕西省秦岭生态环境保护条例》符合性分析

本工程涉及陕西省秦岭生态环境保护范围的重点保护区和一般保护区。根据《陕西省秦岭生态环境保护条例》第十八条规定“在核心保护区、重点保护区实施能源、交通、水利、国防等重大基础设施建设和战略性矿产资源勘查项目，应当依法进行环境影响评价，报省人民政府审定”；第三十二条规定“在秦岭调度水资源，建设水电站、水库等水工程，应当符合省秦岭生态环境保护总体规划、秦岭水资源保护利用专项规划，保障江河的合理流量和湖泊、地下水的合理水位，维护生态平衡。建设和运营涉河蓄水、拦水工程设施，应当保证生态基流量，采取修建过鱼设施等措施，消除或者减少对水生野生动物的不利影响”。

焦岩水利枢纽工程主要任务为灌溉、供水为主，结合防洪、兼顾发电、为改善水生态环境创造条件水利枢纽工程，工程已列入《国家大型水库规划》、《全国“十四五”水安全保障规划》、《长江流域综合规划》，属于重大基础设施建设。根据大坝水力消能及生态流量泄放需求，设置3台消能发电机组（两大1小）+1台生态机组，总装机容量51MW。3台消能发电机组可节约3台大口径泄水消能阀，且机组发电仅利用灌溉水量、生态下泄水量、弃水量；焦岩水利枢纽工程机组装机容量及发电量较小，可在陕西电网内消纳，其优质电量有利于电网的安全运行，所产生电量清洁可循环，能减少陕西省内的化石能源消耗，对环境保护，减霾减排具有积极的意义。

工程已纳入了《秦岭水资源保护利用专项规划》，依法开展了环境影响评价工作，并采取下泄生态流量保障措施、过鱼措施、鱼类增殖放流措施、植被恢复措施等，最大限度减小对生态环境的影响，符合《条例要求》。

2023年10月，汉中市秦巴生态保护委员会办公室出具《关于汉中市焦岩水

利枢纽工程有关情况的说明》提出“焦岩水利枢纽工程属于国家重大水利基础设施建设项目，符合《陕西省秦岭生态环境保护条例》”。

3.1.2.3 与《陕西省湿地保护条例》的符合性分析

《陕西省湿地保护条例》第二十七条提出“禁止在天然湿地范围内从事下列活动：（一）开垦、烧荒；（二）擅自排放湿地蓄水；（三）破坏鱼类等水生生物洄游通道或者野生动物栖息地；（四）擅自采砂、采石、采矿、挖塘；（五）擅自砍伐林木、采集野生植物，猎捕野生动物、捡拾鸟卵或者采用灭绝性方式捕捞鱼类及其他水生生物；（六）向天然湿地内排放超标污水或者有毒有害气体，投放可能危害水体、水生生物的化学物品；（七）向天然湿地及其周边 1km 范围内倾倒固体废弃物；（八）擅自向天然湿地引入外来物种；（九）其他破坏天然湿地的行为。”

可研原设计在库区左岸山坡设置备用块石料场 1 个，地表植被为天然林地，涉及生态保护红线，环评阶段提出保护林地植被，避让生态保护红线，不启用该料场，可研设计已采纳该建议。通过比选，本工程填筑料源采用坝址区开挖料，混凝土骨料来源于枢纽区、罗湾、太极湾、土垣村、鸡冠岩、石堰坪 6 个库区渭水河低漫滩天然砂砾料场，上述料场均无法避让渭水河省级重要湿地范围。本工程为重点水利项目，取料均为工程服务，且位于水库淹没区范围，不属于“擅自采砂取土”的情形。拟启用的砂砾石料场均为渭水河低漫滩，平水期及枯水期砾石裸露，实际未占用湿地植被，且位于水库淹没范围内；施工过程中，对开挖的断面和裸露区域采用防尘网苫盖的方式进行防护。

本项目设置 1 个弃渣场，位于下游左岸，渣场容量 150 万 m^3 ，与河道距离超过 1km，不涉及渭水河省级重要湿地，不在湿地范围内堆放弃渣。

汉中渭水河省级重要湿地从洋县华阳镇到洋县渭水镇沿渭水河至渭水河与汉江交汇处，包括渭水河河道、河滩、泛洪区及河道两岸 1km 范围内的人工湿地，湿地类型主要是河流湿地、内陆滩涂、坑塘湿地、泛洪湿地等，湿地范围较大。根据三线一单核对结果，本次永久占地和水库淹没湿地面积为 11.02 hm^2 （由原有自然湿地河流湿地、内陆滩涂和坑塘湿地转换为库塘湿地类型，形成水库水面），因本工程主要淹没范围位于山区河段，受地形限制两岸湿地面积较少，渭水河湿地主要分布在出山口以下，因此本工程对湿地结构、功能以及景观影响有

限，不会造成根本性变化。

项目环评阶段委托国家林业和草原局西北调查规划设计院开展了《焦岩水利枢纽工程选址涉及汉中渭水河省级重要湿地影响专题》，2023年7月，陕西省林业局出具了《关于焦岩水利枢纽工程选址涉及汉中渭水河省级重要湿地的意见》（陕林湿字[2023]290号），同意工程占用渭水河湿地。工程建设与《陕西省湿地保护条例》相符合。

3.1.2.4 《陕西省秦岭水资源保护利用专项规划》符合性分析

2021年，陕西省水利厅发布了《陕西省秦岭水资源保护利用专项规划》。规划围绕提高秦岭水源涵养能力，加强饮用水水源地保护，确保水源安全的中心任务，布局了秦岭范围内水资源保护、水生态修复、水资源利用、山洪灾害防治等水资源保护利用等规划内容。其中“水资源利用规划”中提出“秦岭生态保护区共规划新建调蓄水库工程56座，其中大型水库2座（**焦岩水库**、双庙崖水库），中型水库11座，小型水库43座；规划水库建设任务包括防洪保安、以及向水资源供需矛盾突出的城镇进行生活供水，向重要灌区灌溉供水，以及向重要的河道内、河道外生态环境供水等；规划要求新建水库应确保下泄河道生态基流，必要时建设过鱼设施，以减免对河段水生野生动物的不利影响。”

焦岩水利枢纽工程已纳入《陕西省秦岭水资源保护利用专项规划》，工程拟定任务符合规划要求，并设计过程中有生态流量下泄设施、过鱼设施、栖息地保护等措施，符合《陕西省秦岭水资源保护利用专项规划》的要求。

3.1.3 与“三线一单”符合性分析

3.1.3.1 生态保护红线符合性分析

根据自然资源部2022年9月批复的生态保护红线调整成果，本工程坝址和库区不涉及生态保护红线。根据《关于加强生态保护红线管理工作的通知》（试行），在生态保护红线内，自然保护地核心保护区外，在符合现行法律法规的前提下，允许对生态功能不造成破坏的有限人为活动，其中包括必须且无法避让，符合县级以上国土空间规划的线性基础设施建设、**防洪和供水设施**建设与运行维护。本工程不属于生态保护红线内禁止开发项目。

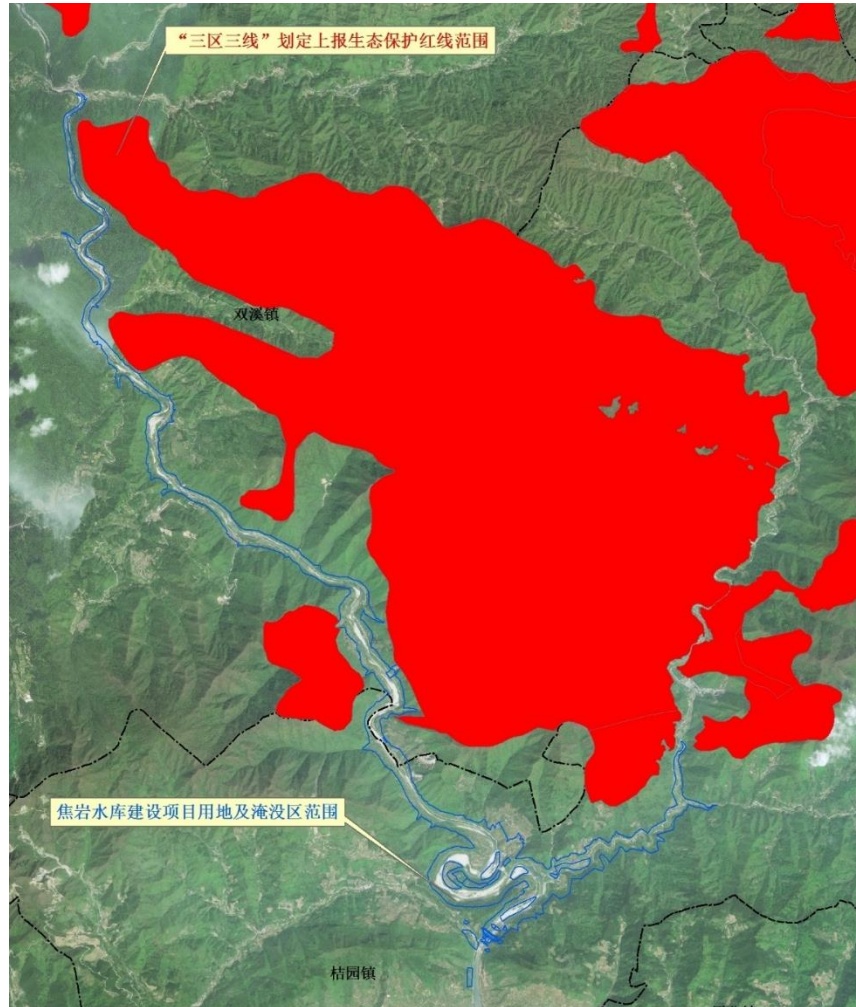


图 3.1.3-1 项目占地范围与生态保护红线现阶段成果关系

3.1.3.2 资源利用上线符合性分析

为落实最严格水资源管理制度水资源开发利用和用水效率控制红线，焦岩水库工程实行用水总量控制和用水定额管理，建立总量控制与定额管理相结合的用水管理制度。焦岩水库下泄生态流量 11 月-次年 4 月不低于 $4.91\text{m}^3/\text{s}$ ，5-10 月不低于 $9.81\text{m}^3/\text{s}$ ，分别占坝址断面多年平均流量的 15%、30%，可符合资源利用上线要求。

3.1.3.3 环境质量底线符合性分析

根据水环境功能区划，湑水河从河源至焦岩断面水质目标为Ⅱ类，焦岩断面下游至入汉江口水质目标为Ⅲ类。本次环评要求工程在施工及运行中产生的生产、生活废（污）水进行处置后综合利用，不外排，不会对水环境产生影响。因

此，工程实施可满足河段水环境质量底线的要求。

经预测、分析，工程施工期、运行期在采取相应环保措施后，环境空气、声环境、地下水、土壤等环境质量均满足功能区环境质量要求，工程建设符合环境质量底线要求。

3.1.3.4 生态环境分区管控方案符合性分析

对照《汉中市“三线一单”生态环境分区管控方案》，本工程涉及优先保护单元和一般管控单元，共涉及渭水河国家级水产种质资源保护区等 6 个生态环境分区，工程均符合环境管控分区的准入要求。

表 3.1.3-1 工程涉及生态管控单元及符合性分析

序号	环境管控单元代码	环境管控单元名称	管控单元分类	单元属性	管控要求	工程情况	符合性
1	ZH61072210003	渭水河国家级水产种质资源保护区	优先保护单元	水产种质资源保护区、重要湿地、一般生态空间、秦岭重点保护区、一般生态空间_国家二级公益林	1、不得损害水产种质资源及其生存环境； 2、特别保护期内不得从事捕捞、爆破作业及其他可能对保护区内生物资源和生态环境造成损害的活动； 3、禁止在水产种质资源保护区内新建排污口。 4、在水产种质资源保护区内从事水利工程、疏浚航道、建闸筑坝、勘探和开采矿产资源等工程建设的，或者在水产种质资源保护区内从事可能损害保护区功能的工程建设活动的，应当按照国家有关部门规定编制建设项目对水产种质资源保护区的影响专题论证报告，并将其纳入环境影响评价报告书。	本工程不涉及管控要求中提到的禁止行为；本工程开展《陕西省汉中市渭水河焦岩水利枢纽工程建设对渭水河国家级水产种质资源保护区影响专题论证报告》，并通过农村农业部审查《关于陕西省汉中市渭水河焦岩水利枢纽工程建设对渭水河国家级水产种质资源保护区影响专题论证报告的审查意见》（长渔函字[2023]101 号）；通过论证，工程实施通过采取过鱼措施、泄放生态流量、生态调度、栖息地保护、增殖放流等措施后对水产种质资源保护区影响可控，同时在施工和运行过程中产生的生产生活废水处理综合利用不外排，禁止施工人员及水库工作人员进行捕捞。因此，工程实施符合渭水河国家级水产种质资源保护区优先管控区管控要求。	符合
2	ZH61072210005	汉中渭水河湿地	优先保护单元	重要湿地、一般生态空间、秦岭重点保护区、一般生态空间_国家二级公益林	1、禁止擅自征收、占用国家湿地公园的土地。确需征收、占用的，用地单位应当征收省级林业主管部门的意见后，方可依法办理相关手续。 2、除国家另有规定外，国家湿地公园内禁止开展下列行为：开垦、填埋或者排干湿地；截断湿地水源等活动。	汉中渭水河湿地属于省级重要湿地，工程开展《焦岩水利枢纽工程选址涉及汉中渭水河省级重要湿地影响专题》，通过论证工程实施对湿地影响可控，陕西省林业局印发《关于焦岩水利枢纽工程选址涉及汉中渭水河省级重要湿地的意见》（陕林湿字[2023]290 号），同意工程实施。 因此，工程建设符合汉中渭水河湿地优先保护单元管控要求。	符合

3	ZH61072210007	城固县二级国家公益林	优先保护单元	一般生态空间、一般生态空间_国家二级公益林	1.对国家级公益林实行“总量控制、区域稳定、动态管理、增减平衡”的管理机制。3.二级国家公益林在不影响整体森林生态系统功能发挥的前提下，可以合理利用其林地资源，适度开展林下种植养殖和森林游憩等非木质资源开发与利用，科学发展林下经济。4.国家公益林的调出，以不影响整体生态功能、保持集中连片为原则，一经调出，不得再次申请进补。	根据《国家级公益林管理办法》，二级国家级公益林可按规定进行调出和补进，工程可在以不影响整体生态功能进行补进。因此，工程实施符合城固县二级国家公益林优先保护单元管控要求。	符合
4	ZH61072210009	城固县优先保护单元 2	优先保护单元	一般生态空间	1、重点推进产业发展、城乡建设、设施配套，形成经济发展、人口承载的核心圈； 2、以汉台、城固等区县秦岭保护区域为主，以保护中央水塔为核心，以生态修复为抓手，全面加强水土保持、水源涵养、生物多样性保护，构筑汉中盆地北部生态屏障； 3、严格“两高”项目准入。	焦岩水库建设植被恢复、水土保持措施后可维持水源涵养、生物多样性保护的生态功能；工程不属于“两高”项目，工程建设后可为城固县进行供水和灌溉，对城固县产业发展、城乡建设起到积极作业。工程建设符合城固县优先保护单元管控要求。	符合
5	ZH61072710007	汉中市秦岭重点保护区	优先保护单元	一般生态空间、秦岭重点保护区、一般生态空间_国家二级公益林、农用地优先保护区	重点保护区遵循规定： 1、实施能源、交通、水利、国防等重大基础设施建设和战略性矿产资源勘查项目应当依法进行环境影响评价，报省人民政府审定，保证秦岭生态功能不降低； 不得新建水电站；禁止房地产开发；不得新建、扩建、异地重建宗教活动场所； 2、在秦岭范围内的生产、生活和建设活动应符合秦岭生态环境保护规划，依法采取相应的生态环境保护措施，保证秦岭生态功能不降低； 3、不得进行与其保护功不相符的开发建设活动。已建或者在建水电站，由省水行政主管部门会同省级有关行政主管部门制定评估整治标准及处置方案，由县级以上人民政府依法组织限期整治或者退出、拆除，恢复产业准入清单制度。 一般保护区遵循规定： 1、一般保护区施行“限制目录”“禁止目录”，“限制目录”内的产业、项目必须满足相关规定，“禁止目录”内的产业、项目一律不得进入。 2、秦岭范围内国家公园、自然保护区、自然公园、生态保护红线、饮用水水源保护区、天然林、不可移动文物等特定地理区域、空间的管控措施，依照相关法律、法规 and 规定、规划执行。法律、行政法规对重点保护区、一般保护区的产业、项目有相关规定的，从其相关规定。县级以上人民政府对《产业准入清单》中的产业、项目，有更严格准入规定的，从其规定。	工程建设不涉及管控要求中提出的禁止行为； 在采取工程优化、及相应的保护措施后，工程建设及运行产生的不良环境影响可得到控制，可维持区域生态环境良性循环，工程建设可行。 主管部门意见：汉中市秦巴生态保护委员会办公室出具说明，焦岩水库符合《陕西省秦岭生态环境保护条例》相关规定。 因此，工程实施符合汉中市秦岭重点保护区优先保护单元管控要求。	符合
6	ZH61072230002	城固县一般管控单元 2	一般管控单元	农用地优先保护区	禁止占用耕地建窑、建坟或者擅自在耕地上建房、挖砂、采石、采矿、取土等； 禁止占用基本农田发展林果业和挖塘养鱼； 禁止任何单位和个人闲置、荒芜耕地。	工程建设不涉及农用地优先保护区禁止行为，工程占用耕地后通过补偿，符合农用地优先保护区管控要求。	符合

3.1.4 与水利建设“三先三后”原则符合性分析

根据《水利部 环境保护部关于加强水利工程建设生态环境保护工作的通知》（水规计[2017]315号），引调水、枢纽等工程按照“先节水后调水，先治污后通水，先环保后用水”原则，科学论证工程水环境目标的可达性。

3.1.4.1 先节水后调水

工程设计阶段各项指标满足规定及节水目标，生活用水节水措施包括普及节水器具，建设土基镇污水处理站，加快供水管网改造、减小管网漏损率、优化供水管网，加大宣传力度，提高用水效率；工业节水措施包括提高水的循环利用率，控制耗水量，强化用水管理、进行节水宣传，提高工业水重复利用率；灌溉节水措施包括推广渠道衬砌、管道输水、喷灌、微灌等节水灌溉模式，提高渠系和田间水的利用系数，要加强灌溉管理，符合“先节水后调水”的原则。

3.1.4.2 先治污后通水

根据现状水质监测结果，工程区水质达标；施工期采取相关环境保护措施后，预测库区水质不发生恶化；运行期采取一定的库周污染防治措施，供水水质有保证，经复核能够达到“先治污后通水”要求。

目前汉中市正在开展受水区水污染防治规划编制工作，对受水区各控制单元提出工业点源污染治理工程、城镇生活污染治理工程、农村面源污染治理工程及生态保护工程等，确保工程供水后受水区总量控制目标可达、水质目标可达。

3.1.4.3 先环保后用水

工程运行过程中，优先满足枯水期（11月～次年4月）下泄生态流量为 $4.91\text{m}^3/\text{s}$ （多年平均流量的15%），丰水期（5月～10月）下泄生态流量为 $9.81\text{m}^3/\text{s}$ （多年平均流量的30%），然后在用于水库供水。水库通过生态调度，优先满足生态需水要求。

综上，焦岩水利枢纽工程的建设符合先节水后调水，先治污后通水，先环保后用水的原则。

3.1.5 与流域相关规划符合性分析

3.1.5.1 与《长江流域综合规划》（2012~2030 年）符合性分析

为解决缺水城镇、人口较集中乡村的供水问题,《长江流域综合规划》(2012~2030 年)提出,以各地区水资源和水环境承载能力为基础,统筹协调各地区人口、资源、环境和经济社会发展需要,按照“强化节约、充分挖潜、合理开源、完善管理”的发展思路,因地制宜地建设各地区供水保障体系。主要供水水源工程规划中规划兴(扩)建一批大中型水库,其中包含陕西省的**焦岩水利枢纽**等,焦岩水利枢纽是一座具有供水功能的大型水库”。因此,工程符合《长江流域综合规划》(2012~2030 年)。

3.1.5.2 与《汉江流域综合规划》及规划环评符合性分析

(1) 与《汉江流域综合规划》符合性分析

《汉江流域综合规划》目前尚未审批,规划针对水资源开发利用及供水安全提出:“稳步推进**焦岩水利枢纽**等一批有供水任务的骨干水源工程,有效解决城镇供水问题;坚强城市应急和备用水源建设,实现水源互补,实施水厂管网连通,大幅度提升城市供水系统安全程度和应对突发事件能力。

到规划水平年,汉江流域地级城市供水保证率达到 95%以上,县级市供水保证率达到 90%”,本工程与汉江流域综合规划的要求相符。

(2) 与《汉江流域综合规划环境影响报告书》的符合性分析

《汉江流域综合规划环境影响报告》(目前未审批),规划环评提出:通过初步识别陕西省“三线一单”技术成果,在汉江支流渭水河规划的焦岩水库涉及生态保护红线优先保护单元,具体为涉及渭水河国家级水产种质资源保护区的核心区,下阶段需将坝址及水库淹没影响范围移至种质资源保护区的核心区以外区域;通过采用针对性的环境保护措施减缓工程产生的环境影响。

环评过程中,通过坝址比选,推荐了不涉及保护区核心区的下坝址方案,舍弃了水库回水会淹没核心区的上、中坝址。同时,本次环评依据相关规范及环保要求,提出栖息地保护、鱼道过鱼、增殖放流、下泄流量、生态调度、分层取水、植被恢复等措施,可缓解工程产生的不良影响,在区域环境可承受范围内。因此,本工程与汉江流域综合规划环评的要求相符。

3.1.5.3 与《渭水河流域综合规划》及规划环评符合性分析

(1) 《渭水河流域综合规划》符合性分析

目前,《渭水河流域综合规划》已经审查,待批复。根据《渭水河流域综合规划》成果:“拟建焦岩水利枢纽工程位于汉江支流渭水河中下游,工程实施可有效调蓄渭水河径流,改善渭水河原有灌区和石门水库末端灌区灌溉面积,提高灌溉保证率,同时新增部分灌溉面积;可向汉江北岸汉台区、城固县和洋县城区及乡镇供水,提高城镇生活及工业供水保证率;与下游河道整治工程相结合,可提高水库下游平川段城镇和农田的防洪标准,减轻洪水灾害;并利用水能资源进行发电,补充陕西电网电力不足。在灌溉用水高峰期加大下泄流量,保障生态基流。项目建设对农业和城镇用水需求,保障粮食安全和促进本地区经济社会可持续发展均具有重要作用”。

根据焦岩水库设计成果工程坝址位于城固县桔园镇深北沟口以上 200m 处,水库正常蓄水位 585.0m,总库容 21328 万 m^3 (校核洪水位以下库容),正常蓄水位以下库容 19544 万 m^3 ,死水位 540m,调节库容 17177 万 m^3 。装机容量 51MW,机组台数按 4 台考虑(两大 1 小 3 台消能发电机组+1 台生态机组)。多年平均发电量 10186 万 kWh。水库控制灌溉面积 41.41 万亩,多年平均灌溉供水量 15298 万 m^3 (扩灌、补水等供水量),灌溉保证率 75%。城乡生活及工业供水范围为汉中市城固县、汉台区、洋县(县城及以西)汉江北岸 535m 高程以下城区、乡镇汉中航空智慧新城、城固县五郎工业园区等,多年平均供水量 8711 万 m^3 (水源端),城乡生活及工业供水保证率达 95%。

因此,工程实施符合《渭水河流域综合规划》要求。

(2) 与《渭水河流域综合规划环境影响报告书》的符合性分析

根据渭水河流域综合规划环评对焦岩水库提出的环境保护要求主要有水环境保护措施、水生生态环境保护措施、陆生生态环境保护措施等。根据相关要求,焦岩水库站在环评工作过程中进行了落实,具体内容见表 3.1.5-1。

表 3.1.5-1 综合规划环评相关要求及焦岩水库落实情况

序号	保护要求	综合规划环评报告要求	焦岩水库落实情况
1	水环境保护	1、采取分层取水等措施减缓低温水下泄的不利影响。	1、焦岩水库采用导叶阀分层取水,下泄水温提高 5.2~7.3℃,较天然状态最大降

			幅缓解至 1.4°C，低温水影响在水生生态环境可承受范围内。
		2、下泄生态流量，不低于坝址断面多年平均流量 15%。	2、通过论证焦岩水库泄放生态基流为枯水期（11-4 月）为多年平均流量的 15%即 4.91m ³ /s，丰水期（5-10 月）为多年平均流量的 30%即 9.81m ³ /s；生态流量保障措施为消能发电机组、生态机组及生态放水旁通管，并在坝下 200m 处设置生态流量在线监控系统。
		3、施工及运行期生产废水和生活污水进行收集处置，并满足所在河段水功能区水质目标要求。	3、施工期及运行期生产生活废水通过沉淀、隔油及一体化生活污水处理设施等处置后，综合利用不外排，可保障河段水质满足标准要求。
2	水生生态保护要求	4、修建过鱼设施，具体过鱼方式根据地形条件和工程布置特征进行具体研究论证	4、报告拟定了集运鱼系统、升鱼机及鱼道三个过鱼方案，报告通过建筑物布置、过鱼效果、运行管理、人为影响及工程投资进行比选，推荐了过鱼效果好、人为影响小、运行管理便捷的鱼道方案过鱼。
		5、建设增殖放流站，保护和补充流域受影响的渔业资源。	5、焦岩水库在业主营地附近设置鱼类增殖放流站，近期（近 3-5 年）放流的种类为：多鳞白甲鱼、大眼鲈、鲢、黄颡鱼、黄鳝；远期（5 年以上）放流对象为：汉水扁尾薄鳅、唇鲮。放流规模为近期 25 万尾，远期增加 3 万尾。
		6、根据流域水生生态环境现状和水生生态敏感区分布情况，结合《综合规划》布局，确定流域栖息地保护方案。	6、栖息地保护范围：渭水河干流黑峡子水电站坝下断面~焦岩水利枢纽库尾之间长约 50.2km 的河段（其中狮坝水电站坝址~焦岩库尾之间 12km 为渭水河国家级水产保护区河段），以及焦岩水利枢纽坝下~渭水河入汉江口之间长约 25km 河段。支流：库尾上游平堵河、北溪河、砖溪河、桃园河、石槽河 5 条支流，以

			及库区支流板凳河礁坝以上河段。 保护要求：1) 栖息地范围内不再进行拦河筑坝及其他开发活动；2) 对于罗家营、八仙园一级、八仙园二级、双溪村等 4 个被批准保留坝体的小水电拆除，恢复河道连通； 3) 库区上游马家沟、白果树、狮坝 3 座水电站生境连通、保障生态流量 4) 坝下 3 座灌溉堰鱼类生境连通措施
		7、根据水生生物繁殖生存习性，积极实施生态调度	7、在鱼类繁殖期（4~6月）每个月模拟一次2年一遇的人造洪峰开展生态调度。
3	陆生生态保护要求	8、合理规划施工布置，优化料场、渣场等选址，减小对植被的占用。	8、报告通过渣、料场比选，减小工程占地面积，减小对陆生生态环境影响。
		9、施工结束后，对临时占地区需恢复原生植被，重建生态系统。	9、报告拟定了临时占地区植被恢复方案及监测计划。

3.2 工程方案环境合理性分析

3.2.1 坝址选择合理性分析

工程在可研阶段工程在可研阶段在小龙沟至小北河村上游间、罗湾村至深北沟口间、深北沟口至渭惠渠首间选择了上、中、下三个坝址。下坝址工程地质条件明显差于上坝址、中坝址，且下坝址距深北沟较近，水库蓄水后淹没损失大、上坝及库区道路布置困难、绕坝和临谷渗漏问题突出，故本阶段勘测布置和坝址比较集中在上、中坝址。

上坝址位于深北沟上游约 6km 处的顺直河道，中坝址位于深北沟口上游 200m 处。坝址示意图见图 3.2.1-1。



图 3.2.1-1 坝址示意图

根据陕西省生态保护红线现阶段上报自然资源部方案，两个坝址的方案影响范围均不涉及陕西省生态保护红线范围；两个坝址方案均涉及陕西省秦岭生态环境保护范围的重点区和一般区，本项目已纳入了《秦岭水资源保护利用专项规划》，工程主要任务为灌溉、供水，与秦岭重点保护区有关要求相符合，两方案对秦岭生态保护区的影响差别不大；汉中市秦巴生态保护委员会办公室已对项目建设进行了回复（汉秦巴办函[2022]53 号）。两方案均涉及渭水河省级重要湿地，工程占地对湿地和陆生动物分布及影响基本相当。

两方案对渭水河国家级水产种质资源保护区影响有所差别。中坝址方案水库

回水长度 22km，淹没区涉及渭水河国家级水产种质资源保护区实验区，库尾距离核心区界约 460m，库区淹没板凳河口鱼类越冬场。上坝址方案水库回水长度 16.8km，淹没区涉及到保护区实验区和核心区，进入核心区约 740m，环境制约因素较大。从对鱼类重要生境和水产种质保护区影响角度，主体布置推荐的中坝址方案不涉及核心区，不淹没重点保护对象的产卵场，影响相对较小。

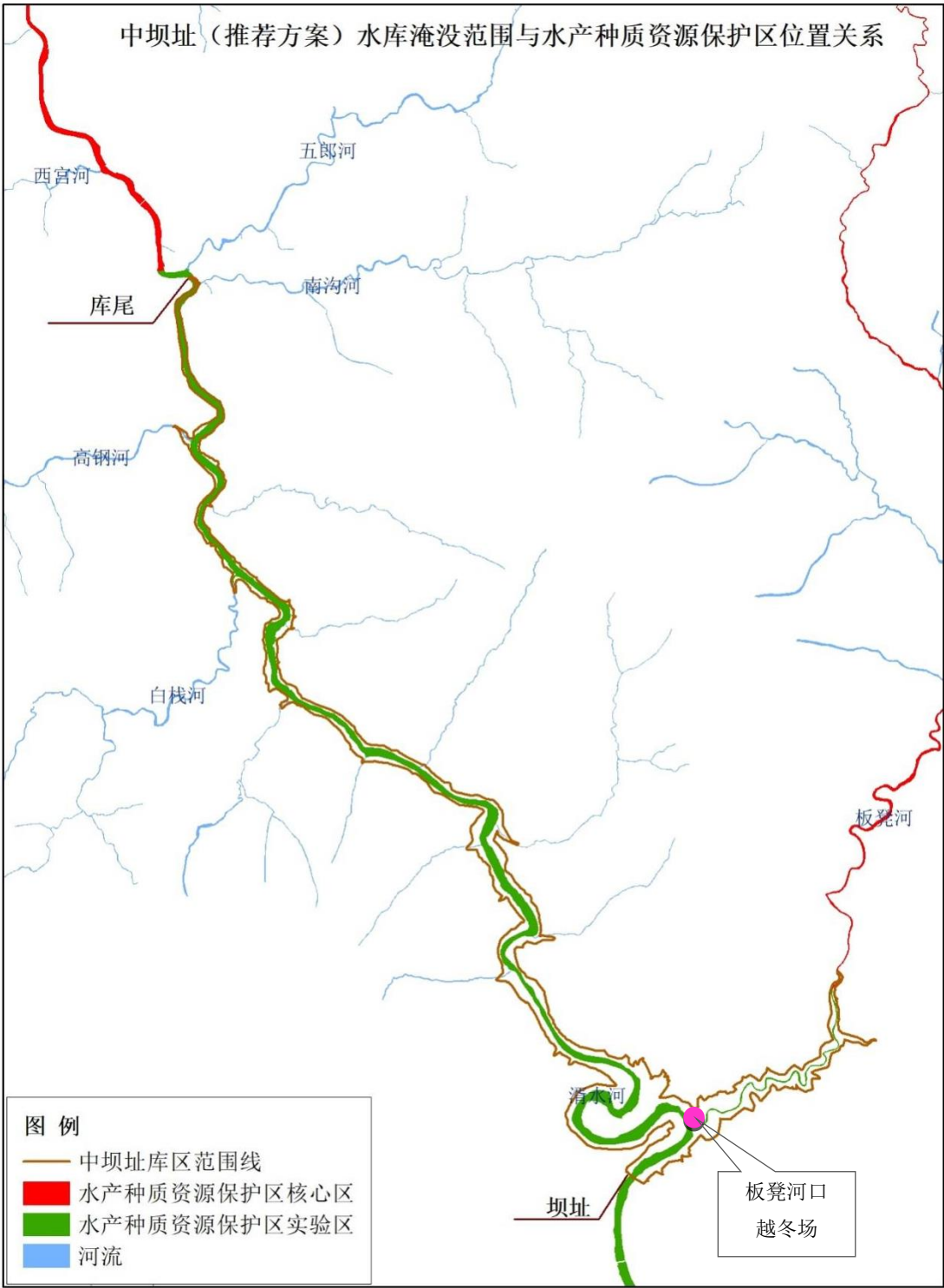


图 3.2.1-2 中坝址淹没范围与渭水河水产种质资源保护区关系示意图

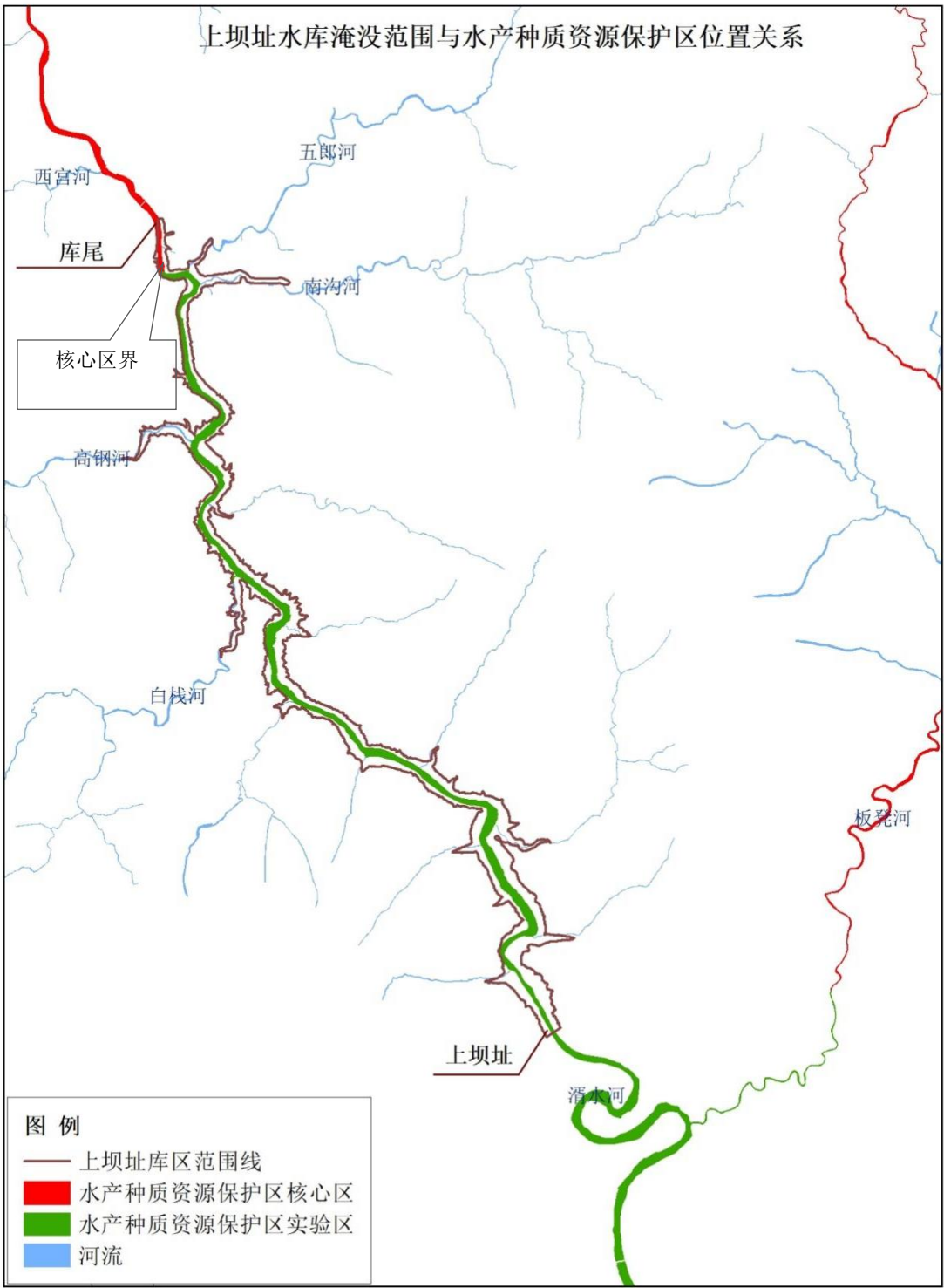


图 3.2.1-3 上坝址淹没范围与渭水河水产种质资源保护区关系示意图

综合以上分析，本工程推荐的坝址及水库淹没方案从环境角度是合理的。

3.2.2 正常蓄水位环境合理性分析

可研阶段正常蓄水位拟定了 582.5m、585m、587.5m 等 3 个水位方案，水库淹没与水位呈正比例关系。淹没以林地与园地为主，不同方案淹没林地、草地面积见表 3.2-1。

表 3.2-1 不同正常蓄水位方案水库淹没林地、园地比较 单位：亩

项目	正常蓄水位方案 (m)		
	H=582.5m	H=585m	H=587.5m
园地	1957.27	2004.69	2042.49
差值	0		48
林地	3505.1	3732.64	4067.2
差值	0		80

淹没林地主要以天然林为主；不同正常蓄水位淹没林地、园地面积存在一定的差异。

三个正常蓄水位方案，水库长度分别为 21.1km、22.0km、22.5km，均涉及渭水河国家级水产种质资源保护区实验区，随着蓄水位的升高，淹没的实验区的长度也相应增加。585m 方案库尾距离核心区界约 460m，587.5m 方案库尾距离核心区界 160m。总体来说，正常蓄水位越高，淹没影响越大。

综合比较来看，随着水位的提高，水库淹没对陆生生态及水生生态环境影响程度和范围相应增大；各蓄水位方案对鱼类的阻隔影响基本相当；对渭水河国家级水产种质资源保护区实验区的淹没影响有一定的差异。总体来看，推荐的正常蓄水位方案从环境角度合理。

3.2.3 施工规划的合理性分析

3.2.3.1 施工总体布置合理性分析

施工总布置方案遵循有利生产、方便生活、尽量减少工程占地降低对原地貌和原生植被扰动和破坏的原则进行布置。主要生产加工设施靠近主体工程布置，生活区相对集中布置，并考虑永久与临时相结合，减少植被占压及扰动。

本工程施工布置原则中充分考虑环境保护要求，推荐的施工布置尽可能少利用耕地，最大限度压缩生产生活设施，减少工程占地对当地环境影响；明确提出做好“三废”处理，保护施工环境的施工布置原则；在土石方弃渣方面提出充分

利用、尽量减少弃渣，降低水土流失产生不利环境影响；充分考虑渣场及施工生产设施不影响河道行洪的问题。综合来看，施工布置原则考虑问题较全面，在强化生态保护的前提下，施工总体布置基本合理。

本工程施工总布置格局分为 5 个施工区，分别为坝址上游人工骨料开采加工区、施工管理和生活营地区、主体工程施工区、施工工厂设施区、弃渣场区。从便于生产生活、易于管理、减少施工工程量的角度出发，施工生产生活设施采取分散与集中、临时与永久相结合的布置形式。施工布置方案设计中，采用国内类似工程先进水平的设备和机械化程度指标，尽量减少劳动力的使用量，合理减少生产、生活建筑房屋面积；提前考虑分标方案，结合施工程序及工程进度安排，因地制宜、因时制宜，合理选择分散布置与集中布置的临建项目；考虑工程招标投标承包制，尽量压缩高峰年施工人数，减少临建设施规模。

工程区域施工场地有限，采取集中与分散相结合的方式进行布置，砂石料加工系统、混凝土拌和系统等布置利用区域地形，与主体工程比较接近，降低对区域土地资源占用和破坏生态。另外，工程生活区、施工仓库等布置结合主体工程施工需要，施工工厂设施集中布置，便于进行砂石料加工、车辆冲洗等生产废水、生活污水和生活垃圾的收集、处理，污水处理的再生利用，减少工程对区域生态环境影响。施工总布置一方面考虑有利生产、方便职工生活、利用现有地势、节约临时工程投资等方面，另一方面减少对周边荒草地、林地、农田、灌木丛等扰动，减少水土流失和对自然植被及地貌影响。

综上所述，施工布置时充分考虑区域地形地貌，利用荒地及水库淹没区土地资源，尽量少占耕地、林地、湿地。工程实施封闭管理，砂石料加工系统、混凝土拌和系统等主要噪声源均布置于远离居民点的位置，减少工程施工对周边敏感点的影响。工程施工总体布置无重大环境制约因素，局部影响可通过采取相应的措施予以减缓，总体而言是环境合理的。

3.2.3.2 料场布置合理性分析

本工程填筑料源采用坝址区开挖料，混凝土骨料来源于枢纽区、罗湾、太极湾、土垣村、鸡冠岩、石堰坪 6 个天然砂砾料场，在上游左岸设置土料场 1 个。

上述料场均无法避让渭水河省级重要湿地范围。根据《中华人民共和国湿地保护法》和《陕西省湿地保护条例》，禁止擅自采砂、采矿、取土。本工程为重点水利项目，取料均为工程服务，不属于“擅自采砂取土”的情形。

拟启用的砂砾石料场均为渭水河低漫滩，平水期及枯水期砾石裸露，实际未占用湿地植被，且位于水库淹没范围内；施工过程中，对开挖的断面和裸露区域采用防尘网苫盖的方式进行防护。取土场部分位于水库淹没范围内，施工前对该区域进行表土剥离，布设临时防洪排导措施进行防护，施工过程中对开挖断面采用防尘网苫盖的方式进行防护，施工结束后堆该区域进行土地平整和碎石压盖。区域植被类型以阔叶林和灌丛灌草丛为主，没有分布珍稀保护动植物，均为评价区内常见物种，且占地面积不大，远离村庄。施工结束后，通过对料场占地区进行覆土绿化，可使占地区内受破坏的植被得到一定程度的恢复。

在料场比选过程中，块石料场位于库区以上山坡地带，涉及生态保护红线，因此不作为项目料源。



图3.2.3-1 部分天然砂砾石料场地貌图

因此，从环境角度分析，料场设置是合理的。

3.2.3.3 渣场布置合理性分析

根据项目施工总布置、结合工程周边地形地貌，以及《生产建设项目水土保持方案管理办法》相关要求，可研阶段在坝址左岸下游 2.5km 处的杨家沟、坝址左岸下游 3km 处的火焰山沟和坝址右岸下游 100m 处的深北沟 3 处弃渣场场址进行比选分析。

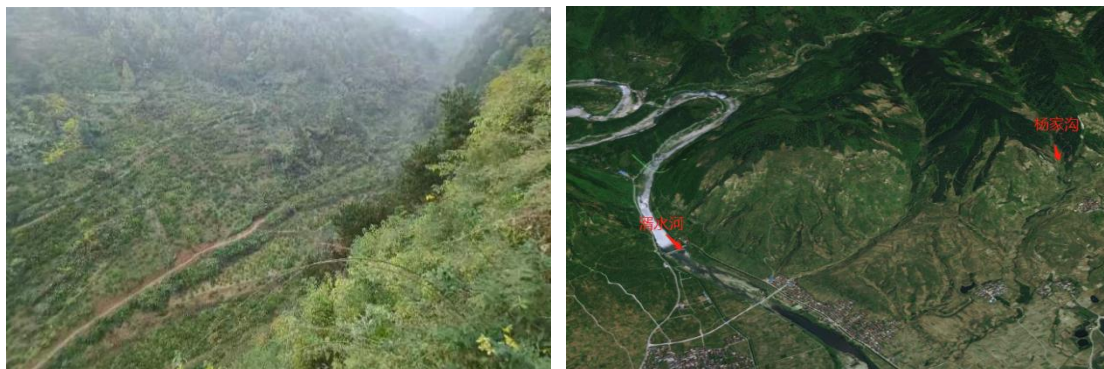
(1) 杨家沟弃渣场

杨家沟弃渣场位于坝址左岸下游 2.5km 处的杨家沟内，杨家沟沟道长度约 3km、沟道比降约 8.66%，沟道内有季节性流水，沟内以耕（经核实为基本农田）、园地、林地为主，植被覆盖度较高，弃渣场位于沟道中部、上游汇水面积约 1.95km²，弃渣场坡脚下游约 1.5km 有村庄。



杨家沟弃渣场现场照片及地形地貌示意图

(2) 火焰山沟弃渣场位于坝址左岸下游 3km 处的火焰山沟内，火焰山沟沟道长度约 4.8km、沟道比降约 4.3%，沟道内有季节性流水，沟内以耕、园地、林地为主，弃渣场位于沟道中上部、上游汇水面积约 1.74km²，弃渣场坡脚下游约 480m 有 2 户居民点，施工前对其进行搬迁。



火焰山沟弃渣场现场照片及地形地貌示意图

(3) 深北沟弃渣场

深北沟弃渣场位于坝址右岸下游 100m 处的深北沟内，深北沟沟道长度约 6.1km、沟道比降约 2.8%，沟道内有季节性流水，沟内以耕、园地、林地为主，植被覆盖度较高，渣场位于沟道下游沟口处、上游汇水面积约 21km²，距离沟口约 300m、下游有居民点；弃渣场涉及渭水河汉中省级重要湿地。



深北沟弃渣场现场照片及地形地貌示意图

(4) 从渣场防洪安全、涉及环境敏感性角度对杨家沟、火焰山沟和深北沟3处弃渣场场址进行比选，推荐火焰山沟弃渣场作为本项目弃渣场，方案比选见3.2.3-1。

表 3.2.3-1 焦岩水利枢纽工程弃渣场场址比选分析表

序号	名称	位置	上游汇水面积 (km ²)	沟道基本情况	涉及的敏感因素	优点	缺点	推荐结论
1	杨家沟弃渣场	坝址左岸下游 2.5km 杨家沟内	1.95	沟道有季节性流水, 主沟道长度约 3km、沟道比降约 8.66%	1.在城固县>10km ² 河(沟)道管理名录范围; 2.沟口有村庄、居民点较密集	运距较短	有一定敏感因素制约	/
2	火焰山沟弃渣场	坝址左岸下游 3.0km 火焰山沟内	1.74	沟道有季节性流水, 主沟道长度约 4.8km、沟道比降约 4.3%	无	无敏感因素制约	运距较远、需新修施工便道	推荐
3	深北沟弃渣场	坝址右岸下游 100m 深北沟内	21.0	沟道有季节性流水, 主沟道长度约 6.1km、沟道比降约 2.8%	1. 在城固县>10km ² 河(沟)道管理名录范围; 2.涉及基本农田; 3.在汉中渭水河省级重要湿地内; 4.沟口有居民点	运距短、无新修施工便道	敏感因素多	/

3.2.3.4 施工道路布置合理性分析

根据本工程交通工程布置情况，施工道路工程总长度为 48.916km，其中永久道路 22.716km，临时道路 14.1km，利用已有道路 12.1km，施工道路不涉及生态保护红线等环境敏感对象。

施工道路中右岸低线路、渣场路利用原有的已建公路 12.1km，占施工道路 24.74%，减少了新征用地。

场内交通道路在规划时重点考虑能够与后期永久公路相结合，避免重复建设或后期改建，永久道路占施工道路 46.44%。

本工程道路占地区植被类型以灌草地和河滩地为主，河滩地植物种类为人工栽植的山茱萸、栓皮栎，灌木草本主要种类有小果蔷薇、山鸡椒、紫堇、鬼针草、牡荊、白茅、野艾蒿等。这些受影响的植被类型和植物物种评价区内广泛分布，场内交通工程平整场地及建设不会导致评价区内植被类型的消失和植物物种组成的改变。

通过优化，仅渣场道路涉及噪声、大气环境敏感点（侯家疙瘩、张湾、罗何庙村），按照设计车速为 15~20km/h，车辆运输密度不超过 25 辆/h，采取限速禁鸣等环保措施后道路运输对沿线声环境敏感目标影响较小；其他施工道路均不涉及环境敏感点。

从环境保护角度分析，道路工程布置合理。

3.2.4 移民安置合理性分析

焦岩水利枢纽工程搬迁安置以集中安置、分散安置以及自谋出路的安置方式进行安置。至规划水平年搬迁安置 519 户，1696.规划农村移民以大农业生产安置为主，实行在本村本乡镇内集中安置与分散安置相结合的安置方案。

工程建设征地对当地环境影响较小，安置方案维持了当地居民原有的生产、生活习惯。生产安置及搬迁安置不涉及自然保护区、风景名胜区、水源保护区等环境敏感区域，从生态环境、水源、土地、交通、生产生活、风俗习惯等各方面，没有自然环境和社会环境限制性因素，从环保角度分析安置方案是合理的。

3.2.5 水资源配置合理性分析

根据工程可行性研究报告，焦岩水利枢纽工程供水对象除了现有的渭水河下游灌区灌溉用水外，设计水平年还将新增渭惠东干渠以北、跃进渠以南 4.5 万亩灌区（简称新增灌区）灌溉用水，新增石门灌区 17.33 万亩补充灌溉用水，新增汉中市汉台区、城固县和洋县部分乡镇城市生活和工业供水。

汉中市地表水资源丰富，但因径流年内分配不均、流域缺乏控制性调蓄工程，汉台区、城固、洋县受水区现状城乡供水以地下水为主，长期大量开采地下水极易引起地表塌陷等环境地质问题，且供水可靠率低；在灌溉用水高峰期，极易出现灌溉与生态争水现象，不仅河道生态流量难以保证，灌溉用水也难以保证，灌区现状灌溉供水保证率低，普遍达不到设计灌溉保证率 75%。以石门灌区为例，根据《陕北秃尾河、关中灞河、陕南褒河生态流量保障实施方案》（陕水资函[2021]5 号），褒河生态流量 $3.87\text{m}^3/\text{s}$ ，占坝址多年平均流量的 10%。《陕西省生态环境厅关于陕西汉中石门水库除险加固工程环境影响报告书的批复》（陕环批复[2018]600 号）也要求石门水库下泄生态流量不小于 $3.87\text{m}^3/\text{s}$ 。经复核，考虑生态流量下泄之后，石门灌区现状灌溉保证率仅为 46.7%。随着汉中市城区用水需求增大，石门水库用水矛盾突出。

陕西省生态环境厅

陕环批复〔2018〕600号

陕西省生态环境厅 关于陕西汉中石门水库除险加固工程 环境影响报告书的批复

汉中市石门水库管理局：

你局《关于报批陕西汉中石门水库除险加固工程环境影响报告书的请示》（汉市石局字〔2017〕52号）收悉。经我厅环境影响评价审查委员会2018年第9次会议研究，现批复如下：

一、项目概况

石门水库是一座以灌溉为主，结合发电、防洪等综合利用的大（2）型水利工程。本次除险加固主要包括对原大坝加高2.5m，改扩建排沙泄洪设施、两岸坝肩不利组合面整治、上坝交通改造等内容。总投资为15678.32万元，其中环保投资概算为462.58万元，环保投资占工程投资的2.92%。

经审查，农业农村部长江流域渔政监督管理办公室以农长（资环）便〔2018〕162号对《陕西汉中石门水库除险加固工程对褒河国家级水产种质资源保护区水生生态影响专题评价报告》

进行了批复。在全面落实渔业行政主管部门提出的水生生态保护措施、环境影响报告书提出的各项环境保护要求后，项目建设对环境的不良影响能够得到减缓和控制。环境影响报告书中所列建设项目的性质、规模、地点、工艺和拟采取的生态环境保护措施可作为该项目实施的依据。

二、项目建设和运营管理中应重点做好的工作

（一）尽快完成现有环保问题整改工作。整治库区非法采石、农家乐等环境问题。落实《汉中市水污染防治工作方案》，划定限值养殖区，取缔水箱养鱼。库区生产生活废水不得外排，生活垃圾集中收集合理处置，禁止排入河道。

（二）施工前应将施工过程及周期报地方环保部门备案。严格落实渔业行政主管部门相关管理措施，加强施工期管理，优化施工方案，合理划定施工区域，减少临时占地，减缓或降低施工过程对褒河特有鱼类国家级水产种质资源保护区的影响。

规范设计和建设弃渣场，施工完成后及时进行生态恢复。严禁施工期产生生活污水排放、固体废物随意堆放，避免对水体造成不利影响。强化施工扬尘防治，确保满足《施工厂界扬尘排放限值》（DB61/1078-2017）标准要求。

（三）加强水资源管理，统筹调度，严格生态流量保障措施，确保坝址下游生态流量不小于3.87m³/s。

（四）必须按照法律法规和相关政策要求，对施工及运行过程中产生的危险废物进行管理。

—2—

图3.2.5-1 石门水库环评批复关于生态流量要求

此外，从供水区水源选择来看，现状工程供水区城区水源包括汉中市一水厂、汉中市二水厂、城固县城自来水厂、城固县第二水厂、洋县县城水厂和一些分散水源，乡镇水源包括汉台区武乡镇的寺沟水库、庙沟水库、马堰沟水库、狮子头水库、背坡水库、黎明水库、城固县老庄镇的千山水库、洋县溢水镇的大口井、洋县马畅镇的307地下水源地、谢村镇的405地下水源地。设计水平年，因供水范围内大部分现有地下水源地出水量逐渐衰减，为保护区域地下水资源，在水资源配置过程中，优先使用当地地表水和外调水，废弃大部分地下水水源地，将区域分散的地下水源转为备用水源，与此同时，将区域再生水全部用于工业供水和生态用水，减少区域地下水利用量，有助于降低区域地下水开发带来的环境问题。

综上所述，工程水资源配置过程中，在满足工程坝址断面生态流量泄放要求的基础上，结合供水区现有或规划水源进行水资源优化配置，提高了地表水供水保证率，减少了区域地下水开采量。总体来看，从环境保护角度分析，工程水资源配置方案合理。

3.2.6 灌区开发方案的环境合理性

本工程灌溉范围范围为西至汉台城区、石门灌区南干三支渠以南、文川河以东，东至洋县县城、党河水库西干渠以北，南至汉江，北至自流能够灌溉的所有区域，包括石门灌区、渭水河原有灌区及新增灌区。其中渭水河原有灌区和石门灌区为补水灌区，渭惠东干渠以北、跃进渠以南为新增灌区。

（1）新增灌区土地利用现状

渭惠东干渠以北、跃进渠以南地带现状无灌溉水源，该区大部分耕地为旱地，以种植玉米、小麦及其他旱作物为主。由于现状水利设施极为简陋，原有百余口水塘多因为淤积而报废，灌溉供水水源无保障，粮食产量低。为响应国家保障粮食安全，推进汉中市高标准农田建设，拟新增建设4.5万亩高标准农田，提升汉中市的粮食保障能力。根据土地利用数据核对，新增灌区土地利用现状为旱地和果园为主，其中旱地面积约1.87万亩，果园1.17万亩，其次有部分林地、住宅用地、养殖坑塘等。

（2）新增灌区与环境敏感区位置关系

新增灌区位于城固县和洋县汉江北岸，涉及汉中朱鹮国家级自然保护区部分实验区边缘地带，朱鹮保护区内新增灌溉面积1.02万亩，多年平均灌溉供水量261万 m^3 。该自然保护区内本身分布大量水田和村庄，根据保护对象朱鹮的生活习性，每年游荡期主要需在水田中觅食。下游已有的渭水河低灌区和石门灌区，也有部分区域位于该保护区实验区内。

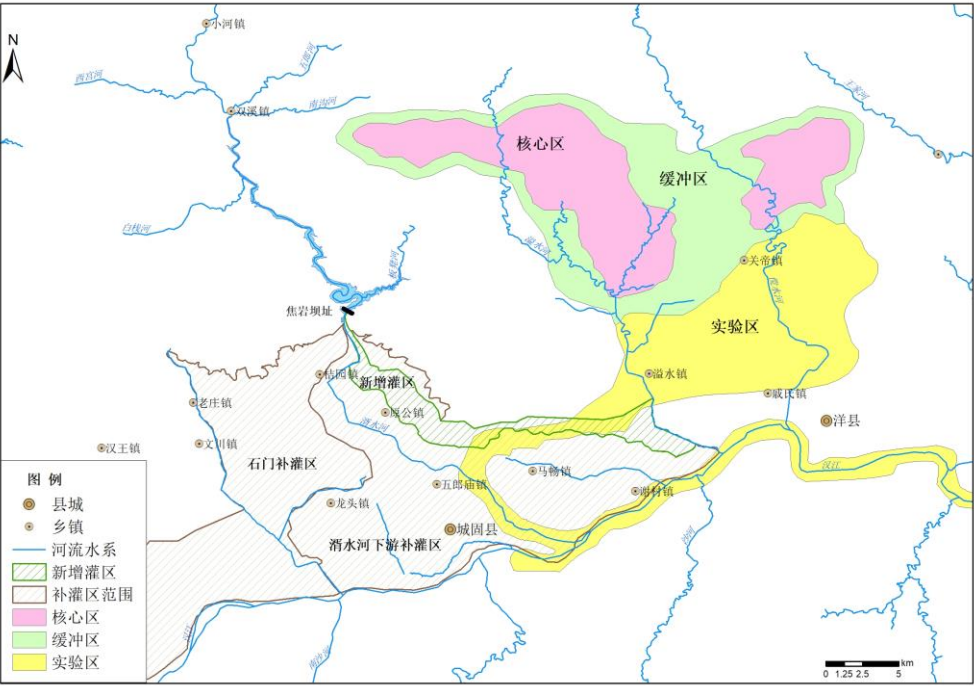


图 3.2.6-1 灌区与朱鹮国家级自然保护区位置关系

(3) 新增灌区环境合理性分析

新增灌区现状土地利用以旱地、园地等为主，虽涉及汉中朱鹮国家级自然保护区部分实验区边缘，但增加水田面积有利于朱鹮觅食和游荡。在落实受水区水污染防治、不开垦天然林地和湿地的前提下，新增灌区在环境角度是合理的。

3.3 施工期主要环境影响源分析

3.3.1 废（污）水

施工废水包括生产废水和生活污水两部分。生产废水主要来源于砂石加工系统、混凝土拌和系统以及机械修配厂等；生活污水主要来源于施工及管理人员日常生活排放。

3.3.1.1 生产废水

(1) 砂石料加工系统废水

本工程布设 1 处砂石加工系统，位于大坝左岸上游 3km 的台地处，布置高程为 575m~595m。其生产用水来自洮水河，系统处理能力为 590t/h，系统用水

量为 600m³/h，每月生产 25d，每天生产 14h，生产班制为 2 班制。

根据同类工程砂石料加工系统生产经验，废水产生系数按 0.8 考虑，估算本工程下库砂石料加工系统施工高峰期废水产生量见表 3.3.1-1。废水中主要污染物为 SS，浓度在 20000mg/L~40000mg/L。处理后的水作为砂石料冲洗水循环使用，浓缩的泥沙运往弃渣场处理。

表3.3.1-1 砂石料加工系统废水排情况表

名称	位置	用水量 (m ³ /h)	产污系数	废水产生量 m ³ /h
下库砂石料加工系统	位于大坝左岸上游 3km 的台地处	600	0.8	120

(2) 混凝土拌和系统废水

本工程布设 1 个混凝土拌和系统，布置在大坝右岸下游深北沟处，距大坝 200m，系统全年连续生产，按 25d/月，20h/d 进行设计。混凝土拌和系统废水主要来自拌和楼搅拌罐及运输罐车的冲洗，间歇式产生，每天冲洗 6 次，每次用水约 2m³，混凝土拌和系统生产废水产生量约 12m³/d。拌和废水主要呈碱性，pH 值 11~12，SS 浓度较高，废水收集沉淀处理，泥渣运往弃渣场，处理水回用。

表3.3.1-2 工程混凝土拌和系统废水排放情况表

名称	位置	主要设备	搅拌罐冲洗次数 (次/天)	运输车冲洗次数 (次/天)	单次冲洗水量 (m ³ /次)	产生量 (m ³ /d)
混凝土拌和系统	大坝右岸下游深北沟处，距大坝200m	HZS120-2F3000	6	6	2	24

(3) 机械停放保养厂

根据施工组织设计，在下游右岸，距坝址约 2.0km 处设置一处机械停放保养厂，在机械维修、车辆保养冲洗过程中会产生一定废水，废水量一般较少。类比同类工程及该工程机械设备量，机修厂高峰用水量约 8m³/h，产污系数以 0.8 计，则废水产生量 6.4m³/h，废水中主要污染物为 SS 和石油类，SS 浓度在 500mg/L 左右，石油类浓度在 20mg/L~40mg/L 之间。

表3.2.2-3 机械维修保养废水排放情况表

名称	位置	用水量 (m ³ /h)	产污系数	废水产生量 m ³ /h
机械保养厂	下游右岸距坝址约 2.0km 处	8	0.8	6.4

3.3.1.2 生活污水

生活污水主要来自于各承包商营地和业主营地，施工高峰期施工人数 2100 人，业主营地人员约 82 人（包括业主管理人员、设代人员、监理人员、后勤服务人员、外来接待人员）。生活用水量按 $0.1\text{m}^3/\text{d}\cdot\text{人}$ ，废水产生率按 80% 计，则承包商营地、业主营地高峰期生活污水产生量分别为 $168\text{ m}^3/\text{d}$ 、 $8\text{ m}^3/\text{d}$ ，污染物主要是有机物，未经处理的生活污水中有机污染物浓度均较高，COD、BOD₅、浓度分别为 $200\sim 400\text{mg/L}$ 和 $100\sim 300\text{mg/L}$ 。

表 3.2.2-5 施工期生活污水产生量一览表

序号	地点	人数 (人)	用水指标 ($\text{L}/\text{人}\cdot\text{d}$)	产污系数	排水量 (m^3/d)
1	承包商营地	2100	100	0.80	168
2	业主营地	82	100	0.80	6.56

3.3.2 大气污染物

环境空气污染物主要来源于施工作业面扬尘、机动车辆和施工机械排放的燃油尾气、炸药爆破粉尘、砂石加工系统和混凝土拌和系统粉尘以及施工道路扬尘等，主要污染物有 SO₂、NO_x 及 TSP 等。根据施工组织设计，大气污染源具有流动性和间歇性特点，且源强不大，施工结束后随即消失。

3.3.3 噪声

施工产生的噪声包括：施工机械设备噪声；短时、定时爆破噪声；运输车辆流动噪声，施工噪声随施工活动的结束而消失。

(1) 混凝土拌和站噪声

本工程在大坝右岸下游深北沟处布设了 1 处混凝土拌和站；混凝土拌和系统为固定、连续式噪声污染源。

据调查，上库区和下库区混凝土拌和系统附近均无居民点分布，噪声影响对象为现场操作人员。根据混凝土拌和系统的生产班制，每天三班，每班 7 小时，则每班工人受混凝土拌和机械噪声影响长达 7 小时。

(2) 砂石料加工系统噪声

根据砂石料加工系统生产工艺,噪声产生自砂石毛料撞击机械,以及振动筛、粉碎机、制砂机、洗砂机等设备电机运转过程中。

本工程布设了 1 个砂石料加工系统,均为每天两班、每班 7 小时。据调查,砂石料加工系统附近无居民点分布,噪声影响对象为现场操作人员。

(3) 施工机械噪声

施工机械噪声主要来自于空压机、挖掘机、推土机、钻孔、振捣、灌浆及开挖等机械施工活动,根据相关工程经验,作业面源强一般为 85dB(A)左右。据调查,工程枢纽施工区附近均无居民点分布,噪声影响对象为现场施工人员。

(4) 爆破噪声

工程上、下库盆和输水发电系统施工需爆破,采用微差爆破方式,其爆破噪声源强可达 110dB(A),属间歇性、瞬时噪声,剧烈的噪声将对现场施工人员产生影响。

3.3.4 固体废物

施工期固体废弃物包括工程弃渣、生活垃圾和危险废物。

(1) 弃渣

本工程土石方弃渣量 96.78 万 m³(松方)堆放于坝址左岸下游约 10km 的火焰山沟,对弃渣需加强管理和防护,以免引发水土流失。

(2) 生活垃圾

施工期生活垃圾主要为食物残渣、废纸、废塑料、煤灰渣等。本工程施工高峰人数为 2100 人,业主营地容纳上限 82 人,施工总工期 52 个月,按每人每天产生 0.5kg 计算,再考虑施工期服务人员等人数以 1.2 倍计,施工期产生生活垃圾总量为 2042.35t。若随意丢弃、堆放生活垃圾,会对工程区水环境、大气环境、人群健康及景观等产生一定不利影响。

(3) 危险废物

工程施工修配厂运行过程中将产生一定量的含油废水和废机油,均为危险废物;营地装修过程中产生的废油漆桶也属于危险废物,需设置危废贮存设施。临

时贮存后，填写危险废物五联单，委托有危险废物处置资质的单位进行处置，禁止对外排放，运输时应保证容器密封行。

3.3.5 陆生生态

工程施工对生态环境的影响表现在工程占地对土地资源及生物量的影响，施工活动对土壤、植被、古树名木和野生动物的影响。

（1）占地对土地资源及生物量的影响

施工活动对土壤环境最直接的影响就是施工期各类施工机械的碾压和建筑物占压对土壤结构、肥力、物理性质破坏的影响。工程淹没区、永久占地区的地表土壤在施工过程中彻底被占压覆盖，土壤性质永久改变不可恢复。施工临建设施占压及施工活动扰动区表层土壤结构、肥力、物理性质将被临时性破坏，需要较长时间才可恢复，若施工结束后配合恢复措施，则这一过程将被缩短。

（2）施工对植被的影响

工程淹没及永久占地将对原地表植被造成一次性永久破坏，施工临建设施占压和施工活动扰动区域等临时占地在施工结束后，通过采取一定的整治恢复措施，地表植被可以逐步得到恢复。

（3）施工对野生动物的影响

主要表现为工程施工占地迫使原来栖息在该区域中的动物迁往它处，导致其栖息地面积和活动范围缩小。在工程施工过程中建设人员及施工机械的驻入、施工中的噪声和施工人员活动干扰等对野生动物的有一定的影响。

3.3.6 水生生态

施工活动将导致施工区域内渭水河水体浑浊，透明度下降，对河流水环境及水生生物产生一定影响，施工引起的浮游生物结构变化不会改变区域浮游生物多样性下降；施工区段底质发生变动，底栖生物原有栖息地破坏，生境暂时性缩小，生物量减少。上述影响局部的、暂时的，施工结束后，浮游生物群落将会恢复至原有特征。

工程建设将使库区中下游从河流生态系统向湖泊生态系统转变,浮游生物群落发生变化。底栖生物优势种类不会发生太大变化,总生物量有所上升。

在施工机械扰动下,区域鱼类将会被驱赶远离施工水域,待施工结束后,鱼类会重新适应新环境。施工期对鱼类及其生境影响仅仅是局部的、暂时的。

3.3.7 土壤环境

施工期对土壤环境的影响主要表现在两方面,一是施工期工程开挖、剥离表土,引起表层土壤破坏和土地物质的移动、流失,类比同类水利水电工程项目,施工期产生的临时表土可用于绿化覆土,采取土地平整、沟槽改造及撒播草种等措施后进行植被恢复。二是施工期生产物料流失、生产生活污水处理设施渗漏、机械设备跑冒漏滴等导致 pH、COD、氨氮、总磷、石油类进入土壤表层,主要发生在施工生产生活区局部,可通过场地硬化、加强施工物料的防流失和污水处理池防渗,以及机械设备的检修和正确使用,上述因施工生产导致的浅层地表土壤污染可以得到减免。

3.4 运行期主要环境影响源分析

3.4.1 水文情势

(1) 库区河段

坝前水深比天然水位抬高,库区流速减缓,库区大部分河段从急流型变为缓流型。

(2) 坝下河段

该工程为供水工程,坝址以下将修建引水管道,因此运行期坝下河段流量将由原来的天然流量变为生态基流,下泄水量较天然来流量减少。

3.4.2 地表水环境

(1) 水温

坝址处年径流量 10.3 亿 m^3 ,正常蓄水位相应库容 585.0 万 m^3 ,总库容 19544

万 m^3 ，水库水温结构属稳定分层型，水库呈分层特征，由于水库蓄积作用和运行调度，下泄水温与天然水温呈现差异，这种变化会对下游水生生物及灌区农作物产生一定影响。

（2）水质

库周及坝下河段禁止新建排污口，预计库周不会新增工业污染源。主要是草地面源污染和零星生活污染，工程建设对水质影响较小、库区发生富营养化的可能性也较小。

（3）污（废）水影响

运行期废污水主要包括少量闸门检修以及生活污水。水库生产定员 30 人，日生活污水产生量为 $2.64\text{m}^3/\text{d}$ 。工程所在河段禁止污废水排放，污水处理后回用，不对河流产生影响。

3.4.3 地下水环境

水库区地下水类型主要有第四系孔隙潜水和基岩裂隙水两类。孔隙潜水赋存于谷底透水性强的河床和两岸坡脚崩坡积块碎石层孔隙中，水量较丰富，接受上游河水、降水及少量地下水补给。基岩裂隙水赋存运移于基岩断层带及裂隙中，接受降水及上游河水补给，排泄于湑水河及沟谷中。两岸地表无地下水出露点。勘探结果显示近河两岸地下水位高程总体上与河水位一致，两岸坝肩部位地下水位略高于于河水位。工程运行后，由于河道生态基流得到保证，河流不会出现断流现象；尽管河流水文情势发生变化，但河流与地下水的补排关系依旧存在，因此河道来水变化不会引起河道地下水位发生大的变化。

3.4.4 陆生生态环境

（1）对陆生植物的影响

工程淹没区和建设占地区以落叶阔叶林为主，植被盖度较高，工程建设对陆生植物的影响主要表现为淹没及占地对其造成的一次性破坏以及由此产生的生物量损失，本次评价将通过计算量化该损失，并结合工程水土保持措施，对临时占地采取植被恢复、工程区开展生态修复等，以减缓工程建设对陆生植物的影响。

（2）对陆生动物的影响

工程对区域陆生动物的影响主要表现为建库后水域面积增加，将有利于吸引更多水禽觅食和繁殖，可增加鸟类的多样性；工程占地占用部分小型兽类、爬行类和鸟类的栖息地，迫使其向淹没区、占地区以外迁移，由于周边类似生境广布，通常不会对其种群数量造成大的影响。

3.4.5 水生生态环境

工程运行后，河流连通性阻断。产沉性卵、粘性卵鱼类产卵场由于库区水深过大消失，产粘性卵、沉性卵的坝上鱼类产卵场向库区库尾及其以上河流上移，坝下产粘性卵、沉性卵的鱼类产卵场由于下泄水量减少而萎缩和消失。

水库建成后，导致湑水河河道形成人为阻隔，阻断鱼类洄游通道，造成大坝下游河段鱼类无法洄游至上游产卵繁殖；大坝上游河段鱼类则无法通过大坝进入下游河段，基因交流受到阻碍；导致湑水河流域内鱼类的种群结构改变。

3.4.6 土壤环境

水库淹没可能导致水库周边地下水水位上升，进而可能造成水库周围土壤浸没、湿陷、沼泽化、盐渍化等问题；工程永久占地将造成占地区域内的土壤被永久建筑取代，土壤的生产能力完全丧失，土壤的结构和理化性质完全改变。

3.4.7 噪声影响

运行期噪声源主要为泄水闸泄水声音，运行对周边声环境无影响。

3.4.8 固体废物影响

运行期管理人员约 82 人，按每人每天产生生活垃圾 0.5kg 计算，运行期日产生生活垃圾约 0.041t，垃圾产生量较少。厂区设垃圾桶、收集箱，定期清运到环卫部门指定的生活垃圾填埋场处理，不对环境产生影响。

4 环境现状调查与评价

4.1 流域环境现状

4.1.1 汉江流域

汉江发源于秦岭南麓，是长江中游最大的支流。汉江干流流经陕西、湖北两省，于武汉市注入长江，干流全长 1577km。襄樊以上河流总体流向为东向，襄樊以下转向东南，支流延展于甘肃、四川、河南、重庆四省（市）。

汉江流域面积约 15.9 万 km^2 。流域北部以秦岭、外方山与黄河流域分界，东北以伏牛山、桐柏山构成与淮河流域的分水岭，西南以大巴山、荆山与嘉陵江、沮漳河为界，东南为江汉平原、与长江无明显分水界限。流域地势西高东低，由西部的中低山区向东逐渐降至丘陵平原区，干流总落差 1964m。

汉江流域水系发育，呈叶脉状，支流一般短小，左右岸支流不平衡，流域面积大于 1000 km^2 的一级支流共有 19 条，其中集水面积在 1 万 km^2 以上的有唐白河与堵河；集水面积在 0.5~1 万 km^2 之间的有旬河、丹江、夹河和南河；集水面积在 0.1~0.5 万 km^2 的有褒河、湑水河、酉水河、子午河、池河、天河、月河、玉带河、任河、岚河、牧马河、北河及蛮河等。

汉江干流丹江口以上为上游，河段位于秦岭、大巴山之间，河长 925km，占汉江总长的 59%，控制流域面积 9.52 万 km^2 ，落差占汉江总落差的 90%；河床坡降大，勉县至丹江口河段平均比降约 0.6‰，水能资源丰富，入汇的主要支流左岸有褒河、旬河、夹河、丹江；右岸有任何、堵河。上游主要为中低山区，占 79%，丘陵占 18%，河谷盆地仅占 3%。

丹江口至钟祥为中游，钟祥以下为下游，中下游河长 652km，占汉江总长的 41%，控制流域面积 6.38 万 km^2 ，中下游以平原为主，入汇的主要支流左岸有唐白河、汉北河，右岸有南河和蛮河。

汉江流域属东亚副热带季风气候区，冬季受欧亚大陆冷高压影响，夏季受西太平洋副热带高压影响，气候具有明显的季节性，冬有严寒夏有酷热。

流域降水主要来源于东南和西南两股暖湿气流。多年平均降水量为 873mm。降水年内分配不均匀，总趋势由南向北、由西向东递减。汛期出现时间，白河上游为 5 月～10 月，白河下游为 4 月～9 月。汛期降水约占全年降水的 75%～80%，年降水量的变差系数 C_v 为 0.20～0.25。

流域内多年平均气温 12～16℃，月平均最高气温发生在 7 月，其变幅为 24～29℃；月平均最低气温发生于 1 月，其变幅为 0～3℃。各地区最低气温 $\leq 0^{\circ}\text{C}$ 的日数约在 42～70 天。流域内水面蒸发变化在 700～1100mm 之间，其分布趋势大致由西南向东北递增。

4.1.2 渭水河流域

渭水河为汉江左岸一级支流，位于北纬 $33^{\circ}11' \sim 33^{\circ}57'$ ，东经 $107^{\circ}02' \sim 107^{\circ}47'$ 。发源于陕西省周至县境内秦岭光头山，流域地形北高南低，自东向西流经周至、太白、洋县、城固等县，在城固东南 7km 汉王城汇入汉江。流域面积 2340 km^2 ，干流长 167.5km，总落差 1636.0m，河道平均比降 5.59‰。

牛尾河汇入口以上为渭水河上游，河长 67.1km，比降 21.1‰，河谷宽度 40～50m 之间，为典型的山区河段，人烟稀少，林木茂密，多为原始森林；牛尾河至板凳河汇入口为中游，河长 73.4km，比降 5.47‰，河谷宽度 50～200m 之间，中游河段呈峡谷与盆地交替特点，生活、生产活动多集中在河谷较为开阔河段；板凳河汇入口至入汉口为下游，河长 27km，比降 2.04‰，河谷宽度 200～500m 之间，呈平原河段的典型特征，河床增宽，水流平缓，滩心发育，两岸多为耕地，村镇沿河分布，是流域社会经济活动较为集中的区域。渭水河支流呈羽型分布，流域面积大于 100 km^2 的主要支流有太白河、红崖河、大箭沟、平堵河、板凳河 5 条，规模以下支流分别是东太白河、红崖河、大箭沟、观音峡、牛尾河、平堵河、清溪河、石槽河、北溪河、砖溪河、桃园河、五郎河、板凳河共 13 条。

渭水河流域生态系统包括森林生态系统、灌丛生态系统、农田生态系统、草地生态系统、裸地生态系统、城镇生态系统及湿地生态系统，其中以森林生态系统和灌丛生态系统为主。

人类活动对渭水河河道天然状态影响显著。渭水河流域早在汉代就修建杨镇堰底坝

引水工程，到宋代修建五门堰低坝引水，1958 年修建跃进渠低坝引水，但规模均较小；30 年代修建的涇惠渠低坝引水工程，灌溉城固、洋县 13 万亩农田，是汉中地区主要农业基地。2011 年年底，引涇济黑调水工程投入运行。涇水河流域已建有 17 座水电站，清理整顿后目前运行的有 4 座，各梯级电站具体情况见本报告 2.1 节。

4.2 自然环境概况

4.2.1 地形地貌

焦岩水利枢纽所在区属南秦岭中高山区南部地带，山峰陡峭，沟谷纵横，海拔高程 500m~2000 余 m，北高南低，区内发育河流有涇水河、文川河、溢水河、党水河等，为汉江一级支流，均为山区峡谷型河流，自北而南流入汉江。

涇水河河谷两岸山势陡峭，两岸岸坡坡度一般约 50°左右，局部地段陡崖、峭壁和缓坡地形相对高差 150m~250m。库区河段上游呈“V”型，下游呈“U”型。河谷谷底宽 50m~100m，最宽处可达 200m~250m，河床比降 5.59‰。

库区位于涇水河上，库区河道蜿蜒曲折，河谷总体走向近南北向°，呈北高南低之势。河谷较开阔呈“U”型，两岸岸坡较缓，坡角一般 35°~55°，总体上陡下缓，局部地段分布有陡崖、峭壁和缓坡地形。两岸山顶高程 750m~1100m，相对高差 150m~250m，谷底宽度 75m~180m，库区河床平均坡降 4.75‰左右，河漫滩与阶地相对较发育，但阶地多被侵蚀不全。

4.2.2 气候气象

本流域属北亚热带湿润季风区。总的特点是气候温和，雨量充沛，四季分明，水热资源丰富。流域内多高山，形成了以垂直分布的多种多样气候特色。冬季受西伯利亚南下冷空气控制天气阴冷，雨量少、春季多西风带槽脊活动，东南暖湿气团逐渐北移，降水增多，温度回升快，但不稳定；夏季受西太平洋副热带高压影响，降水多，强度大，分布不均；秋季暖气团南退，干冷空气加强南下，形成进退交错之势，时而造成阴雨低温。

焦岩水利枢纽工程区无气象资料，采用城固气象站为代表站。城固气象站 1960 年 1

月建站，地理位置为东经 107°20′，北纬 33°10′，观测场海拔高度为 486.4m。根据城固气象站气象要素累年值统计成果，多年平均降雨量为 781.5mm，多年平均气温为 14.4℃，极端最高气温为 39.1℃，极端最低气温为-10℃，平均相对湿度为 80%，蒸发量为 1051mm，极大风速为 17.1m/s。

表 2.2-1 城固气象站累年各月各要素统计表

项目	单位	1 月	2 月	3 月	4 月	5 月	6 月	7 月	8 月	9 月	10 月	11 月	12 月	全年
平均气温	℃	2.4	5.1	9.4	15	19.9	23.6	25.6	24.8	20.3	14.9	8.6	3.3	14.4
极端最高气温	℃	16.7	21.9	30.6	32.7	35.7	38.5	39.1	37.7	37.0	29.2	23.0	17.2	39.1
出现日期		31	25	31	7	9	18	12	5	7	2T	5	5	12/7
出现年份		2007	2010	2000	2005	1981	2006	1995	1994	1997	2N	1990	2010	1995
极端最低气温	℃	-7.6	-6.4	-5.5	0.7	5.4	13.1	15.4	14.1	9.3	-1.5	-3.9	-10	-10
出现日期		13	2	3	11	1	2T	16	19	27	29	24	28	28/12
出现年份		2009	2008	1986	2001	1986	2N	1983	2005	1997	1986	1995	1991	1991
平均相对湿度	%	79	74	74	77	76	77	82	82	85	86	85	83	80
降水量	mm	4.8	10.3	25.9	49.8	85.8	92.8	156.5	121.1	129.9	68.9	28	7.7	781.5
≥0.1 毫米日数	日	4.2	5.3	8.8	10.7	11.8	12	13.6	11.6	13.8	12.5	8.3	6	118.6
≥10 毫米日数	日	0	0.2	0.6	1.4	3	3.5	4.7	3.6	4.6	1.8	0.7	0	24.1
≥25 毫米日数	日	0	0	0.1	0.4	0.9	1	2.3	1.6	1.5	0.6	0.1	0	8.5
≥50 毫米日数	日	0	0	0	0	0.1	0	0.5	0.4	0.2	0.1	0	0	1.3
蒸发量	mm	28.7	45	76.2	101.7	136.9	147	159.3	152.4	90.7	56.7	33.2	23.2	1051
平均风速	m/s	1	1.4	1.5	1.4	1.3	1.3	1.2	1.2	1.1	1	1	0.8	1.2
极大风速	m/s	10.5	13	11.5	17.1	12.8	13	15.3	16.8	12.7	11.1	13.7	10.2	17.1
极大风速风向		ENE	ENE	ENE	E	E	WNW	SW	SW	NE	ENE	ENE	E	E
出现日期		20	27	12	30	30	29	27	8	26	23	24	14	30/4
出现年份		2005	2007	2006	2005	2010	2007	2007	2008	2008	2006	2006	2010	2005
地面平均温度	℃	3.6	6.9	11.9	18.5	23.8	27.8	30.4	29.5	23	16.8	10.1	4.5	17.2
极端最高地面温度	℃	30.4	41.9	52.3	58.8	65	69.6	68.4	69.8	61.4	49.2	34.7	27	69.8
极端最低地面温度	℃	-8.9	-7.5	-6.2	0.6	5.3	11.3	15	14	7	-1.3	-4.8	-8.5	-8.9
最大积雪深度	cm	8	9	6	0	0	0	0	0	0	0	1	3	9
最大冻土深度	cm	8	5	6	0	0	0	0	0	0	0	0	6	8
备注	极值出现日期中的"T"表示天, "Y"表示月, "N"表示年, "C"表示次数, "G"表示个, 均为整数。													

4.2.3 水文、泥沙

4.2.3.1 径流成果

渭水河径流主要由降水形成。多年平均径流深从流域上游至下游递减。径流年际变化与年内分配变幅均较大，其中 6 月~9 月为汛期。坝址多年平均流量 32.7m³/s。

表 4.2.3-1 坝址断面逐月平均流量成果表 单位：m³/s

项 目	1 月	2 月	3 月	4 月	5 月	6 月	7 月	8 月	9 月	10 月	11 月	12 月	平 均
流 量	6.2 1	5.5 7	8.6 9	22. 3	32. 9	29. 6	75. 8	64. 8	74. 6	41.4	18.5	9.54	32.7

表 4.2.3-2 坝址年径流设计成果

坝址	时段	均值 (亿 m ³)	设计径流量 (亿 m ³)				
			P=5%	P=25%	P=50%	P=75%	P=95%
推荐坝址	1 月~12 月	10.3	19.5	12.9	9.37	6.74	4.24

4.2.3.2 洪水

(1) 洪水成因及特点

渭水河流域暴雨发生时间最早在 4 月，最迟可到 10 月，但量级和强度较大的暴雨一般出现在 7 月~9 月。春末夏初，由于受西太平洋副热带高压西伸北抬影响，来自孟加拉湾和西太平洋的暖湿气流沿秦岭南麓山坡爬升，与北方冷空气在流域遭遇，形成流域内二郎坝、小河口等暴雨中心。

渭水河洪水由暴雨形成。分析其旬暴雨过程，主要有两个高峰期，7 月上旬西太平洋副热带高压西伸，与西北冷空气对峙，降水出现第一高峰；8 月下旬到 9 月上旬，由于西北冷空气势力加强，副高东退，冷热交绥，降水再次增多，出现第二次高峰，洪水出现时间与暴雨一致。由于渭水河流域暴雨特点为笼罩面积小，历时短，强度大，因而形成锋形尖瘦，陡涨陡落的洪水过程。也有受秋淋连阴雨影响的复式洪峰出现。单式洪峰洪水过程历时一般在 3 天左右，主峰段约

24 小时。

根据升仙村站 1950 年～2019 年洪水资料统计，年最大洪峰最早发生时间为 6 月份，最晚发生时间为 10 月份，7 月发生次数最多。1980 年 7 月 3 日洪峰流量达 $3130\text{m}^3/\text{s}$ ，为实测最大值。

表 4.2.3-1 升仙村站年最大洪峰各月发生频次表

项目	6 月	7 月	8 月	9 月	10 月	合计
次数	3	28	18	20	1	69
占比 (%)	4.35	40.58	26.09	28.99	1.45	100

(2) 设计洪水

坝址设计洪量采用水文比拟法成果，推荐坝址设计洪水见表 4.2.3-2，推荐坝址分期洪水设计成果详见表 4.2.3-3。

表 4.2.3-2 焦岩水利枢纽工程坝址设计洪水成果表 流量： m^3/s

项目	设计频率 P (%)								
	0.05	0.1	0.2	0.5	1	2	3.33	5	10
Qm (m^3/s)	10300	9250	8230	6900	5900	4920	4210	3650	2730
W1d (亿 m^3)	3.83	3.48	3.14	2.69	2.35	2.01	1.76	1.56	1.23
W3d (亿 m^3)	6.62	6.05	5.49	4.75	4.18	3.62	3.20	2.87	2.31

4.2.3-3 分期设计洪水成果表 流量： m^3/s

断面	使用期	设计频率 P (%)			
		5	10	20	33.3
中坝址	12 月～翌年 2 月	52.4	51.8	51.0	49.9
	3 月 1 日～3 月 24 日	98.3	62.6	58.0	54.0
	3 月 25 日～5 月 30 日	776	700	423	319
	6 月 1 日～10 月 5 日	3650	2730	1860	1270
	10 月 6 日～10 月 31 日	733	572	331	191
	11 月	227	92.3	68.8	61.0

4.2.3.3 泥沙

渭水河是汉江北岸一级支流，发源于秦岭南麓陕西省周至境内秦岭光头山，

自东向西流经太白县，在太白县黄柏塬附近折向西南，进入城固县境内。在城固县小河口又折向东南，流经洋县，在城固县东南约 7km 汉王城汇入汉江。渭水河河系发育，支流呈羽型分布。流域地形北高南低，上游分水岭太白山在海拔 3000m 以上，最高峰太白梁达 3524m。流域为土石山区，岩石裸露，土层较薄，植被良好。平时水流清澈，洪水时携带少量泥沙。

(1) 悬移质输沙量

坝址位于升仙村水文站上游约 2km，面积相差仅 1.21%，区间无较大支流汇入，多年平均入库悬移质输沙量成果直接采用升仙村站输沙量成果，即 36.5 万 t。

(2) 推移质输沙量

采用推悬比 20%分析推移质输沙量，坝址天然情况下年入库推移质输沙量分别为 7.3 万 t。

(3) 总入库输沙量

然情况下，坝址入库悬移质输沙量分别为 34.0 万 t、36.5 万 t，入库推移质输沙量分别为 6.8 万 t、7.3 万 t，则总入库输沙量分别为 40.8 万 t、43.8 万 t。

4.2.4 地质概况

库区位于渭水河上，库区河道蜿蜒曲折，河谷总体走向近南北向°，呈北高南低之势。河谷较开阔呈“U”型，两岸岸坡较缓，坡角一般 35°~55°，总体上陡下缓，局部地段分布有陡崖、峭壁和缓坡地形。两岸山顶高程 750~1100m，相对高差 150~250m，谷底宽度 75~180m，库区河床平均坡降 4.75‰左右，河漫滩与阶地相对较发育，但阶地多被侵蚀不全。

两岸冲沟较发育，冲沟走向多近垂直库岸，左岸发育长度超过 1.5km 的冲沟 6 条，切割深度 30~200m，均为常年流水沟；右岸长度超过 1.5km 的冲沟 7 条，切割深度 30~200m，均为常年流水沟；左右岸均有短浅冲沟发育，延伸长度一般小于 500m，切割深度 15~50m。冲沟沟口一般多分布洪积扇，个别冲沟洪积物已推至河心一带。

库区主要由石炭系下统地层和第四系地层组成，地层自老至新分述如下：

(1) 志留系 (S)：分布于双溪、盘龙等地，主要为二云母片岩、云母石英

片岩、石英二云母片岩等。

(2) 石炭系 (C)：出露于双溪镇至渭惠渠渠首，即焦岩水利枢纽库坝区，为库坝区的主要地层。主要岩性为二云母石英片岩、云母片岩，浅变质石英砂岩、结晶灰岩、大理岩、硅质大理岩、粗粒大理岩等，局部夹有碳质云母片岩及黑云母片麻岩。

(3) 第四系松散堆积层 (Q)：主要有两个类型，一是河谷阶地、漫滩及河床冲洪积形成的砂卵砾石及壤土、砂壤土层，二是岸坡重力堆积层，如滑坡、崩塌堆积等，分布零星。

4.2.5 土壤

水库主体施工区所在的城固县土壤类型主要有潮土、淤土、水稻土、黄褐土、黄棕壤、棕壤和石渣土 7 个土类、16 个亚类、37 个土属、68 个土种。全县土壤以汉江为起点，向北、向南有规律、呈地带性分布。

4.3 环境敏感区

4.3.1 渭水河国家级水产种质资源保护区

4.3.1.1 保护区成立和调整背景

渭水河是汉江一级支流，是我国“南水北调”工程重要的水源保护地，渭水河及支流鱼类和水生野生动物资源丰富，保护好渭水河水域生态环境，限制人为因素对生态环境的破坏，有利于水生生物，特别是珍稀鱼类的繁衍生息，丰富生物多样性。

2012 年 12 月日，农业农村部以中华人民共和国农业部公告第 1873 号公告批准建立了国家级水产种质资源保护区（第六批），将陕西省城固县渭水河省级水产种质资源保护区晋升为国家级水产种质资源保护区。2013 年 6 月农业农村部以农办渔[2013]56 号公布了保护区的面积范围和功能分区。2022 年 7 月，农业农村部发布《关于调整小潢河中华鳖等 5 个国家级水产种质资源保护区面积范围和功能分区的批复》（农办长渔[2022]2 号），对渭水河国家级水产种质资源

保护区范围和功能分区进行了调整。

4.3.1.2 保护区功能区划

保护区地处陕西省城固县境内湑水河河段及其支流，范围介于北纬 107°3'44"-107°24'48"，东经 33°9'27"-33°39'8"。其中核心区和实验区的保护范围如下：

核心区：共有 6 段水域，总长度为 115.3km，总面积为 380.3hm²。

核心区一：湑水河干流河段，起始于湑水河双溪镇黑湾河桥（右岸 33°24'56" N, 107°10'57" E，左岸 33°24'57" N, 107°11'01" E），终止于湑水河小河镇狮坝电站坝下 300 米（右岸 33°29'25" N, 107°11'07" E，左岸 33°29'25" N, 107°11'10" E），长度为 11.30km，面积为 90.09hm²。

核心区二：石槽河干流河段，起始于小河镇石槽河入湑水河口（距河口 100 米，右岸 33°33'05" N, 107°15'34" E，左岸 33°33'04" N, 107°15'33" E），终止于小河镇石槽河村麻柳坝（右岸 33°32'39" N, 107°24'48" E，左岸 33°32'39" N, 107°24'48" E），长度为 18.80km，面积为 69.18hm²。

核心区三：北溪河干流河段，起始于小河镇北溪河入湑水河口（右岸 33°29'48" N, 107°11'16" E，左岸 33°30'01" N, 107°11'21" E），终止于小河镇小磨坪（右岸 33°39'08" N, 107°10'15" E，左岸 33°39'08" N, 107°10'16" E），长度为 23.34km，面积为 72.08hm²。

核心区四：砖溪河干流河段，起始于小河镇砖溪河入湑水河口（右岸 33°29'42" N, 107°11'06" E，左岸 33°29'44" N, 107°11'05" E），终止于小河镇庙坪（右岸 33°32'01" N, 107°04'43" E，左岸 33°32'02" N, 107°04'43" E），长度为 15.77 km，面积为 43.20hm²。

核心区五：桃园河干流河段，起始于小河镇桃园河入湑水河口（右岸 33°28'09" N, 107°10'16" E，左岸 33°28'11" N, 107°10'17" E），终止于小河镇猫窝子（右岸 33°31'04" N, 107°03'44" E，左岸 33°31'04" N, 107°03'44" E），长度为 14.55km，面积为 34.27hm²。

核心区六：板凳河干流河段，起始于桔园镇板凳河下焦坝断面（右岸 107°17'30" E; 33°19'07" N，左岸 107°17'31" E; 33°19'07" N），终止于双溪镇崔家庄（右岸 107°20'52" E; 33°29'44" N，左岸 107°20'53" E; 33°29'44" N），长度

为 31.55km，面积为 71.05hm²。

实验区：共有 4 段水域，总长度为 50.7km，总面积为 839.9hm²。

实验区一：渭水河干流河段。起始于渭水河双溪镇黑湾河桥（右岸 33°24'56"N, 107°10'57" E, 左岸 33°24'57"N, 107°11'01"E），终止于博望镇庙坡村 G108 国道滑水河大桥断面（右岸 107°22'09"E; 33°09'27"N, 左岸 107°22'16"E; 33°09'39"N）。长度为 44.9km，总面积为 804.5hm²。

实验区二：板凳河下游干流河段。起始于板凳河入渭水河口（右岸 33°18'03"N, 107°10'16" E, 左岸 33°18'00"N, 107°16'11" E），终止于板凳河下焦坝断面（右岸 107°17'30"E; 33°19'07" N, 左岸 107°17'31"E; 33°19'07" N）长度为 4.30km，总面积为 14.68 hm²。

实验区三：北溪河入渭水河口河段。起始于北溪河入渭水河口（右岸 33°29'48"N, 107°11'15" E, 左岸 33°30'01"N, 107°11'21"E），终止于北溪河北溪村桥断面（右岸 33°30'12"N, 107°11'14" E; 左岸 33°30'13"N, 107°11'16" E）。长度为 0.6km，总面积为 8.8 hm²。

实验区四：砖溪河入渭水河口河段。起始于砖溪河入渭水河口（右岸 33°29'41"N, 107°11'07"E, 左岸 33°29'43"N, 107°11'10"E），终止于砖溪河隔家河新桥断面（右岸 33°29'43"N, 107°10'34" E, 左岸 33°29'44"N, 107°10'35" E）。长度为 0.9km，总面积为 11.9 hm²。

4.3.1.3 保护区保护对象

保护区的主要保护对象为大眼鲃、黄颡鱼、鲤鱼、多鳞白甲鱼、鲇。其他保护物种包括大鲵、山溪鲵、水獭、鲫鱼、黄鳝等。

4.3.1.4 焦岩水利枢纽与保护区位置关系

焦岩水利枢纽坝址和库区位于渭水河国家水产种质资源保护区实验区，不涉及水产种质资源保护区核心区。

4.3.2 陕西省秦岭生态环境保护范围

4.3.2.1 陕西省秦岭生态环境保护范围概况

2020年7月11日，陕西省人民政府办公厅发布了关于印发秦岭生态环境保护总体规划的通知，根据该规划，陕西省秦岭保护范围指秦岭山体东西以省界为界，南北以秦岭山体坡底为界的区域，位于东经 $105^{\circ}29'18''\sim 111^{\circ}01'54''$ ，北纬 $32^{\circ}28'53''\sim 34^{\circ}32'23''$ 范围内，包括商洛市全部行政区域和西安市、宝鸡市、渭南市、汉中市、安康市部分行政区域，总面积 5.82 万 km^2 。范围包含国家公园、自然保护区、饮用水水源保护区、风景名胜区、地质公园、森林公园、湿地公园、文物保护单位等各类保护单元 510 余个。

保护区划分为核心保护区、重点保护区和一般保护区，实行分区保护。

核心保护区：主要包括海拔 2000m 以上区域，秦岭山系主梁两侧各 1000m 以内、主要支脉两侧各 500m 以内的区域；国家公园、自然保护区的核心保护区，世界遗产；饮用水水源一级保护区；自然保护区一般控制区中珍稀濒危野生动物栖息地与其他重要生态功能区集中连片，需要整体性、系统性保护的区域，总面积 0.81 万 km^2 ，占秦岭总面积的 14%。

重点保护区：主要包括海拔 1500m 至 2000m 之间的区域；国家公园、自然保护区的一般控制区，饮用水水源二级保护区；国家级和省级风景名胜区、地质公园、森林公园、湿地公园等自然公园的重要功能区，植物园、水利风景区；水产种质资源保护区、野生植物原生境保护区（点）、野生动物重要栖息地，国有天然林分布区，重要湿地，重要的大中型水库、天然湖泊；全国重点文物保护单位、省级文物保护单位，总面积 1.76 万 km^2 ，占秦岭总面积的 30%。

一般保护区：指除核心保护区、重点保护区以外的区域。涉及 39 个县（市、区），335 个乡（镇）、街道，3500 多个行政村，常住人口 430 多万，面积约 3.25 万平方公里，占秦岭范围总面积的 56%。

4.3.2.2 本工程于保护区的位置关系

根据汉中市秦岭生态环境保护规划分区示意图，工程涉及重点保护区和一般保护区。根据对叠图分析并结合《城固县林业局对<焦岩水库建设是否涉及国家

公园、自然保护区>请示的回复》，本工程施工占地和淹没占地均涉及了保护区，保护区内总占地面积 690.1592hm²，其中占用一般保护区 443.1503 hm²，占用重点保护区 247.0089 hm²。

4.3.3 汉中渭水河省级重要湿地

4.3.3.1 重要湿地概况

根据《陕西省人民政府关于公布陕西省重要湿地名录的通告》(陕政发〔2008〕34 号)，汉中渭水河湿地被列入 2008 年予以公布的《陕西省重要湿地名录》。名录规定陕西省重要湿地汉中渭水河湿地涉及城固、洋县，范围为从洋县华阳镇到洋县渭水镇沿渭水河至渭水河与汉江交汇处，包括渭水河河道、河滩、泛洪区及河道两岸 1km 范围内的人工湿地。通告要求有关市、县、区人民政府以及林业、水利、农业、国土资源、环境保护、发展改革和建设等部门，严格按照《陕西省湿地保护条例》的规定，认真做好湿地保护管理工作，维护湿地生态功能，保障湿地资源永续利用。

4.3.3.2 湿地类型及结构

渭水河及其支流构成树枝状水系，共同切割形成构造侵蚀中低山河谷地貌。出山口以上河段受地形影响，湿地面积不大，主要在部分支流汇口等宽浅河段湿地面积稍多，典型湿地主要分布在出山口以下河段。出山口下游段湿地大部分位于河流两岸低坡度的泛滥平原上。大部分此类的湿地是由低坡度且携带大量沉积物的河流所形成，此类湿地与洪水泛滥有着密切关连。



库区三流水段湿地现状

库区板凳河口段湿地现状



出山口下游杨家滩湿地现状 出山口下游袁公大桥湿地现状

评价区湿地生态系统结构主要以内陆滩涂和河流湿地为主，其典型断面横向分布主要有四种类型。湿地植物群落组成见 4.8.4.2 节。

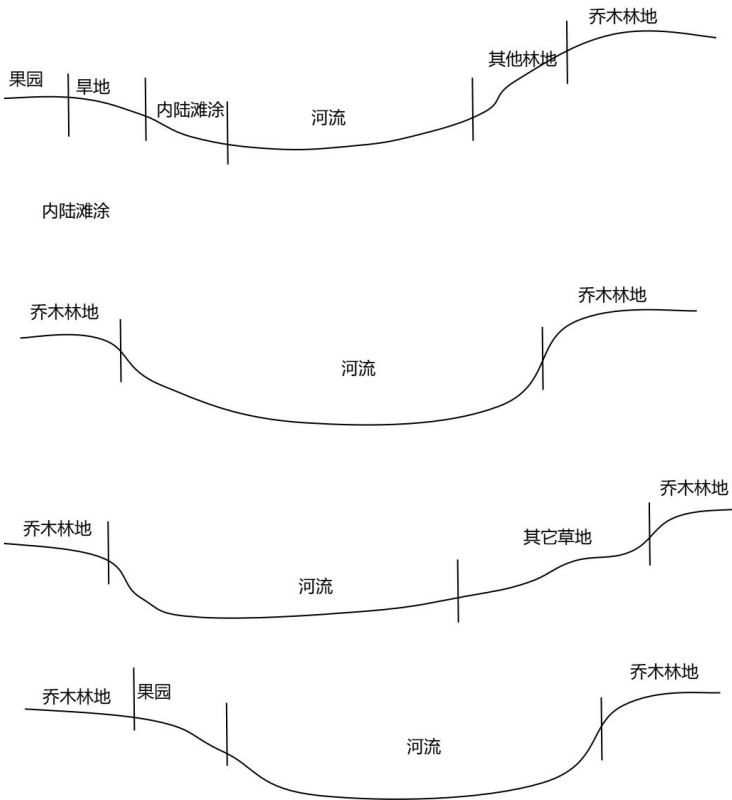


图 4.3.3-1 渭水河省级重要湿地植物群落结构

长期以来，随着农村社会经济的不断发展，城市不断扩展，工业化进程加快，渭水河湿地面积有所缩减，面临着工业废水、生活污水的侵蚀压力，加之挖沙、淘金等生产活动对河床的破坏，影响到渭水河湿地生态系统。

4.3.3.3 本工程与省级重要湿地位置关系

汉中渭水河省级重要湿地从洋县华阳镇到洋县渭水镇沿渭水河至渭水河与汉江交汇处，沿渭水河长度约 87.6km，湿地类型主要是河流湿地、内陆滩涂、坑塘湿地、泛洪湿地等，湿地范围较大。焦岩水利枢纽坝址区、水库淹没区和坝下河道均涉及该省级重要湿地范围。根据《焦岩水利枢纽工程对湿地生态影响专题报告》，永久性建设工程仅占用渭水河湿地 2.40hm²（不包括淹没区），而淹没湿地面积为 225.19hm²（由原有自然湿地河流湿地、内陆滩涂和坑塘湿地转换为库塘湿地类型，形成水库水面），对湿地结构、功能以及景观影响有限，不会造成根本性变化。

本工程填筑料源采用坝址区开挖料，混凝土骨料来源于枢纽区、罗湾、太极湾、土垣村、鸡冠岩、石堰坪 6 个库区天然砂砾料场，上述料场均无法避让渭水河省级重要湿地范围。

本项目设置 1 个弃渣场，位于下游左岸，渣场容量 150 万 m³，与河道距离超过 1km，不涉及渭水河省级重要湿地，不在湿地范围内堆放弃渣。

2023 年 7 月，陕西省林业局出具了《关于焦岩水利枢纽工程选址涉及汉中渭水河省级重要湿地的意见》（陕林湿字[2023]290 号），同意工程占用渭水河湿地。

4.3.4 国家级公益林

项目区植被覆盖较好，根据林业部门成果，区域划分有国家公益林。根据 2022 年 7 月城固县林业局复函，枢纽工程占地及水库淹没涉及国家二级公益林 145.98 hm²。

4.3.5 陕西汉中朱鹮国家级自然保护区

4.3.5.1 自然保护区概况

陕西汉中朱鹮国家级自然保护区位于陕西秦岭南坡，地理坐标为北纬 33°08′~33°35′，东经 107°17′~107°44′。行政区划属汉中市，跨越洋县和城固两

个县。保护区总面积 37549hm²。

2001 年陕西省人民政府批准建立陕西朱鹮省级自然保护区，2005 年 7 月经国务院批准为陕西汉中朱鹮国家级自然保护区。

4.3.5.2 功能区划级保护对象

保护区功能区划分为核心区、缓冲区、实验区。核心区面积为 11390hm²，占保护区总面积的 30.33%。缓冲区面积为 9930hm²，占保护区总面积的 26.45%。实验区面积为 16229hm²，占保护区总面积的 43.22%。

主要保护对象有：①朱鹮及其栖息地。②汉江中游水源涵养林和淡水湿地生态系统。③其它国家重点保护动植物。

4.3.5.3 保护区内已有工程概况

由于朱鹮生态习性特殊，需在水田觅食游荡，因此该保护区内现有人口较多，覆盖洋县和城固两县关帝镇、溢水镇、原公镇、马畅镇、谢村镇、戚氏镇等 108 个村组，人口 7 万余人。保护区内既有的建设项目主要为已建的道路和水库，包括 G5 高速公路、G108 国道、X101 县道和 X210 县道、乡村道路若干，以及党水河水库。

G5 高速公路（京昆高速）在洋县县城南部跨汉江，并在三合乡~磨子桥镇一段沿汉江南岸穿过保护区实验区，在保护区内的长度约 16km。

G108 国道在渭水镇庙坡村附近进入保护区实验区，沿汉江北岸部分路段穿过保护区，在谢村镇出保护区，在保护区内的长度约 6km。

X101 县道在汉江南岸从三合乡自西向东至黄金峡镇，全长 63km。其中三合乡~黄安镇三溪关村之间部分路段进入保护区实验区内，在保护区内的长度约 24km。

X210 县道由北向南从关帝乡铁河街村大致沿党水河到戚氏镇与 G108 国道相接，全长 39.7km，其中约 27km 穿越保护区。具体为：从关帝乡代家店附近进入保护区缓冲区，千百村附近进入保护区核心区，马坪村附近出核心区进入缓冲区，白刘村附近进入实验区，至戚氏镇五郎庙村附近出保护区。

党水河水库位于汉江左岸支流党水河上，坝址及库区均位于保护区实验区。

4.3.5.4 工程与朱鹮自然保护区位置关系

朱鹮国家级自然保护区部分实验区位于渭水河河口段，保护区边界距离上游焦岩水库坝址河道距离约 10km，直线距离约 6km。焦岩水库保障灌区面积 41.41 万亩，渭水河沿河部分灌区位于保护区实验区内。朱鹮生态习性及其栖息地现状见本报告 4.8.5.3 节。

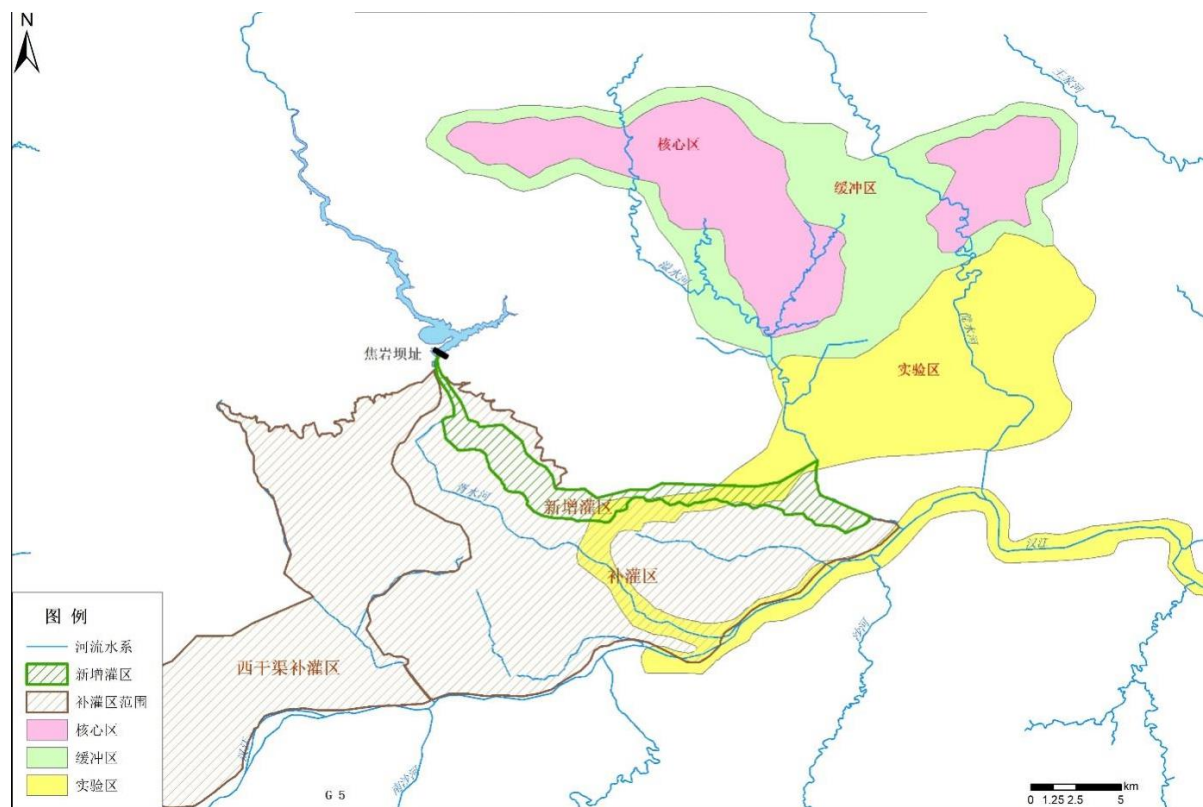


图 4.3.5-2 焦岩水利枢纽与朱鹮自然保护区位置关系图

4.4 地表水水环境现状调查与评价

4.4.1 水功能区划

根据《陕西省水功能区划》（陕政办发〔2004〕100 号），焦岩水利枢纽所在的渭水河从河源至焦岩断面为“城固自然保护区”，水质目标为Ⅱ类；焦岩断面下游至入汉江口为“城固开发利用区”，水质目标为Ⅲ类。因此本项目库区~坝址段地表水执行《地表水环境质量标准》（GB3838-2002）的Ⅱ类水质标准，坝下影响河段执行Ⅲ类水质标准。

4.4.2 污染源调查

4.4.2.1 入河排污口

根据现场调查结果，湑水河调查范围入河口共 13 个，其中把焦岩坝址上游分布 3 处，坝址下游分布 10 处。按照排污口类别，包括 8 个工业排污口，5 个生活排污口。工业污染源包括城固县光荣炉料有限公司生活入河排污口、城固县振华生物科技有限公司一分厂工业入河排污口、陕西德融新能源有限公司入河排污口、汉中聚力矿业有限公司排污口、汉中聚能科技有限公司入河排污口、汉中科瑞思矿业有限公司排污口、城固龙浩源有限公司入河排污口、陕西兴汉石英科技有限公司入河排污口。其中城固县光荣炉料有限公司生活入河排污口分布于库区上游，为上游最主要的工业污染源，其余 7 个工业污染源均分布在坝址下游，间歇式直接排放生产废水、生活废水、雨水。生活排污口包括城固县桔园镇入河排污口、城固县双溪镇入河排污口、城固县小河入河排污口、城固县原公镇入河排污口、城固县莲花街道办事处入河排污口。其中城固县小河入河排污口分布于库区上游，为上游最主要的生活排污口，其余 4 个排污口均分布于坝址下游，间歇式直接排放农田退水和生活污水。

 <p> 经度: 107.314225 纬度: 33.193710 地址: 陕西省汉中市城固县陕西兴汉石 英科技有限公司 时间: 2021-06-10 15:18:36 海拔: 481.0米 天气: 29~34℃ 东南风 备注: 杜瑞恩入河排污口 </p>	 <p> 经度: 107.316363 纬度: 33.193697 地址: 陕西省汉中市城固县陕西兴汉石 英科技有限公司 时间: 2021-06-10 15:22:22 海拔: 478.2米 天气: 29~34℃ 东南风 </p>
<p>汉中科瑞思矿业有限公司排污口</p>	<p>陕西兴汉石英科技有限公司入河排污口</p>
 <p> 经度: 107.286779 纬度: 33.214178 地址: 陕西省汉中市城固县城固斗山石 粉厂 时间: 2021-06-08 16:29:37 海拔: 496.1米 天气: 33~33℃ 东风 备注: 龙浩源 </p>	 <p> 经度: 107.290654 纬度: 33.207819 地址: 陕西省汉中市城固县聚力矿业 时间: 2021-06-08 16:43:57 海拔: 513.6米 天气: 33~33℃ 东风 </p>
<p>城固龙浩源有限公司入河排污口</p>	<p>汉中聚力矿业有限公司排污口</p>
 <p> 经度: 107.308563 纬度: 33.195686 地址: 陕西省汉中市城固县丁家村村委 会 时间: 2021-06-08 17:04:03 海拔: 493.1米 天气: 33~33℃ 东风 </p>	 <p> 经度: 107.311106 纬度: 33.207819 地址: 陕西省汉中市城固县聚能科技有限公 司 时间: 2021-06-08 17:05:05 海拔: 502.4米 天气: 33~33℃ 东风 </p>
<p>汉中聚能科技有限公司入河排污口</p>	<p>城固县光荣炉料有限公司生活入河排污口</p>
 <p> 经度: 107.247420 纬度: 33.255926 地址: 陕西省汉中市城固县城西路桔园 客运站 时间: 2021-06-08 15:23:32 海拔: 497.8米 天气: 26~33℃ 东风 备注: 长按水印编辑备注 </p>	 <p> 经度: 107.187565 纬度: 33.415042 地址: 陕西省汉中市城固县城西路双溪 初中 时间: 2021-06-08 11:24:42 海拔: 0.0米 天气: 26~33℃ 东南风 备注: 长按水印编辑备注 </p>
<p>城固县桔园镇入河排污口</p>	<p>城固县双溪镇入河排污口</p>


 <p>经度: 107.172732 纬度: 33.469481 地址: 陕西省汉中市城固县城石路小河镇人民政府 时间: 2021-06-08 海拔: 0.0米 天气: 26~33℃ 东南风 备注: 长按水印编辑备注</p>	 <p>经度: 107.313485 纬度: 33.508994 地址: 陕西省汉中市城固县丁家营村委 时间: 2021-06-08 16:12:08 海拔: 403.3米 天气: 23~33℃ 东风 备注: 长按水印编辑备注</p>
城固县小河入河排污口	城固县原公镇入河排污口
 <p>经度: 107.259781 纬度: 33.211167 地址: 陕西省汉中市城固县丁家营村 时间: 2021-06-08 15:43:20 海拔: 506.4米 天气: 33~33℃ 东风 备注: 长按水印编辑备注</p>	
城固县振华生物科技有限公司一分厂工业入河排污口	

表4.4.2-1 焦岩坝址下游干支流入河排污口信息表

序号	县/区/乡镇	入河排污口名称	入河排污口类型	经度	纬度	入河废污水量 (万t/a)	COD浓度 (mg/L)	氨氮浓度 (mg/L)	总磷浓度 (mg/L)	总氮浓度 (mg/L)	动植物油浓度 (mg/L)	ph
1	城固县桔园镇	城固县桔园镇入河排污口	城镇(农村)混合排口	107° 12' 52.0"	33° 14' 30.0"	/	18.2	13.5	0.195	4.72	0.08	
2	城固县莲花办事处	城固龙浩源有限公司入河排污口	工业区雨洪排口	107° 17' 12.0"	33° 12' 48.0"	/	/	/	/	/	/	
3	城固县桔园镇	城固县振华生物科技有限公司一分厂工业入河排污口	混合污水排口	107° 15' 35.14"	33° 12' 40.20"	/	23.8	1.82	0.146	2.38	18	7.82
4	城固县莲花办事处	汉中聚力矿业有限公司排污口	工业区雨洪排口	107° 17' 24.0"	33° 12' 32.0"	/	/	/	/	/	/	/

5	城固县莲花办事处	陕西德融新能源股份有限公司	工业区雨洪排口	107° 17' 42.0"	33° 12' 21.0"	/	/	/	/	/	/	/
6	城固县原公镇	城固县原公镇入河排污口	城镇（农村）混合排口	107° 18' 48.0"	33° 11' 56.0"	/	15.1	1.79	0.107	3.82	18	7.82
7	城固县莲花办事处	汉中聚能科技有限公司入河排污口	混合污水排口	107° 18' 19.0"	33° 11' 50.0"	0.105	/	/	/	/	/	/
8	城固县莲花办事处	汉中科瑞思矿业有限公司排污口	混合污水排口	107° 18' 38.0"	33° 11' 29.0"	10.04	21.0	0.863	0.014	3.46	0.62	7.21
9	城固县莲花办事处	陕西兴汉石英科技有限公司入河排污口	混合污水排口	107° 19' 40.0"	33° 11' 10.0"	0.05	/	/	/	/	/	/
10	城固县莲花办事处	城固县莲花街道办事处入河排污口	城镇（农村）混合排口	107° 21' 13.0"	33° 09' 58.0"	/	/	/	/	/	/	/

表4.4.2-2 焦岩坝址上游干支流入河排污口信息表

序号	县/区/乡镇	入河排污口名称	入河排污口类型	经度	纬度	入河废污水量 (万t/a)	COD浓度 (mg/L)	氨氮浓度 (mg/L)	总磷浓度 (mg/L)	总氮浓度 (mg/L)	动植物油浓度 (mg/L)	ph
1	城固县小河镇	城固县小河入河排污口	城镇(农村)混合排口	107° 17' 23.0"	33° 47' 51.0"	/	17.5	12.8	1.050	4.17	0.58	7.53
2	城固县小河镇	城固县光荣炉料有限公司生活入河排污口	混合污水排口	107° 10' 35.0"	33° 28' 24.0"	/	13.2	2.86	0.034	1.1	16	8.58
3	城固县双溪镇	城固县双溪镇入河排污口	城镇(农村)混合排口	107° 19' 42.0"	33° 04' 16.0"	/	8.9	13.1	0.014	0.619	12	8.54

4.4.2.2 工业污染源

(1) 工业水污染源分布

受水区内工业污染源仅统计直接排入环境水体的工业企业，据调查，受水区内直排河流的工业企业共计 6 家（见表 4.2-1），其中：城固县内工业企业共计 2 家，洋县内工业企业共计 4 家。

表 4.2-1 流域内工业水污染源数量及排水去向一览表

行政区	工业污染源	排水去向
城固县	城固县振华生物科技有限责任公司（二分厂）	汉江
	城固县振华生物科技有限责任公司一分厂	湑水河
洋县	陕西洋县志建药业科技有限公司	汉江
	洋县玉虎化工有限责任公司	汉江
	陕西盛华冶化有限公司	汉江
	陕西天汉生物科技有限责任公司	汉江

(2) 工业污染源行业特征

受水区涉及流域内的工业污染源行业分布见表 4.2-2。

城固县内的工业企业以中成药生产、化学药品原料制造为主。

洋县内的工业企业以化学药品原料药制造、氮肥制造、铁合金冶炼、食品及饲料添加剂制造为主。

表 4.2-2 流域内工业污染源行业分布

行政区	工业污染源	行业类型
城固县	城固县振华生物科技有限责任公司二分厂	中成药生产
	城固县振华生物科技有限责任公司一分厂	化学药品原料药制造
洋县	陕西洋县志建药业科技有限公司	化学药品原料药制造
	洋县玉虎化工有限责任公司	氮肥制造
	陕西盛华冶化有限公司	铁合金冶炼
	陕西天汉生物科技有限责任公司	食品及饲料添加剂制造

(3) 工业用排水

根据 2021 年环统数据，流域内各区县现状工业用水及废水排放情况见表 4.2-3。

城固县内现状工业用水总量为 4.38 万 m³/a，废水排放量 4.30 万 m³/a；洋县内现状工业用水总量为 89.64 万 m³/a，废水排放量 82.94 万 m³/a。

汉江流域内工业用水总量为 90.62 万 m³/a，废水排放量 83.92 万 m³/a；湑水河流域内工业用水总量为 3.40 万 m³/a，废水排放量 3.32 万 m³/a。

表 4.2-3 流域内现状工业用水及废水排放量统计 (1)

行政区	工业污染源	用水量 (万 m ³ /a)	排水量 (万 m ³ /a)
城固县	城固县振华生物科技有限责任公司二分厂	0.98	0.98
	城固县振华生物科技有限责任公司一分厂	3.40	3.32
	合计	4.38	4.30
洋县	陕西洋县志建药业科技有限公司	1.50	1.06
	洋县玉虎化工有限责任公司	74.94	72.31
	陕西盛华冶化有限公司	6.21	2.59
	陕西天汉生物科技有限公司	6.99	6.99
	合计	89.64	82.94
总计		94.02	87.24

表 4.2-3 流域内现状工业用水及废水排放量统计 (2)

流域	行政区	用水量 (m ³ /a)	排水量 (m ³ /a)
渭水河	城固县	3.40	3.32
汉江	城固县	0.98	0.98
	洋县	89.64	82.94
	合计	90.62	83.92
总计		94.02	87.24

(4) 工业水污染物排放量

根据 2021 年环统数据, 流域现状工业水污染物排放情况见表 4.2-4。

城固县内工业现状 COD 排放总量为 2.24t/a, 氨氮排放总量为 0.15t/a, TP 排放量总量为 0.04t/a; 洋县内工业现状 COD 排放总量为 27.85t/a, 氨氮排放总量为 3.96t/a, TP 排放量总量为 0.11t/a。

汉江流域内工业现状 COD 排放总量为 28.30t/a, 氨氮排放总量为 4.03t/a, TP 排放量总量为 0.12t/a; 渭水河流域内工业现状 COD 排放总量为 1.79t/a, 氨氮排放总量为 0.08t/a, TP 排放量总量为 0.03t/a。

表 4.2-4 流域内现状工业废水污染物排放量统计 (1)

行政区	工业污染源	水污染物排放量 (t/a)		
		COD	N ₃ H-N	TP
城固县	城固县振华生物科技有限责任公司二分厂	0.45	0.08	0.01
	城固县振华生物科技有限责任公司一分厂	1.79	0.08	0.03
	合计	2.24	0.15	0.04
洋县	陕西洋县志建药业科技有限公司	0.98	0.04	0.01
	洋县玉虎化工有限责任公司	21.58	3.24	0.06
	陕西盛华冶化有限公司	0.50	0.32	0.01
	陕西天汉生物科技有限公司	4.79	0.36	0.03

	合计	27.85	3.96	0.11
	总计	30.09	4.11	0.16

表 4.2-4 流域内现状工业废水污染物排放量统计 (2)

流域	行政区	水污染物排放量 (t/a)		
		COD	N ₃ H-N	TP
渭水河	城固县	1.79	0.08	0.03
汉江	城固县	0.45	0.08	0.01
	洋县	27.85	3.96	0.11
	合计	28.30	4.03	0.12
总计		30.09	4.11	0.16

4.4.2.3 城镇生活污染源

受水区纳污河段城镇生活源涉及的区县及乡镇的城镇生活污水经管网收集后进入污水处理厂处理后达到《城镇污水处理厂污染物排放标准》(18918-2002)一级 A 标准排放。现状城镇生活污水厂情况见表 4.2-5。

表 4.2-5 流域内现状城镇生活污水厂统计

序号	流域	行政区		污水处理厂名称	污水处理方法	设计处理能力(万 m ³ /d)
1	汉江	汉台区	汉台区	汉中市城市污水处理厂	A ² /O+MBBR	10
3	汉江		武乡镇	武乡镇污水处理厂	A ² /O+MBBR	0.1
4	汉江	城固县	博望街道办	城固县污水处理厂	A ² /O	3
5	汉江		柳林镇	汉中航空智慧新城污水处理厂	A ² /O	3
6	汉江		三合镇	三合镇污水处理厂	A ² /O	1.0
7	汉江		董家营镇	董家营镇污水处理厂	A ² /O+MBBR	0.03
8	渭水河		莲花街道	城固县城北莲花片区污水处理有限责任公司	A ² /O	0.2
9	汉江		上元观镇	城固县上元观环保有限责任公司	A ² /O	0.3
10	汉江	洋县	洋县	洋县污水处理厂	氧化沟	4
9	汉江		磨子桥镇	磨子桥镇污水处理厂	A ² /O	0.55
10	汉江		马畅镇	马畅镇污水处理厂	A ² O	0.14
11	汉江		谢村镇	谢村镇污水处理厂	A ² /O	0.12
12	汉江		黄安镇	黄安镇污水处理厂	A ² /O	0.09
13	汉江	南郑区	胡家营镇	汉中江南污水处理厂	氧化沟	3.375
14	汉江		圣水镇	南郑区圣水镇污水处理厂	A ² /O	0.22

据调查,汉江沿江镇集镇生活污水应收尽收,但仍有部分生活污水未经处理直接排放。流域城镇生活源污水排放总量为根据行政区城镇常住人口计算,人均用水量按照 400L/人*d,排水系数取 0.9,流域城镇生活污染源(点源)污染物

排放为污水处理厂处理后排放量,排放标准为《城镇污水处理厂污染物排放标准》(18918-2002)一级 A 标准。未处理的城镇生活污水浓度按照汉中市城镇污水厂进水平均浓度选取,即 COD 222.99mg/L、 N_3H-N 22.68 mg/L、TP 3.53 mg/L 城镇生活污染源排放汇总情况见表 4.2-6。

表 4.2-6 流域内城镇生活源水污染物排放情况

流域	行政 区	总量（万 m3/a）	已收集处理量				未处理量				排放总量（t/a）		
			处理量 （万 m3/a）	水污染物排放量 （t/a）			未处理量 （万 m³/a）	水污染物排放量（t/a）					
				COD	N3H- N	TP		COD	N3H- N	TP	COD	N3H- N	TP
渭水 河	城固 县	455.06	45.63	5.45	0.19	0.20	409.43	913.00	92.86	14.45	918.45	93.05	14.65
汉江	汉台 区	5522.52	3043.93	508.29	10.91	5.75	2478.59	5527.01	562.1 4	87.49	6035.3 1	573.0 6	93.24
	城固 县	1896.23	1384.17	172.99	7.49	1.86	512.06	1141.84	116.1 4	18.08	1314.8 3	123.6 2	19.94
	洋县	1441.85	1160.79	162.85	4.81	1.97	281.06	626.74	63.74	9.92	789.59	68.56	11.89
	南郑 区	1646.89	1349.56	116.59	5.04	3.03	297.33	663.01	67.43	10.50	779.60	72.47	13.53
总计		10962.55	6984.07	966.18	28.44	12.81	3978.48	8871.60	902.3 2	140.4 4	9837.7 8	930.7 6	153.2 5

4.4.2.4 农业灌溉污染负荷

焦岩水利枢纽工程建成后具备灌溉功能,供水灌区现状年基本情况如表 4.2-7 所示。灌区污染物排放量按照灌区面积及污染物产生负荷计算。灌区 COD 产生负荷取产生负荷 0.01t/km², N_3H-N 产生负荷取 0.06t/km², TP 产生负荷取 0.01t/km², 流域内受纳河段入河面源污染统计见表 4.2-8。

表 4.2-7 供水灌区基本情况

行政区	受水对象	供水量(万 m ³)	灌溉面积(万亩)	退水口数量(个)
汉中市	涇惠渠灌区	14638.7	16.19	3
	杨填堰灌区	994.6	0.96	4
	五门堰灌区	868	1.1	3
	跃进渠灌区	1147.2	1.33	3
	石门灌区	27441.45	45	7
总计		45089.95	64.58	20

表 4.2-8 面源污染统计

流域	行政区	受水对象	水污染物排放量(t/a)		
			COD	N_3H-N	TP
文川河	汉台区	石门灌区	0.44	2.64	0.44
		涇惠渠灌区	0.36	2.16	0.36
渭水河	城固县	五门堰灌区	0.07	0.44	0.07

汉江		杨填堰灌区	0.06	0.38	0.06
		跃进渠灌区	0.09	0.53	0.09
	汉台区	石门灌区	1.53	9.20	1.53
	城固县	涪惠渠灌区	0.72	4.32	0.72
	合并		3.28	19.67	3.28

4.4.2.5 流域污染源排放现状小结

流域现状污染源排放从工业点源、城镇生活点源和农业灌溉进行汇总，以流域为单元的统计结果见表 4.2-9 至表 4.2-11。文川河流域内 COD、NH₃-N、TP 污染排放量分别为 0.80t/a、4.79t/a、0.80t/a；涪水河流域内 COD、NH₃-N、TP 污染排放量分别为 7.47t/a、1.62t/a、0.45t/a；汉江流域内 COD、NH₃-N、TP 污染排放量分别为 991.28t/a、45.80t/a、14.99t/a。

表 4.2-9 流域 COD 排放现状统计一览表

流域	行政区	COD 排放量(t/a)			
		工业	城镇生活	农业面源	合计
文川河	城固县	/	/	0.80	0.80
涪水河	城固县	1.79	5.45	0.23	7.47
汉江	汉台区	/	508.29	1.53	509.82
	城固县	0.45	172.99	0.72	174.16
	洋县	27.85	162.85	/	190.70
	南郑区	/	116.59	/	116.59
	合计	28.30	960.73	2.25	991.28
总计		30.09	966.18	3.28	999.55

表 4.2-10 流域 NH₃-N 排放现状统计一览表

流域	行政区	NH ₃ -N 排放量(t/a)			
		工业	城镇生活	农业面源	合计
文川河	城固县	/	/	4.79	4.79
涪水河	城固县	0.076	0.19	1.36	1.62
汉江	汉台区	/	10.91	9.20	20.12
	城固县	0.08	7.49	4.32	11.88
	洋县	3.96	4.81	/	8.77
	南郑区	/	5.04	/	5.04
	合计	4.03	28.25	13.52	45.80
总计		4.11	28.44	19.67	52.21

表 4.2-11 流域 TP 排放现状统计一览表

流域	行政区	NH ₃ -N 排放量(t/a)			
		工业	城镇生活	农业面源	合计
文川河	城固县	/	/	0.80	0.80

渭水河	城固县	0.03	0.20	0.23	0.45
汉江	汉台区	/	5.75	1.53	7.28
	城固县	0.01	1.86	0.72	2.59
	洋县	0.11	1.97	/	2.09
	南郑区	/	3.03	/	3.03
	合计	0.12	12.62	2.25	14.99
总计		0.16	12.81	3.28	16.24

4.4.2.6 受水对象污染源排放现状

受水对象工业点源、城镇生活点源和农业灌溉污（废）水产生量及污染物排放现状见表 4.2-12、4.2-13、4.2-14。

表 4.2-12 现状受水对象 COD 排放现状统计一览表

流域	行政区	COD 排放量(t/a)			
		工业	城镇生活	灌溉	合计
文川河	城固县	/	/	0.80	0.80
渭水河	城固县	1.79	5.45	0.23	7.47
汉江	汉台区	/	508.29	1.53	509.82
	城固县	0.45	164.94	0.72	166.11
	洋县	27.85	160.47	/	188.32
	合计	28.30	833.70	2.25	864.26
总计		30.09	839.15	3.28	872.52

表 4.2-13 现状受水对象 NH₃-N 排放现状统计一览表

流域	行政区	NH ₃ -N 排放量(t/a)			
		工业	城镇生活	灌溉	合计
文川河	城固县	/	/	4.79	4.79
渭水河	城固县	0.076	0.19	1.36	1.62
汉江	汉台区	/	10.91	9.20	20.12
	城固县	0.08	7.22	4.32	11.62
	洋县	3.96	4.74	/	8.69
	合计	4.03	22.87	13.52	40.43
总计		4.11	23.06	19.67	46.84

表 4.2-14 现状受水对象 TP 排放现状统计一览表

流域	行政区	NH ₃ -N 排放量(t/a)			
		工业	城镇生活	灌溉	合计
文川河	城固县	/	/	0.80	0.80
渭水河	城固县	0.03	0.20	0.23	0.45
汉江	汉台区	/	5.75	1.53	7.28
	城固县	0.01	1.70	0.72	2.43
	洋县	0.11	1.92	/	2.03

	合计	0.12	9.37	2.25	11.75
总计		0.16	9.56	3.28	13.00

4.4.3 水环境质量监测与评价

4.4.3.1 评价区控制断面监测

环评过程中收集了原公大桥断面（市控断面，焦岩坝址以下约 8.2km）2021 年~2023 年逐月监测数据，监测因子包括化学需氧量、氨氮等 25 项；桔园水站断面（国控断面，焦岩坝址下游 3.8km）2022 年 6 月~2023 年 12 月逐月监测数据，监测因子包括化学需氧量、氨氮等 24 项。根据原公大桥断面、桔园水站断面监测结果，渭水河水质良好，满足水功能区划要求。

4.4.3.2 环评过程地表水环境监测

2021 年 11 月~12 月，委托陕西环境监测技术服务咨询中心对渭水河干流 7 个断面进行连续三日枯水期监测，2022 年 8 月委托陕西阔成环境检测有限公司对 7 个断面进行丰水期监测。监测具体情况见表 4.4.3-1。

监测结果如表 4.4.3-2~4.4.3-5。

表4.4.3-1 地表水环境质量监测时间及断面信息表

序号	监测时间	监测断面
1	2021.11.30~2021.12.02	①双溪镇上游5km ②焦岩水库库尾段（双溪镇上游500m） ③库中断面（枣树坪） ④焦岩水库坝址断面
2	2022.08.29~2022.08.31	⑤升仙村上游500m ⑥渭水河入汉江口上游500m ⑦汉江渭水河汇口下游1000m

（2）评价结果

根据我公司委托陕西环境监测技术服务咨询中心 2021 年对渭水河干流 7 个断面连续三日监测结果，焦岩水利枢纽库区及坝下各水期水质除了总氮超标，其余均达到《地表水环境质量标准》（GB3838-2002）III类水质标准，满足《陕西省水功能区划》规定的水质目标要求。

表 4.4.3-10 湑水河 2021 年各断面地表水水质现状评价结果表

序号	因子	GB3838-2002III 类标准	日期	双溪镇上游 5kn	焦岩水库库 尾段（双溪镇 上游 500m）	库中断面（枣 树坪）	焦岩水库坝 址断面	升仙村上游 500m	湑水河入汉 江口上游 500m	汉江湑水河 汇口下游 1000m
1	pH	6~9	11.30	0.7000	0.7000	0.9000	0.7000	0.8000	0.6500	0.7500
			12.01	0.7000	0.7000	0.8500	0.7000	0.8000	0.7000	0.8000
			12.02	0.7500	0.7000	0.8500	0.8000	0.8500	0.7000	0.7000
2	溶解氧 (mg/L)	≥5	11.30	0.0895	0.0513	0.0060	0.0195	0.0235	0.0571	0.8168
			12.01	0.0837	0.0033	0.1853	0.1097	0.3369	0.2922	0.4322
			12.02	0.1019	0.0771	0.1164	0.0817	0.2124	0.2000	0.4628
3	高锰酸盐指数 (mg/L)	≤6	11.30	0.3333	0.3167	0.3500	0.3000	0.3167	0.3333	0.3333
			12.01	0.3500	0.3000	0.3667	0.3167	0.3000	0.3333	0.3000
			12.02	0.3500	0.3000	0.3500	0.3000	0.3167	0.3500	0.3333
4	化学需氧量 (mg/L)	≤20	11.30	0.3000	0.3500	0.3000	0.3500	0.3500	0.4000	0.4000
			12.01	0.3500	0.3000	0.3500	0.3500	0.4000	0.3500	0.4000
			12.02	0.3000	0.3500	0.3500	0.4000	0.3500	0.4000	0.4000
5	五日生化需氧量 (mg/L)	≤4	11.30	0.5750	0.5500	0.5750	0.5500	0.5750	0.5750	0.5500
			12.01	0.5750	0.5750	0.5750	0.5750	0.5500	0.5500	0.5750
			12.02	0.5750	0.5500	0.5500	0.5750	0.5500	0.5500	0.5500
6	氨氮 (mg/L)	≤1.0	11.30	/	/	0.0250	/	/	0.0320	0.0820
			12.01	/	/	/	/	/	0.0300	0.0920
			12.02	/	/	/	/	/	0.0280	0.0720

7	总磷 (mg/L)	≤ 0.2	11.30	0.5500	0.5500	0.5500	0.4500	0.5500	0.7000	0.6500
			12.01	0.5500	0.6000	0.5000	0.4500	0.5500	0.7500	0.7000
			12.02	0.5500	0.6000	0.5500	0.4500	0.5500	0.7000	0.7000
8	氟化物 (mg/L)	≤ 1.0	11.30	0.1400	0.1300	0.1300	0.1200	0.1300	0.8000	0.2800
			12.01	0.1500	0.1400	0.1400	0.1300	0.1400	0.8100	0.2400
			12.02	0.1400	0.1200	0.1300	0.1200	0.1400	0.9000	0.2500
9	铜(μ g/L)	≤ 1.0	11.30	/	0.0005	0.0007	0.0004	0.0004	0.0006	0.0003
			12.01	/	0.0004	0.0006	0.0004	0.0005	0.0006	0.0003
			12.02	/	0.0004	0.0007	0.0004	0.0004	0.0005	0.0005
10	锌(μ g/L)	≤ 1.0	11.30	/	0.0059	0.0022	0.0052	0.0074	0.0052	0.0027
			12.01	/	0.0054	0.0020	0.0067	0.0077	0.0048	0.0028
			12.02	/	0.0052	0.0022	0.0069	0.0069	0.0047	0.0033
11	镉(μ g/L)	≤ 0.005	11.30	/	/	/	/	/	/	/
			12.01	/	/	/	/	/	/	/
			12.02	/	/	/	/	/	/	/
12	铅(μ g/L)	≤ 0.05	11.30	/	/	/	/	/	/	/
			12.01	/	/	/	/	/	/	/
			12.02	/	/	/	/	/	/	/
13	锰(μ g/L)	≤ 0.1	11.30	0.0293	0.0942	0.0552	0.0141	0.0798	0.2090	0.2260
			12.01	0.0310	0.0929	0.0511	0.0146	0.0862	0.1940	0.2250
			12.02	0.0287	0.0924	0.0547	0.0241	0.0775	0.1940	0.2690
14	铁(μ g/L)	≤ 0.3	11.30	0.1220	0.2387	0.1573	0.0853	0.3267	1.0300	0.2037
			12.01	0.1110	0.2120	0.1523	0.0873	0.3533	0.9600	0.2620

			12.02	0.1080	0.2090	0.1683	0.0907	0.3180	0.9633	0.2513
15	硒(μg/L)	≤0.01	11.30	0.1400	0.0500	0.1200	0.0900	0.0600	0.1100	0.1000
			12.01	0.1400	0.0500	0.1100	0.0700	0.0500	0.1100	0.1100
			12.02	0.1300	0.0600	0.1000	0.0800	0.0500	0.1000	0.1100
16	砷(μg/L)	≤0.05	11.30	0.0160	0.0200	0.0240	0.0180	0.0260	0.0220	0.0180
			12.01	0.0160	0.0220	0.0240	0.0180	0.0280	0.0220	0.0180
			12.02	0.0160	0.0220	0.0280	0.0180	0.0280	0.0220	0.0180
17	汞(μg/L)	≤0.0001	11.30	/	/	/	/	/	/	/
			12.01	/	/	/	/	/	/	/
			12.02	/	/	/	/	/	/	/
18	六价铬(mg/L)	≤0.05	11.30	/	/	/	/	/	/	/
			12.01	/	/	/	/	/	/	/
			12.02	/	/	/	/	/	/	/
19	氰化物(mg/L)	≤0.2	11.30	0.0200	/	0.0050	0.0100	/	0.0050	0.0100
			12.01	0.0150	/	0.0050	0.0150	/	0.0050	0.0100
			12.02	0.0100	/	0.0050	0.0150	/	0.0050	0.0050
20	挥发酚(mg/L)	≤0.005	11.30	0.2400	0.2000	0.2800	0.1800	0.1400	0.2600	0.2200
			12.01	0.2600	0.1800	0.2400	0.2000	0.1400	0.2800	0.2400
			12.02	0.2800	0.2000	0.2400	0.1800	0.1600	0.2800	0.2400
21	石油类(mg/L)	≤0.05	11.30	0.4000	0.2000	/	0.4000	0.2000	/	0.2000
			12.01	0.4000	0.2000	/	0.4000	0.2000	/	0.2000
			12.02	0.4000	0.2000	/	0.4000	0.2000	/	0.2000
22	阴离子表面活性	≤0.2	11.30	0.2600	/	/	0.3000	0.3100	/	/

	剂 (mg/L)		12.01	/	/	/	0.3100	0.2850	/	/
			12.02	0.3000	/	/	0.3000	0.3000	0.2500	/
23	硫化物 (mg/L)	≤0.2	11.30	/	/	/	/	/	/	/
			12.01	/	/	/	/	/	/	/
			12.02	/	/	/	/	/	/	/
24	硫酸盐 (mg/L)	250	11.30	0.0680	0.0640	0.0840	0.0760	0.1040	0.1120	0.1360
			12.01	0.0600	0.0680	0.0880	0.0840	0.0960	0.1200	0.1600
			12.02	0.0600	0.0760	0.0880	0.0880	0.0960	0.1200	0.1520
25	氯化物 (mg/L)	250	11.30	0.0400	0.0440	0.0400	0.0480	0.0720	0.0600	0.0960
			12.01	0.0400	0.0360	0.0440	0.0400	0.0760	0.0520	0.1040
			12.02	0.0360	0.0400	0.0440	0.0520	0.0760	0.0560	0.0960
26	硝酸盐 (mg/L)	10	11.30	0.4000	0.0590	0.0520	0.0730	0.4390	0.3300	0.3160
			12.01	0.3860	0.0390	0.0550	0.0830	0.4470	0.3130	0.3220
			12.02	0.4150	0.0580	0.0560	0.0880	0.4610	0.3320	0.3370
27	粪大肠菌群 (MPN/100ml)	≤10000	11.30	0.0010	/	/	/	/	0.0020	/
			12.01	/	/	/	0.0010	/	/	/
			12.02	/	/	0.0020	0.0084	/	0.0090	0.0040

表 4.4.3-11 渭水河 2022 年各断面地表水水质现状评价结果表

序号	因子	GB3838-2002III类标准	日期	双溪镇上游 5km	焦岩水库库尾段 (双溪镇上游 500m)	库中断面 (枣树坪)	焦岩水库坝址断面	升仙村上游 500m	渭水河入汉江口上游 500m	汉江渭水河汇口下游 1000m
----	----	-------------------	----	-----------	----------------------	------------	----------	------------	----------------	-----------------

1	pH	6~9	8.29	0.1000	0.0500	0.1000	0.1500	0.0500	0.1500	0.1000
			8.30	0.1000	0.1500	0.0500	0.1500	0.1000	0.1000	0.1000
			8.31	0.1000	0.0500	0.1000	0.1500	0.1000	0.1500	0.1000
2	溶解氧 (mg/L)	≥5	8.29	0.6944	0.7353	0.6849	0.6849	0.7246	0.6667	0.8065
			8.30	0.7143	0.6757	0.6849	0.7143	0.7042	0.6944	0.7246
			8.31	0.7143	0.6757	0.6849	0.7143	0.7042	0.6944	0.7246
3	高锰酸盐指数 (mg/L)	≤6	8.29	0.1667	0.2000	0.2833	0.2500	0.2000	0.1833	0.3500
			8.30	0.1500	0.1833	0.2500	0.2333	0.1667	0.1833	0.3833
			8.31	0.1500	0.1667	0.2000	0.2167	0.1667	0.1667	0.3667
4	化学需氧量 (mg/L)	≤20	8.29	0.2000	0.2500	0.2500	0.3500	0.2500	0.3000	0.4500
			8.30	0.2000	0.3000	0.2500	0.3500	0.2000	0.2500	0.5000
			8.31	0.2500	0.3000	0.2500	0.3500	0.2000	0.2000	0.5000
5	五日生化需氧量 (mg/L)	≤4	8.29	0.3500	0.4500	0.4500	0.6500	0.4500	0.5500	0.8250
			8.30	0.3500	0.5500	0.4500	0.6250	0.3750	0.4500	0.9000
			8.31	0.4500	0.5500	0.4750	0.6250	0.3750	0.3500	0.9000
6	氨氮 (mg/L)	≤1.0	8.29	0.1700	0.1500	0.1190	0.1720	0.1930	0.1040	0.0800
			8.30	0.1720	0.1500	0.1190	0.1750	0.1940	0.1060	0.0810
			8.31	0.1740	0.1530	0.1210	0.1790	0.1980	0.1050	0.0820
7	总磷 (mg/L)	≤0.2	8.29	0.0500	0.1000	0.1000	0.0500	0.1000	0.1500	0.1500
			8.30	0.1000	0.1000	0.1000	0.1000	0.1000	0.1000	0.1500
			8.31	0.1000	0.1000	0.1000	0.0500	0.1000	0.1500	0.2000
8	氟化物 (mg/L)	≤1.0	8.29	0.2100	0.1700	0.1800	0.1800	0.1700	0.3800	0.7000
			8.30	0.2100	0.1800	0.1800	0.1800	0.1800	0.3800	0.7200

			8.31	0.2000	0.1800	0.1900	0.1700	0.1800	0.3700	0.6600
9	铜(μg/L)	≤1.0	8.29	/	/	/	/	/	/	/
			8.30	/	/	/	/	/	/	/
			8.31	/	/	/	/	/	/	/
10	锌(μg/L)	≤1.0	8.29	/	/	/	/	/	/	/
			8.30	/	/	/	/	/	/	/
			8.31	/	/	/	/	/	/	/
11	镉(μg/L)	≤0.005	8.29	/	/	/	/	/	/	/
			8.30	/	/	/	/	/	/	/
			8.31	/	/	/	/	/	/	/
12	铅(μg/L)	≤0.05	8.29	/	/	/	/	/	/	/
			8.30	/	/	/	/	/	/	/
			8.31	/	/	/	/	/	/	/
13	锰(μg/L)	≤0.1	8.29	/	/	/	/	/	/	/
			8.30	/	/	/	/	/	/	/
			8.31	/	/	/	/	/	/	/
14	铁(μg/L)	≤0.3	8.29	/	/	/	/	/	/	/
			8.30	/	/	/	/	/	/	/
			8.31	/	/	/	/	/	/	/
15	硒(μg/L)	≤0.01	8.29	/	/	/	/	/	/	/
			8.30	/	/	/	/	/	/	/
			8.31	/	/	/	/	/	/	/
16	砷(μg/L)	≤0.05	8.29	/	/	/	/	/	/	/

			8.30	/	/	/	/	/	/	/
			8.31	/	/	/	/	/	/	/
17	汞(μg/L)	≤0.0001	8.29	/	/	/	/	/	/	/
			8.30	/	/	/	/	/	/	/
			8.31	/	/	/	/	/	/	/
18	六价铬 (mg/L)	≤0.05	8.29	/	/	/	/	/	/	/
			8.30	/	/	/	/	/	/	/
			8.31	/	/	/	/	/	/	/
19	氰化物 (mg/L)	≤0.2	8.29	/	/	/	/	/	/	/
			8.30	/	/	/	/	/	/	/
			8.31	/	/	/	/	/	/	/
20	挥发酚 (mg/L)	≤0.005	8.29	/	/	/	/	/	/	/
			8.30	/	/	/	/	/	/	/
			8.31	/	/	/	/	/	/	/
21	石油类 (mg/L)	≤0.05	8.29	/	/	/	/	/	/	/
			8.30	/	/	/	/	/	/	/
			8.31	/	/	/	/	/	/	/
22	阴离子表面活性剂 (mg/L)	≤0.2	8.29	/	/	/	/	/	/	/
			8.30	/	/	/	/	/	/	/
			8.31	/	/	/	/	/	/	/
23	硫化物 (mg/L)	≤0.2	8.29	/	/	/	/	/	/	/
			8.30	/	/	/	/	/	/	/
			8.31	/	/	/	/	/	/	/

24	硫酸盐 (mg/L)	250	8.29	0.2720	0.2280	0.2400	0.2840	0.1800	0.1840	0.2480
			8.30	0.2880	0.2440	0.2520	0.2960	0.1920	0.2000	0.2640
			8.31	0.2960	0.2360	0.2680	0.2840	0.3160	0.2240	0.2760
25	氯化物 (mg/L)	250	8.29	0.2080	0.1880	0.1680	0.1760	0.1600	0.1640	0.1920
			8.30	0.1800	0.1960	0.2400	0.1880	0.1520	0.1640	0.2000
			8.31	0.1600	0.2000	0.2080	0.1880	0.1560	0.1520	0.1800
26	硝酸盐 (mg/L)	10	8.29	0.0320	0.0300	0.0270	0.0190	0.0270	0.1390	0.1580
			8.30	0.0320	0.0310	0.0270	0.0200	0.0280	0.1400	0.1590
			8.31	0.0330	0.0310	0.0270	0.0210	0.0290	0.1410	0.1590
27	粪大肠菌群 (MPN/100ml)	≤10000	8.29	0.0017	0.0023	0.0013	0.0022	0.0026	0.0023	0.0014
			8.30	0.0027	0.0021	0.0014	0.0023	0.0017	0.0017	0.0024
			8.31	0.0017	0.0017	0.0024	0.0021	0.0017	0.0017	0.0027

4.5 环境空气质量现状监测与评价

为了解工程所在区域各污染物的环境质量现状，本次评价工程所在区域各污染物中基本污染物 SO_2 、 NO_2 、 PM_{10} 、 $\text{PM}_{2.5}$ 、 CO 及 O_3 环境质量现状数据引用汉中市生态环境局公布的《汉中市环境质量通报》（2023 年第 1 期~11 期）中城固县常规六项污染物监测数据。

根据表 4.5-1 数据可以看出，2023 年城固县环境空气质量现状中，除 1 月 PM_{10} 、 $\text{PM}_{2.5}$ 监测值不达标，2 月 PM_{10} 监测值不达标，其余 CO 、 SO_2 、 $\text{PM}_{2.5}$ 、 PM_{10} 、 NO_2 、 O_3 监测浓度值均满足《环境空气质量标准》（GB3095-2012）中二级标准限值的要求。

表 4.5-1 2023 年 1~11 月城固县环境空气质量主要污染物浓度及现状评价表

月份	污 染 物											
	二氧化硫 (SO ₂)		二氧化氮 (NO ₂)		可吸入颗粒物 (PM ₁₀)		细颗粒物 (PM _{2.5})		一氧化氮 (CO)		臭氧 (O ₃)	
	均值 μg/m ³	达标状况	均值 μg/m ³	达标状况	均值 μg/m ³	达标状况	均值 μg/m ³	达标状况	mg/m ³	达标状况	μg/m ³	达标状况
1 月	6	达标	22	达标	120	不达标	85	不达标	2.4	达标	82	达标
2 月	7	达标	24	达标	65	达标	48	不达标	1.4	达标	83	达标
3 月	6	达标	22	达标	60	达标	30	达标	0.9	达标	113	达标
4 月	7	达标	12	达标	45	达标	24	达标	0.8	达标	132	达标
5 月	7	达标	10	达标	39	达标	22	达标	0.9	达标	149	达标
6 月	6	达标	9	达标	34	达标	20	达标	0.6	达标	148	达标
7 月	6	达标	8	达标	28	达标	18	达标	0.6	达标	132	达标
8 月	7	达标	7	达标	27	达标	16	达标	0.6	达标	120	达标
9 月	6	达标	10	达标	24	达标	15	达标	0.8	达标	108	达标
10 月	6	达标	17	达标	32	达标	20	达标	0.8	达标	82	达标
11 月	9	达标	22	达标	58	达标	35	达标	1.2	达标	71	达标
GB 3095 2012 二级浓 度标 准限值	60		40		70		35		4		160	
	可吸入颗粒物、二氧化硫、二氧化氮和细颗粒物为年平均浓度二级标准限值； 一氧化碳为 24 小时平均浓度二级标准限值； 臭氧为日最大 8 小时平均浓度二级标准限值。											

4.6 声环境质量现状监测与评价

为掌握工程所在区域声环境质量现状，我院委托陕西环境监测技术服务咨询中心于 2021 年 11 月-12 月对该区域声环境进行了监测。监测指标为等效连续 A 声级，11 月连续监测 2 天，每天昼、夜各 1 次。监测结果见表 4.6-1。

表 4.6-1 声环境监测结果表单位：dB (A)

序号	监测点	监测结果				《声环境质量标准》（GB3096-2008）II 类		
		2021.11.30		2021.12.1		标准值		评价结果
		昼间	夜间	昼间	夜间			
S1	焦岩水库坝址处	55	47	55	47	60	50	达标
S2	深北村	56	45	55	46	60	50	达标
S3	水河国家级水种资源保护区	57	45	56	45	60	50	达标
S4	小北村 1 点位	57	46	57	45	60	50	达标
S5	小北村 2 点位	56	46	57	46	60	50	达标
S6	铁龙沟	56	48	57	47	60	50	达标
S7	双溪镇	56	45	56	45	60	50	达标

根据表 4.6-1 的监测结果，参照《声环境质量标准》（GB3096-2008）中 2 类声功能区限值，S1 焦岩水库坝址处、S2 深北村、S3 水河国家级水种资源保护区、S4 小北村 1 点位、S5 小北村 2 点位、S6 铁龙沟、S7 双溪镇监测点昼、夜噪声监测值均未超出标准限值。声环境达到国家《声环境质量标准（GB 3096—2008）》中 2 类声环境功能区标准，工程区声环境质量现状良好。

4.7 土壤环境质量现状监测与评价

为掌握土壤环境现状基本情况，我院委托陕西环境监测技术服务咨询中心于 2021 年 11 月对该区域土壤环境进行了监测。监测指标为 pH 值、镉、汞、砷、铅、铬、铜、镍、锌与含盐量，监测结果见表 4.7-1。

表 4.7-1 土壤环境现状监测结果表

序号	监测因子	监测点位				单位
		T4	T3	T2	T1	
		双溪镇上游 1km	铁龙沟	小北村	焦岩水库坝址处	

1	pH	6.51	6.68	6.44	6.57	/
2	镉	0.20	0.21	0.12	0.20	mg/kg
3	汞	0.110	0.066	0.061	0.012	mg/kg
4	砷	0.802	1.68	1.14	0.994	mg/kg
5	铅	34.1	32.4	41.4	24.3	mg/kg
6	铬	36.2	30.9	27.6	39.8	mg/kg
7	铜	15.5	18.4	18.8	15.6	mg/kg
8	镍	36.0	64.8	24.6	19.2	mg/kg
9	锌	91.6	86.0	70.9	74.2	mg/kg
10	有机质	6.43	6.02	7.82	2.87	g/kg
11	水溶性盐	0.42	1.50	1.14	1.14	g/kg

根据表 4.7-1 的监测结果，参照《土壤环境质量农用地土壤污染风险管控标准（试行）》（GB 15618-2018）中相关标准。工程区土壤 pH 在 5.5~8.5 范围内，镉、汞、砷、铅、铬、铜、镍、锌含量均未超标，土壤含盐量<2g/kg，故土壤无酸化、碱化或者盐化，土壤环境质量现状良好。

4.8 陆生生态现状调查与评价

4.8.1 调查时间和方法

4.8.1.1 调查时间

2021 年 10 月，国家林业和草原局西北调查规划设计院开展了项目区第一次陆生生态调查，调查范围主要集中在水库淹没和施工占地的河谷区域。根据项目区区域地理状况和植被状况，采用样线法结合典型调查法进行调查。设置样线 16 条，27 个大样地，重点关注占地区湿地植被以及鸟类和鱼类等动物调查。

2022 年 8 月，我公司委托武汉伊美净科技发展有限公司对评价区进行了第二次陆生生态现状调查，调查范围涵盖水库淹没区及工程直接占地区两岸第一层山脊线以内区域以及移民安置区。为了解评价区陆生生态现状，评价组相关专业技术人员分别于 2022 年 8 月 24 日~2022 年 9 月 3 日、2023 年 1 月 10 日~2023 年 1 月 17 日、2023 年 4 月 13 日~2023 年 4 月 20 日、2023 年 11 月 10 日~2023 年 11 月 16 日和 2024 年 3 月 23 日~2024

年 3 月 30 日对区域陆生生态进行了五期现场调查。

表 4.8.1-1 陆生生态现场调查情况一览表

序号	调查时间		季节	天数（天）	调查内容
	起	至			
1	2022.08.24	2022.09.03	夏季	11	生态系统、植被、陆生动植物等
2	2023.01.10	2022.01.17	冬季	8	陆生动物等
3	2023.04. 13	2023.04.20	春季	8	植被、陆生动植物等
4	2023.11.10	2023.11.16	秋季	7	植被、陆生动植物等
5	2024.03.23	2024.03.30	春季	8	植被、陆生动植物等

利用野外调查和收集的资料，采用生态机理分析法、类比法、景观生态方法、数学评价等方法进行评价分析。

4.8.1.2 调查方法

（1）基础资料收集

收集整理项目涉及区域现有的能反映生态现状或生态本底的资料，包括林业、环保、水利、农业、国土资源等部门提供的相关资料，并且参考《中国植物志》（1959-2004 年）、《中国种子植物区系地理》（吴征镒等，2011 年）、《中国植被》（中国植被编辑委员会，1980）、《陕西植被》（科学出版社，1999）、《陕西维管植物名录》（陈彦生，2016）、《陕西两栖动物区系研究》（宋鸣涛，1987 年）、《陕西省动物地理区划研究进展》（阴环等，2003 年）、《陕西省啮齿动物区系与区划》（王廷正，1990 年）、《陕西省爬行动物区系及地理区划》（宋鸣涛，2002 年）、《陕西省中国鸟类特有种分布格局变化及其影响因素研究》（王宁，2018 年）、《陕西省重点保护哺乳类的分布与保护》（李先敏等，2006 年）等著作及相关文献，在综合分析现有资料的基础上，结合工程特点，确定调查的重点区域及路线。实地调查时以枢纽工程及水库淹没区、坝下湿地等生态环境良好的区域为重点，并进行辐射调查。

（2）GPS 地面类型及植被调查取样

GPS 样点是卫星遥感影像判读各种景观类型的基础，根据室内判读的植被与土地利用类型图，现场核实判读的正误率，并对每个 GPS 取样点作如下记录：

- 1) 读出测点的海拔值和经纬度；
- 2) 记录样点植被类型，以群系为单位，同时记录坡向、坡度；
- 3) 记录样点优势植物以及观察动物活动的情况；
- 4) 拍摄典型植被外貌与结构特征。

（3）植物调查

在对评价区陆生生物资源历年资料检索分析的基础上，根据工程方案确定调查路线及调查时间。于 2022 年 8 月 24 日-2022 年 9 月 3 日、2023 年 4 月 13 日-2023 年 4 月 20 日和 2024 年 3 月 23 日至 2024 年 3 月 30 日，评价组相关专业技术人员对区域植物现状进行了现场调查，实地调查采取资料搜集、访问调查、样线及样方调查、无人机航拍等进行，确定评价区主要的植物种类、植被类型及群系、重要野生植物等，对重要野生植物等的调查还采取了野外调查、专家咨询、访谈和市场调查相结合的方法。对有疑问的植物还采集了凭证标本并拍摄照片。

1) 调查路线选取

结合焦岩水利枢纽工程布置，区域生态环境状况等，制定调查线路。实地调查时，以工程建设区、施工区、水库淹没及影响区等为中心，向四周辐射调查，采用样线调查、样方调查及无人机航拍相结合的方式进行，即在评价区内按不同方向沿山路和河流选择几条具有代表性的线路进行调查，同时也在林中穿行，沿途记录植物种类、采集标本、观察生境、目测多度等，对集中分布的植物群落进行样方调查。

2) 样方布点原则

植被调查取样的目的是要通过样方的研究准确地推测评价范围植被的总体，所选取的样方具有代表性，能通过尽可能少的抽样获得较为准确的有关总体的特征。在对评价范围的植被进行样方调查中，采取的原则是：

①尽量在重点施工区域（如坝址施工区等）、淹没线以下区域以及植被良好的区域设置样点，并考虑评价区布点的均匀性。

②所选取的样点植被为评价区分布比较普遍的类型。

③样点的设置避免对同一种植被进行重复设点。

④尽量避免非取样误差：避免选择路边易到之处；两人以上进行观察记录，消除主观因素。以上原则保证了样点的布置具有代表性，调查结果中的植被应包括绝大部分主要植被类型。

以上原则保证了样方的布置具有代表性，调查结果中的植被应包括评价区分布最普遍、最主要的植被类型。

3) 样方调查内容

样方调查采用样地记录法，乔木群落样方面积为 20m×20m，灌木样方为 5m×5m，草本样方为 1m×1m，记录样方的所有种类，并利用 GPS 确定样方位置。涵盖了针叶林、

阔叶林、灌丛、草地等评价区常见且具有代表性的植被类型。

4) 样方调查合理性分析

(4) 样方调查合理性分析

为了准确全面的反映评价区内的植被现状，样方调查的点位设置应具有一定典型性、代表性的原则。调查选取的植物样方点位涵盖了重点施工区域（如坝址、弃渣场、淹没区、施工生产生活区等）、评价区内不同海拔、坡度、坡向、干支流区域内植被。根据区域著作和相关文献资料，结合现场调查确定区域内主要植被类型 4 个植被型组，6 个植被型，8 个植被亚型，13 个群系，各植被类型样方数量均不小于 5 个，整体而言，样方设置满足生态导则的要求且具有典型性和代表性。

表 4.8.1-2 植物样方布设情况一览表

序号	群系	样方编号	地点	坐标	海拔/m
01	马尾松林	1-33	堰坪村	E 107°11'18.53293",N 33°23'32.19018"	668
		1-29	双溪村	E 107°11'33.99400",N 33°24'52.32132"	636
		1-18	桔园镇	E 107°15'46.35616",N 33°18'10.64905"	899
		1-16	小北村	E 107°17'25.60560",N 33°18'38.77657"	548
		1-04	小北村	E 107°15'4.69019",N 33°17'53.21490"	585
		8	城石路	E 107°15'57.26", N 33°18'13.15"	557
02	杉木林	1-28	双溪村	E 107°11'37.20919",N 33°24'51.95221"	576
		1-02	城石路	E 107°15'13.72295",N 33°17'40.50182"	576
		2-01	双溪村南沟	E 107°12'25.52188",N 33°24'38.90488"	683
		2-14	小北河	E 107°16'24.03091",N 33°18'13.29275"	526
		2-35	下深北村	E 107°11'25.46365",N 33°24'9.22547"	560
03	油松林	1-21	小北村	E 107°15'58.13114",N 33°18'20.95394"	552
		1-13	深北村	E 107°15'38.98019",N 33°17'33.69458"	479
		1-06	城石路	E 107°15'16.74274",N 33°17'43.55837"	543
		2-16	X213	E 107°15'47.13905",N 33°17'49.00837"	503
		2-34	染房	E 107°14'43.30306",N 33°17'56.00468"	795
		2	城石路东	E 107°15'41.79", N 33°16'27.11"	551
04	麻栎林	1-05	城石路	E 107°15'21.33050",N 33°17'42.62172"	548
		1-31	石堰坪	E 107°11'28.40554",N 33°23'40.95805"	567
		1-22	小北村	E 107°15'58.13114",N 33°18'20.95394"	522
		1-07	城石路	E 107°15'18.98622",N 33°17'39.99671"	521
		1-37	油房	E 107°11'45.70616",N 33°22'15.00708"	594
		6	小北河村	E 107°16'25.58", N 33°17'59.55"	565
05	枫杨林	1-19	小北村	E 107°15'46.35616",N 33°18'10.64905"	480
		1-08	深北村	E 107°15'25.50362",N 33°17'36.21606"	480
		1-34	高洞河村	E 107°10'46.02976",N 33°23'24.32296"	507

		2-03	城石路	E 107°11'30.10751",N 33°23'39.93770"	546
		2-07	城石路	E 107°12'8.21081",N 33°21'57.83141"	536
		10	深北村	E 107°15'44.89", N 33°17'24.47"	550
		4	深北村	E 107°15'45.73", N 33°17'24.61"	524
06	荆条灌丛	1-14	深北村	E 107°15'25.50362",N 33°17'36.21606"	532
		1-27	石堰坪	E 107°13'49.41962",N 33°21'17.14594"	567
		1-16	小北村	E 107°17'25.60560",N 33°18'38.77657"	574
		1-25	石堰坪	E 107°14'28.78033",N 33°19'54.72880"	515
		2-25	胥水村	E 107°19'42.41492",N 33°11'36.05971"	449
07	大叶醉鱼草灌丛	1-12	小北村	E 107°16'0.18142",N 33°18'7.45934"	542
		1-20	小北河	E 107°15'51.16885",N 33°18'10.75943"	496
		2-08	岩背后	E 107°12'53.91817",N 33°20'33.47984"	731
		2-28	庙坡村	E 107°21'44.56458",N 33°9'33.92852"	444
		2-31	五门堰	E 107°15'2.38856",N 33°14'44.66238"	467
08	野艾蒿灌丛	2-2	城石路	E 107°11'31.30634",N 33°23'42.93715"	565
		2-9	枣树坪	E 107°14'16.41502",N 33°20'25.14822"	476
		2-10	鸡冠岩村	E 107°14'10.73785",N 33°20'18.90535"	511
		2-12	小北河	E 107°17'30.85390",N 33°19'14.74007"	589
		2-19	桔园乡	E 107°15'34.54049",N 33°15'59.95235"	484
09	荚果蕨灌丛	2-05	城石路	E 107°11'15.40982",N 33°23'26.43943"	589
		2-06	院子里	E 107°11'0.52595",N 33°23'34.76033"	568
		2-13	小北河	E 107°18'16.49833",N 33°18'42.77401"	614
		1-35	双溪镇	E 107°10'53.88200",N 33°23'34.03907"	565
		1-36	跃进渠	E 107°17'39.07450",N 33°18'43.15648"	571
10	芦苇沼泽	2-11	梣子坝	E 107°15'19.74132",N 33°18'10.00541"	475
		2-15	城石路	E 107°15'49.43297",N 33°18'8.99402"	497
		2-20	五门堰	E 107°14'59.56969",N 33°14'57.60722"	469
		2-23	吕家村	E 107°17'23.60062",N 33°12'33.99962"	461
		2-26	庙坡村	E 107°21'50.43269",N 33°9'33.94429"	443
11	喜旱莲子草沼泽	2-21	望仙桥	E 107°16'39.80622",N 33°13'8.26662"	447
		2-22	新马院村	E 107°16'31.25546",N 33°13'12.23872"	462
		2-24	胥水村	E 107°19'29.93444",N 33°11'40.47641"	441
		2-27	大草坝村	E 107°21'50.74099",N 33°9'34.71937"	423
		2-29	四合井	E 107°21'29.79342",N 33°9'46.38280"	423
12	小果蔷薇灌丛	1	深北村	E 107°15'44.89", N 33°17'24.47"	550
		3	深北村	E 107°15'43.63", N 33°17'13.62"	560
		5	城石路	E 107°16'17.35", N 33°17'59.40"	573
		7	深北村	E 107°15'43.25", N 33°17'13.02"	567
		9	后坡	E 107°14'20.00", N 33°17'44.96"	583
13	箬竹灌丛	11	三溪水	E 107°11'49.28", N 33°22'49.72"	591
		12	三流水大桥东 50 米	E 107°11'53.00", N 33°22'32.66"	593
		13	三流水	E 107°12'1.89", N 33°22'23.30"	589

	14	三流水	E 107° 12' 6.04" ,N 33° 22' 17.27"	585
	15	三流水	E 107° 13' 2.93" ,N 33° 21' 5.99"	522

(4) 陆生动物调查

在调查过程中，确定评价区内动物的种类、资源状况及生存状况，尤其是重点保护动物。调查方法主要有资料搜集法、现场调查法及座谈会。

1) 查阅资料

查阅当地相关科学研究和野外调查资料。比照相应的地理纬度和海拔高度，结合生境，核查和收集当地及相邻地区的动物资源的资料。

2) 实地调查

对于不同的陆生脊椎动物，通常会采用不同的调查方法：

两栖类、爬行类主要以样线法为主，辅以样方法对区域内两栖、爬行类动物类群进行调查。

鸟类主要采用样线法，根据生境类型及其面积的大小设计样线或样点。样线法是沿着预先设计的一定路线，观测者沿着固定的线路行走，并记录沿途所见到的所有鸟类，一般样线长度在 1km~3km 为宜。样点法是变形的样线法，即观测者行走速度为 0，适合于崎岖的山地以及片段化的生境。

兽类的调查方法主要为样线（带）法，以样线（带）法为主，总体计数是在调查区域内通过肉眼观测兽类；观测样线（带）内兽类或者其活动痕迹如粪便、卧迹、足迹链、尿迹等。捕获法适用于小型兽类如鼠类种群的统计。

由于评价区特殊的地貌形态，上述调查方法并不完全适宜。因此，根据动物物种资源调查科学性原则、可操作性原则、保护性原则以及安全性原则，并结合评价区的地形地貌特点，实际调查过程中主要选择样线法进行调查（样线调查记录表见附表）。2022 年 8 月 24 日-9 月 3 日、2023 年 1 月 10 日-1 月 17 日、2023 年 4 月 13 日~4 月 20 日和 2023 年 11 月 10 日-2023 年 11 月 16 日，评价组相关专业技术人员对区域各主要生境进行了 4 次实地调查，调查时共布设动物调查样线 13 条，同时涉及评价区的湿地生境的有 12 条样线，涉及农田生境的有 10 条样线，涉及灌丛生境的有 13 条样线、涉及林地的有 13 条样线，涉及居民区生境的有 11 条样线（详见表 1.6-4）。调查样线主要涉及坝址区、水库淹没区、库尾、支流及坝下的湿地等典型区域，于不同时间段做重复调查，总体符合新生态导则的相关要求。样线（带）宽度综合考虑陆生野生动物的栖息地类型、透视度、陆生野生动物安全距离等因素，根据布设样线所涉及生境的实际情况进行确定。

实际调查过程中对于在部分调查宽度外的动物个体，只要在视野范围内出现，通常也进行现场记录。

表 4.8.1-3 动物样线信息汇总表

序号	起点位置	起点坐标	终点位置	终点坐标	样线长度	样线生境
1	樵坝村	E107° 17'38.72";N33° 19'42.13",h622m	长沟口	E107° 18'41.22";N33° 18'40.30",h677m	3.75km	水域、农田、灌丛、林地、居民区
2	大坝上	E107° 15'26.69";N33° 16'54.28"h516m	上深北	E107° 14'50.45";N33° 17'59.78",h629m	2.89km	水域、居民区、农田、灌丛、林地
3	城石路大桥	E107° 15'45.56";N33° 18'5.87"h532m	铁龙沟	E107° 14'24.61";N33° 19'23.55",h558m	3.56 km	居民区、灌丛、林地、水域
4	鸡冠岩村	E107° 14'12.46";N33° 20'18.30"h564m	木鱼沟	E107° 13'52.53";N33° 21'21.83"h748m	3.08 km	灌丛、林地、水域
5	石堰庵	E107° 11'32.17";N33° 23'51.61"h603m	库尾双溪镇	E107° 11'33.60";N33° 24'48.79"h617m	2.26 km	灌丛、林地、水域、居民区、农田
6	院子里	E107° 11'30.45";N33° 23'48.08"h604m	高洞河村	E107° 10'35.65";N33° 23'21.37"h653	2.41 km	农田、居民区、灌丛、林地、水域
7	石堰坪村	E107° 11'36.20";N33° 23'15.27"h600m	窑子沟村	E107° 12'16.42";N33° 23'8.14"h719m	2.10 km	林地、居民区、农田、灌丛
8	三流水	E107° 11'33.41";N33° 22'38.35"h592m	水磨村	E107° 11'22.17";N33° 21'25.35"h660m	3.12 km	林地、居民区、农田、水域、灌丛
9	大岩	E107° 12'50.11";N33° 21'7.83"h573m	峰岩沟	E107° 12'57.60";N33° 20'37.77"h782	2.0 km	林地、灌丛、水域
10	马家村	E107° 24' 19.56" ;N33° 9' 16.76" h471m	安陈村	E107° 25' 51.18" ;N33° 10' 2.80" h465	3.09 km	灌丛、水域、居民区、农田、林地
11	渭水河大桥	E107° 21' 51.71" ;N33° 9' 33.99" h476m	马家村	E107° 20' 33.23" ;N33° 11' 6.97" h480m	4.02 km	林地、灌丛、居民区、农田、水域
12	陈丁村附近	E107° 23' 14.67" ;N33° 7' 59.40" h470m	城固大桥下	E107° 20' 57.64" ;N33° 8' 18.22" h468m	4.10 km	林地、灌丛、居民区、农田、水域
13	杨填堰上游	E107° 16'55.43";N33° 13'3.83"h490m	五门堰	E107° 15'5.37";N33° 14'35.44"h497m	4.22 km	林地、灌丛、居民区、农田、水域

根据现场勘查，将评价区动物生境分为林地、灌丛/草地、水域、农田和居民区 5 种。由于区域内生境类型较为复杂，每条样线 3~5km，均涵盖了 5 种生境中的多种生境。总体上动物调查样线设置符合《环境影响评价技术导则 生态影响》（HJ 19-2022）一级评价的相关要求。

（3）红外相机调查

通过对遥感影像的分析，结合区域内动物生境分布情况，针对区域内数量稀少、地栖性或夜行性为主、在野外很难见到实体的鸟类及哺乳类采用红外相机触发法进行调查。

首先结合珍稀濒危野生动物集中分布区域预设调查样线，在调查样线内选择植被较好并且有珍稀濒危野生动物活动痕迹的区域布设红外相机，每台相机连续工作时不少于 1000 小时（通常监控一个季度后进行数据汇总）；所安装的红外相机应牢固固定在树干等自然物体上，并做好伪装，确保相机不能非人为脱落，不能轻易被非工作人员取走；相机高度宜 0.3~0.8 米，镜头宜与地面平行，应避免阳光直射镜头；相机宜选择全天拍摄模式。待相机固定后，应反复进行测试，确保相机正常工作；此外，相机安装完毕后，应对现场进行清理，还原当地自然环境。

根据现场情况，本阶段调查共设置 40 台次红外相机，其中 2022 年夏季调查设置 3 台（工作时长 2022 年 8 月~2023 年 4 月）、2023 年夏季设置 17 台（工作时长 2023 年 6 月~2023 年 8 月），2023 年秋季设置 20 台（工作时长 2023 年 11 月~2024 年 1 月），涉及工程的枢纽区、库区、库尾及临时占地区，具体如下表所示。

（4）访问调查

在评价区及其周边地区进行访问调查，与当地有野外经验的农民进行访问和座谈，与当地林业部门的相关人员进行交谈，了解当地动物的分布及数量情况。

综合实地调查、访问调查和资料汇总，通过分析归纳和总结，从而得出评价范围内的动物物种、种群数量和分布资料，为评价和保护当地动物提供科学依据。

表 4.8.1-3 现场红外相机调查信息表

相机序号	相机位置	经纬度	与工程位置关系	海拔/m	工作时间	记录物种
1.	上深北	E: 107°15'14.19" N: 33°17'40.27"	坝下支沟	543	2022 年 8 月~2023 年 4 月	小鹿
2.	梽子坝	E: 107°15'17.73" N: 33°18'9.09"	机械设备停放场	533	2022 年 8 月~2023 年 4 月	猪獾、珀氏长吻松鼠、白颊噪鹛
3.	高洞河下	E: 107°11'0.89" N: 33°23'34.00"	库尾附近支沟	620	2022 年 8 月~2023 年 4 月	无
4.	下深北村对岸	E: 107°15'14.19" N: 33°17'40.27"	坝址区左岸	518	2023 年 6 月~2023 年 8 月	猪獾、野猪
5.	右岸高低线连接路	E: 107°15'53.05" N: 33°17'52.16"	坝前	586	2023 年 6 月~2023 年 8 月	东北刺猬
6.	城石路大桥下	E: 107°15'43.46" N: 33°18'1.28"	坝前淹没区	521	2023 年 6 月~2023 年 8 月	丢失
7.	承包商营地附近	E: 107°15'5.64" N: 33°17'59.26"	坝前淹没区	527	2023 年 6 月~2023 年 8 月	丢失
8.	长滩河坎	E: 107°14'47.81"N: 33°18'57.39"	库区左岸	624	2023 年 6 月~2023 年 8 月	小鹿、猪獾
9.	鸡冠岩	E: 107°15'5.43"N: 33°19'32.83"	块石料厂占地区	651	2023 年 6 月~2023 年 8 月	黑短脚鹇、豹猫、猪獾
10.	木鱼沟	E: 107°13'49.65"N: 33°21'17.15"	库区左岸支沟	718	2023 年 6 月~2023 年 8 月	小鹿、果子狸、中华斑羚、岩松鼠
11.	窑子沟	E: 107°12'55.38" N: 33°22'58.46"	库区左岸支沟	842	2023 年 6 月~2023 年 8 月	红腹锦鸡、果子狸、珀氏长吻松鼠、小鹿、东北刺猬、松鸦、灰胸竹鸡
12.	双溪	E: 107°11'16.43" N: 33°24'39.65"	库尾左岸	592	2023 年 6 月~2023 年 8 月	红腹锦鸡、小鹿
13.	院子里	E: 107°11'15.02"N: 33°23'25.77"	库尾右岸	621	2023 年 6 月~2023 年 8 月	果子狸、小鹿
14.	油房	E: 107°11'42.41"N: 33°21'38.11"	库区右岸支沟	662	2023 年 6 月~2023 年 8 月	无

15.	峰岩沟南	E: 107°12'48.79" N: 33°20'39.18"	库区右岸支沟	719	2023 年 6 月~2023 年 8 月	果子狸、中国豪猪
16.	小岭沟	E: 107°14'29.90"N: 33°19'10.04"	库区右岸淹没区	536	2023 年 6 月~2023 年 8 月	灰胸竹鸡、蒙古兔、豹猫、北红尾鸲、白颊噪鹛、红嘴蓝鹊、喜鹊、棕头鸦雀、黄喉鹀
17.	右岸高线路	E: 107°15'36.75"N: 33°17'38.88"	坝前右岸淹没区	533	2023 年 6 月~2023 年 8 月	中华斑羚、红腹锦鸡
18.	小北河村	E: 107°16'17.96"N: 33°18'11.72"	坝址左岸支沟	570	2023 年 6 月~2023 年 8 月	果子狸、北红尾鸲、松鸦、猪獾
19.	小北河	E: 107°15'50.97"N: 33°18'12.06"	坝址左岸淹没区	547	2023 年 6 月~2023 年 8 月	珀氏长吻松鼠、果子狸、东北刺猬、猪獾、豹猫
20.	长滩	E: 107°17'44.21", N: 33°18'49.23"	板凳河支流	628	2023 年 6 月~2023 年 8 月	丢失
21.	冬青树	E: 107°11'2.46"N: 33°25'27.95"	库尾上游	645	2023 年 11 月~2024 年 1 月	珀氏长吻松鼠、虎斑地鸲、红腹锦鸡、豹猫、毛冠鹿、小鹿
22.	李家院子	E:107°11'31.16",N:33°24'29.85"	库尾附近	624	2023 年 11 月~2024 年 1 月	小鹿、红嘴蓝鹊
23.	高洞河上	E:107°11'1.70",N:33°23'13.47"	库尾附近支沟	653	2023 年 11 月~2024 年 1 月	岩松鼠、松鸦、豹猫、红嘴蓝鹊
24.	院子里	E: 107°11'15.02"N: 33°23'25.77"	库尾右岸	620	2023 年 11 月~2024 年 1 月	小鹿
25.	油房	E: 107°11'42.41"N: 33 °21'38.11"	库区右岸支沟	655	2023 年 11 月~2024 年 1 月	岩松鼠、果子狸、红嘴蓝鹊
26.	石门子	E:107°13'12.03",N:33°22'52.25"	库区左岸支沟	814	2023 年 11 月~2024 年 1 月	黑领噪鹛、白喉噪鹛、红腹锦鸡、虎斑地鸲
27.	鄢家坪	E:107°12'38.67", N:33°21'23.00"	库区左岸	614	2023 年 11 月~2024 年 1 月	小鹿、岩松鼠
28.	峰岩沟北	E:107°13'6.26", N:33°20'33.73"	库尾右岸支沟	724	2023 年 11 月~2024 年 1 月	小鹿、岩松鼠、领雀嘴鹀
29.	木鱼沟	E: 107°13'49.65"N: 33°21'17.15"	库区左岸支沟	747	2023 年 11 月~2024 年 1 月	岩松鼠

30.	朝天沟	E:107°15'5.17", N:33°20'10.59"	库区左岸支沟	689	2023 年 11 月~2024 年 1 月	无
31.	鸡冠岩	E: 107°15'5.43"N: 33°19'32.83"	块石料厂占地区	679	2023 年 11 月~2024 年 1 月	野猪、小鹿
32.	小岭沟	E: 107°14'29.90"N: 33°19'10.04"	库区右岸淹没区	540	2023 年 11 月~2024 年 1 月	蒙古兔
33.	长滩河坎	E: 107°14'47.81"N: 33°18'57.39"	库区左岸	606	2023 年 11 月~2024 年 1 月	无
34.	刘家咀	E: 107°15'37.83", N: 33°17'47.38"	砂石料加工系统	536	2023 年 11 月~2024 年 1 月	无
35.	城石路大桥下	E: 107°15'43.46" N: 33°18'1.28"	坝前淹没区	521	2023 年 11 月~2024 年 1 月	丢失
36.	小北河	E: 107°16'7.48", N: 33°18'5.88"	坝址左岸淹没区	550	2023 年 11 月~2024 年 1 月	大山雀、红胁蓝尾鸲、小鹿
37.	小北河村	E: 107°16'17.96"N: 33°18'11.72"	坝址左岸支沟	578	2023 年 11 月~2024 年 1 月	珀氏长吻松鼠、白喉噪鹛、 松鸦、红嘴蓝鹊、果子狸、 虎斑地鸲
38.	右岸高线路	E: 107°16'9.43", N: 33°17'45.76"	坝前右岸淹没区	583	2023 年 11 月~2024 年 1 月	蒙古兔、小鹿、红嘴蓝鹊、 岩松鼠、白喉噪鹛
39.	坝址右岸	E: 107°15'51.81", N: 33°17'32.09"	枢纽区	555	2023 年 11 月~2024 年 1 月	无
40.	下深北村对岸	E: 107°15'14.19" N: 33°17'40.27"	坝址区左岸	518	2023 年 11 月~2024 年 1 月	果子狸

4.8.2 生态功能区划

根据《陕西省生态功能区划》，项目区属秦巴山地落叶阔叶、常绿阔叶混交林生态区，涉及其中的 2 个二级生态功能区，3 个三级生态功能区，详见表 4.8.2-1。

表 4.8.2-1 工程涉及生态功能区划表（省级）

一级	二级	三级	范围	生态服务功能重要性或生态敏感性特征及生态保护对策
秦巴山地落叶阔叶、常绿阔叶混交林生态区	秦岭山地水源涵养与生物多样性保育生态功能区	秦岭南坡中西段中低山水源涵养与土壤保持区	渭水河上游山区段	汉江北岸众多河流的上中游，水源涵养功能极重要，水土流失较严重。保护天然次生林，退耕还林，控制水土流失
	汉江两岸丘陵盆地农业生态功能区	汉江两岸低山丘陵土壤侵蚀控制区	渭水河下游段	农业区，土壤侵蚀敏感。合理规划利用土地，加强坡地水土保持措施，发展经济林、薪炭林和水土保持林，提高林木覆盖率，控制水土流失
		汉中盆地城镇及农业区	入汉江口附近	城镇密集，农业发达，水环境敏感。合理布局城镇和企业，控制污染，搞好周边绿化和水土保持。农业以种植和养殖为主，控制面源污染

4.8.3 生态系统组成

参考《中国生态系统》（孙鸿烈，2005 年）、《全国生态状况调查评估技术规范-生态系统遥感解译与野外核查》（HJ 1166-2021）的分类原则及方法，根据对建群种生活型、群落外貌、土地利用现状等的分析，结合动植物分布和生物量的调查，对区域生态现状进行生态系统划分，可分为森林生态系统、草地生态系统、湿地生态系统、农田生态系统、城镇生态系统（见表 4.8.3-1）。根据卫片解译，评价区生态系统以森林生态系统占优势，面积为 8336.42 hm²，所占比例为 70.50%；其次是农田生态系统，面积为 1575.01 hm²，所占比例为 13.32%；其它生态系统面积及比例较少。

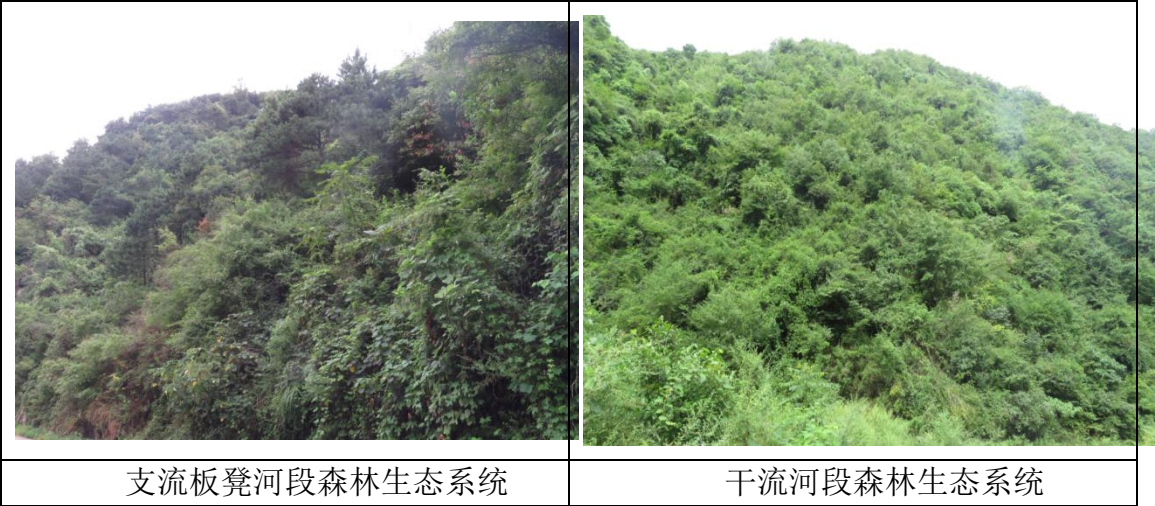
表 4.8.3-1 评价区各生态系统面积

生态系统类型	森林生态系统	草地生态系统	农田生态系统	湿地生态系	城镇生态
--------	--------	--------	--------	-------	------

				统	系统
面积 (hm ²)	8336.42	35.83	1575.01	1321.41	555.42
所占百分比 (%)	70.50	0.30	13.32	11.18	4.70

4.8.3.1 森林生态系统

评价区森林生态系统面积为 8336.42 hm²，所占比例为 70.50%。评价区位于秦岭南麓，森林生态系统分布广泛，其常见于渭水河干流及支流板凳河沿岸地区。



(1) 生态系统结构

1) 植物现状

评价区森林生态系统内植被以针叶林、落叶阔叶林为主，其中针叶林主要为山地常绿针叶林，常见群系有马尾松群系 (Form. *Pinus massoniana*)、杉木群系 (From. *Cunninghamia lanceolata*)、油松群系 (From. *Pinus tabuliformis*) 等，工程全线均有分布。区域落叶阔叶林主要有栎林、落叶阔叶杂木林等，常见群系有麻栎群系 (From. *Quercus acutissima*)、枫杨群系 (From. *Pterocarya stenoptera*) 等，落叶阔叶林在评价区河谷沿岸广泛分布，评价区也常见针阔叶混交林。常见植物有锐齿槲栎 (*Quercus aliena* var. *acutiserrata*)、秦岭冷杉 (*Abies chensiensis*)、红桦 (*Betula albosinensis*)、椴树 (*Tilia tuan*)、华中五味子 (*Schisandra sphenanthera*)、山矾 (*Symplocos sumuntia*)、中国旌节花 (*Stachyurus chinensis*)、六道木 (*Abelia biflora*)、栓翅卫矛 (*Euonymus phellomanus*)、小升麻 (*Cimicifuga japonica*)、长柄山蚂蝗 (*Hylodesmum podocarpum*)、唐松草 (*Thalictrum aquilegiifolium* var. *sibiricum*)、铁苋菜 (*Acalypha australis*)、楼梯草 (*Elatostema involucratum*) 等。

2) 动物现状



评价区生活在森林生态系统内的动物种类较多，以鸟类和哺乳类为主。常见的主要有大杜鹃（*Cuculus canorus*）、灰头绿啄木鸟（*Picus canus*）、发冠卷尾（*Dicrurus hottentottus*）、松鸦（*Garrulus glandarius*）等，另外也分布有哺乳类如岩松鼠（*Sciurotamias davidianus*）、猪獾（*Arctonyx collaris*）、野猪（*Sus scrofa*）等。

(2) 生态系统功能及特点

评价区森林生态系统分布广泛，其比区域其它生态系统具有更加复杂的空间结构和营养链式结构，这有助于提高系统自身调节、适应能力。评价区森林生态系统服务功能主要包括涵养水源、保持水土、调节气候、孕育和保存生物多样性等方面。该区森林生态系统分布广泛，生态系统内植被发育良好、类型多样，其平均生产力及生物量较高，生态系统内动植物种类组成丰富，食物网结构、营养结构相对复杂，其生态服务功能较强。

4.8.3.2 草地生态系统

结合卫片解译，根据现场调查，评价区草地生态系统面积为 35.83 hm²，占总面积的 0.30%。评价区草地生态系统面积相对较小，总体较为分散，主要分布于林缘和部分河谷地区，多零散分布。

	
库区右岸的草地生态系统	库区左岸的草地生态系统

(1) 生态系统结构

1) 植物现状

评价区灌丛和草地生态系统内植被以灌丛及灌草丛为主，其中灌丛群系多以山地灌丛为主，常见荆条灌丛（From. *Vitex negundo* var. *heterophylla*）、竹叶花椒灌丛（From.

Zanthoxylum armatum)、盐肤木灌丛 (From. *Rhus chinensis*)、构树灌丛 (From. *Broussonetia papyrifera*) 等, 也常见杂木灌丛。灌草丛以暖性灌草丛为主, 常见狗尾草灌丛 (From. *Setaria viridis*)、蕨灌丛 (From. *Pteridium aquilinum* var. *latiusculum*)、稗灌丛 (From. *Echinochloa crusgalli*) 等, 此外还分布有诸如野艾蒿灌丛 (From. *Artemisia lavandulifolia*) 等温性灌丛分布。评价区内的灌丛及草地生态系统主要分布在河谷水边、山坡林缘、道路两侧等地。常见植物有大火草 (*Anemone tomentosa*)、虎耳草 (*Saxifraga stolonifera*)、峨眉过路黄 (*Lysimachia omeiensis*)、中华绣线菊 (*Spiraea chinensis*)、蛇莓 (*Duchesnea indica*)、酸模 (*Rumex acetosa*)、美丽胡枝子 (*Lespedeza formosa*)、斜萼草 (*Loxocalyx urticifolius*)、篱打碗花、窃衣 (*Torilis scabra*)、华中五味子、四照花 (*Cornus kousa* subsp. *chinensis*)、叶下珠 (*Phyllanthus urinaria*)、委陵菜 (*Potentilla chinensis*)、鸭跖草 (*Commelina communis*)、秦岭木姜子 (*Litsea tsinlingensis*)、微毛血见愁 (*Teucrium viscidum* var. *nepetoides*)、唐松草、赤麻 (*Boehmeria silvestrii*)、狗牙根 (*Cynodon dactylon*) 等。

2) 动物现状

分布于草地生态系统内的动物主要有灌丛石隙型爬行类如北草蜥 (*Takydromus septentrionalis*), 也以鸟类和哺乳类为主, 常见的鸟类有环颈雉 (*Phasianus colchicus*)、戴胜 (*Upupa epops*)、棕头鸦雀 (*Paradoxornis webbianus*)、山鹧鸪 (*Prinia criniger*) 等。常见的哺乳类有蒙古兔 (*Lepus tolai*)、黄鼬 (*Mustela sibirica*) 等。

(2) 生态系统功能及特点

草地生态系统在保持水土、防风固沙等方面具有重要作用。同时, 评价区总体上该类型生态系统内植被类型及群系单一, 群系结构及物种组成简单, 食物网结构、营养链结构较简单, 其服务功能不强。

4.8.3.3 湿地生态系统

结合卫片解译, 评价区湿地生态系统面积为 1321.41 hm², 所占比例为 11.18%, 区域湿地生态系统面积较小。根据现场调查, 区域湿地主要为河流湿地, 主要为湑水河干流及板凳河等支流。



(1) 生态系统结构

1) 植物现状

评价区位于湑水河的中下游，湑水河属长江流域汉江水系一级支流，区域内的湿地生态系统主要分布于湑水河及其支流板凳河沿岸，主要以草本沼泽为主，常见芦苇沼泽（From. *Phragmites australis*）、香蒲沼泽（From. *Typha orientalis*）、节节草沼泽（From. *Equisetum ramosissimum*）、酸模叶蓼沼泽（From. *Polygonum lapathifolium*）等，常见植物有问荆（*Equisetum arvense*）、泽泻（*Alisma plantago-aquatica*）、花蔺（*Butomus umbellatus*）、看麦娘（*Alopecurus aequalis*）、荩草（*Arthraxon hispidus*）、狗牙根、马唐（*Digitaria sanguinalis*）、球穗扁莎（*Pycnus flavidus*）、藨草（*Houttuynia cordata*）、水蓼（*Polygonum hydropiper*）、酸模（*Rumex acetosa*）、马鞭草（*Verbena officinalis*）、细茎橐吾（*Ligularia hookeri*）、鳢肠（*Eclipta prostrata*）、井栏边草（*Pteris multifida*）等。

2) 动物现状



分布于湿地生态系统中的动物主要有两栖类如沼蛙（*Boulengerana guentheri*）、鸟类如小天鹅（*Cygnus columbianus*）、赤麻鸭（*Anas strepera*）绿头鸭（*Anas platyrhynchos*）、白鹡鸰（*Motacilla alba*）、红尾水鸕（*Rhyacornis fuliginosus*）等，哺乳类如蹼足鼯（*Nectogale elegans*）、水獭（*Lutra lutra*）等。

(2) 生态系统功能及特点

评价区湿地以河流湿地为主，主要为提供农业灌溉和生活用水等，其面积较小，区域内人为及自然干扰频繁，湿地生态系统结构简单。

4.8.3.4 农田生态系统

结合卫片解译，评价区农田生态系统面积为 1575.01hm²，占总面积的 13.32%。根据现场调查，区域农田生态系统面积也相对较小，主要包括区域内零散分布的水田、旱地和果园等。

	
高洞河村农田生态系统	窑子沟段农田生态系统

(1) 生态系统结构

1) 植物现状

评价区农田生态系统内植被以经果树种、农作物为主，常见的经果树种有油松、杉木、水杉、毛竹等，常见的粮食作物有稻（*Oryza sativa*）、玉蜀黍（*Zea mays*）、荞麦（*Fagopyrum esculentum*）、豆类等，常见的经济作物有油菜（*Brassica napus*）、蔬菜等。

2) 动物现状

分布于农田生态系统内的动物以鸟类为主，如环颈雉（*Phasianus colchicus*）、山斑鸠（*Streptopelia orientalis*）、喜鹊（*Pica pica*）、大嘴乌鸦（*Corvus macrorhynchos*）等，另外还分布有少量的哺乳类，如蒙古兔、黄鼬（*Martes flavigulu*）、巢鼠（*Micromys minutus*）、黑线姬鼠（*Apodemus agr*）等。除此之外，还偶见有中华蟾蜍、赤链蛇（*Lycodon rufozonatum*）等两栖类和爬行类在此活动。

(2) 生态系统功能及特点

评价区农田生态系统生态功能主要体现在农产品及副产品生产上，主要为为人们提供农产品等。此外，农田生态系统也具有土壤保持、养分循环等功能。评价区农田生态系统多集中分布于坝下桔园镇沿线，除旱地和水田外，还有大面积的果园等。

4.8.3.5 城镇生态系统

结合卫片解译，评价区城镇生态系统面积为 555.42 hm²，占总面积的 4.70%。根据现场调查，评价区城镇/村落集中分布于桔园镇、双溪镇等区域。

	
双溪镇城镇生态系统	板凳河段城镇生态系统

(1) 生态系统结构

1) 植物现状

评价区城镇生态系统内植物多零星分布，以栽培植物为主，主要为经果树种及农作物如枇杷 (*Eriobotrya japonica*)、柑橘 (*Citrus reticulata*)、稻 (*Oryza sativa*) 等，栽种观赏植物常见旱金莲 (*Tropaeolum majus*)、紫露草 (*Tradescantia reflexa*)、天蓝绣球 (*Phlox paniculata*)、待宵草 (*Oenothera stricta*)、红花檵木 (*Loropetalum chinense* var. *rubrum*)、石竹 (*Dianthus chinensis*) 等。

2) 动物现状

考虑到城镇生态系统周边有大片的农田生态系统，因此分布的动物大致和农田生态系统比较相似，如山斑鸠 (*Streptopelia orientalis*)、喜鹊 (*Pica pica*)、金腰燕 (*Cecropis daurica*)、白头鹎 (*Pycnonotus sinensis*)、黄鼬、巢鼠、黄胸鼠 (*Rattus flavipectus*) 等。

(2) 生态系统功能及特点

城镇生态系统是一个高度复合的人工化生态系统，其与自然生态系统在结构和功能上都存在明显差别。评价区城镇/村落主要位于桔园镇和双溪镇，区域居民相对集中，其生态服务功能主要是提供生活和生产物质的功能，包括食物生产、原材料生产以及满足人类精神和物质生活需求的功能。

4.8.4 陆生植被和植物

为客观评价焦岩水利枢纽项目建设运营对区域植物及植被的影响，2022年8月24日~2022年9月3日、2023年4月12日~2023年4月19日和2024年3月23日~2024年3月29日，评价组相关专业技术人员对评价区植物多样性、植被类型、重要野生植物等进行了3次现场调查和分析，重点调查了工程建设区（包括业主营地、渣料场、施工生产生活区、道路区等）、水库淹没及影响区、下游减水河段及生态环境良好的区域。

4.8.4.1 评价区植被类型分布

（1）植被区划

按照《中国植被》本流域范围属于亚热带常绿阔叶林区域——北亚热带常绿落叶阔叶混交林地带——北亚热带常绿、落叶阔叶混交林地带——秦、巴山地丘陵，栎类林、巴山松、华山松林区。

（2）植被类型

依据《陕西植被》，评价区位于常绿阔叶林区域、北亚热带落叶阔叶与常绿阔叶林混交地带、汉中盆地常绿果树、稻麦栽培小区。

按照《陕西植被》可以将本区域的主要群系分为4个植被型组，6个植被型，8个植被亚型，13个群系。

表 4.8.4-1 评价区植被类型表

植被型组	植被型	植被亚型	群系	分布区域	占用面积 (hm ²)	占用 比例(%)
一、森林	I、针叶林	1.山地常绿针叶林	1)马尾松林 <i>Form.Pinus massoniana</i>	在评价区主要分布库区淹没区及周边山地	50.78	1.51
			2)杉木林 <i>From.Cunninghamia lanceolata</i>	在评价区主要分布于坝下与库尾周边	8.47	0.25
			3)油松林 <i>From. Pinus tabuliformis</i>	在评价区主要分布于坝下与库尾周边	29.11	0.87
	II、落叶阔叶林	2.栎林	4)麻栎林 <i>From. Quercus acutissima</i>	在评价区主要分布于坝下	96.09	1.77
		3.落叶阔叶杂木林	5)枫杨林 <i>From. Pterocarya stenoptera</i>	在评价区主要分布于坝下及坝前淹没区至下游减水河段	110.09	3.18
二、灌丛	III、山地灌丛	4.山地灌丛	6)荆条灌丛 <i>From. Vitex negundo var. heterophylla</i>	在评价区广泛分布	0.11	0.12
			7)大叶醉鱼草灌丛 <i>From. Buddleja davidii</i>	在评价区分布于河漫滩地、山坡路旁地势平坦处	0.51	0.53
			8)小果蔷薇灌丛 <i>Form. Rosa cymosa</i>	于评价区各田埂、道路附近分布较为常见	3.27	3.43
			9)箬竹灌丛 (<i>Form. Indocalamus tessellatus</i>)	于渭水河两岸分布较为常见	2.10	2.20
三、灌草丛	IV、温性灌草丛	5.山地灌草丛	10)野艾蒿灌草丛 <i>From.Artemisia lavandulifolia</i>	在评价区的路旁、林缘、山坡等地常有分布	3.75	3.93
	V、暖性灌草丛	6.杂类、蕨类灌草丛	11)荚果蕨灌草丛 <i>From. Matteuccia struthiopteris</i>	评价区山地阳坡及森林边缘阳光充足的水边	1.76	1.85
四、沼泽	VI、草本沼泽	7.禾草类沼泽	12)芦苇沼泽 <i>From.Phragmites australis</i>	评价区内分布于平原地区水边	143.37	11.13
		8.杂草类沼泽	13)喜旱莲子草沼泽 <i>From. Alternanthera philoxeroides</i>	评价区内分布于下游减水河段水边	103.37	8.03
人工林	果木林	柑橘、枇杷等		评价区分布于村落周边，主要分布于坝下减	65.32	6.70

植被型组	植被型	植被亚型	群系	分布区域	占用面积 (hm ²)	占用 比例(%)
	经济林	油茶等		水河段	25.33	2.60
农作物	农作物	水稻、油菜等			129.37	15.50

(3) 主要植被类型描述

1. 马尾松林 (From. *Pinus massoniana*)

马尾松为阳性树种，不耐庇荫，喜光、喜温湿环境，其根系发达，主根明显，有根菌。对土壤要求不严格，喜微酸性土壤，在干旱瘠薄的红壤、石砾土、沙质土、粘土、山脊和阳坡的冲刷薄地上，以及陡峭的石山岩缝里都能生长，为荒山恢复森林的先锋树种，常组成次生纯林或与栎类等阔叶树混生。马尾松主产我国汉水流域以南、长江中下游各省区。马尾松林在评价区广泛分布

乔木层郁闭度 0.4 - 0.8，层均高 13m，优势种为马尾松 (*Pinus massoniana*)，高 11~16m，胸径 12~18cm，盖度约为 25%-70%，主要伴生种有麻栎 (*Quercus acutissima*)、油桐 (*Vernicia fordii*)、楝 (*Melia azedarach*)、香椿 (*Toona sinensis*)、油松 (*Pinus tabulaeformis*) 等。

灌木层均高 1.8m，层盖度约 15% - 35%，优势种常为荆条 (*Vitex negundo* var. *heterophylla*) 或无明显优势种，常见植物中华绣线菊 (*Spiraea chinensis*)、马桑 (*Coriaria nepalensis*)、油桐 (*Vernicia fordii*)、火棘 (*Pyracantha fortuneana*)、双盾木 (*Dipelta floribunda*)、木蓝 (*Indigofera tinctoria*) 等。

草本层均高 0.4m，层盖度约 15% - 40%，无明显优势种。常见植物有一年蓬 (*Erigeron annuus*)、鸭舌草 (*Monochoria vaginalis*)、牛膝 (*Achyranthes bidentata*)、蕨 (*Pteridium aquilinum* var. *latiusculum*)、井栏边草 (*Pteris multifida*) 等。

样方点位：

1-33 堰坪村 E 107°11'18.53293", N 33°23'32.19018", h:668m;

1-29 双溪村 E 107°11'33.99400", N 33°24'52.32132" , h:636m;

1-18 桔园镇 E107°15'46.35616", N 33°18'10.64905", h:899m;

1-16 小北村 E 107°17'25.60560", N 33°18'38.77657" , h:548m;

1-04 小北村 E 107°15'4.69019", N 33°17'53.21490" , h:585m;

8 城固县云亮农家乐东北 100 米(城石路)E 107°15'57.26", N 33°18'13.15", h:557m。

2. 杉木林 (From. *Cunninghamia lanceolata*)

杉木为高大乔木；幼树尖塔形，大树圆锥形，树皮裂成长条片，内皮淡红色，小枝对生或轮生，常成 2 列状，幼枝绿色。在我国主要分布于长江流域、秦岭以南地区广泛栽培，越南也有分布。木材黄白色，有时心材带淡红褐色，质较软，细致，有香气，纹理直，易加工，比重 0.38，耐腐力强，不受白蚁蛀食。供建筑、桥梁、造船、矿柱，木

桩、电杆、家具及木纤维工业原料等用。树皮含单宁。

杉木生长快，用种子繁殖或插条繁殖，或根株萌芽更新，栽培地区广，木材优良、用途广，为长江以南温暖地区最重要的速生用材树种。杉木在评价区主要分布于坝下与库尾周边。

乔木层郁闭度 0.6，层均高 15m，优势种为杉木（*Cunninghamia lanceolata*），高 12-17m，盖度 40%-60%，胸径 12-16cm，伴生种较少，常见油松或无。

灌木层均高 2.4m，层盖度 20% - 40%，无明显优势种，常见植物有棕榈（*Trachycarpus fortunei*）、荆条、化香树（*Platycarya strobilacea*）等。

草本层均高 0.4m，层盖度 10% - 15%，无明显优势种，常见植物有鸭舌草、井栏边草、蕨、白茅（*Imperata cylindrica*）、狗尾草、黄背草（*Themeda japonica*）等。

样方点位：

1-28 双溪村 E 107°11'37.20919",N 33°24'51.95221", h: 576m;

1-02 城石路 E 107°15'13.72295",N 33°17'40.50182" , h: 576m;

2-01 双溪村南沟 E 107°12'25.52188",N 33°24'38.90488" , h: 683m;

2-14 小北河 E 107°16'24.03091",N 33°18'13.29275" , h: 526m;

2-35 下深北村 E 107°11'25.46365",N 33°24'9.22547", h: 560m。

3.油松林（From. *Pinus tabuliformis*）

乔木，高达 25 米，胸径可达 1 米以上；树皮灰褐色或褐灰色，裂成不规则较厚的鳞状块片，裂缝及上部树皮红褐色；枝平展或向下斜展，老树树冠平顶，心材淡黄红褐色，边材淡黄白色，纹理直，结构较细密，材质较硬，比重 0.4-0.54，富树脂，耐久用。可供建筑、电杆、矿柱、造船、器具、家具及木纤维工业等用材。树干可割取树脂，提取松节油；树皮可提取栲胶。松节、松针（即针叶）、花粉均供药用。为我国特有树种，产吉林南部、辽宁、河北、河南、山东、山西、内蒙古、陕西、甘肃、宁夏、青海及四川等省区，生于海拔 100-2600 米地带，多组成单纯林。其垂直分布由东到西、由北到南逐渐增高。辽宁、山东、河北、山西、陕西等省有人工林。为喜光、深根性树种，喜干冷气候，在土层深厚、排水良好的酸性、中性或钙质黄土上均能生长良好。在评价区主要分布于坝下。

乔木层郁闭度 0.6-0.85，层均高 8m，优势种为油松（*Pinus tabuliformis*）高 7-10m，盖度 40% - 45%，胸径 10-16cm，伴生种较少，或为马尾松或杉木。

灌木层均高 2.2m，层盖度 20% - 30%，无明显优势种，常见植物火棘、木蓝、化香

树、双盾木、荆条、勾儿茶 (*Berchemia sinica*) 等。

草本层均高 0.4m, 层盖度 35% - 45%, 无明显优势种, 常见植物有前胡 (*Peucedanum praeruptorum*)、白英 (*Solanum lyratum*)、二形鳞藁草、蕨、野艾蒿等。

样方点位:

1-21 小北村 E 107°15'58.13114", N 33°18'20.95394" , h:552m;

1-13 深北村 E 107°15'38.98019", N 33°17'33.69458" , h: 479m;

1-06 城石路 E 107°15'16.74274", N 33°17'43.55837" , h:543m;

2-16 X213 E 107°15'47.13905", N 33°17'49.00837", h:503m; 2-34 染房 E 107°14'43.30306", N 33°17'56.00468", h:795m;

2 城固县柑桔观光度假村(城石路东) E 107°15'41.79", N 33°16'27.11", h:551m。

4. 麻栎林 (From. *Quercus acutissima*)

落叶乔木, 高达 30 米, 胸径达 1 米, 木材为环孔材, 边材淡红褐色, 心材红褐色, 材质坚硬, 纹理直或斜, 耐腐朽, 气干易翘裂; 供枕木、坑木、桥梁、地板等用材; 叶含蛋白质, 可饲柞蚕; 种子含淀粉, 可作饲料和工业用淀粉; 壳斗、树皮可提取栲胶。产辽宁、河北、山西、山东、江苏、安徽、浙江、江西、福建、河南、湖北、湖南、广东、海南、广西、四川、贵州、云南等省区。生于海拔 60-2200 米的山地阳坡, 成小片纯林或混交林, 在评价区主要分布于坝下与库尾周边。

乔木层郁闭度 0.4-0.6, 层均高 17m, 优势种为麻栎 (*Quercus acutissima*), 高 14-18m, 盖度 40% - 45%, 胸径 20-22cm, 伴生种较少, 常见栗 (*Castanea mollissima*)、马尾松、杉木。

灌木层均高 2.2m, 层盖度 20% - 30%, 无明显优势种, 常见植物有棕榈、火棘 (*Pyracantha fortuneana*)、山胡椒 (*Lindera glauca*)、黄檀 (*Dalbergia hupeana*) 等。

草本层均高 0.4m, 层盖度 10% - 15%, 无明显优势种, 常见植物有野艾蒿 (*Artemisia lavandulifolia*)、青绿藁草 (*Carex breviculmis*) 等。

样方点位:

1-05 城石路 E 107°15'21.33050", N 33°17'42.62172" , h: 548m;

1-31 石堰坪 E 107°11'28.40554", N 33°23'40.95805" , h:567m;

1-22 小北村 E 107°15'58.13114", N 33°18'20.95394" , h: 522m;

1-07 城石路 E 107°15'18.98622", N 33°17'39.99671" , h: 521m;

1-37 油房 E 107°11'45.70616", N 33°22'15.00708" , h:594m;

6 城固县桔园镇小北河村 E 107°16'25.58", N 33°17'59.55", h:565m。

5. 枫杨林 (From. *Pterocarya stenoptera*)

大乔木，高达 30 米，胸径达 1 米；幼树树皮平滑，浅灰色，老时则深纵裂；小枝灰色至暗褐色，具灰黄色皮孔；芽具柄，密被锈褐色盾状着生的腺体。叶多为偶数或稀奇数羽状复叶，果序长 20-45 厘米，果序轴常被有宿存的毛。生于海拔 1500 米以下的沿溪涧河滩、阴湿山坡地的林中，现已广泛栽植作园庭树或行道树。产于我国陕西、河南、山东、安徽、江苏、浙江、江西、福建、台湾、广东、广西、湖南、湖北、四川、贵州、云南，华北和东北仅有栽培。在评价区主要分布于坝下及坝前淹没区。

乔木层郁闭度 0.6，层均高 16m，优势种为枫杨 (*Pterocarya stenoptera*)，高 16-20m，盖度 35% - 60%，胸径 18-24cm，伴生种缺失或为侧柏 (*Platycladus orientalis*)、栗、山杨 (*Populus davidiana*)、香椿。

灌木层均高 2.0m，层盖度 25% - 35%，无明显优势种，常见植物巴东醉鱼草 (*Buddleja albiflora*)、棕榈、绣线梅 (*Neillia thyrsiflora*)、荆条、油桐、等。

草本层均高 0.6m，层盖度 30% - 45%，无明显优势种，常见植物有二形鳞薹草、麦冬 (*Ophiopogon japonicus*)、紫菀 (*Aster tataricus*)、蕨、野艾蒿、葎草 (*Humulus scandens*) 等。

样方点位：

1-19 小北村 E 107°15'46.35616", N 33°18'10.64905" , h:480m;

1-08 深北村 E 107°15'25.50362", N 33°17'36.21606" , h:480m;

1-34 高洞河村 E 107°10'46.02976", N 33°23'24.32296" , h:507m;

2-03 城石路 E 107°11'30.10751", N 33°23'39.93770" , h: 546m;

2-07 城石路 E 107°12'8.21081", N 33°21'57.83141", h: 536m;

10 城固县桔园镇城石路(小北村村民委员会) E 107°15'57.63", N 33°18'5.29", h: 539m。

6. 荆条灌丛 (From. *Vitex negundo* var. *heterophylla*)

落叶灌木或小乔木，树皮灰褐色，幼枝方形有四棱；掌状复叶对生或轮生，小叶 5 或 3 片，叶缘呈大锯齿状或羽状深裂，上面深绿色具细毛，下面灰白色，密被柔毛。花序顶生或腋生，先由聚伞花序集成圆锥花序，核果球形。分布于辽宁、河北、山西、山东、河南、陕西、甘肃、江苏、安徽、江西、湖南、贵州、四川。生长于山坡路旁。在评价区广泛分布。

灌木层均高 2.0m，层盖度 45% - 85%，优势种为荆条，高 2.5-2.8m，盖度 30%-60%，常见植物黄檀、云实 (*Caesalpinia decapetala*)、金竹 (*Phyllostachys sulphurea*)、绣线梅、油桐、火棘、中华绣线菊、马桑等。

草本层均高 0.4m，层盖度 15% - 35%，无明显优势种，常见植物有翼果薹草 (*Carex neurocarpa*)、紫菀、贯众 (*Cyrtomium fortunei*)、野艾蒿、葎草、一年蓬等。

样方点位：

1-14 深北村 E 107°15'25.50362", N 33°17'36.21606", h: 532m;

1-27 石堰坪 E 107°13'49.41962", N 33°21'17.14594", h: 567m;

1-16 小北村 E 107°17'25.60560", N 33°18'38.77657", h: 574m;

1-25 石堰坪 E 107°14'28.78033", N 33°19'54.72880", h: 515m;

2-25 胥水村 E 107°19'42.41492", N 33°11'36.05971", h: 449m。

7.大叶醉鱼草灌丛 (Form. *Buddleja davidii*)

大叶醉鱼草灌木，高 1-5 米。小枝外展而下弯，略呈四棱形；幼枝、叶片下面、叶柄和花序均密被灰白色星状短绒毛。叶对生，叶片膜质至薄纸质，狭卵形、狭椭圆形至卵状披针形，稀宽卵形，全株供药用，有祛风散寒、止咳、消积止痛之效。花可提制芳香油。枝条柔软多姿，花美丽而芳香，是优良的庭园观赏植物。产于陕西、甘肃、江苏、浙江、江西、湖北、湖南、广东、广西、四川、贵州、云南和西藏等省区。生海拔 800-3000 米山坡、沟边灌木丛中。在评价区分布较多，河漫滩地、山坡路旁地势平坦处均有较多出现。

灌木层盖度 75%，层均高 2.5m，优势种大叶醉鱼草 (*Buddleja davidii*) 高 2.2-3.0m，盖度 60%，主要伴生种有火棘、软条七蔷薇 (*Rosa henryi*)、山胡椒、荆条等。

草本层盖度 65%，层均高 0.6m，无明显优势种，常见野艾蒿、牛尾蒿 (*Artemisia dubia*)、贯众、青绿薹草 (*Carex breviculmis*)、荎草、野菊 (*Chrysanthemum indicum*)、直立婆婆纳 (*Veronica arvensis*) 等。

样方点位：

1-12 小北村 E 107°16'0.18142", N 33°18'7.45934", h: 542m;

1-20 小北河 E 107°15'51.16885", N 33°18'10.75943", h: 496m;

2-08 岩背后 E 107°12'53.91817", N 33°20'33.47984", h: 731m;

2-28 庙坡村 E 107°21'44.56458", N 33°9'33.92852", h: 444m;

2-31 五门堰 E 107°15'2.38856", N 33°14'44.66238", h: 467m。

8.小果蔷薇灌丛 (Form. *Rosa cymosa*)

攀援灌木，高 2-5 米；产江西、江苏、浙江、安徽、湖南、四川、云南、贵州、福建、广东、广西、台湾等省区。多生于向阳山坡、路旁、溪边或丘陵地。在评价区各田埂道路附近分布较为常见。

灌木层盖度 65%，层均高 3m，优势种为小果蔷薇，高 2m，盖度 40%，主要伴生种有小叶菝葜 (*Smilax microphylla*)、棕竹、连翘、铁仔以及飞蛾槭 (*Acer oblongum*) 等。

草本层盖度 20%，层均高 0.5m，优势种为黄花蒿 (*Artemisia annua*)，常见野艾蒿、欧洲凤尾蕨等。

样方点位：

1 城固县桔园镇深北村, E 107°15'44.89", N 33°17'24.47", h: 550m;

3 城固县桔园镇深北村 E 107°15'43.63", N 33°17'13.62", h: 560m;

5 城固县桔园镇城石路 E 107°16'17.35", N 33°17'59.40", h: 573m;

7 城固县桔园镇深北村, E 107°15'43.25", N 33°17'13.02", h: 567m;

9 城固县桔园镇后坡, E 107°14'20.00", N 33°17'44.96", h: 583m。

9.箬竹灌丛 (Form. *Indocalamus tessellatus*)

该物种常生于山坡路旁。海拔 300-1400m。在评价区湑水河两岸分布较为常见。

灌木层盖度 50%，层均高 1.3m，优势种为箬竹，高 1.3m，盖度 40%，主要伴生种有高粱泡、连翘等。

草本层盖度 20%，层均高 0.3m，优势种为野艾蒿，常见灯心草等。

样方点位：

11 城固县双溪镇三流水, E 107°11'49.28", N 33°22'49.72", h: 591m;

12 城固三流水大桥东 50 米(城石路南) E 107°11'53.00", N 33°22'32.66", h: 593m;

13 城固县双溪镇三流水 E 107°12'1.89", N 33°22'23.30", h: 589m;

14 城固县双溪镇三流水, E 107°12'6.04", N 33°22'17.27", h: 585m;

15 城固县双溪镇三流水, E 107°13'2.93", N 33°21'5.99", h: 522m。

10.芦苇沼泽 (Form. *Phragmites australis*)

芦苇为多年生水生或湿生的高大禾草草本植物，根状茎十分发达，秆直立，高 1-3 米，圆锥花序大型，分枝多数，着生稠密下垂的小穗；小穗柄无毛。秆为造纸原料或作编席织帘及建棚材料，茎、叶嫩时为饲料；根状茎供药用，为固堤造陆先锋环保植物。生长在灌溉沟渠旁、河堤沼泽地等湿地或浅水，世界各地均有生长。评价区内分布于水

边。

草本层层盖度 90%，层均高 1.1m，优势种为芦苇(*Phragmites australis*)，高 1.0-1.2m，盖度 80%，主要伴生种为夏枯草(*Prunella vulgaris*)、狗尾草、酸模、菵草等。

样方点位：

2-2 城石路 E 107°11'31.30634",N 33°23'42.93715", h:565m;

2-9 枣树坪 E 107°14'16.41502",N 33°20'25.14822", h:476m;

2-10 鸡冠岩村 E 107°14'10.73785",N 33°20'18.90535", h:511m;

2-12 小北河 E 107°17'30.85390",N 33°19'14.74007", h:589m;

2-19 桔园乡 E 107°15'34.54049",N 33°15'59.95235", h:484m。

11. 荚果蕨灌草丛 (*From. Matteuccia struthiopteris*)

植株高 70-110 厘米。根状茎粗壮，短而直立，木质，坚硬，深褐色，与叶柄基部密被鳞片；鳞片披针形，长 4-6 毫米，先端纤维状，膜质，全缘，棕色，老时中部常为褐色至黑褐色。广布于中国、日本、朝鲜、俄罗斯、北美洲及欧洲。生长于海拔 80-3000 米山谷林下或河岸湿地。草本层盖度为 85%，高约 0.7m，优势种为荚果蕨，高 0.6-0.8m，盖度 80%。常见伴生种有井栏边草、苕麻(*Boehmeria nivea*)、石龙芮(*Ranunculus sceleratus*)、水金凤(*Impatiens noli-tangere*)、扁竹兰(*Iris confusa*)、菵草等。

样方点位：

2-05 城石路 E 107°11'15.40982",N 33°23'26.43943", h:589m;

2-06 院子里 E 107°11'0.52595",N 33°23'34.76033", h:568m;

2-13 小北河 E 107°18'16.49833",N 33°18'42.77401", h:614m;

1-35 双溪镇 E 107°10'53.88200",N 33°23'34.03907", h:565m;

1-36 跃进渠 E 107°17'39.07450",N 33°18'43.15648", h:571m。

12. 芦苇沼泽 (*From. Phragmites australis*)

芦苇为多年生水生或湿生的高大禾草草本植物，根状茎十分发达，秆直立，高 1-3 米，圆锥花序大型，分枝多数，着生稠密下垂的小穗；小穗柄无毛。秆为造纸原料或作编席织帘及建棚材料，茎、叶嫩时为饲料；根状茎供药用，为固堤造陆先锋环保植物。生长在灌溉沟渠旁、河堤沼泽地等湿地或浅水，世界各地均有生长。评价区内分布于水边。

草本层层盖度 90%，层均高 1.1m，优势种为芦苇(*Phragmites australis*)，高 1.0-1.2m，盖度 80%，主要伴生种为夏枯草(*Prunella vulgaris*)、狗尾草、酸模、菵草等。

样方点位:

2-11 梣子坝 E 107°15'19.74132",N 33°18'10.00541", h:475m;

2-15 城石路 E 107°15'49.43297",N 33°18'8.99402", h:497m;

2-20 五门堰 E107°14'59.56969",N 33°14'57.60722", h:469m;

2-23 吕家村 E 107°17'23.60062",N 33°12'33.99962", h:461m;

2-26 庙坡村 E107°21'50.43269",N 33°9'33.94429", h: 443m。

13.喜旱莲子草沼泽 (From. *Alternanthera philoxeroides*)

喜旱莲子草是苋科莲子草属多年生草本植物;茎基部匍匐,上部斜升,中空,管状,不明显4棱,叶对生,花密生,成具总花梗的头状花序,单生茎上部的叶腋,球形,原产于南美洲的巴西、乌拉圭、阿根廷等国,中国引种于北京、江苏、浙江、江西、湖南、福建,后逸为野生。主要生长在中国44°N以南、97°E以东的海拔低且气候相对较暖湿的广大地区。中国秦岭南北坡普遍分布。生长在池沼、水沟内。

草本层层盖度85%,层均高0.15m,优势种为喜旱莲子草,高0.1-0.2m,盖度85%,伴生种缺失或为水蓼、芦苇、水芹、石龙芮等。

样方点位:

2-21 望仙桥 E 107°16'39.80622",N 33°13'8.26662", h:447m;

2-22 新马院村 E 107°16'31.25546",N 33°13'12.23872", h:462m;

2-24 胥水村 E107°19'29.93444",N 33°11'40.47641", h:441m;

2-27 大草坝村 E 107°21'50.74099",N 33°9'34.71937", h:423m;

2-29 四合井 E 107°21'29.79342",N 33°9'46.38280", h:423m。

(6) 植被分布特征

评价区位于陕西省汉中市城固县,区域涵盖山地至渭水河下游湿地,海拔跨度较大,植被分布差异明显,主要受海拔、地形地貌、水分条件及人为活动等因素影响。

1) 垂直分布规律

海拔460~1500m,区域植被在垂直分布上主要受地形地貌、海拔及人为干扰等因素影响。评价区海拔600m以下区域主要为农田及湿地植被,常见柑橘、水稻、小麦、刺槐、芦苇、喜旱莲子草等群系;海拔600~750m,主要为落叶阔叶杂木林、山地灌丛、农田、山地灌草丛等,常见柑橘、枇杷、枫杨、荆条、野艾蒿等群系;海拔750~1000m,主要为山地常绿针叶林、落叶阔叶林、山地灌丛、山地灌草丛、蕨类灌草丛,常见马尾松、荆条、大叶醉鱼草、野艾蒿、荚果蕨等;海拔1000m以上主要为山地常绿针叶林、

栎林，常见油松、杉木、麻栎等群系。

2) 水平分布规律

评价区植被在水平分布上主要受地形地貌、光照条件、人为活动等因素的影响。渭水河河段为近南北向河流，小北河河段近东西向，河流沿岸山体形成阴坡、阳坡，植被在分布上差异性较显著。渭水河上游及小北河河段阳坡多见山地常绿针叶林，阴坡则常见山地灌丛，河道内常见枫杨及刺槐等；渭水河中段位于人为干扰严重区域，主要植被为柑橘等人工植被，自然植被较为分散，常见野艾蒿、芦苇、节节草、野豌豆等；渭水河下游河段至汇入汉江处人为活动频繁，常见农田、沼泽等。

评价区的植物在水平分布上除水分条件外受人为干扰严重。

4.8.4.2 评价区湿地群落组成

本工程评价区河谷地带为渭水河省级重要湿地，针对湿地植物群落组成调查结果如下：

① 挺水植物群落

以挺水植物为优势种组成的群落，其特征是植物的根、根茎生长在水的底泥之中，茎、叶挺出水面，主要有以下类型：

芦苇群落：芦苇（*Phragmites australis*）为多年水生或湿生的高大禾草，生长在沟渠旁、河堤沼泽地等，是湿地环境中生长的主要植物之一。该群落在渭水河周边沿岸分布常见的湿地植物群落，沿背河洼地呈片状分布，形成单优势种群落，部分区域与水烛（*Typha angustifolia*）混生，高 2~3m。在路边、田埂或村庄周边多伴生有稗（*Echinochloa crusgalli*）、葎草（*Humulus scandens*）等。

香蒲群落：为香蒲科香蒲属水生或沼生多年草本植物，植株高大，地上茎直立，粗壮，叶片较长，常生长于河湖岸边沼泽地。该群落在项目区主要分布在渭水河两岸低洼地，高约 1.5~2m，终年处于水中，水深不过 1m，有时与芦苇或蘆草（*Scirpus triqueter*）混生，生长良好。在靠近农村人为活动频繁的地方，其下层伴生植物主要为黑藻（*Hydrilla verticillata*）。

菖蒲群落：野生菖蒲群落高度一般不到 1.0 米，并仅在春夏之交抽叶时较为显著，外貌呈现黄绿色，夏秋后叶子开始枯萎，同时随着下层伴生植物的长高，常被覆盖淹没而不显著。常与香蒲、芦苇、假稻、慈姑、三叶鬼针草（*B. pilosa* L.）、酸模叶蓼等植物伴生。

眼子菜属群系：代表性分布种类主要是篦齿眼子菜（*Potamogeton pectinatus*）、线叶眼子菜（*Potamogeton pusillus*）、穿叶眼子菜（*Potamogeton perfoliatus*）和眼子菜等（*Potamogeton distinctus*）。篦齿眼子菜常生于河流、库塘以及等湿地中，水体多呈微酸性或中性。穿叶眼子菜生于湖泊、池塘、灌渠、河流等水体，水体多为微酸至中性。

② 滩涂植被群落

滩涂植被群落是河漫滩区域随水位涨落而形成的季节性草滩区域，在枯水期为陆地，而涨水期则为浅水湿地，这一区域植被较为稀疏，在枯水期主要生长禾本科、十字花科、蝶形花科等生活史较短的植物种类，主要有狗牙根、草地早熟禾、稗和马唐等。该区域也是小型哺乳动物的主要栖息地，苍鹰、雀鹰等猛禽也经常在这一区域觅食。

③ 沼生—湿地植物

蓼属群系：蓼属植物种类繁多，常可形成大面积的单一优势群落。常为一年生植物，形成的群落结构简单且不稳定，容易被其他植物群落所代替。其中酸模叶蓼常与地肤（*K. scoparia* (L.) Schrad.）、三叶鬼针草、狗尾草（*S. viridis* (L.) Beauv.）、马唐（*D. sanguinalis* (L.) Scop.）、菵草（*H. scandens* (Lour.) Merr）等植物伴生，红蓼常与稗、三叶鬼针草、菵草等植物伴生，常与红蓼、酸模叶蓼混生。

莎草属群系：莎草属植物种类繁多，许多种类是湿地中重要的优势种或建群种，并可形成优势群落。常见的有球穗莎草群系、碎米莎草群系。

禾草群系：禾草种类繁多，许多种类均是湿地中重要的优势种或建群种，并可形成各种优势群落。常见的有狼尾草群系、菵草群系、稗群系、马唐群系。常与长芒稗（*E. crusgallii* var. *caudata* (Roshev.) Kitag.）、酸模叶蓼、灰绿藜（*C. glaucum* L.）、狗尾草、艾蒿（*A. argyi* Lévl）等伴生。菵草常与稗、扁穗莎草（*C. compressus* L.）、大车前（*P. major* L）等植物伴生。狼尾草常与稗、马唐、鬼针草等植物伴生。禾草群系植物在有广泛分布。

4.8.4.3 评价区陆生植物多样性

（1）植物区系概况

焦岩水利枢纽工程位于陕西省汉中市城固县，据《中国种子植物区系地理》（科学出版社，2011），评价区属东亚植物区、中国-日本森林植物亚区、华中地区、秦岭-巴山亚区。通过对焦岩水利枢纽工程评价区所涉及的植物资源的实地调查，结合《陕西植被》、《秦岭植物志》等历年积累的植物区系资料的系统整理，蕨类植物分类参照

秦仁昌系统，裸子植物分类参照郑万钧系统，被子植物分类参照 APG IV 系统。

本亚地区位于华中植物地区的最北部，甘、陕、川、鄂接壤地带，境内有大巴山、米仓山、武当山，气候属北亚热带湿润季风气候，年均温在 15℃以上，年降水量超过 800mm。本亚地区植被类型比较简单，但植物种类比较丰富，植物区系与秦岭关系密切，且与西北和华北有较多的联系。

依据《陕西植被》，评价区位于常绿阔叶林区域、北亚热带落叶阔叶与常绿阔叶林混交地带、汉中盆地常绿果树、稻麦栽培小区。

汉中盆地及其临近的平原地区，以汉江南岸为主，汉江自西向东贯穿本小区，两岸支流较多，是主要的农耕区和社会经济发达的地区，天然植被的落叶-常绿阔叶混交林已荡然无存，只在盆地边缘及峡谷丘陵、低山上尚残存少数马尾松、杉木、柏木、麻栎、栓皮栎、枹栎等次生林，暖湿谷地有南方型的杂木林，主要乔木树种有樟树、桢楠、大叶楠、苦槠、青冈栎等常绿阔叶树，其他有黄檀、白栎、尖齿栎、枫杨等。盆地内水源充足，水稻、小麦是最主要的粮食作物，其次有玉米、薯类及豆类等。秦岭南坡汉江各支流出山口处都有柑橘种植，此外还有枇杷等常绿果树，热带作物的甘蔗在此也能正常生长发育。其他还有茶、棕榈、杜仲、油茶及油桐等。

(2) 生物多样性

通过对现场调查采集的植物标本鉴定，以及对评价区历年积累的植物区系资料系统的整理，评价区有维管束植物 144 科 463 属 722 种（包括栽培种）。评价区维管束植物科、属、种数分别占陕西省维管束植物总科数、总属数和总种数的 72.73 %、38.36%和 18.33%，占全国维管束植物总科数、总属数和总种数的 34.29%、13.44%和 2.31%。

表 4.8.4-2 评价区野生维管束植物统计表

项目	蕨类植物			种子植物						维管束植物		
				裸子植物			被子植物					
	科	属	种	科	属	种	科	属	种	科	属	种
评价区	13	18	24	7	12	19	124	433	679	144	463	722
陕西	27	64	212	9	24	43	162	1119	3683	198	1207	3938
秦岭	27	75	319	9	20	37	155	1032	3804	191	1127	4160
全国	63	224	2600	11	36	190	346	3184	28500	420	3444	31290
占陕西比例/%	48.15	28.13	11.32	77.78	50.00	44.19	76.54	38.70	18.44	72.73	38.36	18.33
占秦岭比例/%	48.15	24.00	7.52	77.78	60.00	51.35	80.00	41.96	17.85	75.39	41.08	17.36
占全国比例/%	20.63	8.04	0.92	63.64	33.33	10.00	35.84	13.60	2.38	34.29	13.44	2.31

注：数据来源，陕西植被志（陕西省地方志编纂委员会，2011 年）陕西省蕨类植物（何海等，2005 年）、秦岭植物志（西北植物研究所，1985 年）、陕西省种子植物（李仁伟等，2002 年）；中国蕨类植物（吴兆洪，1991 年），中

国种子植物（吴征镒，2011 年）。

4.8.4.4 重要野生植物

根据《环境影响评价技术导则生态影响》（HJ19-2022），重要物种是在生态影响评价中需要重点关注、具有较高保护价值或保护要求的物种，包括国家及地方重点保护野生动植物名录所列的物种，《中国生物多样性红色名录》中列为极危（Critically Endangered）、濒危（Endangered）和易危（Vulnerable）的物种，国家和地方政府列入拯救保护的极小种群物种，特有种以及古树名木等。

（1）重点保护野生植物

依据《国家重点保护野生植物名录》（国家林业和草原局、农业农村部，2021 年第 15 号，2021 年 9 月 7 日公布、施行）、《陕西省重点保护植物名录》（陕西省林业局，2022 年），《秦岭植物志》等关于国家及陕西省重点保护野生植物及其分布的相关资料，同时对区域集市、居民及农林业技术人员等进行了访问调查及现场实地调查。

三次调查共在评价区内实地调查到国家二级保护野生植物共 5 种，分别为野大豆（*Glycine soja*）5 处，中华猕猴桃（*Actinidia chinensis*）7 处、金荞麦 4 处、蕙兰 5 处、春兰 14 处；调查到陕西省省级重点保护植物 2 种，分别为剑叶虾脊兰（*Calanthe davidii*）1 株和蓬莱葛（*Gardneria multiflora*）1 株，各重点保护植物分布信息见表 3.3-2。

结合资料及生境判断，评价区内还可能分布有国家一级保护野生植物紫斑牡丹（*Paeonia rockii*），国家二级保护野生植物独叶草（*Kingdonia uniflora*），省级保护植物 12 种分别为异形南五味子（*Kadsura heteroclita*）、檫木（*Sassafras tzumu*）、延龄草（*Trillium tschonoskii*）、大花斑叶兰、大血藤（*Sargentodoxa cuneata*）、山白树（*Sinowilsonia henryi*）、狭叶虎皮楠（*Daphniphyllum angustifolium*）、交让木（*Daphniphyllum macropodum*）、青钱柳（*Cyclocarya paliurus*）、赤壁木（*Decumaria sinensis*）以及扁枝越橘（*Vaccinium japonicum* var. *sinicum*）等。

结合项目征占地红线范围图及水库淹没范围图，通过资料查询、访问调查及现场实地调查，确认工程直接影响区分布有少量野大豆、中华猕猴桃、金荞麦、蕙兰、春兰、剑叶虾脊兰、蓬莱葛。





	
<p>野大豆 (<i>Glycine soja</i>) 板凳河淹没区 E 107° 11' 50.32" ,N 33° 23' 38.37" ,H 596 m</p>	<p>中华猕猴桃 (<i>Actinidia chinensis</i>) 双溪镇淹没区 E 107° 17' 42.55" ,N 33° 18' 32.64" ,H 597m</p>
	
<p>野大豆 (<i>Glycine soja</i>) 长滩河坎淹没区 E 107° 15' 16.09" ,N 33° 18' 31.85" ,H 603m</p>	<p>中华猕猴桃 (<i>Actinidia chinensis</i>) 三流水淹没区 E 107° 12' 1.95" ,N 33° 22' 10.02" ,H 589m</p>

表 4.8.4-2 评价区重点保护野生植物一览表

序号	物种名称	保护级别	濒危等级	特有种 (是/否)	极小种群 野生植物 (是/否)	分布区域	资料来源	数量(株/面积)	工程占用情况	
									是/否	与工程位置关系
	野大豆 (<i>Glycine soja</i>)	国家二级	LC	否	否	国内：除新疆、青海和海南外，遍布全国。 评价区：在评价区内主要分布于渭水河与板凳河沿岸道路两侧。	环评 现场 调查	4 处	是	分布于淹没范围内
	野大豆 (<i>Glycine soja</i>)	国家二级	LC	否	否	在评价区内主要分布于淹没区附近。	环评 现场 调查	1 处	否	分布于淹没区附近
	中华猕猴桃 (<i>Actinidia chinensis</i>)	国家二级	LC	是	否	产陕西(南端)、湖北、湖南、河南、安徽、江苏、浙江、江西、福建、广东(北部)和广西(北部)等省区。 渭水河沿岸及仓库附近有分布，淹没线内有 5 处	环评 现场 调查	3 处	是	分布于淹没范围内
	中华猕猴桃 (<i>Actinidia chinensis</i>)	国家二级	LC	是	否	分布于淹没区附近	环评 现场 调查	4 处	否	分别与淹没区直线距离 27m、355m、268m、52m
	金荞麦 (<i>Fagopyrum dibotrys</i>)	国家二级	LC	否	否	国内：产陕西、华东、华中、华南及西南。 评价区：小北村拟建混凝土系统	环评 现场 调查	2m ²	是	混凝土系统占地范围内
						评价区：瓦柳家淹没区		4m ²	是	淹没区范围内
	蕙兰 (<i>Cymbidium faberi</i>)	国家二级	LC	否	否	国内：产陕西南部、甘肃南部、安徽、浙江、江西、福建、台湾、河南南部、湖北、湖南、广东、广西、四川、贵州、云南和西藏东部 评价区：小北村附近淹没区内	环评 现场 调查	3 处 19 株	是	拟建仓库附近(淹没区占地范围内)
						评价区：板凳河附近淹没区		2 处各 5	是	淹没区范围

								株		内
	春兰 (<i>Cymbidium goeringii</i>)	国家二级	VU	否	否	国内：产陕西南部、甘肃南部、江苏、安徽、浙江、江西、福建、台湾、河南南部、湖北、湖南、广东、广西、四川、贵州、云南 评价区：小北村附近淹没区	环评现场调查	5处12株	是	机械设备停放场与承包商营地之间（淹没区内）
						评价区：小北村附近淹没区	环评现场调查	6处8株	是	承包商营地占地范围内
						评价区：小北村附近淹没区	环评现场调查	2处5株	是	砂石加工系统占地范围内
						评价区：岩背后附近淹没区	环评现场调查	1处6株	是	淹没区（岩背后）
	剑叶虾脊兰 (<i>Calanthe davidii</i>)	陕西省级	LC	否	否	国内：产陕西、甘肃南部、台湾、湖北、湖南西北部、四川、贵州、云南和西藏东南部部分区域。 评价区：岩背后附近淹没区	环评现场调查	1株	是	淹没区（岩背后）
	蓬莱葛 (<i>Gardneria multiflora</i>)	陕西省级	LC	否	否	国内：产于秦岭淮河以南，南岭以北 评价区：岩背后附近淹没区	环评现场调查	1株	是	淹没区（岩背后）

		
<p>物种：野大豆 分布位置：板凳河淹没区 107°11'50.32"E,33°23'38.37"N,H: 596 m 时间：20230414 拍摄人：李莹</p>	<p>物种：中华猕猴桃 分布位置：双溪镇淹没区 107°17'42.55"E,33°18'32.64"N,H: 597m 时间：20230414 拍摄人：李莹</p>	<p>物种：野大豆 分布位置：长滩河坎淹没区 107°15'16.09"E, 33°18'31.85"N,H: 603m 时间：20230414 拍摄人：李莹</p>
		
<p>物种：中华猕猴桃 分布位置：三流水淹没区 107°12'1.95"E, 33°22'10.02"N,H: 589m 时间：20230414 拍摄人：李莹</p>	<p>物种：金荞麦 分布位置：分布于混凝土系统占地范围内 107°15'37.03"E,33°17'30.19"N,H: 547m 拍摄人：杨莉 时间：202403024</p>	<p>物种：金荞麦 分布位置：107°17'47.78"E,33°18'31.79"N, H: 572m 拍摄人：杨莉 时间：20240325</p>

		
<p>物种：蕙兰</p> <p>分布位置：107°16'3.50"E,33°18'4.46"N,H: 547m（中心坐标）</p> <p>拍摄人：杨莉时间：20240325</p>	<p>物种：春兰</p> <p>分布位置：107°16'3.50"E,33°18'4.46"N,H: 547m（中心坐标）</p> <p>拍摄人：杨莉时间：20240325</p>	<p>物种：剑叶虾脊兰</p> <p>分布位置：107°13'54.50"E,33°20'52.10"N, H: 618m</p> <p>拍摄人：杨莉时间：20240326</p>
		
<p>物种：蓬莱葛</p> <p>分布位置：107°13'54.47"E,33°20'51.61"N, H: 623m</p> <p>拍摄人：杨莉 时间：20240326</p>	<p>物种：春兰</p> <p>分布位置：107°13'53.64"E,33°20'50.41"N,H: 616m</p> <p>拍摄人：杨莉 时间：20240325</p>	

(2) 古树名木

根据《古树名木鉴定规范》（2017 年 1 月）、《古树名木普查技术规范》（2017 年 1 月）及本项目所在行政区内其它关于古树名木及其分布的资料，同时对城固县林业部门及附近村民进行访问调查及现场实地调查，在评价区发现有古树 1 株，为皂荚，位于湑水河下游五门堰处，周边无施工布置。

根据《古树名木鉴定规范》（2017 年 1 月）、《古树名木普查技术规范》（2017 年 1 月）及本项目所在行政区内其它关于古树名木及其分布的资料，同时对城固县林业部门及附近村民进行访问调查及现场实地调查，在评价区发现有古树 3 株，皂荚 1 株，木犀 2 株，位于湑水河下游五门堰处，周边无施工布置，距离施工征地红线 3.74km，距离混凝土重力坝 5.28km，皂荚距离河道 20m，木犀距离河道 58m。

表 4.8.4-3 工程直接影响区大树资源一览表

序号	种名	分布点	GPS 点位	树龄	胸径	树高	生长状况	株数	区位关系	影响方式
1	皂荚 (<i>Gleditsia sinensis</i>)	五门堰	E: 107°15'7.47", N: 33°14'40.79", H: 501m	1300	132	17	长势良好	1 株	位于坝址下游评价区内，周边无施工项目，受下游河道减水影响。	下游减水
2	木犀 (<i>Osmanthus fragrans</i>)	五门堰	E: 107°15'3.01", N: 33°14'42.11", H: 503 m	180	41	9.5	长势良好	1 株		
3	木犀 (<i>Osmanthus fragrans</i>)	五门堰	E: 107°15'3.01", N: 33°14'42.11", H: 503 m	180	42	9.5	长势良好	1 株		

	
皂荚（城固县桔园镇下街村五门堰文管所外）	
	
木犀（城固县桔园镇下街村五门堰文管所内）	
	
木犀（城固县桔园镇下街村五门堰文管所）	

（3）特有物种

依据《中国生物多样性红色名录-高等植物卷》（2013 年第 54 号）、《中国特有种子植物的多样性及其地理分布》（黄继红、马克平、陈彬，2014 年）等，参考本项目所在行政区内其它有关特有植物的相关资料，根据标本及文献资料查证，野外实地调查及

访问调查，确定区域及周边地区分布有中国特有植物 138 种，无狭域分布种，无地方特有种分布。结合项目征占地红线范围图及水库淹没范围图，通过资料查询、访问调查及现场实地调查，确认工程直接影响区分布有中国特有植物 69 种，其中节节草、贯众、白皮松、油松、马尾松、旱柳、大火草、白木通、华中五味子、木姜子等相对较常见。

(4) 外来入侵植物

通过现场调查，并根据《中国外来入侵种名单（第一批）》（2003）、《中国外来入侵种名单（第二批）》（2010）、《中国外来入侵种名单（第三批）》（2014）、《中国外来入侵种名单（第四批）》（2016）、《重点管理外来入侵物种名录》（2022），评价区内分布有垂序商陆（*Phytolacca americana*）、一年蓬、钻叶紫菀（*Aster subulatus*）等外来入侵植物，在分布在道路旁及荒地上。







4.8.5 陆生动物

4.8.5.1 动物种类组成









根据现场调查并查阅近期相关文献和调查资料，评价范围内共计有陆生脊椎动物 232 种，隶属于 28 目 82 科。其中两栖类 2 目 9 科 15 种；爬行类 2 目 7 科 18 种；鸟类 17 目 49 科 160 种；哺乳类 7 目 17 科 39 种。评价区内有国家一级重点保护动物 1 种，国家二级重点保护动物 21 种；陕西省级重点保护动物 25 种，中国特有野生动物 17 种。

表4.8.5-1 评价区动物组成表

类别	种类组成			保护等级			中国特有	濒危等级		
	目	科	种	国 I	国 II	省级		易危（VU）	濒危（EN）	极危（CR）
两栖类	2	9	15	0	3	5	5	1	1	1
爬行类	2	7	18	0	0	5	5	3	1	0
鸟类	17	49	160	1	12	11	3	0	1	0
哺乳类	7	17	39	0	6	4	4	5	1	0
总计	28	82	232	1	21	25	17	9	4	1



	拍摄日期：2023 年 4 月 拍摄人：胡小龙		拍摄日期：2022 年 8 月 拍摄人：赵冬冬
铜蜓蜥 <i>Sphenomorphus indicus</i>		北草蜥 <i>Takydromus septentrionalis</i>	
	拍摄日期：2022 年 8 月 拍摄人：赵冬冬		拍摄日期：2023 年 4 月 拍摄人：胡小龙
赤链蛇 <i>Lycodon rufozonatum</i>		黑眉晨蛇 <i>Orthriophis taeniurus</i>	
	拍摄日期：2023 年 1 月 拍摄人：肖繁荣		拍摄日期：2023 年 1 月 拍摄人：肖繁荣
苍鹭 <i>Ardea cinerea</i>		大白鹭 <i>Ardea alba</i>	

	拍摄日期：2023 年 1 月 拍摄人：肖繁荣		拍摄日期：2023 年 1 月 拍摄人：肖繁荣
朱鹮 <i>Nipponia nippon</i>		斑嘴鸭 <i>Anas poecilorhyncha</i>	
	拍摄日期：2023 年 1 月 拍摄人：肖繁荣		拍摄日期：2023 年 1 月 拍摄人：肖繁荣
赤麻鸭 <i>Tadorna ferruginea</i>		短嘴豆雁 <i>Anser fabalis</i>	
	拍摄日期：2023 年 1 月 拍摄人：肖繁荣		拍摄日期：2023 年 1 月 拍摄人：肖繁荣
绿翅鸭 <i>Anas crecca</i>		绿头鸭 <i>Anas platyrhynchos</i>	
	拍摄日期：2023 年 1 月 拍摄人：肖繁荣		拍摄日期：2023 年 1 月 拍摄人：肖繁荣
针尾鸭 <i>Anas acuta</i>		普通秋沙鸭 <i>Mergus merganse</i>	

	拍摄日期：2023 年 1 月 拍摄人：肖繁荣		拍摄日期：2023 年 1 月 拍摄人：肖繁荣
小天鹅 <i>Cygnus columbianus</i>		普通鸬鹚 <i>Phalacrocorax carbo</i>	
	拍摄日期：2023 年 1 月 拍摄人：肖繁荣		拍摄日期：2023 年 1 月 拍摄人：肖繁荣
冠鱼狗 <i>Megaceryle lugubris</i>		白骨顶 <i>Fulica atra</i>	
	拍摄日期：2022 年 8 月 拍摄人：赵冬冬		拍摄日期：2022 年 8 月 拍摄人：赵冬冬
鹰雕 <i>Nisaetus nipalensis</i>		山斑鸠 <i>Streptopelia orientalis</i>	
	拍摄日期：2022 年 8 月 拍摄人：赵冬冬		拍摄日期：2022 年 8 月 拍摄人：赵冬冬
白鹡鸰 <i>Motacilla alba</i>		白额燕尾 <i>Enicurus leschenaulti</i>	

	拍摄日期：2023 年 1 月 拍摄人：肖繁荣		拍摄日期：2022 年 8 月 拍摄人：赵冬冬
绿背山雀 <i>Parus monticolus</i>		大山雀 <i>Parus cinereus</i>	
	拍摄日期：2022 年 8 月 拍摄人：赵冬冬		拍摄日期：2022 年 8 月 拍摄人：赵冬冬
发冠卷尾 <i>Dicrurus hottentottus</i>		灰卷尾 <i>Dicrurus leucophaeus</i>	
	拍摄日期：2022 年 8 月 拍摄人：赵冬冬		拍摄日期：2022 年 8 月 拍摄人：赵冬冬
黑喉石鹇 <i>Saxicola torquatus</i>		黑颈凤鹛 <i>Yuhina nigrimenta</i>	
	拍摄日期：2022 年 8 月 拍摄人：赵冬冬		拍摄日期：2023 年 1 月 拍摄人：肖繁荣
红头长尾山雀 <i>Aegithalos concinnus</i>		红嘴蓝鹊 <i>Urocissa erythrorhyncha</i>	

	拍摄日期：2022 年 8 月 拍摄人：赵冬冬		拍摄日期：2022 年 8 月 拍摄人：赵冬冬
黄臀鹎 <i>Pycnonotus xanthorrhous</i>		领雀嘴鹎 <i>Spizixos semitorques</i>	
	摄日期：2023 年 4 月 拍摄人：胡小龙		摄日期：2023 年 1 月 拍摄人：肖繁荣
金腰燕 <i>Cecropis daurica</i>		灰椋鸟 <i>Spodiopsar cineraceus</i>	
	摄日期：2023 年 1 月 拍摄人：肖繁荣		拍摄日期：2022 年 8 月 拍摄人：赵冬冬
金翅雀 <i>Chloris sinica</i>		白颊噪鹛 <i>Garrulax sannio</i>	
	摄日期：2023 年 1 月 拍摄人：肖繁荣		

小鹀 <i>Emberiza pusilla</i>	小鹿 <i>Muntiacus reevesi</i> 2022 年 9 月下深北沟施工区红外相机摄
	
珀氏长吻松鼠 <i>Dremomys pernyi</i> 2022 年 12 月机械停放场工区附近红外相机摄	猪獾 <i>Arctonyx collaris</i> 2022 年 10 月下深北沟施工区红外相机摄

(1) 两栖类

1) 群落组成

评价区共有两栖动物 15 种，隶属于 2 目 9 科，其中蛙科和叉舌蛙科种类较多，均为 3 种，区域内常见种类主要有中华蟾蜍、泽陆蛙等。

表 4.8.5-2 评价区两栖动物组成情况

目	科	种
有尾目	小鲵科	1
	隐鳃鲵科	1
无尾目	角蟾科	1
	蟾蜍科	2
	雨蛙科	1
	蛙科	3
	叉舌蛙科	3
	树蛙科	1
	姬蛙科	2
总计	9	15

2) 生活类型

根据两栖类的生态习性，将评价区的两栖动物分为以下 4 种生活类型：

流溪型(在流动的水体中觅食)：包括山溪鲵(*Batrachuperus pinchonii*)、大鲵(*Andrias davidianus*)、小角蟾 (*Megophrys minor*)、隆肛蛙 (*Feirana quadranus*) 4 种。它们主要在评价区的小山溪、泉水石下或石头间隙内，也在大中型溪流岸边石下中生活。

陆栖型（在陆地上活动觅食）：包括中华蟾蜍、花背蟾蜍、中国林蛙、泽陆蛙、北方狭口蛙和饰纹姬蛙 6 种。它们主要是在评价区离水源不远的陆域环境活动。

静水型（在静水或缓流中觅食）：包括沼蛙（*Boulengerana guentheri*）、黑斑侧褶蛙、和虎纹蛙（*Hoplobatrachus chinensis*）3 种。主要栖息于评价区的水塘、沼泽地带及河流附近。

树栖型（主要在水域不远的植物及其叶片上栖息活动觅食等）：包括秦岭雨蛙（*Hyla tsinlingensis*）和斑腿泛树蛙（*Philautus megacephalus*）2 种，主要栖息于水域附近的林地和灌丛等区域。

3) 区系类型

评价区分布的 15 种两栖动物有东洋种 9 种，占 60.0%，有古北 1 种，占评价区两栖类种数的 6.67%，广布种 5 种，占 33.33%。因为评价区位于秦岭南麓，总体上处于东洋界，是中国古北界和东洋界的交界地段，因此区域内有古北界两栖类向东洋界渗透的情况。

4) 珍稀度

根据现场调查和历史文献分析，评价区有国家二级重点保护两栖类 3 种，分别为山溪鲵、大鲵和虎纹蛙；有陕西省级重点保护两栖类 5 种，分别为小角蟾、秦岭雨蛙、中国林蛙、隆肛蛙和斑腿泛树蛙；有中国特有种类 5 种，分别为山溪鲵、大鲵、秦岭雨蛙、中国林蛙和隆肛蛙。另外根据《中国生物多样性红色名录 脊椎动物》（2021），山溪鲵为易危级别（VU），虎纹蛙为濒危级别（EN），大鲵为极危级别（CR）。

(2) 爬行类

1) 群落组成

评价区共记录有爬行类 18 种，隶属于 2 目 7 科。其中游蛇科种类最多，共计 9 种，占评价区记录的爬行动物总种数的 50%。

表 4.8.5-3 评价区爬行动物组成情况

目	科	种
龟鳖目	鳖科	1
有鳞目	壁虎科	1
	石龙子科	3
	蜥蜴科	2

	鬣蜥科	1
	蝾科	1
	游蛇科	9
总计	7	18

2) 生态类型

根据评价区内爬行类生活习性的不同, 可以将上述爬行类分为以下 4 种生态类型:

水栖型(在水域内活动和觅食, 偶尔活动于附近岸上): 有中华鳖(*Pelodiscus sinensis*) 1 种, 主要活动于渭水河水域及其附近。

住宅型(在住宅区的建筑物中筑巢、繁殖、活动): 有多疣壁虎 1 种。常活动于评价区村落及其附近, 亦常见于农田、灌草丛等生境。

灌丛石隙型(经常活动在灌丛下面, 路边石缝中的爬行类): 包括铜蜓蜥、黄纹石龙子、秦岭滑蜥(*Scincella tsinlingensis*)、北草蜥、丽斑麻蜥(*Eremias argus*)、米仓山攀蜥(*Japalura micangshanensis*)和短尾蝮共 7 种, 它们多活动于林缘及农田附近灌丛等区域。

林栖傍水型(在山谷间有溪流的山坡上活动): 包括大眼斜鳞蛇(*Pseudoxenodon macrops*)、绣链腹链蛇、赤链蛇、白条锦蛇、虎斑颈槽蛇、黑头剑蛇、黑眉锦蛇、乌梢蛇和王锦蛇 9 种。它们主要在评价区内潮湿的林地内活动。

3) 区系分析

评价区分布的 18 种爬行动物有东洋种 4 种, 占 22.22%, 广布种 14 种, 占 77.78%。因为评价区位于秦岭南麓, 是中国古北界和东洋界的交界地段, 总体上处于东洋界, 因此区域内仍古北种较少, 仍以广布种和东洋种为主。

4) 珍稀度

评价区暂未发现有国家级重点保护爬行类分布, 有陕西省级重点保护爬行类 5 种, 分别为中华鳖、秦岭滑蜥、王锦蛇、黑眉锦蛇和乌梢蛇。有中国特有种 5 种, 分别为黄纹石龙子、秦岭滑蜥、北草蜥、米仓山攀蜥和绣链腹链蛇; 另外根据《中国生物多样性红色名录 脊椎动物》(2020), 乌梢蛇、王锦蛇和黑眉锦蛇 3 种为易危级别(VU), 中华鳖为濒危级别(EN)。

(3) 鸟类

1、群落组成

评价区范围的鸟类 160 种，隶属于 17 目 49 科。其中以雀形目的种类最多，有 91 种，占 56.88%；具体群落组成如下表所示。

表 4.8.5-4 评价区鸟类群落组成

目	科	种数
鸡形目	雉科	3
鸛鹇目	鸛鹇科	2
鴈形目	鹭科	9
	鸕科	1
雁形目	鸭科	9
鸽形目	鸠鸽科	3
夜鹰目	夜鹰科	1
	雨燕科	1
鹃形目	杜鹃科	5
鹤形目	秧鸡科	2
鸽形目	反嘴鹬科	1
	鸽科	4
	鹬科	7
	鸥科	2
鳾鸟目	鳾鹬科	1
鹰形目	鹰科	5
鸮形目	鸮鸮科	2
犀鸟目	戴胜科	1
佛法僧目	翠鸟科	3
	佛法僧科	1
啄木鸟目	啄木鸟科	5
隼形目	隼科	1
雀形目	燕科	3
	鹁鸪科	5
	山椒鸟科	1
	鹎科	4
	伯劳科	3
	卷尾科	3
	棕鸟科	3
	鸦科	6
	扇尾莺科	1
	河乌科	1
	鸺科	4
	鹟科	16
	林鹟科	2

	幽鹇科	2
	噪鹛科	7
	柳莺科	3
	树莺科	1
	山雀科	3
	长尾山雀科	2
	莺鹛科	2
	绣眼鸟科	2
	鹎科	1
	花蜜鸟科	1
	梅花雀科	1
	雀科	2
	燕雀科	6
	鹨科	6
总计	49	160

2) 生态类型

根据鸟类的生态习性，将评价区内的鸟类分为以下6种生态类型：

游禽（具有扁阔或尖的嘴，脚趾间有蹼，走路和游泳向后伸，善于游泳，潜水和在水中获取食物。不善于在陆地上行走，但飞翔迅速，多生活在水上）：评价区内包括鸕鹚目、雁形目、鲑鸟目和鸕形目鸥科、燕鸥科等鸟类，本次记录有凤头鸕鹚（*Podiceps cristatus*）、短嘴豆雁（*Anser fabalis*）、赤麻鸭（*Tadorna ferruginea*）、普通秋沙鸭（*Mergus merganser*）、普通鸕鹚（*Phalacrocorax carbo*）、红嘴鸥（*Larus ridibundus*）、灰翅浮鸥（*Chlidonias hybrida*）等共计 14 种。它们在评价区内主要分布于各类水体中，如河流、沼泽和水塘等水域。

涉禽（嘴，颈和脚都比较长，脚趾也很长，适于涉水行进，不会游泳，常用长嘴插入水底或地面取食）：包括鸕形目、鹬科、鸕科、鹭科、鹮科、鹤形目等鸟类，有大白鹭（大白鹭 *Ardea alba*）、牛背鹭（*Bubulcus ibis*）、朱鹮（*Nipponia nippon*）、白骨顶（*Fulica atra*）、青脚鹬（*Tringa nebularia*）等共 24 种。它们在评价区内主要分布河流沿线和其他沼泽等浅水区域。

陆禽（体格结实，嘴坚硬，脚强而有力，适于挖土，多在地面活动觅食）：主要包括雉科、鸕鹚科的鸟类，包括灰胸竹鸡（*Bambusicola thoracica*）、环颈雉（*Phasianus colchicus*）、红腹锦鸡（*Chrysolophus pictus*）、山斑鸕（*Streptopelia orientalis*）、珠颈斑鸕

(*Streptopelia chinensis*) 和火斑鸠 (*Streptopelia tranquebarica*) 共 6 种。它们在评价区内主要分布于林地、农田其它山区的林地及裸露岩石等生境。

猛禽 (具有弯曲如钩的锐利嘴和爪, 翅膀强大有力, 能在天空翱翔或滑翔, 捕食空中或地下活的猎物): 包括鹰形目、隼形目和鸮形目的鸟类, 共 8 种, 包括黑鸢 (*Milvus migrans*)、松雀鹰 (*Accipiter virgatus*)、雀鹰 (*Accipiter nisus*)、普通鵟 (*Buteo buteo*)、鹰雕 (*Nisaetus nipalensis*)、红隼 (*Falco tinnunculus*)、领鸺鹠 (*Glaucidium brodiei*) 和领角鸮 (*Otus bakkamoena*) 等。它们多在评价区内的山林中活动, 活动范围比较广泛。

攀禽 (嘴、脚和尾的构造都很特殊, 善于在树上攀缘): 包括鹃形目、夜鹰目、佛法僧目、犀鸟目和啄木鸟目鸟类, 本次记录有大杜鹃 (*Cuculus canorus*)、四声杜鹃 (*Cuculus micropterus*)、白腰雨燕 (*Apus Pacificus*)、普通翠鸟 (*Alcedo atthis*)、戴胜 (*Upupa epops*)、灰头绿啄木鸟 (*Picus canus*) 等共 17 种。它们在评价区内分布广泛, 在各种类型的针、阔叶林中, 低矮的灌木林中都有它们的踪影, 部分种类也偶尔到林缘、居民区及水域附近活动。

鸣禽 (鸣管和鸣肌特别发达。一般体形较小, 体态轻捷, 活泼灵巧, 善于鸣叫和歌唱, 且巧于筑巢): 雀形目的所有鸟类都为鸣禽, 共 91 种。它们在评价区范围内广泛分布。

3、居留型

在 160 种鸟类中, 以留鸟为主体, 有 80 种, 占总种数的 50.0%; 夏候鸟 44 种, 占总种数的 27.50%; 冬候鸟 14 种, 占总种数的 8.75%; 旅鸟 22 种, 占总种数的 13.75%。可见, 评价区内鸟类以留鸟为主, 其次是夏候鸟; 冬候鸟和旅鸟数量相对较少。其中属于繁殖鸟类 (包括留鸟和夏候鸟) 有 124 种, 占 77.5%, 迁徙鸟类 (包括夏候鸟、冬候鸟和旅鸟) 有 80 种, 占 50.0%。

4、区系类型

在评价区内的 160 种鸟类中, 有繁殖鸟类 124 种, 在繁殖鸟类中, 属于广布种的有 67 种, 占总种数的 54.03%; 属于东洋界成分的种类有 54 种, 占总种数的 43.55%; 属于古北界分布的种类有 3 种, 占总种数的 2.42%。由此可见, 评价区总体上处于古北界和东洋界的过渡地段, 鸟类的区系组成中以东洋种和广泛分布种类较多, 但古北种也有

一定分布。

5、珍稀度分析

评价区所记录的 160 种鸟类中，记录到国家一级重点保护鸟类朱鹮 1 种；有国家二级重点保护鸟类 12 种，分别为红腹锦鸡、小天鹅、黑鸢、松雀鹰、雀鹰、普通鵟、鹰雕、红隼、领鸺鹠、领角鸮、画眉和红嘴相思鸟。有陕西省级重点保护鸟类 11 种，分别为短嘴豆雁、斑嘴鸭、罗纹鸭、绿头鸭、红翅凤头鹃、中白鹭、绿鹭、三宝鸟、灰头灰雀、酒红朱雀和黄喉鹀；有中国特有鸟类 3 种，分别为灰胸竹鸡、红腹锦鸡和黄腹山雀。根据《中国生物多样性红色名录 脊椎动物》（2020）；朱鹮为濒危级别（EN）。

(4) 兽类

1) 群落组成

评价范围内的哺乳类有 39 种，隶属于 7 目 17 科。其中啮齿目种类较多，共 18 种；其次为食肉目种类，共计 7 种。具体群落组成如下表。

表 4.8.5-5 评价区哺乳动物群落组成

目	科	种数
劳亚食虫目	鼯鼠科	3
	猬科	1
翼手目	蝙蝠科	2
	菊头蝠科	1
灵长目	猴科	1
食肉目	鼬科	5
	灵猫科	1
	猫科	1
鲸偶蹄目	猪科	1
	牛科	1
	鹿科	2
啮齿目	松鼠科	4
	豪猪科	1
	鼯形鼠科	2
	仓鼠科	2
	鼠科	10
兔形目	兔科	1
总计	17	39

2) 生态类型

根据哺乳类的生态习性，将评价范围内的 39 种哺乳类分为以下 5 种生活类型：

穴居型（主要在地面活动觅食，栖息、避敌于洞穴中，有的也在地下寻找食物）：包括纹背鼯鼠(*Sorex cylindricauda*)、东北刺猬(*Erinaceus amurensis*)、中华竹鼠(*Rhizomys sinensis*)、长尾仓鼠(*Cricetulus longicaudatus*)、大林姬鼠(*Apodemus peninsulae*)、巢鼠(*Micromys minutus*)、黄胸鼠(*Rattus flavipectus*)、北社鼠(*Niviventer confucianus*)、蒙古兔(*Lepus tolai*)、中国豪猪(*Hystrix hodgsoni*)等共计 18 种。它们在评价范围内主要分布在山中林地、草甸或田野中，有时也活动到居民区附近的农田等地。

岩洞栖息型（在岩洞中倒挂栖息的小型哺乳类）：主要为翼手目种类，包括马铁菊头蝠(*Rhinolophus ferrumequinum*)、东方蝙蝠(*Vespertilio sinensis*)和大棕蝠(*Eptesicus serotinus*) 3 种。在评价范围内主要分布于山区的岩洞洞穴中，也分布于居民区。

地面生活型（主要在地面活动）：包括猕猴(*Macaca mulatta*)、黄喉貂(*Martes flavigula*)、黄鼬(*Mustela sibirica*)、狗獾(*Meles meles*)、猪獾(*Arctonyx collaris*)、果子狸(*Paguma larvata*)、豹猫(*Felis bengalensis*)、野猪(*Sus scrofa*)、毛冠鹿(*Elaphodus cephalophus*)、中华斑羚(*Naemorhedus griseus*)、小麂(*Muntiacus reevesi*) 共计 11 种，它们主要分布于评价范围内的山中林地或草原等区域。

树栖型（主要在树上栖息、觅食的哺乳类）：主要有隐纹花松鼠(*Tamias swinhoei*)、珀氏长吻松鼠(*Dremomys pernyi*)、岩松鼠(*Sciurotamias davidianus*)和红白鼯鼠(*Petaurista alborufus*) 4 种。它们在大多数时间内都是在树上活动，评价范围内主要分布在山中以及河流附近的林地。

半水栖型（在水中活动和觅食，也在岸上栖息）：评价区内有 3 种，即灰腹水鼯(*Chimmarogale styani*)、蹼麝鼯(*Nectogale elegans*)和水獭(*Lutra lutra*)。主要生活水岸石缝底下或水边中，评价区数量较少。

3) 区系分布

评价区分布的 39 种哺乳类中，有东洋种 17 种，占 43.59%，古北种为 3 种，占 7.69%，广布种为 19 种，占 48.72%。由此可见，评价区分布的哺乳动物里，古北种并不占优势，仍然以广布种和东洋种为主。

4) 珍稀度

评价区记录的 39 种哺乳类中，暂未记录到有国家一级重点保护哺乳类分布，有国家二级重点保护哺乳类 6 种，分别为猕猴、黄喉貂、水獭、豹猫、中华斑羚和毛冠鹿。有陕西省重点保护动物有 4 种，分别为狗獾、猪獾、小麂和红白鼯鼠；有中国特有种 4 种，分别为纹背鼯鼠、小麂、红白鼯鼠和中华鼯鼠。根据《中国生物多样性红色名录 脊椎动物》（2020），其中，灰腹水鼯、豹猫、毛冠鹿、中华斑羚、小麂 5 种为易危级别（VU）；水獭为濒危级别（EN）。

（5）评价区陆生野生动物的分布特征

评价区位于城固县，区域内海拔较低，气候较为湿润。在中国动物地理上，评价区属于秦岭南麓，属于东洋界，和古北界相对较近，属于区域内古北界和东洋界的过度地段。野生动物在垂直和水平上的分布也略有区别。

1) 垂直分布规律

评价区内影响野生动物的垂直分布规律的主要因素为植被分布及觅食环境。评价区总体海拔变化较小，基本大约 460~1500m。在海拔 600m 以下的区域大多距离淹没线较近，区域内生境多以湿地和少量林缘灌丛活动的种类如中华蟾蜍、北草蜥、白鹭、绿头鸭、棕背伯劳、棕头鸦雀等；在海拔 600~1000m 间，区域内植被组成较为复杂，除针叶林、阔叶林和真阔混交林等林地以外，还分布有居民区及桔园等环境，栖息的陆生动物主要有中国林蛙、赤链蛇、发冠卷尾、大鹰鹃、黄鼬等；在海拔 1000m 以上，植被以针叶林、阔叶林和针阔混交林等乔木林地为主，另外有少量的灌丛等生境，栖息的陆生动物种类有小角蟾、虎斑颈槽蛇、雀鹰、灰翅噪鹃、灰头鹀、猪獾等。总体上区域内海拔梯度变化较小，植被分布变化较小，大多数野生动物活动受海拔的影响不显著。

2) 水平分布规律

评价区范围内在水平分布规律上，除植被和栖息生境等影响因素外，还与人为干扰程度的影响有关。在评价范围内居民集中分布的区域主要为坝下至湑水河口段如桔园镇沿线较为平坦，主要生境为居民区、果园和农田，野生动物以常见种类为主，如山斑鸠、白鹡鸰、喜鹊、麻雀等。同时，评价区内大部分湿地鸟类如赤麻鸭、普通鸬鹚、小天鹅等主要分布于湑水河河口及其周边的湿地环境；库区两岸多为山区，主要生境为林地，大部分珍稀濒危种类如雀鹰、毛冠鹿、猕猴等多分布于沿岸人为干扰较小林地。

4.8.5.2 重要野生动物

评价区有国家一级重点保护动物朱鹮 1 种；有国家二级重点保护动物 21 种，分别为山溪鲵、大鲵、虎纹蛙、红腹锦鸡、小天鹅、黑鸢、雀鹰、松雀鹰、普通鵟、鹰雕、领鸛鹑、领角鸮、红隼、画眉、红嘴相思鸟、猕猴、黄喉貂、水獭、豹猫、中华斑羚和毛冠鹿。评价区有陕西省级重点保护动物 25 种，分别为小角蟾、秦岭雨蛙、中国林蛙、隆肛蛙、斑腿泛树蛙、中华鳖、秦岭滑蜥、王锦蛇、黑眉锦蛇、乌梢蛇、短嘴豆雁、斑嘴鸭、罗纹鸭、绿头鸭、红翅凤头鹃、中白绿、绿鹭、三宝鸟、灰头灰雀、酒红朱雀、黄喉鹀、狗獾、猪獾、小鹿和红白鼯鼠。

评价区分布有中国特有种类 17 种，分别为山溪鲵、大鲵、秦岭雨蛙、中国林蛙、隆肛蛙、黄纹石龙子、秦岭滑蜥、北草蜥、米仓山攀蜥、绣链腹链蛇、灰胸竹鸡、红腹锦鸡、黄腹山雀、纹背鹛、小鹿、红白鼯鼠和中华鼯鼠。除此之外，《根据中国生物多样性红色名录-脊椎动物卷》(2020)有 14 种被列入“受威胁”等级，其中列入易危(VU)级别的有 9 种，列入濒危(EN)级别的有 4 种，列入极危(CR)级别的有 1 种。具体如下表所示。国家一级重点保护动物朱鹮的生态习性及其栖息地现状见本报告 4.8.5.3 节。

表4.8.5-6 评价区重点保护动物情况表

序号	物种名称（中文名/拉丁名）	保护级别	濒危等级	特有种（是/否）	分布区域	资料来源	工程占用情况（是/否）
1	山溪鲵 <i>Batrachuperus pinchonii</i>	II	易危（VU）	是	库区干支流的流水环境	文献	否
2	大鲵 <i>Andrias davidianus</i>	II	极危（CR）	是	库区干支流的流水环境	文献	否
3	虎纹蛙 <i>Hoplobatrachus chinensis</i>	II	濒危（EN）	否	坝下湿地及水田等环境	文献	是
4	红腹角雉 <i>Tragopan temminckii</i>	II	近危（NT）	是	库区两岸的山林和灌丛	文献	否
5	小天鹅 <i>Cygnus columbianus</i>	II	近危（NT）	否	坝下湿地及滩涂	目击	否
6	朱鹮 <i>Nipponia nippon</i>	I	濒危（EN）	否	主要分布于库区和坝下湿地及滩涂	目击	否
7	雀鹰 <i>Accipiter nisus</i>	II	无危（LC）	否	库区两岸的山林	文献	否
8	松雀鹰 <i>Accipiter virgatus</i>	II	无危（LC）	否	库区两岸的山林	文献	否
9	黑鸢 <i>Milvus migrans</i>	II	无危（LC）	否	评价区范围均有分布	文献	是
10	普通鵟 <i>Buteo buteo</i>	II	无危（LC）	否	库区两岸的山林	文献	否
11	鹰雕 <i>Nisaetus nipalensis</i>	II	近危（NT）	否	库区两岸的山林	目击	否
12	领鸺鹠 <i>Glaucidium brodiei</i>	II	无危（LC）	否	评价区范围的林地均有分布	文献	是
13	领角鸮 <i>Otus bakkamoena</i>	II	无危（LC）	否	评价区范围的林地均有分布	文献	是
14	红隼 <i>Falco tinnunculus</i>	II	无危（LC）	否	评价区范围的林地或农田等环境均有分布	目击	是
15	画眉 <i>Garrulax canorus</i>	II	近危（NT）	否	库区两岸的山林	文献	否
16	红嘴相思鸟 <i>Leiothrix lutea</i>	II	无危（LC）	否	库区两岸的山林	文献	否
17	猕猴 <i>Macaca mulatta</i>	II	无危（LC）	否	库区两岸的山林	访问	否
18	黄喉貂 <i>Martes flavigula</i>	II	近危（NT）	否	库区两岸的山林	文献	否
19	水獭 <i>Lutra lutra</i>	II	濒危（EN）	否	库区干流水域附近	文献	是
20	豹猫 <i>Prionailurus bengalensis</i>	II	易危（VU）	否	库区沿线的林地和灌丛	文献	否
21	毛冠鹿 <i>Elaphodus cephalophus</i>	II	易危（VU）	否	库区沿线的林地和灌丛	文献	否
22	小角蟾 <i>Megophrys minor</i>	省级	无危（LC）	否	库区沿线的山溪周围	文献	否
23	秦岭雨蛙 <i>Hyla tsinlingensis</i>	省级	无危（LC）	是	库区干支流沿岸	文献	是

序号	物种名称（中文名/拉丁名）	保护级别	濒危等级	特有种（是/否）	分布区域	资料来源	工程占用情况（是/否）
24	中国林蛙 <i>Rana chensinensis</i>	省级	无危（LC）	是	库区干支流沿岸的林地	文献	是
25	隆肛蛙 <i>Feirana quadranus</i>	省级	近危（NT）	是	库区沿线的山溪周围	文献	否
26	斑腿泛树蛙 <i>Philautus megacephalus</i>	省级	无危（LC）	否	库区干支流沿岸	文献	是
27	中华鳖 <i>Pelodiscus sinensis</i>	省级	濒危（EN）	否	库坝下湿地水域环境	文献	否
28	秦岭滑蜥 <i>Scincella tsinlingensis</i>	省级	无危（LC）	是	库区沿线的林缘灌丛环境	文献	否
29	王锦蛇 <i>Elaphe carinata</i>	省级	濒危（EN）	否	库区沿线的林缘灌丛环境	文献	否
30	黑眉锦蛇 <i>Orthriophis taeniurus</i>	省级	濒危（EN）	否	库区沿线的林地和灌丛	文献	否
31	乌梢蛇 <i>Ptyas dhumnades</i>	省级	易危（VU）	否	库区和坝下沿线的林地和灌丛	文献	是
32	短嘴豆雁 <i>Anser fabalis</i>	省级	无危（LC）	否	坝下湿地水域或滩涂环境	目击	否
33	斑嘴鸭 <i>Anas poecilorhyncha</i>	省级	无危（LC）	否	坝下湿地水域或滩涂环境	目击	否
34	罗纹鸭 <i>Anas falcata</i>	省级	无危（LC）	否	坝下湿地水域或滩涂环境	目击	否
35	绿头鸭 <i>Anas platyrhynchos</i>	省级	无危（LC）	否	坝下湿地水域或滩涂环境	目击	否
36	红翅凤头鹃 <i>Clamator coromandus</i>	省级	无危（LC）	否	库区沿线的林地	文献	否
37	中白鹭 <i>Egretta intermedia</i>	省级	无危（LC）	否	坝下湿地水域或滩涂环境	文献	否
38	绿鹭 <i>Butorides striata</i>	省级	无危（LC）	否	坝下湿地水域或滩涂环境	文献	否
39	三宝鸟 <i>Eurystomus orientalis</i>	省级	无危（LC）	否	库区沿线的林地	文献	否
40	灰头灰雀 <i>Pyrrhula erythaca</i>	省级	无危（LC）	否	库区沿线的林地	文献	否
41	酒红朱雀 <i>Carpodacus vinaceus</i>	省级	无危（LC）	否	库区沿线的林地	文献	否
42	黄喉鹀 <i>Emberiza elegans</i>	省级	无危（LC）	否	评价区周边的林地和灌丛环境均有分布	文献	是
43	狗獾 <i>Meles meles</i>	省级	无危（LC）	否	库区沿线的林地	文献	否
44	猪獾 <i>Arctonyx collaris</i>	省级	近危（NT）	否	库区沿线的林地	文献	否
45	小麂 <i>Muntiacus reevesi</i>	省级	易危（VU）	是	库区沿线的林地	文献	否

序号	物种名称（中文名/拉丁名）	保护级别	濒危等级	特有种（是/否）	分布区域	资料来源	工程占用情况（是/否）
46	红白鼯鼠 <i>Petaurista alborufus</i>	省级	无危（LC）	是	库区沿线的林地	文献	否
47	黄纹石龙子 <i>Plestiodon capito</i>	-	无危（LC）	是	库区和坝下的林缘灌丛环境	文献	是
48	北草蜥 <i>Takydromus septentrionalis</i>	-	无危（LC）	是	库区和坝下的林缘灌丛环境	文献	否
49	米仓山攀蜥 <i>Japalura micangshanensis</i>	-	无危（LC）	是	库区沿线的林地和灌丛	文献	否
50	锈链腹链蛇 <i>Hebius craspedogaster</i>	-	无危（LC）	是	库区和坝下的林缘灌丛环境	文献	否
51	灰胸竹鸡 <i>Bambusicola thoracica</i>	-	无危（LC）	是	库区沿线的林地	文献	否
52	黄腹山雀 <i>Parus venustulus</i>	-	无危（LC）	是	评价区周边的林地和灌丛环境均有分布	文献	否
53	纹背鼯鼠 <i>Sorex cylindricauda</i>	-	近危（NT）	是	库区沿线的林地	文献	否
54	中华鼯鼠 <i>Eospalax fontanierii</i>	-	无危（LC）	是	库区沿线的林地	文献	否
55	灰腹水鼯 <i>Chimmarogale styani</i>	-	易危（VU）	否	库区沿线的水域环境	文献	是



朱鹮 *Nipponia nippon* (国家一级)
肖繁荣 2023 年 1 月摄于坝下湿地



小天鹅 *Cygnus columbianus* (国家二级)
肖繁荣 2023 年 1 月摄于坝下湿地



鹰雕 *Nisaetus nipalensis* (国家二级)
赵冬冬 2022 年 8 月摄于支流小北河



红隼 *Falco tinunculus* (国家二级)
何欢 2023 年 11 月摄于坝下湿地



红腹锦鸡 *Chrysolophus pictus* (国家二级)
2023 年 12 月库尾附近红外相机摄



中华斑羚 *Naemorhedus griseus* (国家二级)
2023 年 7 月库区左岸支流木鱼沟红外相机摄

	
毛冠鹿 <i>Elaphodus cephalophus</i> （国家二级） 2023 年 12 月库尾附近红外相机摄	豹猫 <i>Prionailurus bengalensis</i> （国家二级） 2023 年 12 月库尾附近红外相机摄
	
斑嘴鸭 <i>Anas poecilorhyncha</i> （省级） 肖繁荣 2023 年 1 月摄于坝下湿地	短嘴豆雁 <i>Anser fabalis</i> （省级） 肖繁荣 2023 年 1 月摄于坝下湿地
	
黄喉鹀 <i>Emberiza elegans</i> （省级） 2023 年 7 月库区右岸小岭沟红外相机摄	绿头鸭 <i>Anas platyrhynchos</i> （省级） 肖繁荣 2023 年 1 月摄于坝下湿地

	
猪獾 <i>Arctonyx collaris</i> （省级） 2022 年 8 月坝下小深北村红外相机摄	小鹿 <i>Muntiacus reevesi</i> （省级） 2023 年 7 月库区长滩河坎红外相机摄
	
北草蜥 <i>Takydromus septentrionalis</i> （特有） 赵冬冬 2022 年 8 月摄于峰岩沟	黑眉锦蛇 <i>Orthriophis taeniurus</i> （易危） 胡小龙 2023 年 4 月摄于支流小北河

现场调查记录的主要重要物种

4.8.5.3 朱鹮生态习性、分布及栖息地现状

朱鹮为鹮形目鹮科朱鹮属，其雄鸟通体白色，羽干及两翅与尾等均沾染粉红色，嘴长而向下曲，呈黑色，先端朱红，脚的裸露部分亦呈亮红色。雌鸟羽色略同，但在繁殖期中，背羽有鲜蓝色渲染，两翅的粉红色较浅淡。成鸟的脸部呈朱红色，双翅展开飞行时，翅膀后部和尾羽下侧也呈朱红色。

朱鹮曾广泛分布于中国东北、华北、陕西等地，在俄罗斯、朝鲜和日本亦有分布，近代以来因生存环境恶化、天敌威胁、自身生物学性质等原因，于 20 世纪中叶以后相继在苏联、朝鲜半岛和日本野生绝迹，曾被世界自然保护联盟（IUCN）列为极危（CR）物种。我国朱鹮的分布区域自 20 世纪 60 年代起也逐渐缩小，1981 年 5 月，中国科研

人员经过 3 年的考察，在陕西洋县八里关乡姚家沟发现了一个数量仅 7 只的野生种群。经过 40 余年保护工作，朱鹮种群数量不断扩大。鉴于朱鹮保护取得的显著成效，朱鹮的濒危等级由 2001 年的极危（CR）降为濒危（EN），目前为国家一级保护动物。

（1）朱鹮主要生态习性

1）食性

主要以小鱼、泥鳅、蛙、蟹、虾、蜗牛、蟋蟀、蚯蚓、甲虫、半翅目昆虫、甲壳类以及其他昆虫和昆虫幼虫等无脊椎动物和小型脊椎动物为食。觅食活动在白天。通常在河流、溪沟等水边浅水处或水稻田中觅食，也见在烂泥中和地上觅食。

2）繁殖习性

繁殖期 2 月~6 月。营巢于较少干扰的山地森林中，巢置于水域附近高大的松树、栎树、杨树等乔木的枝杈上，常成对单独营巢。每窝产卵 1~4 枚，4 月开始孵卵，孵化期 28~30 天。亲鸟领域性较强，在繁殖期保卫领域。雏鸟经过约 60 天喂养可离巢飞翔，7 月随亲鸟离开营巢地。

（2）对人类干扰的耐受性

朱鹮需要在浅水型的湿地进行觅食，同时需要高大乔木进行营巢或夜宿，经过数千年演化，朱鹮已适应了人类存在的湿地环境，成为伴人种，依靠人类的稻田以及旁边的湿地生存。尤其喜欢在池塘、河滩、水田觅食，在农村大树上栖息。

根据国内有关试验研究，朱鹮游荡期对于人类活动干扰有较强耐受性并表现出一定适应性。周学红等 2009 年在保护区内开展的试验结果显示，朱鹮的警戒距离为 $(38.6 \pm 14)\text{m}$ ，惊飞距离为 $(23.8 \pm 9.4)\text{m}$ ，警戒距离是惊飞距离的 1.6 倍左右，两者存在着显著相关性。干扰者的衣着颜色是影响朱鹮对人类干扰的耐受性的主要因子，朱鹮对鲜艳衣物敏感。随着距居民点距离的减小，朱鹮对人类干扰的耐受性逐渐增强，但对道路有一定回避效应。

（3）种群数量现状

1981 年，我国在陕西省洋县发现全球仅存的 7 只野生朱鹮，同年开展野生朱鹮的抢救性保护工作。2019 年相关机构在洋县及其周边地区进行调查，共统计到野生朱鹮数量 2571 只，同时发现部分朱鹮出现长距离移动，扩散到周边种群。截至 2023 年 11 月，

全球朱鹮数量已达到万余只，其中汉中市朱鹮数量达到 6650 只。

(4) 朱鹮主要分布范围及扩张趋势

目前朱鹮主要分布在陕西汉中朱鹮国家级自然保护区及其周边县区，以洋县为主，并扩大到周边县区。

随着朱鹮种群近年来受到保护，种群数量和活动范围扩大，有关研究机构在近年来对保护区内及周边地区进行了持续调查，发现随着我国野生朱鹮数量的增长，其分布区已快速扩大到洋县以外的汉中市城固、西乡、汉台、南郑、勉县等地，并在陕西安康市汉阴等县发现，并向陕西省外扩张。2022 年 12 月，在湖北十堰市张湾区陂河上发现 1 只野生朱鹮。2020 年以来，甘肃省先后在陇南市西和县、成县、徽县和武都等地先后发现朱鹮的身影，2023 年 11 月，甘肃省野生动植物保护站工作人员在徽县栗川段监测到朱鹮。

南水北调中线水源区湖北十堰首次发现朱鹮

2022-12-08 10:05:25 来源：新华网



南水北调中线水源区湖北十堰首次发现朱鹮

图为湖北省十堰市首次在野外发现的野生朱鹮。新华网发 刘洪军 摄

12月6日，在湖北省十堰市张湾区陂河上，一只长着长长黑嘴的大鸟，时而在清澈河水觅食，时而在蔚蓝的天空中展翅飞翔，时而飞进附近茂密的水草里歇息。经十堰市林业局野保站站长雷波确认，这是一只国家珍稀一级保护动物朱鹮，也是湖北省十堰市首次在野外发现的野生朱鹮。

国家一级保护野生动物朱鹮现身甘肃陇南



兰州新闻网
2023-11-20 09:08 发布于甘肃 兰州新闻网官方账号

+ 关注

(5) 朱鹮活动规律

朱鹮年周活动规律与食物的季节变化均有一定规律性。每年的 2 月~6 月，朱鹮处于繁殖期，主要在中低山丘陵区活动，觅食地包括水田和附近的浅水河流（汉江支流）；7 月~10 月为朱鹮的秋季游荡集群期，主要活动与汉江两岸的平原和丘陵地带，觅食地包括河流滩涂和水库池塘边缘的草地；11 月~翌年 1 月，朱鹮处于越冬期，活动区大部分与游荡集群期重叠，但略向北部移动，觅食地包括冬水田和浅水河流。洋县朱鹮得以

生存很重要的原因是洋县境内存在上百座大小不等的水库和池塘，其周边的水稻田、草地湿地正是朱鹮秋季集群期的主要觅食地之一，其中的昆虫和蛙类是朱鹮该时期的替代食物。

在繁殖期内，朱鹮成对或以家庭为单元集群活动。进入游荡期后，不同巢的朱鹮再逐步集结，形成新的群体开始游荡活动。繁殖期种群相对小而分散，游荡期种群相对大而集中。

（6）主要栖息地分布情况

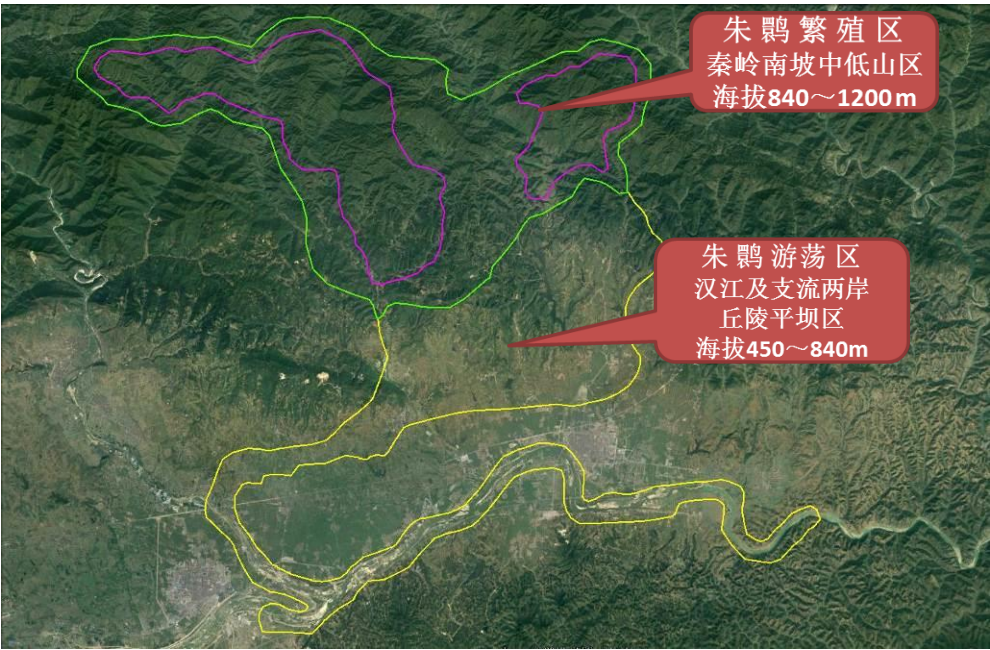
1) 传统栖息地

朱鹮野生种群主要长年生活在 $E107^{\circ}17' \sim 107^{\circ}44'$ 、 $N33^{\circ}8' \sim 33^{\circ}35'$ 的秦岭南坡中低山带和汉江河谷。按照朱鹮的活动规律，栖息地分为繁殖区、游荡区和越冬区。

繁殖区主要位于秦岭南坡的中低山区，海拔 840~1200m，山峰的相对高度多在 500m 左右，坡度多在 40° 以上，沟谷深切，气候较为寒冷。保护区内朱鹮的繁殖地主要位于保护区核心区地带，其中现有野生朱鹮种群最大的繁殖地位于洋县溢水镇北部及四郎乡北部。根据有关专业机构的调查研究，上述主要朱鹮栖息区的植被组成为：以马尾松林为主，面积占 73% 左右，次生疏林占 17%，农田占 4.8%，稀疏灌木林占 4%，油松栎类混交林占 1%。

游荡区位于汉江及支流两岸的丘陵平坝区，占栖息地总面积的 95% 以上，海拔为 450m~840m，丘陵区有呈块状分布的次生林，河流水库密布，平坝区有大片的水田。

越冬区位于繁殖区和游荡区之间，是朱鹮从游荡活动进入繁殖区的过渡地带。



朱鹮主要分布范围



朱鹮繁殖区



朱鹮游荡区

2) 朱鹮栖息地的扩张趋势

从 1981 年至今，朱鹮对栖息地的偏好也发生了变化，朱鹮的分布中心从偏远的山区转移到了低地、人口较多、湿地面积较大的地区，自 2016 年以来一直停留在人类活动水平中等的地区，并且觅食时会接近农事活动区,在足够的预警距离里，对农事活动能产生一定适应性。

(7) 朱鹮繁殖巢穴及游荡期主要夜宿地分布

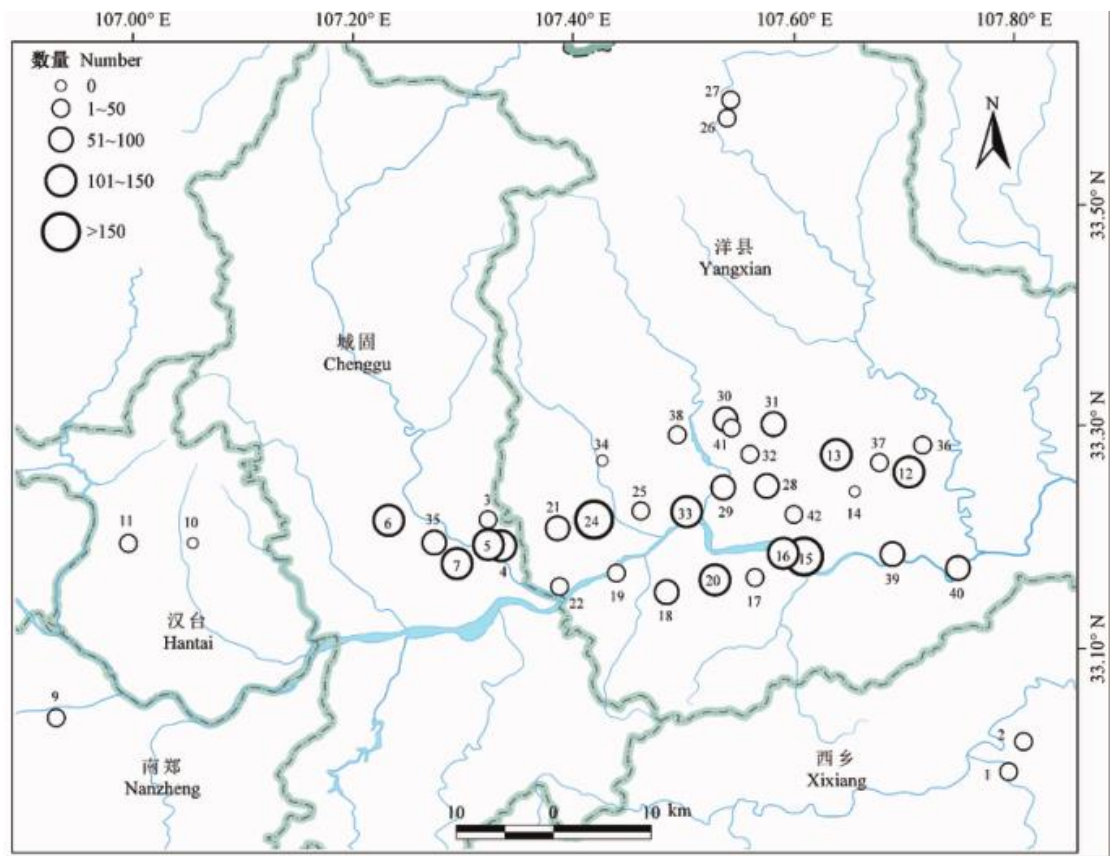
1) 繁殖巢穴

近年来随着朱鹮种群数量扩大，巢区也逐渐从秦岭中山区向低山丘陵区扩展，至今已扩展到汉江河谷平坝区和巴山低山丘陵区。2013 年在保护区外发现巢穴 25 个，其中城固境内发现的 10 个繁殖巢位主要位于北部秦岭和南部巴山山区丘陵区。2019 年保护

区管理局在保护区内及周边调查共记录到朱鹮巢址 449 个,绝大部分分布在陕西省汉中市洋县 (66.8%)和城固县 (29.0%) , 少量分布在西乡县、勉县、汉台区、南郑县和留坝县, 其中城固县巢穴主要位于原公和桔园镇。

2) 游荡期主要夜宿地

每年游荡期 (7 月~10 月), 朱鹮进行集群夜宿, 夜宿地较为稳定。根据专业机构调查研究, 2019 年共发现野生朱鹮的夜宿地 42 个, 同步调查共记录到朱鹮利用的夜宿地 38 个。夜宿地中, 洋县有 28 个(73. 7%) , 城固县有 6 个(15. 8%) , 西乡县有 2 个, 汉台区和南郑县各有 1 个。集群数量少于 20 只的夜宿地比例最高(26. 3%)。夜宿集群数量的中位值为 62 只, 最大的夜宿集群数量为 196 只。城固县发现的夜宿地包括原公镇东爻村、原公镇宝山村、原公镇田什字村、贾山水库、博望镇何家桥村、五郎庙镇曹家沟村, 均位于汉江北岸平原区域。



2019 年朱鹮的夜宿地分布和夜宿群体数量

(资料来源: 王超等, 2019, 中国野生朱鹮的繁殖现状和种群数量, 林业科学, Vol. 56, No. 11)

(8) 焦岩水利枢纽与朱鹮主要栖息地位置关系

2019年在保护区内及周边调查共记录到的朱鹮巢址绝大部分分布在洋县（66.8%）和城固县（29.0%），其中城固县巢穴主要位于原公和桔园镇，均位于焦岩水利枢纽下游，库区不直接涉及朱鹮巢穴。

2019年在城固县发现的夜宿地共6个，包括原公镇东爻村、原公镇宝山村、原公镇田什字村、贾山水库、博望镇何家桥村、五郎庙镇曹家沟村，均位于焦岩水利枢纽坝下的渭水河下游段两岸区域，包括该段渭水河河岸湿地及两岸水库、水田等。


（9）本工程评价范围历次调查到朱鹮情况统计

本次环评开展期间，我公司环评技术人员及陆生生态专题调查人员多次深入现场，对评价区朱鹮进行了观测和记录，显示朱鹮在评价区广泛分布，2022年8月、2023年1月、2023年3月、2023年4月、2023年11月、2024年3月均有观测到，其中主要分布在焦岩坝下6.1km的五门堰~渭水河入汉口段，在五门堰库区、袁公大桥（坝下11km）、马家村（坝下23km）调查到的次数和数量相对较多。具体统计如下。



表 4.8.5-7 评价区历次调查到朱鹮位置及数量情况统计

序号	发现位置	发现数量（只）	与工程位置关系	调查时间	备注	照片
1	木鱼沟	3	焦岩库区(距坝址 5.6km)	2023 年 1 月 12 日	陆生生态专题样线调查	
2	板凳河口	2	焦岩库区(距坝址 1.2km)	2023 年 3 月 9 日	环评现场查勘目击	
3	小北村	2	焦岩库区(距坝址 800m)	2023 年 11 月 13 日	陆生生态专题样线调查	/
4	城石路大桥	1	焦岩坝前 500m	2022 年 8 月 28 日	陆生生态专题样线调查	

5	深北村	2	焦岩坝下 30m	2023 年 1 月 11 日	陆生生态专题样线调查	
6	深北村	1	焦岩坝下 50m	2023 年 11 月 14 日	陆生生态专题样线调查	
7	深北村	1	焦岩坝下 50m	2024 年 3 月 27 日	陆生生态专题样线调查	/
8	五门堰	1	焦岩坝下 6.1km	2023 年 3 月 10 日	环评现场查勘目击	
9	五门堰	1	焦岩坝下 6.1km	2023 年 11 月 21 日	环评现场查勘目击	

10	五门堰	16	焦岩坝下 6.1km	2024 年 3 月 27 日	陆生生态专题样线调查	
11	袁公大桥	1	焦岩坝下 11km	2023 年 3 月 10 日	环评现场查勘目击	
12	齐心村（袁公大桥上游）	32	坝下 11km	2024 年 3 月 28 日夜 间	陆生生态专题样线调查	
13	杨填堰上游	7	焦岩坝下 12km	2024 年 3 月 28 日	陆生生态专题样线调查	

14	石家庄村	4	焦岩坝下 14.2km	2023 年 11 月 21 日	环评现场查勘目击	
15	柳家寨	1	焦岩坝下 19.1km	2023 年 3 月 10 日	环评现场查勘目击	
16	马家村	6	焦岩坝下 23km	2023 年 1 月 16 日	陆生生态专题样线调查	
17	马家村	9	焦岩坝下 23km	2023 年 4 月 18 日	陆生生态专题样线调查	

18	马家村	9	焦岩坝下 23km	2023 年 11 月 15 日	陆生生态专题样线调查	
19	马家村	1	焦岩坝下 23km	2024 年 3 月 28 日	陆生生态专题样线调查	

4.8.6 工程占地区陆生生态现状

焦岩水利枢纽项目建设区主要包含坝区、生产生活区、渣料场区、道路区、移民安置区等。

4.8.6.1 坝址区

焦岩水利枢纽工程位于汉中市城固县桔园镇深北沟口以上 200m 处，距城固县县城约 20km。





图 4.8.6-1 坝址区现场照片

根据现场调查，坝址区域河道较为平缓，沿河岸多分布节节草沼泽、芦苇沼泽、大叶醉鱼草灌丛、枫杨林等，向内陆走多见杂木林，常为荆条、盐麸木、构树等组成的杂灌丛以及杉木、麻栎、马尾松油桐等组成的混交林，岸上斜坡有少量农田分布，多种种植蔬菜或柑橘，向内有马尾松林、麻栎林、针阔混交林等乔木林地，常见植物有马尾松、杉木、锐齿槲栎、青冈、三桠乌药、油松、栓皮栎、黄连木等。

该区域分布的动物多为森林和灌丛生境的物种，两栖类常见的有中华蟾蜍、泽陆蛙等；爬行类常见的有北草蜥、赤链蛇等；鸟类分布于此的较多，常见的有领雀嘴鹀、棕背伯劳、白鹡鸰、大山雀、麻雀等；哺乳类常见的有褐家鼠、黄鼬等。

4.8.6.2 坝区生产生活区

根据工程布置，本项目生产生活区主要包含有业主营地、混凝土拌合系统、砂石加工系统、综合加工厂、仓库、渣场、机械拼装厂等。

	
混凝土系统	右岸高低线连接路
	
左岸高线路	火焰山沟渣场
	
施工变电站	业主营地和鱼类增值站

	
仓库	综合加工厂和承包商营地
	
小北河表土堆存场	钢管加工场
	
机械停放场	块石料厂

图 4.8.6-2 生产生活区现场照片

根据现场调查，项目生产生活区主要布置于坝址区及其周边，大多位于村落附近、耕地、撂荒地等区域，区域人为活动频繁，项目生产生活区其它植物均为常见种类，植被及群系均为常见类型。

表 4.8.6-1 生产生活区生态环境现状

序号	区域	植被类型	主要群系	常见植物
1	混凝土系统	农田、山地常绿针叶林、栎林、禾草灌草丛	马尾松林、麻栎林、野艾蒿灌草丛	锐齿槲栎、榉、油桐、臭椿、栗、杉木、山胡椒、华中五味子、五味子、山矾、秦岭木姜子、构树、野艾蒿、无芒稗、蜈蚣凤尾蕨、井栏边草
2	右岸高低线连接路	山地灌丛、山地灌草丛、禾草灌草丛	荆条灌丛、构树灌丛、野艾蒿灌草丛、狗尾草灌丛	竹叶花椒、盐肤木、油桐、构树、秦岭木姜子、陕西卫矛、栓翅卫矛、井栏边草、野菊、稗、狗牙根、蕨
3	左岸高线路	山地常绿针叶林、栎林、山地灌丛	油松林、马尾松林、麻栎林、荆条灌丛、大叶醉鱼草灌丛	杉木、华山松、油桐、槲栎、白矾、黄檀、六道木、栓翅卫矛、盐肤木、构树、软条七蔷薇、野艾蒿、龙芽草、狗尾草
4	施工变电站	山地常绿针叶林、栎林、山地灌丛、山地灌草丛	杉木林、马尾松林、麻栎林、荆条灌丛、野艾蒿灌草丛	侧柏、柏木、华山松、枫杨、盐肤木、化香树、华中五味子、中国旌节花、山胡椒、黄檀、小果蔷薇、贯众、青绿藁草
5	渣场	山地灌丛、园地、落叶阔叶杂木林	荆条灌丛、枫杨林、马尾松林	柑橘、枇杷、五味子、盐肤木、化香树、木姜子、陕西卫矛、野艾蒿、狗牙根、荚果蕨、委陵菜
6	业主营地和鱼类增值站	园地	柑橘	柑橘、刺槐、荆条、雀麦、节节草、小果蔷薇、野艾蒿、稗
7	仓库	山地常绿针叶林、栎林、落叶阔叶杂木林、山地灌丛、杂类、蕨类灌草丛	马尾松林、麻栎林、枫杨林、盐肤木灌丛、蕨灌草丛	杉木、华山松、油松、麻栎、锐齿槲栎、枫杨、油桐、栓翅卫矛、盐肤木、构树、二色胡枝子、中华绣线菊、绣线梅、楼梯草、梅花草、石龙芮、海金沙
8	综合加工厂和承包商营地	山地常绿针叶林、落叶阔叶杂木林、山地灌丛、禾草灌草丛、杂类、蕨类灌草丛	杉木林、枫杨林、盐肤木灌丛、荆条灌丛、稗灌草丛、蕨灌草丛	马尾松、麻栎、胡桃楸、山矾、黄檀、牡荆、圆菱叶山蚂蝗、美丽胡枝子、杏叶沙参、贯叶连翘、矮桃、腺药珍珠菜、夏枯草、狗尾草、龙牙草、蜈蚣凤尾蕨、井栏边草、海金沙、盾果草
9	小北河表土堆存场	山地灌丛、山地灌草丛、禾草灌草丛	荆条灌丛、构树灌丛、野艾蒿灌草丛、狗尾草灌丛	秦岭木姜子、栓翅卫矛、五味子、中国旌节花、杭子梢、鸡矢藤、四叶葎、委陵菜、稗、鸭跖草、微毛血见愁、鼠掌老鹳草、佛甲草、蛇莓、过路黄、翼蓼
10	钢管加工场	山地常绿针叶林、禾草灌草丛	杉木林、狗尾草灌丛、	栗、盐肤木、黄檀、构树、美丽胡枝子、圆菱叶山蚂蝗、小果博落回、费菜、火绒草、四叶葎、过路黄、附地菜
11	机械停放场	农田、山地灌	荆条灌丛、盐肤木灌	构树、牡荆、中华绣线菊、杭子梢、二

序号	区域	植被类型	主要群系	常见植物
		丛、禾草灌草 丛、杂类、蕨 类灌草丛	丛、大叶醉鱼草灌 丛、稗灌草丛、酸模 叶蓼沼泽	色胡枝子、山矾、巴东醉鱼草、光华柳 叶菜、杏叶沙参、南赤爬、短毛金线草、 头状蓼、婆婆纳
12	块石料厂	栎林、落叶阔 叶杂木林、山 地灌丛、山地 灌草丛、杂类、 蕨类灌草丛	枫杨林、荆条灌丛、 构树灌丛、野艾蒿灌 草丛、莢果蕨灌草丛	榛、陕西卫矛、山矾、秦岭木姜子、中 国旌节花、山茱萸、黄檀、美丽胡枝子、 杭子梢、火棘、马桑、斜萼草、大火草、 楼梯草、赤麻、天南星、红花络新妇、 紫花升麻、唐松草、阿拉伯婆婆纳、过 路黄、黄海棠、龙牙草、委陵菜、梅花 草、香青、腺药珍珠菜

4.8.6.3 水库区

根据工程布置，焦岩水利枢纽库区正常蓄水位 585m，为客观反映水库区及淹没影响区陆生生态现状，实地调查时，于渭水河干流坝区、库区（鸡冠岩村）、库尾河段及支流板凳河库中（瓦柳家）、库尾河段沿岸分别布设垂向样线。



库区主要剖面选取位置示意图

(1) 干流河段

结合水库淹没范围，根据现场实地调查，水库淹没区主要位于山体下部。根据现场调查，库区内植被在垂直分布上，植被呈现一定的不明显的分布特征，主要介绍如下

1) 坝址区

正常蓄水位 585m，本次评价将海拔 600m 以下的河槽部分植被进行剖面分析，坝址左岸河滩地至海拔 550m，主要为耕地和灌草丛，主要种植蔬菜类；550~575m，主要为灌丛植被，以荆条灌丛、盐麸木灌丛为主，常见植物为山胡椒、火棘、秦岭木姜子等；575m~600m 的山头，为针阔叶混交杂木林的林地，常见植物有马尾松、杉木、侧柏、麻栎、胡桃楸、栓翅卫矛、五味子等。右岸河滩地至海拔 550m，主要为灌丛，以荆条为优势，常见二色胡枝子、杭子梢、火棘、马桑、构树等；550~570m，主要为灌丛、灌草丛，常见植物有荆条、黄檀、火棘、山矾、槲木、棕榈、大叶醉鱼草、野艾蒿等；海拔 570m 以上，主要为针叶林、阔叶林，主要为马尾松林、麻栎林等。常见植物有锐齿槲栎、杉木、枫杨、栗、榛、山胡椒、构树、八角枫等。

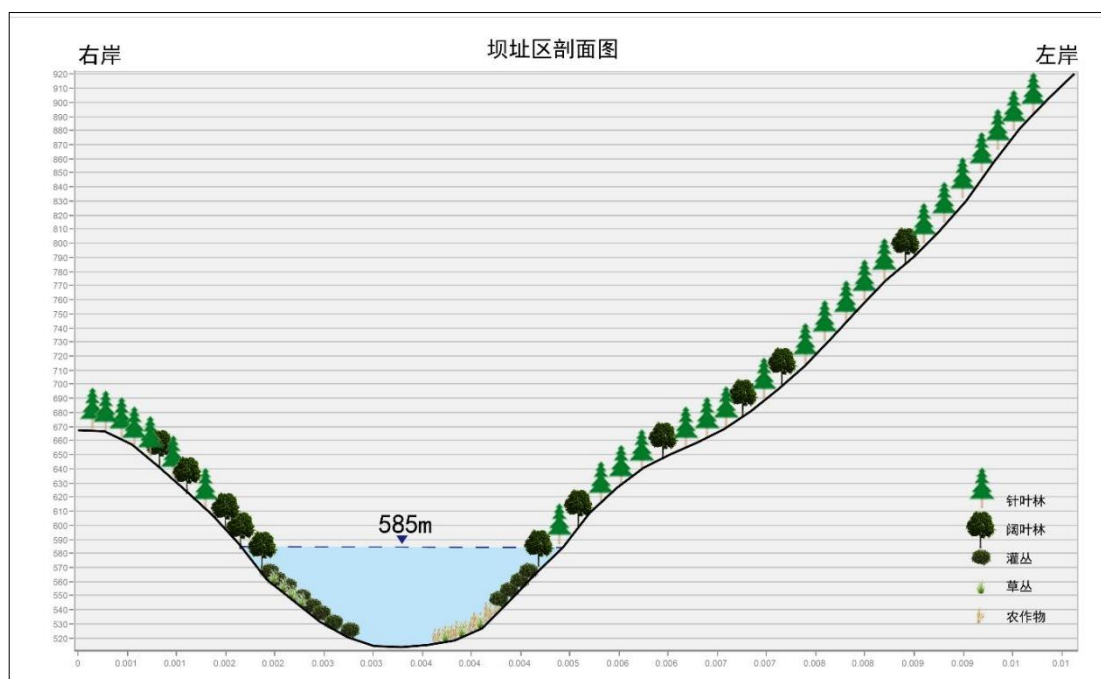


图 4.8.6-3 坝址区剖面图

2) 库中

库中（鸡冠岩村附近）左岸河滩地附近海拔 570m 以下有少量的灌丛，主要为荆条灌丛、大叶醉鱼草灌丛；海拔 570~610m 主要为城镇建设用地；海拔 610~630m，主要为针阔叶混交林，常见植物有马尾松、杉木、油桐、山胡椒、六道木、牛皮消、天南星、黄海棠、楼梯草、旋蒴苣苔。柔毛水杨梅等；海拔 630m 以上为针叶林，多为马尾松林，常见马尾松、杉木、青冈、油松、华山松、青冈等；右岸海拔 570m 以下主要为耕地；海拔 570~590m 有少量灌丛，常见植物有火棘、竹叶花椒、荆条、构树、五味子等；海

拔 590~610m 为灌丛与耕地，常见植物有秦岭木姜子、竹叶花椒、山矾、构树、五味子等；海拔 610m 以上主要为针阔混交林，林下常见五味子、中国旌节花、中华绣线菊、金粟兰、楼梯草、斜萼草、疏花婆婆纳、夏枯草等。

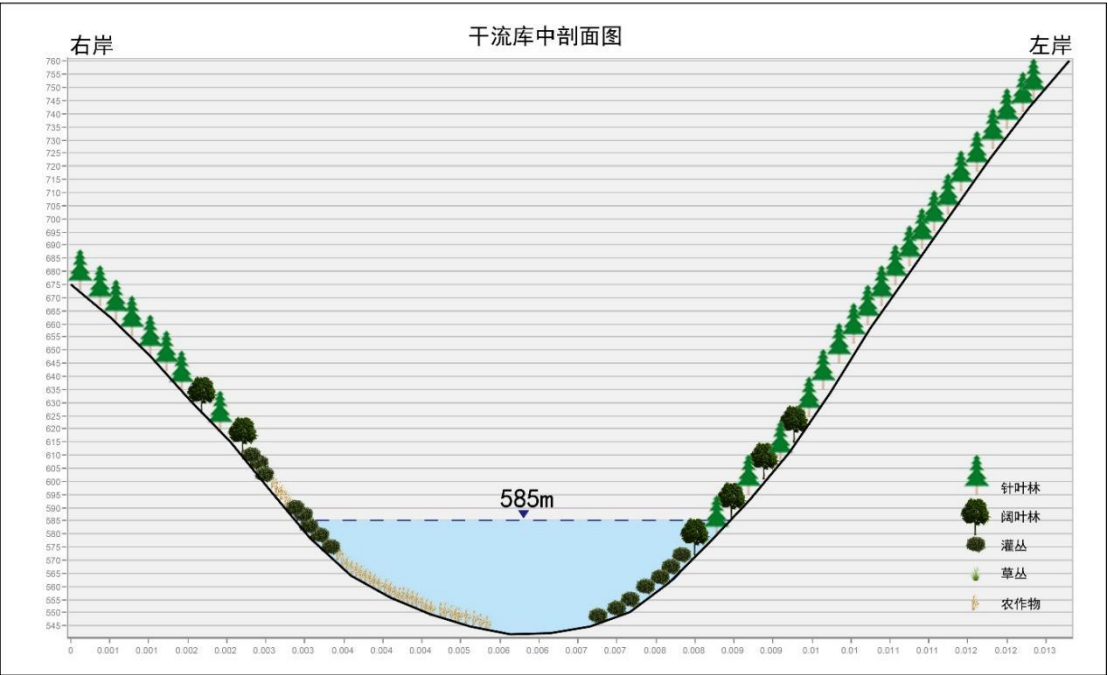


图 4.8.6-4 干流库中剖面图

3) 库尾

库尾断面为双溪镇附近，左岸河滩地至海拔 610m，主要为耕地，海拔 610~650m 主要为灌丛和灌草丛，常见植物有火棘、悬钩子、油桐、山胡椒、狗尾草、漆树、鸡桑、蕨、蜈蚣凤尾蕨；海拔 650~690m，有少量的针叶林，主要为马尾松、油松及杉木混交林；海拔 690m 以上，主要为马尾松林、油松林，常见植物有楸、盐麸木、漆树、构树、火棘、青冈、荆条、秦岭木姜子。右岸河滩地至海拔 610m，主要为灌丛和灌草丛，多见大叶醉鱼草、荆条、山胡椒、蕨、稗等；海拔 610~650m 为针叶林，主体为马尾松、油松、杉木混交林；海拔 650m 以上为针阔混交林，常见华山松、杉木、三桠乌药、漆树、马尾松、油松、杉木、麻栎、锐齿槲栎、漆树、山矾、山胡椒、火棘、构树、盐麸木、青冈、鸡矢藤、泡花树等。

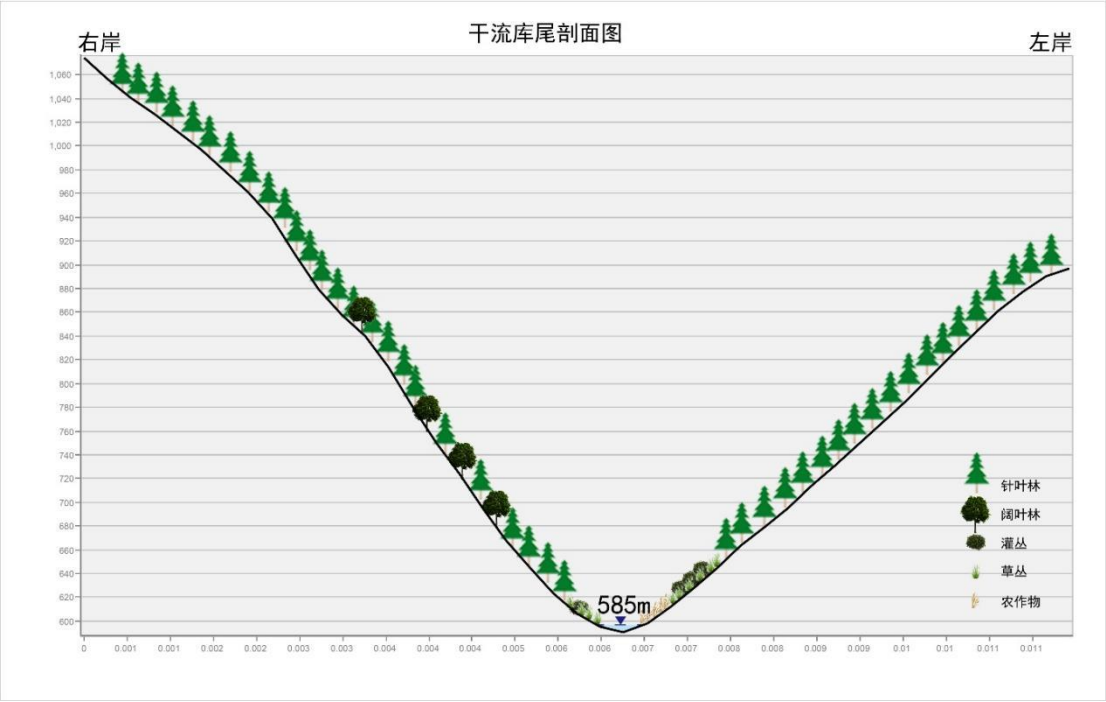


图 4.8.6-5 干流库尾剖面图





图 4.8.6-6 干流水库区现场照片

(2) 支流河段

水库淹没区支流主要为板凳河等。结合水库淹没区范围，根据现场调查，水库淹没区板凳河总体上为由东向西流向，其植被分布如下：

1) 库中

板凳河库中(瓦柳家)左岸河滩地附近海拔 610m 以下主要为耕地，海拔 610~640m，主要为竹林和针叶林，竹林较为分散，多为刚竹、毛竹，针叶林以杉木与油松为主；海拔 640m 以上多为针阔叶混交林，常见植物楸、枫杨、马尾松、华山松、油松、三桠乌药、盐肤木、构树等，右岸 610m 一下有少量的灌丛，常见美丽胡枝子、巴东醉鱼草、山胡椒、火棘、马桑等；海拔 610~640m，主要为竹林和针叶林，竹林较为分散，多为刚竹、毛竹，针叶林以杉木与油松为主；海海拔 640m 以上主要为针阔混交林，常见青冈、油松、胡桃楸、枫杨、马尾松、麻栎、锐齿槲栎、栗、榛、华山松、陕西紫茎等。

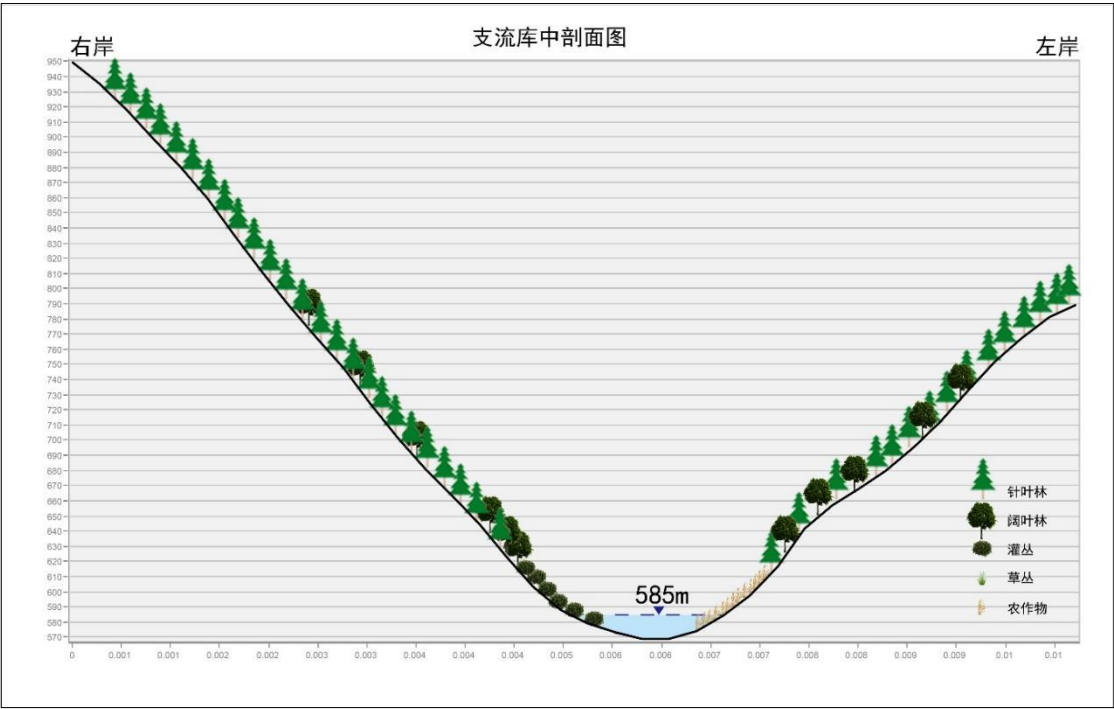


图 4.8.6-7 支流板凳河库中剖面图

2) 库尾

板凳河库尾左岸河滩地附近海拔 630m 以下基本为城镇建设用地及耕地，海拔 630~660m 有少量的灌丛和灌草丛，常见荆条、大叶醉鱼草、杭子梢、圆菱叶山麻黄、美丽胡枝子、金竹、四叶葎、南赤爬、蕨、稗、狗尾草等；海拔 660~680m，主要为竹林和针叶林常见杉木、油松、华山松、漆树、山胡椒、构树、八角枫、香青、紫花升麻；海拔 680m 以上为针叶林，主要优势种为马尾松，伴生种为油松、锐齿槲栎、三桠乌药、榛、华山松；右岸海拔 620m 以下为灌丛与灌草丛，主要常见狗尾草、蕨、巴东醉鱼草、南赤爬、葎草等；620~660m 主要为耕地，主要种植蔬菜，柑橘等；海拔 660m 以上主要为针阔叶混交林，常见麻栎。油松、马尾松、锐齿槲栎、三桠乌药、青冈、山矾、竹叶花椒、悬钩子、赤麻、楼梯草、匍茎通泉草、微毛血见愁等。

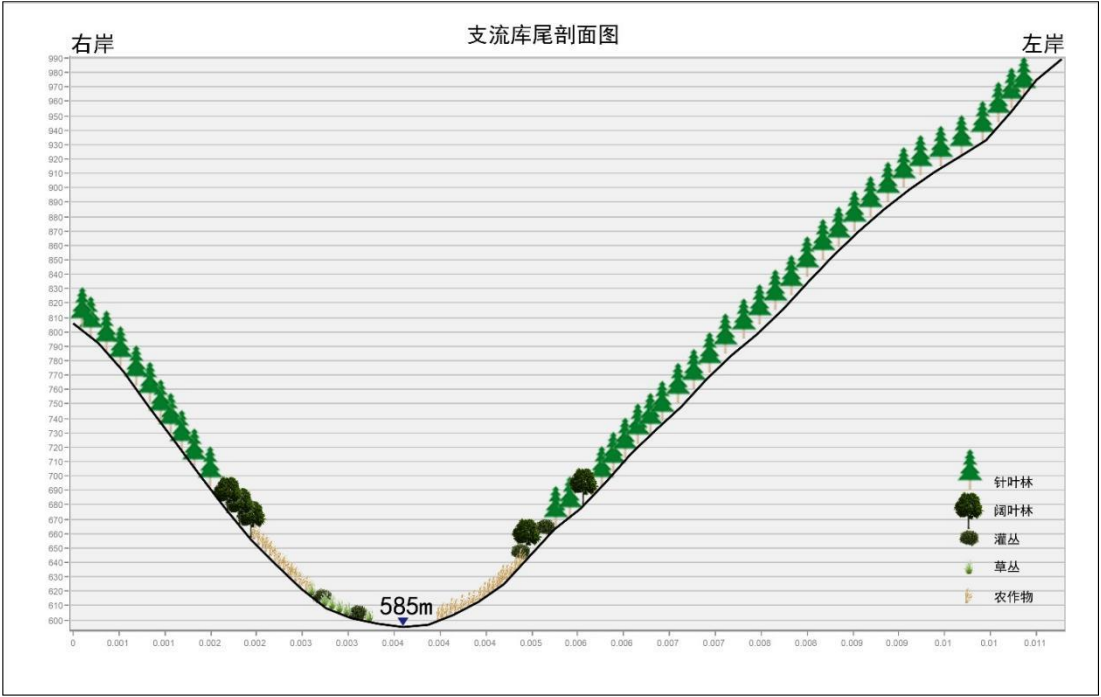


图 4.8.6-8 支流板凳河库尾剖面图

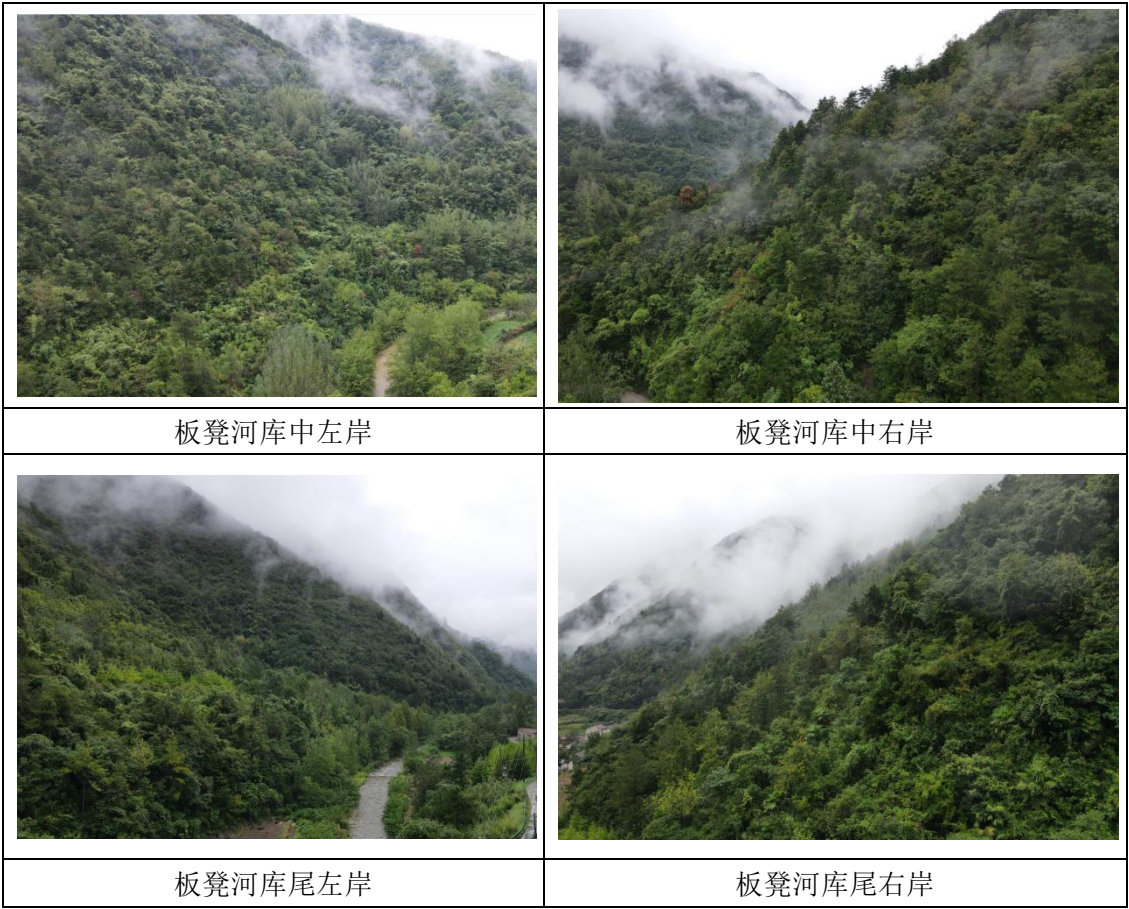


图 4.8.6-9 支流板凳河水库区现场照片

4.8.6.4 坝下湿地

坝址以下河段周边环境总体上以平原为主，渭水河干流沿岸周边植被较为常见，有少量的人工林，其他多为果园、居民区和农田，其中总体上人为干扰较大，临水区域有少量节节草沼泽、禾草沼泽以及喜旱莲子草沼泽。除渭水河口附近湿地在越冬期有大量湿地鸟类在此活动，该河段的其他区域总体上人为干扰较大，栖息的湿地鸟类相对较少。





图 4.8.6-10 坝下湿地河段现场照片

4.8.6.5 移民安置区

根据施工布置，本工程共设置有移民安置区 3 个，分别为双溪安置点、新街安置点和万家营安置点。


(1) 双溪安置点

双溪安置点区域位于库尾附近，植被较为简单，大部分区域为砂砾石的河滩，河岸区域有少量灌丛和农田等植被，常见灌丛为荆条灌丛、大叶醉鱼草灌丛等，周边分布有马尾松等次生林，此外靠近河岸周边还零星分布有枫杨，农田内主要种植了玉米和水稻等农作物。现场调查常见的野生动物主要有白顶溪鸲、白鹡鸰、普通翠鸟、冠鱼狗、棕头鸦雀等种类，总体上较为常见。

	
双溪安置点现场照片	双溪安置点遥感照片

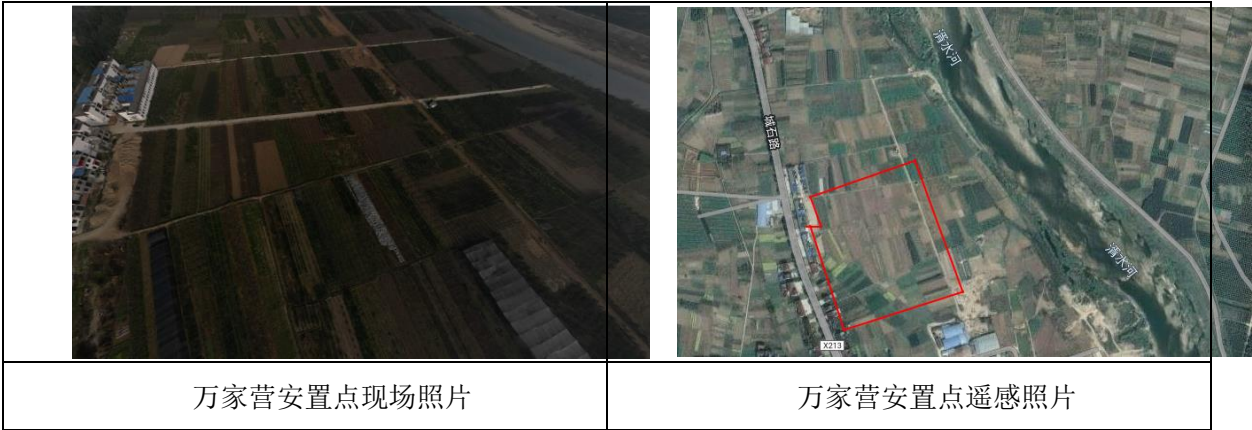
(2) 新街安置点

新街移民安置点位于桔园镇以西，该区域总体上以居民区、果园和农田为主，零星分布有意杨等少量人工林。区域内动物生境简单，人为干扰较大。栖息的野生动物也多为喜居民区和农田的种类如中华蟾蜍、多疣壁虎、喜鹊、白头鹎、麻雀、山斑鸠、大山雀、东方蝙蝠、褐家鼠等，抗干扰能力较强，周边活动频繁。

	
双溪安置点现场照片	双溪安置点遥感照片

(3) 万家营安置点

万家营安置点位于五门堰下游 1km 的渭水河右岸，该区域植被以农田为主，总体上较为简单，农田内主要种植了玉米和水稻等农作物。现场野生动物与新街移民安置点较为相似，常见有中华蟾蜍、乌梢蛇、环颈雉、山斑鸠、喜鹊、麻雀、大嘴乌鸦、黑线姬鼠等。



4.8.7 生态环境质量

4.8.7.1 自然体系生物量现状

根据评价区各类土地的现状调查数据，以针叶林、阔叶林、灌丛和灌草丛、水生植被等的生物量及耕地的近年平均粮食产量等参数来推算其实际生产力及生物量。评价区自然体系生物量现状见表 4.8.7-1。

表 4. 7. 8-1 评价区自然体系生物量现状一览表

生态类型	代表植物	面积（hm ² ）	占总面积（%）	平均生物量[t/hm ²]	总生物量（t）	占总生物量（%）
针叶林	马尾松、杉木等	2480.55	20.98	317.32	787129.59	36.24
阔叶林	麻栎、枫杨等	5787.96	48.95	237.04	1371978.22	63.17
灌丛	荆条、盐肤木等	67.91	0.57	32.35	2196.86	0.10
草丛	狗尾草、野艾蒿等	35.83	0.30	4.25	152.29	0.01
农作物	玉米、水稻等	1575.01	13.32	5.79	9119.32	0.42
河流水域	淡水藻类等	1321.41	11.18	0.91	1202.48	0.06
合计		11268.68	95.31	-	2171778.77	100

注：1）表中数据未包含建设用地等涉及的城镇生态系统，面积为 555.42hm²，所占比例为 4.70%；2）各植被类型平均生物量数据来源于：①《我国森林植被的生物量和净生产量》（方精云等，1996）；②《中国森林生态系统的生物量和生产力》（冯宗炜 等，1999）等文献。

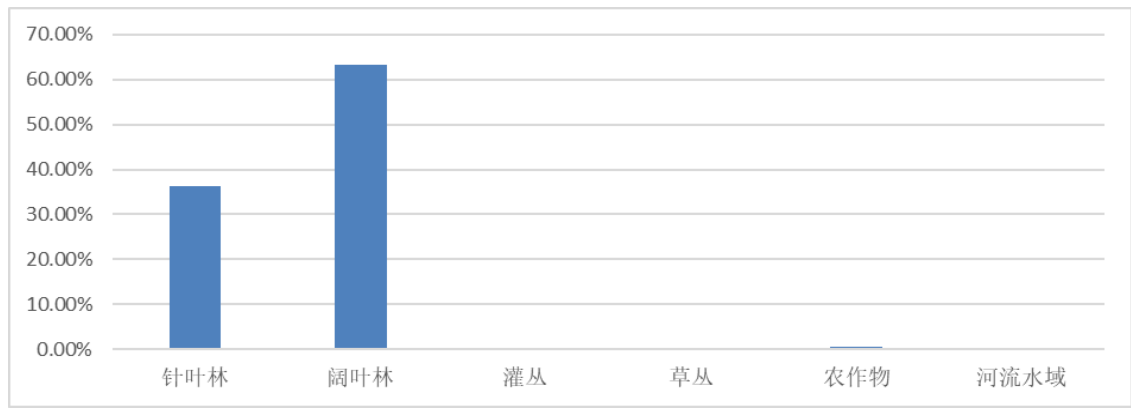


图 4.8.7-1 评价区自然体系生物量现状图

由上表可知，评价区植被总生物量为 $2.17 \times 10^6 \text{t}$ ，平均每公顷的生物量为 183.67t，评价区阔叶林生物量最多，所占比例高达 63.17%；其次是针叶林，所占比例为 36.24%，其它生态类型生物量较少。评价区针叶林分布广泛，面积较大，平均生物量较高，说明阔叶林是评价区最主要的生态类型，对生态系统的稳定和变化起到重要作用。

4.8.7.2 自然体系生态稳定性分析

景观生态系统的质量现状由区域自然环境、各生物以及人类社会之间复杂的相互作用来决定。从景观生态学结构与功能相匹配的理论来说，结构是否合理决定了景观功能的优劣，在组成景观生态系统的各类组分中，模地是景观的背景区域，它在很大程度上决定了景观的性质，对景观的动态起着主导作用。评价区模地主要采用传统的生态学方法来确定，即计算组成景观的各类拼块的优势度值 (D_o)，优势度值大的就是模地，优势度值可通过计算评价区内各拼块重要值的方法判定某拼块在景观中的优势，由密度 (R_d)、频度 (R_f) 和景观比例 (L_p) 3 种参数计算得出。

密度 R_d = 嵌块 I 的数目/嵌块总数 $\times 100\%$

频度 R_f = 嵌块 I 出现的样方数/总样方数 $\times 100\%$ (样方是以 $1\text{km} \times 1\text{km}$ 为一个样方，对景观全覆盖取样，并用 Merrington Maxine“t-分布点的面分比表”进行检验)

景观比例 (L_p) = 嵌块 I 的面积/样地总面积 $\times 100\%$

并通过以上三个参数计算出优势度值 (D_o)

优势度值 (D_o) = $\{ (R_d + R_f) / 2 + L_p \} / 2 \times 100\%$

运用上述参数计算评价区各拼块优势度值，其结果见表 4.8.7-2 和图 4.8.7-2。

表 4.8.7-2 评价区各景观拼块优势度值一览表

斑块类型	R_d (%)	R_f (%)	L_p (%)	D_o (%)
森林景观	13.87	37.2	70.5	48.02
草地景观	1.3	0.77	0.3	0.67
农田景观	31.34	30.6	13.32	22.15
湿地景观	16.26	12.25	11.18	12.72
建筑景观	37.23	25.18	4.7	17.95

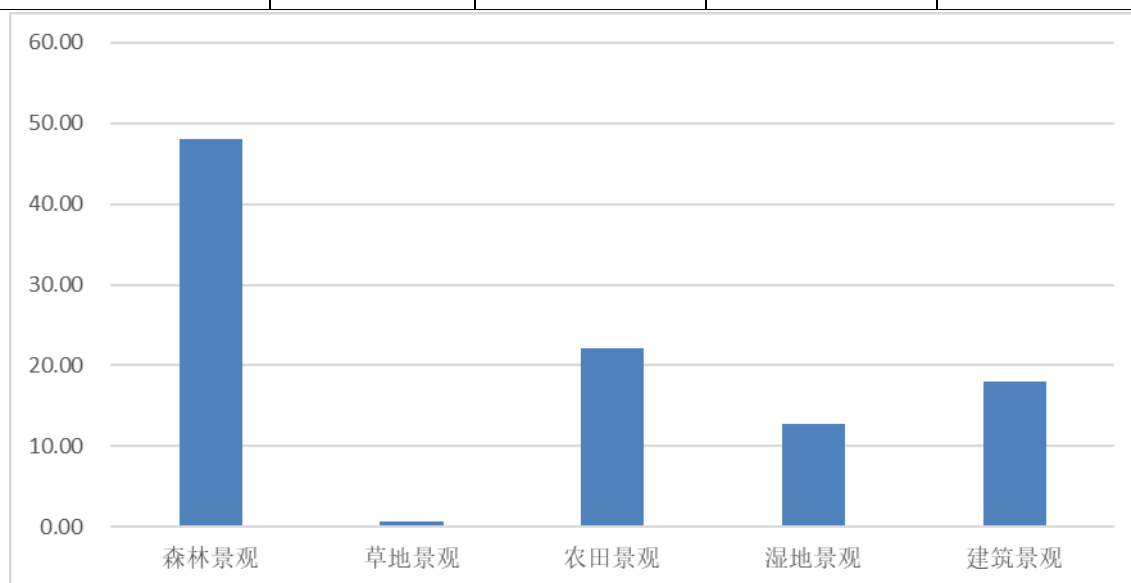


图 4.8.7-2 评价区各景观拼块优势度值图

由上表可知：①评价区森林、草地、湿地、农田、建筑等景观类型均有分布，说明该地区生态体系经过多年发展，已形成为集农、林等人工综合的生态系统；②评价区各景观拼块类型中，林地的优势度 D_o 最高，为 48.02%，说明林地是评价区内的模地，是本区域内对景观具有控制作用的生态体系部分，区域景观生态体系具有较强的生产能力和抗干扰能力，系统调控环境质量能力较强。

4.9 水生生态现状调查与评价

4.9.1 调查范围、时间及采样点设置

渭水河干流全长 167.5km，流经西安市周至县、宝鸡市太白县、汉中市洋县、城固等县，焦岩水库项目位于城固县境内渭水河中游干流。渭水河上游为山溪段，人烟稀少，

林木茂密；中游河段呈峡谷与盆地交替特点，总体具有山区河段特征；下游出秦岭山口后呈平原河段的典型特征，河床增宽，水流平缓。不同河段水生生物组成有所不同。本次环评收集了专业机构在湑水河开展的多次调查成果，并委托开展了鱼类早期资源调查和鱼类资源补充调查。

4.9.1.1 2017 年~2022 年中下游河段调查

西北农林科技大学在开展《陕西省汉中市湑水河焦岩水利枢纽工程建设对湑水河国家级水产种质资源保护区影响专题论证报告》工作过程中，分别于 2021 年 7 月、2021 年 10 月上旬、2022 年 4 月中旬对湑水河流域中下游河段水生生物现状进行了调查，并引用了自 2017 年~2020 年中下游河段开展的过往调查成果。

(1) 2017 年~2020 年过往调查

调查范围主要在双溪镇双溪村（库尾附近）~湑水河入汉江口之间约 47km 干流河段，于 2017 年 6 月、2017 年 7 月、2018 年 4 月、2018 年 10 月、2019 年 5 月、2019 年 8 月开展了 6 次调查。调查点位 10 处，分别为水产种质资源保护区双溪镇双溪村河段、石堰坪村河段、桔园镇小北村河段、杨家滩河段、下街社区河段，原公大桥河段、原公镇陈村河段、柳夹寨河段、阳安二桥桥位河段、莲花街道办事处庙坡村河段。

(2) 2021 年 7 月、10 月上旬调查

调查范围主要位于湑水河国家级水产种质保护区范围内干支流。干流从狮坝水电站坝址坝址~焦岩库尾，干流调查点位分别为湑水河小河镇上游 2km 处、小河镇下游 4km 处，支流在石槽河、北溪河、砖溪河、桃园河、板凳河 5 条支流每条设置 3 个采样点。

表 4.9.1-1 2021 年 7 月、10 月水生生态调查采样点分布

编号	河流	采样点	经纬度	高程	采样点类型
1	库尾以上干流	小河镇上游2km	E 107.1835 N 33.4860	634m	鱼类
2		小河镇下游4km	E 107.1645 N 33.4450	619m	鱼类
3	支流	石槽河	上、中、下游3个采样点	811-833m	鱼类
4		北溪河	上、中、下游3个采样点	699-733m	鱼类
5		砖溪河	上、中、下游3个采样点	766-851m	鱼类
6		桃园河	上、中、下游3个采样点	717-658m	鱼类
7		板凳河	上、中、下游3个采样点	577-761m	鱼类

(3) 2022 年 4 月中旬调查

2022 年 4 月 12 日~15 日在双溪村（库尾附近）~湑水河入汉江口设置 6 个点位。分

别为双溪村、石堰坪村、小北村、五门堰、杨填堰、入汉江口。

表 4.9.1-2 2022 年 4 月水生生态调查采样点分布

编号	河流	采样点	经纬度	高程	采样点类型
1	库区干流	双溪村	E 107.1932 N 33.4124	598m	鱼类和饵料生物
2		石堰坪村	E 107.1962 N 33.3876	579m	鱼类和饵料生物
3		小北村	E 107.2733 N 33.2998	521m	鱼类和饵料生物
4	坝下干流	五门堰	E 107.2483 N 33.2486	501m	鱼类和饵料生物
5		杨填堰	E 107.2915 N 33.2118	487m	鱼类和饵料生物
6		入汉口	E 107.3846 N 33.1529	468m	鱼类和饵料生物



图 4.9.1-1 2021 年 7~10 月、2022 年 4 月水生生态调查采样点位图



2021 年 7 月调查照片



2021 年 10 月调查照片

4.9.1.2 2022 年 12 月渭水河全流域调查

2022 年 12 月，陕西省水利电力勘测设计研究院开展渭水河流域综合规划环境影响报告书过程中，委托陕西格林维泽环保技术服务有限公司开展了渭水河流域水生生态专题调查，根据控制性、代表性和整体性的原则，在上游、中游、下游段共设采样断面 13 个，在渭水河干流设 10 个采样断面，支流设 3 个采样断面。采样点布设情况见表 4.9.1-2 和图 4.9.1-3。

表 4.9.1-3 2022 年 12 月水生生态调查采样点分布

序号	河流	断面名称	采样点		海拔 /m	备注
			北纬	东经		
1	库尾以上	老县城村	33°48'4.14"	107°44'55.32"	1749.0	浮游生物、底栖和鱼类

2	干流	都督门桥下	33°48'45.9"	107°42'47.58"	1661.0	浮游生物、底栖和鱼类
3		红岩河汇口	33°48'15.170"	107°30'57.622"	1248.5	浮游生物、底栖和鱼类
4		平堵河口	33°38'20.742"	107°20'42.252"	836.3	浮游生物、底栖和鱼类
5		马家沟库区	33°34'39.72"	107°16'44.04"	785.19	浮游生物、底栖和鱼类
6		狮坝库区	33°30'0.08"	107°11'20.202"	637.6	浮游生物、底栖和鱼类
7	库区干流	三流水	33°22'30.27"	107°11'44.08"	536.11	浮游生物、底栖和鱼类
8		焦岩坝上	33°18'3.197"	107°16'5.430"	518.2	浮游生物、底栖和鱼类
9	坝下干流	丁家村	33°11'58.301"	107°18'10.256"	483.5	浮游生物、底栖和鱼类
10		湑水河入汉江口	33°8'57.260"	107°23'56.324"	468.6	浮游生物、底栖和鱼类
11	支流	北溪河	33°31'42.96"	107°10'24.54"	718.8	浮游生物、底栖和鱼类
12		桃园河	33°29'7.224"	107°6'8.28"	789.6	浮游生物、底栖和鱼类
13		板凳河	33°21'15.883"	107°18'31.378"	715.4	浮游生物、底栖和鱼类



图 4.9.1-2 2022 年 12 月水生生态调查采样点分布图

4.9.1.3 2023 年 5 月~6 月鱼类早期资源及库区鱼类调查

为进一步了解湑水河中游及下游河段鱼类产卵场的分布与规模，掌握焦岩水利枢纽工程建设运行的影响，本次环评委托西北农林科技大学于 2023 年 5 月 18 日~21 日和 6 月 9 日~11 日开展了鱼类早期资源调查工作，并对焦岩库区段进行了鱼类采样调查。

在渭水河干流和支流共设置了27个调查断面，断面信息如下：

表 4.9.1-4 早期资源调查断面基本信息

调查断面编号	河流名称	地理位置	地理坐标	
			经度	纬度
1#	渭水河	小河镇高水田村	107° 11' 29.581"	33° 29' 14.859"
2#	渭水河	双溪镇罗家营村	107° 10' 5.086"	33° 26' 41.675"
3#	渭水河	双溪镇双溪村	107° 12' 0.238"	33° 24' 59.646"
4#	渭水河	双溪镇三流水村	107° 12' 4.056"	33° 22' 19.355"
5#	渭水河	桔园镇小北村	107° 15' 53.604"	33° 18' 12.439"
6#	渭水河	桔园镇刘家咀村	107° 15' 19.157"	33° 17' 54.491"
7#	渭水河	桔园镇小北村（大桥）	107° 16' 3.181"	33° 17' 56.170"
8#	渭水河	桔园镇杨家滩村	107° 16' 2.015"	33° 16' 20.271"
9#	渭水河	桔园镇五门堰段	107° 15' 8.572"	33° 14' 47.255"
10#	渭水河	原公镇原公大桥段	107° 17' 17.134"	33° 12' 51.235"
11#	渭水河	原公镇丁家村	107° 18' 59.855"	33° 12' 11.337"
12#	渭水河	胥水街道胥水村	107° 19' 42.785"	33° 11' 40.624"
13#	渭水河	渭水河入汉江口段	107° 24' 13.527"	33° 8' 53.739"
14#	石槽河	上游兴龙岗村	107° 19' 42.483"	33° 33' 16.524"
15#	石槽河	下游先锋村	107° 16' 36.404"	33° 32' 56.648"
16#	北溪河	上游张家坪村	107° 10' 31.966"	33° 34' 26.470"
17#	北溪河	下游余家坝村	107° 11' 43.726"	33° 30' 57.381"
18	砖溪河	上游刘家沟村	107° 7' 18.287"	33° 32' 0.656"
19#	砖溪河	中游砖溪村下	107° 8' 50.001"	33° 31' 10.654"
20#	砖溪河	下游隔家河村	107° 11' 14.006"	33° 30' 0.568"
21#	桃园河	上游赵家沟村	107° 5' 50.681"	33° 30' 6.691"
22#	桃园河	下游刘家院村	107° 10' 7.194"	33° 28' 35.750"
23	板凳河	上游石关垭村	107° 18' 50.439"	33° 27' 22.565"
24	板凳河	中上游板凳村	107° 19' 42.375"	33° 22' 28.405"
25#	板凳河	中下游上樵坝村	107° 18' 14.025"	33° 20' 9.772"
26#	板凳河	下游入渭水河口	107° 16' 52.111"	33° 18' 17.609"
27#	百栈河	入渭水河河口	107° 12' 25.961"	33° 22' 38.255"

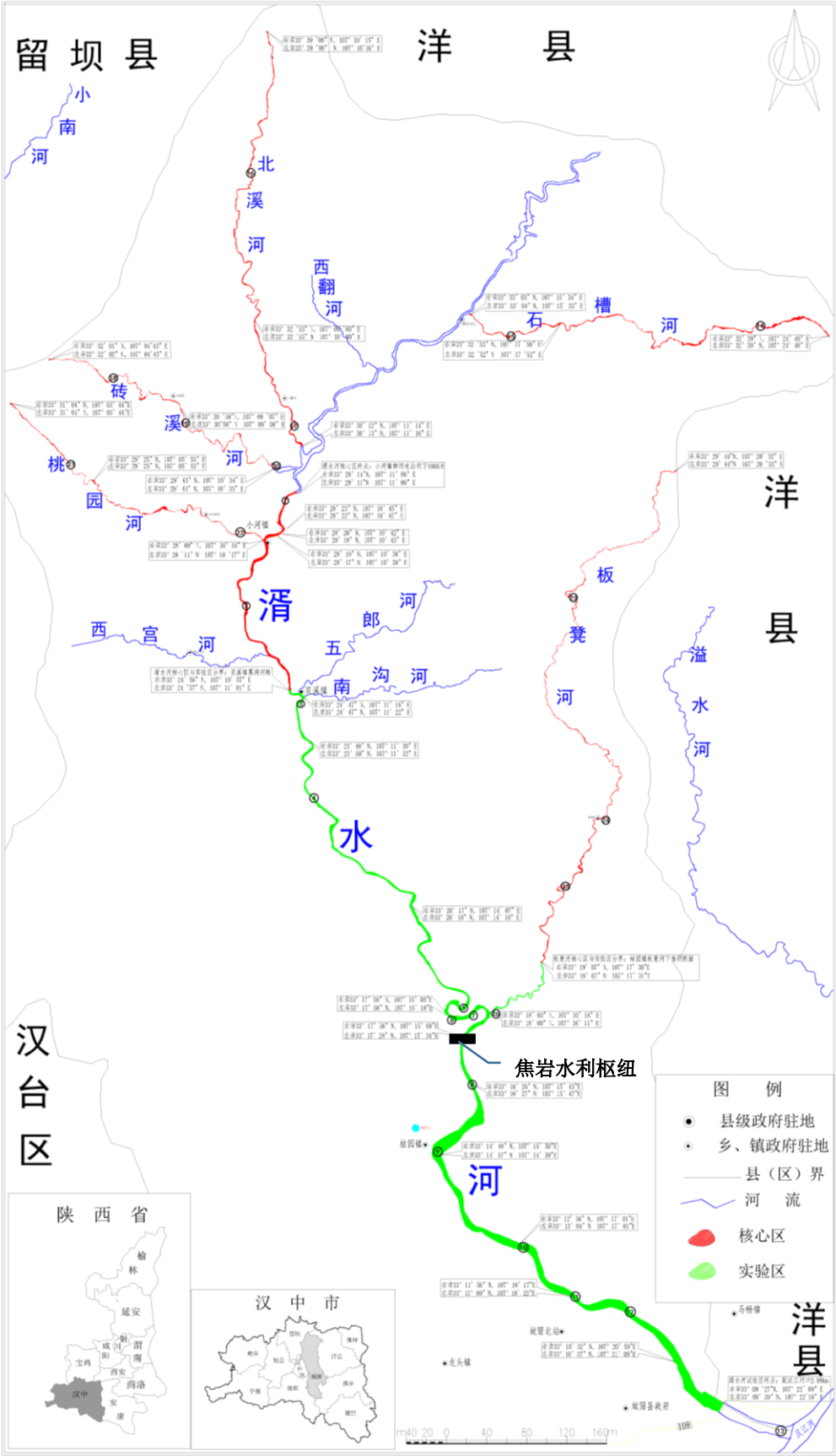


图 4.9.1-3 2023 年早期资源调查断面布设图



2023 年 5~6 月调查照片

4.9.1.4 2024 年 4 月~5 月补充调查

2024 年 4 月，随着环评工作推进，为了更深入地了解渭水中下游鱼类分布，为鱼类栖息地保护范围及保护措施提供支撑，本次环评委托西北农林科技大学于 2024 年 4 月 18 日~4 月 29 日、5 月 14 日~18 日开展了鱼类补充调查，调查范围在渭水河水产种质资源保护区范围基础上进行了扩大，调查范围如下：

渭水河干流：从牛尾河汇口（渭水河中游起始段面）下游约 3km 的黑峡子水电站坝下~渭水河入汉江口，干流河段长度 97.2km。

支流：较大支流平堵河、北溪河、砖溪河、桃园河、石槽河、板凳河，以及较小支流西翻河、西宫河、五郎河、南沟河、白栈河。

五门堰：引水渠及退水渠。

表4.9.1-5 2024年4月调查断面统计表

序号	河流	区域	鱼类调查断面位置	高程（m）
1	干流	黑峡子坝下~焦岩库尾以上河段（长度 50.2km）	黑峡子坝下	919.5
2			平堵河口	841.0
3			清溪河口下游 500m	814.5
4			马家沟库尾	807.3
5			马家沟坝下	741.8
6			马家沟坝下 190m（深滩与流水段交界）	737.1
7			马家沟坝下 500m	732.4
8			马家沟坝下 1km	728.8
9			白果树库尾（石槽河汇口）	716.8

序号	河流	区域	鱼类调查断面位置	高程 (m)
10			白果树坝下	703.4
11			白果树坝下 100m (深滩与流水段交界)	700.1
12			白果树坝下 500m	699.5
13			白果树坝下 1km	696.9
14			白果树坝下 2.5km (西翻河汇口)	690.3
15			狮坝库尾	673.3
16			狮坝坝下	641.3
17			狮坝坝下 100m (深滩与流水段交界)	639.7
18			狮坝坝下 500m	638.4
19			狮坝坝下 1km	634.4
20			桃园河口	629.3
21			西宫河口	605.8
22		焦岩库尾~湑水河河口 (长度 47km)	焦岩水库库尾段 (双溪镇)	589.6
23			白棧河口 (三流水)	573.0
24			库中断面 (枣树坪)	545.8
25			板凳河口	517.7
26			焦岩水库坝址	516.1
27			五门堰库区	501.2
28			湑水村 (距入汉口 5km)	476.5
29			湑水河入汉口	468.6
30	支流	平堵河	平堵河适宜断面	964.7
31		北溪河	北溪河下游断面	704.2
32		砖溪河	砖溪河下游断面	707.1
33		桃园河	桃园河中游柳树店断面	677.3
34		石槽河	石槽河先锋村断面	748.2
35		板凳河	板凳河上游断面	751.6
36			板凳河下游下游	568.5
37		西翻河	西翻河下游断面	743.2
38		西宫河	西宫河西宫河村断面	726.2
39		五郎河	五郎河下游断面	634.8
40		南沟河	南沟河下游断面	601.2
41		白棧河	白棧河下游断面	603.5
42		五门堰引水渠及退水渠	引水渠前段	504.2
43			引水渠后段	503.3

序号	河流	区域	鱼类调查断面位置	高程（m）
44			退水渠前段	502.6
45			退水渠后段	500.7

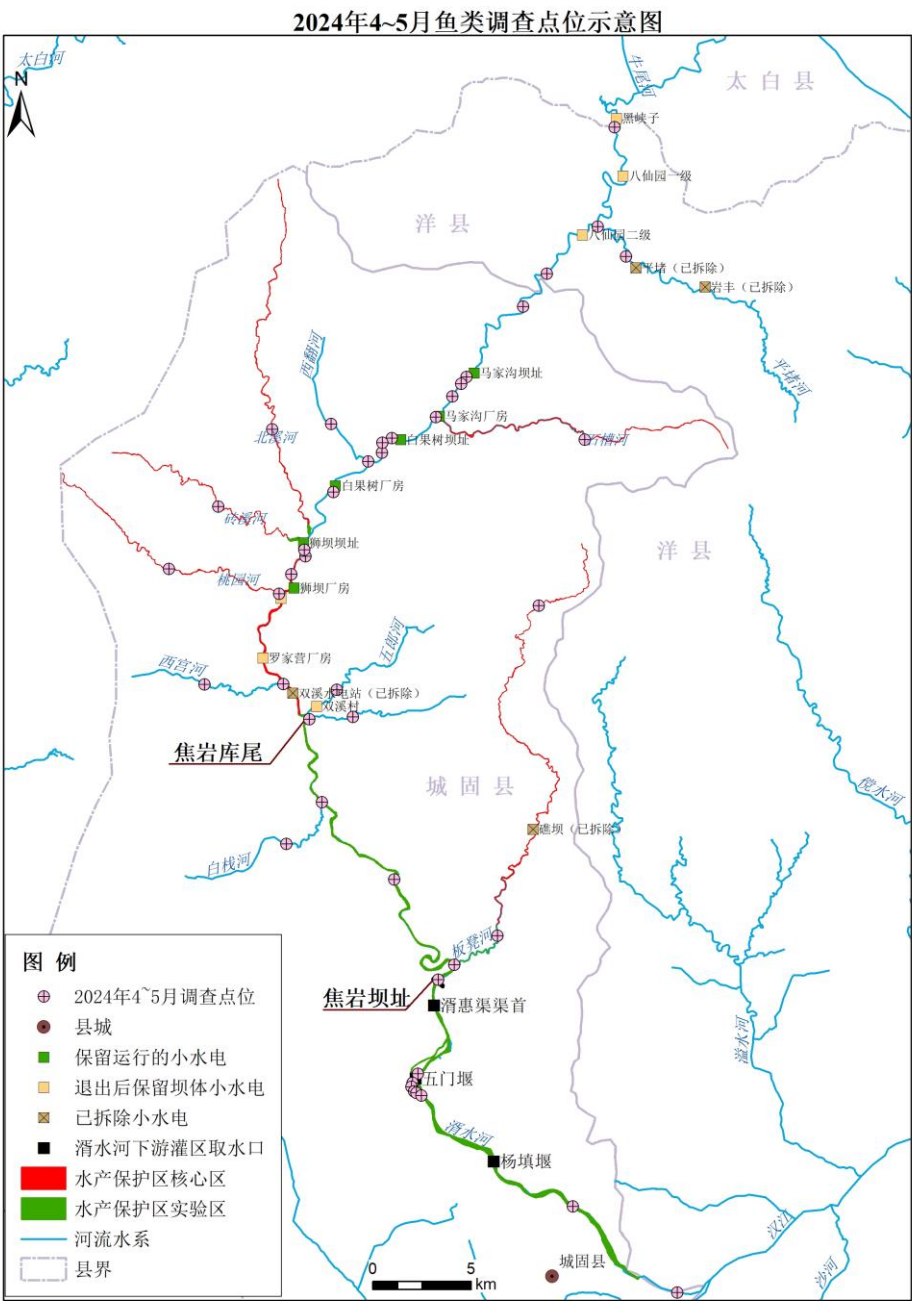


图 4.9.1-4 2024 年 4 月~5 月调查断面布置图



2024 年 4 月、5 月调查照片

4.9.2 干支流生境现状

4.9.2.1 干流生境

(1) 上游河段

支流牛尾河汇入口以上为湑水河上游，河长 67.1km，比降 21.1‰，河谷宽度 40～50m 之间，为典型的山区河段，人烟稀少，林木茂密，多为原始森林。湑水河上游为山溪性河段，底质为砂石底质。



渭水河上游河段



渭水河上游河段

(2) 中游河段

牛尾河至板凳河汇入口为中游，比降 5.47%，河谷宽度 50~200m 之间，中游河段呈峡谷与盆地交替特点。

1) 双溪镇（焦岩库尾）以上河段

长约 53km，河面较为平坦，河面 50-80m，水流较为湍急，底质为砂石底质，岸边仅有少量水草。该段渭水河干流上的罗家营电站、双溪电站已拆除，马家沟水电站库尾~狮坝水电站坝址段长约 21.2km 河段为现存水电开发河段，首位衔接三个引水式电站。狮坝电站坝下至双溪镇以上的渭水河干流河段完全贯通，自然生态系统得以很好恢复，整体生态环境优良。



双溪镇以上段现状

2) 双溪镇（焦岩库尾）~焦岩坝址段

长约22km，该段河道仍位于山区，水面宽40-50m，底质为卵石河床，岸边有少量水草。河道整体呈台阶状，大比降急流河段和小比降宽缓河段相间。



双溪镇~焦岩坝址段现状

(3) 焦岩坝址下游平原段

长约24.4km，河道比降 2.04‰，河道宽阔，宽约100~300m，呈平原河段的典型特征。约一半河段水面宽阔，水流缓慢，砂石河床，河中沙洲星罗棋布，水草丰茂，是平原段鱼类产卵、索饵的良好场所，约一半河段水面狭窄，岸边有大面积干滩。其间有3道灌溉引水堰坝，形成宽阔水面。河心洲及水草丰富，杨滩大桥上下游、袁公大桥及入汉江口等区域是平川段鱼类的产卵场。



出山口下游段生态环境现状



下游入汉口段现状

4.9.2.2 支流生境

渭水河支流呈羽型分布，流域面积大于 100km^2 的主要支流有太白河、红崖河、大箭沟、平堵河、板凳河 5 条， $50\sim 100\text{km}^2$ 之间支流有观音峡、牛尾河、清溪河、石槽河、北溪河、砖溪河、桃园河、五郎河、海塘河（太白河支流）9 条。其中平堵河、板凳河、石槽河、北溪河、砖溪河、桃园河、五郎河位于渭水河中游，其余支流位于上游。下游段为平原段，基本无支流汇入。

（1）平堵河

平堵河是渭水河左岸一级支流，发源于洋县华阳镇林场，自东向西在洋县境内汇入渭水河。入渭水河口距离焦岩水利枢纽坝址距离约 62.6km 。河道长度 19.2km ，流域面积 126.21km^2 ，河道平均比降为 38.7% ，多年平均径流量约 6800万 m^3 。下游河宽约 30m ，水面较窄，属“U”形峡谷生境，河道蜿蜒，河床底质以大块岩石、卵石、砾石为主，水温较低，水体透明度高，呈绿色，流速较大，平堵河支流流速缓慢。河中心水深约 2.5m ，两岸水深较浅。原建设有岩丰、平堵两座小水电，现已拆除并完成迹地修复。



平堵河生境现状

（2）石槽河

石槽河是渭水河左岸一级支流，发源于城固县麻柳坝，自东向西流经城固县的董家坪、石槽河村、大王庙村等村后汇入渭水河。主河道长为 18.2km ，河道平均比降为 39.3% 。流域面积 91.8km^2 ，多年平均径流量为 4605万 m^3 。河床为中细砂、卵石和漂石，局部有土层覆盖。下游河宽 50m ，水面宽约 $30\sim 40\text{m}$ ，水

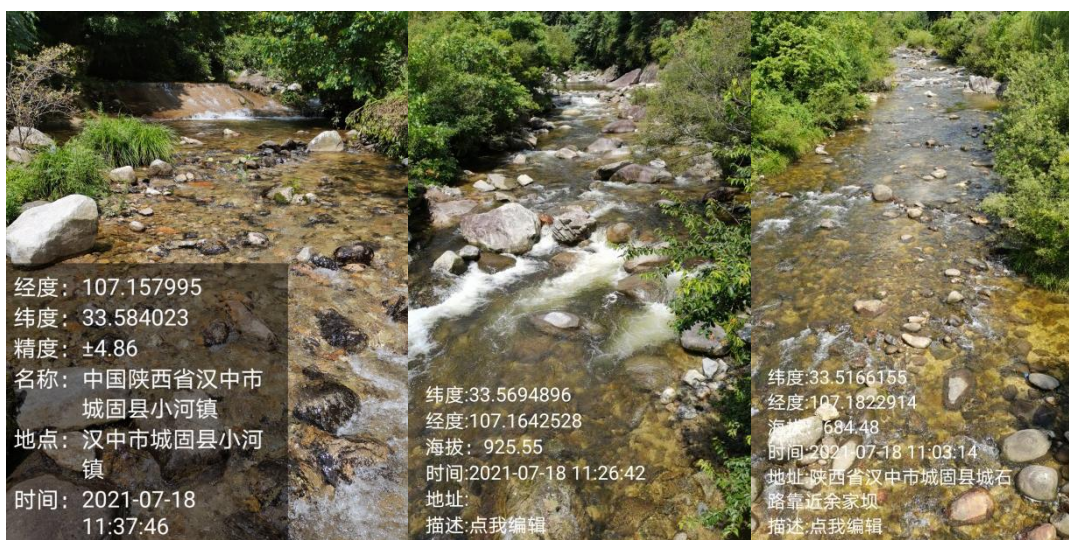
流湍急，流量约 $3-4\text{m}^3/\text{s}$ ，岸边有少量水草。河边有较多仔稚鱼，分布有红尾副鳅、马口鱼、龟、鳖、蟾蜍等水生生物。



石槽河生态环境现状

(3) 北溪河

北溪河系渭水河右岸一级支流，发源于城固县小磨坪，河流上游海拔高度最高达到2439m,自北向南流经城固县的张家坪、潘家坝、北溪村等村后汇入渭水河。北溪河流域面积为 75.6km^2 ，流量较大，多年平均径流量为 3765万m^3 ，主河道长为 21.1km ，河道平均比降为 40.4% 。河宽 $30-40\text{m}$ ，卵石底质，岸边有少量水草。河口为狮坝电站回水处，库区水面宽阔，水深较深，鱼类饵料生物丰富，岸边有少量水草，是鱼类良好的越冬场和索饵场。北溪河中下游分布有大鲵、甲鱼、多鳞白甲鱼（较少）、红尾副鳅等。



北溪河生态环境现状

(4) 砖溪河

砖溪河系湑水河右岸一级支流，发源于城固县庙坪，自西北向东南流经城固县的砖溪村、铁炉湾村等村后汇入湑水河。砖溪河流域面积为50.6km²，砖溪河多年平均径流量为2535万m³，主河道长为14.7km，河道平均比降为43.2‰。河宽10 m，水面宽约5-8 m，大石和卵石底质，比降较大，水流复杂，河段呈阶梯状，流量约0.5m³/s。调查期间岸边有少量水草，河边洄水处有少量仔稚鱼，该河流分布有大鲵、泥鳅、红尾副鳅等水生生物。



砖溪河生态现状

(5) 桃园河

桃园河系湑水河右岸一级支流，发源于城固县猫窝子，自西北向东南流经城固县的大坝村、柳树店村等在小河镇汇入湑水河。桃园河流域面积为56.2km²，多年平均径流量为2740万m³，主河道长为14.1km，河道平均比降为30.4‰，入河口河宽20-25m，水面宽约10m，砂石底质，水边有较多水草。大坝村上500m处河宽15m，水面宽约10m，卵石底质，比降较大，水流湍急，流量约1.5m³/s，岸边有少量水草。该河流分布有大鲵、泥鳅、黄颡鱼、鲇等水生生物。



桃园河生态现状

(6) 板凳河

板凳河系湑水河左岸一级支流，发源于城固县崔家庄，自东北向西南流经城固县的五佛山、龙王庙、二湾等村后汇入湑水河。板凳河流域面积为115.3km²，多年平均径流量为5243万m³，主河道长为33km，河道平均比降为29.4%。板凳河入湑水河河口上游100-200m处，河宽20-25m，河床较平坦，中小卵石底质，岸边有少量水草，水量充沛。分布有多个水潭。入河口上游约1km的小北村段，河面宽约15-20m，河道内有巨石和水草，岸边有较多稚鱼，20-30尾/m²。板凳河最高海拔达到1785米，河流水质良好，水量充沛，水草丰富，分布有大鲵、鲤、鲫、泥鳅、黄颡鱼等，上游段记载分布有山溪鲵。



板凳河生态环境现状

(7) 五郎河

五郎河是湑水河左岸一级支流，发源于城固县双溪镇严家坪，自东向西在城固县双溪镇双溪村汇入湑水河。河道长度 16km，流域面积 50km²，河道平均比降为 44.6‰，多年平均径流量约 2400 万 m³。下游河宽约 10m，水面较窄，属“U”形峡谷生境，河床底质以大块岩石、卵石、砾石为主，水温较低，流速较大。河中心水深约 2.5m，两岸水深较浅。下游段原建设有双溪村小水电，现已退出，厂房已拆除，坝体仍保留。



五郎河生境现状

4.9.3 饵料生物调查结果

4.9.3.1 浮游植物

(1) 种类组成

西北农林科技大学 2018 年~2022 年开展的历年调查共检出湑水河河段浮游植物 82 种，其中硅藻门 36 种，占 43.9%；绿藻门 24 种，占 29.3%；蓝藻门 9 种，占 11.0%；裸藻门 5 种，占 6.1%；金藻门 3 种，占 3.7%；隐藻门 2 种，占 2.4%；甲藻门 2 种，占 2.4%；黄藻门 1 种，占 1.2%。

陕西格林维泽环保技术服务有限公司 2022 年开展湑水河流域水生生态专题调查时，共检出浮游植物 6 门 63 种属，其中硅藻门最多，有 44 种属，为主要优势门类，占总种

类数量的 69.84%；绿藻门次之，有 9 种属，占总种类数量的 14.29%；裸藻门 3 种属，占总种类数量的 4.76%；甲藻门 3 种属，占总种类数量的 4.76%；蓝藻门 3 种属，占总种类数量的 4.76%；隐藻门 1 种属，占总种类数量的 1.59%。

浮游植物名录见附录 1。

(2) 密度和生物量

2018 年~2022 年调查，渭水河上中游河段浮游植物平均生物量为 0.0865 mg/L，下游平原段浮游植物平均生物量为 0.258 mg/L。

2022 年调查，各采样断面浮游植物生物量在 0.1023-1.9091mg/L，平均生物量为 0.7760mg/L；密度为 5.20-64.50×10⁴cells/L，平均密度为 29.66×10⁴cells/L。从数据分析可以看出浮游植物群落结构组成以硅藻门为绝对优势门类，其他藻类占比较小。

表 4.9.3-1 2022 年调查浮游植物密度及生物量

采样断面	浮游植物总量		各门浮游植物总量					
			硅藻门	绿藻门	裸藻门	甲藻门	蓝藻门	隐藻门
老县城村	密度×(10 ⁴ cells·L ⁻¹)	13.5	11.55	0.00	0.00	0.00	1.75	0.2
	生物量 (mg·L ⁻¹)	0.2510	0.2295	0.0000	0.0000	0.0000	0.0175	0.004
都督门桥下	密度×(10 ⁴ cells·L ⁻¹)	12.36	12.06	0.00	0.00	0.00	0.2	0.1
	生物量 (mg·L ⁻¹)	0.2423	0.23985	0.0000	0.0000	0.0000	0.00048	0.002
红岩河汇口	密度×(10 ⁴ cells·L ⁻¹)	17.10	11.90	0.50	2.10	0.00	2.30	0.30
	生物量 (mg·L ⁻¹)	0.7293	0.2349	0.0012	0.4800	0.0000	0.0012	0.0120
平堵河口	密度×(10 ⁴ cells·L ⁻¹)	5.20	4.80	0.10	0.00	0.30	0.00	0.00
	生物量 (mg·L ⁻¹)	0.1300	0.1059	0.0001	0.0000	0.0240	0.0000	0.0000
马家沟库区	密度×(10 ⁴ cells·L ⁻¹)	14.50	14.30	0.00	0.00	0.20	0.00	0.00
	生物量 (mg·L ⁻¹)	0.3502	0.3342	0.0000	0.0000	0.0160	0.0000	0.0000
狮坝库区	密度×(10 ⁴ cells·L ⁻¹)	27.30	8.90	4.40	0.00	4.40	8.00	1.60
	生物量 (mg·L ⁻¹)	0.6048	0.1470	0.0447	0.0000	0.3430	0.0061	0.0640
三流水	密度×(10 ⁴ cells·L ⁻¹)	63.80	56.10	0.30	0.60	4.10	1.30	1.40
	生物量 (mg·L ⁻¹)	1.9091	1.4121	0.0006	0.1120	0.3280	0.0004	0.0560
焦岩坝上	密度×(10 ⁴ cells·L ⁻¹)	48.80	43.50	1.10	0.00	3.60	0.00	0.60
	生物量 (mg·L ⁻¹)	1.4692	1.1352	0.0220	0.0000	0.2880	0.0000	0.0240
丁家村	密度×(10 ⁴ cells·L ⁻¹)	64.50	59.75	2.25	0.00	1.00	0.00	1.50
	生物量 (mg·L ⁻¹)	1.4108	1.2680	0.0028	0.0000	0.0800	0.0000	0.0600
渭水河入汉江口	密度×(10 ⁴ cells·L ⁻¹)	38.60	33.50	0.00	0.00	0.00	5.10	0.00
	生物量 (mg·L ⁻¹)	0.8459	0.8444	0.0000	0.0000	0.0000	0.0015	0.0000
北溪河	密度×(10 ⁴ cells·L ⁻¹)	5.20	4.90	0.30	0.00	0.00	0.00	0.00
	生物量 (mg·L ⁻¹)	0.1023	0.1021	0.0002	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000

桃园河	密度× (10 ⁴ cells·L ⁻¹)	23.20	23.20	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
	生物量 (mg·L ⁻¹)	0.6514	0.6514	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000
板凳河	密度× (10 ⁴ cells·L ⁻¹)	51.50	51.50	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
	生物量 (mg·L ⁻¹)	1.3918	1.3918	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000
平均	密度× (10 ⁴ cells·L ⁻¹)	29.66	25.84	0.69	0.21	1.05	1.43	0.44
	生物量 (mg·L ⁻¹)	0.7760	0.6228	0.0055	0.0455	0.0830	0.0021	0.0171

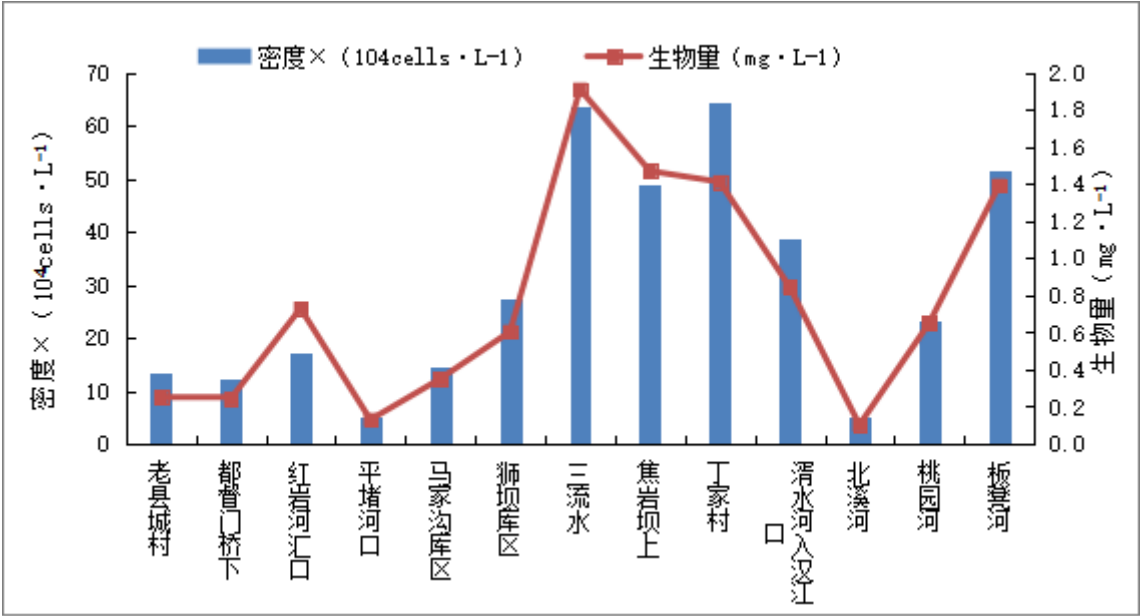


图 4.9.3-1 浮游植物密度及生物量

(3) 多样性指数

多样性指数一般采用香农—威纳 (Shannon—Wiener index 1949) 物种多样性指数进行评价，反映种类的多寡和各个种类数量分配的函数关系。多样性指数可以表明群落中水生生物与食物链结构、水质自动调节能力和群落稳定性的关系。多样性指数也可以作为水质监测的参数，一般多样性指数 (H') 值为 0~1 时，水体重污染；1~3 时，水体中污染；>3 时，水体为轻度污染或无污染。在这里生物多样性指数不能完全来反映水的污染情况，更多的是反映出该河段生物种群组成的丰度和种群结构的稳定性。

多样性指数 (H') 应用下列公式计算

$$H' = - \sum_{i=1}^n P_i \log_2 P_i$$

均匀度指数 (J) 采用 Pielou 均匀度指数：

$$J = H' / \log_2 S$$

式中，n 为种类数， P_i 为第 i 种个体数与总个体数的比值。

各断面浮游植物多样性指数均大于 3，表明调查断面水体浮游植物多样性指数偏高，

种群结构稳定性好，抵抗干扰能力较强。浮游植物均匀度指数 0.7715~0.9064 以上，表明浮游植物各种属分布较为均匀，群落结构较为稳定。此次调查生物多样性指数可以作为评定水质的参考，但多样性指数更多的是反应评价河段浮游植物群落结构组成的丰富度和群落的稳定性。

表 4.9.3-2 浮游植物多样性和均匀度指数表

采样点	浮游植物	
	多样性指数 (H')	均匀度指数 (J)
老县城村	3.2204	0.8635
都督门桥下	3.0056	0.7715
红岩河汇口	3.8027	0.8799
平堵河口	3.5412	0.9064
马家沟库区	3.8404	0.8886
狮坝库区	3.8353	0.8478
三流水	4.0402	0.8234
焦岩坝上	4.1856	0.8616
丁家村	3.9392	0.8708
渭水河入汉江口	4.0628	0.8861
北溪河	3.0431	0.8797
桃园河	3.2454	0.7783
板凳河	3.7611	0.8563

4.9.3.2 浮游动物

(1) 种类组成

西北农林科技大学 2018 年~2022 年开展的历年调查共检出浮游动物 83 种，隶属于原生动物、轮虫、枝角类、桡足类四大类。其中原生动物 37 种，占调查总种类的 44.6%；轮虫 36 种，占调查总种类的 43.4%；枝角类 6 种，占调查总种类的 7.2%；桡足类 4 种，占调查总种类的 4.8%。浮游动物名录见附录 2。

陕西格林维泽环保技术服务有限公司 2022 年开展渭水河流域水生生态专题调查时，共检出浮游动物 3 大类 28 种属，其中轮虫类为主要优势群体，共 20 种，占总种类数的 71.43%，占浮游动物种类三分之二以上，原生动物 6 种，占总种类数的 21.43%，桡足类 2 种，占总种类数的 7.14%，未检测到枝角类。

(2) 密度和生物量

2018 年~2022 年调查，渭水河上中游山区段平均浮游动物生物量为 0.721 mg/L，下

游平原段浮游动物平均生物量为 0.195 mg/L。

2022 年调查到的浮游动物的密度区间为 30.00~185.00ind./L，生物量区间为 0.0258~2.0240mg./L，平均密度为 79.62ind./L，平均生物量为 0.4004mg/L。调查结果显示，调查区域中北溪河的浮游动物密度最小，渭水河入汉江口的浮游动物密度最大；丁家村的生物量最低，马家沟库区的生物量最高。其中蹄形腔轮虫和多肢轮虫为本次调查的优势种。

表 4.9.3-3 浮游动物定量分析表

采样断面	浮游动物总量		浮游动物		
			原生动物	轮虫	桡足类
老县城村	密度 ind./L ⁻¹	65.00	55.00	10.00	0.00
	生物量 mg./L ⁻¹	0.0517	0.0025	0.0492	0.0000
都督门桥下	密度 ind./L ⁻¹	40.00	35	5	0.00
	生物量 mg./L ⁻¹	0.0331	0.0018	0.0313	0.0000
红岩河汇口	密度 ind./L ⁻¹	70.00	10.00	60.00	0.00
	生物量 mg./L ⁻¹	0.2955	0.0005	0.2950	0.0000
平堵河口	密度 ind./L ⁻¹	50.00	25.00	20.00	5.00
	生物量 mg./L ⁻¹	0.2768	0.0013	0.1255	0.1500
马家沟库区	密度 ind./L ⁻¹	125.00	20.00	40.00	65.00
	生物量 mg./L ⁻¹	2.0240	0.0010	0.0730	1.9500
狮坝库区	密度 ind./L ⁻¹	150.00	0.00	120.00	30.00
	生物量 mg./L ⁻¹	0.9740	0.0000	0.0740	0.9000
三流水	密度 ind./L ⁻¹	80.00	10.00	70.00	0.00
	生物量 mg./L ⁻¹	0.1490	0.0005	0.1485	0.0000
焦岩坝上	密度 ind./L ⁻¹	65.00	20.00	40.00	5.00
	生物量 mg./L ⁻¹	0.2150	0.0010	0.0640	0.1500
丁家村	密度 ind./L ⁻¹	45.00	5.00	40.00	0.00
	生物量 mg./L ⁻¹	0.0258	0.0003	0.0255	0.0000
渭水河入汉江口	密度 ind./L ⁻¹	185.00	20.00	165.00	0.00
	生物量 mg./L ⁻¹	0.6465	0.0010	0.6455	0.0000
北溪河	密度 ind./L ⁻¹	30.00	10.00	15.00	5.00
	生物量 mg./L ⁻¹	0.2675	0.0005	0.1170	0.1500
桃园河	密度 ind./L ⁻¹	65.00	5.00	60.00	0.00
	生物量 mg./L ⁻¹	0.0978	0.0003	0.0975	0.0000
板凳河	密度 ind./L ⁻¹	65.00	30.00	35.00	0.00
	生物量 mg./L ⁻¹	0.1480	0.0015	0.1465	0.0000
平均	密度 ind./L ⁻¹	79.62	18.85	52.31	8.46

	生物量 $\text{mg} \cdot \text{L}^{-1}$	0.4004	0.0009	0.1456	0.2538
--	-------------------------------------	--------	--------	--------	--------

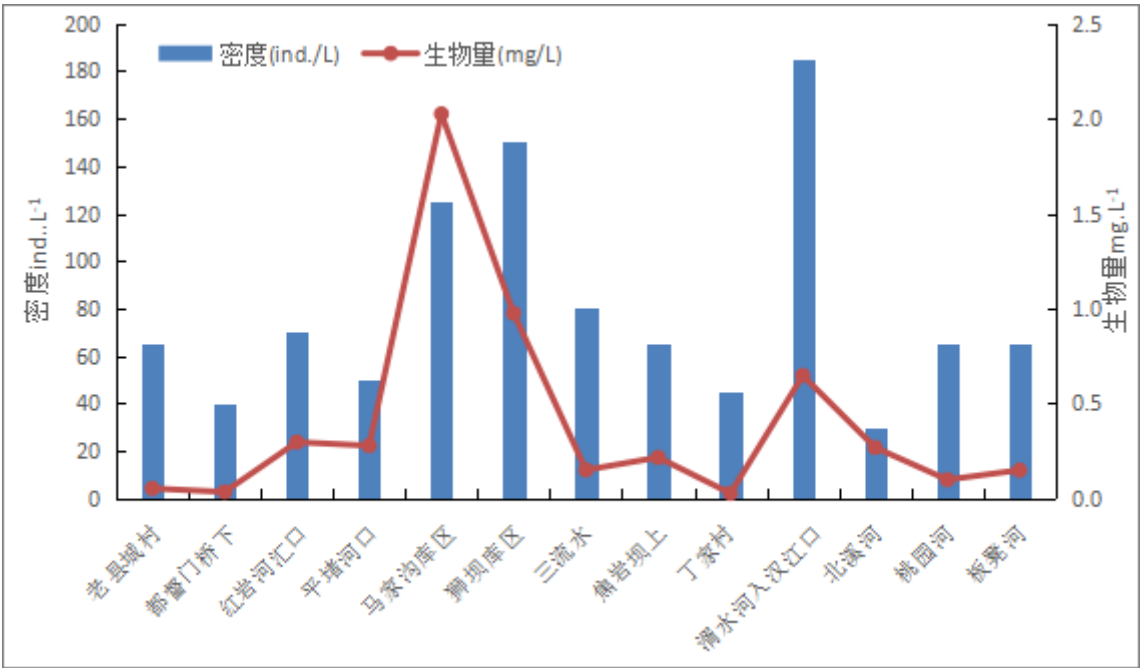


图4.9.3-2 浮游动物密度和生物量图

(3) 多样性指数

多样性指数一般采用香农—威纳(Shannon—Wiener index 1949)物种多样性指数进行评价,反映种类的多寡和各个种类数量分配的函数关系。多样性指数可以表明群落中水生生物与食物链结构、水质自动调节能力和群落稳定性的关系。多样性指数也可以作为水质监测的参数,一般多样性指数(H')值为0~1时,水体重污染;1~3时,水体中污染;>3时,水体为轻度污染或无污染。在这里生物多样性指数不能完全来反映水的污染情况,更多的是反映出该河段生物种群组成的丰度和种群结构的稳定性。

根据调查结果,各断面的多样性指数在0.7732~3.1781之间,均匀度指数值在0.4879~0.9826之间,渭水河入汉江口的多样性指数大于3,桃园河的多样性指数小于1,其余各断面的多样性指数值均在1~3之间;桃园河的均匀度指数值低于0.7,其他断面数值均在0.7以上,表明水体的种群结构稳定性较强,物种分布均匀,抗外界干扰能力强。

表 4.9.3-4 浮游动物多样性指数

采样断面	浮游动物	
	多样性指数 (H')	均匀度指数 (J)
老县城村	1.5738	0.7235
都督门桥下	1.8235	0.7548
红岩河汇口	1.8074	0.7784

平堵河口	1.7142	0.7383
马家沟库区	2.0796	0.7408
狮坝库区	1.2419	0.7836
三流水	1.9528	0.8410
焦岩坝上	2.0349	0.7872
丁家村	2.9477	0.9826
渭水河入汉江口	3.1781	0.8865
北溪河	1.9183	0.9591
桃园河	0.7732	0.4879
板凳河	1.9143	0.8245

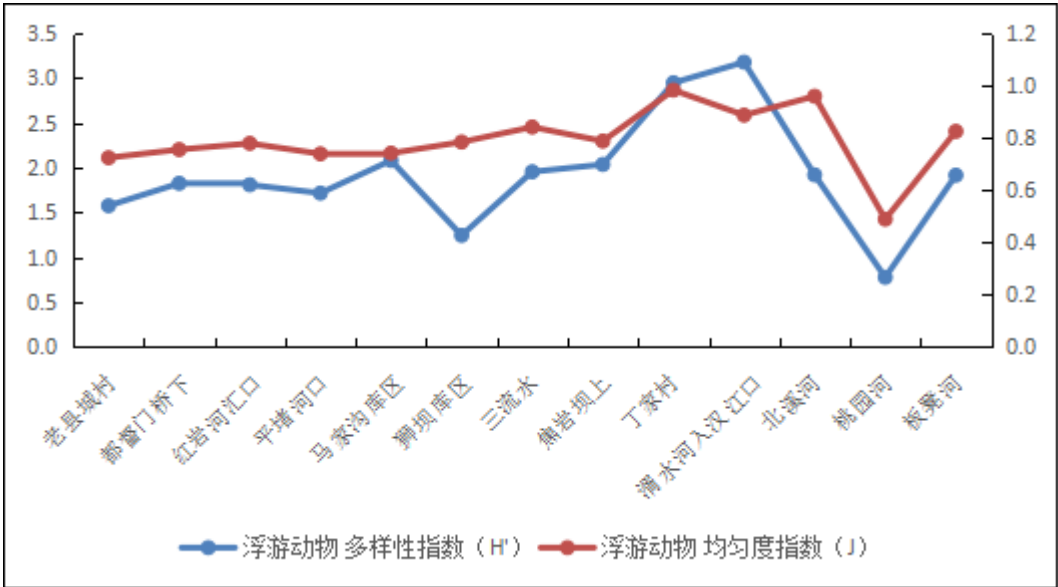


图 4.9.3-3 浮游动物多样性指数趋势图

4.9.3.3 底栖动物

（1）种类组成

2018~2022 年渭水河共调查到底栖动物 22 种，隶属于 3 门 5 纲。其中节肢动物门种类最多，有 1 纲 12 种，占总种类的 55%；软体动物门 2 纲 6 种，占总种类的 27%；环节动物门 2 纲 4 种，占总种类的 18%。具体分布及种类分布见表 4.9.3-3。底栖动物名录见附录 3。

（2）密度与生物量

各断面底栖动物密度在 6.00~224ind./m² 之间，平均密度为 51.81 ind./m²，生物量在 0.1767~10.3592g/m² 之间，平均生物量为 3.9432 g/m²。

表 4.9.3-5 底栖动物密度与生物量

采样断面	底栖动物总量	
老县城村	密度(ind./m ²)	25.00
	生物量(g/m ²)	0.8762
都督门桥下	密度(ind./m ²)	30.00
	生物量(g/m ²)	1.1342
红岩河汇口	密度(ind./m ²)	78.00
	生物量(g/m ²)	0.5786
平堵河口	密度(ind./m ²)	58.00
	生物量(g/m ²)	0.7793
马家沟库区	密度(ind./m ²)	6.00
	生物量(g/m ²)	7.4978
狮坝库区	密度(ind./m ²)	9.20
	生物量(g/m ²)	5.2022
三流水	密度(ind./m ²)	26.00
	生物量(g/m ²)	1.2379
焦岩坝上	密度(ind./m ²)	7.00
	生物量(g/m ²)	0.1767
丁家村	密度(ind./m ²)	85.00
	生物量(g/m ²)	10.3592
渭水河入汉江口	密度(ind./m ²)	15.00
	生物量(g/m ²)	6.1332
北溪河	密度(ind./m ²)	224.00
	生物量(g/m ²)	7.9810
桃园河	密度(ind./m ²)	56.24
	生物量(g/m ²)	4.4379
板凳河	密度(ind./m ²)	54.05
	生物量(g/m ²)	4.8672
均值	密度(ind./m ²)	51.81
	生物量(g/m ²)	3.9432

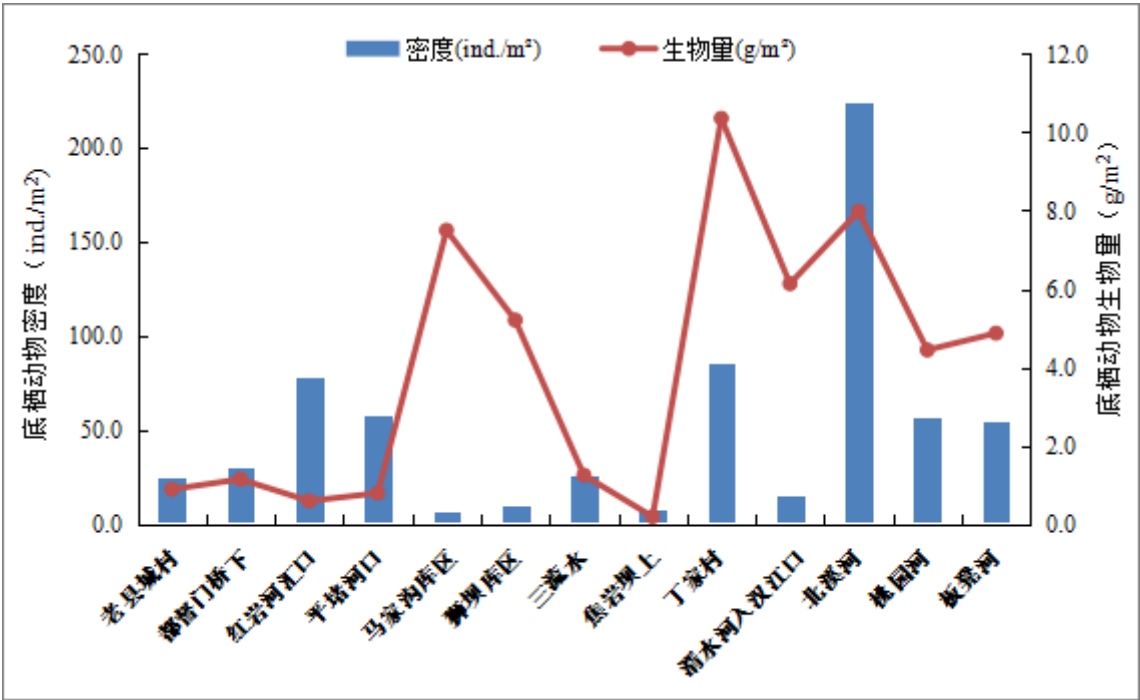


图 4.9.3-4 底栖动物密度与生物量趋势图

(3) 多样性指数

根据计算结果，各断面的多样性指数在 0.4506~2.2779 之间，均匀度指数值在 0.4910~0.9167 之间，大部分采样断面多样性指数在 1~3 之间，均匀度指数在 0.5 以上，表明调查河段底栖动物多样性较高，物种分布较均匀。

表 4.9.3-6 底栖动物多样性指数

采样断面	底栖动物	
	多样性指数 (H')	均匀度指数 (J)
老县城村	1.1507	0.5914
都督门桥下	1.2733	0.7911
红岩河汇口	1.5914	0.7653
平堵河口	2.1882	0.7724
马家沟库区	0.4506	0.6500
狮坝库区	1.0789	0.4910
三流水	2.2779	0.9167
焦岩坝上	0.9557	0.8699
丁家村	1.2204	0.5089
渭水河入汉江口	0.7299	0.6644
北溪河	2.1172	0.7636
桃园河	1.8881	0.7361
板凳河	2.2330	0.7881

4.9.3.4 甲壳类调查结果

在水生生物调查过程中共发现 2 种甲壳动物，虾蟹各一种。其中虾为长臂虾科的日本沼虾，主要分布在渭水河出山口以下的平原段；蟹为溪蟹科的陕西华溪蟹，渭水河干支流均有，但下游平原段多于山区段，干流多于支流。

表 4.9.3-4 甲壳动物调查结果一览表

物种		分布
长臂虾科	Palaemonidae	
日本沼虾	<i>Macrobrachium nipponense</i>	平原段为主
溪蟹科	Varunidae	
陕西华溪蟹	<i>Sinopotamon shensiense</i>	平原段较多

4.9.3.5 水生维管束植物

历次调查在渭水河流域发现 43 种水生维管束植物，蕨类植物门 2 科（满江红科、槐叶苹科）2 种。被子植物门 19 科，41 种。主要分布在渭水河平川段，上区段水生植物数量非常少。经现场随机抽样测定，渭水河山区段水生植物平均生物量为 5.1 g/m²，下游平川段水生植物平均生物量为 116.2 g/m²。水生维管束植物名录见附录 4。

4.9.4 鱼类调查结果

4.9.4.1 鱼类种类组成

（1）历史资料记载

根据《秦岭鱼类志》（1987 年）、《陕西省汉江鱼类区系研究》（1988 年）、《秦岭渭水河太白段珍稀水生动物分布现状及保护对策》（1999 年）等历史资料记载，上世纪在渭水河共记录到鱼类 26 种，隶属于 5 目 7 科。

2012 年陕西省动物研究所在渭水河调查共采集到鱼类 16 种。

（2）2017 年~2022 年 4 月中下游调查结果

西北农林科技大学于 2017 年~2022 年多次对渭水河中下游鱼类进行了多次调查，其中 2017 年~2020 年主要在双溪镇双溪村（库尾附近）以下的干流河段。2021 年 7~10 月、2022 年 4 月主要在中游段城固县境内干支流河段。

其中干流 2017 年~2020 年 6 次调查地点为渭水河中下游干流，采集鱼类 1733 尾，

共 27 种。

2021年7~8月、2021年10月的两次样品采集地点为渭水河中游干流以及支流石槽河、北溪河西宫河、砖溪河、桃园河、板凳河。共采集鱼类2541尾，共20种。

2022年4月12日~15日在双溪村（库尾附近）~渭水河入汉江口设置6个点位，共调查到鱼类490尾，共15种。

结合历史资料，西北农林科技大学在《陕西省汉中市渭水河焦岩水利枢纽工程建设对渭水河国家级水产种质资源保护区影响专题论证报告》中提出渭水河中下游段分布鱼类47种。

（3）2022年12月流域调查结果

《渭水河流域综合规划环境影响报告书》2022年委托陕西格林维泽环保技术服务有限公司在渭水河共实地调查到鱼类23种，隶属于4目8科，其中鲤科鱼类有15种。结合历史资料，《规划环评》提出渭水河共分布有鱼类41种。

（4）2024年4月~5月中下游调查结果

本次环评委托西北农林科技大学于2024年4月~5月开展了渭水河中下游干支流鱼类补充调查，在干流共调查到鱼类1299尾，共24种。在11条支流共调查到鱼类556尾，共15种。

（4）鱼类种类统计

综合以上近十年以来不同机构的调查资料，在渭水河干支流共记录到鱼类 53 种，隶属于 5 目 12 科 42 属。其中鲤形目 2 科 30 属 39 种；鲇形目 3 科 5 属 5 种；鲈形目 4 科 4 属 6 种；合鳃鱼目 1 科 1 属 1 种，鲑形目 1 科 2 属 2 种。鲤科鱼类占据主要组成成分，有 33 种，占调查总种类的 62.3%，占鲤形目种类的 84.6%，这与我国其它大部分水域都是以鲤形目或者鲤科鱼类为主的鱼类组成特点相同。

表 4.9.4-1 渭水河鱼类种类及分布

序号	物种	拉丁名	2024 年 4~5 月		2022 年 12 月 (全流域)	2022 年 4 月 (干流)	2021 年 7 月、10 月		2017 年- 2020 年	历史资 料
			干流	支流			干流	支流		
	鲤形目	Cypriniformes								
	鲃科	Cobitidae								
1	红尾副鲃	<i>Paracobitis variegatus</i>	+	+	+	+	+	+		+
2	汉水扁尾薄 鲃	<i>Leptobotia tientaiensis hansuiensis</i>			+			+	+	+
3	中华花鲃	<i>Cobitis sinensis</i>	+	+	+					+
4	大斑花鲃	<i>Cobitis macrostigm</i>		+		+	+		+	
5	北方泥鲃	<i>Misgurnus bipartitus</i>								+
6	泥鲃	<i>Misgurnus anguillicaudatus</i> (Cantor)		+		+			+	+
	鲤科	Cyprinidae								
7	宽鳍鱲	<i>Zacco platypus</i>	+	+	+	+	+	+	+	+
8	长鳍鱲	<i>Opsariichthys evolans</i>	+				+	+		
9	马口鱼	<i>Opsariichthys bidens</i>	+	+	+				+	+
10	多鳞白甲鱼	<i>Varicorhinus macrolepis</i>	+	+	+			+		
11	赤眼鳟	<i>Squaliobarus curriculus</i> (Richardson)								+
12	草鱼	<i>Ctenopharyngodon idellus</i> Valenciennes)				+				+
13	大鳞黑线鲷	<i>Atrilinea macrolepis</i>							+	
14	拉氏鲮	<i>Rhynchocypris lagowskii</i>	+	+	+	+		+	+	
15	细鳞斜颌鲷	<i>Xenocypris microlepis</i>							+	
16	黄尾鲷	<i>Xenocypris davidi</i>								+
17	圆吻鲷	<i>Distoechodon tumirostris</i>								

序号	物种	拉丁名	2024 年 4~5 月		2022 年 12 月 (全流域)	2022 年 4 月 (干流)	2021 年 7 月、10 月		2017 年- 2020 年	历史资 料
			干流	支流			干流	支流		
18	中华鲮	<i>Rhodeus sinensis</i>	+			+			+	+
19	高体鲮	<i>Rhodeus ocellatus</i>	+		+	+				+
20	大鳍鱮	<i>Acanthorhodeus macropterus</i>			+					+
21	鲢	<i>Hypophthalmichthys molitrix</i>				+				+
22	鳊	<i>Aristichthys nobilis</i>								+
23	鲂	<i>Magalobrama terminalis</i> (Richardson)							+	+
24	寡鳞飘鱼	<i>Pseudolaubuca engraulis</i>							+	+
25	鲮	<i>Hemiculter leucisculus</i>	+		+	+			+	+
26	唇鲮	<i>Hemibarbus labeo</i>			+					+
27	花鲮	<i>Hemibarbus maculatus</i>	+		+					
28	棒花鱼	<i>Abbottina rivularis</i>	+	+	+	+		+	+	+
29	麦穗鱼	<i>Pseudorasbora parva</i>	+	+	+	+		+	+	+
30	黑鳍鳈	<i>Sarcocheilichthys nigripinnis</i>	+	+	+	+		+	+	+
31	光唇蛇鮈	<i>Saurogobio gymnocheilus</i>							+	
32	蛇鮈	<i>Saurogobio dabryi</i>			+	+	+			+
33	银鮈	<i>Squalidus argentatus</i>	+							+
34	似鮈	<i>Pseudogobio vaillati</i> Sauvage	+	+	+	+				
35	棒花鮈	<i>gobio rivuloides</i>	+		+					
36	短须颌须鮈	<i>Gnathopogon imberbis</i>	+		+					
37	倒刺鲃	<i>Spinibarbus sinensis</i>							+	
38	鲫	<i>Carassius auratus</i>	+		+	+			+	+
39	鲤	<i>Cyprinus carpio</i>			+	+		+	+	+
	鲇形目	Siluriformes								

序号	物种	拉丁名	2024 年 4~5 月		2022 年 12 月 (全流域)	2022 年 4 月 (干流)	2021 年 7 月、10 月		2017 年- 2020 年	历史资 料
			干流	支流			干流	支流		
	鮡科	Sisoridae								
40	中华纹胸鮡	<i>Glyptothorax sinense</i>								+
	鲇科	Siluridae								
41	鲇	<i>Silurus asotus</i>	+		+				+	+
	鲿科	Bagridae								
42	黄颡鱼	<i>Pelteobagrus fulvidraco</i> (Richardson)	+		+				+	+
43	拟鲿	<i>Pseudobagrus</i> spp.	+	+		+	+			
	钝头鮠科	Amblycipitidae								
44	拟缘鮠	<i>Liobagrus marginatoides</i>			+					
	鲈形目	Perciformes								
	鲴科	Serranidae								
45	斑鳊	<i>Siniperca scherzeri</i>			+				+	
46	大眼鳊	<i>Siniperca kneri</i>			+	+				+
	鳊科	Ophiocephalidae								
47	乌鳊	<i>Channa argus</i>			+	+			+	+
	塘鳢科	Eleotridae								
48	黄黝鱼	<i>Hypseleotris swinhonis</i>							+	+
	虾虎鱼科	Gobiidae								
49	子陵吻虾虎鱼	<i>Rhinogobius giurinus</i>	+			+			+	
50	波氏吻虾虎鱼	<i>Rhinogobius cliffordpopei</i>							+	+
	合鳃鱼目	Synbranchiformes								

序号	物种	拉丁名	2024 年 4~5 月		2022 年 12 月 （全流域）	2022 年 4 月 （干流）	2021 年 7 月、10 月		2017 年- 2020 年	历史资 料
			干流	支流			干流	支流		
	合鳃鱼科	Synbranchidae								
51	黄鳝	Monopterus albus				+			+	+
	鲑形目	Salmoniformes								
	鲑科	Salmonidae								
52	秦岭细鳞鲑	Brachymystax lenok tsinlingensis	+	+	+				+	+
53	川陕哲罗鲑	Hucho bleekeri								+

4.9.4.2 鱼类区系

渭水河是汉江的一级支流，是汉江水系的重要组成部分。汉江位于秦岭之南属于长江水系，是我国平鳍鳅科、鮡科、钝头鮠科等南方鱼类分布的最北限，典型的北方鲑科鱼类秦岭细鳞鲑仅见于秦岭海拔 1100 m 以上的高山溪流之中，缺少秦岭以北的渭水水系所具有的北方鮡属鱼类和雅罗鱼。

渭水河流域鱼类区系组成可分为中国江河平原区系复合体、上第三纪早期区系复合体、南方平原区系复合体、南方山麓区系复合体、中亚高山区系复合体、北方平原复合体、北方山麓区系复合体 7 种。

① 中国江河平原区系复合体

分布鱼类包括：马口鱼、宽鳍鱲、寡鳞飘鱼、草鱼、鲢、鳙、黑鳍鲈、蛇鮈、光唇鱼、蛇鮈、银鮈、鳡、唇鲮、赤眼鲮、大鳞黑线鳡、细鳞斜颌鲴、短须颌须鲴、黄尾鲴、鲂、大眼鲈、斑鲈等。

② 上第三纪早期区系复合体

鲤、鲫、麦穗鱼、棒花鱼、中华鲮、高体鲮、大鳍刺鲮、鲃、泥鳅、北方泥鳅、倒刺鲃等。

③ 南方平原区系复合体

黄鳝、乌鳢、黄魮鱼、汉水扁尾薄鳅、多鳞白甲鱼、黄颡鱼、拟鲃等。

④ 南方山麓区系复合体

中华纹胸鮡、神农架虾虎鱼、子陵吻虾虎鱼等。

⑤ 中亚高山区系复合体

红尾副鳅 1 种。

⑥ 北方平原复合体

中华花鳅和北方花鳅 2 种。

⑦ 北方山麓区系复合体

拉氏鲃、秦岭细鳞鲑 2 种。

4.9.4.3 渔获物结构组成

（1）渭水河上游河段渔获物

渭水河牛尾河汇入口以上为渭水河上游，河长 67.1km，为典型的山区河段，人烟稀少，林木茂密，多为原始森林，自然生态环境优美。2022 年陕西格林维泽环保技术公司在上游河段调查到鱼类 5 种，分别为秦岭细鳞鲑、拉氏鲢、麦穗鱼、红尾副鳅、中华花鳅，渔获物以秦岭细鳞鲑和拉氏鲢为主，鱼类群落组成简单。

（2）中下游干流河段渔获物

渭水河中下游总长约 100.4km，焦岩水利枢纽库区大部分位于渭水河中游，坝址及工程调蓄影响区涉及下游河段。本次环评引用西北农林科技大学在渭水河中游干流、下游干流以及主要支流开展调查期间的渔获物成果。根据河段开发情况及地形特征，对上下游分段进行渔获物统计分析。

1）黑峡子坝下~狮坝坝址段

渭水河牛尾河汇入口以下为中游，黑峡子水电站位于宝鸡市境内的牛尾河汇口下游约 3km 处。黑峡子坝下~狮坝坝址段长度 38.2km，有支流平堵河、石槽河、北溪河、砖溪河等汇入，该河段水电开发较早，从上游至下游现存黑峡子、八仙园一级、八仙园二级、马家沟、白果树、狮坝等几座拦河坝，其中黑峡子、八仙园一级、八仙园二级已在秦岭小水电整治中退出，拆除厂房和引水发电系统后保留坝体；马家沟、白果树、狮坝 3 座水电站保留运行，目前存在一定鱼类生境阻隔。2024 年 4 月~5 月在该河段调查到鱼类 17 种，共 748 尾，其中数量上黑鳍鳊、拉氏鲢、宽鳍鳊是优势种。在平堵河口下游的清溪河口捕捞到国家二级保护鱼类秦岭细鳞鲑 1 尾，捕捞到国家二级保护鱼类多鳞白甲鱼共 12 尾，其中马家沟水电站库尾 1 尾，白果树水电站坝下 500m 处 9 尾，狮坝水电站库尾 2 尾。

表 4.9.4-2 渭水河中游黑峡子坝下~狮坝坝址段 2024 年 4 月~5 月渔获物统计表

序号	物种名	数量	体长范围 cm	总重 g
1	高体鳊	4	3-3.5	12.60
2	棒花鱼	52	3.6-15.3	263.42
3	棒花鱼	45	8.3-11.5	1060.30
4	黑鳍鳊	217	7-10.5	1596.60
5	拉氏鲢	150	4.9-12.9	1392.80
6	长鳍鳊	9	9.1-11.4	133.40
7	花鳅	9	8.9-9.8	51.70

8	马口	43	3.8-17.6	1965.70
9	秦岭细鳞鲑	1	24.50	139.80
10	多鳞白甲鱼	12	11-12.5	1169.50
11	宽鳍鱲	99	10.5-13.5	1706.30
12	麦穗	61	6.5-10.5	424.70
13	红尾腹鳅	5	14.5-16.5	63.30
14	鲫鱼	1	9.00	21.30
15	子陵吻虾虎鱼	1	4.70	1.50
16	鲮	8	6.7-14.5	126.60
17	似鲃	31	11.8-15.3	506.80

2) 狮坝坝址~双溪镇（焦岩库尾）段

狮坝水电站坝址~焦岩库尾之间长约 12km 河段，为渭水河国家级水产种质资源保护区核心区，有支流桃园河汇入，目前生境良好，仅存罗家营水电站残留坝体。

a) 2021 年 7 月、10 月调查结果

2021 年 7 月、10 月在该河段调查结果显示，共调查到鱼类 8 种，其中黑鳍鳈、长鳍鱲是优势种，拉氏鲮、宽鳍鱲、拟鲮、蛇鲃是亚优势种，未见珍稀鱼类多鳞白甲鱼。具体结果见下表。

表 4.9.4-3 渭水河中游狮坝坝址~双溪镇段 2021 年 7 月、10 月渔获物统计表

种类	尾数	重量 (g)	平均体重 (g)	IRI	群落类型
拉氏鲮	5	41	8.2	123.2	S
黑鳍鳈	128	1110.4	8.7	3242.9	D
红尾副鳅	1	16.3	16.3	12.2	C
大斑花鳅	1	5.5	5.5	6.9	R
长鳍鱲	609	4576.1	7.5	14383.3	D
宽鳍鱲	36	342	23.0	636.7	S
拟鲮	2	300.6	150.3	156.4	S
蛇鲃	18	366.7	20.4	255.6	S

注：IRI 相对重要性指数；D-优势种；S-亚优势种；C-伴生种；R-偶见种

b) 2024 年 4 月~5 月调查渔获物

2024 年 4 月~5 月在该河段调查结果显示，共调查到鱼类 16 种，317 尾。其中数量上黑鳍鳈、宽鳍鱲是优势种，拉氏鲮、马口鱼、麦穗鱼、多鳞白甲鱼次之。共捕捞到国家二级保护鱼类多鳞白甲鱼共 34 尾，其中在狮坝坝下 100m 处 19 尾、狮坝坝下 500m

处 13 尾、狮坝坝下 1km 处 1 尾，焦岩库尾 1 尾。具体结果见下表。

表 4.9.4-4 渭水河中游狮坝坝址~双溪镇段 2024 年 4 月~5 月渔获物统计表

序号	物种名	数量	体长范围 cm	总重 g
1	拉氏鲃	35	7.5-11.5	347.8
2	黑鳍鲈	49	5.9-10.4	414.9
3	鲂	2	33	295.5
4	多鳞白甲鱼	34	15.1-30	1908.6
5	宽鳍鱮	51	10-14.5	302.5
6	马口	33	11.7-21.4	1383
7	红尾腹鳅	2	12.4	14.5
8	长鳍鱮	16		
9	鲮	18	9.5-18	368.9
10	棒花鲃	21	9.8-18.9	776.7
11	高体鳊	2	8.3-8.9	39.1
12	麦穗	34	5.3-9.9	209.5
13	中华花鳅	1	10.4	6.1
14	棒花鱼	2	8.5-18	13.1
15	拟鲮	1	19.8	61.4
16	似鲃	16	8.5-18	266.5

3) 中游双溪镇（焦岩库尾）~出山口（焦岩坝址）河段

a) 2022 年 4 月渔获物

共调查到鱼类 10 种，麦穗鱼、黑鳍鲈、鲮、宽鳍鱮是优势种，未见珍稀鱼类多鳞白甲鱼。具体结果见下表。

表 4.9.4-5 渭水河干流焦岩库尾~坝址段 2022 年 4 月渔获物统计表

种类	尾数	重量 (g)	平均体重 (g)	体长范围 (cm)	IRI	群落类型
大斑花鳅	6	33.1	5.5	7.3-12.6	244.1	S
麦穗鱼	32	280.1	9.1	4.78-10.4	2418.7	D
似鲃	2	52.3	26.2	12.74-14.07	102.3	S
黑鳍鲈	75	538.2	5.9	3.68-7.58	5138.8	D
鲮	133	92	0.6	2.96-5.34	5248.6	D
红尾副鳅	1	13	13	12.49	31.5	C
宽鳍鱮	15	133.3	8.9	5.5-10.5	1142.7	D
棒花鱼	2	3.29	1.6	5.1-5.8	58.3	C

拉氏鯪	2	2.5	1.3	4.1-4.3	55.9	C
拟鲮	1	96.2	96.2	20.5	155.6	S
鲤	3	417.2	139.1	658.8	S	鲤
鲫	2	78.4	34.2	141.2	S	鲫

b) 2023 年 5 月~6 月渔获物

2023 年 5 月~6 月开展鱼类早期资源调查时，对焦岩水库库区小北村段进行了渔获物补充调查，共在该段采集到 54 尾 490g 鱼类样品，经鉴定分属 2 目 2 科共 6 种鱼类，其中鲤形目鲤科鱼类 5 种，鲇形目鲮科鱼类 1 种。详细的渔获物组成见下表。

表 4.9.4-6 库区小北村段渔获物组成表

种类	总数（尾）	数量占比（%）	总重（g）	总量占比（%）
棒花鱼	46	85.19	133	21.74
黑鳍鲈	1	1.85	5	1.02
麦穗鱼	3	5.56	15	3.06
马口鱼	1	1.85	3	0.61
拟鲮	2	3.70	160	32.65
多鳞白甲鱼	1	1.85	174	35.51

由上表可知，该河段数量最多的是棒花鱼，其他鱼类数量较少，多鳞白甲鱼仅调查到1尾。本次调查时间正值多鳞白甲鱼繁殖期，河水温度在20-22℃，而整个小北村河段的多鳞白甲鱼数量却很少。

c) 2024 年 4 月~5 月调查渔获物

2024 年 4 月~5 月在该河段调查结果显示，共调查到鱼类 14 种，120 尾。其中数量上黑鳍鲈、长鳍鲈是优势种。在白棧河口（三流水）捕捞到国家二级保护鱼类多鳞白甲鱼共 4 尾。具体结果见下表。

表 4.9.4-7 渭水河干流焦岩库尾~坝址段 2024 年 4 月渔获物统计表

序号	物种名	数量	体长范围 cm	总重 g
1	多鳞白甲鱼	4	12.3-16.4	108
2	马口	7	12.5-16.3	242.6
3	棒花鲈	8	11.9-18.5	345.9
4	麦穗	5	6.6-10.4	45.1
5	黑鳍鲈	33	7.5-12.5	503.7
6	拉氏鯪	4	4.5-9.3	21
7	长鳍鲈	27	8.5-14.7	675.2
8	棒花鱼	6	6.4-14	68.3

9	短须颌须鮠	5	6.3-7.1	25
10	拟鲮	3	18-32	365.2
11	似鮠	2	13-17	60
12	宽鳍鱮	10	5.1-13.1	99.8
13	中华花鳅	5	5.1-10.6	28.3
14	鲮	1	8.7	6.4

4) 出山口（焦岩坝址）~入汉江口河段

a) 2022 年 4 月调查结果

2022 年 4 月调查结果显示，渭水河干流出山口-入汉江口段调查到鱼类 22 种。其中，麦穗鱼、高体鲮、圆吻鲴、鲤、大眼鳊是优势种，该河段未见珍稀鱼类多鳞白甲鱼。结果见下表。

表 4.9.4-8 渭水河干流出山口-入汉江口段 2022 年 4 月渔获物统计表

种类	尾数	重量 (g)	平均体重 (g)	体长范围 (cm)	IRI	群落类型
麦穗鱼	82	354.2	4.2	3.7-7.7	2141.0	D
大斑花鳅	3	6.3	2.1	-	22.1	C
黑鳍鲈	18	34.5	1.9	3.2-8.3	260.6	S
棒花鱼	39	64.8	1.7	3.8-6.3	829.6	S
蛇鮈	21	82.5	3.9	5.37-8.59	177.6	S
鲮	18	19.5	1.1	4.4-6.2	242.4	S
子陵吻虾虎鱼	24	247.8	10.3		296.0	S
泥鳅	18	126.9	7.1		186.3	S
高体鲮	241	525	2.2	4.07-5.43	1782.7	D
中华鲮	33	125.7	3.8	3.3-6.7	831.0	S
圆吻鲴	21	657.3	31.3		1579.5	D
鲤	8	1234.4	154.3		2392.6	D
鲫	3	113.4	37.8		261.1	S
草鱼	1	121.9	121.9		240.1	S
鲢	1	216.2	216.2		411.7	S
大眼鳊	4	763.7	190.9	12.95	1462.9	D
乌鳢	2	327.3	163.7		632.2	S
鲇	1	98.5	98.5	24.34	197.5	S

黄 鳊	3	78.6	26.2		131.7	S
翘嘴红 鲌	1	89.3	89.3		120.4	S
拟 鲮	1	123.8	123.8		81.1	C
黄 颡 鱼	5	82.9	16.6		242.1	S

b) 2024 年 4 月~5 月调查结果

2024 年 4 月~5 月在该河段调查点位相对较少，3 个点位共调查到鱼类 12 种，114 尾。其中数量上中华鲌、花鲢是优势种。未捕捞到珍稀保护鱼类。具体结果见下表。

表 4.9.4-9 湑水河干流出山口-入汉江口段 2024 年 4 月渔获物统计表

序号	物种名	数量	体长范围 cm	总重 g
1	鲇	4	42	613.7
3	高体鲌	15	5.0-5.1	42.2
4	中华鲌	44	3.2-5.2	71.6
5	拟鲮	4	13-20	151.4
6	麦穗鱼	11	5.4-6.3	51.4
7	花鲢	24		262
8	银鲴	2		11
9	大眼华鲮	5		10
10	餐条	1		3
11	黄颡鱼	2	11-18.5	56.8
12	宽鳍鱮	2	8.5-9.5	13.6

(3) 中游主要支流渔获物

1) 左岸支流平堵河

2024 年 4 月在平堵河调查结果显示，共调查到鱼类 6 种，棒花鲴数量最多，调查到国家二级保护鱼类秦岭细鳞鲑 2 尾。

表 4.9.4-10 平堵河渔获物统计表

序号	物种名	数量	体长范围 cm	总重 g	体重范围
1	宽鳍鱮	2	12-12.4	44.4	21.2-23.2
2	棒花鲴	14	11.8-21.9	648.3	12.1-119.4
3	秦岭细鳞鲑	2	15.3-26.1	315.5	42.4-273.1
4	黑鳍鲈	1	12.0	22.2	
5	拉氏鲮	3	12.1-14.1	62.2	21.2-22

2) 左岸支流石槽河渔获物

2021 年在石槽河调查结果显示，石槽河有鱼类 6 种，均为山溪性小型鱼类，其中拉氏鲃和红尾副鳅是优势种，黑鳍鲈、宽鳍鱲、多鳞白甲鱼等是亚优势种。其中珍稀鱼类多鳞白甲鱼在石槽河上、中、下游调查点均有发现，但中、下游调查点数量较多。具体结果见下表。

表 4.9.4-11 2021 年石槽河渔获物统计表

种类	尾数	重量 (g)	平均体重 (g)	IRI	群落类型
拉氏鲃	245	1486.8	6.07	14668.4	D
黑鳍鲈	7	37.9	5.41	398.8	S
红尾副鳅	33	321.8	9.75	2513.8	D
长鳍鱲	2	27	13.5	61.8	C
宽鳍鱲	3	14.2	4.73	107.8	S
多鳞白甲鱼	13	371	28.54	689.8	S

2024 年 4 月~5 月调查期间，在石槽河共调查到鱼类 5 种，拉氏鲃数量最多，受调查期间渔具和水深影响，未捕获到多鳞白甲鱼，但现场可见采样河段有 10 余尾体长约 20cm 的多鳞白甲鱼。

表 4.9.4-12 2024 年 4~5 月石槽河渔获物统计表

序号	物种名	数量	体长范围 cm	总重 g	体重范围
1	拉氏鲃	24	6-10	200.4	2.3-11.5
2	红尾副鳅	2	11-13	17.5	6.5-11
3	中华花鳅	1	11	6.1	
4	大斑花鳅	1	11.5	12.4	
5	黑鳍鲈	3	5-7	10.5	1.5-4.1

3) 右岸支流北溪河渔获物

2021 年调查结果显示，北溪河有鱼类 8 种，均为山溪性小型鱼类，其中拉氏鲃、黑鳍鲈、红尾副鳅是优势种，长鳍鱲和多鳞白甲鱼是亚优势种。其中多鳞白甲鱼在北溪河中游数量较多。具体结果见下表。

表 4.9.4-13 2021 年北溪河渔获物统计表

种类	尾数	重量（g）	平均体重（g）	IRI	群落类型
拉氏鲮	264	1116	4.22	15481.9	D
黑鳍鲈	8	58.5	7.31	413.8	D
红尾副鳅	14	131	9.36	1263.9	D
长鳍鱮	10	88	8.8	289.2	S
多鳞白甲鱼	7	198	28.29	965.1	S
宽鳍鱮	2	21	11.5	64.8	C
棒花鱼	1	5	5.0	21.1	C
麦穗鱼	1	4	4.0	19.1	C

2024 年 4 月~5 月调查期间，在北溪河共调查到鱼类 4 种，宽鳍鱮数量最多，受调查期间渔具和水深影响，未捕获到多鳞白甲鱼，但现场可见采样河段有数尾体长约 20cm~30cm 的多鳞白甲鱼。

表 4.9.4-14 2024 年 4~5 月北溪河渔获物统计表

序号	物种名	数量	体长范围 cm	总重 g	体重范围
1	宽鳍鱮	35	5.5-12	206.3	4.5-19.1
2	黑鳍鲈	4	7-9.5	38	6-12
3	红尾副鳅	2	9-10	23.3	11.1-12.3
4	拉氏鲮	5	5-7	24	3.5-8

4）右岸支流砖溪河渔获物

2021 年调查结果显示，砖溪河有鱼类 5 种，均为小型鱼类，其中拉氏鲮、黑鳍鲈、红尾副鳅、长鳍鱮是优势种，未见珍稀鱼类多鳞白甲鱼。具体结果见下表。

表 4.9.4-15 2021 年砖溪河渔获物统计表

种类	尾数	重量（g）	平均体重（g）	IRI	群落类型
拉氏鲮	108	728.2	6.74	9189.6	D
黑鳍鲈	39	319.1	8.18	3653.75	D
红尾副鳅	19	184.9	9.73	1301.9	D
长鳍鱮	53	380.3	7.18	3079.8	D

鲫	1	18.9	18.9	385.8	S
---	---	------	------	-------	---

2024 年 4 月~5 月调查期间，在砖溪河共调查到鱼类 6 种，中华花鳅和黑鳍鳅数量最多，受调查期间渔具和水深影响，未捕获到多鳞白甲鱼。

表 4.9.4-16 2024 年 4~5 月砖溪河渔获物统计表

序号	物种名	数量	体长范围 cm	总重 g	体重范围
1	黑鳍鳅	22	6-11.5	109.4	5.3-18.3
2	宽鳍鱮	15	4.3-13	74.6	1.1-25.3
3	拉氏鲮	12	5.8-10.5	87.6	2.1-13.6
4	泥鳅	1	11	8.4	
5	中华花鳅	32	8-10	140.1	2.6-5.8
6	红尾副鳅	14	6.5-12.5	84.8	2.1-12.1

5) 右岸支流桃园河渔获物

2021 年调查结果显示，桃园河有鱼类 8 种，均为小型鱼类，其中拉氏鲮、黑鳍鳅、红尾副鳅、多鳞白甲鱼是优势种，长鳍鱮、马口鱼是亚优势种。其中多鳞白甲鱼在桃园河上游调查点没有见到，但中游和下游调查点均有发现，且下游调查点数量众多，是下游绝对优势种。具体结果见下表。

表 4.9.4-17 2021 年桃园河渔获物统计表

种类	尾数	重量 (g)	平均体重 (g)	IRI	群落类型
拉氏鲮	364	1709	4.70	11177.1	D
黑鳍鳅	39	153.6	3.94	1112.9	D
红尾副鳅	32	273.3	8.54	1335.5	D
长鳍鱮	63	441	7.0	782.9	S
宽鳍鱮	1	23	23.0	27.7	C
多鳞白甲鱼	78	783.5	10.04	2392.1	D
马口鱼	2	94	47.0	101.3	S
汉水扁尾薄鳅	1	9.5	9.5	14.8	C

2024 年 4 月~5 月调查期间，在桃园河共调查到鱼类 8 种，宽鳍鱮数量最多，受调

查期间渔具和水深影响，未捕获到多鳞白甲鱼。但现场可见采样河段有 20 余尾体长约 20cm~30cm 的多鳞白甲鱼。

表 4.9.4-18 2024 年 4~5 月桃园河渔获物统计表

序号	物种名	数量	体长范围 cm	总重 g	体重范围
1	马口鱼	1	16	42.8	
2	似鲃	1	14	29.4	
3	泥鳅	1	15.6	40.6	
4	拉氏鲮	4	9-13	54.9	7.4-20.5
5	中华花鳅	16	7.6-8.5	59.3	3.6-5.7
6	宽鳍鱮	30	8.5-14.5	765.2	7.7-25.1
7	黑鳍鳈	11	7-9	80.4	3.8-11.5
8	麦穗鱼	2	8.6-9.6	16.8	

6) 左岸支流板凳河渔获物

2021 年调查结果显示，板凳河有鱼类 5 种，均为小型鱼类，其中拉氏鲮、黑鳍鳈、长鳍鱮是优势种，宽鳍鱮为亚优势种，珍稀鱼类多鳞白甲鱼是常见种。其中多鳞白甲鱼仅在板凳河下游采样点可见。具体结果见下表。

表 4.9.4-19 2021 年板凳河渔获物统计表

种类	尾数	重量 (g)	平均体重 (g)	IRI	群落类型
拉氏鲮	186	997.2	5.36	11733.1	D
黑鳍鳈	57	385.1	6.76	4067.7	D
长鳍鱮	64	202	3.16	3199.3	D
多鳞白甲鱼	2	4	2.0	28.7	C
宽鳍鱮	11	96	8.73	304.1	S

2024 年 4 月~5 月调查期间，受调查期间渔具和水深影响，在板凳河上游共调查到鱼类 3 种，鱼类数量较少，未捕获到多鳞白甲鱼，采样河段现场可见余约数尾体长约 20cm 的多鳞白甲鱼。板凳河下游断面调查到鱼类 8 种，其中多鳞白甲鱼 2 尾。

表 4.9.4-20 2024 年 4~5 月板凳河上游渔获物统计表

序号	物种名	数量	体长范围 cm	总重 g	体重范围
1	似鮰	3	12.5-17	50.0	14.6-17.8
2	宽鳍鱲	1	10.5	10.1	
3	拉氏鲃	1	10.5	13.2	

表 4.9.4-21 2024 年 4~5 月板凳河下游渔获物统计表

序号	物种名	数量	体长范围 cm	总重 g	体重范围
1	乌苏拟鲮	1	17.5	50.1	
2	多鳞白甲鱼	2	9.5-9.5	16.8	8.2-8.6
3	似鮰	4	4.5-12	34.6	3.1-13.2
4	黑鳍鲈	2	7-8	10.1	4.6-5.5
5	中华花鲈	4	7.3-11	23.7	4.5-8.6
6	华鲈	2	9.5-9.5	22.7	7.5-15.2
7	宽鳍鱲	1	10.5	20.1	
8	红尾副鲈	1	13	11.7	

7) 库尾上游右岸较小支流西翻河

2024 年 4 月~5 月调查期间，在西翻河共调查到鱼类 4 种，以拉氏鲃数量最多，未捕获到多鳞白甲鱼。

表 4.9.4-22 2024 年 4~5 月西翻河渔获物统计表

序号	物种名	数量	体长范围 cm	总重 g	体重范围
1	红尾副鲈	4	10.5-18	41.9	6.3-52.5
2	似鮰	1	15	28.2	
3	拉氏鲃	20	4.5-12.5	129.2	2.3-23.4
4	宽鳍鱲	15	4.5-14.5	80.7	0.5-32.4

8) 上游右岸较小支流西宫河

2024 年 4 月~5 月调查期间，在西宫河共调查到鱼类 5 种，以宽鳍鱲、拉氏鲃数量最多，未捕获到多鳞白甲鱼。

表 4.9.4-23 2024 年 4~5 月西宫河渔获物统计表

序号	物种名	数量	体长范围 cm	总重 g	体重范围
1	拉氏鲃	7	7.5-11.5	75.9	4.3-15.5

2	北方花鳅	1	9.7	5.9	
3	中华花鳅	5	8.5-10.4	24.5	4.7-5.1
4	宽鳍鱲	8	8.5-10	62.4	6.7-11.5
5	黑鳍鳈	6	6.0-10.5	36.1	3.2-14.5

9) 库尾左岸较小支流西五郎河

2024 年 4 月~5 月调查期间，在五郎河共调查到鱼类 7 种，以拉氏鲃数量最多，捕获到多鳞白甲鱼 5 尾。

表 4.9.4-24 2024 年 4~5 月五郎河渔获物统计表

序号	物种名	数量	体长范围 cm	总重 g	体重范围
1	多鳞白甲鱼	5	9.5-14.5	77.6	7.3-26.1
2	拉氏鲃	48	6-11	371.7	2.7-11.4
3	宽鳍鱲	20	6.5-13	195.4	3.4-21.6
4	黑鳍鳈	15	6.5-9.5	84.2	3.5-13.1
5	棒花鱼	6	7-13.5	44.4	3.9-26.4
6	中华花鳅	8	8.5-10.3	77.1	8.4-11.2
7	红尾副鳅	6	10.2-13.7	53	8.9-10.3

10) 库尾左岸较小支流西南沟河

2024 年 4 月~5 月调查期间，在南沟河共调查到鱼类 3 种，以拉氏鲃数量最多，未捕获到多鳞白甲鱼。

表 4.9.4-25 2024 年 4~5 月南沟河渔获物统计表

序号	物种名	数量	体长范围 cm	总重 g	体重范围
1	宽鳍鱲	17	6.8-13.2	132.5	5.3-18.2
2	拉氏鲃	32	3.9-10.2	99.2	2.6-8.3
3	黑鳍鳈	16	3.8-8.1	47.8	2.7-10.2

11) 库区右岸较小支流白栈河

2024 年 4 月~5 月调查期间，在白栈河共调查到鱼类 3 种，以多鳞白甲鱼数量最多，捕获 25 尾。

表 4.9.4-26 2024 年 4~5 月白栈河渔获物统计表

序号	物种名	数量	体长范围 cm	总重 g	体重范围
1	多鳞白甲鱼	25	8.8-12.5	224.7	2.4-19.2
2	宽鳍鱲	6	7.4-12	70.4	4.5-18.6
3	红尾副鳅	1	9.6	4.6	

12) 支流渔获物分析

中游各支流相对较大的河流平堵河、北溪河、砖溪河、桃园河、板凳河等，渔获物中数量占优势的依次是拉氏鲃、长鳍鲃、黑鳍鲈、多鳞白甲鱼、红尾副鳅等。重量占优势的依次是长鳍鲃、拉氏鲃、黑鳍鲈、多鳞白甲鱼。拉氏鲃、黑鳍鲈、长鳍鲃、多鳞白甲鱼既具有数量优势，也具有重量优势，尤其是国家二级保护动物多鳞白甲鱼，在一级支流石槽河、北溪河、桃园河等河流中资源量丰富。在中游最上段支流平堵河调查到国家二级保护鱼类秦岭细鳞鲑，其他河段历次调查均未调查到。

库尾以上及库区分布有几条较小支流，流域面积不足 50km²，鱼类种类整体较少，渔获物以拉氏鲃、宽鳍鲃等小型鱼类为主，但在库尾小支流五郎河和库区小支流白栈河可调查到珍稀保护鱼类多鳞白甲鱼。

4.9.4.4 鱼类分布特征

(1) 不同河段鱼类组成

渭水河牛尾河汇入口以上为渭水河上游，河长 67.1km，比降 21.1‰，为典型的山区河段，人烟稀少，林木茂密，多为原始森林，自然生态环境优美。2022 年在上游河段调查到鱼类 5 种，渔获物以秦岭细鳞鲑和拉氏大吻鲃为主，鱼类群落组成简单。

牛尾河至板凳河汇入口为中游，河长 73.4km，比降 5.47‰，呈峡谷与盆地交替特点，生活、生产活动多集中在河谷较为开阔河段。历次调查在中游干流河段调查到鱼类以麦穗鱼、黑鳍鲈、长鳍鲃、鲮、宽鳍鲃等为优势种；区间支流共调查到鱼类 5 种，其中石槽河以拉氏鲃和红尾副鳅为优势种，北溪河以其中拉氏鲃、黑鳍鲈和多鳞白甲鱼为优势种，砖溪河以拉氏鲃为优势种，桃园河以拉氏鲃、多鳞白甲鱼为优势种，板凳河以拉氏鲃为优势种。国家二级保护鱼类多鳞白甲鱼在北溪河、桃园河和板凳河资源量均较多。

板凳河汇入口至入汉口为下游，河长 27km，比降 2.04‰，河谷宽度 200~500m 之间，呈平原河段的典型特征，河床增宽，水流平缓，滩心发育，两岸多为耕地，村镇沿河分布，是流域社会经济活动较为集中的区域。下游河段历次调查到鱼类以麦穗鱼、高

体鳊鱼等数量占优。

(2) 鱼类空间分布特点

综合近年来鱼类资源调查结果发现，渭水河鱼类分布存在明显的空间差异。具体表现出如下特点：

1) 干流鱼类种类和数量远多于支流

调查结果显示，石槽河、北溪河、砖溪河、桃园河、板凳河等支流主要鱼类是拉氏鲃、黑鳍鳊、红尾副鳊、长鳍鳊、多鳞白甲鱼、宽鳍鳊、棒花鱼、麦穗鱼等小型鱼类，而干流有 20 多种鱼类，且干流分布有鲤、鲢、乌鳢、草鱼、鲇等大型鱼类。

2) 下游平川段干流鱼类种类和数量远多于山区段干流

历次调查结果显示，山区段干流主要为拉氏鲃、黑鳍鳊、红尾副鳊、大斑花鳊、长鳍鳊、宽鳍鳊、拟鲮、蛇鮈、鲤、鲫等 11 种鱼类，但平川段干流有 22 种鱼类。

3) 鲤、鲢、鳙、鲇、乌鳢、大眼鳊、草鱼等大型鱼类主要分布在下游平川段

调查显示，鲤、鲢、鳙、鲇、乌鳢、大眼鳊、草鱼等大型鱼类主要分布在干流平川段，特别是杨填堰以下渭水河干流数量较多，出山口~杨填堰段数量较少，完全进入山区后，未发现上述大型鱼类。

4) 多鳞白甲鱼主要分布在渭水河中游支流

调查显示，渭水河山区段较大支流（流域面积大于 50km²）中，除砖溪河外，其他支流均发现有多鳞白甲鱼的分布，其中桃园河多鳞白甲鱼资源丰富。较小支流（流域面积小于 50km²）中，2024 年 4~5 月调查在库尾五郎河和库区白栈河也捕获到多鳞白甲鱼。可见多鳞白甲鱼在渭水河中游支流分布相对广泛。

2021 年~2023 年调查，中游干流主要调查范围在狮坝水电站以下河段，仅在中游干流发现个别多鳞白甲鱼。2024 年 4 月~5 月将调查范围向上扩展到黑峡子水电站后，在狮坝以上河段多个断面捕获到多鳞白甲鱼，以马家沟库尾、狮坝坝下等断面为主，在焦岩库区上段白栈河口等处也有少量发现。

历次调查，在焦岩坝址以下平原段，均未发现多鳞白甲鱼。

5) 秦岭细鳞鲑主要分布在上游高海拔区域

秦岭细鳞鲑喜栖居山溪冷水中，渭水河上游山溪段及支流红水河、猫儿沟是秦岭细鳞鲑的重要分布区域。中游仅在最上段的支流平堵河及其汇口附近调查到少量秦岭细鳞

蛙个体。

表 4.9.4-27 主要渔获物分布特征

种名	上游	中游	下游	支流
鲤 <i>Cyprinus carpio</i>		√	√	
草鱼 <i>Ctenopharyngodonidellus</i>			√	
鲫 <i>Carassius auratus</i>		√	√	
鳊 <i>Aristichthys nobilis</i>			√	
鲃 <i>Parasilurusasotus</i>			√	
唇鲮 <i>Hemibarbus labeo</i>			√	
蛇鲃 <i>Saurogobio dabryi</i>			√	
似鲃 <i>Pseudogobio vaillanti</i>		√	√	
棒花鲃 <i>Gobio rivuloides</i>			√	
短须颌须鲃 <i>Gnathopogon imberbis</i>			√	√
麦穗鱼 <i>Pseudorasbora parva</i>	√	√	√	
棒花鱼 <i>Abbottina rivularis</i>			√	
马口鱼 <i>Opsariichthys bidens</i>		√	√	
宽鳍鱮 <i>Zacco platypus</i>		√	√	√
细鳞斜颌鲷 <i>Xenocypris microlepis</i>			√	
拉氏大吻鲷 <i>Rhynchocypris lagowskii</i>	√		√	√
高体鳊 <i>Rhodens ocellatus</i>		√	√	
多鳞白甲鱼 <i>Onychostoma macrolepis</i>		√		√
红尾副鲃 <i>Paracobitis variegatus</i>	√			√
中华花鲃 <i>Cobitis sinensis</i>	√		√	
大斑花鲃 <i>Cobitis macrostigm</i>		√	√	√
拟缘鲃 <i>Liobagrus marginatoides</i>			√	
大眼鲈 <i>Siniperca kneri</i>			√	
斑鲈 <i>Siniperca scherxeri</i>			√	
乌鲢 <i>Channa argus</i>			√	
秦岭细鳞鲑 <i>Brachymystax lenok tsinlingensis</i>	√			

4.9.4.5 鱼类生态习性

(1) 栖息习性

按栖息水层可分为底栖鱼类、中上层鱼类和中下层鱼类。

1) 底栖性鱼类

分布鱼类包括鲃科、鳊科、鲃科、鲃亚科、鲃亚科等鱼类。

2) 中上层鱼类

生活在潭、沱等水体中上水域身体侧扁的鱼类宽鳍鱲、鲮、寡鳞飘鱼、鲢、鳙等。

3) 中下层鱼类

生活在水体中下层的鱼类包括鳊、大眼鳊、倒刺鲃、青鱼、草鱼、鲤、团头鲂等；另外，还包括岸边静水草滩生活类群，此类群的鱼类喜欢生活在岸边浅水区域，有棒花鱼、麦穗鱼、青鳉、黄魮鱼、子陵吻虾虎鱼、黄鲢、高体鳊等。

(2) 洄游习性

按洄游习性分析，无大型长距离洄游性鱼类，但有短距离生殖洄游鱼类，如秦岭细鳞鲑、多鳞白甲鱼等。主要经济鱼类以定居性为主，无洄游习性，如的黄颡鱼、鲇、鲤、鲫、乌鳢及鳅科鱼类等。

(3) 食性

按食性可分为 3 个类型

1) 食底栖着生藻类和无脊椎动物为主，如多鳞白甲鱼、细鳞鲃、鮡属鱼类等。

2) 肉食性鱼类，捕食小型鱼类和一些水生昆虫类、甲壳类等，如斑鳊、秦岭细鳞鲑、鲇、乌鳢、黄颡鱼等。

3) 杂食性鱼类，摄食无脊椎动物、丝状藻类、高等植物碎屑及种子等，如鲤鱼、鲫鱼、唇鲮、鲮、鳅科等。

(4) 鱼类繁殖习性

渭水河鱼类繁殖分 5 种类型：产漂流性卵、产粘性卵、产沉性卵、产浮性卵、共生或其它。

1) 产漂流性卵类群

渭水河流域目前无产漂浮性卵鱼类的繁殖条件。虽然下游入汉江口段分布有产漂流性卵的种类草鱼、鲢、鳙、银鲃等，但由于渭水河下游自西汉年间起，先后建设五门堰、杨填堰及渭惠渠三道灌溉拦河堰，且渭水河整体为山区性河流，不具备漂流性鱼卵需要的水文过程。产漂流性卵的鱼类产卵场与仔鱼、稚鱼的索饵场距离较远，其产卵场通常位于水流湍急的宽谷河段，繁殖期性成熟的亲鱼沿江上溯，到达产卵场后繁殖，受精卵随水向下漂流，并在漂流过程中逐渐完成胚胎发育过程，孵出的仔鱼往往散布在下游较为广阔、饵料相对较丰富的河段，仔鱼成长发育成熟后，再上溯完成新一轮繁殖过程

。漂流性鱼卵和孵化出的早期仔鱼仍需要随水被动漂流，直至发育到鳔充气阶段，一般需要 5~6 d。

2) 产粘性卵类群

产粘性卵类群包括静水环境产粘性卵类群和流水中产粘性卵类群。静水中产粘性卵的种类包括鲤、鲫、棒花鱼、鲮等，此类鱼通常将卵产于近岸的水草处。流水中产粘性卵的种类有鳅科、鲢科、鲂科、鲴，此类卵一般具有一定的沉性，亲鱼通常将卵产在近岸底层沙石丰富的区域。

3) 产沉性卵类群

包括麦穗鱼、细鳞斜颌鲴、虾虎鱼类、多鳞白甲鱼等。

4) 产浮性卵类群

包括鳊、大眼鳊、黄鳊（泡沫浮巢）、乌鳢等。

5) 共生或其它

中华鲮和高体鲮产卵于软体动物外套腔中。

4.9.4.6 渭水河中下游河段鱼类资源变化情况

2018 年以来调查结果和历史资料相比，鱼类种类组成发生明显的变化。三次数据调查资料表明，渭水河中下游河段鱼类种类小型化现象明显。渭水河历史资源调查中草鱼、鲢、鳙、团头鲂、鳊、大眼鳊、鲤、鲫等中大型鱼类占据主要优势；2018~2020 年调查中，草鱼、鲢、鳙、鳊、团头鲂等大型鱼类未被采集到；2021 年在下游段调查中仅发现鲢、鳙、草鱼、鲤、鳊等鱼类小型个体。进一步了解得知，城固县水产站先后于 2019 年、2020 年、2022 年增殖放流鲤约 9000kg、鲫 6500kg、鲢 5000kg、鳙 1500kg、草鱼 4500kg、黄颡鱼 1400kg。本次调查显示：鲤已经成为渭水河下游平川段优势种，鲢、草鱼、鳊为下游河段的亚优势种，表明增殖放流对资源的恢复起到了一定的作用。

4.9.4.7 鱼类早期资源调查结果

(1) 2022 年鱼类早期资源调查

西北农林科技大学在在开展《陕西省汉中市渭水河焦岩水利枢纽工程建设对渭水河

《国家级水产种质资源保护区影响专题论证报告》工作过程中，于 2022 年 4 月进行了渭水河中下游鱼类早期资源调查和三场调查。在渭水河中下游干流各调查点中，除焦岩库尾双溪镇双溪村、库区石堰坪村河段 2 个上游山区河段因水温较低，未发现鱼类早期资源外，出山口以下其他调查河段均在沿岸洄水处发现有较多的鱼卵、仔稚鱼等早期鱼类资源，且表现出下游平川段显著高于上游山区段的特点。具体调查结果如下表所示。

表 4.9.4-12 2022 年鱼类早期资源调查表 单位：尾（粒）/m²

双溪村段（焦岩库尾）	石堰坪村段（焦岩库中）	桔园镇小北村段	杨家滩段	五门堰段
0	0	5-10	10-15	20-30
原公大桥段	原公镇陈村段	柳夹寨段	阳安二桥段	莲花街道办庙坡村段
15-20	10-15	15-20	15-20	20-30

（2）2023 年鱼类早期资源调查

本次环评委托西北农林科技大学于 2023 年 5 月 18 日~21 日和 6 月 9 日~11 日开展了鱼类早期资源调查工作。调查断面见 4.9.1 节。

1）各断面鱼类早期资源样品采集结果

调查结果显示，尽管是在主要鱼类繁殖盛期，但各调查点均未发现鱼卵，鱼苗数量也较少，尤其是在渭水河干流，且鱼类早期资源在渭水河干流及其支流呈不均匀。其中，渭水河干流的三流水村、五门堰早期鱼类资源（鱼苗）较为丰富，尤其是五门堰；石槽河、砖溪河、北溪河、桃园河、板凳河、白棧河等支流虽然，水面狭窄，水量较小，但岸边缓水区早期鱼类资源（鱼苗）却较为丰富，尤其是石槽河上游兴龙岗村、北溪河下游余家坝村、桃园河上游的赵家沟村、板凳河入渭水河口、白棧河入渭水河口等河段鱼苗数量较多。

从鱼苗分布情况推测，保护区山区段主要繁殖场应分布在各支流，孵化出的鱼苗随水流分布在各支流沿岸缓流区，部分进入渭水河干流。

具体调查情况见如下。

表 4.9.4-13 2023 年鱼类早期资源采集情况一览表

采样点编号	河段位置	调查断面	单位岸线鱼苗密度（尾/m）	鱼苗采集数量（尾）	重量（g）
1#	焦岩库尾	渭水河高水田村	偶见	2	0.57

2#	以上	渭水河罗家营村	较少	14	0.0239
3#		渭水河双溪村	<1	16	0.089
4#	焦岩库区 段	渭水河三流水村	10-12	52	0.1457
5#		渭水河小北村 1	1-2	19	0.0934
6#		渭水河小北村 2	2-3	23	0.15
7#		渭水河小北村 3	1-2	4	0.02
8#	焦岩坝下 干流	桔园镇杨家滩村	偶见	4	0.014
9#		渭水河五门堰	50-60	73	0.126
10#		渭水河袁公大桥段	-	0	0
11#		渭水河丁家村	1-2	31	0.271
12#		渭水河胥水村	1-2	17	0.0885
13#		渭水河入汉江口	<1	9	0.0282
14#	库尾以上 支流	石槽河上游兴龙岗村	8-10	70	0.2
15#		石槽河下游先锋村	3-5	32	0.1419
16#		北溪河上游张家坪村	5-6	35	0.16
17#		北溪河下游余家坝村	8-10	32	1.19
18#		砖溪河上游刘家沟村	5-6	34	0.13
19#		砖溪河中游砖溪村下	2-3	34	0.91
20#		砖溪河下游隔家河村	2-3	16	0.28
21#		桃园河上游赵家沟村	10-15	96	0.898
22#		桃园河下游刘家院村	3-5	58	0.75
23#	库区支流	板凳河上游石关垭	2-3	42	0.017
24#		板凳河中上游板凳村	5-8	0	0
25#		板凳河中下游樵坝村	2-3	21	0.1
26#		板凳河入渭水河口	12-15	96	1.3
27#		白栈河入渭水河口	15-20	66	1.1324

注：鱼苗在河流缓水区呈线性分布，因此用单位岸线长度表示



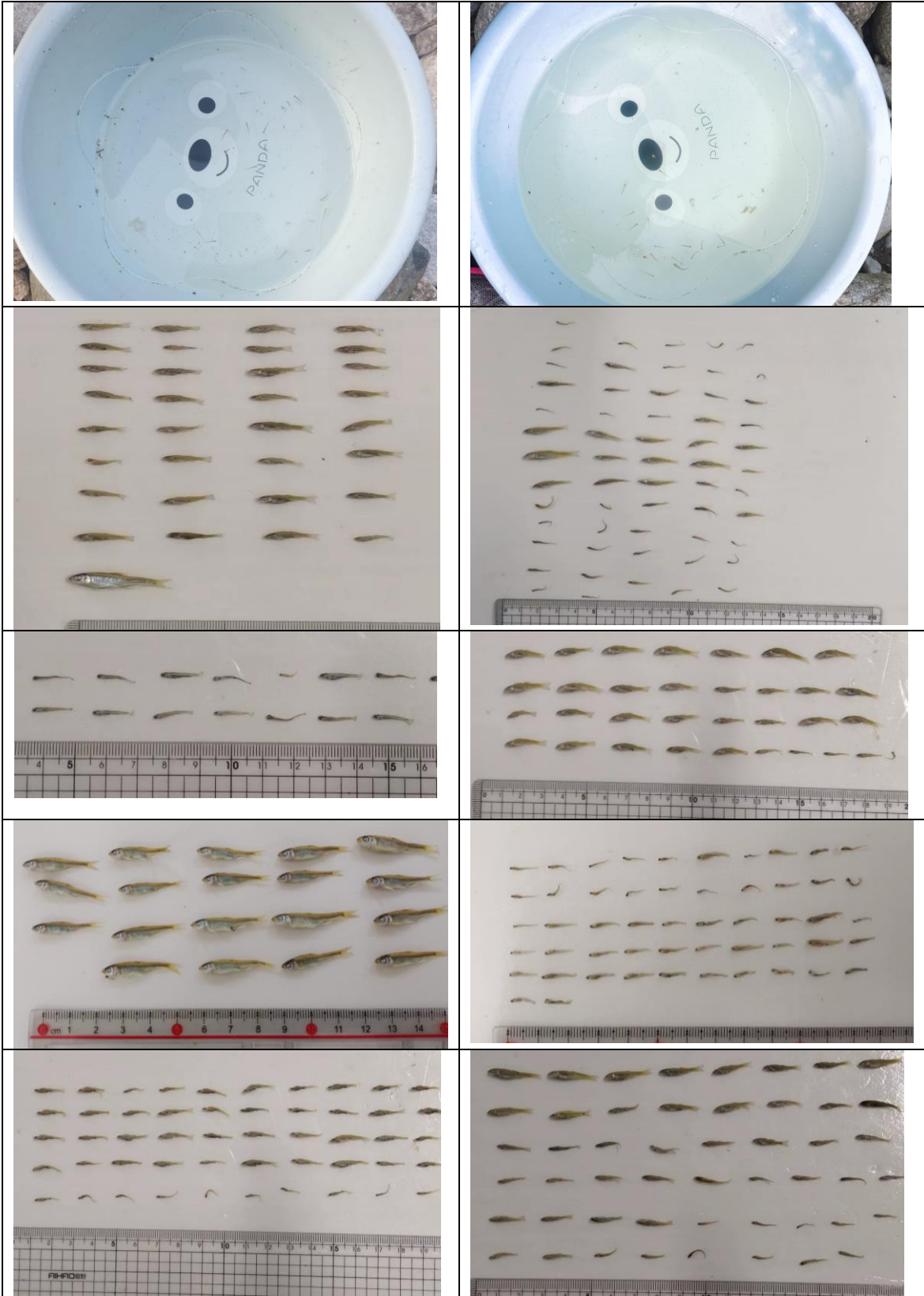


图 4.9.4-1 部分鱼类早期资源

2) 早期鱼类资源样品鉴定结果

采集的鱼苗样品去水后，加入 95%乙醇，放入车载冰箱保存。样品带回实验室后经

计数、拍照、称量后，用 Trizoll 法提取总 DNA。提取的总 DNA 经质量检测和浓度测定后，合格样品进行测序分析，测序结果先用 Blast 进行初步比对分析，然后用实验室构建的数据库进行进一步的鉴定和甄别。采集样品的 DNA 测定和鉴定结果见表 4.9.4-14。

表 4.9.4-14 渭水河干流早期鱼类资源鉴定结果

种类	高田村 (1#)	罗家营村 (2#)	双溪村 (3#)	三流水 (4#)	小北村 (5-7#)	五门堰 (9#)	丁家村渭水 村 11-12#	入汉江口 13#
	2 (尾)	14 (尾)	16 (尾)	52 (尾)	46 (尾)	73 (尾)	48 (尾)	9 (尾)
马口鱼	79.9%	0%	0%	0%	0%	46.4%	0%	79.0%
多鳞白甲鱼	9.5%	93.8%	99.9%	99.9%	99.9%	0.7%	0.4%	1.2%
细纹颌须鲃	0.0%	0.0%	0.0%	0.0%	0.0%	0.0%	27.4%	0.0%
嘉陵颌须鲃	0.0%	0.0%	0.0%	0.0%	0.0%	0.0%	30.1	0.0%
高体鲃	0.0%	0.0%	0.0%	0.0%	0.0%	50.7%	2.9%	15.1%
长鳍鱮	0.0%	6.2%	0.0%	0.0%	0.0%	0.0%	0.0%	0.0%
麦穗鱼	0.0%	0.0%	0.0%	0.0%	0.0%	0.0%	32.6%	1.8%
红尾副鳅	7.6%	0.0%	0.0%	0.0%	0.0%	0.0%	0.0%	0.0%
中华花鳉	0.0%	0.0%	0.0%	0.0%	0.0%	0.0%	6.6%	0.0%
其他	1.8%	0.0%	0.0%	0.0%	0.0%	1.6%	0.0%	0.4%

表 4.9.4-15 渭水河主要支流早期鱼类资源鉴定结果

种类	石槽上 (14#)	石槽下 (15#)	北溪上 (16#)	北溪下 (17#)	砖溪上 (18#)	砖溪中 (19#)	砖溪下 (20#)
	70 (尾)	32 (尾)	35 (尾)	32 (尾)	34 (尾)	34 (尾)	16 (尾)
马口鱼	05%	0.0%	0.0%	0.0%	0.0%	0.0%	0.0%
多鳞白甲鱼	20.9%	23.5%	54.5%	1.5%	8.8%	16.2%	73.6%
多纹颌须鲃	0.0%	0.0%	0.0%	0.0%	71.8%	1.3%	22.8%
细纹颌须鲃	0.0%	0.0%	0.0%	51.3%	0.0%	0.0%	0.0%
长鳍鱮	75.4%	71.4%	2.2%	44.6%	8.5%	0.2%	3.5%
麦穗鱼	0.0%	0.0%	0.0%	0.0%	0.0%	0.0%	0.0%
拉氏鲮	3.0%	4.2%	31.2%	2.0%	6.2%	55.6%	0.0%
其他	0.4%	0.6%	10.8%	0.6%	4.5%	26.4%	0.0%

表 4.9.4-15 (续) 渭水河主要支流早期鱼类资源鉴定结果

种类	桃源上 (21#)	桃源下 (22#)	板凳上 (23#)	板凳中 (25#)	板凳口 (26#)	白棧河(27#)
	96 (尾)	58 (尾)	42 (尾)	21 (尾)	96 (尾)	66 (尾)
马口鱼	1.65%	0.0%	0.0%	0.0%	0.0%	0.0%
多鳞白甲鱼	39.7%	99.1%	4.6%	2.9%	99.9%	76.5%

多纹颌须鮡	0.0%	0.0%	0.0%	0.0%	0.0%	0.0%
细纹颌须鮡	0.0%	0.0%	0.0%	0.0%	0.0%	0.0%
长鳍鱺	0.0%	0.0%	0.0%	85.9%	0.0%	22.7%
麦穗鱼	1.7%	0.0%	0.0%	0.0%	0.0%	0.0%
拉氏鲃	21.2%	0.0%	94.5%	10.5%	0.0%	0.0%
其他	34.4%	0.8%	0.5%	0.2%	0.0%	0.2%

3) 鱼类早期资源组成分析

a) 干流山区段

渭水河干流山区段鱼类早期资源有多鳞白甲鱼、马口鱼、长鳍鱺等3种鱼类鱼苗。其中马口鱼仅在焦岩库尾以上的小河镇高田村段出现，长鳍鱺仅在焦岩库尾以上的双溪镇罗家营村段出现，且马口鱼和长鳍鱺数量均极少。多鳞白甲鱼鱼苗则在焦岩库尾双溪镇~板凳河入河口段均有分布，但主要在各支流汇口处，虽然鱼苗数量不多，但多鳞白甲鱼占比高，均在90%以上。

b) 干流平川段

渭水河平川段鱼类早期资源组成和山区段不同，平川段种类数显著增加，有马口鱼、细纹颌须鮡、嘉陵颌须鮡、麦穗鱼、高体鲃、中华花鳅等6种鱼类鱼苗，其中五门堰主要是马口鱼和高体鲃鱼苗，分别占总数的46.43%和50.69%；丁家村段主要是细纹颌须鮡、嘉陵颌须鮡、麦穗鱼、中华花鳅、高体鲃鱼苗，以细纹颌须鮡、嘉陵颌须鮡以及麦穗鱼为主，分别占鱼苗总数的27.39%、30.09%、32.63%，中华花鳅仅占鱼苗总数的6.55%，高体鲃仅占鱼苗总数的2.89%。

c) 支流

石槽河：有多鳞白甲鱼、长鳍鱺、拉氏鲃等3种鱼类鱼苗，以长鳍鱺最多，占鱼苗总数的71.41%-75.38%；其次是多鳞白甲鱼，占鱼苗总数的20.86%-23.47%；拉氏鲃较少，仅占鱼苗总数的3.02%-4.23%。

北溪河：有多鳞白甲鱼、拉氏鲃、细纹颌须鮡、长鳍鱺等4种鱼苗，上游以多鳞白甲鱼最多（54.54%），其次是拉氏鲃（31.15%），下游以细纹颌须鮡最多（51.27%），其次是拉氏鲃（44.60%）。

砖溪河：有多鳞白甲鱼、多纹颌须鮡、长鳍鱺、拉氏鲃等4种鱼苗，上游以多纹颌

须鮡最多（71.82%），多鳞白甲鱼、长鳍鱮、拉氏鲃均较少，分别占鱼苗总数的 8.77%、8.51%和 6.23%，中游以拉氏鲃最多（55.59%），其次是多鳞白甲鱼（16.16%），下游以多鳞白甲鱼为主（73.63%），其次是多纹颌须鮡（22.82%）。

桃园河：有多鳞白甲鱼、拉氏鲃、麦穗鱼、马口鱼等4种鱼类鱼苗。上游以多鳞白甲鱼为主（39.67%），其次是拉氏鲃（21.21%），还有少量麦穗鱼（1.71%）和马口鱼（1.65%）；而下游几乎全为多鳞白甲鱼（99.13%）。

板凳河：主要有多鳞白甲鱼、长鳍鱮、拉氏鲃 3 种鱼类鱼苗。上游以拉氏鲃为主，占比高达鱼苗总数的 94.47%，多鳞白甲鱼仅占鱼苗总数的 4.55%；中游以长鳍鱮为主，占比高达 85.93%，其次是拉氏鲃，占鱼苗总数的 10.45%，多鳞白甲鱼仅占鱼苗总数的 2.91%；板凳河下游入渭水河口鱼苗数量多，且全部为多鳞白甲鱼鱼苗。

白棧河入渭水河口：鉴定出2种鱼类鱼苗，其中多鳞白甲鱼占鱼苗总数的76.48%，长鳍鱮占鱼苗总数的22.67%。

4.9.5 珍稀保护水生生物

4.9.5.1 珍稀保护鱼类及分布

渭水河流域被列入《国家重点保护野生动物名录》（2021 年）中的鱼类有 3 种，被列入《中国生物多样性红色名录 脊椎动物》（2021）极危级的有 2 种，易危级的有 2 种；被列入《陕西省重点保护野生动物名录》（2022）的鱼类有 5 种。历史记载有国家一级保护鱼类川陕哲罗鲑，调查到分布有国家一级保护鱼类秦岭细鳞鲑，国家二级保护鱼类多鳞白甲鱼。分布有陕西省级重点保护鱼类大鳞黑线鲃、大眼鲈、唇鲮、汉水扁尾薄鲈、乌鲢。

表 4.9.5-1 渭水河流域保护性水生野生动物名录

科	种	拉丁名	国家重点保护	红色名录	省重点
鲑科	川陕哲罗鲑	<i>Hucho bleekeri</i>	一级	极危	
	秦岭细鳞鲑	<i>Brachymystax lenok</i>	二级	易危	
鲤科	多鳞白甲鱼	<i>Onychostoma macrolepis</i>	二级	易危	
	大鳞黑线鲃	<i>Atrilinea macrolepis</i>		极危	+
	唇鲮	<i>Hemibarbus labeo</i>			+
鳅科	汉水扁尾薄鲈	<i>Leptobotia tientaiensis hansuiensis</i>			+

科	种	拉丁名	国家重点保护	红色名录	省重点
鲴科	大眼鲴	<i>Siniperca kneri</i>			+
鳢科	乌鳢	<i>Channa argus</i>			+

渭水河重要鱼类及水生动物生物学特点如下。

(1) 川陕哲罗鲑

川陕哲罗鲑为大型冷水性鱼类，栖息于水质清澈、溶氧高、海拔 700~3000m，具茂密森林的山涧溪流。性格活跃，游泳能力强，喜单独行动。凶猛肉食性鱼类，幼鱼主要以水生昆虫为食，亦摄食小鱼和其他底栖动物，成鱼主要捕食其他鱼类。繁殖期 3~5 月，产卵水温 4.5-9.0℃之间，产卵场位于底质为砂或砂石的山涧溪流水流急而深的河段沿岸区。

根据资料记载，20 世纪 70 年代以前川陕哲罗鲑广泛分布于四川岷江上游和青衣江上游，以及四川和青海大渡河中上游及陕西汉江水系的渭水河上游与褒河上游支流太白河；90 年代于岷江上游和青衣江上游难见其踪迹。目前在大渡河上游支流有一定量种群规模。2012 年在陕西省太白县褒河支流太白河发现川陕哲罗鲑，2022 年 8 月，陕西省水产总站在太白县监测发现川陕哲罗鲑种群，数量近 20 尾，最大个体约 2.5kg，呈小群体分布。

渭水河流域鱼类记录显示，川陕哲罗鲑在 1997 年资源调查中，在渭水河上游支流大箭沟发现 3 尾。1997 年以后至今未再次在渭水河流域发现川陕哲罗鲑。近 20 年来，多次调查成果显示，川陕哲罗鲑在渭水河流域均未再次发现。

(2) 秦岭细鳞鲑 *Brachymystax lenok*



秦岭细鳞鲑喜栖居山溪冷水中，初春，江河解冻时，即向江上流及支流的山溪移动、索饵并寻找产卵场所。冬季，返回大主河道深潭处过冬。分布于渭水河支流的秦岭细鳞

鲑，雄性成熟早于雌性，绝对怀卵量 2670—4510 粒，水温 5.3—9℃。产卵始于每年的 2—3 月份，产卵场位于支流深潭下端的缓流处，砂砾卵石底质，沉性卵，生殖群体年龄组成为 3—5 龄，受精卵 15-18 天发眼，26 天孵出仔鱼。秦岭细鳞鲑贪食，以动物性食物为主，主要为蜉蝣类，毛翅类幼虫，亦食甲壳类及小型鱼（鲢、鳊、鳅）等。

秦岭细鳞鲑在秦岭区域渭河、汉江等水系上游部分支流分布。通过调查和历史资料分析，在渭水河流域主要分布在渭水河上游源头段及支流红水河、猫儿沟等，距焦岩水利枢纽所在河段较远，且有观音峡等 4 座水电站拦河坝相隔。红水河资源量较大，红水河水潭平均距离约 30m，每潭冬季存鱼量 2-4 尾。渭水河水量相对较大，每潭间距约 100m，大潭较多，冬季每潭存鱼量 2-15 尾。猫儿沟鱼类资源相对较少，水量较小，潭间距约 80m，每潭存鱼 1-2 尾。2024 年 4 月在支流平堵河及平堵河口下游干流调查到 3 尾，平堵河入渭水河口距离焦岩水利枢纽坝址距离约 62.6km。

（3）多鳞白甲鱼 *Varicorhinus macrolepis*



体较细长，侧扁。背部稍隆起，腹部圆。头稍长。吻钝；吻皮下包盖住上颌边缘，仅露口角处上唇，与前眶骨交界处有一明显的裂沟。口下位，横裂，口角稍向后弯，口裂较宽。下颌裸露具锐利的角质前缘。下唇仅限于口角，唇后沟长接近于眼径的 1/2，须 2 对，极细小。鼻孔在眼的前上角，距眼前缘较吻端稍近。眼中等大，在头的中上方，其上缘与鳃孔上角成一水平线。鳃盖膜在前鳃盖骨后缘的下方连于峡部。

常生活在海拔 270-1500m、水质清澈、砂石底质的高山溪流中。常借山涧熔岩裂缝与溶洞的泉水越冬，10 月之后入洞越冬，翌年 4 月中旬出洞，出洞时间多集中在下半夜。生殖季节于 5 月下旬至 7 月下旬，其中 6 月上旬至 7 月中旬为产卵盛期。最低水温为 16℃，产卵场一般在水流平缓，底质为砂或细小砾石，水深 20-30cm 的水域，卵沉性。杂食性，主要摄食体壁较薄的水生昆虫等无脊椎动物，也摄食藻类。取食砾石表面的藻类时，先用下颌猛铲，然后翻转身体，把食饵掰入口中。取食后的石块，可见白斑点点。

分布于中国嘉陵江水系和汉水水系的中上游、淮河上游、渭河水系、伊河、洛河、海河上游的滹沱和山东泰山的溪涧。陕西省境内在汉江各支流广泛分布。多鳞白甲鱼在渭水河流域主要分布在库尾以上山区支流，焦岩库尾以上马家沟~狮坝段干流有一定分布，库区干流调查到的数量很少，历次在渭水河下游干流均未采集到渔获物。2021 年 7~10 月调查中，在中游支流石槽河、北溪河、桃园河等河流中，多鳞白甲鱼资源量较丰富。2023 年 5 月调查在焦岩库区调查到 1 尾，2024 年 4 月~5 月调查在焦岩库尾以上干流马家沟~狮坝水电站段调查到一定资源量，库尾以上支流北溪河、桃源河等受水深和网具影响未捕捞到个体，但可见河流中分布一定个体；在焦岩库区三流水（白栈河汇口）段调查到 4 尾，库区支流白栈河、板凳河均有个体捕获。

表 4.9.5-2 历次调查捕捞到多鳞白甲鱼位置数量情况统计

序号		调查点位	捕获数量（尾）	调查时间	备注
1	干流	马家沟水电站库尾	1	2024 年 4~5 月	
2		白果树水电站坝下 500m	9	2024 年 4~5 月	
3		狮坝水电站库尾	2	2024 年 4~5 月	
4		狮坝坝下 100m 处	19	2024 年 4~5 月	
5		狮坝坝下 500m 处	13	2024 年 4~5 月	
6		狮坝坝下 1km 处	1	2024 年 4~5 月	
7		焦岩库尾	1	2024 年 4~5 月	
8		白栈河口	4	2024 年 4~5 月	
9		库区小北村段	1	2023 年 5 月	
10	支流	石槽河	13	2021 年 7~10 月	2024 年 4~5 月网具未捕获到，但肉眼可见一定个体
11		北溪河	7	2021 年 7~10 月	
12		桃园河	78	2021 年 7~10 月	
13		板凳河	2	2021 年 7~10 月	
14		板凳河下游段	2	2024 年 4~5 月	
15		库尾支流五郎河	5	2024 年 4~5 月	
16		白栈河	25	2024 年 4~5 月	

(4) 大眼鰻 *Siniperca kneri*

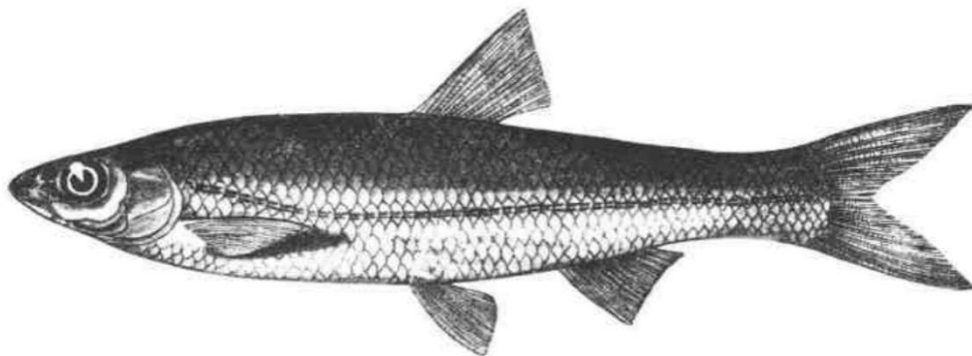


体较长，侧扁。头、背部轮廓线隆起，胸、腹部轮廓线路呈弧形。口大，端位，略倾斜。下颌突出于上颌之前，口闭合时下颌前端的齿不外露；上颌骨后端宽阔，末端伸至眼中部或稍后下方，其中大个体的下颌末端常伸至眼后缘的下方。两颌、犁骨和腭骨具细齿，呈绒毛状齿带。上颌前端两侧犬齿发达、丛生，两侧细齿排列成行；下颌前端两侧犬齿较细弱，两侧中后部犬齿发达。犁骨齿团近圆形，齿较发达。腭骨齿带呈长条形，齿较细弱，排列略呈“八”字形。鳃盖发达。身体被圆鳞。鳃盖上有小鳞。体上部鳞大，下部鳞小。体侧棕黄色、灰黄或灰白，腹部灰白色。头部两侧各有1条贯穿眼的褐色斜带。头背部至背鳍前有一褐色带纹。背鳍基部有4个黑褐色鞍状斑纹。体侧满布有不规则的棕褐色斑点和条纹。背、尾鳍上有数列棕褐色斑点。

为中下层凶猛肉食性鱼类，喜栖息在缓流的水域中，特别是水草茂盛的湖泊。冬季在深水区中过冬、石隙，洞中越冬，不喜活动；春季有卧穴的习性，夜间喜在浅水草滩中捕食。主要摄食鱼和虾。繁殖期为5-8月，主要在流水中产卵，4月中旬已能捕到性成熟亲鱼。5冬龄鱼怀卵量约10万粒左右。为凶猛性鱼类，食物中虾类占7%，小杂鱼占92%。常以黄颡鱼、鰕虎鱼、鲢鳊、麦穗鱼等为主要捕食对象。

大眼鳊在渭水河流域主要分布在渭水河干流下游平川河段，特别是杨填堰以下河段。近年来历次调查在焦岩坝址以上未见。

(5) 大鳞黑线鲃 *Atrilinea macrolepis*



体长形，稍侧扁，腹部圆，无腹棱。头稍侧扁。吻短，稍突，吻长约等于眼径。口亚下位，口裂几平直；上颌骨伸达眼前缘的下方。眼中大，侧上位，眼后缘至吻端的距离大于眼后头长；眼间宽，微凸，其宽大于眼径。鳃盖膜与峡部相连；峡部窄。鳞较大、侧线弧形，行于体之下半部，向后伸至尾柄正中。背鳍位于腹鳍的上方，起点约在吻端与尾鳍基的中点。臀鳍起点至腹鳍起点的距离较至尾鳍基为近。胸鳍较尖，末端不达腹鳍起点。腹鳍起点约与背鳍起点相对，末端不达肛门。尾鳍分叉，上下叶约等长，末端尖形。体背侧灰黑色，腹部浅色，沿侧线有 1 黑色纵线，鳍呈灰白色。

分布于汉水的堵河上游等。大鳞黑线鲃仅于2017年在渭水河下游平川段调查到3尾。

(6) 唇鲮 *Hemibarbus labeo*



体长形，略侧扁，腹胸部稍圆。头大，其长大于体高。吻长而突出，其长显著大于眼后头长。口大，下位，呈马蹄形。唇厚，下唇发达，两侧叶宽厚，具发达的皱褶，中央有小的三角突起，常被侧叶所覆盖。唇后沟中断，间距甚窄。口角有须 1 对，长度小于或等于眼径，后伸可达眼前缘的下方。眼大，侧上位。前眶骨及前鳃盖骨边缘具 1 排黏液腔。侧线完全，略平直。肠管粗短，其长约等于体长，鳔大，2 室，前室卵圆形，后室长锥形，末端尖细。体背青灰色，腹部白色。成鱼体侧无斑点，小个体具不明显的

黑斑。背鳍、尾鳍灰褐色，其他各鳍灰白色。河流中野生唇鲮鳍条颜色易呈金黄色。

为底层鱼类，栖息于上游有水流处的中下层，喜低温清水流。属底栖杂食性鱼类，稚幼鱼主要摄食浮游动物、水生昆虫等；成鱼主要以水生昆虫和软体动物为食。2~3龄性成熟，产卵期3~6月，卵黏性。

唇鲮在渭水河流域主要分布于下游河段，2022年有捕捞到。

(7) 汉水扁尾薄鳅 *Leplobotia hansuiensis*



汉水扁尾薄鳅体延长，侧扁；尾柄高，甚侧扁。吻长短于眼后头长。眼小，位于头的前半部。眼下刺不分叉，末端几达眼后缘。颌部无纽状突起，须3对，腹鳍起点与背鳍起点相对。尾鳍短而宽。侧线完全。体背深褐色，腹部浅黄色。背鳍前和尾柄末端上方各具一黄色斑块。背鳍基部及鳍间各具一条黑色带纹，尾鳍基具一条黑色垂直带纹，尾鳍具1~3列不甚规则的斜行黑色带纹；臀鳍基具一不明显的黑色带纹；偶鳍浅色。该物种为我国特有种，具有一定的科研价值。

生活在山区溪流中，以水生无脊椎动物为食，繁殖期5-7月。主要分布于紫阳、岚皋、镇巴等县境内的汉江支流内，国内还见于清江水系。2010年，在渭水河流域首次发现。汉水扁尾薄鳅资源量较少，在桃园河等上游支流有调查到。

(8) 乌鳢 *Channa argus*



乌鳢体长，身体前部呈圆筒形，后部侧扁。头长，前部略平扁，后部稍隆起。吻短圆钝，

口大端位，口裂稍斜，后端伸至眼后下缘。下颌稍突出，牙细小，下颌两侧齿尖利。眼小，上侧位，居于头的前半部，距吻端颇近。鼻孔两对，前鼻孔位于吻端呈管状，后鼻孔位于眼前上方。腮裂大。体呈灰黑色，背部和头部顶端黑而暗，腹部淡白，全身披中等大小的鳞片，圆鳞。体侧有不规则的黑色斑块，头侧各有两条黑色斑纹，奇鳍与偶鳍间有黑白相间的斑点。胸鳍、腹鳍较小，背鳍和臀鳍较长，尾鳍圆形。

乌鳢属底栖性鱼类，常栖息于水草茂盛、软泥底质的湖泊、水库、河流及池塘水域中，对缺氧、水温和不良水质有很强的适应能力。春夏季，多在水体中上层和上层活动；秋冬季躲在深水和水底生活。主要繁殖季节为5月~7月，最适温度为16~30℃。是一种肉食凶猛性鱼类，生长速度快，性成熟年龄多为2冬龄，繁殖最适温度为20~25℃，多在水草茂盛、无水流的水域岸边产卵。

乌鳢在渭水河主要分布于下游平川段。

4.9.5.2 珍稀保护水生两栖类及分布

资料记载本流域分布有国家二级保护动物大鲵和山溪鲵。根据西北农林科技大学在2017年~2021年，以及2024年调查结果，渭水河上游支流分布有大鲵，山溪鲵未实地捕捞到。

(1) 大鲵 *Andrias davidianus*



地方名：娃娃鱼

分类地位：两栖纲（Amphibia）有尾目（Caudata）隐鳃鲵科（Cryptobranchidae）

形态特征：体型大，全长40cm（4~5龄）左右时已达性成熟，最大个体长达2m以上，体重达几十公斤。头躯扁平，眼甚小，无眼睑；口裂大，犁骨齿呈长弧形与上颌齿平行排列；舌大，扁圆，粘连于口腔底部；腋胯间距约为全长1/3，肋沟12~15条。尾部

侧扁，末端钝圆，尾长为头体长1/2左右。四肢粗短而扁，前足4指，后足5趾。皮肤光滑，体侧有显著的纵向肤褶及疣粒；头部背腹面有成对排列的小疣粒；无颈褶。生活时体色随生境变异较大，多为黑褐色或棕褐色并杂有不规则的深色花斑，腹面色浅。雌雄性在非生殖期不易区分。在生殖期（6~9月）成熟雄鲵泄殖孔略大，呈椭圆形，孔内缘两侧各有12~16枚黄米粒大小的乳白色突起，孔周围外凸呈椭圆形隆起圈，使隆起处皮肤光滑无皱，用手挤压时比较坚硬，隆起处皮下实为两块桔黄色桔瓣状泄殖腔腺；雌鲵无上述特征，其泄殖孔较小，孔周围向内凹陷且皮肤略皱。卵胶袋呈念珠状，长达数十米。卵经5~8mm，乳黄色。刚孵化出的幼体全长28~32mm，全长170~200mm（15月龄）时三对外鳃消失。

生态习性：成鲵一般常栖息在海拔700-1000m的溪河深潭内的岩洞、石穴之中，以滩口上下的洞穴内较为常见。白天常卧于洞穴内，晚上出来活动、捕食。适宜栖息于水温3~23℃的水中，成鲵多数单栖活动，幼鲵常集群在乱石缝中，其生活最适水温为10~20℃。大鲵食性很广，主要以蟹、蛙、鱼、虾以及水生昆虫，及其幼虫等为食。大鲵新陈代谢较为缓慢，停食半月之久，胃内仍有未消化的食物。

繁殖习性：大鲵每年5~9月是大鲵的繁殖季节，一般7~9月是产卵盛期。在产卵之前，雄鲵先选择产卵场所，并进入洞穴内，用足、尾及头部清除洞内杂物，然后出洞，雌鲵随即入洞交配产卵。每次产卵200~1500粒，产卵之后雄鲵有护卵习性。

资源状况：近年来，城固县建立起了多个大鲵繁育基地，大幅对野生大鲵资源开展了救护保护工作，人工繁殖取得了成功，人工增殖放流取得了良好的效果，资源量逐渐恢复。2017~2019年调查共捕捞大鲵幼体3尾，野生大鲵个体小型化严重。2024年在马家沟水电站库尾调查到1尾大鲵。

（2）山溪鲵*Batrachuperus pinchonii*



别名：羌活鱼、杉木鱼

分类：两栖纲(Amphibian)、有尾目(Caudata)、小鲵科(Hynobiidae)、山溪鲵属(Batrachuperus)

形态特征：躯干浑圆而略扁平，尾粗壮，圆柱形，向后逐渐侧扁。吻端圆，吻棱不明显，鼻孔略近吻端；眼大，口角位于眼后角下方；上唇褶极发达，下唇褶弱，为上唇褶所遮盖；上、下颌有细齿；犁骨齿列两小团，呈“八”形，每侧有小齿4~6枚，多者可达7枚，位于内鼻孔之间或其后缘，左右间距宽约为1/2~1个齿列；舌大，长椭圆形，两侧缘游离。体侧有12条肋沟，少数为11或13条，偶有14条。四肢适中；前肢前伸指端达眼后角或眼中部；前后肢贴体相对时，指、趾端相距1~2肋沟，仅个别者相遇或略重叠；指、趾扁平，末端钝圆，基部无蹼，指4个，第二、三指几等长，略长于第一指；趾4个，趾长顺序为3、2、4、1；掌突、蹠突均不明显。雄鲵尾长为头体长的95.2%，雌鲵为87.5%；尾鳍低厚、平直，起自尾基后2~5个肌节处，尾末端钝圆；雄、雌鲵肛部均微隆起。

生活习性：山溪鲵生活在高海拔的山区流溪内，水流较急；溪两岸多为杉树和灌丛，枯枝落叶甚多，溪内石块较多，常因雨水冲刷及倒木而阻塞溪面。成鲵多栖息于碎石或腐木下，被翻出后，常弯曲不动，体色与溪底相似，不易发现。该鲵在溪内捕食水虱和毛翅目、襀翅目等的幼虫，也捕食虾类。

繁殖方式：4~7月，在成鲵生活环境中，水温8℃左右时，可采到略弯曲的卵胶袋，呈“C”形或香蕉状。成对的卵胶袋基部一端相连成柄状粘贴在石块下或枯枝上，另一端游离于水中，随水摆动；孵化出的幼体从游离端逸出，幼体一般均分散活动，多在溪边缓流处。雌性产卵量：15~52 (35.3 ± 14.60 , $n=5$) 粒。乳黄或米黄色，圆形，卵径3.7毫米左右。

4.9.6 重要生境调查

4.9.6.1 渭水河上游河段产卵生境

渭水河上游大部分河段为陕西太白渭水河珍稀水生生物国家级自然保护区，渔获物种类较少，除秦岭细鳞鲑外，其余为小型山溪鱼类。通过现场实地调查、并结合历史资料和鱼类生态习性分析，上游区秦岭细鳞鲑具有生殖洄游的习性，有“七上八下九回潭”（农历）的说法，其农历 4-5 月份需要洄游到干支流上游河段产卵，完成繁殖后再回到深水区。其产卵场主要位于干支流上游深水潭潭口流水区域，产卵生境较多且分散，多为集中不连续状态，受精卵沉入石隙后流水孵化，亲鱼完成繁殖后再回到深水区。上游自然保护区内的干支流如红岩河、大箭沟等均为秦岭细鳞鲑重要产卵生境，距离焦岩水利枢纽坝址距离超过 100km。

4.9.6.2 渭水河中游及下游河段重要生境

（1）主要调查断面生境现状

2023 年 5 月~6 月开展鱼类早期资源调查期间，对各断面生境现状进行了调查。各断面早期资源统计见 4.9.4.7 节，干支流从上游至下游主要调查断面生境情况如下。

1) 干流主要早期资源调查断面生境现状

a) 小河镇高水田村段

位于狮坝水电站和小河镇之间，为狮坝电站减水河段。该河段河面较为宽阔，河道宽约 60-70m，主流宽约 20-30m，水深约 0.3-1.5m，河床由较大块石和卵石组成，水边有少许水草。河面较为平坦，水流平缓，水流速度约 0.2m/s，主流左右摆动，透明度约为 60-70cm，溶解氧约为 7.2mg/L。调查时河水温度为 21℃。

鱼类早期资源调查在该河段未发现鱼卵，仅发现 2 尾鱼苗。该河段水文及生态现状如下图。



渭水河小河镇高水田村段生境现状

b) 双溪镇罗家营村段

位于小河镇和双溪镇之间。该河段河面较为宽阔，河道宽约 70-90m，主流宽约 30-40m，水深约 0.5-0.9m，河床由卵石和砂砾组成，水边有少许水草。河床比降较大，水流较为湍急，水流速度约 0.5-0.7m/s，水中泥沙含量较大，透明度约 30-50cm，溶解氧约为 8.3mg/L。调查时河水温度为 21.5℃。

鱼类早期资源调查在该河段未发现鱼卵，仅在一处洄水湾发现 14 尾鱼苗。该河段水文及生态现状如下图。



渭水河罗家营村段生境现状

c) 双溪镇双溪村（焦岩库尾）

位于双溪镇下游。该河段河道呈 S 形，主流宽窄相间，缓流和急流间隔，水量大水

流较急。河道宽约 60-70m，主流宽约 20-40m，水深约 0.5-1.5m，河床由卵石组成，水边有少许水草。该河段上游水面宽阔平缓，下游河床陡直，水流湍急，水流速度约 0.3-0.5m/s。水体泥沙含量较高，透明度约为 3-0-50m，溶解氧约为 8.1mg/L。调查时河水温度为 22℃。

鱼类早期资源调查在该河段未发现鱼卵，鱼苗数量也极少，平均每米河段少于 1 尾。该河段水文及生态现状如下图。



渭水河双溪镇双溪村段生境现状

d) 渭水河三流水村段

位于百棧河入口处。该河段为平直河段，河道宽约 60-70m，主流宽约 20-50m，主流宽窄相间，左右摆动，上下游均为急流河段，中间河段（三流水大桥）水流平缓，水流速度约 0.1-0.3m/s，水深 7-8m，为鱼类越冬场，面积约 7200 m²。水体泥沙含量较高，透明度约为 3-0-50m，溶解氧约为 8.4mg/L。河床由卵石组成，水边有少许水草。调查时河水温度为 22℃。

鱼类早期资源调查在该河段未发现鱼卵，但在沿岸缓水区有较多鱼苗，尤其是百棧河入渭水河口处。该河段水文及生态现状如下图。



渭水河三流水段生境现状

e) 渭水河小北村段

位于渭水河出山口处，河道呈 S 形，河道宽阔，宽约 120-180m，局部河段仅 60-70m。主流宽约 30-60m，主流宽窄相间，偏右岸，急流缓流相间，部分河段水深超过 4m，是鱼类越冬场，面积分别为 10000 m²、6000 m²、15000 m²。急流处水流速度约 0.3-0.5 m/s，缓流处水流速度约 0.1-0.15 m/s。水质清澈，透明度超过 1m，溶解氧约为 8.3mg/L。河床主要由卵石组成，局部河段岸边为细沙，水边有少许水草。调查时河水温度为 23℃。

鱼类早期资源调查在该河段未发现鱼卵，但在沿岸缓水区发现有少量鱼苗，平均约 1-2 尾/m。该河段水文及生境现状如下图。



渭水河小北村段生境现状

f) 渭水河杨家滩村段（焦岩坝下 3.3km）

紧邻渭水河出山口，河道平直，比降大水流急，河心有较大河心洲，将河流分为左右两支，右支是主流，水量大、水流急，流速约为 0.4-0.5m/s；左支水量小、水位浅，水流缓慢，河床有较多沉积物。河心洲及河岸两侧水草和灌木较多。但本次调查时，该

河段水量较小，水位较浅，低于水草和灌木位置。该河段河道宽阔，宽约 100-150m，左右分支水面宽约 20m。该河段为卵石河床，水质较为清澈，透明度约为 60-70cm，溶解氧约为 7.8 mg/L。

尽管该河段水草及灌木较多，但鱼类早期资源调查在该河段未发现鱼卵，沿岸缓水区也几乎没有鱼苗，在本河段仅发现 2 尾鱼苗。该河段水文及生态现状如下图。



渭水河杨家滩段生境现状

g) 渭水河五门堰段

位于杨滩大桥下游约 3.5km，该河段因五门堰拦阻而形成一段长约 2.8km，宽约 250-500m 的宽阔河道，内有大面积河心洲和大小湾岔，河心洲将水流分为左右两支，左支为主流，右支水流较小。此段河流除坝顶处水流湍急外，其余部分水流平缓，流速小于 0.1m/s，水深 0.5-1.5m；五门堰坝前水面宽阔，靠近河心洲及大小湾岔中水生植物茂盛。该河段为泥沙底质，水质较为清澈，透明度约为 60-70cm，溶解氧约为 7.9 mg/L。

本次调查，在湾岔和缓水区发现大量鱼苗，沿岸鱼苗数量高达 50-60 尾/m，综合生态环境条件，该处应为产黏性卵鱼类的产卵场和索饵场。该河段水文及生态现状如下图。

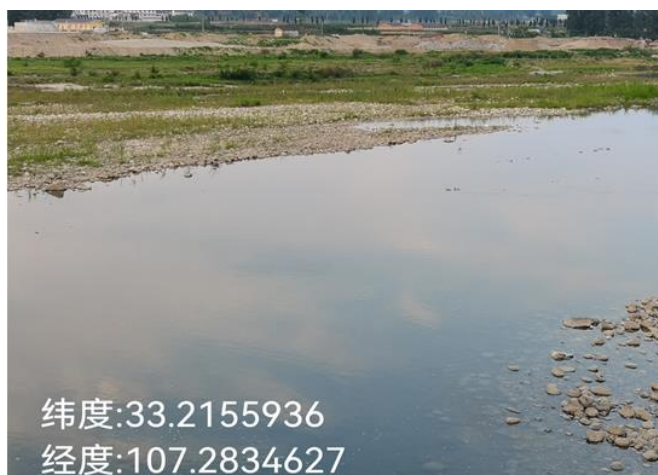


渭水河五门堰段生境现状

h) 渭水河原公大桥段

位于五门堰下游约 5.2km，原公大桥上下游。该河段长约 2km，为卵石河床，河道宽阔，约为 250-420m，左侧为植被茂密的沙丘岸滩，主流靠右侧，流量充沛时，主流两侧会形成较多洄水湾及大小不等的水潭，且浅水区水草茂盛。

本次调查时水量较小，水位浅，水流缓慢，水面仅宽约 20-30m，水深 0.2-0.5m，流速约为 0.1m/s，水温 23℃，溶解氧约 6.9mg/L。主流两侧洄水湾及水潭干涸，主河道两侧虽有较多水草，但均位于水线以上。调查仅在该河段缓水区发现 1 尾鱼苗。该河段调查时段生态现状如下图所示。



渭水河袁公大桥段生境现状

i) 渭水河丁家村段

位于杨填堰下游约 2km。该河段长约 1.5km，砂石河床，河道和水面均较为宽阔，

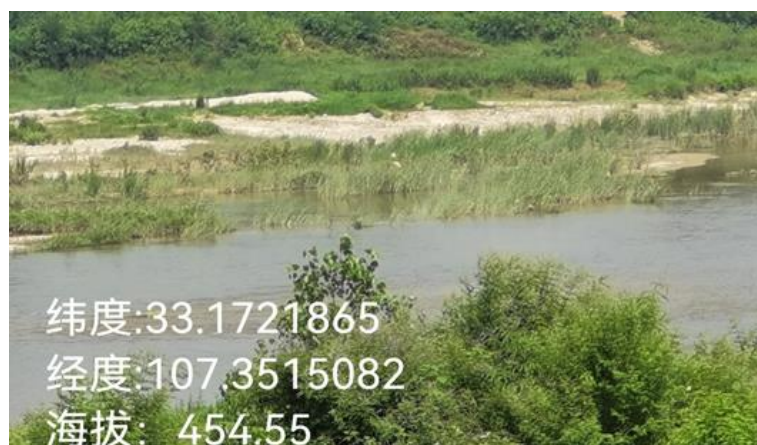
河道宽度约 120-150m，水流几乎布满河面，仅部分岸边有小块岸滩，河流两侧水草茂盛，河边浅水区亦有较多水草。该段河水量大、水流较急，流速约为 0.3-0.4m/s，水深约为 0.3-0.5m，水质清澈，透明度约为 50-60cm，溶解氧约为 7.8mg/L。本次调查在近岸水草上未发现鱼卵，仅在缓水区发现部分鱼苗。该河段调查时间断面生态环境如下图所示。



渭水河丁家村段生境现状

j) 渭水河胥水村段

位于高铁线与阳安线之间，长约 4km，为砂砾质河床，河道宽阔，河道宽度约 150-320m 之间，主流左右摇摆，宽约 40-80m，水深约 0.3-0.6m，水流缓急相间，流速约为 0.1-0.4m/s，主流两侧有较多洄水湾和水潭，岸边水草丰茂。该段河流水质较清澈，透明度约为 50cm，溶解氧约为 7.2mg/L。本次调查在近岸水草上未发现鱼卵，仅在缓水区发现较多鱼苗。该河段调查时间断面生态环境如下图所示。



渭水河渭水村段生境现状

k) 渭水河入汉江口段

该河段长约 4km，为泥沙质河床，河道宽阔，宽约 500-900m 之间，沉积泥沙在河道中形成众多不规则沙洲，使河口处形成复杂水网，主流被分割成多个大小支流，并形成众多湾岔水潭，水深约 0.5-4m，流速缓慢，小于 0.1m/s，水质较浑浊，透明度约 30cm，溶解氧约 6.4mg/L。水流沿岸水草较多，部分湾岔水草茂盛。本次调查在近岸水草上未发现鱼卵，仅在部分洄水湾发现有少量鱼苗。该河段调查时间断面生态环境如下图所示。



渭水河入汉江口生境现状

2) 支流主要早期资源调查断面生境现状

a) 石槽河

①石槽河上游兴龙岗村

位于石槽河上游，该段河流长约 300-400m，河道宽约 20-30m，水面宽约 20m，卵石间有零星砂砾河床，单个砂砾河床面积 1-4 m²，砂砾面积约为河床总面积的 5%；该河段水量小，水位较浅，仅约 0.2-0.3m，水潭深约 1-1.5m。水流在卵石间穿流，水流速度较缓，约为 0.1-0.2m/s；水边有零星水草，但两岸植被茂密。调查时，该河段水温 19.5℃，水质清澈见底，透明度大于 1.5m，溶解氧约为 8.4mg/L。

本次调查在岸边缓流处发现有少量鱼苗，分布极不均匀。该河段调查期生态环境现状如下图所示。



石槽河上游兴龙岗村段生境

②石槽河下游先锋村段

位于石槽河下游，该段河流长约 500m，河道宽约 20m，水面宽约 10m，河床有少量大石和卵石组成，间有零星砂砾，单个砂砾河床面积 1-4 m²，砂砾面积约为河床总面积的 5%；该河段水量较大，水位较浅，但水流较急，水深约为 0.2-0.3m，水潭深约 1.2m。水流在卵石间穿流，水流速度较急，约为 0.2-0.3m/s；水边有零星水草，但两岸植被茂密。调查时，该河段水温 18℃，水质清澈见底，透明度大于 1.5m，溶解氧约为 8.3mg/L。

本次调查在岸边缓流处发现有少量鱼苗，平均约为 2-3 尾/m，但有 1 处约 2 m²水潭有 70-80 尾鱼苗。该河段调查期生态环境现状如下图所示。



石槽河下游先锋村段生境

b) 北溪河

①上游张家坪村

位于北溪河上游，该段河流长约 300-400m，河道宽约 15-20m，水面宽约 3-7m，河床主要由块石和卵石组成，间有零星砂砾，单个砂砾河床面积 $0.5-3\text{ m}^2$ ，砂砾面积约为河床总面积的 3-5%；该河段水量较大，水位较浅，但水流较急，水深约为 0.3-0.5m，水潭深约 1m。河床呈台阶状，水流速度较缓，小于 0.05-0.1m/s；水边有零星水草，但两岸植被茂密。调查时，该河段水温 21°C ，水质清澈见底，透明度大于 1.5m，溶解氧约为 8.1mg/L 。

本次调查在该河段岸边缓流处发现有少量鱼苗，平均约为 5-6 尾/m，该河段调查期生态环境现状如下图所示。



北溪河上游段生境

②下游余家坝村

位于北溪河下游，该段河流长约 300-400m，有两个面积 $30-50\text{ m}^2$ 水潭，河道宽约 30-40m，水面宽约 10-15m，河床主要由卵石组成，间有零星砂砾，单个砂砾河床面积 $1-4\text{ m}^2$ ，砂砾面积约为河床总面积的 1%；该河段水量较大，水位较浅，水流缓慢，水深约为 0.2-0.3m，水潭深约 0.5-1m。水潭处水流速度缓慢，约为 0.01m/s，正常河段流速约 0.1m/s；水边有些许水草，两岸植被茂密。调查时，该河段水温 18°C ，水质清澈见底，透明度大于 1m，溶解氧约为 8.0mg/L 。

本次调查在该河段岸边缓流处发现有较多鱼苗，平均约为 8-10 尾/m，该河段调查期生态环境现状如下图所示。



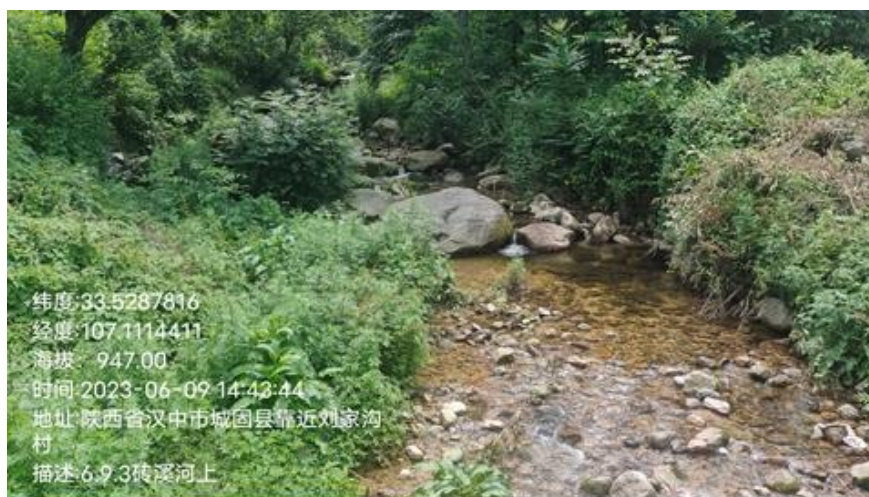
北溪河下游段生境

c) 砖溪河

①上游刘家沟村

位于砖溪河上游，该段河流长约 300m，河道宽约 20m，水面宽约 4-8m，河床主要由卵石组成，间有大石和砂砾，单个砂砾河床面积 0.5-3 m²，砂砾面积约为河床总面积的 2-3%；该河段水量较小，水位较浅，水流缓慢，水深约为 0.1-0.3m，水流速度约为 0.05m/s；水边有些许水草，两岸植被茂密。调查时，该河段水温 18℃，水质清澈见底，透明度大于 1m，溶解氧约为 8.2mg/L。

本次调查在该河段岸边缓流处发现有较多鱼苗，平均约为 5-6 尾/m，该河段调查期生态环境现状如下图所示。



砖溪河上游段生境

②中游砖溪村

位于砖溪河中游，该段河流长约 300m，河道宽约 20-35m，水面宽约 5-12m，河床

主要由卵石组成，间有零星砂砾，单个砂砾河床面积 2-5 m²，砂砾面积约为河床总面积的 5%；该河段水量较大，水位较浅，水流缓慢，水深约为 0.3-0.5m，水流速约 0.1m/s；水边有较多水草。调查时，该河段水温 18℃，水质清澈见底，透明度大于 1m，溶解氧约为 8.1mg/L。

本次调查在岸边缓流处发现有少许鱼苗，平均约为 2-3 尾/m，该河段调查期生态环境现状如下图所示。



砖溪河中游段生境

③下游格家河村

位于砖溪河下游，该段河流长约 300m，河道宽约 20m，水面宽约 5-8m，河床主要由卵石组成，间有零星砂砾，单个砂砾河床面积 2-5 m²，砂砾面积约为河床总面积的 3%；该河段水量较大，水位较浅，水流缓慢，水深约为 0.3-0.8m，水流速约 0.15m/s；水边有较多水草。调查时，该河段水温 22℃，水质清澈见底，透明度大于 1m，溶解氧约为 7.9mg/L。

本次调查在岸边缓流处发现有少许鱼苗，平均约为 2-3 尾/m，该河段调查期生态环境现状如下图所示。



砖溪河下游段生境

d) 桃园河

①上游赵家沟村

位于桃园河上游，该段河流长约 200m，河道宽约 15-20m，水面宽约 3-5m，河床主要由卵石组成，间有块石和零星砂砾，单个砂砾河床面积 2-5 m²，砂砾面积约为河床总面积的 8-10%；该河段水量较大，水位较浅，水流缓慢，水深约为 0.3-0.8m，水流速约 0.15m/s；水边有较多水草。调查时，该河段水温 19℃，水质清澈见底，透明度大于 1m，溶解氧约为 8.4mg/L。

本次调查在岸边缓流处发现有较多鱼苗，平均约为 10-15 尾/m，该河段调查期生态环境现状如下图所示。



桃园河上游段生境

②下游刘家院村

位于桃园河下游，该段河流长约 500m，河道宽约 20-30m，水面宽约 5-10m，河床

主要由卵石组成，间有块石和零星砂砾，单个砂砾河床面积 2-3 m²，砂砾面积约为河床总面积的 5%；该河段水量较大，水位较浅，水流缓慢，水深约为 0.3-0.8m，水流速约 0.15m/s；水边有较多水草。调查时，该河段水温 20℃，水质清澈见底，透明度大于 1m，溶解氧约为 7.9mg/L。

本次调查在岸边缓流处发现有较少鱼苗，平均约为 3-5 尾/m，该河段调查期生态环境现状如下图所示。

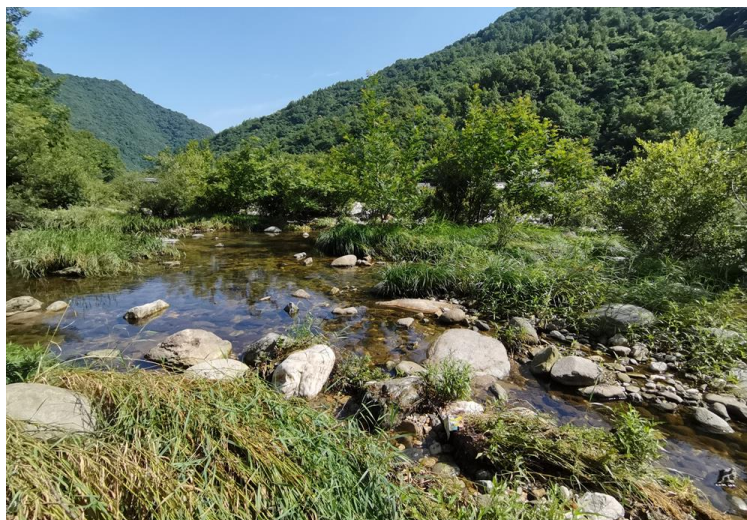


桃园河下游段生境

e) 百棧河入湑水河口（焦岩库区支流）

位于百棧河下游入河口处，该段河流长约 100-150m，河道宽约 30-40m，水面宽约 2-10m，河床主要由卵石组成，间有块石和零星砂砾，单个砂砾河床面积 2-3 m²，砂砾面积约为河床总面积的 5%；该河段水量较大，水位较浅，水流较快，水深约为 0.2-0.4m，水流速约 0.05-0.2m/s；河中和岸边水边水草丰茂。调查时，该河段水温 21℃，水质清澈见底，溶解氧约为 8.1mg/L。

本次调查在岸边缓流处发现局部有较多鱼苗，平均约为 5-6 尾/m，该河段调查期生态环境现状如下图所示。



百棧河匯入處生境

f) 板凳河（焦岩庫區支流）

①上游石關壩村

位于板凳河上游，该段河流长约 250m，河道宽约 8-10m，水面宽约 6-8m，河床砂石相间，以块石为主，单个砂砾河床面积 $0.5-2\text{ m}^2$ ，砂砾面积约为河床总面积的 5-6%；该河段水量较小，水位较浅，水流缓慢，水深约为 0.2-0.3m，水流速约 0.05m/s，流态紊乱；水边有少量水草。调查时，该河段水温 21°C ，水质清澈见底，溶解氧约为 7.9mg/L 。

本次调查在岸边缓流处发现有少量鱼苗，平均约为 2-3 尾/m，该河段调查期生态环境现状如下图所示。



板凳河上游段生境

②中上游板凳村

位于板凳河中上游，该段河流长约 200m，河道宽约 15-20m，水面宽约 7-8m，河床

砂石相间，但较为集中的砂砾河床较少，单个砂砾河床面积 2-7 m²，砂砾面积约为河床总面积的 2-3%；该河段水量较大，水位较深，水流平缓，水深约为 0.3-1.2m，水流速度小于 0.1m/s；水边有少量水草。调查时，该河段水温 23℃，水质清澈见底，溶解氧约为 7.6mg/L。

本次调查在岸边缓流处发现有大量鱼苗，平均约为 15-20 尾/m，该河段调查期生态环境现状如下图所示。



板凳河中上游板凳村段生境

③中下游上樵坝村

位于板凳河中下游，该段河流长约 400-500m，河道宽约 20-25m，水面宽约 20-25m，河床由乱石间或有小块砂石组成，单个砂砾河床面积 0.5-1 m²，砂砾面积约为河床总面积的 2-3%；该河段水量较大，水位较浅，水流较急，水深约为 0.3-0.6m，水流速约 0.1-0.3m/s，流态较乱；水边有少量水草。调查时，该河段水温 21℃，水质清澈见底，溶解氧约为 8.1mg/L。

本次调查在岸边缓流处发现有少量鱼苗，平均约为 2-3 尾/m，该河段调查期生态环境现状如下图所示。



板凳河中下游樵坝村段生境

④下游入湑水河口

位于板凳河下游，该段河流长约 200-300m，河道宽约 10-15m，水面宽约 3-8m，河床主要由卵石组成，其间有一段 30m 长的砂砾河床，砂砾面积约为河床总面积的 7-8%；该河段水量较大，水位深浅不一，水流缓急相间，水深约为 0.3-1.5m，水流速约 0.1-0.4m/s；水边有较多水草。调查时，该河段水温 20℃，水质清澈见底，透明度大于 1.5m，溶解氧约为 8.1mg/L。

本次调查在该河段岸边缓流处发现有较多鱼苗，平均约为 12-15 尾/m，该河段调查期生态环境现状如下图所示。



板凳河入湑水河口段生境

(2) 不同鱼类产卵场类型及分布分析

1) 在缓流水砂砾河床产卵鱼类

多鳞白甲鱼、唇鲮喜欢生活在水温低、水质清澈干净的流水中，一般在水流平缓、砂砾底质的溪流中产卵。渭水河中游山区段支流，包括石槽河、北溪河、砖溪河、桃园河、板凳河，生态环境符合多鳞白甲鱼、唇鲮的繁殖要求。调查显示，这些支流为山区溪流，河道长度 20-30km，两岸植被繁茂，但河中水草较少，仅溪流边偶见。河道全年不断流，水质清澈，水位较浅、水温较低，适宜喜低温环境的多鳞白甲鱼、唇鲮等鱼类生活。河道呈台阶状，水流缓急相间；河床主要由卵石、大石块和砾石组成，以卵石为主，大石块散布于河道或岸边，河床中间有小面积砾石，面积约 1-4 m²，约占支流河床总面积的 3-6%，这些小块砾石河床及河道生态环境符合多鳞白甲鱼、唇鲮产卵对生态环境的要求。而本次鱼类早期资源调查显示，这些支流及其入口下游的渭水河段多鳞白甲鱼鱼苗占比较高，其中板凳河中游及下游接近渭水河入口处、桃园河下游、砖溪河下游等不但鱼类早期资源数量多，且多鳞白甲鱼鱼苗占比高达 70% 以上，但未见唇鲮鱼苗。

因此，综合生态环境和多鳞白甲鱼、唇鲮对繁殖条件的要求，结合鱼类早期资源调查结果，可判定石槽河、北溪河、桃园河、砖溪河和板凳河等支流是多鳞白甲鱼产卵场，且其产卵场为分布式产卵场。

2) 在缓流水草区产卵鱼类产卵场调查

鲤、鲫、鲃、乌鳢、黄颡鱼等繁殖习性虽然略有差异，但均为在水草区产卵繁殖的鱼类。其中：鲤、鲫、鲃喜欢在有缓流水且水草丰茂的浅水处产卵，卵粘附在水草上孵化，对产卵底质没有要求；乌鳢对繁殖环境的生态要求几乎同鲤、鲫，但乌鳢为筑巢产卵鱼类，卵为浮性；黄颡鱼虽然也是在水草区产卵，但为在底部筑巢产卵，卵产在河底的鱼巢中或粘附在水草根部分。

中游山区段和支流仅在主流边部分河段有零星水草，无法形成此类鱼类的产卵场。而下游平川段的杨滩大桥上下约 600m、五门堰坝上约 1500m、原公大桥上下约 2000m、丁村段约 1200m、高铁线-阳安线之间约 2500m 河段，及渭水河入汉江口约 1000m 河段河道和岸边均有大量水草，具备形成此类鱼类产卵场的基本条件。

但调查发现：杨滩大桥、原公大桥处在 2023 年繁殖期水位线低于河心洲及岸边水草，调查未能在该段河流发现鱼卵，仅在杨滩大桥段发现 2 尾鱼苗，原公大桥段未发现任何鱼苗；丁村段虽然河道及岸边水域中均有水草，但河道比降较大，河心水流较急，

鱼类早期资源调查未在该河段发现鱼卵，且岸边缓流区鱼苗很少，平均仅为 1-2 尾/m。本次调查在该河段共采集到 31 尾鱼苗，经分子鉴定，主要是嘉陵颌须鮠、麦穗鱼、颌须鮠等鱼类鱼苗，未发现鲤、鲫、鲃、黄颡鱼鱼苗；高铁线-阳安线之间及渭水河入河口河段水草主要分布于主流沿岸，且难以成片。鱼类早期资源调查未在该河段发现鱼卵，仅在沿岸缓流区发现少量鱼苗，平均仅 1-2 尾/m。本次调查在高铁线-阳安线之间采集到 17 尾鱼苗，在入汉江口采集到 9 尾鱼苗，经分子鉴定结果显示，鱼类早期资源主要为马口鱼、高体鳊、颌须鮠、麦穗鱼等，虽有鲤、鲫鱼苗，但占比极低；仅五门堰坝上水草丰茂，水流平缓，是水草区产卵鱼类的最佳产卵场。鱼类早期资源调查未在此处发现鱼卵，水草区发现大量鱼苗，密度高达 50-60 尾/m²。但分子鉴定结果显示该处鱼类早期资源主要是鳊和鳊，这两种鱼类繁殖均不依赖水草。

综合以上调查结果，本报告认为，渭水河平川段部分河段具备鲤、鲫、鲃、鳊、黄颡鱼等水草区产卵鱼类繁殖的生态条件，理论上是这些鱼类的产卵场。未能在相关河段发现较多鲤、鲫、鲃、鳊、黄颡鱼等鱼类的早期资源的主要原因，可能是水体中相关鱼类性成熟个体较少，有效繁殖群体不足所致，近年来的资源调查也发现保护区鲤、鲫、鲃、鳊、黄颡鱼等资源量较少，且小型化低龄化趋势明显。

3) 在流水中产卵的鱼类

大眼鳊产卵场通常在有一定流速的湖泊进水处，产卵场水深 1-2m，流速 0.6-0.8m/s，水底为沙质。渭水河中下游大部分河段在春季水深远远小于 1m，仅五门堰、杨填堰等拦水坝处水深基本能够满足大眼鳊产卵要求，但这些地方在非汛期，水流速度远达不到 0.6-0.8m/s。而 7 月上旬进入汛期后，水流可能达到大眼鳊产卵要求。但鱼类早期资源调查在渭水河未发现大眼鳊鱼苗。推测可能是河段大眼鳊资源较少，难以形成有效的繁殖群体，近年来的资源调查结果也支持这一结果。

4) 石上产卵鱼类

汉水扁尾薄鳅是小型鱼类，喜欢在溪河底层生活，并将卵黏附在石上孵化。保护区上游支流为山溪性河流，多为卵石河床，基本符合汉水扁尾薄鳅产卵条件。但鱼类早期资源调查在各断面均未发现大眼汉水扁尾薄鳅鱼苗。推测主要原因可能是渭水河汉水扁尾薄鳅资源量已经极少，难以形成有效繁殖群体，近年来的资源调查结果也支持这一结

果。

(3) 鱼类产卵场分布情况

1) 中游山区段

通过前文所述鱼类早期资源调查结果及多个断面生境调查结果，湑水河中游段河床砂砾石分布广泛，产卵场较为分散，无固定的大型集中产卵场分布。早期资源调查在各断面几乎均可采集到鱼苗，其中三流水村（白棧河口）、板凳河汇口调查期间鱼苗密度稍高。在干支流的水潭周围以及形成的一些小型的河汊、回水湾等区域均可作为中游鱼类的繁殖需求。尤其是中游山溪性支流较多，多鳞白甲鱼等珍稀保护区鱼类分布在山区支流，在合适的水域即可产卵。支流产卵场主要零散分布在北溪河、砖溪河、桃园河、石槽河、板凳河等。

2) 下游平川段

下游鱼类产卵场主要分布在水草较丰富的浅滩缓流区，其中五门堰库区调查到较多早期资源，为相对集中产卵场；湑水河入汉江汇口段水草较丰富，虽然早期资源捕获量不大，但结合 2017 年~2022 年历次鱼类产卵期调查，此处具备一定鱼类产卵场功能。主要产卵鱼类为鲤、乌鳢、鲫、鲇等。这些产卵场一般也为湑水河鱼类的天然索饵场。具体见表 4.9.6-2。

4.9.6.3 湑水河中下游段鱼类索饵场

鱼类摄食与其食性、垂直捕食范围有密切关系，并且鱼类一般在水体透明度小，觅食的水层浅，反之，觅食的水层较深；白天觅食水层深，夜间觅食水层浅，大多数鱼类喜欢晚上觅食。成鱼的索饵场一般在浅滩急流水域，而幼鱼的索饵场一般在缓流水的浅水水域。鱼类的活动场所往往也是其索饵场所。湑水河流域为秦岭南麓溪流水生境，索饵微生境较多且分散。根据水文条件、历史资料和本次调查分析，湑水河索饵场特征等情况见表 4.9.6-2。

4.9.6.4 湑水河中下游段鱼类越冬场

湑水河中下游鱼类越冬场主要位于深水缓流区，湑水河干流水量、面积较大水潭，功能性优于小水潭，支流水潭越冬场功能性劣于干流越冬场，大个体越冬以干流越冬场为主。目前通常认为越冬场位于干流的河床深处或坑穴中，水体要求宽大而深，一般水深 3~4m，最大水深 8~20m，多为河沱、河槽、湾沱、回水或微流水或流水，底质多

为乱石、河槽、湾沱、洄水或微流水式流水、凹凸不平的水域。中游干流狮坝电站库区等深水区域，以及部分支流汇入口区域可作为鱼类重要的越冬场。渭水河支流较多，受到地理地形条件以及水资源量的限制，形成数量较多的分散分布的小型水潭，本次调查显示板凳河等支流上有多处点状分布的深水潭，且相对集中，可以作为拉氏鲮、宽鳍鱲、颌须鮊等小型鱼类的越冬场生境。根据水文资料、历史资料和本次调查结果分析，渭水河越冬场特征等情况见表 4.9.6-2。

4.9.6.5 焦岩水利枢纽与重要生境的关系

焦岩水利枢纽库区无大型集中鱼类产卵场，分布鱼类重要生境 2 处，为板凳河汇口处和白栈河汇口处，为鱼类越冬场。坝址下游分布有鱼类产卵场 2 处，为五门堰库区和渭水河入汉江口。

表 4.9.6-2 河段重要生境分布情况一览表

序号	河段	位置	三场情况			生境特点
			产卵场	索饵场	越冬场	
1	渭水河干流	北溪河、砖溪河口		索饵场	越冬场	狮坝水库库区，水体较深，水面开阔，饵料生物丰富。
2		桃园河口			越冬场	河口深水潭。多鳞白甲鱼、拉氏鲮、黑鳍鳊鱼类天然的产卵场、索饵场和越冬场。
3		三流水村（白栈河入口）			越冬场	水草丰富，水流平缓，有洄水湾。
4		板凳河口			越冬场	河宽 40-55 米，水面宽 30-40 米，河面较宽水较浅，水温 20℃。
5		五门堰库区	产卵场	索饵场	越冬场	五门堰大坝形成大面积水面，水体较深，是鱼类良好的越冬场，尤其是大眼鳊越冬场。
6		渭水河入汉江口段	产卵场	索饵场		渭水河入汉江口，典型的河口生境，水面变开阔，水流平缓，有洄水湾，河心岛水草丰富，是鲤鱼、鲇鱼、黄颡鱼的产卵场。
7	支流	石槽河	产卵场	索饵场	越冬场	河道中溶岩裂缝，水底多为大型砾石处。河道中分布深水潭；零散分布多鳞白甲鱼、拉氏鲮、黑鳍鳊等鱼类天然的产卵场、索饵场和越冬场。
8		北溪河	产卵场	索饵场	越冬场	砾石底质，水清澈低温，流速较大，河流有河道中溶岩裂缝，水底多为大型砾石处。河道中分布有“S”型深水潭或回水潭；水中无脊椎动物丰富。零散分布多鳞白甲鱼、拉氏鲮等鱼类天然的产卵场、索饵场和越冬场。

9	砖溪河	产卵场	索饵场		水面宽 3-10 米，水流缓慢，河边水草丛生，河底为鹅卵石和砾石地质，石隙间常栖有虾、蟹、螺类及多种水生昆虫，饵料丰富。零散分布多鳞白甲鱼、拉氏鲢、黑鳍鲈等鱼类天然的产卵场、索饵场。
10	桃园河	产卵场			山区溪流水，水质清澈，河道为砾石底质，水清澈低温，流速较大，零散分布鱼类产卵场
11	板凳河	产卵场			河宽 10-15 米，水面宽 5-10 米，比降极大，水流平缓，水温 20℃。零散分布多鳞白甲鱼、拉氏鲢、黑鳍鲈等鱼类产卵场



三流水村越冬场照片



板凳河汇口越冬场照片



坝下五门堰产卵场



入汉江口产卵场

4.10 地下水环境现状调查与评价

4.10.1 水文地质单元

工程区域及其上游河段地形封闭条件良好，水库周边无大的临谷分布，潜水河为地

下水的最低排泄基准面，地下水运移方向单一。根据勘探结果，近河两岸地下水位高程总体上与河水位一致，两岸坝肩部位地下水位略高于河水位。

根据区域地表分水岭、含水岩组类型与空间组合、分布以及地下水补径排特征为主要依据，将研究区划分为3个水文地质单元，将中部非可溶岩岩组根据地下水补给径流排泄特征进一步划分为2个子单元，如图4.10-1，故区域水文地质单元分别为小龙沟水文地质单元（I）、深北沟水文地质单元（II-1）、小北河沟水文地质单元（II-2）、跃进渠水文地质单元（III）。

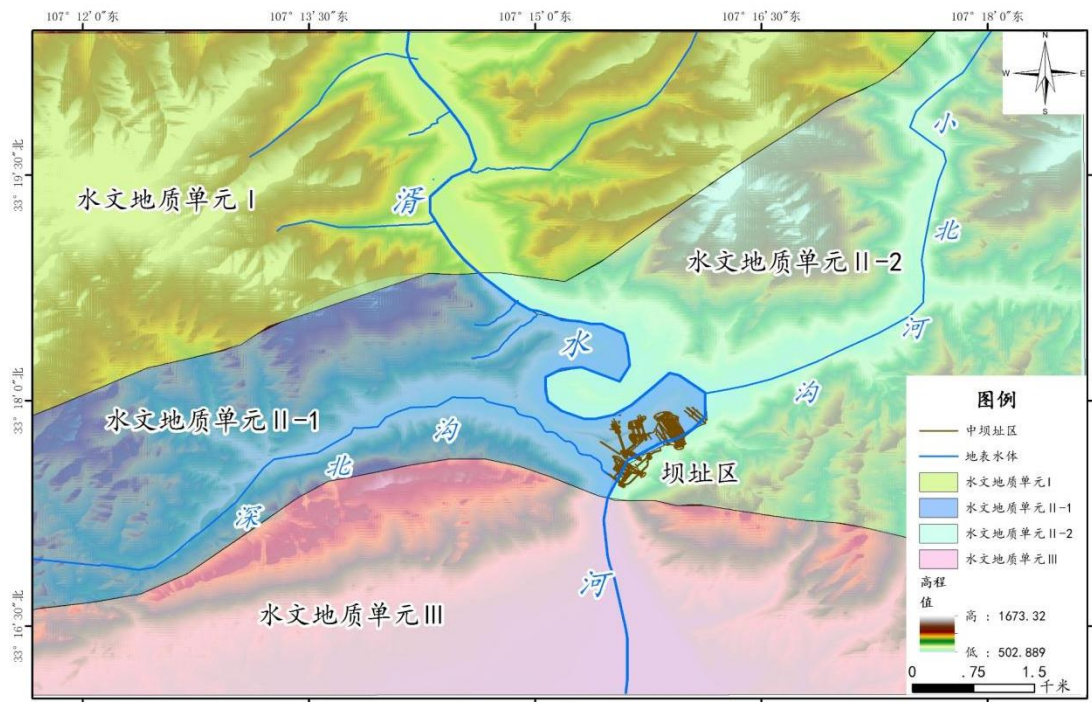


图 4.10-1 区域水文地质单元划分图

（1）小龙沟水文地质单元（I）

小龙沟水文地质单元位于坝址区左上方，北边界以地下分水岭为界，南至韭菜坡一带，南边界为非可溶岩与可溶岩的地层界线。该水文地质单元距离坝址区较远，不会对坝址区水库蓄水造成影响。

（2）深北沟水文地质单元（II-1）

深北沟水文地质单元位于坝址区左上方，北边界以可溶岩非可溶岩地层界线为界，南至深北村一带，南边界亦为非可溶岩与可溶岩的地层界线与渭水河排泄边界。系统内主要接受大气降水、地表水的补给，沿岩石裂隙、断层断裂带进入地下，形成地下径流，径流条件一般，地下水循环周期较长，排泄方式主要为分散排泄，深北沟与渭水河为系

统排泄基准面。

(3) 小北河沟水文地质单元 (II-2)

小北河沟水文地质单元位于坝址区左岸，南北边界均为可溶岩非可溶岩地层界线，山体浑厚，左坝肩处不存在水库渗漏问题。

(4) 跃进渠水文地质单元 (III)

跃进渠水文地质单元北部与水文地质单元 (II) 相接，系统内主要接受大气降水的补给，地下水流向由北东向南西方向径流，地下水分水岭与地表分水岭一致，排泄方式主要为集中排泄。

4.10.2 地下水赋存方式

区域地下水的类型主要有第四系孔隙潜水、基岩裂隙水和碳酸盐岩岩溶水三类。

孔隙潜水赋存于谷底透水性好的冲积砂卵砾石层和冲沟沟底碎石土层中，接受河水补给，水量较丰富。坝址区第四系松散堆积物较为发育，孔隙潜水广泛分布于河床、漫滩、沟底和两岸岸坡、坡脚等部位。

基岩裂隙水赋存运移于基岩裂隙中，主要接受大气降水和冰雪融水补给，排泄于河谷及沟谷中。基岩裂隙水广泛分布于库坝区，岩石风化强烈，赋存于裂隙中，主要接受大气降水的补给。

碳酸盐岩类裂隙溶洞水主要赋存于石炭系，岩性主要为结晶灰岩、大理岩。下坝址深北沟以下河段分布有石炭系下统的结晶灰岩、大理岩，小北村上游上坝址及其上游近坝库岸河段分布有石炭系中上统的结晶灰岩、大理岩，库尾段分布有大理岩，可溶岩河段全长约 11km，占水库全长的 50% 左右。岩溶、节理裂隙发育程度一般，水量较小，富水性中等。

4.10.3 地下水流特征

区域右岸地下水流动受地形地貌、地层岩性、地质构造等因素控制，在区域上地下水流向自西北向东南，库坝区北部及尖道坪一带为该区域地下水系统的补给区，受河流下切控制与岩溶发育影响，渭水河一带为其排泄区。

根据坝址区勘探结果，近河两岸地下水位高程总体上与河水位一致，两岸坝肩部位地下水位略高于河水位。库坝区渭水河高程 510m~585m，地势相对较低，沿河谷两侧出露有石炭系中上统（ C_{2+3} -Ls）中厚层结晶灰岩夹石英砂岩、大理岩，岩溶形态发育；在小北河沟下游至深北沟上游沟壁间出露石炭系下统略阳组（ C_1 ）黑云母石英片岩，局部夹少量含石榴籽石二云母石英片岩，地下水径流条件较好，地下水由北西向南东方向径流，水流程较短，径流坡度较大，排泄较为积极迅速。在阶地前缘多以潜流方式排泄，最后汇入渭水河。

4.10.4 地下水水位分布特征

（1）坝址区

坝址区位于深北沟和罗湾之间的河段，坝址区河流顺直，流向约 $SW214^\circ$ ，河谷呈“梯形”，谷底宽度 126m~181m。河谷左岸为雄厚的山体，右岸为渭水河“U”型转弯切割形成的单薄山梁，山梁底宽 200m~500m。

坝址区地下水补给河水，左岸山体雄厚，地下水水力坡降较大，根据钻孔揭露地下水位推测一般为 0.25~0.52，近河处及岸坡上部较缓，中部较陡；右岸为狭窄山梁，地下水补给不足，水位略高于河水位。

（1）水库区

区域为典型的峡谷地形，河谷呈对称的“V”型，两岸岸坡高陡，山顶高程约 960m 左右，相对高差 430m 左右，自然边坡坡度 $39^\circ\sim52^\circ$ 。

水库区两岸强风化岩体厚度 5m~16m，弱风化 20m~35m；河床强风化层相对较薄，一般 1m~5m。坝址区地下水补给河水，两岸地下水位略高于河水位，地下水水力坡降 0.2~0.3。钻孔压水试验表明，坝基岩体透水性微弱，以微~弱透水为主，浅表部岩体少量为中等透水。

4.10.5 地下水补给与排泄

工程区域降雨比较充沛，地下水接受大气降雨和地表水的补给，在岩溶裸露地区，大气降水通过岩溶通道迅速补给地下水；在非可溶岩地区，大气降水主要通过裂隙渗入补给地下水。地表接受大气降水，大部分形成地表径流，部分通过岩石裂隙和岩溶通道等进入地下水，形成地下径流，由于区域处于深切河谷地带，河岸陡坡成为地下水排泄

的有利通道，地下水顺山坡汇入渭水河。由于岩性条件的差异，地下水的径流方式差别也很大，在可溶岩分布区，岩溶裂隙、溶洞、溶孔大都顺层发育，地下水多集中在岩溶裂隙中径流后于各种排泄形式汇入渭水河及其支沟，或沿非可溶岩的接触带排出地表。研究区地表水系发育，主要为渭水河及深北沟等冲沟。

水库区河段结晶灰岩、大理岩岩溶发育微弱，岩体浅部以弱透水为主，深部为相对不透水层；坝址区域出露岩性为黑云母石英片岩为主的片岩类岩体，坝基岩体完整性较好，浅部岩体以弱透水为主，深部为微透水、极微透水等相对不透水层；坝址以下区域河段大理岩、结晶灰岩岩溶强烈。由于区内结晶灰岩、大理岩等碳酸盐岩分布较为广泛，岩石风化后极为破碎，使岩体后期溶蚀作用强烈，岩溶水极为发育，溶孔、溶隙较发育，岩溶裂隙水贮存在溶隙、溶孔中，受岩溶连通性影响，水量不丰富，常见以滴渗为主。

4.10.6 地下水利用现状

焦岩水库工程位于高山峡谷区，主体工程施工区无居民区，施工生产、生活用水取自渭水河。评价区两岸分布少量村落，居民生产、生活用水取自两岸支沟地表水。评价范围内无大面积地下水用水对象。

4.10.7 地下水环境质量现状

为掌握地下水环境质量情况，项目环评工作过程中，在评价区布设了 5 个地下水监测点位开展水质监测，收集了 1 个地下水点位水质监测数据。

(1) 监测点位

在评价区内设置了 5 个监测点位，均开展了水质监测。具体点位的设置和信息可见表 4.10-1。

表 4.10-1 地下水监测布点一览表

编号	位置	取样点坐标	
		E	N
1	库尾	E107° 11' 8"	N33° 24' 53"
2	土垣村	E107° 12' 13"	N33° 22' 1"
3	库中	E107° 14' 14"	N33° 20' 15"

4	坝址右岸	E107° 15' 11"	N33° 18' 7"
5	坝址	E107° 15' 28"	N33° 17' 30"

(2) 监测项目

监测项目：pH、高锰酸盐指数、氨氮、总硬度、六价铬、氯化物、氟化物、硝酸盐、挥发酚、砷、汞、镉、铅、氰化物、铁、锰、硫酸盐、亚硝酸盐、溶解性总固体、矿化度、阴离子表面活性剂、硫化物、菌落总数、钠、铜、锌、 K^+ 、 Na^+ 、 Ca^{2+} 、 Mg^{2+} 、 CO_3^{2-} 、 HCO_3^- 、 Cl^- 、 SO_4^{2-} 共 33 个指标。

本次评价执行《地下水质量标准》（GB/T 14848-2017）Ⅲ类标准。地下水环境质量现状监测结果见表 4.10-2~表 4.10-3。

采用标准指数法，对照《地下水质量标准》（GB/T14848-2017）中的Ⅲ类水质标准限值，对监测结果进行评价。标准指数 >1 ，表明该水质因子已超过了规定的水质标准，指数值越大，超标越严重。标准指数计算公式如下：

①对于评价标准为定值的水质因子，其标准指数计算公式：

$$P_i = \frac{C_i}{C_{si}}$$

式中：

P_i —第 i 个水质因子的标准指数，无量纲；

C_i —第 i 个水质因子的监测浓度值，mg/L；

C_{si} —第 i 个水质因子的标准浓度值，mg/L。

②对于评价标准为区间值的水质因子（如 pH 值），其标准指数计算公式：

$$P_{pH} = \frac{7.0 - pH}{7.0 - pH_{sd}} \quad (pH \leq 7)$$

$$P_{pH} = \frac{pH - 7.0}{pH_{su} - 7.0} \quad (pH > 7)$$

式中：

P_{pH} —pH 的标准指数，无量纲；

pH—pH 监测值；

pH_{su} —标准中 pH 的上限值；

pH_{sd} —标准中 pH 的下限值。

(3) 监测结果

根据环评过程中开展的地下水环境监测结果以及收集的地下水监测结果，表明评价区地下水质良好，各项指标满足《地下水质量标准》（GB/T 14848-2017）III类标准。

表 4.10.7-1 评价区地下水环境质量监测结果

采样日期	监测项目	1 库尾 (N33° 24' 53" E107° 11' 8")	2 土垣村 (N33° 22' 1" E107° 12' 13")	3 库中 (N33° 20' 15" E107° 14' 14")	4 坝址右岸 (N33° 18' 7" E107° 15' 11")	5 坝址 (N33° 17' 30" E107° 15' 28")	III类标准
		H240401051011	H240401051111	H240401051211	H240401051311	H240401051411	
4 月 2 日	pH 值 (无量纲)	8.4 (18.2℃)	7.8 (16.7℃)	8.3 (19.5℃)	7.7 (20.1℃)	8.1 (19.3℃)	6.5~8.5
	氟化物 (mg/L)	0.12	0.14	0.12	0.2	0.45	1
	氨氮 (mg/L)	0.042	0.076	0.05	0.092	0.057	0.5
	溶解性总固体 (mg/L)	179	206	200	473	281	1000
	高锰酸盐指数 (耗氧量) (mg/L)	1.38	1.22	0.87	0.63	0.76	/
	硝酸盐氮 (mg/L)	0.32	0.36	0.27	0.4	0.33	20
	亚硝酸盐氮 (mg/L)	ND0.003	0.017	ND0.003	0.015	ND0.003	1
	六价铬 (mg/L)	ND0.004	ND0.004	ND0.004	ND0.004	ND0.004	0.05
	总硬度 (mg/L)	170	196	176	386	258	450
	氯化物 (mg/L)	ND10	ND10	ND10	14	ND10	250
	硫酸盐 (mg/L)	13	24	34	92	17	250
	硫化物 (mg/L)	ND0.003	ND0.003	ND0.003	ND0.003	ND0.003	0.2
	挥发酚类 (mg/L)	ND0.0003	ND0.0003	ND0.0003	ND0.0003	ND0.0003	0.002
	阴离子表面活性剂 (mg/L)	ND0.05	ND0.05	ND0.05	ND0.05	ND0.05	0.3
	氰化物 (mg/L)	ND0.002	ND0.002	ND0.002	ND0.002	ND0.002	0.05
	钠 (mg/L)	2.4	4.86	2.13	19.9	9.19	/
	钙 (mg/L)	60.6	70.2	65.5	62	72.3	/
	钾 (mg/L)	0.67	1.39	0.81	2.79	4.95	/
	镁 (mg/L)	4.32	5.12	3.07	18.7	18.8	/

汞 (mg/L)	ND4×10-5	ND4×10-5	ND4×10-5	ND4×10-5	ND4×10-5	0.001
砷 (mg/L)	4×10-4	4×10-4	4×10-4	5×10-4	ND3×10-4	0.01
铅 (mg/L)	ND9×10-5	ND9×10-5	ND9×10-5	ND9×10-5	ND9×10-5	0.01
镉 (mg/L)	ND5×10-5	ND5×10-5	ND5×10-5	ND5×10-5	ND5×10-5	0.005
铁 (mg/L)	1.94×10-3	ND8.2×10-4	ND8.2×10-4	ND8.2×10-4	ND8.2×10-4	0.3
铜 (mg/L)	6.41×10-4	ND8×10-5	1.47×10-3	9.8×10-5	ND8×10-5	1
锌 (mg/L)	ND6.7×10-4	ND6.7×10-4	ND6.7×10-4	ND6.7×10-4	5.62×10-3	1
锰 (mg/L)	2.45×10-3	1.82×10-4	1.68×10-4	7.17×10-4	1.63×10-4	0.1
碳酸盐碱度 (mg/L)	0	0	0	0	0	/
重碳酸盐碱度 (mg/L)	194	219	183	387	326	/
氯离子 (mg/L)	0.702	2.42	1.08	12.8	1.49	/
硫酸根 (mg/L)	11.7	22.6	31.6	89.9	16	/
矿化度 (mg/L)	278	331	290	657	439	/
*菌落总数 (CFU/mL)	49	70	92	18	68	100

表 4.10.7-2 评价区地下水环境质量评价结果

采样日期	监测项目	1☆库尾 (N33° 24' 53" E107° 11' 8")	2☆土垣村 (N33° 22' 1" E107° 12' 13")	3☆库中 (N33° 20' 15" E107° 14' 14")	4☆坝址右岸 (N33° 18' 7" E107° 15' 11")	5☆坝址 (N33° 17' 30" E107° 15' 28")
		H240401051011	H240401051111	H240401051211	H240401051311	H240401051411
4月2日	pH 值 (无量纲)	0.75	0.53	0.72	0.47	0.71
	氟化物 (mg/L)	0.12	0.14	0.12	0.2	0.45
	氨氮 (mg/L)	0.084	0.152	0.1	0.184	0.114
	溶解性总固体 (mg/L)	0.179	0.206	0.2	0.473	0.281

高锰酸盐指数（耗氧量） （mg/L）	/	/	/	/	/
硝酸盐氮（mg/L）	0.016	0.018	0.0135	0.02	0.0165
亚硝酸盐氮（mg/L）	ND	0.017	ND	0.015	ND
六价铬（mg/L）	ND	ND	ND	ND	ND
总硬度（mg/L）	0.378	0.436	0.391	0.858	0.573
氯化物（mg/L）	ND	ND	ND	0.056	ND
硫酸盐（mg/L）	0.052	0.096	0.136	0.368	0.068
硫化物（mg/L）	ND	ND	ND	ND	ND
挥发酚类（mg/L）	ND	ND	ND	ND	ND
阴离子表面活性剂（mg/L）	ND	ND	ND	ND	ND
氰化物（mg/L）	ND	ND	ND	ND	ND
钠（mg/L）	/	/	/	/	/
钙（mg/L）	/	/	/	/	/
钾（mg/L）	/	/	/	/	/
镁（mg/L）	/	/	/	/	/
汞（mg/L）	ND	ND	ND	ND	ND
砷（mg/L）	0.04	0.04	0.04	0.05	ND
铅（mg/L）	ND	ND	ND	ND	ND
镉（mg/L）	ND	ND	ND	ND	ND
铁（mg/L）	0.006	ND	ND	ND	ND
铜（mg/L）	6.41×10^{-4}	ND	1.47×10^{-3}	9.8×10^{-5}	ND
锌（mg/L）	ND	ND	ND	ND	5.62×10^{-3}
锰（mg/L）	0.025	0.002	0.002	0.007	0.002
碳酸盐碱度（mg/L）	/	/	/	/	/
重碳酸盐碱度（mg/L）	/	/	/	/	/

	氯离子 (mg/L)	/	/	/	/	
	硫酸根 (mg/L)	/	/	/	/	/
	矿化度 (mg/L)	/	/	/	/	/
	*菌落总数 (CFU/mL)	0.49	0.7	0.92	0.18	0.68

表 4.10.7-2 评价区地下水环境质量评价结果

项目	《地下水质量标准》 (GB/T14848-2017) III类标 准限值	监测点位	达标 分析	达标 情况
		原公镇供水工程 (2023.8.2)		
色	15	5L	L	达标
浑浊度 (NTU)	3	0.55	0.183	达标
pH(无量纲)	6.5~8.5	7.1	0.067	达标
总硬度(mg/L)	450	273	0.607	达标
溶解性固体(mg/L)	1000	700	0.7	达标
硫酸盐 (mg/L)	250	37	0.148	达标
氯化物 (mg/L)	250	20	0.08	达标
铁(mg/L)	0.3	0.03L	L	达标
锰(mg/L)	0.1	0.01L	L	达标
铜 (mg/L)	1	0.05L	L	达标
锌(mg/L)	1	0.05L	L	达标
铝(mg/L)	0.2	0.008L	L	达标
挥发酚(mg/L)	0.002	0.0003L	L	达标
阴离子表面活性剂 (mg/L)	0.3	0.05L	L	达标
耗氧量(mg/L)	3	2.06	0.687	达标
硝酸盐 (mg/L)	20	0.2L	L	达标
亚硝酸盐 (mg/L)	0.1	0.003L	L	达标
氨氮(mg/L)	0.5	0.025L	L	达标
硫化物(mg/L)	0.02	0.003L	L	达标
钠(mg/L)	200	12.3	0.062	达标
氟化物(mg/L)	1	0.05L	L	达标
氰化物(mg/L)	0.05	0.002L	L	达标
碘化物(mg/L)	0.08	0.025L	L	达标
汞 (mg/L)	0.001	0.00004L	L	达标
砷(mg/L)	0.01	0.0003L	L	达标
硒(mg/L)	0.01	0.0004L	L	达标
镉(mg/L)	0.005	0.0001L	L	达标
六价铬(mg/L)	0.05	0.004L	L	达标
铅(mg/L)	0.01	0.001L	L	达标
总大肠菌群 (MPN/100ml 或 CFU/100ml)	3	L	达标	达标
菌落总数 (CFU/mL)	100	98	0.98	达标
三氯甲烷 (μ g/L)	60	0.2L	L	达标

四氯化碳（ $\mu\text{g/L}$ ）	2	0.1L	L	达标
苯（ $\mu\text{g/L}$ ）	10	2L	L	达标
甲苯（ $\mu\text{g/L}$ ）	700	2L	L	达标
总 α 放射性（Bq/L）	0.1	0.234	2.34	达标
总 β 放射性（Bq/L）	1	0.015L	L	达标

4.11 受水区环境现状调查与评价

本项目受水区涵盖汉中市汉台区、洋县、城固县，均位于汉江平川段，分布有大量农田和村镇，人类活动频繁。

4.11.1 生态环境现状

根据《陕西省生态功能区划》，受水区位于汉江两岸丘陵盆地农业生态功能区，城镇密集，农业发达，水环境相对敏感。

受水区主要为农业生态系统。植被类型有落叶阔叶林、常绿阔叶灌丛、落叶阔叶灌丛、灌草丛、竹林、农田。阔叶林以白桦林、香椿、青冈栎林等为主，灌丛和灌草丛以小果蔷薇灌丛、白茅灌草丛为主。缓坡地带有核桃、花椒等人工经济林，平坦的阶地主要分布农田，河滩边有人工种植的意杨林。



图 4.11-1 受水区农田现状

4.11.2 土地利用类型

本工程灌溉范围为西以洪沟河为界，东至洋县县城、党河水库西干渠以北，南至汉江，北至自流能够灌溉的所有区域，包括石门灌区、湑水河原有灌区及新增灌区。土地主要以耕地、林地为主。灌区作物种植结构：以粮食作物为主，其他经济作物为辅。粮食作物一年两熟，复种指数 190%。夏熟作物有小麦、油菜、葫豆、大麦等，以小麦为主，占夏熟面积 60%；秋熟作物以水稻为主，占秋熟面积 95% 以上，其次是玉米、高粱、生姜、柑橘等。

4.11.3 受水区水系及控制单元

焦岩水利枢纽受水区包括汉中市汉台区、城固县、洋县城区及部分乡镇，涉及的河流主要有长江的最大支流—汉江，以及汉江左岸（北岸）的湑水河、文川河、溢水河、倪水河等 4 条支流。控制单元除涉及汉江和上述 4 条支流外，还包括汉江右岸（南岸）该河段汇入的冷水河、南沙河、堰沟河和沙河等支流。

（1）受水区及控制单元涉及河流水功能区划及水质目标

受水区涉及的河流主要有长江的最大支流—汉江，以及汉江北岸的湑水河、文川河、溢水河、倪水河等 4 条支流。控制单元除涉及汉江、汉江支流的 4 条支流外，还包括汉江南岸的冷水河、南沙河、堰沟河和沙河等支流。受水区及控制单元河流水功能区划分情况和功能区水质目标根据《陕西省水功能区划》（2004 年），详情见下表。

表 4.11.3-1 受水区及控制单元河流水功能区划及水质目标

序号	水系	河流	一级功能区划名称	二级功能区划名称	起始断面	终止断面	水质目标
1	汉江	汉江	汉中开发利用区	汉中市汉台区工业、景观用水	叶家营	圣水镇	III
2			汉中保留区	—	圣水镇	文川河口	II
3			城固开发利用区	城固工业、农业用水区	文川河口	三合	III
4			洋县保留区	—	三合	倪水河口	II
5			洋县开发利用区	洋县城关工业、农业用水区	倪水河口	王家台	III
6				洋县渔业用水区	王家台	东村	III
7		冷水河	南郑开发利用区	南郑工业、农业用水区	胡家营	入汉口	III
8		南沙河	城固保留区	—	河源	南沙河水库大坝	II
9			城固开发利用区	城固农业、渔业、景观用水区	南沙河水库大坝	入汉口	III
10		文川河	城固保留区	—	河源	入汉口	II
11		湑水河	城固自然保护区	—	河源	焦岩	II
12			城固开发利用区	城固工业、农业用水区	焦岩	入汉口	III
13		堰沟	城固保留区	—	河源	入汉口	II

		河					
14		沙河	洋县保留区	-	河源	入汉口	II
15		溢水河	洋县保留区	-	河源	入汉口	II
16		倪水河	洋县保留区	-	河源	倪水河水库大坝	II
17		倪水河	洋县开发利用区	洋县饮用、农业用水区	倪水河水库大坝	入汉口	III

受水区及控制单元共设置了 12 个国控、省控以及市控断面，其中 2 个国控、5 个省控以及 5 个市控断面，详见下表。

表 4.11.3-2 受水区及控制单元水质监测断面分布情况

序号	流域	河流名称	断面名称	所在区域	控制类别	水质目标
1	汉江	汉江	汉江桥闸	汉台区	市控	III
2			南柳渡	城固县	国控	II
3			城固旧汉江大桥	城固县	省控	III
4			蒙家渡	洋县	省控	III
5		渭水河	原公大桥	城固县	市控	III
6		渭水河	桔园	城固县	国控	III
7		渭水河	渭水桥	城固县	省控	III
8		溢水河	溢水桥	洋县	市控	II
9		文川河	沙河营大桥	城固县	市控	II
10		倪水河	倪水河入汉江口	洋县	省控	III
11		冷水河	冷水桥	南郑	省控	III
12		南沙河	南沙河桥	城固县	市控	III

(2) 受水区主要水文站、水文站断面径流量

受水区涉及的主要水文站为升仙村（渭水河）、长滩村（溢水河）、汉中勘测队（汉江）、洋县勘测队（汉江）等 4 个水文站，其十年最枯月平均流量来源于市水利局提供的相关数据。水文站分布情况见下表。

表 4.11.3-3 受水区涉及主要水文站

序号	水系	所在河流	水文站名称	十年最枯月平均流量 (m ³ /s)
1	汉江	汉江	汉中勘测队	16.30
2		汉江	洋县勘测队	24.86
3		溢水河	长滩村	0.35
4		渭水河	升仙村	2.34

(3) 受水区各片区退水去向说明

受水对象涉及主要纳污河流为汉江、湑水河、文川河等，具体见下表。

表 4.11.3-4 受水区各片区退水去向

受水范围			受纳水体
城乡	汉台区 (13 个)	北关街道、东关街道、东大街街道、汉中路街道、 中山街街道、七里街道、龙江街道、鑫源街道	汉江
		铺镇、老君镇、武乡镇	汉江
		徐望镇、汉王镇	文川河
	城固县 (9 个)	博望街道、莲花街道、龙头镇、沙河营镇	汉江
		原公镇	湑水河
		桔园镇、柳林镇、文川镇、老庄镇	文川河
	洋县(4 个)	戚氏街道、马畅镇、溢水镇、谢村镇	汉江
灌区	补水灌区	渭惠渠、跃进渠灌区、五门堰灌区、杨填堰灌区	湑水河
		石门灌区	文川河、汉江
	新增灌区	规划新灌区	湑水河、汉江

4.11.4 受水区水质现状

焦岩水利枢纽受水区内分布的河流主要有汉江以及汉江左岸（北岸）的湑水河、文川河、溢水河、党水河等 4 条支流，其中退水河流仅涉及文川河、湑水河及汉江。汉江支流溢水河、党水河、沙河、堰沟河、南沙河等河流由于后续容量计算需要而进行评价。根据《2023 年汉中市生态环境状况公报》，受水区内汉江、湑水河、文川河、溢水河、党水河、堰沟河、南沙河国控、省控以及市控断面全年质达到《地表水环境质量标准（GB3838-2002）》Ⅱ类标准。本次现状调查收集了的汉江及其支流上设置的常规监测断面 2018-2023 年的监测数据，并在文川河、湑水河、堰沟河、沙河等河流分别设置监测断面，进行补充监测用于水质评价和计算，全面分析受水区所在流域涉及河流的水环境质量状况。

4.11.4.1 文川河水环境质量现状与评价

(1) 文川河监测断面概述

通过收集 2018-2023 年文川河上 1 个常规监测断面共 24 项监测项目的监测数据，及在文川河设置的 1 个补充监测断面（文川河源头），委托汉环集团陕西名鸿检测有限公司于 2022 年 11 月 8 日~11 月 9 日连续 2 天进行现状监测，对文川河流域的水质状况进行分析评价。

表 4.11.4-1 文川河地表水监测断面

序号	断面名称	断面位置	监测项目	监测单位	备注
1	沙河营大桥（文川河入汉江口）	文川河入汉江口	化学需氧量、氨氮、溶解氧、高锰酸盐指数、生化需氧量、挥发酚、氰化物、砷、汞、六价铬、铅、镉、石油类、总磷、总氮、铜、锌、氟化物、硒、阴离子表面活性剂、硫化物、粪大肠杆菌群、水温、pH 值，共 24 项	城固县环境监测站	常规监测
2	文川河源头	文川河源头		汉环集团陕西名鸿检测有限公司	补充检测

(2) 文川河水质现状

文川河监测断面水质指标统计见表 4.11.4-2。

表 4.11.4-2 文川河断面水质指标统计表

序号	监测项目	年份	沙河营大桥（文川河入汉江口）			文川河源头		
			年均值 (mg/L)	超标 倍数	II类标准限值 (mg/L)	年均值 (mg/L)	超标倍 数	II类标准限值 (mg/L)
1	化学需氧量	2018	10.0	0	15	6.5	0	15
		2019	7.3	0				
		2020	6.3	0				
		2021	8.2	0				
		2022	9.67	0				
		2023	8.25	0				
2	生化需氧量	2018	2.4	0	3	1.5	0	3
		2019	2.3	0				
		2020	2.4	0				
		2021	2.1	0				
		2022	2.08	0				
		2023	1.54	0				
3	氨氮	2018	0.43	0	0.5	0.14	0	0.5

		2019	0.39	0				
		2020	0.41	0				
		2021	0.29	0				
		2022	0.29	0				
		2023	0.30	0				
4	石油类	2018	0.03	0				
		2019	0.03	0				
		2020	0.03	0	0.05	0.01	0	0.05
		2021	0.02	0				
		2022	0.01	0				
		2023	0.01	0				
5	TP	2018	/	0				
		2019	0.08	0				
		2020	0.07	0	0.1	0.19	0.9	0.1
		2021	0.05	0				
		2022	0.09	0				
		2023	0.08	0				
6	总氮	2018	0.65					
		2019	0.58					
		2020	1.13	/	/	1.20	/	/
		2021	2.30					
		2022	2.60					
		2023	2.98					
注：未列出数据均已达到或优于该断面水质目标								

分析 2018-2023 年文川河常规监测断面及补充监测断面各项监测指标的数据结果表明，沙河营大桥在 2018-2023 年监测的各项指标均符合《地表水环境质量标准（GB3838-2002）》II类标准。文川河源头在 2022 年补充监测的各项指标中总磷超标，

超标 0.9 倍，其余指标均符合《地表水环境质量标准（GB3838-2002）》II类标准。

（3）文川河各断面及河流水质评价

文川河沙河营大桥水功能区划为II类水质，根据《地表水环境质量评价办法（试行）》中的断面水质评价方法，选取化学需氧量、氨氮、生化需氧量、石油类、总磷共 5 项参评指标，对 2018-2023 年文川河 1 个监测断面的水质类别进行评价，各断面的水质类别、水质状况、主要污染指标及相应的最大超标倍数见表。

表 4.11.4-3 文川河断面水质评价结果表

断面	2018 年			2019 年			2020 年			2021			2022			2023			水质变化情况
	水质类别	水质状况	主要污染指标	水质类别	水质状况	主要污染指标	水质类别	水质状况	主要污染指标	水质类别	水质状况	主要污染指标	水质类别	水质状况	主要污染指标	水质类别	水质状况	主要污染指标	
沙河营大桥	II	优	/	II	优	/	II	优	/	II	优	/	II	优	/	II	优	/	稳定
断面	2022.11.8-11.9																		
	水质类别								水质状况						主要污染指标				
文川河源头	II								良好						总磷（0.9）				

文川河断面的水质评价结果表明，沙河营大桥断面为 II 类水质，水质状况为优。文川河源头断面水质状况为良好。

4.11.4.2 渭水河水环境质量现状与评价

渭水河 2018~2023 年常规监测断面及本次环评补测断面水质分析评价见本报告 4.4.3 节。评价结果表明，渭水河水质均可达标。

4.11.4.3 汉江水环境质量现状与评价

(1) 汉江干流水质现状

1) 汉江干流监测断面概述

通过收集 2018-2023 年汉江干流上 5 个常规监测断面共 24 项监测项目的监测数据，对汉江流域（梁西渡—蒙家渡段）断面的水质状况进行分析评价。

表 4.11.4-4 汉江干流地表水监测断面

序号	断面名称	断面位置	监测项目	监测单位	备注
1	梁西渡	梁西渡	化学需氧量、氨氮、溶解氧、高锰酸盐指数、生化需氧量、挥发酚、氰化物、砷、汞、六价铬、铅、镉、石油类、总磷、总氮、铜、锌、氟化物、硒、阴离子表面活性剂、硫化物、粪大肠杆菌群、水温、pH 值	汉台区、城固县、洋县环境监测中心站	常规监测
2	汉江桥闸	汉江桥闸			
3	南柳渡	南柳渡			
4	旧汉江大桥	旧汉江大桥			
5	蒙家渡	蒙家渡			

2) 汉江干流水质现状

汉江常规监测断面部分水质指标统计见表 4.11.4-5。

表 4.11.4-6 汉江常规监测断面水质指标统计表

序号	监测项目	年份	梁西渡			汉江桥闸			南柳渡		
			年均值 (mg/L)	超标倍数	Ⅱ类标准限值 (mg/L)	年均值 (mg/L)	超标倍数	Ⅲ类标准限值 (mg/L)	年均值 (mg/L)	超标倍数	Ⅱ类标准限值 (mg/L)
1	化学需氧量	2018	9.0	0	15	/	/	20	10.4	0	15
		2019	9.0	0		9.2	0		9.7	0	
		2020	10.8	0		9.5	0		8.6	0	
		2021	5.8	0		10.3	0		9.8	0	
		2022				7.2	0		7.86	0	
		2023	/	/		/	/		8.67	0	
2	生化需	2018	1.3	0	3	/	/	4	1.5	0	3

	氧量	2019	1.1	0		2.6	0		1.4	0	
		2020	1.1	0		2.1	0		0.9	0	
		2021	0.7	0		2.2	0		0.8	0	
		2022				1.64	0		1.76	0	
		2023	/	/		/	/		1.73	0	
3	氨氮	2018	0.19	0	0.5	/	/	1	0.26	0	0.5
		2019	0.10	0		0.4	0		0.11	0	
		2020	0.29	0		0.3	0		0.14	0	
		2021	0.04	0		0.3	0		0.11	0	
		2022	/	/		0.18	0		0.26	0	
		2023	/	/		/	/		0.24	0	
4	石油类	2018	0.06	0	0.05	/	/	0.05	0.02	0	0.05
		2019	0.01	0		0.03	0		0.01	0	
		2020	0.03	0		0.00	0		0.01	0	
		2021	0.01	0		0.02	0		0.01	0	
		2022	/	/		0.008	0		0.00	0	
		2023	/	/		/	/		0.01	0	
5	TP	2018	0.05	0	0.1	/	/	0.2	0.06	0	0.1
		2019	0.05	0		0.08	0		0.05	0	
		2020	0.06	0		0.06	0		0.06	0	
		2021	0.06	0		0.06	0		0.09	0	
		2022	/	/		0.05	0		0.07	0	
		2023	/	/		/	/		0.06	0	
6	总氮	2018	1.68	/	/	/	/	/	2.02	/	/
		2019	1.82			1.42			2.25		
		2020	2.17			1.46			2.47		
		2021	2.14			1.77			2.65		
		2022	/			2.57			2.21		
		2023	/			/			1.86		
序号	监测项目	年份	旧汉江大桥			蒙家渡					
			年均值 (mg/L)	超标倍数	Ⅲ类标准 限值 (mg/L)	年均值 (mg/L)	超标 倍数	Ⅱ类标准 限值 (mg/L)			
1	化学需氧量	2018	6.5	0	20	8.0	0	15			
		2019	6.7	0		9.5	0				
		2020	7.2	0		8.0	0				
		2021	8.9	0		9.8	0				
2	生化需氧量	2018	2.5	0	4	1.4	0	3			
		2019	2.2	0		1.4	0				

		2020	2.5	0		1.3	0	
		2021	2.1	0		1.7	0	
3	氨氮	2018	0.45	0	1	0.24	0	0.5
		2019	0.37	0		0.24	0	
		2020	0.37	0		0.27	0	
		2021	0.30	0		0.22	0	
4	石油类	2018	0.02	0	0.05	0.03	0	0.05
		2019	0.04	0		0.02	0	
		2020	0.02	0		0.02	0	
		2021	0.02	/		0.02	0	
5	TP	2018	/	/	0.2	0.06	0	0.1
		2019	0.10	0		0.05	0	
		2020	0.06	0		0.04	0	
		2021	0.05	0		0.04	0	
6	总氮	2018	0.63		/	2.74		/
		2019	0.60	/	/	2.71	/	/
		2020	1.00			3.00		
		2021	1.93			2.21		

注：未列出数据均已达到或优于该断面水质目标

分析 2018-2023 年汉江 5 个常规监测断面 24 项监测指标的数据结果表明，梁西渡断面在 2018-2021 年 24 项指标均符合《地表水环境质量标准（GB3838-2002）》II类标准；汉江桥闸断面 2018-2021 年 24 项指标均符合《地表水环境质量标准（GB3838-2002）》III类标准；南柳渡断面在 2018-2023 年 24 项指标均符合《地表水环境质量标准（GB3838-2002）》II类标准；旧汉江大桥断面在 2018-2023 年 24 项指标均符合《地表水环境质量标准（GB3838-2002）》III类标准；蒙家渡断面在 2018-2023 年 24 项指标均符合《地表水环境质量标准（GB3838-2002）》II类标准。

3) 汉江干流各断面及河流水质评价

汉江流域（梁西渡—蒙家渡段）水功能区划为II-III-II-III-II类水质，根据《地表水环境质量评价办法（试行）》中的断面水质评价方法，选取化学需氧量、氨氮、生化需氧量、石油类、总磷共 5 项参评指标，对汉江 5 个常规监测断面的水质类别进行评价，各断面的水质类别、水质状况、主要污染指标及相应的最大超标倍数见表。

表 4.11.4-7 汉江干流断面水质评价结果表

断面	2018 年			2019 年			2020 年			2021 年			2022 年			2023 年			水质变化情况
	水质类别	水质状况	主要污染指标	水质类别	水质状况	主要污染指标	水质类别	水质状况	主要污染指标	水质类别	水质状况	主要污染指标	水质类别	水质状况	主要污染指标	水质类别	水质状况	主要污染指标	
梁西渡	II	优	/	II	优	/	II	优	/	II	优	/	/	/	/	/	/	/	稳定
汉江桥闸	/	/	/	III	良好	/	III	良好	/	III	良好	/	III	良好	/	/	/	/	稳定
南柳渡	II	优	/	II	优	/	II	优	/	II	优	/	II	优	/	II	优	/	稳定
旧汉江大桥	III	良好	/	III	良好	/	III	良好	/	III	良好	/	/	/	/	/	/	/	稳定
蒙家渡	II	优	/	II	优	/	II	优	/	II	优	/			/	/	/	/	稳定

各断面的水质评价结果表明，梁西渡断面为II类水质，水质状况为优；汉江桥闸断面为III类水质，水质状况为良好；南柳渡断面为II类水质，水质状况为优；旧汉江大桥断面为III类水质，水质状况为良好；蒙家渡断面为II类水质，水质状况为优。

(2) 汉江控制断面内主要汇入支流水质现状

汉江支流溢水河（左岸）、党水河（左岸）、沙河（右岸）、堰沟河（右岸）、南沙河（右岸）等在受水区控制单元汇入汉江，本次评价分析了其水质现状。

1) 溢水河监测断面概述

通过收集 2018-2021 年溢水河上 1 个常规监测断面共 24 项监测项目的监测数据，对溢水河流域的水质状况进行分析评价。

表 4.11.4-8 溢水河地表水监测断面

序号	断面名称	断面位置	监测项目	监测单位	备注
1	溢水河入汉江（溢水桥）	溢水河入汉江（溢水桥）	化学需氧量、氨氮、溶解氧、高锰酸盐指数、生化需氧量、挥发酚、氰化物、砷、汞、六价铬、铅、镉、石油类、总磷、总氮、铜、锌、氟化物、硒、阴离子表面活性剂、硫化物、粪大肠杆菌群、水温、pH 值	洋县环境监测站	常规监测

表 4.11.4-9 溢水河监测断面水质指标统计表

序号	监测项目	年份	溢水河入汉江（溢水桥）		
			年均值（mg/L）	超标倍数	II 类标准限值（mg/L）
1	化学需氧量	2018	9.7	0	15
		2019	8.7	0	
		2020	8.7	0	
		2021	6.9	0	
2	生化需氧量	2018	2.4	0	3
		2019	2.3	0	
		2020	2.4	0	
		2021	1.8	0	
3	氨氮	2018	0.22	0	0.5
		2019	0.20	0	
		2020	0.21	0	
		2021	0.23	0	
4	石油类	2018	0.03	0	0.05
		2019	/	/	
		2020	/	/	
		2021	/	/	
5	TP	2018	/	/	0.1
		2019	/	/	
		2020	/	/	
		2021	0.04	0	
6	总氮	2018	/	/	/

	2019	/		
	2020	/		
	2021	1.32		

注：未列出数据均已达到或优于该断面水质目标；/为未检测

分析 2018-2021 年溢水河常规监测断面各项监测指标的数据结果表明，溢水河入汉江（溢水桥）断面在 2018-2021 年监测的各项指标均符合《地表水环境质量标准（GB3838-2002）》II类标准。

2) 党水河监测断面概述

通过收集 2018-2021 年党水河上 1 个常规监测断面共 24 项监测项目的监测数据，对溢水河流域的水质状况进行分析评价。

表 4.11.4-10 党水河地表水监测断面

序号	断面名称	断面位置	监测项目	监测单位	备注
1	党水河入汉江（党河桥）	党水河入汉江口（党河桥）	化学需氧量、氨氮、溶解氧、高锰酸盐指数、生化需氧量、挥发酚、氰化物、砷、汞、六价铬、铅、镉、石油类、总磷、总氮、铜、锌、氟化物、硒、阴离子表面活性剂、硫化物、粪大肠杆菌群、水温、pH 值	洋县环境监测站	常规监测

表 4.11.4-11 党水河监测断面水质指标统计表

序号	监测项目	年份	党水河入汉江（党河桥）		
			年均值（mg/L）	超标倍数	II类标准限值（mg/L）
1	化学需氧量	2018	10.2	0	15
		2019	8.5	0	
		2020	8.2	0	
		2021	9.0	0	
2	生化需氧量	2018	2.3	0	3
		2019	2.4	0	
		2020	2.2	0	
		2021	2.0	0	
3	氨氮	2018	0.34	0	0.5
		2019	0.42	0	
		2020	0.42	0	
		2021	0.33	0	
4	石油类	2018	0.03	0	0.05
		2019	0.02	0	
		2020	0.02	0	
		2021	0.02	0	
5	TP	2018	0.06	0	0.1
		2019	0.06	0	
		2020	0.07	0	
		2021	0.07	0	
6	总氮	2018	0.44	/	/

		2019	1.40		
		2020	1.41		
		2021	0.02		
注：未列出数据均已达到或优于该断面水质目标；					

分析 2018-2021 年党水河常规监测断面各项监测指标的数据结果表明，党水河入汉江（党河桥）断面在 2018-2020 年监测的各项指标均符合《地表水环境质量标准（GB3838-2002）》II类标准。

3）濂水河水质概况

通过收集 2018-2021 年濂水河上 2 个常规监测断面共 24 项监测项目的监测数据，对濂水河流域断面的水质状况进行分析评价。

表 4.11.4-12 濂水河地表水监测断面表

序号	断面名称	断面位置	监测项目	监测单位	备注
1	阳春桥	阳春桥	化学需氧量、氨氮、溶解氧、高锰酸盐指数、生化需氧量、挥发酚、氰化物、砷、汞、六价铬、铅、镉、石油类、总磷、总氮、铜、锌、氟化物、硒、阴离子表面活性剂、硫化物、粪大肠杆菌群、水温、pH 值	南郑县环境监测站	常规监测
2	濂水桥	濂水桥			

表 4.11.4-13 濂水河常规监测断面水质指标统计表

序号	监测项目	年份	阳春桥			濂水桥		
			年均值 (mg/L)	超标倍数	III类标准限值 (mg/L)	年均值 (mg/L)	超标倍数	III类标准限值 (mg/L)
1	化学需氧量	2018	9.6	0	20	9.4	0	20
		2019	8.6	0		10.0	0	
		2020	9.8	0		9.9	0	
		2021	6.4	0		8.4	0	
2	生化需氧量	2018	1.8	0	4	1.6	0	4
		2019	1.8	0		1.5	0	
		2020	2.1	0		1.3	0	
		2021	1.7	0		1.6	0	
3	氨氮	2018	0.27	0	1	0.36	0	1
		2019	0.22	0		0.36	0	
		2020	0.16	0		0.33	0	
		2021	0.19	0		0.30	0	
4	石油类	2018	0.02	0	0.05	0.03	0	0.05
		2019	0.02	0		0.03	0	
		2020	0.02	0		0.03	0	

		2021	0.02	0		0.03	0	
5	TP	2018	0.06	0	0.2	0.08	0	0.2
		2019	0.07	0		0.07	0	
		2020	0.06	0		0.05	0	
		2021	0.03	0		0.05	0	
6	总氮	2018	2.51	/	/	2.58	/	/
		2019	1.97			2.39		
		2020	1.40			2.49		
		2021	2.19			2.30		

注：未列出数据均已达到或优于该断面水质目标

分析 2018-2021 年濂水桥 2 个常规监测断面 24 项监测指标的数据结果表明，阳春桥断面在 2018-2021 年 24 项指标均符合《地表水环境质量标准（GB3838-2002）》Ⅲ类标准；濂水桥断面 2018-2021 年 24 项指标均符合《地表水环境质量标准（GB3838-2002）》Ⅲ类标准。

4) 冷水河水质概况

通过收集 2018-2021 年冷水河上 1 个常规监测断面共 24 项监测项目的监测数据，对冷水河流域断面的水质状况进行分析评价。

表 4.11.4-14 冷水河地表水监测断面表

序号	断面名称	断面位置	监测项目	监测单位	备注
1	冷水桥	冷水桥	化学需氧量、氨氮、溶解氧、高锰酸盐指数、生化需氧量、挥发酚、氰化物、砷、汞、六价铬、铅、镉、石油类、总磷、总氮、铜、锌、氟化物、硒、阴离子表面活性剂、硫化物、粪大肠杆菌群、水温、pH 值	南郑县环境监测站	常规监测

表 4.11.4-15 冷水河常规监测断面水质指标统计表

序号	监测项目	年份	冷水桥		
			年均值 (mg/L)	超标倍数	Ⅲ类标准限值 (mg/L)
1	化学需氧量	2018	7.3	0	20
		2019	7.6	0	
		2020	7.3	0	
		2021	6.1	0	
2	生化需氧量	2018	1.4	0	4
		2019	1.1	0	
		2020	1.3	0	
		2021	1.2	0	

3	氨氮	2018	0.24	0	1
		2019	0.26	0	
		2020	0.30	0	
		2021	0.19	0	
4	石油类	2018	0.02	0	0.05
		2019	0.02	0	
		2020	0.02	0	
		2021	0.02	0	
5	TP	2018	0.05	0	0.2
		2019	0.05	0	
		2020	0.05	0	
		2021	0.04	0	
6	总氮	2018	2.11	/	/
		2019	2.18		
		2020	2.54		
		2021	1.70		

注：未列出数据均已达到或优于该断面水质目标

分析 2018-2021 年冷水河的常规监测断面各项监测指标的数据结果表明，冷水桥断面在 2018-2021 年各项指标均符合《地表水环境质量标准（GB3838-2002）》III类标准。

5）南沙河水质概况

通过收集 2018-2021 年南沙河上 1 个常规监测断面共 24 项监测项目的监测数据，对冷水河流域断面的水质状况进行分析评价。

表 4.11.4-16 南沙河地表水监测断面表

序号	断面名称	断面位置	监测项目	监测单位	备注
1	南沙河桥	南沙河桥	化学需氧量、氨氮、溶解氧、高锰酸盐指数、生化需氧量、挥发酚、氰化物、砷、汞、六价铬、铅、镉、石油类、总磷、总氮、铜、锌、氟化物、硒、阴离子表面活性剂、硫化物、粪大肠杆菌群、水温、pH 值	城固县县环境监测站	常规监测

表 4.11.4-17 南沙河常规监测断面水质指标统计表

序号	监测项目	年份	南沙河桥		
			年均值（mg/L）	超标倍数	III类标准限值（mg/L）
1	化学需氧量	2018	5.8	0	20
		2019	7.0	0	
		2020	6.8	0	
		2021	7.0	0	
2	生化需氧量	2018	2.4	0	4
		2019	5.8	0	

		2020	2.6	0	
		2021	2.4	0	
3	氨氮	2018	0.33	0	1
		2019	0.34	0	
		2020	0.33	0	
		2021	0.28	0	
		2021	0.02	0	
4	石油类	2018	0.02	0	0.05
		2019	0.02	0	
		2020	0.03	0	
		2021	/	/	
5	TP	2018	0.04	0	0.2
		2019	0.08	0	
		2020	0.06	0	
		2021	0.03	0	
6	总氮	2018	0.65	/	/
		2019	0.58		
		2020	0.76		
		2021	1.54		

注：；未列出数据均已达到或优于该断面水质目标

分析 2018-2021 南沙河常规监测断面各项监测指标的数据结果表明，南沙河桥断面在 2018-2021 年各项指标均符合《地表水环境质量标准（GB3838-2002）》III类标准。

（6）堰沟河水质概况

在堰沟河入汉口设置 1 个监测断面，委托汉环集团陕西名鸿检测有限公司于 2022 年 11 月 8 日~11 月 9 日连续 2 天进行现状监测，对堰沟河水质状况进行分析评价。

表 4.11.4-18 堰沟河地表水监测断面表

序号	断面名称	断面位置	监测项目	监测单位	备注
1	堰沟河	堰沟河入汉江口上游 500m	化学需氧量、氨氮、溶解氧、高锰酸盐指数、生化需氧量、挥发酚、氰化物、砷、汞、六价铬、铅、镉、石油类、总磷、总氮、铜、锌、氟化物、硒、阴离子表面活性剂、硫化物、粪大肠杆菌群、水温、pH 值，共 24 项	汉环集团陕西名鸿检测有限公司	补充监测

表 4.11.4-19 堰沟河补充监测断面水质指标统计表

序号	监测项目	堰沟河		
		平均值（mg/L）	超标倍数	III类标准限值（mg/L）
1	化学需氧量	7.0	0	20
2	生化需氧量	1.6	0	4
3	氨氮	0.53	0	1
4	石油类	0.04	0	0.05
5	TP	0.15	0	0.2

6	总氮	1.3	/	/
---	----	-----	---	---

监测结果表明，堰沟河入汉口监测断面，COD、氨氮等其余指标均符合《地表水环境质量标准》（GB3838-2002）Ⅲ类水质标准。

（7）沙河水质概况

在沙河入汉口设置 1 个补充监测断面，委托汉环集团陕西名鸿检测有限公司于 2022 年 11 月 8 日~11 月 9 日连续 2 天进行现状监测，对沙河水质状况进行分析评价。

表 4.11.4-20 沙河地表水监测断面表

序号	断面名称	断面位置	监测项目	监测单位	备注
1	沙河	沙河入汉江口上游 500m	化学需氧量、氨氮、溶解氧、高锰酸盐指数、生化需氧量、挥发酚、氰化物、砷、汞、六价铬、铅、镉、石油类、总磷、总氮、铜、锌、氟化物、硒、阴离子表面活性剂、硫化物、粪大肠杆菌群、水温、pH 值，共 24 项	汉环集团陕西名鸿检测有限公司	补充监测

表 4.11.4-21 沙河补充监测断面水质指标统计表

序号	监测项目	沙河		
		平均值 (mg/L)	超标倍数	Ⅲ类标准限值 (mg/L)
1	化学需氧量	17.0	0	20
2	生化需氧量	4.1	0	4
3	氨氮	1.17	0.2	1
4	石油类	0.07	0	0.05
5	TP	0.17	0	0.2
6	总氮	1.26	/	/

监测结果表明，沙河入汉口监测断面的氨氮超标，超标倍数 0.2，COD、生化需氧量等其余指标均符合《地表水环境质量标准》（GB3838-2002）Ⅲ类水质标准。

4.11.5 受水区主要纳污河流水环境现状水质综合评价

受水区所在区域主要纳污河流有为汉江及其支流文川河、湑水河及汉江部分支流。

文川河沙河营大桥在 2018-2021 年监测的 24 项指标均符合《地表水环境质量标准》（GB3838-2002）Ⅱ类标准。文川河源头在 2022 年补充监测的 24 项指标中总磷超标，超标 0.9 倍，其余指标均符合《地表水环境质量标准》（GB3838-2002）Ⅱ类标准。

湑水河焦岩水库断面 24 项指标均符合《地表水环境质量标准》（GB3838-2002）Ⅲ类标准，原公大桥、桔园、湑水桥断面在 2018-2021 年 24 项指标均符合《地表水环境质量标准》（GB3838-2002）Ⅲ类标准。

汉江梁西渡断面在 2018-2021 年 24 项指标均符合《地表水环境质量标准（GB3838-2002）》II类标准；汉江桥闸断面 2018-2021 年 24 项指标均符合《地表水环境质量标准（GB3838-2002）》III类标准；南柳渡断面在 2018-2021 年 24 项指标均符合《地表水环境质量标准（GB3838-2002）》II类标准；旧汉江大桥断面在 2018-2021 年 24 项指标均符合《地表水环境质量标准（GB3838-2002）》III类标准；蒙家渡断面在 2018-2021 年 24 项指标均符合《地表水环境质量标准（GB3838-2002）》II类标准。

4.11.6 地下水超采情况

以傍河方式沿汉江、褒河布置水源井而设计的布井方案，按照新增 18 万 m³/d 和 20 万 m³/d 两种地下水开采方案，在设定的开采流量开采条件下补给量增量袭夺大部分地下水径流排泄后，主要激发汉江、褒河河流补给，再者少部分来自侧向径流补给的增加，得到的补给量增量均大于其设计开采量，达到稳定开采是有充分补给保障的，也满足最大降深小于 10m 的限制条件，不会对地下水资源及周围机民井产生重大不利影响，风险可控。

4.11.7 土壤环境现状

受水区位于汉江两岸平缓地区，土壤类型主要有潮土、淤土、水稻土、黄壤土、棕壤等，土壤透气透水性好，土层深厚结构良好，肥力较好。

4.11.8 受水区主要环境问题

汉中市地处汉江源头，作为国家“南水北调”中线工程和陕西省“引汉济渭”工程水源涵养地，肩负“一泓清水永续北上”的重要使命。汉中市属水资源相对丰富地区，但汉江总体缺少调蓄工程，水资源调控能力差，工程性缺水和局部区域缺水依然存在。根据文川河、湑水河及汉江干流水质现状评价结果，国控、省控、市控断面全部达标，水质总体优良，全市主要河流水质优良断面比例为 100%，但城镇雨污分流管网改造及沿江镇村生活污水收集管网建设仍然存在短板。

5 环境影响预测与评价

5.1 水资源开发利用影响预测与评价

5.1.1 供水范围及对象

拟建焦岩水利枢纽位于渭水河下游的城固县桔园镇境内，现状年，渭水河下游供水对象为渭水河现有灌区（包括渭惠渠灌区、五门堰灌区、杨填堰灌区和跃进渠灌区）19.58 万亩的农业灌溉用水。

设计水平年工程建成后，经焦岩水利枢纽调蓄，渭水河下游供水对象除了渭水河现有灌区 19.58 万亩灌溉用水外，还将新增渭惠东干渠以北、跃进渠以南 4.5 万亩灌区（以下简称新增灌区）灌溉用水和向石门灌区 17.33 万亩补充灌溉用水，新增汉江北岸平原区的汉中市汉台区、城固县和洋县部分乡镇城市生活和工业供水任务。设计水平年焦岩水利枢纽灌溉面积总计 41.41 万亩。

现状年及设计水平年焦岩水利枢纽灌溉面积统计见表 5.1.1-1。

表 5.1.1-1 现状年及设计水平年焦岩水利枢纽灌溉面积统计表

灌区名称		现状年	设计水平年
渭水河现有灌区	渭惠渠灌区	16.19	16.19
	杨填堰灌区	0.96	0.96
	五门堰灌区	1.10	1.10
	跃进渠灌区	1.33	1.33
石门灌区		/	17.33
新增灌区		/	4.5
合计		19.58	41.41

5.1.2 供水区水资源开发利用现状

5.1.2.1 供水区现状

（1）灌区现状

1) 渭水河现有灌区

渭水河现有灌区包括渭惠渠灌区、五门堰灌区、杨填堰灌区和跃进渠灌区，总灌溉

面积 19.58 万亩。其中渭惠渠灌区自拟建焦岩水利枢纽坝下约 1.4km 处的渭惠渠渠首引水，该渠首为低坝引水枢纽，由浆砌石溢流坝、冲沙闸（东西各两孔）和东、西进水闸（各三孔）组成，控制灌溉面积 16.19 万亩；五门堰灌区位于拟建焦岩水利枢纽坝址下游，渠首位于距县城 16km 处的城固县桔园镇下街村，由拦河坝、进水五洞、460m 引渠、冲砂闸、进水闸组成，控制灌溉面积 1.10 万亩；杨填堰灌区位于城固县宝山镇，渠首距城固县城约 7km，于渭水河上设低堰自流引水灌溉，控制灌溉面积 0.96 万亩；跃进渠灌区目前自渭水河一级支流板凳河引水，渠首为一低坝，属径流无调节式低坝引水，控制灌溉面积 1.33 万亩，焦岩水利枢纽建成后，将淹没该引水渠首，改自焦岩水利枢纽坝址处引水。

2) 石门灌区

石门灌区位于汉中市城区周边，现状灌区灌溉水源主要由褒河石门水库供给，现状有效灌溉面积 45 万亩。石门灌区为水稻灌区，灌溉需水量较大，但石门水库库容偏小（现状库容系数仅为 0.034）、库区淤积严重，加之为了保护石门水库下游生态环境，目前石门水库从最初的不考虑下泄生态流量，调整为按其坝址断面多年平均流量的 10% 下泄生态流量，致使石门灌区水资源供需矛盾更加突出。

3) 新增灌区

新增灌区主要灌溉渭惠东干渠以北、跃进渠以南地带，高程在 510m~557.6m 之间，灌溉面积 4.5 万亩。该区大部分耕地为旱地，以种植玉米、小麦及其他旱作物为主，原有百余口水塘因淤积而报废，由于缺乏稳定灌溉水源，粮食产量低。

(2) 城镇供水水源现状

1) 城乡供水范围

按照资源统管、区域协调、城乡统配、突出重点的水资源配置方针，“优先采用地表水”水源选择原则，综合考虑工程区附近各区县社会经济产业布局、水源工程布局及经济合理性等因素，确定焦岩水利枢纽城乡供水范围为汉江以北的平原地区，涉及汉台区、城固县和洋县城区和部分乡镇。

焦岩水利枢纽城

乡供水范围统计见表 5.1.2-1。

表 5.1.2-1 焦岩水利枢纽城乡供水范围表

区（县）	城（乡）镇数量	供水范围	
汉台区	13	城区	北关街道、东关街道、东大街街道、汉中路街道、中山街街道、七里街道、龙江街道、鑫源街道、铺镇、老君镇、徐望镇
		乡镇	武乡镇、汉王镇
城固县	9	城区	博望街道、莲花街道、龙头镇、沙河营镇、柳林镇
		乡镇	文川镇、老庄镇、桔园镇、原公镇
洋县	4	城区	戚氏街道
		乡镇	马畅镇、溢水镇、谢村镇

2) 现状供水水源

①城区水源

现状汉台区城区用水主要由汉中市国中自来水有限公司（包括汉中市一水厂和二水厂）和分散水源供水，城固县城用水主要由城固县城自来水公司（包括县自来水厂和第二水厂）和分散水源供水，洋县县城用水主要由县城水厂和分散水源供水，分散水源规模小，数量多，保证率偏低。

A.汉中市一水厂：水源为西郊水源地，原设计日供水能力为 3.0 万 m^3/d 。1998 年经扩建改造后已形成日供水 5.0 万 m^3/d 供水能力，但由于水源地靠近中心城区，近年来随着城市建设规模的不断扩展，部分水源井被迫报废，水源地保护范围日益缩减，目前的极限采水量尚不足 4.0 万 m^3/d ，供水范围主要是老城区的西郊。

B.汉中市二水厂：水源地为东郊水源地，设计日供水能力为 6.0 万 m^3/d ，2001 年开始投入使用。但由于近年来随着城市建设规模的不断扩展，尤其是新一轮“双百”城市总体规划已将其水厂及水源地全部纳入到了城市建设用地范围，部分水源井被迫报废，水源地保护范围日益缩减，目前的极限采水量尚不足 5.0 万 m^3/d ，年取水 1474 万 m^3 ，供水范围主要是老城区的东郊。

C.城固县自来水厂：水源为地下水，设计日供水能力 1.5 万 m^3/d 。为解决水源不足，1995 年扩建，增加日供水量 0.5 万 m^3/d ，并修建 1km 长的管道输入现水厂，处理后加压输入配水管网，最大供水量达到 2.0 万 m^3/d ，随着城市的发展，部分水源井被迫报废，现状供水能力 1.5 万 m^3/d ，年取水 442 万 m^3 ，供水范围主要是城固县城。

D.城固县第二水厂：水源为地下水，设计日供水能力 3.0 万 m^3/d ，设计年取水 884 万 m^3 ，供水范围为城固县城及周边。

E.洋县县城水厂：水源为党河水库，设计日供水能力 2.0 万 m^3/d ，年取水 590 万 m^3 ，供水范围为洋县县城。

F.分散水源：根据汉中市水利局提供的城乡供水工程统计，分散水源较多，以地下水为主，规模均较小。地表水供水工程主要有位于汉台区龙江街道办的黄坝堰水库、宋家桥水库、陈家山水库，3 座小（2）型水库多年平均供水量为 187 万 m^3 。

② 乡镇水源

乡镇现状供水水源包括地表水和地下水，以地下水为主。地表水供水工程主要包括位于汉台区武乡镇的寺沟水库、庙沟水库、马堰沟水库、狮子头水库、背坡水库、黎明水库，6 座小（2）型水库多年平均供水量为 216 万 m^3 ；城固县老庄镇的千山水库，千山水库为小（1）型水库，多年平均供水量为 138 万 m^3 ；洋县溢水镇的大口井，多年平均供水量为 19 万 m^3 。地下水水源较多且分散，规模较大的有位于洋县马畅镇的 307 地下水源地、谢村镇的 405 地下水源地。

A.千山水厂：水源为千山水库，设计供水规模 1.0 万 m^3/d ，年取水 295 万 m^3 ，向老庄镇、柳林镇（包括陕飞公司、柳林航空智慧新城）等村镇及工矿企业供水。水厂现状供水规模为 0.5 万 m^3/d ，年供水量为 147 万 m^3 。

B. 307 水厂：水源为 307 地下水源地，设计日供水量 1.0 万 m^3/d ，年取水 295 万 m^3 。供水范围为 307 社区及周边农村，供水人口约 0.2 万人，供水对象为生产、生活用水。

C. 405 水厂：水源为 405 地下水源地，设计日供水量 3.0 万 m^3/d ，年取水 884 万 m^3 。供水范围为 405 社区及周边农村，供水人口约 2 万人，供水对象为生产、生活用水。

D. 分散地下水源：分散的地下水供水工程多年平均供水量为 1315 万 m^3 。

5.1.2.2 现状灌溉水资源供需平衡分析

（1）渭水河现有灌区

根据长系列 1957 年～2019 年的径流调节计算成果，现状年在河道生态流量不能完全保证的情况下，渭水河现有灌区灌溉保证率仅为 54.1%。50% 和 75% 来水频率及多年

平均情况下，渭水河现有灌区水资源开发利用情况统计见表 5.1.2-2。

表 5.1.2-2 渭水河现有灌区地表水资源利用情况统计表 单位：万 m³

频 率	河道 来水	灌区 需水	实际 供水	下泄 水量	缺水 量	地表水资源开发利 用率
P= 50%	91799. 3	16208. 1	1617 7.6	75621 .7	30.5	17.6%
P= 75%	70377. 4	18487. 5	1692 9.1	53448 .3	1558. 4	24.1%
多 年 平 均	96493. 8	16645. 8	1521 7.3	81276 .5	1428. 5	15.8%

由表 5.1.2-2 可以看出：

1) 50%来水频率下，渭水河下游河道来水 91799.3 万 m³，现有灌区需水 16208.1 万 m³，实际供水 16177.6 万 m³，缺水 30.5 万 m³，水资源开发利用率 17.6%。

2) 75%来水频率下，渭水河下游河道来水 70377.4 万 m³，现有灌区需水 18487.5 万 m³，实际供水 16929.1 万 m³，缺水 1558.4 万 m³，水资源开发利用率 24.1%。

3) 多年平均情况下，渭水河下游河道来水 96493.8 万 m³，现有灌区需水 16645.8 万 m³，实际供水 15217.3 万 m³，缺水 1428.5 万 m³，水资源开发利用率 15.8%。

(2) 石门灌区

石门灌区位于汉中市城区周边，现状灌区灌溉水源主要为褒河石门水库，有效灌溉面积 45 万亩。因石门水库库容偏小（现状库容系数仅为 0.034）、库区淤积严重，而石门灌区为水稻灌区，灌溉需水量较大，加之为了保护石门水库下游生态环境，目前石门水库从最初的不考虑下泄生态流量调整为按其坝址断面多年平均流量的 10% 下泄生态流量，致使石门灌区水资源供需矛盾更加突出。

根据长系列 1957 年～2019 年的径流调节计算成果，现状年石门灌区灌溉保证率仅为 46.7%。50%和 75%来水频率及多年平均情况下，石门灌区水资源开发利用情况统计

见表 5.1.2-3。

表 5.1.2-3 石门灌区水资源利用情况统计表 单位：万 m³

频率	河道来水	灌区需水	实际供水	缺水量
P=50%	85100.7	41837.4	37310.7	4526.7
P=75%	66735.6	41837.4	30034.3	11803.1
多年平均	104686.0	39711.1	32545.5	7165.6

由表 5.1.2-3 可以看出：

1) 50%来水频率下，石门水库来水 85100.7 万 m³，石门灌区需水 41837.4 万 m³，实际供水 37310.7 万 m³，缺水 4526.7 万 m³。

2) 75%来水频率下，石门水库来水 66735.6 万 m³，石门灌区需水 41837.4 万 m³，实际供水 30034.3 万 m³，缺水 11803.1 万 m³。

3) 多年平均情况下，石门水库来水 104686.0 万 m³，石门灌区需水 39711.1 万 m³，实际供水 32545.5 万 m³，缺水 7165.6 万 m³。

5.1.2.3 现状城乡用水水资源供需平衡分析

遵循《陕西省地方标准行业用水定额》（DB61/T 943-2020）、《村镇供水工程技术规范》（SL310-2019）、《室外给水设计标准》（GB50013-2018）等相关规范要求，并结合区域社会经济发展、产业布局等，考虑供水区城乡居民生活用水、牲畜用水、工业用水、公共建筑用水以及浇洒道路和绿地用水需求，经计算，工程供水区现状城乡供水供需平衡分析见表 5.1.2-4。

表 5.1.2-4 供水范围内现状城乡供水供需平衡分析表 单位：万 m³

区域		需水量（万 m ³ ）		供水量（万 m ³ ）		缺水量（万 m ³ ）		缺水率（%）	
		多年平均	P=95%	多年平均	P=95%	多年平均	P=95%	多年平均	P=95%
汉台区	城区	4750	4750	4123	4126	627	625	13%	13%
	乡镇	276	276	350	353	0	0	0%	0%
	小计	5026	5026	4473	4478	627	625	12%	12%

区域		需水量 (万 m ³)		供水量 (万 m ³)		缺水量 (万 m ³)		缺水率 (%)	
		多年平均	P=95%	多年平均	P=95%	多年平均	P=95%	多年平均	P=95%
城固县	城区	1988	1988	1898	1898	91	91	5%	5%
	乡镇	720	720	764	766	0	0	0%	0%
	小计	2708	2708	2662	2664	91	91	5%	5%
洋县	城区	1058	1058	1204	1207	0	0	0%	0%
	乡镇	472	472	531	531	0	0	0%	0%
	小计	1531	1531	1735	1737	0	0	0%	0%

由表 5.1.2-4 可以看出, 现状年工程供水范围内汉台区城区和城固县城区缺水, 其中汉台区城区多年平均缺水 627 万 m³、缺水率 13%, 城固县城区多年平均缺水 91 万 m³、缺水率 5%。

5.1.3 设计水平年水资源利用分析

5.1.3.1 设计水平年供水区城乡供水水源分析

(1) 现状供水水源

现状工程供水区城区水源主要包括汉中市一水厂、汉中市二水厂、城固县自来水厂、城固县第二水厂、洋县县城水厂和各分散水源, 随着城市规模不断扩大与发展, 至设计水平年 2035 年, 因汉中市一水厂、汉中市二水厂、城固县自来水厂和城固县第二水厂 4 个水源地保护压力较大, 且出水量衰减, 不满足用水需求, 以上 4 个水源地将报废, 仅保洋县县城水厂和汉台区龙江街道办的黄坝堰水库、宋家桥水库、陈家山水库 3 座分散地表水源, 而分散地下水水源均转为备用水源。

现状工程供水区乡镇水源主要包括千山水厂、307 水厂、405 水厂和分散地下水水源, 至设计水平年 2035 年, 仅保留千山水厂水源, 其余水源均转为备用水源。

供水区城乡水源情况统计见表 5.1.3-1。

表 5.1.3-1 设计水平年工程供水区水源情况统计表

分区		水源名称	水源地类型	设计水平年水源地保留情况
城区	汉台区	汉中市一水厂	地下水	报废
		汉中市二水厂	地下水	报废
	城固县	城固县自来水厂	地下水	报废

		城固县第二水厂	地下水	报废
	洋县	洋县县城水厂	地表水	保留
	地下水分散水源		地下水	转为备用
乡镇		千山水厂	地表水	保留
		307 地下水源地	地下水	转为备用
		405 地下水源地	地下水	转为备用

(2) 在建及规划水源

根据汉中市和各区县水利发展十四五规划，本工程城乡供水范围内在建及规划水源包括汉台区的长林水厂（汉中市中心城区江北区域城市供水建设项目）和石门水厂（石门水库供水工程）两处水源。

1) 长林水厂

即汉中市中心城区江北区域城市供水建设项目，水源为长林水源地，供水范围为汉中兴元汉文化国家旅游休闲度假区及河东店镇、宗营镇、龙江街道办事处、褒河物流园区、创智产业园区，主要用于生活和工业用水。设计水平年 2035 年，长林水源地向焦岩水利枢纽供水范围内供水量为 4646 万 m^3 。

2) 石门水厂

即石门水库供水工程，于 2000 年正式开工建设，设计规模为 10 万 m^3/d ，已于 2015 年建设完工。根据石门水库供水工程相关批复文件，石门水库供水工程主要作为汉中市中心城区的备用水源，因此，该水源可供水量不纳入设计水平年供需平衡分析。

(3) 设计水平年再生水利用量分析

根据国家及省市对再生水利用的要求，结合《2019 年汉中市水资源公报》、《汉中市水利建设“十四五”规划》等，至设计水平年 2035 年，供水范围内汉台区生活和城镇公共需水总量为 5596 万 m^3 ，再生水可利用量为 1343 万 m^3 ；城固县生活和城镇公共需水总量为 2304 万 m^3 ，再生水可利用量为 553 万 m^3 ；至设计水平年 2035 年，洋县生活和城镇公共需水总量为 504 万 m^3 ，再生水可利用量为 121 万 m^3 。

(4) 设计水平年城乡可供水总量

设计水平年 2035 年，供水范围内城乡可供水量为现状可供水量加规划水源工程可供水量和再生水可利用量，并扣除地下水源转为备用水源的可供水量，确定设计水平年各区县可供水量。

设计水平年供水范围内城乡可供水量详见表 5.1.3-2。

表 5.1.3-2 错误!未找到引用源。设计水平年供水范围内城乡可供水量 单位：
万 m³

区域		地表水		地下水		其他水源		供水量合计	
		多年平均	P=95%	多年平均	P=95%	多年平均	P=95%	多年平均	P=95%
汉台区	城区	187	190	4646	4646	1272	1272	6105	6107
	乡镇	216	219	0	0	71	71	287	290
	合计	403	409	4646	4646	1343	1343	6392	6398
城固县	城区	0	0	0	0	409	409	409	409
	乡镇	145	147	0	0	144	144	289	291
	合计	145	147	0	0	553	553	698	700
洋县	城区	156	158	0	0	31	31	187	189
	乡镇	19	20	0	0	90	90	109	109
	合计	175	178	0	0	121	121	296	299

5.1.3.2 设计水平年供水区城乡用水供需平衡分析

设计水平年 2035 年，多年平均和 95% 来水频率下供水区城乡用水供需平衡分析见表 5.1.3-3。

表 5.1.3-3 设计水平年焦岩枢纽建成前供水区城乡供水供需平衡分析表

单位：万 m³

区域		需水量		供水量		缺水量		缺水率 (%)	
		多年平均	P=95%	多年平均	P=95%	多年平均	P=95%	多年平均	P=95%
汉台区	城区	8455	8455	6105	6107	2350	2348	28%	28%
	乡镇	501	501	287	290	214	211	43%	42%
	小计	8957	8957	6392	6398	2546	2559	29%	29%
城固县	城区	3291	3291	409	409	2882	2882	88%	88%
	乡镇	1159	1159	289	291	870	868	75%	75%
	小计	4450	4450	698	700	3752	3750	84%	84%
洋县	城区	1299	1299	187	189	1112	1110	86%	85%
	乡镇	590	590	109	109	481	481	82%	81%
	小计	1889	1889	296	299	1593	1591	84%	84%

从表 5.1.4-3 可以看出，设计水平年 2035 年，在不考虑焦岩水利枢纽供水的情况下，供水区城区和乡镇均有不同程度的缺水，其中缺水最为严重的为城固县和洋县，缺水率

达到 84%，迫切需要兴建焦岩水利枢纽为其提供水源保证，满足区域城乡发展要求。

5.1.3.3 工程建成后水资源利用变化分析

(1) 流域水资源开发利用率变化

根据现有《渭水河流域综合规划》成果，规划水平年 2035 年渭水河流域供水对象包括周至县、太白县、汉台区、洋县和城固县生活用水、一产（农田灌溉、林果和畜牧）用水、二产（工业和建筑业）用水、三产用水和河道外生态用水，供水总量为 3.10 亿 m^3 ，50% 来水频率下地表水资源开发利用为 33.7%。

(2) 焦岩水利枢纽供水范围水资源利用率变化

现状年，焦岩水利枢纽坝址控制供水区域地表水资源以下游灌区灌溉用水为主，50% 来水频率下水资源开发利用率为 17.6%。75% 来水频率下，渭水水资源开发利用率为 24.1%。多年平均情况下，水资源开发利用率为 15.8%。

焦岩水利枢纽所在区域属于湿润和半湿润地区，区内地下水主要由降水和地表水补给。由于降水和地表水地域分布不均衡，造成区域地下水分布不均。现状区域地下水源地多位于城市建成区，水源地保护压力大。随着汉中平川区域发展，地下水源地集中供水存在重大供水保障风险，且地下水分布分散，不利于集中开发，加之汉中市是南水北调中线工程和引汉济渭工程等跨流域引调水工程的水源涵养地，地下水的长期开采不利于区域水源涵养，因此，地下水水源不宜作为供水区灌溉和城乡供水水源。

根据《汉中市水资源保护利用专项规划》，至 2035 年具备地表水集中供水的区域，逐步将地下水集中供水水源转为备用，新建的长林地下水水源地保留；现状东郊水源地、西郊水源地、城固县城水源地位于城区，随着城市发展，水源地保护压力较大，且水源地出水量逐渐衰减，至 2035 年报废；现状 307 水源地、405 水源地及乡镇供水工程等，在焦岩水库集中供水区域内的地下水源地转为备用，实现双水源供水，提高乡镇供水保证率。

设计水平年 2035 年，为充分合理利用当地水资源，供水区一方面对当地已建水源工程进行挖潜配套、节水治污，另一方面通过兴建焦岩水利枢纽工程，与规划或已建的大中小型蓄水工程、引水骨干工程联合运行满足区域灌溉和城乡供水需求。设计水平年供水区水资源配置示意图如下。

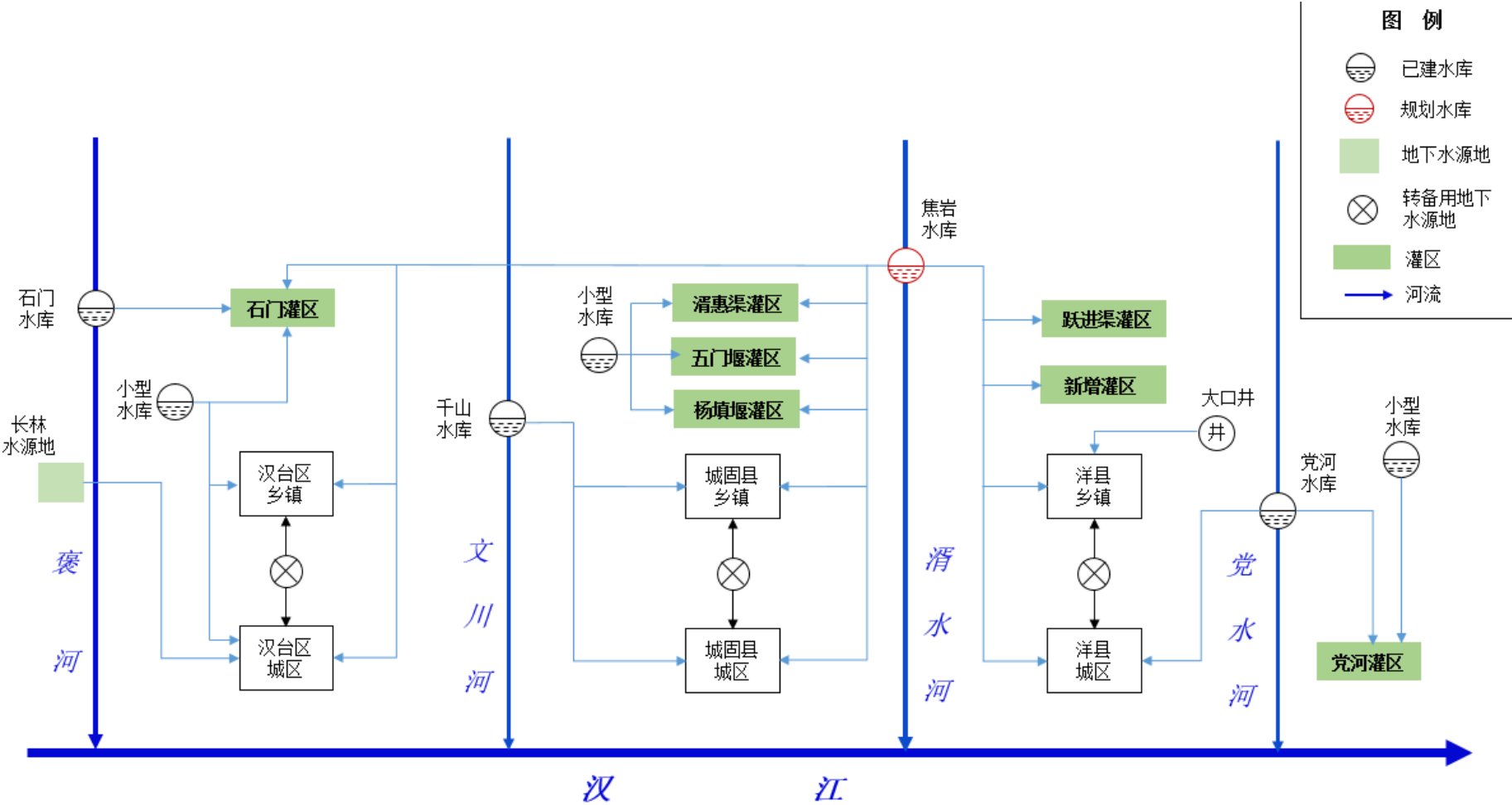


图 5.1.3-1 2035 年受水区内水资源配置示意图

根据工程径流调节计算成果，以焦岩水利枢纽坝址为计算节点，将工程供水区需水全部概化至焦岩水利枢纽坝址断面，50%和 75%来水频率和多年平均情况下，设计水平年焦岩水利枢纽供水范围内水资源分配情况见表 5.1.3-4。

表 5.1.3-4 设计水平年焦岩水利枢纽供水范围水资源分配情况统计表 单位：万 m³

频率 项目		P=50%	P=75%	多年平均
入库水量		91799.3	74233.8	98102.0
蒸发渗漏量		3104.0	2266.5	2776.0
生态水量		23266.2	22847.3	22790.0
可利用水量		65429.1	49120.0	72536.0
需水量	城乡需水	8840.0	8840.0	8840.0
	灌溉需水	15093.6	17994.1	16686.0
	合计	23933.6	26834.1	25526.0
供水量	城乡供水	8840.0	8840.0	8711.0
	灌溉供水	15093.6	17994.1	15298.0
	合计	23933.6	26834.1	24009
余水量（坝址下泄）		64761.7	45133.2	71317.0
其中：生态水量		23266.2	22847.3	22790.0
地表水资源开发利用率		26.1%	36.1%	24.5%

50%来水频率下，焦岩水利枢纽坝址断面来水 91799.3 万 m³，扣除水库蒸发渗漏损失和坝址断面生态水量泄放要求后，坝址断面可利用地表水量 65429.1 万 m³，工程供水范围内灌区和城乡生活、工业需水总量为 23933.6 万 m³，地表水实际供水 23933.6 万 m³，较现状增加 7756.0 万 m³，供水灌区需水和城乡生活、工业需水得到满足，焦岩水利枢纽坝址断面下泄水量 64761.7 万 m³（含生态水量 23266.2 万 m³），地表水资源开发利用率 26.1%。

75%来水频率下，焦岩水利枢纽坝址断面来水 74233.8 万 m³，扣除水库蒸发渗漏损失和坝址断面生态水量泄放要求后，坝址断面可利用地表水量 49120.0 万 m³，工程供水范围内灌区和城乡生活、工业需水总量为 26834.1 万 m³，地表水实际供水 26834.1 万 m³，较现状增加 9905.0 万 m³，供水灌区需水和城乡生活、工业需水得到满足，焦岩水利枢纽坝址断面下泄水量 45133.2 万 m³（含生态水量 22847.3 万 m³），地表水资源开发利用率 36.1%。

多年平均情况下，焦岩水利枢纽坝址断面来水 98102.0 万 m³，扣除水库蒸发渗漏损失和坝址断面生态水量泄放要求后，坝址断面可利用地表水量 72536.0 万 m³，工程供水

范围内灌区和城乡生活、工业需水总量为 25526.0 万 m^3 ，地表水实际供水 24009 万 m^3 ，较现状增加 8791.7 万 m^3 ，供水灌区和城乡生活、工业缺水 1517 万 m^3 ，焦岩水利枢纽坝址断面下泄水量 71317.0 万 m^3 （含生态水量 22790 万 m^3 ），地表水资源开发利用率为 24.5%。

综上，设计水平年，焦岩水利枢纽控制灌区虽采取了调整种植业结构、提高灌溉水利用效率等一系列节水措施，但因增加了 4.5 万亩新增灌区灌溉用水、石门灌区 17.33 万亩补充灌溉用水，以及汉中市汉台区、城固县及洋县城区和部分乡镇城市生活和工业供水，致使焦岩水利枢纽控制区域水资源利用率较现状有所提高，多年平均情况下水资源利用率由现状的 15.8% 提高到了 24.5%。

5.2 生态流量确定及保障程度分析

5.2.1 生态流量确定

5.2.1.1 流域生态流量要求

根据《长江经济带生态环境保护规划》和《长江保护修复攻坚战行动计划》要求，长江干支流主要控制断面生态基流占多年平均流量的15%左右。

流域现存马家沟水电站、白果树水电站、狮坝水电站在运行期定期定时下泄一定量的生态用水，保证枯水期下游河段不断流和水生生物的生态用水，依据政府部门批复的维护河流水生生态环境最小生态流量要求，结合生态环境实际情况，马家沟水电站坝址处生态流量不小于 $2.1\text{m}^3/\text{s}$ ，白果树水电站坝址处生态流量不小于 $2.23\text{m}^3/\text{s}$ ，狮坝水电站坝址处生态流量不小于 $2.28\text{m}^3/\text{s}$ 。

5.2.1.2 坝下生态流量确定

本项目位于涪水河国家级水产种质资源保护区实验区，坝址下游分布有鱼类产卵场，工程运行后应重点保障下游河道水生生态环境需水。根据水利部 2014 年 2 月发布的中华人民共和国水利行业标准《河湖生态环境需水计算规范》（SL/T 712-2021）中关于生态环境需水量计算相关规定，采取多种方法来计算生态需水量。

（1）蒙大拿法（Tennant 法）

坝址多年平均流量 $32.7\text{m}^3/\text{s}$ 。径流年内分配不均匀，枯水期为 11-4 月，径流量占年

径流量的 16.2%，丰水期为每年 5 月~10 月，径流量占全年径流量的 83.8%。此外，涪水河主要保护对象鱼类多鳞白甲鱼、大眼鳊、汉水扁尾薄鳅等产卵季节多数为 5 月~7 月。

根据《河湖生态环境需水计算规范》，参考 tennant 法保护鱼类、野生动物、娱乐和有关环境资源的河流流量状况的要求，下游生态流量枯水期（11-4 月）占多年平均流量的 10%，即 $3.27\text{m}^3/\text{s}$ ，丰水期（5-10 月）占多年平均流量的 30%，即 $9.81\text{m}^3/\text{s}$ 。

（2） Q_p 法

Q_p 法采用每年的最枯月流量排频，选择 90% 频率下的最枯月平均流量作为生态流量。根据焦岩水库下坝址处 1957~2019 年的 63 年长系列数据，坝址处最枯月流量为 $2.21\text{m}^3/\text{s}$ 。

（3）湿周法

湿周法以浅滩断面湿周一流量曲线上的拐点对应的流量作为生态需水量建议值。

1) 计算地形

本次计算地形采用焦岩水库坝址至涪水河入汉江汇口处地形，共监测有 49 个横断面数据。河流中尺度生境一般划分为：深潭、浅滩等几种类型。49 个断面中，其中 20 个断面为深滩断面，其他 29 个断面为浅滩断面。

根据上述浅滩断面的判定原则，结合河床情况和焦岩水库水生生态调查与评价报告，在坝下消落河段内选择 1#、2#、3# 共 3 个断面作为典型断面进行生态需水量的湿周法分析，断面位置见图 5.2.1-1，图中河道深泓线采用的是 3 次曲线拟合。

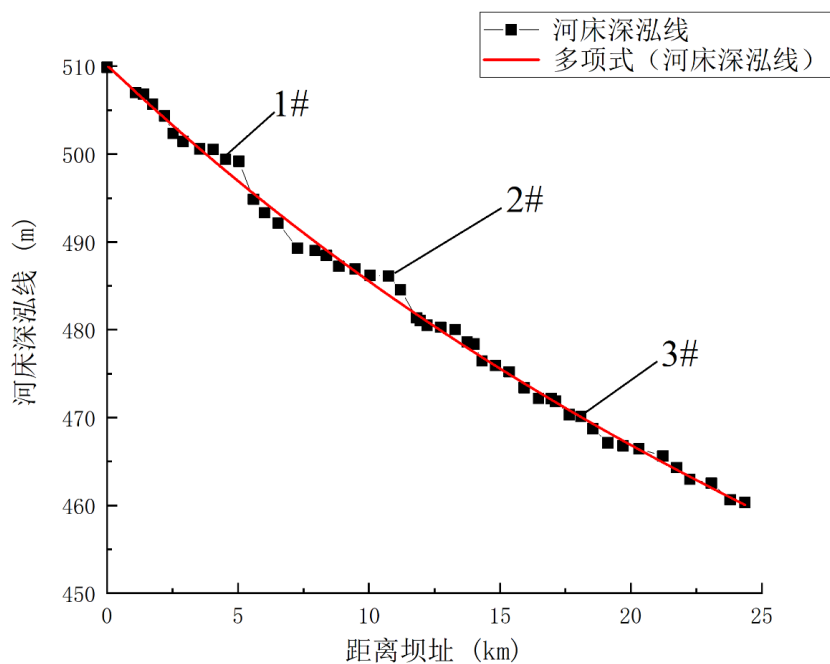


图 5.2.1-1 影响河段纵向深泓线变化与典型断面位置分布图

2) 湿周法模拟计算分析

湿周法以浅滩断面湿周一流量曲线上的拐点对应的流量作为生态需水量建议值，对于拐点明显的，采用从图中直接判定；对于拐点不明显的，则采用斜率为 1 法判定。

下图为 3 个典型浅滩断面的湿周-流量曲线，图中湿周率、相对流量以多年平均流量下的湿周长、流量作为 100% 计算所得。

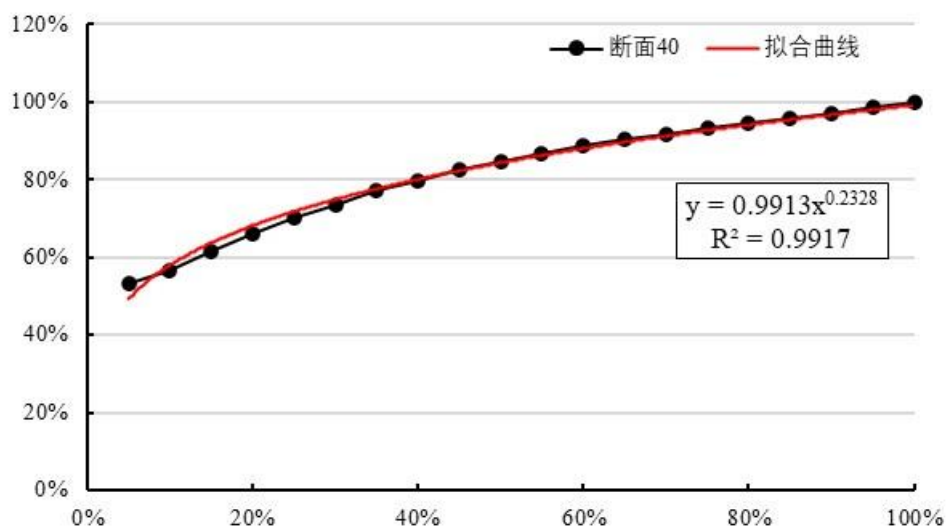


图 5.2.1-2 断面 40 湿周-流量关系曲线

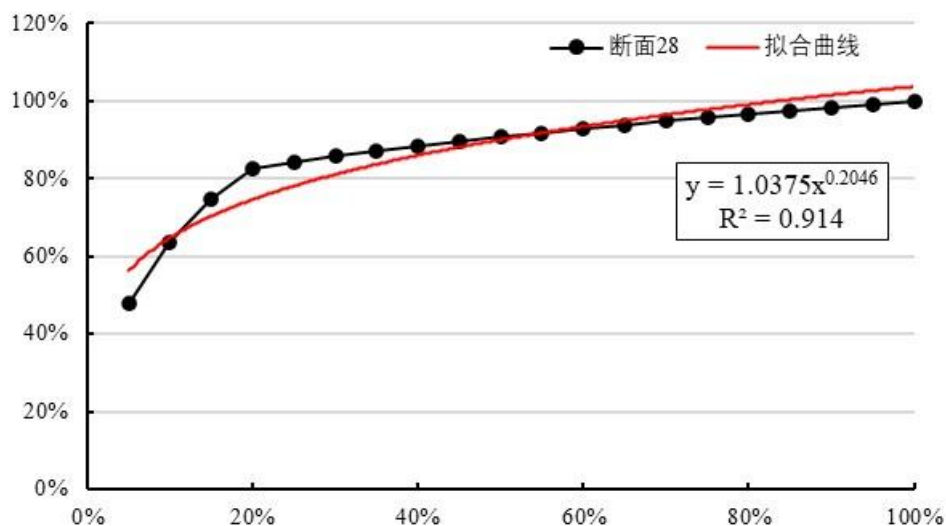


图 5.2.1-3 断面 28 湿周-流量关系曲线

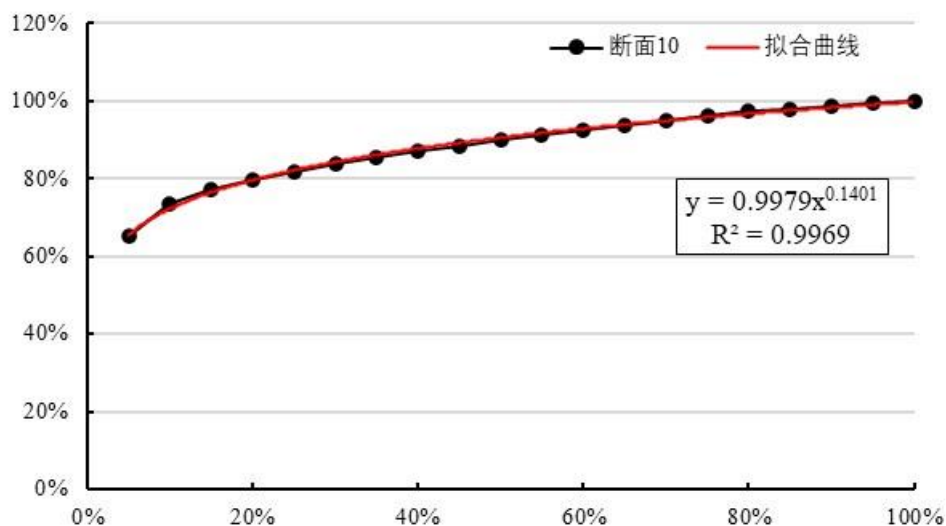


图 5.2.1-4 断面 10 湿周-流量关系曲线

结合河床情况和焦岩水库水生生态调查与评价报告,在坝下消落河段内选择 1#、2#、3#共 3 个断面作为典型断面进行生态需水量的湿周法分析。通过对焦岩水库坝下 3 个典型浅滩断面的湿周-流量曲线进行拐点判定,湿周法计算结果见表。

表 5.2.1-1 三个代表断面湿周法估算结果

断面	拐点对应流量		相应流量下断面水力参数				
	占多年平均流量的比例 (%)	流量 (m³/s)	水面宽 (m)	平均水深 (m)	最大水深 (m)	流速 (m/s)	湿周率 (%)
40	13.4	4.40	42.76	0.72	1.23	0.14	61.34
28	12.9	4.22	45.43	0.23	0.49	0.40	73.28

断面	拐点对应流量		相应流量下断面水力参数				
	占多年平均流量的比例(%)	流量 (m ³ /s)	水面宽 (m)	平均水深 (m)	最大水深 (m)	流速 (m/s)	湿周率 (%)
10	9.1	3.00	44.94	0.41	0.79	0.16	73.62

注:本表中的湿周率指的是相应流量下的湿周长与多年平均流量(Q=32.7m³/s)下湿周长的比值。

从表可以看出,各断面拐点对应的流量在 3.00m³/s~4.40m³/s 之间,湿周法的结果受断面形状影响大。湿周法主要是在河道外用水和河流栖息地之间进行权衡,以期尽可能多地保护栖息地。综合以上对比,把 4.40m³/s 作为湿周法推荐的生态需水流量值。

(4) 生态水力学法

焦岩水库建成后坝址下游 24km 的河道将出现不同程度的减水现象,即过水断面的面积、水深、水面宽、湿周、平均水深、水温等水力要素将随着流量的减小而发生变化,针对特定的河段,进行生态水力模型模拟。

1) 鱼类适宜生境的水力学参数分析

焦岩水库坝址至汇口处河长约 24km,河道平均比降为 2.0‰。坝址多年平均流量 32.7m³/s。研究河段纵向蜿蜒性、起伏性使得河道形成主流、支沟、河湾、急湍流及缓慢流等丰富多样的生境。

研究河段河谷多呈“V”字型及“U”字型,谷底总体相对狭窄,一般宽 20m~150m。

针对工程研究河段面临的生态环境问题,本研究确定表征鱼类生境质量的微生境包括流速、水深、水面宽、湿周率、水面面积等基本水力学参数,中生境包括水流流态、深潭、浅滩等衍生水力学参数,大生境包括水温等。

根据工程研究河段鱼类的体长、食性、繁殖要求、三场分布等生态学习性及鱼类生境原有水力学条件分析,结合水生生物学家的研究成果,以湿周法的水力参数标准为参照,确定了研究河段鱼类生境适宜的水力学参数标准。

表 5.2.1-2 生态水力学法确定大型河流最小流量的水力生境参数标准

生境参数指标	最低标准	累计河段的长度百分比/%
最大水深	鱼类体长的 2~3 倍	90
平均水深	≥0.3m	90
平均速度	≥0.3m/s	90
水面宽度	≥30m	90

生境参数指标	最低标准	累计河段的长度百分比/%
湿周率	$\geq 50\%$	90
水域水面面积	70%	《水电工程生态流量计算规范》(NB/T 35091-2016)规定,不同流量下水域水面面积占枯水期(11-4月)多年平均流量($11.8\text{m}^3/\text{s}$)下水域面积百分比。
水温	适宜鱼类生存、繁殖	
生境形态指标	概念界定	
急流	平均流速 $\geq 1\text{m/s}$	段数无较大变化,急流、较急流段累计河段长度减少 <20
较急流	平均流速 $0.5\sim 1\text{m/s}$	
较缓流	平均流速 $0.3\sim 0.5\text{m/s}$	
缓流	平均流速 $\leq 0.3\text{m/s}$	
深潭	最大水深 $\geq 10\text{m}$	个数无较大变化
浅滩	河岸边坡 $\leq 10^\circ$, 5m 范围内水深 $\leq 0.5\text{m}$	

注:适用于大中型河流内的水生生物所需生态流量的计算,对中型河流,上述标准适当降低,渭水属中型河流,可适当降低标准。

2) 计算工况

下泄流量分别取多年平均流量($32.7\text{m}^3/\text{s}$)的5%、10%、12%、15%、18%、20%、25%,即 $1.62\text{m}^3/\text{s}$ 、 $3.25\text{m}^3/\text{s}$ 、 $3.90\text{m}^3/\text{s}$ 、 $4.87\text{m}^3/\text{s}$ 、 $5.85\text{m}^3/\text{s}$ 、 $6.5\text{m}^3/\text{s}$ 、 $8.12\text{m}^3/\text{s}$ 。

区间无支流汇入,年内流量变化对总体河道流量影响不大,故汇入流量取平水年年均流量。共7个流量,对应7个计算工况。

采用一维明渠恒定非均匀渐变流方程计算研究河段不同流量时过水断面的面积、水深、水面宽、湿周、平均水深等水力学参数值。

3) 计算结果

a) 微生境计算结果分析

A、水深

当下泄流量为 $1.62\text{m}^3/\text{s}$ 、 $3.25\text{m}^3/\text{s}$ 、 $3.9\text{m}^3/\text{s}$ 时,河段内最大水深集中在 $0.6\text{m}\sim 2.5\text{m}$ 之间,流量为 $4.87\text{m}^3/\text{s}$ 时,河段内最大水深集中在 $0.9\text{m}\sim 3.0\text{m}$ 之间。从鱼类调查结果显示,研究河段内保留适生生境的鱼类体形均较小,一般较长的鱼仅有 300mm 左右,因此,流量大于 $4.87\text{m}^3/\text{s}$ 时,最大水深均是研究河段鱼类体长的3倍以上,该水深可满足研究河段的鱼类在水体中自由游动、藏身、觅食等生境要求。

当下泄流量为 $1.62\text{m}^3/\text{s}$ 时,河段内平均水深集中在 $0.3\text{m}\sim 1.5\text{m}$ 之间,流量大于 $3.25\text{m}^3/\text{s}$ 时,河段内平均水深集中在 $0.3\text{m}\sim 1.5\text{m}$ 之间,流量大于 $3.9\text{m}^3/\text{s}$ 时,河段内平

均水深集中在 0.3m~1.5m 之间，在流量大于 $4.87\text{m}^3/\text{s}$ 时，90%以上的河段即可满足鱼类对平均水深的需求。

B、水面宽度

下泄流量为 $1.62\text{m}^3/\text{s}$ 时，河段内水面宽度集中在 15m~60m 之间，流量为 $3.25\text{m}^3/\text{s}$ 、 $3.9\text{m}^3/\text{s}$ 时，河段内水面宽度集中在 40m~80m 之间，流量大于等于 $4.87\text{m}^3/\text{s}$ 时，河段内水面宽度均有 90%以上河段大于 30m，已有较好的连通性，满足要求。

C、流速

下泄流量为 $1.62\text{m}^3/\text{s}$ 、 $3.25\text{m}^3/\text{s}$ 、 $3.9\text{m}^3/\text{s}$ 时，河段内平均流速集中在 0m/s~0.3m/s 之间，流量大于等于 $4.87\text{m}^3/\text{s}$ 时，河段内平均流速集中在 1m/s~2.0m/s 之间，在 $4.87\text{m}^3/\text{s}$ 流量工况下，有 90%以上的河段流速大于 0.3m/s，能满足鱼类对流速的生境需求。

D、湿周率

当下泄流量为 $1.62\text{m}^3/\text{s}$ 时，26.89%以上的河段湿周率大于 50%，流量为 $3.25\text{m}^3/\text{s}$ 时，54.36%以上的河段湿周率大于 50%，流量为 $3.9\text{m}^3/\text{s}$ 时，62.16%以上的河段湿周率大于 50%，当下泄流量为 $4.87\text{m}^3/\text{s}$ 时，100%以上的河段湿周率大于 50%。

E、Fr 数

根据水力学中佛汝德数 (Fr) 的定义，Fr 大于 1 的水流为急流，Fr 小于 1 的水流为缓流。由计算结果看，研究河段 Fr 在 0~0.4 的范围内变化不大。

2) 中生境计算结果分析

根据流速分布的计算结果，不同下泄流量下水流流态的多样性均存在，流量增大时，波状流河段长度变化不大，微波状流河段长度增加，缓慢流河段长度偏少；流量减小后，原为波状流的区域被打断，分割成波状流与缓慢流相间的流态。研究河段供鱼类栖息与索饵的浅滩滩地位置几乎没有发生变化，且数量变化不大，因此不会影响鱼类原有的栖息、觅食习性。在下泄流量从 $1.62\text{m}^3/\text{s}$ 变化到 $8.12\text{m}^3/\text{s}$ 时，供鱼类越冬的深潭数量变化不大，见研究河段内的越冬场生境随着流量的减少并未发生太大改变。

3) 生态水力学法计算结果

综上，生态水力学法统计计算结果见表 5.2.1-3。

表 5.2.2-3 生态水力学法确定河流最小流量的水力生境参数标准

生境参数指标	最低标准	达标流量(m ³ /s)
最大水深	鱼类体长的 2~3 倍（大鱼长约 15~30cm，取最低标准为 0.9m）	4.87
平均水深	≥0.3m	1.62
平均速度	≥0.3m/s	4.87
水面宽度	≥30m	4.87
湿周率	≥50%	4.87

综上，用生态水力学法计算时，考虑各指标均达标时能够维持河流生态功能的稳定，同时也能为保护鱼类提供基本的生存需要，因此，坝址处需要下泄的生态基流量初步推荐为 4.87m³/s。

（5）鱼类栖息地 WUA 计算方法

采用河道内流量增加法（IFIM）来计算目标鱼类产卵期环境流量，通过构建研究区域二维水动力模型，得到河段内水深、流速等水力条件，结合目标鱼类对流速、水深和河道特征的适宜度指数曲线，确定不同流量下各网格区对应的栖息地适宜度指数，根据计算公式即可得到该流量下的 WUA，最终综合得出栖息地 Q-WUA 关系曲线。从 Q-WUA 关系曲线上找拐点对应的流量作为保障适宜鱼类栖息地的环境流量，为渭水河天然鱼道流量过程的生态调控提供依据。IFIM 通过 WUA 来表征鱼类可生存繁衍的有效栖息地面积，将其定义为计算单位的栖息地适宜度指数和该单元面积的乘积。

焦岩水库过鱼目标主要是维持大坝上下游各种鱼类种群的基因交流，依据现代生态学理论和观点，过鱼设施所需要考虑的鱼类不仅仅是洄游鱼类，空间迁徙受工程影响的所有鱼类都应是过鱼设施需要考虑的过鱼对象。但一定的过鱼设施的结构和布置很难做到同时对所有鱼类都有很好的过鱼效果，因此从鱼类保护级别、受工程影响程度将乌鳢、黄颡鱼、鲇及大眼鲈作为目标物种。

栖息地适宜性指数 HIS（Habitat Suitability Indices）对栖息地模拟准确性起着至关重要的作用，通常以 0~1 之间的数值来量化物种对栖息地的喜好程度，0 表示完全不适宜，1 则表示完全适宜，值越大表示适应性越好。

经现场调查结合目前国内有关上述鱼种繁殖特性研究、渭水河鱼类游泳能力研究试验成果，确定乌鳢、黄颡鱼、鲇及大眼鲈产卵繁殖适宜的流速为 0.1m/s~1.0m/s，其中

最适宜流速为 0.3m/s~0.7m/s；适宜的水深为 0.3m~1.5m，其中最适宜水深为 0.5m~0.8m。参考前人鱼类适应性曲线的研究成果确定研究河段目标鱼类在产卵繁殖季节对流速、水深的适应性曲线见图 5.2.1-1。

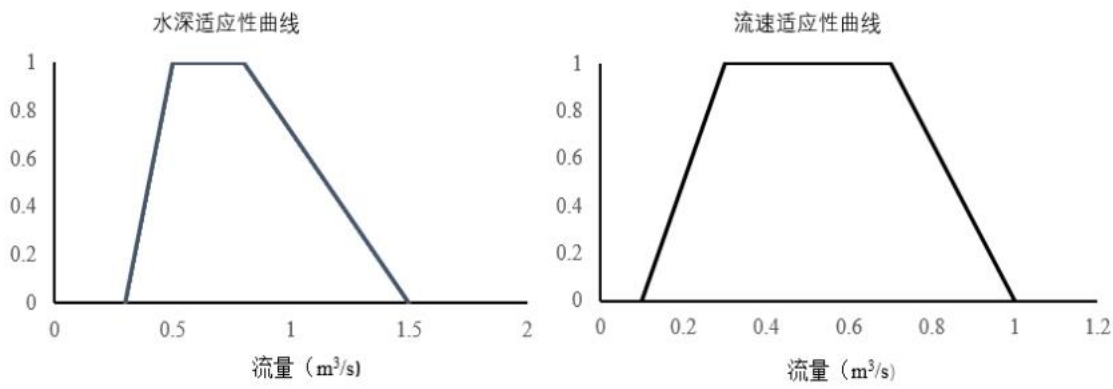
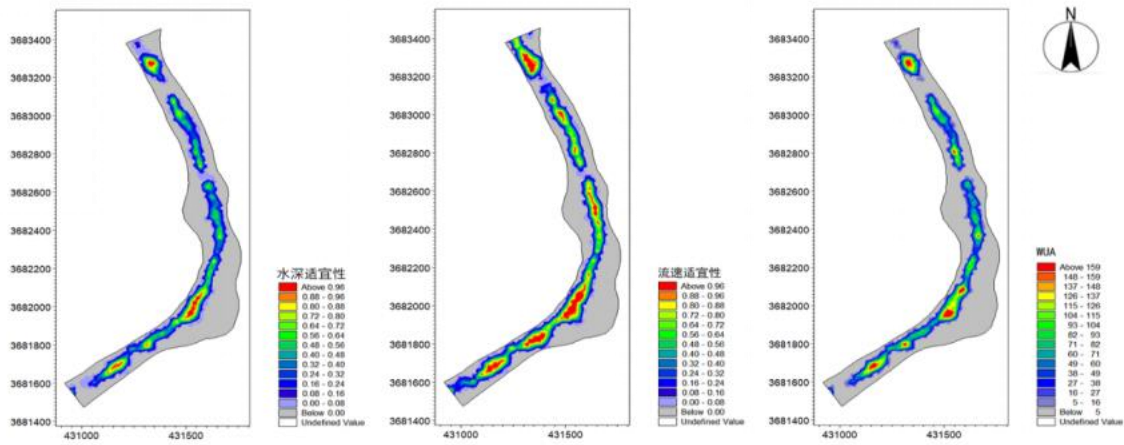


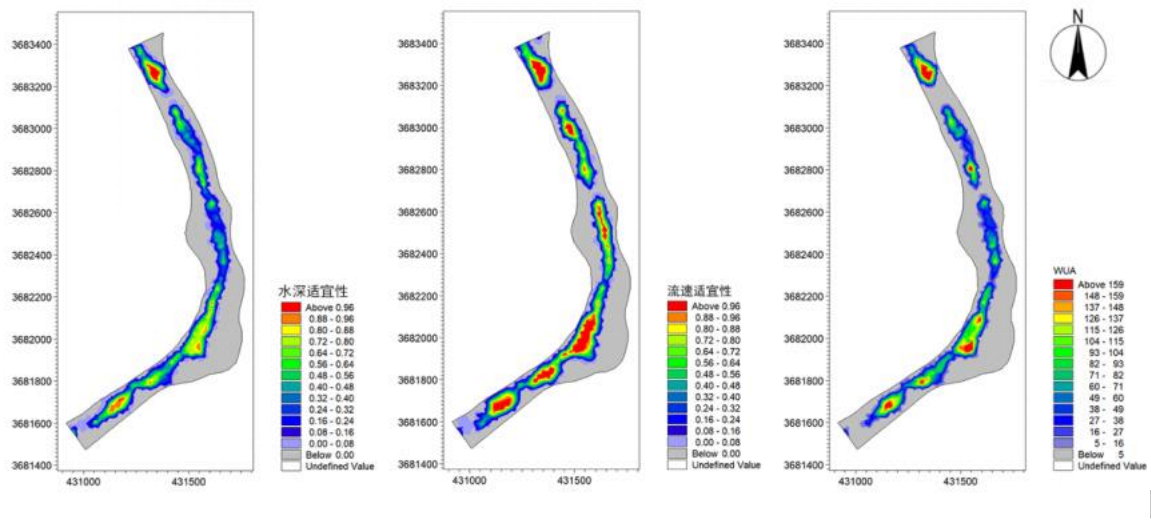
图 5.2.1-1 适宜性关系图

(2) WUA 分析

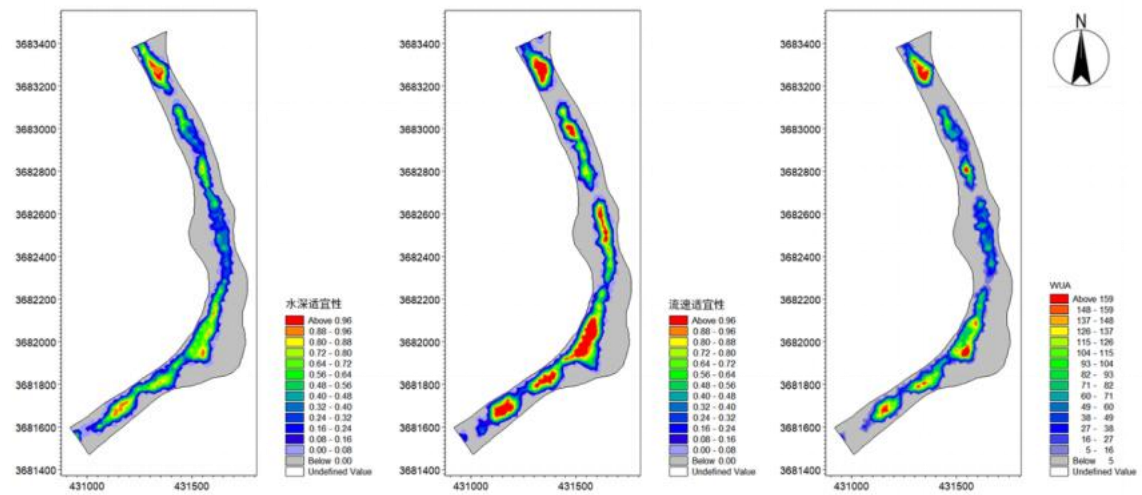
在杨家滩河段选取了流量分别为 4.91m³/s、9.81m³/s、13.08m³/s、19.62m³/s、26.16 m³/s、45.78 m³/s 五种工况计算成果图进行展示，对应的多年平均流量占比分别为 15%、30%、40%、60%、80%、140%，各工况计算成果如下图：



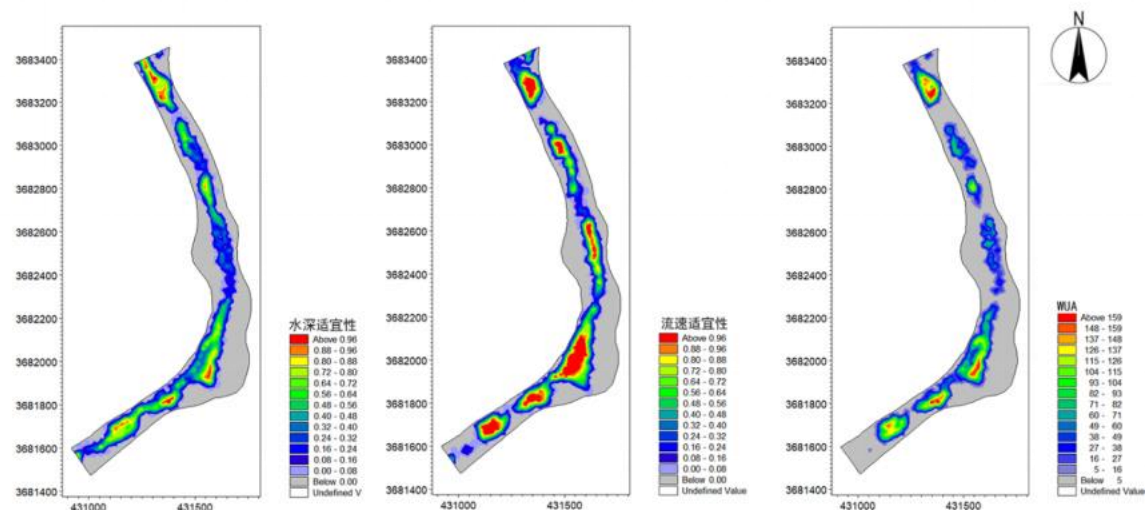
Q=4.91m³/s 时适宜度指数和 WUA 分布（多年平均流量 15%）



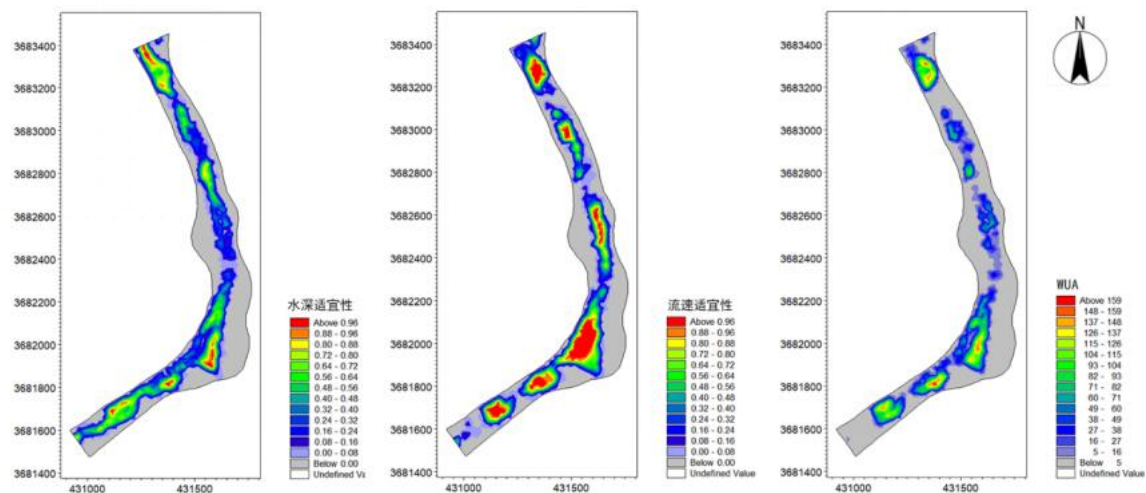
Q=4.91m³/s 时适宜度指数和 WUA 分布（多年平均流量 15%）



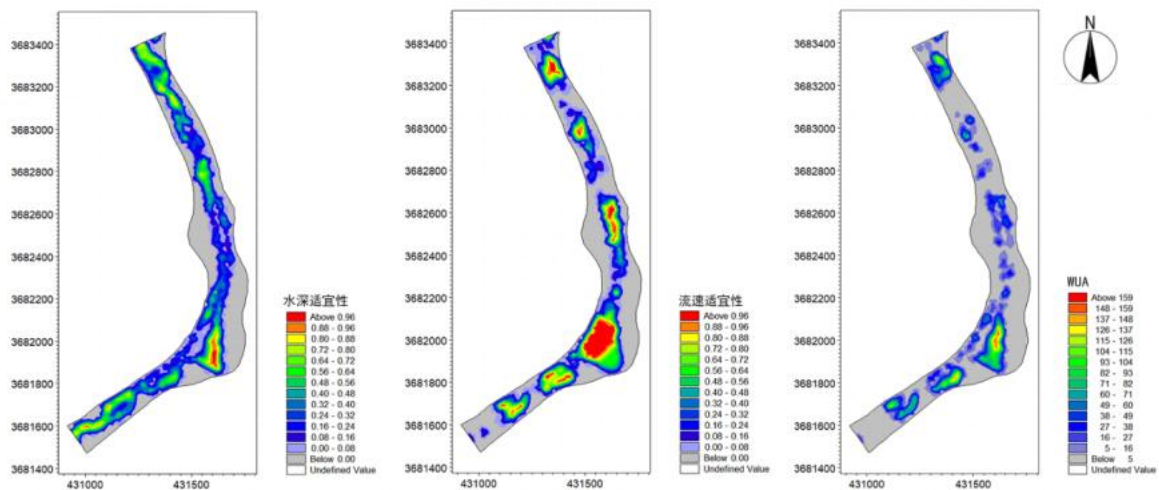
Q=13.08m³/s 时适宜度指数和 WUA 分布（多年平均流量 40%）



Q=19.62m³/s 时适宜度指数和 WUA 分布（多年平均流量 60%）

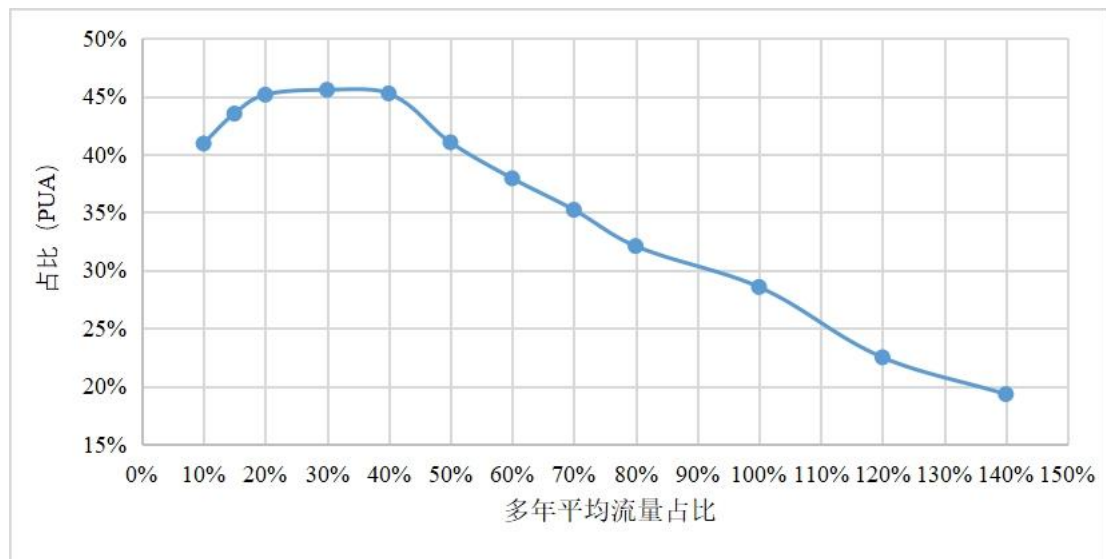


Q=26.16m³/s 时适宜度指数和 WUA 分布（多年平均流量 80%）



Q=45.78m³/s 时适宜度指数和 WUA 分布（多年平均流量 140%）

整理各工况流量与 WUA 占研究河段总面积的比例（PUA）的关系曲线，见下图。



杨家村段流量与 PUA（WUA 占研究河段总面积的比例）关系曲线

由流量与 PUA 关系曲线可知，当流量介于 3.27m³/s~9.81 m³/s 时，杨家村河段有效栖息地占比随流量增加呈上升趋势，WUA 占研究河段总面积的比例出现峰值，为 30%。相较而言，生态流量条件下 PUA 有效栖息地占比不低于多年平均流量，因此本次评价确定的生态流量能够维持该河段较高的 WUA 面积及有效栖息地占比。

（5）流域生态流量要求

根据《长江经济带生态环境保护规划》和《长江保护修复攻坚战行动计划》要求，长江干支流主要控制断面生态基流占多年平均流量的15%左右。

流域现存马家沟水电站、白果树水电站、狮坝水电站在运行期定期定时下泄一定量的生态用水，保证枯水期下游河段不断流和水生生物的生态用水，依据政府部门批复的维护河流水生生态环境最小生态流量要求，结合生态环境实际情况，马家沟水电站坝址处生态流量不小于 2.1m³/s，白果树水电站坝址处生态流量不小于 2.23m³/s，狮坝水电站坝址处生态流量不小于 2.28m³/s。

（6）小结

针对焦岩水库坝下游河段保护目标，分别通过 Tennant 法、Qp 法、湿周法和水力生态学法计算坝下游河段生态需水量。其中 Tennant 法推荐的生态流量枯水期（11-4 月）为 3.27m³/s，丰水期（5-10 月）为 9.81m³/s；湿周法推荐的生态流量为 4.40m³/s；水力

生态学法推荐的生态流量为 $4.87\text{m}^3/\text{s}$ 。

考虑到渭水河水生生态功能较重要，结合《长江经济带生态环境保护规划》和《长江保护修复攻坚战行动计划》要求，最终综合确定下泄生态需水量过程为：枯水期（11-4 月）为多年平均流量的 15% 即 $4.91\text{m}^3/\text{s}$ ，丰水期（5-10 月）为多年平均流量的 30% 即 $9.81\text{m}^3/\text{s}$ 。

5.2.2 生态流量保障程度分析

根据《环境影响评价技术导则 地表水环境》（HJ2.3-2018）和《河湖生态环境需水计算规范》（SL/T 712-2021）相关规定和要求，按达到河道内“中等”生态环境状况时生态环境需水量要求，焦岩水利枢纽坝址断面生态流量按照少水期 11 月～次年 4 月坝址断面多年平均流量的 15%（ $4.91\text{m}^3/\text{s}$ ）、多水期 5～10 月多年平均流量的 30%（ $9.81\text{m}^3/\text{s}$ ）泄放。

（1）现状年生态流量下泄情况

现状年，渭水河下游分布有渭惠渠灌区、五门堰灌区、杨填堰灌区和跃进渠灌区，总灌溉面积 16.96 万亩，灌区以水稻、小麦等粮食作物为主，其中 4 月、5 月份为水稻的插秧、返青等关键生长期，1 月～3 月为小麦的分蘖、拔节期，用水量集中。经采用 1957 年～2019 年 63 年长系列水文资料进行演算，河道内流量不满足生态流量下泄要求的有 405 旬，占长系列总旬数的 18.3%，其中丰水期 5～10 月不满足的有 289 旬，占生态流量不保证总旬数的 71%，主要原因是由于水稻灌溉用水量较大且用水时段集中，下泄流量难以满足生态流量要求；枯水期 11 月～次年 4 月不满足生态流量泄放要求的有 116 旬，占不保证总旬数的 29%，主要原因是此时段河道来流较小，春灌引水进一步加剧了水资源供需矛盾。综上，可以看出造成河道内生态流量不满足的原因主要是河道来水年内分配不均、灌溉用水挤占生态用水，现状年河道生态流量保证率 81.7%。

现状年渭水河下游长系列部分时段（主要为生态流量不满足的时段）河道下泄流量与生态流量泄放要求对比如图 5.2.2-1 所示。

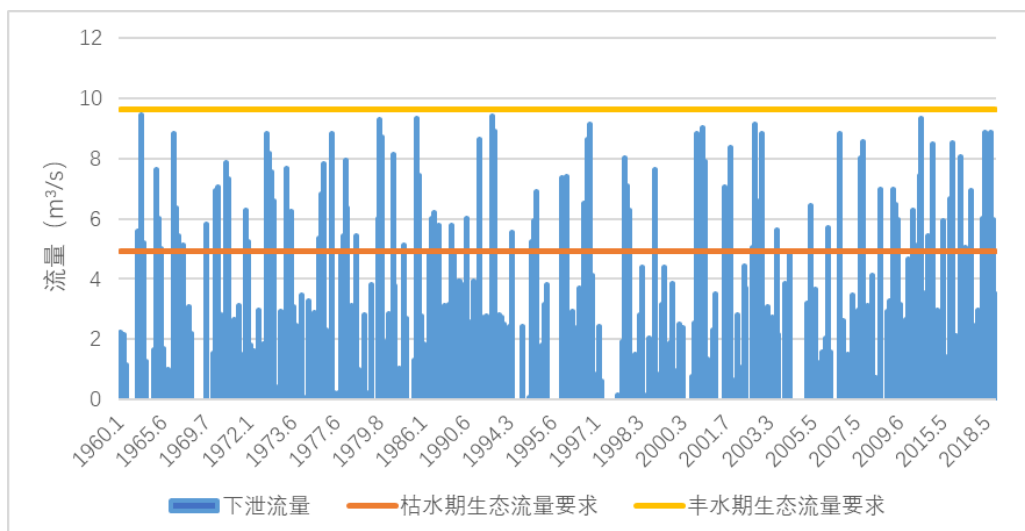


图 5.2.2-1 渭水河长系列部分时段河道下泄流量与生态流量泄放要求对比图

(2) 工程建设后生态流量满足程度

1) 运行后下泄流量组成

工程运行后，焦岩水利枢纽灌区东干渠、西干渠、跃进渠由坝上取水。渭水河下游低干渠为现有渭惠渠灌区，为已建灌区，灌溉用水由坝址下泄到下游河道，取水口均位于坝下，具体位置及设计引水流量见下表。

表 5.2.2-1 焦岩水利枢纽灌区取水口设计引水流量表

项目		取水口位置	取水口设计引水流量 (m³/s)	取水口加大引水流量 (m³/s)
跃进渠干渠		坝上	1.06	1.40
东干渠		坝址	4.27	5.34
西干渠		坝址	16.69	20.86
低干渠	渭惠渠东干渠	坝下 1.3km	7.50	9.40
	渭惠渠西干渠	坝下 1.3km	7.70	9.70
	五门堰	坝下 6.1km	1.30	1.70
	杨填堰	坝下 12.4km	1.10	1.40

根据工程运行后出库径流调节计算成果，出库流量为生态流量、渭水河下游低灌区灌溉水量和弃水量之和。下游渭惠渠首、五门堰和杨镇堰的取水量已考虑在总下泄流量中，不会影响下游生态流量。

2) 运行后生态流量保证率

焦岩水利枢纽是渭水河干流梯级开发的最末一个梯级，是渭水河调节能力最大的水库。根据相关导则和技术规范要求，焦岩水利枢纽建成后，其坝址断面生态流量按照少水期 11 月～次年 4 月坝址断面多年平均流量的 15% (4.91m³/s)、多水期 5～10 月多年

平均流量的 30%（ $9.81\text{m}^3/\text{s}$ ）泄放，来水量小于拟定的生态流量时按照来水量下泄，经采用 1957 年~2019 年 63 年长系列水文资料演算，河道生态流量保证率从 81.7%提高到 95%。

设计水平年工程建成后，焦岩水利枢纽坝址断面不同典型年组下泄流量示意图见图 5.1.4-3。

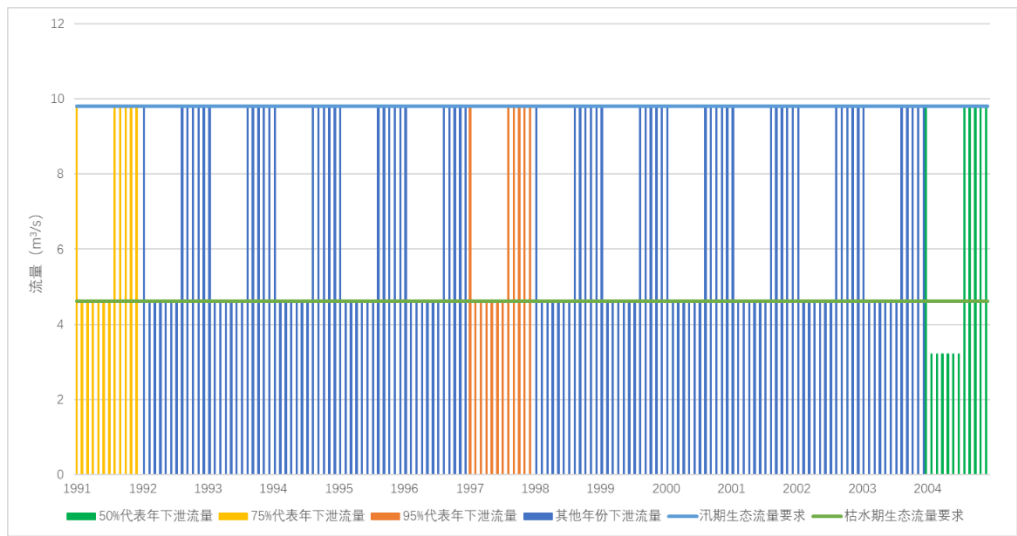


图 5.1.4-3 设计水平年工程建成后坝址断面不同典型年组下泄流量示意图

5.3 水文情势影响预测与评价

5.3.1 施工期对河段水文情势的影响

本工程采用围堰挡水、隧洞导流的施工导流方式。施工期第一年 10 月底前进行导流洞施工，此时原河床过水，下泄水量为湑水河上游来水，不会对工程坝址下游河流水文情势产生影响。

根据施工进度安排，第一年 11 月初进行截流；截流采用从右岸向左岸进占的单戗立堵法进行，截流时，河道水位逐渐壅高，经计算，截流完成后上游河流水位可壅高至导流洞进口底板高程 515.0m；截流过程中，随着截流龙口宽度的缩小，水位不断壅高，断面过流逐渐由龙口泄流过渡为导流洞泄流，下泄流量为河道天然来流量，故截流期间对下游水文情势无影响。截流后，施工期间通过导流洞进行泄流，此时下泄流量仍为河道上游来水量，对下游河段水文情势无影响。

5.3.2 初期蓄水期对河段水文情势的影响

根据可研报告工程施工进度安排，焦岩水利枢纽施工期第四年 10 月初开始下闸蓄水，蓄水起始水位为 515.0m（导流洞进口底板高程），1 个月后可蓄至死水位 540.0m，3 个月后可蓄至电站最低发电水位 561.5m。初期蓄水原则为：根据天然来水，优先满足坝址断面生态流量、下游灌区用水等综合用水要求。

在进水塔边墙上设置直径为 0.8m 旁通管，旁通管进口设置拦渣网，竖向进人孔直径也为 0.8m，蓄水初期通过旁通管向下游放生生态流量，待水位到泄洪底孔底板高程则通过其闸门向下游放生生态流量。

初期蓄水期间，因 11 月中下旬~12 月灌区不引水，此时下游用水对象主要为河道生态流量，多余水量和生态流量一起下泄。不同来水频率下，初期蓄水期间坝址断面流量过程变化见表 5.3.2-1。

据表 5.3.2-1 可以看出：初期蓄水期间，焦岩水利枢纽在满足生态流量的前提下进行蓄水，10 月上旬~11 月上旬，坝址断面下泄流量较天然来水有所减少，丰水年下泄流量减幅介于 5.7%~17.1%，枯水年下泄流量减幅介于 9.9%~66.1%。枯水年蓄水期间下游水量变化相对较大，但均可保证生态流量。

表 5.3.2-1 初期蓄水期工程坝址断面流量变化 单位：m³/s

月		10			11			12		
旬		上	中	下	上	中	下	上	中	下
天然流量（m³/s）	丰	59.85	29.92	19.43	16.03	14.08	13.38	11.53	11.29	9.10
	平	20.26	51.60	29.12	16.59	12.66	10.54	9.70	9.30	8.98
	枯	28.94	77.38	35.65	18.28	13.75	11.56	8.90	7.54	7.13
下泄流量（m³/s）	丰	56.42	26.49	16.10	16.03	14.08	13.38	11.53	11.29	9.10
	平	16.83	48.17	25.79	16.48	12.66	10.54	9.70	9.30	8.98
	枯	9.81	9.81	9.81	16.48	13.75	11.56	8.90	7.54	7.13
变化率（%）	丰	-5.7	-11.5	-17.1	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
	平	-16.9	-6.6	-11.4	-0.7	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
	枯	-66.1	-87.3	-72.5	-9.9	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0

注：“-”代表流量减少。

5.3.3 运行期对库区水文情势的影响

5.3.3.1 纵向一维恒定流水动力学模型

库区水力参数计算采用纵向一维恒定流水动力学模型，计算中以水面线的计算为基

础，根据河段流量和河道地形数据，计算得到各断面水面宽、平均流速等水力参数。

模型方程如下：

$$Z_i - Z_{i+1} = \frac{Q^2}{2g} \left(\frac{1}{A_{i+1}^2} - \frac{1}{A_i^2} \right) + \frac{\Delta s Q^2}{2} \left(\frac{1}{K_i^2} + \frac{1}{K_{i+1}^2} \right)$$

$$K_i = \frac{1}{n} R_i^{\frac{2}{3}} A_i$$

式中， Z_i 、 Z_{i+1} 分别为流段上游、下游水位（m）； Q 为流量（m³/s）； A 为过水断面面积（m²）； K 为断面平均流量模数； n 为糙率； R 为水力半径（m）；若已知下游断面的水位 Z_{i+1} ，通过迭代可求出上游水位 Z_i 。

5.3.3.2 工况及边界条件

（1）工况

库区出入库流量变化分析：根据焦岩水库出入库流量成果，分析不同运行情况下出入库流量的变化规律。

（2）库区典型断面水力参数变化分析：利用纵向一维恒定流水力学模型，计算库区从库尾至坝前断面约 21km 的库区河道建库前、后各断面的水力学参数，选取坝前断面、库中断面（距坝址 11km）、库尾断面（距坝址 21km），以丰、平、枯水年及特枯年为例，分析焦岩水库建成前、后不同运行情况下典型断面最大水深、水面宽、断面平均流速等水力参数的变化。



图 5.3.3-1 水文情势分析断面位置示意图

(2) 边界条件

建库前、后入库边界采用典型丰、平、枯水年及特枯年逐月平均天然流量，建库前的下游边界采用临界水深，由河道底坡推求，建成后的出流边界为设计调度过程的逐旬水位。

5.3.3.3 断面平均流速

(1) 坝前断面

焦岩建库后坝前断面各月平均流速相比天然情况有大幅减少，丰水年减少量为

0.57-1.71m/s，平水年减少量为 0.56-1.65m/s，枯水年减少量为 0.40-1.19m/s。

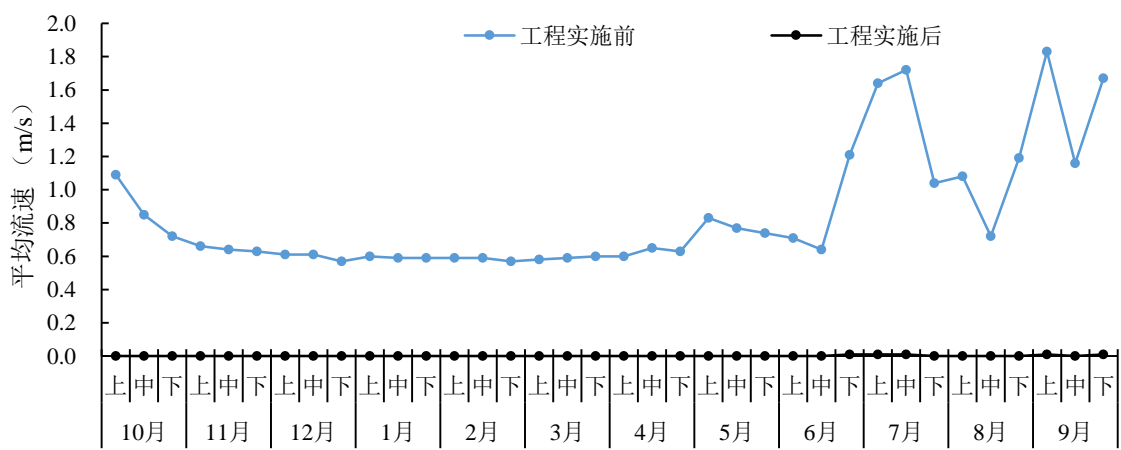


图 5.3.3-2 丰水年焦岩水库坝前断面平均流速逐月变化

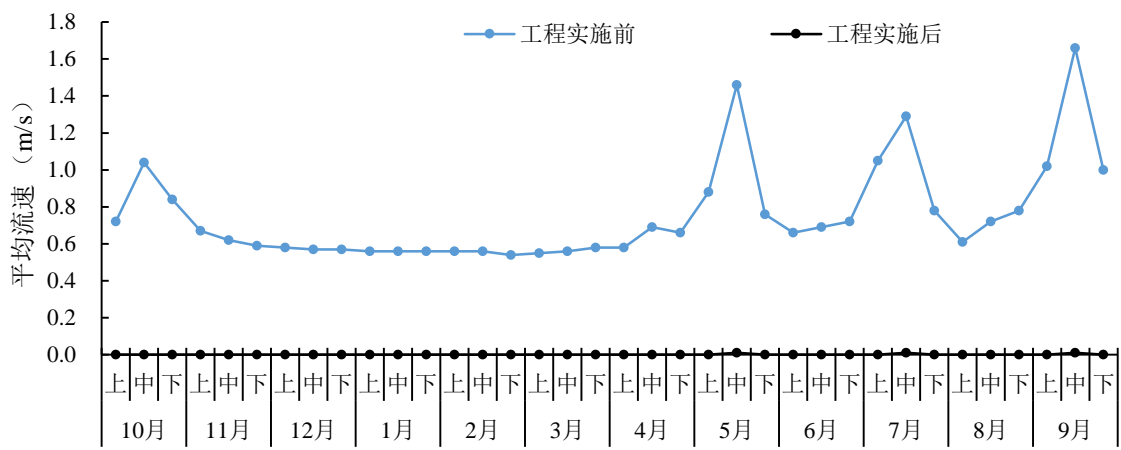


图 5.3.3-3 平水年焦岩水库坝前断面平均流速逐月变化

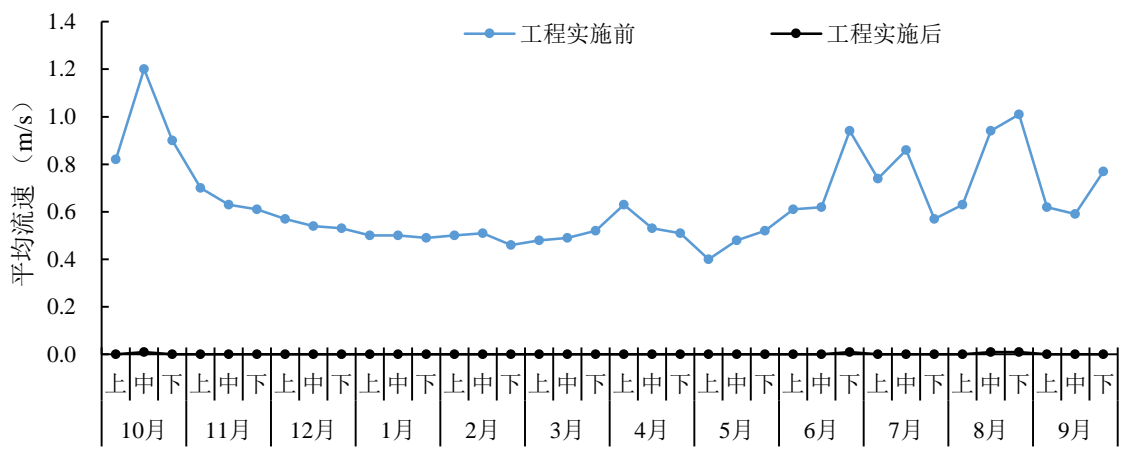


图 5.3.3-4 枯水年焦岩水库坝前断面平均流速逐月变化

(2) 库中断面

焦岩建库后库中断面各月平均流速相比天然情况有大幅减少，丰水年减少量为 0.49-1.13m/s，平水年减少量为 0.47-1.01m/s，枯水年变化量为 0.08 至-0.73m/s。

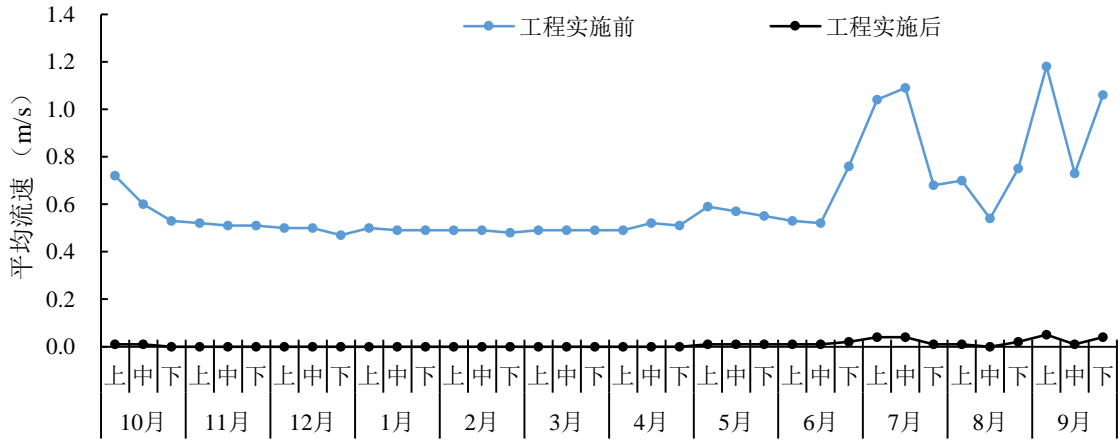


图 5.3.3-5 丰水年焦岩水库库中断面平均流速逐月变化

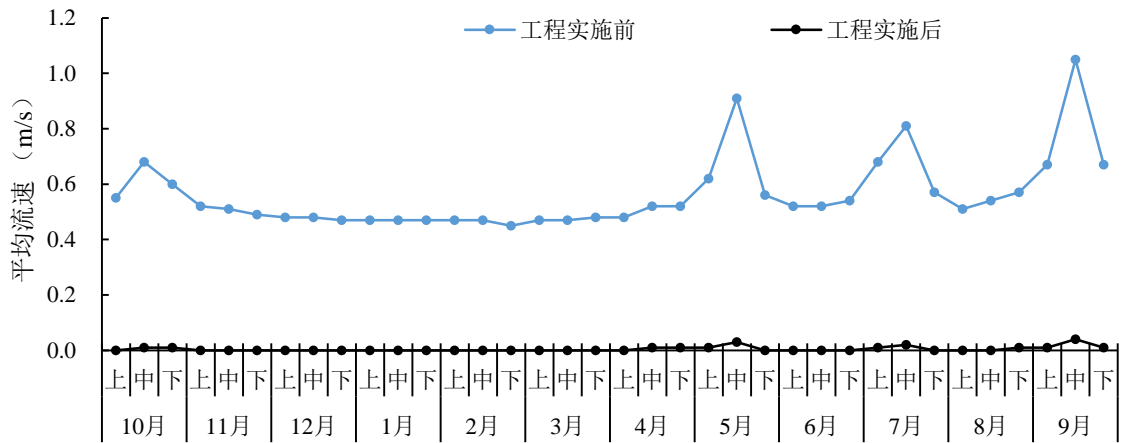


图 5.3.3-6 平水年焦岩水库库中断面平均流速逐月变化

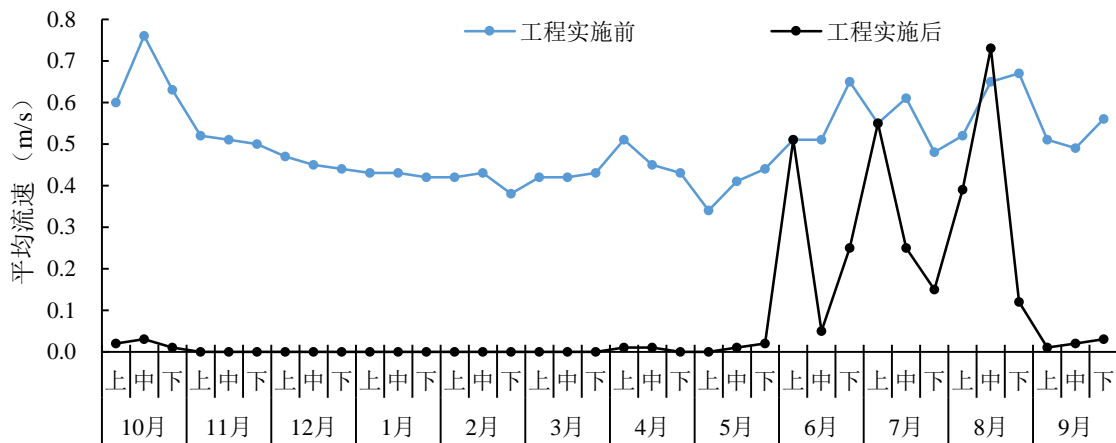


图 5.3.3-7 枯水年焦岩水库库中断面平均流速逐月变化

(3) 库尾断面

焦岩建库后库尾断面各月平均流速相比天然情况有较小变化，丰水年变化量为 0.03 至-0.21m/s，平水年变化量为 0.03 至-0.19m/s，枯水年变化量为 0.03 至-0.21m/s。

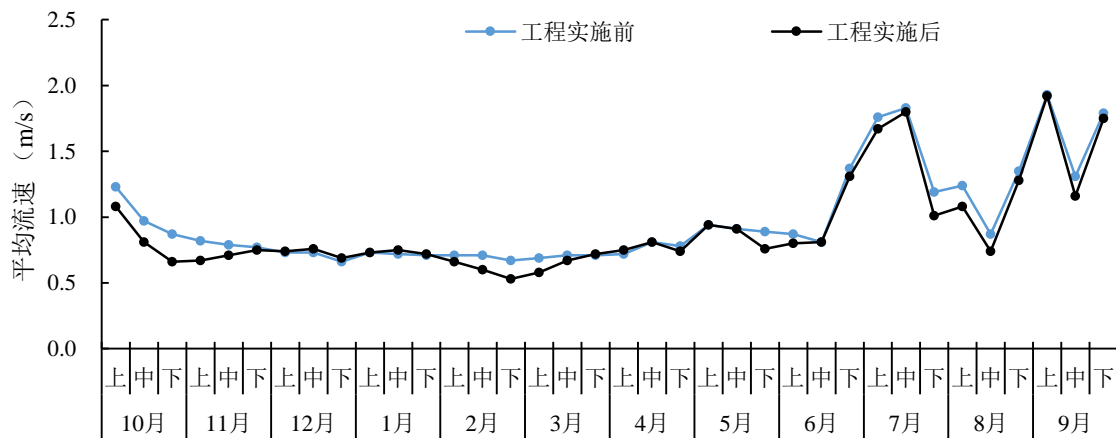


图 5.3.3-8 丰水年焦岩水库库尾断面平均流速逐月变化

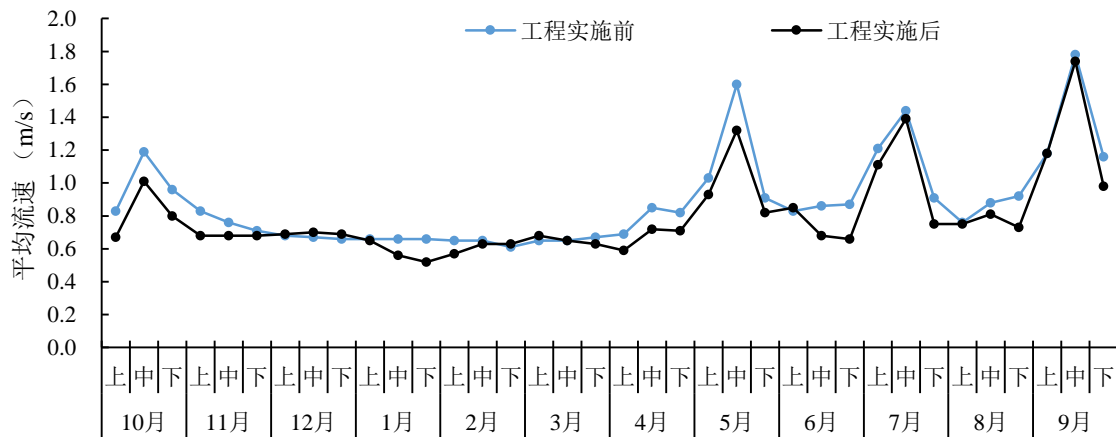


图 5.3.3-9 平水年焦岩水库库尾断面平均流速逐月变化

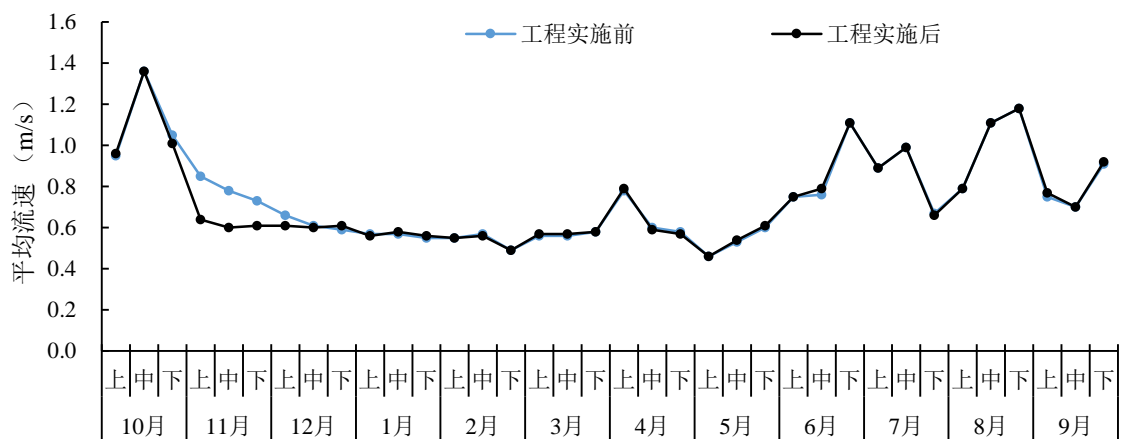


图 5.3.3-10 枯水年焦岩水库库尾断面平均流速逐月变化

5.3.3.4 最大水深变化分析

(1) 坝前断面

焦岩建库后坝前断面各月最大水深相比天然情况有大幅增加，丰水年增加量为 54.96-68.09m，平水年增加量为 57.34-68.07m，枯水年增加量为 25.52-63.70m。

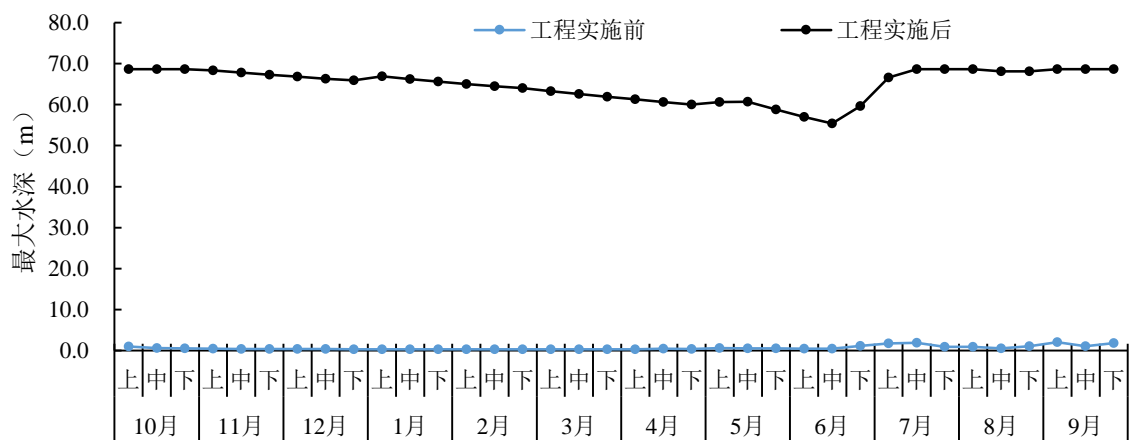


图 5.3.3-11 丰水年焦岩水库坝前断面最大水深逐月变化

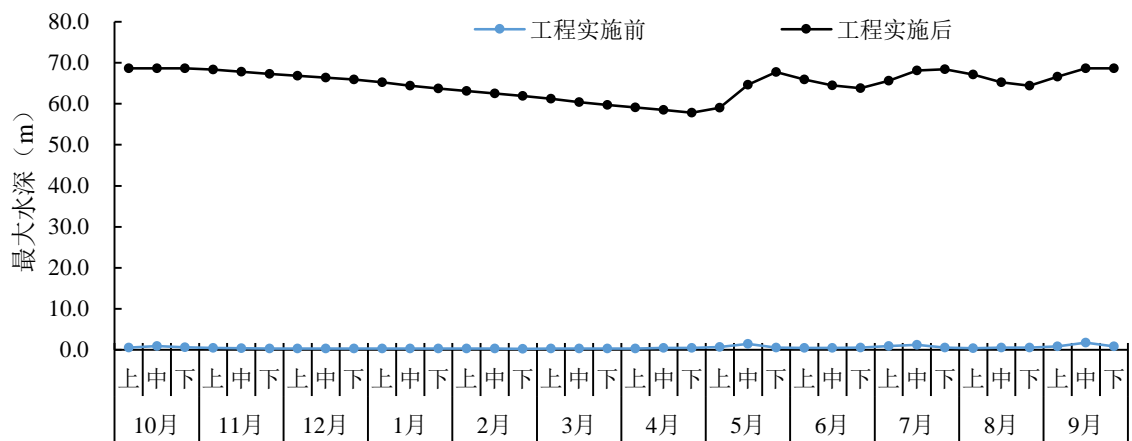


图 5.3.3-12 平水年焦岩水库坝前断面最大水深逐月变化

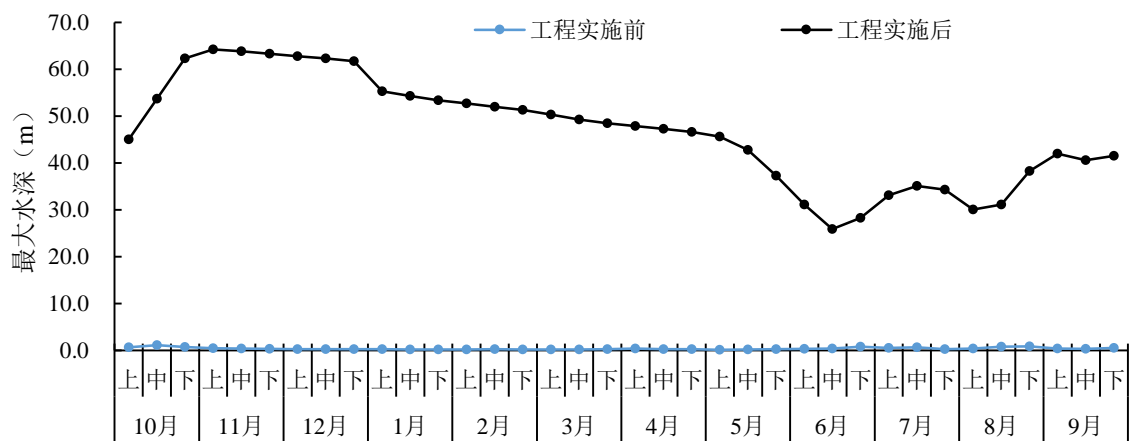


图 5.3.3-13 枯水年焦岩水库坝前断面最大水深逐月变化

(2) 库中断面

焦岩建库后库中断面各月最大水深相比天然情况有大幅增加，丰水年增加量为 21.43m-34.54m，平水年增加量为 23.81-34.53m，枯水年增加量为-0.08 至 30.15m。

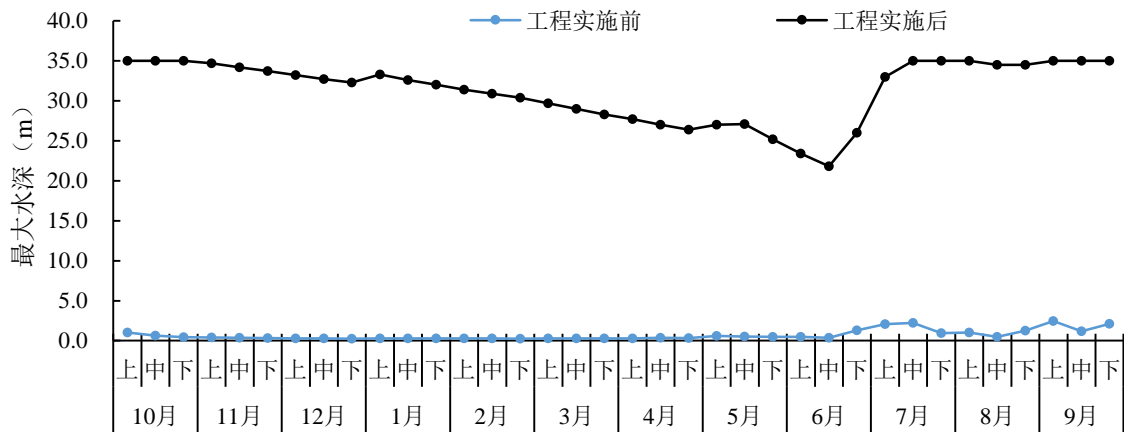


图 5.3.3-14 丰水年焦岩水库库中断面最大水深逐月变化

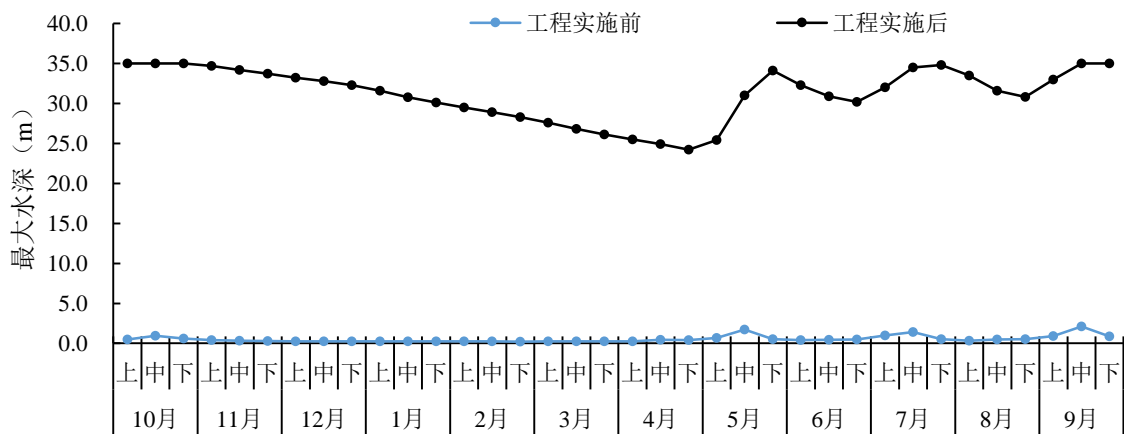


图 5.3.3-15 平水年焦岩水库库中断面最大水深逐月变化

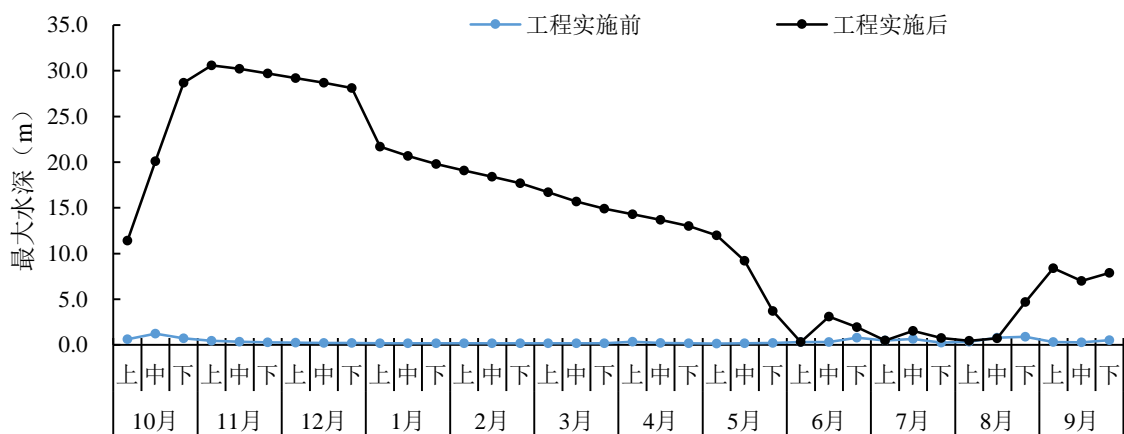


图 5.3.3-16 枯水年焦岩水库库中断面最大水深逐月变化

(3) 库尾断面

焦岩建库后库尾断面各月最大水深相比天然情况有较小变化，丰水年变化量为-0.01

至 0.11m，平水年变化量为-0.01 至 0.23m，枯水年变化量为-0.01 至 0.11m。

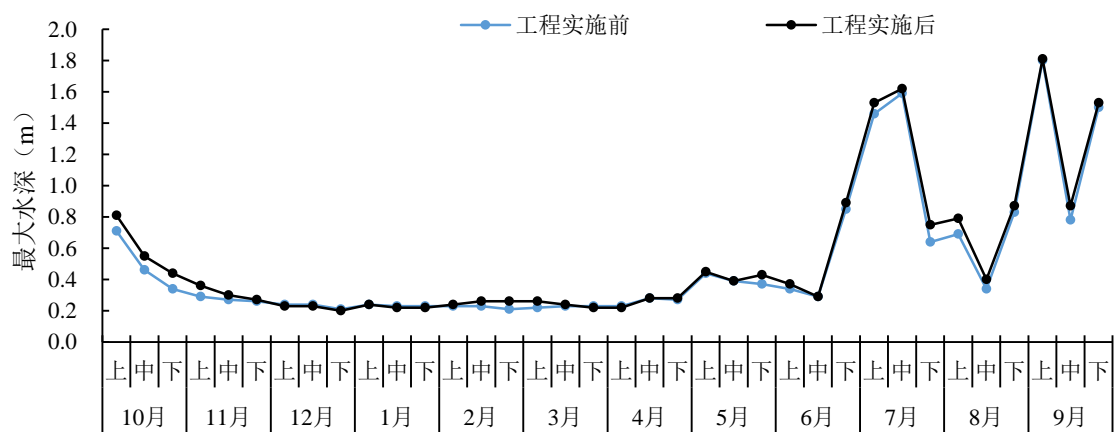


图 5.3.3-17 丰水年焦岩水库库尾断面最大水深逐月变化

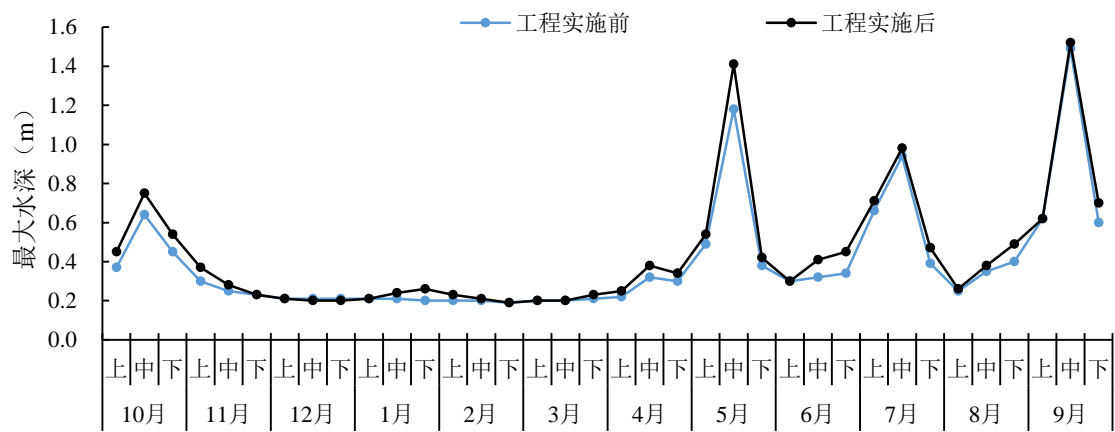


图 5.3.3-18 平水年焦岩水库库尾断面最大水深逐月变化

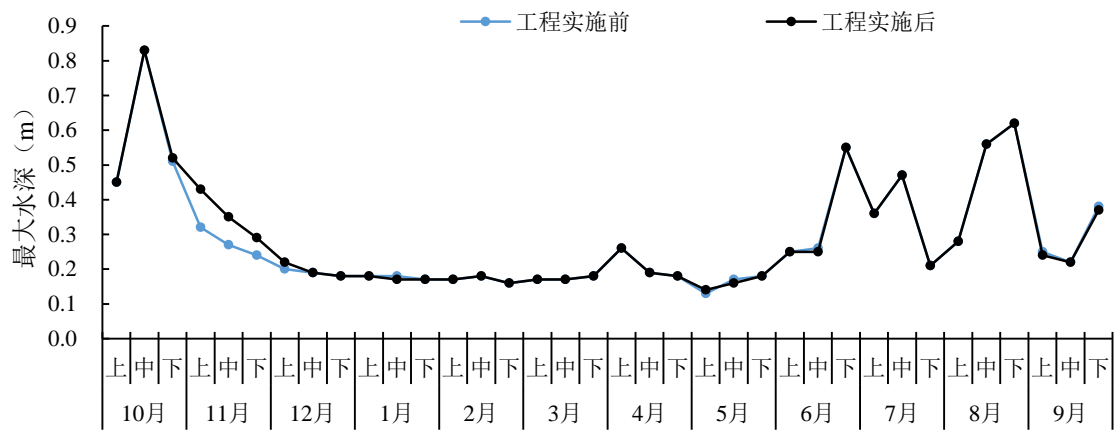


图 5.3.3-19 枯水年焦岩水库库尾断面最大水深逐月变化

5.3.3.5 水面宽度变化分析

(1) 坝前断面

焦岩建库后坝前断面各月水面宽度相比天然情况有大幅增加，丰水年增加量为 279.75-327.38m，平水年增加量为 286.80-327.03m，枯水年增加量为 186.24-307.54m。

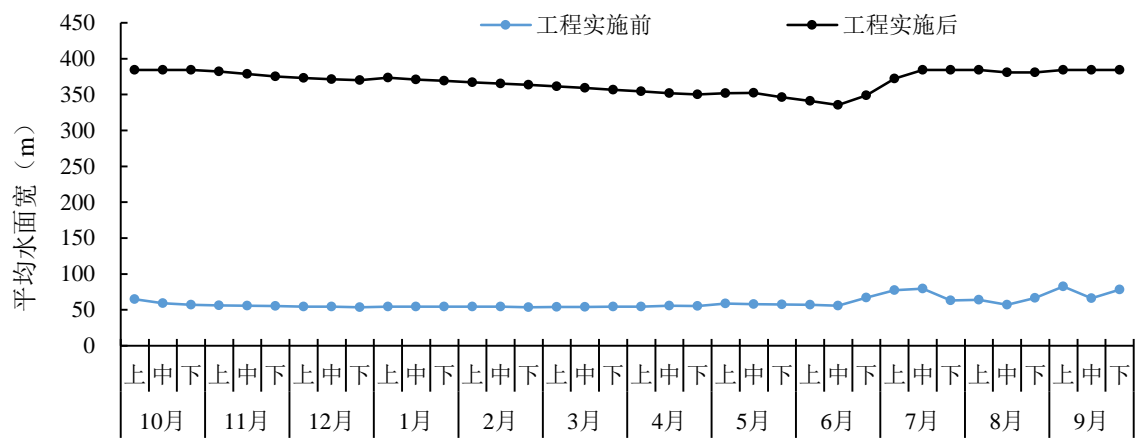


图 5.3.3-20 丰水年焦岩水库坝前断面水面宽度逐月变化

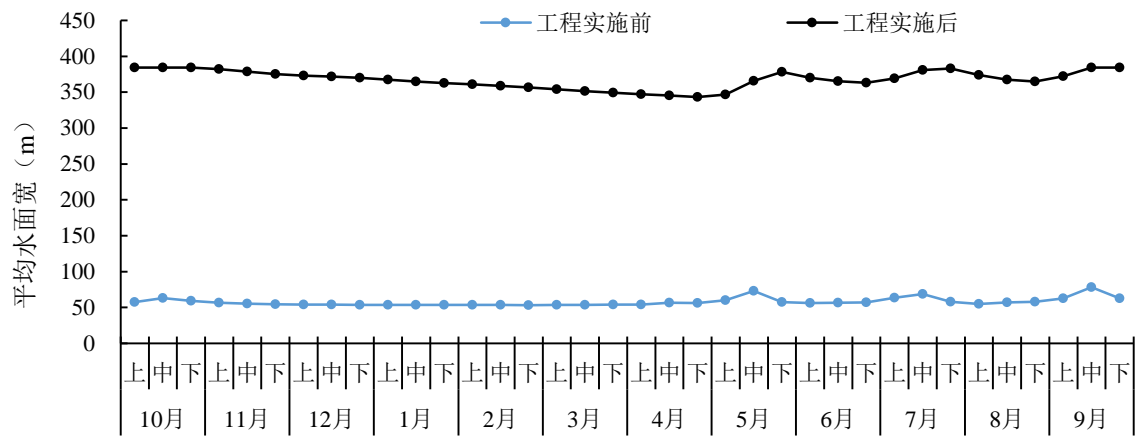


图 5.3.3-21 平水年焦岩水库坝前断面水面宽度逐月变化

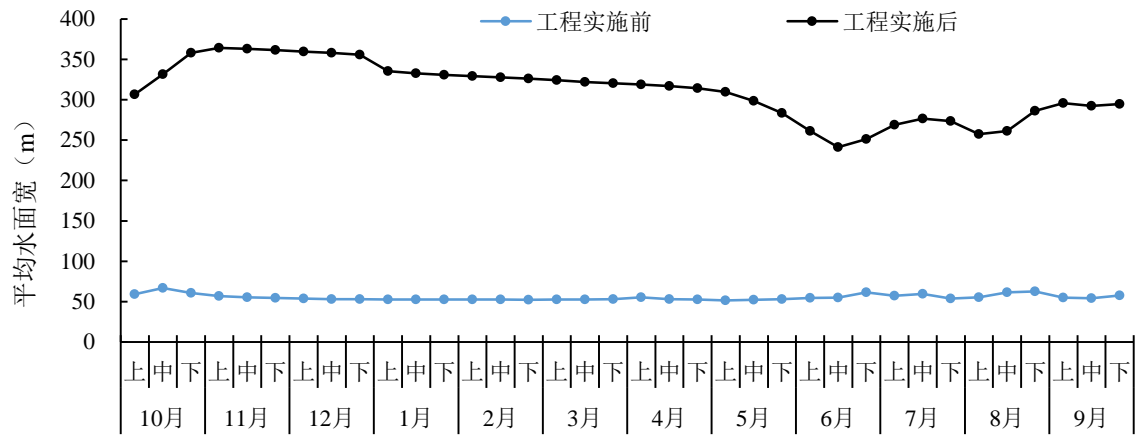


图 5.3.3-22 枯水年焦岩水库坝前断面水面宽度逐月变化

(2) 库中断面

焦岩建库后库中断面各月水面宽度相比天然情况有大幅增加，丰水年增加量为 84.97-129.22m，平水年增加量为 92.50-129.17m，枯水年增加量为-0.58 至 118.60m。

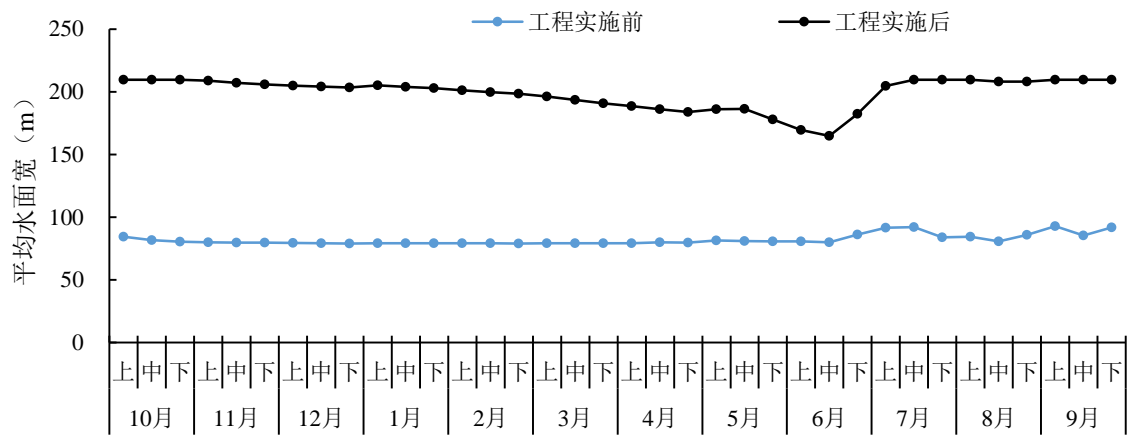


图 5.3.3-23 丰水年焦岩水库库中断面水面宽度逐月变化

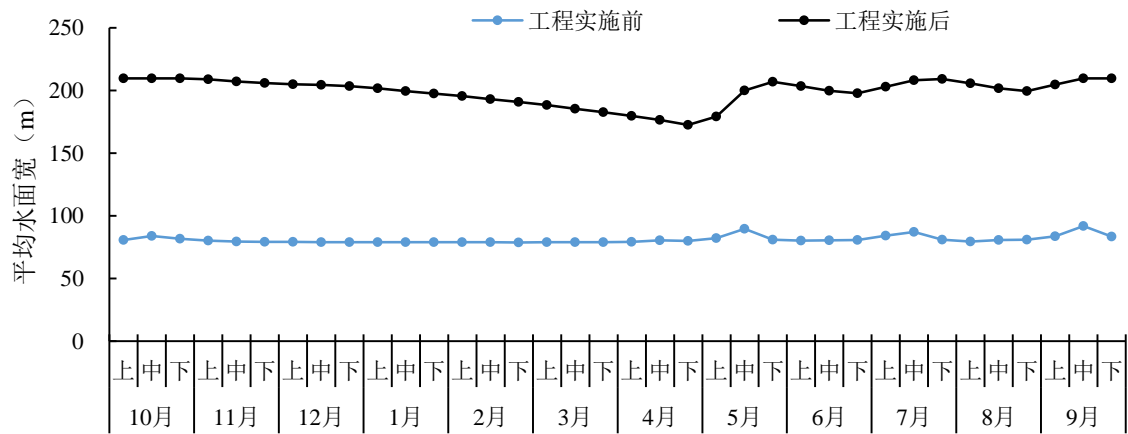


图 5.3.3-24 平水年焦岩水库库中断面水面宽度逐月变化

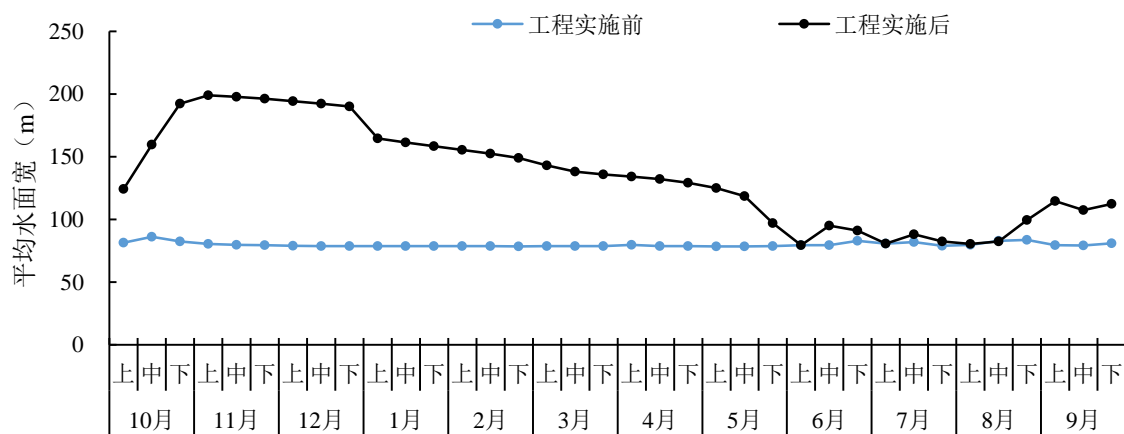


图 5.3.3-25 枯水年焦岩水库库中断面水面宽度逐月变化

(3) 库尾断面

焦岩建库后库尾断面各月水面宽度相比天然情况有较小变化，丰水年变化量为-0.08至 0.89m，平水年变化量为-0.05 至 1.88m，枯水年变化量为-0.06 至 0.85m。

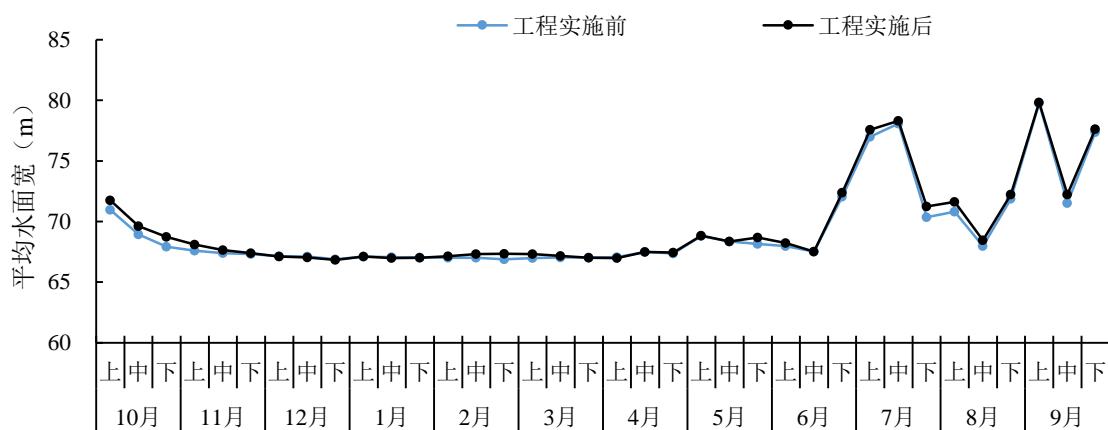


图 5.3.3-26 丰水年焦岩水库库尾断面水面宽度逐月变化

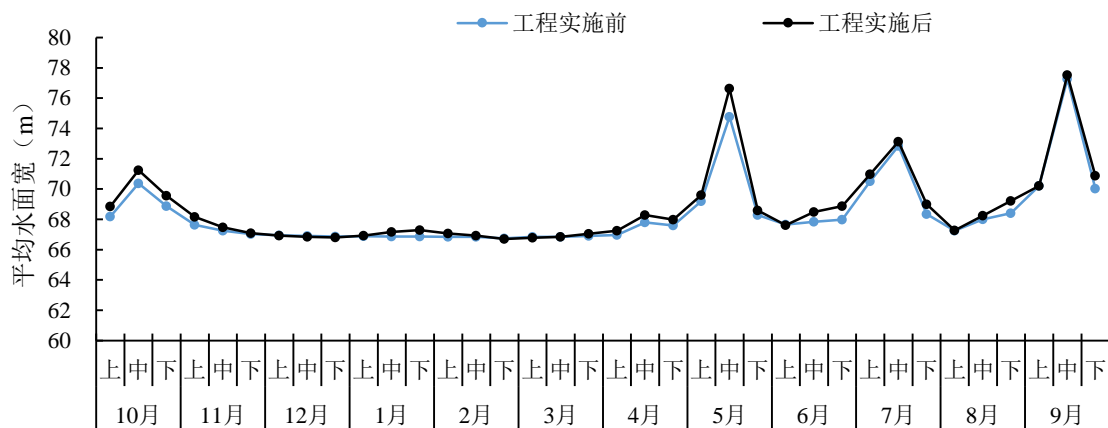


图 5.3.3-27 平水年焦岩水库库尾断面水面宽度逐月变化

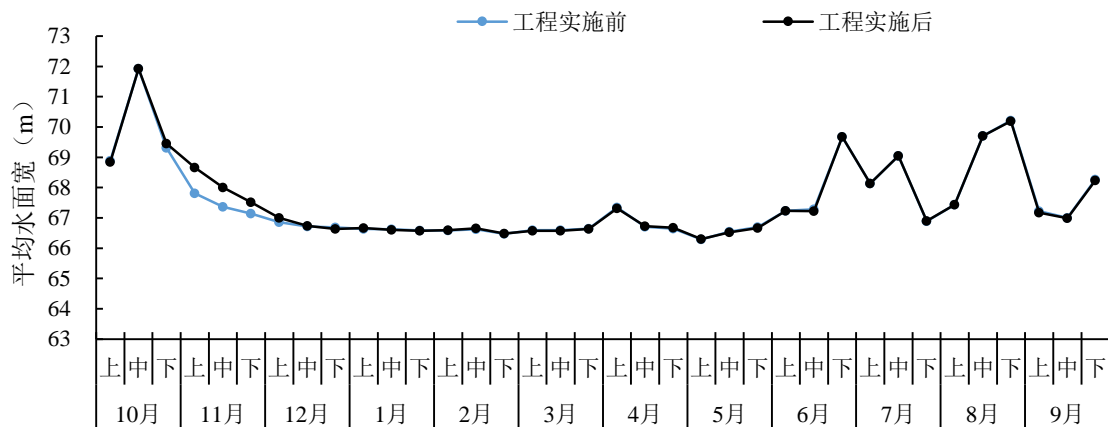


图 5.3.3-28 枯水年焦岩水库库尾断面水面宽度逐月变化

5.3.4 运行期对坝下水文情势影响

5.3.4.1 工况及边界条件

(1) 断面流量变化分析：根据焦岩水库建库前后坝址断面流量、滑惠渠、五门堰、杨填堰取水量，分析不同运行情况典型断面流量的变化规律。

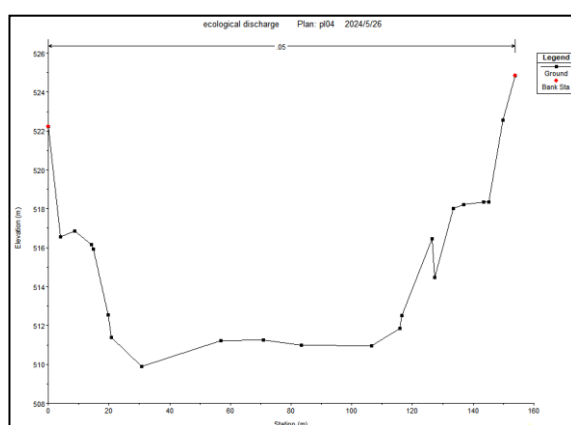
(2) 坝址下游河道水力参数变化分析：利用纵向一维恒定流水力学模型计算坝址断面、滑惠渠渠首下游 100m 处断面（距坝址 1.4km）、五门堰下游 100m（距坝址 6.0km）、杨填堰下游 100m 处断面（距坝址 12.7km）、柳家寨断面（距坝址 19.1km）以及汇口断面（距坝址 24.4km），分析不同断面在建库前、后断面的水力学参数，以丰、平、枯水年为例，分析焦岩水库建成前、后不同运行情况下坝址下游河道典型断面最大水深、水面宽、断面平均流速、过水断面面积等水力参数的变化。

建成前坝址入流采用典型丰、平、枯水年逐旬平均天然流量，建成后坝址出流采用设计调度过程的下泄流量。

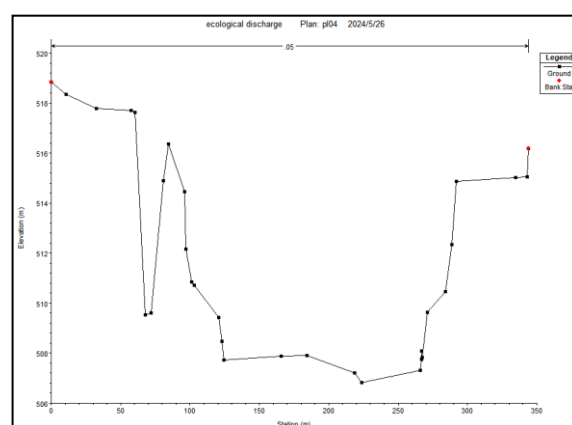
(3) 典型断面形态如所示。



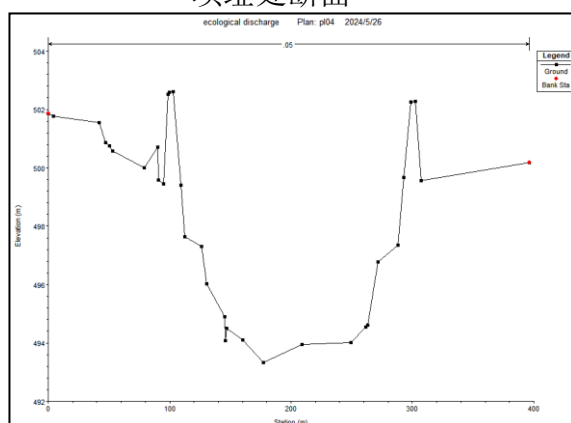
图 5.3.4-1 水文情势坝址下游分析断面位置示意图



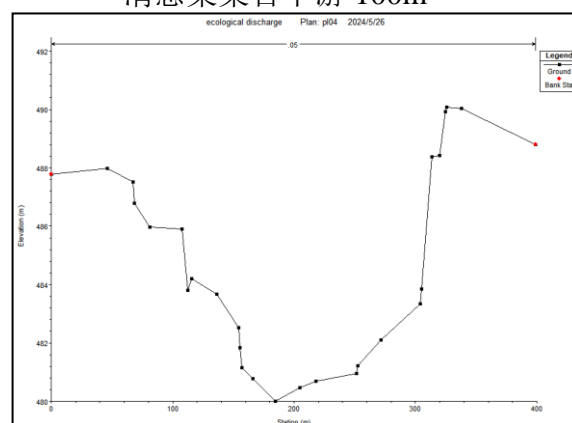
坝址处断面



滑惠渠渠首下游 100m



五门堰下游 100m



杨填堰下游 100m

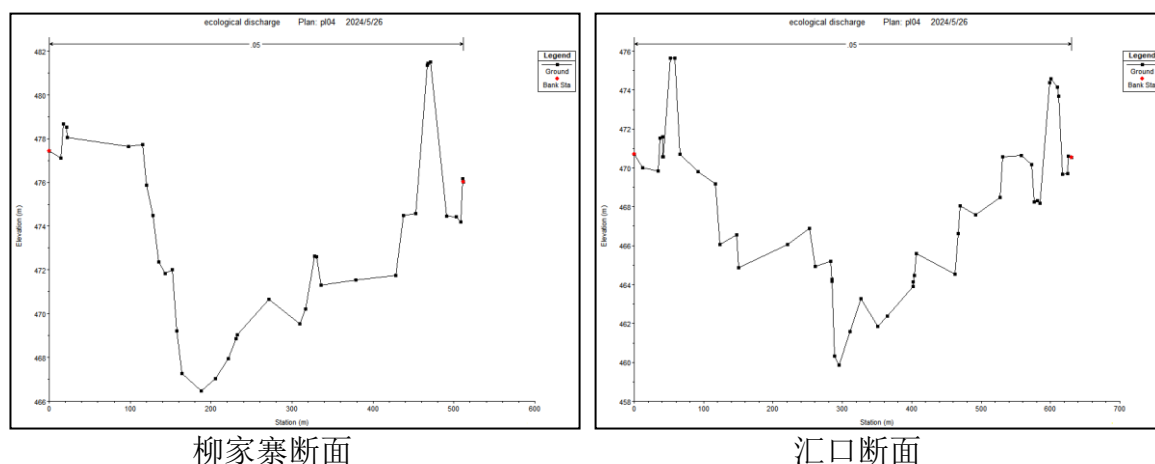


图 5.3.4-2 典型断面形态

5.3.4.2 断面流量变化分析

(1) 坝址断面

丰水年：坝址断面流量 11 月较水库建成前增加 4.83%-5.78%，12 月坝址处坝址断面流量与水库建成前基本持平；其他月份坝址断面流量较水库建成前减小 1.23%~80.10%，在 6 月下旬减小幅度最大，为 80.10%。从年均变化来看，丰水年坝址断面流量较水库建成前减少 9.11%。

平水年：坝址断面流量 10 月上旬、11 月、1 月上中旬、2 月下旬-5 月中旬流量较建库前增加 0.63%-56.00%，12 月坝址断面流量与水库建成前基本持平；其他月份坝址断面流量较水库建成前减小 2.01%~70.61%，在 6 月上旬减小幅度最大，为 70.61%。从年均流量变化来看，丰水年坝址断面流量较水库建成前减少 14.92%。

枯水年：坝址断面流量 10 月中旬-11 月下旬、1 月上中旬、2 月下旬-4 月下旬、5 月中旬-6 月下旬、7 月下旬较水库建成前增加 1.15%-209.28%，12 月坝址处坝址断面流量与水库建成前基本持平；其他月份坝址断面流量较水库建成前减少 1.94%~80.14%，减小幅度最大在 9 月下旬，为 80.14%。从年均流量变化来看，枯水年坝址断面流量较水库建成前减少 25.44%。

从年均流量变化来看，水库建成后丰、平、枯水年坝址断面流量较水库建成前分别减小 9.11%、14.92%、25.44%。

丰、平水年，建库前后生态流量满足率均为 100%。枯水年，由于 5 月下旬、6 月中旬、6 月下旬、10 月下旬来流量小于生态流量，建库前生态流量满足率 89%，建库后，如来流量小于生态流量时，生态流量按照来流量下泄，通过叠加下游灌溉取水量，建库

后坝址断面生态流量满足率为 97%，仅 10 月下旬不满足生态流量。

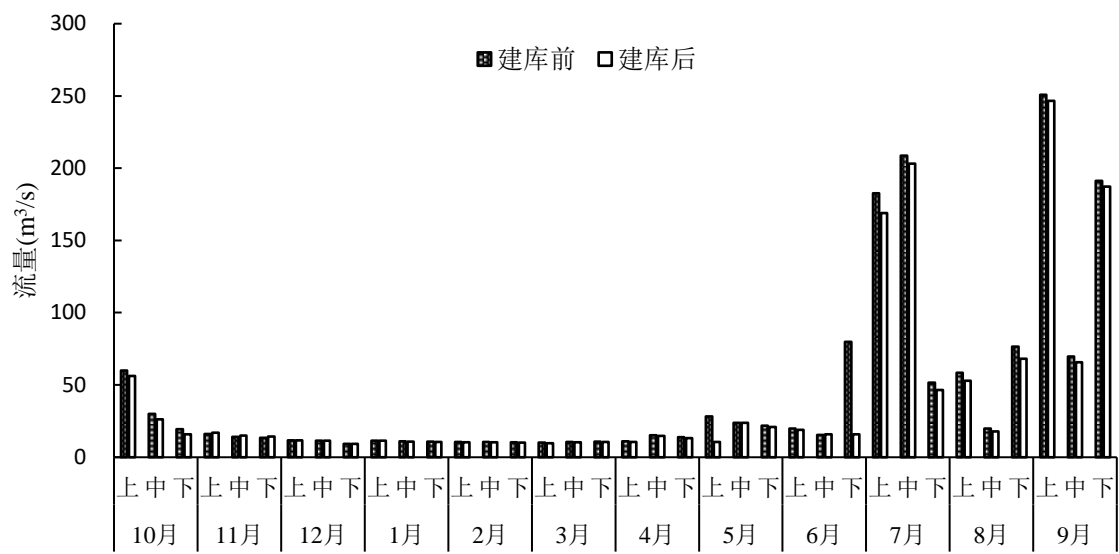


图 5.3.4-3 焦岩水库建设前后流量变化过程（丰水年）

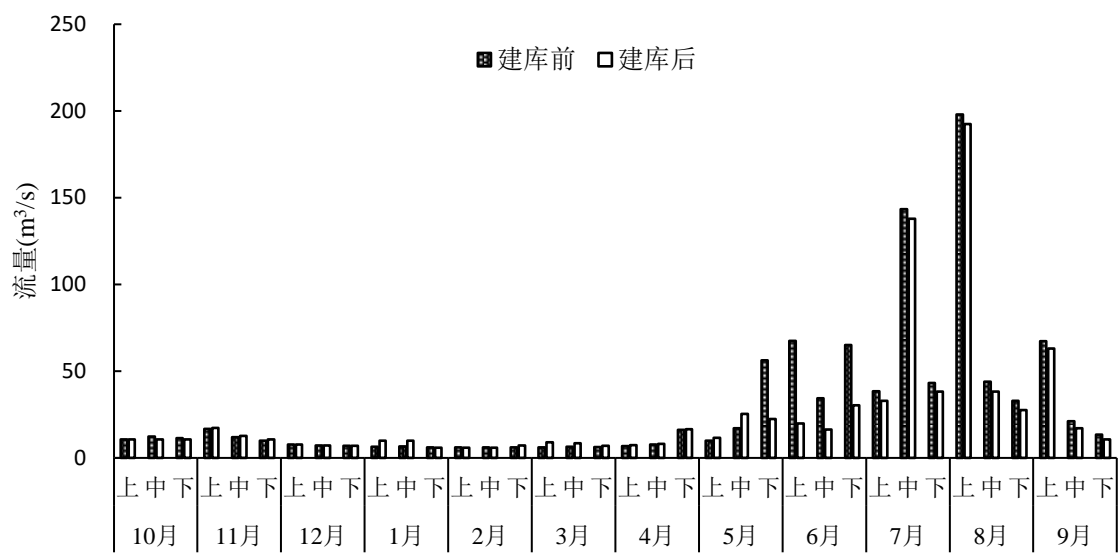


图 5.3.4-4 焦岩水库建设前后流量变化过程（平水年）

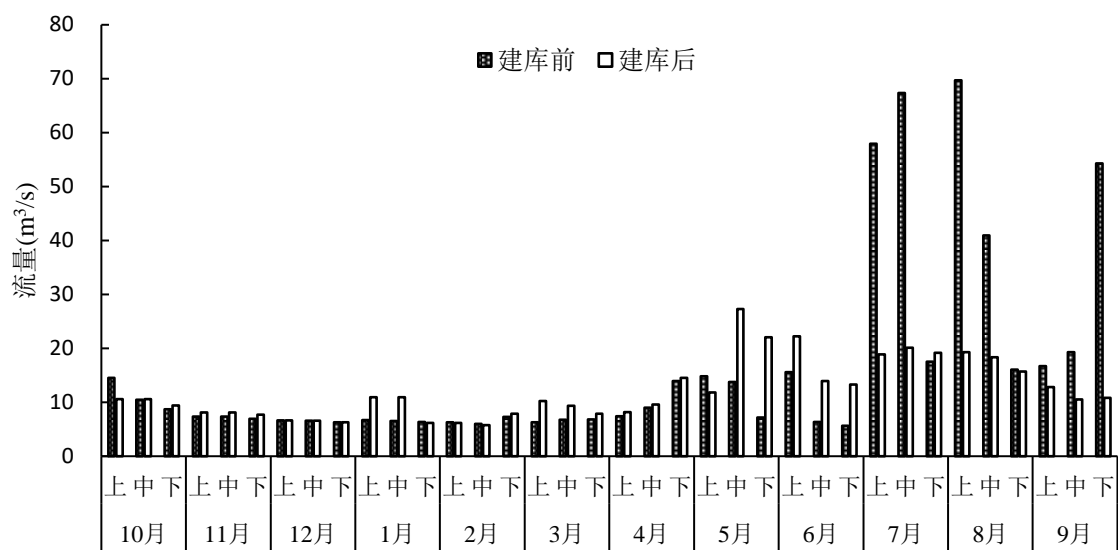


图 5.3.4-5 焦岩水库建设前后流量变化过程（枯水年）

表 5.3.4-1 焦岩水库建设前后代表年流量变化统计表

月		10			11			12			1			2			3		
旬		上	中	下	上	中	下	上	中	下	上	中	下	上	中	下	上	中	下
建设前 (m³/s)	丰	59.85	29.92	19.43	16.03	14.08	13.38	11.53	11.29	9.10	11.43	10.87	10.64	10.48	10.52	10.38	10.14	10.60	10.74
	平	10.52	12.24	11.28	16.59	11.87	9.81	7.67	7.12	6.82	6.31	6.53	6.02	5.95	6.02	6.04	5.96	6.29	6.15
	枯	14.52	10.46	8.71	7.33	7.32	6.90	6.66	6.59	6.28	6.70	6.48	6.35	6.29	5.99	7.28	6.26	6.75	6.80
建设后 (m³/s)	丰	56.14	26.22	15.83	16.80	14.85	14.16	11.53	11.29	9.10	11.34	10.73	10.47	10.35	10.26	10.07	9.64	10.26	10.44
	平	10.58	10.58	10.51	17.12	12.65	10.58	7.67	7.12	6.82	9.85	9.85	5.83	5.83	5.77	7.16	9.01	8.38	6.95
	枯	10.58	10.58	9.41	8.10	8.10	7.68	6.66	6.59	6.28	10.95	10.95	6.14	6.17	5.73	7.89	10.21	9.36	7.84
变化率(%)	丰	-6.19	-12.38	-18.55	4.83	5.50	5.78	0.00	0.00	0.00	-0.75	-1.23	-1.61	-1.25	-2.49	-3.00	-4.89	-3.29	-2.78
	平	0.63	-13.53	-6.82	3.25	6.52	7.89	0.00	0.00	0.00	56.00	50.91	-3.20	-2.01	-4.16	18.58	51.18	33.23	12.99
	枯	-27.12	1.15	8.08	10.57	10.57	11.21	0.00	0.00	0.00	63.37	68.86	-3.37	-1.94	-4.22	8.34	63.10	38.59	15.23
月		4			5			6			7			8			9		
旬		上	中	下	上	中	下	上	中	下	上	中	下	上	中	下	上	中	下
建设前 (m³/s)	丰	10.92	15.24	13.74	28.05	23.76	21.81	19.81	15.33	79.82	182.53	208.57	51.54	58.42	19.85	76.52	250.88	69.60	191.20
	平	6.73	7.65	16.13	9.89	16.99	56.26	67.32	34.26	64.98	38.37	143.40	43.20	197.95	43.83	32.76	67.23	21.10	13.29
	枯	7.41	9.00	13.94	14.81	13.77	7.13	15.54	6.32	5.63	57.94	67.34	17.49	69.69	40.92	16.02	16.69	19.28	54.27
建设后 (m³/s)	丰	10.52	14.70	13.20	10.42	23.73	20.93	18.91	15.88	15.88	169.00	203.03	46.43	52.87	17.79	68.11	246.67	65.63	187.34
	平	7.24	8.01	16.49	11.45	25.31	22.34	19.79	16.22	30.22	32.80	137.83	38.09	192.38	38.19	27.51	62.98	17.11	10.58
	枯	8.14	9.58	14.52	11.79	27.31	22.06	22.21	13.93	13.25	18.87	20.11	19.18	19.27	18.34	15.72	12.80	10.49	10.78
变化率(%)	丰	-3.64	-3.56	-3.95	-62.84	-0.11	-4.03	-4.53	3.60	-80.10	-7.41	-2.66	-9.91	-9.50	-10.39	-10.99	-1.68	-5.70	-2.02
	平	7.48	4.68	2.22	15.71	49.00	-60.29	-70.61	-52.65	-53.49	-14.52	-3.88	-11.82	-2.81	-12.87	-16.02	-6.32	-18.93	-20.37
	枯	9.83	6.49	4.19	-20.40	98.28	209.28	42.87	120.63	135.28	-67.44	-70.13	9.64	-72.35	-55.17	-1.87	-23.31	-45.58	-80.14

（2）涓惠渠下游 100m

丰水年：坝址断面流量 11 月、1 月上中旬、2 月上旬-3 月下旬、5 月中旬-6 月中旬较水库建成前增加 0.55%-77.23%，12 月坝址处坝址断面流量与水库建成前基本持平；其他月份坝址断面流量较水库建成前减小 0.19%~85.53%，在 6 月下旬减小幅度最大，为 85.53%。从年均变化来看，丰水年坝址断面流量较水库建成前减少 7.76%。

平水年：坝址断面流量 11 月中下旬、1 月上中旬、2 月下旬-3 月下旬、5 月中下旬流量较建库前增加 0.74%-286.05%，12 月坝址断面流量与水库建成前基本持平；其他月份坝址断面流量较水库建成前减小 0.89%~81.31%，在 6 月上旬减小幅度最大，为 81.31%。从年均流量变化来看，丰水年坝址断面流量较水库建成前减少 17.93%。

（3）枯水年：坝址断面流量 10 月下旬-11 月下旬、1 月上中旬、2 月下旬-3 月下旬、5 月中旬-6 月下旬、7 月下旬较水库建成前增加 0.91%-611.79%，12 月坝址处坝址断面流量与水库建成前基本持平；其他月份坝址断面流量较水库建成前减少 1.57%~82.27%，减小幅度最大在 8 月上旬，为 82.27%。从年均流量变化来看，枯水年坝址断面流量较水库建成前减少 37.63%。

（4）丰水年生态流量满足程度由建库前 89%增加到建库后 100%，平水年生态流量满足程度由建库前 81%增加到建库后 100%，枯水年由建库前 69%增加到建库后 89%。

（5）从年均流量变化来看，水库建成后丰、平、枯水年坝址断面流量较水库建成前分别减小 7.76%、17.93%、37.63%。

表 5.3.4-2 焦岩水库建设前后代表年流量变化统计表

月		10			11			12			1			2			3		
旬		上	中	下	上	中	下	上	中	下	上	中	下	上	中	下	上	中	下
建设前 (m ³ /s)	丰	59.85	29.92	19.43	16.03	14.08	13.38	11.53	11.29	9.10	7.69	7.13	10.64	10.35	10.25	8.50	6.62	8.46	10.43
	平	10.52	12.24	11.28	16.59	11.87	9.81	7.67	7.12	6.82	2.82	3.04	6.02	5.65	5.62	4.22	2.98	4.46	5.88
	枯	14.52	10.46	8.71	7.33	7.32	6.90	6.66	6.59	6.28	2.44	2.22	6.35	5.90	5.49	4.93	2.44	4.42	6.48
建设后 (m ³ /s)	丰	55.39	25.46	15.14	16.05	14.10	13.40	11.53	11.29	9.10	7.65	7.05	10.50	10.35	10.26	8.49	6.50	8.37	10.44
	平	9.90	9.90	9.89	16.44	11.96	9.90	7.67	7.12	6.82	5.46	5.46	5.83	5.59	5.53	5.16	5.37	5.30	5.94
	枯	9.90	9.90	8.79	7.41	7.41	6.99	6.66	6.59	6.28	5.59	5.59	6.14	5.81	5.37	5.24	5.50	5.41	6.55
变化率(%)	丰	-7.46	-14.91	-22.09	0.11	0.12	0.13	0.00	0.00	0.00	-0.52	-1.10	-1.29	0.05	0.10	-0.16	-1.85	-0.98	0.11
	平	-5.90	-19.14	-12.35	-0.89	0.74	0.89	0.00	0.00	0.00	93.41	79.83	-3.20	-0.97	-1.55	22.41	80.37	18.78	0.94
	枯	-31.85	-5.41	0.91	1.19	1.19	1.27	0.00	0.00	0.00	129.27	151.76	-3.37	-1.51	-2.20	6.41	125.53	22.29	1.04
月		4			5			6			7			8			9		
旬		上	中	下	上	中	下	上	中	下	上	中	下	上	中	下	上	中	下
建设前 (m ³ /s)	丰	10.14	14.46	12.96	26.95	6.42	7.89	8.84	8.06	72.55	173.75	197.40	41.38	47.78	10.21	70.33	247.74	68.77	191.20
	平	6.16	7.09	15.56	8.97	2.99	44.90	58.51	28.61	59.32	31.30	134.97	35.54	190.24	36.48	27.72	64.59	20.50	13.29
	枯	6.84	8.43	13.37	13.78	2.21	1.24	4.60	2.19	1.95	49.95	58.25	9.23	61.34	33.39	10.82	14.04	18.68	54.27
建设后 (m ³ /s)	丰	10.10	14.30	12.80	9.91	10.32	10.28	10.21	10.07	10.05	162.16	194.28	38.42	44.43	10.16	63.19	244.24	65.00	187.35
	平	6.03	6.81	15.28	9.99	11.56	11.22	10.94	10.53	24.53	25.64	129.31	30.35	184.69	30.86	22.49	60.33	16.50	9.90
	枯	6.73	8.17	13.12	10.03	11.79	8.82	11.21	7.17	6.49	10.83	10.97	10.87	10.88	10.77	10.48	10.15	9.89	9.92
变化率(%)	丰	-0.40	-1.08	-1.21	-63.21	60.77	30.26	15.54	25.04	-86.14	-6.67	-1.58	-7.14	-7.02	-0.50	-10.15	-1.41	-5.48	-2.01
	平	-2.15	-3.92	-1.79	11.38	286.05	-75.00	-81.31	-63.18	-58.65	-18.09	-4.20	-14.61	-2.92	-15.41	-18.86	-6.59	-19.49	-25.54
	枯	-1.57	-2.99	-1.89	-27.21	434.33	611.79	143.53	227.46	232.49	-78.31	-81.16	17.79	-82.27	-67.74	-3.14	-27.74	-47.06	-81.72

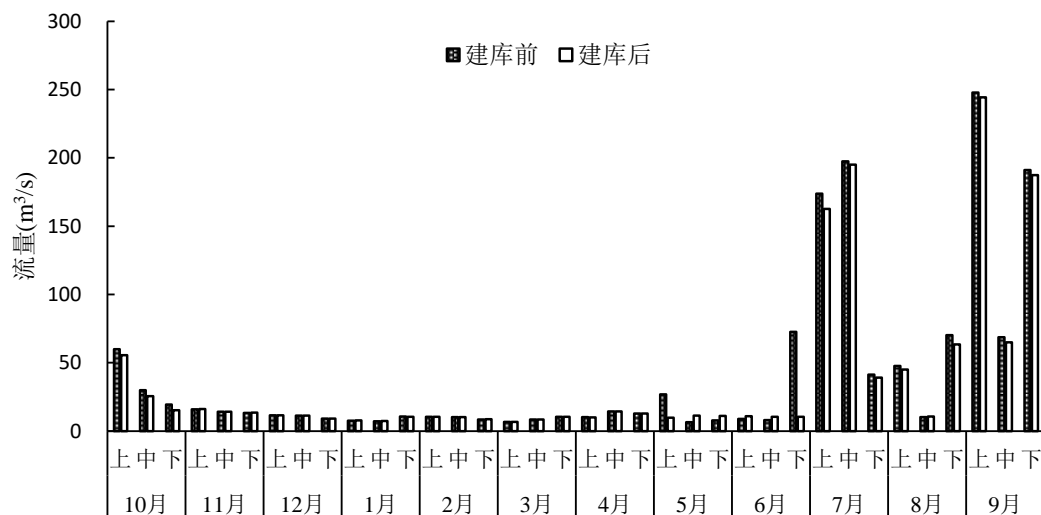


图 5.3.4-6 焦岩水库建设前后流量变化过程（丰水年）

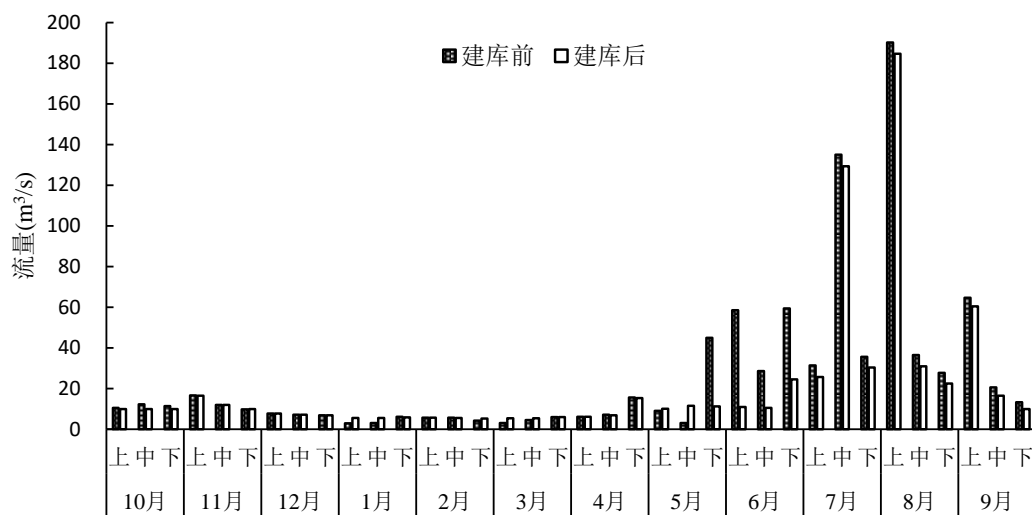


图 5.3.4-7 焦岩水库建设前后流量变化过程（平水年）

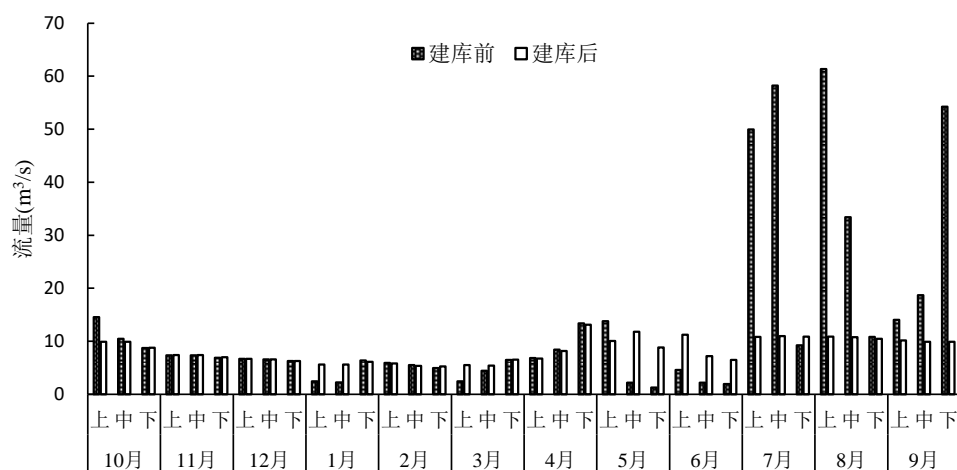


图 5.3.4-8 焦岩水库建设前后流量变化过程（枯水年）

（3）五门堰下游 100m

丰水年：坝址断面流量 11 月、1 月上中旬、2 月上旬-4 月上旬、5 月中旬-6 月中旬、8 月中旬较水库建成前增加 0.04%-92.16%，12 月坝址处坝址断面流量与水库建成前基本持平；其他月份坝址断面流量较水库建成前减小 1.00%~85.86%，在 6 月下旬减小幅度最大，为 85.86%。从年均变化来看，丰水年坝址断面流量较水库建成前减少 7.67%。

平水年：坝址断面流量 11 月中下旬、1 月上中旬、2 月下旬-3 月下旬、5 月上中旬流量较建库前增加 0.08%-371.81%，12 月坝址断面流量与水库建成前基本持平；其他月份坝址断面流量较水库建成前减小 0.90%~81.95%，在 6 月上旬减小幅度最大，为 81.95%。从年均流量变化来看，丰水年坝址断面流量较水库建成前减少 18.11%。

枯水年：坝址断面流量 10 月下旬-1 月下旬、2 月下旬-3 月下旬、5 月中旬-6 月下旬、7 月下旬较水库建成前增加 0.02%-582.29%，12 月坝址处坝址断面流量与水库建成前基本持平；其他月份坝址断面流量较水库建成前减少 1.48%~83.01%，减小幅度最大在 8 月上旬，为 83.01%。从年均流量变化来看，枯水年坝址断面流量较水库建成前减少 38.25%。

生态流量满足率：丰水年生态流量满足程度由建库前 86%增加到建库后 100%，平水年生态流量满足程度由建库前 81%增加到建库后 100%，枯水年由建库前 67%增加到建库后 89%。

从年均流量变化来看，水库建成后丰、平、枯水年坝址断面流量较水库建成前分别减小 7.67%、18.11%、38.255%。

图 5.3.4-9 焦岩水库建设前后代表年流量变化统计表

月		10			11			12			1			2			3		
旬		上	中	下	上	中	下	上	中	下	上	中	下	上	中	下	上	中	下
建设前 (m³/s)	丰	59.85	29.92	19.43	16.03	14.08	13.38	11.53	11.29	9.10	7.48	6.93	10.66	10.34	10.23	8.39	6.45	8.35	10.41
	平	10.52	12.24	11.28	16.59	11.87	9.81	7.67	7.12	6.82	2.63	2.85	6.05	5.62	5.59	4.11	2.83	4.37	5.86
	枯	14.52	10.46	8.71	7.33	7.32	6.90	6.66	6.59	6.28	2.19	1.98	6.38	5.87	5.46	4.79	2.24	4.30	6.46
建设后 (m³/s)	丰	55.41	25.48	15.16	16.07	14.12	13.43	11.53	11.29	9.10	7.74	7.14	10.49	10.35	10.26	8.53	6.57	8.41	10.44
	平	9.85	9.85	9.85	16.39	11.92	9.85	7.67	7.12	6.82	5.21	5.22	5.86	5.57	5.51	5.05	5.18	5.13	5.87
	枯	9.92	9.96	8.84	7.43	7.47	7.06	6.74	6.65	6.30	5.25	5.23	7.68	5.78	5.35	5.06	5.18	5.14	6.46
变化率(%)	丰	-7.42	-14.84	-21.98	0.25	0.29	0.30	0.00	0.00	0.00	3.42	3.00	-1.64	0.14	0.28	1.56	1.94	0.78	0.31
	平	-6.34	-19.52	-12.72	-1.17	0.34	0.42	0.00	0.00	0.00	98.30	83.29	-3.12	-0.90	-1.36	22.77	83.40	17.36	0.08
	枯	-31.66	-4.84	1.54	1.44	2.02	2.29	1.30	0.89	0.35	139.19	163.79	20.37	-1.48	-2.05	5.74	131.62	19.54	0.02
月		4			5			6			7			8			9		
旬		上	中	下	上	中	下	上	中	下	上	中	下	上	中	下	上	中	下
建设前 (m³/s)	丰	10.10	14.44	12.94	26.94	5.56	7.12	8.24	7.66	72.13	173.27	196.76	40.76	47.18	9.69	69.99	247.59	68.74	191.21
	平	6.14	7.07	15.55	8.96	2.28	44.26	58.03	28.30	59.00	30.92	134.49	35.07	189.81	36.08	27.45	64.46	20.48	13.30
	枯	6.81	8.42	13.36	13.77	1.91	1.16	4.00	1.91	1.68	49.51	57.73	8.72	60.87	32.98	10.53	13.91	18.66	54.28
建设后 (m³/s)	丰	10.10	14.30	12.80	9.90	10.68	10.54	10.42	10.21	10.20	162.33	194.50	38.64	44.64	10.34	63.31	244.29	65.01	187.35
	平	5.96	6.76	15.23	9.96	10.77	10.62	10.47	10.24	24.22	25.26	128.84	29.88	184.28	30.48	22.23	60.21	16.49	9.86
	枯	6.64	8.08	13.02	9.96	10.79	7.95	10.46	6.72	6.05	10.33	10.35	10.31	10.34	10.29	10.18	10.11	10.02	10.00
变化率(%)	丰	0.04	-1.00	-1.11	-63.25	92.16	48.09	26.39	33.35	-85.86	-6.32	-1.15	-5.19	-5.38	6.76	-9.55	-1.33	-5.43	-2.02
	平	-2.83	-4.47	-2.03	11.09	371.81	-76.00	-81.95	-63.82	-58.95	-18.28	-4.21	-14.80	-2.92	-15.53	-19.00	-6.59	-19.49	-25.87
	枯	-2.57	-4.00	-2.52	-27.63	465.07	582.29	161.84	250.72	259.71	-79.14	-82.07	18.33	-83.01	-68.80	-3.36	-27.35	-46.30	-81.57

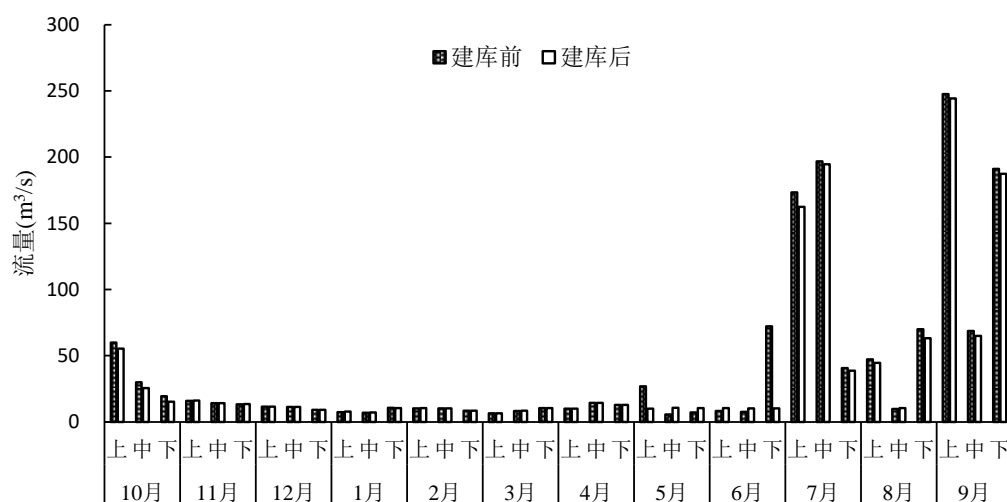


图 5.3.4-9 焦岩水库建设前后流量变化过程（丰水年）

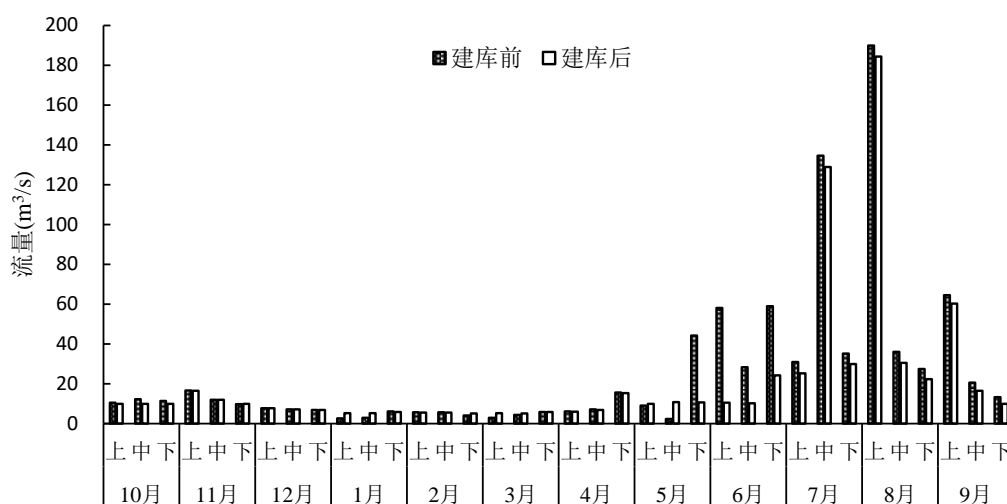


图 5.3.4-10 焦岩水库建设前后流量变化过程（平水年）

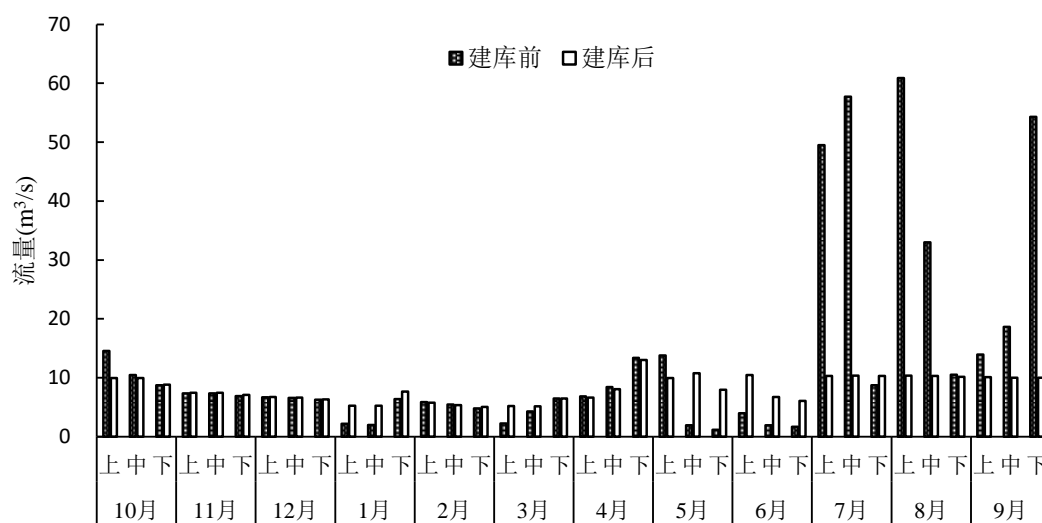


图 5.3.4-11 焦岩水库建设前后流量变化过程（枯水年）

（4）杨填堰下游 100m

焦岩水库运行前、后杨填堰下游 100m 断面的流量对比如**错误!未找到引用源。**
~**错误!未找到引用源。**所示。

丰水年：坝址断面流量 11 月、1 月上中旬、2 月上旬-4 月上旬、5 月中旬-6 月中旬、8 月中旬较水库建成前增加 0.04%-107.67%，12 月坝址处坝址断面流量与水库建成前基本持平；其他月份坝址断面流量较水库建成前减小 1.07%~86.17%，在 6 月下旬减小幅度最大，为 86.17%。从年均变化来看，丰水年坝址断面流量较水库建成前减少 7.61%。

平水年：坝址断面流量 11 月中下旬、1 月上中旬、2 月下旬-3 月中旬、5 月上中旬流量较建库前增加 0.05%-490.70%，12 月坝址断面流量与水库建成前基本持平；其他月份坝址断面流量较水库建成前减小 0.84%~82.58%，在 6 月上旬减小幅度最大，为 82.58%。从年均流量变化来看，丰水年坝址断面流量较水库建成前减少 18.29%。

枯水年：坝址断面流量 10 月下旬-1 月下旬、2 月下旬-3 月下旬、5 月中旬-6 月下旬、7 月下旬较水库建成前增加 1.45%-689.79%，12 月坝址处坝址断面流量与水库建成前基本持平；其他月份坝址断面流量较水库建成前减少 1.45%~83.59%，减小幅度最大在 8 月上旬，为 83.59%。从年均流量变化来看，枯水年坝址断面流量较水库建成前减少 39.03%。

生态流量满足率：丰水年生态流量满足程度由建库前 86%增加到建库后 100%，平水年生态流量满足程度由建库前 81%增加到建库后 100%，枯水年由建库前 67%增加到建库后 89%。

从年均流量变化来看，水库建成后丰、平、枯水年坝址断面流量较水库建成前分别减小 7.61%、18.29%、89%。

表 5.3.4-4 焦岩水库建设前后代表年流量变化统计表

月		10			11			12			1			2			3		
旬		上	中	下	上	中	下	上	中	下	上	中	下	上	中	下	上	中	下
建设前 (m³/s)	丰	59.85	29.92	19.43	16.03	14.08	13.38	11.53	11.29	9.10	7.30	6.74	10.66	10.33	10.22	8.30	6.27	8.24	10.39
	平	10.52	12.24	11.28	16.59	11.87	9.81	7.67	7.12	6.82	2.45	2.67	6.05	5.61	5.57	4.02	2.68	4.28	5.85
	枯	14.52	10.46	8.71	7.33	7.32	6.90	6.66	6.59	6.28	1.98	1.77	6.38	5.85	5.43	4.67	2.05	4.18	6.44
建设后 (m³/s)	丰	55.38	25.45	15.13	16.04	14.09	13.39	11.53	11.29	9.10	7.57	6.97	10.49	10.35	10.26	8.45	6.43	8.33	10.44
	平	9.82	9.82	9.82	16.36	11.88	9.81	7.67	7.12	6.82	4.99	5.00	5.86	5.56	5.50	4.95	5.00	4.97	5.82
	枯	9.89	9.92	8.81	7.40	7.44	7.03	6.74	6.65	6.30	4.98	4.96	7.68	5.76	5.33	4.93	4.95	4.94	6.40
变化率(%)	丰	-7.47	-14.95	-22.14	0.04	0.04	0.05	0.00	0.00	0.00	3.73	3.32	-1.64	0.20	0.41	1.83	2.47	1.03	0.46
	平	-6.67	-19.80	-13.00	-1.38	0.05	0.06	0.00	0.00	0.00	103.49	87.07	-3.12	-0.84	-1.22	23.07	86.83	16.27	-0.56
	枯	-31.90	-5.17	1.18	0.97	1.55	1.79	1.30	0.89	0.35	151.47	180.52	20.37	-1.45	-1.94	5.57	141.78	18.14	-0.73
月		4			5			6			7			8			9		
旬		上	中	下	上	中	下	上	中	下	上	中	下	上	中	下	上	中	下
建设前 (m³/s)	丰	10.06	14.40	12.90	26.89	4.84	6.42	7.69	7.29	71.77	172.83	196.19	40.25	46.65	9.20	69.68	247.43	68.70	191.21
	平	6.11	7.05	15.52	8.92	1.71	43.69	57.59	28.02	58.72	30.56	134.07	34.69	189.42	35.72	27.19	64.32	20.45	13.30
	枯	6.78	8.39	13.33	13.72	1.43	0.92	3.45	1.66	1.45	49.10	57.27	8.30	60.45	32.61	10.27	13.78	18.62	54.28
建设后 (m³/s)	丰	10.08	14.28	12.78	9.88	10.06	10.05	10.01	9.94	9.93	162.01	194.10	38.27	44.25	9.99	63.08	244.17	64.98	187.35
	平	5.90	6.70	15.17	9.88	10.07	10.07	10.03	9.95	23.94	24.90	128.41	29.49	183.89	30.11	21.98	60.08	16.46	9.82
	枯	6.57	8.01	12.95	9.88	10.01	7.28	9.91	6.38	5.71	9.92	9.89	9.90	9.92	9.91	9.91	9.97	9.99	9.96
变化率(%)	丰	0.23	-0.87	-0.97	-63.27	107.67	56.50	30.18	36.32	-86.17	-6.26	-1.07	-4.90	-5.14	8.51	-9.48	-1.32	-5.41	-2.02
	平	-3.37	-4.94	-2.24	10.85	490.70	-76.96	-82.58	-64.47	-59.24	-18.51	-4.22	-14.98	-2.92	-15.69	-19.17	-6.60	-19.52	-26.13
	枯	-3.20	-4.52	-2.84	-28.00	598.50	689.79	187.57	284.71	294.68	-79.79	-82.73	19.22	-83.59	-69.60	-3.46	-27.62	-46.38	-81.65

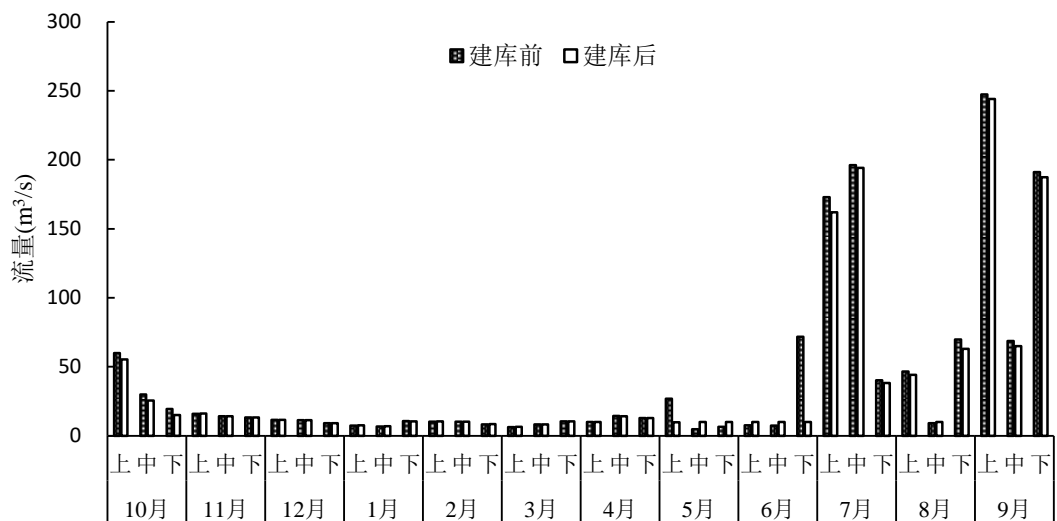


图 5.3.4-12 焦岩水库建设前后流量变化过程（丰水年）

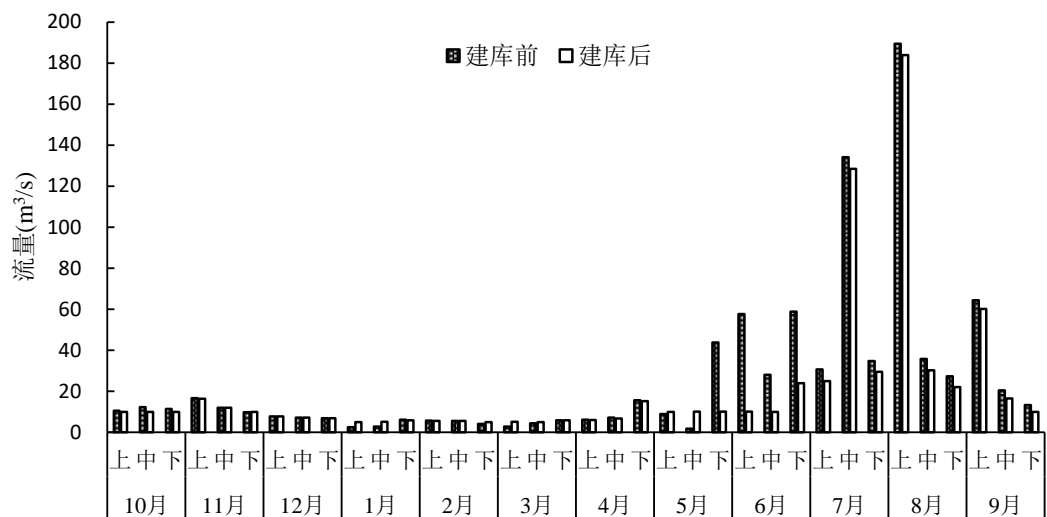


图 5.3.4-13 焦岩水库建设前后流量变化过程（平水年）

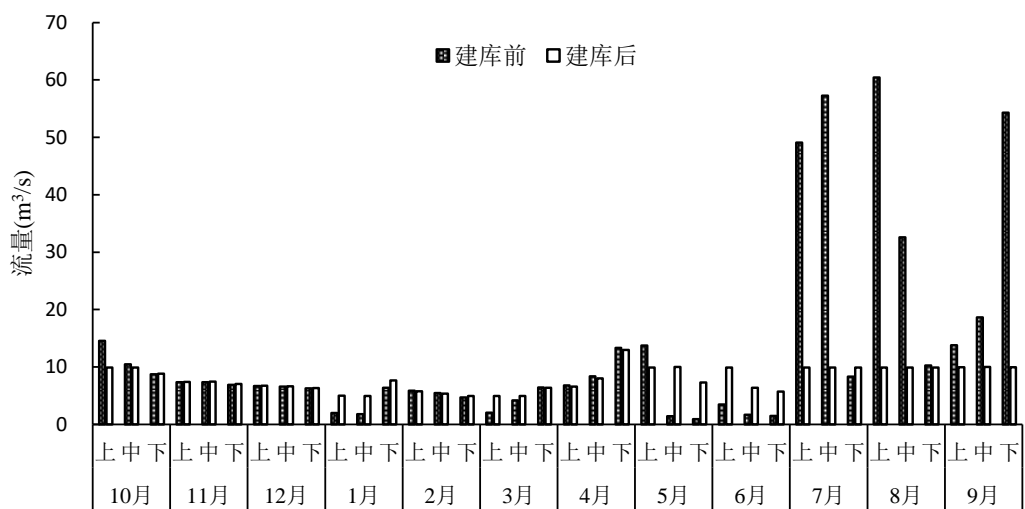


图 5.3.4-14 焦岩水库建设前后流量变化过程（枯水年）

（5）柳家寨

丰水年：坝址断面流量 11 月、1 月上中旬、2 月上旬-4 月上旬、5 月中旬-6 月中旬、8 月中旬较水库建成前增加 0.08%-92.83%，12 月坝址处坝址断面流量与水库建成前基本持平；其他月份坝址断面流量较水库建成前减小 0.91%~86.07%，在 6 月下旬减小幅度最大，为 86.07%。从年均变化来看，丰水年坝址断面流量较水库建成前减少 7.64%。

平水年：坝址断面流量 11 月中下旬、1 月上中旬、2 月下旬-3 月中旬、5 月上中旬流量较建库前增加 0.10%-395.15%，12 月坝址断面流量与水库建成前基本持平；其他月份坝址断面流量较水库建成前减小 0.44%~82.37%，在 6 月上旬减小幅度最大，为 82.37%。从年均流量变化来看，丰水年坝址断面流量较水库建成前减少 18.25%。

枯水年：坝址断面流量 10 月下旬-1 月下旬、2 月下旬-3 月中旬、5 月中旬-6 月下旬、7 月下旬较水库建成前增加 0.53%-636.06%，12 月坝址处坝址断面流量与水库建成前基本持平；其他月份坝址断面流量较水库建成前减少 0.53%~83.48%，减小幅度最大在 8 月上旬，为 83.48%。从年均流量变化来看，枯水年坝址断面流量较水库建成前减少 38.67%。

生态流量满足率：丰水年生态流量满足程度由建库前 86%增加到建库后 100%，平水年生态流量满足程度由建库前 81%增加到建库后 100%，枯水年由建库前 67%增加到建库后 89%。

从年均流量变化来看，水库建成后丰、平、枯水年坝址断面流量较水库建成前分别减小 7.64%、18.25%、38.67%。

表 5.3.4-5 焦岩水库建设前后代表年流量变化统计表

月		10			11			12			1			2			3		
旬		上	中	下	上	中	下	上	中	下	上	中	下	上	中	下	上	中	下
建设前 (m³/s)	丰	59.85	29.92	19.43	16.03	14.08	13.38	11.53	11.29	9.10	7.35	6.81	10.68	10.33	10.22	8.33	6.33	8.28	10.39
	平	10.52	12.24	11.28	16.59	11.87	9.81	7.67	7.12	6.82	2.51	2.73	6.06	5.61	5.57	4.04	2.73	4.31	5.85
	枯	14.52	10.46	8.71	7.33	7.32	6.90	6.66	6.59	6.28	2.04	1.83	6.39	5.85	5.44	4.70	2.11	4.22	6.45
建设后 (m³/s)	丰	55.38	25.46	15.13	16.04	14.09	13.40	11.53	11.29	9.10	7.62	7.02	10.50	10.35	10.26	8.47	6.48	8.36	10.44
	平	9.82	9.82	9.82	16.36	11.89	9.82	7.67	7.12	6.82	5.06	5.07	5.87	5.56	5.50	4.97	5.06	5.02	5.82
	枯	9.93	9.98	8.86	7.44	7.49	7.09	6.79	6.68	6.31	5.04	5.01	8.44	5.77	5.33	4.95	4.99	4.98	6.41
变化率(%)	丰	-7.46	-14.93	-22.12	0.08	0.09	0.09	0.00	0.00	0.00	3.61	3.19	-1.66	0.19	0.39	1.76	2.29	0.95	0.43
	平	-6.61	-19.75	-12.95	-1.34	0.10	0.13	0.00	0.00	0.00	101.81	85.76	-3.08	-0.85	-1.25	23.00	85.54	16.47	-0.44
	枯	-31.60	-4.60	1.80	1.50	2.37	2.73	1.95	1.33	0.53	146.86	173.44	32.17	-1.46	-1.96	5.36	136.59	17.89	-0.60
月		4			5			6			7			8			9		
旬		上	中	下	上	中	下	上	中	下	上	中	下	上	中	下	上	中	下
建设前 (m³/s)	丰	10.08	14.43	12.93	26.93	5.31	6.63	7.86	7.41	71.87	172.97	196.35	40.37	46.81	9.36	69.78	247.49	68.72	191.21
	平	6.12	7.06	15.54	8.95	2.07	43.86	57.73	28.11	58.80	30.67	134.19	34.78	189.54	35.83	27.27	64.37	20.47	13.30
	枯	6.79	8.41	13.35	13.75	1.74	1.01	3.61	1.74	1.51	49.22	57.40	8.40	60.57	32.72	10.35	13.83	18.64	54.28
建设后 (m³/s)	丰	10.09	14.30	12.80	9.91	10.23	10.21	10.15	10.03	10.01	162.12	194.22	38.37	44.37	10.11	63.16	244.22	64.99	187.35
	平	5.92	6.72	15.20	9.93	10.27	10.24	10.18	10.05	24.02	25.02	128.54	29.59	184.01	30.24	22.06	60.13	16.47	9.83
	枯	6.58	8.02	12.96	9.92	10.17	7.41	10.01	6.44	5.78	10.01	9.97	9.98	10.01	9.99	9.99	10.07	10.08	10.04
变化率(%)	丰	0.19	-0.91	-1.01	-63.21	92.83	53.98	29.04	35.44	-86.07	-6.27	-1.09	-4.96	-5.20	8.03	-9.49	-1.32	-5.42	-2.02
	平	-3.26	-4.81	-2.19	10.91	395.15	-76.64	-82.37	-64.24	-59.15	-18.42	-4.21	-14.92	-2.91	-15.61	-19.10	-6.59	-19.50	-26.07
	枯	-3.17	-4.58	-2.89	-27.90	485.94	636.06	177.10	270.13	282.18	-79.66	-82.62	18.76	-83.48	-69.46	-3.49	-27.19	-45.94	-81.51

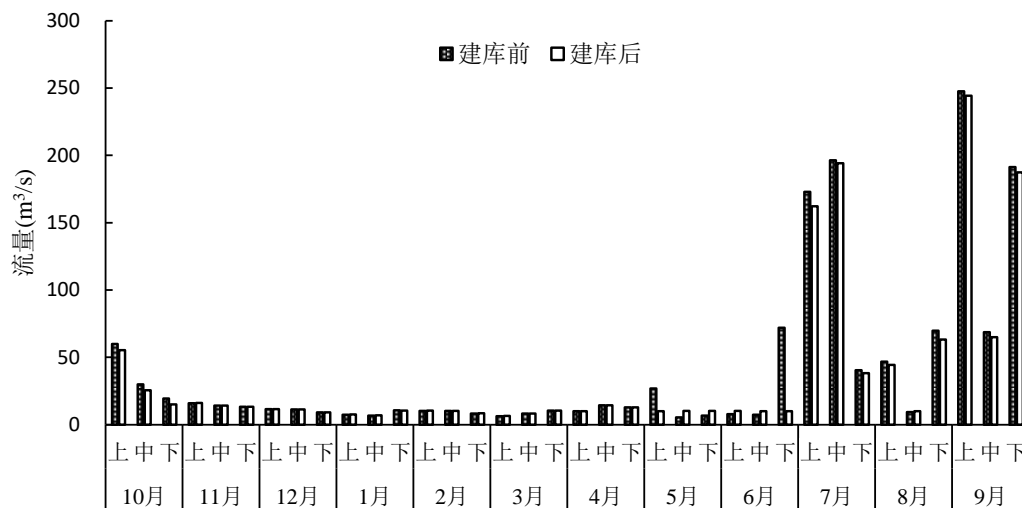


图 5.3.4-15 焦岩水库建设前后流量变化过程（丰水年）

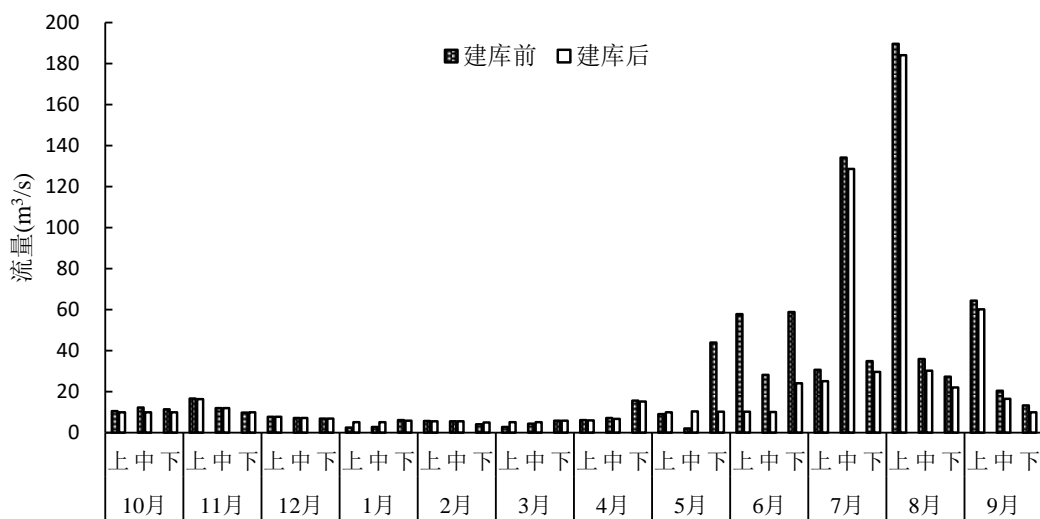


图 5.3.4-16 焦岩水库建设前后流量变化过程（平水年）

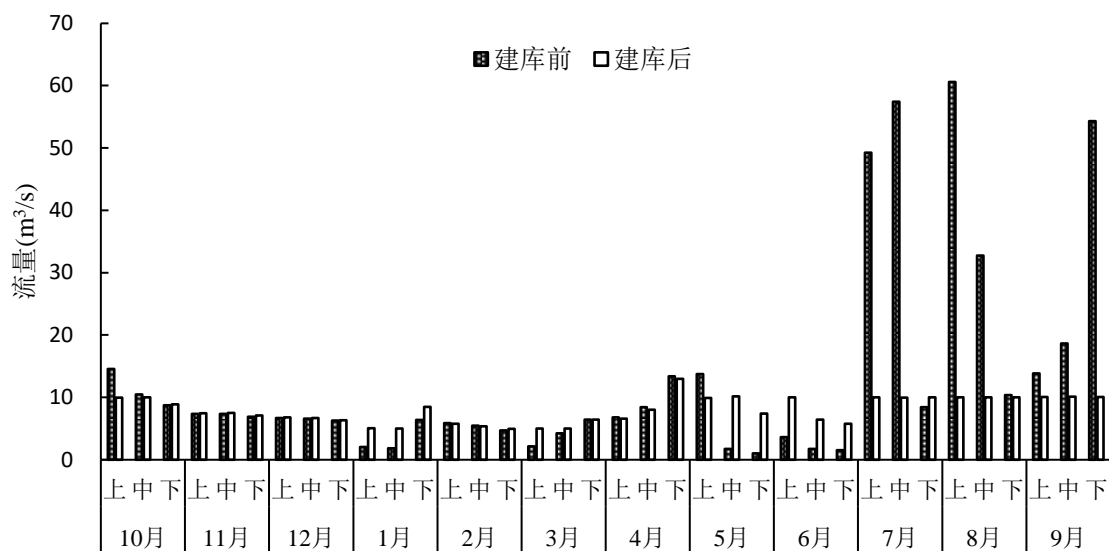


图 5.3.4-17 焦岩水库建设前后流量变化过程（枯水年）

(6) 汇口

焦岩水库运行前、后汇口断面的流量对比如错误!未找到引用源。~错误!未找到引用源。所示。

丰水年：坝址断面流量 11 月、1 月上中旬、2 月上旬-4 月上旬、5 月中旬-6 月中旬、8 月中旬较水库建成前增加 0.11%-85.49%，12 月坝址处坝址断面流量与水库建成前基本持平；其他月份坝址断面流量较水库建成前减小 1.04%~86.02%，在 6 月下旬减小幅度最大，为 86.02%。从年均变化来看，丰水年坝址断面流量较水库建成前减少 7.66%。

平水年：坝址断面流量 11 月中下旬、1 月上中旬、2 月下旬-3 月中旬、5 月上中旬流量较建库前增加 0.15%-354.18%，12 月坝址断面流量与水库建成前基本持平；其他月份坝址断面流量较水库建成前减小 0.86%~82.27%，在 6 月上旬减小幅度最大，为 82.27%。从年均流量变化来看，丰水年坝址断面流量较水库建成前减少 18.24%。

枯水年：坝址断面流量 10 月下旬-1 月下旬、2 月下旬-3 月中旬、5 月中旬-6 月下旬、7 月下旬较水库建成前增加 0.53%-614.56%，12 月坝址处坝址断面流量与水库建成前基本持平；其他月份坝址断面流量较水库建成前减少 0.49%~83.39%，减小幅度最大在 8 月上旬，为 83.39%。从年均流量变化来看，枯水年坝址断面流量较水库建成前减少 38.57%。

生态流量满足率：丰水年生态流量满足程度由建库前 81%增加到建库后 100%，平水年生态流量满足程度由建库前 81%增加到建库后 100%，枯水年由建库前 67%增加到建库后 89%。

从年均流量变化来看，水库建成后丰、平、枯水年坝址断面流量较水库建成前分别减小 7.66%、18.24%、38.57%。

表 5.3.4-6 焦岩水库建设前后代表年流量变化统计表

月		10			11			12			1			2			3		
旬		上	中	下	上	中	下	上	中	下	上	中	下	上	中	下	上	中	下
建设前 (m³/s)	丰	59.85	29.92	19.43	16.03	14.08	13.38	11.53	11.29	9.10	7.38	6.84	10.68	10.33	10.22	8.34	6.36	8.30	10.40
	平	10.52	12.24	11.28	16.59	11.87	9.81	7.67	7.12	6.82	2.53	2.75	6.06	5.61	5.58	4.06	2.75	4.32	5.85
	枯	14.52	10.46	8.71	7.33	7.32	6.90	6.66	6.59	6.28	2.07	1.87	6.39	5.85	5.44	4.72	2.14	4.24	6.45
建设后 (m³/s)	丰	55.50	25.62	15.28	16.15	14.26	13.58	11.66	11.38	9.14	5.47	4.84	12.77	9.95	9.86	7.15	4.46	5.90	9.02
	平	9.83	9.83	9.83	16.37	11.89	9.83	7.67	7.12	6.82	5.09	5.10	5.87	5.57	5.51	4.99	5.09	5.04	5.83
	枯	9.94	9.99	8.87	7.44	7.50	7.10	6.79	6.68	6.31	5.08	5.05	8.44	5.77	5.33	4.97	5.02	5.01	6.42
变化率(%)	丰	-7.27	-14.38	-21.34	0.72	1.27	1.44	1.13	0.78	0.37	-25.93	-29.24	19.62	-3.68	-3.53	-14.27	-29.93	-28.86	-13.25
	平	-6.56	-19.71	-12.91	-1.31	0.15	0.18	0.00	0.00	0.00	101.02	85.19	-3.08	-0.86	-1.27	22.96	85.02	16.63	-0.35
	枯	-31.56	-4.55	1.85	1.57	2.44	2.80	1.95	1.33	0.53	144.99	170.91	32.17	-1.46	-1.98	5.38	135.07	18.10	-0.49
月		4			5			6			7			8			9		
旬		上	中	下	上	中	下	上	中	下	上	中	下	上	中	下	上	中	下
建设前 (m³/s)	丰	10.08	14.43	12.93	26.94	5.57	6.73	7.95	7.46	71.93	173.03	196.44	40.45	46.88	9.43	69.83	247.51	68.72	191.21
	平	6.12	7.07	15.54	8.96	2.28	43.94	57.79	28.15	58.84	30.72	134.25	34.84	189.59	35.89	27.31	64.39	20.47	13.30
	枯	6.80	8.41	13.35	13.76	1.91	1.05	3.69	1.78	1.55	49.28	57.47	8.46	60.64	32.78	10.39	13.85	18.65	54.28
建设后 (m³/s)	丰	8.98	13.15	11.65	8.56	6.71	6.38	6.80	8.44	8.46	160.21	192.96	37.30	43.68	9.50	62.42	243.96	65.22	186.61
	平	5.93	6.73	15.21	9.94	10.37	10.33	10.24	10.09	24.07	25.07	128.60	29.65	184.07	30.29	22.10	60.15	16.48	9.84
	枯	6.59	8.03	12.98	9.93	10.29	7.51	10.09	6.49	5.83	10.07	10.04	10.04	10.07	10.05	10.03	10.09	10.08	10.04
变化率(%)	丰	-10.96	-8.89	-9.92	-68.22	20.60	-5.24	-14.50	13.08	-88.23	-7.41	-1.77	-7.79	-6.85	0.74	-10.61	-1.44	-5.09	-2.41
	平	-3.18	-4.74	-2.16	10.95	354.18	-76.50	-82.27	-64.14	-59.10	-18.38	-4.21	-14.89	-2.91	-15.59	-19.07	-6.59	-19.49	-26.03
	枯	-3.08	-4.51	-2.84	-27.84	438.84	614.56	173.18	264.98	276.79	-79.56	-82.53	18.63	-83.39	-69.34	-3.48	-27.15	-45.92	-81.50

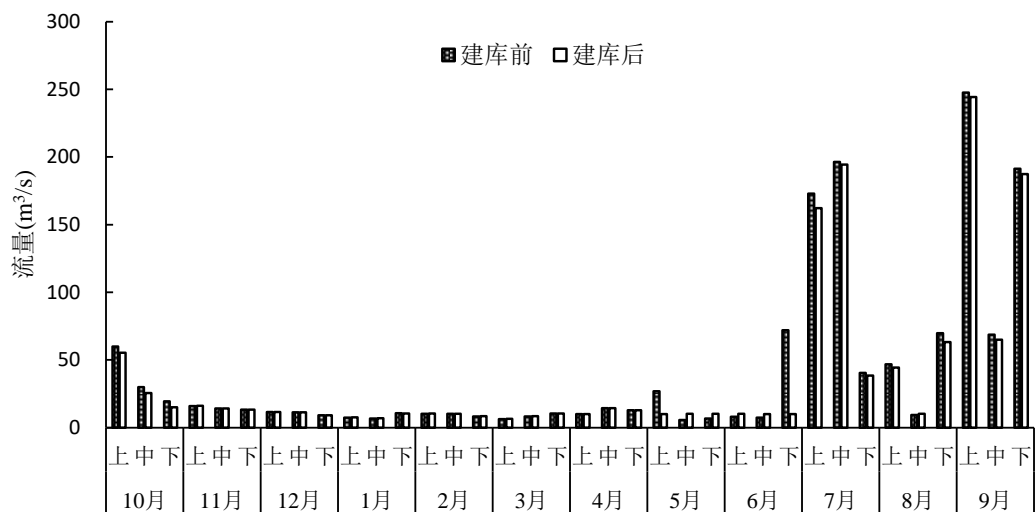


图 5.3.4-18 焦岩水库建设前后流量变化过程（丰水年）

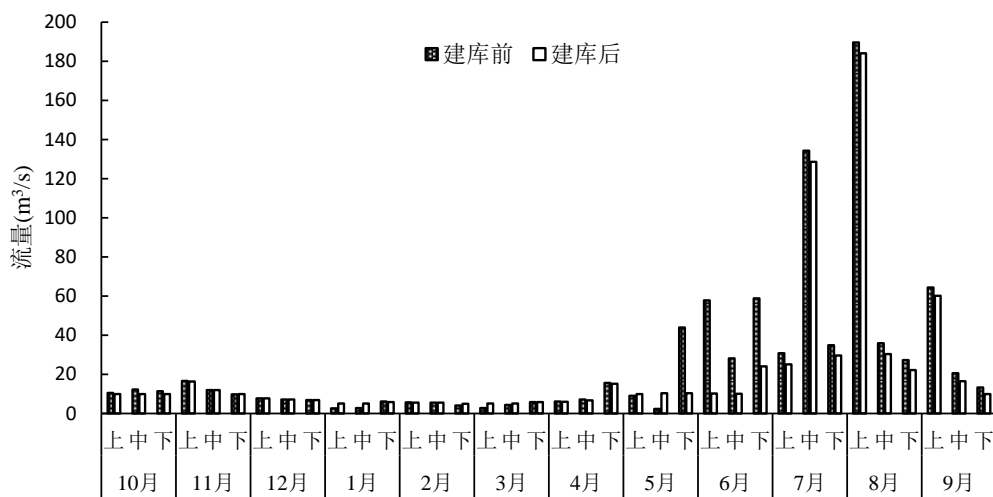


图 5.3.4-19 焦岩水库建设前后流量变化过程（平水年）

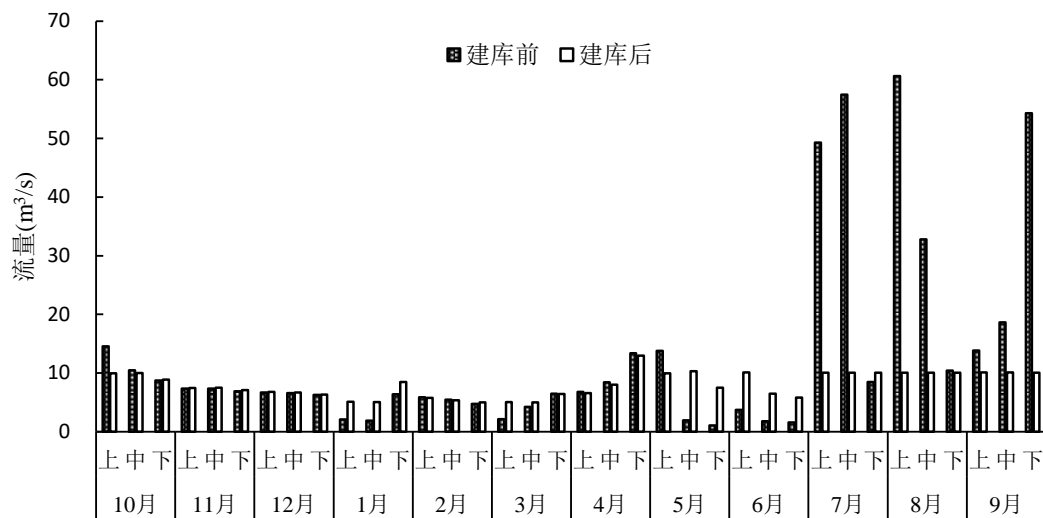


图 5.3.4-20 焦岩水库建设前后流量变化过程（枯水年）

5.3.4.3 断面平均流速变化分析

(1) 焦岩水库坝址

焦岩建库后坝址断面平均流速丰水年在 6 月下旬减幅超过 10%，最大降幅 29.6%，最大增幅 9.0%，其他时段变化较小；平水年在 5 月上旬、6 月上旬、6 月下旬减幅超过 10%，最大降幅 31.5%，最大增幅 12.7%，其他时段变化较小；枯水年在 7 月上中旬、8 月上中旬、9 月下旬减幅超过 10%，最大降幅 31.2%，1 月上中旬、3 月上中旬、6 月中下旬、9 月中旬增幅超过 10%，最大增幅 18.0%，其他时段变化较小。

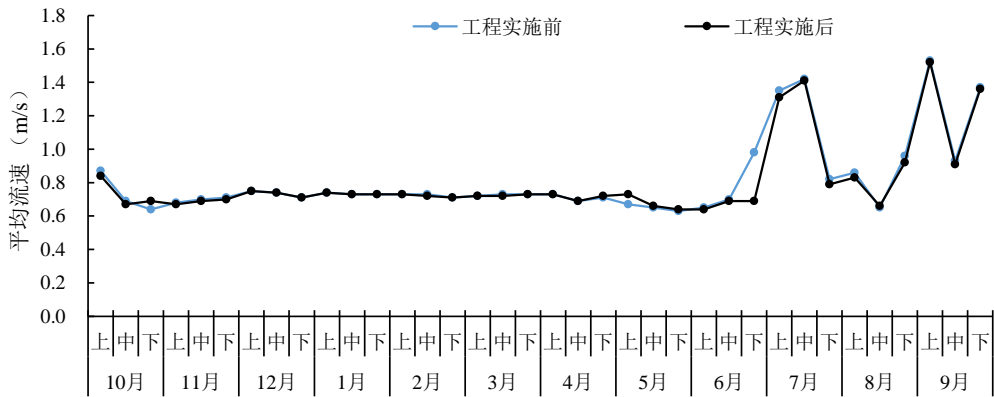


图 5.3.4-21 丰水年焦岩水库坝址断面平均流速逐月变化

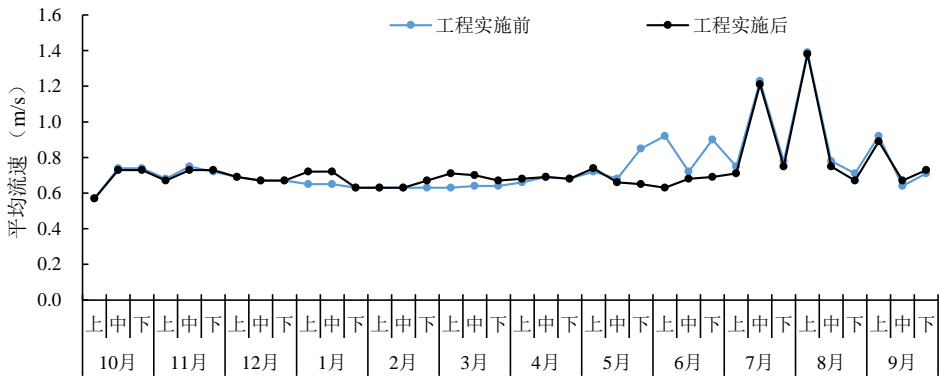


图 5.3.4-22 平水年焦岩水库坝址断面平均流速逐月变化

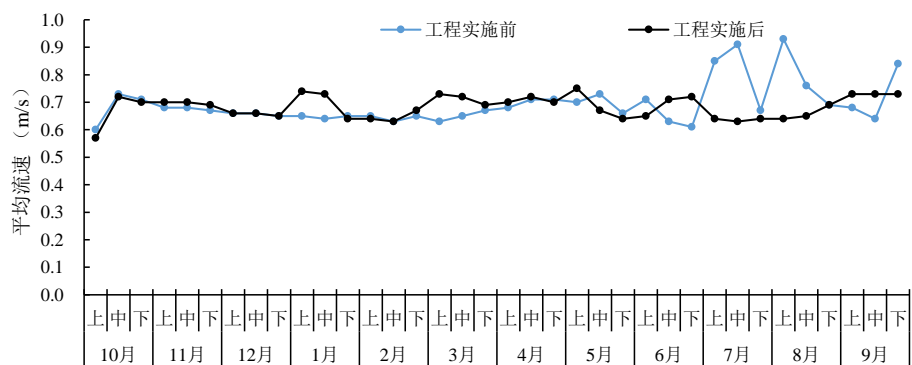


图 5.3.4-23 枯水年焦岩水库坝址断面平均流速逐月变化

(2) 涓惠渠渠首下游 100m

焦岩建库后涓惠渠渠首下游 100m 断面平均流速丰水年在 5 月上旬、6 月下旬降幅超过 10%，最大降幅 27.5%，5 月中、旬下旬增幅超过 10%，最大增幅 25.5%，其他时段变化较小；平水年在 5 月下旬-6 月下旬降幅超过 10%，最大降幅 24.7%，2 月下旬、5 月中旬增幅超过 10%，最大增幅 28.3%，其他时段变化较小；枯水年在 10 月上旬、7 月上中旬、8 月上中旬、9 月中下旬降幅超过 10%，最大降幅 25.6%，5 月中旬-6 月上旬增幅超过 10%，最大增幅 25.5%，其他时段变化较小。

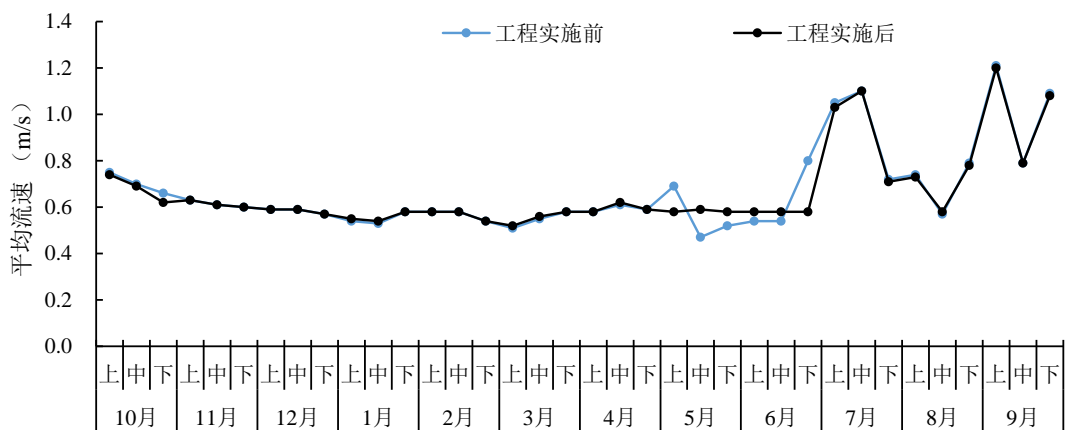


图 5.3.4-24 丰水年涓惠渠渠首下游 100m 断面平均流速逐月变化

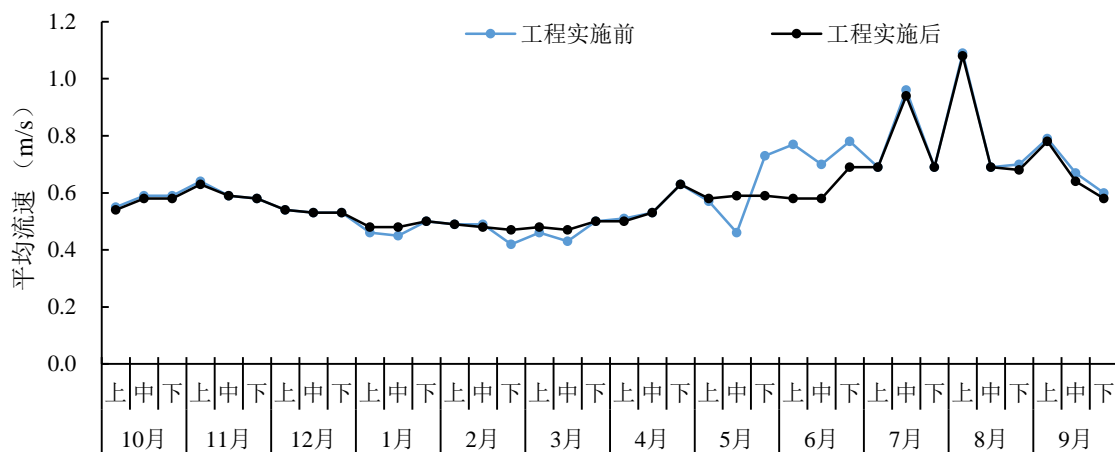


图 5.3.4-25 平水年滑惠渠渠首下游 100m 断面平均流速逐月变化

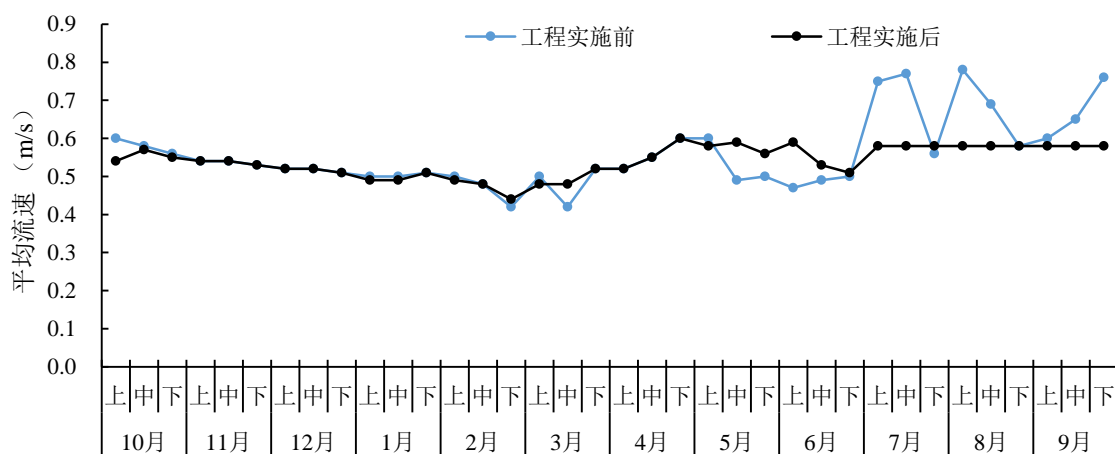


图 5.3.4-26 枯水年滑惠渠渠首下游 100m 断面平均流速逐月变化

(3) 五门堰下游 100m

焦岩建库后五门堰下游 100m 断面平均流速丰水年在 5 月上旬、5 月下旬-6 月中下旬降幅超过 10%，最大降幅 42.7%，其他时段变化较小；平水年在 5 月下旬-6 月下旬、9 月下旬降幅超过 10%，最大降幅 38.6%，1 月上中旬、3 月上旬增幅超过 10%，最大增幅 17.1%，其他时段变化较小；枯水年在 10 月上旬、7 月上中旬、8 月上中旬、9 月降幅超过 10%，最大降幅 38.6%，最大增幅 9.1%（3 月中旬），其他时段变化较小。

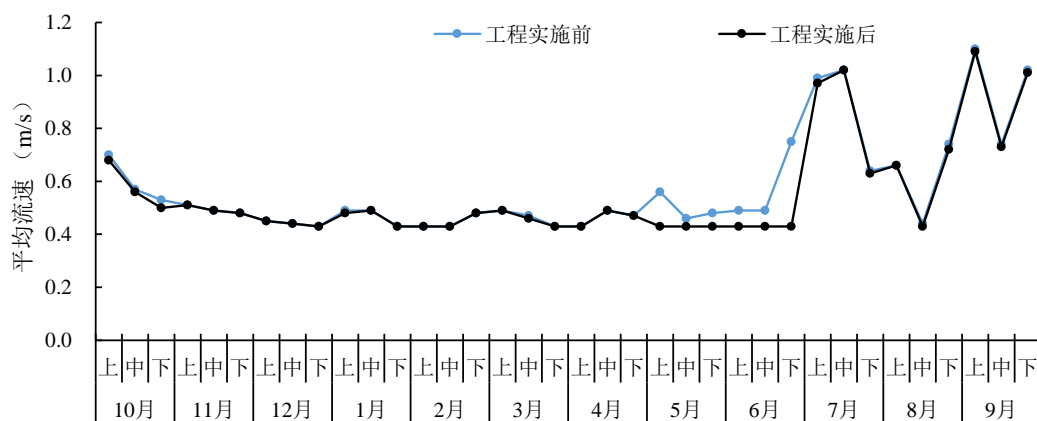


图 5.3.4-27 丰水年五门堰下游 100m 断面平均流速逐月变化

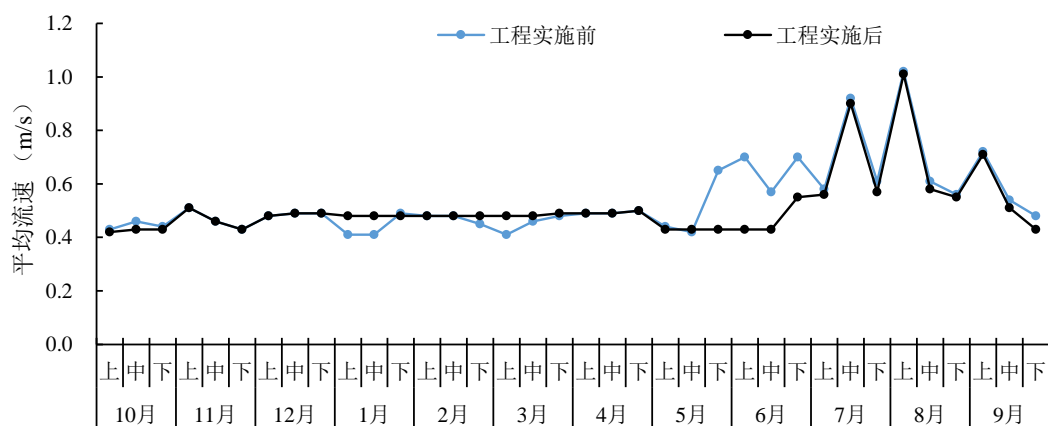


图 5.3.4-28 平水年五门堰下游 100m 断面平均流速逐月变化

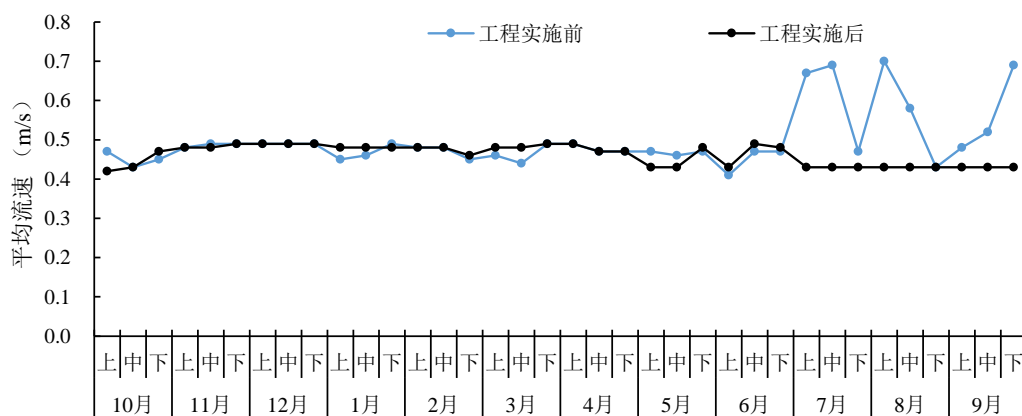


图 5.3.4-29 枯水年五门堰下游 100m 断面平均流速逐月变化

(4) 杨填堰下游 100m

焦岩建库后杨填堰下游 100m 断面平均流速丰水年在 10 月下旬，5 月上中旬、6 月下旬降幅超过 10%，最大降幅 57.6%，1 月上旬增幅超过 10%，最大增幅 12.5%，其他

时段变化较小；平水年在 1 月上中旬、2 月下旬、3 月上旬、5 月中旬-6 月下旬、9 月下旬降幅超过 10%，最大降幅 47.9%，其他时段变化较小；枯水年在 10 月上旬、1 月上中旬、2 月下旬-3 月中旬、5 月上旬-7 月中旬、8 月上中旬、9 月降幅超过 10%，最大降幅 73.9%，其他时段变化较小。

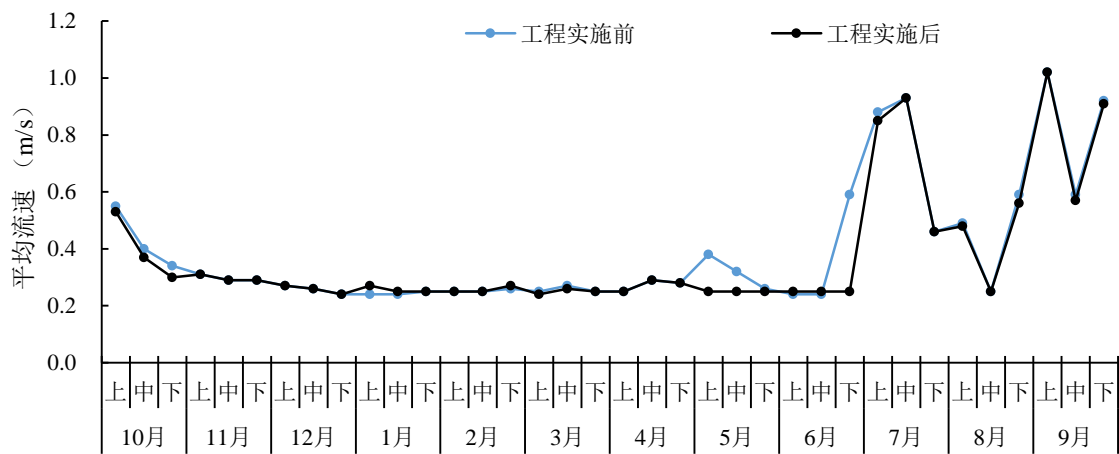


图 5.3.4-30 丰水年杨填堰下游 100m 断面平均流速逐月变化

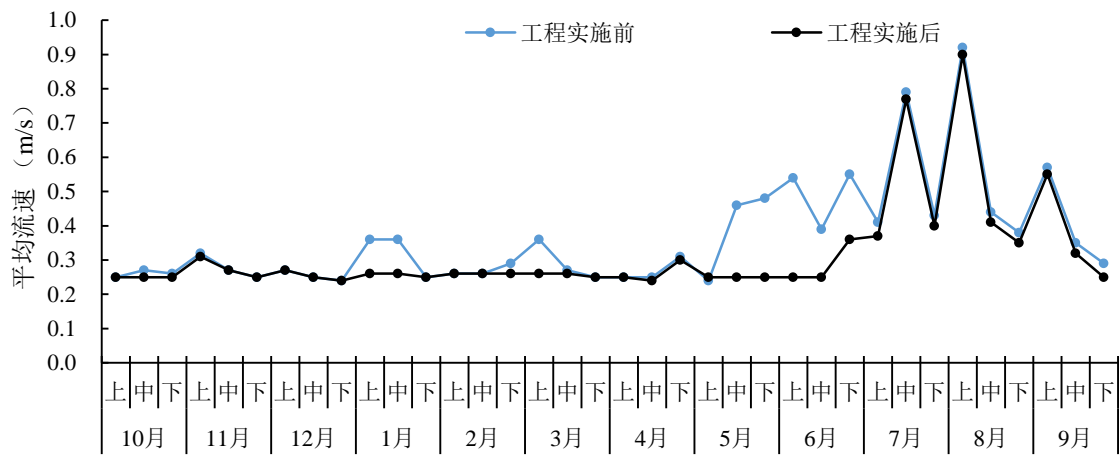


图 5.3.4-31 平水年杨填堰下游 100m 断面平均流速逐月变化

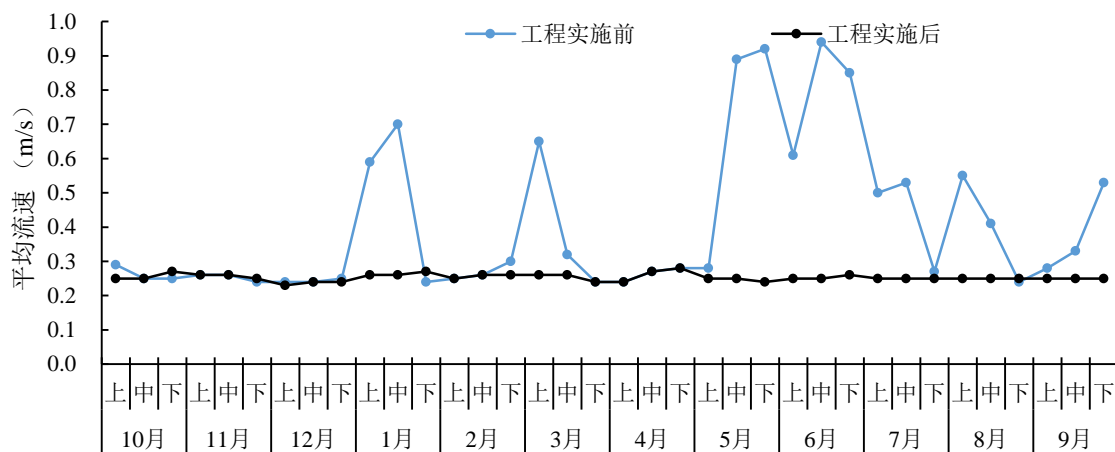


图 5.3.4-32 枯水年杨填堰下游 100m 断面平均流速逐月变化

(5) 柳家寨

焦岩建库后柳家寨断面平均流速丰水年在 6 月下旬、降幅超过 10%，最大降幅 16.9%，5 月中下旬增幅超过 10%，最大增幅 25.5%，其他时段变化较小；平水年在 6 月上旬、6 月下旬降幅超过 10%，最大降幅 13.2%，1 月上中旬、3 月上旬、5 月中旬增幅超过 10%，最大增幅 68.6%，其他时段变化较小；枯水年在 7 月中旬、8 月上旬、9 月下旬降幅超过 10%，最大降幅 13.2%，1 月上中旬、3 月上旬、5 月中旬-6 月下旬、7 月下旬增幅超过 10%，最大增幅 51.4%，其他时段变化较小。

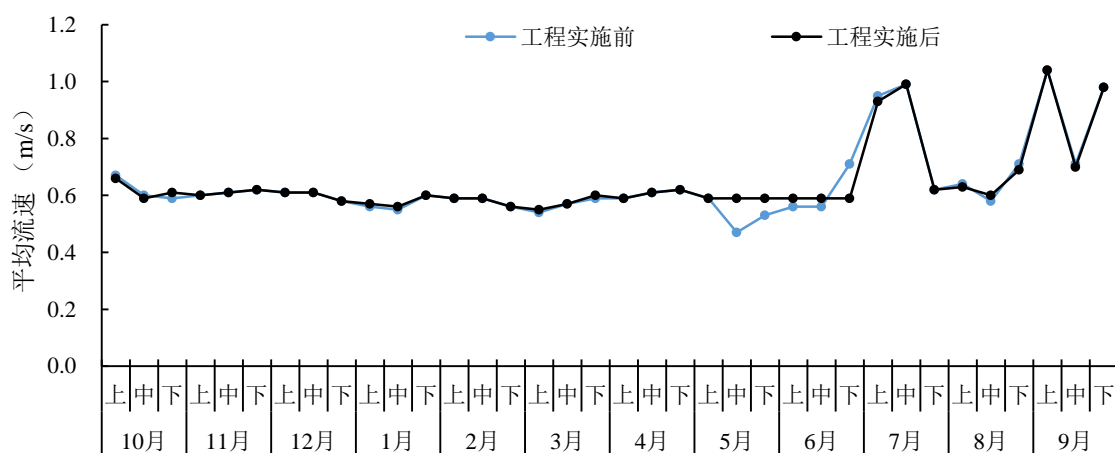


图 5.3.4-33 丰水年柳家寨断面平均流速逐月变化

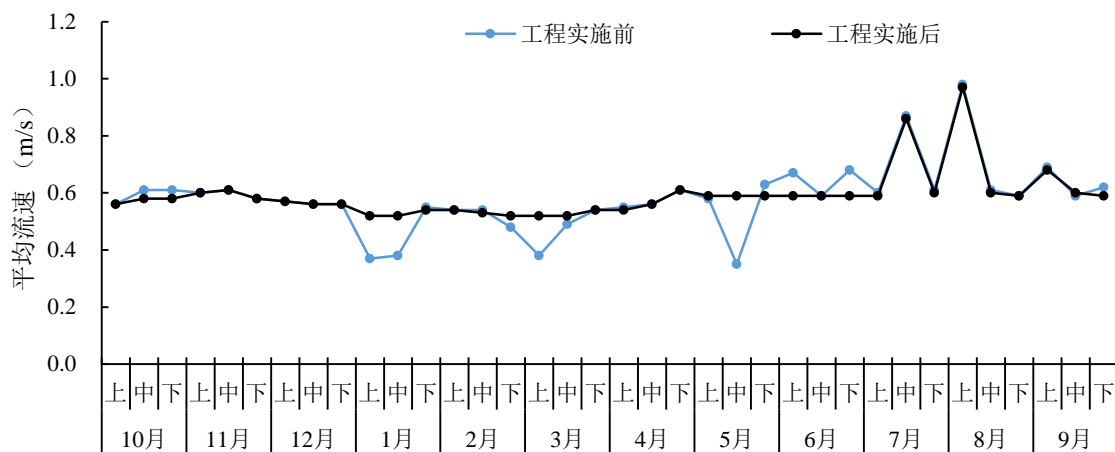


图 5.3.4-34 平水年柳家寨断面平均流速逐月变化

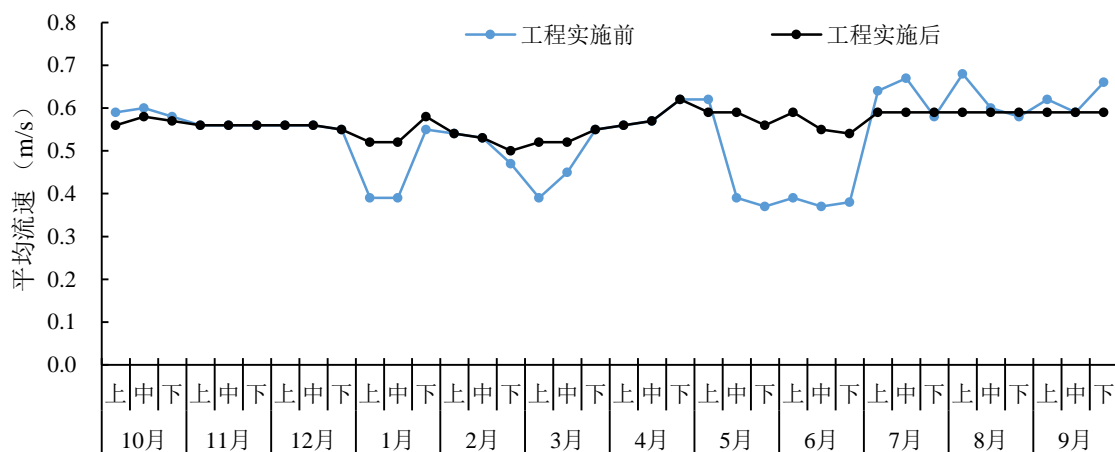


图 5.3.4-35 枯水年柳家寨断面平均流速逐月变化

(6) 汇口

焦岩建库后汇口断面平均流速丰水年在5月上旬、6月下旬降幅超过10%，最大降幅22.1%，5月中旬-6月中旬增幅超过10%，最大增幅27.6%，其他时段变化较小；平水年在5月下旬-6月中旬降幅超过10%，最大降幅21.3%，1月上中旬、3月上旬、5月中旬增幅超过10%，最大增幅50.0%，其他时段变化较小；枯水年在7月上中旬、8月上中旬、9月中下旬降幅超过10%，最大降幅19.6%，1月、3月上中旬、5月中旬-6月下旬增幅超过10%，最大增幅97.1%，其他时段变化较小。

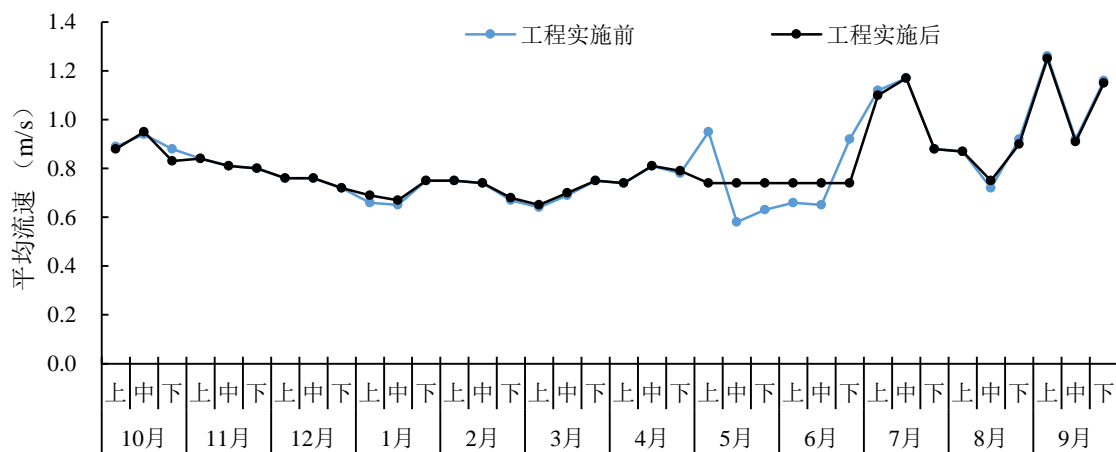


图 5.3.4-36 丰水年汇口断面平均流速逐月变化

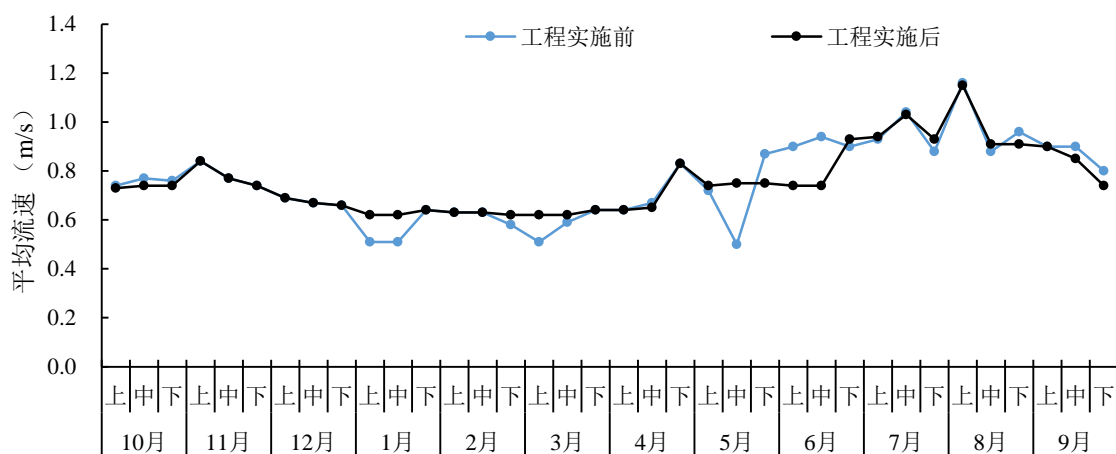


图 5.3.4-37 平水年汇口断面平均流速逐月变化

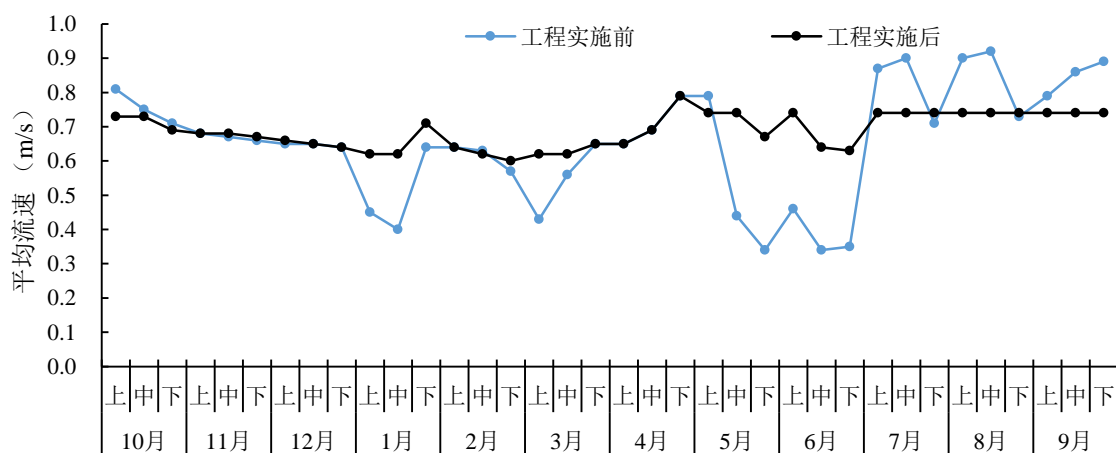


图 5.3.4-38 枯水年汇口断面平均流速逐月变化

5.3.4.4 最大水深变化分析

(1) 焦岩水库坝址

焦岩建库后坝址断面最大水深丰水年在 5 月上旬、6 月下旬降幅超过 10%，最大降幅 35.4%，最大增幅 3.4%，其他时段变化较小；平水年在 5 月下旬-6 月下旬降幅超过 10%，最大降幅 26.0%，1 月上中旬、3 月上中旬、5 月中旬增幅超过 10%，最大增幅 18.6%，其他时段变化较小；枯水年在 7 月上中旬、8 月上中旬、9 月中下旬降幅超过 10%，最大降幅 38.0%，1 月上中旬、3 月上中旬、5 月中旬-6 月下旬增幅超过 10%，最大增幅 57.5%，其他时段变化较小。

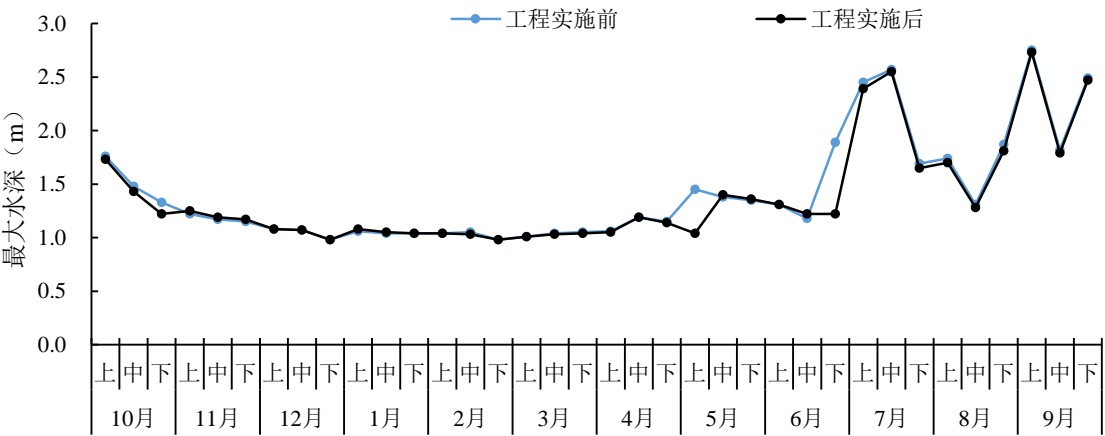


图 5.3.4-39 丰水年焦岩水库坝址断面最大水深逐月变化

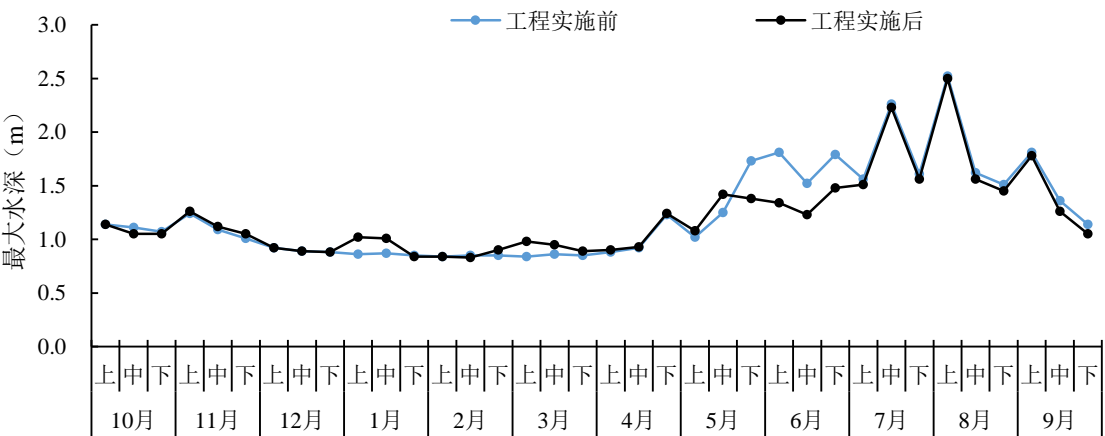


图 5.3.4-40 平水年焦岩水库坝址断面最大水深逐月变化

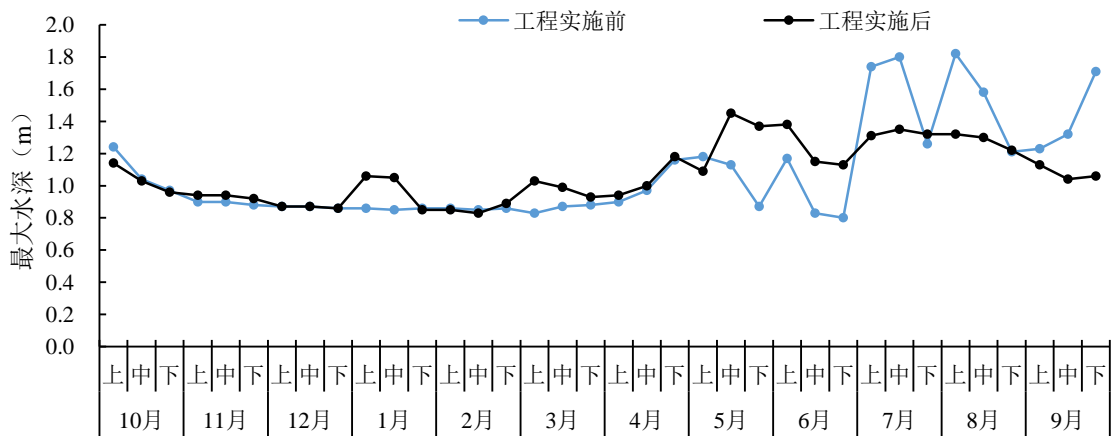


图 5.3.4-41 枯水年焦岩水库坝址断面最大水深逐月变化

(2) 涓惠渠渠首下游 100m

焦岩建库后涓惠渠渠首下游 100m 断面最大水深丰水年在 10 月下旬、5 月上旬及 6 月下旬降幅超过 10%，最大降幅 54.2%，5 月中旬-6 月中旬增幅超过 10%，最大增幅 31.9%，其他时段变化较小；平水年在 5 月下旬-6 月下旬、9 月下旬降幅超过 10%，最大降幅 49.6%，1 月上中旬、3 月上旬、5 月中旬增幅超过 10%，最大增幅 75.0%，其他时段变化较小；枯水年在 10 月上旬、5 月上旬、7 月上中旬、8 月上中旬、9 月降幅超过 10%，最大降幅 50.8%，1 月上中旬、3 月上旬、5 月中旬-6 月下旬、7 月下旬、8 月上旬、9 月上旬增幅超过 10%，最大增幅 139.1%，其他时段变化较小。

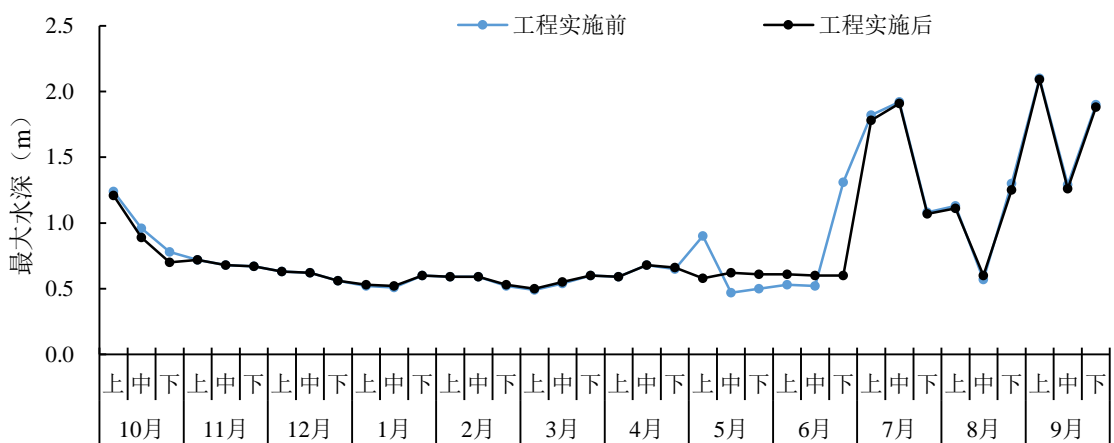


图 5.3.4-42 丰水年涓惠渠渠首下游 100m 断面最大水深逐月变化

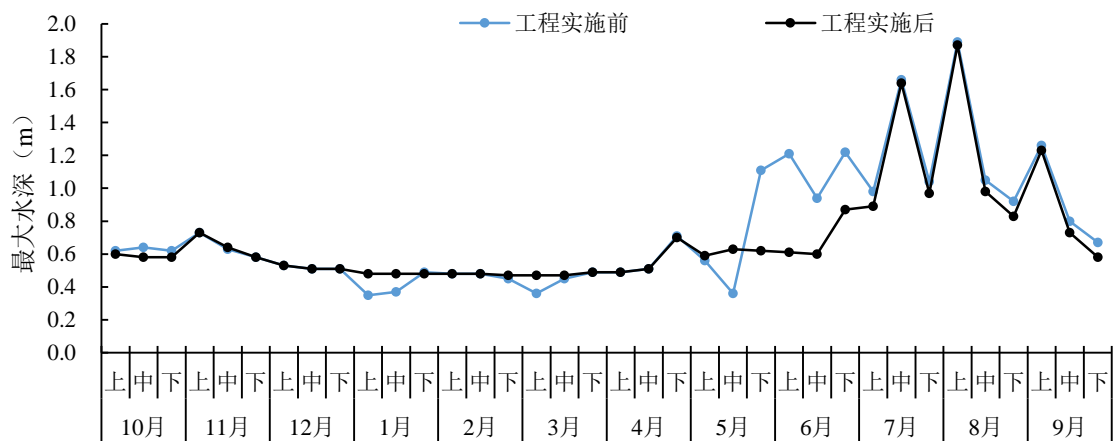


图 5.3.4-43 平水年滑惠渠渠首下游 100m 断面最大水深逐月变化

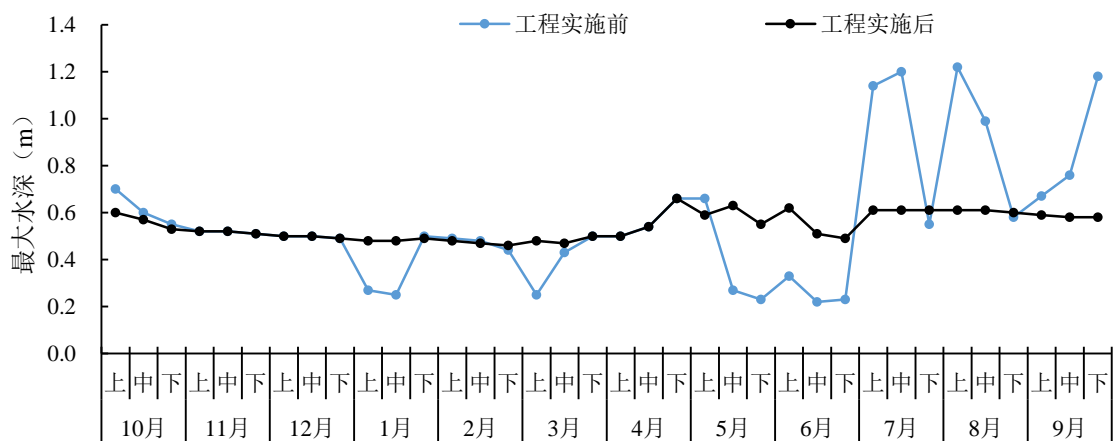


图 5.3.4-44 枯水年滑惠渠渠首下游 100m 断面最大水深逐月变化

(3) 五门堰下游 100m

焦岩建库后五门堰下游 100m 断面最大水深丰水年在 5 月上旬、6 月下旬降幅超过 10%，最大降幅 46.8%，5 月中旬-6 月中旬、8 月中旬增幅超过 10%，最大增幅 50.0%，其他时段变化较小；平水年在 5 月下旬-6 月下旬降幅超过 10%，最大降幅 42.7%，1 月上中旬、3 月上旬、5 月中旬增幅超过 10%，最大增幅 94.9%，其他时段变化较小；枯水年在 7 月上旬-8 月中旬、9 月中下旬降幅超过 10%，最大降幅 43.2%，1 月、3 月上中旬、5 月中旬-6 月下旬增幅超过 10%，最大增幅 181.5%，其他时段变化较小。

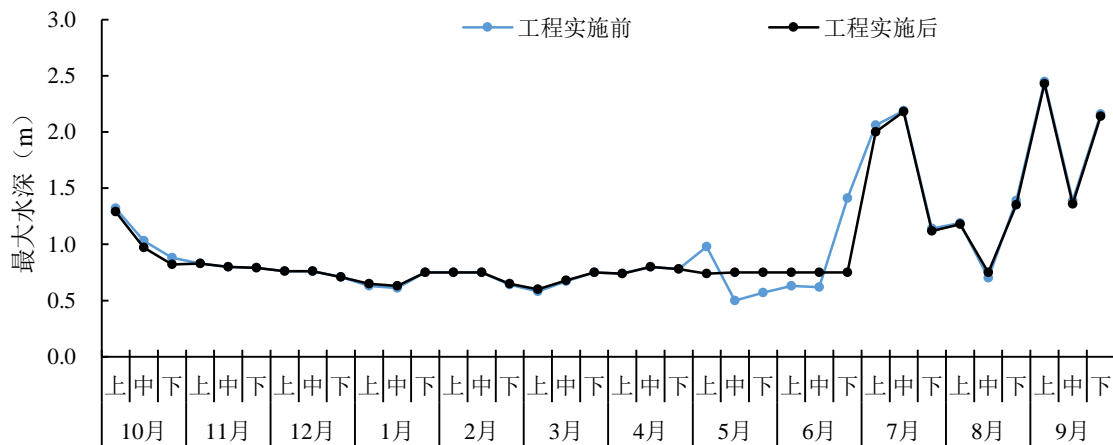


图 5.3.4-45 丰水年五门堰下游 100m 断面最大水深逐月变化

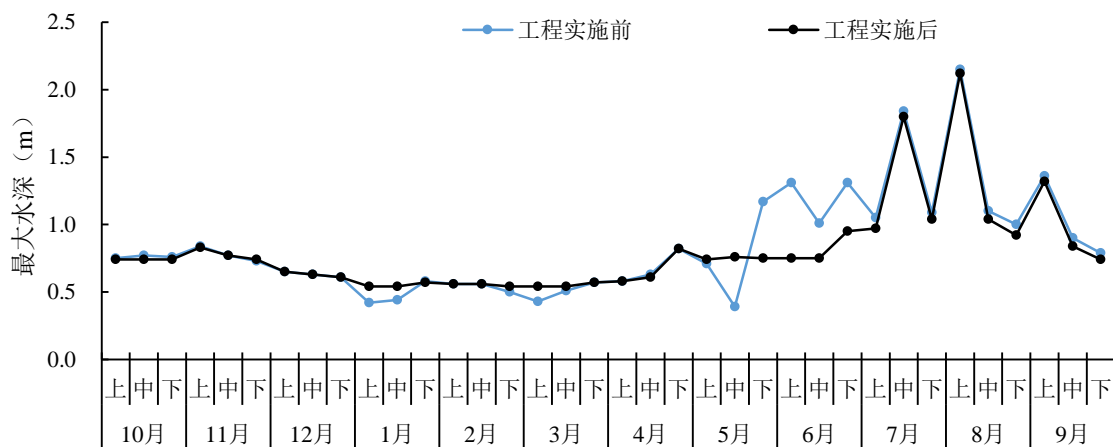


图 5.3.4-46 平水年五门堰下游 100m 断面最大水深逐月变化

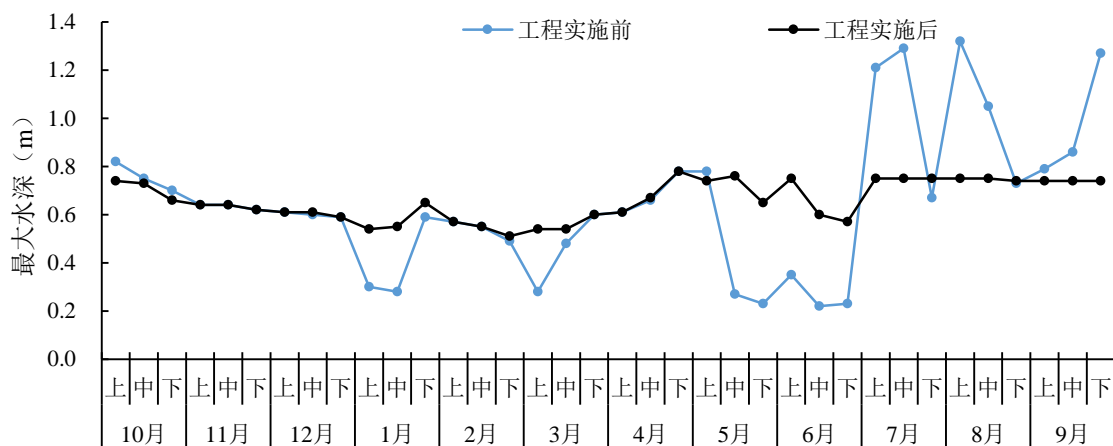


图 5.3.4-47 枯水年五门堰下游 100m 断面最大水深逐月变化

(4) 杨填堰下游 100m

焦岩建库后杨填堰下游 100m 断面最大水深丰水年在 5 月上旬、6 月下旬降幅超过 10%，最大降幅 43.9%，5 月中旬-6 月中旬增幅超过 10%，最大增幅 77.2%，其他时段变化较小；平水年在 5 月下旬-6 月下旬降幅超过 10%，最大降幅 39.9%，1 月上中旬、2 月下旬、3 月上旬、5 月中旬增幅超过 10%，最大增幅 197.1%，其他时段变化较小；枯水年在 10 月上旬、7 月上旬中、8 月上旬中、9 月中下旬降幅超过 10%，最大降幅 40.2%，1 月上中旬、2 月下旬-3 月中旬、5 月中旬-6 月下旬增幅超过 10%，最大增幅 530.8%，其他时段变化较小。

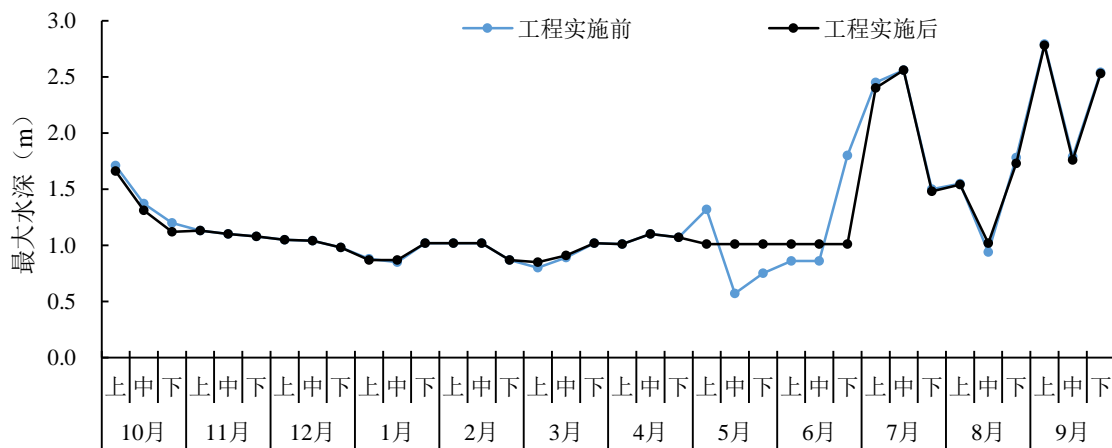


图 5.3.4-48 丰水年杨填堰下游 100m 断面最大水深逐月变化

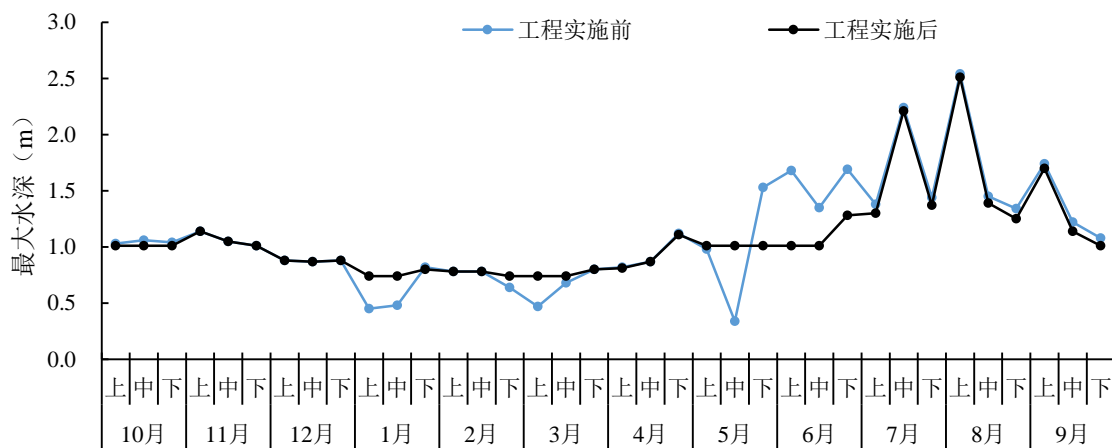


图 5.3.4-49 平水年杨填堰下游 100m 断面最大水深逐月变化

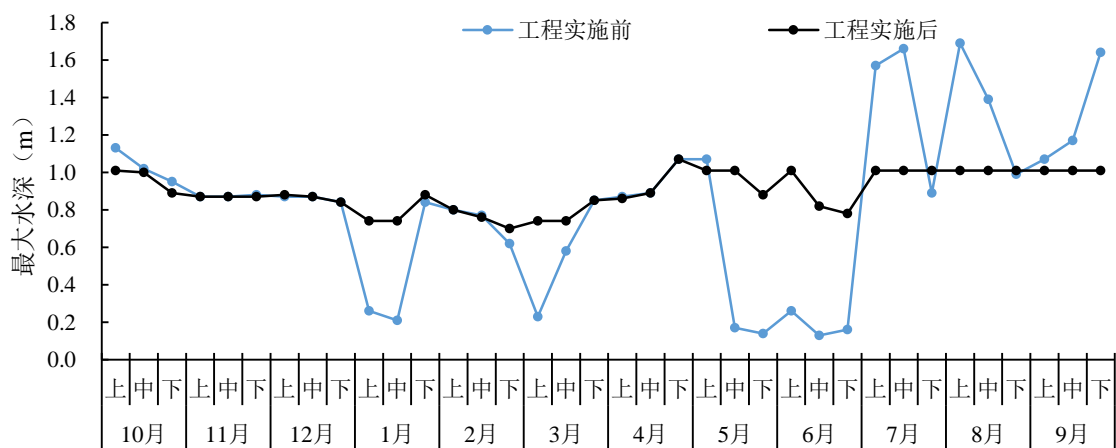


图 5.3.4-50 枯水年杨填堰下游 100m 断面最大水深逐月变化

(5) 柳家寨

焦岩建库后柳家寨断面最大水深丰水年在 10 月下旬、5 月上旬、6 月下旬降幅超过 10%，最大降幅 65.0%，5 月中旬-6 月中旬增幅超过 10%，最大增幅 43.4%，其他时段变化较小；平水年在 5 月下旬-7 月上旬、8 月下旬、9 月下旬降幅超过 10%，最大降幅 61.4%，1 月上中旬、3 月上旬、5 月中旬增幅超过 10%，最大增幅 65.2%，其他时段变化较小；枯水年在 10 月上旬、5 月上旬、7 月上旬中、8 月上旬中、9 月降幅超过 10%，最大降幅 61.8%，1 月、3 月上旬、5 月中旬-6 月下旬增幅超过 10%，最大增幅 156.0%，其他时段变化较小。

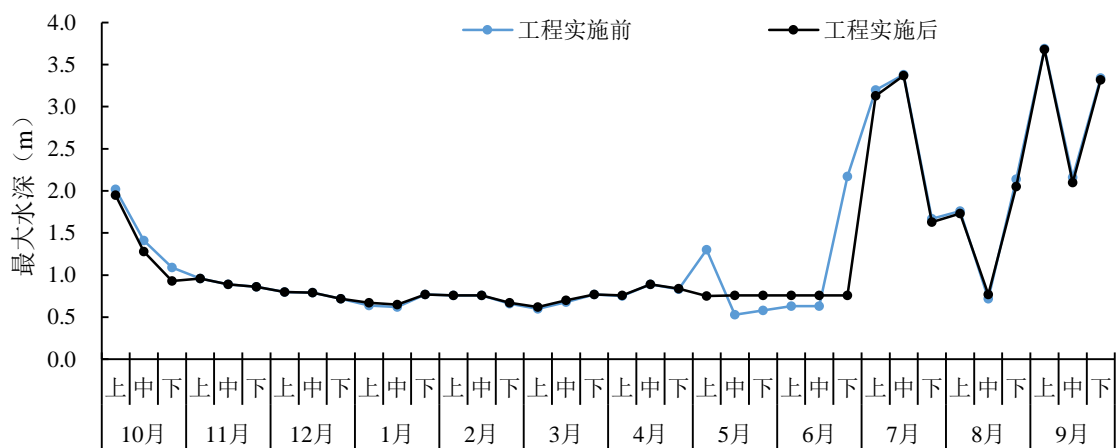


图 5.3.4-51 丰水年柳家寨断面最大水深逐月变化

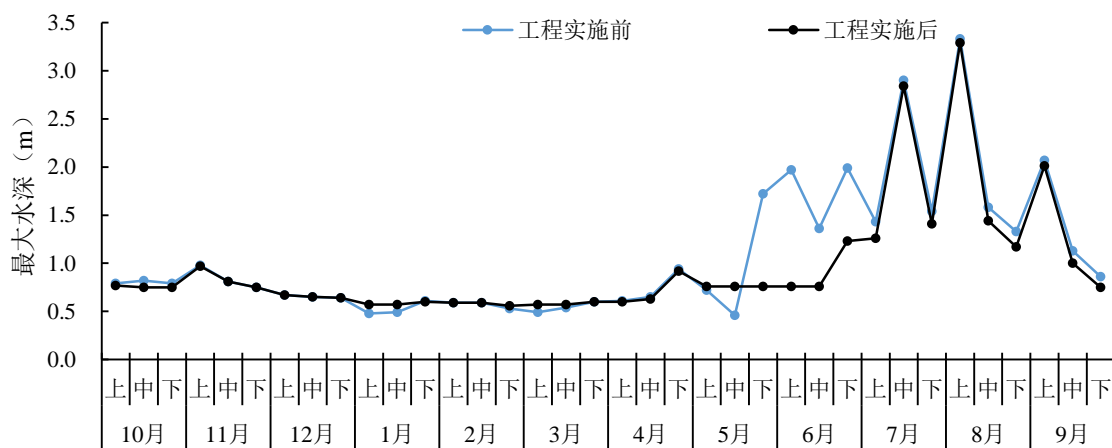


图 5.3.4-52 平水年柳家寨断面最大水深逐月变化

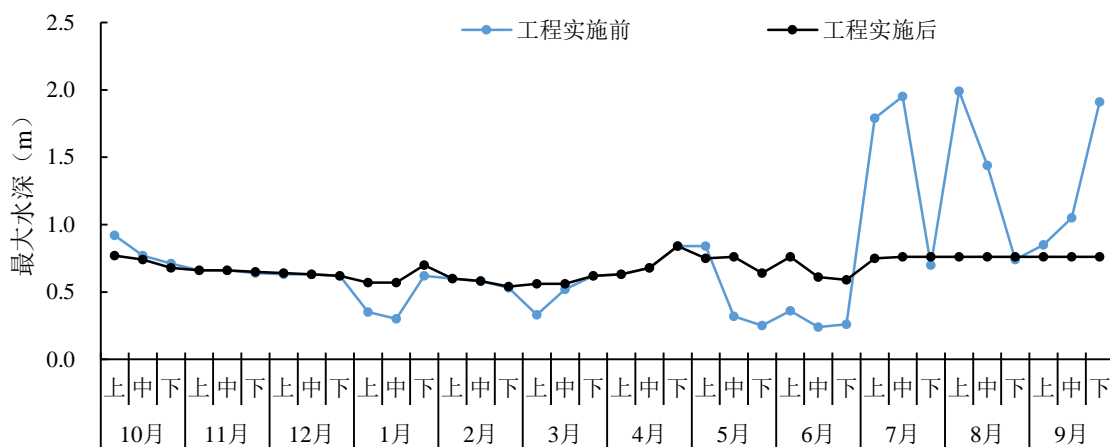


图 5.3.4-53 枯水年柳家寨断面最大水深逐月变化

(6) 汇口

焦岩建库后汇口断面最大水深丰水年在 10 月下旬、5 月上旬、6 月下旬降幅超过 10%，最大降幅 57.5%，5 月中旬-6 月中旬增幅超过 10%，最大增幅 48.2%，其他时段变化较小；平水年在 5 月下旬-7 月上旬、9 月下旬降幅超过 10%，最大降幅 54.4%，1 月上中旬、3 月上旬、5 月中旬增幅超过 10%，最大增幅 85.3%，其他时段变化较小；枯水年在 10 月上旬、5 月上旬、7 月上中旬、8 月上中旬及 9 月降幅超过 10%，最大降幅 54.2%，1 月、3 月上中旬、5 月中旬-6 月下旬增幅超过 10%，最大增幅 140.0%，其他时段变化较小。

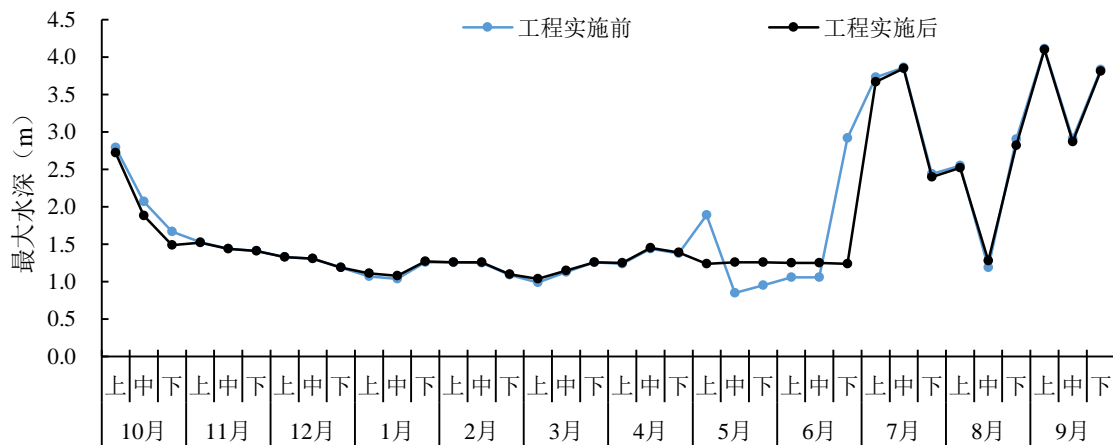


图 5.3.4-54 丰水年汇口断面最大水深逐月变化

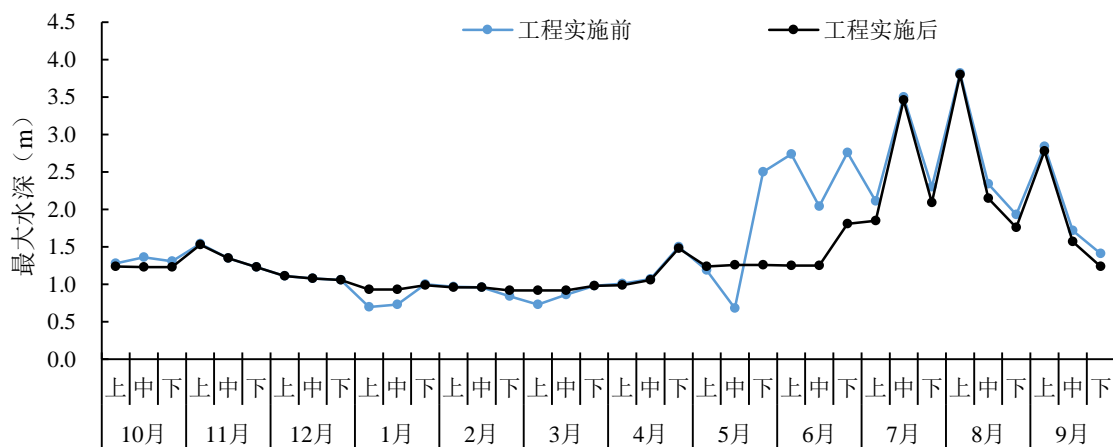


图 5.3.4-55 平水年汇口断面最大水深逐月变化

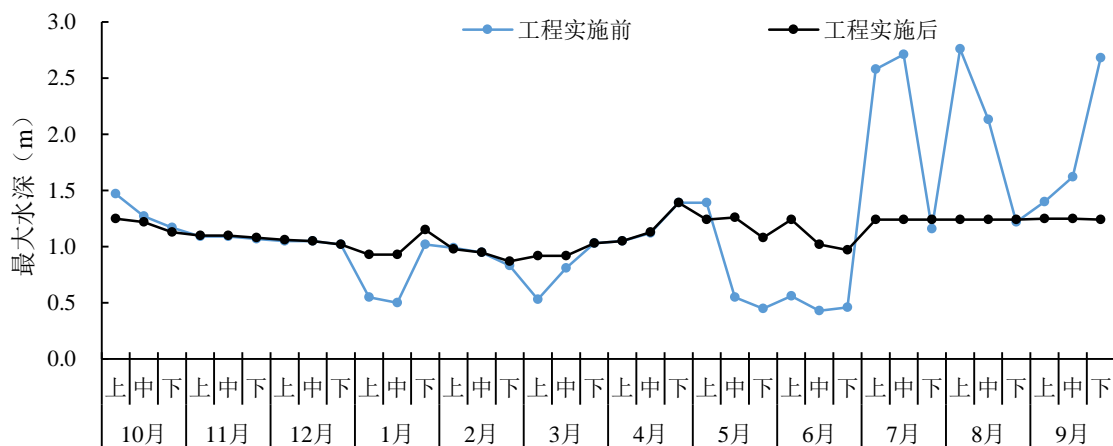


图 5.3.4-56 枯水年汇口断面最大水深逐月变化

5.3.4.5 水面宽度变化分析

(1) 焦岩水库坝址

焦岩建库后坝址断面水面宽度丰水年在 10 月下旬、5 月上旬、6 月下旬降幅超过 10%，最大降幅 69.1%，最大增幅 5.0%，其他时段变化较小；平水年在 10 月中旬、6 月上中旬、9 月中下旬降幅超过 10%，最大降幅 50.6%，11 月中旬、1 月上中旬、3 月上中旬、5 月中旬增幅超过 10%，最大增幅 37.2%，其他时段变化较小；枯水年在 10 月上旬、5 月上旬、7 月上旬、8 月上旬、9 月降幅超过 10%，最大降幅 69.8%，1 月上中旬、3 月上旬、5 月中旬-6 月下旬增幅超过 10%，最大增幅 278.9%，其他时段变化较小。

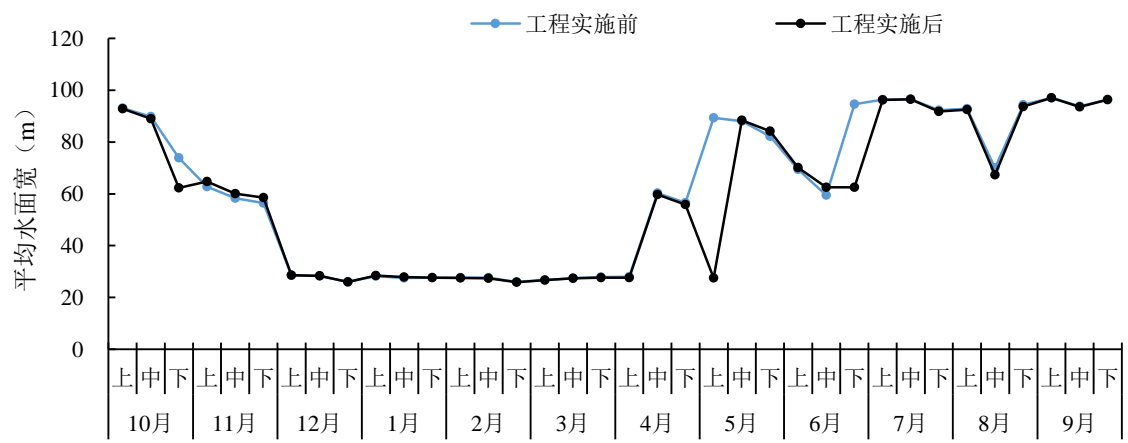


图 5.3.4-57 丰水年焦岩水库坝址断面水面宽度逐月变化

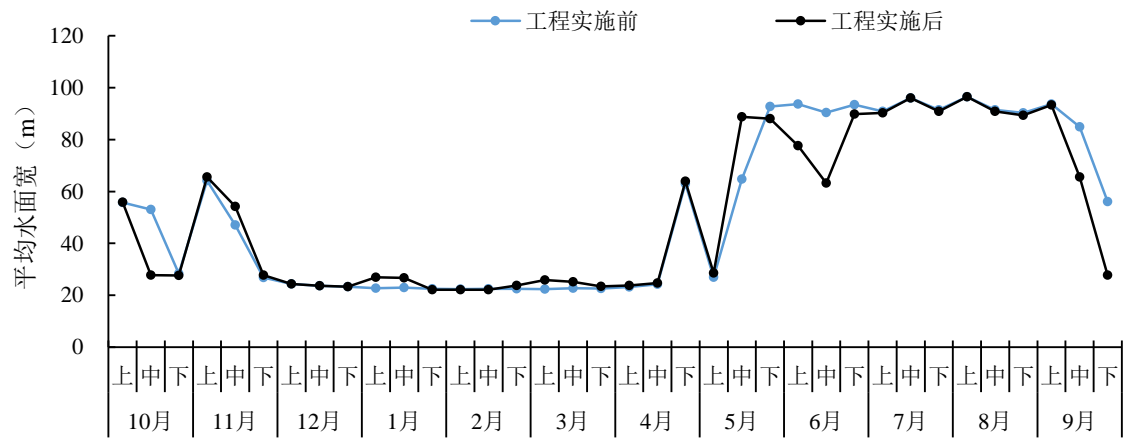


图 5.3.4-58 平水年焦岩水库坝址断面水面宽度逐月变化

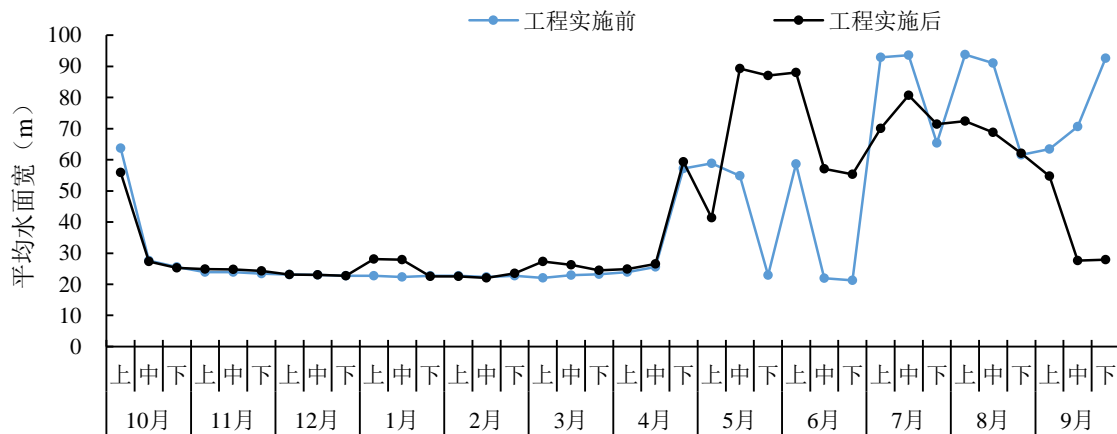


图 5.3.4-59 枯水年焦岩水库坝址断面水面宽度逐月变化

(2) 滑惠渠渠首下游 100m

焦岩建库后滑惠渠渠首下游 100m 断面水面宽度丰水年在 10 月中旬、5 月上旬、6 月下旬降幅超过 10%，最大降幅 59.8%，5 月中下旬增幅超过 10%，最大增幅 19.0%，其他时段变化较小；平水年在 5 月下旬-7 月上旬、7 月下旬、8 月中下旬降幅超过 10%，最大降幅 59.2%，1 月上中旬、3 月上旬、5 月中旬增幅超过 10%，最大增幅 65.0%，其他时段变化较小；枯水年在 7 月上中旬、8 月上中旬、9 月中下旬降幅超过 10%，最大降幅 60.2%，12 月下旬、1 月上旬、3 月上旬、5 月中旬-6 月下旬增幅超过 10%，最大增幅 150.2%，其他时段变化较小。

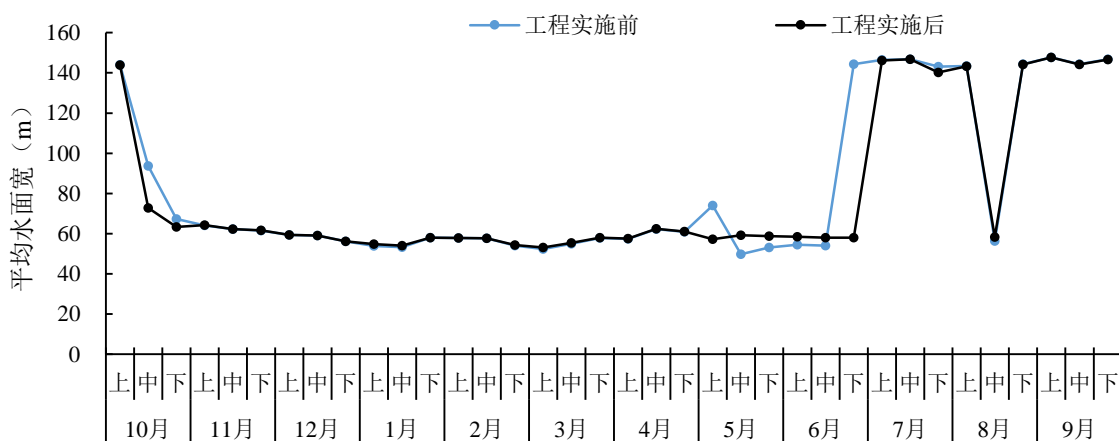


图 5.3.4-60 丰水年滑惠渠渠首下游 100m 断面水面宽度逐月变化

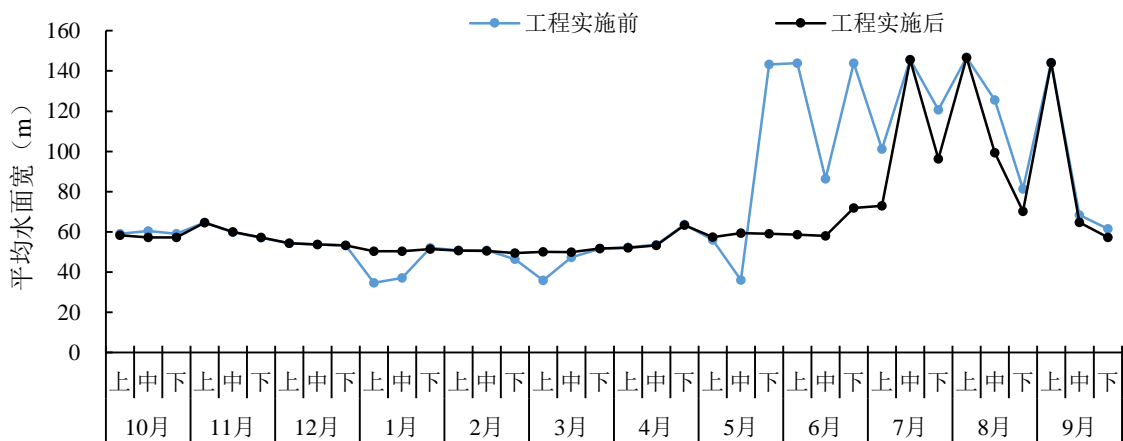


图 5.3.4-61 平水年滑惠渠渠首下游 100m 断面水面宽度逐月变化

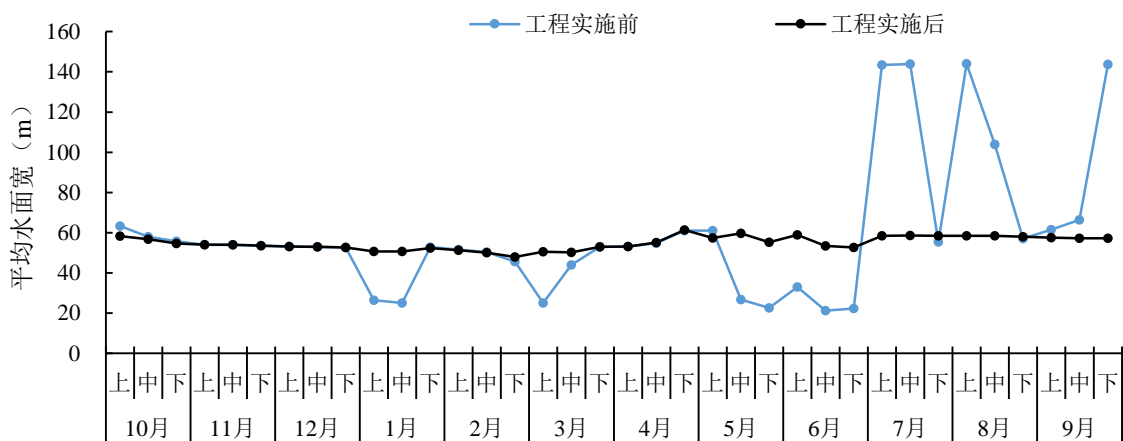


图 5.3.4-62 枯水年滑惠渠渠首下游 100m 断面水面宽度逐月变化

(3) 五门堰下游 100m

焦岩建库后五门堰下游 100m 断面水面宽度丰水年在 5 月上旬、6 月下旬降幅超过 10%，最大降幅 23.7%，1 月上中旬、2 月下旬、3 月中旬、5 月中旬-6 月中旬增幅超过 10%，最大增幅 142.6%，其他时段变化较小；平水年在 4 月中旬、5 月下旬-6 月下旬降幅超过 10%，最大降幅 23.2%，1 月上中旬、3 月上旬、5 月中旬增幅超过 10%，最大增幅 216.8%，其他时段变化较小；枯水年在 10 月下旬、7 月上中旬、8 月上中旬、9 月下旬降幅超过 10%，最大降幅 23.5%，1 月、3 月上中旬、5 月中旬-6 月下旬、7 月下旬增幅超过 10%，最大增幅 360.7%，其他时段变化较小。

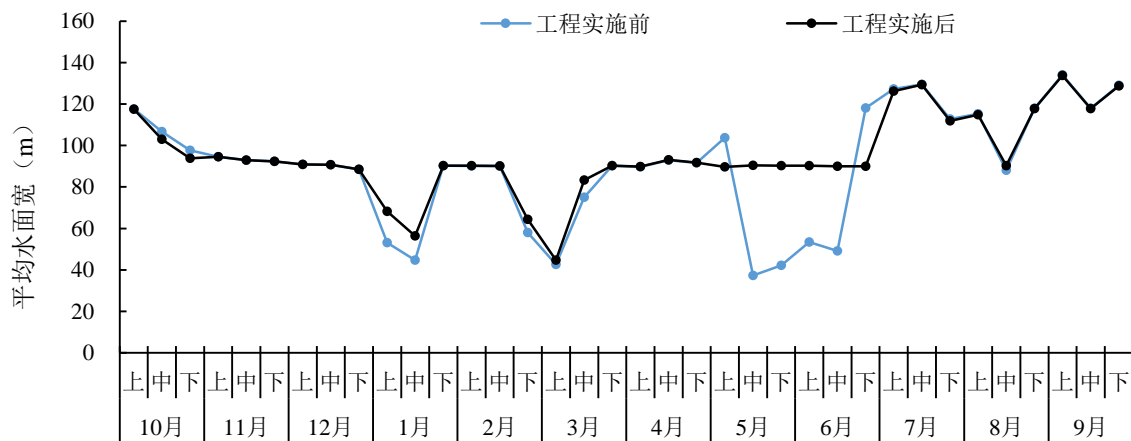


图 5.3.4-63 丰水年五门堰下游 100m 断面水面宽度逐月变化

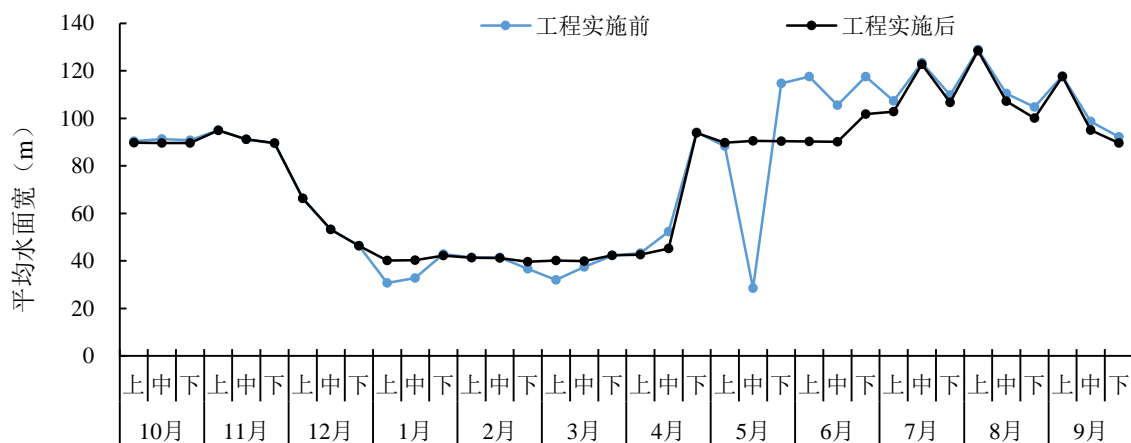


图 5.3.4-64 平水年五门堰下游 100m 断面水面宽度逐月变化

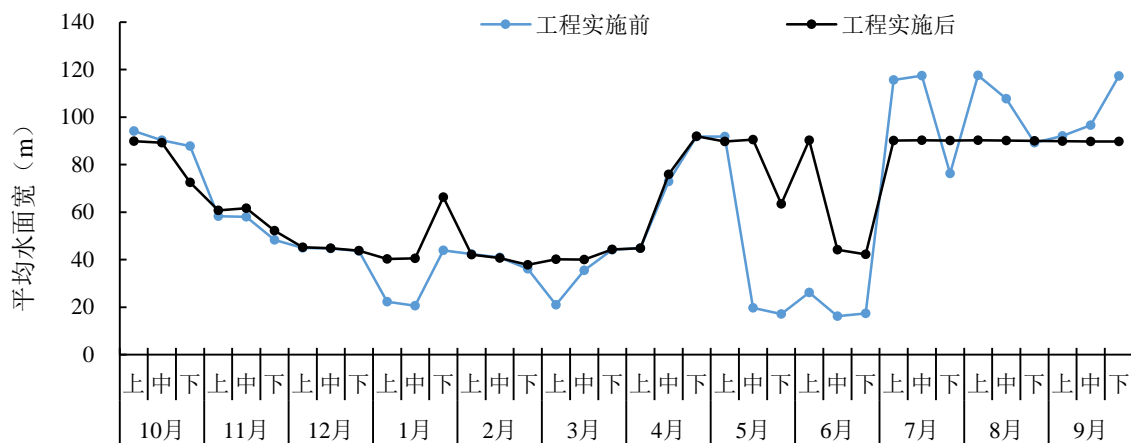


图 5.3.4-65 枯水年五门堰下游 100m 断面水面宽度逐月变化

(4) 杨填堰下游 100m

焦岩建库后杨填堰下游 100m 断面水面宽度丰水年在 6 月下旬降幅超过 10%，最大降幅 16.3%，3 月上旬、5 月中旬-6 月中旬增幅超过 10%，最大增幅 127.3%，其他时段变化较小；平水年在 5 月下旬、6 月上旬降幅超过 10%，最大降幅 14.0%，1 月上中旬、2 月下旬-3 月中旬、5 月中旬增幅超过 10%，最大增幅 303.8%，其他时段变化较小；枯水年在 7 月上旬、8 月上旬、9 月下旬降幅超过 10%，最大降幅 14.3%，1 月上中旬、2 月下旬-3 月中旬、5 月中旬-6 月下旬增幅超过 10%，最大增幅 731.8%，其他时段变化较小。

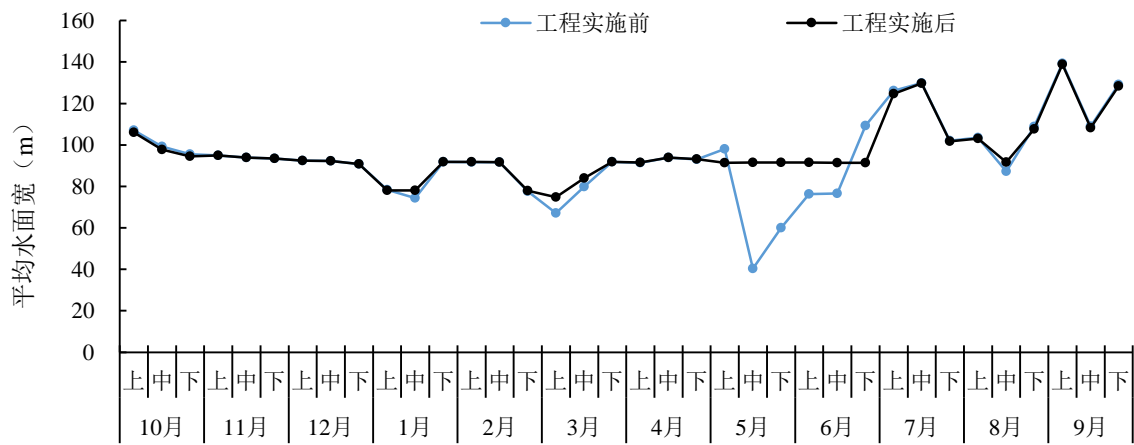


图 5.3.4-66 丰水年杨填堰下游 100m 断面水面宽度逐月变化

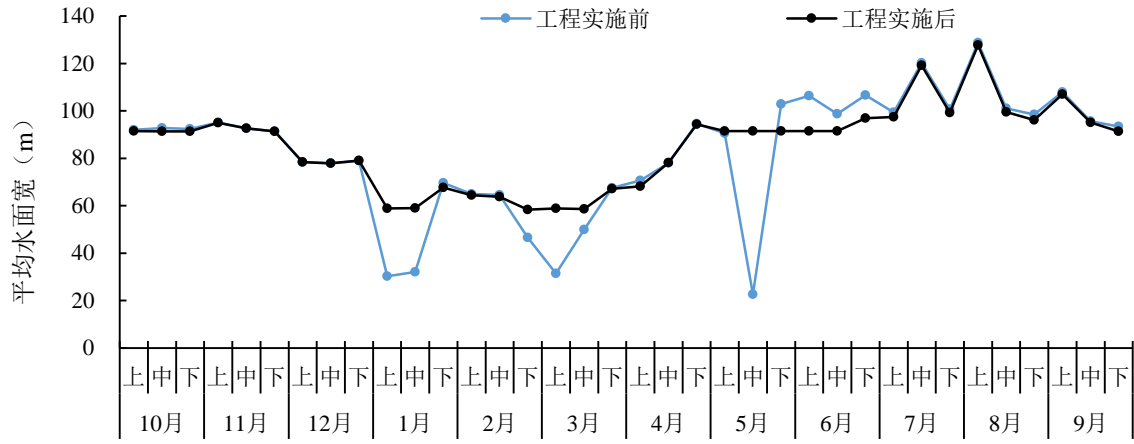


图 5.3.4-67 平水年杨填堰下游 100m 断面水面宽度逐月变化

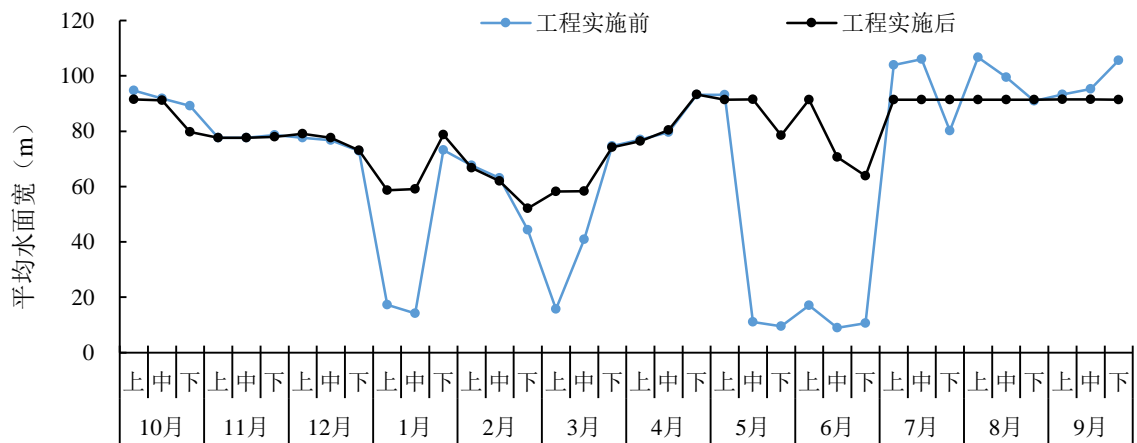


图 5.3.4-68 枯水年杨填堰下游 100m 断面水面宽度逐月变化

(5) 柳家寨

焦岩建库后柳家寨断面水面宽度丰水年在 5 月上旬、6 月下旬降幅超过 10%，最大降幅 36.9%，5 月中旬-6 月中旬增幅超过 10%，最大增幅 38.1%，其他时段变化较小；平水年在 5 月下旬-6 月下旬降幅超过 10%，最大降幅 34.0%，1 月上中旬、3 月上旬、5 月中旬增幅超过 10%，最大增幅 59.3%，其他时段变化较小；枯水年在 7 月上中旬、8 月上中旬、9 月中下旬降幅超过 10%，最大降幅 34.6%，1 月、3 月上旬、5 月中旬-6 月下旬增幅超过 10%，最大增幅 152.9%，其他时段变化较小。

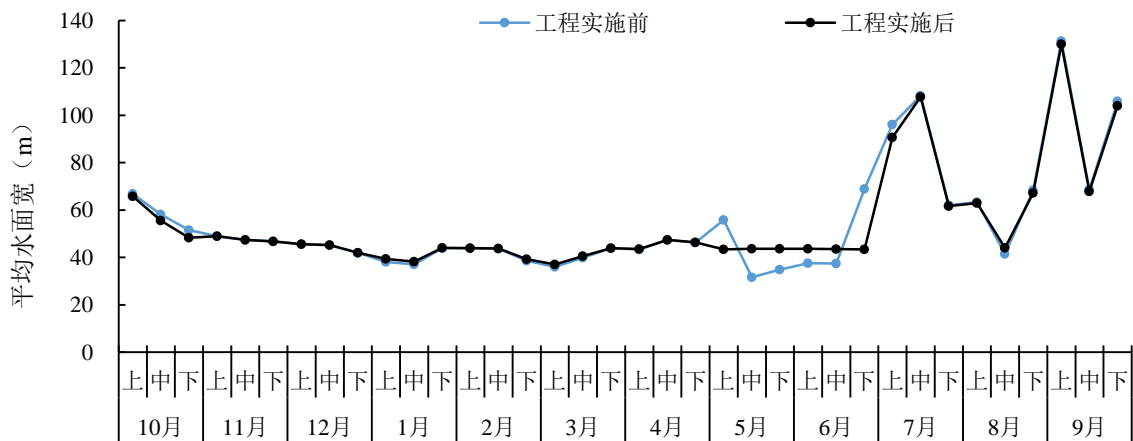


图 5.3.4-69 丰水年柳家寨断面水面宽度逐月变化

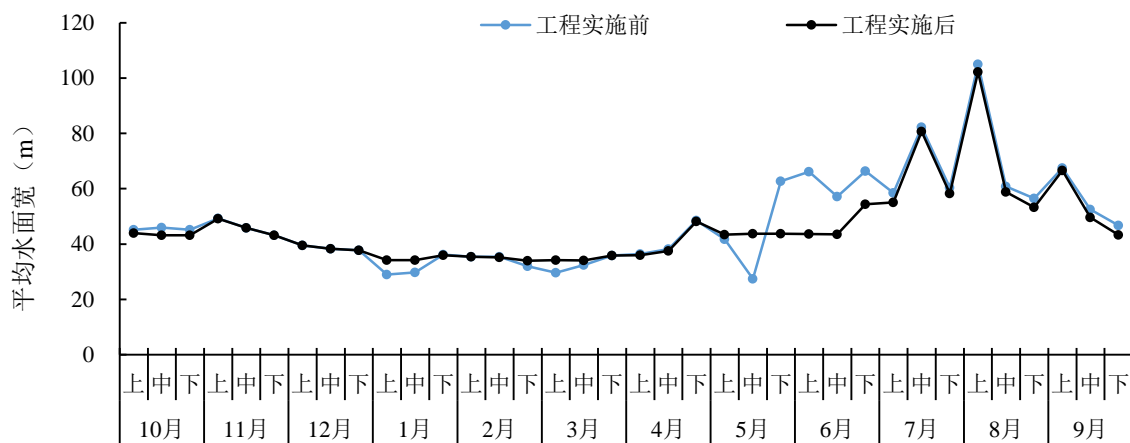


图 5.3.4-70 平水年柳家寨断面水面宽度逐月变化

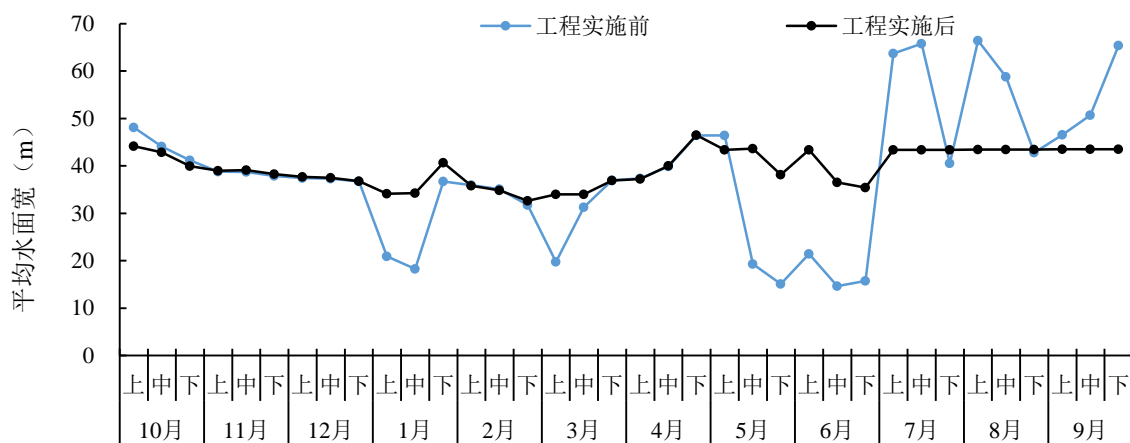


图 5.3.4-71 枯水年柳家寨断面水面宽度逐月变化

(6) 汇口

焦岩建库后汇口断面水面宽度丰水年在 10 月中旬、5 月上旬、6 月下旬降幅超过 10%，最大降幅 75.3%，5 月中旬-6 月中旬增幅超过 10%，最大增幅 29.5%，其他时段变化较小；平水年在 5 月下旬-7 月上旬、7 月下旬、8 月中旬降幅超过 10%，最大降幅 64.5%，1 月上中旬、3 月上旬、5 月中旬增幅超过 10%，最大增幅 47.4%，其他时段变化较小；枯水年在 7 月上中旬、8 月上中旬、9 月中下旬降幅超过 10%，最大降幅 34.6%，1 月、3 月上旬、5 月中旬-6 月下旬增幅超过 10%，最大增幅 152.9%，其他时段变化较小。

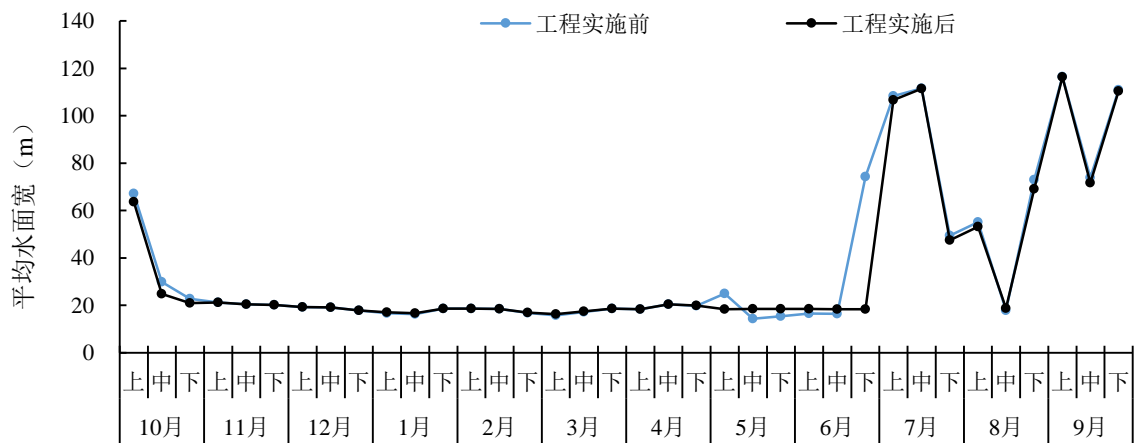


图 5.3.4-72 丰水年汇口断面水面宽度逐月变化

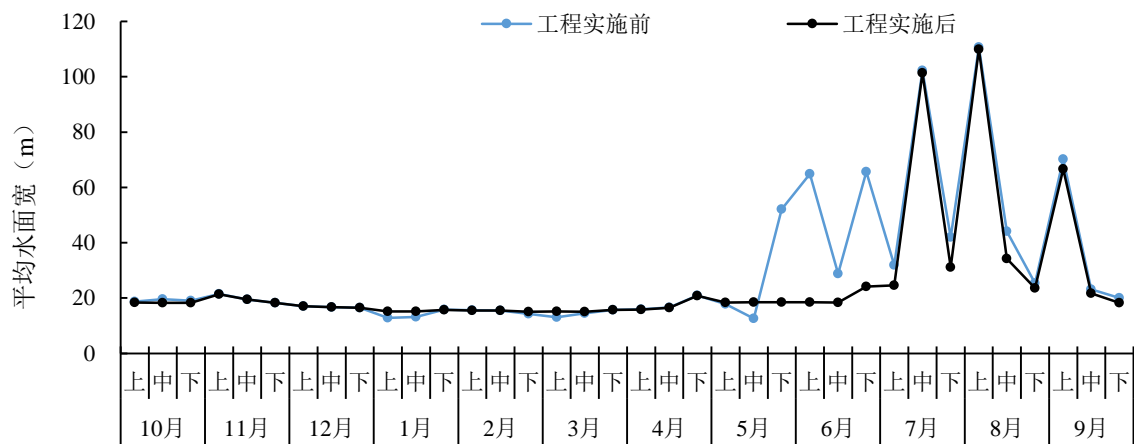


图 5.3.4-73 平水年汇口断面水面宽度逐月变化

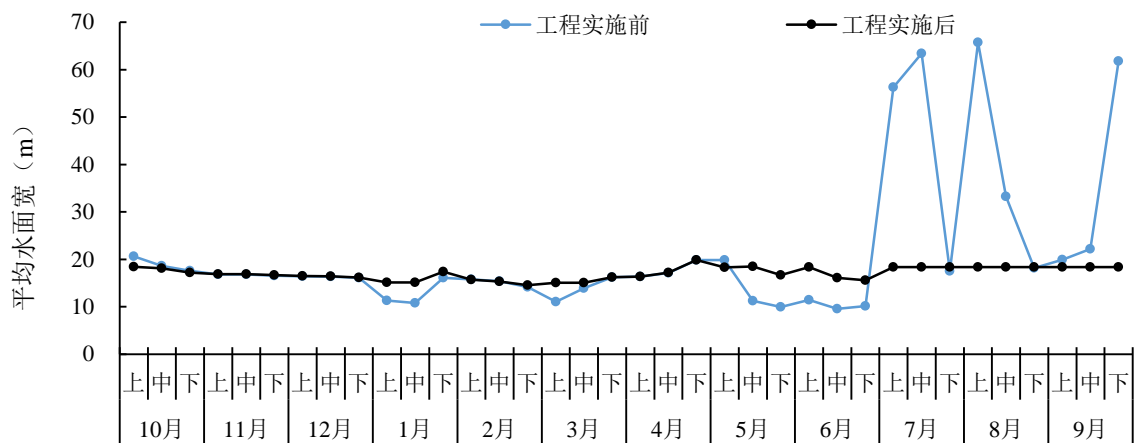


图 5.3.4-74 枯水年汇口断面水面宽度逐月变化

5.4 温影响预测与评价

5.4.1 水库水温结构经验判断

库内水温是否因滞留而分层，我国现行的水库环境影响评价中普遍采用库水交换次数法(α - β 指数法)和密度佛汝德数法两种经验方法来判断。

库水交换次数的方法仅考虑了库容与来流量，密度佛汝德数法也无法考虑来流过程及泄流孔口等因素，用此类经验判别法判断水库水温结构类型时考虑的因素比较单一，只考虑了地形中的库容或回水长度、宽深等条件和径流情况，未涉及气象、水文过程、水位变化、泄流孔口位置和几何尺寸等其它因素，因此上述判定结果仅可作为是否开展进一步计算的依据，水库的逐月分层过程、下泄水温等仍需要采用数学模型或其它方法等作进一步分析。

5.4.1.1 α - β 指数法

α - β 指数法计算公式为：

$$\alpha = \frac{W}{V}, \quad \beta = \frac{w_c}{V} \quad (\text{公式 5.4.1-1})$$

其中： W 为年均径流量，万 m^3 ；

V 为水库总库容，万 m^3 ；

w_c 为一次入库洪量，万 m^3 ；

当 $\alpha \leq 10$ 时，为水温稳定分层型； $\alpha \geq 20$ 时，为混合型； $10 < \alpha < 20$ 时，为过渡型。若 $\beta > 1$ ，则水库水温为临时的混合型；若 $\beta < 0.5$ ，则水库仍为稳定分层； $0.5 < \beta < 1$ ，则洪水的影响介于前二者之间。

5.4.1.2 密度佛汝德数法

密度佛汝得数法表征水库平均流动速度的惯性力与保持密度稳定的重力之比，反映了水库中驱使流动的因素和维持密度分层稳定因素的对比关系，计算表达式为：

$$F_r = 320 \frac{LQ}{HV} \quad (\text{公式 5.4.1-2})$$

式中： L 为水库长度(m) ；

Q 为入流量 (m^3/s) ;

H 为平均水深(m);

V 为蓄水体的体积 (m^3) ;

当 $F_r \ll \frac{1}{\pi}$, 为深而分层很强的水库; $0.1 < F_r < 1$ 为弱分层水温结构; $F_r > 1$ 时为充分混合的水库。

5.4.1.3 判别结果

采用 α - β 指数法、密度佛汝德数法计算的结果见表 5.4.1-1。采用两种方法的判别结果均为分层型水温结构。

表 5.4.1-1 焦岩水库水温结构的经验判别

参数	流量(m^3/s)	正常水位库容(10^8m^3)	年径流量(10^8m^3)	判别系数 α	判别系数 β
取值	32.6	1.9544	10.28	5.270	1.182
参数	72h 洪量 P=10% (万 m^3)	回水长度 (km)	水面面积 (km^2)	平均水深(m)	判别系数 F_r
取值	23100	22.0	6.168	31.7	0.037
α - β 指数法 判定结果	分层		密度佛汝德 数判定结果	分层	

采用两种方法的判别结果均为稳定分层型水温结构。库水交换次数的方法仅考虑了库容与年来流量, 密度佛汝德数法也无法考虑来流过程及泄流孔口等因素, 用此类经验判别法判断水库水温结构类型时考虑的因素比较单一, 只考虑了地形中的库容或回水长度、宽深等条件和径流情况, 未涉及气象、水文过程、水位变化、泄流孔口位置和几何尺寸等其它因素, 因此上述判定结果仅可作为是否开展进一步计算的依据, 水库的逐月分层过程、下泄水温等仍需要采用数学模型或其它方法等作进一步分析。

5.4.2 水温预测模型

焦岩水利枢纽库区长约 22.0km, 坝前最大水深约 80m, 平均宽约 300.8m, 属狭长形水库, 因此, 本次评价采用宽度平均的立面二维模型开展水温预测。具体方程组、模型参数取值和验证见水温计算专题报告。

5.4.3 预测结果分析

5.4.3.1 水库水温结构预测

(1)平水年(工况 1)预测结果及分析

1)库区水温

图 5.4.3-1 显示了焦岩水库在平水年、天然入流、多年平均入库水温和多年平均气象条件、采用单层取水口(工况 1)下各月月中的库区立面二维水温预测结果。

焦岩水库具有年调节性能，坝址年径流总量与正常水位库容比为 5.26，结合密度佛汝德数综合判断水库水温结构为分层型。发电引水孔口底板距离正常运行水位 36m，距库底 40m。枯期入库径流不易扰动库底水体，库底水温相对较稳定，6 月汛期到来后库底有升温现象，至 9 月库底水温最高。

平水年库区月均水温在 2 月最低，来流水温低于 4℃，与库内水体快速混合后到达 4℃沿库底向坝前流动，坝前平均水温为 6.5℃，水面未结冰。进入 3 月，入流水温 8.2℃，进入库区后沿表层向前推进，垂向温差逐渐扩大。

4 月太阳辐射、气温、入流水温持续快速上升，受气象条件和来流水温影响库区水温继续快速上升。表层 20m 内形成梯度为 0.33℃/m 的温跃层，库底水温仍为 6.2℃。天然来流温度高于表层水温，来流沿表层向坝前快速推进。

5 月~8 月，太阳辐射、来流水温、气温逐渐发展到全年最高水平，库表水温持续快速上升，使表层水温在 8 月到达全年最高的 25.3℃。7 月来流量大幅增加至 74m³/s，月径流量为正常水位库容 1.01 倍，大流量使库区水体掺混和紊动增强，库底低温水层受到破坏。8 月气温、太阳辐射处于全年最高值，随着水库蓄水、流速减缓，表层热量的蓄积使表层水温在 8 月达到年内最高。

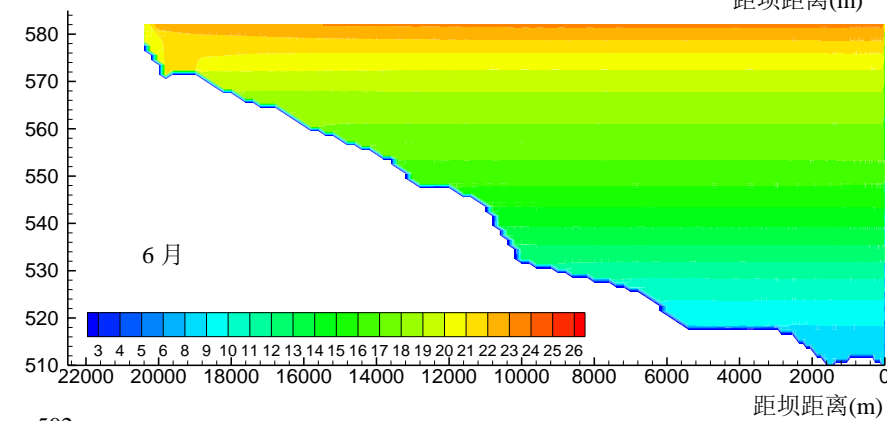
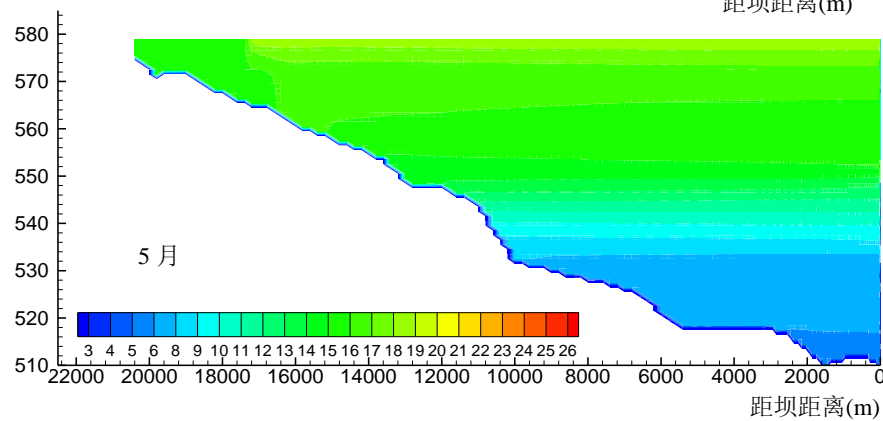
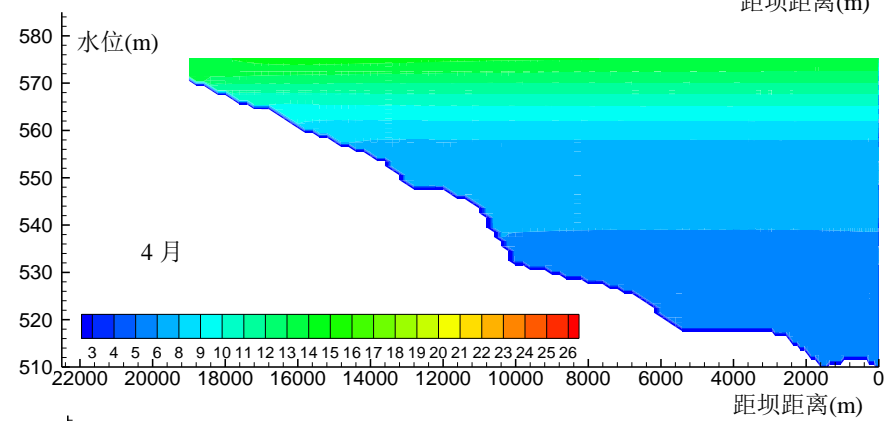
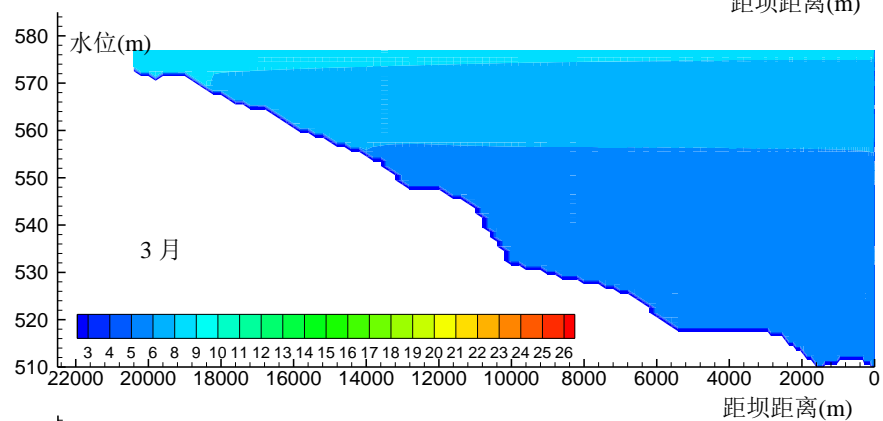
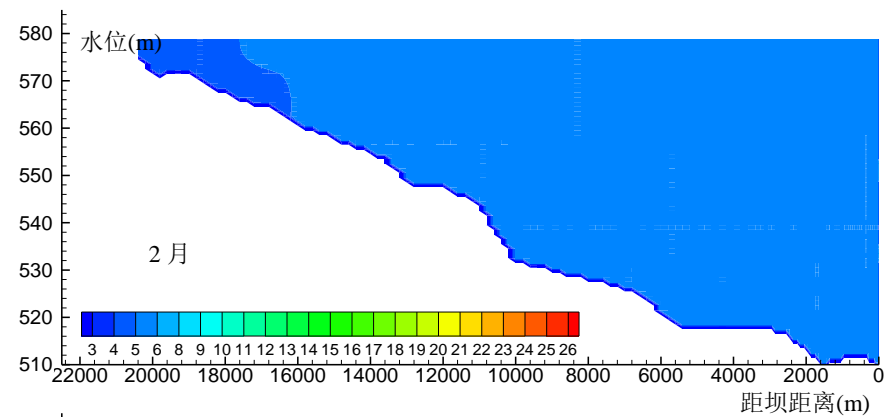
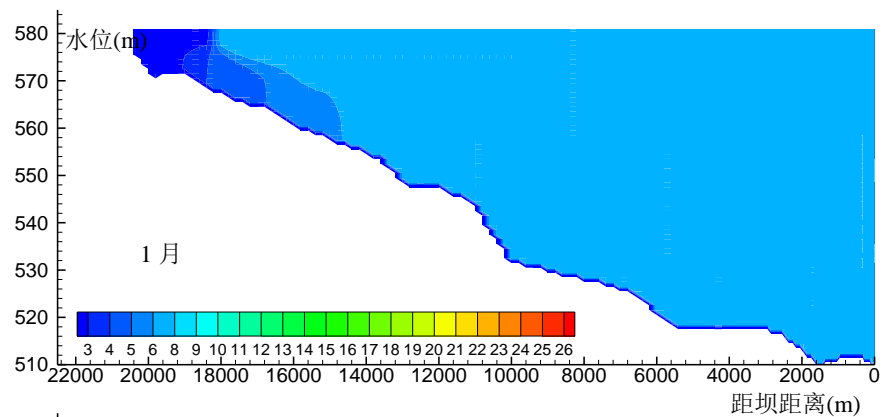
9 月辐射水平、来流水温和气温进入快速下降期，由于垂向热交 4 月太阳辐射、气温、入流水温持续快速上升，受气象条件和来流水温影响库区水温继续快速上升。表层 20m 内形成梯度为 0.33℃/m 的温跃层，库底水温仍为 6.2℃。天然来流温度高于表层水温，来流沿表层向坝前快速推进。

5 月~8 月，太阳辐射、来流水温、气温逐渐发展到全年最高水平，库表水温持续快速上升，使表层水温在 8 月到达全年最高的 25.3℃。7 月来流量大幅增加至 74m³/s，月径流量为正常水位库容 1.01 倍，大流量使库区水体掺混和紊动增强，库底低温水层受到

破坏。8 月气温、太阳辐射处于全年最高值，随着水库蓄水、流速减缓，表层热量的蓄积使表层水温在 8 月达到年内最高。

9 月辐射水平、来流水温和气温进入快速下降期，由于垂向热交换的影响，库表开始大幅降温；库底受来流扰动和垂向热交换继续大幅升温至 17.9℃升温；库区中上层温度变化主要受水气界面热交换控制，库区水温整体快速下降。

10 月以后来流水温、气温降速更快，库区水温整体下降，来流从库尾开始下潜向坝前爬行；坝前水温主要气象条件控制而降温，至 2 月降至全年最低。



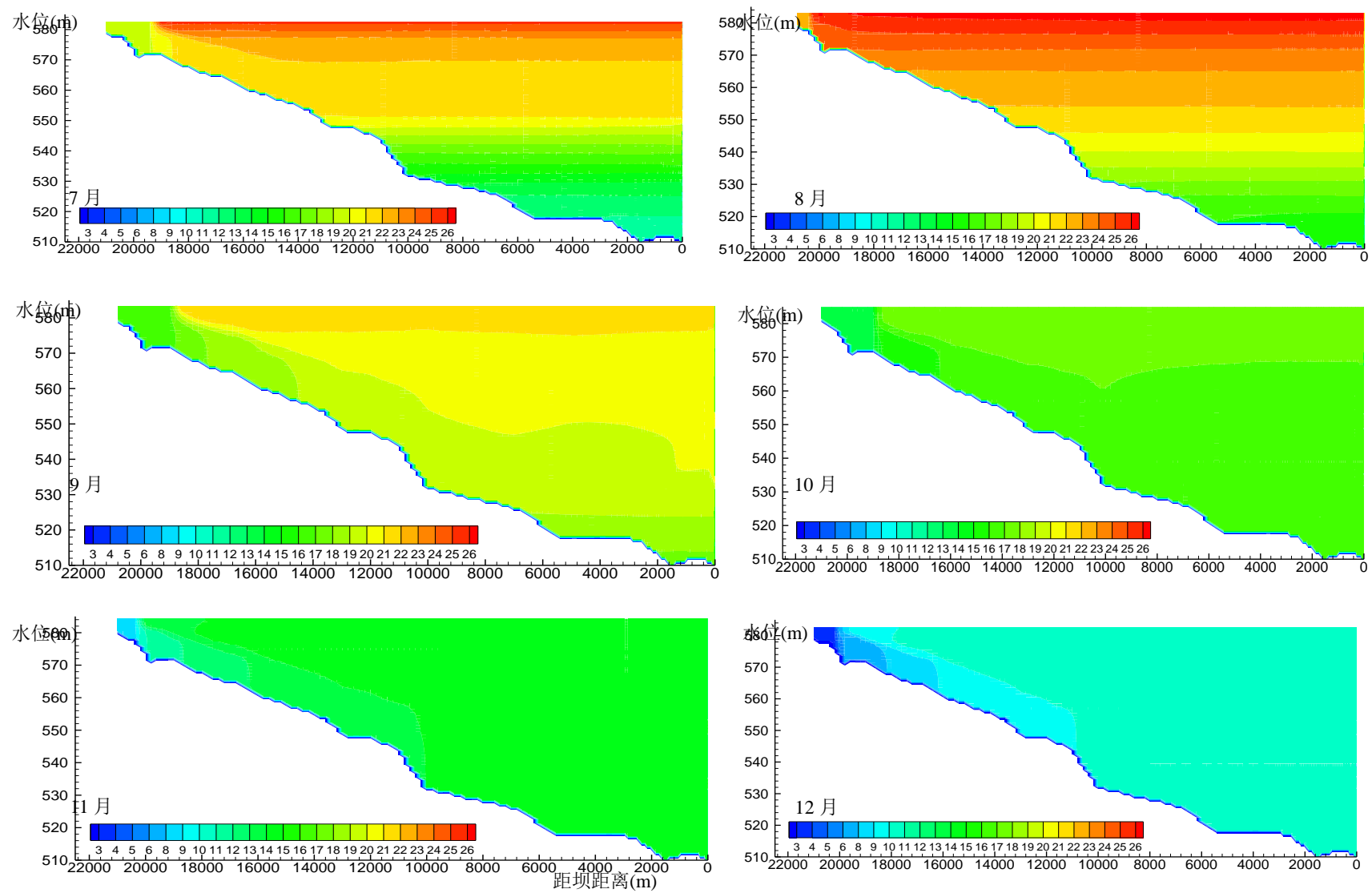


图 5.4.3-1 焦岩水库逐月库区水温分布

距坝距离(m)

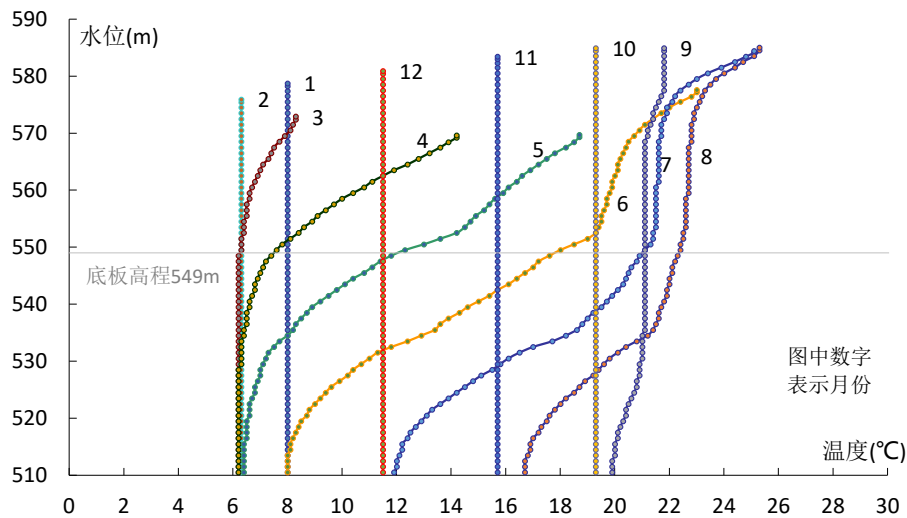


图 5.4.3-2 平水年焦岩水库的坝前水温分布

(工况 1: 平水年、天然入流、多年平均入库水温、多年平均气象条件、单层取水)

2)月均水温

表5.4.3-1、表5.4.3-2和图5.4.3-4比较了平水年的水库月均下泄水温、坝前表层水温、库底水温、坝址处天然水温及气温年内过程。

就表层水温而言 2 月最低，为 6.3℃，8 月最高为 25.3℃，年内变化 19.0℃。受上月低温入流及水库调节的影响，水库水温在 2 月达到全年最低。3~8 月库区水温受入流水温升高和升温期气象条件影响而有较大幅度增长，8 月坝前水温由于长波、短波辐射的提高而达到全年最高的 25.3℃。9 月来流水温和气温持续下降，库区水温开始缓降。10 月以后受来流水温降低和气象条件影响，库区水温降幅明显。

水库总体呈**分层型**水温结构特征。

水库对下游水温存在显著影响。下泄水温在 3 月~6 月比建坝前坝址水温有所降低，平均降低了 2.6℃，4 月份降低最多，达 5.0℃。7 月~翌年 2 月，下泄水温平均上升 3.6℃，12 月温升幅度最大，为 6.9℃。全年出现月均最高温度的月份建坝前后均为 8 月；全年出现月均最低温度的月份建坝前为 1 月，建坝后为 2 月；月均最高温度从建坝前的 21.6℃升为建坝后的 22.3℃，月均最低温度从建坝前的 3.9℃升为建坝后的 6.4℃，温差减小了 1.8℃。

表 5.4.3-1 工况 1 的月均下泄水温、表层水温、库底水温、坝址天然水温及气温(℃)

月份	气温	表层水温	库底水温	坝址水温	月均下泄水温	与坝址水温差值	表底温差
1 月	2.4	8.0	8.0	3.9	8.0	4.1	0.0
2 月	5.1	6.3	6.3	4.9	6.4	1.5	0.0
3 月	10.4	8.3	6.2	9.0	6.4	-2.6	2.1
4 月	15.9	14.2	6.2	13.2	8.2	-5.0	8.0
5 月	19.5	18.7	6.4	16.1	13.4	-2.7	12.3
6 月	23.6	23.0	8.0	18.7	18.6	-0.1	15.0
7 月	25.9	25.1	11.9	20.9	21.2	0.3	13.2
8 月	25.5	25.3	16.7	21.6	22.3	0.7	8.6
9 月	20.4	21.8	19.9	17.5	21.1	3.6	1.9
10 月	15.1	19.3	19.3	14.0	19.1	5.1	0.0
11 月	8.6	15.7	15.7	9.0	15.7	6.7	0.0
12 月	3.4	11.5	11.5	4.6	11.5	6.9	0.0
年均	14.7	16.4	11.3	12.8	14.3	1.5	5.1
最大值	25.9	25.3	19.9	21.6	22.3	6.9	15.0
最小值	2.4	6.3	6.2	3.9	6.4	-5.0	0.0
年内变幅	23.5	19.0	13.7	17.7	15.9	-	-

表 5.4.3-2 工况 1 的月均水温极值统计

项目	坝址现状水温	月均下泄水温	坝址 - 下泄
最高温	21.6 °C	22.3 °C	0.7 °C
最高温月份	8 月	8 月	-
最低温	3.9 °C	6.4 °C	2.5 °C
最低温月份	1 月	2 月	-
年均	12.8 °C	14.3 °C	1.5 °C

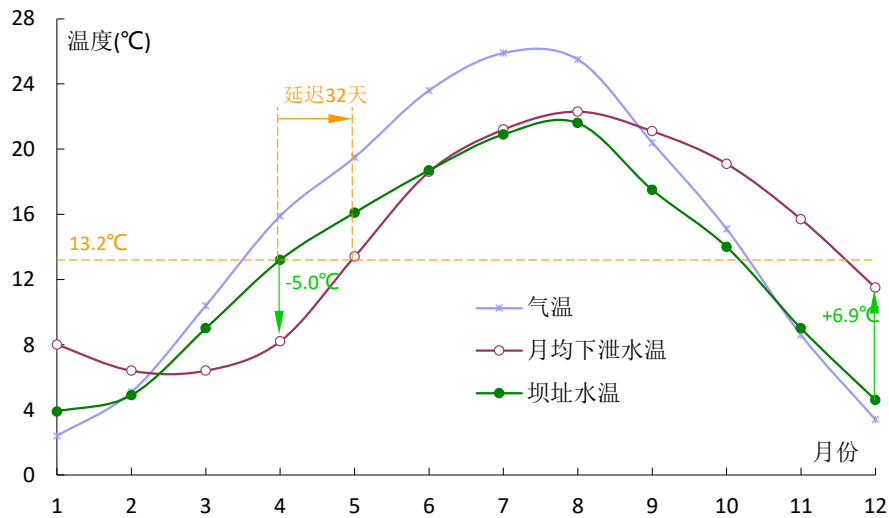


图 5.4.3-4 工况 1 月均下泄水温、坝址处天然水温比较

(工况 1：平水年、天然入流、多年平均入库水温、多年平均气象条件、单层取水)

3) 旬均水温

与坝址旬均水温比较，水库在 4 月中旬对低温水降幅贡献最大，降幅为 5.5℃；在 12 月上旬对高温水升幅贡献最大，升幅为 7.3℃，见表 5.4.3-3。

建坝前后旬均最高温度均出现在 8 月中旬；建坝前旬均最低温度出现在 1 月中旬，建坝后在 2 月下旬；旬均最高温度从建坝前的 22.0℃升为建坝后的 22.5℃，旬均最低温度从建坝前的 3.2℃升为建坝后的 6.2℃，温差缩小了 2.5℃。

表 5.4.3-3 工况 1 的旬均下泄水温与坝址天然水温的对比(℃)

时间	坝址现状逐旬水温	水库下泄逐旬水温	下泄 - 天然
1 月上旬	3.9	9.0	5.1
1 月中旬	3.2	8.0	4.8
1 月下旬	4.6	7.2	2.6
2 月上旬	4.1	6.6	2.5
2 月中旬	5.4	6.3	0.9
2 月下旬	5.4	6.2	0.8
3 月上旬	7.2	6.2	-1.0
3 月中旬	9.0	6.3	-2.7
3 月下旬	10.6	6.6	-4.0
4 月上旬	12.1	7.1	-5.0
4 月中旬	13.5	8.0	-5.5
4 月下旬	14.0	9.4	-4.6
5 月上旬	15.0	11.3	-3.7
5 月中旬	16.6	13.3	-3.3

时间	坝址现状逐旬水温	水库下泄逐旬水温	下泄 - 天然
5 月下旬	16.6	15.4	-1.2
6 月上旬	17.7	17.2	-0.5
6 月中旬	18.0	18.7	0.7
6 月下旬	20.3	20.0	-0.3
7 月上旬	21.4	20.8	-0.6
7 月中旬	20.4	21.3	0.9
7 月下旬	20.8	21.6	0.8
8 月上旬	21.8	22.0	0.2
8 月中旬	22.0	22.5	0.5
8 月下旬	21.1	22.4	1.3
9 月上旬	18.5	21.8	3.3
9 月中旬	17.8	21.1	3.3
9 月下旬	16.4	20.5	4.1
10 月上旬	15.8	20.0	4.2
10 月中旬	13.7	19.2	5.5
10 月下旬	12.5	18.3	5.8
11 月上旬	10.2	17.0	6.8
11 月中旬	9.1	15.7	6.6
11 月下旬	7.8	14.3	6.5
12 月上旬	5.6	12.9	7.3
12 月中旬	4.5	11.5	7.0
12 月下旬	3.9	10.2	6.3
平均	12.8	14.3	1.5
最大值	22.0	22.5	7.3
最小值	3.2	6.2	-5.5
变幅	18.8	16.3	12.8

4) 日均水温

表 5.4.3-4 比较了焦岩典型平水年 4 月的逐日下泄水温与坝址现状水温。与坝址现状逐日水温相比，焦岩 4 月下泄水温整体偏低，最大降幅为 5.6℃(4 月 13 日)，最小降幅 4.1℃(4 月 30 日)。

表 5.4.3-5 比较了焦岩典型平水年全年的逐日下泄水温过程与坝址现状水温。与坝址现状逐日水温相比，焦岩下泄水温最大降幅为 5.6℃(4 月 13 日)，最大升幅为 7.4℃(12 月 9 日)。

以 4 月坝址现状水温 13.2℃为特征温度统计延迟时间，建坝前坝址处水温在 4 月 13 日到达 13.2℃，建坝后下泄水温在 5 月 15 日到达 13.2℃，延迟了 32 天。

表 5.4.3-4 平水年 4 月逐日下泄水温与坝址现状水温

单位：℃

日期	坝址处多年 平均水温	平水年 下泄水温	与坝址 水温差值	日期	坝址处多年 平均水温	平水年 下泄水温	与坝址 水温差值
4 月 1 日	11.4	6.8	-4.6	4 月 16 日	13.6	8.0	-5.6
4 月 2 日	11.6	6.9	-4.7	4 月 17 日	13.7	8.1	-5.6
4 月 3 日	11.7	6.9	-4.8	4 月 18 日	13.7	8.3	-5.4
4 月 4 日	11.8	7.0	-4.8	4 月 19 日	13.8	8.4	-5.4
4 月 5 日	12.0	7.1	-4.9	4 月 20 日	13.8	8.5	-5.3
4 月 6 日	12.1	7.1	-5.0	4 月 21 日	13.8	8.7	-5.1
4 月 7 日	12.3	7.2	-5.1	4 月 22 日	13.8	8.8	-5.0
4 月 8 日	12.5	7.3	-5.2	4 月 23 日	13.9	9.0	-4.9
4 月 9 日	12.6	7.4	-5.2	4 月 24 日	13.9	9.1	-4.8
4 月 10 日	12.8	7.4	-5.4	4 月 25 日	13.9	9.3	-4.6
4 月 11 日	12.9	7.5	-5.4	4 月 26 日	14.0	9.5	-4.5
4 月 12 日	13.1	7.6	-5.5	4 月 27 日	14.0	9.6	-4.4
4 月 13 日	13.3	7.7	-5.6	4 月 28 日	14.1	9.8	-4.3
4 月 14 日	13.4	7.8	-5.6	4 月 29 日	14.2	10.0	-4.2
4 月 15 日	13.5	7.9	-5.6	4 月 30 日	14.3	10.2	-4.1

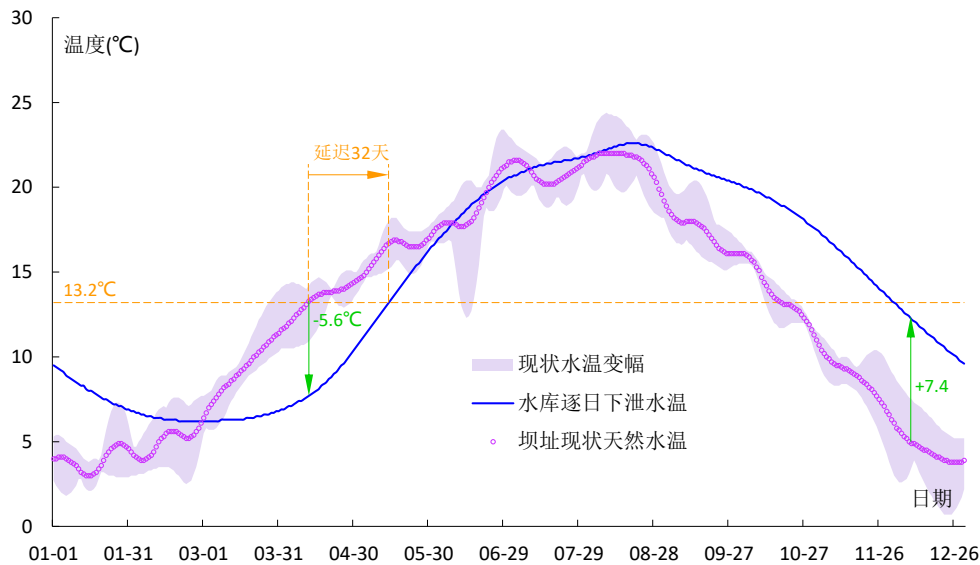


图 5.4.3-5 典型平水年逐日下泄水温与现状水温比较

(2)丰水年(工况 1)预测结果及分析

1)库区水温

图 5.4.3-6 显示了焦岩水库在丰水年、天然入流、多年平均入库水温和多年平均气象条件、采用单层取水口(工况 2)下各月月中坝前水温分布。

库区在典型丰水年的水温结构和平水年相近，**水库总体呈分层水温结构特征**。除入出库流量和坝前水位外，焦岩水库丰水年的计算条件与平水年基本相同，来流水温仍采用多年平均的逐日入库水温。

焦岩丰水年来流为平水年的 1.53 倍，年均水位与平水年基本一致；在 1-4 月平均水位比平水年高 2.0m，在 5-6 月平均水位比平水年低 5.6m。

丰水年流量的提高主要是在 6-9 月；而在 10 月~翌年 4 月，来流流量与平水年基本相当，5 月流量甚至比平水年低 37.4m³/s；与平水年相比，这种水位略高、流量相当甚至偏低的水文情势使丰水年在升温期的下泄低水温影响高于平水年。冬季水位基本一致、流量略偏高的水文情势又使丰水年在冬季的下泄高水温影响弱于平水年。

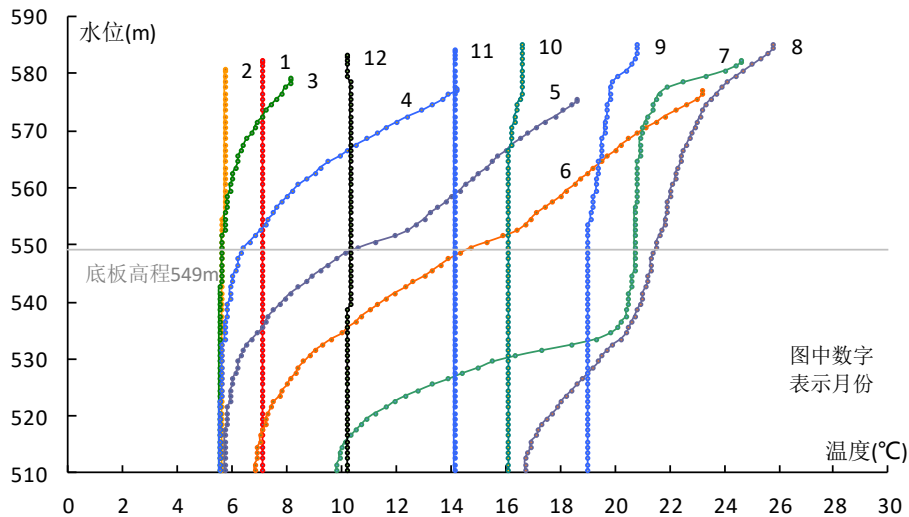


图 5.4.3-6 工况 2 的坝前水温分布

(工况 2: 丰水年、天然入流、多年平均入库水温、多年平均气象条件、单层取水)

2)月均水温

图5.4.3-5、图5.4.3-6和图5.4.3-7比较了工况2的月均下泄水温、坝前表层水温、库底水温、坝址处天然水温及气温年内过程。

水库总体呈分层水温结构特征。

由于河段丰枯期来流量差异较大，年径流主要由 6-9 月的来流构成，因而库区水温在 1-5 月以及初汛期的 6 月分层现象较为稳定，在 7-9 月持续大流量扰动下，上部水体多受高温来流替换而快速升温，库底水温也逐渐受上层热量传递而升高，未出现稳定分层现象。

水库 10 月到翌年 2 月的坝前垂向基本同温，6 月表层和底层温差最大达到 16.4℃，库底在 1 月~6 月存在低温水区域，4 月~8 月存在明显的温度分层现象。

水库对下游水温有显著影响。水库下泄水温在 3 月~7 月比建坝前坝址水温有所降低，平均降低了 3.3℃，4 月份降低最多，达 6.3℃。8 月~翌年 2 月，下泄水温平均上升 2.6℃，12 月温升幅度最大，为 5.6℃。全年出现月均最高温度的月份建坝前后均为 8 月；全年出现月均最低温度的月份建坝前为 1 月，建坝后为 2 月；月均最高温度从建坝前的 21.6℃升为建坝后的 21.7℃，月均最低温度从建坝前的 3.9℃升为建坝后的 5.7℃，温差减小了 1.7℃。

表 5.4.3-5 工况 2 的月均下泄水温、表层水温、库底水温、坝址天然水温及气温(℃)

月份	气温	表层水温	库底水温	坝址水温	月均下泄水温	与坝址水温差值	表底温差
1 月	2.4	7.1	7.1	3.9	7.1	3.2	0.0
2 月	5.1	5.7	5.6	4.9	5.7	0.8	0.1
3 月	10.4	8.1	5.5	9.0	5.7	-3.3	2.6
4 月	15.9	14.2	5.5	13.2	6.9	-6.3	8.7
5 月	19.5	18.6	5.7	16.1	11.5	-4.6	12.9
6 月	23.6	23.2	6.8	18.7	16.3	-2.4	16.4
7 月	25.9	24.6	9.8	20.9	20.8	-0.1	14.8
8 月	25.5	25.8	16.7	21.6	21.7	0.1	9.1
9 月	20.4	20.8	19.0	17.5	19.2	1.7	1.8
10 月	15.1	16.6	16.1	14.0	16.1	2.1	0.5
11 月	8.6	14.1	14.1	9.0	14.0	5.0	0.0
12 月	3.4	10.2	10.2	4.6	10.2	5.6	0.0
年均	14.7	15.8	10.2	12.8	12.9	0.1	5.6
最大值	25.9	25.8	19.0	21.6	21.7	5.6	16.4
最小值	2.4	5.7	5.5	3.9	5.7	-6.3	0.0
年内变幅	23.5	20.1	13.5	17.7	16.0	-	-

表 5.4.3-6 工况 2 的月均水温极值统计

项目	坝址现状水温	月均下泄水温	坝址 - 下泄
最高温	21.6℃	21.7℃	0.1℃
最高温月份	8 月	8 月	-
最低温	3.9℃	5.7℃	1.8℃
最低温月份	1 月	2 月	-
年均	12.8℃	12.9℃	0.1℃

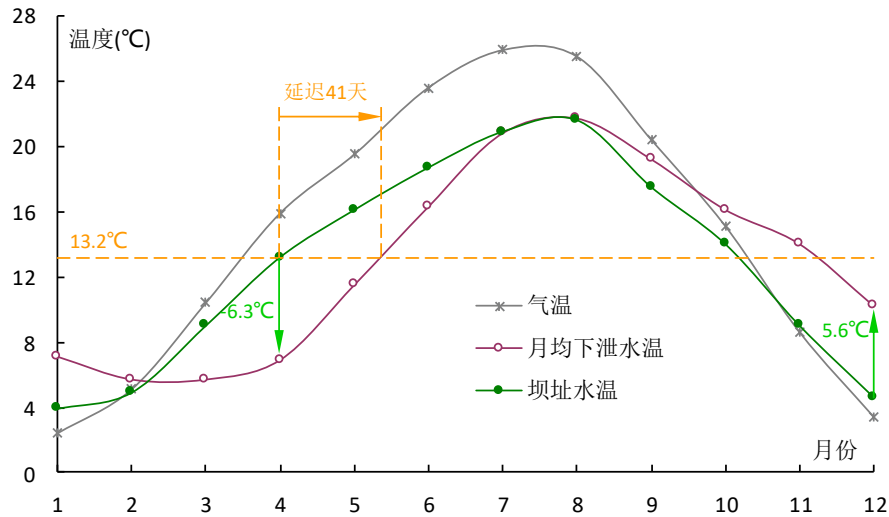


图 5.4.3-7 工况 2 月均下泄水温、坝址处天然水温比较

(工况 2：丰水年、天然入流、多年平均入库水温、多年平均气象条件、单层取水)

3) 旬均水温

与坝址旬均水温比较，水库在 4 月中旬对低温水降幅贡献最大，降幅为 6.7℃；在 12 月上旬对高温水升幅贡献最大，升幅为 5.9℃，见表 5.4.3-7。

建坝前旬均最高温度出现在 8 月中旬，建坝后在 8 月下旬；建坝前旬均最低温度出现在 1 月中旬，建坝后在 2 月下旬；旬均最高温度从建坝前的 22.0℃升为建坝后的 22.2℃，旬均最低温度从建坝前的 3.2℃升为建坝后的 5.5℃，温差缩小了 2.1℃。

表 5.4.3-7 工况 2 的旬均下泄水温与坝址天然水温的对比(℃)

时间	坝址现状逐旬水温	水库下泄逐旬水温	下泄 - 天然
1 月上旬	3.9	8.0	4.1
1 月中旬	3.2	7.1	3.9
1 月下旬	4.6	6.3	1.7
2 月上旬	4.1	5.8	1.7
2 月中旬	5.4	5.6	0.2
2 月下旬	5.4	5.5	0.1
3 月上旬	7.2	5.6	-1.6
3 月中旬	9.0	5.6	-3.4
3 月下旬	10.6	5.8	-4.8
4 月上旬	12.1	6.2	-5.9
4 月中旬	13.5	6.8	-6.7
4 月下旬	14.0	7.8	-6.2
5 月上旬	15.0	9.4	-5.6
5 月中旬	16.6	11.6	-5.0

时间	坝址现状逐旬水温	水库下泄逐旬水温	下泄 - 天然
5 月下旬	16.6	13.4	-3.2
6 月上旬	17.7	14.5	-3.2
6 月中旬	18.0	15.7	-2.3
6 月下旬	20.3	18.8	-1.5
7 月上旬	21.4	20.8	-0.6
7 月中旬	20.4	20.7	0.3
7 月下旬	20.8	21.0	0.2
8 月上旬	21.8	21.3	-0.5
8 月中旬	22.0	21.6	-0.4
8 月下旬	21.1	22.2	1.1
9 月上旬	18.5	21.1	2.6
9 月中旬	17.8	19.0	1.2
9 月下旬	16.4	17.4	1.0
10 月上旬	15.8	16.4	0.6
10 月中旬	13.7	16.1	2.4
10 月下旬	12.5	15.8	3.3
11 月上旬	10.2	15.2	5.0
11 月中旬	9.1	14.1	5.0
11 月下旬	7.8	12.8	5.0
12 月上旬	5.6	11.5	5.9
12 月中旬	4.5	10.2	5.7
12 月下旬	3.9	9.1	5.2
平均	12.8	12.9	0.1
最大值	22.0	22.2	5.9
最小值	3.2	5.5	-6.7
变幅	18.8	16.7	12.6

4) 日均水温

表 5.4.3-8 比较了焦岩典型丰水年 4 月的逐日下泄水温与坝址现状水温。与坝址现状逐日水温相比，焦岩 4 月下泄水温整体偏低，最大降幅为 6.8℃(4 月 14 日)，最小降幅 5.4℃(4 月 1 日)。

表 5.4.3-8 比较了焦岩典型丰水年全年的逐日下泄水温过程与坝址现状水温。与坝址现状逐日水温相比，焦岩下泄水温最大降幅为 6.8℃(4 月 14 日)，最大升幅为 6℃(12 月 10 日)。

以 4 月坝址现状水温 13.2℃为特征温度统计延迟时间，建坝前坝址处水温在 4 月 13 日到达 13.2℃，建坝后下泄水温在 5 月 24 日到达 13.2℃，延迟了 41 天。

表 5.4.3-8 丰水年 4 月逐日下泄水温与坝址现状水温

单位：℃

日期	坝址处多年 平均水温	丰水年 下泄水温	与坝址 水温差值	日期	坝址处多年 平均水温	丰水年 下泄水温	与坝址 水温差值
4 月 1 日	11.4	6.0	-5.4	4 月 16 日	13.6	6.8	-6.8
4 月 2 日	11.6	6.0	-5.6	4 月 17 日	13.7	6.9	-6.8
4 月 3 日	11.7	6.1	-5.6	4 月 18 日	13.7	6.9	-6.8
4 月 4 日	11.8	6.1	-5.7	4 月 19 日	13.8	7.0	-6.8
4 月 5 日	12.0	6.1	-5.9	4 月 20 日	13.8	7.1	-6.7
4 月 6 日	12.1	6.2	-5.9	4 月 21 日	13.8	7.2	-6.6
4 月 7 日	12.3	6.2	-6.1	4 月 22 日	13.8	7.3	-6.5
4 月 8 日	12.5	6.3	-6.2	4 月 23 日	13.9	7.4	-6.5
4 月 9 日	12.6	6.3	-6.3	4 月 24 日	13.9	7.5	-6.4
4 月 10 日	12.8	6.4	-6.4	4 月 25 日	13.9	7.7	-6.2
4 月 11 日	12.9	6.4	-6.5	4 月 26 日	14.0	7.8	-6.2
4 月 12 日	13.1	6.5	-6.6	4 月 27 日	14.0	7.9	-6.1
4 月 13 日	13.3	6.6	-6.7	4 月 28 日	14.1	8.1	-6.0
4 月 14 日	13.4	6.6	-6.8	4 月 29 日	14.2	8.2	-6.0
4 月 15 日	13.5	6.7	-6.8	4 月 30 日	14.3	8.4	-5.9

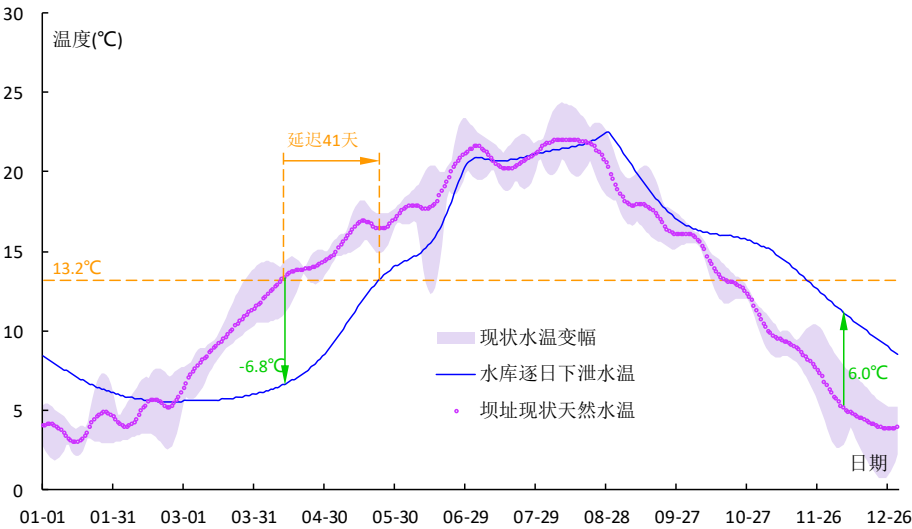


图 5.4.3-8 典型丰水年逐日下泄水温与现状水温比较

(3)枯水年(工况 1)预测结果及分析

1)库区水温

图 5.4.3-9 显示了焦岩水库在枯水年、天然入流、多年平均入库水温和多年平均气象条件、采用单层取水口(工况 3)下各月月中的坝前水温分布。

库区在典型枯水年的水温结构和平水年相近，**水库总体呈分层水温结构特征**。除入出库流量和坝前水位外，焦岩水库枯水年的计算条件与平水年基本相同，来流水温仍采用多年平均的逐日入库水温。

焦岩枯水年来流为平水年的 58%，年均水位比平水年降低 13.1m，其中 5-7 月水位比平水年降低 31.3m，因而水库对水流的滞留能力相应降低，分层现象要弱于平水年；但 5 月起受水位影响启用下层 529m 孔口泄流的运行方式，又使下泄低温水现象更为突出。同时，枯水年 10 月~11 月水位比平水年偏低情况下流量反而增大 18.7m³/s，，相应弱化了冬季调节能力，因而高温水效应也随之弱化。

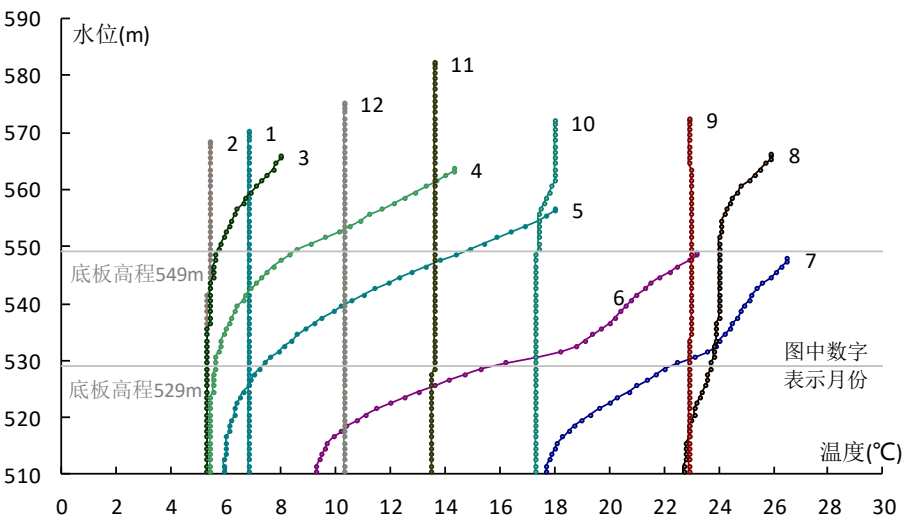


图 5.4.3-9 工况 3 的坝前水温分布

(工况 3: 枯水年、天然入流、多年平均入库水温、多年平均气象条件、单层取水)

2)月均水温

表5.4.3-9、表5.4.3-10和图5.4.3-10比较了工况3的月均下泄水温、坝前表层水温、库底水温、坝址处天然水温及气温年内过程。

水库总体呈分层水温结构特征。

由于河段丰枯期来流量差异较大，年径流主要由 6-10 月的来流构成，因而库区水温在 1-5 月分层现象较为稳定，在 6-10 月持续大流量扰动下，库底水温逐渐受来流高温影响而升高，未出现稳定分层现象。

水库 9 月~翌年 2 月坝前垂向基本同温，6 月表层和底层温差最大达到 11.5℃，库底在 1 月~5 月存在低温水区域，4 月~8 月存在明显的温度分层现象。

水库对下游水温有显著影响。水库年均下泄水温比建坝前升高 0.5℃。下泄水温在 3 月~6 月比建坝前坝址水温有所降低，平均降低了 4.2℃，5 月份降低最多，达 7.9℃。**5 月采用高程 529m 的下层孔口泄流是 5 月水温降幅偏大的主要原因。**7 月~翌年 2 月，下泄水温平均上升 3.4℃，12 月温升幅度最大，为 5.7℃。全年出现月均最高温度的月份建坝前后均为 8 月；全年出现月均最低温度的月份建坝前为 1 月，建坝后为 2 月；月均最高温度从建坝前的 21.6℃升为建坝后的 23.9℃，月均最低温度从建坝前的 3.9℃升为建坝后的 5.5℃，温差扩大了 0.7℃。

表 5.4.3-9 工况 3 的月均下泄水温、表层水温、库底水温、坝址天然水温及气温(℃)

月份	气温	表层水温	库底水温	坝址水温	月均下泄水温	与坝址水温差值	表底温差
1 月	2.4	6.8	6.8	3.9	6.9	3.0	0.0
2 月	5.1	5.4	5.3	4.9	5.5	0.6	0.1
3 月	10.4	8.0	5.3	9.0	6.0	-3.0	2.7
4 月	15.9	14.3	5.4	13.2	9.4	-3.8	8.9
5 月	19.5	18.0	5.9	16.1	8.2	-7.9	12.1
6 月	23.6	23.2	9.3	18.7	16.8	-1.9	13.9
7 月	25.9	26.5	17.7	20.9	22.9	2.0	8.8
8 月	25.5	25.9	22.7	21.6	23.9	2.3	3.2
9 月	20.4	22.9	22.9	17.5	22.7	5.2	0.0
10 月	15.1	18.0	17.3	14.0	17.5	3.5	0.7
11 月	8.6	13.6	13.5	9.0	13.6	4.6	0.1
12 月	3.4	10.3	10.3	4.6	10.3	5.7	0.0
年均	14.7	16.1	11.9	12.8	13.6	0.8	4.2
最大值	25.9	26.5	22.9	21.6	23.9	5.7	13.9
最小值	2.4	5.4	5.3	3.9	5.5	-7.9	0.0
年内变幅	23.5	21.1	17.6	17.7	18.4	-	-

表 5.4.3-10 工况 3 的月均水温极值统计

项目	坝址现状水温	月均下泄水温	坝址 - 下泄
最高温	21.6 ℃	23.8 ℃	2.2 ℃
最高温月份	8 月	8 月	-
最低温	3.9 ℃	5.3 ℃	1.4 ℃
最低温月份	1 月	3 月	-
年均	12.8 ℃	13.3 ℃	0.5 ℃

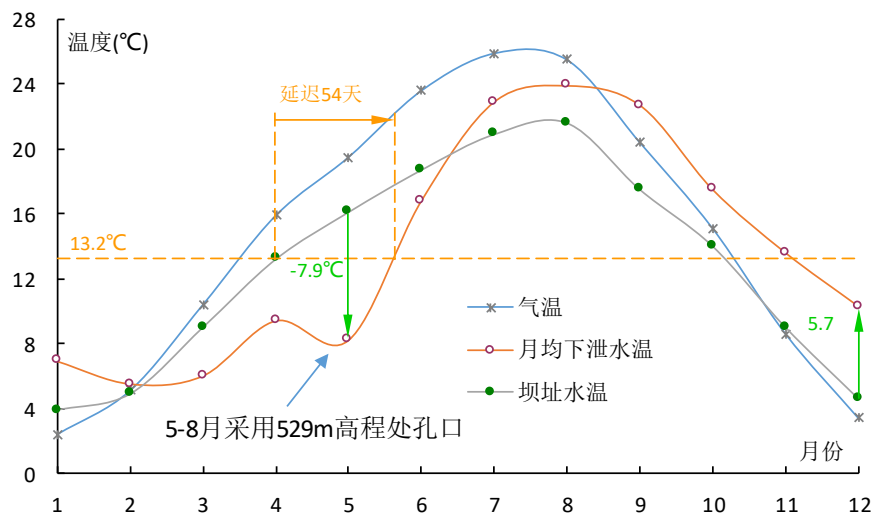


图 5.4.3-10 工况 3 月均下泄水温、坝址处天然水温比较

(工况 3：枯水年、天然入流、多年平均入库水温、多年平均气象条件、单层取水)

3) 旬均水温

与坝址旬均水温比较，水库在 5 月中旬对低温水降幅贡献最大，降幅为 8.9℃；在 12 月上旬对高温水升幅贡献最大，升幅为 6.0℃，。

建坝前后旬均最高温度均出现在 8 月中旬；建坝前旬均最低温度出现在 1 月中旬，建坝后在 2 月中下旬；旬均最高温度从建坝前的 22.0℃升为建坝后的 24.0℃，旬均最低温度从建坝前的 3.2℃升为建坝后的 5.4℃，温差缩小了 0.2℃。

表 5.4.3-11 工况 3 的旬均下泄水温与坝址天然水温的对比(℃)

时间	坝址现状逐旬水温	水库下泄逐旬水温	下泄 - 天然
1 月上旬	3.9	7.8	3.9
1 月中旬	3.2	6.8	3.6
1 月下旬	4.6	6.1	1.5
2 月上旬	4.1	5.6	1.5
2 月中旬	5.4	5.4	0.0
2 月下旬	5.4	5.4	0.0
3 月上旬	7.2	5.5	-1.7
3 月中旬	9.0	5.9	-3.1
3 月下旬	10.6	6.6	-4.0
4 月上旬	12.1	7.8	-4.3
4 月中旬	13.5	9.4	-4.1
4 月下旬	14.0	11.0	-3.0
5 月上旬	15.0	7.2	-7.8
5 月中旬	16.6	7.7	-8.9
5 月下旬	16.6	9.5	-7.1
6 月上旬	17.7	13.2	-4.5
6 月中旬	18.0	17.3	-0.7
6 月下旬	20.3	20.0	-0.3
7 月上旬	21.4	21.7	0.3
7 月中旬	20.4	23.1	2.7
7 月下旬	20.8	23.8	3.0
8 月上旬	21.8	23.8	2.0
8 月中旬	22.0	24.0	2.0
8 月下旬	21.1	23.8	2.7
9 月上旬	18.5	23.4	4.9
9 月中旬	17.8	23.0	5.2
9 月下旬	16.4	21.8	5.4
10 月上旬	15.8	19.5	3.7
10 月中旬	13.7	17.3	3.6
10 月下旬	12.5	15.7	3.2
11 月上旬	10.2	14.6	4.4

时间	坝址现状逐旬水温	水库下泄逐旬水温	下泄 - 天然
11 月中旬	9.1	13.6	4.5
11 月下旬	7.8	12.7	4.9
12 月上旬	5.6	11.6	6.0
12 月中旬	4.5	10.3	5.8
12 月下旬	3.9	9.0	5.1
平均	12.8	13.6	0.8
最大值	22.0	24.0	6.0
最小值	3.2	5.4	-8.9
变幅	18.8	18.6	14.9

4) 日均水温

表 5.4.3-12 比较了焦岩典型枯水年 4 月的逐日下泄水温与坝址现状水温。与坝址现状逐日水温相比, 焦岩 4 月下泄水温整体偏低, 最大降幅为 4.4℃(4 月 8 日), 最小降幅 2.7℃(4 月 28 日)。

图 5.4.3-11 比较了焦岩典型枯水年全年的逐日下泄水温过程与坝址现状水温。与坝址现状逐日水温相比, 焦岩下泄水温最大降幅为 9.2℃(5 月 14 日), 最大升幅为 6.2℃(12 月 9 日)。

以 4 月坝址现状水温 13.2℃为特征温度统计延迟时间, 建坝前坝址处水温在 4 月 13 日到达 13.2℃, 建坝后下泄水温在 6 月 6 日到达 13.2℃, 延迟了 54 天。

表 5.4.3-12 枯水年 4 月逐日下泄水温与坝址现状水温

单位: °C

日期	坝址处多年 平均水温	枯水年 下泄水温	与坝址 水温差值	日期	坝址处多年 平均水温	枯水年 下泄水温	与坝址 水温差值
4 月 1 日	11.4	7.2	-4.2	4 月 16 日	13.6	9.4	-4.2
4 月 2 日	11.6	7.3	-4.3	4 月 17 日	13.7	9.6	-4.1
4 月 3 日	11.7	7.4	-4.3	4 月 18 日	13.7	9.8	-3.9
4 月 4 日	11.8	7.6	-4.2	4 月 19 日	13.8	9.9	-3.9
4 月 5 日	12.0	7.7	-4.3	4 月 20 日	13.8	10.1	-3.7
4 月 6 日	12.1	7.9	-4.2	4 月 21 日	13.8	10.3	-3.5
4 月 7 日	12.3	8.0	-4.3	4 月 22 日	13.8	10.4	-3.4
4 月 8 日	12.5	8.1	-4.4	4 月 23 日	13.9	10.6	-3.3

日期	坝址处多年 平均水温	枯水年 下泄水温	与坝址 水温差值	日期	坝址处多年 平均水温	枯水年 下泄水温	与坝址 水温差值
4月9日	12.6	8.3	-4.3	4月24日	13.9	10.8	-3.1
4月10日	12.8	8.5	-4.3	4月25日	13.9	10.9	-3.0
4月11日	12.9	8.6	-4.3	4月26日	14.0	11.1	-2.9
4月12日	13.1	8.8	-4.3	4月27日	14.0	11.2	-2.8
4月13日	13.3	8.9	-4.4	4月28日	14.1	11.4	-2.7
4月14日	13.4	9.1	-4.3	4月29日	14.2	11.5	-2.7
4月15日	13.5	9.3	-4.2	4月30日	14.3	11.6	-2.7

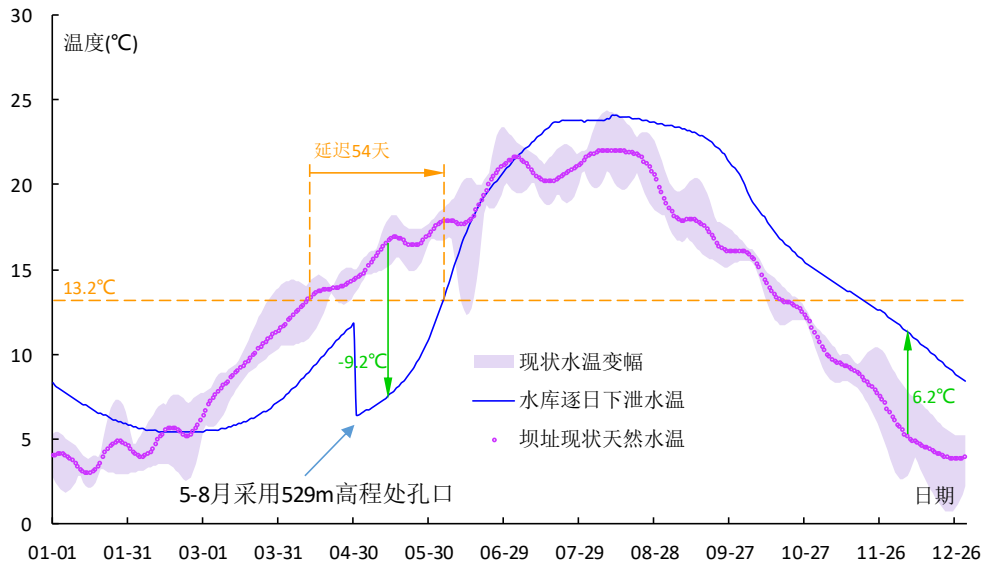


图 5.4.3-11 典型枯水年逐日下泄水温与现状水温比较

5.4.3.2 流场分析

为说明库区水温分层与流动的关系，图 5.4.3-12 和图 5.4.3-15 分别绘出了平水年低温水降幅相对偏大的 4 月和高温水升幅相对偏大的 12 月的温度场叠加流场。

由于水库坝前流速远小于库尾流速，图 5.4.3-12 和图 5.4.3-15 的整个库区绘制流场方式未能充分显示坝前的流动特性，图 5.4.3-13、图 5.4.3-14 和图 5.4.3-16、图 5.4.3-17 分别绘制了库区坝前 5km、2km 的流场细节。

在图 5.4.3-12 的 4 月流场中可见水流入库后主要沿表层流动，在坝前 3km 逐步下潜到发电孔口高程出库，在坝前 1km 附近基本完成下潜过程，在坝前 1km 附近继续分化出灌溉孔口的流动层。4 月来流水温较高，表层流动转下潜带来表层下的微弱回流。图 5.4.3-13、图 5.4.3-14 则表明了泄流孔口对坝前垂向流速分布的影响，远离孔口时，主流

动层流速在垂向分布较为均匀，随流动向坝前推进，孔口高程范围内的流速逐渐加大，主流动层边缘处的流速则减小，越接近泄流孔口主流动层边界越清晰。

图 5.4.3-15~图 5.4.3-17 为 12 月流场，来流水温低于库区水温，从入库开始即下潜沿河床向坝前推进，库区底部水体流速较大，主流动层以上大范围形成回流。

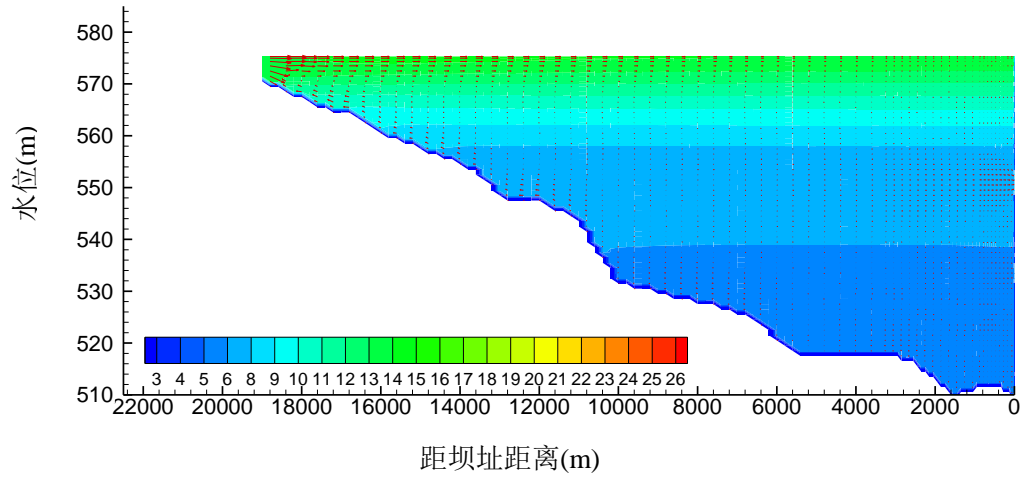


图 5.4.3-12 焦岩水库典型平水年 4 月全库区流场

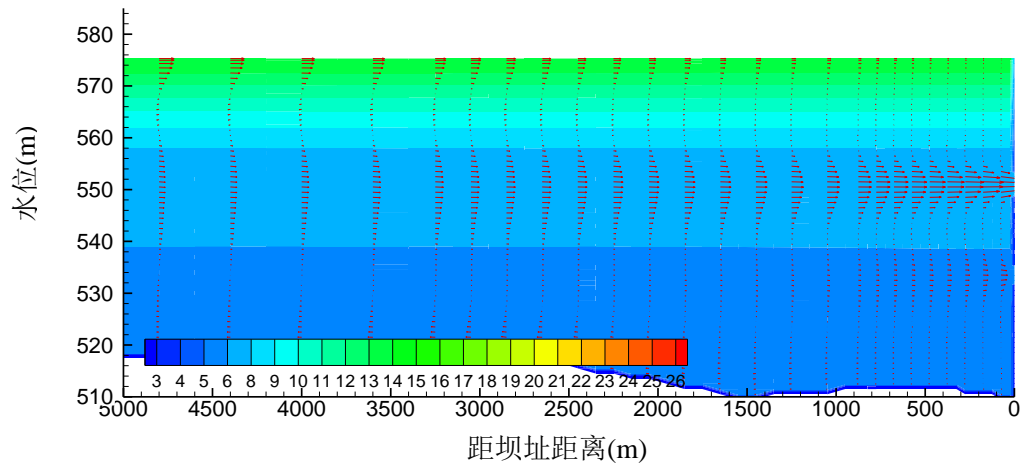


图 5.4.3-13 焦岩水库典型平水年 4 月坝前 5km 流场

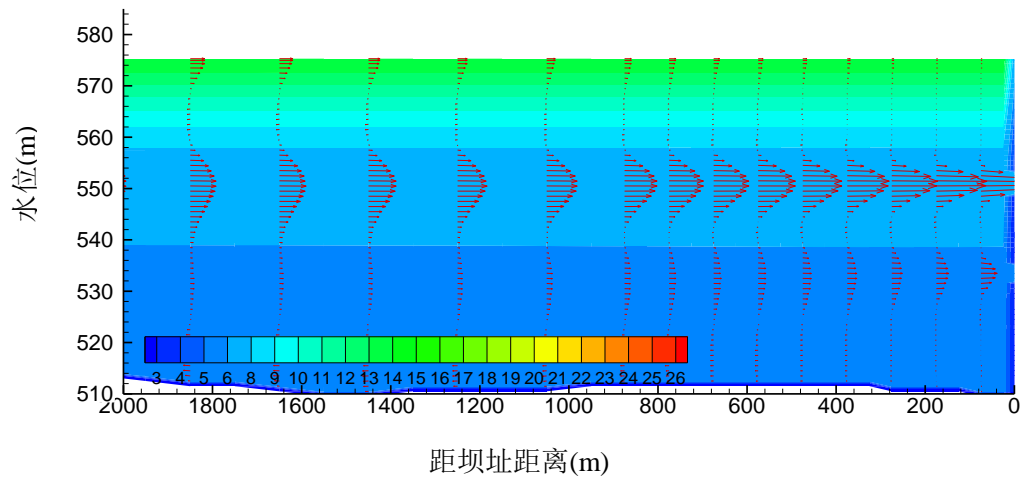


图 5.4.3-14 焦岩水库典型平水年 4 月坝前 2km 流场

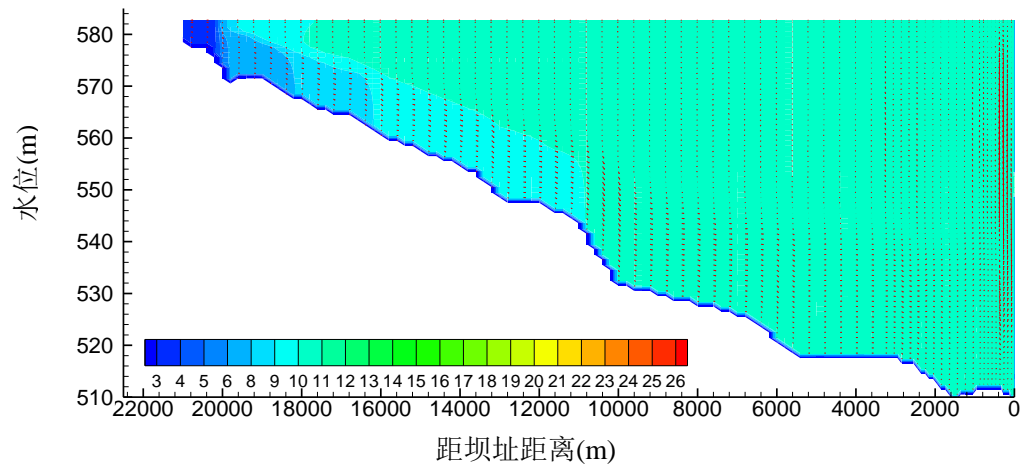


图 5.4.3-15 焦岩水库典型平水年 12 月全库区流场

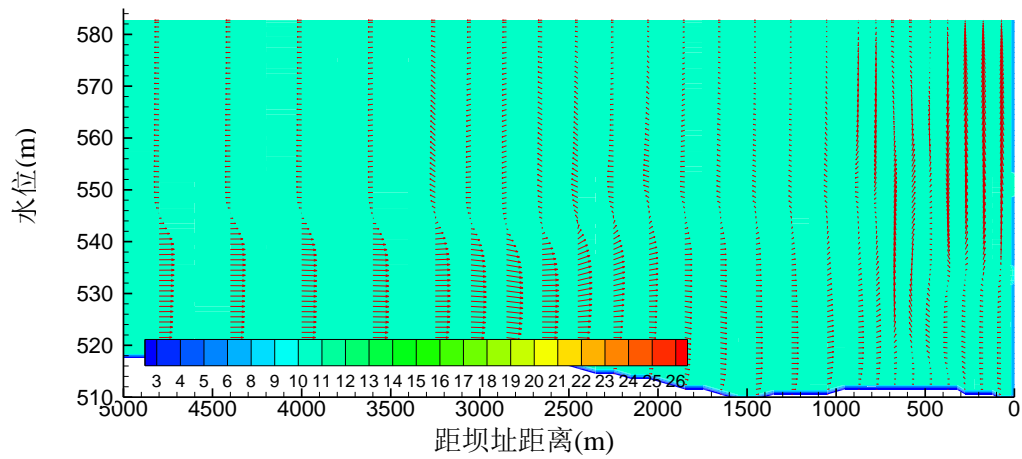


图 5.4.3-16 焦岩水库典型平水年 12 月坝前 5km 流场

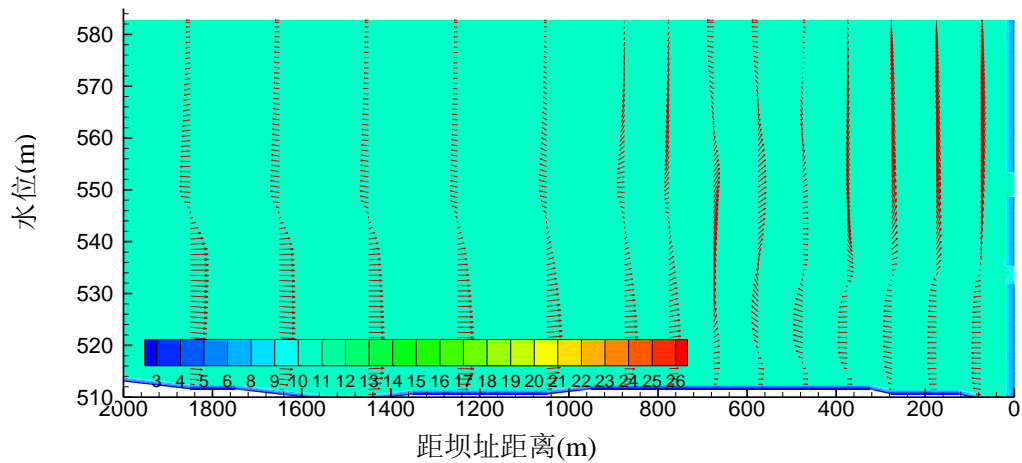


图 5.4.3-17 焦岩水库典型平水年 12 月坝前 2km 流场

5.4.3.3 类比工程水文对比

由于焦岩水库所在河段缺乏水库水温观测成果，本次选取陕西省汉中市褒河石门水库进行水温类比，以对焦岩水库的水温影响进行合理性分析。

石门水库距离焦岩水库 29km，位于陕西省汉中市汉江上游支流褒河峡谷出口以上 1.8km，距下游河东店镇 3km，南到汉中市 18km，是以灌溉为主、结合发电等综合利用的大(2)型水利工程。枢纽工程由混凝土拱坝、河床电站、东西干渠引水渠首、下游反调节池、南干渠首等建筑物组成。主要建筑物为 2 级，次要建筑物为 3 级。水库总库容 1.098×10⁸m³，设计灌溉农田 51.5 万亩，电站装机 40.5MW，设计年发电量 1.41 亿 KW·h。

石门水库与焦岩水库的工程特性及水温影响条件对比见表 4-13。

从对水库水温影响最大的调节性能、替换次数、密度佛汝德数来看，石门水库与焦岩水库是较接近的。但石门水库无论是规模还是调节能力均小于焦岩水库，这也将使焦岩水库水温影响更趋分层。

据四川大学 2023.9.15-2023.11.15 的现场监测，石门水库无论是秋季 9 月仍存在明显的分层现象，垂向温差超过 10℃，库底水温稳定 13℃，表层存在温跃层。冬季 11 月底，水库垂向温差最大仅 0.6℃，考虑到日变化因素，水库应在 11 月份发生了垂向翻转现象。基本可判断石门水库水温结构为分层型，但不存在全年稳定的库底水温。

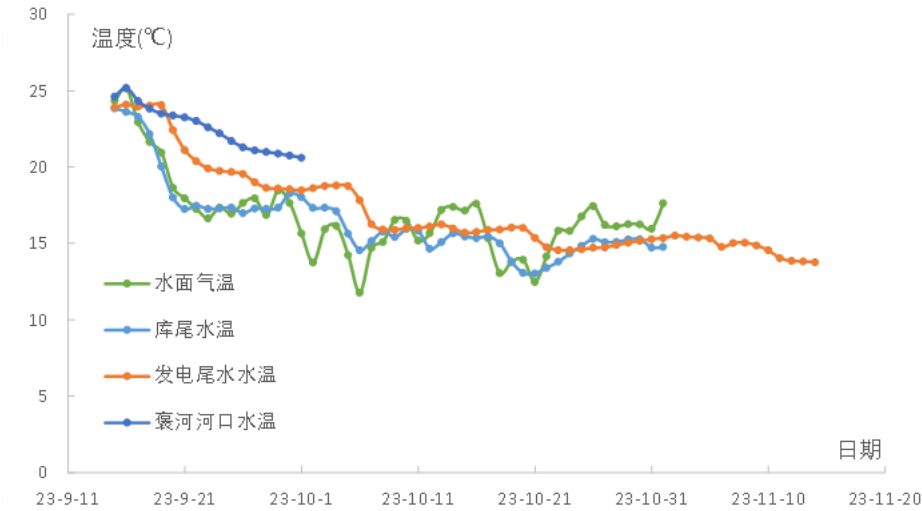
从流水河段水温监测，库尾来流水温与气温存在强相关性、但略滞后于气温。经石门水库调节后的发电尾水水温整体高于来流水温，9 月、10 月分别高 2.0℃、0.9℃。注意到焦岩水库平水年 9-10 月的高温升幅最大为 2.8℃，比石门水库高 0.8℃，这也反映了焦岩水库更强的调节能力带来的高温水影响。

由于该流域涉及水库的水温实测数据较为匮乏，专题仅可根据现阶段监测的石门水库的部分水温数据对焦岩模拟水温进行类比分析。前述石门坝前的不稳定水温分层分布说明焦岩水库库区水温预测结果基本合理，下泄水温的高温变幅基本吻合能在一定程度上说明下泄水温预测基本合理。

表 5.4.3-1 焦岩水库与石门水库工程特性对比一览表

对比项	单位	石门水库	焦岩水库	相似度
所在河流		褒河(汉江支流)	湑水河(汉江支流)	相近
气候类型		北亚热带湿润季风	北亚热带湿润季风	相同
纬度	度	26.869	26.716	相近

调节能力		年调节	年调节	相同
正常蓄水位	m	618	585	相近
正常水位库容	亿 m ³	1.05	1.95	相近
调节库容	亿 m ³	0.61	1.72	有异
流量	m ³ /s	43.6	32.7	相近
坝前水深	m	53.0	80.0	有异
回水长度	km	17.0	22.0	相近
水面高程气温	°C	汉中，3.1-26.0°C 平均 15.0°C	城固，2.3-25.9°C 平均 14.6°C	相近
库水年交换次数 以正常水位库容计	次	13.1	5.26	有异
密度佛汝德数		0.069	0.037	相近
水温结构		稳定分层型 (据坝前水温估算)	分层型	相同



石门水库水温与入库水温

5.4.3.4 水温影响减缓措施分析

由于焦岩水库在丰、平、枯典型水文年运行时均对下游造成显著的低温水效应，本工程考虑采用智控分层阀分层取水措施进行比选。

根据下游水生保护需要和水温计算分析结果，仅在 3~6 月需要采用分层措施改善下泄低温水的影响。但由于水库也存在冬季下泄高温水现象，本次预测在 3-11 月均启用分层措施，一方面可**部分减缓冬季高温水**问题，另一方面也可避免在 7 月高温时段停用分层措施后的温度骤降冲击影响。在 12 月-翌年 2 月不启用分层取水设施。

(1) 下泄流量的分层取水方案

1#、2#引水发电系统进水口取水为满足环保水库下游水温要求，均采用分层取水的方式。

导叶阀智控分层取水阀部件主要包括：涡轮蜗杆、减速机、水下电机、门框结构、吊装孔、门框线槽盖板、分线槽、门叶限位阻尼、门叶和安全泄压阀等组成。智控分层取水阀的安装与拆卸采用坝顶双向门机完成。

1#进水口底板高程 548.20m，孔口尺寸为 6.5m×36.8m（宽×高）。2#进水口底板高程 528.20m，孔口尺寸为 6.5m×56.8m（宽×高）。

1#、2#进水口分别采用 12 层、19 层转页门，每层门高 3.0m，转动门高 2.6m，每层转页门有 4 扇，每扇转页门尺寸为 1.67m×2.6m（宽×高）。

东、西高干渠取水口同样采用分层取水的方式。推荐导叶阀采用智控分层取水方式。

分层取水阀部件组成与 1#、2#进水口分层取水阀组成相同。东、西高干渠取水口底板高程 532m，孔口尺寸为 4.5m×53m（宽×高）。每层门高 3.0m，转动门高 2.6m，共分 18 层转页门，每层转页门有 3 扇，每扇转页门尺寸为 1.63m×2.6m（宽×高）。导叶阀智控分层取水阀的安装与拆卸采用坝顶单向门机完成。

(2) 分层取水效果

平水年采用智控分层阀后，3-6 月下泄水温提高 1.4-4.3℃，3-4 月的低温水降幅仍有 1.2℃、0.8℃，但 5 月及以后已消除了低温水现象。12 月的下泄水温比单层取水时降低了 1.6℃。

丰水年采用导叶阀智控分层阀后，3-6 月下泄水温提高 2.0-5.5℃，3-4 月的低温水降幅仍有 1.3℃、0.8℃，但 5 月及以后已消除了低温水现象。12 月的下泄水温比单层取水时降低了 1.0℃。

枯水年采用智控分层阀后，3-6 月下泄水温提高 1.6-7.3℃，3-5 月低温水降幅仍有 1.4℃、0.8℃、0.6℃，但 6 月已消除了低温水现象。12 月的下泄水温比单层取水时略降低 0.3℃。

表 5.4.3-1 导叶阀智控分层阀分层取水效果对比(°C)

月份	坝址 现状水 温	平水年下泄水温				丰水年下泄水温				枯水年下泄水温			
		单层 取水	智控 分层 阀	c-b	c-a	单层 取水	智控 分层 阀	g-f	g-a	单层 取水	智控 分层 阀	k-j	k-a
		a	b	c	d	e	f	h	i	j	k	l	m
1 月	3.9	8.0	7.0	-1.0	3.1	7.1	6.5	-0.6	2.6	6.9	6.7	-0.2	2.8
2 月	4.9	6.4	5.7	-0.7	0.8	5.7	5.3	-0.4	0.4	5.5	5.4	-0.1	0.5
3 月	9.0	6.4	7.8	1.4	-1.2	5.7	7.7	2.0	-1.3	6.0	7.6	1.6	-1.4
4 月	13.2	8.2	12.5	4.3	-0.7	6.9	12.4	5.5	-0.8	9.4	12.4	3.0	-0.8
5 月	16.1	13.4	16.4	3.0	0.3	11.5	16.2	4.7	0.1	8.2	15.5	7.3	-0.6
6 月	18.7	18.6	20.2	1.6	1.5	16.3	19.9	3.6	1.2	16.8	19.6	2.8	0.9
7 月	20.9	21.2	21.7	0.5	0.8	20.8	20.8	0.0	-0.1	22.9	23.2	0.3	2.3
8 月	21.6	22.3	22.3	0.0	0.7	21.7	22.7	1.0	1.1	23.9	23.7	-0.2	2.1
9 月	17.5	21.1	19.8	-1.3	2.3	19.2	17.9	-1.3	0.4	22.7	21.7	-1.0	4.2
10 月	14.0	19.1	16.6	-2.5	2.6	16.1	14.9	-1.2	0.9	17.5	17.0	-0.5	3.0
11 月	9.0	15.7	13.2	-2.5	4.2	14.0	12.5	-1.5	3.5	13.6	13.2	-0.4	4.2
12 月	4.6	11.5	9.9	-1.6	5.3	10.2	9.2	-1.0	4.6	10.3	10.0	-0.3	5.4
年均	12.8	14.3	14.4	0.1	1.6	12.9	13.8	0.9	1.1	13.6	14.7	1.0	1.9
最大值	21.6	22.3	22.3	4.3	5.3	21.7	22.7	5.5	4.6	23.9	23.7	7.3	5.4
最小值	3.9	6.4	5.7	-2.5	-1.2	5.7	5.3	-1.5	-1.3	5.5	5.4	-1.0	-1.4
年内变幅	17.7	15.9	16.6	-	-	16.0	17.4	-	-	18.4	18.3	-	-

对比了智控分层阀取水时下泄水温到达特征水温 13.2°C 的延迟时间。各工况下泄水温到达 13.2°C 的时间比天然水温延迟了 6-9 天，比单层取水时提前了 26-46 天。智控分层阀取水有效缓解了下泄水温的延迟效应。

表 5.4.3-2 焦岩水库导叶阀智控分层阀取水时下泄水温延迟时间对比

项目	单层取水		智控分层阀取水	
	到达 13.2°C 的时间	延迟时间	到达 13.2°C 的时间	延迟时间
天然水温	4 月 13 日到达 13.2°C			
平水年	5 月 15 日	32 天	4 月 19 日	6 天
丰水年	5 月 24 日	41 天	4 月 22 日	9 天
枯水年	5 月 27 日	53 天	4 月 20 日	7 天

5.4.3.4 坝下沿程水温变化分析

焦岩坝下至河口为 25km 天然河道，沿程有水生生物、灌溉等需求，有必要在焦岩水库下泄水温预测的基础上，研究坝下河段的水温恢复情况。

焦岩下泄水温作为研究河段的上游边界，采用纵向一维数学模型可以得到焦岩坝下特征断面(表 5.4.3-15)的水温变化。

表 5.4.3-15 焦岩水库下游的特征断面

序号	特征断面	至焦岩坝址距离 (km)
1	涓惠渠取水口	3.2
2	五门堰取水口	8.4
3	杨填堰取水口	15.1
4	河口	25.0

表 5.4.3-16~表 5.4.3-21 对单层取水、分层取水时各工况的坝下特征断面水温进行了对比。该地区年均太阳辐射约 138W/m²，属中等略偏低水平辐射；年均气温 14.7°C。由气象条件带来的热通量较为有限，无论是春季低温水还是冬季高温水现象，单纯受气象影响的坝下河段水温恢复效果不明显。

(1) 单层取水

单层取水时，坝下断面由于距离坝址较近，水温变化幅度与下泄水温基本一致。各段面春季低温水最大降幅均出现在 4-5 月，在涓惠渠最大降幅缩至 5.0-7.9°C，在五门堰、杨填堰进一步缩至 4.9-7.8°C、4.9-7.7°C，河口的降幅为 4.8-7.6°C；冬季高温水最大升幅

均出现在 12 月，在渭惠渠最大升幅缩至 5.5-6.8℃，在五门堰、杨填堰进一步缩至 5.4-6.7℃、5.3-6.6℃，河口的升幅为 5.2-6.4℃。

（2）分层取水

智控分层闸方案取水时，3-6 月水库下泄低温水现象得到了有效缓解。在渭惠渠断面处的最大降幅缩减到 1.2-1.4℃，在五门堰、杨填堰处降幅为 1.2-1.4℃、1.1-1.3℃。冬季高温水最大升幅，在渭惠渠最大升幅缩至 4.5-5.3℃，在五门堰、杨填堰进一步缩至 4.5-5.2℃、4.4-5.1℃，河口的升幅为 4.3-5.0℃。

采用智控分层闸后，平水年和丰水年从 5 月开始、枯水年从 6 月开始的下泄水温均超过现状水温。

表 5.4.3-16 焦岩水库下游断面水温变化(单层取水, 平水年)

月份		1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	年均
坝下天然水温	a1	3.9	4.9	9.0	13.2	16.1	18.7	20.9	21.6	17.5	14.0	9.0	4.6	12.8
建库后水温	a2	8.0	6.4	6.4	8.2	13.4	18.6	21.2	22.3	21.1	19.1	15.7	11.5	14.3
a2 - a1	a3	4.1	1.5	-2.6	-5.0	-2.7	-0.1	0.3	0.7	3.6	5.1	6.7	6.9	1.5
滑惠渠取水口天然水温	b1	4.1	5.0	9.1	13.3	16.2	18.8	21.1	21.7	17.7	14.1	9.1	4.8	12.9
建库后水温	b2	8.2	6.4	6.5	8.3	13.5	18.7	21.4	22.4	21.2	19.1	15.7	11.5	14.4
b2 - b1	b3	4.0	1.5	-2.6	-5.0	-2.7	-0.1	0.3	0.7	3.5	5.0	6.6	6.8	1.5
五门堰取水口天然水温	c1	4.4	5.0	9.2	13.4	16.2	18.9	21.3	21.9	17.8	14.2	9.2	4.9	13.0
建库后水温	c2	8.3	6.5	6.7	8.5	13.6	18.9	21.6	22.5	21.3	19.2	15.7	11.6	14.5
c2 - c1	c3	4.0	1.4	-2.5	-4.9	-2.7	-0.1	0.3	0.7	3.5	4.9	6.5	6.7	1.5
杨填堰取水口天然水温	d1	4.7	5.1	9.4	13.5	16.4	19.2	21.6	22.1	18.1	14.5	9.4	5.1	13.2
建库后水温	d2	8.6	6.6	6.9	8.7	13.7	19.1	21.9	22.7	21.5	19.3	15.7	11.7	14.7
d2 - d1	d3	3.9	1.4	-2.5	-4.9	-2.6	-0.1	0.3	0.7	3.4	4.8	6.4	6.6	1.4
河口天然水温	e1	5.2	5.3	9.6	13.7	16.5	19.4	22.0	22.3	18.4	14.7	9.5	5.4	13.5
建库后水温	e2	9.0	6.6	7.1	8.9	13.9	19.4	22.3	23.0	21.7	19.4	15.7	11.8	14.9
e2 - e1	e3	3.8	1.4	-2.5	-4.8	-2.6	-0.1	0.3	0.6	3.3	4.6	6.2	6.4	1.4

表 5.4.3-17 焦岩水库下游断面水温变化(单层取水, 丰水年)

月份		1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	年均
坝下天然水温	a1	3.9	4.9	9.0	13.2	16.1	18.7	20.9	21.6	17.5	14.0	9.0	4.6	12.8
建库后水温	a2	7.1	5.7	5.7	6.9	11.5	16.3	20.8	21.7	19.2	16.1	14.0	10.2	12.9
a2 - a1	a3	3.2	0.8	-3.3	-6.3	-4.6	-2.4	-0.1	0.1	1.7	2.1	5.0	5.6	0.2
涓惠渠取水口天然水温	b1	4.1	5.0	9.1	13.3	16.1	18.8	21.0	21.7	17.7	14.1	9.1	4.7	12.9
建库后水温	b2	7.2	5.7	5.8	7.1	11.6	16.4	20.9	21.8	19.3	16.1	13.9	10.1	13.0
b2 - b1	b3	3.1	0.8	-3.2	-6.2	-4.5	-2.3	-0.1	0.1	1.6	2.1	4.8	5.4	0.1
五门堰取水口天然水温	c1	4.3	5.0	9.2	13.4	16.2	18.9	21.2	21.9	17.8	14.2	9.2	4.9	13.0
建库后水温	c2	7.3	5.8	6.1	7.4	11.9	16.7	21.2	22.0	19.4	16.2	13.8	10.1	13.2
c2 - c1	c3	2.9	0.7	-3.1	-5.9	-4.3	-2.2	-0.1	0.1	1.6	2.0	4.6	5.2	0.1
杨填堰取水口天然水温	d1	4.7	5.1	9.4	13.5	16.3	19.1	21.5	22.0	18.0	14.4	9.3	5.1	13.2
建库后水温	d2	7.5	5.8	6.4	7.8	12.2	17.0	21.5	22.1	19.5	16.3	13.7	10.0	13.3
d2 - d1	d3	2.8	0.7	-3.0	-5.7	-4.2	-2.2	-0.1	0.1	1.5	1.9	4.4	4.9	0.1
河口天然水温	e1	5.2	5.3	9.6	13.7	16.5	19.4	22.0	22.3	18.4	14.7	9.5	5.4	13.5
建库后水温	e2	7.7	5.9	6.8	8.4	12.6	17.4	21.9	22.4	19.8	16.5	13.6	9.9	13.6
e2 - e1	e3	2.6	0.6	-2.8	-5.4	-3.9	-2.0	-0.1	0.1	1.4	1.7	4.0	4.5	0.1

表 5.4.3-18 焦岩水库下游断面水温变化(单层取水, 枯水年)

月份		1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	年均
坝下天然水温	a1	3.9	4.9	9.0	13.2	16.1	18.7	20.9	21.6	17.5	14.0	9.0	4.6	12.8
建库后水温	a2	6.9	5.5	6.0	9.4	8.2	16.8	22.9	23.9	22.7	17.5	13.6	10.3	13.6
a2 - a1	a3	3.0	0.6	-3.0	-3.8	-7.9	-1.9	2.0	2.3	5.2	3.5	4.6	5.7	0.9
渭惠渠取水口天然水温	b1	4.1	5.0	9.1	13.3	16.2	18.8	21.1	21.7	17.7	14.1	9.1	4.8	12.9
建库后水温	b2	7.1	5.5	6.1	9.5	8.3	16.9	23.1	24.0	22.8	17.6	13.6	10.4	13.7
b2 - b1	b3	2.9	0.6	-3.0	-3.8	-7.9	-1.9	2.0	2.3	5.1	3.5	4.5	5.6	0.8
五门堰取水口天然水温	c1	4.3	5.0	9.2	13.4	16.2	18.9	21.2	21.8	17.8	14.2	9.2	4.9	13.0
建库后水温	c2	7.2	5.6	6.2	9.6	8.4	17.1	23.2	24.1	22.8	17.6	13.7	10.4	13.8
c2 - c1	c3	2.9	0.6	-2.9	-3.7	-7.8	-1.9	2.0	2.2	5.0	3.4	4.5	5.5	0.8
杨填堰取水口天然水温	d1	4.7	5.1	9.4	13.5	16.3	19.1	21.5	22.0	18.0	14.4	9.3	5.1	13.2
建库后水温	d2	7.5	5.7	6.5	9.8	8.6	17.3	23.5	24.2	22.9	17.8	13.7	10.5	14.0
d2 - d1	d3	2.9	0.6	-2.9	-3.7	-7.7	-1.8	2.0	2.2	4.9	3.3	4.4	5.4	0.8
河口天然水温	e1	5.2	5.3	9.6	13.7	16.5	19.4	22.0	22.3	18.4	14.7	9.5	5.4	13.5
建库后水温	e2	7.9	5.8	6.8	10.1	8.9	17.6	23.9	24.5	23.1	17.9	13.8	10.7	14.2
e2 - e1	e3	2.8	0.5	-2.9	-3.6	-7.6	-1.8	1.9	2.1	4.7	3.2	4.3	5.3	0.7

表 5.4.3-19 焦岩水库下游断面水温变化(分层取水, 平水年)

月份		1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	年均
坝下天然水温	a1	3.9	4.9	9.0	13.2	16.1	18.7	20.9	21.6	17.5	14.0	9.0	4.6	12.8
建库后水温	a2	7.0	5.7	7.8	12.5	16.4	20.2	21.7	22.3	19.8	16.6	13.2	9.9	14.4
a2 - a1	a3	3.1	0.8	-1.2	-0.7	0.3	1.5	0.8	0.7	2.3	2.6	4.2	5.3	1.6
渭惠渠取水口天然水温	b1	4.1	5.0	9.1	13.3	16.2	18.8	21.1	21.7	17.7	14.1	9.1	4.8	12.9
建库后水温	b2	7.2	5.7	7.9	12.6	16.5	20.3	21.9	22.4	19.9	16.7	13.2	10.0	14.5
b2 - b1	b3	3.0	0.8	-1.2	-0.7	0.3	1.5	0.8	0.7	2.2	2.6	4.1	5.2	1.6
五门堰取水口天然水温	c1	4.4	5.0	9.2	13.4	16.2	18.9	21.3	21.9	17.8	14.2	9.2	4.9	13.0
建库后水温	c2	7.4	5.8	8.1	12.7	16.5	20.4	22.1	22.5	20.1	16.8	13.3	10.0	14.6
c2 - c1	c3	3.0	0.8	-1.2	-0.7	0.3	1.5	0.8	0.7	2.2	2.5	4.1	5.1	1.6
杨填堰取水口天然水温	d1	4.7	5.1	9.4	13.5	16.4	19.2	21.6	22.1	18.1	14.5	9.4	5.1	13.2
建库后水温	d2	7.7	5.9	8.2	12.9	16.7	20.6	22.4	22.7	20.3	16.9	13.3	10.1	14.8
d2 - d1	d3	2.9	0.7	-1.1	-0.7	0.3	1.5	0.8	0.7	2.2	2.5	4.0	5.0	1.6
河口天然水温	e1	5.2	5.3	9.6	13.7	16.5	19.4	22.0	22.3	18.4	14.7	9.5	5.4	13.5
建库后水温	e2	8.0	6.0	8.5	13.1	16.8	20.9	22.8	23.0	20.5	17.1	13.4	10.3	15.0
e2 - e1	e3	2.9	0.7	-1.1	-0.7	0.3	1.5	0.8	0.6	2.1	2.4	3.9	4.9	1.5

表 5.4.3-20 焦岩水库下游断面水温变化(分层取水, 丰水年)

月份		1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	年均
坝下天然水温	a1	3.9	4.9	9.0	13.2	16.1	18.7	20.9	21.6	17.5	14.0	9.0	4.6	12.8
建库后水温	a2	6.5	5.3	7.7	12.4	16.2	19.9	20.8	22.7	17.9	14.9	12.5	9.2	13.8
a2 - a1	a3	2.6	0.4	-1.3	-0.8	0.1	1.2	-0.1	1.1	0.4	0.9	3.5	4.6	1.0
渭惠渠取水口天然水温	b1	4.1	5.0	9.1	13.3	16.2	18.8	21.1	21.7	17.7	14.1	9.1	4.8	12.9
建库后水温	b2	6.7	5.3	7.8	12.5	16.3	20.0	21.0	22.8	18.0	15.0	12.5	9.3	13.9
b2 - b1	b3	2.5	0.4	-1.3	-0.8	0.1	1.2	-0.1	1.1	0.4	0.9	3.4	4.5	1.0
五门堰取水口天然水温	c1	4.3	5.0	9.2	13.4	16.2	18.9	21.2	21.8	17.8	14.2	9.2	4.9	13.0
建库后水温	c2	6.8	5.4	7.9	12.6	16.3	20.1	21.1	22.9	18.2	15.1	12.6	9.3	14.0
c2 - c1	c3	2.5	0.4	-1.3	-0.8	0.1	1.2	-0.1	1.1	0.3	0.9	3.4	4.5	1.0
杨填堰取水口天然水温	d1	4.7	5.1	9.4	13.5	16.3	19.1	21.5	22.0	18.0	14.4	9.3	5.1	13.2
建库后水温	d2	7.1	5.5	8.1	12.8	16.4	20.3	21.5	23.1	18.4	15.3	12.7	9.5	14.2
d2 - d1	d3	2.5	0.4	-1.2	-0.8	0.1	1.2	-0.1	1.0	0.3	0.9	3.3	4.4	1.0
河口天然水温	e1	5.2	5.3	9.6	13.7	16.5	19.4	22.0	22.3	18.4	14.7	9.5	5.4	13.5
建库后水温	e2	7.6	5.6	8.4	13.0	16.6	20.6	21.9	23.3	18.7	15.6	12.8	9.6	14.5

e2 - e1	e3	2.4	0.4	-1.2	-0.8	0.1	1.2	-0.1	1.0	0.3	0.8	3.2	4.3	1.0
---------	----	-----	-----	------	------	-----	-----	------	-----	-----	-----	-----	-----	-----

表 5.4.3-21 焦岩水库下游断面水温变化(分层取水, 枯水年)

月份		1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	年均
坝下天然水温	a1	3.9	4.9	9.0	13.2	16.1	18.7	20.9	21.6	17.5	14.0	9.0	4.6	12.8
建库后水温	a2	6.7	5.4	7.6	12.4	15.5	19.6	23.2	23.7	21.7	17.0	13.2	10.0	14.7
a2 - a1	a3	2.8	0.5	-1.4	-0.8	-0.6	0.9	2.3	2.1	4.2	3.0	4.2	5.4	1.9
消惠渠取水口天然水温	b1	4.1	5.0	9.1	13.3	16.2	18.8	21.1	21.7	17.7	14.1	9.1	4.8	12.9
建库后水温	b2	6.9	5.4	7.7	12.5	15.6	19.7	23.4	23.8	21.8	17.1	13.2	10.1	14.8
b2 - b1	b3	2.7	0.5	-1.4	-0.8	-0.6	0.9	2.3	2.1	4.1	3.0	4.1	5.3	1.9
五门堰取水口天然水温	c1	4.3	5.0	9.2	13.4	16.2	18.9	21.2	21.8	17.8	14.2	9.2	4.9	13.0
建库后水温	c2	7.0	5.5	7.8	12.6	15.6	19.8	23.5	23.9	21.9	17.2	13.3	10.1	14.9
c2 - c1	c3	2.7	0.5	-1.4	-0.8	-0.6	0.9	2.3	2.0	4.1	2.9	4.1	5.2	1.8
杨填堰取水口天然水温	d1	4.7	5.1	9.4	13.5	16.3	19.1	21.5	22.0	18.0	14.4	9.3	5.1	13.2
建库后水温	d2	7.3	5.6	8.0	12.8	15.8	20.0	23.8	24.0	22.0	17.3	13.3	10.2	15.0
d2 - d1	d3	2.7	0.5	-1.3	-0.8	-0.6	0.9	2.3	2.0	4.0	2.9	4.0	5.1	1.8
河口天然水温	e1	5.2	5.3	9.6	13.7	16.5	19.4	22.0	22.3	18.4	14.7	9.5	5.4	13.5

建库后水温	e2	7.7	5.7	8.3	13.0	15.9	20.3	24.2	24.3	22.2	17.5	13.4	10.4	15.2
e2 - e1	e3	2.6	0.4	-1.3	-0.8	-0.6	0.9	2.2	2.0	3.8	2.7	3.9	5.0	1.7

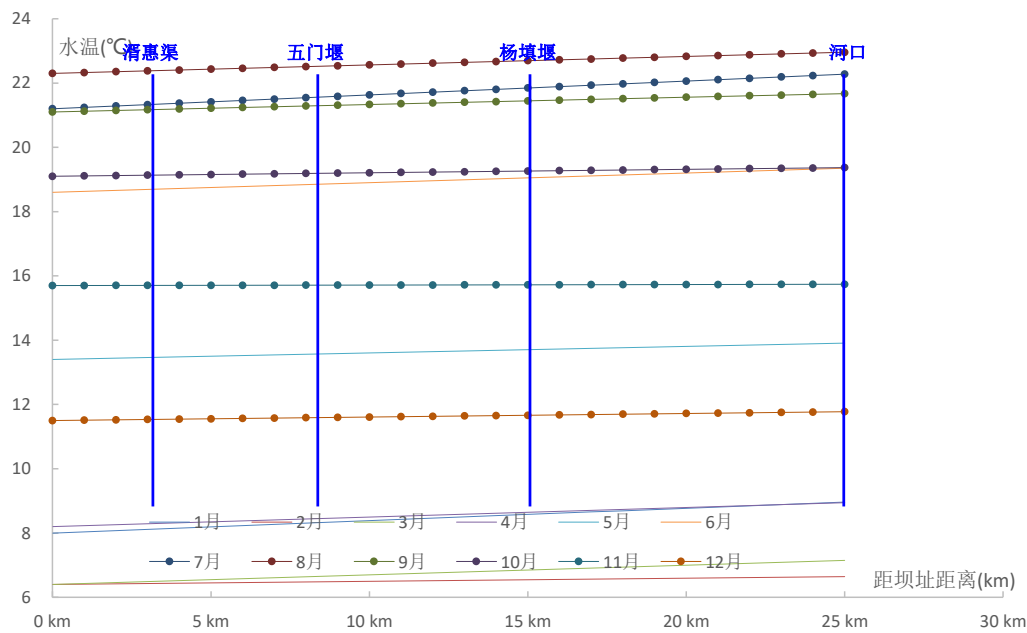


图 5.4.3-1 平水年+单层取水的坝下沿程水温

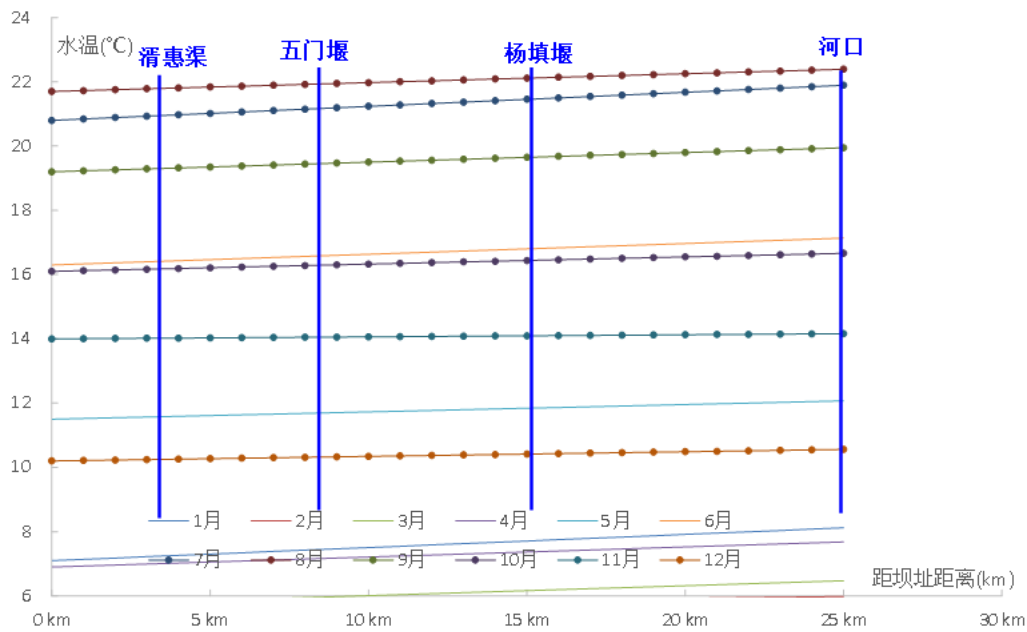


图 5.4.3-2 丰水年+单层取水的坝下沿程水温

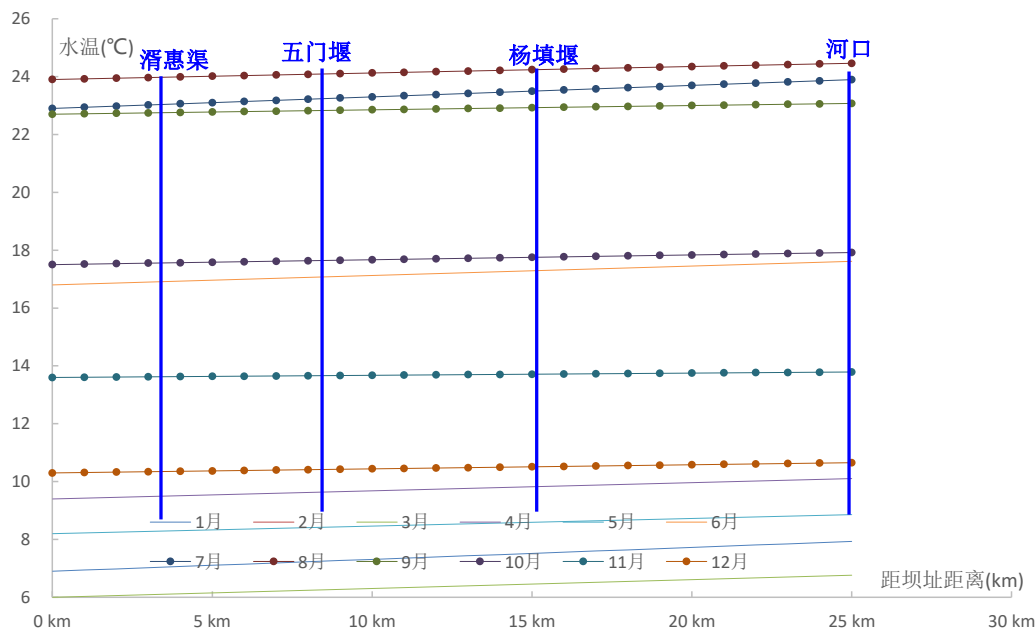


图 5.4.3-3 枯水年+单层取水的坝下沿程水温

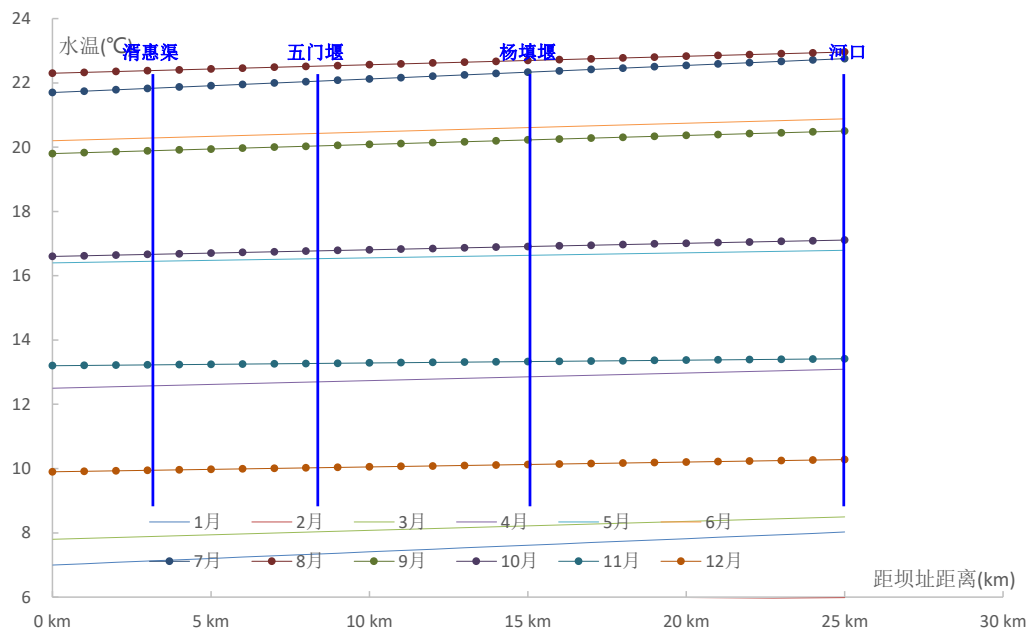


图 5.4.3-4 平水年+导叶阀智控分层闸取水的坝下沿程水温

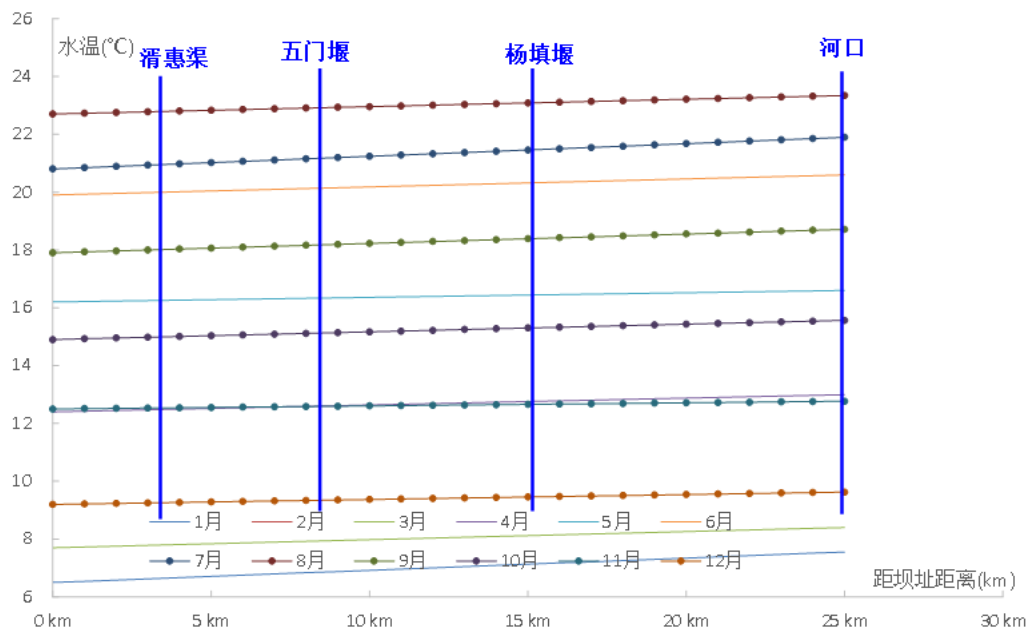


图 5.4.3-5 丰水年+导叶阀智控分层取水坝下沿程水温

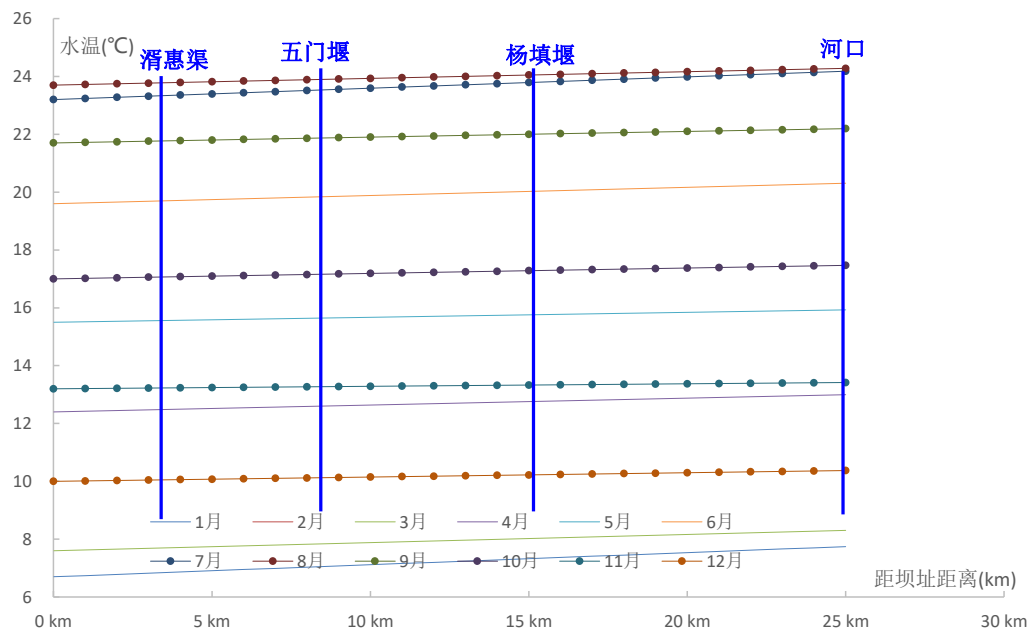


图 5.4.3-6 枯水年+导叶阀智控分层取水坝下沿程水温

5.4.4 小结

采用宽度平均的立面二维水温模型对焦岩水库不同典型水文年的水库水温分布、下泄水温及其随时间的变化进行了预测，可以得到以下结论：

- (1) 焦岩水库水温结构为分层型，4-8 月份存在明显分层现象。水库表层、底层水温变幅均较大，表层变幅为 5.4~26.5℃，库底水温变幅为 5.3℃~22.9℃。

(2) 水库运行对下游水温存在显著影响。平、丰、枯水年下泄低温水在 4、5 月降幅最大,降幅分别为 5.0℃(平)、6.3℃(丰)、7.9℃(枯);枯水年 5 月采用高程 529m 的下层孔口泄流是水温降幅偏大的主要原因。冬季高温水最大升幅均在 12 月,分别为 6.9℃(平)、5.6℃(丰)、5.7℃(枯)。

(3) 焦岩水库采用智控分层阀方案取水后,春季低温水现象得到了有效缓解。智控分层阀方案在平、丰、枯水年 3-6 月下泄水温比单层取水最大可提高 4.3℃、5.5℃、7.3℃,与天然水温相比的最大降幅缩小为 1.2℃(平)、1.3℃(丰)、1.4℃(枯)。各典型年 3 月由于库区水温分层不明显,智控分层阀对低温水的改善效果有限。

(4) 水库下泄水温存在明显的延迟现象,但采用智控分层阀取水后得到了有效缓解。以 4 月坝址天然水温 13.2℃为特征温度统计延迟时间,单层取水时下泄水温较天然水温延迟 32-53 天;智控分层阀取水较天然水温延迟 6-9 天,比单层取水改善了 26-46 天。

(5) 单层取水时,坝下断面由于距离坝址较近,水温变化幅度与下泄水温较接近。各段面春季低温水在渭惠渠的最大降幅缩至 5.0-7.9℃,在五门堰、杨填堰进一步缩至 4.9-7.8℃、4.9-7.7℃,河口的降幅为 4.8-7.6℃;冬季高温水最大升幅均出现在 12 月,在渭惠渠最大升幅缩至 5.5-6.8℃,在五门堰、杨填堰进一步缩至 5.4-6.7℃、5.3-6.6℃,河口的升幅为 5.2-6.4℃。

智控分层阀方案取水时,也有效改善了下游的低温水现象。在渭惠渠断面处的最大降幅缩减到 1.2-1.4℃,在五门堰、杨填堰处降幅为 1.2-1.4℃、1.1-1.3℃。冬季高温水最大升幅,在渭惠渠最大升幅缩至 4.5-5.3℃,在五门堰、杨填堰进一步缩至 4.5-5.2℃、4.4-5.1℃,河口的升幅为 4.3-5.0℃。采用智控分层阀后,平水年和丰水年从 5 月开始、枯水年从 6 月开始的下泄水温均超过现状水温。

5.5 气体过饱和和影响分析

5.5.1 预测模型

5.5.1.1 过饱和 TDG 生成预测模型

根据泄水过程分析，可以将泄水产生过饱和 TDG 的过程分为三个阶段，即：

- (1) 泄流入水前空中 TDG 饱和度的变化；
- (2) 水垫塘内高压掺气水流中气体的过溶过程；
- (3) 流经水垫塘出口时，由于压力和水深突然减小导致的过饱和 TDG 的快速释放过程。

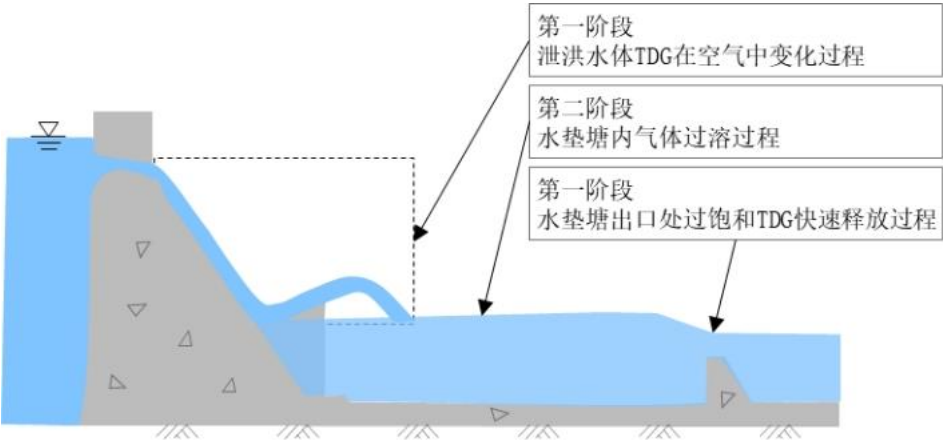


图 5.5.1-1 水垫塘过饱和 TDG 生成示意图

天然条件下，来流 TDG 饱和度假定为 100%，因此本文 TDG 的生成模型着重考虑底流和泄水过程的第二和第三阶段（Lu，2018）。对第二阶段水垫塘内高压掺气水流中气体的过溶过程与当地大气压 P_0 、总溶解气体的平衡饱和度 G_{eq} 、水垫塘内平均压力 ΔP 、坑内滞留时间 t_r 等相关，而第三阶段水垫塘出口过饱和 TDG 的快速释放过程与水垫塘出口流速 v_2 和出口水深 h_r 相关。

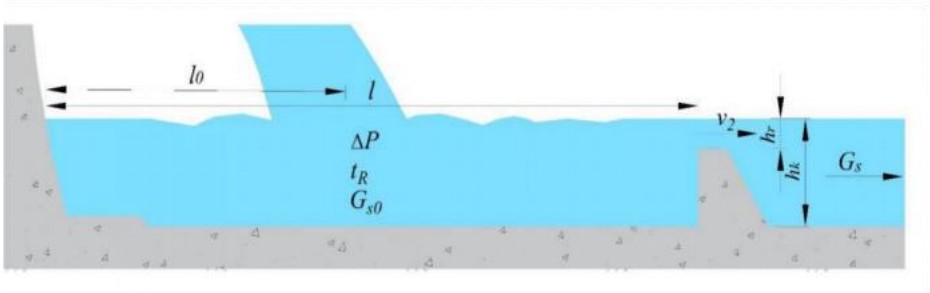


图 5.5.1-2 水垫塘内 TDG 生成过程涉及变量示意图

过饱和 TDG 生成预测模型如下：

$$\begin{cases} G_s = G_{s0} - 0.91 \cdot (G_{s0} - G_{eq}) \cdot \exp\left[-0.03\left(\frac{h_y}{v_2}\right)\right] \\ G_{s0} = 100 \left\{ 1 + \frac{\Delta P}{P_0} [1 - \exp(-0.08t_R)] \right\} \\ t_R = 27.73 \lambda^{0.49} \left(\frac{h_k}{g}\right)^{0.5} \left(\frac{l_0}{l}\right)^{-1.82} \end{cases}$$

式中，

G_s 为水垫塘下游 TDG 饱和度（%）；

G_{s0} 为水垫塘内部生成的 TDG 饱和度（%）；

G_{eq} 为对应当地大气压的 TDG 平衡饱和度，取值为 100%；

h_y 为水垫塘下游水深（m）；

v_2 为水垫塘下游断面平均流速（m/s）；

ΔP 为水垫塘内平均压力（kPa）；

P_0 为当地大气压（kPa）；

t_R 水体在水垫塘内部滞留时间（s）；

λ 为水垫塘出口断面无量纲数，可由 $\lambda = \cot\beta \frac{v_2}{\sqrt{gh_k}}$ 计算而得， β 为射流入水角度；

h_k 为水垫塘水垫厚度（m）；

l_0 为泄洪建筑物出坎到泄洪水流入河位置的距离（m）；

l 为泄洪建筑物出坎到水垫塘底部距离（m）；

5.5.1.2 过饱和 TDG 天然河道释放预测模型

水动力学特性研究以河道纵向一维水面线的计算为基础，根据河段流量及大断面地形资料，采用逐段试算法，由下游逐步向上游推算得到各断面的水位及断面平均流速和水深等水动力学参数。水动力学方程如下：

$$i ds = dh + (\alpha + \xi) d\left(\frac{v^2}{2g}\right) + \frac{Q^2}{K^2} ds$$

$$K = \frac{1}{n} R^{\frac{2}{3}} A$$

式中：

i ：河道底坡；

S ：河道长（m）；

Q ：断面流量（m³/s）；

V ：断面平均流速（m/s）；

A ：过水断面面积（m²）；

h ：断面水深（m）；

K ：断面平均流量模数（m^{4/3}）；

n ：糙率；

R ：为水力半径（m）。

5.5.2 预测工况

焦岩水利枢纽工程泄洪建筑物由 3 个坝身表孔、1 个底孔组成。正常蓄水位下 3 表孔泄量约 6013 m³/s；校核洪水位下 3 表孔泄量 7716 m³/s，1 底孔泄量约 344m³/s。表孔为主要泄洪建筑物，底孔辅助泄洪。

本报告考虑二十年一遇及以下的常遇洪水工况，发电厂房按照 3/4 机组过流，流量为 86.7 m³/s。根据工程泄水建筑物泄水流量分配情况，参考《陕西省汉中市渭水河焦岩水利枢纽工程（可行性研究报告）》（中国电建集团西北勘测设计研究院，2021 年 11 月）中不同洪水条件下的泄水建筑物运行方式，拟定焦岩水利枢纽工程过饱和气体预测工况详见表 5.5.2-1。

表 5.5.2-1 过饱和 TDG 预测工况统计表

工况	洪水频率	出库流量（m ³ /s）				泄水建筑物及机组开启情况	水库水位（m）	下游水位（m）	备注
		总出库	表孔	底孔	机组				

1	50%	921	834.3	0	86.7	1 表+3/4 机组	585	516	②全开
2	20%	1860	1773.3	0	86.7	1 表+3/4 机组	585	518	②全开
3	20%	1860	1773.3	0	86.7	2 表+3/4 机组	585	518	① ③控泄
4	10%	2730	2643.3	0	86.7	2 表+3/4 机组	585	518	①、③控泄
5	5%	3650	3563.3	0	86.7	2 表+3/4 机组	585	519	①、③控泄

5.5.3 TDG 生成预测结果

工程正常运行时泄水建筑物泄水生成的 TDG 饱和度见表 5.5.3-1。

表 5.5.3-1 过饱和 TDG 生成预测结果表

工况 编号	洪水 频率	泄洪建筑物及 机组开启情况	泄水流量 (m ³ /s)	发电流量 (m ³ /s)	坝下生成 TDG 饱和度 (%)	发电尾水 TDG 饱和度(%)	与发电尾水 掺混后 TDG 饱和度(%)
1	50%	②表孔+3/4 机组	834.3	86.7	116.5	100.0	115.1
2	20%	②表孔+3/4 机组	1773.3	86.7	124.4	100.0	123.3
3	20%	①、③表孔+3/4 机组	1773.3	86.7	123.3	100.0	122.3
4	10%	①、③表孔+3/4 机组	2643.3	86.7	128.9	100.0	128.0
5	5%	①、③表孔+3/4 机组	3563.3	86.7	134.3	100.0	133.5

预测结果显示，在泄水流量为 921~3650m³/s 时，焦岩坝下生成 TDG 饱和度水平在 115~135%左右，且随泄水流量的增大而增大。

在不考虑发电尾水掺混时，两年一遇洪水情景下，采用 2 号表孔泄水，泄水流量为 921m³/s（工况 1），坝下生成的 TDG 饱和度为 115.1%。五年一遇洪水情景下，采用 2 号表孔泄水，泄水流量为 1860m³/s（工况 2），坝下生成的 TDG 饱和度为 123.3%；采用 1 号和 3 号表孔泄水，泄水流量为 1860m³/s（工况 3），坝下生成的 TDG 饱和度为 123.3%。十年一遇洪水情景下，采用 1 号和 3 号表孔泄水，泄水流量为 2730 m³/s（工况 4），坝下生成的 TDG 饱和度为 128.0%。二十年一遇洪水情景下，采用 1 号和 3 号表孔泄水，泄水流量为 3650m³/s（工况 5），坝下生成的 TDG 饱和度为 133.5%。

对比工况 1 和工况 2 可知，在不改变泄水孔口的情况下，泄水流量越大使单宽流量增大，且水垫塘内和二道坝上水位不同程度增大，坝下水体承压增加且二道坝上快速释放效率降低，从而使最终生成的 TDG 饱和度增大。

对比分析工况 2 和工况 3 可知，泄量不变，但坝下 TDG 饱和度生成水平缺略有降低，这是因为泄量不变，但泄水孔口开启数量增加，泄水单宽流量减小，所以 TDG 饱和度生成水平有小幅下降。

工程运行时，发电尾水的 TDG 饱和度为 100%，对于泄水水流起到了重要的稀释作

用，显著降低了出库水流的 TDG 饱和度。在 5 种预测工况下，尾水掺混使得泄水水流的 TDG 饱和度分别降低了 1.4%（工况 1，两年一遇 ②表孔+3/4 机组）、1.1%（工况 2，五年一遇 ②表孔+3/4 机组）、1.0%（工况 3，五年一遇 ①、③表孔+3/4 机组）、0.9%（工况 4，十年一遇 ①、③表孔+3/4 机组）、0.8%（工况 5，二十年一遇 ①、③表孔+3/4 机组）。

5.5.4 过饱和 TDG 释放预测

根据研究河段地形特征，采用纵向一维恒定流模焦岩坝下至渭水河河口共约 25 km 的河段过饱和 TDG 输移释放过程开展预测。

根据渭水河焦岩坝址至渭水河河口实测大断面地形资料，分别计算 5 种工况下，渭水河焦岩坝址至渭水河河口河段沿程水面线变化。

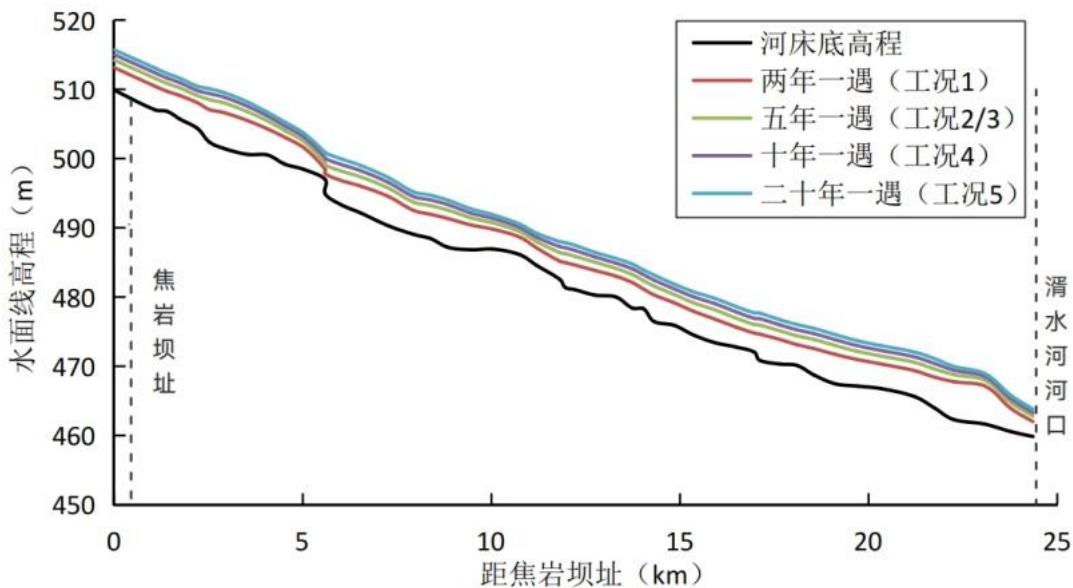


图 5.5.4-1 焦岩坝址下游水面线变化图

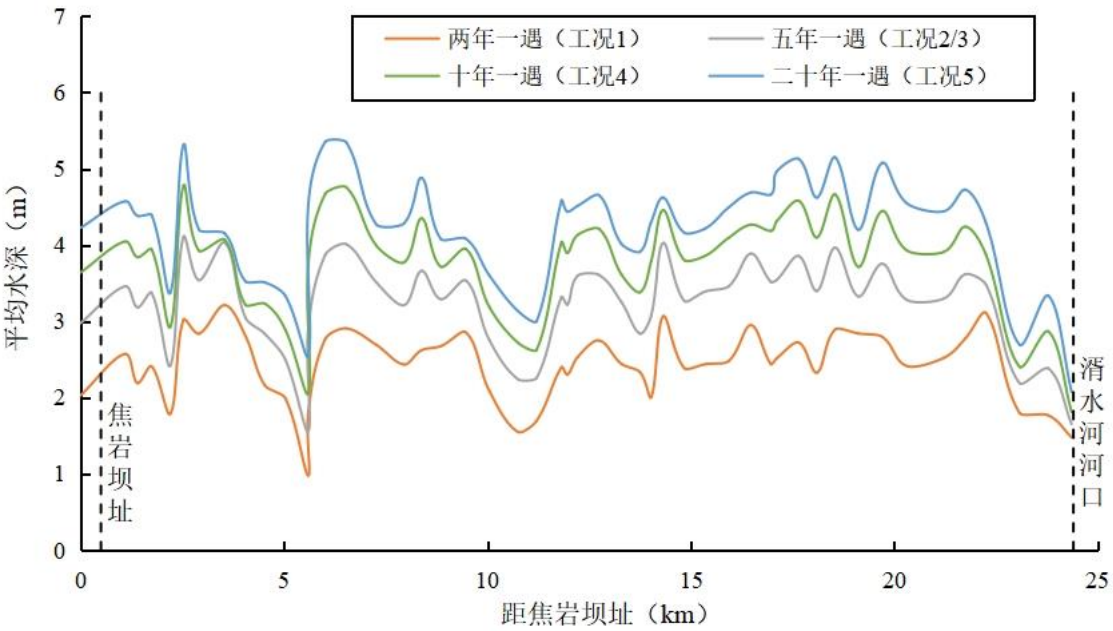


图 5.5.4-2 焦岩坝址下游水深变化图

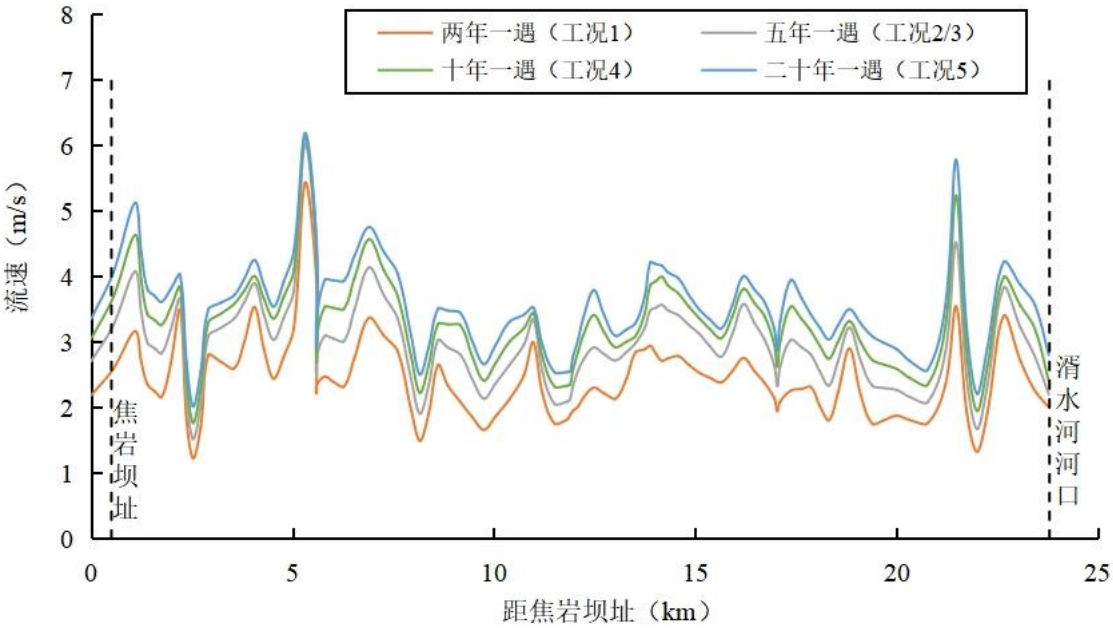


图 5.5.4-3 焦岩坝址下游流速沿程变化图

表 5.5.4-1 焦岩坝址下游河道过饱和 TDG 输移释放预测结果表

断面	距坝址距离(km)	TDG 饱和度(%)				
		工况 1	工况 2	工况 3	工况 4	工况 5
		P=50% 1 表孔	P=20% 1 表孔	P=20% 2 表孔	P=10% 2 表孔	P=5% 2 表孔
1	0.0	114.8	123.0	122.0	127.7	133.2

2	1.4	114.7	122.9	121.9	127.5	133.0
3	2.2	114.5	122.6	121.7	127.3	132.8
4	2.9	114.3	122.3	121.4	127.0	132.4
5	4.1	114.1	122.1	121.2	126.8	132.2
6	5.6	113.8	121.8	120.8	126.4	131.7
7	6.5	113.6	121.5	120.6	126.1	131.4
8	7.9	113.4	121.2	120.3	125.8	131.1
9	8.9	113.2	121.0	120.1	125.5	130.8
10	10.0	112.9	120.6	119.8	125.2	130.4
11	11.2	112.7	120.3	119.5	124.8	130.1
12	12.7	112.4	120.0	119.1	124.5	129.7
13	13.7	112.3	119.8	119.0	124.3	129.5
14	14.3	112.1	119.7	118.8	124.1	129.3
15	15.4	112.0	119.4	118.6	123.9	129.0
16	16.5	111.8	119.2	118.4	123.7	128.7
17	17.1	111.7	119.1	118.3	123.5	128.6
18	18.1	111.5	118.9	118.1	123.3	128.4
19	19.1	111.4	118.7	117.9	123.1	128.1
20	20.3	111.1	118.3	117.6	122.7	127.7
21	21.7	110.9	118.1	117.4	122.5	127.5
22	23.1	110.7	117.8	117.0	122.1	127.0
23	24.4	110.6	117.7	116.9	122.0	126.9

注：表中所有工况均为 3/4 机组发电。

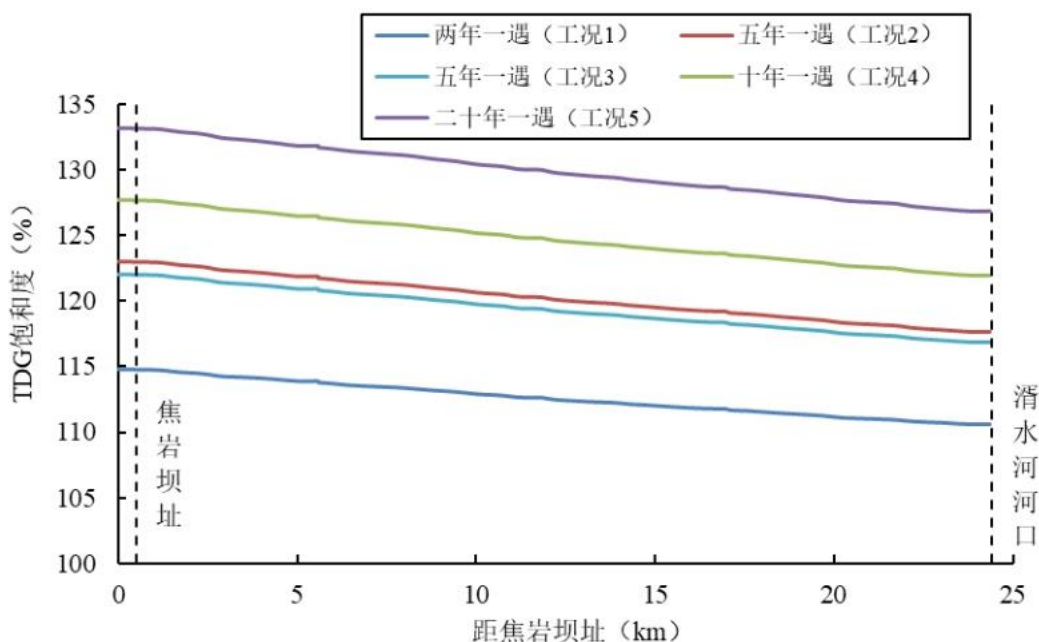


图 5.5.4-4 焦岩坝址下游河段 TDG 饱和度沿程变化图

预测结果显示，各工况下泄水生成的过饱和 TDG 在下游河道内逐渐释放，TDG 饱和度逐渐降低。

工况 1 为两年一遇洪水，工程采用②表孔泄洪+3/4 机组发电，泄水水流与发电尾水混合后的 TDG 饱和度为 115.1%，至渭水河口处时 TDG 饱和度降低 4.5%，为 110.6%。

工况 2 为五年一遇洪水，工程采用②号表孔泄洪+3/4 机组发电，泄水水流与发电尾水混合后的 TDG 饱和度为 123.3%，至龙盘坝址处时 TDG 饱和度降低 5.6%，为 117.7%。

工况 3 为五年一遇洪水，工程采用①、③表孔泄洪+3/4 机组发电，泄水水流与发电尾水混合后的 TDG 饱和度为 122.3%，至龙盘坝址处时 TDG 饱和度降低 5.4%，为 116.9%。

工况 4 为十年一遇洪水，工程采用①、③表孔泄洪+3/4 机组发电，泄水水流与发电尾水混合后的 TDG 饱和度为 128.0%，至龙盘坝址处时 TDG 饱和度降低 6.0%，为 122.0%。

工况 5 为二十年一遇洪水，工程采用①、③表孔泄洪+3/4 机组发电，泄水水流与发电尾水混合后的 TDG 饱和度为 133.5%，至龙盘坝址处时 TDG 饱和度降低 6.6%，为 126.9%。

5.5.5 小结

采用纵向一维对工程不同泄洪条件下，不同工况下泄洪生成的过饱和 TDG 及其在下游的释放过程开展了预测。结果表明，工程泄洪期间下游均出现溶解气体过饱和现象，

且过饱和 TDG 生成整体随泄洪流量的增大而增大。出库水流的 TDG 饱和度在焦岩坝址至渭水河河口间的渭水河河段沿程释放降低。

工程运行时，两年一遇洪水条件下（工况 1，②表孔+3/4 机组过流），坝下生成过饱和 TDG 饱和度为 116.5%；经尾水掺混及沿程输运释放，至渭水河河口处分别降低至 110.6%。五年一遇洪水条件下（工况 2，②表孔+3/4 机组过流；工况 3，①、③表孔+3/4 机组过流），坝下生成过饱和 TDG 饱和度分别为 124.4%和 123.3%；经尾水掺混及沿程输运释放，至龙盘坝址处分别降低至 117.7%和 116.9%。十年一遇洪水条件下（工况 4，①、③表孔+3/4 机组过流），坝下生成过饱和 TDG 饱和度为 128.9%；经尾水掺混及沿程输运释放，至龙盘坝址处降低至 122.0%。二十年一遇洪水条件下（工况 5，①、③表孔+3/4 机组过流），坝下生成过饱和 TDG 饱和度为 134.3%；经尾水掺混及沿程输运释放，至龙盘坝址处降低至 126.9%。

5.6 水质影响预测与评价

5.6.1 施工期对地表水质的影响评价

本工程下坝址一期导流采用“枯水期河床一次断流、隧洞导流、汛期基坑过水”的导流方式。二期导流采用“河床一次断流、隧洞导流、汛期基坑及坝体缺口过水”的导流方式，水流在导流洞进水口形成壅水，导流洞出口附近下游河道有一定的冲刷，但对水质不产生影响。

5.6.2 运行期对地表水质的影响评价

5.6.2.1 污染源变化趋势分析

焦岩水利枢纽库河段现状水质为Ⅱ类，禁止新建排污口，预计库周不会新增工业污染源。

随着经济的发展，库周及坝下群众生活水平的提高，污染物产量将有所增加，但随着地方环保措施的不断改善，沼气池的推广，农药化肥的合理施用及污水处理设施的实施，将有效控制污染，改善地表径流的污染，改善水质。总体分析，库周污染源不会增加，在生态建设和保护工作的大力推进下，将呈递减趋势。

5.5.2.2 运行期废污水影响

运行期业主营地将产生生活污水，主要污染物为 COD、BOD5、SS、氨氮，焦岩水

库运行期业主管理运行人员约 30 人，每人每天用水量按 110L 计，污水排放系数按 0.8 计，生活污水产生量为 2.64m³/d。运行期生活污水不外排，产生的生活污水经一体化生活污水处理设备处理达标后用于绿化、降尘。

工程运行期仅有临时性的含油机修废水，排量少，经隔油处理后废水排入营地生活污水处理系统处理后回收，不会对水体水质产生影响。

5.5.2.3 库区水质影响预测

焦岩水库建成后，改变了渭水河河流水文情势，流速、流量、水温、水质的变化可能引起一系列的河流生态环境变化，对位于坝下的渭水河水功能区纳污能力具有一定影响；为量化焦岩水库对渭水河的水环境的影响，揭示水库在最不利运行条件下库内的水质变化情况，在预测模型中将水库枯水年（90%）最枯月视为最不利工况进行库区水质预测。

（1）模型选择

本次水质模型预测对象为焦岩水库正常蓄水位下所对应的库区范围，水动力学及水质模拟计算采用丹麦水科所的 MIKE21 模型软件。使用水动力模块（HD）和对流扩散（AD）模块来进行模拟计算。具体方程原理略。

（2）模型计算条件

1）地形概化

根据水库泥沙淤积计算成果，本次预测模型采用焦岩水利枢纽淤积 30 年后的库容曲线对地形进行概化修正，保证地形库容误差在 5% 以内。库区计算地形范围为正常蓄水位下的淹没范围。

2）初始条件及边界条件

初始水位分别设定为丰水年（10%）、平水年（50%）、枯水年（90%）下 11 月末的水库运行水位。

水质指标的初始浓度，将 2020~2022 年渭水河干流库尾、库中及坝址 3 个断面的实测水质资料在空间维度进行插值，作为模型的初场条件。

使用 50% 及 90% 保证率下的水库调度资料作为模型的出入库条件。

（3）预测结果

1）枯水年预测结果

以水动力模型为基础建立水质二维模型，带入核定的计算条件，对库区 90% 保证率典型年份下 12 月至次年 11 月的水质变化过程进行预测。预测的水质指标包括 COD、

氨氮、TP，提取库区库尾、库中以及坝址三个点位的水质时间序列数据进行具体分析，12月及8月计算结果见下图，各季度计算结果见表 5.6.2-1。

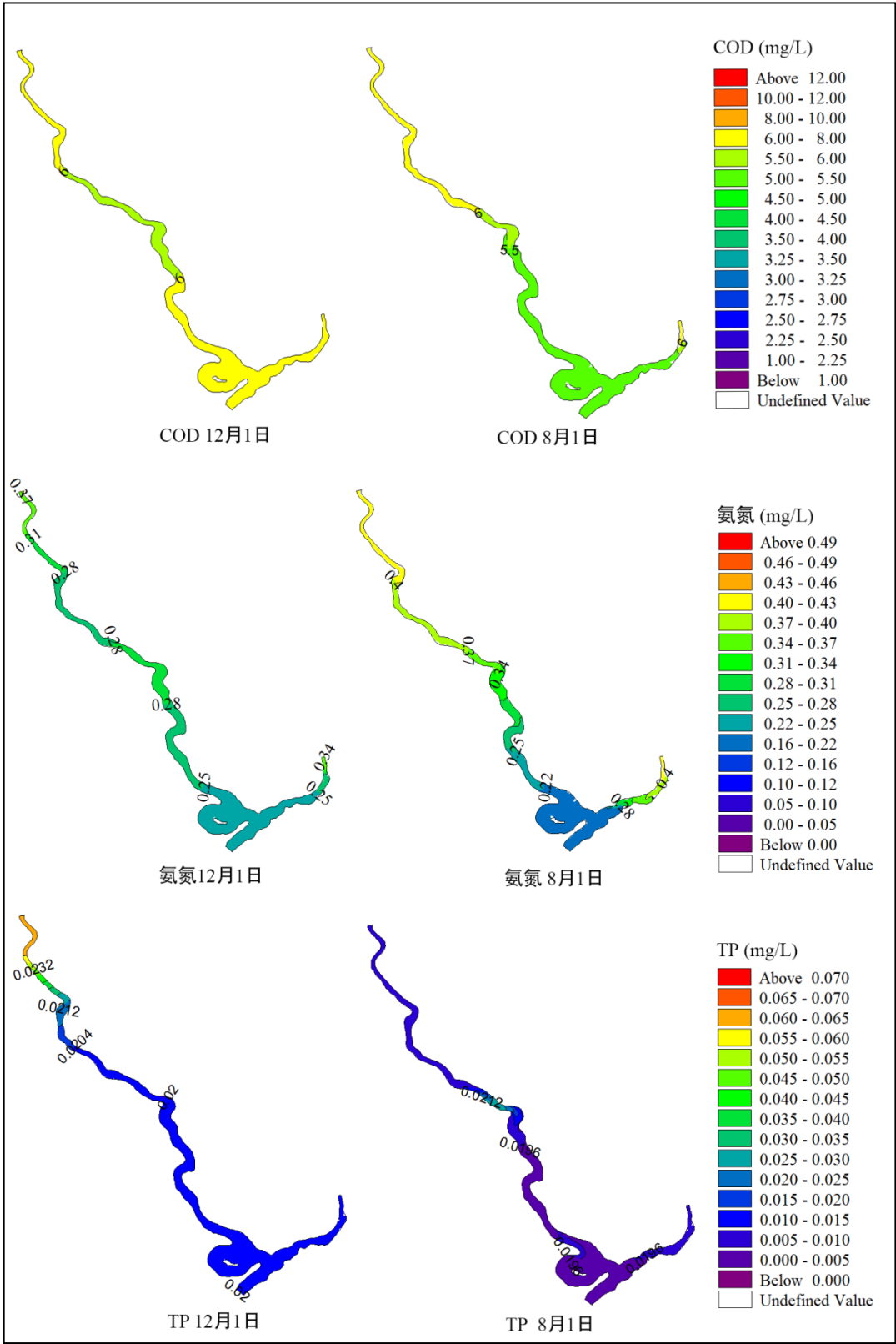


图 5.6.2-1 焦岩水库枯水年水质浓度分布

表 5.6.2-1 焦岩水库枯水年水质浓度分布

序号	位置	日期	COD(mg/L)	氨氮(mg/L)	总磷(mg/L)
1	库尾	12 月	6.5	0.37	0.023
		4 月	6.5	0.35	0.021
		8 月	6.5	0.33	0.023
		11 月	6.5	0.31	0.023
2	库中	12 月	7.0	0.29	0.021
		4 月	6.5	0.27	0.021
		8 月	6.0	0.25	0.019
		11 月	5.4	0.24	0.018
3	坝址	12 月	7.0	0.24	0.021
		4 月	6.2	0.27	0.020
		8 月	5.7	0.20	0.018
		11 月	5.4	0.20	0.018

表 5.6.2-2 焦岩水库枯水年库区水质评价结果

序号	位置	日期	COD(mg/L)	氨氮(mg/L)	总磷(mg/L)
1	库尾	12 月	II	II	II
		4 月	II	II	II
		8 月	II	II	II
		11 月	II	II	II
2	库中	12 月	II	II	II
		4 月	II	II	II
		8 月	II	II	II
		11 月	II	II	II
3	坝址	12 月	II	II	II
		4 月	II	II	II
		8 月	II	II	II
		11 月	II	II	II

根据焦岩水库枯水年(P=90%,)的水质模拟计算结果,在水库上游来水水质 COD、总磷及氨氮均达到II类水质标准,满足水功能区水质要求的前提下,焦岩水库在蓄水后枯水年最枯月运行期库区坝前水体水质总体良好,典型年库内各区域模拟指标均可满足《地表水环境质量标准》II类水标准要求。

2) 平水年预测结果

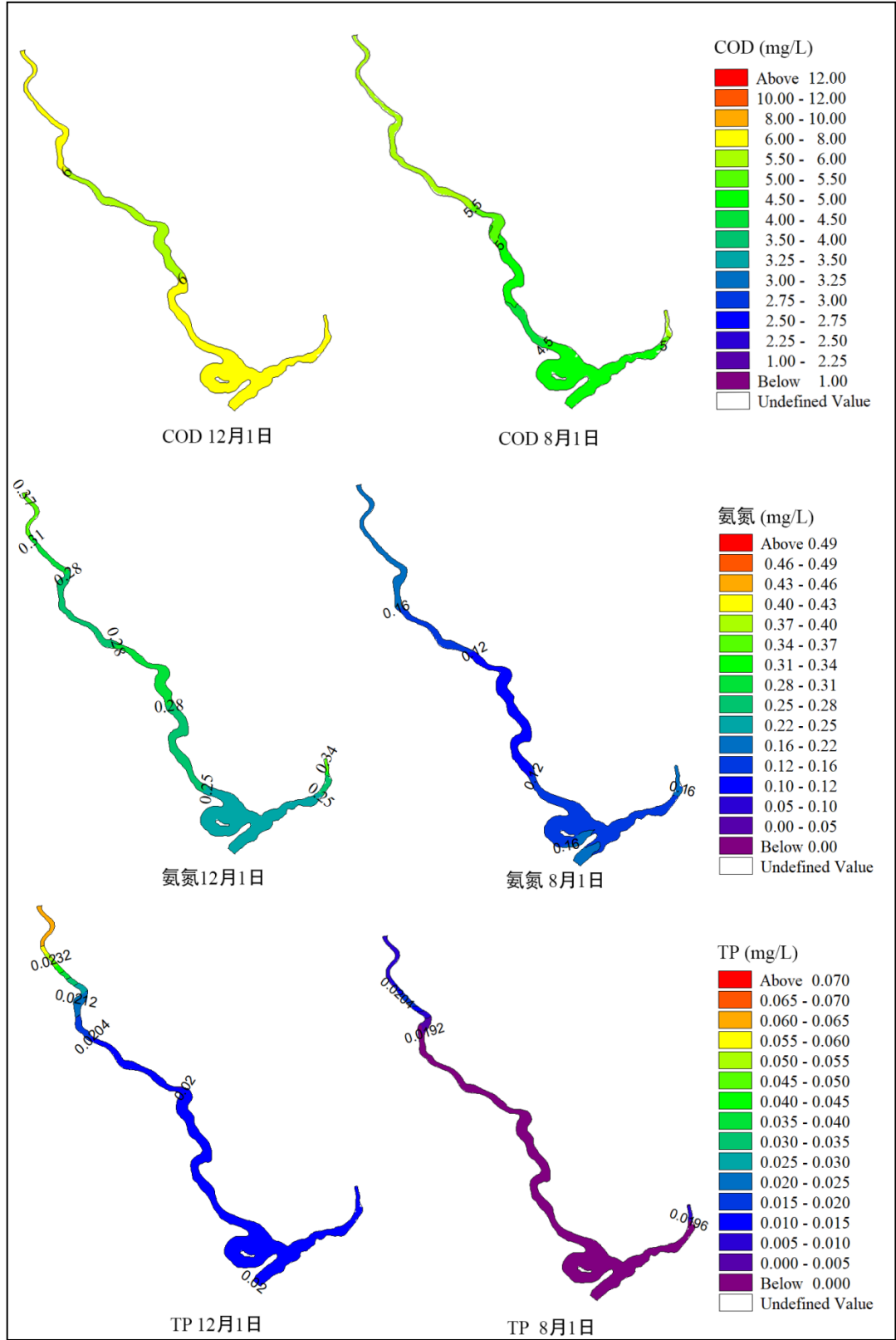


图 5.6.2-2 焦岩水库平水年水质浓度分布

表 5.6.2-3 焦岩水库平水年水质浓度分布

序号	位置	日期	COD(mg/L)	氨氮(mg/L)	总磷(mg/L)
1	库尾	12 月	6.5	0.37	0.023
		4 月	6.5	0.37	0.022
		8 月	6.5	0.16	0.021
		11 月	6.5	0.23	0.019
2	库中	12 月	5.5	0.29	0.021
		4 月	6	0.18	0.018
		8 月	5.1	0.12	0.017
		11 月	5.2	0.11	0.015
3	坝址	12 月	6.0	0.24	0.020
		4 月	5.2	0.18	0.018
		8 月	4.7	0.16	0.017
		11 月	4.7	0.17	0.016

表 5.6.2-4 焦岩水库平水年库区水质评价结果

序号	位置	日期	COD(mg/L)	氨氮(mg/L)	总磷(mg/L)
1	库尾	12 月	II	II	II
		4 月	II	II	II
		8 月	II	II	II
		11 月	II	II	II
2	库中	12 月	II	II	II
		4 月	II	II	II
		8 月	II	II	II
		11 月	II	II	II
3	坝址	12 月	II	II	II
		4 月	II	II	II
		8 月	II	II	II
		11 月	II	II	II

根据焦岩水库平水年（P=50%，）的水质模拟计算结果，焦岩水库在蓄水后平水年运行期库区坝前水体水质总体良好，典型年库内各区域模拟指标均可满足《地表水环境质量标准》II类水标准要求。

3) 丰水年预测结果

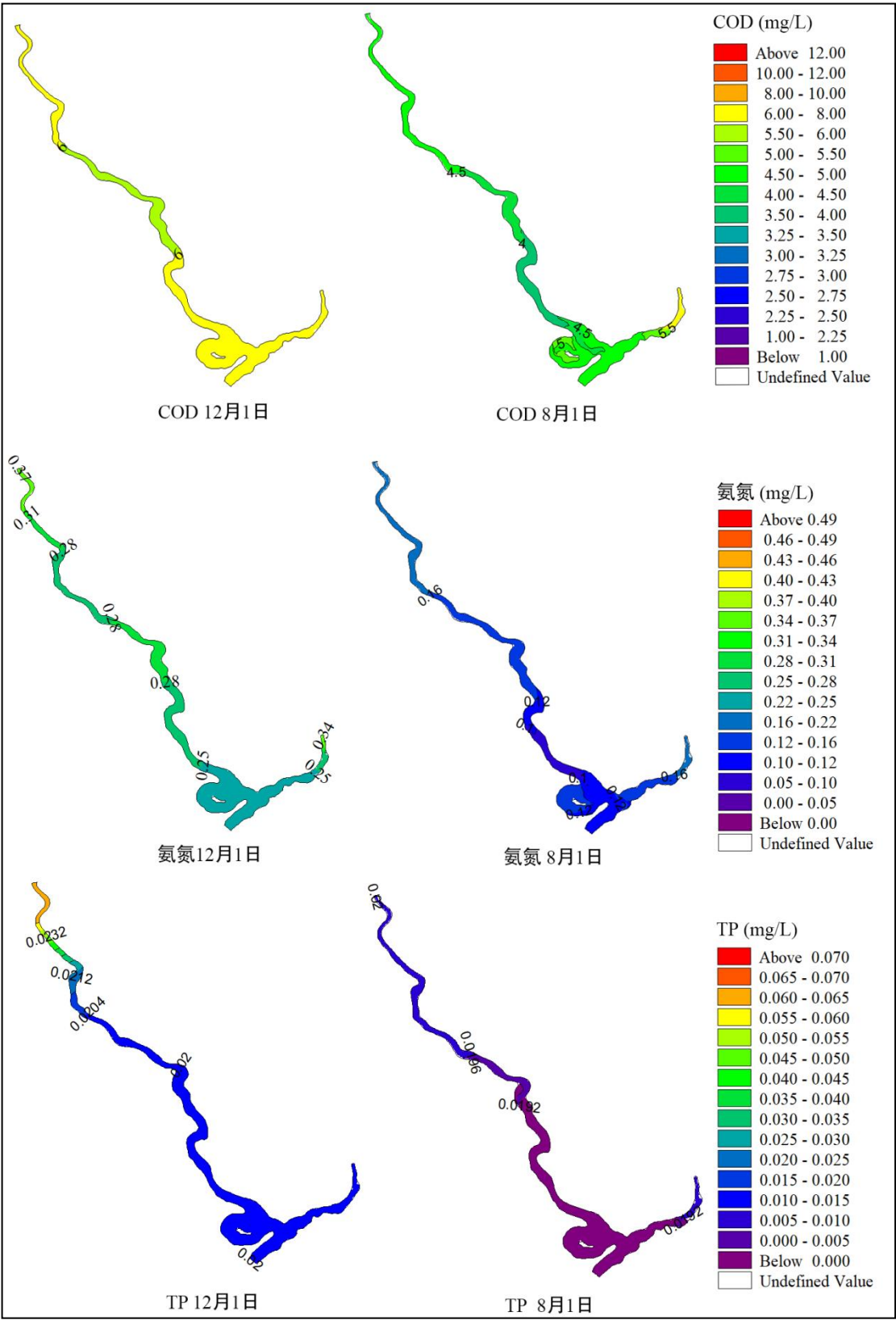


图 5.6.2-3 焦岩水库丰水年水质浓度分布

表 5.6.2-5 焦岩水库丰水年水质浓度分布

序号	位置	日期	COD(mg/L)	氨氮(mg/L)	总磷(mg/L)
1	库尾	12 月	6.5	0.37	0.023
		4 月	6.5	0.26	0.022
		8 月	6.5	0.15	0.021
		11 月	6.5	0.21	0.019
2	库中	12 月	5.5	0.28	0.021
		4 月	5.0	0.18	0.018
		8 月	5.1	0.12	0.016
		11 月	5.2	0.11	0.014
3	坝址	12 月	6.0	0.24	0.020
		4 月	5.2	0.17	0.017
		8 月	4.6	0.15	0.014
		11 月	4.5	0.15	0.013

表 5.6.2-6 焦岩水库丰水年库区水质评价结果

序号	位置	日期	COD(mg/L)	氨氮(mg/L)	总磷(mg/L)
1	库尾	12 月	II	II	II
		4 月	II	II	II
		8 月	II	II	II
		11 月	II	II	II
2	库中	12 月	II	II	II
		4 月	II	II	II
		8 月	II	II	II
		11 月	II	II	II
3	坝址	12 月	II	II	II
		4 月	II	II	II
		8 月	II	II	II
		11 月	II	II	II

根据焦岩水库各典型年的水质模拟计算结果，焦岩水库在水库蓄水运行后，各典型年库区水质均较为稳定，入库水体中 COD 满足地表水Ⅱ类标准，在库区水动力与稀释降解作用下，库区 COD 浓度进一步降低，均可达到或优于地表水Ⅱ类标；入库水体中 NH₃-N 指标满足地表水Ⅱ类标准，在库区水动力与稀释降解作用下，库区 NH₃-N 浓度有所降低，均可达到或优于地表水Ⅱ类标准；入库水体中总磷指标为地表水Ⅱ类，在库区水动力与稀释降解作用下，库区 TP 浓度有所降低，库区及坝前均可达到或优于地表水Ⅱ类标准。

整体来看，从库尾至库中再到坝前，工程建成运行后库区水质呈现逐渐好转趋势，坝前水质 COD、NH₃-N、TP 指标均可达到或优于《地表水环境质量标准》(GB 3838-2002) Ⅱ类标准限值。

5.6.2.4 水库富营养化趋势分析

焦岩水利枢纽为年调节水库，水库水体交换速度相对较慢，水体停留时间相对较长，水体自净能力有限，当周围农业生产中的面源污染、生活污染、工业污染流入，水库中生物、化学、物理变化比较缓慢，可能导致水库水体富营养化，因此应重点分析水库运行期水体富营养化带来的风险。

根据《地表水资源质量评价技术规范》（SL395-2007）中“我国湖泊富营养化评分与分级标准”，采用水质预测结果中的 TP 浓度判断焦岩水库建库后库区富营养化状况。

表 5.6.2-7 我国湖泊富营养化评分与分级标准

营养状态分级	贫		中			富				
						轻度	中度	重度		
评价项目 赋分值	10	20	30	40	50	60	70	80	90	100
总磷（mg/L）	0.001	0.004	0.01	0.025	0.05	0.1	0.2	0.6	0.9	1.3

依据水质预测结果，采用总磷评价水体富营养化分级，焦岩水库平水年（P=50%，）的总磷预测结果及富营养化评价结果见下表。

表 5.6.2-8 平水年焦岩水库 TP 预测结果及富营养化评价

序号	位置	日期	TP(mg/L)	赋分值	营养状态分级
1	库尾	12 月	0.023	39.2	中营养
		4 月	0.022	38.8	中营养
		8 月	0.021	38.4	中营养
		11 月	0.019	37.6	中营养
2	库中	12 月	0.021	38.4	中营养
		4 月	0.018	37.2	中营养
		8 月	0.017	36.8	中营养
		11 月	0.017	36.8	中营养
3	坝址	12 月	0.02	38.0	中营养
		4 月	0.018	37.2	中营养
		8 月	0.017	36.8	中营养
		11 月	0.016	36.4	中营养

综合富营养化评价及焦岩水库预测结果，焦岩水库蓄水后平水年库区水质基本处于中营养状态。库尾来水经水体流动不断衰减，经水体自净及降解后，库区水质可以达到中营养水平，不会出现富营养化。

5.6.3 受水区污染水质影响预测

5.5.3.1 受水区污染源预测

(1) 工业污染源用排水及水污染物预测

规划水平年工业用水量预测以万元工业增加值用水量结合工业增加值预测，工业废水量按工业点源现状年排水系数计算，各工业源排放标准按照各工业源所属行业排放标准估算。

表 5.5.3-1 流域规划水平年工业用排及水污染物排放量预测

行政区	工业污染源	用水量 (万 m ³ /a)	排水量 (万 m ³ /a)	水污染物排放量 (t/a)		
				COD	NH ₃ -N	TP
城固县	城固县振华生物科技有限责任公司二分厂	1.95	1.56	1.56	0.31	0.01
	城固县振华生物科技有限责任公司一分厂	6.75	5.27	6.32	1.32	0.05
	合计	8.70	6.83	7.88	1.63	0.06
洋县	陕西洋县志建药业科技有限公司	2.98	1.68	1.68	0.25	0.01
	陕西天汉生物科技有限公司	13.87	11.10	11.10	1.66	0.06
	合计	16.85	12.78	12.78	1.92	0.06
总计		25.55	19.61	20.66	3.55	0.12

(2) 城镇生活源用排水及污染物预测

焦岩水利枢纽工程主要功能为供水，规划年各受水对象用水量以可研中水资源配置方案为准。城镇生活污水按照处理后水质达到城镇污水处理厂污染物排放标准 GB18920，一级 A 的要求（以 COD50mg/L、NH₃-N5mg/L、TP 0.5mg/L 计），规划水平年流域城镇生活用水、排水量以及水污染物量见表 5.5.3-2。

表 5.5.3-2 流域规划水平年城镇生活用排及水污染物排放量预测

流域	行政区	用水量 (万 m ³ /a)	排水量 (万 m ³ /a)	水污染物排放量 (t/a)		
				COD	NH ₃ -N	TP
渭水河	城固县	606.89	146.00	73.00	7.30	0.73
汉江	汉台区	8938.00	4862.36	2431.18	243.12	24.31
	城固县	5026.06	4641.35	2320.67	232.07	23.21
	洋县	2138.60	1501.20	750.60	75.06	7.51
	南郑区	1315.55	1315.55	657.78	65.78	6.58
总计		18025.10	12466.46	6233.23	623.32	62.33

(3) 农业灌溉污染负荷

焦岩水利枢纽工程建成后具备灌溉功能，供水灌区现状年基本情况如表 4.2-7 所示，根据《排放源统计调查产排污核算方法和系数手册 农业污染源产排污系数手册》及汉中市实际情况，灌区污染物排放量按照灌区面积及污染物产生负荷计算。灌区 COD 产生负荷取产生负荷 0.01t/km²，NH₃-N 产生负荷取 0.06t/km²，TP 产生负荷取 0.01t/km²，流域内受纳河段入河面源污染统计见表 5.5.3-3。

表 5.5.3-3 面源污染统计

流域	行政区	受水对象	灌溉水量 (万 m ³)	排水量 (万 m ³)	水污染物排放量 (t/a)		
					COD	NH ₃ -N	TP
文川河	汉台区	石门灌区	4034.53	403.45	0.44	2.64	0.44
		渭惠渠灌区	4070.63	407.06	0.36	2.16	0.36
渭水河	城固县	五门堰灌区	831.00	83.10	0.07	0.44	0.07
		杨填堰灌区	725.00	72.50	0.06	0.38	0.06
		跃进渠灌区	1182.00	118.20	0.09	0.53	0.09
汉江	汉台区	石门灌区	14091.47	1409.15	1.53	9.20	1.53
	城固县	渭惠渠灌区	8156.37	815.64	0.72	4.32	0.72
	洋县	新增灌区	1425.00	142.50	0.30	1.80	0.30
总计			34516.00	3451.60	3.58	21.47	3.58

(4) 规划年污染负荷汇总

规划水平年污染负荷从工业源、城镇生活源、农业灌溉三方面汇总, 见表 5.5.3.4~表 5.5.3-6。

表 5.5.3-4 规划水平年流域 COD 排放统计

流域	行政区	COD 排放量 (t/a)			
		工业	城镇生活	灌溉	合计
文川河	城固县	/	/	0.80	0.80
渭水河	城固县	6.32	73.00	0.23	79.55
汉江	汉台区	/	2431.18	1.53	2432.71
	城固县	1.56	2320.67	0.72	2322.95
	洋县	12.78	750.60	0.30	763.68
	南郑区	/	657.78	/	657.78
	合计	14.34	6160.23	2.55	6177.12
总计		20.66	6233.23	3.58	6257.47

表 5.5.3-5 规划水平年流域 NH₃-N 排放统计

流域	行政区	NH ₃ -N 排放量 (t/a)			
		工业	城镇生活	灌溉	合计
文川河	城固县	/	/	4.79	4.79
渭水河	城固县	1.32	7.30	1.36	9.97
汉江	汉台区	/	243.12	9.20	252.32
	城固县	0.31	232.07	4.32	236.70
	洋县	1.92	75.06	1.80	78.78
	南郑区	/	65.78	/	65.78
	合计	2.23	616.02	15.32	633.58
总计		3.55	623.32	21.47	648.34

表 5.5.3-6 规划水平年流域 TP 排放统计

流域	行政区	TP 排放量 (t/a)			
		工业	城镇生活	灌溉	合计
文川河	城固县	/	/	0.80	0.80
渭水河	城固县	0.05	0.73	0.23	1.01
汉江	汉台区	/	24.31	1.53	25.85
	城固县	0.01	23.21	0.72	23.93
	洋县	0.06	7.51	0.30	7.87
	南郑区	/	6.58	/	6.58
	合计	0.07	61.60	2.55	64.23
总计		0.12	62.33	3.58	66.04

5.5.3.2 受水对象污染排放预测

(1) 受水对象用水及污水量预测

2035 年受水对象用水量根据水资源配置方案确定,焦岩水利枢纽工程供水的 3 个区县废水总排放量为 13209.56 万 m^3/a 。焦岩水利枢纽工程供水量形成的废水排放量为 8195.06 万 m^3/a 。

表 5.5.3-7 2035 年受水对象用排水量预测表

流域	行政区	总用水量 (万 m^3/a)	焦岩水利枢纽工程供水量 (万 m^3/a)	总排水量 (万 m^3/a)	焦岩水利枢纽工程供水排水量 (万 m^3/a)	焦岩水利枢纽工程排水占总排水比例 (%)
文川河	城固县	8105.16	6432.90	810.52	643.29	79.37
湑水河	城固县	3351.64	3310.84	425.07	415.25	97.69
汉江	汉台区	23029.47	10790.73	6271.50	2214.77	35.31
	城固县	12005.42	11346.23	4279.59	3686.32	67.53
	洋县	3346.85	3047.85	1422.88	1235.44	74.58
	合计	38381.74	25184.81	11973.98	7136.52	48.54
总计		49838.55	34928.55	13209.56	8195.06	51.42

(2) 受水对象污染物排放量预测

流域内工业点源按照行业排放标准排放,生活污水收集处理后排放标准按照《城镇污水处理厂污染物排放标准》(GB 18918-2002)一级 A 标要求达标排放。

2035 年焦岩水利枢纽工程供水的 3 个区县污染物 COD、 $\text{NH}_3\text{-N}$ 、TP 的总排放量分别为 4893.42t/a、511.93t/a、52.39t/a,焦岩水利枢纽工程供水产生污染物 COD、 $\text{NH}_3\text{-N}$ 、TP 排放量分别为 2761.00t/a、292.07t/a、29.96t/a。焦岩水利枢纽工程供水量形成的废水排放量中主要污染物(COD、 $\text{NH}_3\text{-N}$ 和 TP)的量占受水区总污染物量的 58.16%。

表 5.5.3.9 2035 年受水对象污染物排放量预测一览表

流域	行政区	污染物总排放量 (t/a)												焦岩水利枢纽工程污染物排放量 (t/a)											
		COD				NH3-N				TP				COD				NH3-N				TP			
		工业	生活	灌溉	合计	工业	生活	灌溉	合计	工业	生活	灌溉	合计	工业	生活	灌溉	合计	工业	生活	灌溉	合计	工业	生活	灌溉	合计
文川河	城固县	/	/	0.80	0.80	/	/	4.79	4.79	/	/	0.80	0.80	/	/	0.62	0.62	/		3.70	3.70	/	/	0.62	0.62
湑水河	城固县	6.32	73.00	0.23	79.55	1.32	7.30	1.36	9.97	0.05	0.73	0.23	1.01	6.32	68.09	0.23	74.64	1.32	6.81	1.36	9.48	0.05	0.68	0.23	0.96
汉江	汉台区	/	2431.18	1.53	2432.71	/	243.12	9.20	252.32	/	24.31	1.53	25.85	/	694.85	0.90	695.74	/	69.48	5.39	74.87	/	6.95	0.90	7.85
	城固县	1.56	1731.20	0.72	1733.48	0.31	173.12	4.32	177.75	0.01	17.31	0.72	18.04	1.56	1434.56	0.72	1436.84	0.31	143.46	4.32	148.09	0.01	14.35	0.72	15.07
	洋县	12.78	633.80	0.3	646.88	1.92	63.38	1.8	67.10	0.06	6.34	0.3	6.70	12.78	540.08	0.30	553.16	1.92	54.01	1.80	57.73	0.06	5.40	0.30	5.76
	合计	14.34	4796.18	2.55	4813.07	2.23	479.62	15.32	497.17	0.07	47.96	2.55	50.59	14.34	2669.49	1.62	2685.74	2.23	266.95	9.71	278.89	0.07	26.69	1.62	28.38
总计		20.66	4869.18	3.58	4893.42	3.55	486.92	21.47	511.93	0.12	48.69	3.58	52.39	20.66	2737.58	2.46	2761.00	3.55	273.76	14.76	292.07	0.12	27.38	2.46	29.96

5.5.3.3 受水区水环境影响预测

受水区及控制单元涉及的河流包含汉江、冷水河、南沙河、文川河、湑水河、堰沟河、沙河、饶水河、溢水河。依据受水区及排污去向，按照流域—控制区—控制单元之间的对应关系，以受水区接纳水体所在流域规划水平年水质目标为基础，结合受水功能区断面及相关国控及省控断面水质达标要求，共确定 7 个控制断面。其中，控制断面水质目标为Ⅱ类的为南柳渡和沙河营大桥 2 个断面控制单元，控制断面水质目标为Ⅲ类的为旧汉江大桥、原公大桥、桔园、湑水桥、蒙家渡等 5 个断面控制单元。

根据 2035 年受水区接纳水体的实际情况，在对计算单元划分、水质目标、设计水文条件、河道自净系数进一步确认的基础上，采用一维模型，计算受水区排污口对接纳水体的贡献量和贡献率，确定污染减排目标，根据受水区接纳水体主要污染物总量（COD、氨氮、总磷）及削减量测算结果，进行规划年水质预测。

根据现状分析和上述模型预测计算，2035 年焦岩水利枢纽工程配水后汉江干流及各支流控制断面水质均能达到控制断面目标水质要求，无须新增重点工程进行削减。

5.5.3.4 受水区新增退水对受纳河流水质影响

根据编制中的《焦岩水利枢纽受水区水污染防治规划》成果，2035 年，焦岩水库受水区污染物 COD、NH₃-N 的总排放量分别为 4134.70t/a、462.48t/a、45.55t/a，其中焦岩水库供水产生的污染物 COD、NH₃-N、TP 排放量分别为 2326.20t/a、262.24t/a、24.63t/a。焦岩水库工程供水量形成的污废水排放量中主要污染物（COD、NH₃-N 和 TP）的量占受水区总污染物的 55.68%。

用水量增加，废污水的排放量也随之有所增加，会对受纳河流的水环境造成影响。

《焦岩水利枢纽受水区水污染防治规划》根据 2035 年受水区接纳水体的实际情况，在对计算单元划分、水质目标、设计水文条件、河道自净系数进一步确认的基础上，采用一维模型，根据受水区接纳水体主要污染物总量（COD、氨氮、总磷）及削减量测算结果，进行规划年水质目标可达性分析。结果表明，通过开展建设生活污水处理厂、铺设排水管网、生活污水全收集全处理、农村环境综合整治、企业入河排污口达标排放等工作和要求，经模型预测计算，焦岩水库配水后汉江干流及各支流控制断面水质均能达到控制断面目标水质要求。

表 5.5.3-10 2035 年受水区控制单元水质目标可达性分析一览表

区 编 号	控 制 区 名 称	控制单元	控制 河流	控制断面	控制 对象	配 水 水 量 （ 万 m ³ /d）	2035 年水质预测 （mg/L）			可达性分析						
							COD	氨氮	总磷	水质目标（mg/L）				是否达标		
										类别	COD	氨氮	总磷	COD	氨氮	总磷
	汉 江 污 染 防 治 一 区	南柳渡断面控制单元（I-1）	汉江	南 柳 渡 断 面	汉台区	324.83	9.79	0.46	0.05	II	15	0.5	0.1	达标	达标	达标
	汉 江 污 染 防 治 二 区	沙河营大桥断面控制单元（II-1）	文川河	沙 河 营 大 桥断面	城固县	14.80	5.23	0.20	0.08	II	15	0.5	0.1	达标	达标	达标
		旧汉江大桥断面控制单元（II-2）	汉江	旧 汉 江 大 桥断面	城固县	581.23	9.57	0.49	0.05	III	20	1	0.2	达标	达标	达标
	汉 江 污 染 防 治 三 区	原公大桥断面控制单元（III-1）	渭水河	原 公 大 桥 断面	城固县	42.57	6.83	0.27	0.16	III	20	1	0.2	达标	达标	达标
		桔园断面控制单元（III-2）		桔园断面	城固县	42.66	6.77	0.28	0.15	III	20	1	0.2	达标	达标	达标
		渭水桥断面控制单元（III-3）		渭 水 桥 断 面	城固县	43.66	6.85	0.32	0.13	III	20	1	0.2	达标	达标	达标
		蒙家渡断面控制单元（III-4）	汉江	蒙 家 渡 断 面	城固县、洋县	486.54	8.78	0.50	0.05	III	20	1	0.2	达标	达标	达标

5.7 陆生生态影响预测与评价

5.7.1 对陆生植被和植物的影响

5.7.1.1 对植被的占用影响

本项目工程施工和水库淹没总占地面积约 717hm²，其中占用陆域面积 477hm²，占用水域 240hm²。占用陆域植被各个类型面积如下表。可见占用的陆域类型中，以针叶林和针阔混交林面积最大，农田次之。水库淹没是主要的影响源，会使项目区林地植被面积减小、生物量产生一定损失。

表 5.6.1-1 工程占用陆域植被面积表 **单位：hm²**

序号	项目	单位	永久占地			临时占地
			合计	水库淹没影响区	枢纽区	
	总面积	716.92	700.80	606.97	93.83	16.12
1	农田及果园	164.6	161.9	139.88	22.01	2.7
2	针叶林及混交林	244.73	231.85	185.67	46.19	12.88
3	人工林	9.1	9.06	8.70	0.36	0.04
4	灌丛	2.1	2.10	1.73	0.37	
5	灌草丛	5.83	5.83	4.53	1.30	
6	湿生草地	4.05	4.05	4.05	0.00	
7	裸岩石砾地	0.17	0.17	0.17	0.00	
8	住宅及建筑用地	21.37	21.14	19.55	1.6	0.23
9	交通道路	24.94	24.85	22.03	2.82	0.09
10	水域	240.03	239.85	220.68	19.18	0.18

5.7.1.2 对植物区系的影响

水库蓄水后，处于淹没线 585.0m 以下区域内植被将被淹没。淹没区土地类型除水域外，主要为林地、灌丛、草地和农田组成。其中，林地主要为栓皮栎林和香椿林。此外还有部分的柏木、油松、枫杨、刺槐、白桦等阔叶林，河滩地有人工种植的桔子林、意杨林。灌丛以柠条灌丛为主，灌丛中其他伴生种为酸枣、大油芒、黄背草、白蒿、苔草。草地以芦苇草地、狼尾草为主，草地中其他伴生种为芒、鬼针草、狗尾草、艾、鹅绒藤、问荆、虎爪草、野菊花、蒲公英、红蓼、大油芒、黄蒿、紫菀、远志等。农田主要为旱地作物有油菜等。

淹没区灌木和草本植物种类主要为区域广布种和常见种，在淹没线以上或周边区域广泛分布，因此保护好淹没线以上生态环境，区域植物种类仍可得以保存和繁衍，不会导致植物物种种类的消亡和灭绝。植物区系组成结构方面，水库蓄水对区域植物区系不会带来明显影响。由于植物区系成分与焦岩水利枢纽工程所在地域生态背景密切相关，植物区系成分不会因为工程建设发生显著变化，水库淹没损失的主要为区域广布种和常见种，因此不会导致区域植物区系成分的丧失或者消亡。

5.7.1.3 施工期对陆生植物的影响

施工活动开挖、填筑以及堆放等临时占地将破坏施工区植被，

本项目施工期主要有征地拆迁、土石方工程施工等活动，项目施工期对区域植物及植被的影响主要表现在施工占地、迁建及安置活动、施工活动等方面。

(1) 施工占地的影响

工程占地不可避免的会破坏占地区植物及植被，其中永久占地是长期的、不可逆的，临时占地是暂时的、可恢复的。根据工程布置，本项目枢纽工程区总占地面积 756.49hm²，其中永久占地 752.57hm²，占总占地面积的 99.48%，永久占地工程主要有坝区、业主营地、永久道路等；临时占地 3.92hm²，占总占地面积的 0.52%，临时占地工程主要有料渣场、施工生产生活区等。

1) 永久占地的影响

永久占地将使占地区土地利用类型发生改变，区域植物个体损失，植被生物量减少。根据工程布置，本项目永久占地区土地利用类型包含乔木林地、灌木林地、草地、水域、建设用地及未利用地等类型，植被包含针叶林、阔叶林、灌丛、湿生植被等。

结合具体工程布置，根据现场调查，枢纽工程永久占地区灌木林地上植被以灌丛为主，常见群系有荆条灌丛、大叶醉鱼草灌丛、竹叶花椒灌丛等，常见植物有山矾、华中五味子、巴东醉鱼草、山胡椒、鸡矢藤、蕤兰绣球、火棘、羽裂华蟹甲草、杏叶沙参、腺药珍珠菜、唐松草、纵肋人字果、梅花草、委陵菜、柔毛水杨梅、黄海棠等；乔木林地区植被以针叶林、阔叶林、针阔混交林为主，常见群系马尾松林、油松林、杉木林、麻栎林、枫杨林等，常见植物华山松、青冈、胡桃楸、三桠乌药、漆树、盐麸木、构树、泡花树、陕西紫茎等；草地区植被以灌草丛为主，常见群系有野艾蒿灌草丛、稗灌草丛、狗尾草灌草丛等，常见植物有牛皮消、葎草、四叶葎、井栏边草、海金沙、梅花草、石龙芮、贯叶连翘、黄海棠、秦岭石蝴蝶、夏枯草、疏花婆婆纳、小果博落回等。受枢纽

工程永久占地影响的植物均为常见种，植被均为常见类型，枢纽工程区永久占地对区域植物及植被影响较小，仅为个体损失、植被生物量减少。

同时，根据相关规定，项目征占用林地等需办理相关手续，并可通过异地补偿等措施进行缓解。可以认为，枢纽工程区永久占地对占地区植物种类、植被类型及生物量的影响较小，对评价区农林业生产等的影响较小。

2) 临时占地的影响

根据工程布置，本项目临时征占地总面积 3.92hm^2 ，临时征占地区土地利用类型包含灌木林地、乔木林地等类型，植被包含灌丛、阔叶林、针叶林等。

结合具体工程布置，根据现场调查，枢纽工程临时占地区主要位于河谷沿岸开阔地，区域植被以次生性植被为主，其中灌丛主要由森林植被破坏而形成，常见群系有荆条灌丛、盐麸木灌丛、构树灌丛、竹叶花椒灌丛等，常见植物有山矾、秦岭木姜子、陕西卫矛、栓翅卫矛、中国旌节花、华中五味子、刺楸、中华绣线菊、绣线梅、野花椒等；乔木林地区人为干扰频繁，常见群系有油松林、马尾松林、麻栎林、枫杨林等，常见植物有华山松、三桠乌药、漆树、泡花树、海州常山、陕西紫茎、山矾、竹叶花椒、牛皮消、萝藦、拉拉藤、葎草、斜萼草、羽裂华蟹甲草、前胡、鸭儿芹、小果博落回、多花勾儿茶、唐松草、大火草、火绒草、费菜、菱叶红景天、绶草、黄水枝等。受枢纽工程临时占地影响的植物均为常见种，植被均为常见类型，工程临时占地对评价区内植物及植被影响较小，仅为个体损失、植被生物量减少，且随着施工结束，临时占地区将进行土地平整、植被恢复，将减缓临时占地的影响，可以认为，枢纽工程区临时征占地对区域植物及植被的影响较小。

(2) 征地拆迁、安置等的影响

项目迁建活动将产生建筑垃圾等污染环境，将对拆迁区植物及植被产生不利影响，同时生产及移民安置等也会对安置区植物及植被造成破坏。结合具体工程布置，根据现场调查，本项目位于秦岭南坡，项目建设性征地涉及小北村、深北村、水磨村、石堰坪等地，涉及人口 1642 人，项目区人口不多，迁建安置工程量不大。根据现场对迁建及安置区的详细调查，本项目征地拆迁及安置区分为异地安置、本村后靠分散、进城镇自主以及集中上楼安置等，异地安置去向主要为刘营村与许庙村，安置区属人为干扰区，区域植被以栽培植被及次生性植被为主，常见的栽培树种有柑橘、木犀、夹竹桃、枇杷，常见群系为狗尾草群系、酸模叶蓼群系等，常见植物有栗、马尾松、构树、荆条、火棘、矮桃、腺药珍珠菜、珠光香青、楼梯草、微毛血见愁、金疮小草等，受项目拆迁及安置

活动影响的植物多为常见种，植被均为常见类型，加之项目迁建及安置工程量不大，可以认为，拆迁及安置活动等对区域植物的影响不大。

（3）施工活动的影响

施工期，人为干扰及施工活动产生的弃渣、废水、废气、固废等污染物可能会对区域及周边植物及植被产生不利影响。

1）人为干扰的影响。施工期，施工区人员及机械增多，施工人员越界施工，乱砍滥伐、生火等不文明行为可能会破坏评价区及周边植物及其生境。结合具体工程布置，根据现场调查，本项目位于南秦岭中高山区南部地带，山峰陡峭，沟谷纵横，区域村落、道路等较多，人为干扰早已存在，加之施工期人为干扰等的影响可通过加强宣传教育活动，加强施工监理工作及在施工前划定施工范围，规范施工人员活动等措施进行缓解，在相应措施得到落实后，人为干扰对评价区植物及植被的影响较小。

2）弃渣的影响。本项目施工期弃渣主要来源于坝区基础开挖、施工场地以及施工道路区建设等，弃渣的随意堆放不仅会压覆区域植物及植被，改变区域生态环境，还可能导致局部区域的水土流失。但这种影响可通过对弃渣等进行统一调配与处理等措施进行缓解。

3）废水的影响。项目施工期废水可分为生产废水和生活污水，生产废水主要来源于基坑废水、砂石料冲洗废水和机械检修场含油废水等，废水对区域植物的影响主要是废水的随意排放可能会改变区域土壤理化性质，改变植物生长及生存的环境。但这种影响可通过对施工废水进行统一收集与处理等措施进行缓解。

4）扬尘的影响。项目施工期扬尘主要来源于开辟施工便道，土石方调配，建筑物施工，直至工程竣工后场地清理、恢复等诸多工程，其中以运输车辆引起的二次扬尘影响时间最长，对周围植物及植被的影响最严重。扬尘粗颗粒随风飘落到附近地面或植物叶、茎、花表面，可能会使其生命活动受到一定影响。

（4）水土流失的影响

施工期，占地区开挖、施工场地平整、施工道路修建等扰动地表，造成大面积的土壤裸露，受雨水冲击时易造成水土流失，将对植物及其生境造成不利影响。同时，水土流失易导致土壤中的有机质也不断流失，从而破坏土壤的结构，增加植被恢复工作的难度。

5.7.1.4 运行期对陆生植物的影响

本项目运营期主要有水库蓄水、调节运营等活动，其对区域植物及植被的影响主要有水库区蓄水、消落带区水位波动、坝下河段减水及人为干扰等。

(1) 水库蓄水的影响

水库蓄水前将对淹没区植物进行清理，处于水库正常蓄水位 585m 以下的植物及植被将被破坏。淹没区土地类型包含灌木林地、乔木林地、耕地、水域、草地等类型，植被包含灌丛、农作物、湿生植被、阔叶林、针叶林、灌草丛等，

结合水库淹没范围，根据现场调查，焦岩水利枢纽工程水库淹没范围主要涉及沿线低台地上分布的少量居民点、左岸城石公路，区域植被以次生性植被及栽培植被为主，其中灌木林地区植被以灌丛为主，主要为森林植被退化而形成，其植被类型及群系组成单一，常见有竹叶花椒灌丛、盐肤木灌丛、荆条灌丛构树灌丛等，其群系结构简单，物种组成贫乏，常见有悬钩子、多花勾儿茶、山胡椒、油桐、牡荆、八角枫、马桑、火棘、鸡矢藤、瓜叶乌头、甘青铁线莲、矮桃、菝葜、光华柳叶菜、紫斑风铃草等；耕地区以农作物为主，主要为玉米等；河岸植物多零星分布，常见有沙棘等；林地区植被以阔叶林、针叶林、针阔混交林为主，常见群系有麻栎林系、枫杨林、马尾松林、杉木林等，常见植物有漆树、华山松、青冈、锐齿槲栎、三桠乌药、楸、构树、竹叶花椒、荆条、火棘、二色胡枝子、海州常山、桦叶荚蒾、中华青荚叶、五味子、日本续断、蓍草、大花牛牧华、大车前、石龙芮、碎米荠、画眉草等；草地区植被以灌草丛为主，常见群系有野艾蒿灌草丛、狗尾草灌草丛、稗灌草丛、蕨灌草丛等，常见植物有窃衣、费菜、光华柳叶菜、微毛血见愁、夏枯草、唐松草、葎草、大火草、虎耳草、卷丹、黄水枝、紫斑风铃草等。受水库淹没影响的植被以次生性植被及栽培植被为主，植物均为适应性强、抗逆性强、分布范围广的种类，水库淹没对评价区植物及植被的影响有限，主要为植物个体损失、植被生物量减少，根。且根据相关规定，项目征占用林地等需办理相关手续，并可通过异地补偿等措施进行缓解，项目移民安置将使区域耕地问题得到妥善处置。总体而言，水库淹没对评价区植物的影响有限。

(2) 消落带区的影响

进入运营期后，水库区将形成长周期性淹水区域，即消落带。水库调节运行后，消落带区将由原来的陆生生态系统演变为周期性、变化的、受人为调控的湿地生态系统，原适应陆生环境的植物将逐步消亡，而适应湿生环境的植物又因消落带的周期性出露水

面而成活率低，整个消落带区植物种类、植被覆盖率将较建库前陆生及湿地环境大为减少。同时，由于库水涨落，库区污染物将沉积在消落带区，消落带土壤中 N、P、K 等也会随水流转移到水体中，消落带区环境污染也会对周边植物产生一定影响。

（3）减水的影响

当河道水位高于沿岸地下水位时，河水将通过渗漏补给地下水，而地下水位高于河道水位，地下水将补给地表水。焦岩水利枢纽工程项目运营后，水库蓄水，坝下河段减水，河道水位下降，可能引起沿岸地下水补给不足，进而可能会对沿岸植物产生不利影响。工程所属区域年降水量大于 800mm，属于湿润地区，对地表水依赖较小，同时下游属汉中平原东北边缘，河面开阔，宽度一般 100m~400m，水流平缓，河床由小卵石及细沙组成，两岸形成一、二级阶地。流域支流发育较好，流域呈羽状。流域面积大于 100km² 支流有太白河、红岩河、大箭河、平堵河、板凳河等 5 条，可以认为，项目运营期后，坝下河段减水对沿岸植被影响较小。

（4）人为干扰的影响

运营期，业主营地区运营管理、移民安置区生产生活等会对评价区植物及植被产生不利影响。主要影响因子为人为干扰及生产生活产生的污水、生活垃圾等污染物。但这类影响可通过加强宣传教育，同时对生活垃圾等污染物进行收集及处理等措施进行缓解，在相应措施得到落实后人为干扰对区域植物及植被的影响较小。

5.7.1.5 对植物资源的影响

水库蓄水后影响较大的自然植被为落叶阔叶灌丛和草地，主要植物种类为柠条、刺槐林、杜梨、蔷薇、鹅绒藤、毛茛子、艾、茜草、远志、天蓝苜蓿、白蒿、芹、酸枣、芦苇、天蓝苜蓿、黄背草、委陵菜等。刺槐是该区蜜源植物之。据野外调查，刺槐在评价区内外分布面积均较大，水库淹没区和工程区所占刺槐面积不大，植株分布较为零散，因此水库淹没不会对区域刺槐群落及刺槐资源造成较大影响。另外，悬钩子和野草莓是瓜果植物，由于悬钩子和野草莓是广布种，因此水库淹没区、施工活动对悬钩子和野草莓群落不会造成较大影响。

5.7.1.6 对重要野生植物的影响

（1）对重点保护野生植物的影响

结合具体工程布置，根据现场实地调查，确认工程直接影响区分布有少量野大豆、

中华猕猴桃、金荞麦、蕙兰、春兰、剑叶虾脊兰以及蓬莱葛，项目实施将破坏征占地及水库淹没范围内重点保护野生植物资源，且可能对周边存在的保护植物带来不利影响。

1) 占地及淹没的影响

本项目征占地及水库淹没范围内分布野大豆 4 处、中华猕猴桃 3 处、金荞麦 4 处、蕙兰 5 处、春兰 14 处、剑叶虾脊兰 1 株、蓬莱葛 1 株，施工期，占地区土石方活动扰动地表，将破坏征占地范围内全部植物，区域保护植物个体损失，种群数量及面积减少，资源量减少，生境减少。运营期，水库区库底清理工作等将破坏正常蓄水位以下全部植物，区域保护植物将受到直接破坏，其个体损失，资源量减少。

但现场调查到评价范围外还分布有这些重点保护植物，且在采取迁地保护措施后可减少占地及淹没的影响。

2) 人为干扰的影响

施工期，施工区人员及机械增多，施工人员活动、施工机械作业等可能会对附近保护植物及其生境产生不利影响。同时，评价区可能分布有具有重要经济价值的保护植物，施工期施工人员采挖、购买等可能加剧保护植物及其生境的破坏。

3) 污染物的影响

项目区位于南秦岭中高山区南部地带，山峰陡峭，沟谷纵横，项目施工不可避免将产生大量弃渣，施工作业及生产生活等将产生大量废水，土石方活动及运输等将产生大量扬尘，弃渣、废水、扬尘等污染物如得不到有效处置，可能会对附近保护植物及其生境产生不利影响。

(2) 对古树的影响

根据资料搜集、访问调查及现场实地调查，在项目评价区调查到古树1处2种3株，均位于淹没线以及征地红线以外，受工程影响较小。

本项目正常蓄水位为585m，运营期水库蓄水，库区河段水面抬升，原陆地环境将转变为水域和水陆交错的湿生生境，区域环境条件改变可能会对周边大树资源带来不利影响，主要影响因素有风浪、浸没、塌岸、滑坡等。根据现场调查，古树皂荚（1）及木犀（2）位于坝址下游五门堰近河道处，周边区域构造稳定性较好，主要受坝下减水影响，但工程坝下减水造成的影响较弱，因而不会对其产生太大影响。

(3) 对特有植物的影响

评价区及周边地区分布有中国特有植物138种，结合项目征占地红线范围图及水库淹没范围图，通过资料查询、访问调查及现场实地调查，确认工程直接影响区分布有中

国特有植物69种，项目征占地及水库淹没将破坏区域特有植物，将对其带来不同程度的直接侵占影响。考虑到区域绝大部分特有物种在汉江流域，国内其他省份、其他流域的类似生境中也有分布，并不是分布区极小的狭域分布物种，因此本项目建设征占地及水库淹没仅对项目所处河段局部区域内零星分布的特有植物带来直接侵占影响，对于特有植物在评价区、流域分布现状而言影响很小，不会导致特有植物在评价区内消失，或对其种群植株数量带来大幅波动。

5.7.2 对陆生动物的影响

5.7.2.1 施工期对陆生动物的影响

焦岩水利枢纽工程施工对陆生动物的影响主要表现为工程占地、人员进驻、施工活动等对周围陆生动物栖息、觅食以及活动范围造成影响，其影响仅限于施工区范围内。由于不同野生动物的活动能力、生活习性各有不同，工程施工对各类陆生动物的影响程度亦有所不同。

（1）对两栖爬行动物的影响

施工影响区主要集中在枢纽工程区周边，区域内居民活动频繁，总体上人为干扰较大。评价区的两栖和爬行动物多为比较常见种类，如中华蟾蜍、泽陆蛙、赤链蛇等，主要栖息于两岸的农田及林缘灌丛等环境。工程枢纽区的施工对两栖和爬行类的栖息环境造成一定干扰和破坏，其占地类型主要为林地和农田（多为园地），占永久占地总面积的 5.38% 和 2.81%，总体上损失面积占比较小，受影响的主要为附近的常见种类，不会造成区域内两栖和爬行动物的减少。

施工影响还主要表现在施工产生的噪声及震动，同时在施工期，受机械噪声、爆破及人为干扰影响，他们可能会远离施工影响区，寻找其他生境，造成评价范围内分布的两栖和爬行类种群数量的减少。除此之外，施工期施工车辆的也可能对周边活动的少量两栖和爬行类造成碾压。根据现场调查，评价区道路附近记录有北草蜥和赤链蛇等爬行类碾压的情况，施工期随着来往车辆的增多，可能会进一步增加区域内两栖爬行动物被碾压的风险。因此，施工期间要严格管施工车辆，防止出现对动物的碾压等伤害的发生。

（2）对鸟类的影响

评价范围内坝址下游区域主要为农田和湿地环境之外，坝址以上区域多为林地环境。施工期对鸟类的影响主要表现在施工占地对栖息环境的破坏、施工噪声的干扰、污

染物对环境的污染和人为活动的增加对鸟类的伤害等。根据现场调查，施工影响区周边森林面积较大，但多为人工林和次生林，其次为农田和居民区。区域分布的鸟类主要为安全距离较近的种类，包括山斑鸠、白鹡鸰、领雀嘴鹀、大嘴乌鸦等。施工影响区周边分布的鸟类总体上较为常见，评价范围内均有分布。由于施工对鸟类栖息地的占用的类型主要为林地和农田，使原来栖息于此的鸟类失去了空间和食物而飞往它处，造成占地影响区鸟类多样性降低。考虑到周围相似生境较多，区域内鸟类多为常见种类，善于飞翔，因此对其影响不大。但施工期的施工噪声尤其是施工爆破噪声对鸟类影响较大，再加上人为干扰的增加，将造成坝址区周边的鸟类多样性降低。鸟类对噪声及人类的活动较为敏感，施工期，受施工噪声及人为干扰影响，部分机警胆怯的森林鸟类会远离施工区。其他部分距离施工区域较近的如白顶溪鸲、红尾水鸲、白鹡鸰、白额燕尾等种类会迁移至施工影响较小的河段附近活动。

另外，在坝址下游的湑水河段水流相对较缓，水域和滩涂面积较大，是湿地鸟类重要的越冬地和觅食地，区域内冬季常见有绿翅鸭、赤麻鸭、苍鹭、朱鹮、豆雁等水鸟类活动。施工期污染物的不合理排放会造成下游水质的污染，对湿地鸟类栖息活动不利。根据水利工程特点及其它工程的经验，工程施工期生产废水主要来自于砂石料加工系统冲洗废水、混凝土拌和站冲洗废水、机修废水、隧洞疏干水及管理站房、施工营地生活污水等，由于工程所在的河段水环境功能为Ⅱ类，生产生活废污水应处理后全部回用或综合利用，禁止排向水体，因此正常情况下不会对地表水质产生影响，对下游栖息鸟类的影响较小。上游水域施工可能会造成水体扰动，悬浮物增加，进而对下游湿地环境质量造成不利影响。由于下游朱鹮等湿地鸟类的集中分布区主要在河口附近，距离施工区约 12 公里，悬浮物浓度增加影响范围有限对下游鸟类越冬的湿地环境影响较小。

（3）对哺乳类的影响

评价范围的哺乳类主要为穴居型和地面生活型的种类，项目实施影响较大的是两岸的小型种类，如黑线姬鼠、岩松鼠、黄鼬等，且大部分是伴随人类生活的啮齿动物和小型食肉类，偶见有毛冠鹿、小鹿等中大型哺乳类在此觅食和饮水。施工期间对这一带的哺乳类会造成一定干扰，尤其是坝址区在施工过程中开挖和爆破会对其栖息活动生境造成的破坏，占用其栖息地。而随着施工人员的不断进驻，施工营地和生活区的启用，这些伴随人类生活的啮齿动物如巢鼠、黄胸鼠、社鼠等，种类和数量会有所增加。与此相适应，主要以啮齿动物为食的黄鼬等种群数量将会增加。

评价区内其他大部分地面生活型种类如豹猫等哺乳动物等主要分布在距离施工区域较远的林地，施工占地对其栖息地影响相对较小。而且运行期干扰随即消失，其种群会有所恢复，对其物种多样性影响相对较小。

总体来说，工程实施时，对哺乳类的主要影响体现为驱赶效应，驱使其避开工程影响较为严重的区域，造成局部区域种内、种间竞争加剧，主要对部分穴居型种类影响较大；对于其余种类主要为施工干扰，若采取一定的保护措施，可在很大程度上降低对其造成的不利影响。

5.7.2.2 运行期对陆生动物的影响

工程运行后会淹没周边部分土地，工程运行期的各种行为对其造成的影响各有不同，其主要影响分析如下。

（1）对两栖爬行动物的影响

运行期，水库开始蓄水，大坝以上水面的上升和水域面积会有所扩大，使库区水域面积增加，区域内农田和林地环境淹没较大。由于水库正常蓄水位以上仍有大量环境容量，蓄水过程这些受影响的两栖动物可向上迁移不会造成物种灭绝。经现场调查并结合相关资料，区域内大部分两栖动物如山溪鲵、小角蟾等种类主要活动于海拔 600 米以上区域，受水位变化影响较小。陆栖型中华蟾蜍、泽陆蛙和静水型的等种类主要活动于水域附近的灌丛和林地等陆域环境，繁殖过程中会在干流的水域环境产卵，因此库区淹没对两栖类繁殖造成不利影响，迫使其向高处迁移。同时，水体增大，水面变宽，库区空气湿度略有增加，季节和昼夜温差的减小，有利于库区周围的静水型两栖动物繁衍。

水库的形成，使生活在水库淹没区范围内的爬行动物如北草蜥、赤链蛇等生活环境及食物基地减少，造成原淹没区活动的爬行动物种类也被迫活动于淹没区外。在一定程度上加剧淹没区外的种内、种间竞争。随着时间的推移，将逐渐恢复库区动物的动态平衡。

（2）对鸟类的影响

工程运行后对鸟类的影响主要来自于大坝建成后库区蓄水淹没的影响和供水灌溉调水后引起下游湿地环境的变化。库区静水面积增加，滩涂面积减少，扩大的水域面积可能会吸引一些游禽比如绿头鸭、赤麻鸭等种类在库区栖息，相对应的涉禽如大白鹭、白鹭等生境面积将会减少。另外，大坝上游蓄水还会淹没一些陆禽鸟类的栖息地，迫使其迁往别处。

根据对本工程运行期丰水年、平水年和枯水年的水文情势的分析，项目运行后水文情势变化较大的主要为 5~10 月，对于湿地鸟类越冬期的 12~次年 2 月总体上水文情势变化幅度较小，对下游湿地越冬鸟类的影响总体上是可控的。

（3）对哺乳类的影响

运行期水位会有所上升，根据现场调查和访问，其他大型哺乳类主要分布在河流两岸较高的山坡上，水位的上升对大部分哺乳动物的栖息地影响较小。由于焦岩水利枢纽工程实施后，水位上升，哺乳类栖息地淹没较为明显的主要集中在人为干扰较大的两岸，生物多样性相对较低，其中分布的少量哺乳类如黄鼬、黑线姬鼠等小型哺乳类会离开淹没区，向上转移。评价范围内栖息生境较多，分布连续，因此不会造成太大的生态压力。

5.7.2.3 对重点保护野生动物的影响

评价区有国家一级重点保护动物朱鹮 1 种；有国家二级重点保护动物 20 种，分别为山溪鲵、大鲵、虎纹蛙、红腹角雉、小天鹅、黑鸢、雀鹰、松雀鹰、普通鵟、鹰雕、领鸛鹑、领角鸮、红隼、画眉、红嘴相思鸟、猕猴、黄喉貂、水獭、豹猫、毛冠鹿。

（1）对国家重点保护两栖类的影响

在国家级重点保护的两栖类中，山溪鲵主要分布于海拔较高的山中溪流区域，基本位于施工和淹没影响区之外，总体上受工程的影响较小。根据现场调查和走访，大鲵多活动于两岸人为干扰较小的支沟环境，种群数量较小，项目实施主要对干流其附近的支流产生一定影响，对大鲵活动的少量的支沟影响较小，不会造成大鲵种群的减少。虎纹蛙主要活动于坝下湿地及其周边的静水环境，上游施工活动引起的水质污染可能会对下游虎纹蛙的栖息环境造成不利影响，考虑到上游在施工过程中产生的污水全部回用或综合利用，禁止排向水体，因此对下游虎纹蛙活动的湿地环境影响不大。

（2）对国家重点保护鸟类的影响

在国家级重点保护种类中，有国家一级重点保护鸟类朱鹮 1 种；有国家二级重点保护鸟类 12 种，分别为红腹角雉、小天鹅、黑鸢、松雀鹰、雀鹰、普通鵟、鹰雕、红隼、领鸛鹑、领角鸮、画眉和红嘴相思鸟。

评价区分布的重点保护鸟类中，猛禽类较多，有黑鸢、雀鹰、松雀鹰、普通鵟、鹰雕、领鸛鹑、领角鸮、红隼共 8 种。猛禽类在整个评价范围内的林地、农田、湿地等环境中均有分布，活动范围较为广泛，总体上数量将较为稀少，项目的实施对这些猛禽类的影响主要集中在施工期间的干扰。其中，普通鵟为迁徙鸟类，在春季和秋季的迁徙期

偶见。评价区分布其他猛禽类主要为留鸟，主要分布于库区两岸的林地，项目实施过程中干扰范围较小，对其正常的觅食等活动不会造成较大影响。

小天鹅为湿地鸟类，在多活动于坝下的潜水河干流的浅水区及其附近的滩涂环境。工程对其影响主要表现在施工期上游施工活动引起的水质污染和运行期水量变化引起下游的水文情势的改变对其栖息环境的影响。根据工程可行性研究报告，上游在施工过程中产生的污水全部回用或综合利用，禁止排向水体，因此产生的污染物对下游水质的影响有限；同时，在运行期用水和调度过程中，水文情势变化较大的主要为 5~10 月湿地鸟类越冬期的 12~次年 2 月总体上水文情势变化幅度较小，对下游湿地越冬鸟类的影响总体上是可控的。而朱鹮在繁殖期间，主要在周边林地环境进行，基本不受湿地环境变化的影响。

画眉、红嘴相思鸟为鸣禽类，总体上在评价区较为多见。多活动于库区周边的林地周边。项目实施后，将淹没部分画眉、红嘴相思鸟的栖息地和觅食环境，造成这些个体向周边影响区之外迁移。根据现场调查，淹没区之外仍分布有较大面积的林地和灌丛环境，总体上项目实施后对其正常栖息和觅食影响仍在可承受范围内。

红腹角雉为陆禽类，是当地留鸟，焦岩水利枢纽河段沿线的林地和山谷均有分布，本工程对其影响主要体现在施工期间的噪声干扰，造成影响区域周边的个体迁移，考虑到本工程施工扰动的区域主要在坝址区周边，总体上噪声影响范围有限，不会影响整个评价范围这些陆禽类的正常觅食和栖息。运行期主要为淹没，红腹角雉的栖息觅食区域在山体中上部的山林中，淹没的影响对其较小，不会造成个体死亡等影响。除此之外，水库在施工期间还要加强对施工人员的约束，防止出现人为捕捉和伤害这些陆禽类的行为。

对朱鹮影响详见报告“5.9.4 对陕西汉中朱鹮国家级自然保护区影响”。

(3) 对国家重点保护哺乳类的影响

水獭为水栖型食肉类动物，一般昼隐夜出，善于游泳或潜水，也能在地面迅速行走。主要以鱼类为食。根据现场调查和走访焦岩水利枢纽工程区仅历史偶尔有其活动，整体上不是水獭的主要分布区域，对水獭种群的影响较小。

其他国家级重点保护种类如猕猴、赤狐、黄喉貂、毛冠鹿等主要活动于山体中上部，距离施工影响区和淹没区相对较远，项目实施后对其正常栖息和觅食影响有限。

5.7.2.4 对生态体系的影响

(1) 对自然体系生物量的影响

工程建设后评价区植被生物量损失情况见表 5.6.2-1。

表 5.6.2-1 项目实施后评价区植被生物量损失情况一览表

生态类型变化		平均生物量 (t/hm ²)	生物量变化 (t)	占评价区总生物量(%)
类型	面积 (hm ²)			
针叶林	-88.36	317.32	-28038.40	-1.291
阔叶林	-206.18	237.04	-48872.91	-2.250
灌丛	-5.99	32.35	-193.78	-0.009
草丛	-5.51	4.25	-23.42	-0.001
农作物	-129.37	5.79	-749.05	-0.034
河流水域	414.71	0.91	377.39	0.017
合计	-20.7	\	-77500.16	-3.569

注：1) 表中数据“-”表示项目实施后面积或生物量减少；2) 数据未包括增加的建设用地及其它用地。

由上表可知，焦岩水利枢纽工程建设后，评价区植被生物量将损失 77500.16t，占评价区总生物量的 3.569%，所占比例不大。各植被类型中阔叶林、针叶林植被损失的生物量较多，分别为 48872.91t、28038.40t，从评价区来看，区域阔叶林、针叶林植被生物损失量分别占总生物量的 2.250%、1.291%，所占比例不大；评价区其它植被生物损失量较小。总体而言，焦岩水利枢纽工程实施对区域植被生物量的影响较小。

(2) 对景观生态体系质量的影响分析

评价区各景观斑块的优势度值预测情况见表 5.6.2-2。

表 5.6.2-2 工程实施前后评价区各拼块优势度值变化情况一览表

拼块类型	Rd (%)		Rf (%)		Lp (%)		Do (%)	
	实施前	实施后	实施前	实施后	实施前	实施后	实施前	实施后
森林景观	13.87	14.3	37.2	33.18	70.5	67.94	48.02	45.84
草地景观	1.3	1.29	0.77	0.76	0.3	0.26	0.67	0.64
农田景观	31.34	30.93	30.6	30.17	13.32	12.22	22.15	21.39
湿地景观	16.26	17.44	12.25	14.46	11.18	14.68	12.72	15.32
建筑景观	37.23	36.04	25.18	26.18	4.7	4.9	17.95	18.01

由上表可知，焦岩水利枢纽工程实施后评价区景观格局将发生一定变化。项目建成后，由于工程占地及水库淹没，评价区森林、草地、农田景观优势度值分别降低 2.18%、0.03%、0.76%，而水域景观、建筑景观优势度值分别升高 2.60%、0.06%。项目建成运营后，评价区各景观斑块优势度值变化范围较小，作为模地的林地，其优势度值为 45.84%，仍占绝对优势。由此可判定工程建成后林地仍然是该地区的模地，其对生态环

境质量仍将具有较强的调控能力，表明区域景观生态体系的生产能力和受干扰以后的恢复能力仍较强。可以认为，焦岩水利枢纽工程实施不会改变区域模地地位，对区域自然体系中景观生态体系质量的影响不大。

5.8 水生生态影响预测与评价

5.8.1 施工期对水生生物的影响

5.8.1.1 对水环境的影响

工程枢纽区主要进行坝基开挖、大坝浇筑、消力塘、引水洞、地下厂房及库区防渗等的施工会对河床产生扰动，由此造成泥沙悬浮并随河流下泄，导致区域水体浑浊、透明度下降，对河流水环境及水生生物产生一定影响；工程施工带来的生活、生产污水、机械油污及固体垃圾的污染水体，对河流水生生物产生一定的影响作用。

5.8.1.2 对水生生物的影响

（1）对湿生植物的影响

枢纽工程建设主要在峡谷地段进行，施工期进行的导流工程、缆机平台、大坝岸坡开挖等工程会对渭水河及河滩分布的湿生植物生境造成一定影响。

（2）对浮游生物的影响

工程施工造成施工区渭水河下游水体透明度及溶解氧降低；水泥、油污、生活废水及固体污染物等会污染水质，短期内可造成施工河段部分水体和下游部分水体富氧；导致区域浮游生物种类发生变化，适应性强、耐污性及耐缺氧种类浮游生物增加，表现出种类多样性减少，种类趋向于单一化。

（3）对底栖生物的影响

底栖生物是鱼类最重要的饵料，枢纽工程进行的导流工程、缆机平台、大坝岸坡开挖、坝基开挖、混凝土双曲拱坝浇筑、消力塘、引水洞、地下厂房及库区防渗等工程将占用一定面积的河道区域，造成施工区段底质发生变动，破坏底栖生物原有栖息地，生境暂时性缩小，生物量减少；涉水工程（坝基开挖、边坡开挖等）导致泥沙下泄，造成下游河段底质发生变化及溶解氧下降，导致下游河段内生物量减少；施工可能产生的污染物会对底栖生物产生直接毒害作用，使底栖生物的种类和数量减少。

（4）对鱼类的影响

工程进行的导流工程、大坝岸坡开挖、坝基开挖、混凝土双曲拱坝浇筑、消力塘、

引水洞、地下厂房及库区防渗及人类活动剧增，会导致施工区域内原有鱼类栖息条件、繁殖条件、水体初级生产力等发生改变，导致施工区域鱼类种群结构发生改变，数量下降。

施工期间因混凝土拌和、砂石料加工废水 SS 含量可达 5000~15000mg/l，此部分废水采取相对集中处理后回用，正常情况不排放。工程悬浮物主要来源于施工过程中的基坑开挖、围堰施工等施工活动，因此对局部区域鱼类的生长、繁殖、饵料等存在一定程度影响。由于工程施工造成的悬浮物浓度增加横向范围有限，以及分段施工，悬浮物增加影响鱼类栖息环境面积有限，时段有限，因此在工程实施过程中不会因 SS 含量的增加对鱼类造成影响。

为进一步减少对鱼类繁殖期的影响，可在 4~7 月份减少涉水作业，以减小因悬浮物对鱼类产卵的影响。

5.8.2 运行期对水生生物的影响

5.8.2.1 对浮游植物的影响

(1) 库区河段

焦岩水库建成后，河段原有天然流水型河段将变成缓流型水库，库区水流速度减缓，泥沙沉降，水体透明度增大，被淹没区域土壤内营养物质渗出，水中有机物质及矿物质增加，有利于浮游生物生长繁殖，预计建成后库区段浮游植物密度及生物量会有所增加。工程运行后，库尾尚能保持一定流水条件，库尾至坝前流速趋缓，库区浮游植物种类和现存量会发生变化。硅藻门种类和细胞密度所占比例可能下降，而绿藻和蓝藻门种类和数量增多。因库区不同区域水文情势和生态环境不同，浮游植物种类变化存在一定差异。根据以往类似水库建成后情况，库区水环境与自然河段相比发生了很大变化，特别是水流平缓水体中真性浮游藻类种类增加。

(2) 坝下河段

焦岩水利枢纽工程下游河段受泄水泥沙含量、透明度等影响，浮游植物种类组成与坝前相似，但受下泄水水温及营养物质影响，密度和生物量比库区明显下降，且枯水期来水量少，泥沙含量低，泄水透明度较原河流要高，对浮游植物的影响相对较为明显。

坝下由于是坝前水下泄，浮游藻类种类组成与坝前较接近。坝前河段浮游藻类现存量可能会保持原自然状态或减少。坝下向下游浮游藻类现存量会较坝前有所增加。

5.8.2.2 对浮游动物的影响

(1) 库区河段

随着浮游植物增加，以浮游植物为食的浮游动物将相应增加，变化原因与趋势与浮游植物相似。成库后，水流形态、水温、含沙量、透明度等均发生极大改变，均有利于浮游动物生长繁殖。据此分析，在种类、分布和资源量方面，由于库区水文条件改变，密度及生物量将有所上升。水库蓄水后，枝角类和桡足类的种群数量都会显著增加，可能形成优势类群。由于环境异质性降低，浮游动物物种多样性可能会有所下降。

(2) 坝下河段

水库下游河段受泄水泥沙含量、透明度、水温及营养物质等影响，浮游动物种类组成明显下降，且枯水期来水量少，泥沙含量低，泄水透明度较原河流要高，对浮游动物的影响相对较为明显。

5.8.2.3 对底栖动物的影响

(1) 库区河段

焦岩水库建成后，由于库区河段水深增大、水位变幅相对频繁，底栖生物将有所下降，适应河流的底栖动物将会因丧失原有的栖息环境，而适于静水、沙生的软体动物和摇蚊幼虫等种类将会增加，但总的多样性将减少。

(2) 坝下河段

水库坝下河段水位频繁涨落、清水下泄冲刷下切导致底栖动物有效栖息空间萎缩，种类数量和总生物量将显著下降。

5.8.2.4 对水生维管束植物的影响

(1) 库区河段

水库在蓄水初期会淹没原有岸边湿生植物，致使其缺氧死亡，在短时间内造成湿生植物减少，但随着水库蓄水趋于稳定，水面变得宽阔，使得湿生环境增多。水库运行后，

库区水流变缓，泥沙逐渐沉积，河水透明度升高，库区淹没的部分耕地、林地、园地、库湾等可以为河漫滩湿生植被滋生提供良好的生存条件，挺水植物、沉水植物分布区域及生物量有可能增加，局部库湾（支流回水区域）也有可能出现浮叶植物和漂浮植物，但估计增加量有限。

水库水位变化对岸边水生维管束植物正常生长也会带来一定不利影响。每年最重要的夏季生长期，库区水位保持在低水位，而且上游来水不稳定使得水位变化较大，影响水生维管束植物的生长。10 月份以后回归高水位，淹没很多夏季新生的植物。因此，由于水位不稳定消长，陡削库岸处很难形成有规模的水生维管束植物群落。

（2）坝下河段

坝下河段受到水库调节影响，汛期水库调洪运行时，坝下游流量较建库前流量减少明显，水库调洪削峰作用明显；使得部分河漫滩区域的湿地淹没周期、淹没时间发生变化。枯水期，水库下泄流量增加，一定程度有利于水生维管束植物生长。

5.8.3 对鱼类的影响

（1）阻隔效应

工程建设将使渭水河河流连续性受到影响，不仅阻隔了洄游鱼类的通道，对半洄游性鱼类和非洄游性鱼类也有很强的阻隔效应。大坝的阻隔，使完整的河流环境被分割成不同的片段，鱼类生境的片段化和破碎化将导致形成大小不同的异质种群，种群间基因不能交流，将使区域内原自然分布的种群受到不同程度的影响。种群数量较大的种类被大坝阻隔在不同区段的群体间将出现遗传分化；种群数量较少的种类遗传多样性将逐步降低，危及物种生存。目前渭水河流域已经建成 16 座水电站，均位于焦岩水利枢纽库尾双溪镇以上河段，已经对上游水生生态产生了库区水文情势的改变、大坝的阻隔和坝址下游减水河段生态环境的影响。2019 年起开展秦岭区域小水电整治工作后，整治后渭水河流域现有 4 座水电站工程，其中 3 座位于中游段汉中市境内。整治过程中，7 座水电站坝体彻底拆除，其产生的阻隔影响基本消失，所在河段恢复连通；拆除引水发电系统后保留坝体的电站共 5 座，其中 4 座位于中游河段汉中市境内，目前闸门敞泄，河道局部恢复连通；整改后保留运行的 4 座电站仍然存在阻隔影响。

由于焦岩水库上游生境已经形成阻隔，坝址以下的干流河段因早期建成的渭惠渠首、五门堰和杨填堰，已经形成一定阻隔。焦岩水利枢纽建成后，将会对库尾双溪镇~

渭水河入汉江口之间的河段形成新的阻隔影响。

（2）初期蓄水影响

水库蓄水初期，由于大坝建设，鱼类活动空间进一步破碎化，库区淹没区中，水体中腐殖质等有机营养物质大量增加，浮游生物大量繁殖，为小型野杂鱼类提供了丰富的饵料资源和生长条件，使得小型鱼类得以大量繁殖。这些小型鱼类的增多为肉食性鱼类提供了充足的饵料来源，预测肉食性鱼类的数量会有所提高，在库区形成新的水库型鱼类群落结构，肉食性鱼类将成为群落顶部的物种。坝下河段流量减少，会造成水生生物适宜生境暂时性减少，本次可研设计提出，蓄水期间始终保证枯水期取坝址多年平均流量的 15% 作为坝址下游生态流量最小值，丰水期取坝址多年平均流量 30% 作为坝址下游生态流量最小值。该生态流量泄放措施，可减缓对河流生态需水量的影响。

（3）水库消落区对鱼类的影响

水库建成蓄水后，由于水位变化较大，对鱼类栖息和摄食会造成一定的影响，尤其是对鱼类繁殖影响。水位大幅度下降会使库岸边形成明显的消落带，而鱼类产卵场大多在岸边，随着水位的涨落，裸露或者被淹没，造成鱼卵的大量死亡。其中主要为粘性卵的鲇鱼、鲤鱼和拉氏鲮等鱼卵。因此在繁殖期间应在库区繁殖区域布置一定的人工鱼巢，使其随着水位的升降而升降，降低因水面的消落对鱼类的繁殖造成的影响。

（4）下泄清水对鱼类的影响

根据运行方案，由于水库拦蓄泥沙，造成下泄泥沙含量降低，透明度增加，浮游生物的量会升高，鱼类饵料增多，利于鱼类生存，但是下泄水温降低会对鱼类的产卵造成一定影响。

（5）水温变化影响

下泄低水温可能会对坝下浮游动物群落产生不利影响，浮游动物生物量变动可能会出现不规律的情况；另外，水温变化也会影响某些底栖动物生长繁殖，低温水会推迟这些水生动物的繁殖。有些鱼类是利用水温变化作为性腺发育的某种诱因，因此，当水库下泄冷水释放到下游时，将影响下游鱼类产卵，如延长性腺发育时间，影响卵的孵化等等。

根据焦岩水利枢纽工程建设的水温模型计算水库建设前后的温度变化可以看出，3 月份～7 月份建成后的水温低于建成前，平、丰、枯水年下泄低温水分别在 4、5 月降幅

最大,降幅分别为 6.0℃(平)、6.3℃(丰)、7.9℃(枯)。水库下泄水温存在明显的延迟现象,单层取水时下泄水温较天然水温延迟 27-53 天,采用叠梁门分层取水后较天然水温延迟 6-13 天。因此会使得坝下鱼类的产卵时间略有推后。大坝建成后在冬季水温高于建坝前同期水温,极值的变化在鱼类的忍受范围内,加之本身属于温水性鱼类,所以温度的升高不会对鱼类的生理造成影响,鱼类在温度低于 5℃时一般开始进入越冬状态,因此工程建设引起的水温升高对鱼类越冬可以接受。

(6) 气体过饱和影响

气体过饱和现象发生于大坝泄洪时期,由于使鱼类发生气泡病甚至死亡而受到国外有关方面重视。根据张亦然、李克峰的研究表明,过饱和气体的含沙量对鱼类的影响受泥沙含量的影响,过饱和度为 100%时,一般不会因为泥沙含量造成鱼类死亡;130%时,含沙量为 0、20、60、80mg/l 时,半致死浓度分别为 15.2h、10.75h、8.3h、7.85h,在饱和度达到一定值时,泥沙含量越高半致死浓度时间越快。同时研究表明,大江大河由于水深大,过饱和气体释放慢,对鱼类的影响较小型河流大。过饱和气体可通过一定的调节方式降级其影响,主要是低位下泄和分层下泄,其影响仅局限于坝下短距离范围内,随着距离的增加其影响会迅速消失。

焦岩水库最大坝高 96m,泄水建筑物由 3 表孔+1 底孔组成,表孔采用底流消能,底孔采用挑流消能。常遇洪水通过表孔泄放,最大泄量 7660m³/s;底孔只有在校核工况下才用,最大泄量 574m³/s,底孔泄洪水头不高,流量不大,泄洪期间出现总溶解气体过饱和现象的概率不大。渭水河多年平均流量 32.7 m³/s,泥沙含量不大,坝下水深不大,基本不会产生过饱和气体释放慢的情况。因此焦岩水库下泄水体的气体过饱和影响相对不大。

(7) 对不同生态类型鱼类的影响

对喜激流生境鱼类的影响:焦岩水库蓄水致使水流减缓,对一些喜欢激流性鱼类将产生较大影响,对于喜栖息于激流性鱼类,将会在库区上游寻找适宜的栖息地,例如马口鱼喜栖息于激流水域中,水库建成后,库区水域流速减缓,对马口鱼的生境产生了一定的影响。

对静水生境鱼类影响:水库蓄水,水流趋缓为喜静水性鱼类提供更多栖息及繁殖场所,其种群及数量将呈现上升趋势,但短时间内这种趋势不会太明显。

（8）对不同产卵类型鱼类的影响

①对产沉性卵鱼类影响

产沉性卵鱼类产卵后，卵一般沉入河底的沙砾、石砾等地进行孵化，水库建成后，水域面积扩大，水流静缓，增加了产沉性卵孵化的场所。

②对产粘性卵鱼类影响

粘性卵产出遇水即有粘性，黏附在水草等水生维管束植物、树根及石块上孵化；水库淹没面积辽阔，水流静缓，增加了粘性卵孵化场所。水库运行后，由于水库调度，鱼类繁殖期的水位变化会导致受精卵和仔幼鱼的搁浅死亡，对鱼类繁殖不利。

（9）对珍稀保护鱼类的影响

渭水河流域历史记载有国家一级保护鱼类川陕哲罗鲑，调查到分布有国家一级保护鱼类秦岭细鳞鲑，国家二级保护鱼类多鳞白甲鱼。分布有陕西省级重点保护鱼类大鳞黑线鲷、大眼鳊、唇鲮、汉水扁尾薄鳅、乌鳢。

1）对秦岭细鳞鲑的影响

秦岭细鳞鲑和川陕哲罗鲑为冷水急流鱼类，川陕哲罗鲑历史记载分布在渭水河上游支流大箭沟等处，已 20 余年未见；秦岭细鳞鲑现状主要分布在上游支流红水河、猫儿沟等，距焦岩水利枢纽所在河段超过 70km，且有观音峡等 4 座水电站拦河坝相隔；2024 年 4 月在距离焦岩水利枢纽坝址距离约 62.6km 的支流平堵河及平堵河口下游干流调查到 3 尾。因平堵河口下游已建多座小水电，运行多年，平堵河口以下干流海拔低相对较低，已多年未见秦岭细鳞鲑，因此其主要生境不受焦岩水利枢纽建设的直接影响。

2）对多鳞白甲鱼的影响

多鳞白甲鱼会受到本工程建设的一定影响。2023 年前历次调查在渭水河中游干流采集到多鳞白甲鱼个体很少，仅 2023 年在库区小北村河段调查到 1 尾。2024 年 4 月~5 月在黑峡子坝下~焦岩库尾之间水电已开发河段设置调查断面补充调查，在马家沟库尾、狮坝坝下等河段及区间支流调查到多尾多鳞白甲鱼，在焦岩库区支流白栈河及其汇口段也调查到部分个体。可见虽受到水电开发造成的生境阻隔等不利影响，但多鳞白甲鱼依靠区间流水河段及支流，可完成其生活史，并保持一定的种群稳定。

整体来看，多鳞白甲鱼在渭水河流域主要分布在焦岩库尾以上，虽有水电开发影响，但焦岩库尾以上干支流捕获数量明显高于库尾以下。其中库尾以上中游山区石槽河、北溪河、砖溪河、桃园河支流，其资源量相对较多，产卵场等重要生境零星分布，不会

受到本工程建设的影响。水库回水淹没干流山区段河道长度 22km，淹没支流板凳河河道长度约 4.6km，会对库区干流及板凳河下游多鳞白甲鱼生境造成一定影响。白栈河及其汇口段接近库尾，受到的淹没影响相对较小。水库淹没有利于板凳河口原有的越冬功能，但会减弱板凳河下游段多鳞白甲鱼产卵和索饵功能。对板凳河中上游以及其他几条支流的多鳞白甲鱼生境无直接影响。

陕西省级重点保护鱼类中，汉水扁尾薄鳅分布在桃园河等山区支流，受本工程建设直接影响较小。大鳞黑线鲃、大眼鳊、唇鲮、乌鳢主要分布在下游平川段，焦岩水利枢纽运行后取水导致下游水量减少，进而造成下游水位、水深、流速等减小，会对上述鱼类的生境造成一定不利影响。

5.8.4 对鱼类重要生境的影响

工程建成后，大坝对焦岩水利枢纽坝下至入汉江口的水生生境形成新的阻隔，水库水体流速变缓，水位抬升、水深变大，水面增宽，库水滞留时间较长，沉降作用加强，水体中悬浮物和泥沙在库内沉积，溶解氧下降，表面水温有所增加。水库蓄水初期，由于库底残留有机物分解，土壤中氮、磷等有机物进入水体中，加之库区流速降低，水体交换次数少，使营养物质增加，生物过程加强，有利于浮游动植物生长繁殖，随着水库运行，下泄营养物质不断减少，对下游水生生境可能会造成不利影响。

水库运行时，下泄水水质有所改善，泥沙含量显著减少，2月~7月下泄水温下降，水温变化将对水生生物和鱼类的分布、生活产生不利影响。

5.8.4.1 对鱼类产卵场的影响

结合《焦岩水利枢纽对渭水河国家级水产种质资源保护区影响论证报告》及 2023 年河段鱼类早期资源调查成果，渭水河流域已无产漂流性卵鱼类的繁殖条件，主要产卵种类为粘性卵类群。

库区所在的中游山区段鱼类产卵适宜生境较多，零散分布，无大型集中鱼类产卵场。焦岩水利枢纽运行后，库区静水生境增加，流水生境减少。产沉性卵、粘性卵的鱼类产卵适宜生境由于库区水深过大也会消失。渭水河中游干支流无大型集中鱼类产卵场，产卵场在中游山区段干支流广泛零散分布，这些产卵场一般也为渭水河鱼类的天然索饵场。水库淹没区涉及的干流段及支流板凳河汇口段鱼类零散产卵功能会受到水库淹没的影响。

坝下有 2 处相对集中产卵场，分布在坝址下游五门堰库区（坝址下游约 6km）和湑水河入汉江口（坝下约 25km）水流平缓区域，水库蓄水及运行期间，坝下产卵场会因下泄流量减少及水温变化受到一定不利影响。

1) 对五门堰产卵场影响

根据径流调节计算和坝下水文情势预测计算，下泄流量相对天然流量在枯水期变化较小，各水平年在汛期 6 月下旬~8 月下降相对明显，造成下游断面流速、水深、水面宽变化幅度较大。鱼类主要繁殖季节 4 月~6 月，五门堰上游不同典型年各旬下泄流量与天然情况下对比见表 5.8.4-1。

表 5.8.4-1 不同典型年 4 月~6 月五门堰上游流量与天然情况对比

月 旬		4			5			6		
		上	中	下	上	中	下	上	中	下
天然流量 (m³/s)	丰	10.14	14.46	12.96	26.95	6.42	7.89	8.84	8.06	72.55
	平	6.16	7.09	15.56	8.97	2.99	44.90	58.51	28.61	59.32
	枯	6.84	8.43	13.37	13.78	2.21	1.24	4.60	2.19	1.95
下泄流量 (m³/s)	丰	10.10	14.30	12.80	9.91	10.32	10.28	10.21	10.07	10.05
	平	6.03	6.81	15.28	9.99	11.56	11.22	10.94	10.53	24.53
	枯	6.73	8.17	13.12	10.03	11.79	8.82	11.21	7.17	6.49
变化率 (%)	丰	-0.40	-1.08	-1.21	-63.21	60.77	30.26	15.54	25.04	-86.14
	平	-2.15	-3.92	-1.79	11.38	286.05	-75.00	-81.31	-63.18	-58.65
	枯	-1.57	-2.99	-1.89	-27.21	434.33	611.79	143.53	227.46	232.49

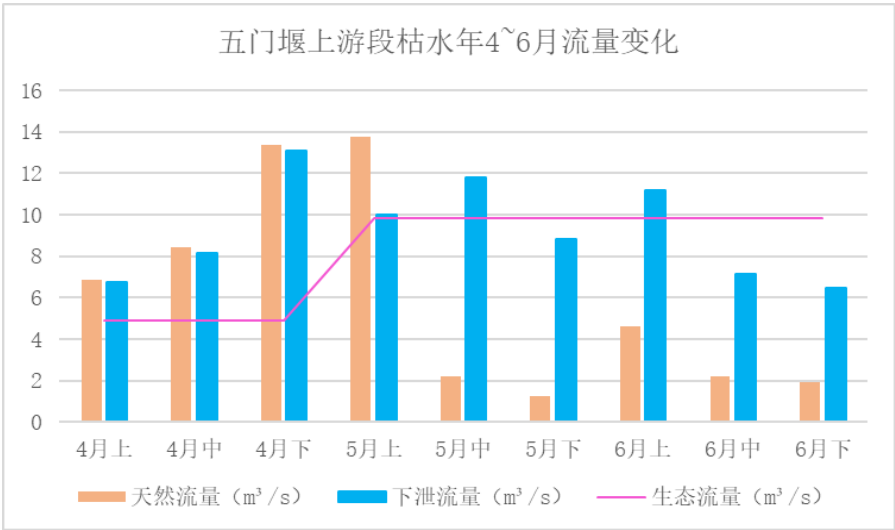


图 5.8.4-1 枯水年五门堰上游 4~6 月逐旬流量变化情况

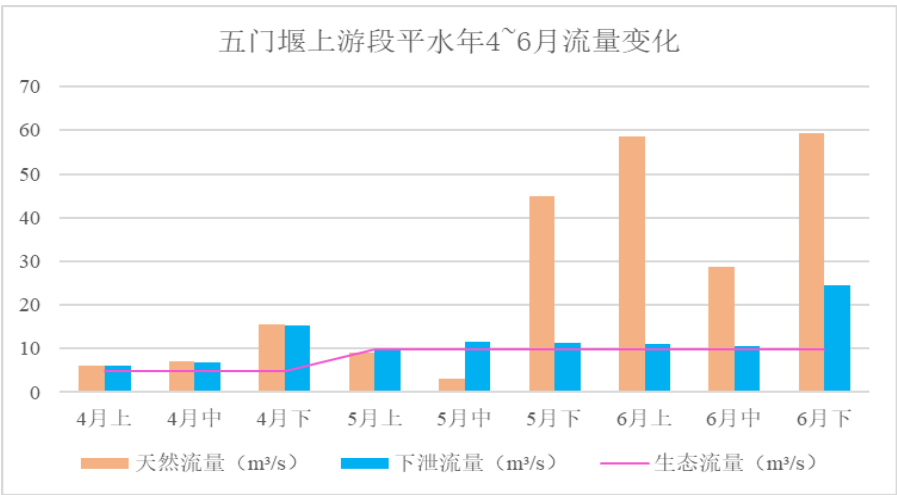


图 5.8.4-2 平水年五门堰上游 4~6 月逐旬流量变化情况

由上表可见，丰水年拦蓄洪水，5月上旬、6月下旬五门堰上游流量较天然情况有明显减少，其他月份未减少。平水年5月下旬、6月下泄流量较天然情况有明显减少；枯水年5月上旬下泄流量减少，其他旬流量均明显增大，对枯水年下游生境有一定改善作用。

不同典型年各旬下泄流量与提出的生态流量（10月~翌年4月4.91m³/s，5月~10月9.81m³/s）相比，现状年多个旬无法满足生态流量要求，显示流域丰枯分布不均，且夏灌期灌溉用水对生态流量挤占严重。工程运行后，除平水年5月上旬、枯水年5月下旬和6月中下旬因天然来水量过小，经调蓄后明显加大了下泄流量，但仍达不到9.81m³/s外，其余各旬均远大于要求的生态流量，可满足下游重要生境基本需求。

根据调查，渭水河流域已无产漂流性卵鱼类的繁殖条件，以产粘沉性卵鱼类为主，基本不存在洪水减少对漂流性鱼卵的不利影响。根据前表及5.3节坝下水文情势预测计算，丰水年和平水年部分时期下泄流量下降较为明显，但坝下各典型断面仍保持一定的流速、水深和水面宽度，可维持基本的鱼类繁殖需求。枯水年典型断面除5月上旬外，流速均增加，对枯水年下游鱼类生境有利。

2) 对入汉口产卵场的影响

表 5.8.4-2 不同典型年 4 月~6 月渭水河入汉江口流量与天然情况对比

月		4			5			6		
旬		上	中	下	上	中	下	上	中	下
天然流量 (m³/s)	丰	10.08	14.43	12.93	26.94	5.57	6.73	7.95	7.46	71.93
	平	6.12	7.07	15.54	8.96	2.28	43.94	57.79	28.15	58.84

	枯	6.80	8.41	13.35	13.76	1.91	1.05	3.69	1.78	1.55
下泄流量 (m ³ /s)	丰	8.98	13.15	11.65	9.91	10.32	10.28	10.21	10.07	10.05
	平	5.93	6.73	15.21	9.94	10.37	10.33	10.24	10.09	24.07
	枯	6.59	8.03	12.98	9.93	10.29	7.51	10.09	6.49	5.83
变化率 (%)	丰	-10.96	-8.89	-9.92	-63.20	85.49	85.49	28.47	35.00	-86.02
	平	-3.18	-4.74	-2.16	10.95	354.18	-76.50	-82.27	-64.14	-59.10
	枯	-3.08	-4.51	-2.84	-27.84	438.84	614.56	173.18	264.98	276.79

由上表可见，丰水年5月上旬、6月下旬渭水河入汉江口段流量较天然情况有明显减少，其他月份未减少。平水年5月下旬、6月下泄流量较天然情况有明显减少；枯水年4月流量略有减少，5月上旬下泄流量减少较明显，其他旬流量均增大，对枯水年下游生境有一定改善作用。

不同典型年各旬下泄流量与提出的生态流量（10月~翌年4月4.91m³/s，5月~10月9.81m³/s）相比，除平水年5月上旬、枯水年5月下旬和6月中下旬因天然来水量过小，经调蓄后明显加大了下泄流量，但仍达不到9.81m³/s外，其余各旬均远大于要求的生态流量，可满足下游重要生境基本需求。

根据调查，渭水河流域已无产漂流性卵鱼类的繁殖条件，以产粘沉性卵鱼类为主，基本不存在洪水减少对漂流性鱼卵的不利影响。根据前表及5.3节坝下水文情势预测计算，丰水年和平水年部分时期下泄流量下降较为明显，但坝下各典型断面仍保持一定的流速、水深和水面宽度，可维持基本的鱼类繁殖需求。枯水年典型断面除5月上旬外，流速均增加，对枯水年下游鱼类生境有利。

焦岩水利枢纽坝下至渭水河入汉江口分布的这2处相对集中产卵场，当水库蓄水及运行期间，坝下产卵场会因水文情势及水温变化受到一定影响。丰水年及平水年，鱼类繁殖季节部分旬水量减少较明显，对鱼类繁殖有一定不利影响。枯水年通过调蓄，各旬水量基本增加，极大改善了生态流量保证率低的现状，对坝下鱼类繁殖有利。

焦岩水库在拦沙期、正常运行期属于稳定分层型水库，夏季时下泄水温低于上游来水水温，秋冬季时略高于上游来水水温；根据本环评水温影响预测，平、丰、枯水年3-6月下泄水温与天然相比下降明显，对鱼类繁殖有一定影响；在采取分层取水措施后，平、丰、枯水年3-6月下泄水温与天然水温相比的最大降幅缩小为1.2℃(平)、1.3℃(丰)、1.4℃(枯)，影响可得到一定减缓。

5.8.4.2 对鱼类索饵场的影响

渭水河河段鱼类由于摄食习性及各个河段环境不同，索饵场也各有差异；鱼类索饵场大都分布在河道曲流、水流冲刷、沉积自然形成的静水、缓水区域，一般靠近主流侧为卵石漫滩，对侧为岩岸，在各个支流入口处，水面宽阔，水流较缓，饵料资源丰富，是鱼类天然的索饵场。

焦岩水库大坝建成后，水库水量增加，水流平缓，饵料资源增加。焦岩水库坝下河段由于水资源量的减少，饵料资源受到一定的影响，在保障生态流量、枯水年加大下泄流量的情况下，但仍能满足鱼类索饵的需要。

5.8.4.3 对鱼类越冬场影响

鱼类的越冬场大都分布在干流河谷、深潭处或岸边深水处，这些区域隐蔽条件好，食物充足，水资源量大，水温较高，是鱼类天然的越冬场。水库建成后，库区水流变缓，透明度升高，营养物质滞留，水体营养负荷增加，浮游生物会增加。水库蓄水，库区水面积增加，深水区、缓水区及深潭在库区遍布，鱼类越冬场面积将呈上升趋势。库区直接淹没鱼类越冬场 2 处，为白栈河汇口和板凳河汇口处越冬场，工程建成后，该处变为库区深水区，有利于鱼类越冬。

焦岩大坝以下河段，调查发现 1 处鱼类越冬场，为五门堰库区。根据水文情势预测，冬季水量变化不大，其中枯水年 1 月下泄流量加大，因此工程运行对鱼类越冬场影响不大。

5.8.4.4 鱼类洄游的影响

渭水河流域无长距离洄游鱼类，分布的鱼类多具有短距离的繁殖、索饵、越冬等区域性洄游习性，焦岩水库大坝建成后，将导致渭水河干流形成新的人为阻隔，阻断鱼类的洄游通道，造成大坝下游河段鱼类无法洄游至上游产卵繁殖；大坝上游河段鱼类则无法通过大坝进入下游河段，基因交流受到阻碍；导致流域鱼类的种群结构改变。

5.8.5 对珍稀保护水生两栖类的影响

渭水河分布有珍稀水生两栖类动物大鲵和山溪鲵。水库淹没会使一部分流水生境变为缓流库区，压缩大鲵和山溪鲵的生境。但这两种物种在渭水河主要分布在上游河段和上游支流，大鲵主要分布在海拔至少 700m 以上的山区溪流中，山溪鲵主要分布在海拔 1300-1750m 的高山溪流中。本工程位于中游段，人类活动频繁，近年来无山溪鲵发现记录。2024 年 4 月在上游的马家沟水电站库尾调查到 1 尾大鲵，距离焦岩水库影响区较远，且有 3 座水电站大坝相隔。焦岩库区及坝下靠近渭水河下游段，多年未见大鲵分布。工程建设对大鲵和山溪鲵的影响有限。

5.9 环境敏感区影响预测与评价

5.9.1 对渭水河国家级水产种质资源保护区的影响

《陕西省汉中市渭水河焦岩水利枢纽工程对渭水河国家级水产种质资源保护区影响专题报告》已通过农业部审查，工程对水产种质资源保护区影响总结如下。

(1) 对水产种质资源保护区结构和功能影响

1) 河道阻隔对鱼类区系影响分析

焦岩水利枢纽工程建成后将完全阻断渭水河干流。但根据生态环境现状，汉江及渭水河干支流已有多级大坝建成，现状河流已经没有诸如四大家鱼等生殖洄游性鱼类的洄游条件。此外，资源调查表明，渭水河中也没有从平原段向山区段短距离生殖洄游的鱼类。因此，焦岩枢纽工程建设虽然会阻断河流，但不会影响现存鱼类的繁殖。

(2) 水文情势改变对保护区结构功能影响

焦岩枢纽工程运行蓄水后将对保护区上下游水文条件造成显著影响。其中：大坝上游因蓄水会造成最大 22.8km 河道由湍急河流变为缓水水库。上游水文条件改变虽然会使部分喜流水生活的鱼类栖息地丧失，但也会扩大保护区的水面面积，为上游鱼类越冬提供充足的空间。且资源调查显示，该河段分布的主要鱼类是拉氏鲮、麦穗鱼、黑鳍鲷、宽鳍鱲、棒花鱼、蛇鮈等种类，而这些鱼类不是保护区保护物种，且在上游支流普遍存在。上游库区水文条件改变后有利于这些小型鱼类繁殖和生长，可能导致小型鱼类生物

量增加，为大眼鲈、乌鳢、鲇等保护对象提供充足饵料，有利于这些保护对象的生存。因此，工程造成的上游水文条件改变对保护区结构和功能有有利影响。工程建成蓄水后会使大坝下游河段水面宽度平均缩减约 12%，使得下游鱼类的三场空间可能相应缩小。但本报告实地勘察发现，下游平原段三场数量较多，面积大，单个面积约 0.1-0.5 k m²，加之大部分三场位于三处堰坝上游，因堰坝的拦水功能，这些地方的实际水面基本不会减小。加之渭水河下游和汉江相通，可有效缓冲下游水文条件改变对保护区功能的影响。综合以上分析，本报告认为焦岩枢纽工程对保护区结构和功能的影响，在保护区可接受和缓冲的范围内。

（2）对珍稀濒危物种的影响

历史资料、走访、以及水生生物调查表明，渭水河国家级水产种质资源保护区现有国家二级保护动物有大鲵、山溪鲵、多鳞白甲鱼、水獭，水獭已多年未见，大鲵主要分布在海拔至少 700m 以上的山区溪流中，山溪鲵主要分布在海拔 1300-1750m 的高山溪流中，多鳞白甲鱼主要生活在海拔 270-1500m，虽然可以分布在低海拔地区，但要求水质清澈、水流量较小的溪流中。水生生物资源调查未采集到的山溪鲵样本，大鲵仅在双溪镇以上河段可见，多鳞白甲鱼在各支流（包括最下游的板凳河）数量较多，在干流未见到。通过对焦岩枢纽工程产生的影响因素及影响范围分析可知，工程不会对海拔 700m 以上区域造成影响。因此工程对山溪鲵和大鲵等珍稀濒危物种没有影响。但对多鳞白甲鱼有一定的影响，工程和保护区关系叠加图显示，焦岩枢纽工程蓄水后将淹没板凳河下游约 3km 河段，但本报告调查显示，多鳞白甲鱼在板凳河、桃园河、北溪河、砖溪河、石槽河等支流广泛分布，且资源量较大。因此，焦岩枢纽工程运行虽然会淹没板凳河下游多鳞白甲鱼分布区，但对多鳞白甲鱼造成影响并不大。

（3）对保护区主要保护对象的影响

保护区主要保护对象是大眼鲈、黄颡鱼、多鳞白甲鱼、鲤、鲇，其他保护物种包括大鲵、山溪鲵、水獭、鲫鱼、黄鳝等。保护对象中除水獭、大鲵、山溪鲵、多鳞白甲鱼等主要分布在上游山区段的珍稀、濒危物种外。其余诸如大眼鲈、黄颡鱼、鲤、鲇、鲫鱼、黄鳝均为常见经济鱼类，主要分布在下游平原段。而本报告焦岩枢纽工程影响分析

表明，工程建成运行后将显著改变大坝下游保护区约 22km 河道的水文、水文条件，导致下游河段水面宽度平均减少约 12%。而春季是大眼鳊、黄颡鱼、鲤、鲇、鲫鱼、黄鳝的繁殖期和稚幼鱼发育期，水面宽度的减少将使得这些鱼类的生存空间，特别是产卵场被压缩；春季温度降低将使得这些鱼类的繁殖期延后，鱼苗的生长期缩短；洪峰产生的涨水过程消失，对鱼类的发情产卵也非常不利。综合以上分析，焦岩枢纽工程运行将对主要保护对象大眼鳊、黄颡鱼、鲤、鲇等经济鱼类产生影响。

(4) 对产卵场影响分析

根据调查和保护区近年来的资料记录，焦岩枢纽工程大坝所在地不是保护区主要产卵场，工程建设本身不会破坏保护区产卵场。工程建设所在河段为砂石河床，水流较为平缓，并在工程下游约 1.4km 处有一处拦水坝。因此工程建设初期围堰工程和后期围堰拆除工程产生的短期泥沙扩散距离很短，基本会被全部拦截在下游拦水坝前，不会对下游产卵场造成影响。但水文条件改变对下游产卵场影响较大，枢纽建成蓄水后，下游河道水面宽度平均会缩小约 12%，则下有产卵场面积会明显缩小，由此对鱼类等水生生物繁殖造成较大影响。

5.9.2 对陕西省秦岭生态环境保护范围影响

5.9.2.1 对保护范围内生态结构的影响

本工程涉及了秦岭生态保护区的重点保护区和一般保护区。根据《城固县林业局对〈焦岩水库建设是否涉及国家公园、自然保护区〉请示的回复》，本工程施工占地和淹没占地均涉及了陕西省秦岭生态环境保护范围，在保护范围内总占地面积 690.16hm²，占秦岭保护范围总面积（5.82 万 km²）的 0.01%。其中工程占用一般保护区 443.15 hm²，占用重点保护区 247.01 hm²，具体如下表所示。

表 5.9.2-1 秦岭生态保护范围内占地情况

占地类型	枢纽占地/公顷	淹没占地/公顷	占地面积/公顷	占用林地/公顷
一般保护区	67.3639	375.7864	443.1503	272.9809
重点保护区	9.4163	237.5926	247.0089	
总计	76.7802	613.379	690.1592	

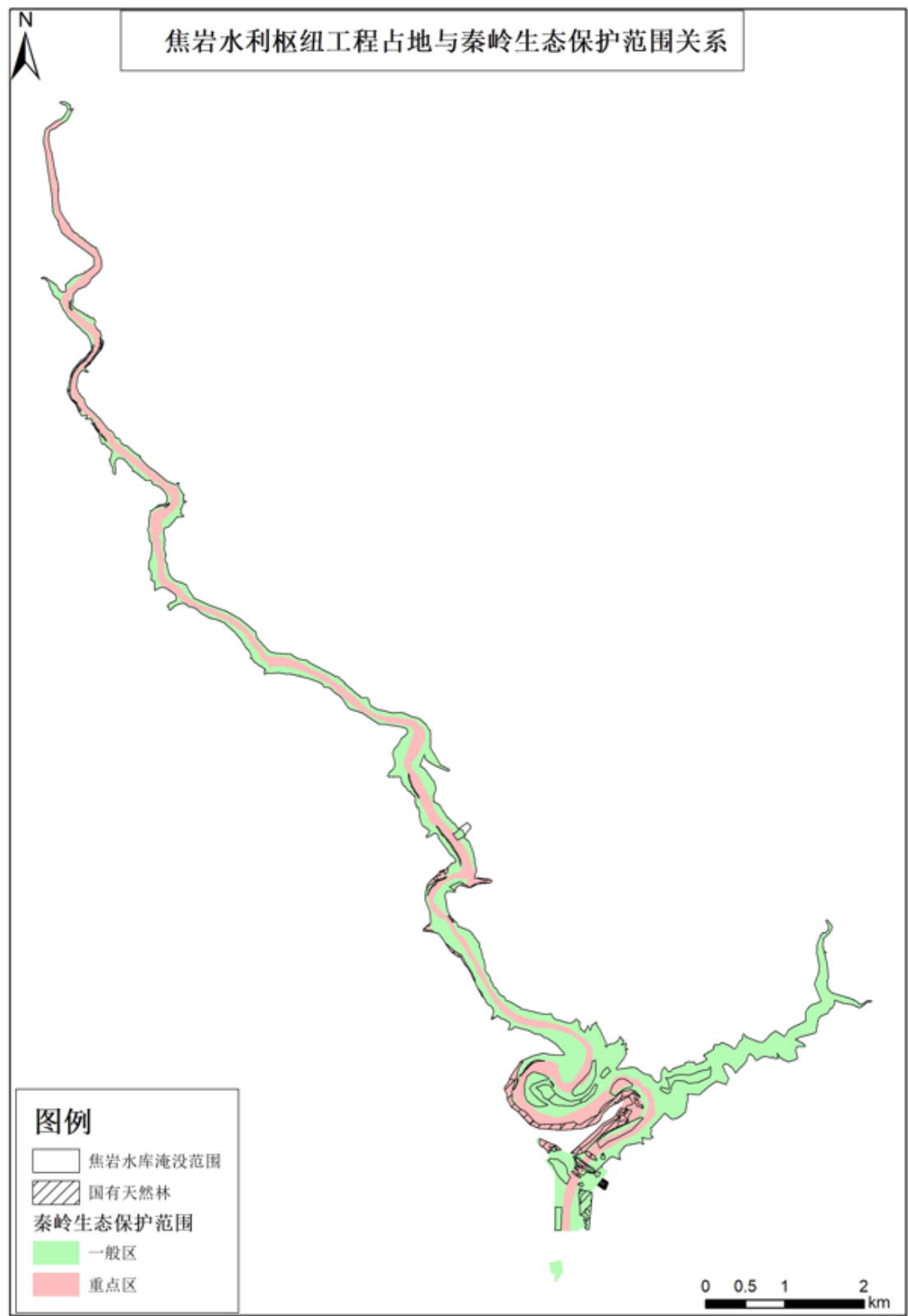


图 5.9.2-1 工程占地涉及秦岭生态环境保护范围情况

本工程占用了秦岭生态保护区主要为施工占用和淹没，其中施工占用 76.78 hm²，占保护区内总占地面积的 11.12%；淹没占用 613.38 hm²，占保护区内总占地面积的 88.88%。由此可见，本工程对保护区的影响多表现在淹没影响。

经核对，涉及重点保护范围的工程内容有：部分枢纽区（ 1.41hm^2 ）、右岸高线路（ 3.72hm^2 ）、施工变电站（ 0.02hm^2 ）、上游交通桥（ 0.25hm^2 ）、部分水库淹没区（ 237.59hm^2 ）、库区改建路（ 3.87hm^2 ），对重点保护范围主要为淹没影响。

秦岭生态保护区内以森林生态系统为主，是野生动植物重要的栖息地。项目实施将造成保护区内森林生态系统减少 272.9809hm^2 ，保护区内森林生态系统减少量占整个评价区森林生态系统总面积的 3.27%，损失比例相对较小，对保护区结构不会造成较大改变。

5.9.2.2 对保护范围生态功能的影响

秦岭生态环境保护范围总体以海拔 1500m 以上作为重点保护区，海拔 2000m 以上为核心保护区。本工程正常蓄水位 585m，远低于重点保护区总体范围，涉及重点保护区主要是因为渭水河国家级水产种质资源保护区属于秦岭重点保护区。

本工程实施主要为占地影响，其中以淹没影响较大。根据现场调查，工程淹没区距离公路较近，人为活动频繁，受人为干扰影响较大。植物种类较少，主要为人工林或次生林；栖息的野生动物也多为适应性较强，分布广泛的种类，占地区生物多样性较为简单。运行期水库蓄水，库区原有乔木、灌木和草本植物生境完全淹没，短期内造成植物数量显著下降，对陕西省秦岭生态环境保护范围生态环境造成一定影响，陆生动物生境缩小。由于本工程淹没范围不是很大，占秦岭生态保护范围的比例很小，且实际已处于秦岭南坡低山丘陵地带，坝址位于出山口，对秦岭生态保护区总体生态功能的影响不显著。

2023 年 10 月，汉中市秦巴生态保护委员会办公室出具《关于汉中市焦岩水利枢纽工程有关情况的说明》，提出本工程已纳入《陕西省渭水河流域综合规划》、《秦岭水资源保护利用专项规划》等，符合《陕西省秦岭生态环境保护条例》相关规定。

5.9.3 对汉中渭水河省级重要湿地的影响

5.9.3.1 水文情势变化对湿地的影响

（1）库区变化影响

工程蓄水后，库区水位大幅抬升，水面变宽，将淹没原有河滩湿地，转变为水库水

面。根据本报告 5.3 节分析，坝前断面各月最大水深相比天然情况有大幅增加，丰水年增加量为 54.96-68.09m，平水年增加量为 48.70-68.09m，枯水年增加量为 25.52-63.70m，水面宽度丰水年增加量为 279.75-327.38m，平水年增加量为 262.05-328.31m，枯水年增加量为 186.24-307.54m。库中断面各月最大水深相比天然情况有大幅增加，丰水年增加量为 21.43m-34.54m，平水年增加量为 15.19-34.57m，枯水年增加量为-0.08 至 30.15m，水面宽度丰水年增加量为 84.97-129.22m，平水年增加量为 57.63-129.82m，枯水年增加量为 0 至 118.60m。库尾断面各月最大水深相比天然情况变化较小，最大增加 0.11m，水面宽度最大增加 0.89m。

坝前水文情势变化较大，加之坝址区两岸山体较陡峭，该断面湿地将不可避免的受到损失。库中地形陡峭的河段，湿地也将受到损失，库中部分地形较平缓的区域和库尾区域，随着水库运行，将形成新的湿地。

（2）坝下变化影响

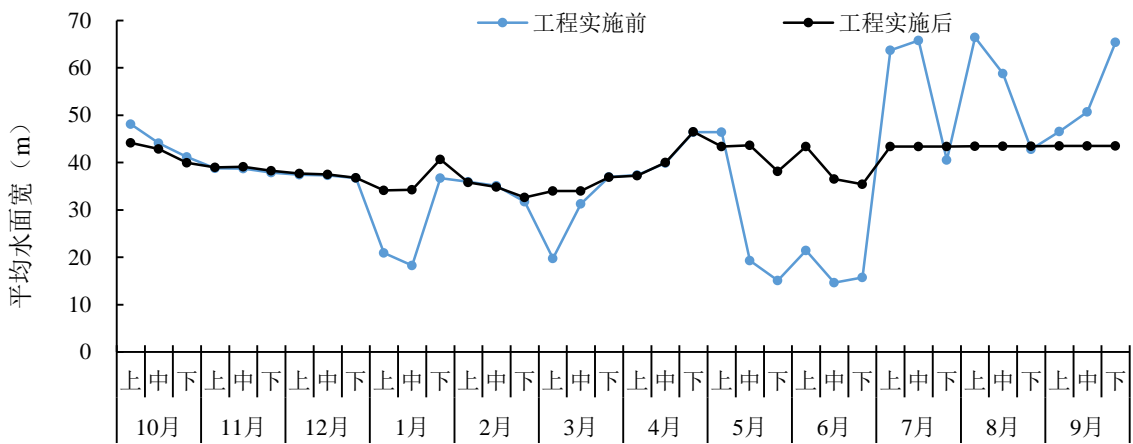
渭水河重要湿地所包含的河道较长，但受地形限制，出山口下游平原河段湿地面积相对较大，也是朱鹮等湿地鸟类在渭水河的主要分布区域。本工程运行后，年灌溉和供水量 2.4 亿，占来流量的 23.3%。受调蓄运行影响，年内水文过程也会发生一定变化。

根据本报告 5.3.3 节分析，位于坝下三个灌渠取水口下游的柳家寨典型断面，建库后最大水深丰水年在 10 月下旬、5 月上旬、6 月下旬降幅超过 10%，最大降幅 65.0%，5 月中旬-6 月中旬增幅超过 10%，最大增幅 43.4%，其他时段变化较小；平水年在 5 月下旬-7 月上旬、8 月下旬、9 月下旬降幅超过 10%，最大降幅 61.4%，1 月上中旬、3 月上旬、5 月中旬增幅超过 10%，最大增幅 65.2%，其他时段变化较小；枯水年在 10 月上旬、5 月上旬、7 月上中旬、8 月上中旬、9 月降幅超过 10%，最大降幅 61.8%，1 月、3 月上旬、5 月中旬-6 月下旬增幅超过 10%，最大增幅 156.0%，其他时段变化较小。

水面宽度来看，柳家寨典型断面丰水年在 5 月上旬、6 月下旬降幅超过 10%，最大降幅 36.9%，5 月中旬-6 月中旬增幅超过 10%，最大增幅 38.1%，其他时段变化较小；平水年在 5 月下旬-6 月下旬降幅超过 10%，最大降幅 34.0%，1 月上中旬、3 月上旬、5 月中旬增幅超过 10%，最大增幅 59.3%，其他时段变化较小；枯水年在 7 月上中旬、8 月上中旬、9 月中下旬降幅超过 10%，最大降幅 34.6%，1 月、3 月上旬、5 月中旬-6 月

下旬增幅超过 10%，最大增幅 152.9%，其他时段变化较小。

整体来看，坝下年均总水量减少，会对下游湿地产生一定不利影响。从年内水量分配来看，不同典型年各旬水文情势变化不尽相同，丰水年整体变化相对较小，平水年和枯水年变化较明显。其中枯水年通过调蓄，提高下游生态流量保证率，改善目前因灌溉取水导致的枯水年下游断面生态流量保证率不达标问题，尤其在 5~6 月湿地植物生长和鱼类繁殖季节，下泄流量加大，水深和水面宽度增加，对湿地生态系统有一定正向影响。



枯水年柳家寨断面水面宽度逐月变化

5.9.3.2 对湿地结构与功能及其生态完整性的影响

(1) 对评价区湿地结构的影响

汉中渭水河省级重要湿地从洋县华阳镇到洋县渭水镇沿渭水河至渭水河与汉江交汇处，沿渭水河长度约 87.6km，湿地类型主要是河流湿地、内陆滩涂、坑塘湿地、泛洪湿地等，湿地范围较大。本项目淹没长度 22km，占整个渭水河湿地长度约 25.11%。下游调蓄影响 25km，占整个渭水河湿地长度约 28.54%。根据三线一单核对结果，本次永久占地和水库淹没重要湿地面积为 11.02hm²，由原有自然湿地河流湿地、内陆滩涂和坑塘湿地转换为库塘湿地类型，形成水库水面。由于渭水河典型湿地主要分布在出山口以下河段，水库淹没区位于山区河段，受地形影响湿地总体分布面积不大，仅在白棧河口（三流水）、板凳河口等较宽阔处分布湿地面积稍多。项目施工期工程建设和运营期对湿地结构完整性造成的影响整体有限。

项目施工期服务设施建设，要对沿线的部分草本植物造成破坏或损伤，扰动周边野

生动物和渭水河水生动物的栖息环境与迁徙路线，并对地表产生一定程度的破坏，工程对个别边坡的稳定性和植被覆盖度也会有一定影响，但随着道路建设的结束和项目区恢复工程的实施，在很短时间内受损的植被即可得到恢复，随着动物对道路环境、恢复湿地工程的认识和熟悉，对动物栖息环境及迁徙路线的干扰也会自动消失。恢复后的也会相应改善项目区的湿地生境，浅水区、深水区等生境的变化，不同水生植物的种植，不仅增加生境多样性和植物多样性，还为鸟类提供良好的栖息和觅食环境。施工期建筑垃圾、施工废水与扬尘、机械噪声等对地面水、地下水、土壤、大气及声环境等会产生一定影响，但随着工程建设的结束这种影响会消失。

（2）对评价区湿地功能的影响

经叠图分析，水库淹没影响的主要是会增加水面面积，减少内陆滩涂湿地面积，水库建成后变成长期淹没，其它功能区其它部分基本不受影响，仍然维持其形态和功能。因水库所在的山区河段湿地面积相对下游较小，水库建成后，对湿地的水系规划、植被、功能、主要保护对象等均无明显不利影响，库尾水域面积扩大，湿地面积可能增大。工程下游是湿地的主要分布区域，工程运行后，年灌溉和供水量 2.4 亿，占来流量的 23.3%，会对下游湿地需水产生一定的影响。但本工程灌溉供水中，下游低灌区的灌溉用水仍从坝下下泄至下游河道，对湿地水量的影响有一定减缓作用，且水库主要发挥蓄丰补枯作用，枯水月湿地需水可得到一定改善。渭水河重要湿地长度较长，水库上下游河流可为湿地动物提供充足的栖息、觅食和繁衍空间。总体说来水库回水对湿地形态和功能无明显不利影响，另外，结合水库建设，利用新形成的水面资源，结合周边丰富的河流湿地和现有资源，将为评价区动植物资源提供更多的湿地生境。因此，工程对评价区湿地的结构和功能影响不大。

本项目工程永久占地和水库淹没占湿地总面积 11.02hm²。项目施工期工程建设和运营期对区域生态完整性造成的影响非常有限。项目施工期服务设施建设，要对沿线的部分草本植物造成破坏或损伤，扰动周边野生动物和渭水河水生动物的栖息环境与迁徙路线，并对地表产生一定程度的破坏，工程对个别边坡的稳定性和植被覆盖度也会有一定影响，但随着道路建设的结束和项目区恢复工程的实施，在很短时间内受损的植被即可得到恢复，随着动物对道路环境、恢复湿地工程的认识和熟悉，对动物栖息环境及迁徙

路线的干扰也会自动消失。恢复后的也会相应改善项目区的湿地生境，浅水区、深水区等生境的变化，不同水生植物的种植，不仅增加生境多样性和植物多样性，还为鸟类提供良好的栖息和觅食环境。施工期建筑垃圾、施工废水与扬尘、机械噪声等对地面水、地下水、土壤、大气及声环境等会产生一定影响，但随着工程建设的结束这种影响会消失。

项目运营后，通过岸坡修复、水生植物种植等措施，不仅恢复扰动区植物，而且增加水生植物种类和面积，使项目所在区内自然体系的平均生产能力不会减少，生态环境整体性受到的影响较小。随着人类活动的开展，通过加强制度建设和生态保护与污染减缓措施的实施，将人类活动的影响降到最低，评价区域生态的完整性。

5.9.3.3 湿地景观影响分析

评价区位于渭水河流域，本工程的实施，库区蓄水导致评价区内的河流湿地水位上升，淹没了内陆滩涂等类型的湿地变为永久性河流，永久性河流的景观斑块数迅速增加，引起景观异质性的降低，随着新的库区消落带形成，景观异质性在一定程度上有所增加。

评价区内河流湿地水位上升主要影响的是库区上游一段河流湿地，而对核心区影响较小，该区域主要保护鸟类的栖息地、繁殖地和鱼类产卵场，水位升降后，会使得实验区的水域面积增加，滩涂减少，湿地景观多样性降低。

因此，工程实施对湿地景观是两个方面的，一方面运行期水位抬高，湿地率提高，湿地景观异质性降低，增加了景观价值，观赏价值增加；但同时降低评价区内的景观异质性；但运营初期会造成一定程度的生物多样性降低，自然景观的价值降低，但随着时间推移会逐渐得到恢复。

5.9.3.4 对湿地植被及植物多样性影响分析

（1）施工期对湿地植被及生物多样性的影响分析

该区域湿地植物种类较多，均为广布种，以芦苇、香蒲为主构成了湿地的草甸层，以芦苇等为主构成了水生植物群落，地势平坦，岸带自然。项目所在区范围内植物多为广布种。由于该区域人类活动比较频繁，该区域分布的植物一般生态幅较宽，生态适应性较强，在本区各种群落中都比较稳定，不会因工程建设导致种群减少或消亡。

项目施工期间由于机械碾压、土方开挖和人为践踏，限制了一些较高的草本植物生长，使群落高度降低、结构简化，植物多样性降低。涉及水域范围内的挺水植物和沉水植物也会因施工受到一定程度的影响，从而减少了鸟类的食物资源，但项目工程建设尽量保持在原有生态环境的基础上对原有生境进行改造，且项目施工完成后对项目周边进行植被恢复，主要建设岸边乔灌木林、恢复底栖生物，尽量减少对渭水河湿地生态系统的破坏，同时施工期结束后，可以适当补植湿地植物，加强区域环境治理工作，使项目区生态环境维持良好状态。

由于植物不像动物其存在空间可以迁移和改变，而工程建设严格控制在规划范围内，对项目所在区其他区域植物不会造成伤害。

(2) 运营期对湿地植被和植物资源的影响

项目进入运营期，临时施工场地、施工便道等处的植被逐步恢复，一般不会新增占地，恢复了部分湿地生境，对植被的影响逐渐降低。水库淹没会增加水面面积，减少内陆滩涂湿地面积，水库建成后变成长期淹没，坝前和库中区域水位抬升较大，湿地面积会受到一定损失。库中断面各月最大水深相比天然情况有大幅增加，丰水年增加量为21.43m-34.54m，平水年增加量为15.19-34.57m，枯水年增加量为-0.08至30.15m。另一方面，随着库区水面面积增大，库尾及支沟等区域湿地面积将逐步增大。

工程下游是渭水河河漫滩湿地的主要分布区域，工程运行后，年灌溉和供水量2.4亿，占来流量的23.3%，会对下游湿地需水产生一定的影响。但本工程灌溉供水中，下游低灌区的灌溉用水仍从坝下下泄至下游河道，对湿地水量的影响有一定减缓作用，且水库主要发挥蓄丰补枯作用，枯水月湿地需水可得到一定改善。

5.9.3.5 对湿地动物多样性影响分析

(1) 施工期工程建设对野生动物的影响

对野生动物的影响，主要来自于施工机械噪声的影响以及施工过程带来的栖息生境的破坏。各种施工噪声将干扰动物原有的栖息环境，使动物无法在施工场址范围内觅食、筑巢和繁殖，会在短期内减少施工场址附近的动物数量，但预计动物都将产生规避反应，远离这一地区。人类活动以及道路两侧的灯光设施会对湿地以鸟类为主的野生动物造成惊吓、驱赶、随意喂食等不良影响。研究表明，除极少数在夜间活动的动物外，大多数

动物在晚上安静不动，不喜欢强光照射。长时间的强光干扰，会打乱动物昼夜生活的生物钟节律，使之不能入睡和休息。因此，多数动物选择栖息地时会避开灯光影响带，导致动物栖息地迁移或改变。桥梁、道路的建设和使用会破坏原有的动物栖息环境，如果不妥善处理，各种垃圾、废弃物以及其他污染物不仅会影响整个环境，而且会影响到湿地植物、湿地动物的生存，一些小型兽类和鸟类不再在此处营巢建窝，可能远离湿地，迁往渭水河其他区域。项目施工过程中，大量的人员、机械进入工地，人为开挖、机械操作、原材料堆放等均可能伤害到原有动物，特别是处于冬眠期的两栖类动物极易受到伤害。该项目施工工程量不大，项目的建设只是在小范围内暂时改变了部分动物的栖息环境，应该不会引起物种消失和生物多样性的减少。但施工中常用的石灰、工程油污等，如管理不善会造成土壤、水体污染，引起两栖类动物死亡。

（2）运营期对野生动物的影响

工程进入运营后，人类活动干扰对湿地动物的影响减小，主要是库区和坝下水文情势变化，会对湿地动物产生一定影响。库区水位抬升，水域面积扩大，其中板凳河口宽浅河道会演变为深水区域，对该区域原栖息的水鸟和两栖类产生一定不利影响，尤其对涉禽产生一定不利影响。库尾和支流等区域可形成新的区域，湿地动物在库区的分布会产生一定变化。坝址下游受工程调蓄影响，丰水期部分月份流量减少，洪泛区域减少，对湿地动物的活动空间造成一定压缩。一些对水体依赖性较强的爬行类、两栖类和鱼类的种群数量也会减少，特别是对大眼鳊、黄颡鱼、多鳞白甲鱼、鲤、鲇等保护对象造成一定影响。

焦岩水库建成后发挥蓄丰补枯作用，秋冬季节部分时段下游水量加大，生态流量保证率提高，有利于冬季在下游平原段湿地河道觅食的各类鸟类，也有利于下游鱼类越冬。

5.9.4 对陕西汉中朱鹮国家级自然保护区及生境的影响

本工程占地范围不直接涉及朱鹮国家级自然保护区，库区与保护区边界最近距离约6km。该保护区实验区的部分位于渭水河下游河段两岸，从焦岩水利枢纽坝址下游16.8km~24.4km，长度约7.6km。焦岩水利枢纽工程施工和水库淹没不对该保护区产生直接影响，运行期因水库调蓄作用，下游流量与天然情况相比产生一定变化，会对保护

区产生一定影响。

5.9.4.1 施工期对朱鹮保护区影响分析

根据朱鹮分布范围，工程施工区，不涉及朱鹮繁殖区、夜宿地等栖息地。根据现场调查并结合历史文献资料，评价区的朱鹮主要在坝下的湿地环境活动和觅食，施工占地区周边分布相对较少，偶见有少量个体迁飞经过，少做停留。因此，项目实施过程中，对该区域的朱鹮个体影响相对较小。库中区域沿岸少量的滩涂环境有朱鹮个体觅食活动，项目在实施过程中对该区域的朱鹮个体造成一定干扰。根据现场调查，该河段沿河有 X213 县道，车流量较大，该区域活动的朱鹮个体本身对来往车辆有一定的适应性，因此在施工期间来往行驶的施工车辆对该区域活动的朱鹮个体影响相对可控。

根据工程可行性研究报告，上游在施工过程中产生的污水全部回用或综合利用，禁止排向水体，因此产生的污染物对下游水质的影响有限。

5.9.4.2 运行期对朱鹮保护区及其生境影响分析

（1）水文情势变化影响分析

为保障河流生态需水要求，焦岩水库环评工作过程中，通过论证提出：生态流量泄放要求：枯水期 11 月~次年 4 月生态流量为多年平均流量的 15%（ $4.91\text{m}^3/\text{s}$ ）、丰水期 5~10 月生态流量为多年平均流量的 30%（ $9.81\text{m}^3/\text{s}$ ）。

根据设计运行工况，丰、平、枯水年各时段均可满足生态流量需求。总体来看，坝下河道流量在枯水期 11 月~次年 4 月河道流量变化不大（个别月份略有增加），基本保持天然水文节律；丰水期较天然状态流量有所减少。

丰水年的 5 月上旬~6 月中旬的下泄流量大于坝址处天然流量，变化量为天然流量的 14.74%~23.53%，11 月~12 月下旬、2 月上中旬、3 月下旬坝址处天然流量与下泄流量基本持平。其他月份坝址下泄流量较天然流量有所减少，最低值在 6 月下旬，变化量为天然流量的 77.88%。

平水年的 1 月、2 月下旬-3 月中旬、4 月上下旬、5 月下旬-6 月中旬、8 月上中旬的下泄流量大于坝址处天然流量，变化量为天然流量的 0.26%~78.55%，11 月中旬-12 月下旬、2 月上中旬、3 月下旬坝址处天然流量与下泄流量基本持平。其他月份坝址下泄流量较天然流量有所减少，最低值在 5 月上旬，变化量为天然流量的 67.29%。

枯水年的1月、2月下旬-3月中旬、5月上旬-6月中旬、7月下旬-8月上旬、9月上中旬的下泄流量大于坝址处天然流量，变化量为天然流量的0.61%-179.60%，11月中旬-12月下旬坝址处天然流量与下泄流量基本持平。其他月份坝址下泄流量较天然流量有所减少，最低值在10月中旬，变化量为天然流量的87.32%。

根据朱鹮生态习性产卵期2月~6月，产卵地在中低山丘陵区，觅食在水田和附近的浅水河流。通过水文情势分析，2~3月河道流量与天然状态变化不大，对朱鹮觅食影响较小；4~6月，流量有一定程度减少，河道流量满足生态需水要求，可维持水生生物物种多样性和生物量，可满足朱鹮觅食需求，对其繁殖影响较小。

7月~10月为朱鹮游荡期，活动范围广，出现在水田和附近的浅水河流觅食。根据水文情势计算分析结果，旬均减水50%的时段小于20%，且该时段处于丰水期来流量较大，河道流量满足多年平均流量30%的生态需水量要求，可满足朱鹮游荡、觅食等需求。

11月~次年1月为朱鹮越冬期，根据水文情势计算分析结果，该时段坝下流量较天然流量变化幅度基本在20%范围内，且个别月份流量较天然状态增加，因此工程运行后水文情势变化对朱鹮及其生境影响较小。

（2）水温变化影响分析

导叶智控分层阀方案取水时，也有效改善了下游的低温水现象。在渭惠渠断面处的最大降幅缩减到1.3-1.4℃，在五门堰、杨填堰处降幅为1.3-1.4℃、1.2-1.3℃，在河口段减小至0.5~1.0℃。水库通过采取导叶智控分层阀方案后，低温水明显减缓。

通过水温专题及水生生态专题论证分析，低温水对鱼类等水生生物影响较小，可满足期产卵繁殖等需求。朱鹮在渭水河下游河滩地主要进行游荡、觅食，因此，对朱鹮及其生境影响较小。

（3）水环境变化影响

根据焦岩水库枯水年（P=90%）的水质模拟计算结果，在水库上游来水水质COD及氨氮均达到Ⅱ类水质标准，满足水功能区水质要求的前提下，焦岩水库在蓄水后枯水年最枯月运行期库区坝前水体水质总体良好，典型年库内各区域模拟指标均可满足《地表水环境质量标准》Ⅱ类水标准要求。

通过预测焦岩水库建成后满足Ⅱ类水标准要求，通过水库泄放，坝下河道水质良好，

不会对朱鹮及其生境产生影响。

(4) 农田灌溉影响分析

焦岩水利枢纽工程灌溉范围范围为西至汉台城区、石门灌区南干三支渠以南、文川河以东，东至洋县县城、党河水库西干渠以北，南至汉江，北至自流能够灌溉的所有区域，包括石门灌区、渭水河原有灌区及新增灌区。其中渭水河原有灌区和石门灌区为补水灌区，渭惠东干渠以北、跃进渠以南为新增灌区。

1) 新增灌区土地利用现状

渭惠东干渠以北、跃进渠以南地带现状无灌溉水源，该区大部分耕地为旱地，以种植玉米、小麦及其他旱作物为主。由于现状水利设施极为简陋，原有百余口水塘多因为淤积而报废，灌溉供水水源无保障，粮食产量低。为响应国家保障粮食安全，推进汉中市高标准农田建设，拟新增建设 4.5 万亩高标准农田，提升汉中市的粮食保障能力。根据土地利用数据核对，新增灌区土地利用现状为旱地和果园为主，其中旱地面积约 1.87 万亩，果园 1.17 万亩，其次有部分林地、住宅用地、养殖坑塘等。

2) 新增灌区与保护区位置关系

新增灌区位于城固县和洋县汉江北岸，涉及汉中朱鹮国家级自然保护区部分实验区边缘地带，朱鹮保护区内新增灌溉面积 1.02 万亩，多年平均灌溉供水量 261 万 m^3 。该自然保护区内本身分布大量水田和村庄，根据保护对象朱鹮的生活习性，每年游荡期主要需在水田中觅食。下游已有的渭水河低灌区和石门灌区，也有部分区域位于该保护区实验区内。

3) 灌溉供水对朱鹮的影响分析

水稻田为朱鹮主要觅食和游荡区。相关专业机构研究表明，水田是朱鹮选择筑巢地点的主要因素。在过去的 20 年里，冬季淹水稻田不断减少，传统水稻种植的衰落可能会继续对中国朱鹮种群的长期生存和恢复构成威胁。焦岩水利枢纽建成后，多年平均灌溉水量 15298 万 m^3 ，灌溉面积总计 41.41 万亩，其中焦岩灌区灌溉面积为 24.08 万亩（包含渭水河现有灌区灌溉面积 19.58 万亩，新增灌区 4.5 万亩），可改善石门灌区灌溉面积为 17.33 万亩，灌区灌溉保障率提高到 75%。因此，工程运行后，虽然部分时段减少了坝下河道水量，但另一方面增加了水田面积，并提高了已有水田的灌溉保证率，可一

定程度增加朱鹮的觅食和游荡区，有一定正向影响。

5.9.4.3 对朱鹮活动的影响

根据朱鹮生态习性，每年的 2~6 月，朱鹮处于繁殖期，主要在核心区一带的中低山丘陵区活动，湑水河下游实验区河段水量在 1 月增大，4 月以后减少，不会影响保护区内朱鹮的活动；7~10 月为朱鹮的秋季游荡集群期，主要活动与汉江两岸的平原和丘陵地带，觅食地包括河流滩涂和水库池塘边缘的草地，该时段下游实验区河段水量、水面宽度有所减少，会对该时期朱鹮在河道内湿地觅食产生一定影响，但该时段为灌溉期，水田面积较工程建设前增加，对朱鹮觅食和游荡提供新的场所，综合来看影响不显著；11 月-翌年 1 月，朱鹮处于越冬期，活动区大部分与游荡集群期重叠，觅食地包括冬水田和浅水河流，该时段因水库调节作用，下游保护区河道水量增加，水面宽度扩大，对朱鹮越冬有利。

（1）对朱鹮繁殖期的影响

每年的 2 月~6 月，朱鹮处于繁殖期，近年来随着朱鹮种群数量扩大，巢区也逐渐从秦岭中山区向低山丘陵区扩展，至今已扩展到汉江河谷平坝区和巴山低山丘陵区。根据 2019 年保护区管理局调查，朱鹮巢穴主要分布在陕西省汉中市洋县 (66.8%)和城固县 (29.0%)，少量分布在西乡县、勉县、汉台区、南郑县和留坝县，其中城固县巢穴主要位于原公和桔园镇，位于湑水河下游两岸。

焦岩水利枢纽施工期扰动区域主要在坝址区，距离湑水河下游较远，施工活动对朱鹮繁殖干扰很小。运行期坝下径流过程发生变化，但由于朱鹮营巢在高大树木上，不会对朱鹮繁殖造成直接影响。

（2）对朱鹮游荡越冬影响

每年集群游荡期（7 月~10 月）和越冬期（11 月-翌年 1 月），朱鹮活动区域主要在平原地带浅水河流和水田，大部分游荡区域在洋县境内，城固县内的湑水河下游流域发现的集群区域包括原公镇东爻村、原公镇宝山村、原公镇田什字村、贾山水库、博望镇何家桥村、五郎庙镇曹家沟村，均位于焦岩水利枢纽坝下的湑水河下游段两岸区域，包括该段湑水河河岸湿地及两岸水库、水田等。

根据前文水文情势变化预测,位于游荡区域的柳家寨典型断面最大水深丰水年在 10 月下旬降幅超过 10%, 平水年在 8 月下旬、9 月中下旬降幅超过 10%, 1 月上中旬增幅超过 10%, 枯水年在 10 月上旬、8 月上中旬、9 月降幅超过 10%, 1 月增幅超过 10%, 其他时段变化较小。水面宽度丰水年在游荡越冬期简化较小, 平水年 1 月上中旬增幅超过 10%, 枯水年在 7 月上中旬、8 月上中旬、9 月中下旬降幅超过 10%, 1 月增幅超过 10%, 其他月份变化较小。因焦岩水库具有年调节性能, 渭水河流域主汛期 7~9 月拦蓄洪水, 游荡区河道水深和水面宽度下降相对明显, 但下泄流量均大于年均流量的 30%, 可满足朱鹮游荡需要。枯水月下泄流量增大, 可显著改善目前冬灌期挤占河道生态流量的问题, 对朱鹮越冬有利。此外通过发挥工程灌溉效益, 增加水田面积, 对朱鹮觅食有利。

综合以上分析, 本工程运行后, 对朱鹮自然保护区实验区内的渭水河河道植被生长略有影响, 对游荡期渭水河道内朱鹮的觅食范围有一定减少, 但随着灌溉效益的发挥, 扩大下游水田范围, 对朱鹮的游荡和越冬有利。综合来看, 对朱鹮活动的影响不显著。

5.10 水土流失预测评价

水土流失预测评价采用《焦岩水利枢纽水土保持方案报告书》成果。

5.10.1 水土流失预测范围及时段划分

(1) 预测范围

焦岩水利枢纽工程水土流失预测范围为工程建设用地范围内由于工程建设活动而占压地表和造成地表被扰动的面积。包括主体工程区、工程永久办公生活区、弃渣场区、料场区、交通道路区、施工生产生活区和移民安置及专项设施复(改)建工程区, 预测范围面积合计 238.38hm²。

(2) 预测时段

根据《生产建设项目水土保持技术标准》(GB 50433-2018), 生产建设项目可能产生的土壤流失量应按施工期(施工准备期)、自然恢复期两个时段进行预测。

施工准备期和施工期各个预测单元的预测时段则根据主体工程施工进度安排和水

土流失季节，以最不利时段进行预测，超过雨季长度的按全年计算，未超过雨季长度按其占雨季时间的比例计算，非雨季则按占全年时间比例计算，本工程雨季取 4~10 月。由于各施工项目跨越雨季不同，故施工期的预测时段有所差异，不同分区预测时段按照施工实际扰动地表时间来确定。

工程施工结束后，因施工引起水土流失的各项因素逐渐消失，地表扰动基本停止，水土流失将明显减小，但由于植物措施防护效果的相对滞后性，在自然恢复期项目区仍会有一定量的水土流失，根据工程建设特点及本地区地形、土壤气候特征，确定本项目自然恢复期按 2 年计算。

表 5.9.1-1 水土流失预测单元及时段表

预测单元		施工期 (含施工准备期)		自然恢复期	
		预测范围 (hm ²)	预测时段 (a)	预测范围 (hm ²)	预测时段 (a)
枢纽工程区	主体工程区	43.34	4	16.80	2
	工程永久办公生活区	3.19	2	1.19	2
	弃渣场区	15.76	5		2
	料场区	7.47	5	6.03	2
	交通道路区	138.86	5	25.23	2
	施工生产生活区	14.47	2	5.67	2
	表土堆存场	2.18	5	2.18	2
移民安置及专项设施 复(改)建工程区	移民安置区	11.32	2	1.83	2
	专项设施复(改)建区	1.79	2	0.79	2
合计		238.38		59.71	

5.10.2 水土流失预测结果

(1) 扰动原地貌、破坏植被面积

本工程建设共扰动地表 238.38hm²，工程损毁植被面积共计 121.03hm²。

(2) 弃土弃渣量预测

本工程土方弃方总量 27.67 万 m³（自然方），考虑松方系数 1.2，最终土方弃渣量 32.79 万 m³（松方）。石方弃方总量 86.82 万 m³（自然方），考虑松方系数 1.4，最终石方明挖弃渣量 120.36 万 m³（松方）。总弃渣场 153.15 万 m³（松方），就近堆存至弃渣场。。

（3）水土流失量

经预测，本工程扰动地表工程区原地貌土壤流失量为 7382.57t，本工程施工可能造成的加速侵蚀总量为 35371.42t，新增土壤流失总量为 27988.85t，其中枢纽主体工程区、交通道路区、弃渣场区新增土壤流失量 5265.17t、4411.87t、4264.65t，占到新增土壤流失总量的 18.81%、15.76%、15.24%。

（4）可能造成水土流失危害

项目区降雨量大而集中，多高山、冲沟、坡积层，潜在着产生水土流失的自然条件。工程兴建主要在施工期通过破坏和扰动原地貌植被，以及土石方开挖引起的弃土弃渣量，如果不采取适当的措施，必然导致新增水土流失，给周边生态环境带来威胁。主要危害可能为：

①破坏植被，增加新的水土流失

工程施工区，原有地貌和植被遭受破坏，土地裸露，土地进一步砾质化，植被减少，通过土石方开挖，使原地貌边坡变陡，改变了原有边坡的稳定性，可能诱发重力侵蚀，导致新增水土流失。

②弃渣易流失，对下游带来的影响

工程施工过程中的土石方临时堆放，主要发生在河道、滩涂，弃渣过程中的松散土石方如不采取必要的防护，可能随河道洪水及坡面地表径流直接冲到下游，主要影响是淤积抬高河床，降低防洪标准。

5.11 地下水影响预测与评价

5.11.1 施工期对地下水的影响评价

工程库区及其上游河段地形封闭条件良好，水库周边无大的临谷分布，渭水河为地下水的最低排泄基准面，地下水运移方向单一；坝址区下游紧邻渭水河峡谷出口，右岸上游有深切的深北沟发育，为地下水运移排泄提供了良好的条件。两岸地表无地下水出露点。

本工程属地下水影响Ⅲ类建设项目，主要是对地下水位的影响。勘探结果显示近河两岸地下水位高程总体上与河水位一致，两岸坝肩部位地下水位略高于河水位。因此，

导流洞、输水洞等输水系统位于地下水位以下，洞室开挖可能引起局部地下水位下降。

地下建筑物施工对地下水影响范围不大，枢纽区无地下水环境敏感保护目标，因此枢纽区地下工程施工对地下水环境影响较小。

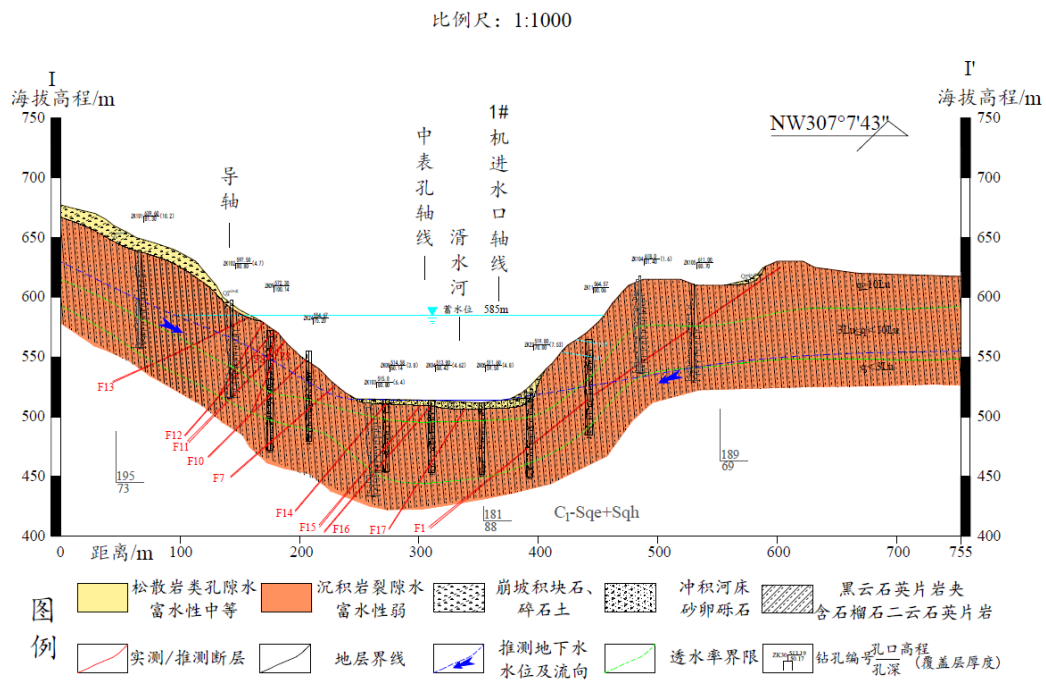
焦岩水库工程施工期污废水全部采取措施处理后回用，不外排，也不会对地下水水质产生影响。

总体来说，地下建筑物施工对枢纽区地下水影响范围不大，且枢纽区无地下水环境敏感保护目标分布，因此枢纽区地下工程施工对地下水环境的影响较小。

5.11.2 运行期对地下水的影响评价

水库区为高山峡谷，两岸山体雄厚，无低于正常蓄水位的垭口存在，两岸临谷距离较远，且谷底多高于正常蓄水位，地形封闭条件好。水库蓄水后，水域只占据峡谷的下部或现代河槽内，根据坝址区钻孔揭露，两岸地下水位高于河水位，水力坡降一般 8%~15%，正常蓄水位远低于现有勘察精度下查明的地下水分水岭高程。水库区未发现有大规模横穿水库的导水断层存在，因构造发育导致水库渗漏的可能性不大。

水库蓄水之后，左、右坝肩雍水高程在 585m 左右，比天然条件下的左岸地下水位高出 30m 左右，比天然条件下右岸地下水位也要高出 60m 左右。发生渗漏的水动力条件已经具备。两岸片岩岩层走向接近 NW，倾向 SW，倾角 75°~86°，与碾压混凝土重力坝走向 NW307.1°接近正交或大角度，水库蓄水之后，左、右坝肩处结构面在水动力条件下侵蚀，沿结构面发生渗漏，故坝址区存在因宽大顺河断层导致的渗漏问题。



5.8.1-1 坝址水文地质剖面图

坝基由现场调查和钻孔资料显示岩溶并不发育，但发育多条中陡倾向岸内的平移断层，倾向 SE，破碎带宽度一般 5cm~50cm 不等，顺河向延伸，并且发育五组构造裂隙，倾向 SW，以层面裂隙为主。断层切割顺层裂隙，顺层裂隙与此处河床走向基本一致，且中倾~陡倾，蓄水之后，巨大水力坡度作用下，断层破碎带空间及裂隙空间可能被侵蚀疏通，并且相互交接贯穿成通道，形成渗透路径。必须采取相应的工程措施进行防渗处理。根据《焦岩水利枢纽岩溶发育特征及渗漏分析评价专题》成果，渗漏主要集中在坝右单薄山脊几个剖面控制范围内，对其施加深 80m 左右的防渗帷幕，使库区内各个部位的渗漏量大幅度减小。

本工程属于生态影响类项目，项目运行期生产废水和生活污水均经处理后回用，不排放污染物，不会对地下水水质造成污染。

总体来说，工程运行对地下水影响范围不大，且枢纽区无地下水环境敏感保护目标，因此运行对地下水环境影响较小。

工程建成后，可大大减少灌溉对渭水河区域地下水的开采量，置换地下水开采，以恢复和养蓄地下水，改善水文地质环境，从而实现区域水资源合理配置、水资源可持续发展、改善生态环境。

5.11.3 对区域居民生产生活影响预测

现场调查表明，水库区蓄水范围内无具矿产分布，正常蓄水位以下亦无采矿活动。焦岩水库工程评价区居民生活饮用水、农业灌溉水主要取自两岸支沟地表水，无大范围地下水取用设施和对象，无重要价值泉眼以及特殊地下水资源保护区(矿泉水、温泉水)，工程建设不会对地下水取用和泉水产生影响。

5.12 施工期环境影响预测与评价

5.12.1 施工期废污水影响分析

工程施工期生产废水主要来源于砂石料加工系统、混凝土拌和系统、机械修配保养等，主要污染因子为 SS、石油类；生活污水排放集中在承包商营地和业主营地，主要污染指标为 BOD₅、COD_{cr}、粪大肠菌群等，施工期废污水产生量、主要污染物及浓度见前文 3.3.1 小节。

工程所在河段分布有渭水河水产种质资源保护区和陕西省重要湿地，且考虑到本工程处于汉江上游支流，为保障下游引汉济渭黄金峡水库及南水北调中线供水工程水质，本次环评要求生产废水、生活污水处理后全部回用或综合利用，禁止外排，正常情况下不会渭水河水质产生影响。废污水事故排放将作为环境风险事件，其影响分析详见下文第 6 章。

5.12.2 大气环境

本工程属非污染生态项目，焦岩水库工程对环境空气的影响仅限于施工期，运营期不产生大气污染物。根据工程特性，施工期对大气环境影响主要来自爆破、砂石料加工、施工车辆及交通运输扬尘。主要污染物为 TSP，其影响对象主要为工程沿线居民点和工程施工人员。由于主体工程施工区域处于山谷地形，受地形影响，容易使污染物滞留在大气中，而导致局部区域高浓度污染。因此，需注意山谷风转换时段，坝体开挖爆破粉尘废气对施工人员的影响。但车辆扬尘会在小范围内造成空气污染，所以施工期应采取相应措施予以减免。

(1) 爆破与土石方开挖对环境空气的影响

炸药爆破时会产生粉尘和 NO_2 等污染物，污染源主要集中在导流洞、基坑开挖等爆破施工和石料开采爆破施工部分。爆破属于瞬间源，其粉尘、废气的影响范围主要集中在爆破源附近。工程爆破扬尘会对周边环境和施工区域产生一定影响，主要对现场工程施工人员造成影响。

由于主体工程施工区域处于山谷地形，受地形影响，容易使污染物滞留在大气中，而导致局部区域高浓度污染。因此，需注意山谷风转换时段，坝体开挖爆破粉尘废气对施工人员的影响。

（2）砂石料加工、混凝土拌和系统

对于砂石料加工区，工程设计上采取了密闭车间、带式除尘等粉尘污染防治措施。根据施工组织布置，砂石料加工区远离管理站房、居民点等敏感目标，因此对周围敏感点无影响，在实施降尘措施后砂石料加工系统及其周边的空气质量满足大气环境质量标准。

混凝土拌和系统粉尘产生主要是在水泥开包过程中，因此水泥开封产生的粉尘量有限且非持续性。

（3）施工车辆尾气对环境空气的影响

施工区的燃油设备主要是施工机械和运输车辆，其排放的尾气在施工期间对施工作业点和交通道路附近的大气环境会造成一定程度的污染。运输车辆的废气是沿交通道路沿线排放，施工机械的废气基本上以点源形式排放。由于废气排放的不连续性和工程施工工期有限，排放的废气对区域的环境空气质量影响较小，不会引起局部大气环境质量的恶化。

（4）交通运输扬尘对环境空气的影响

临时道路为三级碎石路面，在道路局部积尘较多的地方，车辆行驶过程中较易产生线形连续扬尘，短时间内强度大，对道路沿线宽 60m、高 4m~5m 的范围内空气造成影响，TSP 含量将超出环境空气二级标准。根据施工设计，施工道路沿线 150m 内无居民点，在运输阶段采取降尘措施，严格封闭运输，对居民基本无影响。

场内施工道路车辆行驶过程中产生的扬尘在完全干燥的情况下，可按照以下经验公式计算：

$$Q=0.123 (V/5) \times (W/6.8) 0.85 \times (P/0.5) 0.75$$

式中：Q—汽车行驶的扬尘，kg/km·辆；

V—汽车速度，km/h；

W—汽车载重量，t；

P—道路表面粉尘量，kg/m²。

场内道路在正式投入运行后的主体工程施工期内，汽车行驶速度按 25km/h 计，汽车载重量按 32t 计，道路表面粉尘量按 0.4kg/m² 计，则车辆行驶时扬尘可达 1.94kg/km·辆。根据资料，对汽车行驶路面每日洒水 4 次~5 次，可使空气中粉尘量减少 70% 左右，能够起到很好的降尘效果。此外，限制车辆行驶速度也是减少汽车扬尘的有效手段。因此，工程在采取全线洒水降尘的措施后，道路扬尘的影响会大大降低。

(5) 施工场地扬尘

工程施工期开挖和土石运输等活动容易造成厂区地表土裸露，土壤颗粒间引力减小，在干燥起风日容易形成扬尘。风日扬尘造成的影响受气象因素和地表尘土量等综合因素影响，难以定量分析和预测。一般情况下晴日风速和地面尘土量均较大时，产生的扬尘较大，雨日则无扬尘。扬尘产生的区域主要集中在开挖面、砂、石料场、弃渣场、道路沿线和其他地表裸露区域。由于工程枢纽区周边 500m 范围内无固定居民点分布，因此预计施工作业区的扬尘危害对象主要是施工现场人员，对作业区外大气环境不会造成明显污染影响。在施工期应采取洒水降尘及其它劳动保护措施来缓解粉尘对施工人员的影响。

5.12.3 噪声

5.12.3.1 计算模型

本次评价根据各噪声源情况分固定声源和流动声源分别进行预测分析。

(1) 固定声源

采用《环境影响评价技术导则 声环境》(HJT2.4-2021)中推荐的无指向性点声源半自由声场几何发散衰减模式，计算公式如下：

$$L_A(r) = L_{WA} - 20\lg(r) - 8 \quad (\text{式5.12.3-1})$$

式中: $L_A(r)$ —距声源为 r 距离辐射面上的声压级, dB;

L_{WA} —声源的声压级, dB;

r —测点与声源的距离, m。

(2) 流动声源

采用《环境影响评价技术导则 声环境》(HJT2.4-2021)中推荐的道路交通运输噪声预测基本模型, 计算公式如下:

$$L_{eq}(h)_i = (\overline{L_{OE}})_i + 10 \lg \left(\frac{N_i}{V_i T} \right) + 10 \lg \left(\frac{7.5}{r} \right) + 10 \lg \left(\frac{\psi_1 + \psi_2}{\pi} \right) + \Delta L - 16 \quad (\text{式 } 5.12.3-2)$$

式中: $L_{eq}(h)_i$ —第 i 类车的小时等效声级, dB(A);

$(\overline{L_{OE}})_i$ —第 i 类车速度为 $V_i, km/h$; 水平距离为7.5m处的能量平均A声级, dB(A);

N_i —昼间, 夜间通过某个预测点的第 i 类车平均小时车流量, 辆/h;

r —从车道中心线到预测点的距离, m; 适用于 $r > 7.5m$ 预测点的噪声预测;

V_i —第 i 类车的平均车速, km/h;

T —计算等效声级的时间, 1h;

ψ_1 、 ψ_2 —预测点到有限长路段两端的张角, 弧度;

ΔL —由其他因素引起的修正量, dB(A)。

5.12.3.2 声环境敏感点噪声预测

(1) 固定声源

各安置点仅在昼间施工, 根据噪声源强数据, 计算万家营安置点、新街安置点和双溪村安置点施工边界噪声值, 结果详见表5.12.3-1。

表 5.12.3-1 各安置点厂界主要固定连续噪声源衰减预测表 单位: dB(A)

地点	噪声源强	时段	至厂界外不同距离噪声值 (m)								
			10	20	40	60	80	100	120	140	160
万家营、新街、双溪村安置点	110 (打桩机)	昼间	82	76	70	66	64	62	61	60	58
	推土机 (88)	昼间	60	54	48	44	42	40	38	37	36
	挖掘机 (86)	昼间	58	52	46	42	40	38	36	35	34

由表5.12.3-1可以看出，打桩阶段各安置点厂界外140m处噪声可以达到《声环境质量标准》（GB3096-2008）2类声环境功能区噪声限值要求，其余施工阶段均可满足声环境质量要求。根据各安置点周边声环境敏感目标统计情况（见前文表1.8.1-2），万家营安置点周边分布的万家营村16户居民、新街安置点周边分布的下街社区18户居民和双溪安置点周边22户双溪村居民打桩阶段昼间声环境存在不同程度超标，但因安置点打桩阶段施工时间很短，因此对各上述声环境敏感点影响较小。

5.12.3.2 流动声源预测结果

本工程去渣场道路途径侯家疙瘩村、罗何庙村和张湾（详见前文表 1.8.1-2），根据工程施工强度，施工高峰期昼间按车流量 50 辆/h、车速 20km/h，夜间按车流量 25 辆/h、车速 20km/h 计算，按最不利情况取最大噪声源强，通过对以上道路区流动声源的噪声贡献值、噪声背景值进行叠加，经计算，去渣场道路区场界外 200m 范围内声环境保护目标噪声预测结果见表 5.12.3-2。

表 5.12.3-2 交通噪声对周边敏感目标的影响计算结果表 单位：dB(A)

噪声产生区域	敏感点	最近距离	户数/人数	背景值		最大预测值		最大超标量	
				昼	夜	昼	夜	昼（影响户数）	夜（影响户数）
去渣场道路	罗家庙村	北侧 165m	8 户	57	47	57.06	47.28	/	/
	侯家疙瘩村	南侧 25m	24 户	57	47	57.53	49.25	/	/
	张湾村	南侧 155m	8 户	57	47	57.08	47.38	/	/
《声环境质量标准》（GB3096-2008）2 类标准：昼间 60 dB（A）、夜间 50dB（A）									

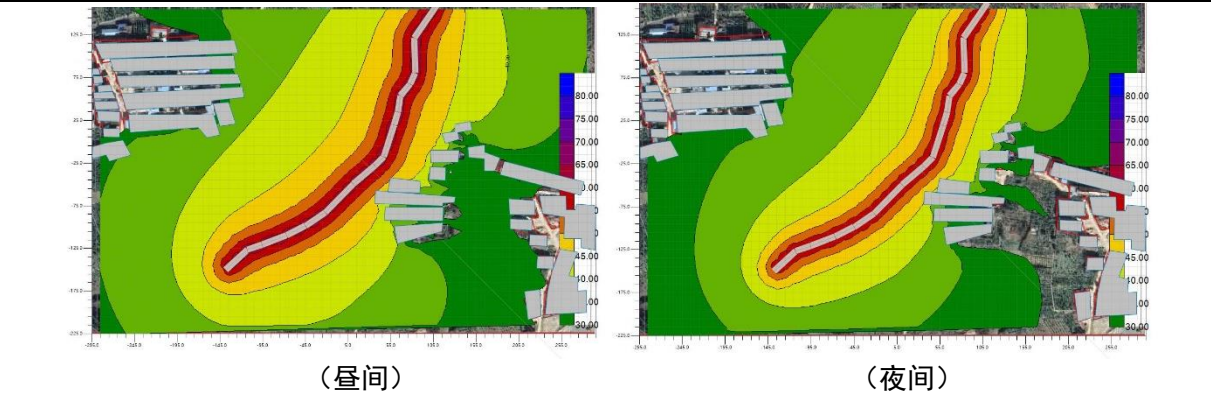


图 5.12.3-1 去渣场道路段周边噪声敏感点贡献值等声级线图（罗家庙村和侯家疙瘩村）

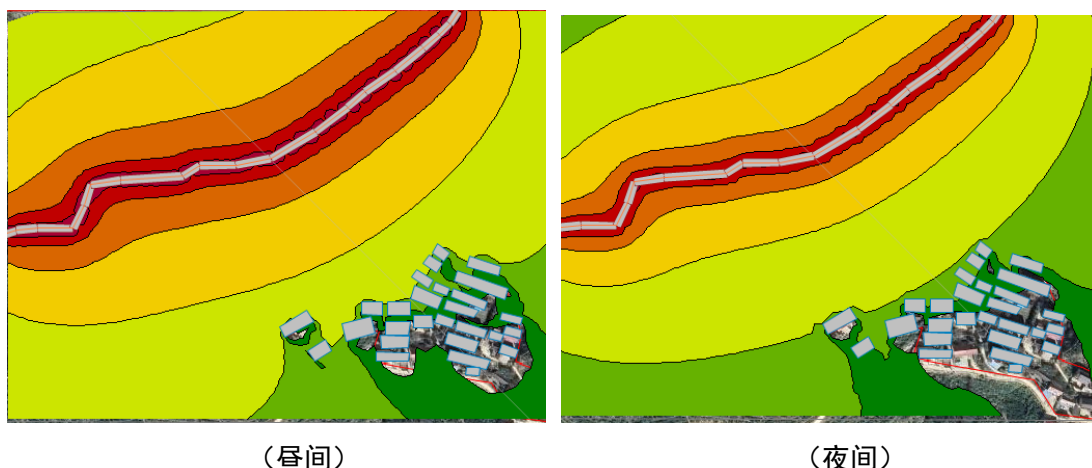


图 5.12.3-2 去渣场道路段周边噪声敏感点贡献值等声级线图（张湾村）

5.12.4 固体废物

（1）生活垃圾

本工程施工总工期 52 个月，施工高峰期现场施工人员将达到 2100 人，业主营地人数 82 人，施工人员日常生活垃圾将因产生量多成为影响较大的污染源之一。生活垃圾产生量按 $0.5\text{kg}/\text{人}\cdot\text{d}$ 计算，再考虑施工期服务人员等人数以 1.2 倍计，施工高峰期日产生生活垃圾将达到 1.31t 左右，施工期产生生活垃圾总量为 2042.35t。

生活垃圾是苍蝇、蚊虫孳生、致病细菌繁衍、鼠类肆虐的场所，是传染病的主要传播源，若不采取卫生清理及垃圾处理措施会污染周边环境、危害施工人群健康、影响施工区景观。此外，根据以往施工经验，若不加强对施工人员行为管理，在车辆行驶过程中随意抛弃各种垃圾，还将污染其它施工区域环境，破坏景观。

（2）建筑垃圾和辅助企业生产垃圾

建筑垃圾主要是弃渣、临时工程拆除和地面清理产生的砖瓦、混凝土块等。建筑垃圾来源主要是场平、道路铺设和其它施工现场。建筑垃圾除部分回收利用外，其它如不妥善处置，会对周围环境产生环境污染。施工辅助企业生产过程中产生一定数量的废弃物，如废旧油桶、包装袋、木材、蓄电池等。废弃物若露天堆放锈蚀、腐烂后造成物资损失，也会对周围土壤、水体等造成污染，应加强管理、及时回收利用。特别是蓄电池禁止露天堆放，避免其腐蚀后造成污染影响。

（3）危险废物

施工期机械修配厂、汽车保养站内进行车辆维修和保养产生的废油、含油废纸、废布、油桶，以及含油废水处理产生的浮油和含油污泥均为危险废物，废物类别为《国家危险废物名录》(2021版)中的HW08(废矿物油与含矿物油废物)，废物代码为900-210-08(油/水分离设施产生的废油、油泥及废水处理产生的浮渣和污泥)。危险废物不规范处理将会带来大气、水源、土壤等污染，随意排放、贮存的危废在雨水的长期渗透、扩散作用下，将污染水体和土壤，因此，需设置危废暂存间用铁桶进行贮存。

5.13 施工对土壤环境的影响分析与评价

施工期对土壤环境的影响主要表现在两方面，一是施工期工程开挖、剥离表土，引起表层土壤破坏和土地物质的移动、流失。本工程土料场、永久建筑物占地等剥离表土，直接导致这些区域表土丧失，而表土经过运输、机械翻动、堆存，土壤的结构、孔隙率等均发生变化。但根据水利水电工程经验，施工期产生的临时表土仍可用于绿化覆土，采取土地平整、沟槽改造及撒播草种等复垦措施后还可用于农业生产。二是施工期生产物料流失、生产生活污水处理设施渗漏、机械设备跑冒漏滴等导致 pH、COD、氨氮、总磷、石油类进入土壤表层，主要发生在施工生产生活区局部，通过场地硬化、加强施工物料的防流失和污水处理池防渗，以及机械设备的检修和正确使用，上述因施工生产导致的浅层地表土壤污染可以得到减免。

5.14 工程移民安置影响

5.14.1 移民现有生产方式

焦岩水利枢纽工程建设征地征收的主要生产资料为耕地、园地和林地。建设征地移民现有生产方式主要为农业。根据“城固县 2019 年国民经济和社会发展统计公报”，2019 年城固县实现生产总值 232.44 亿元，比上年增长 2.4%。其中：第一产业增加值 47.50 亿元，增 4.6%，第二产业增加值 105.66 亿元，下降 1.5%，第三产业增加值 79.28 亿元，增长 7.1%。人均生产总值 49246 元。生产总值中，第一、第二和第三产业增加值占比分别为 20.4%、45.5%、34.1%。

城固县 2019 年农林牧渔业完成总产值 83.46 亿元，比上年增长 4.3%，实现增加值 49.12 亿元，增长 4.5%。其中，农业产值 62.15 亿元，增长 5.6%；林业产值 2.70 亿元，下降 0.3%；牧业产值 14.69 亿元，下降 0.7%；渔业产值 1.10 亿元，增长 10.3%；农林牧渔服务业产值 2.82 亿元，增长 0.7%。

5.14.2 移民安置环境容量分析

安置区移民环境容量可以定量地表明该地区在一定生产力条件及环境质量条件下，所能供养和吸收移民的数量。其主要原则是贯彻开发性移民方针政策，以土地为依托，因地制宜选择移民适宜的生产项目，多种途径解决移民的生产生活出路，采取定性定量、宏观与微观相结合的分析方法对安置区的移民环境容量进行分析论证。

根据水库淹没实物指标成果和水库淹没损失分析可以看出，工程建设征收土地会对当地农民的生产生活有影响，但通过乡镇及村组内部流转部分土地，同时进行合理补偿、科学规划、利用补偿资金发展二三产业，以弥补水库淹没损失，并保证移民生活达到或者超过原有水平。

至规划设计水平年安置人口共计 519 户 1696 人。其中集中安置 1101 人、本村分散后靠安置 391 人、进城分散安置 204 人。其中集中安置和本村分散后靠安置需要进行农村居民点建设。集中移民安置点包括双溪安置点、万家营安置点、新街安置点。双溪安置点位于库尾区域的双溪镇双溪村以西城石路西侧河流西岸地块，万家营安置点位于坝址下游约 6km 的桔园镇下街社区万家营村，新街安置点位于坝址下游约 8km 的桔园镇下街社区。

专项复建涉及 9 处人饮提水站、5 处管道引水工程、X213 道路 15.85km、农村道路 6 条共 9.153km，以及电力通讯线路复建。上述移民安置点及专项复建设施建设过程会对安置区环境产生短期影响。

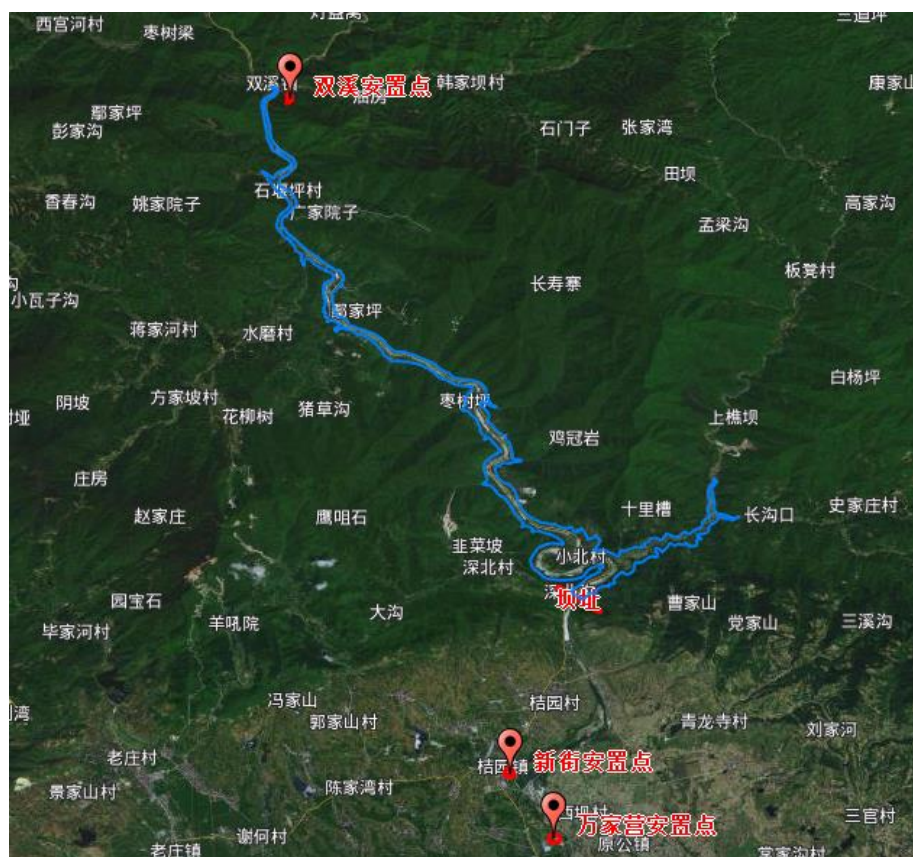


图5.12.2-1 移民安置点与水库位置关系

(1) 万家营安置点

规划在万家营安置区调剂部分生产用地，按照 0.28 亩耕园地/人配备。拟调剂的生产用地为万家营村集体未承包到户土地。

万家营村二、三、四、五组现有 304 户 917 人、水田 389.57 亩，旱地 433.5 亩。人均水田 0.42 亩，人均旱地 0.47 亩；拟建安置点生产安置区和搬迁安置区共计征收该村集体耕园地 540 亩，该部分土地为村集体未承包给个人的土地，安置点土地的征收不影响原有耕园地占有量，环境容量满足。

(2) 新安街安置点

新街安置点：新街安置点位于下街一组；下街一组现有人口 882 人，水田 88 亩、旱地 208.46 亩、各类园地 208.46 亩，人均耕园地 0.57 亩；拟建安置共计征收该村耕园地 75 亩，该部分耕园地征收后该小组人均耕园地 0.49 亩，减少 0.08 亩；土地征收后人均耕园地面积有所减少，但考虑到该村传统农业收入占总收入不到 1%。估该部分土地在征收对当地生产生活影响较小环境容量充足。

其他安置为投亲靠友、一次性补偿、自谋职业安置。

鉴于选择其他安置方式的移民，其具备完全脱离耕地从事非农生产的条件或者通过自主的方式获得生产资料的条件，综合考虑其他安置环境容量充足。

通过以上分析，根据以农业安置为主、以土为本的原则，当地政府初步提出如下移民安置方案：搬迁安置方案可采用本县插花安置，生产安置可采用自行安置的方式进行安置。

5.14.3 移民安置社会环境影响

（1）移民安置的社会影响

工程移民安置以出村本乡安置为主，可基本维持其原有的居住生活体系，兼顾文化习俗和生活习惯，对移民生活习惯和风俗起到了较好的保护作用。此外，移民安置必然会作用于移民的心理环境，使其产生依靠、怀旧、攀比等心理。移民关心问题主要集中在安置中是否影响其生活水平，是否造成本地居民的贫富差距，以及是否使本地居民的生活习惯被破坏。上述移民心理变化过程与所担心的问题可能影响移民后期生活，需要在移民安置规划和实施中引起高度重视，尽可能为移民创造好的条件，最大限度地解决移民所担心的问题。

（2）移民安置对土地资源的影响

移民安置对土地资源的影响主要是为安置移民进行耕园地调整、开发整理。

土地开发整理主要通过调整现有耕、园地结构，进行坡改梯、旱地平整、土壤改良以及农田水利措施等，提高土地利用率和农业产出率，满足移民生产安置用地要求；充分挖掘土地利用潜力，提高土地质量，促进土地集约化利用。

随着移民生产安置的进行，土地资源的保肥能力将加强，随着土地开发的深入，安置区环境容量也将进一步提高。同时，随着土地开发整理的进行，有利于安置区的土地资源结构调整，促进安置区土地资源的利用优化，使其生产力逐步达到最佳水平。

（3）人群健康的影响

移民安置采取本村后靠安置或本乡镇外迁集中安置的方式。搬迁后，安置区基础设施健全，医疗和卫生条件较搬迁前将有较大改善，移民的生活环境质量也有所提高，不会对移民及安置区原居民健康产生不良影响。

移民搬迁可能会对个人心理产生一定的影响，如产生压抑感和不适感。工程移民大部分采取外迁安置方式，生产安置采取大农业安置，与其原有生活方式相同，且安置区离原住地相距不远，生活条件类似，生活习惯、卫生防疫等与原住地基本相同，适宜移民适应当地的生产生活，以消除搬迁造成的不适感。安置后移民生活环境、质量都有所提高，移民安置不会增加新的传染病种。蓄水初期，由于水库淹没使鼠类等病媒物向库周人群居住区迁移，如不加强预防和监控，有可能导致自然疫源性传染病在库周爆发流行。

移民搬迁期间，由于人口流动性大，房屋拆迁、新房、道路等设施的修建，生活、卫生设施尚未齐备，环境卫生状况较差，加之鼠类、蚊虫等病媒动物具有随人类搬迁而随迁积聚的特点，较易引起虫媒、肠道等传染性疾病的发生。同时，移民搬迁劳累加上不良卫生习惯及饮用水卫生问题，若不采取措施，将可能导致人群中痢疾、肝炎、感染性腹泻等介水传染病流行。因此，需要以家庭为单位采取适宜、有效的预防措施，防止移民传染性疾病的流行。

水库蓄水后，鼠类迁徙也会引起库周局部地区鼠密度增加，环境改变使各区存在鼠疫爆发的潜在危险，所以，农村移民安置点的库周区域应密切监测鼠密度的变化。移民安置初期，移民集中在安置点后，如果生活污水的无序排放，生活垃圾的乱堆乱放，将会使蚊蝇、老鼠等孳生，有可能使当地一些传染性疾病（如传染性肝炎、疟疾等）发病率增加。必须采取必要的措施，对生活污水、生活垃圾进行适当处理。

移民安置规划实施后，安置点环境状况将有大的改观，布局合理，对改善环境卫生、预防疾病和保护健康都将具有较大作用。

5.14.4 移民安置对环境的影响

5.14.4.1 对陆生生态环境的影响

三个集中移民安置点植被现状为耕地，安置点建设活动不占用天然林、湿地等，主要对农田植被产生损失。依据现场调查的结果，安置区分布鸟类主要包括小鸕鷀、苍鹭、白鹭、池鹭、夜鹭、绿头鸭、绿翅鸭等。除此之外，该区域存在珍稀鸟类朱鹮等停留觅食，因此本次工程搬迁移民过程对重点保护动物要采取相应的保护措施，移民安置过程

尽量不扰动该区域原有的陆生生境。

5.14.4.2 对水环境的影响

移民安置点建房过程中仅会产生很少量的施工废水，在妥善处理不会对河段水质产生影响。建设完成入住后，居民生活产生少量农村生活污水，若不加处理直接排放会对临近河道水质产生影响。其中双溪安置点位于库尾，根据饮用水水源保护区划分有关规范，不涉及待划定的焦岩水库饮用水水源地一级保护区和二级保护区，但位于库尾上游，应落实好移民废污水处理措施。万家营安置点、新街安置点位于坝下，移民生活不影响库区供水水质，主要对下游河道产生一定影响。

9 处人饮提水站和 5 处管道引水工程建设过程中，有一段时期的临河施工，施工开挖作业等会对岸坡产生扰动，导致河道局部悬浮物升高。因临河施工过程基本不排放有机污染物，不会影响该区域的水环境质量。

新建、改建公路开挖出的土石方，会大面积埋压和掩埋地表植被，在暴雨季节，由于暴雨和大雨径流冲刷，堆积在坡面上的松散弃渣弃土，将随地表径流进入河道，对水质产生一定影响，随着施工结束，其影响也基本结束，初步分析改建公路对水环境的影响较小。

5.14.4.3 对大气环境和声环境的影响

在施工建设中，施工活动会产生一些扬尘和噪声影响，主要是在城集镇迁建和公路复建工程建设中，土石方开挖、机械设备及运输车辆运行，将会产生粉尘和噪声，对周围一定范围内的居民将会产生一些影响；但其影响的范围是局部的，影响时段是有限的，随着安置工程的结束，其产生的影响也基本结束，对周围居民的影响很小。

5.14.4.4 生活垃圾影响

在移民安置过程中将产生弃渣、弃土，生活垃圾产生量及构成与搬迁前情况基本一致，安置后将产生的生活垃圾。如果垃圾无固定堆放场地，也不进行必要的处理，如遇大雨，垃圾将会被冲入水体，从而对水体的水质产生一定的影响，同时还会对安置区的生活条件和环境卫生产生不良影响。垃圾的随意堆放将影响工程区附近的村容村貌，可

能造成蚊蝇孳生，加大各种疾病的传播机会，危害人体健康。因此，必须对生活垃圾和弃渣采取措施，尽量减小其危害。

6 环境保护措施

6.1 环保措施总体布局

对水环境、大气环境、声环境、水生生态、陆生生态、固体废物及社会环境等各个方面均提出相应的保护措施，总体布置如下：

（1）生态流量泄放措施：生态放水孔在输水洞尾部供水室外部与灌溉渠道链接,通过灌溉渠道侧墙预留孔口将水流送入下游河道。

（2）生产、生活废污水处理措施：在砂石料加工区及混凝土拌和区、综合加工厂区、营地区，分别设置相应的废水处理设施，对生产废水、生活污水进行处理，达到回用标准后回用，禁止排入渭水河。

（3）鱼类保护措施：采取包括栖息地保护、过鱼措施、增殖放流、渔政管理、施工期鱼类保护及水生生态监测的鱼类保护综合措施体系。

（4）陆生生态保护措施：临时征用土地在施工结束后及时恢复；加强施工区环境保护宣传教育。

（5）水土保持措施：弃渣场、场内道路及施工生活区提出挡、护、排及植被恢复等水土流失防治措施。

（6）环境空气保护措施：对开挖、爆破等施工活动，砂石料加工和混凝土拌和过程以及交通运输中产生的粉尘、扬尘采取封闭运输、洒水降尘等多项措施加以控制。

（7）声环境保护措施：通过选用低噪设备、加强设备维护、避免夜间爆破、限制车速、设立警示标志牌等方式降低噪声影响。

（8）生活垃圾处置措施：垃圾集中收集后外运至洋县生活垃圾卫生填埋场处理。

（9）人群健康保护措施：对施工人员进行健康检查，饮用水、食宿采取卫生防护措施。

6.2 水环境保护措施

6.2.1 生态流量保证措施

6.2.1.1 施工期

施工期，上游水位为 515~525m 时，由导流洞下泄生态流量。当上游水位高于 525m 时，由坝身底孔下泄生态流量。

6.2.1.2 初期蓄水

初期蓄水期间下游供水和生态流量均采用旁通管和泄洪底孔下泄量，具体为：当库区水位介于导流洞底板高程 515.0m~泄洪底孔底板高程 525.0m 之间时，采用布设在进水塔边墙上的旁通管下泄水量，旁通管直径 0.6m，进口设置拦渣网；当库区水位大于 525.0m 后，采用控制泄洪底孔闸门开度下泄水量。

6.2.1.3 运行期

工程采用坝后地面式厂房，机组选用“两台大机、一台小机、一台生态机组”。正常运行时由机组下泄生态流量；大小机停机时采用生态机组下泄生态流量；为最大限度地避免下游河道出现减、脱水情况，生态小机停机检修等特殊工况采用专用生态泄水设施保障下泄生态流量。

考虑在2#进水口闸室前埋设生态应急旁通管，1孔 ϕ 100cm，生态放水旁通管，材质采用钢管，生态放水孔进口中心线高程为530m，出口设置在生态机组尾水出口，出口中心线高程为503.70m，生态阀设在生态机组蝶阀层。

经计算，1孔生态放水管在死水位时可下泄流量为 $10.8\text{m}^3/\text{s}$ ，满足本项目生态流量泄放要求。

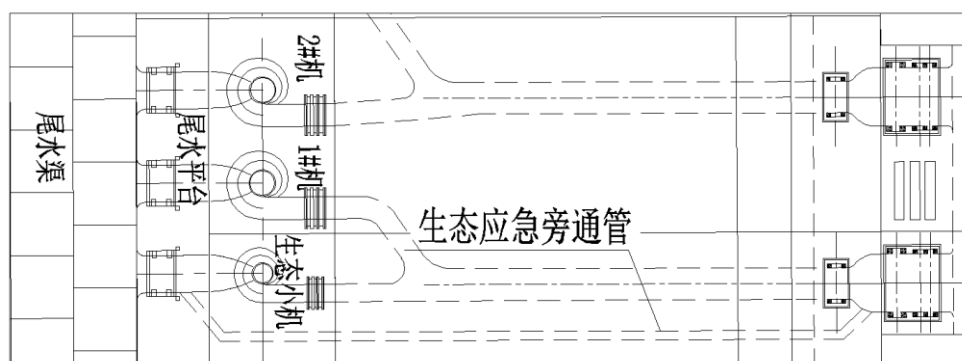


图 6.2.1-1 生态应急旁通管平面布置图

6.2.1.4 生态流量在线监测

根据焦岩水利枢纽工程坝址~汉江和渭水河交汇口区域的水利工程、取水口、湿地自然保护区、水文站等分布情况，结合工程的水文情势影响河下游的河道生态、湿地生态蓄水（汉中渭水河省级重要湿地）要求，需在焦岩水库坝下 200m 设 1 个生态流量在线监测断面，焦岩水库入库流量采用焦岩水利枢纽水文站数据。

生态流量监测以流量、水温自动监测为主，系统自动化运行，自动采集流量、水位及重要部位视频等综合信息，并实时传输至工程调度管理中心，进行水情资料分析、优化调度，支持蓄 / 泄水决策，提高水库调度能力、保证生态流量，实现现代化信息化的科学调度管理。在焦岩水利枢纽工程设监控中心，由中心设置服务器、交换机等构成，对数据采集汇总并实时查询监测；安装生态监控管理软件：对河道数据采集及相应处理；通过对系统建设，结合各监测断面具体情况，在中心服务器上设定好相关流量监测的数据临界值，通过 GPRS 通信方式，系统软件对站点发出数据进行采集、统计、分析入库，实时进行数据值监测，并可通过所设置服务器位置进行数据转发至需要监管的水利部门、环境部门；针对监测站点发出的数据值在低于警戒值的时候进行报警，这样，业主、监管部门可以实时进行数值的监测。

6.2.2 水温影响减缓措施

焦岩水利枢纽取水口分别有：（1）位于 6#、7#坝段的 1#取水口和 2#取水口，本工程生态流量、下游渭水河低灌区灌溉用水等由这两个取水口经消能发电机组下泄。（2）位于 4#坝段和 12#坝段的东高干渠取水口，城乡供水及东高干渠灌溉用水由这两个

取水口取水。为减缓下泄低温水对下游水生态和农业灌溉的不利影响，拟在上述取水口分别设置分层取水措施。

(1) 发电取水口分层取水设施

1) 分层取水进水口型式选择

本工程采用坝式取水口，并设置进水口坝段，大中型工程中常用的分层取水口型式有叠梁门式和多层进水口型式，根据《水电站分层取水进水口设计规范》（NB/T35053-2015）并分析本工程特点，对分层取水进水口型式进行了叠梁门式、三层取水进水口、浮筒式取水口、导叶阀门的比较。

叠梁门式分层取水进水口，顺水流向长度为 17.5m，由拦污栅叠梁门段、竖井连接段和闸室段组成。拦污栅槽后设置叠梁门门槽，每个进水口设两孔拦污栅、一孔叠梁门，每孔净宽 6.5m，叠梁门单节高度 5m。闸室段设置有平板检修闸门槽一道。根据不同水库水位及水温要求，通过变化叠梁门高度来调节进水口的取水高度。

多层取水进水口根据水温要求，采用三层取水型式。进水口段顺水流向长度 25m，设置隔水闸门门槽 3 个，3 层隔水闸门兼作进水口检修闸门，各层进水口之间通过汇流竖井联通。闸室段设置事故闸门槽一道。经初步计算，两种进水口布置中三层取水进水口土建工程量较大，总投资增加。

浮筒式取水依靠上部的浮筒的浮力将下部各节套筒拉起，浮筒有一定的吃水深度，最上一节套筒顶部与水面之间有一定的距离可使表层库水进入套筒，并顺套筒向下流动，经过进水塔内流道向下游供水。当库水位在正常蓄水位时，全部套筒被拉起，浮筒承担全部套筒的重力，吃水较深，取水深度最大；当库水位在死水位时，全部套筒落下，浮筒吃水较浅，取水深度最小。顺水流向长度 27.5m。由拦污栅、叠梁检修门、浮筒闸门和事故闸门组成。

导叶阀门部件主要包括：涡轮蜗杆、减速机、水下电机、门框结构、吊装孔、门框线槽盖板、分线槽、门叶限位阻尼、门叶和安全泄压阀等组成。具有施工方便、运行简单、操作灵活等诸多优点，且工程造价与叠梁门分层取水相比，基本相当。

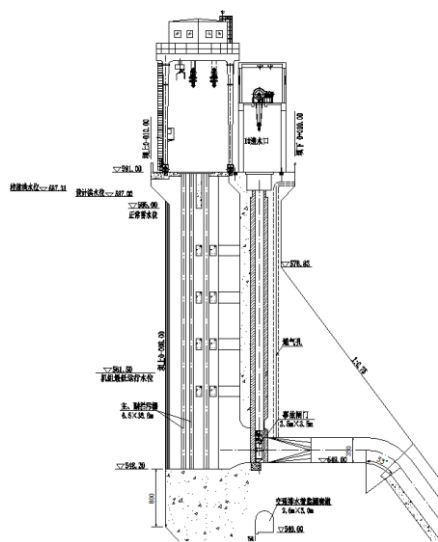


图 6.2.2-1 叠梁门分层取水口剖面图

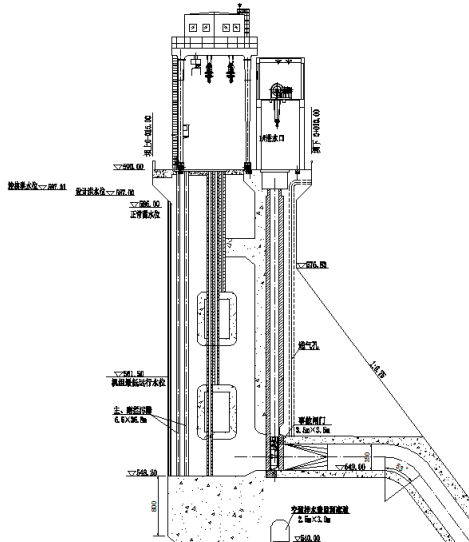


图 6.2.2-2 三层取水口剖面图

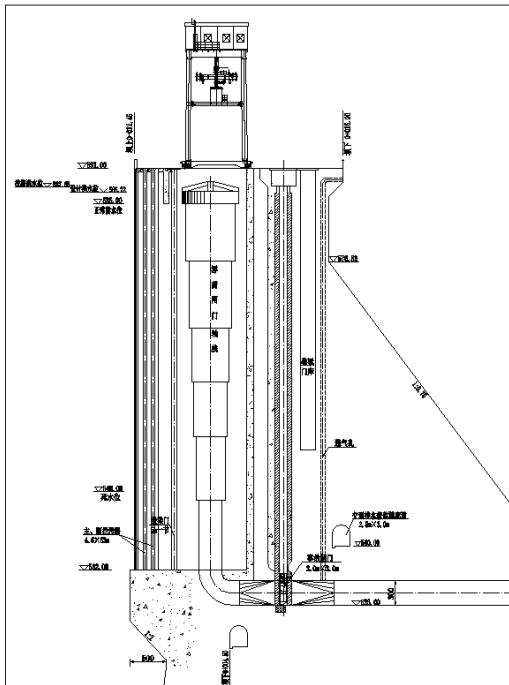


图 6.2.2-3 浮筒式取水口剖面图

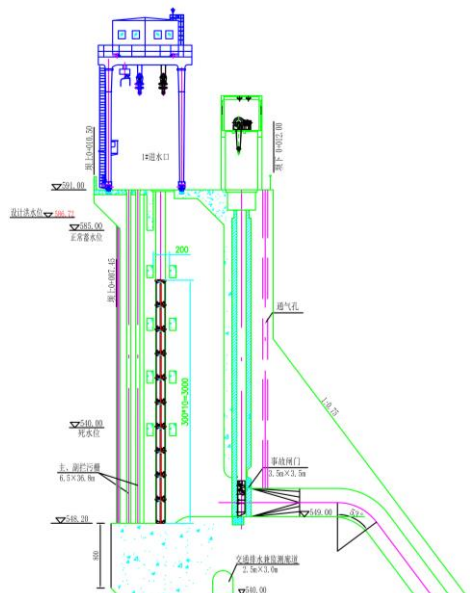


图 6.2.2-4 导叶阀门水口剖面图

相比三层进水口、浮筒式取水、叠梁门式进水口，导叶阀门构件布置简单，相应的水流边界条件简单，水流流态较好，而三层取水方案由于要布置三层取水口，各层顺水流向要错开，导致结构长度增加，结构复杂。浮筒式取水口因存在适用运行水位变幅低、设计经验少、土建及工程投资大等缺点，本阶段也不做推荐。从运行上看，导叶阀门进水口可根据水库水位灵活调整取水口高程，运行灵活，适应性强，而三层取水进水口各层取水口高程固定，适应性不强。因此，本阶段选定采用导叶阀门分层取水进水口。

2) 导叶阀门分层取水进水口布置

1#进水口底板高程 548.20m，孔口尺寸为 6.5m×36.8m（宽×高）。每层门高 3.0m，

转动门高 2.6m，共分 12 层转页门，每层转页门有 4 扇，每扇转页门尺寸为 1.67m×2.6m（宽×高）。导叶阀门的安装与拆卸采用坝顶双向门机完成。

2#进水口底板高程 528.20m，孔口尺寸为 6.5m×56.8m（宽×高），每层门高 3.0m，转动门高 2.6m，共分 19 层转页门，每层转页门有 4 扇，每扇转页门尺寸为 1.67m×2.6m（宽×高）。东、西高干渠取水口同样应满足环保水库下游水温要求，采用分层取水的方式。推荐采用智控分层取水方式。

分层取水阀部件组成与 1#、2#进水口分层取水阀组成相同。东、西高干渠取水口底板高程 532m，孔口尺寸为 4.5m×53m（宽×高）。每层门高 3.0m，转动门高 2.6m，共分 18 层转页门，每层转页门有 3 扇，每扇转页门尺寸为 1.63m×2.6m（宽×高）。

6.2.3 供水水质保护措施

（1）蓄水前库底清理

水库蓄水前，应按照《水利水电工程建设征地移民安置规划设计规范》（SL290-2009）的要求进行库底清理，清理内容包括建（构）筑物的清理、卫生清理、林地清理、墓地等一般清理及特殊清理。

清理范围为：卫生清理范围为居民迁移线以下（不含影响区）区域；一般建（构）筑物清理范围为居民迁移线以下区域；大体积建（构）筑物残留体清理范围为居民迁移线以下至死水位以下 3m 范围内区域；林木清理范围为正常蓄水位以下的水库淹没区。特殊清理范围指水库淹没区范围内选定的供水工程取水口、污水处理等所在地的水域。

（2）库周污染防治

对渭水河流域农业面源污染和点源污染进行系统治理，保证库区水质达标。制定合理的灌溉制度以及合理种植农作物、推广新型复合肥和缓效肥料等措施可控制肥料的使用量，减少农业面源污染。保土耕种、作物轮植、节水灌溉等措施可减少农业径流的氮磷损失。为保护库周环境及水库水质，库区应禁止发展污染企业，严禁设置各类排污口，禁止人畜粪便和垃圾直接入河。库区需要进一步优化产业结构，禁止新建扩建造纸、化工、印染、果汁和淀粉加工等高耗水、高污染项目，新建低污染项目全部进工业园区，纳入统一环境监管，并严格落实“三同

时”措施，确保污染物达标排放。同时，加大治理产业聚集区水污染，强化产业聚集区污染治理，健全污水集中处理设施。

（3）划定饮用水水源保护区

焦岩水库属于大型水库，为保障工程运行后生活供水水质达标，应划定饮用水水源保护区。按照《饮用水源保护区划分技术规范》（HJ/T338-2007、HJ338-2018）、《陕西省饮用水水源保护条例》的要求，可将取水口半径不小于 500m 范围的水域、取水口侧正常水位线以上 200m 范围内的陆域划定为一级保护区；建议采取模型计算法确定二级保护区范围；二级保护区以外的汇水区域可根据库周污染源的情况划定为准保护区。根据《集中式饮用水水源环境保护指南（试行）》和《中华人民共和国水污染防治法》、《陕西省城市饮用水水源保护区环境保护条例》的要求，一级保护区内不得有与取水设施和保护水源无关的建设项目及其他禁止行为。二级保护区内禁止新建、改建和扩建排放污染物的建设项目；已建成排放污染物的建设项目，由县级以上人民政府责令拆除或关闭。准保护区内禁止新建、扩建对水体污染严重的建设项目，改建建设项目，不得增加排污量。

具体的水源保护区划定工作可结合焦岩水库的实地情况进行确定，根据《陕西省饮用水水源地保护条例》，饮用水源保护区应由汉中市人民政府提出划定方案，报经陕西省人民政府批准后正式实行，执行相应的环境保护要求，并且及时向社会公众公布。

（4）库周隔离防护

为减少面源汇入库区而对水质带来不利影响，应加强对库周植被的保护。根据相关要求对重点河段，建设生态隔离带，可结合库周道路走向，在道路两侧结合地形及绿化林带建设生态隔离带。特别是在水库区域河段，应重视隔离带的建设。隔离带可以起到焦岩水库库区的防护作用，防止人类活动等的干扰，拦截部分污染物直接进库区。

（5）水质监控

为掌握工程的水质状况，需进一步完善水质监测体系，在工程范围内水域布设常规水质监测断面。建议在焦岩水库坝前建设水质监测站，并列入省（市）控断面，进行常规水质监测。

6.2.4 废污水处理措施

6.2.4.1 施工废污水处理措施

本工程施工期废污水包括砂石料加工系统冲洗废水、混凝土拌和系统冲洗废水、机修含油废水、隧洞施工排水、承包商营地和业主营地生活污水。

为避免重复建设,造成浪费,业主营地生活污水处理设施采取永临结合的布置方式;砂石料加工系统冲洗废水、混凝土拌和系统冲洗废水、机修含油废水、隧洞开挖废水、承包商营地生活污水处理设施均在施工结束后拆除,并及时进行迹地恢复。

6.2.4.1.1 砂石料加工废水处理措施

(1) 废水概况

本工程布设 1 处砂石料加工系统,位于大坝左岸上游 3km 的台地处,其生产用水来自渭水河,高峰期用水量为 $600\text{m}^3/\text{h}$,根据同类工程砂石加工系统生产经验,产污系数按 0.8 考虑,高峰期废水产生量约为 $120\text{m}^3/\text{h}$,主要污染物为 SS,平均浓度约为 30000mg/L 。

(2) 处理目标

工程所处河段分布有渭水河水产种质资源保护区和陕西省重要湿地,需保障下游供水水质,禁止排污,砂石加工废水经收集处理后全部回用,以减少取水成本、降低排污影响。根据《水电工程砂石料加工系统设计规范》(NB/T 10488-2021)中砂石料加工用水水质要求,经处理后的砂石料冲洗废水中 SS 浓度应低于 100mg/L 。

(3) 废水处理方案

本工程砂石料冲洗废水采用混凝沉淀法进行处理。砂石加工厂废水从洗砂机流入废水调节池,由泵将高悬浮物废水供给细砂回收处理器,将大于 0.035mm 的细砂回收约 80%,筛滤水进入沉砂池进行初次沉淀,其上清液加入絮凝剂后进入沉淀池进行二次沉淀,最终经絮凝沉淀后的上清液可综合利用。在洗砂间歇期,将沉淀池中底泥挖运至料坑回填。处理流程图见图 6.2.2-1。

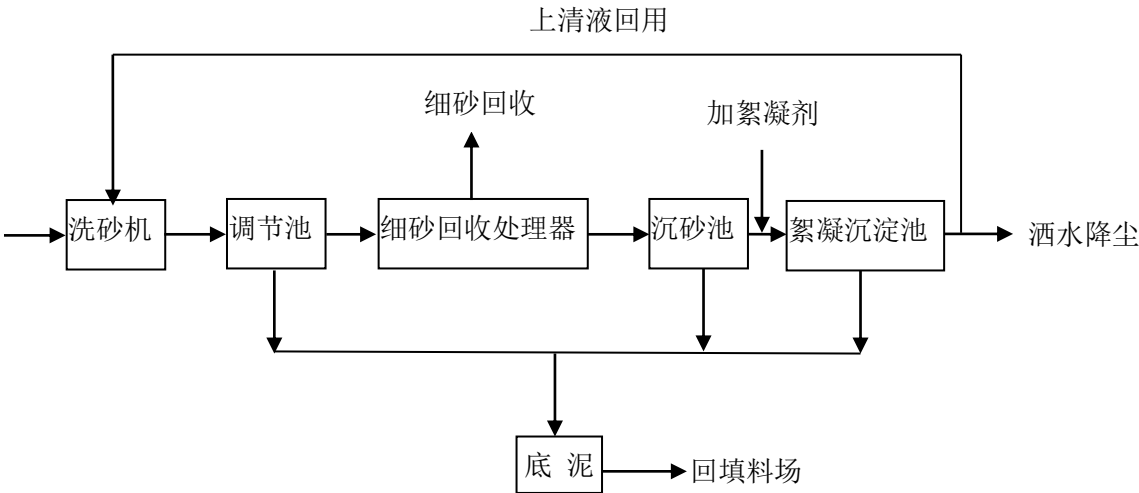


图 6.2.2-1 絮凝沉淀法处理流程图

（4）主要构筑物、设备和技术参数

废水处理主要构筑物及技术参数见表 6.2.2-1，根据处理系统工艺流程、构筑物尺寸和规划平面布置情况，砂石料加工系统废水处理系统建筑面积约 554m²。

表 6.2.2-1 砂石料加工废水处理系统主要构筑物及技术参数

构筑物名称	数量(座)	单池净尺寸(m)			结构	有效容积(m ³)	备注
		长	宽	高			
调节池	1	6.0	6.0	3.5	钢砼	115	兼做事故应急池
底泥池	1	4.0	4.0	3.5	钢砼	51	
清水池	1	10.0	4.0	3.5	钢砼	128	
泵房	3	6.0	4.5	3.0	砖砌	260	

备注：水池超高均为0.3m。

（5）平面布置

根据工程特性，将废水处理系统纳入到砂石料加工系统布置中统一考虑，构筑物利用加工系统附近空地进行布置。

6.2.4.1.2 混凝土废水处理措施

（1）废水概况

本工程布置 1 座混凝土拌合系统，废水主要来自拌和楼搅拌罐及运输罐车的冲洗，间歇式产生，每天各冲洗 6 次（共计 12 次），每次用水约 2m³，废水产生量为 24m³/d，

为间歇排水、水量不大，废水中主要污染物为 SS 及 pH 值，pH 值 11~12，SS 浓度约 2000~5000mg/L。

(2) 处理目标

工程所处河段分布有渭水河水产种质资源保护区和陕西省重要湿地，需保障下游供水水质，禁止排污，混凝土拌和废水经收集处理达到《水电工程施工组织设计规范》（NB/T10491-2021）后（SS≤100 mg/L），用作拌和站地面及搅拌仓的清洗用水。

(3) 废水处理方案

混凝土加工及冲洗废水水量少，废水排放不连续仅每台班冲洗一次，且悬浮物浓度较高，建议采用间歇式自然沉淀的方式去除易沉淀的沙粒。特点是构造简单、造价低、管理方便，仅需定期清池。冲洗废水 pH 值偏高，但水量相对很小，暂不考虑 pH 中和措施，如施工期间有较大影响，临时投加中和剂即可。

针对混凝土拌和系统间断排水，水量较小的特点，采用方形沉淀处理池，冲洗废水排入池内静置沉淀，澄清液定时用于砼拌和系统的拌和用水，若仍有富余，可用于喷洒厂区地面。

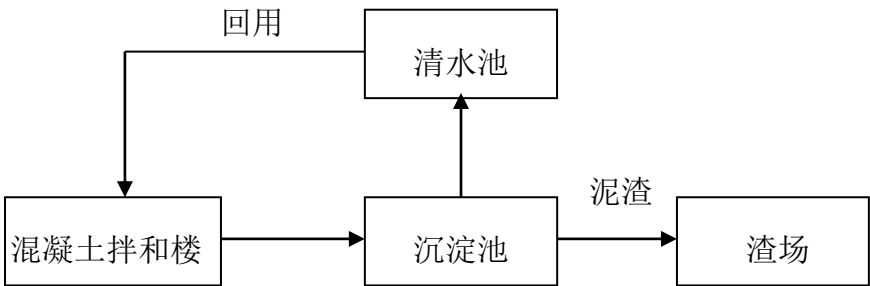


图 6.2.3-1 混凝土拌和系统废水处理工艺流程

(4) 主要构筑物、设备及技术参数

混凝土废水处理系统主要构筑物尺寸见表 6.2.3-1，工程量见表 6.2.3-2。

表 6.2.3-1 各混凝土拌和系统水处理主要构筑物尺寸

构筑物名称	数量 (座/间)	净尺寸 (m)		
		长	宽	高
沉淀池	1	4	3	2
清水池	1	4	3	2

表 6.2.3-2 混凝土拌和系统水处理主要构筑物工程量

项目	单位	工程量
一、土建工程量		

项目		单位	工程量
沉淀池	基础开挖	m ³	48.00
	回填	m ³	8.63
	C25 砼	m ³	8.48
	钢筋	t	1.27
清水池	基础开挖	m ³	48.00
	回填	m ³	8.63
	C25 砼	m ³	8.48
	钢筋	t	1.27
二、设备			
1	水泵	台	2

(5) 平面布置

根据工程特性，将废水处理系统纳入到混凝土拌和系统布置中统一考虑，构筑物利用加工系统附近空地布置。

(6) 运行管理与维护

由于混凝土冲洗废水处理构筑物简单，没有机械设备维护问题，在运行过程中应注意定期清理沉淀池污泥。

6.2.4.2.3 机修废水处理措施

(1) 废水概况

本工程设备停放和保养厂在大坝上游右岸低线路沿线附近，与 3 号渣场重叠，高峰用水量约 8m³/h，产污系数以 0.8 计，则废水产生量 6.4m³/h，废水中主要污染物为 SS 和石油类，SS 浓度在 500mg/L 左右，石油类浓度在 20mg/L~40mg/L 之间。

(2) 处理目标

工程所处河段分布有渭水河水产种质资源保护区和陕西省重要湿地，需保障下游供水水质，禁止排污，处理废水达到《城市污水再生利用城市杂用水水质》（GB/T18920-2020）中表 1 城市绿化、道路清扫要求后，用于车辆冲洗或施工场区、道路降尘洒水，禁止外排。冬季道路易结冰时可泼洒于附近荒坡。

(3) 废水处理方案

根据废水产生特点，采用隔油沉淀池进行处理，如图 6.2.4-1。处理后的清水用作场地洒水降尘。隔油后收集的浮油和含油污泥两种固废储存在危险废物储存池，最终由有资质的单位进行处理。

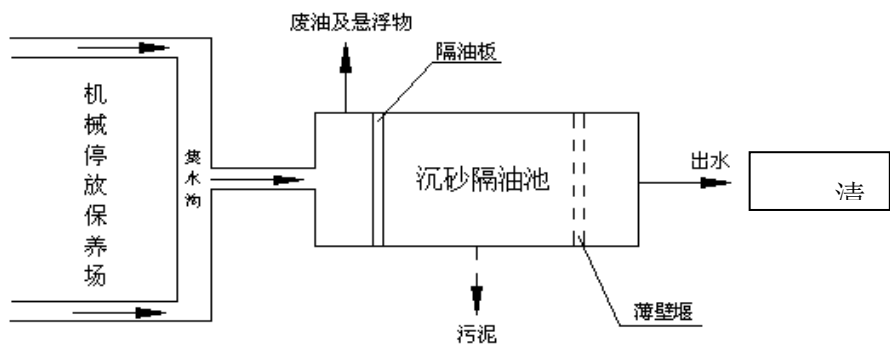


图 6.2.4-1 机修含油废水处理工艺流程

(4) 平面布置

将废水处理系统纳入辅助企业系统布置中统一考虑，构筑物利用机修厂附近空地进
行布置，并设置排水收集沟。

(5) 主要构筑物尺寸及工程量

根据废水产生量，确定在右岸机械修配厂修建 1 座 GG-4F 型隔油池。隔油池平剖
面图参见《小型排水构筑物图集》(04S519)。隔油沉淀池尺寸为 4.7m×2.1m×3.5m(长×宽
×高)，清水池尺寸为 6.3m×3.5m×3m。主要构筑物尺寸见表 6.2.4-1，工程量见表 6.2.4-2 。
沉淀后的废水，除自然挥发外，其余废水可回用。

表 6.2.4-1 机修厂污水处理设施主要构筑物尺寸

序号	构筑物名称	数量 (座/间)	净尺寸 (m)		
			长	宽	高
1	隔油池	2	4.7	2.1	3.5
2	清水池	1	6.3	3	3.5
3	贮存车间	1	5	7	3.5
3.1	浮油贮存池	1	2.5	1	1.5
3.2	含油污泥贮存池	2	2.5	2.5	1.5

表 6.2.4-2 主要构筑物工程量

项目		单位	工程量	项目		单位	工程量
一、土建工程量							
隔	基础开挖	m³	210.8	贮存	基础开挖	m³	179.3

油池	回填	m ³	42.4	车间	回填	m ³	90.95
	砖砌体	m ³	35.08		C10 混凝土垫层	m ³	21.75
	抹面防水砂浆	m ³	7.52		2mm 厚高密度聚乙烯	M ²	120.5
	C10 混凝土垫层	m ³	4.8		砖	m ³	21.0
	C25 砼	m ³	21.44		混凝土	m ³	30.14
	钢筋	t	2.5		钢筋	t	3.92
清水池	基础开挖	m ³	128.52		浆砌石	m ³	29.70
	回填	m ³	30.94		三合土	m ³	21.75
	C25 砼	m ³	25.66				
	钢筋	t	3.59				
二、设备							
	泵	台	2				

(6) 运行管理与维护

机修废水处理系统为简易系统，不专门配置工人，由施工人员兼职对系统进行日常管理及维护即可。

6.2.4.2.4 施工期生活污水处理措施

(1) 污水特性

本工程施工高峰期施工人数约为2100人，业主营地人员约82人。生活用水量按0.1m³/d·人，废水产生率按80%计，施工高峰期上、下库承包商营地及业主营地生活污水产生量分别为168m³/d、6.56m³/d。主要污染物是COD_{Cr}、BOD₅，浓度分别在200mg/L～400mg/L和100mg/L～300mg/L之间。

(2) 处理目标

工程所处河段分布有渭水河水产种质资源保护区和陕西省重要湿地，需保障下游供水水质，禁止排污，应处理达到《城市污水再生利用 城市杂用水水质》（GB/T18920-2020）中表1 城市绿化、道路清扫要求后全部综合利用，作为营地、施工区绿化用水和降尘洒水。

(3) 处理方案

在人员生活集中的承包商营地、业主营地分别设置地埋式一体化 MBR 生活污水处理设备，处理能力分别为 $200\text{m}^3/\text{d}$ 、 $10\text{m}^3/\text{h}$ ，对排放的生活污水进行集中处理。处理后的出水作为各施工区绿化用水和道路洒水，全部回用不外排。

（4）处理工艺流程

生活污水处理采用目前常用的“A2/O+MBR”处理工艺。具体描述如下：

生活污水经化粪池处理后进入格栅井，经格栅拦截水中的大块漂浮物后自流进入调节池进行水质水量调节。在调节池中安装有潜水搅拌器，对池内污水进行搅拌以防止杂物沉淀。调节池出水首先进入一体化 MBR 污水处理设备厌氧池，在厌氧池前端与从 MBR 膜池回流的活性污泥混合，水中的聚磷菌利用聚磷水解提供的能量吸收降解部分有机物，使污水中的 BOD_5 含量降低，同时向水中释放一定量的磷。经厌氧池处理后的污水自流进入缺氧池，在缺氧池与从 MBR 池回流的经过硝化的混合液充分混合进行反硝化，活性污泥中的反硝化细菌以水中有机碳源作为氢电子供体，以硝态氮作为电子受体，使回流混合液中的硝态氮及亚硝态氮中的氮被还原成氮气从水中逸出，从而达到脱氮的目的。同时水中的兼性厌氧菌可将好氧菌难以降解的大分子有机物氧化分解成易于降解的小分子有机物，提高其可生化性，为好氧生化创造有利条件。缺氧池出水依次自流进入好氧池及 MBR 膜池，在好氧池及 MBR 膜池内活性污泥中的好氧菌对水中含碳有机物进行充分降解，以进一步降低水中 COD_{Cr} 、 BOD_5 的浓度；在硝化菌的作用下将水中大部分含氮有机物转化成亚硝酸盐和硝酸盐，降低水中氨氮的同时将其回流到缺氧池进行脱氮处理；聚磷菌从污水中吸收大量的磷，以聚磷酸盐的形式储存起来，通过剩余污泥排出系统，同时也将细菌摄入的磷一同排出，从而达到去除磷的目的。最终，污水通过 MBR 膜抽吸泵将净化后的水从膜池中抽出经过紫外线消毒后排入回用水池。回用水池出水通过潜水排污泵送到回用水点。系统产生的污泥定期排入污泥池好氧消化处理，污泥池每年清理 1 次~2 次，清理的污泥运往弃渣场。。

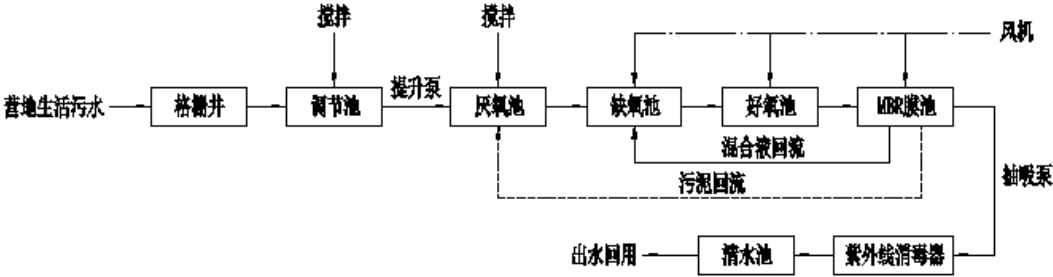


图 6.2.4-1 生活污水处理工艺流程图

(5) 主要构筑物、设备及工程量

生活污水处理构筑物工程量和设备见表 6.2.4-2。

表 6.2.4-2 生活污水处理工程量及设备表

序号	名称	尺寸 (长×宽×深)	单位	数量
一	土建工程			
1	承包商营地			
1.1	调节池	3m×1.5m×2.5m	个	1
	土方开挖		m ³	31.75
	土方回填		m ³	6.35
	C25 混凝土		m ³	4.05
	钢筋		t	0.81
1.2	清水池、消毒池	5m×2.5m×2.5m	个	1
	土方开挖		m ³	72.91
	土方回填		m ³	14.58
	C25 混凝土		m ³	7.5
	钢筋		t	1.5
1.3	成套设备安装底座	4.5m×3m×2.5m	个	1
	土方开挖		m ³	33.75
	C25 混凝土垫层		m ³	4.05
2	业主营地			
2.1	调节池	2m×1.5m×1m	个	1
	土方开挖		m ³	10.65
	土方回填		m ³	2.13
	C25 混凝土		m ³	1.5
	钢筋		t	0.3
2.2	清水池、消毒池	3m×2m×2m	个	1
	土方开挖		m ³	32.29
	土方回填		m ³	6.46
	C25 混凝土		m ³	3.9
	钢筋		t	0.78
2.3	冬季蓄水池	3m×2m×2m	个	1
	土方开挖		m ³	314.50

序号	名称	尺寸 (长×宽×深)	单位	数量
	土方回填		m ³	62.90
	C25 混凝土		m ³	22.80
	钢筋		t	4.56
2.4	成套设备安装底座	10m×4m×4m	个	1
	土方开挖		m ³	33.75
	C25 混凝土垫层		m ³	4.05
二	设备			
1	承包商营地			
1.1	处理设备	处理能力 3t/h	套	1
1.2	污水提升泵 50QW10		台	2
1.3	清水泵		台	1
2	业主营地			
2.1	处理设备	处理能力 0.5t/h	套	1
2.2	污水提升泵 10QW10		台	2
2.3	清水泵		台	1
三	环保厕所		套	4

(6) 运行管理与维护

生活污水处理系统自动化程度高，管理操作简单，设备维修量小。各处理站设置技术人员各 1 人，负责处理系统进行管理运行和出水回用操作。

6.2.4.2 运行期生活污水处理措施

根据工程分析，运行期管理站房管理运行人员较少，水库运行期生活污水继续利用管理站房成套污水处理设备处理，处理达到回用标准后综合利用，用于营地绿化及降尘洒水。冬季不需绿化时，将未利用完的出水储存于清水池，待春季使用。

运行期污泥产生量少，每年清理 1 次~2 次，清理的污泥同生活垃圾一同纳入当地环卫系统进行处理。

6.2.5 受水区水污染防治措施

(1) 指导思想

全面贯彻落实党的十八大以来中央关于生态文明建设和绿色发展系列部署要求，突出保护优先、绿色发展、循环发展，以提高水环境质量为核心，按照“节水循环、优化空间、底线保障”原则，充分发挥法制规范、市场调节、科技支撑作用，全面推进依法治水、系统治水、创新治水、全民治水，形成“政府统领、企业施治、市场驱动、公众

参与”的水污染防治新机制，让汉中的水更清，为全面建成小康社会提供持久动力。

（2）重要任务

持续推进流域生态保护修复，打好城市黑臭水体治理攻坚战，强化“三水统筹”治理，构建水生态环境精细化管理体系，深入打好碧水保卫战，推动水生态环境质量持续好转的重要任务。

（3）方案依据

①根据《陕西省水污染防治工作方案》《陕西省碧水保卫战 2021 年工作方案》《陕西省碧水保卫战 2022 年工作方案》《汉中市“十四五”生态环境保护规划》《城固县“十四五”生态环境保护规划》《洋县“十四五”生态环境保护规划》《汉中市碧水保卫战 2022 年工作方案》《汉中市农村人居环境整治提升五年行动实施方案（2021-2025 年）》《汉台区碧水保卫战 2022 年工作方案》《洋县碧水保卫战工作方案》。

②根据《汉中市水资源保护利用专项规划》，规划水平年（2035 年）工业源再生水回用率考虑为 20%；规划水平年（2035 年）生活和城镇公共的排污系数为 0.9，再生水利用率为 20%，在此基础上进行污染源预测。

③规划水平年渭水河水利枢纽工程供水前，受纳水体各国控、省控断面的水质均能达到水体功能要求，不存在超标问题。

根据受水区水污染防治污染物总量及削减量计算结果，各控制单元终止断面均能达到水功能区水质目标，在落实已有规划措施的基础上，无需再新增工程任务，但仍需加强水资源管理，落实各项水资源保护措施。

6.2.5.1 强化“三水统筹”治理

努力实现“有河有水、有鱼有草、人水和谐”的目标。坚持系统治理，将“水清岸绿、鱼翔浅底”作为生态修复总体目标和要求，落实水资源、水环境、水生态“三水统筹”，推进水岸共治，促进水环境治理向水生态品质提升的转变，为生态价值实现奠定基础。

严格水资源管理。控制用水总量，提高用水效率。严格水资源管理，逐步将再生水、雨水等非常规水源纳入水资源统一配置。促进工业节水，搭礼推广先进节水工艺和技术，加强城镇节水，发展农业节水。

加强水治理、优化水环境。深入开展水污染防治行动，强化农业面源、工矿、城乡生活多污染物协同控制和全域系统治理，推进城镇污水处理设施全覆盖，打造洁净库区，建设清洁流域。

6.2.5.2 加强饮用水源地保护

强化饮用水水源保护。严格执行《关于推进汉中市集中式饮用水水源地生态环境保护工作的实施意见》，加快推进城固等单一水源供水县区应急水源或备用水源建设，巩固市、县级水源地环境问题整改成效，不达标水源要采取有效措施保障供水安全。加快完成“千吨万人”饮用水水源地保护区环境问题整改任务，有序推进乡镇级集中式饮用水水源地保护区划定及环境问题排查整治工作。

水源地污染综合整治。在饮用水源一级保护区内禁止新建、扩建与供水设施和保护水源无关的建设项目，禁止向水域排放污水，清除水源保护区内违章建筑及各类垃圾，清理水库污染底泥，取缔严重污染水质的畜禽养殖、网箱养殖、农家乐、旅游垂钓等活动，禁止可能污染水源的旅游活动和其他活动。针对面源污染影响较大的城市集中式饮用水水源地，结合清洁小流域综合治理项目，实施农村环境综合整治、农村河道综合治理、农田径流污染控制。在饮用水水源地二级保护区，采取禁止或者限制使用化肥、农药及限制种植养殖等措施，在农田排水沟及退水渠建设生态沟渠，削减农田径流污染。

健全水源地事故污染应急预案。开展汉中市县级及以上饮用水水源地保护区以及其他拟划定的水源保护区范围潜在危险污染源排查，特别要预防国道、高速公路交通事故以及矿产开采、输送发生泄漏事故、尾矿库安全事故等对水源地水质的风险，建立水源地事故污染应急预案，建设必要的截污坝、截污沟（渠）等风险防范设施，健全水环境风险预警应急处置机制。

水源地监测管理体系建设。持续推进集中式饮用水水源地保护和治理，推进水源地规范化建设，围绕饮水安全目标，合理规划布局，开展县级以上集中式饮用水水源地环境风险评估；深入开展饮用水水源地环保专项行动，完成既定整治任务，针对不达标饮用水水源地，持续开展水源地综合整治，确保人民群众饮水安全。完成实际供水人口在10000人或日供水1000吨以上及实际供水人口在1000人以上农村集中式饮用水水源地保护区划定。加快水源地自定监测系统建设，建立水源地保护协调机制，加强对水利枢纽的调度管理，增强水污染防治协同性。

6.2.5.3 深化水环境系统治理

强化农业源污染管控。以降低氮磷负荷为重点，持续推进农业源污染控制，汇入富营养化湖库的河流应实施总氮排放控制，总磷超标的河流水体开展总磷排放控制。结合畜禽养殖场密集程度、治污水平，切合实际提出畜禽养殖场（小区）养殖废弃物资源化

利用及污染治理设施建设等任务。新建、改建、扩建规模化畜禽养殖场（小区）要实施雨污分流、粪便污水资源化利用，在汉江流域及重点湖库划定限制养殖区，实施网箱上岸和水产养殖池塘网箱标准化改造，加强养殖投入品管理，开展专项整治，依法规范、限制使用抗生素等化学药品。深入实施化肥农药减量行动，推动精准施肥、科学用药，加强农业投入品规范化管理。持续推进农膜回收行动，以标准地膜应用、专业化回收、资源化利用为重点，强化农膜回收利用示范县建设，健全回收网络体系，加快可降解农膜应用示范，着力解决农田“白色污染”问题。持续推进秸秆资源化综合利用，鼓励开展秸秆还田，完善重点区域网格化监管制度，开展重点时段秸秆禁烧专项巡查。编制农业面源污染防治实施方案，探索开展农业面源污染防治绩效评估。建设农业面源污染监测“一张网”和农业面源污染监管平台，探索建立农业面源污染调查监测评估体系。

城镇生活污水治理。加强城镇污水收集处理设施建设，严格落实现有城镇生活污水相关规划措施，完善城镇污水处理厂运营管理机制，新建污水处理设施配套管网应同步设计、同步建设、同步投运，积极探索“厂网一体化”运营机制。大力实施污水管网补短板工程，对进水浓度明显偏低的污水处理厂开展收水范围内管网排查，实施管网混错接改造、破损修复。城镇新区管网建设及老旧城区管网升级改造中实行雨污分流，鼓励推进初期雨水收集、处理和资源化利用，建设人工湿地水质净化工程，对处理达标后的尾水进一步净化。污水处理厂出水用于绿化、农灌等用途的，合理确定管控要求，确保达到相应污水再生利用标准。推广污泥集中焚烧无害化处理和资源化利用，取缔非法污泥堆放点。

农村生活污水治理。推进农村生活污水治理统一规划、统一建设、统一运行和统一管理，鼓励农村生活污水依托就近园区或重点企业的生活污水处理设施进行处理及综合利用。优先治理水源保护区、乡镇政府所在地、中心村、城乡接合部、旅游风景区等六类村庄生活污水问题，因地制宜选取污水处理与资源化利用模式。加强农村生活污水治理与改厕治理衔接，积极推进农村厕所粪污无害处理和资源化利用。

持续推进工业污染治理。根据流域水质目标和主体功能区规划要求，实施差别化环境准入政策，严格限制增加氮磷污染物排放的工业项目。严格控制新建、扩建黄姜皂素生产、化学制浆造纸、果汁加工、有色金属、电镀、印染等涉水重点行业。引导工业企业污水近零排放，降低污染负荷。强化工业集聚区污染治理，推进工业园区污水处理设施分类管理、分期升级改造和污水管网排查整治。以企业和工业集聚区为重点，推进工业园区污水处理设施分类管理、分期升级改造，确保自动在线监控装置运维与联网。开

展造纸、氮肥、有色金属、印染、农副食品加工、原料药制造、农药、电镀和磷化工等涉水重点行业专项治理。根据流域水质目标和主体功能区规划要求，实施差别化环境准入政策，严格限制增加氮磷污染物排放的工业项目。严格控制新建、扩建黄姜皂素生产、化学制浆造纸、果汁加工、电镀、印染等高耗水、高污染行业。

加强环境基础管理，加大环境执法力度。建立工业污染源台账，推行排污许可证制度。依法按流域总量控制要求，发放排污许可证，把总量控制指标分解落实到污染源，实行持证排污。国控、省控、市控重点工业污染源应全部安装自动监控装置，实行实时监控、动态管理。加强干流工业企业污染排查工作，直排的企业要执行最严格的排放标准。加大污染物排放监督性监测和现场执法检查频次，重点监测和检查有毒污染物排放和应急处理设施情况。重点企业应当制定生产、消防安全事故环保应急处置预案，建设相应的环保应急处置设施。加强企业内部环境监测力度，切实掌握污染动态。

6.2.5.4 推进水生态保护与修复

紧扣提升水源涵养能力和水土保持任务，采取最严格的生态环境保护制度，按照山水林田湖草一体化保护修复理念，提高生态系统质量和稳定性，建设山美水美、生机盎然、人与自然和谐相处的水源区生态体系。

加强水生生物生境维护。针对珍稀保护水生生物和鱼类栖息繁殖重要河段，采取“三场”保护与修复、过鱼设施建设、河湖天然连通性修复等措施，修复重要水生生物栖息地。重点针对渭水河、褒河等不同类型鱼类全面开展生境保护与修复，开展珍稀鱼类增殖放流。

加强水生态环境监管。紧盯重点断面，对没有达到水质目标要求的水体，实施“一河一策”和“一断一策”。构建河湖滨污染缓冲带等生态屏障，控制面源总氮污染。严格落实河长制、湖长制，以水生态环境质量改善为目标，加大环境综合治理力度，不断提升重点流域水质。

积极推动生态扩容。按照“有河有水、有鱼有草”的原则，分区分类开展水生态恢复。对遭到破坏的水源涵养区、生态缓冲带，加强生态恢复与生态建设；对水生态环境受损严重、水质状况较差的重点水体，因地制宜设计人工湿地净化、生态修复工程。以解决断流河流“有水”为重点，明确河（湖）生态流量要求，推动湿地建设与修复，创建生物良好栖息环境，保护生物多样性，维护河流湖库生物完整性；加强城市滨河（湖）带生态建设，在河道两侧建设植被缓冲带和隔离带，增强水源涵养和土壤保持能力，重点针

对汉江流域湿地、水源涵养区、水域及其自然岸线等重要生态空间，实施水生态保护修复；严格规范涉江河湖库建设项目管理，对于生态环境受损的重点水体，从岸上到水中，系统开展生态保护与修复，确保水域面积只增不减。

落实流域区域协作机制。充分发挥河长制湖长制作用，按照“一河一策”，推进流域综合治理。实施《汉中市重点流域水生态环境保护“十四五”补偿实施方案》，进一步夯实属地水生态环境保护责任。发挥南水北调中线工程水源区水生态环境保护协作机制作用，推进跨区域协同治理，确保“一泓清水永续北上”。

6.2.5.5 强化水资源保护

严格水资源管理。全面落实以水定城、以水定地、以水定人、以水定产，不断增强全社会节水保水意识，控制用水总量，提高用水效率。实行最严格水资源管理制度，实施用水总量、用水效率、重要水功能区水质达标率等红线管控，强化水资源刚性约束，统筹考虑生活、生产、生态用水，按照“确有需要、生态安全、可以持续”的原则，在充分节水的前提下，研究优化水资源配置战略格局，加强对取用水行为的监管，坚决抑制不合理用水需求，推进水资源节约集约利用，做到以水定需、空间均衡，确保人口规模、经济结构、产业布局与水资源、水生态、水环境承载能力相适应、相协调。

有效保障生态用水。实施汉江流域水量调度方案，干支流上的水电站、航电枢纽、水利枢纽加装生态流量实时在线监测预警设备，确保信息报送畅通和下泄流量充足。明确汉江干流及库区上游主要支流生态流量保障目标，落实水工程运营单位直接责任、地方政府主体责任和流域管理机构监管责任，保障河湖生态流量。完善主要控制断面生态流量监测设施设备，提高非汛期生态流量测报能力，建立生态流量评估与考核机制，将河湖主要控制断面生态流量目标保障情况纳入最严格水资源管理制度并进行考核。落实干支流小水电清理整改的要求，自然保护区核心区、缓冲区及严重影响生态环境的小水电按要求退出，其他小水电严格落实生态流量泄放及必要的生态修复、水污染防治措施。

加强非常规水利用。加强再生水、雨水等非常规水多元、梯级和安全利用。推动非常规水纳入水资源统一配置，加快推进各区县城区再生水水厂及配套基础设施，逐年提高非常规水利用比例，规划水平年再生水回用率达到 20%。统筹利用好再生水、雨水等用于农业灌溉和生态景观。新建小区、城市道路、公共绿地等因地制宜配套建设雨水集蓄利用设施。景观生态用水优先使用非常规水。

建立健全用水总量控制指标体系，合理调配“北上水”和“本地用水”，严格实施取水

许可、水资源的有偿使用；在汉江流域开展试点，科学确定生态流量，将其作为流域水量调度的重要参考；完善区域再生水循环利用体系，

抓好工业节水。受水区各行政区应制定鼓励和淘汰的用水技术、工艺、产品和服务目录，完善高耗水行业取用水定额标准。开展节水诊断、水平衡测试、用水效率评估，严格用水定额管理。大力推进工业节水改造。完善供用水计量体系和在线监测系统，强化生产用水管理。大力推广高效冷却、洗涤、循环用水、废污水再生利用、高耗水生产工艺替代等节水工艺和技术。重点企业开展节水技术改造及再生水回用改造，对超过用水定额标准的企业分类分步限期实施节水改造。积极推行园区水循环利用。推进现有企业和园区开展以节水为重点内容的绿色高质量转型升级和循环化改造，加快节水及水循环利用设施建设，促进企业间串联用水、分质用水、一水多用和循环利用。

发展农业节水。大力推进节水灌溉。加快大中型灌区等续建配套和现代化改造，分区域规模化推进高效节水灌溉。结合高标准农田建设，加大田间节水设施建设力度。开展农业用水精细化管理，科学合理确定灌溉定额。推广喷灌、微灌、滴灌、低压管道输水灌溉、集雨补灌、水肥一体化、覆盖保墒等技术。加强农田土壤墒情监测，实现测墒灌溉。优化调整作物种植结构。根据当地水资源条件，推进适水种植、量水生产。积极发展集雨节灌，增强蓄水保墒能力。推广畜牧渔业节水方式。实施规模养殖场节水改造和建设，推行先进适用的节水型畜禽养殖方式，机械干清粪等技术和工艺。大力推进稻渔综合种养，推广应用池塘工程化循环水养殖技术。

完善再生水利用设施。积极推进再生水利用，工业生产、城市绿化、道路清扫、车辆冲洗、建筑施工以及生态景观等用水，要优先使用再生水；按照“污染防治一循环利用一生态保护”相结合的思路，开展再生水循环利用试点，因地制宜推进区域再生水循环利用；强化生物医药、建材等高耗水行业生产工艺节水改造和再生水利用，鼓励行业废水深度处理回用，推进矿井水综合。推进开展以节水为重点内容的绿色高质量转型升级和循环化改造，加快现有企业和园区开展节水及水循环利用设施建设，促进企业间串联用水、分质用水、一水多用和循环用水。持续提高全市节水灌溉工程面积占有效灌溉面积的比例。

加强地下水管理。尽快建立地表水、地下水联合调度机制；丰水年应尽可能利用地表水和雨洪水，适当减少开采地下水，是地下水得以补充、恢复；枯水年可适当增加开采地下水，丰枯互补，促进地下水的良性循环。结合国家近、中、远期规划动作，进一

步开展全面、系统的地下水资源开发利用现状调查工作，摸清底数，为合理进行水资源状况分析、配置及进一步规范化管理提供可靠的基础依据。应进一步调整、完善和健全地下水动态监测机构与监测井网，加强地下水动态监测工作的制度化、规范化，提高地下水动态监测井网的目的性和典型性，保证地下水动态监测数据的科学性和可信度。

6.2.5.6 严防严控生态环境风险

严格环境风险控制。定期评估沿江河工业企业、工业集聚区环境和健康风险，落实防控措施。对高风险化学品生产、使用实行严格限制，督促危险化学品生产、储存、经营企业建立完善重大危险源安全管理规章制度和安全操作规程，加强危害因素识别和风险管理，落实控制措施。建立健全尾矿库环境安全风险防控体系，加强尾矿库环境应急预案编制、报备、演练和培训，定期评估尾矿库风险，切实落实防控措施。

持续提升水环境风险防范水平。加强尾矿库、危险化学品运输等隐患排查治理，严防特殊天气及敏感时期发生突发水污染事件。加强重点湖库及回水区富营养化预警及防控。加快《汉中市汉江流域“一河一图一策”环境应急工作方案》编制，有效提升全市水环境风险防范水平。

强化尾矿库综合治理与风险管控。在汉江干流岸线三公里、主要支流一公里范围内禁止新（改、扩）建尾矿库项目，严把尾矿库规划、用途、安全、环保等各项行政许可准入关口。对水源区现有尾矿库生产状况、环境状况、治理状况进行调查和风险评估，建立“一库一档”环境风险管理档案，落实环境监管直接责任主体和日常监管主体。全面排查尾水收集处理设施不完善、渗滤液等废水超标外排、地下水等环境监测不符合要求、尾矿排放管线“跑冒滴漏”等问题，对完成污染治理的尾矿库开展“回头看”。全面开展尾矿库安全风险评估，按照“一库一策”原则编制尾矿库安全风险管控方案，在运行尾矿库全面建成在线安全监测系统，并接入全国尾矿库安全风险监测预警平台，对运行到设计最终标高或者不再进行排尾作业、停用时间超过3年、没有生产经营主体的尾矿库，尽快实施闭库治理并销号。对重点尾矿库开展污染监测，加强尾矿库尾水排放及下游地表水水质监控。

6.3 环境空气保护措施

6.3.1 施工粉尘防治措施

6.3.1.1 开挖、爆破粉尘的削减与控制

(1) 工程爆破方式应优先选用凿裂爆破、预裂爆破、光面爆破和缓冲爆破等技术，以减少粉尘产生量。凿裂、钻孔及爆破等施工提倡湿法作业，减少粉尘产生量。

(2) 露天开挖采取洒水降尘措施，以缩短粉尘污染的影响时间和范围，在大风天气禁止大面积基础开挖等易产生扬尘的作业。

(3) 施工隧洞、支洞等工程开挖应采取洒水、通风等措施，改善扩散条件等方式降低污染程度。

(4) 爆破作业前按要求设置警戒区，专人值守；搭建围蔽护栏，阻挡粉尘扩散，施工现场不同位置放置适量水袋，以减少爆破粉尘尘源；爆破结束后立即采用喷雾洒水降尘，最大限度降低爆破粉尘影响。

6.3.1.2 堆存料及中转料场粉尘的削减与控制

(1) 合理安排施工时序，减少土石料转运频率；

(2) 暂时不利用的土料、石料做好防护网遮盖；

(3) 在大坝、隧洞口和临时堆料场等多粉尘作业面、场地配备人员及设备进行定期洒水，夏季炎热天气每天洒水应不少于 5 次，春、秋季节每天洒水应不少于 4 次，冬季不少于 3 次（根据实际情况应适量洒水，防止结冰）。

6.3.1.3 混凝土拌和系统粉尘防治措施

(1) 严格控制混凝土拌和系统作业带，实行封闭管理，场地周边 100% 围挡，围挡设置高度不低于 2.5m。

(2) 在混凝土拌和系统搅拌站主楼处布设袋式除尘器、各胶凝材料罐处设置仓顶粉料仓袋式除尘器。生产系统车间采用全封闭形式，产生的粉尘通过封闭管道收集至袋式收尘器，经过净化处理可保证粉尘排放浓度低于 10mg/Nm³，满足《水泥工业大气污

染物排放标准》（GB4915-2013）水泥制品颗粒物排放标准要求后，经排气筒排放。

（3）物料堆场全封闭不能露天。采取封闭堆棚形式，并安装旋转喷雾抑尘装置，保持场内砂堆的含水量在 10% 以上；车辆进出口处安装自动门，只在车辆出入时开启，平时处于闭合状态，保证运输车辆进出之余全部封闭；加强物料装卸管理，尽量平缓且减小落差，并开启喷雾抑尘装置降尘。

（4）铲车上料要平缓减小落差，上部设喷雾抑尘装置。输送皮带通道全封闭，实现输送通道与砂石堆场、搅拌主楼的全封闭连接，减少铲车上料及皮带输送过程中的粉尘。

（5）混凝土拌和系统附近采用洒水降尘措施，以降低粉尘污染范围。

6.3.1.4 砂石料加工系统粉尘及空气污染防治措施

砂石加工系统的粉尘污染主要来源于加工过程中骨料的破碎、筛分及骨料装卸、运输，主要采取除尘器除尘和喷雾降尘措施，防止粉尘扩散。主要措施如下：

（1）严格控制砂石料加工系统作业带，实行封闭管理，场地周边 100% 围挡，围挡设置高度不低于 2.5m。

（2）优先采用湿法破碎的低尘工艺，减少粉尘产生量，人工粗骨料采用闭路循环破碎后，再进入主筛分楼。

（3）加工系统生产车间采用全封闭形式，在粗碎车间、中细碎车间、筛分车间以及各胶带机转料平台等部位布设袋式除尘器，袋式除尘器通过封闭管道与生产系统各部位粉尘产生出口连接，产生的粉尘通过封闭管道收集至袋式收尘器，过滤清灰下来的粉尘在灰斗或灰仓内，由卸灰伐卸出单独处理，经过净化处理后气体满足《大气污染物综合排放标准》（GB16297-1996）中的新污染源二级排放速率标准后，经排气筒排放。

（4）对场内半成品料堆、成品料堆、制砂调节料堆采用网架或门钢结构、彩钢板封闭形式，并采用喷雾除尘方式降尘。对原料卸车、物料取料等无组织粉尘采用水喷雾除尘，加工场区、道路洒水保持地面湿润，以防止尘土飞扬。

6.3.1.5 交通扬尘的削减与控制

（1）水泥、煤灰、弃渣运输、装卸过程尽可能采用蓬布密封等操作方式，减少沿

途的遗洒；

(2) 对道路进行定期养护并清洁路面和工区，配备 2 台洒水车，无雨天每天定时洒水 4~5 次，减少扬尘；对现场交通车辆设置洗车槽，以减少扬尘，上下库各设置 1 座洗车槽；

(3) 结合水土保持措施，在道路两旁有条件的地方进行绿化。

6.3.2 燃油废气的削减与控制

(1) 施工期交通车辆多为柴油燃料的大型运输车辆，尾气排放量与污染物含量较高，需选用符合环保要求的柴油，保证汽车尾气达标排放，降低污染程度；

(2) 进场施工机械尽量选用燃烧效率高的设备，对大型施工机械、车辆加强维修保养，使之保持良好状态，以降低油耗，减少污染物的排放量。

6.3.3 施工人员防护

按照国家有关劳动保护的规定，应向施工人员发放防尘用具，特别对土石方作业、混凝土拌和作业、砂石加工作业、水泥装卸作业的施工人员，应发放防护标准高的防尘器具，施工过程中还应及时清洗更换。

6.4 声环境保护措施

工程声环境影响主要集中在施工期，噪声源主要是机械设备运行、爆破作业、砂石加工中的破碎、车辆运行等。噪声的危害可通过声源、传播途径、受体三个环节进行控制，其中对声源的控制是最根本的措施。

工程声环境影响主要集中在施工期，噪声源主要是机械设备运行、爆破作业、砂石加工中的破碎、车辆运行等。噪声的危害可通过声源、传播途径、受体三个环节进行控制，其中对声源的控制是最根本的措施。

6.4.1 大坝施工区

(1) 合理规划施工时间，夜间不进行爆破作业、控制车辆运输，尽量避免高噪声施工活动在夜间进行；

(2) 施工爆破采用先进爆破技术，控制加药量；施工过程尽量避免打干钻，湿钻可使噪声降低 30 分贝左右。

(3) 对高噪声区内工作的施工人员做好劳动保护工作，可佩戴防噪耳塞、耳罩或防噪头盔等护耳器。

6.4.2 砂石料加工及混凝土拌和系统

(1) 砂石料加工设备设置隔声罩、吸声材料。隔声罩为全密闭，安装隔声工作窗、工作门，做好连接部分密闭；

(2) 碎车间及筛分车间内的加工设备底部安装隔振、减振装置；

(3) 混凝土拌和系统选用全封闭拌和楼，内部应用吸声材料；

(4) 建立隔声操作间、值班间和休息间，对流动性较大的空气压缩机和风机选用消声器等，控制噪声源强；

6.4.3 交通道路

(1) 施工单位使用的车辆须符合《汽车定置噪声限值》（GB16170-1996）和《汽车加速行驶车外噪声限值及测量方法》（GB1495-2002）等，加强对现有设备的维修和保养，降低运行噪声；

(2) 减少夜间施工车流量，在工程承包商营地、业主营地、附属企业区等车流量较高处，设立限速标志牌，合理安排运行时间。

6.4.4 施工人员防护措施

(1) 为长时接触高噪声设备的施工人员发放防噪器具，如混凝土拌和站和砂石筛分系统操作人员，并保证及时更换。

(2) 适当缩短砂石加工系统、混凝土拌和系统操作人员的每班工作时长，或采取轮班制，防止其听力受损。

6.5 固体废弃物控制措施

6.5.1 施工期生活垃圾处理措施

6.5.1.1 生活垃圾产生量及特性

根据分析，施工期生活垃圾日产生量约 1.31t，整个施工期产生生活垃圾总量约为 2042.35t。

生活垃圾中有机成分主要以厨房剩余残质为主；有机物中木草、塑料、织品、废纸等可燃物含量低；垃圾含水率高；垃圾低温发热值低，不适合焚烧处理。

6.5.1.2 处理目标

防止生活垃圾对土壤、水体环境、景观、人群健康和大气危害。施工各区生活垃圾处置率 100%。

6.5.1.3 处理方案

结合生活主要产生于施工期的特点，选择经济、适当的处理方式。

本工程生活垃圾处理采用运送到当地环卫部门指定填埋场进行卫生填埋的处置方式。

6.5.1.4 收运措施

（1）生活垃圾分类收集

由于施工区人员居住集中，生活较为单一，生活垃圾来源比较简单，为了预防生活垃圾对土壤、水环境、自然景观的影响和对人群健康的危害，生活垃圾尽可能实行袋装化，在施工区和生活区内按施工人员数量多少分别设置垃圾桶。生活垃圾采取人工和垃圾清运车两种方式相结合进行清运，根据垃圾的组成按可利用和不可利用进行初步分类，不可利用部分运送至环卫部门指定地点进行进行处理，可利用部分进行资源化再利用。

（2）生活垃圾集中收运

施工期生活垃圾主要产生于承包商营地、业主营地及各施工区，在各生活营地及施

工人员集中区设置垃圾收集桶共计 30 个，在指定的地点分类投放生活垃圾，禁止随意倾倒、抛撒、堆放或者焚烧生活垃圾。配备压缩式垃圾清运车一辆，每周清运一次。

6.5.1.5 施工危险废物处理措施

施工期机械修配厂、汽车保养站内进行车辆维修和保养产生的废油、含油废纸、废布、油桶，以及含油废水处理产生的浮油和含油污泥均为危险废物，应委托有资质的单位进行处理。计划在机械停放保养厂内选取适当位置修建一座危险废物暂存间，占地面积 20m²，地面设防水层，防止液体渗漏及流散。在储存间内配备相关消防及灭火设施，门口粘贴警告标识及应急处理预案，实行上锁管理，保证符合危险废物临时存放间管理要求。

表 6.5.2-1 危险废物暂存间工程量及设备

序号	危险废物暂存间	单位	数量
1	储存间		
1.1	建筑工程	m ²	20
1.2	防渗工程	m ²	20
2	设备		
2.1	消防及灭火设施	套	1
2.2	废油储存罐	套	1
2.3	警示标示	套	1

6.5.2 运行期固废处置措施

运行期固体废物主要为业主营地的生活垃圾等，生活垃圾日产生量为 0.041t，年产生量为 14.97t。由于垃圾量较小，利用施工期设置的垃圾桶，集中收集后纳入当地环卫系统进行处理。

6.6 人群健康保护措施

施工期间，施工人员在短时间内大量进入施工区，民工及其他人员来自各地，施工人员临时居住地拥挤狭窄、劳动强度大，若不加强卫生防疫工作，搞好环境卫生和施工人员自身的保护工作等，极易造成传染病在工地流行。参照陕西同类已建工程及在建工程施工期疫情控制经验，对施工区人群采取如下保护措施：

（1）施工区卫生清理

工程准备期，结合场地平整工作，对施工营地、施工人员集中活动场所和近十年内新埋的坟地进行一次性清理和消毒。选用石碳酸药物用机动喷雾器按照《消毒技术规范》的要求进行消毒，消毒的同时注意对废弃物进行清理。对施工临时用地范围及其重点污染源旧址进行一次清理和消毒。

（2）病媒生物消杀

在施工人员临时居住范围和生产生活区开展灭鼠、灭蚊和灭蝇活动，加强施工区卫生管理，以控制各种传染性疾病的传染源和切断传播途径。

灭鼠采用鼠夹法和毒饵法；灭蚊、灭蝇选用灭害灵。在卫生防疫人员的指导下，将药物和工具分发给施工人群投放或使用。施工期内，每年定期在春秋两季对生活区进行统一消杀灭工作。

（3）施工人员卫生防疫

施工区各施工单位和工程管理部门应明确卫生防疫责任人，负责管理范围内的卫生防疫工作，并通过广播、墙报、印发宣传手册等多种形式对施工人员进行饮食卫生宣传教育，提高施工人员自我预防疾病的健康意识。

施工人员进场前必须进行卫生检疫，根据施工人员来源地的疾病构成和流行状况，拟定检查项目进行抽检，抽检比例为 30%。患有传染病的人不得进入施工队伍，防止在施工人群中造成相互传染和流行。若发现新入境传染病，必须对患者隔离治疗，切断传播途径，同时建立施工人员健康档案。

每年定期对施工人员健康情况进行一次抽检，抽检比例为 20%。检查内容包括：一般健康体格检查常规、疟疾、乙肝和传染性肝炎等专项检查，对特殊人群可作相应的特殊检查。若发现病种出现流行趋势，应扩大检查人数，并采取相应治疗措施。对于在施工区危害较大且易流行的疾病，可采用预防性服药，免疫接种等方法进行防治，提高施工人员对该种疾病的抵抗力，预防疾病蔓延。

（4）施工区卫生设施设置

施工单位应在枢纽施工生活区设医疗卫生急救站一处，其他各施工区配备医疗救护点，配备常用的治疗药品，开展简单治疗和工伤事故紧急处理，负责施工期卫生防疫工

作。

施工区厕所、食堂的设置应满足卫生标准要求，采取有效措施对粪便废水、生活污水等进行处理，派专人负责消毒、打扫，委托当地环卫部门定期清理。施工结束后，进行消毒处理与填埋。

（5）生活饮用水保护

鉴于工程施工期生活供水利用渭水河水源，为保证生活饮用水水质，建设单位在落实生活用水净水厂的水处理设施及水质安全保障措施基础上，应加强对施工生活的用水取水、净化、蓄水、输水等设备的管理，建立行之有效的放水、清洗、消毒和检修等制度及操作规程，并按规定对水源水、饮用水定期监测，供水水质需符合《生活饮用水卫生标准》（GB5749-2006）要求。同时，按照有关规范要求，定期对生活饮用水取水区、水厂、供水管道末端进行水质监测。

（6）食品卫生管理与监督

对施工区各类饮食行业进行经常性的食品卫生检查与监督，从事餐饮人员必须取得卫生许可证方可上岗作业，接触食品的操作人员实行“健康证”制度，发现食物中毒应立即采取有效控制措施，防止病源扩大。

（7）卫生宣传与管理

加强施工区卫生宣传与管理工作，承包商及建设管理单位应实行专人负责，利用黑板报、墙报、宣传画报等形式，宣传肺结核、乙肝、流行性腮腺炎、痢疾和流行性感胃等传染病防治知识和计划免疫预防接种知识，同时发放有关鼠疫的预防知识和注意事项，提高施工区人群卫生知识水平和健康保护意识。

6.7 陆生生态环境保护措施

6.7.1 陆生植物保护措施

6.7.1.1 避让措施

（1）优化工程布置。为节省用地，减少施工活动范围，减轻人为干扰及施工活动等的影响，应优化工程布置，最大限度做到土石方平衡，减少工程弃方，同时应尽量对

施工区进行集中布置，减少施工扰动范围，减轻人为干扰及施工活动等的影响。同时，具体工程选址还应尽量选择荒地、裸地等未利用地。临时施工占地尽量采取“永临结合”的方式，尽量利用水库淹没土地，减轻占地对植物的影响。

(2) 优化施工时序。施工期应尽量避免雨季，并做好防护，以减轻水土流失。

6.7.1.2 减缓措施

(1) 划定施工活动范围，严禁越界施工。施工前，在各主要施工区及植被发育良好的地段设置生态保护警示牌，标明工程施工区范围，严禁越界施工或砍伐林木，尽量减轻人为干扰的影响。

(2) 剥离及保存占地区熟化土，用于植被恢复。根据《中华人民共和国水土保持法》（2010年12月25日）、《生产建设项目水土保持技术标准》（GB50433-2018）、《建设用地土壤污染状况调查技术导则》（HJ 25.1-2019）等的相关要求，为防止施工占地区表层土的损耗，要求将施工开挖地表面表层土剥离（一般为0~50cm），进行留存，待施工结束后用于施工场地平整、回填，以恢复土壤理化性质，用于后期绿化。

(3) 减少扬尘来源，减轻扬尘扩散范围。项目取、弃土的设置要在最大限度地做到挖填平衡之后，减少土石方远距离纵向调运数量，尽可能地减轻在施工过程中因土石方运输造成的扬尘污染。土石方运输时应采取遮挡等措施。施工过程中应对物料堆放场地采取临时防风、防雨措施，并定期洒水抑尘。

(4) 减轻废水、固废等的污染。施工带来的固体废弃物要严格到指定地点堆放并采取拦挡措施，施工废污水达标后方可外排或回用，避免其对区域生态环境的污染。

(5) 根据施工区情况，建议采取如下预防保护措施：

①针对弃渣场及表土堆存场，应严格控制堆渣程序，合理确定堆渣边坡角。渣体的边坡角直接关系到渣体的稳定及水土流失的防治，因此，应严格按照堆渣规划要求弃渣，杜绝因堆渣不当造成高陡边坡。确定合理的边坡角，充分利用渣体自身的稳定，同时考虑施工机械在坡面上施工的需要。

②设置畅通的截排水体系。在枢纽工程区，为防止坡面汇水的冲刷，在开挖边坡上边界布设截水沟，并沿开挖边坡各级马道内侧设置马道排水沟。在渣场周围的坡地上设置通畅的截水沟、马道排水沟与四周的截水沟相连接，构建相互贯通的排水体系。在交

通设施区，填方路段路面排水经路堤就近排到自然水沟或路基低洼处，挖方路段设置浆砌片截排水沟，交界处视具体情况设置排水沟或急流槽将水排至坡脚沟或路基范围以外。

③取有效的护坡措施。在弃渣场及表土堆存场区，合理的护坡措施将有利于渣体的稳定和减轻水土流失，护坡采用工程措施和植物措施相结合的方法，在渣体堆置完毕后，进行渣体边坡削坡开级，修建马道，在渣体坡面及渣顶覆盖表土，种植草皮、灌木或复耕。在交通设施区，对挖方及半挖半填区段，部分路段路面以上采用护坡工程形式；对部分路段填方区段采用设置路肩挡土墙、浆砌石拱形骨架植草防护等形式防治；对挖方边坡根据挖方路段的工程地质及水文地质条件、地层及挖方边坡坡率和高度等情况分别采用路堑挡土墙、锚杆挂网喷混凝土、混凝土网格骨架防护等防护型式。在施工生活区，边坡视具体情况要进行锚喷支护、浆砌石护坡、挡墙护脚等工程措施的防护。

④渣体坡脚设置挡渣墙。参考同类工程实践经验，考虑坝址区的实际地质地形条件、渣场的使用期限、当地材料，建议针对不同区域选用混凝土挡渣墙、钢筋石笼挡渣墙。挡渣墙主要起到拦挡滚渣的作用。

施工结束后，应督促施工单位及时拆除临时建筑物，妥善处理建筑和生活垃圾，清理和平整场地，对裸露的地面必须及时采取人工辅助措施进行植被恢复。

6.7.1.3 生态影响的恢复与补偿措施

施工结束后，对耕地及草地区应进行场地清理、土地整治后采取复垦或者抚育的方式恢复生境。林地区植被恢复时应在“适地适树、适地适草”的原则下进行。恢复树种、草种应以当地优良的乡土树种、草种为主，并适当引进新的优良树种、草种，以保证绿化栽植的成活率。把剥离的表层熟土回填至植被恢复区内，用作绿化带的覆土改造。

1、植被恢复原则

根据当地的气候特点，在植被恢复措施中应注意的技术要点有：

（1）保护原有生态系统：评价区处秦岭南坡，区域植被以森林植被为主。因此在植被修复过程中，应尽量保护区域原有自然体系的生态环境，尽量发展以针叶林、阔叶林等为主体的森林生态系统。

（2）保护生物多样性的原则：植被修复措施不仅考虑植被覆盖率，而且需要在利

用当地原有物种的情况下，尽量使物种多样化，避免单一。在保证物种多样性的前提下，防止外来入侵种的扩散。

(3) 景观优化的原则：植被恢复时，应与景观美化相结合，在恢复原有植被、生态系统的同时，尽量与提升景观质量相结合。

2、植被恢复物种选择

(1) 生态适应性原则：植物生态习性必须与当地环境条件相适应，尽量选用适生性强、生长快、自我繁殖和更新能力强的乡土植物进行植被恢复，同时为提高区域生物多样性，应适当引进新的优良植物，在恢复物种选择时应防止外来入侵种的扩散。

(2) 恢复植物的选择：根据评价区生态环境特点及区域植被分布特征等，植被恢复时乔木种植密度：株行距 $2\text{m} \times 2\text{m}$ ， $\Phi 60\text{cm}$ 穴状整地，主轴应有主干，主枝 3~5 个，主枝分布均匀，乔木可选择油松、白皮松、楸树、花楸树、侧柏、刺槐和碧桃等，灌木种植密度：株行距 $1\text{m} \times 1\text{m}$ ， $\Phi 30\text{cm}$ 穴状整地，灌丛丰满，主侧枝分布均匀，主枝平均高度 $0.8\text{m} \sim 1.0\text{m}$ ，灌木拟选用沙棘、月季、迎春、石楠、金叶女贞、红瑞木等，草籽 $80\text{kg}/\text{hm}^2$ ，人工撒播，草种拟选择白羊茅、高羊茅等。这些植物皆为评价区常见种，且其适应性强、生长快，可起到较好的水土保持的作用。

3、植被恢复措施

(1) 根据水分条件、岩土组成及地貌条件进行植被恢复。评价区植被分布主要受水分条件、地形地貌等因素的影响，根据评价区植被分布特点，尽量选择当地优势物种进行植被修复。

(2) 根据立地条件进行植被恢复。植被恢复应根据恢复区立地条件，主要依靠优势生活型植物种类进行乔灌木的合理配置，建立起植被与生境条件的群系生态关系。如渭水河和板凳河沿岸陡坡区无法进行人工植被恢复时，应进行封育管理，使植被自然恢复；在生境条件恶劣或制约着人工植被恢复的地段应选择适应性强、繁殖力强、覆盖力强的速生草本植物，在其迅速覆盖地表后再发展多层次多种结构的人工混交植被。

混交模式必须遵循：混交类型以灌木及草本植物为主，在砾石层坡地及其它水份条件较好的地段，可建立乔木、灌木及草本植物的人工混交植被，但必须控制乔木的比例；进行多林草种的搭配，建立稳定的多样性人工植被，多林草搭配还应注意豆科和非豆科、

阴性和阳性植物的搭配，混交方式以行间混交为主。

4、具体恢复措施

根据《全国水土保持规划（2015 年~2030 年）》和《陕西省水土保持规划（2016 年~2030 年）》，项目区属于丹江口库区及上游国家级水土流失重点预防区和省级米仓山、巴山山地重点预防区。

项目区水土保持区划属于西南紫色土区，根据《生产建设项目水土流失防治标准》（GB/T50434-2018），本项目水土流失防治标准执行西南紫色土区一级防治标准。根据项目区气候条件，项目区现状土壤侵蚀强度，项目区地形地貌，项目区土壤侵蚀区划等项目各项防治目标值进行修正。

结合工程及项目区水土流失特点，各防治分区以工程措施为先导，结合植物措施和临时措施进行防治，主要包括枢纽建筑物区、永久办公生活区、弃渣场区、料场区、施工生产生活区、交通道路区、表土堆存区和移民安置与专项设施复（改）建区等分区的水土保持措施，形成一个完整、统一的措施体系和总体布局。各防治分区水土保持措施具体布置如下：

（1）枢纽建筑物区

1）大坝枢纽工程区

对大坝枢纽工程区周边的平缓区域，进行乔灌木高标准景观绿化。选取当地常用园林景观绿化树种进行绿化美化，使其具有美化环境、净化空气、调节气候、保持水土的功能。设计乔灌木按原始地面高程沿等高线布置。乔木种植密度：株行距 2m×2m，Φ60cm 穴状整地，主轴应有主干，主枝 3~5 个，主枝分布均匀，拟选用油松、白皮松、楸树、花楸树、侧柏、刺槐和碧桃等；灌木种植密度：株行距 1m×1m，Φ30cm 穴状整地，灌丛丰满，主侧枝分布均匀，主枝平均高度 0.8m~1.0m，拟选用沙棘、月季、迎春、石楠、金叶女贞、红瑞木等；植草：撒播种草，种植密度，草籽 80kg/ hm²，人工撒播，草种拟选择白羊茅、高羊茅等。栽植乔木 4233 棵，栽植灌木 33860 株，撒播草籽 16.93hm²。

2）导流工程区

导流洞出口占地为临时占地，施工结束后进行植被恢复，绿化采取种植乔木、灌木和草相结合的方式，乔木树种为刺槐、油松等，灌木树种选用沙棘、月季、迎春、石楠、

金叶女贞等，草种为白羊茅。其中乔木种植密度：株行距 $2\text{m}\times 3\text{m}$ ， $\Phi 60\text{cm}$ 穴状整地，灌木种植密度：株行距 $1.5\text{m}\times 1.5\text{m}$ ， $\Phi 30\text{cm}$ 穴状整地，植草：撒播植草，种植密度，草籽 $80\text{kg}/\text{hm}^2$ 。栽植乔木 7520 棵，栽植灌木 35250 株，撒播草籽 11.28hm^2 。

在施工期间，对开挖的施工断面、临时堆放的土石方填筑料和地面裸露区域采取防尘网苫盖的措施进行防护。

（2）工程永久办公生活区

在混凝土框格护坡框格梁及框格内覆土施工结束后，在框格内种植灌草，灌木推荐柠条，种植密度：株行距为 $1\text{m}\times 1\text{m}$ ， $\Phi 30\text{cm}$ 穴状整地，植草：撒播白羊茅，种植密度，草籽 $80\text{kg}/\text{hm}^2$ 。栽植灌木 2560 株，撒播草籽 0.26hm^2 。

工程永久办公生活区在土地平整措施完成后，采取种植乔木、灌木和铺种草皮进行绿化，种植乔木树种：油松、白皮松、楸树、花楸树、侧柏、刺槐和碧桃等，乔木种植密度：株行距 $2\text{m}\times 2\text{m}$ ， $\Phi 60\text{cm}$ 穴状整地；灌木种植密度：株行距 $1\text{m}\times 1\text{m}$ ， $\Phi 30\text{cm}$ 穴状整地，灌丛丰满，主侧枝分布均匀，主枝平均高度 $0.8\text{m}\sim 1.0\text{m}$ ，拟选用沙棘、月季、迎春、石楠、金叶女贞、红瑞木等。绿化区域地表进行草皮铺种，采用马尼拉草皮。栽植乔木 1325 棵，栽植灌木 5300 株，铺设草皮 0.32hm^2 。

在施工期间，对开挖的施工断面、临时堆放的土石方填筑料和地面裸露区域采取防尘网苫盖的措施进行防护。防尘网苫盖面积 4.36hm^2 。

（3）弃渣场区

本工程共布设 3 个弃渣场，分别为 1 号弃渣场、2 号弃渣场和 3 号弃渣场，均位于水库淹没区内，为库区型弃渣场，无需植被恢复，仅考虑临时措施。

在施工期间，对 1 号弃渣场堆放的边坡采用防尘网苫盖的措施进行防护，防尘网苫盖面积 3.24hm^2 ，2 号弃渣场防尘网苫盖面积 2.33hm^2 ，3 号弃渣场防尘网苫盖面积 4.09hm^2 。

（4）料场区

罗湾砂石料备用料场、小北河桥砂石备用料场、取土场和块石料场，均位于水库淹没区范围内，其中：罗湾砂石料备用料场、小北河桥砂石备用料场作为备用料场，不进行开采。

块石料场开采结束后，对库区外的区域表土回填和土地平整后进行植被恢复工程。种植灌木 31400 株，撒播草籽 1.57hm^2 。其余库区内料场仅进行临时措施处理，在取料场开采期间，对开挖断面和地面裸露区域采用防尘网苫盖的措施进行防护。

（5）交通道路区

1）永久道路

对道路下游边坡，采取种植灌草绿化，灌木选用柠条，草种选用白羊茅草；灌木种植密度：株行距 $1\text{m}\times 1\text{m}$ ， $\Phi 30\text{cm}$ 穴状整地，植草：撒播植草，种植密度，草籽 $80\text{kg}/\text{hm}^2$ 。栽植灌木 9188 株，撒播草籽 0.98hm^2 。

对永久道路上边坡较陡，不具备覆土绿化条件，本次设计采用高次团粒客土喷播技术对硬化高陡边坡进行绿化。高次团粒喷播技术主要包括坡面清理—挂网—喷播—养护等。高次团粒喷播技术是以岩质和土质边坡为主要施工对象，使用富含有机质和黏粒的客土材料，在喷播瞬间与团粒剂混合发生团粒反应，形成与自然界表土具有相同团粒结构的土壤培养基，由于喷播后会发生疏水反应，所以粘结力极强的土壤培养基会牢固地吸附于坡面上，有效解决坝区高陡边坡无法覆土绿化难题，可抵抗雨蚀和风蚀，防止水土流失，美化坝区环境。客土喷播面积 0.29hm^2 。永久道路两侧各种植一排行道林，行道林选择树种为大叶女贞、杨树、侧柏，种植密度：株距 3m ， $\Phi 60\text{cm}$ 穴状整地。栽植乔木 1908 棵。在永久道路施工期间，对开挖断面和地面裸露区域采用防尘网苫盖的措施进行防护。防尘网苫盖面积 3.25hm^2 。路基施工临时措施采用简便且造价较低的竹挡板，施工道路沿坡地布置，竹挡板的桩钉采用角钢钉入。即施工前先在公路外侧下边坡红线附近设置桩钉及拦挡板，桩钉选用角钢，挡板选用竹编挡板，挡板高 1.0m ，长 $5\text{m}\sim 6\text{m}$ ，将竹子破开编制而成。下边坡竹挡板拦挡 3816m 。

2）临时道路

施工结束后，临时道路表土回填并土地平整后，采用灌草结合的方式恢复植被，灌木推荐柠条，种植密度：株行距为 $1\text{m}\times 1\text{m}$ ， $\Phi 30\text{cm}$ 穴状整地，植草：撒播白羊茅，种植密度，草籽 $80\text{kg}/\text{hm}^2$ 。栽植灌木 3750 株，撒播草籽 0.4hm^2 。在临时道路施工和使用期间，对开挖断面和地面裸露区域采用防尘网苫盖的措施进行防护。防尘网苫盖面积 0.12hm^2 。路基施工临时措施采用简便且造价较低的竹挡板，施工道路沿坡地布置，竹

挡板的桩钉采用角钢钉入。即施工前先在公路外侧下边坡红线附近设置桩钉及拦挡板，桩钉选用角钢，挡板选用竹编挡板，挡板高 1.0m，长 5m~6m，将竹子破开编制而成。下边坡竹挡板拦挡 980m。

(6) 施工生产生活区

1) 承包商营地

对承包商营地，采取种植灌草绿化，灌木选用柠条，草种选用白羊茅草；灌木种植密度：株行距 1m×1m， $\Phi 30\text{cm}$ 穴状整地，植草：撒播植草，种植密度，草籽 80kg/hm²。栽植灌木 3906 株，撒播草籽 0.2hm²。在承包商营地施工期间，对开挖断面和地面裸露区域采用防尘网苫盖的措施进行防护。防尘网苫盖面积 2.95hm²。

2) 混凝土系统

对混凝土系统，采取种植灌草绿化，灌木选用柠条，草种选用白羊茅草；灌木种植密度：株行距 1m×1m， $\Phi 30\text{cm}$ 穴状整地，植草：撒播植草，种植密度，草籽 80kg/hm²。栽植灌木 1832 株，撒播草籽 0.09hm²。在混凝土系统施工期间，对开挖断面和地面裸露区域采用防尘网苫盖的措施进行防护。防尘网苫盖面积 6.91hm²。

3) 砂石料系统

对砂石料系统，采取种植灌草绿化，灌木选用柠条，草种选用白羊茅草；灌木种植密度：株行距 1m×1m， $\Phi 30\text{cm}$ 穴状整地，植草：撒播植草，种植密度，草籽 80kg/hm²。栽植灌木 7554 株，撒播草籽 0.38hm²。在砂石料系统施工期间，对开挖断面和地面裸露区域采用防尘网苫盖的措施进行防护。防尘网苫盖面积 3.64hm²。

(7) 表土堆存区

项目表土堆存区位于水库淹没区范围内，施工结束后，将所有剥离的表土用于植被绿化，表土堆存区进行土地平整，土地平整面积 1.44hm²。对临时堆存表土的采取袋装土临时拦挡和防尘网覆盖措施，临时拦挡措施采用填筑袋装土布设在表土的四周，袋装土土源直接取用临时堆存表土，施工结束后对临时措施进行拆除。袋装土按照两层摆放，为保证稳定，底层袋装土的纵向应垂直于堆土放置，土袋采用 0.80m×0.50m×0.25m 规格。袋装土拦挡长 440m。在表土堆存施工期间，对开裸露区域采用土工布苫盖的措施进行防护。土工布苫盖面积 1.58hm²。

(8) 移民安置与专项设施复(改)建区

1) 移民安置区

在工程移民安置区表土回填完成后,采取种植乔木、灌木和撒播草籽进行绿化,种植乔木树种:油松、白皮松、楸树、花楸树、侧柏、刺槐和碧桃等,乔木种植密度:株行距 2m×2m,Φ60cm 穴状整地;灌木种植密度:株行距 1m×1m,Φ30cm 穴状整地,灌丛丰满,主侧枝分布均匀,主枝平均高度 0.8m~1.0m,拟选用沙棘、月季、迎春、石楠、金叶女贞、红瑞木等。植草:撒播种草,种植密度,草籽 80kg/hm²,人工撒播,草种拟选择白羊茅、高羊茅等。栽植乔木 2288 棵,栽植灌木 9150 株,撒播草籽 1.83hm²。在移民安置区施工期间,对临时堆存的表土采取袋装土临时拦挡和防尘网覆盖措施,表土的平均堆高为 3m,临时拦挡措施采用填筑袋装土布设在表土的四周,袋装土土源直接取用临时堆存表土,施工结束后对临时措施进行拆除。袋装土按照两层摆放,为保证稳定,底层袋装土的纵向应垂直于堆土放置,土袋采用 0.80m×0.50m×0.25m 规格。袋装土拦挡长 242m,防尘网苫盖 0.37hm²。

2) 专项设施复(改)建区

在专项设施复(改)建区表土回填完成后,采取种植灌木和撒播草籽进行绿化,灌木种植密度:株行距 1m×1m,Φ30cm 穴状整地,灌丛丰满,主侧枝分布均匀,主枝平均高度 0.8m~1.0m,拟选用沙棘、月季、迎春、石楠、金叶女贞、红瑞木等。植草:撒播种草,种植密度,草籽 80kg/hm²,人工撒播,草种拟选择白羊茅、高羊茅等。栽植灌木 3950 株,撒播草籽 0.79hm²。在专项设施复(改)建区施工期间,对临时堆存的表土采取袋装土临时拦挡和防尘网覆盖措施,表土的平均堆高为 3m,临时拦挡措施采用填筑袋装土布设在表土的四周,袋装土土源直接取用临时堆存表土,施工结束后对临时措施进行拆除。袋装土按照两层摆放,为保证稳定,底层袋装土的纵向应垂直于堆土放置,土袋采用 0.80m×0.50m×0.25m 规格。袋装土拦挡长 101m,防尘网苫盖 0.06hm²。

6.7.1.4 生态管理措施

(1) 加强宣传教育活动。施工前可通过印发环境保护手册,组织专家对施工人员及移民等进行环保宣传教育,提高施工人员及移民对环境的保护意识。坚决制止对评价区森林资源的滥砍乱伐、过量采伐、毁林开荒等不良现象发生,保护和培育现有森林。

在移民房屋建筑、道路营建等工程中均应充分考虑节约木材，防止利用工程建设之机大肆砍伐林木。在工程施工、移民搬迁、公路修建和房屋建筑等活动中都应该重视对森林资源的保护。

(2) 加强施工监理工作，强化对现有森林、湿地资源的管理。施工前划定施工活动范围，确保施工人员在征地范围内活动。施工过程中，加强对施工人员的管理，禁止施工人员对植被的滥砍滥伐，严格限制施工人员的活动范围，严禁破坏沿线的生态环境。

(3) 工程施工期、运营期都应对植物的影响进行监测及调查。重点调查植物种类及组成、植被类型及分布、优势种群、生物量等情况以及生态系统整体性变化。通过调查或监测，加强对生态的管理。在工程管理机构，应设置生态环境管理人员，建立各种管理及报告制度。

6.7.1.5 重点保护野生植物的保护措施

结合相关资料，根据访问调查及现场实地调查，在项目直接影响区调查到 7 种重点保护植物分布，应尽可能对其采取避让措施，位于淹没线及征地红线内的个体采取迁地保护。项目区及工程直接或间接影响周边分布的保护植物，项目实施可能会对其生长生存等带来不利影响，对位于工程占地范围外的保护植物应采取就地保护措施。

(1) 就地保护措施

1) 加强宣传教育活动，做好施工监理工作。通过宣传教育活动，培养和教育施工人员、当地居民热爱和保护区域保护植物资源。同时，严格执行我国森林法、野生动植物保护法等相关法律法规，严禁滥采乱挖及违规收购珍稀、保护植物资源，并做好施工监理工作，保护评价区内的重点保护野生植物资源。

2) 划定施工活动范围，加强施工管理。施工期，划定施工活动范围，严禁越界施工，减轻人为干扰对区域保护植物及其生境的不利影响。同时加强对施工人员的管理，避免人为破坏评价范围内重点保护植物及其所处生境。在施工过程中如遇其它保护植物，应立即当地林草部门汇报，经协商采取妥善措施后方能进行下一步施工。

3) 做好污染物的防治工作。施工期应做好施工场地和运输车辆的防尘清洁工作，并定期冲刷运输公路，减少扬尘来源，同时可通过洒水抑尘等措施降低扬尘等扩散范围。施工过程中应做好弃渣、废水、固废等污染物的收集及处理工作，运营期应对业主营地

区生活垃圾进行及时转运，对生活污水进行收集及处理。避免施工及运营产生的污染物对区域重点保护植物及其生境的影响。同时，如发现评价区保护植物分布区扬尘较多时，可用水清洗降尘，以减少扬尘等对其生长及生存的影响。

4) 采取标牌、围栏等保护措施。项目实施过程中应加强对区域保护植物的保护管理工作，建议在保护植物分布区域采取标牌、围栏等就地保护措施，以减轻人为干扰等的影响。

5) 加强后期工作。由于库区回水距离较长，淹没范围广，而陆生生态评价受地形、交通等因素影响无法对淹没范围实施全覆盖调查，在后期工作，如库底清理等工作时，应重点关注区域保护植物，进一步核实有无现阶段还未调查到的保护植物，如发现且其将受工程影响，应及时采取补救措施。

(2) 迁地保护措施

本项目直接影响区分布有野大豆、中华猕猴桃、金荞麦、蕙兰、春兰、剑叶虾脊兰以及蓬莱葛等重点保护野生植物，如无法避让区域保护植物，建议对其进行迁地保护。根据这 7 种重点保护植物的繁殖特征，建议针对中华猕猴桃采用扦插繁殖措施，针对野大豆和金荞麦采用种子繁殖措施，针对蕙兰、春兰、剑叶虾脊兰以及蓬莱葛采取迁地繁殖措施。为便于管理，建议设置珍稀保护植物移植园集中管理。

1) 珍稀保护植物移植区位置以及面积

根据评价区内重点保护植物分布的生境情况，以及考虑到交通便利、水源充足等特性，建议将珍稀保护植物移植园设置在业主营地内，该处已纳入永久征地红线范围内，后期养护有保障。现场调查到受到工程建设影响的保护植物均分布于水域周边，与业主营地直线距离最远为 13km，距离较近，拟建业主营地附近现有小北村村镇道路，现场调查到业主营地土地利用类型为园地，主要种植了柑橘等栽培物种，土壤较为肥沃，此外业主营地布设于湑水河附近，水源便利。拟建业主营地所在的土壤条件、水分、光照条件与这些保护植物原生境极为相似，能保障移栽植物的适应性。

综上，建议移植园设置面积为 96m²，即 0.14 亩。

具体的迁地保护措施以及珍稀保护植物移植园设置方式可委托国家林业和草原种质资源库等专业机构提供技术支持。

表 6.7.1-1 受工程建设直接影响的重点保护植物分布生境信息表

物种	分布生境
中华猕猴桃	(1) 对水分及空气湿度要求严格。中华猕猴桃不耐涝，长期积水会导致萎蔫枯死。要求空气相对湿度在 70%~80%，年降雨量 1000mm 左右；(2) 最喜土层深厚、肥沃、疏松的腐殖质土和冲积土；(3) 喜光，但怕曝晒。
野大豆	野大豆主要生长于较为潮湿的环境，生于海拔 150-2650m 潮湿的田边、园边、沟旁、河岸、湖边、沼泽、草甸、沿海和岛屿向阳的矮灌木丛或芦苇丛中，稀见于沿河岸疏林下。
蕙兰	蕙兰生于湿润但排水良好的透光处，喜温暖、湿润气候，要求土层深厚、疏松透水的土壤，空气湿度的要求为 60%-75%，冬季休眠期空气湿度不要低于 50%，生长期湿度保持在 70%-80%之间。
春兰	春兰对温度、湿度要求较高，其根系怕积水、喜通气、耐干旱，空气湿度为 70%~90%，喜半阴半阳散射光照的环境下生长，适宜温度为 20~30℃。
剑叶虾脊兰	喜温暖湿润和阳光充足环境。较耐寒，耐半阴，不耐干旱和高温，夏季宜凉爽，要求疏松肥沃和排水良好的腐叶土或泥炭苔藓土。
金荞麦	适应性较强，对土壤肥力、温度、湿度的要求较低，耐旱耐寒性强。适宜栽培在排水良好的高海拔、肥沃疏松的砂壤土中，而不宜栽培在黏土及排水性差的地块。金荞麦属于喜温植物，在 15-30℃条件下生长良好。
蓬莱葛	常生于山地密林下或山坡灌木丛中。



拟建业主营地生境现状

2) 迁地保护

①对中华猕猴桃的保护

评价区内受库区淹没影响的中华猕猴桃，建议进行迁地保护，主要采用扦插繁殖。位于工程直接影响区域外的则建议就地保护。

a 扦插繁殖的可行性

移栽的植物为中华猕猴桃，为当地常见种，在工程上水库水平分布较广。国内外已有多例中华猕猴桃扦插繁殖存活的先例，经验丰富。休眠枝和绿枝均可作为扦插材料，其中绿枝扦插成活率在 80% 以上，而且成本低省工省时，是有效的苗木繁殖方法。

b 扦插时间

一般在 7 月上旬至 9 月下旬均可。

c 扦插措施

剪取插穗。从长势良好、健康没有病虫害的母株上选取当年生枝条，可剪取健壮、半木质化的嫩枝，粗度以 0.6cm 左右为宜。扦插条每段应 3 个节，下端在节下、上端在节上 2cm 处剪平，并剪去所有叶片，切口处保持平整、光滑。

苗床准备。选择背风向阳地段（猕猴桃极怕风），土质要求疏松透气，排水良好，提前深翻耙平，以细沙：园土：腐殖土=5:4:1，混合做成宽 1.2m，高 30cm 的畦面，长度依地势而定，插床四周开好排水沟。扦插前 7d 用 0.5%~1% 的高锰酸钾溶液进行 1~2 次土壤消毒，同时喷洒多菌灵消毒。为促进插穗易于生根，有条件的地方，可用温室、

温床进行扦插。

扦插。首先准备扦插埋置床：可用干净的沙铺成 20cm 厚，用五氯硝基苯进行土壤消毒。其次把扦插条上切口涂抹接蜡，并用 300~500mg/kg 的吲哚乙酸或萘乙酸浸泡 2~3 小时，也可用清水浸泡 4~5 小时。最后把扦插条按株距 8~10cm、行距 15~20cm 的标准抖埋入苗床内，上端留 2cm 左右不盖沙。

用小木棍在土壤中插孔，之后将插穗斜插进去，轻轻压紧土壤，往土壤中浇次多菌灵溶液，扦插后注意遮阴，促进生根成活。

管理。为保持温湿度，扦插苗床可搭小拱棚，在距床面高 0.3 米和 1.7 米处，各搭荫棚一个，均盖上透光度为 30% 的竹帘或遮阳网，棚内温度调控在 24℃至 28℃，相对湿度 85% 以上，一般扦插 10~20 天即可生根成活。

②对野大豆的迁地保护措施

a 种子收集与播种时间

选择秋季收集，即可选择 8 月-10 月采集，播种时间可选择第二年 4~5 月，保证播种后至少有 1~2 天的晴天，以利于出苗。

b 种子处理

播种前用 60℃的温水浸种 12~48 小时，可有效地改善种皮吸水性，使种子萌发率达到 90~95% 以上。

c 苗圃准备

野大豆适宜在水分充足，土层深厚的低湿地种植。应选择便于浇灌的位置，播种前应先对土地进行平整。

d 播种方式：采用穴播，穴播行距 50~60cm，株距 15~20cm，同一垄双行错开穴，每穴下 5~7 粒，深度为 2~3cm。

e 后期水肥管理：播后及定植后清除杂草要特别精心，把握除早、除小、除了的原则，为保证野大豆生长良好，结实率高。应及时进行中耕除草和追肥，避免被杂草绞杀。中耕除草可在补苗时进行，结合培土，促进豆苗茁壮生长。野大豆花期 7-8 月，果期 8-10 月。因此需在 6、7 月份初花、8 月份初荚期选择阴雨天追肥，可施用尿素 7.5kg/667m²。

f 病害防治：注意利用生物防治和化学防治相结合，初花期或初荚期要用 40% 乐果

乳剂 1500 倍液喷雾以防治蚜虫和豆荚螟。后期防治豆小卷叶蛾,可用 2.5% 溴氰菊酯 60g/亩兑水 40kg 进行喷雾。

g 长期保护: 确保野生大豆种质资源得以有效保护与繁衍, 使其不再受到人为破坏。

③对蕙兰、春兰以及剑叶虾脊兰移栽措施

a 移植前准备

于移植前 1 个月进行整地, 挖好直径×深度为 0.5m×0.5m 的穴, 交叉排列, 2m² 左右 1 丛。穴底施入基肥, 基肥可选用缓释性的兰花专用肥或有机肥。并浇 1 次透水。

b 植株采挖

用扁铲在植株四周切出半径约 0.3m、深度约为 0.3m 的土球。

剪掉空根、断根、腐根、枯叶和假鳞茎上的干枯叶鞘, 同时剪掉无叶、干瘪、腐烂的假鳞茎。

修剪后的伤口, 要涂上硫磺粉或木炭粉或甲基托布津药粉消毒, 并适当干燥。

c 包装和运输: 起挖修剪并包装后, 应立即运送到移植地, 尽量减少裸根暴露在空气中的时间。根系暴露时间过长, 会由白嫩状变为淡棕色。移植时宜选阴云、无风的天气。在运输过程中尽量减少水分损失。

d 栽植: 将植株栽入事先准备好的土穴内, 移植时把根理直, 使根分布均匀, 再回填种植土并捣实。

e 移植后管理

浇水。移植后要立即浇 1 次透水, 以保证根系与土壤密接, 促进根系发育, 隔 2~3 天后浇第 2 次水, 隔 1 周后浇第 3 次水, 以后浇水间隔期可适当拉长; 生长季节移栽的植株则应缩短间隔时间、增加浇水次数。为了有效促发新根, 可结合浇水加 200×10⁻⁶ 浓度的 911 生根粉。其它时候浇水可遵循以下原则:

时间。夏季应选在晚上浇水; 冬季应选在晴天下午浇水; 春、秋季应选在白天浇水。

湿度。空气中湿度较低, 要多浇水; 反之湿度高则少浇水。生长适宜相对湿度为 60%~75%。

温度。气温高浇水次数相应增加, 反之浇水次数减少。

季节。夏季需多浇水, 梅雨季少浇或不浇水, 低温阴冷的冬天少浇水, 气温较低的

早春少浇，气候温和的暮春正值发芽期要多浇水，干燥的秋季要多浇水。

天气。晴天多浇水，阴天少浇水，下雨下雪天不浇水。

f 植株保湿

根据天气情况及时人工浇灌进行补水保湿，剪去老叶和过多的叶片，避免地上部分水分过多丧失。

g 施肥管理

在植株慢慢恢复生长后，可追施菜饼或复合肥液，每月 1 次，浓度为 5%~10% 左右，提高移栽成活率。

基肥：宜选用缓释性的兰花专用肥或有机肥。

追肥：有根系灌施和叶面喷施两种。根系灌施主要采用浇灌式、喷淋式；叶面喷施宜用水溶性液体肥进行喷施。

时间：施肥时间宜在 3 月~6 月、9 月~11 月。长苗时以施氮肥为主，花芽分化时以施磷钾肥为主。

h 病虫害防治

移栽定植后的植株因起苗、修剪、运输等造成损害，加之新生萌发的芽叶比较幼嫩，在移植初期植株对病虫害的抵抗能力相对较弱，容易感染病虫害。坚持以防为主，勤检查，做好防范工作。一旦发现病情，要对症下药，及时防治。

i 后期管理

对所有移栽的植物应建档管理，记录移栽记录，养护记录，并进行长期维护、管理工作。

④对金荞麦移栽措施

评价区金荞麦分布面积较大，分布位置较为分散，采用迁地保护具有一定限制性，为保证评价区金荞麦种质资源不减少，建议采用种子繁育措施。

a 选地和整地

整地在播种或栽插前 10~15 天的进行，一般耕深 30~60cm。通过翻耕土地，疏松耕层和平整土面，提高土壤温度，促进有机质分解和养分释放，为金荞麦种子的发芽创造条件。

为便于管理，繁育区域可选择业主营地。金荞麦适宜在弱碱性土壤中生长。选取弱碱性的沙壤土地块，耕深 35cm，每块地施加 5kg 过磷酸钙为底肥，耙细，整平。

b 采种时间与播种时间

一般金荞麦 4-5 月地下部或种子开始发芽或生长。花期 7-9 月，果期 8-11 月，种子从 9 月下旬-11 月中下旬成熟、易落粒。

金荞麦种子繁殖分为春播和秋播，春播在每年 4 月进行，秋播在 8 月上旬开始。根据项目区水文、气象等自然情况，本方案拟定春播。

c 种子处理

种子处理主要有晒种、选种、浸种和药剂拌种几种方法，它是金荞麦栽培中的重要技术措施，对于提高金荞麦种子质量、全苗壮苗奠定丰产作用很大。在收获种子为主要目的时，播种前用 0.10%~0.50% 的硼酸溶液或 5.00%~10.00% 的草木灰浸出液浸种，能获得良好的增产效果。

d 播种技术方法

将当年采收成熟饱满无病虫害的金荞麦种子用温水浸泡 2h 后捞出，用草木灰以 2:1 的比例与种子拌匀。穴播法：株行距 20cm 种子拌匀，每穴播种 6 粒种子，播种后盖上 1~2cm 的细土；撒播法：将处理好的种子均匀地撒在整好的地里，盖上适当的土，亩用种量为 4~5kg。

e 苗期管理

金荞麦第一片真叶出现后进行中耕除草。中耕有疏松土壤、增加土壤通透性、蓄水保墒、提高地温、促进幼苗生长的作用，也有除草增肥之效。中耕除草次数和时间根据地区、土壤、苗情及杂草多少而定，一般 2~3 次。中耕的同时可进行疏苗和间苗，提高植株的整齐度。在苗高 50~60cm 或开花前应追施化肥 1 次。用量一般以 10~15kg/667m² 为宜。

在金荞麦生长季节，除了利用自然降水外，如遇干旱，应及时灌水以满足金荞麦的需水要求。在地势低洼和多雨的地方，要注意开沟，及时排水。

⑤对蓬莱葛移栽措施

a 移植前准备

于移植前 1 个月进行整地，挖好直径×深度为 0.5m×0.5m 的穴，交叉排列，2m² 左右 1 丛。穴底施入基肥，并浇 1 次透水。

b 植株采挖

用扁铲在植株四周切出半径约 0.3m、深度约为 0.3m 的土球。

包装和运输：起挖修剪并包装后，应立即运送到移植地，尽量减少裸根暴露在空气中的时间。移植时宜选阴云、无风的天气。在运输过程中尽量减少水分损失。

栽植：将植株栽入事先准备好的土穴内，移植时把根理直，使根分布均匀，再回填种植土并捣实。

d 移植后管理

浇水。移植后要立即浇 1 次透水，以保证根系与土壤密接，促进根系发育，隔 2~3d 后浇第 2 次水，隔 1 周后浇第 3 次水，以后浇水间隔期可适当拉长；生长季节移栽的植株则应缩短间隔时间、增加浇水次数。为了有效促发新根，可结合浇水加 200×10⁻⁶ 浓度的 911 生根粉。

植株保湿。根据天气情况及时人工浇灌进行补水保湿，剪去老叶和过多的叶片，避免地上部分水分过多丧失。

施肥管理。在植株慢慢恢复生长后，可追施菜饼或复合肥液，每月 1 次，浓度为 5%~10% 左右，提高移栽成活率。

e 病虫害防治

发现病害及时采取防治措施。

f 后期管理

该物种为藤本植物，待移植成活后，设置爬藤架，对所有移栽的蓬莱葛应建档管理，记录移栽记录，养护记录，并进行长期维护、管理工作。

6.7.1.6 古树资源的保护措施

结合相关资料，结合相关资料，根据访问调查及现场实地调查，在项目评价区调查到有古树皂荚 1 株、木犀 2 株，位于坝下减水河段五门堰处，周边无施工布置，位于评价区的直接影响区外。距离施工征地红线 3.74km，距离混凝土重力坝 5.28km，皂荚距离河道 20m，木犀距离河道 58 米。由于古大树资源的稀缺性，需对其采取一定的保护

措施，可采取就地保护措施。

(1) 加强宣传教育活动，并布设宣传牌。加强宣传教育活动，培养和教育施工人员、当地居民热爱和保护区域大树资源。同时，可通过印发环境保护宣传手册、设置宣传牌等加强对大树资源保护及管理。

(2) 防火、防烟气。禁止在大树周边进行带火、带气作业。

6.7.1.7 外来入侵植物防治措施

评价区主要的外来入侵植物有垂序商陆、一年蓬、钻叶紫菀、喜旱莲子草等，繁殖能力较强，主要入侵区域为撂荒地、路旁及河道边等，极易入侵道路边坡、水域、临时占地等区域。目前防止外来物种入侵的方法主要有植物检疫、人工方法防治、化学方法防治、生物防治等。结合工程特点，建议加大宣传力度，对外来物种的危害以及传播途径向施工人员进行宣传；对于境外带入的水果、种子、花卉进行经过严格检测，确认是否带有一些检疫性的病虫害，方能进入工程区；对现有的外来种，利用工程施工的机会，对有果实的植物要现场烧掉，以防种子扩散；在森林砍伐迹地，外来种最容易入侵，在临时占地的地方要及时绿化等。

此外，还应加强宣传力度，对外来物种的危害以及传播途径向施工人员进行宣传，团结当地政府与人民，共同防治外来入侵植物扩散。

6.7.2 陆生动物保护措施

6.7.2.1 避让和减缓措施

(1) 施工期间，严格控制在用地范围内，不干扰周围动植物，对相关施工装备安装隔声设备，减少工程施工及爆破噪声对野生动物的惊扰，并力求避免在晨昏和夜间施工。避免影响一些如豹猫等夜行性动物的夜间活动。

(2) 在施工过程中，生产废水和生活污水需经处理排放或回用，禁止直接排入渭水河内，避免对水体造成污染，进而影响湿地动物的栖息环境。

(3) 在蓄水期要保护好野生动物，最好避开冬季一些两栖和爬行类冬眠的时间段蓄水。防止部分近岸冬眠的部分两栖爬行类个体因蓄水来不及逃离而死亡。

6.7.2.2 生态影响的恢复和补偿措施

(1) 施工结束后做好植被恢复工作。除了不可恢复的占地外，其余的应及时采取措施，尽快恢复植被。力争在最短的时间内清除施工痕迹，创造条件植树造林，以便尽快地恢复各类动物的栖息环境。

(2) 加强水域污染防治，保护栖息环境。良好的生态环境是动物赖以生存的物质条件，根据相关法律法规，加强对环境（特别是水体）污染的防治，规划施工过程中要建立一系列施工注意事项，在加强水域质量监测的同时，要求施工建设单位或个人及时发现、上报污染源，预防和减少机械用油、施工耗材、生活污水对水体的污染。此外，对施工、生活垃圾实行定点堆放，科学处理。

6.7.2.3 生态管理措施

(1) 施工前，做好对施工人员野生动物保护相关的宣传教育，严禁在施工范围及其周围捕猎野生动物，特别是重点保护野生动物，并禁止施工人员违规收购野生动物产品。

(2) 设立区域内重点保护动物宣传牌，学习识别国家保护动物，对故意捕获野生动物的个人和组织要加大打击力度。

(3) 部分啮齿类（如黑线姬鼠、北社鼠、黄胸鼠等）是一些自然疫源性疾病的传染媒介，施工将侵占它们的部分栖息地，它们在转移过程中会在临近某些局部范围的密度增高。在这种情况下，既要维护自然生态系统的食物链关系，又要重视对施工人员的宣传教育，避免施工人员接触，也要做好相关防疫工作。

6.7.2.4 重点保护野生动物保护措施

1、对重点保护两栖类的保护措施

(1) 施工期在施工道路区域设置减速标志，避免施工车辆对区域内重点保护两栖类造成碾压。

(2) 施工期间做好污染物的回收和处理，禁止直接排放水体，减少对两栖类繁殖及栖息环境的污染。

2、对珍稀保护鸟类保护措施

开工前对鸟类主要栖息地进行巡视，对区域内较大的鸟类如朱鹮、红腹角雉等。一般4月~7月繁殖，由于对噪声相对敏感，建议在它们的繁殖季节（春季）减少爆破施工。同时，项目运行后，在鸟类越冬期，适当下泄生态流量，保证坝下湿地环境中越冬候鸟的栖息和觅食的需求。

2、对珍稀保护兽类保护措施

兽类中保护动物主要活动于周边的山林，但它们也偶尔常到河谷区域活动。因为施工噪声惊吓，它们将很快远离施工区域，后果是栖息地因工程占地和噪声影响而缩小。故应尽量减小施工噪声及合理安排爆破施工的时间，禁止夜间进行爆破作业。

3、其它保护措施

（1）施工期间加强对重点保护动物的监测，防止施工噪声、水体污染对国家和省级保护物种产生更大影响。

（2）加强重点保护野生动物法律法规宣传，在施工营地设立宣传栏，重点保护动物进行重点宣传，包括动物图片、保护级别、保护意义及对捕杀野生保护动物的惩罚措施，提高施工人员对重点保护野生动物的保护意识。

（3）在施工过程中，若发现受伤的野生保护动物，应立即上报相关主管部门并采取积极的救助措施。

（4）施工期和运营期间加强对来往车辆的管理，在库区行驶时减少或禁止鸣笛，减少对周边珍稀濒危野生动物的干扰。

除此之外，对于一些本底调查较少，但是生境较好，野生动物分布较多的区域，应该进行保护动物资源普查，以保证后期施工不会对当地的保护动物产生过大的影响。

6.7.3 集约节约使用土地措施

（1）集约节约土地资源，加强土地保护

开展评价范围土地资源的调查研究，结合评价范围土地利用规划，合理开发闲散废弃地和复垦，以补偿因工程施工和运营淹没而损失的耕地和林地数量，提高耕地质量，实施相应的植被恢复措施。

1）施工时临时占地应避开占用生产力较高的天然林地区域，施工便道尽量不要从

成片的林地、农田中穿过，应尽量选择荒地、滩地和蓄水淹没土地。

2) 施工便道及临时用地要采取“永临结合”的方式，尽量缩小范围，减少对林地和农田的占用。

3) 严格控制施工面积，及时清运施工废物，尽量保护周围植被。施工期要注意保护动植物，不允许随意破坏和占用土地。工程完成后，临时占地应尽早进行植被及耕地的恢复。

4) 临时用地尽量避免占用耕地，并减少临时用地征地数量。

5) 临时建筑尽可能采用成品拼装方式，尽量减轻对土壤及植被的破坏。

6) 临时用地在开工前场地清场时，保存永久占地和临时占地的表层土，为植被恢复提供土壤，以及做好施工期与运营期水土保持措施。

7) 施工期所有临时用地在施工结束后应及时清理，将收集的耕作土覆盖复耕，不能用作耕地的土地种草或植树绿化恢复植被。

(2) 表土收集、剥离措施

依据焦岩水利枢纽工程可行性研究水土保持章节相关内容，在土方开挖过程中，施工单位按照水土保持的相关要求，将表土和生土分开堆放，进行临时防护，并将土堆表面进行人工简易密实。

工程占地分为永久用地和临时用地，其中永久用地在施工结束后改变了原土地功能，在建筑永久设施并采取防护措施后，可减少该区域的水土流失；工程施工结束后，所有临时占地面积将进行迹地恢复及绿化美化，原则上迹地恢复为原有占地类型。为保证施工结束后迹地恢复的可行性，对有条件剥离表土的临时占地范围进行表土剥离及表土的临时防护，施工结束后对需恢复植草或复垦的占地范围进行表土回覆。表土临时堆存场地均位于施工临时占地范围内，不需要增加工程征占地。

工程区可剥离表土的施工占地主要是渣场和施工生产生活设施，其中料场表土剥离工程量计入料场无用层剥离中，渣场的堆高较高，表土剥离堆存困难，渣场恢复土大多拟采用业主营地附近外借土。以下分别对枢纽工程防治区、工程永久办公生活区、弃渣场区、料场区、施工生产生活区和交通道路区的表土剥离和保护措施分别进行说明。

1) 枢纽工程防治区

主要补充排水、绿化措施和施工过程中的临时防护措施，施工中临时堆土土方的临时拦挡措施。该区临时措施主要有堆土区外侧设临时拦挡和临时覆盖措施。① 临时拦挡：对临时堆存土采取临时拦挡措施，临时拦挡采用填筑袋装土摆放在堆土的四周。袋装土土源直接取用开挖土方，拦挡高度按照三层摆放。② 临时覆盖：对临时堆存土进行临时覆盖，临时覆盖防尘网。

2) 工程永久办公生活区

补充排水、绿化措施和施工过程中的临时防护措施。临时措施主要有堆土区外侧设临时拦挡和临时覆盖措施。① 临时拦挡，对临时堆存的表土采取临时拦挡措施，临时拦挡采用填筑袋装土摆放在堆土的四周。袋装土土源直接取用开挖土方，拦挡高度按照三层摆放。② 临时覆盖，对临时堆存表土进行临时覆盖，临时覆盖防尘网。

3) 弃渣场区

弃渣场施工前对表土剥离，就近堆放；施工过程中对临时堆存表土采取临时拦挡措施；施工结束后，对弃渣场边坡进行护坡，原地貌恢复。

4) 料场区

料场基岩出露较好，仅局部坡地带分布残坡积层，厚度一般为1~3m，主要为残坡积碎石土。料场全部为临时占地，料场占地为荒草地，水土保持措施布局如下：

工程措施：料场在施工过程中还需要设置浆砌石排水沟措施，施工结束后修筑种植槽。植物措施：取料平台取料完后在种植槽覆土绿化，平面客土绿化。

5) 施工生产生活区

该区对地表扰动主要在建设期间，随着工程的结束，人为对区域扰动减少区域水土流失将逐渐恢复原状。该区域为临时占地，施工前表土剥离，剥离后就近集中存放。堆存的表土采取临时拦挡措施，临时拦挡采用填筑袋装土摆放在堆土的四周。

6) 交通道路区

施工结束后，占用林地的新建施工道路进行迹地绿化。由于工程区施工道路经挖填施工形成，路基范围在施工期经施工机械碾压后，地表板结，不具备直接采取植物措施的条件，因此须对路面客土绿化，改善立地条件后恢复植被。挖填边坡除主体工程路基路堑挡护措施外，对其余裸露边坡采取种植爬山虎，撒播灌草进行绿化。

通过上述工程区域表土剥离、收集及回覆保护措施，效果主要体现在：① 将会有效保护地表熟土资源不流失、不浪费；②减少复垦造地时外调土产生的额外资金投入；③剥离的表土进行造地复垦，土壤肥力充足，作物产量高；④ 减少造地外调土的熟化费用和时间，增效显著；⑤保证了建设使用土地面积。将建设所占优质耕地的表土有计划的剥离，用于土地复垦、土壤改良、造地等用途，无疑是保护耕地数量、提高耕地质量，实现耕地保护的有效途径之一。

6.7.4 生态影响的管理措施

（1）优化工程设计，预防或减少水土流失

工程规划中，要结合生态水利的理念，综合考虑地形地貌。工程地质、水文地质等条件及自然环境，合理选定工程建设方案，尽量减少工程建设对自然地貌破坏。通过不断优化工程设计，把对区域景观及生态的破坏降到最低水平。合理调配土石方，尽量做到填挖平衡，减少弃渣量。结合工程及当地环境合理的水土保持规划，与植树造林相结合，减少水土流失损失。

（2）要采取有效措施预防森林火灾

建设期应加强防护，在施工区及周围山上竖立防火警示牌，划出可生火范围、巡回检查、做好消防队伍及设施的建设工作等，以预防和杜绝森林火灾发生。

（3）做好工程建设涉及的生物多样性保护工作及保护生物群落的完整性

对于受影响的珍稀濒危动植物，要根据其生存的自然环境状况和分布情况，采取迁地保护措施。尽量减少对陆生脊椎动物、植物群落的破坏，对工程建设区域内生物群落予以保护。工程修建后，将使重点保护动物觅食范围有所缩小，应保护好栖息地，减少人为的干扰。工程建设区域是多种群落的交汇处，加强保护陆生脊椎动物赖以生存的植物群落。

（4）保护保存下来的生境

大坝建成后河面上涨，评价区原有林地和耕地将减少，在此生境中生存动物生境会有所缩减，要保护好栖息地，降低工程影响。尽快恢复地面植被，维持野生动物原有生境。

（5）防治疫源疫病，加强工程安全管理

自然疫源性疾病的传播者（部分鼠类），在水库蓄水后，将向非淹没区转移，密度将有所增加，既要维护自然生态系统食物链关系，又要重视对非淹没区的人、畜和工程施工人员防疫工作，要处理好多样性保护与安全防疫的关系。

（6）优化枢纽的运行管理

根据用水和生态环境等方面的要求，研究制定枢纽优化运行方式，最大限度地减轻对水环境影响。根据当地生产、生活及生态需水的要求，统筹考虑经济、社会和环境效益，确定适当的径流量和泄放模式。

（7）开展生态监测和管理

开发建设中，应对建坝所引起的自然生态，社会生态和环境的价值变化进行评判和预计评价，把对环境不利影响减少到最低程度，最大限度地发挥工程整体效益。工程建设施工期、运行期都应进行生态影响的监测或调查。施工期，主要对坝址等与该枢纽建设施工有关的区域进行监测；运行期主要监测生境变化，植被变化。通过监测，加强对生态的管理，工程管理机构应设置生态环境管理人员，建立各种管理及报告制度，开展对工程影响区的环境教育，提高施工人员、移民和管理人员环境意识。实施传授科学的种植及水土保持方法。通过动态监测和完善管理，使生态向良性或有利方向发展。

6.8 水生生态环境保护措施

6.8.1 水生生态保护措施体系

根据调查，渭水河流域分布鱼类 51 种，并分布有国家级和陕西省级保护鱼类以及珍稀保护水生两栖类。结合渭水河鱼类种类分布情况及本工程影响特征，本工程水生生态措施包括鱼类栖息地保护、过鱼措施、鱼类增殖放流、资源救护与渔政管理、专项研究等。

6.8.2 水生生物栖息地保护

渭水河分布有鱼类 51 种，隶属于 5 目 12 科。本工程所影响的渭水河中游及下游段分布有国家二级保护两栖类动物大鲵和国家二级保护鱼类多鳞白甲鱼，以及部分陕西省

级保护鱼类。工程河段位于渭水河国家级水产种质资源保护区实验区。除水库淹没 2 处鱼类越冬场外，渭水河流域鱼类“三场”主要分布在上游支流和焦岩水库坝下河段。因此，河段主要保护要求为维持或改善该河段水生生物和鱼类种类和种群数量。

栖息地保护是保护水生生物自然资源的有效措施。原环境保护部于 2013 年出具的《关于陕西省引汉济渭工程环境影响报告书的批复》（环审[2013]326 号）要求，将汉江黄金峡水库库尾以上河段作为鱼类栖息地进行保护。渭水河在黄金峡库尾以上汇入汉江，基于渭水河流域鱼类资源的现状，建议采用干流与支流相结合的保护措施。通过对河段的划区保护，为鱼类提供足够的摄食场地、繁殖场、生长空间和庇护所。

6.8.2.1 鱼类栖息地保护范围

黑峡子水电站坝址及以上河段基本为渭水河上游，涉及陕西省西安市和宝鸡市，鱼类种类组成与中下游不同，该河段已成立太白渭水河珍稀水生生物国家级自然保护区。黑峡子水电站坝址以下河段进入渭水河中游，为汉中市范围。从渭水河鱼类分布特征考虑，本次环评鱼类栖息地保护范围从中游河段干支流进行选择论证。

《渭水河流域综合规划环境影响报告书》提出，小河镇以上中游河段维持现有生态功能河段，保护栖息地完整，根据现状有条件恢复河流纵向连通性；将焦岩水库坝下渭水河干流至汉江口约 25km 河段干流，以及中游主要支流平堵河（19.2km）、北溪河（24km）及板凳河库尾以上自然河段进行保护，保护鱼类栖息地完整。

（1）干流保护河段选择

黑峡子水电站坝址以下河段进入渭水河中游，鱼类种类组成与焦岩水利枢纽影响河段相同。其中黑峡子坝下~狮坝水电站坝址段长度 38.2km，现状存在马家沟、白果树、狮坝三座秦岭小水电整顿后保留的引水式电站，目前存在一定鱼类生境阻隔，建议采取措施进行影响减缓和修复；狮坝水电站坝址~焦岩库尾之间长约 12km 河段，为渭水河国家级水产种质资源保护区核心区，目前生境良好，零散广泛分布有鱼类适宜的产卵和索饵生境，该河段原有的双溪水电站已彻底拆除，罗家营水电站已拆除引水发电系统和附属闸门等，河段生境得到一定连通和恢复。

另一方面，焦岩坝址以下河段进入平川区，分布有大眼鲃、乌鳢等陕西省级保护鱼类和黄颡鱼、鲤、鲇等水产种质资源保护区保护对象鱼类，且该河段分布有五门堰库区

及入汉口鱼类产卵场和索饵场，保护该河段对于维护汉江上游黄金峡以上河段鱼类栖息地功能具有重要意义。

（2）支流保护河段选择

北溪河、砖溪河、桃园河、石槽河和板凳河礁坝以上河段划为渭水河国家级水产种质资源保护区核心区。多鳞白甲鱼和大鲵是国家二级保护水生野生动物，其栖息地主要位于上述渭水河中游支流，同时这些支流干扰相对较少、生境较好，将这 5 条支流作为栖息地保护范围，有利于保护对象的生长和繁殖。此外库尾以上左岸支流平堵河原有岩丰、平堵两座小水电，已完成拆除，河段生境得到连通和恢复，根据现场调查分布有一定的土著鱼类，建议纳入鱼类栖息地保护范围。

（3）鱼类栖息地保护范围

因此焦岩水利枢纽提出的鱼类栖息地保护范围为：

干流：黑峡子水电站坝下断面~焦岩水利枢纽库尾之间长约 50.2km 的河段（其中狮坝水电站坝址~焦岩库尾之间 12km 为渭水河国家级水产保护区河段），以及焦岩水利枢纽坝下~渭水河入汉江口之间长约 25km 河段。

支流：库尾上游平堵河、北溪河、砖溪河、桃园河、石槽河 5 条支流，以及库区支流板凳河礁坝以上河段。

6.8.2.2 鱼类栖息地保护措施总体布局

结合渭水河流域水生生物种类组成、资源量及鱼类重要生境分布，以及流域开发和保护现状，本次环评提出鱼类栖息地保护措施总体布局如下：

（1）焦岩水利枢纽库尾以上的渭水河中游河段现存部分整改退出后尚未拆除坝体的小水电，采取进一步拆除等措施恢复河流生境连通。

（2）库尾以上的渭水河中游河段现存 3 座正在运行的小水电，鉴于其已通过陕西省秦岭小水电整治被保留运行，通过补建过鱼措施实施鱼类生境连通措施。

（3）焦岩水利枢纽坝下现存三座灌溉渠首堰坝，实施鱼类生境连通措施。

（4）加强鱼类栖息地保护管理。

6.8.2.3 整改退出类小水电坝体拆除

渭水河流域上中游干支流已建 16 座水电站，均位于焦岩水利枢纽上游，在陕西省秦岭区域小水电整治过程中，其中金龙水电站、清溪水电站、岩丰水电站、坪堵水电站、双溪水电站、北溪水电站、樵坝水电站 7 座已对拦水坝、引水闸等建筑物全部进行了拆除，已经恢复河流生境连通。罗家营、双溪村、八仙园一级、八仙园二级、黑峡子 5 座小水电已拆除引水发电系统，未拆除坝体，上游来水全部下泄。

其中罗家营、双溪村、八仙园一级、八仙园二级 4 座小水电位于汉中市境内，罗家营水电站为低坝，左岸坝体局部挡水，右岸河道上下游连通，水流较平顺。双溪村水电站通过坝顶过水，与下游有一定高差，仍存在阻隔。八仙园一级、二级水电站通过坝体生态放水管向下游泄水，仍存在阻隔。建议对上述 4 座尚未拆除坝体的小水电进行坝体拆除，进一步恢复渭水河中游河段生境连通。

(1) 罗家营水电站坝体拆除方案

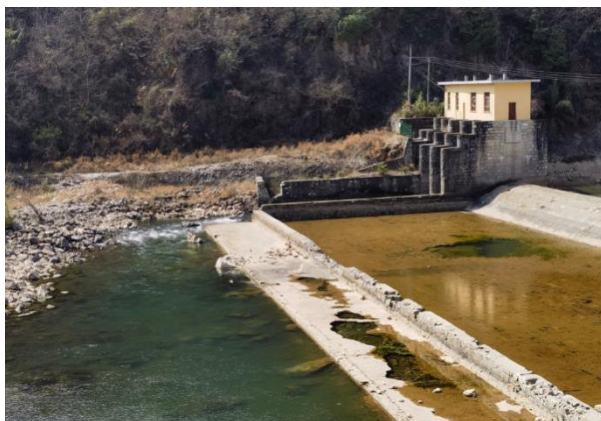
罗家营水电站为引水式电站，其坝址位于焦岩水库坝址以上 28km，始建于 1973 年，电站设计装机 2000kW。陕西省秦岭区域小水电整治后厂房及引水发电系统已经拆除，目前电站建筑物仅剩拦水坝未拆除。拦水坝为砌石坝，坝高 4m，拦水坝总长为 93m，坝基宽 7m。

1) 拆除方式：罗家营水电站采用人工+挖掘机液压破碎的方法进行拆除，弃渣用自卸汽车运至附近渣场倾倒，运距 3km 以内。

2) 导流方式：本次拆除露出河床部分，由于坝址处河道未断流，拟采用分期分段导流方式进行拦水坝段拆除施工。

3) 溢流坝拆除流程：坝面顶部钻机开槽用挖机液压破碎的方法破除面层钢筋砼用挖机液压破碎的方法拆除坝体清理转运废渣恢复河道。

4) 冲砂闸拆除：采用破碎锤+挖掘机对电站冲砂闸进行拆除，包括闸墩、胸墙、闸台、启闭机、闸门的拆除。



已拆除机组保留坝体的罗家营水电站

(2) 双溪村水电站坝体拆除方案

双溪村水电站位于城固县双溪镇，坝址位于湑水河支流黑湾河，距离汇入湑水河口 2.5km，2009 年建成发电，装机容量 235KW，目前电站建筑物仅剩拦水坝未拆除。拦水坝为混凝土坝，坝高 4.68m，拦水坝总长为 23m，坝顶宽度 2.4m。

1) 拆除方式：清理坝体上的杂草、树木等障碍物。使用挖掘机、爆破剂等工具进行坝体拆除。将拆除的坝体材料进行分类、运输和处理。

2) 拆除流程：拆除坝体后，拆除与拦水坝相关的设施，如溢洪道、闸门、水位计等；最后清理坝体残留物，保证下游河道不受堵塞。



已拆除机组保留坝体的双溪村水电站

(3) 八仙园一级水电站坝体拆除方案

八仙园一级水电站位于汉中市洋县华阳镇境内，坝址位于湑水河干流，位于焦岩水利枢纽坝址上游 66.2km。厂址位于湑水河干流平堵河河口右岸滩地，坝址与厂址相距 7.8km。于 2009 年 7 月竣工，装机 15000kW。陕西省秦岭区域小水电整治后八仙园一级水电站除拦水坝未拆除、引水隧道进水口未封堵外，其他建筑物及附属设置均已拆除。

拦水坝为浆砌石拱坝，大坝沿轴线从左至右依次布置左岸非溢流坝、溢流坝和右岸

非溢流坝段，坝轴线长 142.7m，最大坝高 34.00m。

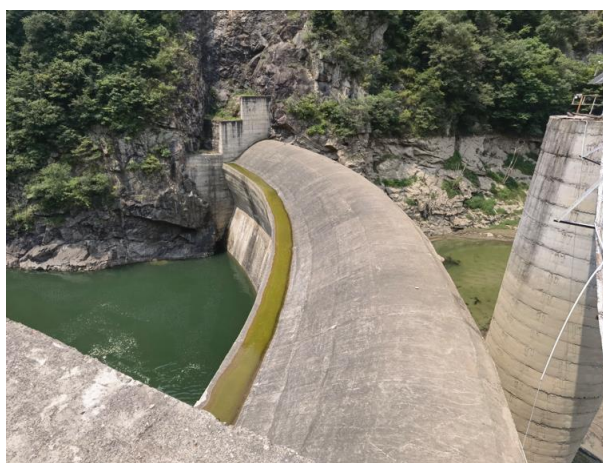
1) 拆除方式：采用人工+挖掘机液压破碎的方法进行拆除，弃渣用自卸汽车运至附近渣场倾倒，运距 5km 以内。

2) 导流方式：本次拆除露出河床部分，由于坝址处河道未断流，拟采用分期分段导流方式进行拦水坝段拆除施工。

3) 溢流坝拆除：坝面顶部钻机开槽用挖机液压破碎的方法破除面层钢筋砼，用挖机液压破碎的方法拆除坝体，清理转运废渣恢复河道。破碎拆除完成后，按照河道管理部门要求对坝址处河道进行恢复。

4) 冲砂闸拆除：采用破碎锤+挖掘机对电站冲砂闸进行拆除，包括闸墩、胸墙、闸台、启闭机、闸门的拆除。

5) 引水隧道进口封堵：完成引水隧洞（城门洞型 $3.5\text{m} \times 3.5\text{m}$ ）进水口封堵，采用 C20 砼封堵，封堵长度 3m。封堵前，应对隧道内壁进行凿毛。



已拆除机组保留坝体的八仙园一级水电站

（4）八仙园二级水电站坝体拆除方案

八仙园二级水电站位于汉中市洋县华阳镇境内的清溪村，坝址位于焦岩水利枢纽坝址上游 59.6km。坝址位于渭水河，厂址布置于大坝下游约 2.0km 的清溪河口左岸山坡，沿渭水河左岸布设，压力引水隧洞 2.36km。总装机容量 12000kw。拦河坝采用浆砌石拱坝，左至右依次布置左岸非溢流坝段、冲砂底孔坝段、溢流坝和右岸非溢流坝段，坝轴线长 118.9m，最大坝高 31m。陕西省秦岭区域小水电整治后八仙园一级水电站除拦水坝未拆除外，其他建筑物及附属设置均已拆除，引水隧道进水口已封堵。

1) 拆除方式：拆除内容为拦水坝拆除、冲沙闸拆除。采用人工+挖掘机液压破碎的方法进行拆除，弃渣用自卸汽车运至附近渣场倾倒，运距 5km 以内。

2) 导流方式：本次拆除露出河床部分，由于坝址处河道未断流，拟采用分期分段导流方式进行拦水坝段拆除施工。

3) 溢流坝拆除：坝面顶部钻机开槽用挖机液压破碎的方法破除面层钢筋砼，用挖机液压破碎的方法拆除坝体，清理转运废渣恢复河道。破碎拆除完成后，按照河道管理部门要求对坝址处河道进行恢复。

4) 冲砂闸拆除：采用破碎锤+挖掘机对电站冲砂闸进行拆除，包括闸墩、胸墙、闸台、启闭机、闸门的拆除。



已拆除机组保留坝体的八仙园二级水电站

(5) 已拆除坝体小水电迹地修复

板凳河樵坝水电站在小水电清理整顿期间已完成坝体拆除，坝址残留部分渣石，岸坡有待进行植被恢复，地方政府应组织对拆除迹地和库岸进行修复和植被恢复。



板凳河樵坝水电站拆除迹地

6.8.2.4 上游保留运行小水电生境连通措施

陕西省秦岭区域小水电清理整顿后，渭水河流域现存 4 座水电站，其中观音峡水电站位于宝鸡市境内的渭水河上游，已在大箭沟引水堰建设鱼道。其余 3 座马家沟、白果树、狮坝水电站均位于焦岩库尾以上的渭水河中游河段，均为引水式电站，拦河坝体对渭水河鱼类生境存在阻隔影响。

《渭水河流域综合规划环境影响报告书》提出，“中游分布的马家沟、白果树、狮坝水电站距离较近，建议结合焦岩水库建设，采用集运鱼系统，由焦岩水库坝下至马家沟水电站直接过鱼，以恢复渭水河中下游河流的连通性”。本次环评结合流域综合规划环评要求，综合各水电站布置形式距离、过鱼效果等方面考虑，推荐马家沟、白果树、狮坝水电站补建鱼道，以实现河段鱼类交流通道连通，自主双向过鱼。

(1) 马家沟水电站鱼道方案布置

马家沟水库电站采用混合式开发，坝址位于焦岩水利枢纽坝址上游 45km。引水隧洞长 3.24km，电站额定水头 66m，装机容量 $2 \times 12500\text{kW}$ ，单机额定流量 $21.7\text{m}^3/\text{s}$ ，年利用小时数 3340h，设计多年平均发电量 8350 万 $\text{kW}\cdot\text{h}$ 。电站主要由挡水、泄水、发电引水系统、地面厂房及开关站等建筑物组成。枢纽挡水和泄洪建筑物为碾压混凝土重力坝，最大坝高 76m。坝址河谷较窄，谷底宽 70~80m，为基本对称的“V”形河谷，两岸基岩大多裸露，坡度为 $45^\circ \sim 55^\circ$ 。水库回水长度 7.3km。

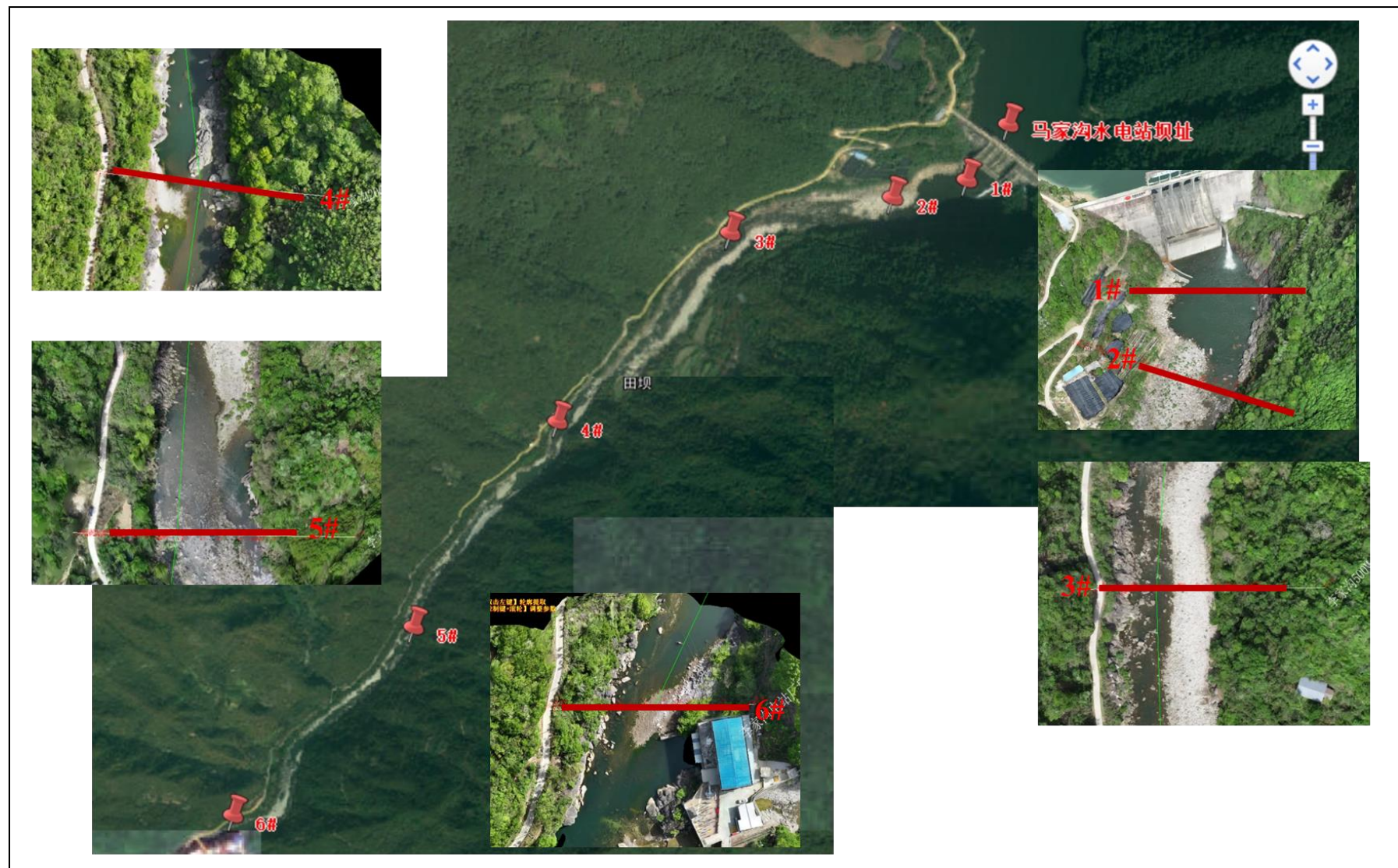
1) 马家沟水电站坝下水文要素调查

马家沟为引水式电站，坝址与厂房区间约 3.1km 河段，厂房以下为白果树电站库区。通过秦岭小水电整改，马家沟水电站坝址处设置生态放水管，生态流量为坝址断面多年平均流量 10%，即 $2.1\text{m}^3/\text{s}$ 。

2024 年 4 月对电站坝下减水河段进行了地形和典型断面水文测量。测量期间电站仅下泄生态流量，未弃水。坝下约 190m 河段范围内形成深滩，水面宽在 50~100m 区间，最深处约 5.1m，该河段流速较缓，流速在 0.06m/s 以下；深滩以下至厂房尾水河段水面宽在 13~32.5m 区间，各段面最大水深在 $0.41 \sim 1.648\text{m}$ ，河道中心最大流速在 $0.25 \sim 0.482\text{m/s}$ ，岸边流速在 $0.107 \sim 0.366\text{m/s}$ 。

表 6.8.2-1 马家沟水电站坝下河段水文要素调查表

断面 序号	位置	水面宽 (m)	水深 (m)			流速 m/s		
			水面 中心	左岸距岸 边 0.3~0.5m 处	左岸距岸 边 0.3~0.5m 处	水面中心	左侧距岸 0.3~0.5m 处	右侧距岸 0.3~0.5m 处
1#	坝下 45m	88.223	5.09	1.08	1.97	0.058	0.038	0.030
2#	坝下 130m	33.835	0.97	0.6	0.288	0.255	0.098	0.041
3#	坝下 500m	26.449	1.236	0.376	0.42	0.25	0.31	0.107
4#	坝下 1000m	32.417	0.41	0.204	0.178	0.482	0.349	0.288
5#	坝下 2000m	32.51	1.648	0.427	0.405	0.368	0.269	0.186
6#	厂房断 面（坝下 3100m）	13.63	0.515	0.379	0.382	0.425	0.268	0.366



马家沟水电站坝下河段生境与水文要素调查断面

2) 马家沟水电站鱼类组成及分布

根据 2024 年 4 月~5 月对马家沟水电站库尾和坝下减水河段鱼类现状调查结果（详见 4.9.4 节），马家沟水电站库尾调查到鱼类包括多鳞白甲鱼（1 尾）、大鲵（1 尾）、马口、宽鳍鱲、鲮 5 种，共 66 尾。坝下深滩鱼类较少，拉氏鲮、棒花鱼、黑鳍鲈 3 种 19 尾。坝下 190m 的深滩与流水段交界处调查到鲮、宽鳍鱲、马口鱼、似鲃、黑鳍鲈、拉氏鲮 6 种 16 尾。坝下 500m 调查到宽鳍鱲、黑鳍鲈、拉氏鲮 3 种 13 尾。坝下 1km 为一宽浅断面，调查到宽鳍鱲、马口鱼、似鲃、中华花鳅、红尾副鳅、黑鳍鲈、拉氏鲮、棒花鲃、麦穗鱼等 9 种 212 尾。由于坝下深滩流速较小，鱼类种类最少。深滩与流水段交界处鱼类种类已达到 6 种，马家沟坝下本次未捕获到珍稀保护鱼类。

3) 马家沟水电站鱼道布置方案

综合鱼类分布、水文条件及地形条件，将过鱼设施进口布置在坝下 205m 的流水河段左岸。过鱼设施布置形式为鱼道，总长为 2350m，综合坡比 2.65%，过鱼设施布置在左岸，由明渠段和隧洞段及出口段组成，明渠段长度 1700m，沿山坡之字形爬升，待其提升至一定高度后进入隧洞段，隧洞段长度约 550m，城门洞型开挖；后接出鱼口段，长约 100m。设置一个进鱼口，位于坝下游 205m 处，底板高程为 731.0m，设置一个出鱼口，位于左岸坝上游 470m 处。在鱼道进出口附近各设置一座观测室。

鱼道明渠段标准段池室长 2.5m，宽度 2.0m，边墙高度 2.5m，宽度 0.5m，采用同侧竖缝式“T”型隔板，隔板高度 2.0m，根据其他工程鱼道设计经验，隔板、导板导向角 45°，竖缝宽度取 0.3m。间隔 3m~4m 落差设置一休息室，休息室长度 10m。

隧洞段鱼道隧洞段长 550m，采用城门洞型断面，尺寸为 5.3m×6.45m，底板、边墙及顶拱衬砌厚度均为 0.5m。隧洞顺水流方向左侧为鱼道，采用矩形断面，尺寸为 2.0m×2.5m；池室长度 2.5m，间隔 3m~4m 落差设置一个休息室，休息室长度为 5.0m；右侧顶部为人行通道、底部为泄水渠，底宽 1.0m。鱼道与人行通道及泄水渠之间为钢筋混凝土隔墙，高 2.3m，厚 30cm。

设置 2 个出鱼口，1#出鱼口底板高程 776.50m，控制水位 777.00~781.00m，2#出鱼口底板高程 780.50m，控制水位 781.00~785.00m，满足 4-6 月主要过鱼季节的水深要求。

(2) 白果树水电站鱼道方案布置

白果树电站采用引水式开发，坝址位于焦岩水利枢纽坝址上游 40km。引水隧洞长 4.16km，电站设计水头 40m，设计引水流量 46.4m³/s，装机容量 2×6500kW，年利用小时数 3579h，设计多年平均发电量 5010 万 kW·h。电站主要由挡水、泄水、发电引水洞和地面厂房及开关站等建筑物组成。枢纽挡水和泄洪建筑物为混凝土重力坝，最大坝高 37m。坝址处河谷较窄，谷底宽 40~45m，为“U”形谷，左缓右陡，两岸坡度为 45°~55°，两岸基岩大多裸露。水库回水长度 4.6km。

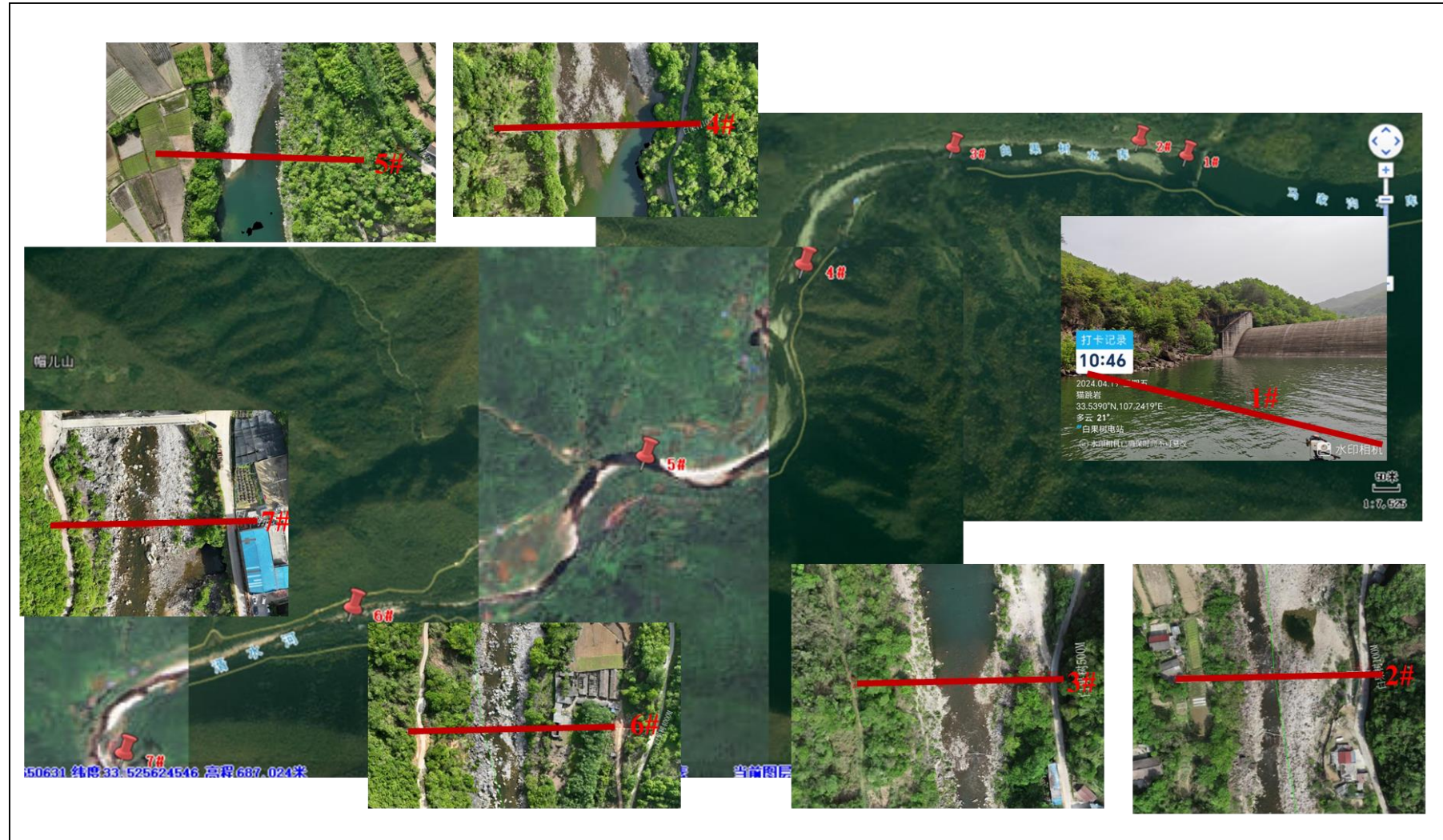
1) 白果树水电站坝下水文要素调查

白果树为引水式电站，坝址与厂房区间约 4.6km 河段，厂房以下为狮坝水电站库区。白果树水电站坝址处设生态放水孔，生态流量为面多年平均流量 10%，即 2.23m³/s。

2024 年 4 月对电站坝下减水河段进行了地形和水文测量。测量期间电站仅下泄生态流量，未弃水。调查坝下约 70m 河段范围内形成深滩，水面最宽在 50~80.5m 区间，最深处约 3.36m。深滩以下至厂房尾水断面水面宽在 11.367~38.787m 区间，各断面最大水深 0.283~1.561m，河道最大流速在 0.25~0.425m/s，岸边流速在 0.107~0.366m/s。

表 6.8.2-2 白果树水电站坝下河段水文要素调查表

序号	断面	水面宽 (m)	水深 (m)			流速 m/s		
			水面 中心	左侧距岸 边 0.3~0.5m 处	右侧距岸 边 0.3~0.5m 处	水面中心	左侧距岸 边 0.3~0.5m 处	右侧距岸 边 0.3~0.5m 处
1#	坝下 40m	80.50	3.36	0.87	0.95	0.210	0.179	0.086
2#	坝下 100m	14.883	0.283	0.232	0.437	0.288	0.295	0.106
3#	坝下 500m	19.127	0.429	0.412	0.382	0.303	0.293	0.186
4#	坝下 1000m	38.787	1.561	0.231	0.296	0.392	0.37	0.419
5#	坝下 2000m	29.962	0.96	0.436	0.24	0.48	0.126	0.182
6#	坝下 4000m	13.364	0.757	0.33	0.242	0.439	0.358	0.25
7#	厂房断 面	11.637	0.755	0.355	0.286	0.368	0.123	0.186



白果树水电站坝下河段生境与水文要素调查断面

2) 白果树水电站鱼类组成及分布

根据 2024 年 4 月~5 月对白果树水电站库尾和坝下减水河段鱼类现状调查结果（详见 4.9.4 节），电站库尾调查到鱼类包括黑鳍鲈、麦穗鱼、马口鱼、宽鳍鱲、棒花鱼、红尾腹鳅、拉氏鲮 7 种，80 尾。坝下深滩鱼类较少，有黑鳍鲈、马口鱼、棒花鱼、拟鲮 3 种 6 尾。坝下 100m 的深滩与流水段交界处调查到宽鳍鱲、马口鱼、黑鳍鲈 3 种 36 尾。坝下 500m 调查到宽鳍鱲、多鳞白甲鱼、中华花鳅、红尾副鳅、黑鳍鲈、鲮 7 种 41 尾。坝下 1km 调查到宽鳍鱲、黑鳍鲈、棒花鱼、麦穗鱼 4 种 11 尾。由于坝下深滩流速较小，鱼类种类最少。深滩与流水段交界处鱼类种类数量相对较多，坝下 500m 本次捕获到国家二级保护鱼类多鳞白甲鱼 9 尾。

3) 鱼道设计

综合鱼类分布、水文条件及地形条件，将过鱼设施进口布置在坝下 140m 的流水河段左岸。过鱼设施布置形式为鱼道，总长为 990m，综合坡比 2.0%，过鱼设施布置在左岸，沿山坡之字形爬升。设置一个进鱼口，位于坝下游 140m 处，底板高程为 693.0m，设置一个出鱼口，位于左岸坝上游 250m 处。在鱼道进出口附近各设置一座观测室。

鱼道标准段池室长 2.5m，宽度 2.0m，边墙高度 2.5m，宽度 0.5m，采用同侧竖缝式“T”型隔板，隔板高度 2.0m，根据其他工程鱼道设计经验，隔板、导板导向角 45°，竖缝宽度取 0.3m。间隔 3m~4m 落差设置一休息室，休息室长度 10m。

设置 1 个出鱼口，出鱼口底板高程 713.50m，控制水位 714.00~715.00m，满足正常蓄水位情况下过鱼要求。

(3) 狮坝水电站坝址鱼道方案布置

狮坝电站采用引水式开发，坝址位于焦岩水利枢纽坝址上游 32km。引水隧洞长约 2.56km，电站设计水头 34m，设计引水流量 48.3m³/s，装机容量 2×7000kW，年利用小时数 3629h，设计多年平均发电量 5080 万 kW·h。电站主要由挡水、泄水、发电引水洞和地面厂房及开关站等建筑物组成。枢纽挡水和泄洪建筑物为混凝土重力坝，最大坝高 45m。坝址处河谷较窄，谷底宽 40~45m，为“V”形谷，两岸坡度为 45°~55°，两岸基岩裸露。水库回水长度 4.0km。

1) 狮坝水电站坝下水文要素调查

狮坝为引水式电站，坝址与厂房区间约 2.9km 河段。通过秦岭小水电整改，狮坝水电站坝址处设置生态放水孔，生态流量为坝址断面多年平均流量 10%，即 2.30m³/s。

2024 年 4 月对电站坝下减水河段进行了地形和典型断面水文测量。测量期间电站仅下泄生态流量，未弃水。调查坝下约 90m 河段范围内形成深滩，水面最宽在 45~73m 区间，最深处约 5.91m。深滩以下至厂房尾水断面水面宽在 16.26~51.90m 区间，各断面最大水深 0.422~2.687m，河道各断面中心最大流速在 0.102~0.256m/s，岸边流速在 0.031~0.265m/s。

表 6.8.2-3 马家沟水电站坝下河段水文要素调查表

序号	断面	水面宽 (m)	水深 (m)			流速 m/s		
			水面中心	左侧距 岸边 0.3~0.5m 处	右侧距岸 边 0.3~0.5m 处	水面中心	左侧距岸 边 0.3~0.5m 处	右侧距岸 边 0.3~0.5m 处
1#	坝下 40m	72.73	5.91	1.05	1.12	0.085	0.056	0.058
2#	坝下 100m	24.674	2.687	0.351	0.418	0.102	0.067	0.072
3#	坝下 500m	40.469	2.511	0.412	0.321	0.13	0.034	0.031
4#	坝下 1000m	16.259	0.422	0.415	0.301	0.265	0.208	0.265
5#	坝下 2000m	51.903	2.029	0.464	0.471	0.16	0.119	0.138
6#	厂房断 面	31.695	1.537	0.421	0.294	0.159	0.117	0.118



2) 狮坝水电站鱼类组成及分布

根据 2024 年 4 月~5 月对狮坝水电站库尾和坝下减水河段鱼类现状调查结果（详见 4.9.4 节），电站库尾调查到鱼类包括花鲢、多鳞白甲鱼（2 尾）、棒花鲃、虾虎鱼、棒花鱼、餐条、翘嘴、麦穗 8 种，60 尾。坝下深滩鱼类较少，有鲃、黑鳍鲈、宽鳍鱲、鲮、似鲃 5 种 5 尾。坝下 100m 的深滩与流水段交界处调查到黑鳍鲈、马口、拉氏鲈、多鳞白甲鱼（19 尾）、宽鳍鱲、马口、红尾腹鲈、长鳍鱲、餐条 10 种 65 尾。坝下 500m 调查到多鳞白甲鱼（3 尾）、黑鳍鲈、马口、红尾腹鲈、棒花鲃、麦穗、宽鳍鱲、长鳍鱲、花鲈 9 种，93 尾。坝下 1km 调查到多鳞白甲鱼、棒花鱼 2 种 2 尾。由于坝下深滩流速较小，鱼类种类数量较少。深滩与流水段交界处鱼类种类数量相对较多，库尾、坝下 100m、坝下 500m 本次均捕获到国家二级保护鱼类多鳞白甲鱼。

3) 鱼道设计

综合鱼类分布、水文条件及地形条件，将过鱼设施进口布置在坝下 185m 的流水河段左岸。过鱼设施布置形式为鱼道，总 5 长为 1350m，综合坡比 2.6%，过鱼设施布置在左岸，沿山坡之字形爬升。设置一个进鱼口，位于坝下游 185m 处，底板高程为 634.0m，设置一个出鱼口，位于左岸坝上游 310m 处。在鱼道进出口附近各设置一座观测室。

鱼道标准段池室长 2.5m，宽度 2.0m，边墙高度 2.5m，宽度 0.5m，采用同侧竖缝式“T”型隔板，隔板高度 2.0m，根据其他工程鱼道设计经验，隔板、导板导向角 45°，竖缝宽度取 0.3m。间隔 3m~4m 落差设置一休息室，休息室长度 10m。

设置 1 个出鱼口，出鱼口底板高程 668.50m，控制水位 669.00~670.00m，满足正常蓄水位情况下过鱼要求。

6.8.2.5 下游灌溉渠首生境连通措施

焦岩坝址以下的干流河段早期建成的涪惠渠首、五门堰和杨填堰，已经形成一定阻隔。鉴于下游河段分布有鱼类产卵场，且该段分布的鱼类为平川段鱼类，建议进行下游河段生境连通，与汉江上游干流形成整体的鱼类栖息河段。

(1) 涪惠渠鱼类生境连通方案

1) 现有建筑物条件

渭惠渠首位于焦岩水利枢纽坝下约1.3km，渠首为无调节式低坝引水，坝长112.7m，高3.7m，为浆砌石溢流低坝，左右岸各有两孔冲砂闸。渭惠渠未被列为文物保护单位，为城固县一般文物点。工程于1939年开工，1948年竣工，新中国成立后经多次维修加固。考虑到渭惠渠首距离焦岩坝址较近，建议设置过鱼建筑物。

2) 过鱼方案比选

根据渭惠渠堰坝高度、防护堤及其周边建筑物布置，本工程可用的过鱼型式有箱式鱼道、堰顶阶梯式鱼道和堰侧鱼道几种方式。

a) 箱式鱼道

为预制钢结构拼装而成，布置原防护堤表面，对原工程扰动小；但直接在堰顶安装箱体，箱内水位与堰顶水位难以衔接，箱内水深无法得到保证，影响过鱼效果；而且因为箱式鱼道侵占了原建筑物泄洪断面，可能会对渭惠渠泄洪产生影响，并且不利于过鱼设施的稳定，后期运行维护复杂。

b) 堰顶阶梯式鱼道方案

为混凝土结构，左右岸各布置一条，宽度10m，位于左右岸冲砂闸旁，需拆除原堰坝左右两岸各10m范围内的堰坝坡面进行阶梯改造。阶梯式鱼道主要由鱼室、休息室、鱼坎以及末端的消力池组成。鱼室长10m，宽1m，鱼坎外沿口宽0.3m，相邻两级外沿高差0.15m，外沿与相邻鱼室内沿高差0.3m，从而在每级中形成深0.2m左右的水池，供鱼类冲刺使用。每隔十个鱼室设置一个宽2m的休息室，供鱼类歇息。阶梯式鱼道共26级，总长度42m，垂直上升高度4.356m。

阶梯式鱼道结构稳定，且不影响原工程建筑物泄洪效果。但每相邻两级外沿高差0.15m，对鱼类有一定跳跃能力要求。而渭惠渠位于出山口，下游河道水流相对平缓，渭水河中下游鱼类以江河平原鱼类区系为主，以鲤、大眼鳊等为代表，跳跃能力不强，阶梯式鱼道过鱼效果有限。此外阶梯式鱼道位于主河床，施工过程中对河道扰动较大。

c) 冲砂闸改建堰侧鱼道方案

鱼道由原右岸两孔冲砂闸中的右侧孔口改建而成，鱼道进口高程506.00m，出口高程509.00m。鱼道宽度约2.5m，长度81.5m，综合坡比3.6%，边墙宽0.5m，沿右岸河岸布置。鱼道采用仿自然通道的型势，底板利用混凝土回填修整坡度后铺设块石，降低鱼道整体流速，以满足过鱼要求。

经比选，由右岸右侧冲砂闸改建的堰侧鱼道过鱼效果相对可靠，且改建施工相对方

便，对河道扰动相对较小，推荐采用冲砂闸改建堰侧鱼道方案。



渭惠渠现状



渭惠渠冲砂闸现状

（2）五门堰鱼类生境连通方案

1）现有建筑物条件

五门堰渠首位于焦岩坝址下游6.1km，渠首枢纽由拦河坝、进水五洞、460m引渠、冲砂闸、进水闸组成。拦水坝现为浆砌石坝顶，坡面为钢筋笼装石，坝腹内填充卵石，长380m，顶宽4.5 m。经现场调查，五门堰始建于西汉，重修于清代，为全国重点文物保护单位。其文物保护范围覆盖了堰体及两岸河道，文物保护范围详见2.1.3.3节。因此五门堰不宜修建过鱼建筑物。

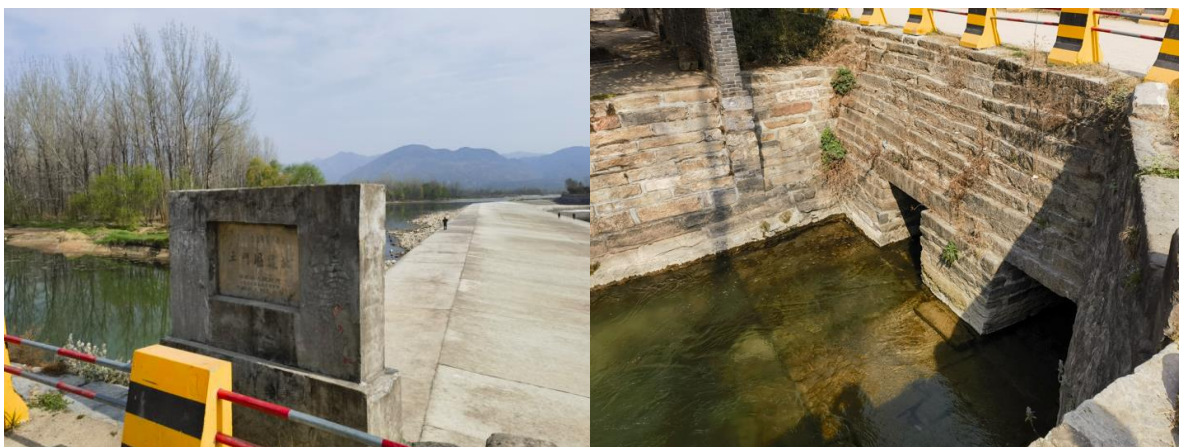
此外五门堰右岸引水渠进水洞为城门洞式，无闸门控制，引水渠宽度约4m，渠内常年有水，在堰下分水，一路通过退水龙门与河道连接回归河道，一路通过进水龙门进入干渠，根据灌溉需水运行。因此堰坝右岸目前存在引水渠+退水渠组成的一条过水通道，可连接堰坝上下游。鉴于五门堰库区分布有鱼类适宜产卵生境，本次环评提出可利用该

引水退水渠道过堰使鱼类过堰。

2) 过鱼方案

渭水河下游鱼类从退水渠入渭水河口上溯进入退水渠，沿退水渠通过退水龙门后进入引水渠，最后经进水洞回到堰坝上游渭水河河道。本次环评进行了引水渠和退水渠内地形和水位测量，对有跌水等障碍的区域进行改造，使鱼类顺利通过。

建议在鱼类繁殖季节在堰坝下游及退水龙门下游开展鱼类监测，若发现鱼类集群，通过人工集鱼辅助过坝。



五门堰堰体及进水洞



五门堰引渠及退水渠位置



五门堰引水渠及退水渠



五门堰引水渠及退水龙门航拍图

五门堰运行过程水文要素测量

表 6.8.2-4 五门堰引水渠及退水渠水文要素测量表

断面号	水面宽度(m)	水深 (m)	流速 (m/s)					
			左/1	中/1	右/1	左/2	中/2	右/2
2#	7.685	0.7	0.412	0.411	0.324	0.354	0.336	0.013
			0.245	0.321	0.019	0.079	0.224	0.477
			0.055	0.236	0.433	0.024	0.154	0.315
3#	7.353	0.994	0.079	0.224	0.477	0.055	0.236	0.433
7#	22.339	1.346	0.024	0.154	0.315	0.033	0.198	0.736
			0.033	0.198	0.736			

			左/2	0.019	中/2	0.121	右/2	0.655
			左/3	0.024	中/3	0.111	右/3	0.551
8#	6.383	0.724	左/1	0.134	中/1	1.150	右/1	0.214
			左/2	0.091	中/2	0.981	右/2	0.756
			左/3	0.088	中/3	0.788	右/3	0.888
9#	6.550	0.371	左/1	0.226	中/1	0.050	右/1	0.050
			左/2	0.281	中/2	0.013	右/2	0.013
			左/3	0.243	中/3	0.033	右/3	0.033
10#	8.466	0.766	左/1	0.214	中/1	0.436	右/1	0.206
			左/2	0.085	中/2	0.122	右/2	0.292
			左/3	0.068	中/3	0.358	右/3	0.327
11#	7.879	0.446	左/1	0.045	中/1	1.554	右/1	0.243
			左/2	0.099	中/2	1.179	右/2	0.560
			左/3	0.050	中/3	1.087	右/3	0.320
14#	5.234	0.463	左/1	0.154	中/1	0.142	右/1	0.056
			左/2	0.229	中/2	0.215	右/2	0.041
			左/3	0.286	中/3	0.121	右/3	0.011



水文要素测量断面图

(3) 杨填堰鱼类生境连通方案

1) 现有建筑物条件

杨填堰渠首位于焦岩坝址下游12.4km，引水渠位于左岸，渠首为无调节式低坝引水，全断面溢流，坝长260m，坝高3.5m。丰水期水流可溢流过堰，一定程度起到鱼类上下游交流的作用。经现场调查，杨填堰为陕西省重点文物保护单位。其文物保护范围覆盖了堰体及两岸河道，文物保护范围详见2.1.3.3节，因此不宜在堰体直接进行过鱼通道开挖等活动。

2) 过鱼方案

因杨填堰右岸分布有一处地方砂石料加工厂，且临近村庄，人为干扰较大；左岸建设有灌溉引水渠，本次环评建议结合左岸引水渠进行鱼道布置。

a) 堰坝下游左岸新建鱼道方案

在堰坝下游左岸一条隔板式鱼道，与引水渠连接，一定程度恢复杨填堰鱼类上下行通道。鱼道总长为 220.42m，其中杨填堰左岸原引水渠长度为 120.77m，新开挖鱼道长 99.65m。布置一个进鱼口，进鱼口设置在左岸，位于堰后 137m 处，底板高程为 482.0m，出鱼口位于左岸引水渠渠口下游 120m 处，底板高程为 485.0m。

新挖段鱼道标准段池室长2.5m，底宽2.0m，顶宽4.0m，采用同侧竖缝式“T”型隔板，隔板高度1.0m，根据其他工程鱼道设计经验，隔板、导板导向角45°，竖缝宽度取0.3m。每隔十个标准池室设置一休息室，休息室长度10m。

b) 结合引水渠及退水渠改造鱼道方案

杨填堰左岸现有引水渠、退水龙门和退水渠。退水渠现状宽度较小，拟在原有引水渠和退水渠基础上改造，对引水渠、退水渠进行疏挖、拓宽，对退水渠进行淤泥清理，对现有闸门进行改造，并在退水渠渠口增设流量控制闸门，使引水渠、退水渠具有仿自然通道功能。引水渠长度 600m，退水渠长度 700m，总体坡降控制在 1:100~1:20，渠道内水深不小于 0.2m，流速不大于 2.0m/s。底部宽度取 1.5m。在退水渠底部布设不同粒径的卵石，增加流态多样性。

经过比较，堰坝下游左岸新建鱼道方案需在省级文物保护范围内新开挖和建设建筑物，对文物原有风貌有一定影响，文物管理手续较复杂；且堰坝下游 100m 范围内目前主流偏右岸，实施该方案需要对左岸下游进行地形改造，扰动较大。结合引水渠及退水渠改造鱼道方案采用已有沟渠改造为鱼道，不在文物保护范围内新增构筑物；通道形式

为仿自然形式，且退水渠与渭水河交接处河道主流明确，该方案可发挥灌溉供水、过鱼的综合效益，相对较优，因此本阶段推荐引水渠及退水渠改造鱼道方案。

建议在鱼类繁殖季节开展堰下鱼类监测，若发现鱼类集群，通过人工集鱼辅助过堰。



杨填堰堰体及引水渠现状



杨填堰左岸鱼道方案位置示意图



杨填堰结合引水渠及退水渠改造鱼道方案布置图及退水渠现状照片

c) 渭惠渠水文要素测量

过鱼方案论证过程中对引水渠进行测量，引水渠宽在 2.8~4m 区间，比降为 0.3‰。在渭惠渠运行过程中(引水流量约 $0.5\text{m}^3/\text{s}$)对其水文要素进行测量，渠道水深在 0.3~0.7m 区间，渠道中心流速在 0.119~0.459 m/s 区间，渠道两侧（距离渠壁 0.1m 处）流速在 0.033~0.448



渭惠渠测量断面

表 6.8.2-7 杨填堰引水渠水文要素

断面号	水面宽度(m)	水深 (m)	流速 (m/s)						
			表层流速	左	0.059	中	0.341	右	0.145
1#	2.814	0.679	二分之一水深流速	左	0.281	中	0.416	右	0.191
			底层流程	左	0.065	中	0.364	右	0.166
2#	3.391	0.311	表层流速	左	0.399	中	0.165	右	0.321
			二分之一水深流速	左	0.163	中	0.119	右	0.123
			底层流程	左	0.312	中	0.163	右	0.210
3#	3.634	0.304	表层流速	左	0.102	中	0.189	右	0.229
			二分之一水深流速	左	0.053	中	0.157	右	0.042
			底层流程	左	0.042	中	0.169	右	0.056
4#	3.686	0.452	表层流速	左	0.252	中	0.289	右	0.168
			二分之一水深流速	左	0.333	中	0.314	右	0.275
			底层流程	左	0.180	中	0.265	右	0.183
5#	2.700	0.663	表层流速	左	0.033	中	0.508	右	0.163
			二分之一水深流速	左	0.393	中	0.482	右	0.168
			底层流程	左	0.448	中	0.459	右	0.200
6#	3.850	0.690	表层流速	左	0.114	中	0.261	右	0.147
			二分之一水深流速	左	0.226	中	0.229	右	0.156
			底层流程	左	0.036	中	0.119	右	0.142
7#	3.931	0.615	表层流速	左	0.128	中	0.256	右	0.159
			二分之一水深流速	左	0.191	中	0.178	右	0.116
			底层流程	左	0.088	中	0.198	右	0.121

6.8.2.6 管理措施

(1) 保护栖息地的自然河段现状，不再进行拦河筑坝及其他影响河流水文情势的项目的开发活动；

(2) 严格实行禁渔期制度，减少对天然鱼类资源的捕捞；

(3) 加强对鱼类产卵场等重要水域保护，设立醒目标示牌或浮标；

(4) 上游马家沟、白果树、狮坝三个水电站是《秦岭小水电清理整顿方案》中保留的水电站，其中狮坝水电站减水河段位于渭水河国家级水产种质资源保护区核心区内。应严格落实生态流量要求，确保坝址~厂址之间不出现断流情况。

6.8.3 过鱼措施

考虑到焦岩水库建设后，坝上下均保留一定的流水生境，具有一定的流水鱼类产卵繁殖条件，需要采取有效的过鱼措施，缓解种群间遗传交流受阻的不利影响，以保护鱼类种群的遗传多样性。

6.8.3.1 过鱼对象和时间

渭水河分布有鱼类51种，根据水产保护区主要保护对象、珍稀保护鱼类种类、渭水河鱼类资源调查结果，将中游段分布的多鳞白甲鱼、唇鲮、汉水扁尾薄鳅、黄颡鱼、鲤鱼作为主要过鱼对象。大眼鳊、乌鳢、鲇主要分布于下游平川段，进入山区段的可能性较小，作为兼顾过鱼对象。省级保护鱼类大鳞黑线鲃资源量已极度稀少，不再作为主要过鱼对象。

根据主要过鱼对象的繁殖习性，主要过鱼时段为每年4月~6月。

6.8.3.2 过鱼设施类型选择

主要的过鱼设施类型包括鱼道、仿自然通道、鱼闸、升鱼机和集运鱼系统。其主要特点和适用条件如下：

(1) 仿自然通道：仿自然通道是人工修建的仿自然溪流，用以连通被阻碍的河流，并考虑鱼类行为和通道坡度、仿自然河床、水流条件等因素为鱼类提供的一种洄游通道。仿自然通道系统要求有足够的空间，一般应用于缓丘低山地形，不适宜水头过高的大坝，也不适宜高山峡谷区，还应避开人口稠密区域、减少对鱼类的干扰。

(2) 鱼道：鱼道为呈连续阶梯状的水槽式构筑物，主要型式包括池式鱼道、槽式鱼道和特殊形态的鱼道等。进口多布置在水流平稳，且有一定水深的岸边或溢流坝出口附近。可适用于大部分鱼类，对鱼类洄游能力要求不高，鱼类通过鱼道上溯时，不会受到伤害。

(3) 鱼闸：由进口水槽、闸室和出口水槽等部分组成，利用上、下两座闸门调节闸室内水位变化而过鱼，其原理与船闸相似。鱼闸一般用于中低水头水利水电工程，鱼类通过鱼闸时费力不大，对游泳能力差的鱼类尤为适用。

(4) 升鱼机：由进鱼槽、竖井、出鱼槽三大主要部分组成。由进鱼槽口放水，将下游鱼类诱入进鱼槽，接着用赶鱼栅把鱼驱入竖井，提升竖井至上游水位，打开出鱼槽驱鱼入上游水域。升鱼机可用于中高水头大坝，对枢纽建筑物干扰较小。

(5) 集运鱼系统：集鱼设施配合运鱼车或运鱼船帮助鱼类上、下行的一种过鱼设施。集运鱼系统一般由集鱼设施、运鱼设施（车或船）、码头及道路等组成，集鱼设施包括固定式集鱼设施和可移动集鱼船。集运鱼系统可用于中高水头大坝，对枢纽建筑物干扰较小。

从建设条件上分析，焦岩水利枢纽两岸山势较为陡峭，工程布置紧凑，不适宜建仿自然型鱼道、鱼闸。工程最大坝高 96m，最大水头为 71.7m，工程水头较高，且库区水位变幅约 45m，技术型鱼道槽身段及出口布置难度均较大；集运鱼船运行过程中耗费人力较大，运行效率较低，不能连续过鱼，国内建成的较少，且焦岩水库坝下河道较浅，多为砾石滩，不具备通航条件；升鱼机和固定式集运鱼系统受地形限制相对较小，适于高坝过鱼，能较好适应水库水位的较大变幅，同时便于结合枢纽布置，且过鱼对象相对比较广泛，可较好适应具有不同洄游特性、个体大小、集群程度等生物特性的鱼类，此外受人为干扰较小，近几年国内建成的案例较多，有可以借鉴的工程经验。因此升鱼机系统和固定式集运鱼系统具备建设的基本条件，考虑到鱼道可实现双向自主过鱼，本次环评对固定式集运鱼系统、升鱼机系统和鱼道方案进行初步布置，一并比选。

6.8.3.3 过鱼设施方案比选

(1) 集运鱼方案

坝下鱼类在机组尾水的吸引下，通过诱鱼口经集鱼通道进入集鱼斗，将集鱼箱提升至运鱼车，再由右岸高线路至库区适宜地点进行放流。

诱鱼建筑物：采用槽式集鱼方案，诱鱼通道顺着尾水渠末端右侧岸边布置。由引渠

段后接消能段，将水流引入集鱼建筑物内。消能段下游侧布置拦鱼网，为鱼类进入集鱼通道后能够到达的最上游部位。消能段上游布置有流量控制闸门，通过流量控制闸门来控制来流量，调节水流流速、流态，以满足诱鱼要求。

诱鱼系统建筑物主要包括引渠段、消能段、集鱼斗段、驻留池段、诱鱼口段、闸门控制室、集鱼室、赶鱼控制室、分拣观察室、转运平台等组成，详见诱鱼系统平面布置图。诱捕鱼系统主要设备为水量控制闸门、拦鱼栅、集鱼斗和赶鱼栅等。诱鱼口、集鱼通道及供水进口底高程均为 512.00m。

过坝及转运：右岸道路可达转运平台，在此处设置汽车吊一台，分拣观察后将运鱼箱提升至运鱼车，然后用汽车通过右岸改造高线路将运鱼箱运送至大坝上游右岸的库区码头。

放流系统：依托本工程在库区右岸设置的码头，用起吊设备将运鱼箱放置于库区运鱼船上，由运鱼船运输至上游的放流点进行放流。

表6.8.3-1 集运鱼方案投资估算

序号	项目	单位	数量	单价(元)	合价(万元)	备注
一	集运鱼系统				1952.64	
1	建安工程费				840.64	
1.1	诱集鱼建筑物				840.64	
	石方明挖	m ³	138.24	23.92	0.33	
	集鱼槽混凝土 C25W8F300(二)	m ³	1544.74	1308	202.05	
	排架混凝土 C25W8F300(二)	m ³	1150.79	1308	150.52	
	分拣观察室混凝土 C25W8F300(二)	m ³	120.804	1195	14.44	
	补水泵房混凝土 C25W8F300(二)	m ³	52.27	1195	6.25	
	钢筋	t	384.51	8297.85	319.06	
	钢材	t	60	10071	60.43	
	铜止水	m	30.36	440	1.34	
	L-600 低发泡塑料泡沫板 2cm厚	m ²	9.11	500	0.46	
	锚筋桩 3Φ32, L=12m	根	18	4542.93	8.18	
	赶鱼栅启闭机室建筑工程(单层)	m ²	56	2000	11.20	
	集鱼斗启闭机室建筑工程(单层)	m ²	56	2000	11.20	
	拦鱼网启闭机室建筑工程(单层)	m ²	56	2000	11.20	
	分拣观察室建筑工程(单层)	m ²	88	2500	22.00	
	补水泵房建筑工程(单层)	m ²	88	2500	22.00	

1.2	过坝公路及库区码头				0.00	投资计入主体工程
2	设备费				602	
2.1	金属结构设备	套	1	200000	20	
2.1	电气设备	套	1	750000	75	
2.2	启闭设备	套	3	220000	66	
2.2	分拣观察室工作设备	套	1	955000	95.5	
2.3	暂养箱	个	1	30000	3	
2.4	集鱼箱	个	1	25000	2.5	
2.5	上游、下游转运平台汽车吊	台	2	400000	80	
2.6	活鱼运输车	辆	1	400000	40	
2.7	库区运鱼船	艘	1	2200000	220	
3	运行及效果监测费	年	3	1700000	510	仅计列运行初期3年

(2) 升鱼机方案

坝下鱼类在机组尾水的吸引下，通过诱鱼口进入升鱼机集鱼箱，集鱼箱由轨道或索道过坝至坝肩位置右岸高线路，经智能引导车运至库区码头，由库区运鱼船运至上游流水河段放流。

诱鱼建筑物：采用槽式集鱼方案，诱鱼建筑物与集运鱼系统相同。

过坝及转运：采用坡面轨道提升+智能自动引导小车。通过升鱼机将运鱼箱提升至下游右岸右岸低线路，然后通过坡面提升系统将运鱼箱拉升至坝肩位置右岸高线路，通过智能自动引导车将运鱼箱运送至大坝上游库区码头。坡面提升系统是使用固定机械设备将缆车从转运平台提升至右岸高线路；坡面提升轨道角度 36° ，提升高度65.5m；坡面轨道基础宽3.25m，厚1.0m，旁边设人行台阶，宽2.0m，厚0.5m。

放流系统：与集运鱼系统相同，依托本工程在库区右岸设置的码头，用起吊设备将运鱼箱放置于库区运鱼船上，由运鱼船运输至上游的放流点进行放流。

表6.8.3-2 升鱼机方案投资估算

序号	项目	单位	数量	单价 (元)	合价 (万元)	备注
一	升鱼机系统				2374.77	
1	建安工程费				1198.77	
1.1	诱集鱼建筑物				779.42	与集运鱼系统相同
1.2	转运建筑物				419.35	投资计入主体工程
	石方明挖	m ³	4705.80	23.92	11.26	

	轨道基础混凝土	m ³	398.61	1287.28	51.31	
	人行道混凝土	m ³	122.65	615.95	7.55	
	钢筋	t	41.70	8297.85	34.60	
	钢材	t	11.71	10071	11.79	
	锚杆, $\phi 25$, L=4.5m	根	58.00	196.97	1.14	
	锚杆, $\phi 25$, L=6.0m	根	58.00	291.6	1.69	
	道路改造	m	150.00	20000	300.00	
2	设备费				666	
2.1	电气设备	套	1	1050000	105	
2.2	启闭设备	套	4	200000	80	
2.2	分拣观察室工作设备	套	1	955000	95.5	
2.3	暂养箱	个	1	30000	3	
2.4	集鱼箱	个	1	25000	2.5	
2.5	上游转运平台汽车吊	台	1	400000	40	
2.6	智能小车及轨道	套	1	1500000	150	
2.7	库区运鱼船	艘	1	1900000	190	
3	运行及效果监测费	年	3	1700000	510	仅计列运行初期3年

(3) 鱼道+集运鱼方案

焦岩水利枢纽库区水位变幅达 45m, 过鱼季节水位变幅仍较大, 单纯鱼道方案, 出口段布置难以适应库区大幅水位变化。因此本次环评提出鱼道结合集运鱼方案, 以适应库区不同水位。

1) 工作水位

a) 坝下工作水位:

发电尾水变化范围 513.00m~513.67m。

b) 坝上工作水位选择过程:

根据 1960 年~2019 年长系列逐旬水文资料径流调节计算成果, 4~6 月库区最高运行水位 585m, 最低运行水位 540m, 高差过大。经过分析 1960 年~2019 年 4~6 月 540 个旬中有 130 个旬水位在 580m~585m 之间, 占到 24.1%; 有 121 个旬库区水位在 575m~580m 之间, 占到 22.4%; 有 119 个旬库区水位在 570m~575m 之间, 占到 22.0%; 有 170 个旬库区水位在 570m 以下, 占到 31.5%。鱼道出口布置难以兼顾所有运行时段。

本次环评试算了在 4~6 月过鱼季节对库区水位进行控制, 尽量维持在高水位运行,

将 81.3%的旬控制在库水位 580m~585m 之间，发现 4~6 月正是夏灌季节，下游灌区灌溉需水强烈，为维持库区高水位，天然来水均被存蓄在库中不下泄，会对供水和灌溉保证率造成较大影响。灌溉用水计算采用年保证率，灌溉保证率将由设计的 75%低至 30%；城乡生活供水采用历时保证率，供水保证率将由设计的 95%低至 70%。

经综合考虑，提出组合式过鱼方案，库区水位较高时采取鱼道过鱼，水位较低时采取集运鱼系统过鱼。经计算长系列径流成果，有 273 个旬水位在 574m~585m 之间，占到总旬数的 50.6%，因此鱼道出口按照 574m~585m 水位控制，库区水位低于 574m 时，采用集运鱼系统过鱼。

2) 流速

焦岩水利枢纽主要过鱼对象为多鳞白甲鱼、唇鲮、汉水扁尾薄鳅、黄颡鱼、鲤鱼。大眼鳊、乌鳢、鲇为兼顾过鱼对象。本次环评收集了国内多家研究机构开展的部分过鱼对象游泳能力试验结果，列表如下。

表 6.8.3-3 部分过鱼对象游泳能力实验成果表

种类	体长(cm)	感应流速 (m/s)	喜爱流速 (m/s)	极限流速 (m/s)
鲤鱼	20~25	0.2	0.3~0.8	1.0
	25~35	0.2	0.3~0.8	1.1
黄颡鱼	17~19	0.1	0.4~0.6	1.2
大眼鳊	10~13	0.1	0.2~	/
乌鳢	30~60	0.3	0.4~0.6	1.0
鲇鱼	30~60	0.3	0.4~0.8	1.1

根据以上研究，本次焦岩水利枢纽鱼道池室内流速值建议在 0.3m~1.0m。

3) 枢纽布置及地形条件

根据可研设计，焦岩水利枢纽进行发电系统和泄水建筑物布置时，考虑地形条件，右岸深北沟沟口覆盖层较厚，不利于消能护坦的布置，且消能水流将会对深北沟沟口下游侧岸坡消能区造成冲刷，对岸坡稳定不利。另外深北沟沟口现有交通桥梁承担着上游城镇对外交通任务，需避免消能水流冲刷破坏等问题会对库区对外公路交通产生潜在的不利影响，因此泄水建筑物布置在左岸，发电系统布置在右岸。焦岩水利枢纽发电尾水位于右岸，但坝上右岸河道为一“M”型折弯，无足够地形供鱼道以明渠形式直接过坝布置，因此只能考虑借助坝下右岸的干沟深北沟进行鱼道布置。

深北沟为季节性干沟，仅有降水径流汇入，现状调查无鱼类分布，不具备直接利用

其作为天然鱼道段的条件。本次鱼道进口布置在右岸尾水出口，利用深北沟设置明渠鱼道，沿深北沟提升一定高度后由隧洞形式到达库区出鱼口。集运鱼系统集鱼建筑物利用鱼道明渠，与鱼道结合布置。



坝址区河道地形

深北沟现状

4) 鱼道+集运鱼系统布置

过鱼设施布置在右岸，布置形式为鱼道与集运鱼系统相结合。集鱼建筑物利用鱼道明渠，与鱼道结合布置。

鱼道总长为 3570m，综合坡比 1.9%，由明渠段和隧洞段及出口段组成，明渠段长度 1545m，从尾水渠沿着深北沟布置，提升至 555.00 高程后进入隧洞段，隧洞段长度约 1295m，城门洞型开挖；后接出鱼口段，长约 450m。设置一个进鱼口，位于尾水渠末端，底板高程为 512.5m；设置三个出鱼口，位于右岸坝址上游 7.0km 处。在鱼道进出口附近各设置一座观测室。

鱼道明渠段标准段池室长 2.5m，宽度 2.0m，边墙高度 2.5m，宽度 0.5m，采用同侧竖缝式“T”型隔板，隔板高度 2.0m，池室内水深 0.5m~1.5m。根据其他工程鱼道设计经验，隔板、导板导向角 45°，竖缝宽度取 0.3m。间隔 3m~4m 落差设置一休息室，休息室长度 10m。

隧洞段鱼道隧洞段长 1295m，采用城门洞型断面，尺寸为 5.3m×6.45m，底板、边墙及顶拱衬砌厚度均为 0.5m。隧洞顺水流方向左侧为鱼道，采用矩形断面，尺寸为 2.0m×2.5m；池室长度 2.5m，间隔 3m~4m 落差设置一个休息室，休息室长度为 5.0m；右侧顶部为人行通道、底部为泄水渠，底宽 1.0m。鱼道与人行通道及泄水渠之间为钢筋

混凝土隔墙，高 2.3m，厚 30cm。

出鱼口段共设置三个出鱼口，1#出鱼口底板高程 573.50m，控制水位 574.00~578.00m，2#出鱼口底板高程 577.50m，控制水位 578.00~582.00m，3#出鱼口底板高程 581.50m，控制水位 582.00~585.00m，大概率保证主要过鱼期间放鱼的要求。

集鱼建筑物由集鱼斗段、驻留池段、闸门控制室、集鱼室、赶鱼控制室、分拣观察室、转运平台等组成，转运系统是在观察室将鱼从集鱼箱装至运鱼车后，通过右岸高线路至放流码头。放流系统通过上游放流平台进行放流。

集鱼斗段长度为 5m，宽 2.5m，在集鱼通道底板高程以下布置有集鱼斗池室。集鱼斗池室宽 2.5m，长度为 3.2m，深度为 2.0m。

驻留池段长度为 13.00m，宽 2.5m，上游位集鱼斗段，下游为诱鱼口段。驻留池为钢筋混凝土箱型结构，底板和边墙厚度均为 1.5m。

补水泵房位于驻留池后方，尺寸为 5.0m×6.0m，高 4.0m，底高程 526.50m，内部安装水泵，用于补充集鱼通道内流量。

捕鱼控制室布置于集鱼斗池室上方，尺寸为 6.0m×6.0m，高 4.0m，底高程 535.00m，用于起吊集鱼斗，并通过放鱼口将集鱼斗中的鱼转移至分拣观察通道内。

分拣观察室布置在集鱼通道靠岸边侧，尺寸为 11.0m×7.0m，高 4.0m，底高程 530.00m，分拣观察室内设玻璃观察视窗，对过鱼种类和数量进行统计。统计后将鱼赶至分拣观察通道的尾部转移至运鱼箱中。



图6.8.3-2 鱼道+集运鱼方案总体布置图

表6.8.3-3 鱼道+集运鱼方案投资估算

序号	项目	单位	数量	单价 (元)	合价 (万元)	备注
一	鱼道工程				21852.00	
1	土建工程费				19902.00	
1.1	鱼道明渠段				2548.75	
	石方明挖	m ³	13885.2	23.92	33.21	
	土方明挖	m ³	4131	20.07	8.29	
	鱼道混凝土 C25W6F100(二)	m ³	12087	635.04	767.57	
	隔板、导板混凝土 C25W6F100(一)	m ³	3089.99	762	235.46	
	门槽二期混凝土 C30W6F100(二)	m ³	2.00	1507.48	0.30	
	闸门启闭机排架混凝土 C25W6F100(二)	m ³	8.96	1195.08	1.07	
	钢筋	t	1465.37	8297.85	1215.95	
	钢材	t	70.84	10071	71.35	
	651 型橡胶止水	m	1989	440	87.52	
	闸门启闭机室	m ²	24	2500	6.00	
	进口观察室	m ²	60	3000	18.00	
	钢筋石笼	m ³	3000	346.78	104.03	
1.2	鱼道隧洞段				5519.54	
	石方明挖	m ³	6882	23.92	16.46	
	石方洞挖	m ³	25082	290.16	727.79	

	土方明挖	m ³	10323	20.07	20.72	
	石渣回填	m ³	1200	27.96	3.36	
	底板铺垫卵石	m ³	300	128	3.84	
	浆砌石挡墙	m ³	150	450	6.75	
	鱼道混凝土 C25W6F100(二)	m ³	10931	635.04	694.14	
	隔板、导板混凝土 C25W6F100(一)	m ³	2771.45	762	211.18	
	贴坡混凝土 C20W6F100(二)	m ³	1071	628.18	67.25	
	观察室排架混凝土 C25W6F100(二)	m ³	15.36	621.58	0.95	
	钢筋	t	1705.24	8297.85	1414.98	
	钢材	t	54.600	10071	54.99	
	651 型橡胶止水	m	1540	440	67.74	
	网喷混凝土 C20	m ³	21805	585.98	1277.76	
	挂网钢筋 $\phi 8@20 \times 20$	t	92.94	8217.43	76.37	
	锚杆 $\Phi 25$, L=4.5m	根	535	196.97	10.54	
	锚杆 $\Phi 25$, L=3.0m	根	4053	144.92	58.74	
	锚筋桩 3 $\Phi 32$, L=12m	根	30	4542.93	13.74	
	锚索 1000kN, L=40m	根	20	24438.72	48.88	
	钢拱架 I14	t	57.40	10911	62.63	
	锁脚锚杆 $\Phi 25$, L=3.0m	根	1600	150	24.00	
	超前锚杆 $\Phi 25$, L=3.0m	根	938	153	14.35	
	固结灌浆	m	27020	207.21	559.88	
	回填灌浆	m ²	8175	88.7	72.52	
	排水孔 $\phi 50$	m	5642	17.7	9.99	
1.3	鱼道出口段				11833.71	
	石方明挖	m ³	216413	290.16	6279.43	
	土方明挖	m ³	324619	20.07	651.51	
	鱼道进出口明渠混凝土 C25W6F100(二)	m ³	5256.00	635.04	333.78	
	隔板、导板混凝土 C25W6F100(一)	m ³	2405.70	762	183.31	
	门槽二期混凝土 C30W6F100(二)	m ³	18.00	1507.48	2.71	
	闸门启闭机排架混凝土 C25W6F100(二)	m ³	26.88	1195.08	3.21	
	贴坡混凝土 C20W6F100(二)	m ³	13526	628.18	849.66	
	观察室排架混凝土 C25W6F100(二)	m ³	15.36	621.58	0.95	
	钢筋	t	1961.33	8297.85	1627.48	
	钢材	t	15.88	10071	15.99	
	651 型橡胶止水	m	588	440	25.87	
	网喷混凝土 C20	m ³	6762.90	585.98	396.29	
	挂网钢筋 $\phi 8@20 \times 20$	t	178.09	8217.43	146.34	
	锚杆 $\Phi 25$, L=4.5m	根	11272	196.97	222.01	
	锚筋桩 3 $\Phi 32$, L=12m	根	1803	4542.93	819.29	

	锚索 1000kN, L=40m	根	80	24438.72	195.51	
	排水孔 $\phi 50$	m	25048	17.7	44.33	
	闸门启闭机室	m ²	72	2500	18.00	
	出口观察室	m ²	60	3000	18.00	
1.4	金属结构及安装	项			102.00	
2	设备费				1440	
2.1	电气、电缆及照明设备及安装	项			1300	
2.2	鱼道监控及监测设备	项			140	
3	运行费	年	3	1700000	510	仅计列运行初期3年

d) 方案比选

集运鱼方案及升鱼机方案的集鱼系统及放流系统一致，因此只需对转运系统进行分析，集运鱼方案为汽车转运明线路段，依托工程右岸道路，此种过坝方式简单便捷，易操作，转运次数少，对鱼类伤害较低，且投资较低；但受人为干扰，运输过程不可把控。升鱼机方案为坡面轨道提升+智能自动引导小车，整个运输过程自动化程度高，但设计制造成本相对较高，且转运次数较多。此外集运鱼和升鱼机方案均解决鱼类上行，对于鱼类下行未能有效解决，难以实现自主双向过鱼。

鱼道+集运鱼组合方案，因坝址山体较陡峭，水头较高，尾水所在的右岸河道弯折，鱼道无法直接过坝，只能借助坝下深北沟布置一段明渠鱼道，随后采用隧洞段鱼道到达上游，工程量大，出鱼口岸坡开挖量较大，对秦岭重点保护区植被影响较大；结合鱼道进口明渠段布置集运鱼系统，共用一个进鱼口，避免了过多占地，且可覆盖库区不同水位，高水位时利用鱼道，低水位时利用集运鱼系统，解决了纯鱼道无法覆盖库区 45m 水位变幅的问题。沟道内农田、居民较多，对鱼道运行有一定干扰，需做好隔离防护措施；但鱼道方案可以实现双向过鱼，过鱼效果相对较好。

综上考虑，推荐采用鱼道+集运鱼组合方案。

表6.8.3-3 过鱼设施方案比选

比选条件	集运鱼方案	升鱼机方案	鱼道+集运鱼组合方案	比选结果
建筑物布置	依托已有道路和码头，采用明线路过坝方式，建筑物相对简单	采用坡面提升系统+智能小车过坝方式，建筑物相对复杂	坝址山体较陡峭，水头较高，尾水所在的右岸河道弯折，鱼道无法直接过坝，只能借助沿坝下深北沟结合隧洞鱼道布置，工程量大。采用组合方案库区水位变幅仍较大，出鱼口布置困难	集运鱼、升鱼机方案较优
场地布置	集鱼建筑物和放流系	集鱼建筑物和放流系	坝区山体陡峭，场地紧张，	集运鱼方案

	统施工难度正常；汽车转运简单	统施工难度正常；转运系统，布置复杂，施工难度高。	开挖量大，对秦岭植被影响大；隧洞段远离主体施工区，需增加施工营地及道路	较优
过鱼效果	适应不同水位变幅；运输过程受人为干扰；难以实现双向过鱼	转运次数较多，对鱼类损伤略大；难以实现双向过鱼	可以实现双向过鱼，过鱼效果相对较好；沟内农田和居民对鱼道有一定干扰	鱼道方案较优
运行管理	转运次数少，运行简单便捷	转运次数多，运行复杂	鱼道运行相对便捷，但因4~6月库区水位变幅较大，鱼道出口只可覆盖约50.6%的旬水位，低水位时需采用集运鱼系统	集运鱼、鱼道方案较优
人为影响	受人为影响因素较大	自动化程度相对较高，人为影响因素小	采用鱼道时鱼类可自主上溯过坝，人为影响因素小	升鱼机、鱼道方案较优
工程投资	转运靠运鱼车转运，投资较小	转运建筑物工程量较大，投资偏高	开挖量较大，投资过高	集运鱼方案较优
综合比较	鱼道+集运鱼组合方案较优			

6.8.3.4 坝下流场模拟

(1) 模型建立

为了保证水流流态相似性,上边界模拟至厂房尾水处,下边界模拟至下游 1000m 处。确定数值模拟的计算范围后,需建立三维几何体型,应用三维软件建立三维体型,利用 FLUENT 进行模拟计算。

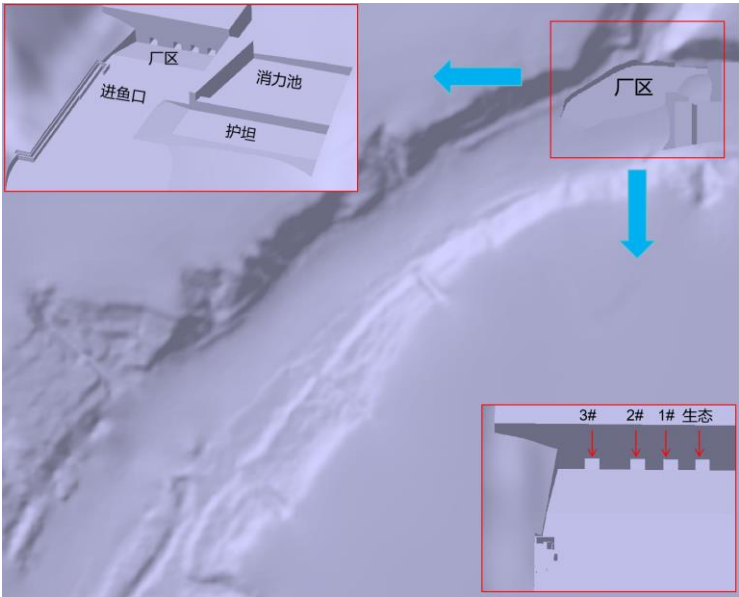
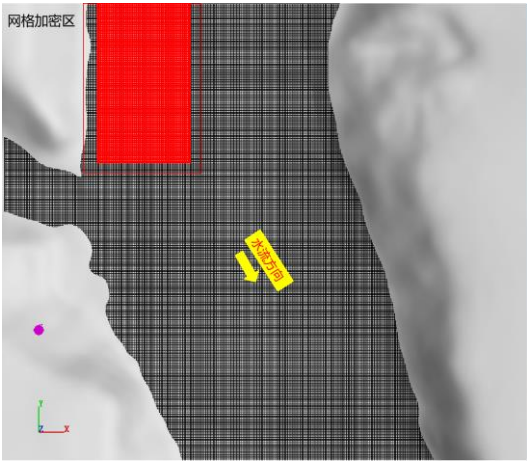
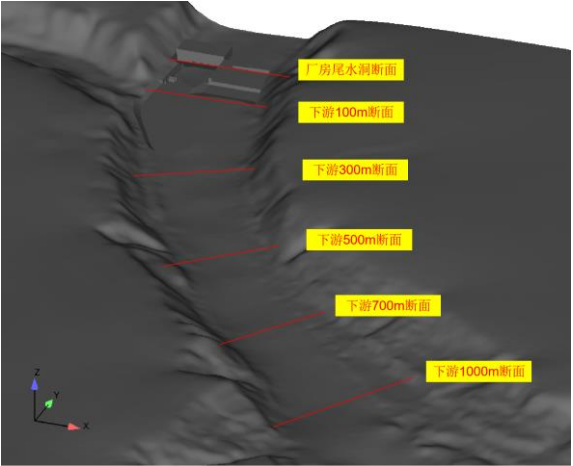


图 6.8.3-3 计算区域三维模型

计算区域网格形式采用六面体网格，在天然河道宽度和长度方向的尺寸为 1m，在深度方向的网格尺寸为 0.5m；厂区区域进行网格加密，采用宽度和长度方向的尺寸为 0.5m，深度方向的网格尺寸为 0.25m，计算区域共计网格 996 万。为河道内监测横断面布置图，共布置 6 个监测断面，以尾水洞出口为起始，依次为厂房尾水洞断面、下游 100m 断面、下游 300m 断面、下游 500m 断面、下游 700m 断面及下游 1000m 断面。



计算区域局部网格划分



河道横剖面布置图

(2) 模拟工况

根据机组设置情况，拟定了 6 种工况进行流场模拟。

表6.8.3-4 各运行工况下下泄流量与水位

工况	1#机组 (m ³ /s)	2#机组 (m ³ /s)	3#机组 (m ³ /s)	生态机组 (m ³ /s)	总流量 (m ³ /s)	水位 (m)
1	34.6	/	/	/	34.6	513.4
2	34.6	34.6	/	/	69.2	513.8
3	/	/	19.7	/	19.7	513.1
4	34.6		19.7	/	54.3	513.6
5	34.6	34.6	19.7	/	88.9	514.0
6	/	/	/	20.1	20.1	513.1

(3) 整体河道水流特征分析

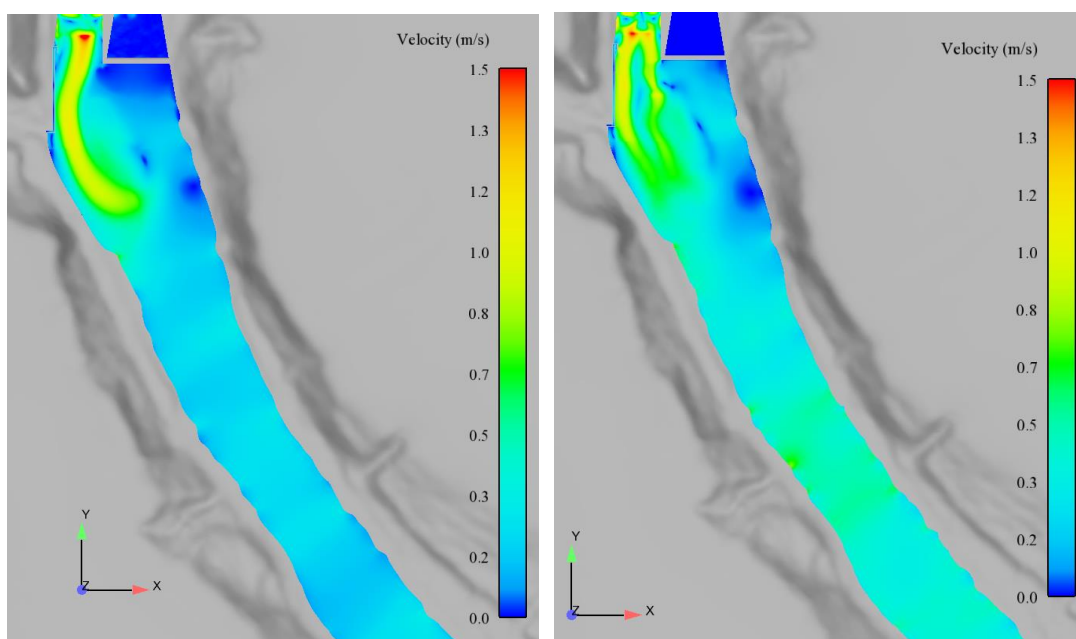
从流速值上分析，厂房尾水洞至下游 300m 左右，主流较为集中，主流流速带 0.9～1.5m/s；下游 300m 至渭惠渠溢流低坝段，水流扩散均匀，表流速约 0.3～0.5m/s。

从流速矢量上分析，厂房尾水洞至下游 300m 左右，生态机组、1#和 2#机组尾水使得主流偏向河道右岸，3#机组尾水使得主流集中在河流中央；下游 300m 至下游 1000m

处水流平顺，无明显偏向。厂房尾水洞至下游 300m 具体的主流流向取决于各工况下不同机组组合、消力池右挡墙及诱鱼建筑物综合影响，厂房尾水洞至下游 300m 左右各工况流向表现为，工况 1、工况 2 及工况 6 主流偏向右岸，工况 3、工况 4 及工况 5 主流在河道中央。

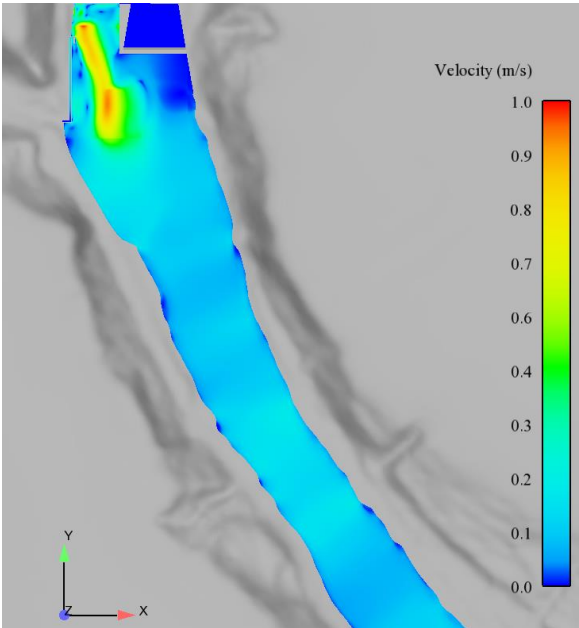
厂房尾水洞至下游约 300m 段，存在明显的射流效应，导致主流两侧形成回流。尾水出流时主流贴近底板，主流从尾水倒坡开始，表面流速接近 1.5m/s，在流动的过程中在左右岸静水区及远端静水区的阻水作用下，在主流两侧形成回流区。但回流流速较小，0.3m/s 左右，对鱼类的上溯影响有限。

从整体河道水流特性分析可知，在平面上存在大面积的适宜流速通道（0.3~1.0m/s）使得目标鱼类上溯至鱼道进口。

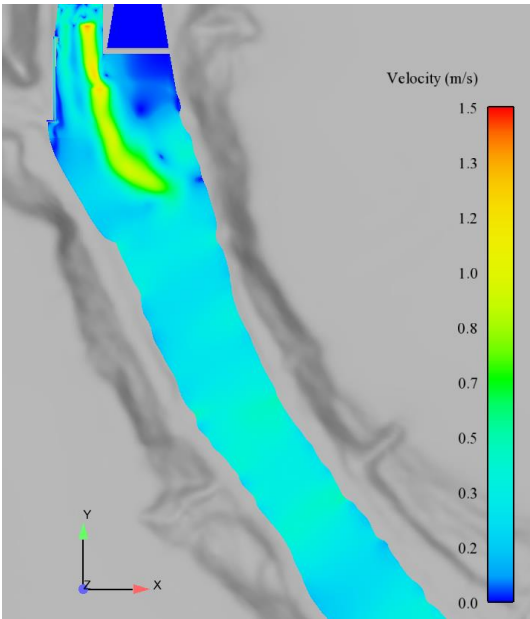


工况 1

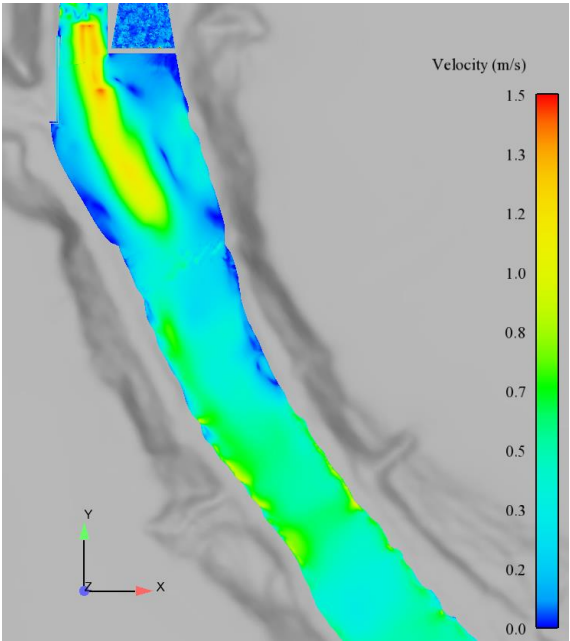
工况 2



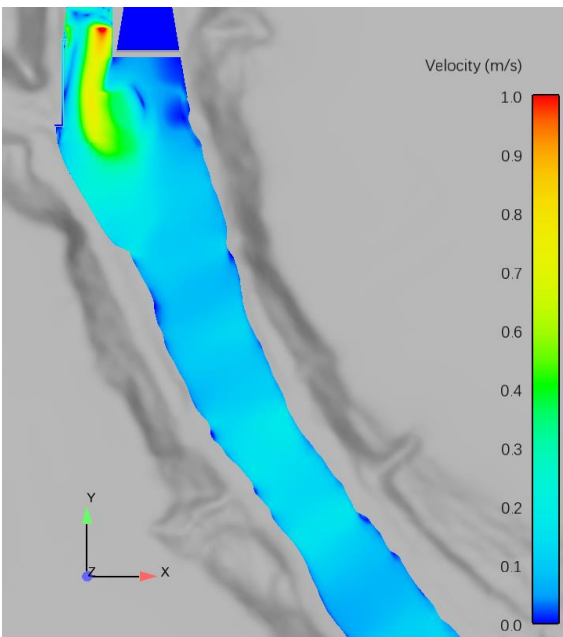
工况 3



工况 4

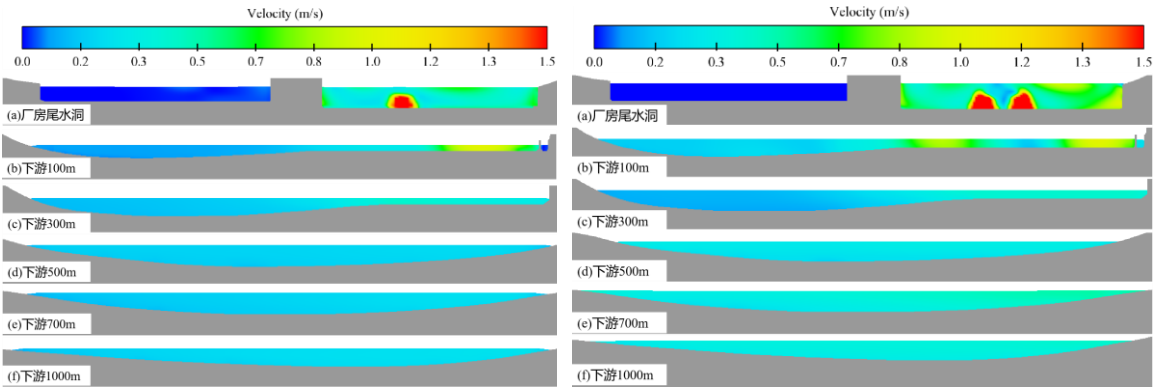


工况 5



工况 6

图 6.8.3-4 不同工况河道流场分布图



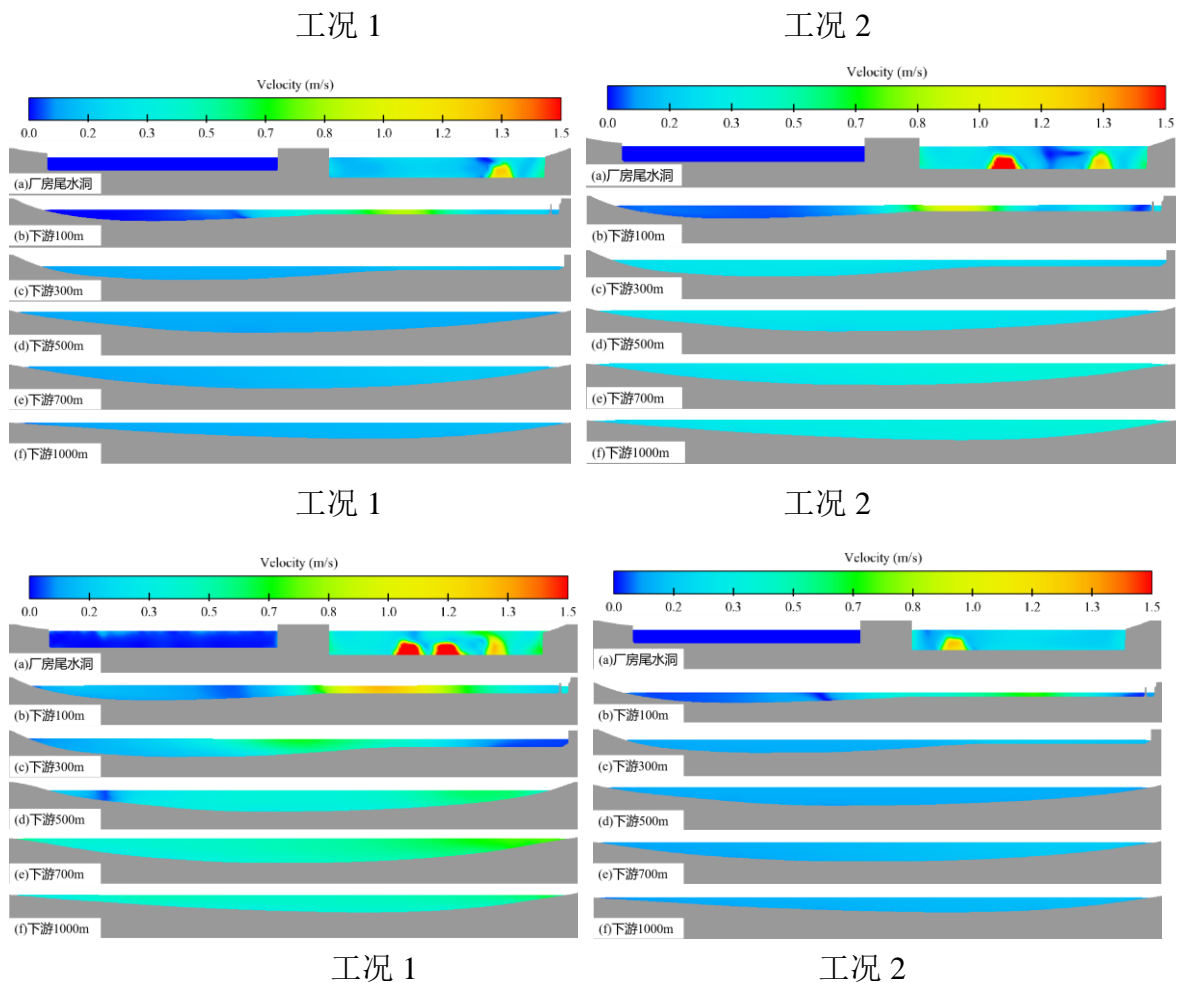


图 6.8.3-5 不同工况河道流速剖面图分布图

(5) 鱼道进鱼口水流特征

各工况在鱼道进口处的流速范围为 0.3~0.7m/s，大于目标鱼类的感应流速 0.2m/s，具备鱼类识别鱼道进口的水力条件。

对于右岸区域上溯的鱼类可从右岸区域上溯至鱼道进口，无主流屏障的影响，存在目标鱼类上溯的通道。

对位于左岸区域上溯的鱼类，需要穿越主流流速带，形成主流流速带的工况，在主流区存在大面积的主流流速小于 1.2m/s 的通道，鱼类能够从左岸穿越流速带上溯至右岸的鱼道进口。

鱼道进口区域水流特性分析可知，鱼道进口处流速适宜，能够被目标鱼类感应，河道内存在大面积的适宜流速通道（0.3~1.0m/s）使左右岸上溯的鱼类进一步上溯至鱼道进口。

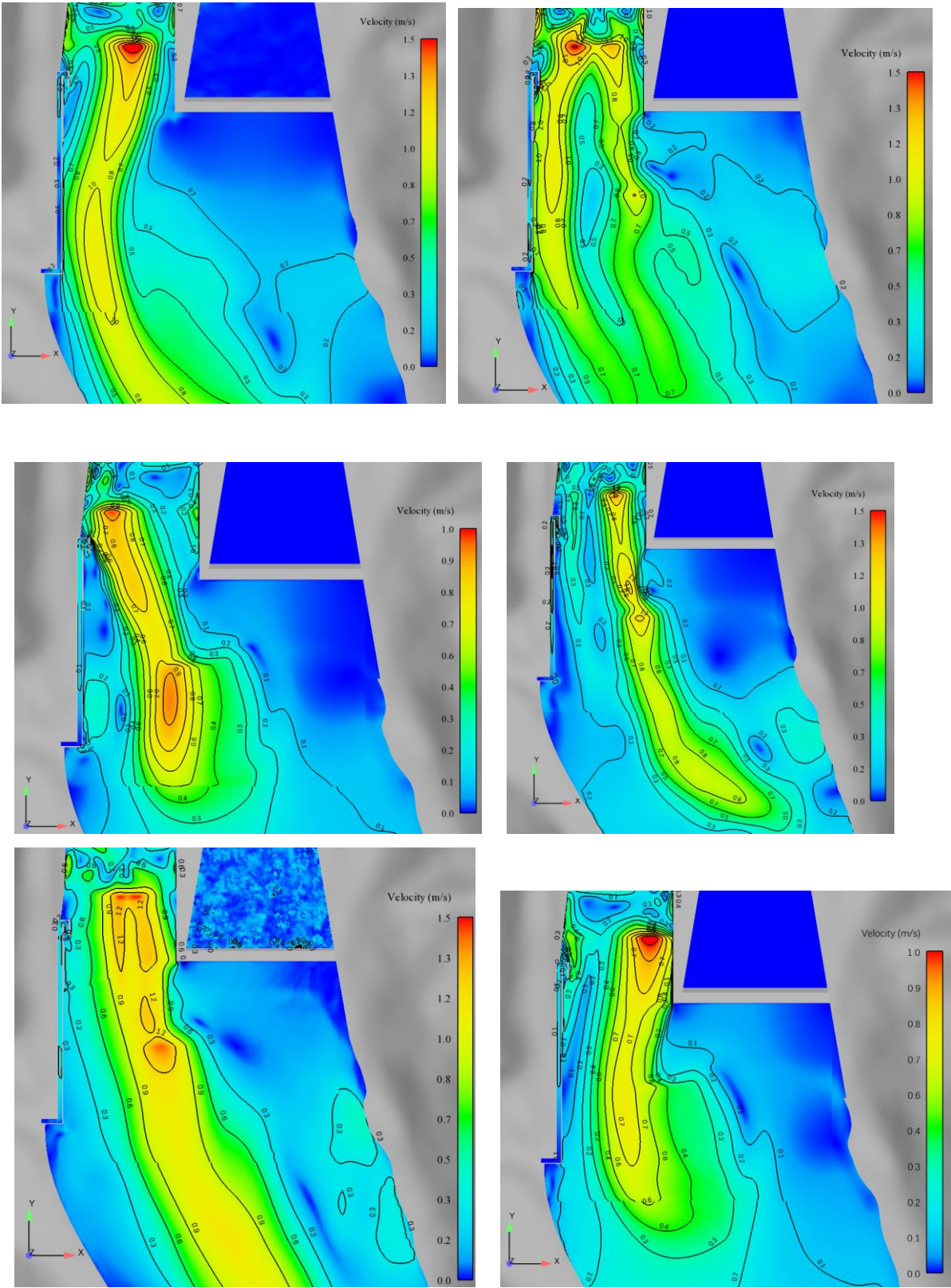


图 6.8.3-6 不同工况鱼道进鱼口水流特征

(6) 小结

厂房尾水洞至下游 300m 左右，表层主流较为集中，表层主流流速带 0.9~1.5m/s，

下游 300m 至涓惠渠溢流低坝段，水流扩散均匀，表流速约 0.3~0.5m/s。

厂房尾水洞至下游 300m 左右，存在明显的射流效应，导致主流两侧形成回流，回流影响了鱼道进口区域的流场分布。但各工况在鱼道进口处的水流流向仍顺河道流动，流速范围为 0.3~0.7m/s，大于目标鱼类的感应流速 0.2m/s，具备鱼类识别鱼道进口的水力条件。

对于右岸区域上溯的鱼类可从右岸区域上溯至鱼道进口，无主流屏障的影响。对位于左岸区域上溯的鱼类，需要穿越主流流速带，形成主流流速带的工况，在主流区存在大面积的主流流速小于 1.2m/s 的通道，鱼类能够从左岸穿越流速带上溯至右岸的鱼道进口。

从整体河道水流特性、鱼道进口区域局部水流特性及河道沿程横剖面水流特性分析可知，不管是平面还是剖面上均存在大面积的适宜流速通道（0.3~1.0m/s）使得目标鱼类上溯至鱼道进口。

6.8.4 鱼类增殖放流

针对涓水河流域鱼类组成特点及分布状况，建议修建鱼类增殖放流站，增殖站通过放流增殖鱼类补偿流域受影响鱼类的资源量。增殖放流站建设在业主营地范围内。

1) 增殖放流方案

增殖放流主要针对工程影响的重要鱼类以及具有人工增殖技术可行性的鱼类开展。

鱼类增殖放流站主要任务是完成增殖放流鱼类亲本的驯养和培育、人工繁殖、苗种培育，完成放流目标，并对放流效果进行监测评估，建立鱼类资源评估档案，实现增殖放流鱼类资源的补偿和保护工作。

2) 放流种类

增殖放流对象选择主要遵循以下原则：列入国家级或省级保护动物名录的鱼类；列入濒危动物红皮书的鱼类；地域性特有鱼类，种群数量少、繁殖力低、抗逆能力差的鱼类，与产区生境高度适应的鱼类；地方保护性种类；重要经济鱼类。

工程主要影响河段分布有鱼类 51 种，其中多鳞白甲鱼、唇鲮、大眼鳊、汉水扁尾薄鳊、大鳞黑线鲃为国家和省级珍稀保护种类，黄颡鱼、鲤鱼、鲢鱼为地方主要经济鱼

类。此外渭水河分布有国家保护两栖类大鲵和山溪鲵。

根据影响分析，焦岩枢纽工程对保护区保护对象中的大眼鲈、鲤、鲃、黄颡鱼、鲫、黄鳝的影响相对较大，但资源调查结果表明，保护区下游鲤、鲫资源量较为丰富，且鲤、鲫环境适应性强、繁殖条件要求低，通过栖息地保护措施实施后，其生存和繁殖条件可以得到保障。多鳞白甲鱼、大鲵和山溪鲵主要分布在上游支流，受本工程影响相对不大，但多鳞白甲鱼目前繁育技术较成熟，可考虑进行一定的增殖放流；珍稀保护鱼类中，汉水扁尾薄鳅、唇鲮尚未攻克繁育技术，不具备近期放流的条件，应该积极开展相关的基础研究和技术储备，为今后的人工放流及资源恢复创造条件。大鳞黑线鲃为小型鱼类，渭水河已很少有野外亲本分布，不具备增殖放流条件。综合以上分析，并结合项目建设影响河段生境状况，放流种类分为近期和远期，近期（近 3-5 年）放流的种类为：多鳞白甲鱼、大眼鲈、鲃、黄颡鱼、黄鳝；远期（5 年以上）放流对象为：汉水扁尾薄鳅、唇鲮。

3）放流标准

放流苗种必须是由野生亲本人工繁殖的子一代。放流苗种必须是无伤残和病害、体格健壮。供应商水产苗种生产和管理符合农业部颁发的《水产苗种管理办法》(2005 年 4 月 1 日)，并有省级水产管理部门核发的《水产苗种生产许可证》。

4）放流规模

放流数量应与工程建设和运行对鱼类资源的影响范围和程度紧密联系。同时考虑放流品种的获得性难易程度等进行确定。根据调查焦岩库区江段渔业资源状况、保护要求以及对鱼类影响的生境分析结果，并结合水库建成运行后水库面积、水库长度、鱼类自然种群结构、饵料生物量等因素，近期放流规模 25 万尾/年，远期增加增殖放流规模 3 万尾/年。

表 6.8.4-1 增殖放流种类数量与规格

序号	种类	数量 (万尾/年)	规格	备注
1	黄颡鱼	8	3-4cm	近期放流 (3-5 年)
2	大眼鲈	8	5-8cm	
3	鲃	5	5-8cm	

4	黄鳊	2	8-10cm	
5	多鳞白甲鱼	2	3-5cm	
6	汉水扁尾薄鳅	1	3-5cm	远期放流 (>5 年)
7	唇鲮	1	5-8cm	
合计		27		

5) 放流周期和地点

放流周期：从水库建成蓄水后连续每年放流，同时根据放流效果监测，根据鱼类资源的恢复情况决定是否需要调整放流数量。严格按水产苗种生产规范生产放流苗种的要求为保证放流质量和数量，体现放流差异化，鱼类增殖放流时间可选在每年 6 月和 9 月，进行两次放流活动，主要依据结合河道径流特征、工程运用及增殖放流鱼苗培育满足放流规格。

放流地点主要为焦岩水库库区和坝下游的河段，应选择在缓流区放流。

6) 增殖放流站运行时间

鉴于渭水河流域尚未有建设鱼类人工增殖放流站，建议焦岩水利枢纽建设一座鱼类增殖放流站。本工程增殖放流站需要在工程下闸蓄水前建设完毕，且投入运行。本项目放流实际时间暂按 15 年，15 年以后根据鱼类资源恢复情况决定继续放流或终止放流。

7) 增殖放流站主要工艺

鱼类增殖放流站生产工艺流程包括苗种生产和放流。苗种生产包括亲鱼收集及检疫、亲鱼驯养培育、人工催产和授精、人工孵化、鱼苗培育，工艺流程见图 10.5-2。

山溪鲃为两栖类，参考陕南汉江流域广泛开展的大鲵繁育养殖经验，建议待繁育技术成熟后，考虑采用原生态养殖法进行增殖放流。

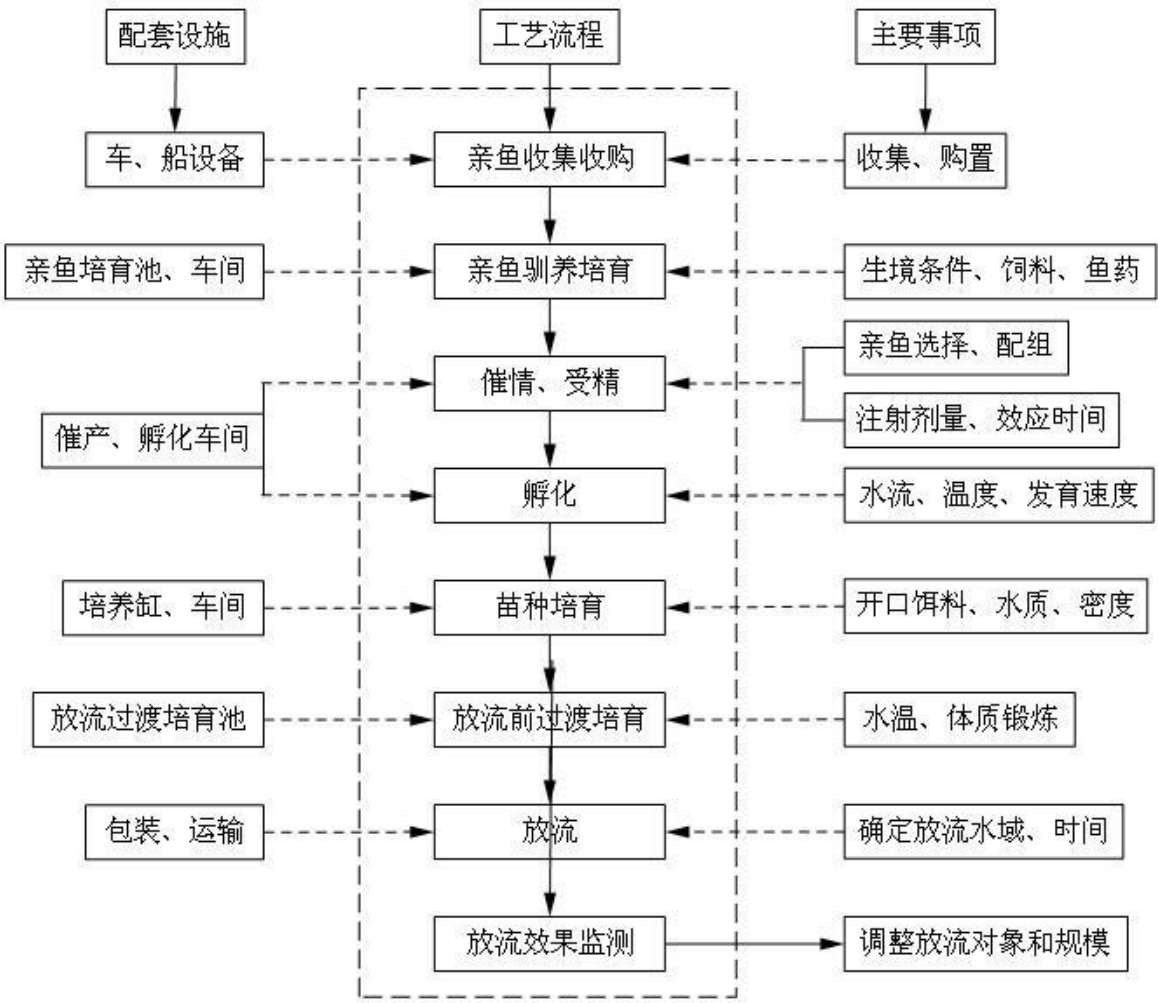


图 6.8.4-1 鱼类增殖放流站生产工艺流程

8) 养殖模式

鱼类增殖放流站主要有循环水养殖、流水养殖或静水养殖三种模式。依据放流对象的生活习性特征和河段水环境功能区划，应首选取水少，弃水少的养殖方式。采用室内智能循环水养殖系统实现规模化高质量养殖为主、室外循环水养殖为辅、生态净化池兼顾养殖为补充的多层次增殖模式。在亲鱼驯养、鱼类催产、孵化、育苗过程中主要选用循环水养殖模式，放流鱼类的生产繁殖阶段可通过循环水养殖设施达到控温、充氧的效果，同时废水产生量最小；3月~8月，河流水温适宜鱼类生长繁殖，在亲鱼驯养、催产产前刺激、子一代鱼苗放流前野化训练等个别养殖阶段直接引用河流常温水。

9) 养殖设施规格

根据焦岩鱼类增殖放流站的养殖模式，养殖设施主要分为室内养殖设施和室外养殖设施。室内养殖设施分别布置于繁育车间的越冬区和催产孵化育苗区；室外养殖设施主

要有循环流水培育池、生态鱼池。

主要养殖设施规格和数量见下表。

表6.8.4-2 汉中焦岩鱼类增殖放流站养殖设及数量

序号	设备名称	所在区域	个数	材质
1	亲鱼池	越冬区	6	钢筋混凝土
2	培育池		24	PP 或 PE
3	后备亲鱼培育槽		4	玻璃钢
4	人工催产模拟池	催产孵化育苗区	36	玻璃钢
5	采卵池		12	玻璃钢
6	孵化池		4	PP 或 PE
7	孵化瓶		80	透明亚克力
8	静水孵化池		18	PP 或 PE
9	静水孵化筐		180	PP 或 PE
10	亲鱼产前营养加强池		42	PP 或 PE
11	子一代培育池		6	玻璃钢
12	矩形苗种培育池	驯化锻炼区	10	钢筋混凝土
13	生态鱼池		3	土池塘

10) 增殖站站址选择

为方便管理，鱼类增殖放流站布置在业主营地内，增殖站占地面积约 30 亩。业主营地布置在大坝右岸下游 1.2km 的 V 级阶地上，布置高程 582.0m，地形相对平缓，距离河道较近，水源方便。场地交通条件方便。



图 6.8.4-2 鱼类增殖站位置

11) 增殖放流站主要建设内容

增殖站主要建筑物设施包括 1 座繁育车间，1 组跑道式循环流水培育池、5 座生态鱼池、1 座养殖污水处理系统以及 1 座生态净化塘组成。辅助设施有办公用房、配电房。

主要建筑物和构筑物见下表。

表 6.8.4-3 鱼类增殖放流站主要建筑物和构筑物

序号	名称	单位	数量
1	建筑物		
1.1	综合楼	m ²	1506.36
1.2	繁育车间	m ²	2722.24
1.3	消防水泵房	m ²	200
1.4	饵料库	m ²	132
1.5	门房	m ²	43.2
1.6	变配电室	m ²	200
1.7	空压机房	m ²	175
2	构筑物		
2.1	生态净化池	m ²	1196
2.2	生态鱼池 1	m ²	360
2.3	生态鱼池 2	m ²	360
2.4	生态鱼池 3	m ²	360
2.5	矩形跑道系统	m ²	932.4
2.6	污水处理系统	m ²	348.16

6.8.5 进水口拦鱼措施

本工程设有 1#、2#机组进水口，误入进水口的鱼可能发生机械损伤和死亡，针对此种情况，在进水口处设置拦鱼设施，防止鱼类误入。

1) 方案比选

常用的拦鱼设施分为机械和电器两种，前者又分为栅栏和网栏两类。如果在取水口设置多层金属拦鱼栅、网、尼龙拦鱼网等机械拦鱼网，考虑到渭水河部分地方性保护鱼类为中小型鱼类，所需拦鱼网网眼较小，运行过程中容易造成堵塞，减少过水面积，甚至破坏拦鱼网，影响取水口的正常运行，因此后期的维护和投资较大。

拦鱼电栅是利用电极形成电场，使鱼感电后发生防御性反应后改变游向，避开电场达到拦鱼目的的一种设施。近年来在多个水库取水口进行应用。电栅拦鱼的效果取决于

鱼的行为特性和拦鱼电场的分布。宜设置在水流速度小于鱼的克流速度但大于鱼的感应速度处。

2) 方案拟定

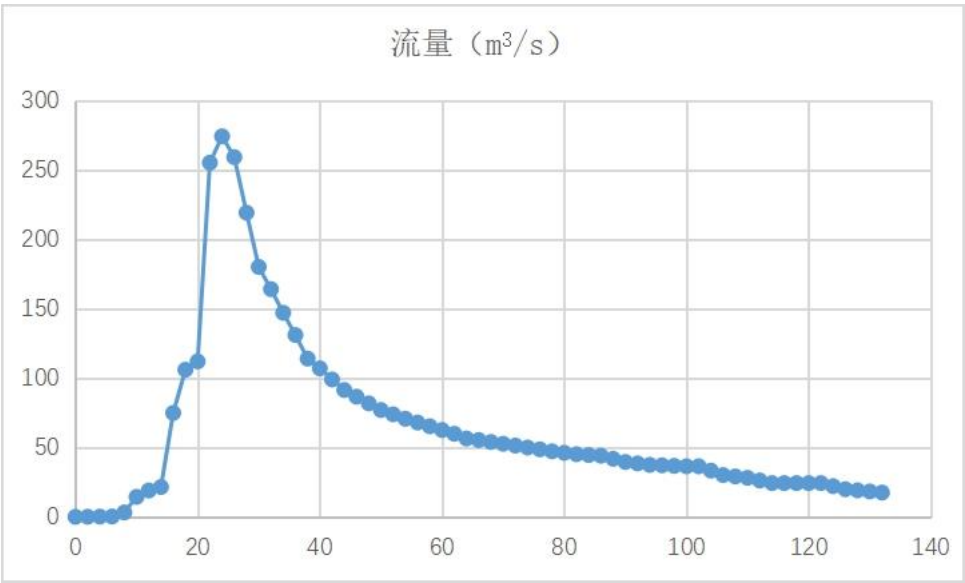
根据渭水河鱼类特点及本项目工程特点，本阶段推荐在1#、2#机组进水口布置拦鱼电栅。采用脉冲发生器，使用220V±10%交流电能把电能“压缩储存”后瞬间释放，形成高压脉冲和小电流低频直流脉冲电场，由于鱼类具有感电效应，在距离电场3m~5m以外即有刺激感觉并能产生回避反应，故对鱼类不仅能驱赶、导集、拦挡，而且无任何伤害，对鱼类的拦阻效率较高。

拦鱼电栅布置在拦污栅前，1#进水口拦鱼断面底部高程549m，2#进水口拦鱼断面底部高程529m，断面宽度6.5m。

电栅的电极材料应具有一定强度、耐腐蚀且导电性能良好等特点，一般用3.8cm~7.6cm的镀锌管作电极，管壁厚度不应小于3mm。电极外径越大，电场范围越宽，拦鱼效果越宽。根据理论与实践的结合，选取直径7.5cm，壁厚3.5mm的镀锌管作为电极。

6.8.6 生态调度

为弥补丰水年和平水年5月上旬、6月下旬这一坝下部分断面流量、流速有所降低对产粘沉性卵鱼类的不利影响，建议开展水库生态调度，在每年4月~6月，定期通过加大下泄流量的方式，形成可控“人造洪峰”，满足鱼类繁殖对水流刺激的需要。根据本河段常见鲤科鱼类繁殖特性，建议4月~6月每月开展一次两年一遇典型洪水过程。



根据上述典型洪水过程，利用焦岩水利枢纽长系列径流调节计算成果，在每年 4 月

~6 月选取出库流量最大的旬作为起调水量，计算营造人工洪峰所额外需要的水量。工程设计已预留库容为 882 万 m^3 ，预留库容可作为人造洪峰的补充水量。

6.8.7 施工期保护措施

根据工程特点，采取以下减免措施：

1) 从生物学方面考虑采取的措施，包括施工时尽量避开鱼类的主要产卵季节，避开产卵区域或鱼类幼鱼生长区域。评价河段鱼类繁殖期主要集中在 4~6 月，为减少对鱼类产卵繁殖影响，应优化施工进度，4~6 月尽量避免在河道及周边进行爆破、截流等施工作业，以减少对鱼类繁殖的影响。

2) 为避免工程弃渣对水环境和水生生物的影响，弃渣场周围应设置挡渣墙、截水沟和排水沟，以避免水土流失造成水质污染和影响水生生物栖息环境。尤其应注意保护工程影响河段深潭的原生自然状态，不能作为施工行为的弃渣场填埋。

3) 为避免人为活动干扰生态环境，应加强施工人员的卫生管理（如个人卫生、粪便和生活污水），避免生活污水的直接排放，尤其禁止抛弃有毒有害物质，减少水体污染。加强施工及管理人员水生生态保护宣传，制作相关环境保护手册、警示牌、管理制度等，严禁施工人员捕捉河道鱼类等。

4) 建立鱼类救护机制。对截流时围堰内的鱼类及时进行捕捞、暂养或放归；需要进行水下爆破的，事先需对影响水域采用声、电或网具等手段驱赶鱼类，以免受到爆破的波及；初期蓄水时，坝下河段水量明显减少，出现减水情况，鱼类会较集中搁浅，应事先安排人员巡查，禁止初期蓄水期坝下减水河段捕鱼，对搁浅的鱼类及时采取救护措施，以保护鱼类资源。

6.8.8 过饱和 TDG 减缓措施

(1) 泄洪发生频率控制

焦岩水利枢纽工程泄洪时段主要在 7 月~9 月。过饱和 TDG 对鱼类的影响与鱼类在过饱和环境中的滞留时间有关，因此减小每次的泄洪持续时间可以从一定程度上减轻过饱和 TDG 对鱼类的影响。

(2) 泄洪期间机组尽量满发，减小泄洪流量

发电尾水对总溶解气体过饱和没有显著影响，因此，建议泄洪期间尽可能地保证机组满发，减小泄洪建筑物的泄洪流量，降低 TDG 饱和度。

(3) 开展气体过饱和减缓措施的观测与研究

加强气体过饱和监测技术；气体过饱和对鱼类等水生生物的生理学效应监测；气体对区域土著鱼类、珍稀保护鱼类繁殖行为和幼鱼的影响、水生态补偿机制等研究。

6.8.9 科学研究

(1) 开展部分鱼类种类人工繁育技术研究攻关，尽快实现人工增殖放流。

(2) 开展坝下河段鱼类生境跟踪评估研究。

(3) 开展鱼类繁殖季节水库运行调度研究。

(4) 开展过鱼效果和鱼类增殖放流效果跟踪监测评估。

6.8.10 其他保护措施

为了进一步降低工程对鱼类资源的影响，还需采取下列措施：

(1) 加强宣传和管理，增强环保意识

施工期大量施工人员入住大坝沿岸，将带来鱼类消费需求量的增加，可能使施工期对鱼类的捕捞量有所增加。因此，施工期应加强施工及管理人员的水生生态保护宣传，树立良好生态保护意识，制作相关环境保护手册、警示牌、管理制度等，严禁施工人员捕捉河道鱼类等事件发生。

(2) 优化工艺设计，确保相关环保措施的落实

对施工期间的生产废水、生活污水等严格监管，采取集中收集、回收利用，固体废弃物弃于指定渣场，禁止排入河道。工程设计尽量减少对河道、河床及植被的破坏，杜绝影响水生生境的污染事故发生。尽量减少和避免在河道中挖沙、取石、改变水流流向，引起下游河道严重缺水甚至断流等行为和事件的发生，水下施工、爆破时应提前驱赶相关水域鱼类，避免造成直接伤害。同时，科学调度，确保下游保持一定生态流量。对破坏的植被要尽快恢复，建立生态防护林和防护体系，防止水土流失，应尽量避免和减少

泥沙和有害物质入河。

6.9 移民安置及专项复建环境保护措施

6.9.1 水环境保护措施

(1) 移民安置实施过程中的水环境保护措施

拟在安置区等施工建设过程中设置小型沉淀池(2.0m×1.0m×1.5m)交替使用,废水处理后回用,不外排。

(2) 移民安置规划实施后水环境保护措施

1) 饮用水源保护措施

需要根据《村镇集中饮用水源保护区划分技术规范》(DB61/335-2003)、《农村饮用水水源地环境保护技术指南》(HJ 2032-2013)等要求,在饮用水源取水口设置 100m 范围的取水点卫生防护带,禁止堆放垃圾、粪便、废渣,不准修建渗水坑、渗水厕所,不准铺设污水管道等;高位集水池池周围 10m 以内不得有渗水坑和堆放和垃圾等污染源;取水点和高位集水池设置警示标志。

2) 生活污水处理措施

①集中安置点

在安置区建设污水处理站,采用一体化污水处理设备,生活污水先进入化粪池处理,上清液经污水网管系统收集后进入生活污水处理站进行集中处理,处理后达标排放或回用。

②分散安置点

I方案设计

工程涉及分散安置点位于农村地区,生活污水简单,主要为粪便,当地有用作肥料的传统,加上其耕地距离安置点不远。从既有利于降低处理费用又能提高土壤肥力等多方面考虑,对安置点生活污水拟采取沼气池处理后,用于农田灌溉的方式。

每个移民家庭修建一个 6m³厌氧式沼气池,沼气池选址要靠近畜圈和厕所,沼气池、畜圈和厕所相连通,使人畜粪便随时自流入沼气池,以达到平时进料的目的。6m³沼气池产生沼气基本满足一户 4~6 口家庭的日常燃料;人畜粪便、农作物秸秆和其它辅料

直接进入沼气池；生活污水则进入沉淀池，沉淀池也作为生活污水蓄水池，其设计规模2m³，生活污水经过初步深沉处理后，综合利用用于堆肥或作为沼气池的补充水源，剩余少量上清水的悬浮物<100mg/L、COD<200mg/L、BOD5<100mg/L，满足《农田灌溉水质标准》（GB5084-2005）旱作标准，用于农田或林草灌溉，而不直接进入渭水河流域地表水体。

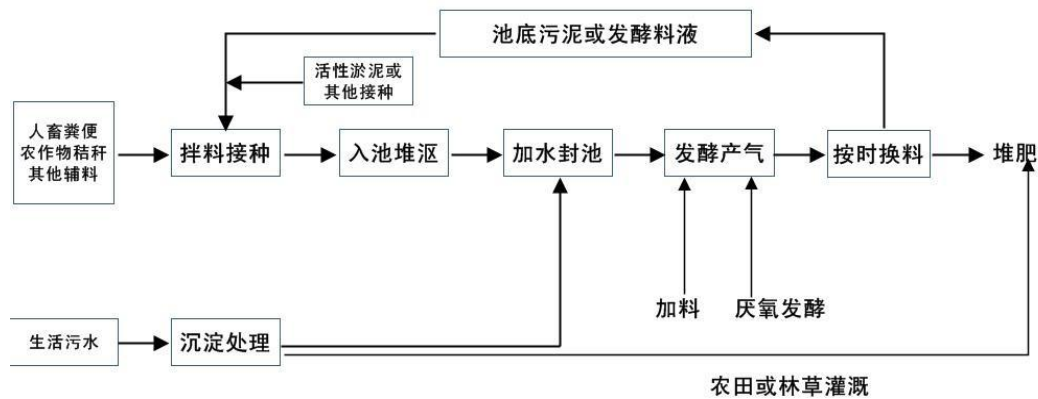


图 6.9.1-1 农村家庭水压式沼气池发酵工艺流程图

③运行管理

参照《城镇生活污水净化沼气池管理规范》、《生活污水净化沼气池运行管理规程》(NY/T 26020-2014)进行。配料是沼气发酵科学管理重要步骤，在沼气池大换料时，应该准备好充足的发酵原料，6m³沼气池应该至少准备 400kg 以上作物秸秆，同人畜粪便和其它辅料一同装入沼气池。配料必须有充足的适合于沼气菌生活的原料，主要是人畜粪便等含氮量高原料，以及作物秸秆等含碳量高原料。

沼气净化池投入使用前，制定严格的操作规程，组织专业人员对安置点居民进行常规操作和维护的培训，确保沼气池能正常运行。

加强对沼气池运行的日常管理，陕西省环境保护厅和汉中市、城固县等环境保护局应定期对安置点沼气池进行监督检查，及时掌握沼气池处理设施的运行情况和污水处理效果情况，对出现的问题提出行之有效的整改意见。

II 冬季维护要求

考虑到工程地区冬季气温低的特点，对沼气池冬季维护提出了以下要求： 当室外温度低于零度时，沼气池处于半生产或停止生产状态，打开顶盖，拨下导气管，以防止冬季缓慢产气胀坏池体，或沼气外漏，造成室内窒息和燃烧事故。

严禁老池空腹过冬，一般取出三分之二的料液用于冬季施肥，然后加三分之一的新鲜原料，起到池内发酵增温保湿作用。

年底新建沼气池，不进料启动，避免风裂现象。冬季应加强池内保湿保温措施，通常是在顶盖口和进出料口覆盖塑料薄膜。冬季注意沼气池顶部保温，根据农村实际情况，采取有效措施确保沼气池安全越冬。

6.9.2 生活垃圾处理措施

（1）集中安置点

1) 生活垃圾分类

移民安置点每年进行一次生活垃圾分类宣传培训，设立宣传展板，发放宣传材料，在每户居民家配备2个垃圾桶，用于盛放有机垃圾和不可回收垃圾。将新鲜的厨余及菜叶、果皮等用做家畜饲料，不可回收的无机垃圾送到公用垃圾桶。

2) 垃圾收运

每个安置点内设置公用垃圾桶数个，不可回收无机垃圾由居民自行放入安置点的公用垃圾桶内，由专人负责清理，定期清运至安置区域垃圾收集点，而后运至垃圾填埋场。

3) 运行管理

对各个垃圾桶存放处及垃圾收集点经常喷洒灭害灵等药水，以防止蚊蝇等孳生，垃圾清运依托安置区域垃圾清运系统。

（2）分散安置点

各户居民的生活垃圾分类收集，将新鲜的厨余及菜叶、果皮等用作家畜饲料，对变质及未能利用的其它有机可降解成份放入沼气池厌氧降解处理，剩余无机垃圾送到当地的垃圾收集点。

6.9.3 陆生生态保护措施

加强监督管理，尽量减少耕地占用，减轻对植被破坏，做好原址拆除后的清理工作；在移民安置点建设过程中、移民迁入后，大力开展生态环境保护宣传活动；严格在安置点建设征地范围内施工，禁止占用、破坏施工征地红线外植被。安置点建设过程中充分

利用淹没区建筑、木材等资源和原有旧料，对淹没区木材资源按归属进行合理调配，减轻由于移民建房和能源需要而产生的对森林资源的压力。

根据场地布置，在集中安置点内的空地、道路两侧、房前屋后进行绿化。植物群落结构以乔木、灌木、草坪相结合为主，街道两侧宜种植行道树，行道树以乡土乔木树种为主。

6.9.4 环境空气保护措施

安置点建设过程中要做好洒水降尘，以减轻对附近居民的影响；运输泥土及建筑材料的车辆应配置防散落装备，并规划好运输路线与时间；对运输过程中散落在路面上的泥土要及时清扫。

6.9.5 声环境保护措施

建设期间采用低噪声设备；在居民密集的路段设置限速、限鸣笛的标志牌；为施工人员佩戴防噪声耳塞、耳罩或防噪声头盔。

6.9.6 人群健康保护措施

（1）环境卫生清理

制定和实施安置区的卫生管理工作，搞好移民安置区卫生管理，铲除病媒生物孳生环境。移民迁入新居前应先进行 1 次卫生大扫除，清运建筑垃圾，填平水沟，喷洒灭蚊药物，彻底消灭蚊虫孳生地。

（2）病媒生物的控制

组织库区周围居民开展有计划、大规模的灭鼠活动，使鼠密度降至无危害水平，控制鼠传疾病的发生。可采用简便、高效的毒饵法，在移民安置区内同时投放毒饵，每年进行 2 次，按时按量向移民分发低毒高效鼠药。

（3）虫媒和自然疫源性疾病预防与预防接种

为预防传染病，应在移民安置区开展灭蚊、灭虫，消灭蚊虫孳生地的活动。移民的新建房屋要通风、透光，避免潮湿黑暗，减少蚊虫躲藏场所。在夏、秋蚊虫活动频繁的

季节，积极动员移民挂蚊帐，不露宿，减少蚊虫叮咬机会，以达到控制虫媒传染病流行的目的。

（4）加强管理和宣传

在人群集中的地方采用办墙报和张贴宣传画等方式，在人群分散的地方以发放卫生宣传小手册为主，同时通过广播、电视等媒体进行广泛的卫生宣传。做好移民区人畜饮水规划，选择清洁水源，定期对饮用水水源进行监测，保证饮用水卫生，此外还应加强建筑、生活垃圾和粪便的管理，防止疾病传播，把移民区卫生规划与环境结合起来，为移民创造卫生的环境，减免疾病对安置区居民健康的威胁。

6.10 水土流失防治措施

6.10.1 水土流失防治措施体系

根据工程建设和运行中产生的新增水土流失特点，在水土流失预测的基础上，进行主体工程设计分析评价，综合分析评价主体工程设计中具有水土保持功能的工程项目，将主体工程区和弃渣场区作为水土流失防治的重点区域。水土流失防治措施体系设立拟在原有主体工程防护设计基础上，进行水土保持工程的措施布局，形成完整的水土保持防护体系。在防治措施布局中，以工程措施与植物措施相结合，辅助以土地整治。

（1）预防措施

结合水土保持对工程设计以及施工中影响水土流失的环节提出适合水土保持的要求和建议，进一步优化主体工程设计，提出规范施工的要求，特别是减少占地，优化挖填工序，尽量做到以挖就填，避免大量弃土乱堆乱放，减少开挖量，采取行之有效的水土流失预防和治理措施，尽量避免或减少破坏生态环境的行为。

施工过程中应边开挖、边回填、边碾压、边采取护坡措施；尽量缩短施工工期，减少疏松地面的裸露时间，合理安排施工时间，尽量避开雨季和汛期。

工地临时堆存的土料应注意防护，料堆边坡采取临时拦挡措施和排水设施。施工机械和施工人员按照规划进行操作，不得乱占土地，施工机械、土石及其它建筑物材料不能乱停乱放，施工活动严格控制在征地范围内，防止破坏植被加剧水土流失。

工程所在地的水行政主管部门加强协调和监督，贯彻“预防为主，防治并重”的方

针，对水土保持方案的实施加强技术指导，严格监督执法，防止边治理、边破坏的现象发生。

（2）治理措施

根据水土流失预测结果和水土保持防治分区结果，结合主体工程已有水土保持功能的工程布局，按照与主体工程相衔接的原则，对不同区域新增水土流失部位进行治理。建立起工程防治措施、植物防治措施与临时防护措施相结合的综合防治措施体系，有效制止工程建设新增水土流失，恢复和改善工程建设区生态环境。工程水土保持防治措施体系框图见图 6.10.1-1。



图6.10.1-1 水土保持措施体系图

6.10.2 水土流失防治措施总体布局

(1) 主体工程防治区

主要补充排水、绿化措施和施工过程中的临时防护措施，施工中临时堆土土方的临时拦挡措施。

工程措施：导流洞、尾水洞上边坡设置浆砌石排水沟。

植物措施：对坝体管理区、业主营地空闲地布置乔灌木相结合的绿化措施。临时措施：主要是施工中的临时拦挡措施，为防止降雨使临时堆土造成较大的水土流失，在堆土区外侧设临时挡土设施和覆盖措施排水措施。

(2) 弃渣场区

弃渣场下游设浆砌石挡墙防护，上游设截、排水沟措施；施工结束后，对弃渣场边坡进行护坡，原地貌恢复措施。对临时堆存表土采取临时拦挡措施。

工程措施：挡渣墙、混凝土框格护坡、浆砌石排水。

植物措施：渣场完后绿化，顶面种植灌木和草，坡面网格护坡种草。

临时措施：主要是表土临时堆放、临时挡土措施，在主体工程设计中已考虑表土的临时堆放措施，其它措施未考虑。临时挡土措施为新增措施。

为防止降雨使临时堆土造成较大的水土流失，在堆土区外侧设临时挡土设施。

(3) 料场区

料场全部为临时占地，料场占地为荒草地，本区水土保持措施布局如下。工程措施：工程占用的土料场占地类型为荒草地，施工结束后需进行绿化，所以需考虑表土的剥离和回覆措施，取土场应剥离表土 30cm，并且将剥离的表土集中堆放；料场在在施工过程中还需要设置周边的浆砌石排水沟措施。

植物措施：取料完后覆土绿化，种植灌木和草。

临时措施：主要有表土临时堆放、临时挡土措施，在主体工程设计中已考虑表土的临时堆放措施，其它措施未考虑。

为防止降雨使临时堆土造成较大的水土流失，在堆土区外侧设临时挡土设施。

(4) 施工生产生活区

该区对地表扰动主要在建设期间，随着工程的结束，人为对区域扰动减少区域水土

流失将逐渐恢复原状。该区域为临时占地，因此本方案新增水保措施主要如下。

工程措施：施工前表土剥离，施工结束后迹地清理措施。植物措施：空闲地绿化措施。

（5）交通道路区

施工道路均采用矿三标准，碎石路面。碎石路面为透水路面，具有水保功能，除此以外，没有布设排水措施、植物措施以及施工中的临时措施，新增永久道路区的道路两侧的植物措施，排水措施；临时道路的排水措施。

工程措施：在开挖大的路旁布置浆砌石护坡，永久道路两侧布设浆砌石排水措施，临时道路两侧应该布置土排水沟。

植物措施：永久道路在施工完毕后没有布设植物措施，道路两旁栽植行道树，以乔木为主。

（6）输电线路区

植物措施：占用地的植被恢复措施。

（7）移民安置区

移民安置区不再设置防治措施，仅提出水土保持防治措施要求：空闲地必须绿化，路基边坡、路堑需采取防护措施，区域内做好排水措施，对施工过程中动土工程必须有防尘、防水土流失的临时措施。

（8）水库淹没区

做好库底清理、消毒工作，做好监督工作，防止乱砍乱伐，破坏植被，造成行的水土流失。

6.11 对环境敏感区保护措施

6.11.1 对省级重要湿地保护措施

6.11.1.1 湿地保护目标

基于对渭水河湿地的生态系统特征、水文水资源特性及水环境状况的认识，并综合水产种质资源保护区及朱鹮自然保护区的保护要求，本次环评提出渭水河湿地的保护目

标主要为湿地鸟类、鱼类、湿地植被及河道水质。

6.11.1.2 施工期保护措施

渭水河重要湿地在出山口以下河段分布面积相对较大，焦岩水利枢纽及下游五门堰、杨填堰过鱼设施施工期，应严格按照占地红线进行施工，严禁越界施工。施工前，在各主要施工区及植被发育良好的地段设置生态保护警示牌，标明工程施工区范围，严禁越界施工或砍伐林木，尽量减轻人为干扰的影响。

本工程通过环评优化，已将原占用河道湿地的弃渣场调整，目前弃渣场不涉及湿地范围。施工和弃渣运输过程因严格操作，禁止随意堆渣。

将施工开挖地表面表层土剥离（一般为 0~50cm），进行留存，待施工结束后用于施工场地平整、回填，以恢复土壤理化性质，用于后期绿化。

施工期各类生产、生活废污水必须处理后回收利用，不得排入河道。合理选择施工工艺和施工作业时间，靠近水体施工段应设置围堰，杜绝施工废水排入河流，减少对水环境的影响。

减少扬尘来源，减轻扬尘扩散范围。施工物资和土石方运输时应采取遮挡等措施。施工过程中应对物料堆放场地采取临时防风、防雨措施，并定期洒水抑尘。

减轻废水、固废等的污染。施工带来的固体废弃物要严格到指定地点堆放并采取拦挡措施，施工废污水达标后方可外排或回用，避免其对区域生态环境的污染。

施工结束后，对河道两岸临时占地区及时开展植被恢复，恢复湿地植被。

6.11.1.3 坝址下游湿地生态需水

渭水河湿地属典型的河道型湿地，坝址以上山区段湿地面积相对较少，坝下河段以内陆滩涂和河流湿地为主。下游湿地植被面积 206.59hm²，水面面积为 442.02hm²。滩涂植被群落是河漫滩区域随水位涨落而形成的季节性草滩区域，在枯水期为陆地，而涨水期则为浅水湿地，这一区域植被较为稀疏，在枯水期主要生长禾本科、十字花科、蝶形花科等生活史较短的植物种类，主要有狗牙根、草地早熟禾、稗和马唐等。河流湿地挺水植物主要有芦苇群落、香蒲群落、菖蒲群落、眼子菜属等。

湿地最小生态需水是指湿地为维持自身发展过程和保护生物多样性所需要的最低

水量。本次评价根据渭水河湿地生态功能及保护目标,将湿地生态需水量分解为:湿地植被需水量、湿地土壤需水量、生物栖息地需水量、补给地下水需水量。

(1) 湿地植被需水量

湿地植被需水量是指植被能够正常生长所需要的水量,主要包括蒸腾水和土壤蒸发水,两者占植被需水量的 99%,合称蒸散发量,可近似为植被需水量。计算公式:

$$dW_p / dt = A(t)ETm(t)$$

式中: dW_p 为植被需水量, m^3 ;

$A(t)$ 为湿地植被面积, m^2 ;

$ETm(t)$ 为蒸散发量, mm ;

dt 为时间。

按照湿地植被生长规律,分为生长期(5-10月),非生长期(11-4月)分别计算,其中生长期蒸发量按照水面蒸发量的 2.5 倍计算,非生长期取水面蒸发量的 1.1 倍。坝下渭水河湿地植被面积 $206.59hm^2$,项目区年均蒸发量 $1051mm$ 。

(2) 土壤需水量

土壤需水量是指湿地生态系统水资源储量。在计算时用土壤含水量来近似土壤需水量,由于湿地土壤的特殊性,在计算中涉及两个水分常数,一是田间持水量,是指在地下水位比较深的时候,土层能保持的最大含水量;二是饱和持水量,饱和持水量是土壤孔隙能容纳的最大水量。不同的湿地土壤由于物理、化学特点的差异,需水量也会有所不同。根据需要,用田间持水量、饱和持水量参数进行计算,公式为:

$$Q_t = aHtAt$$

式中: Q_t 为土壤需水量, m^3 ;

a 为田间持水量或饱和持水量百分比;

Ht 为土壤厚度, m ;

At 为土壤面积, m^2 ;

土壤面积为湿地植被面积,根据调查评价区土壤厚度取 $0.50m$,田间持水量为 60%。

(3) 生物栖息地水量

野生生物栖息地需水量是指鱼类、鸟类等栖息繁殖需要的基本水量。由水面和沼泽

植被共同组成的湿地系统可为水禽提供最佳的栖息地场所，水面和沼泽植被的相对比例，是决定物种多样性的重要因素。因此，在计算大区域的湿地野生生物栖息地需水量时，需根据栖息地水面面积百分比和水深进行计算。为避免与湿地土壤需水量重复，一般只计算地表以上低洼地蓄水量：

$$dW_q / dt = A(t)BH(t)$$

式中： dW_q 为生物栖息地需水量， m^3 ；

A_t 为湿地面积， m^2 ；

B 为水面面积百分比，%；

H_t 为水深， m ；

dt 为时间。

计算时取生长期平均水深 0.5m，非生长期水深 0.3m。渭水河下游湿地正常水面面积为 442.02hm²。水面面积百分比取生产季节 90%，非生长季节取 50%。

（4）地下水补给

补给地下水是湿地的一项重要功能。地表水和地下水之间有着不可分割的联系，地下水的补给主要是由地表水的下渗途径来进行的，而这一功能的实现主要是通过渗漏途径来完成的。水分在土壤中的渗透运动，是指土壤层充分饱和时，在重力作用下而自由运动。水在土壤中垂直运动用渗透系数表示，土壤的渗透系数与土壤类型、剖面组成等有关系。计算公式为：

$$W_s = kLA_w T$$

式中： W_s 补给需水量；

k 为渗透系数；

L 为水力坡度；

A_w 为渗流剖面面积；

T 为计算时段长度。

由于湿地系统本身的复杂性和关联性与计算要求的精确性之间的矛盾，所以为了方便起见，在计算过程中假设补给地下水的湿地是有水面的部分湿地，无水面的滩涂只具有维持自身的需水功能。根据水文地质资料，本工程区河床覆盖层 k 值取

$1.28 \times 10^{-3} \text{cm/s}$ 。

计算地下水补给时将渗流剖面面积等同于湿地土壤面积。

表 6.11.1-1 渭水河下游湿地生态需水量

单位：万 $\text{m}^3/\text{月}$

项目	植被需水	土壤需水	栖息地需水	地下水补给需水	合计
生长期5~10 月生态需水	45.23	61.98	198.91	29.92	336.04
非生长期11 月~次年4月 生态需水	19.90	61.98	66.30	29.92	178.10

由表 6.11.1-1 可见，渭水河下游湿地在生长季节月平均需水量为 336.04 万 $\text{m}^3/\text{月}$ ，非生长季节月平均需水量为 178.10 万 $\text{m}^3/\text{月}$ 。根据上述计算过程，保障渭水河下游湿地维持自身发展过程和保护生物多样性所需要的最低流量为 5 月~10 月为 $1.29 \text{m}^3/\text{s}$ ，11 月~次年 4 月为 $0.69 \text{m}^3/\text{s}$ 。

本次环评提出，焦岩水利枢纽建成后，其坝址断面生态流量按照少水期 11 月~次年 4 月坝址断面多年平均流量的 15% ($4.91 \text{m}^3/\text{s}$)、多水期 5~10 月多年平均流量的 30% ($9.81 \text{m}^3/\text{s}$) 泄放，可满足湿地生态需水要求，应严格保障下泄生态流量。

6.11.1.4 优化水库调度

渭水河下游已建有渭惠渠、五门堰、杨填堰等灌区，为低坝取水灌溉。由于渭水河天然径流年内及年际间变化大，河道来水量与灌溉用水量存在不匹配等问题，造成工程性缺水问题严重。在灌溉高峰期，存在灌溉与生态争水现象，使得河道生态流量难以保证，造成下游湿地生态系统的萎缩退化，生物多样性降低。现状年河道生态流量保证率 81.7%。

本次环评提出，焦岩水利枢纽建成后，其坝址断面生态流量按照少水期 11 月~次年 4 月坝址断面多年平均流量的 15% ($4.91 \text{m}^3/\text{s}$)、多水期 5~10 月多年平均流量的 30% ($9.81 \text{m}^3/\text{s}$) 泄放，来水量小于拟定的生态流量时按照来水量下泄。通过发挥水库蓄丰补枯作用，改善下游河道生态流量，尤其是改善枯水期下游流量。经采用 1957 年~2019

年 63 年长系列水文资料演算，河道生态流量保证率从 81.7% 提高到 95%。

考虑到 4~6 月为春灌期，下游灌溉需水量大，且为下游湿地植被生长需水期，同时为鱼类繁殖季节，本次环评提出，下阶段研究优化库调度，在每年 4 月~6 月营造一次人工洪峰。根据水文资料，焦岩坝址 4 月~6 月两年一遇典型洪水历时 132h，一次洪水过程总水量约 3094 万 m³。

6.11.2 对朱鹮自然保护区及朱鹮生境保护措施

6.11.2.1 施工期保护措施

(1) 植被及植物保护

施工期应注意按照施工占地范围进行施工活动，避免破坏用地范围外的植被，对工程建设占地和临时用地范围内的表土进行剥离和防护，用于植被恢复。

施工过程中禁止占用水田（朱鹮的觅食地），如遇朱鹮觅食，需停止施工，不得对朱鹮的觅食产生影响。

(2) 对朱鹮等鸟类保护措施

提高施工人员的保护意识，严禁捕猎朱鹮等保护野生动物。在施工区、施工便道设立宣传碑和宣传牌，做好保护野生动物的宣传教育，提高施工人员保护生态的意识。

加强施工人员的管理，禁止施工人员惊扰、伤害、捕猎保护区的鸟类种群及其栖息地，施工人员除施工区域外不得随便进入保护区其他区域。

合理安排施工期，减少在保护区鸟类繁殖、迁徙时期的作业内容。评价区有一些冬候鸟种类，主要分布在汉江及其附近水域，可能会在农田区域出现。建议各施工在候鸟栖息越冬（11 月至翌年 1 月）和鸟类迁徙时间应控制施工强度，减缓对冬候鸟类的影响。

鉴于鸟类对噪声和光线特殊要求，施工尽可能在白天进行；严禁高噪声设备在夜间施工，施工车辆在保护区内尽量减少鸣笛。

各施工场地周围建议设置适当的隔离措施，划定工作区和活动范围，防止施工人员和施工机械车辆随意进入湿地区域。

施工期接受保护区管理部门的监督、检查，切实保障各项措施的落实，控制工程施工对动物资源和鸟类的影响。

6.11.2.2 运行期保护措施

(1) 植被恢复

工程施工结束后，应及时对施工便道等临时占地植被恢复。工程周边植被恢复除考虑水土保持外，还应适当考虑景观及环保作用（如降低噪声、防止空气污染等）。对占用农田的临时占地应把施工前剥离的表层熟土回填至临时占地区进行复垦。水库周边结合当地的农田林网营造绿化林带，减小对区域生态和景观的影响。

在“适地适树、适地适草”的原则下，树种、草种的选择当地优良的乡土树种草种，适当引进新的优良树种草种，保证绿化栽植的成活率。把剥离的表层熟土回填至周围的植被恢复区内，用作绿化带的覆土改造。

(2) 湿地修复

根据三线一单核对结果，本次永久占地和水库淹没重要湿地面积为 11.02hm²，工程永久性占用湿地，应在工程施工前，按照“分散占、集中补”的原则，规划在项目占地周边集中恢复不小于占地面积、不低于占地生境质量的湿地，确保占用湿地做到“先补后占，占补平衡”。主要恢复成河流湿地，可以选择渭水河支流进行扩宽达到占补平衡。

6.11.2.3 监测措施

施工高峰年、施工结束后第 1 年、第 3 年、第 5 年各进行 1 期调查，重点对朱鹮栖息地保护和陆生生态修复效果进行监测，并就此提出改进和补救措施。

在施工区、水库淹没区及自然保护区周边区域，共设置 5 个调查断面，各断面设置固定调查样线 3 条~5 条。

焦岩水利枢纽库尾~入汉江口河段范围两岸朱鹮重要生境监测。

6.11.3 对渭水河国家级水产种质资源保护区保护措施

本工程水库淹没区及坝下径流影响区全部位于渭水河国家级水产种质资源保护区实验区，除了采取本报告 6.8 节提出的鱼类保护措施体系外，结合《焦岩水利枢纽对渭水河国家级水产种质资源保护区影响论证报告》要求，提出如下监管措施：

(1) 施工期，保护区管理单位定期对施工现场进行巡查，并对保护区各河段水质和水生生物资源进行监测。

- (2) 建设单位与保护区管理机构建立协调小组，以确保监管工作的顺利进行。
- (3) 施工期及运行期开展水生野生动物救护。

7 环境风险分析

7.1 评价目的

根据生态环境部公告 2018 年第 47 号《建设项目环境风险评价技术导则》（HJ 169-2018）要求，以突发性事故导致的危险物质环境急性损害防控为目标，对建设项目的环境风险进行分析、预测和评估，提出环境风险预防、控制、减缓措施，明确环境风险监控及应急建议要求，为建设项目环境风险防控提供科学依据。

本环境风险评价的主要内容为识别工程施工和运行期间，可能发生的风险环节和潜在事故隐患，确定潜在环境风险事故的影响程度，并提出事故防范措施和应急预案，提高风险管理水平，使项目的环境风险影响尽可能降到最低，达到安全施工、运行的目的。

7.2 风险识别与源项分析

7.2.1 风险源概况

（1）油库

施工区设透平油库一座，设在主厂房安装场下部 507.7m 高程下游侧的专用房间内，透平油库内设容积为 5m³ 的油罐 2 个，油料存储时间按 15 天考虑，油库储量约 1000t，油库建筑面积 410m²，占地面积 2500m²。油库主要暂存施工机械所用的汽油等，风险类型为泄漏、火灾和爆炸，危害因素为雷电、静电、电气火花、储罐腐蚀穿孔、阀门损坏、储罐冒罐等，主要环境危害是对施工营地中施工人员生命财产安全的危害、油泄漏造成的汉江水环境污染。

（2）污废水事故源

工程施工期间将产生一定的污废水，包括生产废水和生活污水，生产废水主要来源于砂石加工系统、混凝土拌和系统以及机械修配厂等；生活污水主要来源于施工及管理人员日常生活排放。

工程建设期间各类污废水处理全部回用，在各处理设施正常运行情况下对工程河

段及下游水体水质不会造成影响，但若各污水处理设施出现故障，造成污水处理不及时，可能发生事故排放，影响则增加，其中砂石料加工系统冲洗废水水量最大、浓度最高，砂石料加工系统废水产生量均为 4430m³/d，事故排放下 SS 浓度为 20000mg/L~40000mg/L。

（3）生态风险

工程将采取生态恢复措施，针对施工迹地、道路及营地区进行绿化，需种植苗木或撒播草籽。本工程植被恢复过程人工种植的植物种类如有入侵物种，将对区域生态系统产生一定的风险。

（4）传染病爆发风险

根据工程区所在的城固县环境卫生资料，鼠疫为该县的常见传染病。其中，鼠疫是由鼠疫杆菌引起的一种烈性传染病，常流行于啮齿类动物，是典型的自然疫源性传染病，属我国法定报告的甲类传染病，其传播媒介为蚤类。鼠疫杆菌、宿主动物和媒介三者在自然疫源地中进行生态循环。人类因生产、生活进入自然疫源地，与染疫动物直接接触，或被染疫蚤叮咬，导致人间鼠疫流行。自陕西省卫生厅开展鼠疫疫区灭鼠和疫情监控工作以来，该传染病人间疫情已得到有效控制，但动物间鼠疫疫情仍有发生，因此要严格防治鼠疫爆发风险。

7.2.2 物质危险性识别

按《物质危险性标准》、《重大危险源辨别》(GB18218-2000)、《职业性接触毒物危害程度分级》(GB50844-85)以及水电工程施工物资种类特点，工程油库涉及的危险性物质为柴油、汽油、乳化炸药、黑索金等。

根据《中华人民共和国传染病防治法》，鼠疫属于A甲类感染病，潜伏期1天~12天，一旦感染，病死率极高。

7.3 风险评价

工程存在潜在的事故风险和环境风险主要包括施工污水未经处理直接大量排放、施工期油库发生事故的环境次生风险等，以及生产人员鼠疫疫情爆发风险。

本工程仅为涉及危险物质使用、贮存的项目，因此其行业及生产工艺类别为“M4”；根据《建设项目环境风险评价技术导则》（HJ169-2018）及其附录B中重点关注的危险物质及临界量，对工程环境风险潜势进行初步判断，对本项目的危险物质进行对比分析，炸药库和油料物质危险物质数量与临界值的比值之和小于1；且油库、炸药库位置独立，本工程主要风险源与居民点均相对较远，周边无特殊生态敏感区和重要生态敏感区。

参考《建设项目环境风险评价技术导则》中环境风险评价工作等级划分的规定，据此确定本项目环境风险潜势为I，工程环境风险评价工作等级为简单分析。

7.3.1 油库泄漏或火灾事故风险

（1）风险识别

储罐、管道阀门和泵由于维护不当出现故障，造成油气的泄漏可能导致火灾甚至爆炸。

油品在装卸作业时，若流速过大易产生静电，在雷电等条件下可能引发火灾燃烧。

由于油库操作人员的工作失误导致原油外溢，遇火源易引发火灾燃烧事故。

（2）影响分析

1）居民点安全风险分析

根据《石油库设计规范》（GB50074-2002）要求，五级石油库与居住区之间需要有 50m 的安全距离，本工程加油站安全距离内及周边无居民点，大于安全防护距离，油品及其挥发的蒸汽本身属于低毒类物质，对附近居民点的人群生命安全不会产生急性毒害作用，在事故处理结束后一定时间内就会消除。

在油罐发生火灾燃烧事故后，对油库下风向的环境空气会造成一定的影响，事故发生后到结束前这一时段内污染程度最大，但在火灾燃烧事故结束后短时间内火灾燃烧事故的环境风险影响可基本消除。

2）水质污染风险分析

油库在主厂房安装场下部507.7m高程下游侧的专用房间内，在发生事故情况下油料进入水体可能较小。

从已有水电工程经验看，发生油库事故的案例极少，如施工管理严格，发生泄漏和爆炸的概率不大。

7.3.2 施工期污水事故排放风险

(1) 风险识别

施工期主要污水为砂石料冲洗废水、混凝土系统冲洗废水、含油废水和施工生活污水等。工程建设期间各类污水均进行处理并回用，在各处理系统正常运行情况下对工程河段及下游水体水质不会造成影响，但施工过程中可能因回用水泵或各污水处理设施故障等情况造成污水处理不及时，而发生事故排放，在丰水期暴雨冲刷施工开挖面和施工场地时，会造成水土流失，从而对水体水质造成影响。根据水量及污水特征可知，除砂石料加工废水外其他废污水产生量小，处理工艺简单，即使处理系统发生故障，造成的影响也较小。而砂石料加工系统由于废水量大，SS浓度高，存在排泥不畅、设备堵塞的风险，一旦发生故障，对周边水环境的影响较大。

(2) 影响分析

工程建设期间各类污水在系统事故排放情况下可能对水体水质造成影响。在暴雨径流期间，施工开挖面和各临时占地的汇流将携带大量的悬浮物，使河道内的悬浮物浓度大幅度提高，进而影响到下游水质。工程建设期间最大的废水来源为砂石料冲洗废水，施工期砂石料系统冲洗废水事故排放的可能原因主要有：

①设备及电力原因导致的可能性

根据工程环保规划，砂石料冲洗废水处理系统主要的设备如砂水分离器和污水净化器等为单套措施，故障时可能发生系统设备完全瘫痪导致事故排放。系统设有清水回用池，事故排放情况下，可作为临时短期的事故废水贮存池，由于砂石料废水中主要污染物为SS，其在清水池中停留一定时间后，出水SS浓度将有所降低。工程施工期的砂石料系统为施工区主要的用电设施之一，属较重要的供电对象，因此在电力供应和维护上具有较高的保证。

②进水水质原因导致的可能性

工程环保设计中选择絮凝沉淀法对砂石料冲洗废水进行处理，该处理工艺效果好，且施工砂石料来源于同一料源，砂石料加工所需的单位用水量也较为稳定，因此生产废水中SS浓度变化不大，即进水水质负荷变化不大。因此，从进水水质角度分析，在设备正常运行的情况下，其导致的事故排放可能性不大。

③运行管理原因导致的可能性

工程建设单位将成立专门的施工期环保管理部门，并设置专/兼职和专业人员，开展施工期环境监理，负责和落实环保管理工作，检查环保设施的建设进度、质量及运行、检测情况，处理实施过程中的有关问题。

7.3.3 生态风险

(1) 生态风险

工程涉及秦岭生态保护区，生态较为脆弱，对外来种的抵御能力较差，不当外来种的引进将会对区域生态稳定造成影响，主要体现在植被恢复中可能引进外来品种、水库形成后易导致外来鱼种对高原土著鱼类生存空间的侵占，这种生态风险是存在的。

(2) 外来物种影响分析

1) 外来入侵种的生物学特征

①生态适应能力强。

主要表现在：遗传多样性高，抗逆性强，生态位广；种子可以休眠以保证在特定时期萌发；能产生抑制其他植物生长的物质；具有能够刺伤动物并引起动物反感的棘刺等；能寄生在其他植物体上；植物的光合效率高。

②繁殖能力强。

主要表现在：能通过种子或营养体大量繁殖；世代短，能在不利环境下产生后代；植物的根或根茎内有大量营养贮存，强的无性繁殖能力；种子的发芽率高，幼苗生长快，幼龄期短。

③传播能力强。主要表现在：有适合通过媒介传播的种子或繁殖体，传播率高；种子较小，难于清理，可随风和流水传播到很远的地方；善于与人共栖，容易通过人类活动被传播。

2) 外来有害生物种的入侵途径

①无意间带入

施工区人员、物资及生产生活活动增加，病虫害、外来物种或有害生物无意间随交通工具、包装材料、树苗草皮等的运输传入，有引发病虫害爆发的潜在可能性和外来物

种的或有害生物的散布和入侵的可能性。

②自然扩散

外来入侵植物种子或繁殖体凭借风或动物的力量实现自然传播；可以先在周边区域或者上下游归化，然后再通过风力、水流、气流及动物等因素实现自然扩散，传入到评价区，引发病虫害爆发的潜在可能性和外来物种的或有害生物的散布和入侵的可能性。

3) 外来物种生态风险

在拟定鱼类和植被恢复措施时，已选择本区原有并适生的地方种，因此不存在当地物种演变及外来物种入侵的风险。

8 环境管理、监理及监测计划

8.1 环境监测计划

环境监测是环境管理部门获取工程区环境质量信息的重要手段，是进行环境管理的主要依据，为做好焦岩水利枢纽工程的环境保护工作，验证环境影响预测评价结果，预防突发性事故对环境危害，有必要开展施工期和运行期的环境监测工作。建设单位应根据环境监测成果，对环保措施进行相应调整，以确保环境质量符合国家所确定的标准和省、地市确定的功能区划要求。

8.1.1 监测目的

根据焦岩水利枢纽工程特点和建设进行安排，结合工程周围环境现状，提出环境计策计划，监测目的是：

- 1) 掌握施工区和淹没区环境的动态变化，为施工期和运行期环境污染控制、环境管理以及环境保护工作提供科学依据。
- 2) 及时掌握环保措施的实施效果，根据监测结果调整环保措施，预防突发性事故对环境的危害。
- 3) 验证环境影响评价和水土保持方案影响评价结果的正确性和可靠性。
- 4) 为库区环境建设、监督管理和工程竣工验收提供依据，也为区域可持续发展提供科学依据。

8.1.2 监测点位、断面布设原则

(1) 统一规划，分步实施原则

监测计划从总体考虑，统一规划，根据工程不同阶段的重点和要求，逐步实施和完善。

(2) 与工程建设紧密结合的原则

监测的范围、对象和重点应结合工程施工、运行特点及周围环境敏感点的分布，及

时反映工程施工和运行过程中周边环境的变化以及环境变化对工程施工和运行的影响。

(3) 针对性和代表性原则

根据环境现状和环境预测结果，选择对环境影响显著、对工程区域环境影响有控制性和代表性的因子进行监测，合理选择监测点位和监测项目，力求做到监测方案有针对性和代表性。

(4) 经济性和可操作性原则

按照相关专业技术规范要求，监测项目、频次、时段和方法以满足本工程环境保护需要为前提，科学安排监测计划，尽量利用现有机构的监测成果，力求以较少的投资获得较完整、准确的环境监测数据。

8.1.3 监测方案

根据焦岩水利枢纽工程区环境现状和环境影响特点，环境监测项目包括水环境监测、大气环境监测、声环境监测、水土流失监测、陆生生态调查、水生生态调查监测以及人群健康监测。

8.1.3.1 水环境监测

(1) 施工期水质监测

1) 废水监测

根据施工期污染源分析结果，确定废水监测对象为砂石料生产废水、混凝土拌和楼冲洗废水、辅企生产含油废水、生活污水。施工期废污水监测位置、监测项目、监测时间和频次以及监测方法见表 8.1.3-1。

表 8.1.3-1 施工期废水水质监测表

监测对象	监测点位	监测项目	监测时间及频次
砂石料生产废水	砂石料生产废水处理系统进出水口	SS、废水流量	施工期每年监测三期
混凝土拌和废水	混凝土拌和废水处理系统进出水口	pH、SS、废水流量	施工期每年监测三期
辅企生产含油废水	综合加工厂含油污水处理系统排放口	pH、SS、石油类、废水流量	施工期每年监测三期
生活污水	生活污水处理系统进出水口	pH、化学需氧量、五日生化需氧	施工期每年

		量、石油类、悬浮物、氨氮、总磷、粪大肠菌群	监测三期
--	--	-----------------------	------

2) 河流水质监测

为了了解工程施工对水质的影响，在坝址上、下游分别布设 1 个监测断面对河道水质进行监测。具体监测位置、项目、时间、频次及方法见表 8.1.3-2。

表 8.1.3-2 施工期河流水质监测表

监测断面	监测项目	监测时间及频次
坝址上游 0.5km	pH、SS、DO、高锰酸盐指数、BOD ₅ 、COD _{Cr} 、NH ₃ -N、总氮、总磷、粪大肠菌群、石油类	施工年每年丰、平、枯三个水期各监测 1 次
坝址下游 0.5km		

3) 饮用水水质监测

根据施工饮用水供水情况，在施工生活区饮用水取水口设置 1 个监测点。监测项目、时间、频次及方法见表 8.1.3-3。

表 8.1.3-3 施工饮用水监测表

监测点位	监测项目	监测时段及频率
施工生活区 饮用水取水 口附近	《生活饮用水水源水质标准》中基本项目以及补充项目	施工期每年监测三期

4) 地下水监测

监测点布设：结合地质勘探钻孔布设水位监测点。拟选 2 处钻孔，左岸、右岸各选取 1 处监测点，监测地下水位、水质情况。

监测时间及频次：施工期每个月监测一次地下水位，每季度监测一次地下水质。

监测方法：按照《地下水环境监测技术规范》（HJ/T164-2004）以及《地下水质量标准》（GB/T14848-93）的要求执行。

(2) 运行期水质监测

1) 地表水

运行期水质监测情况如表 8.1.3-4 所示。

表 8.1.3-4 运行期水质监测表

监测内容	监测项目	监测点位	监测时间及频次
地表水	水温、pH、溶解氧、高锰酸盐指数、化学需氧量、五日生化需氧量、氨氮、总磷、总氮、铜、锌、氟化物、砷、汞、镉、六价铬、铅、氰化物、挥发酚、石油类、硫化物、粪大肠菌群、硫酸盐、氯化物、硝酸盐、铁、锰。	双溪镇上游 5km	水库蓄水后第 1 年~第 3 年，每年丰、平、枯三个水期各监测 1 次。
		焦岩水利枢纽库尾段（双溪镇上游 500m）	
		库中断面（枣树坪）	
		焦岩坝址断面	
		坝下 1km	
		渭水河入汉江口上游 500m	
		汉江渭水河汇口下游 1000m	
生活污水	pH、氨氮、总氮、总磷、粪大肠菌群、SS、BOD ₅ 、COD _{Cr} 、	业主营地生活污水处理设施系统末端	水库蓄水后第 1 年~第 3 年，每年丰、平、枯三个水期各监测 1 次
坝下生态流量监测	下泄流量	焦岩水利枢纽坝下断面	实时监测

（3）运行期水温监测

1）监测范围及方法

根据工程实际情况及水温控制措施，分别对坝前水温水温进行观测。

在焦岩水库工程坝前布设一观测断面，采用测船垂线法（控制断面）或者测点法（库尾）对入库水流水温进行人工观测。对水库水温进行人工观测。

下游水温。在渠首设置断面，利用水温监测仪器来进行水温监测。

2）监测时间及频次

水库蓄水后连续观测五年，每年夏季、冬季各观测一次。

8.1.3.2 环境空气质量监测

为了掌握工程施工对环境空气的影响，选择 3 个点位作为枢纽区环境空气质量监测点，具体监测计划见表 8.1.3-5。

表 8.1.3-5 环境空气监测

监测点位	监测项目	监测时间及频次
砂石料加工系统	SO ₂ 、TSP、NO ₂ 、PM ₁₀	施工期正常工况每年监测 3 期，每期连续监测 7 天，每天连续采样 24h
施工辅助企业		
生活营地		

8.1.3.3 声环境质量监测

为了解施工场界噪声，需设置 1 个点进行监测；为了解施工固定点对敏感目标的噪声影响，需设置 2 个点进行监测；为了解交通运输对敏感目标的噪声影响，需设置 1 个点进行监测；监测频率及时间，具体见表 8.1.3-6。

表 8.1.3-6 噪声监测点位置及监测频次表

监测项目	监测点位	监测频率及时间
等效连续 A 声级	砂石料系统场界处	施工期正常工况时，每年监测 3 期，每期分昼夜各监测一次
	施工辅助企业	
	生活营地	
	坝下延路侧居民点	

8.1.3.4 水土保持监测

根据水土保持方案报告书对施工期水土保持监测内容进行说明：

(1) 监测范围和点位布设

本工程监测范围为水土流失防治责任范围，水土流失监测的重点区域是倒运场区、料场区和枢纽工程区。选择具有代表性、交通便利、便于管理的区段布设监测点，尽量避免人为活动干扰。

水土保持监测点位布设见表 8.1.3-7。

表 8.1.3-7 水土保持监测点布设情况一览表

序号	监测区域		监测点类型及数量（个）	
			定位监测	调查监测
1	枢纽工程区		1	
2	施工生产生活区		1	1
3	倒运场区	倒运场	1	

4	料场区	坝后河道砂砾石料场	1	
5		土料场		1
6	交通道路区	永久道路	1	
合计			5	2

(2) 监测内容

水土保持监测主要包括：水土流失因子监测、水土流失动态监测、水土保持措施实施状况监测、水土保持措施防治效果监测、项目区背景值监测、重大水土流失事件监测、水土流失危害。

(3) 监测频次

依据《关于规范生产建设项目水土保持监测工作的意见》（水保[2009]187 号）的规定，结合项目区水土流失特点及工程实际，确定本工程在整个建设期内必须全程开展监测。工程开工前对项目区进行一次全面调查，并对水土流失背景值进行监测，水蚀小区在施工期降水集中的 5~9 月每月监测 1 次，20mm/d 暴雨时增加一次，全年监测频次不超过 8 次。

项目区植被措施当年调查一次成活率，以后每 3 个月调查一次，至抚育管护结束。

水土保持监测频次见表 8.1.3-8。

表 8.1.3-8 焦岩水库工程水土保持监测计划表

序号	监测分区	监测点位置	监测内容	监测方法	监测时段及频次
1	整个水土流失防治责任范围		原地面地形坡度，林草植被覆盖度，土壤结构及其含水量，气象要素，水土流失等背景值。	调查监测	施工前监测一次背景值
2	枢纽工程区	大坝开挖边坡	施工期挖方、填方数量及面积，水土流失量及变化情况，地形地貌、地表组成物质及其变化，植被及其变化，水土流失危害。林草措施的成活率、保存率。	简易水土流失观测场	工程措施雨季（4~8 月）、雨季前后（3 月、9 月）每月一次，其它每 3 个月一次，遇 24 小时降雨量大于 50mm 暴雨后加测 1 次。

序号	监测分区	监测点位置	监测内容	监测方法	监测时段及频次
3	施工生产生活区	施工生产生活区、管理站房	截排水沟的稳定性、完好性, 林草措施的成活率、保存率, 施工辅助措施的稳定性、完好性, 水土流失量及变化情况, 林草措施的成活率、保存率	简易水土流失观测场、调查监测	工程措施雨季(4~8月)、雨季前后(3月、9月)每月一次, 其它每3月一次, 遇24小时降雨量大于50mm暴雨后加测1次。
4	倒运场区	倒运场	倒运量及堆放形式和占地面积, 水土流失强度、水土流失量及变化情况, 地形地貌、地表组成物质、植被及其变化, 工程措施的稳定性、完好性、挡渣效果, 林草措施的成活率、保存率, 施工辅助措施的稳定性、完好性、挡渣效果。	简易水土流失观测场、沉沙池法、调查监测法	工程措施雨季(4~8月)、雨季前后(3月、9月)每月监测一次, 其它每3月一次, 遇24小时降雨量大于50mm暴雨加测1次。
5	料场区	土料场	料场开挖数量及面积, 水土流失量及变化情况, 地形地貌、地表组成物质及其变化, 植被及其变化, 水土流失危害。林草措施的成活率、保存率。	调查监测	工程措施雨季(4~8月)、雨季前后(3月、9月)每月监测一次, 其它每3月一次, 遇24小时降雨量大于50mm暴雨加测1次。
6	交通道路区	永久道路	水土流失强度、水土流失量及变化情况, 林草措施的成活率、保存率	简易水土流失观测场、侵蚀沟样方量测法、调查监测法	工程措施雨季(4~8月)、雨季前后(3月、9月)每月监测一次, 其它每3月一次, 遇24小时降雨量大于50mm暴雨加测1次。

8.1.3.5 陆生生态监测

(1) 监测目的

焦岩水利枢纽工程的建设将对工程区域的陆生生态多样性造成一定的影响, 为了掌握水库建设对区域陆生生态环境影响程度河陆生生态环境保护措施实施后的效果, 进行生态环境监测。

(1) 监测内容

- ①植物(物种、种群、群落、植被)生物多样性及其变化;
- ②动物(物种、种群、群落)生物多样性及其变化;
- ③重要资源动植物的种类和蕴藏量、发展趋势。

(2) 监测频次、时间

施工前、施工期间（施工第3年）、施工结束后第1年、第3年、第5年各进行1期全面陆生生态调查，包括植被类型、群落特征和陆生动物种类、数量、分布等情况，重点对陆生生态修复效果进行监测，并就此提出改进和补救措施。

（4）监测地点

在施工区、水库淹没区及周边区域，共设置5个调查点，各点位设置固定调查样线3条~5条，各样线设置固定乔木、灌木、草本样方3个~5个，两栖类和小型兽类也设置一定数量的样方。

焦岩水利枢纽坝下~入汉江口河段范围的湿地进行监测，设置10个监测样方。

8.1.3.6 水生生态监测

（1）监测目的

为了及时了解焦岩水库工程建设对流域水生生物尤其是该流域内生活的珍稀、特有鱼类的影响程度，掌握鱼类种群在整个流域内的变化趋势，科学指导鱼类资源保护工作，有必要对影响河段水生生物，特别是珍稀、特有鱼类，进行跟踪监测。

（2）监测内容

1) 水生生态要素监测

浮游植物、浮游动物、底栖动物、水生维管束植物的种类、分布密度、生物量与水温及流态等的变化关系。

2) 鱼类种群动态及群落组成变化

鱼类的种类组成、种群结构、资源量的时空分布及累积变化效应，重点监测坝下及库尾河段分布的鱼类种群动态及群落构成的变化趋势，分析鱼类种类的重现度变化趋势。

3) 鱼类“三场”监测

鱼类“三场”的分布与规模变化、繁殖时间和繁殖种群的规模。

4) 调查鱼类栖息地及变化趋势、繁殖时间、资源量分布及人工放流效果。

（3）监测范围

调查监测范围为焦岩水利枢纽坝址上游5km至坝址下游5km，调查河段长约10km。

（4）监测断面

拟设置的监测断面：上游5条栖息地保护支流、焦岩水库库尾、库中、坝下、入汉

江口断面。各断面可根据具体情况进行适当调整。

(5) 监测频次及时间

施工期每年进行 1 次监测，建成后第 1、3、5 年各监测 1 次。

(6) 调查监测方法

调查监测方法按《内陆水域水生生物调查规范》及《水库渔业资源调查规范》的规定执行。

(7) 资料整编及保存

原始监测资料及整编成果 4 份交委托部门存档备查。

(8) 监测机构

委托专业机构进行监测。

8.1.3.7 人群健康监测

在施工期为防止施工人员爆发流行大规模的传染性疾病，对施工区的疾病、疫情进行抽查监测，抽查的主要内容为当地易发的流行性肝炎、乙肝、肺结核以及其他施工区常见的传染性疾病，发现病情并及时进行治疗。按施工期的每年的秋季检疫一次，检疫人数按高峰期的施工人员 2100 人的 10% 计，为 210 人。

8.2 环境管理规划

8.2.1 环境管理目的

环境管理是工程管理的一部分，是工程环境保护工作有效实施的重要环节。焦岩水利枢纽工程环境管理目的主要是保证本工程各项环境保护措施的顺利落实，符合环保“三同时”的要求，使工程建设对环境的不利影响得以减免和控制，保护好评价区自然环境和生态环境，以保持工程地区生态系统的良性发展。

8.2.2 环境管理原则

(1) 预防为主、防治结合的原则

在施工和运行过程中，环境管理要预先采取防范措施，防止环境污染和生态破坏的

现象发生，并把预防作为环境管理的重要原则。

(2) 分级管理原则

工程建设和运行应接受各级环境保护行政主管部门的监督，而在内部则实行分级管理制，层层负责，责任明确。

(3) 相对独立性原则

环境管理是工程管理的一部分，需要满足整个工程管理的要求。但同时环境管理又具有一定的独立性，必须依据我国的环境保护法律法规体系，从环境保护的角度对工程进行监督管理，协调工程建设与环境保护的关系。

(4) 针对性原则

工程建设的不同时期和不同区域可能会出现不同的环境问题，应通过建立合理的环境管理结构和管理制度，针对性地解决出现的问题。

8.2.3 环境管理目标

(1) 保证各项环境保护措施按照环境影响报告书及其批复、环境保护设计的要求实施，使各项环境保护设施正常、有效运行。

(2) 预防污染事故的发生，保证各类污染物达标排放、合理回用，使工程区及其附近的水环境、环境空气和声环境质量达到执行标准。

(3) 水土流失和生态破坏得到有效控制，并通过采取措施恢复原有的水土保持功能和生态环境质量。

(4) 做好施工区卫生防疫工作，完善疫情管理体系，控制施工人群传染病发病率，避免传染病爆发和蔓延。

8.2.4 环境管理体系

焦岩水利枢纽工程环境管理分为外部管理河内部管理两部分。

(1) 外部管理

外部管理由环境保护行政主管部门管理，以国家相关法律、法规为依据，确定建设项目环境保护工作需达到的相应标准与要求，负责工程各阶段环境保护工作不定期监

督、检查、环境保护竣工验收以及年度环境监控报告的审查。

(2) 内部管理

内部管理工作分施工期和运行期。

施工期由建设单位负责，对工程施工期环境保护措施进行优化、组织和实施，保证达到国家和地方对建设项目环境保护的要求。施工期内部环境管理体系由建设单位和施工单位分级管理，分别成立专职环境管理机构。

运行期由建设单位负责组织实施，对工程运行期的环境保护规划、保护措施进行优化、组织和实施。工程环境管理体系详见图 8.2.4-1。

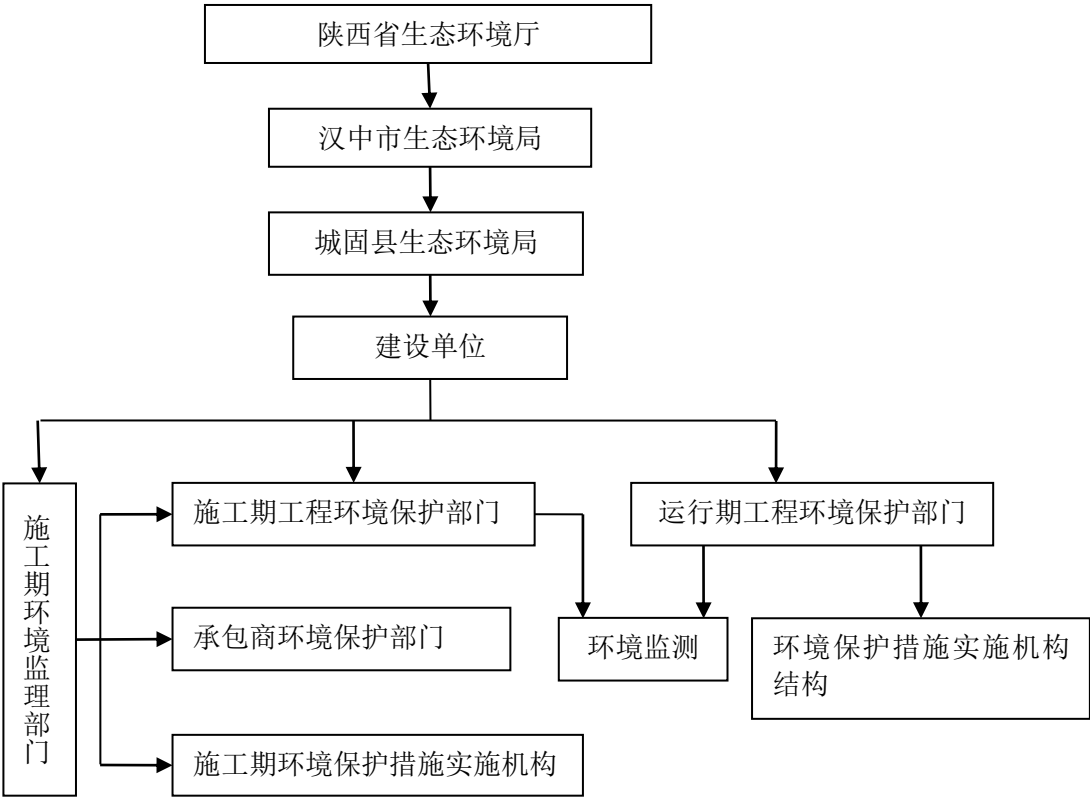


图 8.2.4-1 工程环境保护管理体系框架图

8.2.5 环境管理机构设置及职能

(1) 机构设置

根据《建设项目环境保护设计规定》，新建、扩建企业必须设置环境保护管理机构，负责组织、落实和监督本企业的环境保护工作。

在工程管理机构中成立环境保护办公室，负责日常环保管理工作，本机构由建设单位负责组建。

（2）人员编制

根据工程环境管理任务，焦岩水利枢纽工程环境保护办公室由 1 名主任具体负责，配备 1~2 名工作人员。施工期的管理是环境管理的重点，在施工期环境管理中可聘请环保、环境监测、水土保持、移民、林业、渔业、生态、卫生防疫等专业人员兼职，根据不同工作内容需要，邀请不同专业人员与工程施工人员、监理配合做好该工程的环境保护工作。

（3）环境管理机构主要职责

环境管理机构的主要职责如下：贯彻执行环境保护法规和标准；组织制定和修改本单位的环境保护管理制度并监督执行；制定并组织实施环境保护规划和计划；领导和组织本单位的环境监测；检查本单位环境保护设施的运行；推广应用环境保护先进技术和经验；组织开展本单位的环境保护专业技术培训，提高人员素质水平；组织开展本单位的环境保护研究和技术交流。

8.2.6 环境管理的任务

8.2.6.1 施工期的环境管理任务

施工期的环境管理工作主要由建设单位和各承包商共同承担。

（1）建设单位环境管理任务

建设单位在建设阶段将负责从施工准备至工程竣工验收期间的环境保护管理工作，主要工作任务为：负责招标文件和承包项目合同环保条款的编审；制定建设期环境保护实施计划和管理办法；制定年度环保工作计划；年度环境保护工作经费的审核和安排；监督检查各施工单位环保措施的执行情况；监督移民安置过程中的环保措施执行情况；负责组织实施应由建设单位负责的环保措施和监测工作；同地方环保、移民主管部门及林业、水利、农业等其他有关行建设单位管部门进行协调；处理施工过程中发生的环境问题，并及时向上级主管部门汇报；填写月、季、年环境工作报告，编写年度环境保护工作报告；编制工程竣工环境保护验收报告；组织开展环境保护宣传、教育和培训工作。

(2) 承包商环境管理任务

各承包商负责本单位和所从事的建设生产活动中环境保护工作，主要包括以下内容：制定年度环境保护工作计划；检查环保设施的建设进度、质量和运行效果，处理实施过程中的有关问题；核算年度环保经费的使用情况；报告承包合同中环保条款的执行情况。

8.2.6.2 运行期的环境管理任务

焦岩水利枢纽工程运行期的环境管理工作由水库管理机构负责，主要工作内容为：

- (1) 贯彻执行国家及地方环境保护方针、政策、法律和法规；
- (2) 执行国家、地方和行业环境保护要求；
- (3) 落实工程运行期环境保护措施，制定环境管理办法和制度；
- (4) 负责落实运行期的环境监测，并对监测结果进行统计分析；
- (5) 监督和管理由于周围环境变化对工程的影响，并及时向有关部门反映，督促有关部门解决问题；
- (6) 负责环境保护宣传和移民回访工作。

8.2.7 环境管理制度

(1) 环境保护责任制

在环境保护管理体系中，建立环境保护责任制，明确各环境管理机构的环境保护责任。

在施工招标文件、承包合同中，明确污染防治设施与措施条款，由各施工承包单位负责组织实施，有监理单位负责监督。

(2) “三同时”验收制度

根据《建设项目环境保护“三同时”管理办法》，工程建设过程中的污染防治措施必须与建设项目同时设计、同时施工、同时投入运行。有关“三同时”项目必须按合同规定经有关部门验收合格后才能正式投入运行。防治污染的设施不得擅自拆除或闲置。

(3) 监测制度

环境监测是环境管理部门获取焦岩水利枢纽工程施工区环境质量信息的重要手段，

是进行环境管理的主要依据。委托当地具备相应监测资质的单位，对工程施工区及周围的环境质量按环境监控计划要求进行定期监测，并将监测成果实行季报、年报和定期编制环境质量报告书以及年审制度。

（4）突发事故处理制度

工程施工期间，如发生污染事故及其它突发性环境事件，除应立即启动应急预案，采取补救措施外，施工单位还要及时通报可能受影响的地区和居民，并报建设单位环保部门与地方环境保护行政主管部门，接受调查处理。同时，要调查事故原因、责任单位和责任人，对有关单位和个人给予行政或经济处罚，触犯国家有关法律者，移交司法部门处理，并防止以后类似事故的发生。

（5）报告制度

日常环境管理中所有要求、通报、整改通知及评议等，均采取书面文件或函件形式往来。施工承包商定期向工程建设环境保护办公室和环境监理部提交环境月、半年及年报，涉及环境保护各项内容的实施执行情况及所发生问题的改正方案和处理结果，阶段性总结。环境监理部定期向工程建设环境保护办公室报告施工区环境保护状况和监理工作进展，提交监理月、半年及年报。环境监测单位定期向工程建设环境保护办公室提交环境监测报告，环保管理办公室应委托有关技术单位对工程施工期进行环境评估，提出评估季报和年报。

（6）环境信息公开制度

建立环境信息全过程公开制度，建设单位应在工程建设过程中公开环境影响报告书编制信息、公开环境影响报告书全本、公开建设项目开工前的信息、公开建设项目施工过程中的信息、公开建设项目建成后的信息。

8.2.8 环境管理方法

8.2.8.1 宣传教育

在施工人员集中居住区及周边区域等地可进行巡回宣传或散发宣传材料教育，使公众充分认识到保护环境的重要性。表扬和奖励保护环境中作出贡献的好人好事。对触犯国家资源保护法要给予经济制裁和法律制裁。

8.2.8.2 技术咨询

技术咨询主要包含业务指导、业务咨询、技术法规等三部分内容。

(1) 业务指导

对项目开发过程中发生的重大环境影响问题，执行单位要接受建设单位主管部门、国家环境保护相关部门和技术设计单位的指导，指导的方式和时间，由执行单位根据具体情况决定。

(2) 业务咨询

环境保护办公室加强与环境影响评价单位、环保设计单位的联系和交流，建立咨询专家库，对在项目开发过程中的疑难环境问题，要及时组织专家进行讨论咨询、解决。

(3) 技术法规学习

建设单位应组织项目管理人员学习人大、国务院、国家环境保护总局、行业部委、省环境保护局机构颁布的有关环境保护法令、法规、政策、规定、指南的管理文件，以帮助项目管理人员从政策法律上管好项目开发中的环境问题。到已开工并设有环境管理机构并取得一定成绩建设工地的观摩、学习。

8.2.8.3 分期验收环保工程

分期对环保工程进行验收，验收通过后，才能批准正式运行。

在主体工程开工前，生产废水处理系统、生活污水处理系统等环保工程先施工，完工后要经过当地环保技术部门和工程环保管理机构组织的验收，方可投入使用。工程建成后对所有环保设施、水保工程进行全面验收。

8.2.8.4 建立完善的信息管理体系

(1) 作好各种环保设计文件的纸质文档管理。

(2) 建立各种环保设计文件与计划执行的（电子）文档管理。

8.3 环境监理规划

8.3.1 监理目的

落实焦岩水利枢纽工程环境影响报告书提出的环保措施，将施工活动和移民安置产生的不利环境影响降低到可接受的程度。

8.3.2 监理原则

客观、公正原则：以事实为依据，以法律和有关合同为准绳，在维护建设单位的合法权益的同时不损害承建单位和公众的权益。

“三同时”和“及时性”原则：坚持环保措施与主体工程同时设计、同时施工、同时投入运行的原则。结合主体工程施工进度及其带来的环境影响按设计要求及时采取减免措施，对不确定性因素通过监督检查，及时发现问题，提出处理方案，避免影响和后果扩大。

协调性原则：环保措施进度计划的制定和检查落实，必须与主体施工进度协调，不因环保措施实施进度滞后而影响工程形象及效益的发挥，也不能因片面追求工程经济效益和进度而牺牲公众利益和环境。

8.3.3 监理职责

环境监理应遵循国家及当地政府关于环境保护的方针、政策、法令和法规，按照监理技术规范要求及环境监理的各项依据开展工作，其主要职责为：

- (1) 受建设单位委托，全面负责监督、检查工程影响区的环境保护工作；
- (2) 审查监督承包商提出的施工组织设计、施工技术方案和施工进度计划，提出环保方面的改进意见，以保证环保措施的落实和工程的顺利进行。并审查环保措施的技术和经济可行性；
- (3) 监督检查施工过程的环保措施的“三同时”，使防治环境污染和生态破坏的措施必须与主体工程同时设计、同时施工、同时投产；
- (4) 组织协调参与焦岩水利枢纽工程建设的各单位在环保工作上的关系；

(5) 同工程监理一起参加工程的验收，对承包商施工过程及竣工后的现场就环境保护内容进行监督与检查。工程质量认可包括环境质量认可，单元工程验收，凡与环保有关的必须有环境监理工程师签字；

(6) 对检查中发现的问题，以通知单的形式下发给承包商，要求限期处理；

(7) 环境监理工程师每月向建设单位提交一份监理月报告，半年提交一份进度评估报告，并整理归档有关资料。

8.3.4 监理范围

焦岩水利枢纽工程环境监理的工作范围包括主体工程施工区、辅助工程施工场地、施工道路、施工生活营地、建设单位生活营地、移民安置等所有可能造成环境污染和生态破坏的区域。具体工作范围包括：

(1) 主体工程主要包括：挡水建筑物、泄水建筑物、引水工程等工程涉及的各项环保措施；

(2) 施工辅助工程主要包括：施工导流工程、交通工程、生活营地、公用工程和料场等；

(3) 环保专项工程：生态放水设施、栖息地保护、施工废污水处理工程、水土保持工程及其它环境保护工程；

(4) 移民工程及工程涉及所有附属工程。

(5) 与本工程有关的其他项目等。

8.3.5 监理内容

监理单位在建设单位的领导下，参与组建焦岩水利枢纽工程环境管理中心，具体负责工程环保管理工作，配合建设单位就工程建设环保事务与政府相关主管部门沟通、协调及办理相关手续；承担对工程各参建单位环保事务的管理职责，并接受建设单位的指导、监督、检查、调配。具体内容如下：

(1) 参与工程各项目招标文件中相关环保技术条款的审查，并提出相关建议。

(2) 参与工程各专项环保工程的招标及合同签订工作，审查合同执行过程中的设

计文件和各项设计变更，提出意见与优化建议。

(3) 梳理工程建设过程中发生的变更，甄别需要在环保行政主管部门进行报备的内容，并协助建设单位完善相关变更报备手续。

(4) 审核各项工程承包人提交的施工组织设计、技术方案和进度计划中环保的内容，审核承包人提交的环保工作计划。

(5) 定期和非定期进行现场巡视检查，及时发现施工过程中存在的有关环保问题，向监理人提出处理要求。

(6) 主持召开环保月度例会与环保专题会议，召集相关各方协商施工过程中的重要环保事宜。根据工作需要，参加监理人主持的工程例会。

(7) 组织环境风险排查，督促责任单位对存在的问题进行整治。

(8) 组织或参与施工过程中环境影响事故的调查。

(9) 组织、落实各项环境保护措施工作的实施，完成资料收集、整编及报送。

(10) 督促各承包人依照国家环境保护法律、法规及招投标文件与合同要求，规范施工行为，落实承包人职责内的各项环境保护工作。

(11) 负责施工区环境保护管理，包括施工现场水环境、环境空气、声环境、固体废物、陆生生态、水生生态、施工区人群健康、环境卫生、现场面貌等管理。

(12) 对环境监测成果进行分析，并针对问题提出改进措施。

(13) 进行排污费的核算工作，包括：协助业主掌握国家收取建设项目排污费的相关规定和标准；依据环境监测成果，统计污染物排放量；与相应环保行政主管部门协调排污费补偿费及相关事宜。

(14) 协助业主制订工程现场各项环境管理制度,明确环境保护工作职责与工作流程。

(15) 协助业主制定年度“三同时”工作计划，编制工程环保工作月报、年度及有关专题的报告。

(16) 配合建设单位做好工程参建单位之间的各项环境保护工作协调工作，并配合建设单位做好与行政主管部门之间的协调与配合。

(17) 在业主的授权下，积极配合环保行政部门组织和参加的各种监督检查工作，

及时协调和督促落实行政主管部门提出的相关要求。

(18) 协助业主进行环保专项工程合同项目验收, 协助业主及国家相关主管部门组织环保专项工程验收。

(19) 全面系统地收集工程区环保优秀形象工程的素材(包括文字资料、照片、影像资料等), 在业主的领导下, 做好环保对内、对外宣传工作。

(20) 协助业主组织对工程建设有关参建单位进行环境保护法律法规及相关知识的培训。

(21) 配合业主聘请的咨询专家开展工作并提供有关资料。对有关的咨询专家建议、意见进行分析研究, 并提出相应的书面意见和建议。

(22) 协助相关单位做好施工区卫生防疫工作, 完善疫情管理体系, 控制施工人群传染病发病率, 避免传染病爆发和蔓延。

(23) 业主在施工期间要求完成的其它环境管理相关工作。

8.3.6 监理机构设置

环境监理是环境管理的重要组成部分, 但又具有相对独立性, 因此, 环境监理机构按国内项目管理办法, 由建设单位以招标方式或委托有资质的监理单位完成相应的各种监理工作。环境监理必须由具有相应专业知识和工作经验的专业人员承担。根据焦岩水利枢纽工程规模和施工总体规划, 拟设置环境保护专职监理人员 4 人。工作机构设置及工作程序见图 8.3.6-1。

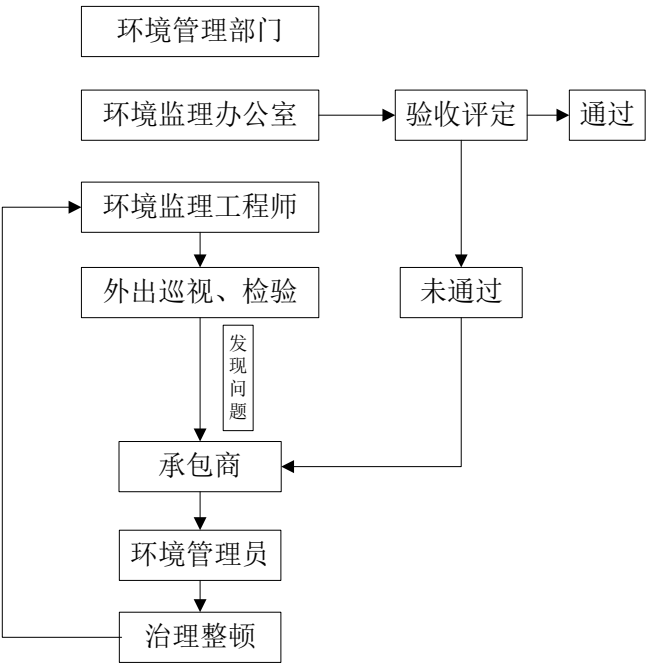


图 8.3.6-1 环境监理工作程序图

8.3.7 监理工作方式与制度

环境监理工作方式以巡视为主，辅以必要的仪器监测。

为了保证环境监理工作的顺利实施，还需建立行之有效的工作制度。

（1）工作记录制度

环境监理工程师每天根据工作情况编写工作记录（监理日记），重点描述巡视检查情况，现场存在的环境问题，分析问题产生的主要原因及责任单位，并提出初步处理意见。

（2）监理报告制度

承包商每月提交一份环境报告，对本月环境保护工作实施情况进行全面总结。环境监理工程师根据日常巡视情况对承包商提交的环境报告进行评议，并提出下一步的整改方向。环境监理工程师要组织编写环境监理月报、半年进度评估报告及年度监理报告，报建设单位的环境管理部门。

（3）文件通知制度

环境监理工程师在巡视过程中如发现环境问题，应立即口头通知承包方环境管理员限期处理，随后仍需以书面文件形式予以确认。

（4）环境例会制度

根据环境监理工程师的要求，每月召开一次由监理工程师和承包商参加的环境例会，对本月的环境保护工作进行总结，提出存在的问题及整改要求，形成实施方案。会后编写会议纪要，发放给与会各方，督促有关单位遵照执行。

对于重大环境污染及环境影响事故，环境监理工程师负责组织环保事故的调查，及时向建设单位及相关部门通报事件的发生及处理结果。会同建设单位、地方环境保护部门共同研究处理方案并下发给承包商实施。

9 环境保护投资估算与环境经济损益分析

9.1 环境保护投资估算

9.1.1 编制原则

环境保护投资估算遵循以下原则：

- (1) 环境保护投资不包括水土保持投资；
- (2) 按照“谁污染、谁治理，谁开发、谁保护”原则，确定环境保护投资项目，指导投资分摊；
- (3) “功能恢复”原则，环保投资以保护或恢复工程建设前生态环境功能为下限。
- (4) 工程措施投资估算编制的依据、方法与主体工程一致，生物措施参照地方有关的标准。

9.1.2 编制依据

- (1) 《水利水电工程环境保护概估算编制规程》（SL359-2006）
- (2) 《水利工程设计概（估）算编制规定》（水总〔2014〕429号）
- (3) 《水利水电工程环境保护设计规范》（SL492-2011）
- (4) 《水电水利工程环境保护设计规范》（DL/T 5402-2007）
- (9) 《农村生活污水处理项目建设与投资指南》（环发〔2013〕130号）
- (10) 《农村生活垃圾分类、收运和处理项目建设与投资指南》（环发〔2013〕130号）
- (11) 《农村饮用水水源地环境保护项目建设与投资指南》（环发〔2013〕130号）
- (12) 农村移民安置区参照水库估算相关标准及定额进行编制。
- (14) 陕西省及汉中市颁发的现行有关定额和费用标准及当地询价。
- (15) 价格水平年及人工单价等与主体工程保持一致。

9.1.3 环境保护投资估算项目划分

依据《水利水电工程环境保护概估算编制规程》（SL359-2006），根据工程实际情况，工程环境保护投资估算项目划分为环境保护措施费、环境监测措施费、环境保护临时措施费、独立费用、基本预备费。

（1）环境保护措施费

1）施工踏压范围、施工生产生活设施区、土料场等的植被恢复和绿化措施投资，该项投资已计列入水土保持投资、主体工程投资中，环境保护投资中只计列说明，不计入环境保护投资总数中。

2）鱼类增殖放流费用；

3）过鱼设施费用；

4）鱼类栖息地费用；

5）水库水质保护措施费用等。

（2）环境监测措施费

主要包括陆生生态监测、水生生态监测及施工期水环境、大气环境、噪声等环境监测费用。

（3）环境保护临时措施费

主要包括施工期采取的生产生活废水处理，大气、声环境处理投资及对生态敏感区、水环境敏感区采取的保护措施投资。

（4）独立费用

主要包括项目建设管理、环境监理、环境保护科研勘测设计等投资。

（5）基本预备费

该项费用在（1）～（5）项投资总费用的 10%～12%内选取，本次取 10%。

9.1.4 环境保护投资估算

根据工程特点和当地物价，与已审定的可研保持一致，按 2022 年物价水平，对工程环境保护投资进行估算。工程环境保护总投资估算 63187.43 万元，其中环境保护措施投资 48556.11 万元，环境监测投资 530.10 万元，仪器设备及安装 254.00 万元，环境

保护临时措施投资 1700.50 万元，环境保护独立费用 8570.07 万元。环保投资见表 9.1.4-1~表 9.1.4-6。

表 9.1.4-1 焦岩水利枢纽工程建设环境保护投资估算表

(单位: 万元)

序号	工程和费用名称	建筑工程措施费(万元)	植物工程措施费	仪器设备及安装费(万元)	非工程措施费	独立费用(万元)	合计
一	环境保护措施费	46901.16	1520		134.95		48556.11
1	水质保护	132	1020				1152.00
2	生态保护措施	46289.16	500		69		46858.16
3	固体废物处理处置	4			2.45		6.45
4	移民安置环境保护	476			5.5		481.50
5	卫生防疫				58		58.00
二	环境监测措施				530.1		530.10
1	施工区环境监测				99.6		99.60
2	生态调查监测				404		404.00
3	移民安置区环境监测				26.5		26.50
三	环境保护仪器设备及安装			254			254.00
1	环境保护设备			84			84.00
2	水环境在线监测设备			120			120.00
3	流量在线监测设备			50			50.00
四	环境保护临时措施	1198		37	465.5		1700.50
1	废污水处理	1198					1198.00
2	噪声防治				37.5		37.50

3	固体废物处理			22	144		166.00
4	环境空气保护			15	140		155.00
5	人群健康保护				94.00		94.00
6	施工期生态保护措施				50		50.00
第一至四部分合计							51040.71
五	环境保护独立费用					8570.07	8570.07
1	建设管理费					2427.22	2427.22
2	环境监理费					240.00	240.00
3	科研勘测设计咨询费					5902.85	5902.85
第一至五部分合计							59610.78
基本预备费							3576.65
环境保护静态总投资							63187.43

表 9.1.4-2 第一部分环境保护措施投资表

序号	工程或费用名称	单位	数量	单价（元）	合计（万元）	备注
一	水质保护				1152.00	
1	运行期枢纽区管理机构污水处理设施	套	1	600000	60.00	
2	水库水质保护设施				1092.00	
2.1	饮用水源保护区界标	个	20	2000	4.00	
2.2	水质保护宣传警示牌	个	40	2000	8.00	
2.3	水库库区生物隔离带	m ²	20000	510	1020.00	
2.4	水源保护区物理隔离	m	2000	300	60.00	
3	库底清理					纳入主体
二	生态保护				46858.16	
1	陆生植物保护				552.50	
1.1	宣传教育	年	3	50000	15.00	
1.2	保护标牌制作与安装	个	50	1500	7.50	

1.3	植物补偿与恢复措施				500.00	
1.4	蓄水前动物搜救	次	1	300000	30.00	
2	水生生物保护				46305.66	
2.1	鱼道建设及初期运行	套	1		21852.00	
2.2	增殖放流站建设及初期运行	座	1		3706.41	
2.3	上游小水电过鱼措施				17779.53	
2.3.1	马家沟水电站鱼道建设	座	1		8978.97	
2.3.2	白果树水电站鱼道建设	座	1		4198.62	
2.3.3	狮坝水电站鱼道建设	座	1		4601.94	
2.4	下游灌溉堰过鱼措施				981.67	
2.4.1	五门堰退水渠改造				160.00	
2.4.2	涓惠渠鱼道建设	座	1		385.76	
2.4.3	杨填堰鱼道建设	座	1		435.91	
2.5	上游四座小水电坝体拆除				1532.05	
2.5.1	罗家营水电站坝体拆除				579.21	
2.5.2	双溪村水电站坝体拆除				9.65	
2.5.3	八仙园一级水电站坝体拆除				502.55	
2.5.4	八仙园二级水电站坝体拆除				440.64	
2.6	鱼类栖息地保护补偿	项	1		350.00	
2.7	进水口拦鱼设施	套	2	400000	80.00	
2.8	低温水减缓措施				0.00	纳入主体
2.9	施工期鱼类保护与救助	年	3	80000	24.00	
三	固体废弃物处理				6.45	
1	垃圾收集池	座	1	30000	3.00	
2	垃圾清运三轮车	辆	3	10000	3.00	
3	垃圾桶	个	15	300	0.45	
四	移民安置区环境保护措施				481.50	
1	沼气池	个	5	5000	2.50	
2	化粪池	个	450	1000	45.00	
3	垃圾中转站	个	3	80000	24.00	
4	集中式污水处理站		4	1000000	400.00	
5	垃圾桶				10.00	
五	卫生防疫措施				58.00	
1	库周灭鼠	km2	120	2500	30.00	
2	接种疫苗	次	1400	200	28.00	

表 9.1.4-3 第二部分环境监测措施费用表

序号	工程或费用名称	单位	数量（次）	单价（元）	合计（万元）	备注
一	施工区监测				99.6	
1	水环境监测				52.8	
1.1	地表水	点次	72	4000	28.8	
1.2	生产废水	点次	96	1500	14.4	
1.3	生活污水	点次	48	2000	9.6	
2	大气监测	点次	48	6000	28.8	
3	噪声监测	点次	60	3000	18	
二	生态调查监测				404	只计列施工期监测费用
1	水生生态监测	点次	36	40000	144	
2	陆生生态监测				180	
2.1	植被和植物监测	点次	40	40000	160	
2.3	湿地生态系统监测	点次	10	20000	20	
3	朱鹮及栖息地监测	次	4	200000	80	
三	移民安置区监测				26.5	
1	生活污水监测	点次	47	2000	9.4	
2	饮用水监测	点次	38	4500	17.1	

表 9.1.4-4 第三部分环仪器设备及安装工程费

序号	设备名称	单位	数量	单价（元）	合计（万元）	备注
一	环境保护设备				84	
3	食堂污水油水分离器	套	4	60000	24	
4	施工区成套生活污水处理设施（WSZ-AO）	套	2	300000	60	
二	水环境自动监测设备				120	
1	地表水水环境动态监测系统	套	1	120	120	
三	生态流量在线监测设备				50	
1	生态流量在线监测仪	套	1	500000	50	

表 9.1.4-5 第四部分环境保护临时措施

序号	工程或费用名称	单位	数量	单价（元）	合计（万元）	备注
一	施工期废污水处理				1198.00	

1	砂石料加工废水处理系统	套	1	8000000	800.00	含运行费
2	混凝土拌和废水沉淀池	套	2	450000	90.00	含运行费
3	机械车辆冲洗、维修废水处	套	3	800000	240.00	含运行费
4	基坑废水处理池	个	3	120000	36.00	
5	移动环保厕所	个	10	20000	20.00	
6	化粪池	个	15	8000	12.00	
二	施工期噪声防治				37.50	
1	施工人员防噪用品	套	10000	300	30.00	
2	隔声窗等		25	3000	7.50	
三	固体废弃物处理				166.00	
1	垃圾清运	月	36	40000	144.00	
2	垃圾桶	个	100	200	2.00	
3	垃圾运输车	辆	1	200000	20.00	
四	环境空气质量控制				155.00	
1	施工人员防护措施	套	4000	100	40.00	
2	洒水车	辆	1	150000	15.00	
3	洒水降尘人工费	人年	20	50000	100.00	
五	人群健康保护				94.00	
1	进场消毒	次	3	100000	30.00	
2	灭鼠灭蚊	次	12	30000	36.00	
3	施工人员进场体检	人次	14000	200	28.00	
六	施工期生态保护措施				50.00	
1	工程区绿化				44.00	
2	警示牌、宣传牌	个	50	1000	5.00	
3			10000	10	1.00	

表 9.1.4-6 第五部分环境保护独立费用估算表

序号	工程或费用名称	单位	数量	单价(元)	合计(万元)	备注
一	建设管理费				2427.22	
1	环境管理人员经常费				1531.22	按 1-4 项投资的 3%计
2	环境保护竣工验收费				130.39	
4	环保宣传教育				765.61	按 1-4 项投资的 1.5%计
二	环境监理费	年	3	800000	240.00	
三	科研勘测设计咨询费				5902.85	
1	科研试验费				1240.00	
1.1	鱼类繁殖季节水库运行调度研究				140.00	

1.2	鱼类增殖放流效果评估研究	年	3	500000	150.00	
1.3	枢纽及上下游过鱼设施流场模拟及鱼道水工模型试验研究				560.00	
1.5	鱼类栖息地保护效果评估				150.00	
1.6	过鱼措施效果监测评估研究	年	3	500000	150	
1.7	下游湿地生态水文效应研究				90.00	
2	环境影响评价				450.00	
3	环保勘测设计费				3572.85	按 1-4 项投资的 7%计
4	工程环境影响后评价				160.00	
5	运行初期环境监测费				480.00	
5.1	水环境监测				27	
5.1.1	地表水	点次	63	4000	25.2	
5.1.2	生活废水	点次	9	2000	1.8	
5.2	水生生态监测				258	
5.2.1	鱼类及水生生物监测	点次	27	40000	108	
5.3	陆生生态监测	点次	30	25000	75	
5.4	湿地生态系统监测	点次	30	20000	60	
5.5	朱鹮及栖息生境监测	次	3	200000	60	

9.2 环境影响经济损益分析

从保护工程建设区域生态环境、促进区域社会经济发展的角度，焦岩水利枢纽工程枢纽工程建设的环境效益由经济效益、社会效益和生态效益构成。其中，经济效益主要表现为灌溉和供水、防洪减淤效益、电站发电效益；社会效益为工程建设对当地社会经济的贡献；生态效益包括枢纽工程替代燃煤和替代工程、生态水量保障所需的环境保护投资。

9.2.1 环境影响经济损益分析原则

焦岩水利枢纽工程的环境影响经济损益分析依照以下原则：

（1）终极影响原则

鉴于生态与环境因子之间的关系十分复杂，在进行经济损益分析，重点考虑与人类经济活动或生态环境直接相关的最终影响后果。

（2）重点突出，兼顾一般原则

由于焦岩水利枢纽工程对生态与环境的影响复杂，涉及面广，因此需突出对环境影响较大的影响因素，对一般影响因素进行了适当归并综合。

（3）一次性估价原则

为使进行经济损益分析的各环境因子的经济量之间有可比性，统一以 2021 年第 3 季度现价为计算标准，不考虑价格上涨因素，进行一次性估价。

（4）减免不利影响的补偿投资原则

对生态与环境的不利影响，着眼于预防、保护和挽救，以减免不利影响。在环境经济损益分析中，尽量采用补救措施和防护措施的费用，作为反映工程环境影响效应大小的尺度，而不是消极地计算损失值（生物资源有时是不能用价值来衡量的）。

9.2.2 环境影响经济损益分析方法

焦岩水利枢纽工程环境经济损益分析的目的是运用环境经济学原理，在考虑工程建设与生态环境、社会环境以及区域社会经济的持续、稳定、协调发展前提下，运用费用～效益分析方法对环境效益和损失进行分析。按照等效、替代原则，采用“影子工程法”计算环境效益，以相同规模的火电为替代方案，参与环境影响损益的比较分析。环境损失采用“恢复费用法”，以减缓不利环境影响或达到恢复、补偿效果所需费用进行计算。项目经济评价的计算期包括工程建设期和运行期，焦岩水利枢纽工程建设期为 52 个月，运行期统一取 50 年。采用按效益/费用比值大小，从环保角度评判工程建设的合理性。

9.2.3 环境效益分析

（1）防洪效益

焦岩水库对下游防洪作用主要是通过水库调蓄，提高下游堤防设防标准。焦岩水库

的防洪经济效益是有焦岩水库情况下，与无焦岩水库相比减免的洪灾经济损失，采用频率法计算。

（2）减淤效益

焦岩水库运行期 50 年淤积泥沙，可减少渭水河下游河道淤积，同时减少进入汉江干流泥沙。此外，焦岩水库建成后，前 30 年水库拦蓄渭水河大部分的来沙，极大改善了引水条件，并减少进入下游河道沙量，减少输沙用水量。

（3）供水及灌溉效益

焦岩水库城镇及工业供水范围为汉中市城固县、汉台区、洋县（县城及以西）汉江北岸 535m 高程以下城镇、汉中航空智慧新城、城固县五郎工业园区等，多年平均供水量 9556 万 m^3 ，城镇及工业供水保证率 95% 以上。保证了人民群众的饮水安全，提高人民群众的生活水平。

9.3 环境影响损益分析

工程环境损失包括水库淹没、永久占地和工程建设对区域环境影响所造成的损失，为恢复当地的社会环境、生态，工程分别进行了移民安置规划和环境保护措施规划，并列出了相应投资，可采用“恢复费用法”将其投资估算为环境损失。

9.3.1 环境影响损失分析

工程的环境损失包括水库淹没和工程建设对区域环境影响所造成的损失，为恢复当地的社会环境、生态环境，工程分别进行了水库移民安置规划和环境保护措施规划，并列出了相应的投资，采用恢复费用法将其投资估算为环境损失的依据。

（1）建设征地和移民安置投资

根据焦岩水利枢纽工程可行性研究报告，工程补偿费静态总投资为 171370.19 万元，其中水库区补偿费 146133.06 万元，枢纽工程建设区补偿费用 25237.13 万元。

（2）环境保护投资

以减缓工程对环境的不利影响或恢复、补偿环境效益所采取的保护和补偿措施费用作为反映工程影响损失大小的尺度，计算其损失值。采用“恢复费用法”，以减缓不利环

境影响或达到恢复、补偿效果所需费用进行计算。

根据焦岩水利枢纽工程及工程区域环境特点，为减缓、恢复或补偿不利环境影响所采取的环境保护措施主要包括以下内容：水环境保护措施；噪声与环境空气质量保护措施；鱼类影响减缓措施；陆生生物保护措施及水土流失防治方案；社会环境保护措施；环境监测规划、环境管理及环境监理规划。在进行技术经济分析或多方案比选基础上，提出了各项措施推荐方案及相应费用估算。

9.3.2 环境影响损益分析

从经济评价指标值看，焦岩水利枢纽工程的环境效益明显大于环境损失，说明工程建设在环境经济上是可行的。本工程环保措施实施后，可最大限度地减少工程兴建对环境的不利影响，避免因环境损失而造成潜在的经济损失。此外，工程的建设对促进当地经济社会发展有很重要的积极作用。

因此，从环境影响经济损益的角度分析，本工程具有较为优越的环境经济指标。本工程环保措施实施后，可最大限度地减少工程兴建对环境的不利影响，避免因环境损失而造成潜在的经济损失。从环境经济损益分析角度，本工程的建设是合理可行的。

10 环境影响评价结论

10.1 工程分析结论

工程符合产业政策及“三线一单”相关要求，需进一步协调《陕西省秦岭生态环境保护区总体规划》关系。

工程开发方案、坝址选择、施工临时设施布置充分考虑环境保护要求，并对渣场、料场、施工区、施工道路等临时占地进行了优化调整。从环境保护角度分析，本工程の開発方案、水库特征水位、水资源配置、坝址选择、输水线路布置、施工布置、移民安置方案、工程运行方式等选择较为合理。

通过环境影响识别，本工程重点评价的环境要素是水资源、水文情势、地表水环境、水生生态、陆生生态，一般评价的环境要素为地下水、环境空气、声环境、固体废物、土壤环境、移民安置。

10.2 环境现状评价结论

10.2.1 水环境质量现状评价

（1）地表水环境

现状水质评价表明，渭水河现状水质除总氮和总磷超标外，其余因子满足《地表水环境质量标准》（GB3838-2002）III类水质标准。

（2）地下水环境

各监测点各地下水环境指标均未超标，总体可达到《地下水质量标准》（GB/T14848-2017）III类水质要求。

10.2.2 空气质量现状评价

根据现场监测结果，境内无工业类污染项目，区域内环境空气质量较好。根据汉中市城固县 2021 年 11 月 5 日公布的该年度 1 月~9 月空气常规六项污染物监测数据，城固

县环境空气质量现状中，CO、SO₂、PM_{2.5}、PM₁₀、NO₂、O₃ 监测浓度值均满足《环境空气质量标准》（GB3095-2012）中二类标准限值的要求。

10.2.3 声环境现状评价

2021 年 11 月-12 月对该区域声环境进行了监测。监测结果表明，区域声环境质量和交通噪声昼间、夜间均能满足声环境质量相关区域标准。

10.2.4 土壤质量现状评价

工程区土壤 pH 在 5.5~8.5 范围内，镉、汞、砷、铅、铬、铜、镍、锌含量均未超标，土壤含盐量<2g/kg，故土壤无酸化、碱化或者盐化，土壤环境质量现状良好。

10.2.5 生态环境现状评价

（1）陆生生态环境

工程所在地位于秦岭南坡，属秦岭山地落叶阔叶与针叶林区，秦岭南坡低山有较少的含常绿阔叶树的落叶阔叶林。

评价区鸟类主要有小鸊鷉、苍鹭、白鹭、池鹭、夜鹭、绿头鸭、绿翅鸭等，两栖类主要有中华大蟾蜍、花背蟾蜍、黑斑蛙、虎纹蛙、泽蛙、中国林蛙、沼蛙等，爬行类主要有王锦蛇、黑眉锦蛇和乌梢蛇等，评价区兽类主要为啮齿类等。

（2）水生生态环境

评价区共有鱼类 51 种，鲤科鱼类占据主要组成成分，有 31 种，占调查总种类的 60.8%。

10.3 环境影响预测与评价结论

10.3.1 对水文情势及水环境影响评价

初期蓄水期间，下游河段流量会减少，水文情势会产生一定变化，蓄水期间需保障下泄生态流量。

水库存在水温分层现象，存在下泄低温水影响。经类比分析后，水库建成后，库区

不会出现水质富营养化。

10.3.2 陆地生态影响预测与评价

(1) 对植物资源影响

水库蓄水后，淹没区土地类型除水域外，主要为林地、灌丛、草地和农田组成。其中，林地主要为栓皮栎林和香椿林。灌丛以柠条灌丛为主，灌丛中其他伴生种为酸枣、大油芒、黄背草、白蒿、苔草。草地以芦苇草地、狼尾草为主，草地中其他伴生种为芒、鬼针草、狗尾草、艾、鹅绒藤、问荆、虎爪草、野菊花、蒲公英、红蓼、大油芒、黄蒿、紫菀、远志等。农田主要为旱地作物有油菜等。

淹没区灌木和草本植物种类主要为区域广布种和常见种，在淹没线以上或周边区域广泛分布，因此保护好淹没线以上生态环境，区域植物种类仍可得以保存和繁衍，不会导致植物物种种类的消亡和灭绝。由于植物区系成分与焦岩水利枢纽工程所在地域生态背景密切相关，植物区系成分不会因为工程建设发生显著变化，水库淹没损失的主要为区域广布种和常见种，因此不会导致区域植物区系成分的丧失或者消亡。

(2) 对动物资源影响

焦岩水库工程施工对陆生动物的影响主要表现为工程占地、人员进驻、施工活动等对周围陆生动物栖息、觅食以及活动范围造成影响，其影响仅限于施工区范围内。工程施工噪声和渣料场开采，将会导致周边野生动物栖息环境的变化，对区域野生动物将产生不利影响，但不会对其生存造成威胁。运行期，岸边、河谷地带现有的部分野生动物生境将被淹没，将使得其栖息地和觅食范围相对缩小，但不会构成严重威胁，淹没区对其不利影响甚微。

工程建成后，由于水位上升和库容增大，为静水型两栖动物提供了适宜的栖息环境，资源量会有所上升；蓄水不会造成鸟类个体死亡，水面积增加，可能会扩大湿地鸟类生境，导致种类及个体数增加。

10.3.3 水生生态影响预测与评价

(1) 对水生生物影响

焦岩水库建成后，河段原有天然流水型河段将变成缓流型水库，库区水流速度减缓，泥沙沉降，水体透明度增大，被淹没区域土壤内营养物质渗出，水中有机物质及矿物质增加，有利于浮游生物生长繁殖，预计建成后库区段浮游植物密度及生物量会有所增加。随着浮游植物增加，以浮游植物为食的浮游动物将相应增加，变化原因与趋势与浮游植物相似。焦岩水库建成后，由于库区河段水深增大、水位变幅相对频繁，底栖生物将有所下降，适应河流的底栖动物将会因丧失原有的栖息环境。水库坝下河段水位频繁涨落、清水下泄冲刷下切导致底栖动物有效栖息空间萎缩，种类数量和总生物量将显著下降。

（2）对鱼类影响

工程建设造成施工区域水质下降、水体浑浊，影响坝址水域鱼类的生存。在施工机械扰动下，区域鱼类将会被驱赶远离施工水域。

水库建成后，库区内小型喜静水栖息鲤科鱼类和产粘性卵鲤科鱼类种群数量呈现上升趋势，喜激流水、大型及产粘性卵鲤科鱼类种群数量呈现下降趋势；其他科属鱼类种群数量呈现下降趋势。坝下鱼类栖息地萎缩，栖息地面积减少。

工程运行后，河流连通性阻断。产沉性卵、粘性卵鱼类产卵场由于库区水深过大消失，产粘性卵、沉性卵的坝上鱼类产卵场向库区库尾及其以上河流上移，坝下产粘性卵、沉性卵的鱼类产卵场由于下泄水量减少而萎缩和消失。

水库建成后，导致渭水河干流形成人为阻隔，阻断鱼类洄游通道，造成大坝下游河段鱼类无法洄游至上游产卵繁殖；大坝上游河段鱼类则无法通过大坝进入下游河段，基因交流受到阻碍；导致渭水河流域内鱼类的种群结构改变。

拟采取过鱼设施、增殖放流、栖息地保护、渔政管理和生态监测与研究等措施降低工程施工、运行等产生的不利影响。

10.3.4 环境敏感区影响预测与评价

（1）对渭水河国家级水产种质资源保护区的影响

根据正常蓄水位指标，焦岩水库对渭水河国家级水产种质资源保护区实验区产生淹没（淹没区为坝址至双溪镇，长度约 22km）。保护区河段主要保护对象为大眼鳊、黄颡鱼、鲤鱼、鲇、多鳞白甲鱼，库区生境淹没后，可在库周及库尾的缓流生境产卵繁殖，

水库淹没对其影响较小。工程运行后对保护区部分保护对象的繁殖等产生一定影响，大坝阻隔使上下游鱼类无法得到有效交流，遗传多样性受到影响。水温的变化也会对鱼类繁殖期产生一定影响，工程运行后，保护区保护鱼类会因水资源量减少受到不同程度的影响。

（2）对陕西省秦岭生态环境保护范围的影响

运行期水库蓄水，库区原有乔木、灌木和草本植物生境完全淹没，短期内造成植物数量显著下降，对陕西省秦岭生态环境保护范围生态造成一定影响，陆生动物生境缩小，但对整个秦岭保护区生态功能影响不显著。

（3）对汉中渭水河省级重要湿地的影响

工程施工活动和水库淹没会损毁一定面积的湿地。焦岩水库为年调节水库，水库初期蓄水及运行期调蓄期间，下游水量减少，会对湿地植物产生一定影响，但在确保下泄生态流量的基础上，上述影响可控。

10.3.5 移民安置环境影响预测与评价

（1）地表水环境影响

移民集中安置对水环境影响主要是生活污水，如不经处理直接排放，将影响周边水体水质。分散后靠安置的移民生活污水对水环境影响很小。

（2）生态环境影响

生产安置主要采取调整土地生产安置方式，主要进行坡改梯、旱地平整、土壤改良以及农田水利措施等，对生态环境影响很小。

搬迁安置改变安置点原有土地利用类型，使得区域植物资源数量减少，但不会改变区域植物种类，不会对区域生态环境造成明显的不利影响。

（2）噪声、大气环境影响

移民安置点建设产生影响的主要是固定噪声源，包括安置点建筑及道路施工噪声。移民安置施工活动中使用的主要机械设备和汽车等将会排放 NO_2 、 SO_2 等污染物质，部分敏感点产生环境空气影响相对较大。

（3）固体废弃物影响

移民安置区固体废物对环境的影响主要来自于生活垃圾的影响，若安置点垃圾得不到有效收集、处理，将导致居民生活、生产产生的有机垃圾（如厨余、秸秆等）随意丢弃，污染区域环境。

10.3.6 水土流失预测评价

通过预测计算，土壤流失总量为 69269.5t，其中施工期 63438.1t，自然恢复期 5831.4t，减去水土流失背景值 4987.4t，共新增土壤流失量 64282.1t。施工期是土壤流失量最大的时段，弃渣场、料场和交通道路区是新增流失量较大的区域，需要重点防治。

10.4 环境保护措施结论

10.4.1 水环境保护措施

施工期废污水禁止排入水体。对砂石料加工系统废水采用混凝沉淀工艺进行处理，处理水全部回用；混凝土拌和冲洗废水经沉淀后回用；施工辅企产生的废水采用砖砌隔油沉淀池进行处理，处理水全部综合利用。隔油池产生的浮油、含油污泥等由具有处置危废资质的单位处置；生活污水采用一体化成套设备进行处理，处理水作为绿化、降尘用水。加强库周及上游地区的水污染防治工作。

10.4.2 水生生态保护措施

对保护水生生态环境采取下泄生态流量和低温水影响减缓措施。对保护鱼类采取栖息地保护、过鱼措施、鱼类增殖放流、进水口拦鱼、渔政管理、施工期鱼类保护及水生生态监测等保护措施。

10.4.3 陆生生态保护措施

加强施工区生态环境保护的宣传教育。加强对施工人员的管理，禁止在征地红线范围外占用土地，占压破坏植被。加强对珍稀保护动物的保护。严禁非法猎捕珍稀、濒危动物及对人类有益的野生动物。

10.5 环保投资及经济损益分析结论

本工程环境保护总投资估算 14718.17 万元，其中环境保护措施投资 8363.50 万元，环境监测投资 870.40 万元，仪器设备及安装 254.00 万元，环境保护临时措施投资 1700.50 万元，环境保护独立费用 696.67 万元。通过工程的环境损失和产生的环境效益进行比较，环境损失小于环境效益。

10.6 公众参与

本工程环境影响评价工作于 2021 年 11 月 12 日由汉中水利投资集团有限公司委托中国电建集团西北勘测设计研究院有限公司进行编制，于 2021 年 11 月 16 日在陕西省汉中市水利局官方网站对环评进行了首次信息公示。信息公示期间，未收到相关单位及个人对工程建设的反对意见。

10.7 综合结论

焦岩水利枢纽工程的建设对汉中乃至全省的水资源配置和利用意义重大。从汉中来，焦岩水利枢纽建成后，可替代石门水库及千山水库的部分灌溉、供水功能，优化汉中盆地汉江以北区域的水资源布局。从陕西省来看，汉中既是国家南水北调中线工程水源地，又是省内引汉济渭水源地，焦岩水利枢纽的年调节作用可拦蓄汛期洪水调节，增加黄金峡水库的调节功能，利于全省的水资源配量。

本工程建设对环境的不利影响主要是对陆生生态环境、大气环境、水环境等环境要素产生的影响，但采取相应的保护与改善措施后，不利影响可以得到预防和减缓。因本项目涉及渭水河国家级水产种质资源保护区、陕西省秦岭生态环境保护范围、汉中渭水河省级重要湿地，建议开展相关专题论证并取得主管部门的同意，并落实相关保护措施。在以上工作的基础上，从环境影响角度分析，本工程建设可行。

10.8 建议

为减少工程建设对环境的不利影响，促进工程建设和当地环境保护协调发展，提出以下建议：

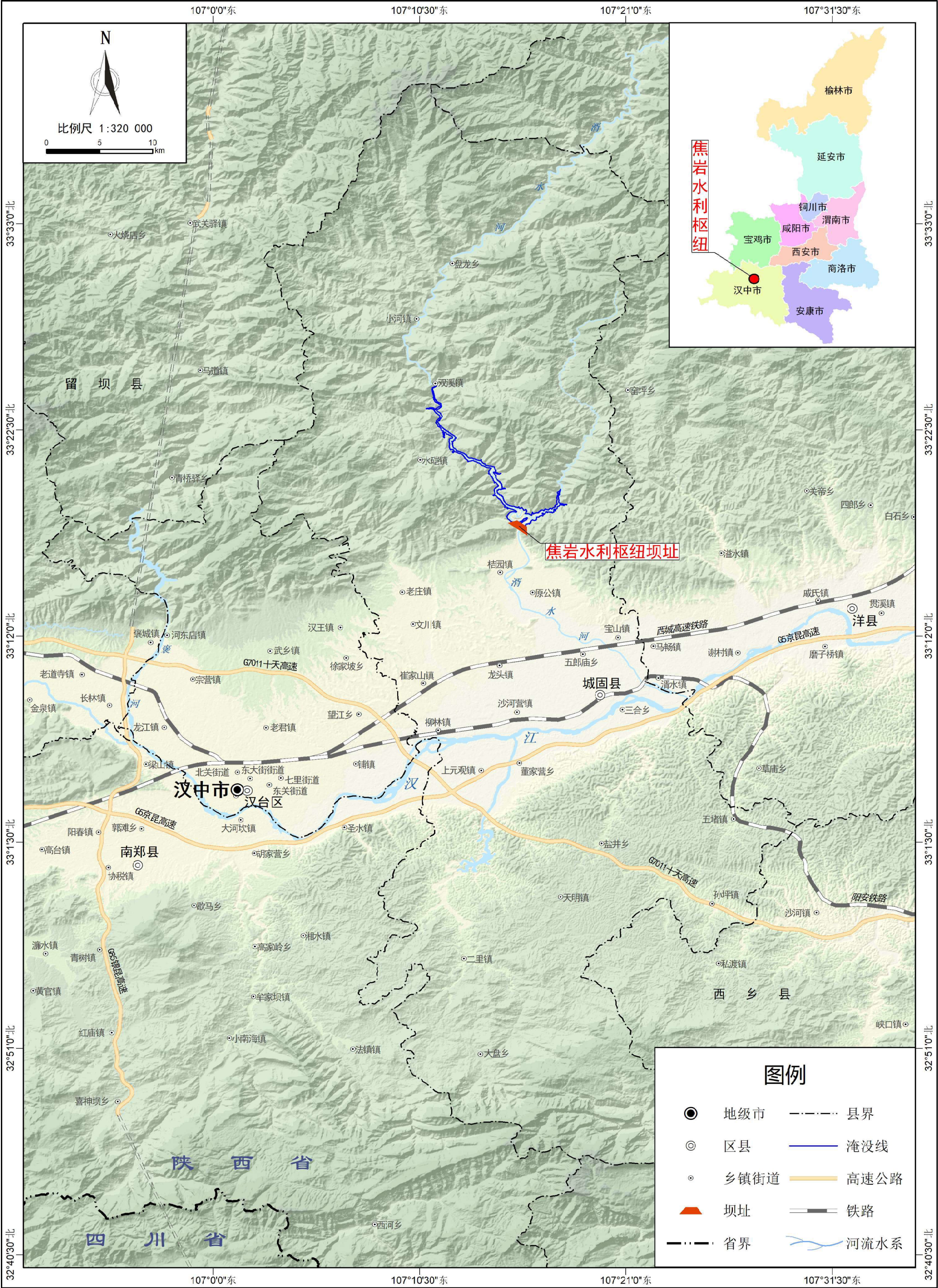
(1) 建设单位在工程建设期要切实落实环境保护管理机构职能，保证机构的正常运转，加强对区域生态环境的保护管理，杜绝破坏生态环境事件的发生；

(2) 下一设计阶段应尽早委托专业机构开展工程的环境保护、水土保持专项设计工作，对环保水保措施进行进一步深入设计和细化，及时开展相关可研工作；

(3) 工程建设中应严格遵循“三同时”制度，及时落实环保投资，确保各项环保措施的实施；

(4) 建议项目建设单位尽快委托相关单位开展工程建设期的环境监测和环境监理工作。

附图1 工程地理位置示意图





建设项目环境影响报告书审批基础信息表

填表单位（盖章）：

填表人（签字）：杨晓嘉

项目经办人（签字）：李文

建 设 项 目	项目名称		陕西省汉中市焦岩水利枢纽工程				建设内容		焦岩水利枢纽工程坝址位于城固县桔园镇深北沟口以上200m处，水库正常蓄水位585.0m，总库容21328万m³，正常蓄水位以下库容19544万m³，死水位540m，调节库容17177万m³。坝后消能机组装机容量51MW，多年平均发电量10186万kWh。水库控制灌溉面积41.41万亩，多年平均灌溉供水量15298万m³，灌溉保证率75%；多年平均供水量为8711万m³，供水保证率95%。							
	项目代码		2206-610722-04-01-128135													
	环评信用平台项目编号		913haq													
	建设地点		陕西省汉中市城固县				建设规模		工程开发任务是以灌溉、供水为主，结合防洪、兼顾发电、为改善水生态环境创造条件等综合利用功能的II等大（2）型水利枢纽工程。水库正常蓄水位585.0m，最大坝高96m，总库容21328万m³，正常蓄水位以下库容19544万m³，死水位540m，调节库容17177万m³。坝后消能机组装机容量51MW，多年平均发电量10186万kWh。							
	项目建设周期（月）		52.0				计划开工时间		2024年12月							
	环境影响评价行业类别		51—124水库				预计投产时间		2029年3月							
	建设性质		新建（迁建）				国民经济行业类型及代码		N7620 水资源管理							
	现有工程排污许可证或排污登记表编号（改、扩建项目）				现有工程排污许可管理类别（改、扩建项目）				项目申报类别		新申报项目					
	规划环评开展情况		无				规划环评文件名		《清水河流域综合规划环境影响报告书》							
	规划环评审查机关						规划环评审查意见文号		《关于清水河流域综合规划环境影响报告书审查意见的函》（陕环环评函〔2023〕137号）							
建设地点中心坐标（非线性工程）		经度	107.266122		纬度	33.292030		占地面积（平方米）	6230946.67		环评文件类别	环境影响报告书				
建设地点坐标（线性工程）		起点经度			起点纬度			终点经度			终点纬度			工程长度（千米）		
总投资（万元）		392729.27				环保投资（万元）		63187.43		所占比（%）		16.09%				
建 设 单 位	单位名称		汉中焦岩水库建设开发有限公司		法定代表人	徐振峰		环评编制单位	单位名称		中国电建集团西北勘测设计研究院有限公司		统一社会信用代码		91610000623755629P	
					主要负责人	徐振峰			编制主持人		姓名	宋超山		联系电话	18066967579	
											信用编号	BH017356				
											职业资格证书管理号	2014035610350000003511610287				
	统一社会信用代码（组织机构代码）		91610722MA7CEMTG2U		联系电话		18992693000		通讯地址		陕西省西安市长安区城南大道18号					
通讯地址		陕西省汉中市汉台区前进西路智诚茗居2楼														
污 染 物 排 放 量	污染物		现有工程（已建+在建）		本工程（拟建或调整变更）		总体工程（已建+在建+拟建或调整变更）								区域削减来源（国家、省级审批项目）	
			①排放量（吨/年）	②许可排放量（吨/年）	③预测排放量（吨/年）	④“以新带老”削减量（吨/年）	⑤区域平衡替代本工程削减量（吨/年）	⑥预测排放总量（吨/年）	⑦排放增减量（吨/年）							
	废 水	废水量（万吨/年）									0.000	0.000				
		COD									0.000	0.000				
		氨氮									0.000	0.000				
		总磷									0.000	0.000				
		总氮									0.000	0.000				
		铅									0.000	0.000				
		汞									0.000	0.000				
		镉									0.000	0.000				
		铬									0.000	0.000				
		类金属砷									0.000	0.000				
	其他特征污染物									0.000	0.000					
	废 气	废气量（万标立方米/年）									0.000	0.000				
		二氧化硫									0.000	0.000				
		氮氧化物									0.000	0.000				
		颗粒物									0.000	0.000				
		挥发性有机物									0.000	0.000				
		铅									0.000	0.000				

[illegible]

	总排口 （直接排放）	序号 （编号）	排放口名称	污染防治设施工艺		污染防治设施处理水量（吨/小时）	受纳水体		污染物排放				
							名称	功能类别	污染物种类	排放浓度 （毫克/升）	排放量（吨/年）	排放标准名称	
			/	/		/	/	/	/	/	/	/	
固体废物信息	废物类型	序号	名称	产生环节及装置		危险废物特性	危险废物代码	产生量 （吨/年）	贮存设施名称	贮存能力(吨/年)	自行利用 工艺	自行处置 工艺	是否外委处 置
	一般工业固体废弃物			/		/	/	/	/	/	/	/	
				/		/	/	/	/	/	/	/	
				/		/	/	/	/	/	/	/	
				/		/	/	/	/	/	/	/	
	危险废物												