



| | |
|------|----|
| 密 级 | —— |
| 版 次 | A |
| 本册编号 | |

黄泥湖矿点（含大鞞围矿点）

退役治理工程

环境影响报告书

江西省核工业地质局二六四大队

二〇一九年十二月



| | |
|------|---|
| 密级 | — |
| 版次 | A |
| 本册编号 | |

黄泥湖矿点（含大峯围矿点）

退役治理工程

环境影响报告书

江西省核工业地质局二六四大队



黄泥湖矿点（含大峯围矿点）

退役治理工程 环境影响报告书

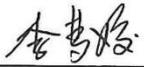
江西省核工业地质局二六四大队

法人代表：王启洪

通讯地址：江西省赣州市青年路 44 号

邮政编码：341000

编制单位和编制人员情况表

| | | | |
|------------------|--|--|---|
| 项目编号 | g05005 | | |
| 建设项目名称 | 黄泥湖矿点 (含大峯围矿点) 退役治理工程 | | |
| 建设项目类别 | 50_189铀矿地质勘探、退役治理 | | |
| 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) | 江西省核工业地质局二六四大队 | | |
| 统一社会信用代码 | 123600004910122161 | | |
| 法定代表人 (签章) | 王启滨 |  | |
| 主要负责人 (签字) | 王启滨 |  | |
| 直接负责的主管人员 (签字) | 蔡松 |  | |
| 二、编制单位情况 | | | |
| 单位名称 (盖章) | 中核第四研究设计工程有限公司 | | |
| 统一社会信用代码 | 911301001043361316 | | |
| 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 |
| 谢占军 | 2016035130350000003510130352 | BH018156 |  |
| 2. 主要编制人员 | | | |
| 姓名 | 主要编写内容 | 信用编号 | 签字 |
| 李梦姣 | 9.退役治理后的辐射环境影响评价 | BH018175 |  |
| 路晓卫 | 3.退役设施概述、4.环境质量现状、5.退役治理工程源项调查、6.退役治理方案、10.事故环境影响分析、11.退役治理的监测计划、12.退役治理后的长期监护计划 | BH018158 |  |
| 田玉斌 | 2.区域环境概况、7.退役治理前辐射环境影响评价、8.退役治理施工过程中的环境影响 | BH018157 |  |

| | | | |
|-----|---------------|----------|-----|
| 詹乐音 | 1.总论、13.结论与建议 | BH018350 | 詹乐音 |
|-----|---------------|----------|-----|

目 录

| | | |
|----------|-------------------------|-----------|
| 1 | 总 论 | 1 |
| 1.1 | 项目基本情况..... | 1 |
| 1.2 | 退役原因和目的..... | 2 |
| 1.3 | 退役治理范围和深度..... | 3 |
| 1.4 | 编制依据..... | 4 |
| 1.5 | 评价范围和子区划分..... | 6 |
| 1.6 | 评价因子..... | 8 |
| 1.7 | 评价控制指标及管理限值..... | 9 |
| 1.8 | 环境敏感点及保护目标..... | 13 |
| 2 | 区域环境概况 | 15 |
| 2.1 | 地理位置..... | 15 |
| 2.2 | 地形地貌..... | 15 |
| 2.3 | 地质概况..... | 16 |
| 2.4 | 气候与气象..... | 17 |
| 2.5 | 水文概况..... | 20 |
| 2.6 | 土地和水体利用情况..... | 24 |
| 2.7 | 生态和资源开放利用..... | 24 |
| 2.8 | 自然灾害..... | 25 |
| 2.9 | 人口分布..... | 25 |
| 3 | 退役设施概述 | 29 |
| 3.1 | 退役设施概况..... | 29 |
| 3.2 | 生产期间工艺及“三废”排放..... | 31 |
| 4 | 环境质量现状 | 34 |
| 4.1 | 辐射环境本底调查..... | 34 |
| 4.2 | 辐射环境质量现状调查与评价..... | 36 |
| 5 | 退役治理工程源项调查 | 50 |

| | | |
|-----------|----------------------------|------------|
| 5.1 | 源项调查范围及则..... | 50 |
| 5.2 | 源项调查监测方案..... | 50 |
| 5.3 | 测量方法及仪器..... | 52 |
| 5.4 | 监测质量保证..... | 53 |
| 5.5 | 源项调查结果及治理项目..... | 54 |
| 6 | 退役治理方案..... | 78 |
| 6.1 | 退役治理目标和深度..... | 78 |
| 6.2 | 制定治理方案的原则..... | 79 |
| 6.3 | 治理方案..... | 85 |
| 6.4 | 退役终态..... | 112 |
| 6.5 | 退役废物管理..... | 113 |
| 6.6 | 退役治理环境保护措施及其可行性论证..... | 120 |
| 7 | 退役治理前辐射环境影响评价..... | 125 |
| 7.1 | 退役治理前源项..... | 125 |
| 7.2 | 基本参数设置..... | 126 |
| 7.3 | 退役治理前辐射环境影响剂量估算与评价..... | 128 |
| 8 | 退役治理施工过程中的环境影响..... | 135 |
| 8.1 | 施工过程中的辐射环境影响分析..... | 135 |
| 8.2 | 施工过程中非放射性环境影响分析..... | 136 |
| 8.3 | 施工过程中的环境保护防护措施..... | 141 |
| 9 | 退役治理后的辐射环境影响评价..... | 143 |
| 9.1 | 退役治理后源项..... | 143 |
| 9.2 | 退役治理后辐射环境影响剂量估算与分析..... | 143 |
| 9.3 | 退役治理效果分析..... | 157 |
| 10 | 事故环境影响分析..... | 159 |
| 10.1 | 可能造成辐射环境影响的事故景象..... | 159 |
| 10.2 | 最大可信事故确定..... | 159 |
| 10.3 | 尾渣库溃坝事故后果预测..... | 162 |
| 10.4 | 事故防范及应急措施..... | 165 |

| | | |
|-----------|--------------------------|------------|
| 10.5 | 小结..... | 168 |
| 11 | 退役治理的监测计划..... | 169 |
| 11.1 | 退役治理实施过程中的监测..... | 169 |
| 11.2 | 退役终态监测..... | 172 |
| 12 | 退役治理后的长期监护计划..... | 174 |
| 12.1 | 长期监护的目的..... | 174 |
| 12.2 | 长期监护要求..... | 174 |
| 13 | 结论与建议..... | 178 |
| 13.1 | 结论..... | 178 |
| 13.2 | 建议..... | 183 |

附件

附件 1：环评委托书；

附件 2：赣州市生态环境局《关于黄泥湖矿点（含大鞞围矿点）退役治理工程环境影响评价执行标准的复函》，2019.7.15；

附件 3：江西省核工业地质局测试研究中心《黄泥湖矿点（含大鞞围矿点）退役治理工程项目监测报告》（环监字 2018-291 号）；

附件 4：江西省核工业地质局测试研究中心《黄泥湖矿点（含大鞞围矿点）退役治理工程项目监测报告》（环监字 2019-291 号）；

附件 5：江西省核工业地质局测试研究中心《黄泥湖矿点（含大鞞围矿点）退役治理工程项目（补充监测）监测报告》（环监字 2019-345 号）；

附件 6：寻乌县白面石村民居委会《关于黄泥湖矿点（含大鞞围矿点）退役治理工程废物运输途径村庄村民意愿走访说明》2019.7.12。

附图

附图 1：黄泥湖矿点（含大鞞围矿点）退役治理设施总体分布图

附图 2：黄泥湖矿点退役治理设施平面图

附件 3：大鞞围矿点退役治理设施平面图

前 言

江西省核工业地质局二六四大队（以下简称二六四大队），始建于 1956 年 3 月，其前身为新疆五一九队第九分队，2000 年属地化后隶属于江西省核工业地质局，现为国有事业单位。二六四大队成立六十多年来，先后转战新疆、浙江和江西等多地，向国家提交了 6 个大型矿床和 14 个中小型矿床，为核工业的发展做出了积极贡献。

黄泥湖矿点（含大鞞围矿点）地质勘探工作始于上世纪六十年代初期，终于八十年代初期。根据核工业地质总局和华东地勘局下发的《关于申报小铀矿点生产“111”铀产品的通知》，二六四大队分别于 1996 年和 1998 年组建队伍进驻黄泥湖矿点及大鞞围矿点，开展铀矿采冶工作、并按年度计划生产“111”产品。2010 年根据《关于印发集团公司铀矿采冶秩序专项治理检查工作方案的通知》的要求，停止了上述两矿点的采冶工作。但由于黄泥湖矿点堆浸尾渣铀品位仍较高，后经主管部门批准，允许在三年内完成堆浸尾渣的二次水冶工作。2013 年“水冶尾渣回收”工作全面结束，上述矿点进入全面的关停状态。

目前，黄泥湖矿点（含大鞞围矿点）遗留地表有坑（井）口、露天采场、废石（渣）堆、尾渣堆、工业场地、建（构）筑物、污染设备等各类污染设施，通过各种途径和方式向环境释放废气、流出水，对周围环境构成了潜在的危害。

根据《中华人民共和国环境保护法》、《中华人民共和国放射性污染防治法》等法规，为保障当地环境安全和公众健康，应对已关停的黄泥湖矿点（含大鞞围矿点）遗留的铀矿地质勘探、采冶设施进行全面退役治理。因此，黄泥湖矿点（含大鞞围矿点）退役治理工程被列入《中国核工业地质局军工铀矿地质勘探设施“十三五”退役整治工程专项规划》；在此基础上二六四大队委托中核第四研究设计工程有限公司编制了《黄泥湖矿点（含大鞞围矿点）退役治理工程项目建议书》。2019 年 5 月 31 日，国防科工局以《关于西北低中放固体废物处置场一期二阶段建设等 2 个核退役及放射性废物治理项目立项的批复》（科工二司〔2019〕642 号）同意本项目立项；2019 年 10 月 28 日，

国防科工局下发《国防科工局关于黄泥湖矿点（含大鞞围矿点）退役治理工程可行性研究报告的批复》（科工二司〔2019〕1248号）批复了本项目可行性研究报告。

根据《中华人民共和国环境影响评价法》、《建设项目环境保护管理条例》等法律法规的要求，二六四大队委托中核第四研究设计工程有限公司承担该项目的环境影响评价工作。接受委托后，评价小组分别于2016年10月和2019年7月分两次赴现场进行踏勘，同时收集相关的工程和环境资料，开展环境监测，并于2019年12月完成了报告书的编制工作，现提交生态环境部审查。

本环评报告书中的环境质量现状监测工作由江西省核工业地质局测试中心完成，二六四大队负责提供环评工作所需的基础资料以及开展公众参与并单独成本上报。

1 总 论

1.1 项目基本情况

项目名称：黄泥湖矿点（含大鞞围矿点）退役治理工程。

项目性质：军工铀矿地质勘查、采冶造成的放射性污染和破坏区域的环境整治。

承担单位：江西省核工业地质局二六四大队。

建设地点：江西省赣州市寻乌县桂竹帽镇境内。

项目投资：6240 万元。

建设周期：48 个月。

退役治理内容：黄泥湖矿点和大鞞围矿点全部设施及污染的周围环境，主要治理源项类型包括坑（井）口、露天采场废墟、废石（渣）堆、工业场地、尾渣堆、污染设备管线、尾渣库和污染道路等。拟进行退役治理的内容见表 1.1-1。

总目标：治理后的设施场地达到国家环境保护有关标准要求，治理范围内的生态环境基本恢复，治理范围内公众健康得到保护。

表 1.1-1 拟退役治理项目一览表

| 序号 | 源项类型 | 黄泥湖矿点 | 大鞞围矿点 | 合计 |
|----|-----------|-------|-------|-------|
| 1 | 坑（井）口（个） | 14 | 13 | 27 |
| 2 | 露天采场废墟（个） | 1 | — | 1 |
| 3 | 废石（渣）堆（个） | 7 | 4 | 11 |
| 4 | 尾渣堆（个） | 1 | — | 1 |
| 5 | 工业场地（个） | 1 | 1 | 2 |
| 6 | 污染道路（m） | — | 190 | 190 |
| 7 | 污染设备（台/件） | 40 | 5 | 45 |
| | 污染管线（m） | 11000 | 5700 | 16700 |
| 8 | 建（构）筑物（座） | 35 | 24 | 59 |
| 9 | 尾渣库（座） | 1 | — | 1 |

注：本项目尾渣库拟作为黄泥湖矿点铀矿勘探、采冶废物的最终受纳场所，在黄泥湖矿点 KD-X1 废石堆原址上形成。

1.2 退役原因和目的

1.2.1 退役原因

本项目退役治理的黄泥湖矿点（含大鞏围矿点）生产时期属于小矿点采冶规模与试验验证性质，停闭后的退役治理阶段，属于指令性终产关停、永久终止性善后治理、废物处置和环境整治工程。

上述两矿点关停后，在所属区域遗留了一定数量的勘探、采冶设施及污染源项，其中坑（井）口有 ^{222}Rn 气逸出，存在误入或坠入的安全隐患；废石（渣）堆、尾渣堆等 ^{222}Rn 析出率超出管理限值，不断向外释放 ^{222}Rn 及其子体，对当地环境构成了潜在的危害；被污染的建（构）筑物、设备管线等在无人看管后，可能会被当地居民使用，可能导致当地居民直接或间接受到辐射危害。因此，亟需对其进行全面、有效的环境治理，以保护环境清洁和公众健康与安全。

1.2.2 退役治理目的

本项目退役治理最终目的是防止各类有害物流失，极大的减少各类流出物排放，还当地一个优良的生态环境，改善环境质量，保护公众健康、杜绝安全隐患，维护社会稳定和人心安定。具体如下：

- 1) 防止坑（井）口氡气外逸和废水外流所带来的危害，保护当地居民生产、生活安全，防止人、畜坠入井口、误入坑道而造成意外伤害。
- 2) 保持废石（渣）堆、尾渣库、露天采场的长期稳定，防止由于自然力或其他原因引起垮塌流失，造成环境污染事故，同时改善当地的自然生态环境。
- 3) 使采冶遗留污染设备处于可控状态，防止流失而造成环境污染。
- 4) 合理降低公众的辐射剂量，使退役治理各项指标满足国家和行业的相应标准；治理后的环境质量与公众安全，应满足国家和行业的各项规定、标准和规范。
- 5) 防止水土流失，使治理范围内的生态环境得以基本恢复。

1.3 退役治理范围和深度

1.3.1 退役治理范围

本项目退役治理范围为黄泥湖矿点和大鞏围矿点全部设施及污染的周围环境，主要治理源项类型包括坑（井）口、露天采场、废石（渣）堆、尾渣堆、工业场地、污染设备管线、建（构）筑物、污染道路和尾渣库等。

1.3.2 退役治理深度

本退役治理工程总体目标为对黄泥湖矿点（含大鞏围矿点）进行退役治理，治理后的设施场地达到国家环境保护有关标准要求，治理范围内的生态环境基本恢复。

本项目通过退役治理，可达到防止各类有害物流失，减少各类流出物，恢复治理范围内的生态环境，保护公众健康。对退役治理后达到有限制开放使用的场所或设施，不得盗掘废石（渣）、不得随意变动、削弱或破坏有关的退役整治设施，如覆盖层、拦渣坝、挡土墙或封堵墙、溢洪道、截排水沟、边坡防护等损毁活动，不得用于与食物链有关的活动，不得长时间居留（如建房居住等），并按照国家有关规定及要求要求进行长期监护。

各退役源项所能达到的治理深度见表 1.3-1。

表 1.3-1 各退役源项所能达到的治理深度一览表

| 矿点 | 源项 | 退役治理主要方法及目标 | 退役治理深度 |
|-------|----------------------|--|------------------------------|
| 黄泥湖矿点 | 有水坑口（1个） | 有效封堵，杜绝 ^{222}Rn 气的逸出，控制废水外流；严禁随意打开。 | 有效封堵，防止氡气外逸，控制废水外流，保护公众健康与安全 |
| | 无水坑口（7个） | 有效封堵，杜绝井下 ^{222}Rn 气的逸出；严禁随意打开。 | |
| | 浅（竖）井（6个） | | |
| | 露天采场废墟（LTCC-1） | 原地覆盖治理，植被、稳定化治理。 | 有限制开放使用 |
| | 5处废石堆（不包含KD-X1、KD-6） | 全部清挖治理，污染物全部运至尾渣库集中处置。 | 无限制开放使用 |
| | KD-6废石堆 | 全部清挖治理，污染物全部运至尾渣库集中处置，治理后原址 ^{226}Ra 含量达到管理限值内。但该区域位于黄泥湖矿点岩石移动圈内，存在安全风险，原址拟作为生态林地，予以避让。 | 有限制开放使用 |
| | 尾渣堆（WZ-1） | | 有限制开放使用 |
| 工业场地 | 有限制开放使用 | | |

| 矿点 | 源项 | 退役治理主要方法及目标 | 退役治理深度 |
|-------|-------------------------|---|------------------------------|
| | 污染设备(40 台/件) | 金属材质的送至国家核安全局认可的废旧金属处理中心进行熔炼处理、非金属材质的运至尾渣库填埋处置。 | 处于可控状态 |
| | 管线(11000m) | | |
| | 35 座建（构）筑物 | 拆除后就地集中运至尾渣库处置。 | 原址无限制开放 |
| | 尾渣库（含 KD-X1 废石堆） | 作为黄泥湖矿点的容纳污染物的集中场所，回填压实后覆土、植被、稳定化。 | 有限制开放使用 |
| 大峯围矿点 | 有水坑口（1 个） | 有效封堵，杜绝 ^{222}Rn 气的逸出，控制废水外流；严禁随意打开。 | 有效封堵，防止氡气外逸，控制废水外流，保护公众健康与安全 |
| | 无水坑口（3 个） | 有效封堵，杜绝 ^{222}Rn 气的逸出；严禁随意打开。 | |
| | 浅（竖）井（9 个） | | |
| | 废石堆（KD-2、3 和 KD-X1 废石堆） | 作为大峯围矿点的容纳污染物的集中场所，回填压实后覆土、植被、稳定化。 | 有限制开放使用 |
| | KD-1 废石堆 | 全部清挖治理，污染物全部运至大峯围 KD-2、3 废石堆集中处置。 | 无限制开放使用 |
| | 废渣堆（WZ-2） | 原地覆盖治理，植被、稳定化治理。 | 有限制开放使用 |
| | 工业场地 | 全部清挖治理，污染物全部运至大峯围 KD-2、3 废石堆集中处置。 | 无限制开放使用 |
| | 大峯围污染道路 | | |
| | 污染设备(5 台/件) | 金属材质的送至国家核安全局认可的废旧金属处理中心进行熔炼处理、非金属材质的运至 KD-2、3 废石堆填埋处置。 | 处于可控状态 |
| | 管线(5700m) | | |
| | 24 座建（构）筑物 | 拆除后就地运至大峯围 KD-2、3 废石堆处置。 | 原址无限制开放 |

1.4 编制依据

1.4.1 法规法规

- 1) 《中华人民共和国环境保护法》2015 年 1 月 1 日；
- 2) 《中华人民共和国放射性污染防治法》2003 年 10 月 1 日；
- 3) 《中华人民共和国环境影响评价法》2018 年 12 月 28 日；
- 4) 《建设项目环境影响评价分类管理名录》2018 年 4 月 28 日；
- 5) 《建设项目环境保护管理条例》2017 年 10 月 1 日；

1.4.2 标准规范

- 1) 《环境影响评价技术导则 总纲》(HJ 2.1-2016);
- 2) 《环境影响评价技术导则 大气环境》(HJ 2.2-2018);
- 3) 《环境影响评价技术导则 地下水环境》(HJ 610-2016);
- 4) 《环境影响评价技术导则 地表水环境》(HJ 2.3-2018);
- 5) 《环境影响评价技术导则 声环境》(HJ 2.4-2009);
- 6) 《环境影响评价技术导则 生态影响》(HJ 19-2011);
- 7) 《环境影响评价技术导则 铀矿冶退役》(HJ 1015.2-2019);
- 8) 《电离辐射防护与辐射源安全基本标准》(GB18871-2002);
- 9) 《铀矿冶辐射防护和环境保护规定》(GB23727-2009);
- 10) 《铀矿冶设施退役环境管理技术规定》(GB14586-1993);
- 11) 《铀矿冶辐射防护规定》(EJ993-2008);
- 12) 《铀矿冶辐射环境监测规定》(GB23726-2009);
- 13) 《铀矿地质辐射环境影响评价要求》(EJ/T977-1995);
- 14) 《食品中放射性物质限制浓度标准》(GB14882-94)。

1.4.3 相关文件

- 1) 《黄泥湖矿点（含大鞞围矿点）退役治理工程可行性研究报告（C版）》（中核第四研究设计工程有限公司，2019年8月）；
- 2) 《国防科工局关于XXXX等2个核设施退役及放射性废物治理项目立项的批复》（科工二司〔2019〕XXXX号）；
- 3) 《国防科工局关于XXXX可行性研究报告的批复》（科工二司〔2019〕XXXX号）；
- 4) 《黄泥湖矿点（含大鞞围矿点）退役治理工程环境质量现状监测报告》（江西省核工业地质局测试研究中心，2019年10月）；
- 5) 赣州市生态环境局《关于黄泥湖矿点（含大鞞围矿点）退役治理工程环境影响评价执行标准的复函》，2019年7月；
- 6) 江西省核工业地质局二六四大队提供的其它相关资料；
- 7) 环境影响评价委托书。

1.5 评价范围和子区划分

1.5.1 辐射环境

根据《环境影响评价技术导则 铀矿冶退役》（HJ1015.2-2019），并考虑本次退役治理工程的实际情况，本次评价以对居民影响最大的气载流出物（大峯围废渣堆 WZ-2）为评价中心，半径 20km 的区域范围。为进行剂量估算，将评价范围分别以 1、2、3、5、10、20km 为半径画 6 个同心圆，与圆心角为 22.5° 的 16 个方位相交划分扇形区域，共 96 个评价子区。各评价子区的人口数按年龄划分为四个组：婴儿组≤1 岁，幼儿组 1~7 岁，少年组 7~17 岁，成人组>17 岁。20km 评价范围和评价中心 3km 范围子区划分分别见图 1.5-1 和 1.5-2。

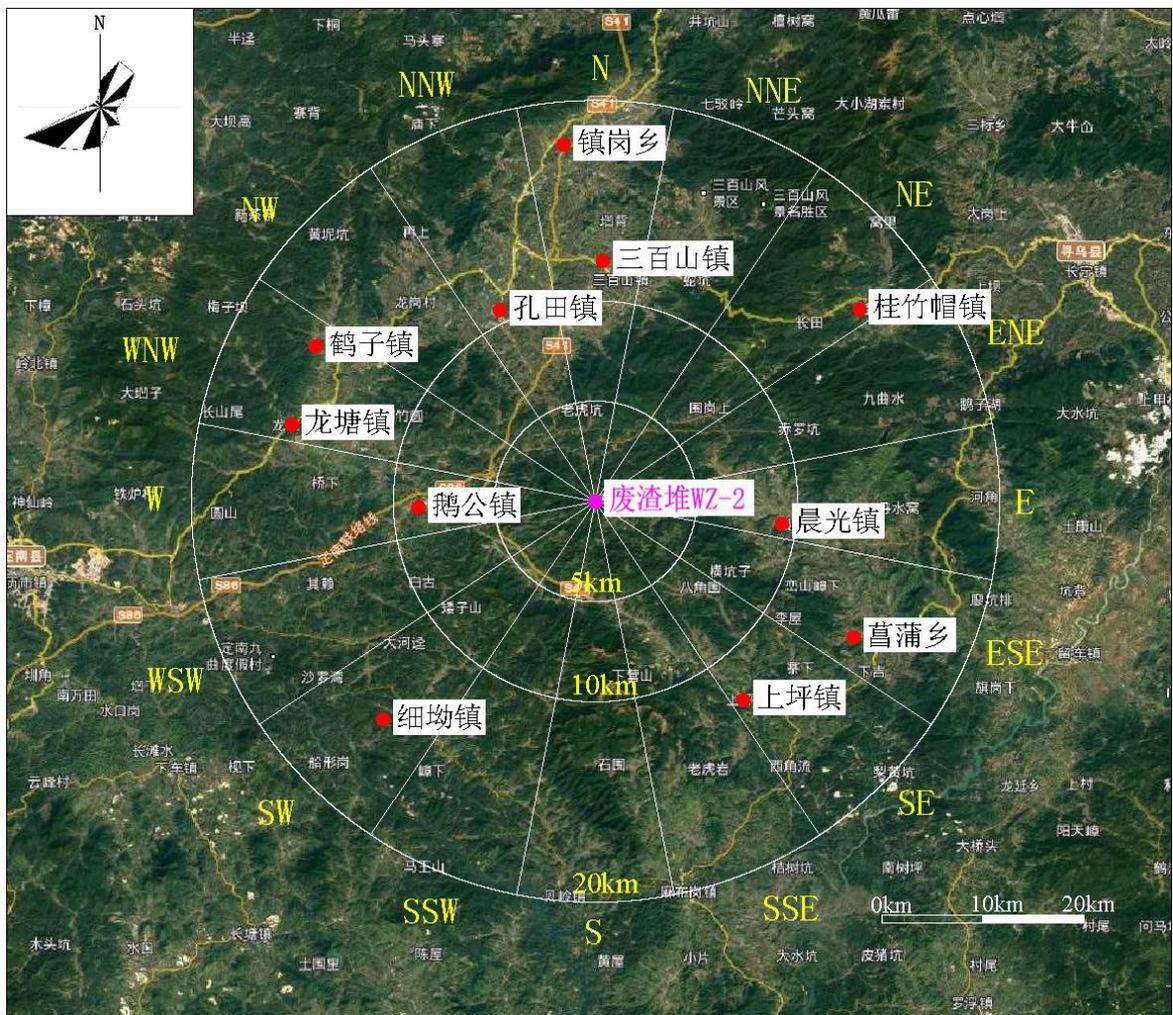


图 1.5-1 20km 评价范围范围内子区分布图

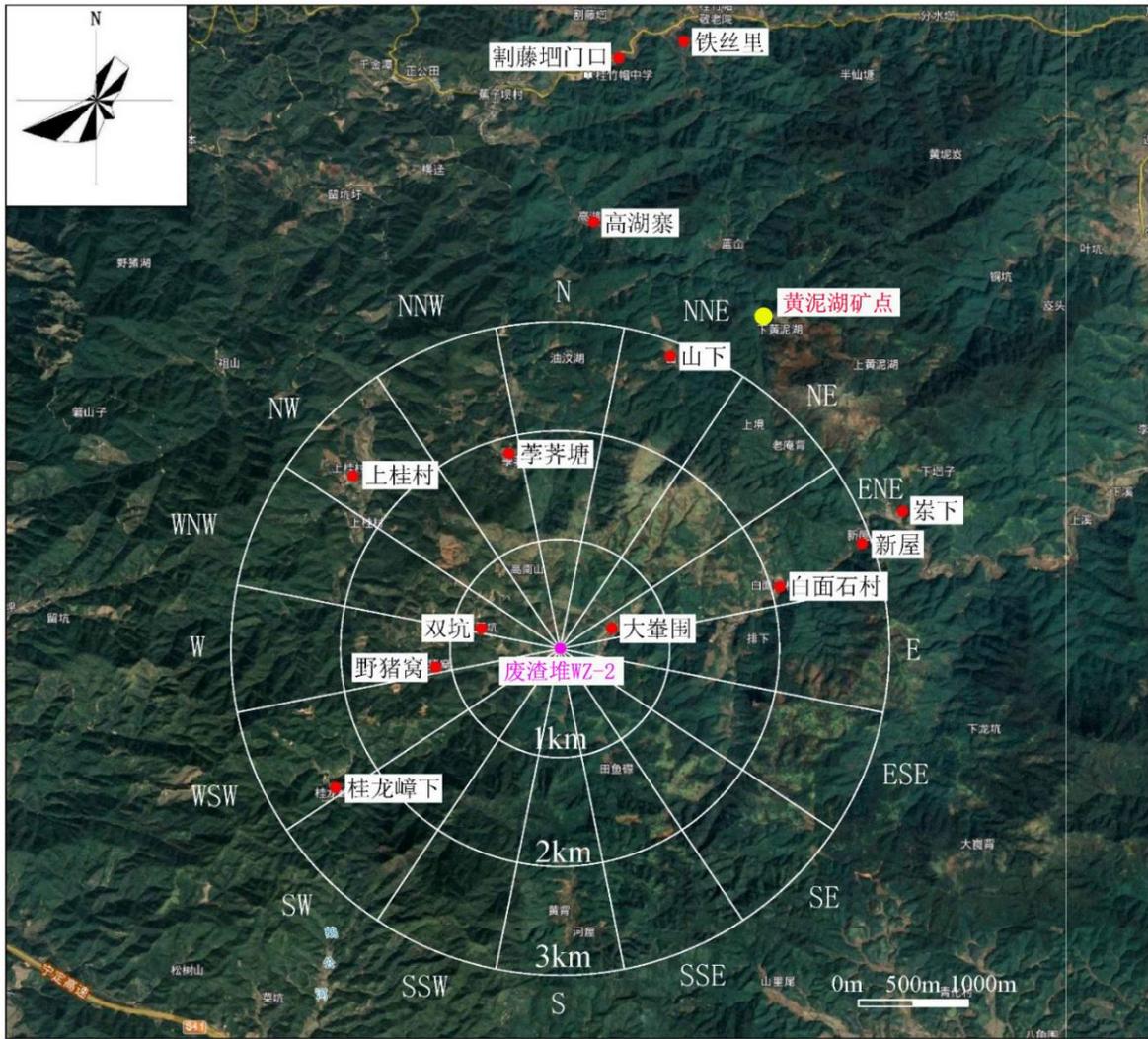


图 1.5-2 评价中心 3km 范围内子区分布图

1.5.2 非放射性环境

1) 非放射性大气环境影响评价等级与评价范围

本项目非放大气污染物主要为施工过程中挖掘、堆存及回填运输产生的扬尘，采取定期洒水、对场内及运输物料进行遮盖、避开大风作业等措施后，类比其它施工场地扬尘监测数据，施工场地下风向 150m 处扬尘量较小。因此，本项目仅对非放射性大气环境影响进行分析，不再划定评价范围。

2) 地表水环境影响评价等级与评价范围

本项目退役治理前、后废水主要为黄泥湖矿点 KD-X1 坑口流出水和大峯围矿点 KD-X1 坑口流出水。水中核素浓度很低，接纳水体稀释倍数较大，因此本项目对地表水影响较小，本次评价仅进行地表水环境影响分析，且不再划定评价范围。

3) 地下水环境影响评价等级与范围

根据《环境影响评价技术导则 地下水环境》（HJ 610-2016）中附录 A 地下水环境影响评价行业分类表，参照有色金属分类，该项目建设尾渣库类似于尾矿库，属于 I 类项目；根据 HJ 610-2016 中表 1 地下水环境敏感程度分级，本项目当地居民以地表水为供水水源，地下水不作为当地供水水源。本项目不涉及地下水的敏感区或较敏感区（选址不涉及集中式饮用水水源保护区及以外的补给径流区，不涉及分散式饮用水水源保护区及特殊地下水资源保护区等），根据评价工作等级分级表，地下水评价确定为二级评价等级。

评价范围为退役治理设施周围浅层地下水。

4) 声环境影响评价等级与范围

本项目所处区域为声环境 3 类功能区，根据《环境影响评价技术导则 声环境》（HJ2.4-2009）原则确定本项目声环境影响评价工作等级为三级，确定声环境影响评价范围为厂界外 200m。

1.6 评价因子

1.6.1 环境影响因素识别

为明确本项目可能对自然环境、生态环境、社会环境和公众健康产生的影响，根据项目工程特点、规模和污染物排放规律，结合评价区域的环境特征，进行项目对环境的影响识别，结果见表 1.6-1。

表 1.6-1 本项目环境影响要素识别

| 阶段 | 影响 | 自然环境 | | | | | 社会环境 | | | | | | |
|-------|---------|------|-----|-----|-----|------|------|------|------|----|----|------|------|
| | | 大气环境 | 地表水 | 地下水 | 声环境 | 辐射环境 | 生态环境 | 农业发展 | 工业发展 | 交通 | 就业 | 公众健康 | 社会经济 |
| 退役治理前 | 废气排放 | -2 | | | | -2 | | | | | | -2 | |
| | 废水排放 | | | | | -1 | | | | | | | |
| | 固体废物处置 | | | | | -2 | -2 | | | | | -2 | |
| 退役治理中 | 场地挖掘 | -2 | | | -1 | -2 | -2 | | | | | -2 | +1 |
| | 物料运输 | -2 | | | -1 | | | | | | | | +1 |
| | 场地覆土/回填 | -2 | | | | -1 | | | | | | -2 | +1 |
| 退役治理后 | 废气排放 | -1 | | | | -1 | | | | | | -1 | |
| | 废水排放 | | | | | -1 | | | | | | | |
| | 固体废物处置 | | | | | -1 | +1 | | | | | -1 | |

注：表中+为正效应，-为负效应；1 为一般（轻微、不显著的）影响，2 为中等影响，3 为较（重）大影响。

从上表可以看出，本项目的实施对周边环境的影响要素，退役治理前主要是废气和固废对辐射环境及生态环境的影响；退役治理过程中主要是场地挖掘、物料运输、机械噪声等活动对大气环境、声环境、辐射环境及生态环境的影响；退役治理后主要是生产过程中的废气和固废对大气环境、辐射环境及生态环境的影响；另，项目的实施将对该地区的自然环境及社会经济产生积极影响。

1.6.2 评价因子筛选

根据本项目退役治理前、退役治理中及退役治理后的特点及污染物排放特点，确定本项目评价因子如下表 1.6-2 所示。

表 1.6-2 本项目评价因子一览表

| 时期 | 评价内容 | | 评价因子 |
|-------|-------|---------|--|
| 退役治理前 | 大气污染源 | | ^{222}Rn 及其子体 |
| | 废水污染源 | | U、 ^{226}Ra 、 ^{230}Th 、 ^{210}Po 、 ^{210}Pb |
| 退役治理中 | 大气污染源 | 放射性污染物 | ^{222}Rn 及其子体 |
| | | 非放射性污染物 | TSP |
| | 废水污染源 | 放射性污染物 | U _{天然} 、 ^{226}Ra |
| | | 非放射性污染物 | 设备冲洗废水中 SS；生活污水中的 COD、BOD、氨氮 |
| | 固废污染源 | 放射性污染物 | 清挖迁移废石、尾渣等及其污染土；建筑垃圾；设备管线等 |
| | | 非放射性污染物 | 生活垃圾 |
| 噪声污染源 | | Leq (A) | |
| 退役治理后 | 大气污染源 | | ^{222}Rn 及其子体 |
| | 废水污染源 | | U、 ^{226}Ra 、 ^{230}Th 、 ^{210}Po 、 ^{210}Pb |

1.7 评价控制指标及管理限值

1.7.1 剂量约束值

1) 正常工况下公众剂量约束值

根据《铀矿冶辐射防护和环境保护规定》(GB23727-2009)，退役治理后最终状态下的年公众照射的剂量约束值不超过 0.3mSv/a，本项目在此基础上进一步优化，确定退役治理后最终状态下的年公众照射的剂量约束值为 0.2mSv/a。另外，参考生产时期的矿井所致公众的年有效剂量，在施工过程中

采用 0.3mSv/a 公众照射的剂量约束值。

2) 事故工况下公众剂量约束值

事故工况下，公众成员最大个人剂量不超过 1mSv/次。

1.7.2 废水放射性排放浓度限值

根据《铀矿冶辐射防护和环境保护规定》（GB23727-2009），退役治理后坑口流出水执行有稀释能力受纳水体的排放要求，具体浓度限值见表 1.7-1。

表 1.7-1 废水中放射性核素排放浓度限值

| 标准 | 水环境状况 | 放射性物质 或核素 | 单位 | 废水排放口 处限值 | 第一取水点 处限值 |
|--------------|----------------|-------------------|------|--------------|--------------|
| GB23727-2009 | 有稀释能力 的受纳水体 | $U_{\text{天然}}$ | mg/L | 0.3 | 0.05 |
| | | ^{226}Ra | Bq/L | 1.1 | 1.1 |
| | | ^{230}Th | Bq/L | 1.85 | 1 |
| | | ^{210}Pb | Bq/L | 0.5 | 0.1 |
| | | ^{210}Po | Bq/L | 0.5 | 0.1 |

注：本项目黄泥湖矿点的受纳水体为黄泥湖小溪，溪水最小流量为 0.08m³/s；大鞞围矿点的受纳水体为群裕河，河水最小流量为 0.36m³/s，满足废水排放量 5 倍稀释能力的条件。

1.7.3 退役管理目标值

1) 地表 ^{222}Rn 析出率的管理限值

根据《铀矿冶辐射防护和环境保护规定》（GB23727-2009）的规定，废石（渣）堆、尾渣库、露天采场等设施，经退役治理与环境整治后，所有场地表面氡析出率应不大于 0.74Bq/（m²·s）。

2) 土壤中 ^{226}Ra 残留量的管理限值

根据《铀矿冶辐射防护和环境保护规定》（GB23727-2009）的规定，土地去污整治后，对 ^{226}Ra 的最高比活度要求为任何平均 100m² 范围内，土层中平均值不高于 0.18Bq/g；对于移走尾矿（渣、废石）后的土地，可按 0.56Bq/g 控制。

3) 放射性表面污染控制水平

根据《铀矿冶设施退役环境管理技术规定》（GB14586-1993），污染建（构）筑物等经去污处理后，其非固定 α 、 β 放射性表面污染度 $\leq 0.08\text{Bq}/\text{cm}^2$ 时，经防护部门监测许可后，可在一般工业中使用（食品工业除外）。

本项目无利用价值的金属设备、管线等经去污处理后，其 α 表面污染水平

和 β 表面污染水平，需达到国家核安全局认可的废旧金属处理中心的接收限值。

设备、管线在运输过程中，参照《铀矿冶辐射防护和环境保护规定》（GB23727-2009），其包装容器和运输车辆外 α 表面污染水平 $\leq 4\text{Bq}/\text{cm}^2$ 、 β 表面污染水平 $\leq 40\text{Bq}/\text{cm}^2$ 。

4) γ 辐射剂量率控制值

参照《铀矿地质辐射环境影响评价要求》（EJ/T977-1995）要求，铀矿地质设施退役场所 γ 吸收剂量率不超过 $17.4 \times 10^{-8}\text{Gy}/\text{h}$ （扣除本底后）。因此本次退役治理工程，对于达到无限制开放使用深度的场址，其治理后的 γ 辐射剂量率水平按照接近当地本底值进行控制；对于达到有限制开放使用深度的场址或设施，其治理后的 γ 辐射剂量率按照“本底值”+ $17.4 \times 10^{-8}\text{Gy}/\text{h}$ 进行控制，本项目本底值见§4.1 章节。

1.7.4 非放射性环境质量和排放标准

根据赣州市生态环境局《关于黄泥湖矿点（含大鞞围矿点）退役治理工程环境影响评价执行标准的复函》的相关要求（见附件2），本项目环境影响评价非放执行标准如下：

1) 环境质量标准：

- （1）环境空气执行《环境空气质量标准》（GB3095-2012）二级标准；
- （2）地表水环境执行《地表水环境质量标准》（GB3838-2002）中Ⅲ类标准；
- （3）地下水环境执行《地下水质量标准》（GB/T14848-2017）中Ⅲ类标准；
- （4）声环境执行《声环境质量标准》（GB3096-2008）中3类标准；
- （5）土壤环境质量执行《土壤环境质量 农用地土壤污染风险管控标准（试行）》（GB15618-2018）中表1标准。

2) 污染物排放标准

- （1）废气排放执行《大气污染物综合排放标准》（GB16297-1996）中二级标准；
- （2）废水排放执行《污水综合排放标准》（GB8979-1996）表1和表4中一级标准；

(3) 厂界噪声执行《工业企业厂界环境噪声排放标准》(GB12348-2008) 中 3 类标准；施工期场界噪声执行《建筑施工场界环境噪声排放标准》(GB12523-2011) 中相关要求。

本项目非放评价采用的标准值见表 1.7-2。

表 1.7-2 本项目评价采用的非放标准值

| 类别 | 污染物名称 | 标准值 | 标准来源 | |
|--------|--------------------------|-------------------------------|--|---|
| 环境质量标准 | 大气 | TSP | 300 $\mu\text{g}/\text{m}^3$ (日均值) | 《环境空气质量标准》 (GB3095-2012) 中二级标准 |
| | | SO ₂ | 60 $\mu\text{g}/\text{m}^3$ (年均值) | |
| | | NO ₂ | 40 $\mu\text{g}/\text{m}^3$ (年均值) | |
| | | PM _{2.5} | 35 $\mu\text{g}/\text{m}^3$ (年均值) | |
| | | PM ₁₀ | 70 $\mu\text{g}/\text{m}^3$ (年均值) | |
| | | CO | 4 $\mu\text{g}/\text{m}^3$ (日均值) | |
| | | O ₃ | 160 $\mu\text{g}/\text{m}^3$ (日最大 8h 均值) | |
| | 地表水体 | pH | 6~9 | 《地表水环境质量标准》 (GB3838-2002) 中III类标准 |
| | | Mn | 0.1mg/L | |
| | | Cd | 0.005mg/L | |
| | | As | 0.05mg/L | |
| | | SO ₄ ²⁻ | 250mg/L | |
| | 噪声 | 昼间 | 65dB (A) | 《声环境质量标准》GB3096-2008 中 3 类标准 |
| | | 夜间 | 55dB (A) | |
| | 土壤 | Cd | 0.3mg/kg (pH 5.5<pH≤7.5) | 《土壤环境质量 农用地土壤污染 风险管控标准 (试行)》 (GB15618-2018) 中表 1 标准 |
| | | As | 40mg/kg (pH5.5<pH≤6.5) | |
| | | | 30mg/kg (pH6.5<pH≤7.5) | |
| | | Hg | 1.8mg/kg (pH5.5<pH≤6.5) | |
| | | | 2.4mg/kg (pH 6.5<pH≤7.5) | |
| | | Pb | 90mg/kg (pH5.5<pH≤6.5) | |
| | | | 120mg/kg (pH 6.5<pH≤7.5) | |
| | | Cr ⁶⁺ | 150mg/kg (pH5.5<pH≤6.5) | |
| | 200mg/kg (pH 6.5<pH≤7.5) | | | |
| | 地下水 | pH | 6.5~8.5 | 《地下水质量标准》(GB/T 14848-2017) 中III类标准 |
| | | Na ⁺ | 200mg/L | |
| | | SO ₄ ²⁻ | 250mg/L | |
| | | Cl ⁻ | 250mg/L | |
| | | Mn | 0.1mg/L | |
| Cd | | 0.005mg/L | | |
| Cu | | 1mg/L | | |

| 类别 | 污染物名称 | 标准值 | 标准来源 | | |
|------|------------------|-----------|------------------------------------|---|------------------------------------|
| | Zn | 1mg/L | | | |
| | Ni | 0.02mg/L | | | |
| | Cr ⁶⁺ | 0.05mg/L | | | |
| | Fe | 0.3mg/L | | | |
| | As | 0.01mg/L | | | |
| | Hg | 0.001mg/L | | | |
| 排放标准 | 废气 | 颗粒物 | 无组织排放监控浓度限值： 1mg/m ³ | 《大气污染物综合排放标准》 (GB16297-1996)表2二级标准 | |
| | 噪声 | 昼间 | 65dB (A) | 《工业企业厂界环境噪声排放标准》 (GB12348-2008)中3类标准 | |
| | | 夜间 | 55dB (A) | | |
| | | 昼间 | 70dB (A) | | 《建筑施工场界环境噪声排放标准》 (GB12523-2011) |
| | | 夜间 | 55dB (A) | | |

1.8 环境敏感点及保护目标

根据工程性质和周围环境特征，确定本次环境评价的大气环境保护目标为项目评价范围内居民点的大气环境，表中主要列出了黄泥湖矿点和大鞞围矿点周围半径 3km 范围内重要居民点分布情况；地表水环境保护对象为黄泥湖小溪和群裕河；地下水环境保护对象为退役设施周围潜层地下水；声环境保护对象为退役设施边界外 200m 范围内声环境质量；生态环境为退役设施占地区；辐射环境保护对象为评价中心周围 20km 范围内环境和公众。

具体环境保护目标见表 1.8-1。

表 1.8-1 环境保护目标一览表

| 要素 | 保护对象 | | | | | 保护性质 | 保护级别 |
|-----------|-------|-----|--------------|----------------|-----|------|--|
| | 名称 | 方位 | 距评价中心距离 (km) | 距黄泥湖矿点的距离 (km) | 人口数 | | |
| 大气环境和辐射环境 | 高湖寨 | N | 3.9 | 1.7 | 12 | 居民点 | 《环境空气质量标准》 (GB3095-2012)二级和本项目公众剂量约束值 |
| | 割藤垌门口 | N | 5.4 | 2.7 | 10 | | |
| | 山下 | NNE | 2.9 | 0.9 | 15 | | |
| | 铁丝里 | NNE | 5.7 | 2.6 | 39 | | |
| | 大鞞围 | ENE | 0.5 | 3.1 | 113 | | |
| | 白面石村 | ENE | 2.1 | 2.5 | 102 | | |
| | 新屋 | ENE | 2.9 | 2.3 | 20 | | |
| | 崇下 | ENE | 3.4 | 2.1 | 48 | | |

| 要素 | 保护对象 | | | | | 保护性质 | 保护级别 |
|------|------------------|-----|-----|-----|-----|------|-----------------------------------|
| | 桂龙嶂下 | WSW | 2.4 | 5.8 | 41 | | |
| | 野猪窝 | W | 1.2 | 4.4 | 6 | | |
| | 双坑 | WNW | 0.7 | 3.8 | 105 | | |
| | 上桂村 | NW | 2.5 | 4.0 | 204 | | |
| | 荸荠塘 | NNW | 1.9 | 2.6 | 22 | | |
| 水环境 | 黄泥湖小溪和群裕河 | | | | | 地表水 | 《地表水环境质量标准》（GB3838-2002）III类 |
| | 退役设施周围潜层地下水 | | | | | 地下水 | 《地下水质量标准》（GB/T 14848-2017）中III类标准 |
| 声环境 | 退役设施边界外 200m 范围内 | | | | | 声环境 | 《声环境质量标准》（GB3096-2008）3类 |
| 生态环境 | 退役设施占地区 | | | | | 生态环境 | 防治水土流失，使治理范围内生态环境得以基本恢复 |

2 区域环境概况

2.1 地理位置

本项目位于江西省赣州市寻乌县桂竹帽镇，距离其东北方向的桂竹帽镇约 17.5km，距离其东北方向的寻乌县约 30.4km。其中黄泥湖矿点地理坐标为东经 115°23'45"，北纬 24°50'01"，大峯围矿点地理坐标为东经 115°22'20"，北纬 24°48'15"。两个矿点直线距离约 3.9km，有水泥道路相连，并有公路与桂竹帽镇和寻乌县相通，交通较为便利。其地理位置图如下图 2.1-1 所示。

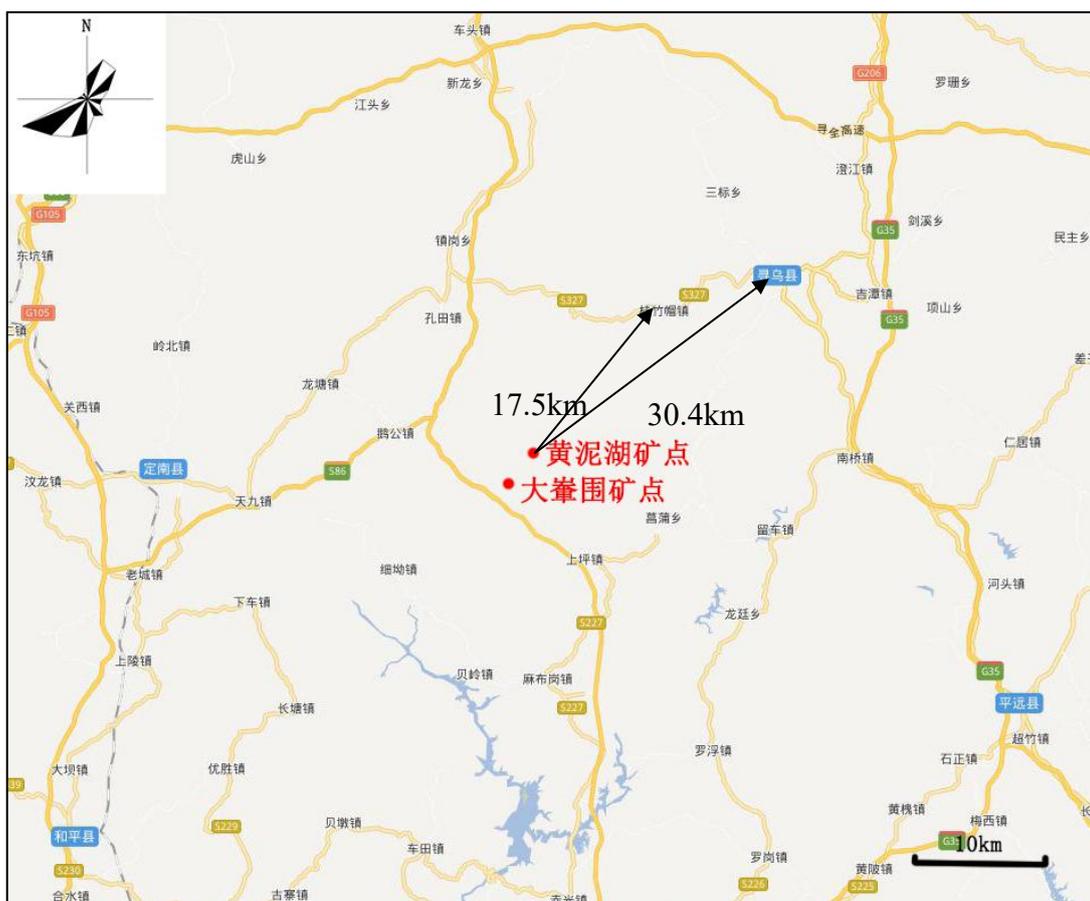


图 2.1-1 本项目地理位置图

2.2 地形地貌

本项目所在的寻乌县东南连武夷山余脉，西北接九连山支脉。地势呈东北、西北与东南高，向西南倾斜，似掇箕状，中山、低山、丘陵、岗地呈阶梯状分布。境内海拔标高 500~1000m，相对标高 200~500m。最低标高为南部斗晏村西河谷，海拔 180m。最高标高为东部项山甑，主峰海拔 1529.8m。

寻乌县以山地丘陵为主，仅沿河两岸呈狭小谷地，其中山地占总面积的75.6%，县境内重峦叠嶂，大小山峰耸立。从东到西大致可分为武夷山、基隆嶂两个隆起带和南部红层盆地的沉降带。据统计，海拔400m以上的山峰多达908座，其中海拔1000m以上的山峰就有30座，东面有项山甌、老鸦石、笔架山，南面有阳天嶂、乱罗嶂、西部有桂龙嶂，北部有基笼嶂、太阳关，其中项山甌主峰海拔1529.8m，为寻乌县第一高峰。本项目所在区域典型地貌如图2.2-1所示，地形如图2.2-2所示。

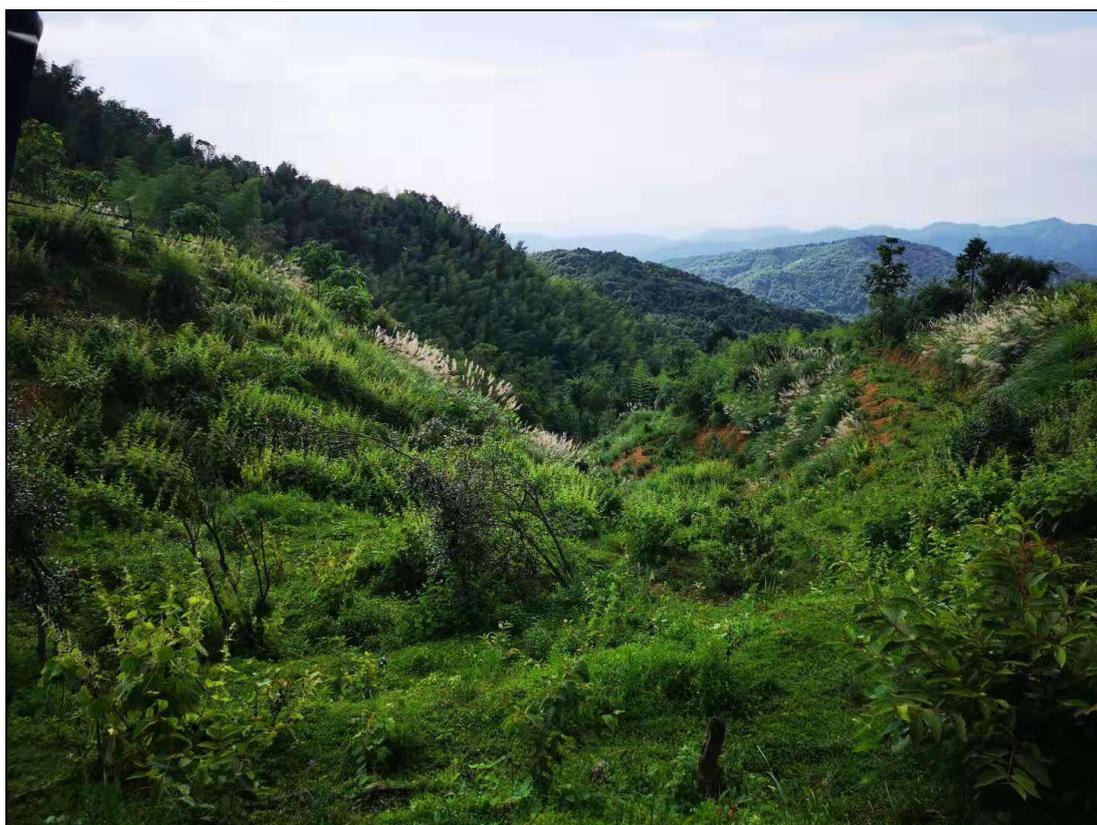


图 2.2-1 项目所在地典型地貌图

2.3 地质概况

本项目所在的寻乌县地层除前震旦、奥陶、志留、二叠、三叠、上第三系缺失外，其他皆有出露，但不发育，分布零星。震旦和寒武地系地层为一套巨厚的浅海相碎屑岩建造，在县城、蓝贝、河岭以北、吉潭、浊水塘、老墓等地出露。中上泥盆系为滨海相碎屑岩建造，出露于留车石背一代。石炭系地层以浅海滩相碳酸盐建造为主，零星出露于老墓、白石滩山间盆地中。下侏罗系湖沼相碎屑岩建造，仅在南部及黄垌出露。上甲、定田园一带有上

侏罗系碎屑岩建造。莒蒲乡分布有晚侏罗系砂质页岩，为可观的含铀层位。在古坑岗、车头、留车一带广泛分布着内陆湖碎屑岩建造的白垩系地层。下第三系仅在留车丘坊见有出露。第四系主要分布于寻乌河两岸。

另本项目拟选取黄泥湖矿点 KD-X1 废石堆原址作形成尾渣库，库区内无滑坡、坍塌等不良地质作用，岩体揭露范围内无洞穴或软弱夹层，稳定性较好；地层由上至下为尾砾砂层、素填土、第四系全新统残积层和基岩，基岩为侏罗纪火山碎屑岩，地质条件较好；库区岩层岩体节理裂隙发育一般，岩石完整性较好，渗透性较差（渗透系数 $5 \times 10^{-7} \text{cm/s}$ ），为相对隔水层，尾渣库水难以渗至周边地层。由此可见，库址周围环境稳定性较好，地层岩石完整性及地质结构较好，且水文地质条件渗透性较差，适宜做库。

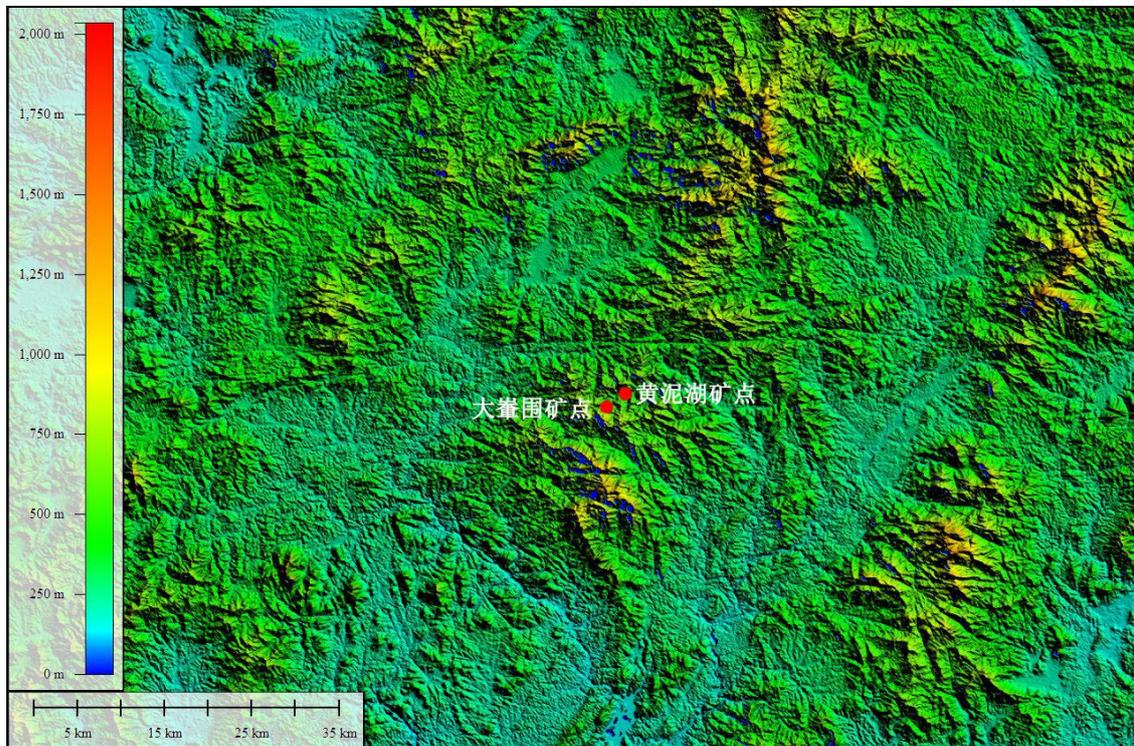


图 2.2-2 项目所在地周边地形图

2.4 气候与气象

2.4.1 气候概况

矿区属亚热带季风气候，全年温暖湿润，雨量充沛，冬少严寒，夏无酷暑。根据寻乌县 2012 年统计年鉴中的数据，寻乌县年平均降水量为 1650.3mm，历年最大降雨量为 2488.7mm，最少降雨量为 959.5mm。寻乌县多年平均气温

为 20.0℃，年平均气温最高为 24.4℃，年平均最低为 14.7℃，多年平均日照时数为 1823.8h，区域以东北风为主，年平均风速 1.2m/s，最大风速 7.5m/s。

2.4.2 气象参数

本次评价采用的基础气象数据包括距离矿床最近的地面气象站和高空气象站 2017 年观测数据。地面气象参数包括观测时间、风向、风速、总云、低云和干球温度，数据频次每日 4 时、8 时、14 时和 20 时；高空气象参数包括观测时间、探空层数、气压、探空高度、温度、风速和风向，数据频次为每日 2 次观测。

距离本项目最近地面气象站为项目 NE 方位 28km 处的寻乌县气象站，其地理坐标为东经 115°65′、北纬 24°95′，该站为基本站，气象与本项目所在地基本相同，其气象数据满足本次辐射影响预测扩散模式使用要求。

本次评价采用的高空气象数据是通过距离本项目最近的赣州市气象站（距离约 122km）气象数据采用 WRF 程序模拟所得。该气象站地理坐标为东经 114°95′，北纬 25°85′。

根据寻乌县气象站 2017 年实际观测数据，当地温度、风速的月平均变化情况见表 2.4-1，季小时平均风速的日变情况见表 2.4-2，全年各风向风频见表 2.4-3，全年及四季风向玫瑰图见图 2.4-1。从表 2.4-1~表 2.4-3 可知，2017 年寻乌县年平均温度为 20.0℃，年平均风速为 1.20m/s，主导风向为 WSW 方向，年静风频率为 8.71%。

表 2.4-1 温度、风速的月平均变化值

| | | | | | | |
|----------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|
| 月份 | 1 月 | 2 月 | 3 月 | 4 月 | 5 月 | 6 月 |
| 温度(°C) | 12.33 | 12.28 | 15.00 | 19.64 | 23.13 | 25.97 |
| 风速/(m/s) | 0.81 | 0.91 | 0.87 | 1.26 | 0.97 | 1.07 |
| 月份 | 7 月 | 8 月 | 9 月 | 10 月 | 11 月 | 12 月 |
| 温度(°C) | 27.14 | 27.77 | 26.91 | 21.43 | 16.66 | 10.95 |
| 风速/(m/s) | 1.13 | 1.22 | 1.15 | 1.87 | 1.40 | 1.72 |

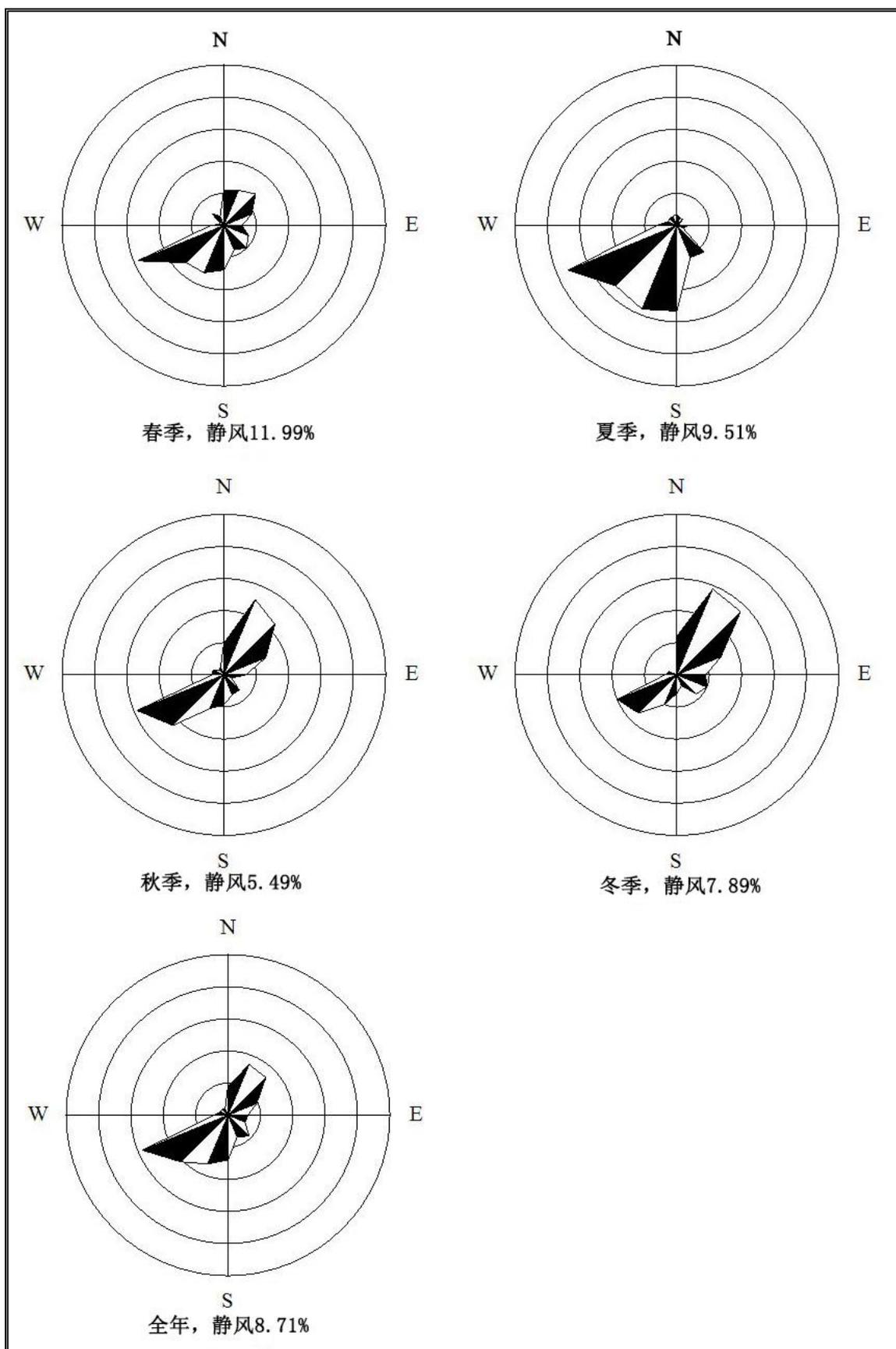


图 2.4-1 全年及四季风向玫瑰图

表 2.4-2 季小时平均风速变化情况 (m/s)

| | | | | |
|------|------|------|------|------|
| 小时/h | 2 | 8 | 14 | 20 |
| 春季 | 0.85 | 0.78 | 1.66 | 0.83 |
| 夏季 | 0.83 | 0.84 | 2.06 | 0.84 |
| 秋季 | 1.10 | 1.27 | 2.25 | 1.29 |
| 冬季 | 0.97 | 1.00 | 1.59 | 1.05 |

表 2.4-3 全年各风向风频

| | | | | | | | | |
|--------|------|------|-------|-------|------|-------|------|------|
| 风向 | N | NNE | NE | ENE | E | ESE | SE | SSE |
| 频率 (%) | 4.8 | 9.05 | 8.78 | 5.08 | 3.29 | 3.002 | 4.87 | 3.91 |
| 风向 | S | SSW | SW | WSW | W | WNW | NW | NNW |
| 频率 (%) | 7.41 | 8.71 | 10.91 | 15.16 | 2.33 | 1.37 | 1.37 | 1.23 |

2.5 水文概况

2.5.1 地表水

本项目所在区域内的主要河流有上桂河和群裕河（又称晨光河），根据《江西省地表水（环境）功能区划》其水功能区划为景观娱乐用水区。其中黄泥湖矿点最近的为黄泥湖小溪，是黄泥湖矿点坑口流出水的直接受纳水体，黄泥湖小溪下游汇入上桂河；大鞞围矿点最近的为群裕河，是大鞞围矿点坑口流出水的直接受纳水体。黄泥湖小溪和群裕河水文参数见表 2.5-1 和表 2.5-2。

本项目 3km 范围内居民的饮用水和农业用水主要来自山涧溪水，评价区域内无集中式饮用水水源。上桂河设有罗山水库，位于黄泥湖矿点 NW 方位 4.5km 处。

表 2.5-1 黄泥湖小溪水力学参数

| | | | | | | | | | | | | |
|------------------------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|
| 月份 | 1 | 2 | 3 | 4 | 5 | 6 | 7 | 8 | 9 | 10 | 11 | 12 |
| 流量 (m ³ /s) | 0.17 | 0.19 | 0.26 | 0.36 | 0.29 | 0.27 | 0.26 | 0.18 | 0.18 | 0.14 | 0.08 | 0.08 |
| 河宽 (m) | 1.4 | 1.6 | 1.6 | 1.8 | 1.8 | 1.7 | 1.6 | 1.5 | 1.5 | 1.5 | 1.4 | 1.4 |
| 流速 (m/s) | 0.4 | 0.4 | 0.4 | 0.5 | 0.4 | 0.4 | 0.4 | 0.3 | 0.3 | 0.3 | 0.3 | 0.3 |
| 河深 (m) | 0.3 | 0.3 | 0.4 | 0.4 | 0.4 | 0.4 | 0.4 | 0.4 | 0.4 | 0.3 | 0.2 | 0.2 |

表 2.5-2 群裕河水力学参数

| | | | | | | | | | | | | |
|------------------------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|
| 月份 | 1 | 2 | 3 | 4 | 5 | 6 | 7 | 8 | 9 | 10 | 11 | 12 |
| 流量 (m ³ /s) | 0.36 | 0.66 | 0.78 | 1.45 | 2.23 | 1.32 | 1.01 | 0.63 | 0.48 | 0.48 | 0.48 | 0.38 |
| 河宽 (m) | 1.8 | 2.2 | 2.6 | 2.6 | 3.1 | 2.7 | 2.4 | 2.1 | 1.9 | 1.9 | 1.9 | 1.9 |
| 流速 (m/s) | 0.4 | 0.5 | 0.7 | 0.8 | 0.9 | 0.7 | 0.7 | 0.6 | 0.5 | 0.5 | 0.5 | 0.4 |
| 河深 (m) | 0.5 | 0.6 | 0.6 | 0.7 | 0.8 | 0.7 | 0.6 | 0.5 | 0.5 | 0.5 | 0.5 | 0.5 |

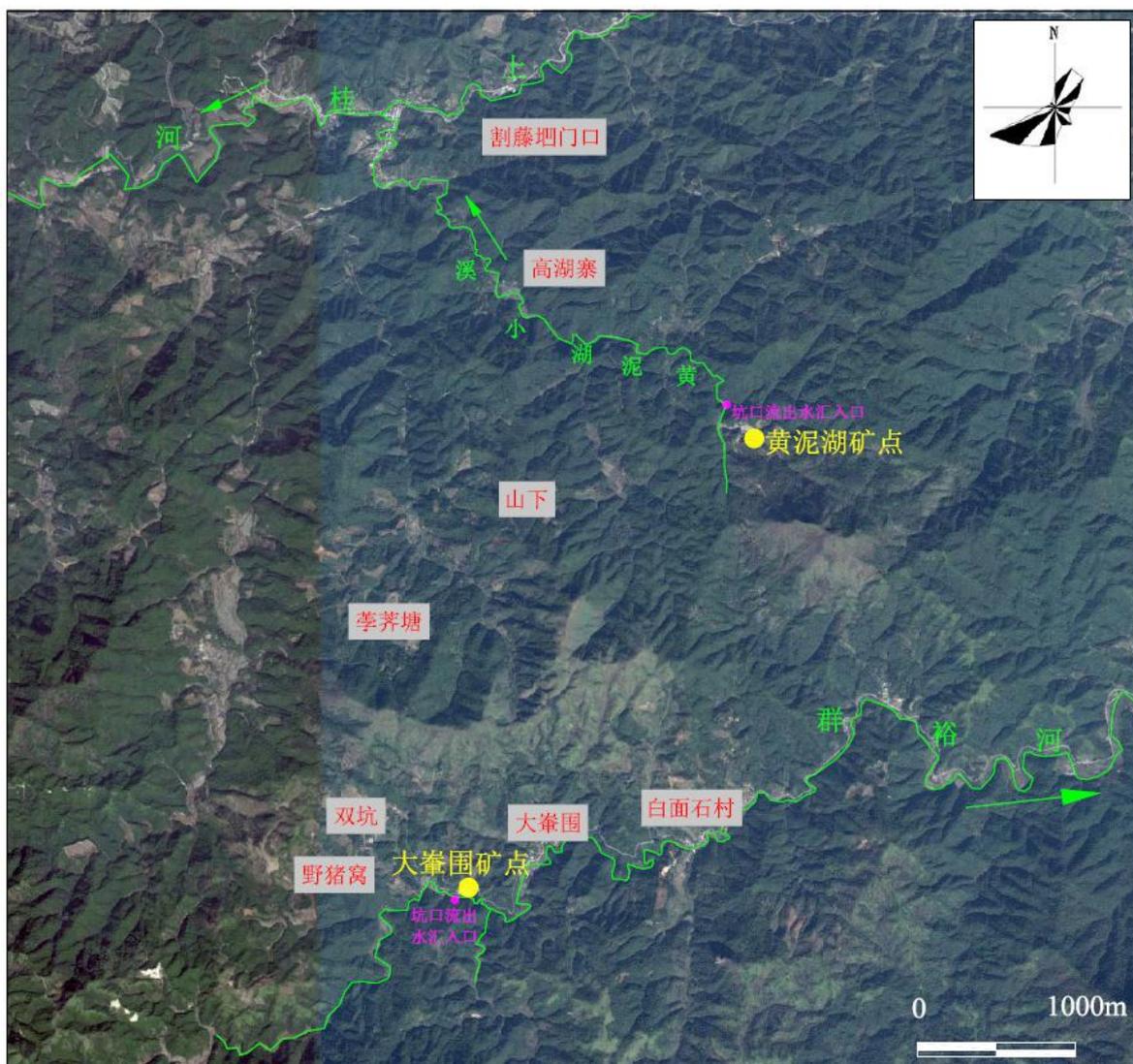


图 2.5-1 项目周边地表水系分布图

2.5.2 地下水

2.5.2.1 黄泥湖矿点

黄泥湖矿区地处南岭山脉北坡，根据赋水岩性不同，该区地下水划分为上层滞水、松散层孔隙潜水和基岩裂隙潜水三类，黄泥湖矿点水文地质图如图 2.5-2 所示。其水文地质特征如下：

1) 上层滞水

上层滞水主要赋存于素填土中，受大气降水和溪沟地表水补给，水量一般，水位变化较大。

2) 第四系孔隙潜水

孔隙潜水主要分布于沟谷冲洪积层及两侧山坡残坡积层中。含水层岩性

为碎石。沟底含水层厚度一般为 1~2m，主要接受大气降水、两侧山坡基岩裂隙水补给，向河流和下游径流排泄为主，地下水水量一般。两侧山坡孔隙含水层较薄，厚度一般小于 1m，受降雨影响明显，雨季赋存少量地下水。沿坡面渗流排泄或以泉的形式排泄。

3) 基岩裂隙水

主要为火山碎屑岩，裂隙多呈半闭合状，但上部风化裂隙发育。所以该区基岩裂隙水主要赋存在风化裂隙中，基岩裂隙水属强富水性。赋存于火山碎屑岩中。迳流模数约 3~6L/s·km²，渗透系数约 0.0004~0.0037m/d，涌水量约 1.68~4.42 m³/d。

根据该矿点抽水取样钻孔资料，该矿点岩石富水性不均，涌水量 0.1~0.303L/s，该矿点地下水埋深为 10~20m，最大达 30m，局部具承压性质。地下水流向大体是由南东向北西流。局部受次一级地形影响有所变化。该矿点地下水化学类型为 HCO₃-Ca-Na 水，硬化度为 0.14~0.17mg/L，硬度为 3~4 个厚度，pH 值为 7.2~7.8，富含 HCO₃ 离子（为 100~120mg/L）。

2.5.2.2 大鞞围矿点

大鞞围矿点根据赋水岩性不同，该区地下水划分为第四系孔隙潜水、侏罗系砂岩孔隙含水层和不均匀裂隙含水层三类，大鞞围矿点水文地质图如图 2.5-2 所示。其水文地质特征如下：

1) 第四系孔隙含水层，可分二个亚层：

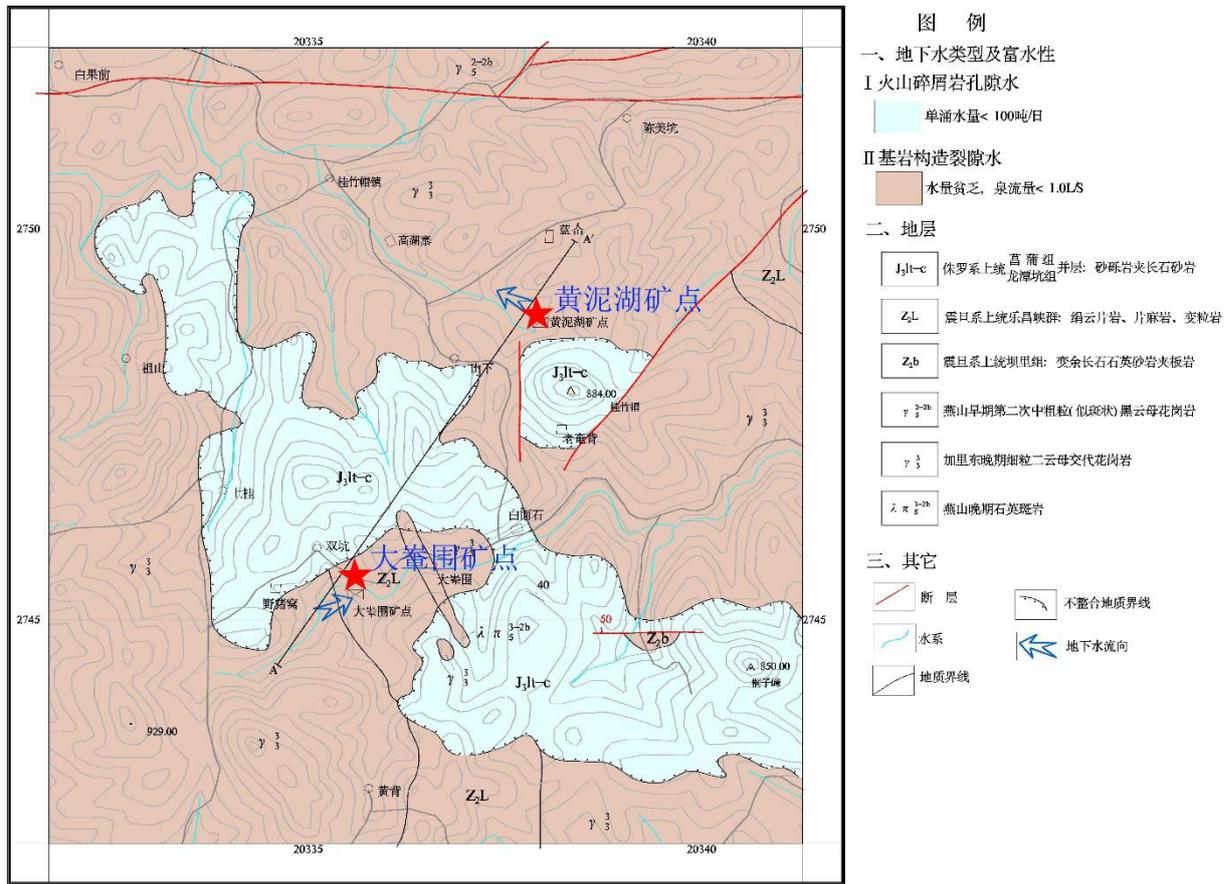
(1) 冲击洪积型亚层 ($Q_{al}^4 + pl$)，分布在成矿地段以外的河床两侧，呈带状；主要是沙砾层和夹砾石的亚砂土，沙砾成份为来自蚀源区的花岗岩、斑岩及玄武岩等，一般厚度为 3~5m，井泉最大涌水量达 3L/s，由河谷两侧地表水和潜水补给，并与河水有密切的水力联系，是本区富水性最强的第四纪堆积物。

(2) 残积坡积型亚层 ($Q_{el}^{1-3} + dl$)，分布在河谷斜坡至分水岭地段，呈面状；顶部为植被下面的土壤层，属夹碎屑的灰色亚粘土；厚约 0.5~2.5m；中部为夹碎块的红色亚粘土；到底部为风化块石层；各层均属玄武岩的化学风化产物，平均总厚度 26.08m，构成整个矿床顶板的表层潜水含水层，泉的最大涌水量 0.87%L/s，由大气降水直接补给，为溪流地表水所排泄。

2) 侏罗系砂岩孔隙含水层 (J_1^{2-1})，自上而下有两层：第一层砂岩上覆于基底花岗岩的古风化壳之上，下伏于第一层玄武岩之下，平均厚度 11.42m，是本区主矿层。第二层砂岩夹于下部两层玄武岩隔水层之间，平均厚度 5.22m；这两层砂岩由于同属长石、石英砂岩中夹有碳质层，或含碳质的细砂岩，在这些部位质较松软，易渗水，属孔隙弱含水层。

3) 不均匀裂隙含水层 ($2-3m\gamma_5^1$)，即构成矿床底板的中细粒白云母花岗岩，本身属不含重力水的结晶岩体，并具有良好的隔水性能，但其顶部的古代和现代风化壳，具有富水性不同的裂隙水，一些开启结构的延伸处，则在花岗岩中形成泉的最大流量达 1.5L/s 的构造脉状水，属于不均匀的裂隙含水层。

黄泥湖矿点(含大峯围矿点)水文地质图
1: 50000



水文地质 A - A' 剖面图
比例尺 1: 50000

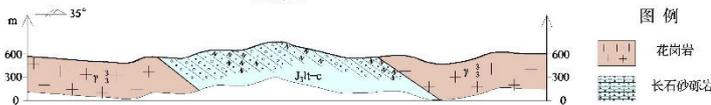


图 2.5-2 黄泥湖矿点（含大峯围矿点）水文地质图

2.6 土地和水体利用情况

本项目所在区域 5km 范围内土地类型主要为未开发利用的林地，地表植被茂盛，伴有少量水田和果园，种植的农作物主要为水稻、柑橘和芭蕉等。5km 范围内群裕河无水体利用设施，上桂河设有罗山水库，位于黄泥湖矿点 NW 方位约 4.5km。当地降雨量丰富，居民饮用水和农作物浇灌用水主要来自山涧溪水。

2.7 生态和资源开放利用

寻乌县矿产资源丰富，县境内已发现的矿种有钨、锡、钼、铜、铅、锌、稀土、铌钽、铁、钴、金、煤、泥炭、石灰石、石材、磷、钾、石膏、粘土、水晶、硫铁矿、矿泉水、铀等。按用途分为稀土金属、稀有金属、有色金属、黑色金属、贵金属、燃料、非金属、矿产及温泉。其中稀土金属是县内的主要矿产资源，矿床规模大、品位高、埋藏浅。

寻乌县属亚热带红壤区南部，土地肥力较好，土壤普遍呈酸性。根据海拔高度和地域分类，寻乌主要有水稻土、潮土、紫色土、红壤、山地黄壤和山地草甸土等 6 种土类，其中红壤面积最大，有 270 多万亩，占土壤总面积的 86%。红壤广泛分布于低山、丘陵地区，主要成分是铁的氧化物、铝的氧化物和石英，有黏性和强酸性，适合种柑桔、脐橙等农作物。

寻乌境内河网密布，水力资源相当丰富。据统计，全县共有大小河流 547 条，河道总长 1900km，其中集雨面积达 10km² 以上的河流就有 73 条。较大的河流有寻乌河、晨光河、罗塘河，其中寻乌河和晨光河属东江水系，罗塘河向北汇入会昌的湘水，属赣江水系。寻乌河发源于三标乡三桐村的極髻钵山，境内河道长约 120km，自北向南贯穿全县，流经三标、水源、澄江、吉潭、长宁、文峰、南桥、留车、龙廷 9 个乡镇，于龙廷乡斗晏村渡田出口，汇入东江。

本项目评价范围内无自然保护区、风景旅游区和名胜古迹等敏感目标，距离最近的敏感点是寻乌县东江源仙人寨省级森林公园，位于黄泥湖矿点的 E 方位，约 21.8km 处。

2.8 自然灾害

1) 地震

根据国家地震局 2015 年《中国地震动参数区划图》（GB18306-2015）所示，寻乌县地震基本烈度为 7 度、地震动峰值加速度为 0.1g。

项目区域历史上未发生过大规模破坏性地震，最大一次地震发生在 1941 年，地震级别为 5.8 级，毁坏了 10 余间房屋，最近一次地震发生在 1985 年，地震级别为 3.8 级，未发生破坏。

2) 其他自然灾害

区内的其他自然灾害主要有暴雨和冰雹，历史上有记载的暴雨期最大日降水量达 300mm。矿点所在地为中低山区，以山脊为分水岭，植被茂盛，汇水面积分散，径流较小。

2.9 人口分布

寻乌县土地面积 2311.38km²，下辖 7 个镇，8 个乡，173 个村民委员会和 6 个居民委员会。根据《寻乌县 2018 年国民经济和社会发展统计公报》，截止 2018 年，全县人口 33.2 万人，人口密度为 143.6 人/km²。

评价中心 3km 内以及黄泥湖矿点 3km 内总人口数为 737 人，人口数据来源为现场收集的 2018 年底人口数，评价中心 3km 内以及黄泥湖矿点 3km 内人口分布见表 2.9-1，居民点分布情况见图 1.6-2。

评价中心 3km 内以及黄泥湖矿点 3km 内有 2 个学校，分别为白面石小学和桂竹帽镇中学，其中白面石小学学生共 12 人，教师 3 人；桂竹帽中学学生 150 人，教师 30 人。评价范围内人口的年龄结构为：婴儿 1.02%；幼儿 10.73%；少年 28.71%；成年 59.54%。

表 2.9-1 评价中心 3km 范围内居民点（含黄泥湖矿点 3km 内人口分布）

| 序号 | 居民点 | 方位 | 距评价中心距离 (km) | 距黄泥湖矿点的 距离 (km) | 人口数* |
|----|-------|-----|-----------------|--------------------|------|
| 1 | 高湖寨 | N | 3.9 | 1.7 | 12 |
| 2 | 割藤垌门口 | N | 5.4 | 2.7 | 10 |
| 3 | 山下 | NNE | 2.9 | 0.9 | 15 |
| 4 | 铁丝里 | NNE | 5.7 | 2.6 | 39 |
| 5 | 大崧围 | ENE | 0.5 | 3.1 | 113 |

| 序号 | 居民点 | 方位 | 距评价中心距离 (km) | 距黄泥湖矿点的 距离 (km) | 人口数* |
|----|------|-----|-----------------|--------------------|------|
| 6 | 白面石村 | ENE | 2.1 | 2.5 | 102 |
| 7 | 新屋 | ENE | 2.9 | 2.3 | 20 |
| 8 | 崇下 | ENE | 3.4 | 2.1 | 48 |
| 9 | 桂龙嶂下 | WSW | 2.4 | 5.8 | 41 |
| 10 | 野猪窝 | W | 1.2 | 4.4 | 6 |
| 11 | 双坑 | WNW | 0.7 | 3.8 | 105 |
| 12 | 上桂村 | NW | 2.5 | 4.0 | 204 |
| 13 | 荸荠塘 | NNW | 1.9 | 2.6 | 22 |

注：*表中数据为 2018 年份的人口数。

本项目采用《迈向小康社会的中国人口（江西卷）》中高方案（即考虑全面实施二胎政策方案）预测人口自然结果，预测的人口自然增长率见表 2.9-2。人口预测以 2018 年人口数为基础，利用马尔萨斯人口计算模型：

$$N = N_0 e^{rt} \quad (2-1)$$

式中：

N ：预期人口数（人）；

N_0 ：现有人口数（人）；

r ：预测时段保守人口增长率；

t ： N 与 N_0 之间的时间间隔（年）。

根据本项目的退役工程计划，预计 2024 年完成退役治理工程，因此将 2024 年作为本项目退役治理后辐射环境影响评价年份。退役治理前评价中心 20km 范围内人口数量见表 2.9-3，退役治理后评价中心 20km 范围内人口数量见表 2.9-4。

表 2.9-2 江西省 2018~2024 年人口自然增长率

| 时间段（年） | 2018 | 2019 | 2020 | 2021 | 2022 | 2023 | 2024 |
|-------------|------|------|------|------|------|------|------|
| 年人口自然增长率（‰） | 8.54 | 8.25 | 7.94 | 7.14 | 6.42 | 5.74 | 5.13 |

表 2.9-3 评价中心 20km 内各子区人口分布（2018 年）

单位：人

| 子区半径 | 年龄组 | N | NNE | NE | ENE | E | ESE | SE | SSE | S | SSW | SW | WSW | W | WNW | NW | NNW |
|----------|-----|------|------|------|-----|------|------|------|------|-----|-----|-----|-----|------|------|-------|-------|
| 0~1 km | 婴儿 | 0 | 0 | 0 | 2 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 1 | 0 | 0 |
| | 幼儿 | 0 | 0 | 0 | 12 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 11 | 0 | 0 |
| | 少年 | 0 | 0 | 0 | 34 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 32 | 0 | 0 |
| | 成年 | 0 | 0 | 0 | 65 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 61 | 0 | 0 |
| 1~2 km | 婴儿 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 |
| | 幼儿 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 2 |
| | 少年 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 2 | 0 | 0 | 6 |
| | 成年 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 4 | 0 | 0 | 14 |
| 2~3 km | 婴儿 | 0 | 0 | 0 | 2 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 2 | 0 |
| | 幼儿 | 0 | 2 | 0 | 13 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 4 | 0 | 0 | 21 | 0 |
| | 少年 | 0 | 5 | 0 | 37 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 13 | 0 | 0 | 61 | 0 |
| | 成年 | 0 | 8 | 0 | 70 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 24 | 0 | 0 | 120 | 0 |
| 3~5 km | 婴儿 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 |
| | 幼儿 | 1 | 0 | 0 | 5 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 |
| | 少年 | 4 | 0 | 0 | 14 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 |
| | 成年 | 7 | 0 | 0 | 29 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 |
| 5~10 km | 婴儿 | 2 | 0 | 1 | 0 | 7 | 26 | 6 | 3 | 3 | 4 | 3 | 1 | 1 | 1 | 22 | 23 |
| | 幼儿 | 24 | 0 | 9 | 0 | 69 | 271 | 65 | 37 | 36 | 37 | 33 | 12 | 12 | 14 | 232 | 243 |
| | 少年 | 65 | 0 | 24 | 0 | 184 | 726 | 174 | 98 | 97 | 100 | 89 | 31 | 33 | 38 | 621 | 651 |
| | 成年 | 135 | 0 | 50 | 0 | 381 | 1506 | 360 | 204 | 202 | 207 | 184 | 64 | 68 | 78 | 1288 | 1350 |
| 10~20 km | 婴儿 | 135 | 18 | 20 | 15 | 33 | 131 | 33 | 28 | 10 | 1 | 1 | 3 | 26 | 18 | 259 | 291 |
| | 幼儿 | 1421 | 191 | 207 | 162 | 345 | 1382 | 346 | 299 | 106 | 12 | 11 | 27 | 277 | 185 | 2720 | 3059 |
| | 少年 | 3801 | 510 | 554 | 432 | 923 | 3698 | 925 | 800 | 284 | 31 | 30 | 72 | 741 | 496 | 7279 | 8184 |
| | 成年 | 7883 | 1058 | 1150 | 896 | 1915 | 7670 | 1918 | 1659 | 589 | 65 | 61 | 149 | 1537 | 1028 | 15096 | 16973 |

表 2.9-4 评价中心 20km 内各子区人口分布（2024 年）

单位：人

| 子区半径 | 年龄组 | N | NNE | NE | ENE | E | ESE | SE | SSE | S | SSW | SW | WSW | W | WNW | NW | NNW |
|----------|-----|------|------|------|-----|------|------|------|------|-----|-----|-----|-----|------|------|-------|-------|
| 0~1 km | 婴儿 | 0 | 0 | 0 | 2 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 1 | 0 | 0 |
| | 幼儿 | 0 | 0 | 0 | 12 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 11 | 0 | 0 |
| | 少年 | 0 | 0 | 0 | 35 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 33 | 0 | 0 |
| | 成年 | 0 | 0 | 0 | 68 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 64 | 0 | 0 |
| 1~2 km | 婴儿 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 |
| | 幼儿 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 2 |
| | 少年 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 2 | 0 | 0 | 6 |
| | 成年 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 4 | 0 | 0 | 15 |
| 2~3 km | 婴儿 | 0 | 0 | 0 | 2 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 2 | 0 |
| | 幼儿 | 0 | 2 | 0 | 14 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 4 | 0 | 0 | 22 | 0 |
| | 少年 | 0 | 5 | 0 | 39 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 14 | 0 | 0 | 64 | 0 |
| | 成年 | 0 | 8 | 0 | 73 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 25 | 0 | 0 | 125 | 0 |
| 3~5 km | 婴儿 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 |
| | 幼儿 | 1 | 0 | 0 | 5 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 |
| | 少年 | 4 | 0 | 0 | 15 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 |
| | 成年 | 7 | 0 | 0 | 30 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 |
| 5~10 km | 婴儿 | 2 | 0 | 1 | 0 | 7 | 27 | 6 | 3 | 3 | 4 | 3 | 1 | 1 | 1 | 23 | 24 |
| | 幼儿 | 25 | 0 | 9 | 0 | 72 | 282 | 68 | 39 | 37 | 39 | 34 | 12 | 12 | 15 | 242 | 253 |
| | 少年 | 68 | 0 | 25 | 0 | 192 | 756 | 181 | 102 | 101 | 104 | 93 | 32 | 34 | 40 | 647 | 678 |
| | 成年 | 141 | 0 | 52 | 0 | 397 | 1568 | 375 | 212 | 210 | 216 | 192 | 67 | 71 | 81 | 1341 | 1406 |
| 10~20 km | 婴儿 | 141 | 19 | 21 | 16 | 34 | 136 | 34 | 29 | 10 | 1 | 1 | 3 | 27 | 19 | 270 | 303 |
| | 幼儿 | 1480 | 199 | 216 | 169 | 359 | 1439 | 360 | 311 | 110 | 12 | 11 | 28 | 288 | 193 | 2833 | 3186 |
| | 少年 | 3959 | 531 | 577 | 450 | 961 | 3851 | 963 | 833 | 296 | 32 | 31 | 75 | 772 | 517 | 7581 | 8523 |
| | 成年 | 8210 | 1102 | 1198 | 933 | 1994 | 7988 | 1998 | 1728 | 613 | 68 | 64 | 155 | 1601 | 1071 | 15722 | 17677 |

3 退役设施概述

3.1 退役设施概况

3.1.1 黄泥湖矿点（含大鞞围矿点）工程概述

3.1.1.1 地质勘探阶段

黄泥湖矿点（含大鞞围矿点）是 1956 年由华东 608 队 5 队在该区进行普查时发现，并对其进行了地表揭露。1961 年 5 分队进入该区对脉岩型矿化进一步实施坑道、浅井等工程。1963 年~1964 年 2 分队对其进行 γ 普查、找矿的同时大力开展地表揭露，扩大了矿点的矿化范围。1967 年 8 分队进入本区域进行了深部钻探揭露普查，后因该段矿体短小、连续性差，1982 年结束了揭露工作。黄泥湖矿点（含大鞞围矿点）为勘探异常点带，属于微小矿点，其储量未包含在上报国家的矿产储量表中。

黄泥湖矿点地质勘探结束后共遗留的设施有：坑口 8 个、浅井 4 个、竖井 2 个和露天采场 1 处。

大鞞围矿点地质勘探结束后共遗留的设施有：坑口 4 个，浅井 5 个、竖井 4 个。

3.1.1.2 采冶阶段

随着国家对堆核燃料的需求量增加，二六四大队根据核工业地质总局和华东地勘局下发的《关于申报小铀矿点生产“111”铀产品通知》要求，申报黄泥湖矿点和鞞围矿点为生产“111”产品主要矿点。1996 年 5 月二六四大队组建队伍进驻黄泥湖矿点，1998 年 5 月入驻鞞围矿点，开始长达 10 余年年的铀矿采冶工作。

生产期间，黄泥湖矿点采用平硐—盲斜井开拓方式，鞞围矿点采用平硐—斜井开拓方式。两个矿点运出后的矿石，均送至各自的破碎站破碎，再通过简易的索道运至堆浸场堆浸。水冶工艺均为酸法堆浸，在堆浸场内铺膜，生产期间尾渣拌石灰中和、堆上筑堆进行堆浸。其中鞞围矿点仅进行了铀矿石浸出试验，未在该矿点正式水冶，黄泥湖矿点正式堆上筑堆堆浸生产“111”产品。

2009 年黄泥湖矿点采冶期间，进行了地质环境整治工作，**内容主要包：**

1) 在废石堆 KD-X1、尾渣堆的东、西两侧以及南侧修建截洪沟，将上游客水截、引排至场地外围。

2) 对 500m 中段以上的地表塌陷坑，采取回填废石覆土植被整治措施。

3) 对 480m、460m 中段采场采空区进行填充，防止发生地表塌陷。

通过地质环境整治工程的实施，黄泥湖矿点的 KD-X1 废石堆以及尾渣堆包围的区域形成简易的排洪系统；通过对采空区的填充、以及回填覆土植被后，地表塌陷整治效果良好，地下采空区经填充后未再形成地表塌陷。

2010 年中国核工业集团公司印发了《关于印发集团公司铀矿采冶秩序专项治理检查工作方案的通知》（中核铀发〔2010〕238 号），接到通知后二六四大队立即停止了两个矿点的采冶工作，现场堆浸场停止布液喷淋，水冶厂做了简单的处理，确保不对环境造成进一步的环境污染。后经有关部门批准，二六四大队在 3 年内完成尾渣的二次水冶工作，目前尾渣回收工作已经结束。

黄泥湖矿点（含大鞏围矿点）属于小矿点采冶规模与试验验证性质，采冶及尾渣回收工作结束后，黄泥湖矿点在开采堆浸结束后，地表遗留设施主要为：14 个坑（井）口、1 个露天采场、7 个废石（渣）堆、1 个尾渣堆、1 处工业场地、35 座建（构）筑物、40 件（台）设备和 11000m 管线。

大鞏围矿点在开采堆浸结束后，地表遗留设施主要为：13 个坑（井）口、4 个废石（渣）堆、1 处工业场地、24 座建（构）筑物、5 件（台）设备和 5700m 管线；另外，污染外界环境包括 1 条污染道路。

3.1.2 退役设施概述

本项目退役治理设施内容见表 3.1-1。

表 3.1-1 本项目退役设施项目一览表

| 序号 | 项目 | | 黄泥湖矿点 | 大鞏围矿点 | 合计 |
|----|--------|-------------------|--------|-------|--------|
| 1 | 坑（井）口 | 无水坑口个数 | 7 | 3 | 10 |
| | | 有水坑口个数 | 1 | 1 | 2 |
| | | 浅（竖）井个数 | 6 | 9 | 15 |
| 2 | 露天采场 | 个数 | 1 | — | 1 |
| | | 面积 m ² | 1137.5 | — | 1137.5 |
| 3 | 废石（渣）堆 | 个数 | 7 | 4 | 11 |

| 序号 | 项目 | 黄泥湖矿点 | 大峯围矿点 | 合计 |
|----|---------------------|---------|---------|---------|
| | 废石（渣）量 t | 100495 | 65094 | 165589 |
| | 裸露面积 m ² | 12311 | 21547 | 33858 |
| 4 | 个数 | 1 | — | 1 |
| | 尾渣量 t | 113000 | — | 113000 |
| | 裸露面积 m ² | 20000 | — | 20000 |
| 5 | 个数 | 1 | 1 | 2 |
| | 面积 m ² | 3881 | 3143 | 7024 |
| 6 | 设备数台（件） | 40 | 5 | 45 |
| | 管线 m | 11000 | 5700 | 16700 |
| 7 | 数量 | 35 | 24 | 59 |
| | 面积 m ² | 2041.16 | 1264.14 | 3305.30 |
| 8 | 数量 | — | 1 | 1 |
| | 长度 m | — | 190 | 190 |

3.2 生产期间工艺及“三废”排放

3.2.1 井巷工程

黄泥湖矿点井巷工程大部分利用探矿巷道，井巷工程于1996年开始，2010年结束。开拓方式为平硐—盲斜井，采矿方法为房柱法，共掘进了三个中段，中段标高为500m、480m、460m。矿石由480m平硐出地表后运至破碎站破碎后，通过索道运至堆浸场地进行堆浸。其中500m、460m中段巷道为新开巷道。

大峯围矿点井巷工程为新开坑道，工程始于1999年，2010年结束。该矿点井巷工程开拓方式为平硐—斜井开拓，采矿方法为房柱法，共掘进了4个中段，中段标高为485m、445m、405m、365m。矿石由485m平硐出地表后经破碎，通过道路运至堆浸场进行堆浸。

3.2.2 水冶工艺

黄泥湖矿点铀水冶设施于1997年建成，生产期间工艺流程为矿石破碎—堆浸浸出—吸附—淋洗—沉淀压滤，最终产品为“111”其流程图见图3.2-1。

黄泥湖矿点水冶及其他辅助设施主要包括：破碎房、堆浸场、原液池、

尾液池、喷淋池产品库等生产建（构）筑物；石灰房、清水池、澄清池、炸药库、化验室、发电机房等配套建筑物；淋浴室、住房、仓库、厨房等生活场地设施。

大峯围矿点小规模水冶试验于 2006 年建成，主要是为验证白面石矿田矿石的水冶性能、兼顾相关主管部门下达的任务，工艺流程与黄泥湖相同，设施主要包括生产建（构）筑物、配套建筑物及其相关场地等。

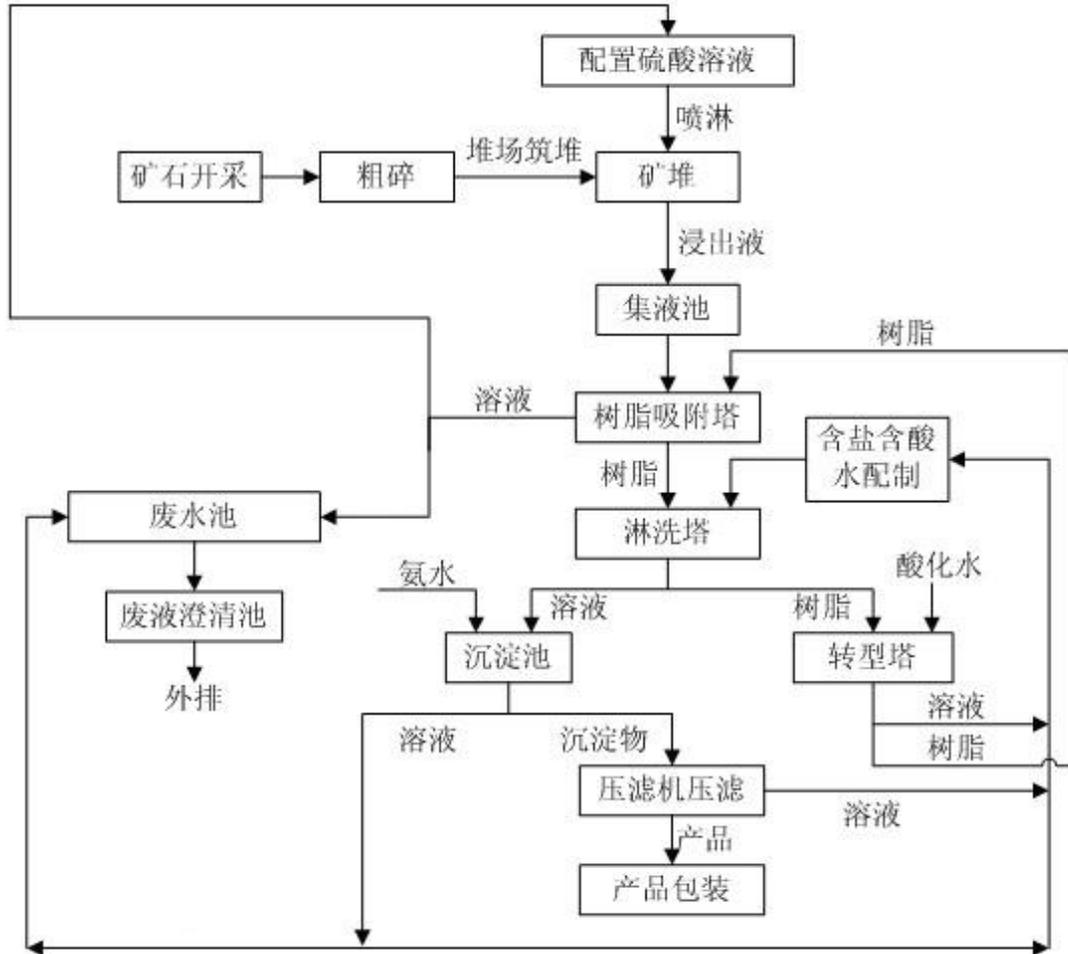


图 3.2-1 生产时期水冶工艺流程图

3.2.3 生产期放射性“三废”排放及处理措施

1) 生产时期放射性“三废”排放

本项目生产期产生的放射性“三废”主要包括放射性废气、放射性废水及放射性固体废物。

(1) 放射性废气

放射性废气主要来自坑（井）口、堆浸场和废石堆表面析出的 ^{222}Rn ，该

区释放的 ^{222}Rn 量计约 $7.73 \times 10^{12} \text{Bq/a}$ ，其中黄泥湖矿点释放的 ^{222}Rn 量计约 $4.97 \times 10^{12} \text{Bq/a}$ ；大鞏围矿点释放的 ^{222}Rn 量计约 $2.76 \times 10^{12} \text{Bq/a}$ 。

（2）放射性废水

放射性废水主要为水冶工艺废水（来自吸附尾液、沉淀母液）和矿井中地下涌水，其中堆浸液经吸附塔吸附后的吸附尾液，75%重新配酸进入堆浸场喷淋，25%进入废水池；沉淀母液 50%重新分配到树脂吸附塔，另外 50%进入废水池。上述废水先进入废水池经中和沉淀 pH 调至 6~9，上清液中铀含量 $\leq 0.3 \text{mg/L}$ ，镭含量 $\leq 1.1 \text{Bq/L}$ 后外排，排放量约 $2200 \text{m}^3/\text{a}$ 。

（3）放射性固体废物

生产期放射性固体废物主要来自矿井开采产生的废石和堆浸试验生产遗留的尾（废）渣。其中，黄泥湖矿点生产时期产生的废石总量为 10.0 万 t，尾渣量为 11.3 万 t；大鞏围矿点生产时期产生的废石（渣）总量为 6.5 万 t。

2) 生产时期放射性“三废”处理措施

（1）对放射性固体废物，设计有专门场地如废石堆、堆浸场等集中堆放，以减少扩散和对环境的影响。

（2）堆浸工艺废水配置废水处理设施，经中和澄清后，pH 及 $U_{\text{天然}}$ 、 ^{226}Ra 含量达标后，上清液外排至附近受纳水体。

4 环境质量现状

4.1 辐射环境本底调查

4.1.1 天然放射性水平

根据《中国环境天然放射性水平》（中国原子能出版社，2015年7月）中相关内容，项目所在地江西省赣州地区的环境本底值如表 4.1-1 所示。

表 4.1-1 江西省赣州地区的环境本底值

| 监测对象 | 监测项目 | 监测范围值 | 监测均值 |
|----------------|------------------------------------|------------|------|
| 空气 | 氡浓度, Bq/m ³ | 3.3~40.8 | 24.5 |
| | 氡子体 α 潜能, nJ/m ³ | 15.4~114 | 47.4 |
| 地表水体 | U _{天然} , μ g/L | 0.24~1.42 | 0.61 |
| | ²²⁶ Ra, mBq/L | 1.3~14.4 | 3.41 |
| 地下水 | U _{天然} , μ g/L | 0.01~13.6 | 0.71 |
| | ²²⁶ Ra, mBq/L | 1.27~38 | 6.35 |
| 土壤 | U _{天然} , mg/kg | 1.7~16.8 | 4.9 |
| | ²²⁶ Ra, mBq/L | 20~148 | 56.2 |
| γ 辐射剂量率 | 原野 γ 辐射剂量率, nGy/h | 27.9~257.6 | 81.4 |

注：原野 γ 辐射剂量率为扣除宇宙射线值后的值。

4.1.2 对照点辐射环境水平

由于黄泥湖矿点和大峯围矿点试验前未对矿区进行辐射环境本底调查，本项目选择位于矿区东南方向、与各矿点相距约（8~10）km 的晨光镇作为对照点，晨光镇的地理坐标为：北纬 24°48'42.91"，东经 115°28'42.91"，位于黄泥湖矿点的东南方向，与黄泥湖矿点相距约 8.6km、与大峯围矿点相距约 10.2km。江西省核工业地质局测试研究中心于 2018 年 5 月，对晨光镇进行辐射环境质量监测，监测介质有空气、土壤和农作物等，监测项目为氡、U_{天然}、²²⁶Ra 和贯穿辐射剂量率等。地表水辐射对照点选择接纳水体坑口水汇入口上游 500m 处，地下水辐射对照点选取拟建尾渣库和大峯围废渣堆 WZ-2 设施地下水流向上游。上述监测结果作为本项目对照点监测数据列于表 4.1-2 中。综合表 4.1-1 和表 4.1-2，本项目所在区为高本底地区，采用对照点的 γ 辐射剂量率为本项目的本底值，即（223.7~238.7）nGy/h（扣除宇宙射线后）。

表 4.1-2 对照点水平调查结果

| 序号 | 监测介质 | 监测项目 | 监测值 |
|----|------------------|--|--------|
| 1 | 陆地 | γ 辐射剂量率 (nGy/h) | 234.7 |
| 2 | 空气 | 氡浓度 (Bq/m ³) | 5.93 |
| | | 氡子体 ($\times 10^{-3}\mu\text{J}/\text{m}^3$) | 8.67 |
| 3 | 气溶胶 | $U_{\text{天然}}$ (ng/m ³) | 0.220 |
| | | 总 α (mBq/m ³) | 0.044 |
| 4 | 土壤 | ²³⁸ U (mg/kg) | 7.14 |
| | | ²²⁶ Ra (Bq/kg) | 89.51 |
| 5 | 稻谷 | $U_{\text{天然}}$ (mg/kg) | 0.0014 |
| | | ²²⁶ Ra (Bq/kg) | 0.495 |
| | | ²¹⁰ Po (Bq/kg) | 0.076 |
| | | ²¹⁰ Pb (Bq/kg) | 0.582 |
| 6 | 蔬菜 | $U_{\text{天然}}$ (mg/kg) | 0.0006 |
| | | ²²⁶ Ra (Bq/kg) | 0.904 |
| | | ²¹⁰ Po (Bq/kg) | 0.028 |
| | | ²¹⁰ Pb (Bq/kg) | 0.093 |
| 7 | 鸡肉 | $U_{\text{天然}}$ (mg/kg) | 0.0192 |
| | | ²²⁶ Ra (Bq/kg) | 20.3 |
| | | ²¹⁰ Po (Bq/kg) | 0.168 |
| | | ²¹⁰ Pb (Bq/kg) | 0.758 |
| 8 | 黄泥湖小溪 | $U_{\text{天然}}$ ($\mu\text{g}/\text{L}$) | 5.20 |
| | | ²²⁶ Ra (mBq/L) | 3.63 |
| | | ²¹⁰ Po (Bq/L) | 0.001 |
| | | ²¹⁰ Pb (Bq/L) | <0.01 |
| 9 | 群裕河 | $U_{\text{天然}}$ ($\mu\text{g}/\text{L}$) | 6.04 |
| | | ²²⁶ Ra (mBq/L) | 2.8 |
| | | ²¹⁰ Po (Bq/L) | 0.001 |
| | | ²¹⁰ Pb (Bq/L) | <0.01 |
| 10 | 拟建尾渣库地下水流向上游 | $U_{\text{天然}}$ ($\mu\text{g}/\text{L}$) | 0.16 |
| | | ²²⁶ Ra (mBq/L) | 8.9 |
| | | ²¹⁰ Po (Bq/L) | 0.001 |
| | | ²¹⁰ Pb (Bq/L) | <0.01 |
| 11 | 废渣堆 WZ-2 地下水流向上游 | $U_{\text{天然}}$ ($\mu\text{g}/\text{L}$) | 0.19 |
| | | ²²⁶ Ra (mBq/L) | 6.9 |
| | | ²¹⁰ Po (Bq/L) | 0.001 |
| | | ²¹⁰ Pb (Bq/L) | <0.01 |

4.2 辐射环境质量现状调查与评价

4.2.1 调查目的

了解和掌握现阶段矿区周围环境中大气、水、水体底泥、土壤及生物中放射性物质的浓度水平，以便了解黄泥湖矿点和大鞏围矿点排放的污染物对环境的影响程度，同时为退役治理后设施周围环境现状监测提供对比数据。

4.2.2 调查内容

本项目辐射环境监测工作由核工业核工业地质局测试研究中心完成。2018年5月21日~5月25日，核工业核工业地质局测试研究中心对本项目黄泥湖及大鞏围两个矿点所在区域进行了环境现状监测和采样分析，监测报告分部于2018年8月编制完成；2019年3月23日~2019年3月25日对地下水进行补充采样检测，2019年6月25日对土壤非放射性核素补充采样检测，补充报告于2019年7月编制完成。

本次环境监测的介质主要有大气、水、土壤、底泥及生物等，监测内容主要包括陆地 γ 辐射吸收剂量率、氡及其子体浓度、气溶胶，水中 $U_{\text{天然}}$ 、 ^{226}Ra 、 ^{210}Po 、 ^{210}Pb ，土壤、底泥以及生物中 $U_{\text{天然}}$ 、 ^{226}Ra 等，同时包含地表水、地下水及土壤中的部分非放元素如： Mn 、 Cd 、 As 、 pH 等。环境现状监测的具体方案详见表4.2-1，监测采样点位见图4.2-1。

4.2.3 监测质量保证

1) 参加监测的核工业核工业地质局测试研究中心具有在中华人民共和国境内出具法定数据的资质，证书编号[161420180567]，有效期至2022年10月16日，提供的数据可靠并具有法律效力；

2) 所有参加监测的技术人员均持有国家辐射环境监测技术中心等单位颁发的上岗证，并经过相应的技术培训、考核；

3) 测量、取样和分析工作均执行国家或行业颁布的标准方法，分析过程严格按照标准要求进行；

4) 所使用的监测和测量仪器均经过计量行政部门指定的计量检定机构确认并确认合格；

5) 现场测量结果的质量采用重复检查测量进行控制。重复检查测量比例不少于10%。对异常结果随时发现，随时检查；

6) 样品采集、记录、运输、交接、管理及保存，现场监测及样品实验室分析过程均按照质量保证体系要求严格执行。

表 4.2-1 环境质量现状监测方案

| 监测对象 | | 监测位置 | 点位数 | 监测项目 | 监测频次 |
|-------------|----|---|-----|--|-------------|
| 陆地 γ | | 1) 黄泥湖矿点：山下、高湖寨、蕉子坝村； 2) 大鞏围矿点：双坑、野猪窝、大鞏围、白面石村； 3) 对照点：晨光镇政府所在地。 | 8 | γ 辐射空气吸收剂量率 | 每个点位监测 20 次 |
| 空气 | | 1) 黄泥湖矿点：山下、高湖寨、蕉子坝村； 2) 大鞏围矿点：双坑、野猪窝、大鞏围、白面石村； 3) 对照点：晨光镇政府所在地。 | 8 | 氡及其子体、气溶胶（ $U_{\text{天然}}$ 、总 α ）、TSP | 监测 1 次 |
| 地表水 | | 1) 黄泥湖矿点：坑口流出水汇入口上游 500m 处和下游 1km 处，高湖寨村，蕉子坝村各测 1 个点； 2) 大鞏围矿点：坑口流出水汇入口上游 500m 处和下游 1km 处，大鞏围，白面石村各测 1 个点。 | 8 | $U_{\text{天然}}$ 、 ^{226}Ra 、 ^{210}Pb 、 ^{210}Po 、Mn、Cd、As、pH、 SO_4^{2-} | 监测 1 次 |
| 地下水 | | 1) 黄泥湖矿点：高湖寨、蕉子坝村、拟建尾渣库场址地下水流向上游、下游、坝角及两侧； 2) 大鞏围矿点：大鞏围、白面石村、废渣堆地下水流向上游及下游两侧，废渣堆与群裕河之间。 | 13 | $U_{\text{天然}}$ 、 ^{226}Ra 、 ^{210}Pb 、 ^{210}Po 、pH、 K^+ 、 Ca^{2+} 、 Na^+ 、 Mg^{2+} 、 SO_4^{2-} 、 CO_3^{2-} 、 HCO_3^- 、Cl $^-$ 、Mn、Pb、Cd、Cu、Zn、Ni、Cr、Fe、As、Hg | 监测 1 次 |
| 土壤 | | 1) 黄泥湖矿点：高湖寨、蕉子坝村； 2) 大鞏围矿点：大鞏围、白面石村； 3) 对照点：晨光镇政府所在地。 | 5 | $U_{\text{天然}}$ 、 ^{226}Ra 、Mn、Cd、As、Cu、Zn、 Cr^{6+} 、Ni、Hg、pH | 监测 1 次 |
| 底泥 | | 1) 其余与地表水相同。 | 8 | $U_{\text{天然}}$ 、 ^{226}Ra | 监测 1 次 |
| 环境生物 | 植物 | 1) 黄泥湖矿点：高湖寨、蕉子坝村； 2) 大鞏围矿点：大鞏围、白面石村； 3) 对照点：晨光镇政府所在地。 植物根据主要种植作物选取，如水稻、谷物或蔬菜等。 | 5 | $U_{\text{天然}}$ 、 ^{226}Ra 、 ^{210}Po 、 ^{210}Pb | 监测 1 次 |
| | 动物 | 1) 黄泥湖矿点：高湖寨、蕉子坝村； 2) 大鞏围矿点：大鞏围、白面石村； 3) 对照点：晨光镇政府所在地。 动物根据养殖情况分别取鸡、鸭或鱼等。 | 5 | $U_{\text{天然}}$ 、 ^{226}Ra 、 ^{210}Po 、 ^{210}Pb | 监测 1 次 |

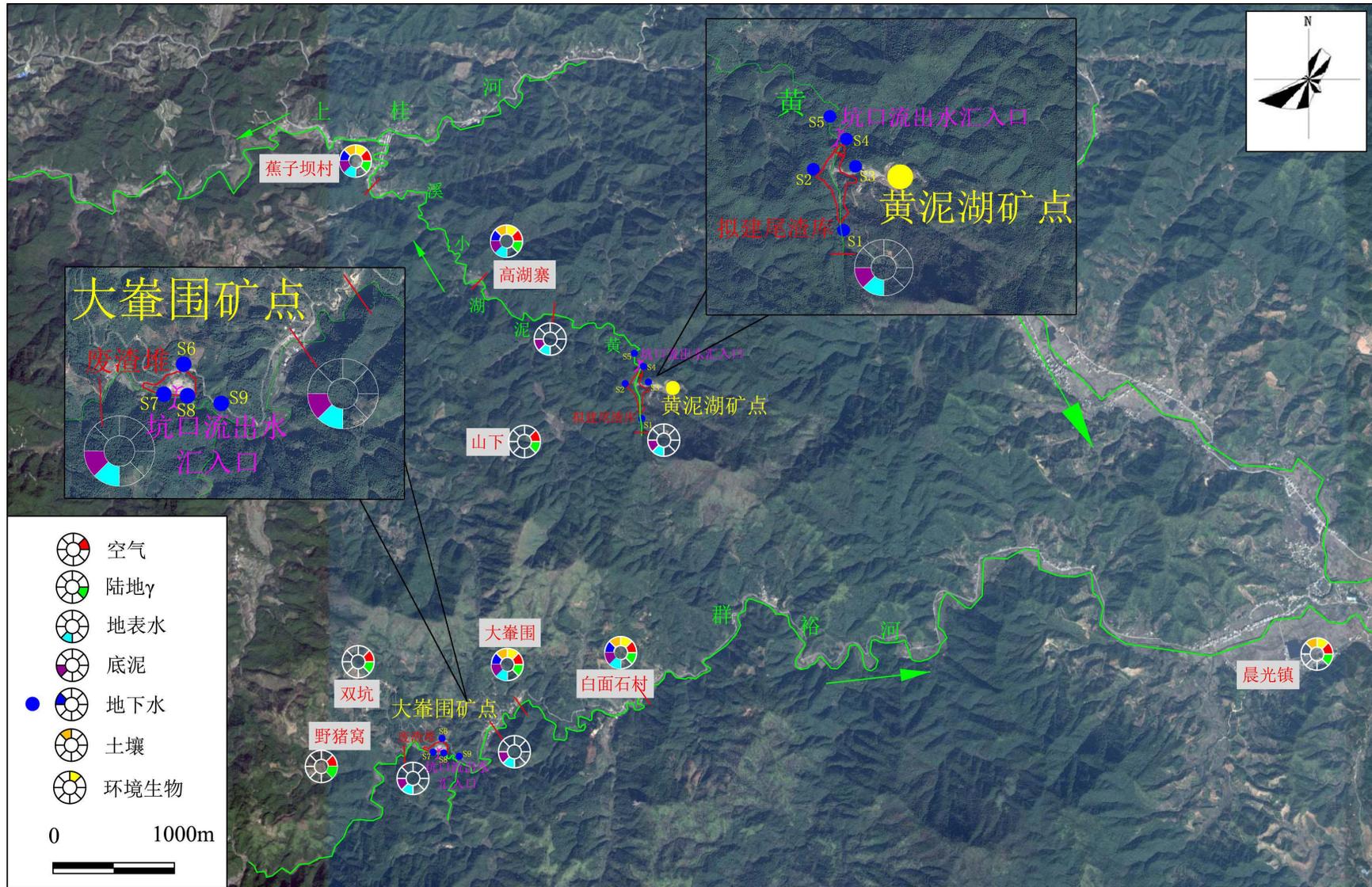


图 4.2-1 监测采样点位图

4.2.4 监测方法及仪器

为了获取更准确地测量数据，测量方法采用国家和核工业颁布的或推荐的标准测量方法。本项目涉及的部分环境监测内容的测量分析方法及监测仪器见表 4.2-2。

表 4.2-2 环境监测方法和监测仪器

| 监测项目 | 监测方法 | 监测仪器 | 检出限 | |
|-------------------|----------------------|--------------------------------------|--------------------------------------|----------------------------|
| 陆地 γ 辐射剂量率 | GB/T14583-1993 即时测量法 | FH40G 环境 X- γ 剂量率监测仪 | 1nGy/h | |
| 空气 | 氡 | GB/T14582-1993 连续氡监测法 | RAD7 连续测氡仪 | 0.01 Bq/m ³ |
| | 氡子体 | GB/T14582-1993 脉冲电离室法 | BWLM-PLUS-S 氡子体测量仪 | 1nJ/m ³ |
| | U _{天然} | HJ840-2017 电感耦合等离子体质谱法 | 电感耦合等离子体质谱仪 Nexion300X | 0.01ng/m ³ （空气） |
| | TSP | GB/T15432-1995 重量法 | HZ-104/55S 十万分之一天平/KB-6120 型多功能大气采样器 | / |
| | 总 α | EJ/T1075-1998 厚源法 | 低本底总 α 总 β 测量仪 | |
| 土壤及底泥 | ²³⁸ U | GB/T 11743-2013 γ 能谱分析法 | 环境 γ 谱仪 | / |
| | ²²⁶ Ra | GB/T 11743-2013 γ 能谱分析法 | 环境 γ 谱仪 | / |
| | Mn | HJ776-2015 发射光谱法 | Optima5300DV 等离子体发射光谱仪 | 0.7mg/kg |
| | Cd | GB/T 17140-1997KI-MIBK 萃取火焰原子吸收分光光度法 | GGX-9 原子吸收分光光度计 | 0.05mg/kg |
| | As | HJ 680-2013 原子荧光光度法 | AFS-2202E 双道原子荧光光度计 | 0.01mg/kg |
| | Hg | HJ 680-2013 原子荧光光度法 | AFS-2202E 双道原子荧光光度计 | 0.002 mg/kg |
| | Cu | GB/T 17138-1997 火焰原子吸收分光光度法 | GGX-9 原子吸收分光光度计 | 1mg/kg |
| | Ni | GB/T 17138-1997 火焰原子吸收分光光度法 | GGX-9 原子吸收分光光度计 | 5mg/kg |
| | Zn | GB/T 17138-1997 火焰原子吸收分光光度法 | GGX-9 原子吸收分光光度计 | 0.5 mg/kg |
| | 六价铬 | HJ 687-2014 原子吸收分光光度法 | GGX-9 原子吸收分光光度计 | 2mg/kg |
| pH | LY/T1239-1999 玻璃电极法 | FE20 实验室 pH 计 | 0.01 | |

| 监测项目 | | 监测方法 | 监测仪器 | 检出限 |
|-------------------------------|-----------------------|------------------------------------|-----------------------------|--|
| 陆生生物 | ²³⁸ U | GB/T 16145-1995 高纯锕 γ 能谱分析法 | 低本底宽能高纯锕 γ 谱仪 BE5030 | 1.0 \times 10 ⁻⁸ ~1.0 \times 10 ⁻⁵ g / g 灰 |
| | ²²⁶ Ra | GB/T 16145-1995 高纯锕 γ 能谱分析法 | 低本底宽能高纯锕 γ 谱仪 BE5030 | / |
| | ²¹⁰ Pb | HJ 813-2016 电镀制样法 | 低本底总 α 总 β 测量仪 | / |
| | ²¹⁰ Po | HJ 813-2016 电镀制样法 | 低本底总 α 总 β 测量仪 | / |
| 地表水及地下水 | pH | GB6920-86 玻璃电极法 | FE20 实验室 pH 计 | / |
| | U _{天然} | HJ840-2017 激光荧光法 | MUA 微量铀分析仪 | 0.00004mg/L |
| | ²²⁶ Ra | GB11214-1989 闪烁室射气法 | DB-2001、FD-125 室内氡钍分析仪 | 0.002Bq/L |
| | ²¹⁰ Pb | HJ 813-2016 电镀制样法 | 低本底总 α 总 β 测量仪 | 0.001mg/L |
| | ²¹⁰ Po | EJ/T 859-1994 电镀制样法 | 低本底总 α 总 β 测量仪 | 0.01mg/L |
| | Mn | HJ776-2015 电感耦合等离子体光谱法 | Optima5300DV 等离子体发射光谱仪 | 0.004mg/L |
| | Cd | HJ776-2015 电感耦合等离子体光谱法 | Optima5300DV 等离子体发射光谱仪 | 0.005mg/L |
| | As | HJ694-2014 原子荧光法 | AFS-2202E 型双道原子荧光光度计 | 0.0003mg/L |
| | Cu | HJ776-2015 电感耦合等离子体光谱法 | Optima5300DV 等离子体发射光谱仪 | 0.0006mg/L |
| | Zn | HJ776-2015 电感耦合等离子体光谱法 | Optima5300DV 等离子体发射光谱仪 | 0.0004mg/L |
| | Ni | HJ776-2015 电感耦合等离子体光谱法 | Optima5300DV 等离子体发射光谱仪 | 0.02mg/L |
| | Cr | HJ776-2015 电感耦合等离子体光谱法 | Optima5300DV 等离子体发射光谱仪 | 0.03mg/L |
| | Fe | HJ776-2015 电感耦合等离子体光谱法 | Optima5300DV 等离子体发射光谱仪 | 0.02mg/L |
| | Hg | HJ694-2014 原子荧光法 | AFS-2202E 型双道原子荧光光度计 | 0.00004mg/L |
| | K ⁺ | HJ776-2015 电感耦合等离子体光谱法 | Optima5300DV 等离子体发射光谱仪 | 0.05mg/L |
| | Ca ²⁺ | HJ776-201 电感耦合等离子体光谱法 | Optima5300DV 等离子体发射光谱仪 | 0.02mg/L |
| | Na ⁺ | HJ776-201 电感耦合等离子体光谱法 | Optima5300DV 等离子体发射光谱仪 | 0.12mg/L |
| Mg ²⁺ | HJ776-201 电感耦合等离子体光谱法 | Optima5300DV 等离子体发射光谱仪 | 0.003mg/L | |
| SO ₄ ²⁻ | HJ 84-2016 离子色谱法 | CIC-100 型离子色谱仪 | 0.018mg/L | |

| 监测项目 | 监测方法 | 监测仪器 | 检出限 |
|-------------------------------|--------------------|----------------|-----------|
| CO ₃ ²⁻ | GB/T 8538-2008 滴定法 | / | 0.05mg/L |
| HCO ₃ ⁻ | GB/T 8538-2008 滴定法 | / | / |
| Cl ⁻ | HJ 84-2016 离子色谱法 | CIC-100 型离子色谱仪 | 0.007mg/L |

4.2.5 环境质量调查结果及分析

4.2.5.1 区域环境达标分析

本项目位于寻乌县桂竹帽镇境内，根据《环境影响评价技术导则 大气环境》（HJ2.2-2018）规定，本项目采用寻乌县政府信息公开的《寻乌县空气质量月报》（2019.10）中六大基本污染物数据进行区域环境达标分析，结果详见表 4.2-3。

表 4.2-3 项目所在区域环境空气质量结果

| 基本污染物 μg/m ³ | SO ₂ | NO ₂ | PM _{2.5} | PM ₁₀ | CO | O ₃ |
|-----------------------------------|-----------------|-----------------|-------------------|------------------|-----|----------------|
| | 年均值 | 年均值 | 年均值 | 年均值 | 日均值 | 日最大 8 小时均值 |
| 现状浓度 | 9 | 10 | 31 | 42 | 0.8 | 140 |
| 《环境空气质量标准》 (GB3095-2012) 中二级标准 | 60 | 40 | 35 | 70 | 4 | 160 |

由表 4.2-3 可知，项目所在地为达标区。

4.2.5.2 陆地γ辐射剂量率监测

本项目周边居民点的γ辐射空气剂量率监测结果见表 4.2-4。

表 4.2-4 项目周边居民点γ辐射空气剂量率监测结果

| 序号 | 测点位置 | γ 辐射空气吸收剂量率 nGy/h | | |
|----|--|-------------------|-------------|-------|
| | | 数量 | 范围 | 均值 |
| 1 | 山下 | 20 | 188.7~259.7 | 222.7 |
| 2 | 高湖寨 | 20 | 233.7~312.7 | 296.7 |
| 3 | 蕉子坝村 | 20 | 269.7~325.7 | 306.7 |
| 4 | 双坑 | 20 | 56.7~138.7 | 97.7 |
| 5 | 野猪窝 | 20 | 49.7~122.7 | 80.7 |
| 6 | 大窠围 | 20 | 206.7~245.7 | 229.7 |
| 7 | 白面石村 | 20 | 238.7~272.7 | 263.7 |
| 8 | 晨光镇（对照点） | 20 | 223.7~238.7 | 234.7 |
| 9 | 《中国环境天然放射性水平》（2015） 赣州地区原野本底（nGy/h） | | 27.9~257.6 | 81.4 |

注：γ辐射空气吸收剂量率均扣除宇宙射线（24.3 nGy/h）。

由表 4.2-4 可以看出，本项目周边敏感点的γ辐射剂量率在（49.7~325.7）

nGy/h 之间，与对照点（223.7~238.7）nGy/h 基本相当，高湖寨和蕉子坝村稍微高于对照地和江西省天然本底水平，其余监测点与对照点水平相当，且在江西省天然本底范围内。

4.2.5.3 空气监测

1) 氡及其子体浓度监测

本项目周边居民点环境空气中氡及其子体浓度监测结果见表 4.2-5。

表 4.2-5 项目周边居民点空气中氡及其子体监测结果

| 序号 | 测点名称 | 检测结果 | | |
|------------------------------|----------|------|--------------------------|--|
| | | 测点数 | 氡浓度 (Bq/m ³) | 氡子体 (×10 ⁻³ μJ/m ³) |
| | | | 监测值 | 监测值 |
| 1 | 山下 | 1 | 10.8 | 11.3 |
| 2 | 高湖寨 | 1 | 11.0 | 7.06 |
| 3 | 蕉子坝村 | 1 | 27.4 | 23.7 |
| 4 | 双坑 | 1 | 38.4 | 13.2 |
| 5 | 野猪窝 | 1 | 5.48 | 7.43 |
| 6 | 大峯围 | 1 | 5.38 | 26.9 |
| 7 | 白面石村 | 1 | 12.5 | 20.5 |
| 8 | 晨光镇(对照点) | 1 | 5.93 | 8.67 |
| 《中国环境天然放射性水平》 (2015) 全国本底 | | | 3.3~40.8 | 15.4~114 |

由表 4.2-5 可以看出，本项目周围环境敏感点空气中的氡浓度范围为 (5.38~38.4) Bq/cm²，平均值为 15.8Bq/cm²，略高于对照点均值 5.93Bq/m³；氡子体浓度平均值在 (7.06~26.9)×10⁻³μJ/m³ 之间，略高于对照点均值 15.7μJ/m³，但所测监测点氡浓度及其子体浓度均在全国本底范围之内。

2) 气溶胶监测

本项周边居民点气溶胶浓度监测结果见下表 4.2-6。

表 4.2-6 气溶胶监测结果

| 序号 | 测点名称 | 检测结果 | | |
|----|------|------|--------------------------------------|--------------------------|
| | | 测点数 | U _{天然} (ng/m ³) | 总α (mBq/m ³) |
| | | | 监测值 | 监测值 |
| 1 | 山下 | 1 | 0.351 | 0.058 |
| 2 | 高湖寨 | 1 | 0.162 | 0.032 |
| 3 | 蕉子坝村 | 1 | 0.178 | 0.177 |

| 序号 | 测点名称 | 检测结果 | | |
|----|----------|------|--|--|
| | | 测点数 | $U_{\text{天然}}$ (ng/m^3) | 总 α (mBq/m^3) |
| | | | 监测值 | 监测值 |
| 4 | 双坑 | 1 | 0.170 | 0.170 |
| 5 | 大鞞围 | 1 | 0.335 | 0.067 |
| 6 | 白面石村 | 1 | 0.017 | 0.025 |
| 7 | 晨光镇(对照点) | 1 | 0.220 | 0.044 |

从表 4.2-6 监测结果分析，山下、大鞞围气溶胶中的 $U_{\text{天然}}$ 含量略高于对照点，其余居民点的 $U_{\text{天然}}$ 含量与对照点相当；山下、蕉子坝村、双坑和大鞞围气溶胶中的总 α 浓度略高于对照点，其余居民点的总 α 浓度与对照点相当。

3) TSP 监测

本项周边居民点 TSP 浓度监测结果见下表 4.2-7。

表 4.2-7 TSP 监测结果

| 序号 | 测点名称 | 测点数 | TSP ($\mu\text{g}/\text{m}^3$) |
|------------------------------|----------|-----|----------------------------------|
| | | | 日均值 |
| 1 | 山下 | 1 | 128 |
| 2 | 高湖寨 | 1 | 96 |
| 3 | 蕉子坝村 | 1 | 99 |
| 4 | 双坑 | 1 | 102 |
| 5 | 大鞞围 | 1 | 118 |
| 6 | 白面石村 | 1 | 87 |
| 7 | 晨光镇(对照点) | 1 | 110 |
| 《环境空气质量标准》(GB3095-2012)中二级标准 | | | 300 |

从表 4.2-7 监测结果分析，各居民点的 TSP 浓度均满足《环境空气质量标准》(GB3095-2012) 二级标准。

4.2.5.4 地表水监测

1) 地表水体中放射性污染物监测结果

本次监测分别在两个矿点的受纳水体的上、下游等共 8 处进行了取样和监测，水中放射性污染物监测结果见表 4.2-8。

表 4.2-8 地表水中放射性污染物监测结果

| 序号 | 监测点位 | U _{天然} ($\mu\text{g/L}$) | ²²⁶ Ra (mBq/L) | ²¹⁰ Po (Bq/L) | ²¹⁰ Pb (Bq/L) |
|-----------------------------|------------------------|--|------------------------------|-----------------------------|-----------------------------|
| 1 | 黄泥湖坑口流出水汇入口上游 500m | 5.20 | 3.63 | 0.001 | 未检出 |
| 2 | 黄泥湖坑口流出水汇入口下游 1000m | 8.40 | 9.14 | 0.007 | 0.016 |
| 3 | 黄泥湖小溪高湖寨村断面处 | 8.87 | 7.69 | 0.007 | 0.013 |
| 4 | 黄泥湖小溪蕉子坝村断面处 | 7.31 | 6.89 | 0.006 | 未检出 |
| 5 | 大鞏围坑口流出水汇入口上游 500m | 6.04 | 4.28 | 0.001 | 未检出 |
| 6 | 大鞏围坑口流出水汇入口下游 1000m | 6.59 | 5.96 | 0.001 | 未检出 |
| 7 | 群裕河大鞏围断面处 | 6.57 | 5.11 | 0.001 | 未检出 |
| 8 | 群裕河白面石村断面处 | 4.18 | 5.81 | 0.002 | 未检出 |
| 《中国环境天然放射性水平》(2015) 全国本底 | | 0.24~1.42 | 1.3~14.4 | — | — |

由表 4.2-8 可知，本项目周围地表水体中 U_{天然} 范围值为 (4~8.87) $\mu\text{g/L}$ ，²²⁶Ra 范围值为 (3.69~9.14) mBq/L，基本与天然本底水平相当。

2) 地表水体中非放射性污染物监测结果

本项目地表水体中非放射性污染物监测结果见下表 4.2-9。

表 4.2-9 地表水中非放射性污染物监测结果

| 序号 | 监测点位 | pH | As ($\mu\text{g/L}$) | Cd ($\mu\text{g/L}$) | Mn ($\mu\text{g/L}$) | SO ₄ ²⁻ (mg/L) |
|-------------------------|-------------------------|------|---------------------------|---------------------------|---------------------------|---|
| 1 | 黄泥湖坑口流出水汇入口上 游 500m | 7.42 | 未检出 | 未检出 | 未检出 | 2.21 |
| 2 | 黄泥湖坑口流出水汇入口下 游 1000m | 7.65 | 1.8 | 0.16 | 4 | 2.26 |
| 3 | 黄泥湖小溪高湖寨村断面处 | 6.94 | 1.1 | 0.06 | 未检出 | 1.09 |
| 4 | 黄泥湖小溪蕉子坝村断面处 | 6.98 | 2.0 | 未检出 | 未检出 | 0.93 |
| 5 | 大鞏围坑口流出水汇入口上 游 500m | 7.46 | 未检出 | 未检出 | 未检出 | 0.44 |
| 6 | 大鞏围坑口流出水汇入口下 游 1000m | 7.52 | 未检出 | 0.06 | 未检出 | 0.36 |
| 7 | 群裕河大鞏围断面处 | 7.49 | 未检出 | 0.06 | 5 | 0.34 |
| 8 | 群裕河白面石村断面处 | 7.60 | 未检出 | 未检出 | 未检出 | 0.32 |
| GB3838-2002 中 III 类水质标准 | | 6~9 | 50 | 5 | 100 | 250 |

由表 4.2-9 可以看出，各监测点地表水中非放射污染物监测结果均满足《地表水环境质量标准》(GB3838-2002) III 类水质标准。

4.2.5.5 地下水监测

1) 地下水体中放射性污染物监测结果

本次监测，对黄泥湖及大峯围矿点上下游和居民点处的地下水进行了取样、监测，水中放射性污染物监测结果见表 4.2-10。

表 4.2-10 地下水放射性污染物监测结果

| 序号 | 监测点位 | $U_{\text{天然}}$ $\mu\text{g/L}$ | ^{226}Ra Bq/L | ^{210}Po Bq/L | ^{210}Pb Bq/L |
|----------------------------|----------------------|------------------------------------|------------------------------------|------------------------------------|------------------------------------|
| 1 | 拟建尾渣库地下水上游 S1 | 0.33 | 0.0071 | 0.002 | 未检出 |
| 2 | 拟建尾渣库左侧 S2 | 0.19 | 0.0150 | 0.002 | 未检出 |
| 3 | 拟建尾渣库右侧 S3 | 0.24 | 0.0089 | 0.004 | 0.016 |
| 4 | 拟建尾渣库坝角 S4 | 0.16 | 0.0089 | 0.001 | 未检出 |
| 5 | 拟建尾渣库地下水下游 S5 | 0.45 | 0.0087 | 未检出 | 未检出 |
| 6 | 高湖寨 | 0.15 | 0.0150 | 0.002 | 未检出 |
| 7 | 蕉子坝村 | 0.21 | 0.0089 | 0.006 | 0.019 |
| 8 | 废渣堆 WZ-2 地下水上游 S6 | 0.19 | 0.0069 | 0.01 | 未检出 |
| 9 | 废渣堆 WZ-2 与群裕河之间左侧 S7 | 0.31 | 0.0109 | 0.003 | 0.019 |
| 10 | 废渣堆 WZ-2 与群裕河之间右侧 S8 | 0.18 | 0.0071 | 0.002 | 未检出 |
| 11 | 废渣堆 WZ-2 地下水下游 S9 | 0.25 | 0.0070 | 0.002 | 未检出 |
| 12 | 大峯围 | 0.07 | 0.0033 | 未检出 | 未检出 |
| 13 | 白面石村 | 0.65 | 0.0087 | 未检出 | 未检出 |
| 《中国环境天然放射性水平》(2015) 江西省地下水 | | 0.01~13.6 | 0.001~0.038 | — | — |

由表 4.2-10 可以看出，地下水监测点中的 $U_{\text{天然}}$ 、 ^{226}Ra 、 ^{210}Po 、 ^{210}Pb 浓度上下游变化不大，总体数值均较低，且均在当地本底范围之内。

2) 地下水水体中非放射性污染物监测结果

本项目地下水体中非放射性污染物监测结果见下表 4.2-11。

表 4.2-11 地下水非放射性污染物监测结果

| 序号 | 监测点位 | pH | K ⁺ | Ca ²⁺ | Na ⁺ | Mg ²⁺ | SO ₄ ²⁻ | CO ₃ ²⁻ | HCO ₃ ⁻ | Cl ⁻ |
|-----------------------|----------------------|---------|----------------|------------------|-----------------|------------------|-------------------------------|-------------------------------|-------------------------------|-----------------|
| | | | mg/L | mg/L | mg/L | mg/L | mg/L | mg/L | mmol/L | mg/L |
| 1 | 拟建尾渣库地下水上游 S1 | 7.58 | 2.75 | 12.28 | 6.28 | 2.25 | 0.48 | 0.00 | 1.86 | 18.33 |
| 2 | 拟建尾渣库左侧 S2 | 7.49 | 4.63 | 16.82 | 6.48 | 2.28 | 0.48 | 0.00 | 1.43 | 5.00 |
| 3 | 拟建尾渣库右侧 S3 | 7.55 | 4.86 | 16.72 | 7.14 | 3.12 | 0.48 | 0.00 | 1.22 | 13.33 |
| 4 | 拟建尾渣库坝角地下水 S4 | 7.59 | 3.19 | 5.23 | 7.21 | 2.14 | 0.48 | 0.00 | 1.33 | 8.33 |
| 5 | 拟建尾渣库地下水下游 50m 处 S5 | 7.54 | 4.58 | 16.64 | 5.14 | 2.50 | 0.48 | 0.00 | 1.47 | 11.24 |
| 6 | 高湖寨 | 7.49 | — | — | — | — | — | — | — | — |
| 7 | 蕉子坝村 | 7.55 | — | — | — | — | — | — | — | — |
| 8 | 废渣堆 WZ-2 地下水上游 S6 | 7.99 | 4.72 | 16.25 | 7.26 | 4.26 | 0.42 | 0.00 | 1.12 | 10.28 |
| 9 | 废渣堆 WZ-2 与群裕河之间左侧 S7 | 7.35 | 3.28 | 18.82 | 10.22 | 4.11 | 0.42 | 0.00 | 1.16 | 14.12 |
| 10 | 废渣堆 WZ-2 与群裕河之间右侧 S8 | 7.28 | 3.14 | 14.75 | 10.18 | 3.28 | 0.42 | 0.00 | 1.27 | 14.22 |
| 11 | 废渣堆 WZ-2 地下水下游 S9 | 7.69 | 5.16 | 15.28 | 8.14 | 3.74 | 0.42 | 0.00 | 1.24 | 12.36 |
| 12 | 大峯围 | 7.56 | — | — | — | — | — | — | — | — |
| 13 | 白面石村 | 7.54 | — | — | — | — | — | — | — | — |
| GB/T 14848-2017 中Ⅲ类标准 | | 6.5~8.5 | — | — | 200 | — | 250 | — | — | 250 |

续表 4.2-11 地下水非放射性污染物监测结果

| 序号 | 监测点位 | Mn | Cd | Cu | Zn | Ni | Cr ⁶⁺ | Fe | As | Hg |
|-------------------------|----------------------|-------|------|-------|--------|--------|------------------|-------|------|----------|
| | | mg/L | μg/L | mg/L | mg/L | mg/L | mg/L | mg/L | μg/L | mg/L |
| 1 | 拟建尾渣库地下水上游 S1 | 0.007 | 未检出 | 0.009 | 0.0003 | 0.0008 | 0.0008 | 0.018 | 2.6 | 0.000006 |
| 2 | 拟建尾渣库左侧 S2 | 未检出 | 0.25 | 0.008 | 0.0003 | 0.0007 | 0.0002 | 0.013 | 2.7 | 0.000003 |
| 3 | 拟建尾渣库右侧 S3 | 未检出 | 0.09 | 0.005 | 0.0002 | 0.0012 | 0.0006 | 0.021 | 未检出 | 0.000002 |
| 4 | 拟建尾渣库坝角地下水 S4 | 0.007 | 0.06 | 0.006 | 0.0002 | 0.0008 | 0.0009 | 0.025 | 未检出 | 0.000008 |
| 5 | 拟建尾渣库地下水下游 50m 处 S5 | 未检出 | 未检出 | 0.004 | 0.0006 | 0.0002 | 0.0008 | 0.016 | 未检出 | 0.000007 |
| 6 | 高湖寨 | 未检出 | 0.25 | — | — | — | — | — | 2.7 | — |
| 7 | 蕉子坝村 | 未检出 | 0.09 | — | — | — | — | — | 未检出 | — |
| 8 | 废渣堆 WZ-2 地下水上游 S6 | 0.007 | 0.16 | 0.005 | 0.0069 | 0.0006 | 0.0009 | 0.017 | 未检出 | 0.000006 |
| 9 | 废渣堆 WZ-2 与群裕河之间左侧 S7 | 未检出 | 0.09 | 0.005 | 0.0079 | 0.0009 | 0.0008 | 0.014 | 未检出 | 0.000005 |
| 10 | 废渣堆 WZ-2 与群裕河之间右侧 S8 | 未检出 | 未检出 | 0.006 | 0.0051 | 0.0008 | 0.0008 | 0.016 | 9.6 | 0.000005 |
| 11 | 废渣堆 WZ-2 地下水下游 S9 | 未检出 | 0.15 | 0.002 | 0.0090 | 0.0012 | 0.0006 | 0.014 | 0.7 | 0.000009 |
| 12 | 大崮围 | 0.008 | 未检出 | — | — | — | — | — | 未检出 | — |
| 13 | 白面石村 | 未检出 | 未检出 | — | — | — | — | — | 未检出 | — |
| GB/T 14848-2017 中III类标准 | | 0.1 | 5 | 1 | 1 | 0.02 | 0.05 | 0.3 | 10 | 0.001 |

由表 4.2-11 可以看出，各监测点地表水中非放射污染物监测结果均满足《地下水质量标准》（GB/T 14848-2017）中 III 水质标准。

4.2.5.6 土壤监测

本项目周边居民点土壤环境监测结果见 4.2-12。

表 4.2-12 土壤环境监测结果

| 监测点位 | ²³⁸ U | ²²⁶ Ra | Mn | Cd | Pb | Cr ⁶⁺ | Cu | Ni | Zn | As | Hg | pH |
|-----------------------------|------------------|-------------------|-------|-------|-------|------------------|-------|-------|-------|-------|-------|---------|
| | mg/kg | Bq/kg | mg/kg | mg/kg | mg/kg | mg/kg | mg/kg | mg/kg | mg/kg | mg/kg | mg/kg | |
| 蕉子坝村 | 8.08 | 96.3 | 403.8 | 0.131 | 45.78 | 未检出 | 43.6 | 4.12 | 63.77 | 12.2 | 0.153 | 6.42 |
| GB15618-2018 标准 | — | — | — | 0.3 | 90 | 150 | 50 | 70 | 200 | 40 | 1.8 | 5.5~6.5 |
| 高湖寨 | 11.8 | 131.9 | 364.8 | 0.183 | 75.94 | 未检出 | 33.9 | 4.20 | 76.23 | 13.1 | 0.053 | 6.70 |
| 大鞏围 | 7.91 | 124.8 | 386.6 | 0.216 | 39.22 | 未检出 | 33.7 | 7.98 | 57.85 | 2.38 | 0.092 | 6.65 |
| 白面石村 | 10.4 | 116.8 | 534.0 | 0.214 | 45.36 | 未检出 | 77.0 | 11.8 | 87.25 | 7.48 | 0.091 | 7.02 |
| GB15618-2018 标准 | — | — | — | 0.3 | 120 | 200 | 100 | 100 | 250 | 30 | 2.4 | 6.5~7.5 |
| 《中国环境天然放射性水平》（2015） 赣州本底 | 1.7~ 16.8 | 20~148 | — | — | — | — | — | — | — | — | — | — |

由表 4.2-12 可以看出，矿区附近居民点土壤中的 ²³⁸U、²²⁶Ra 核素浓度略高于对照点，但均在当地本底水平范围之内；土壤中非放射性污染物浓度均满足《土壤环境质量 农用地土壤污染风险管控标准》（试行）（GB15618-2018）表 1 标准。

4.2.5.7 底泥监测

本项目在与上述地表水取样的点位进行了底泥的取样，底泥监测结果见表 4.2-13。

表 4.2-13 底泥监测结果

| 序号 | 监测点位 | ²³⁸ U (mg/kg) | ²²⁶ Ra (Bq/kg) |
|-------------------------|---------------------|--------------------------|---------------------------|
| 1 | 黄泥湖坑口流出水汇入口上游 500m | 3.77 | 46.27 |
| 2 | 黄泥湖坑口流出水汇入口下游 1000m | 13.6 | 45.77 |
| 3 | 下游高湖寨村处底泥 | 12.4 | 97.9 |
| 4 | 下游蕉子坝村处底泥 | 10.6 | 117.3 |
| 5 | 黄泥湖坑口流出水汇入口下游 3000m | 19.4 | 97.9 |
| 6 | 大鞏围坑口流出水汇入口上游 500m | 4.04 | 56.68 |
| 7 | 大鞏围坑口流出水汇入口下游 1000m | 12.0 | 145.6 |
| 8 | 下游大鞏围处底泥 | 10.1 | 150.5 |
| 9 | 下游白面石村处底泥 | 10.7 | 131.6 |
| 10 | 大鞏围坑口流出水汇入口下游 3000m | 10.7 | 131.6 |
| 《中国环境天然放射性水平》（2015）赣州本底 | | 1.7~16.8 | 20~148 |

由表 4.2-13 数据可以看出，排放口下游水体底泥中 $U_{\text{天然}}$ 、 ^{226}Ra 浓度较上游略微偏高，但仍在天然本底范围之内。

4.2.5.8 生物样品监测

本次监测分别两个矿点附近居民点的稻谷、鸡、鱼等生物样品进行了监测。监测结果见表 4.2-14。

表 4.2-14 生物样品监测结果

| 类型 | 原样编号 | ^{238}U (mg/kg) | ^{226}Ra (Bq/kg) | ^{210}Po (Bq/kg) | ^{210}Pb (Bq/kg) |
|---------------|------|--------------------------|---------------------------|---------------------------|---------------------------|
| 稻谷 (鲜) | 高湖寨 | 0.0012 | 3.01 | 0.18 | 0.776 |
| | 蕉子坝村 | 0.0037 | 1.45 | 0.107 | 0.569 |
| | 大峯围 | 0.0011 | 3.69 | 0.301 | 0.685 |
| | 白面石村 | 0.0022 | 0.907 | 0.09 | 0.622 |
| | 晨光镇 | 0.0014 | 0.495 | 0.076 | 0.582 |
| GB14882-94 标准 | | 1.9 | 14 | 6.4 | — |
| 蔬菜 (鲜) | 高湖寨 | 0.0003 | 0.612 | 0.008 | 0.087 |
| | 蕉子坝村 | 0.0002 | 0.453 | 0.011 | 0.063 |
| | 大峯围 | 0.0001 | 0.821 | 0.024 | 0.091 |
| | 白面石村 | 0.0002 | 1.96 | 0.03 | 0.078 |
| | 晨光镇 | 0.0006 | 0.904 | 0.028 | 0.093 |
| GB14882-94 标准 | | 1.5 | 11 | 2.8 | — |
| 鸡肉 (鲜) | 高湖寨 | 0.0053 | 14.2 | 0.157 | 0.685 |
| | 蕉子坝村 | 0.0089 | 8.77 | 0.121 | 0.899 |
| | 大峯围 | 0.0048 | 17.4 | 0.141 | 0.734 |
| | 白面石村 | 0.0885 | 8.12 | 0.399 | 0.83 |
| | 晨光镇 | 0.0192 | 8.32 | 0.168 | 0.758 |
| GB14882-94 标准 | | 5.4 | 38 | 15 | — |

从表 4.2-14 可以看到，项目周围居民点生物样品中的放射性核素含量较低，均符合《食品中放射性物质限制浓度标准》（GB14882-94）中表 2 规定的限制浓度标准要求。

5 退役治理工程源项调查

5.1 源项调查范围及则

5.1.1 源项调查范围的确定原则

本次源项调查，二六四大队于 2014 年 9 月委托有监测资质及退役监测经验的江西省核工业地质局测试研究中心开展调查。

首先二六四大队提供地形图、运行史、源项等的原始资料，包括源项类型及其分布，历史运行情况，开展源项的地形测量工作，确定源项的物理边界；源项调查单位在此基础上，对两个矿点拟退役的设施开展源项调查工作。

根据《铀矿冶辐射防护和环境保护规定》（GB23727-2009）和《铀矿冶设施退役环境管理技术规定》（GB/T14586-93）对铀矿冶退役治理相关管理限值的规定，源项调查单位首先对源项周围进行 γ 辐射空气吸收剂量率的初步筛查，在确定无异常的情况下，然后对遗留设施（废石（渣）堆、尾渣堆、工业场地等）及其物理边界外延一定距离（一般为 30m）范围内进行网格布点监测；对坑（井）口、污染道路、建（构）筑物和设备管线等进行现场调查监测。

通过野外现场测量 γ 辐射空气吸收剂量率、氡析出率，取废石（渣）、尾渣样进行室内分析，综合现场测量数据和取样分析数据，确定废石（渣）堆和尾渣堆的治理范围；通过野外现场测量 γ 辐射空气吸收剂量率、氡析出率，取土壤样等实验室测量，来综合确定被污染的道路范围，圈定被污染的露天采场和工业场地的范围，从而确定退役治理工程范围。

5.1.2 源项调查范围

黄泥湖矿点（含大鞞围矿点）退役治理工程源项调查范围涉其全部设施及其周围环境，包括：坑（井）口、废石（渣）堆、尾渣堆、露天采场、工业场地、建（构）筑物、污染道路和设备管线，共 8 类。黄泥湖矿点退役治理设施平面见附图 1，大鞞围矿点退役治理设施平面见附图 2。

5.2 源项调查监测方案

1) γ 辐射剂量率

(1) 露天采场废墟、废石（渣）堆、尾渣堆、工业场地

露天采场废墟、废石（渣）堆等原则上按 20m×20m 间距布置 γ 辐射剂量率监测点，在监测过程中，根据设施具体情况可适度调整网格布置，保证每个设施（或场地）不少于 5 个监测点位。

（2）污染道路

污染道路原则上按 10m 间距布设监测断面，每个断面在左、中、右三个 γ 辐射剂量率监测点。在实际操作中，根据道路路基和功能的不同，适当调整监测断面间距。

2) ^{222}Rn 析出率

测点：露天采场废墟、废石（渣）堆、尾渣堆、工业场地。

^{222}Rn 析出率按裸露面积 300m²~600m² 一个测点进行测量，其布点密度根据地形情况和环境 γ 辐射剂量率均匀程度进行适当放宽或加密，保证每个设施不少于 5 个监测点位。

3) 空气氡浓度

每一个坑（井）口布置 1~3 个监测点。

4) 表面 α 、 β 放射性

（1）被污染设备管线

设备和工作台每 100cm²~400cm² 布设一个测点，根据初步简单调查结果可适当加密或放宽。每个被污染设施不少于 1 个测点。

（2）被污染建构（筑）物

建（构）筑物按 1m²~2m² 布设 1 个测点，每个独立建构（筑）物不少于 4 个测点。

5) 固体废物及受污染的土壤 $U_{\text{天然}}$ 和 ^{226}Ra 含量

（1）废石（渣）堆、尾渣堆

每个设施（或场地）取不少于 5 个样，根据设施具体情况可适度增加取样数量。

（2）污染道路

根据道路的具体情况一般按 50m~200m 间距（根据实际情况进行调整）布设监测断面，在深度方向每隔 20cm 取一个样，取样至 160cm（预留深度）；依次分析 0~20cm、20~40cm 以次类推，直至土样层中 ^{226}Ra 含量小于 180Bq/kg，

并记录土样层，并分析下一层土样确保此层土样 ^{226}Ra 含量小于 180Bq/kg ，若不满足仍需继续按层深分析，直至确定污染土深度为止。另，上述预留深度 160cm 若无法满足要求，仍需继续向深度取样监测。

另外留存一定深度样，以备补充确定的污染深度。

（3）工业场地污染土

①一般按 $200\text{m}^2\sim 400\text{m}^2$ 面积布置监测网格，每个工业场地不少于 5 个监测点位，根据现场地形情况可适当调整网格布置。

②在深度方向每隔 20cm 取一个样，取样至 160cm （预留深度）；依次分析 $0\sim 20\text{cm}$ 、 $20\sim 40\text{cm}$ 以次类推，直至土样层中 ^{226}Ra 含量小于 180Bq/kg ，并记录土样层，并分析下一层土样确保此层土样 ^{226}Ra 含量小于 180Bq/kg ，若不满足仍需继续按层深分析，直至确定污染土深度为止。另，上述预留深度 160cm 若无法满足要求，仍需继续向深度取样监测。

（4）废石（渣）堆、尾渣堆下方污染土

①一般按 $200\text{m}^2\sim 400\text{m}^2$ 面积布置监测网格，每个工业场地不少于 5 个监测点位，根据现场地形情况可适当调整网格布置。

②在深度方向每隔 30cm 取一个样，取样至 240cm （预留深度）；依次分析 $0\sim 30\text{cm}$ 、 $30\sim 60\text{cm}$ 以次类推，直至土样层中 ^{226}Ra 含量小于 560Bq/kg ，并记录土样层，并分析下一层土样确保此层土样 ^{226}Ra 含量小于 560Bq/kg ，若不满足仍需继续按层深分析，直至确定污染土深度为止。另，上述预留深度 240cm 若无法满足要求，仍需继续向深度取样监测。

6）有水坑口流出水

每个坑口流出水至少设 1 个取样点。

5.3 测量方法及仪器

在选定监测、测量、分析方法时，凡有国家标准的，一律使用国家标准，没有国标的优先选用行业标准，监测方法及仪器如表 5.3-1。

表 5.3-1 源项调查监测方法及仪器

| 监测项目 | | 监测方法 | 监测仪器 | 灵敏度/检出限 |
|------------|-------------------|------------------|--------------------|---------------------------|
| γ辐射空气吸收剂量率 | | GB/T 14583-1993 | BH3103A X-γ剂量率仪 | 1nGy/h |
| 氦析出率 | | EJ/T979-1995 | PCMR-2 型连续测氦仪 | 0.004Bq/m ² ·s |
| 氦浓度 | | GB/T14582-1993 | RAD7 型连续测氦仪 | 0.01 Bq/m ³ |
| α表面污染 | | GB/T14056.1-2008 | BH3206 型α、β表面污染测量仪 | 0.01 Bq/cm ² |
| 土壤 | U _{天然} | GB/T 11743-2013 | 7230G 分光光度计 | 10μg/g |
| | ²²⁶ Ra | GB/T 11743-2013 | BH1936 环境γ谱仪 | / |
| 水 | U _{天然} | HJ840-2017 | 激光微量铀分析仪 | 10μg/L |
| | ²²⁶ Ra | GB/T 11214-1989 | DB-2001 型室内氦钍分析仪 | / |

5.4 监测质量保证

依据 ISO/IEC 导则 25-校准与检测实验室能力的通用要求，江西省核工业地质局测试研究中心建立了一套严格的质量保证体系。监测质量保证由下列内容组成：

1) 质量保证机构

质量保证实行江西省核工业地质局测试研究中心办公室、环境监测中心、环境监测组三级管理体制，确保职责分明，任务明确。

2) 监测人员素质

环境监测组组长由从事环境监测多年的高级工程师担任。工作人员实行定期的考核和培训，且都取得有关主管部门发给的上岗证。

3) 计量、监测仪器的检定和监测方法的选用

计量、监测仪器都有合格证书并按国家规定进行刻度或检定，并经常参加国家组织的比对，并在使用前均认真地进行了自检；采用国家标准推荐的监测方法，以保证监测结果的准确与可靠。

4) 采样质量保证

严格按国家规范的要求进行布点、采样、样品预处理、样品管理、样品流转。

5) 实验室内分析测量的质量控制

实验室建立了严格的规章制度，优先采用国家标准推荐的分析方法,并使

用标准物质对质量进行控制，同时对测量装置定期进行性能检验。

6) 数据处理中的质量控制

严格按照规定的程序进行数据的记录、检查、复审、保存。数据处理尽量用标准方法，以减少处理过程中产生的误差。

5.5 源项调查结果及治理项目

5.5.1 治理项目的确定原则

- 1) 凡被确定为铀矿勘探、采冶废物的，均列为稳定化和无害化的治理项目。
- 2) 矿点内 ^{222}Rn 析出率均值超过管理限值的区域和部位均列为治理项目。
- 3) 矿点内土壤中放射性核素含量超出管理限值的区域列为治理项目。
- 4) 矿点内由采冶等生产试验活动造成的存在安全隐患的设施列为治理项目。
- 5) 有 ^{222}Rn 气逸出的部位及可能产生不安全因素的部位，列为治理项目。
- 6) 废水中 U、 ^{226}Ra 、 ^{210}Pb 、 ^{210}Po 、 ^{230}Th 等核素含量超过管理限值的，列为治理源项。

5.5.2 源项调查结果

5.5.2.1 黄泥湖矿点源项调查结果

1) 坑（井）口

黄泥湖矿点地质勘探和采冶结束后，遗留地表 14 个坑（井）口。包括 8 个坑口（其中有水坑口 1 个）、4 个浅井、2 个竖井，均未封堵。

根据监测结果，坑（井）口空气中氡浓度的范围值为（900~2450） Bq/m^3 ，平均值为 1619 Bq/m^3 ；有水坑口水流量的范围值为（2.83~40.0） m^3/d ，流出水中的 $\text{U}_{\text{天然}}$ 含量范围值为（0.013~0.014） mg/L ， ^{226}Ra 含量范围值为（0.031~0.042） Bq/L 。坑（井）口相关参数见表 5.5-1 和表 5.5-2，坑口现状情况见图 5.5-1。

表 5.5-1 黄泥湖矿点坑（井）口相关参数

| 序号 | 名称 | 类型 | 井口标高 m | 井口尺寸 m | 深度 m | 是否连通 | 氡浓度 Bq/m ³ | 是否有水流出 |
|----|-----------|----|-----------|-----------|---------|------|--------------------------|--------|
| 1 | 黄泥湖 KD-6 | 平硐 | 527 | 2.0×2.0 | 42.2 | 无连通 | 2250 | 无 |
| 2 | 黄泥湖 KD-7 | 平硐 | 498 | 2.0×2.0 | 235.0 | 无连通 | 1350 | 无 |
| 3 | 黄泥湖 KD-X2 | 平硐 | 513 | 2.0×2.2 | 836.0 | 连接平巷 | 2060 | 无 |
| 4 | 黄泥湖 KD-2 | 平硐 | 527 | 2.0×2.2 | 467.7 | 无连通 | 2198 | 无 |
| 5 | 黄泥湖 KD-3 | 平硐 | 549 | 2.0×2.2 | 58.2 | 无连通 | 2450 | 无 |
| 6 | 黄泥湖 KD-8 | 平硐 | 553 | 2.0×2.2 | 67.2 | 无连通 | 1498 | 无 |
| 7 | 黄泥湖 KD-9 | 平硐 | 542 | 2.0×2.2 | 82.5 | 无连通 | 1295 | 无 |
| 8 | 黄泥湖 KD-X1 | 平硐 | 479 | 2.2×2.5 | 824.0 | — | 2450 | 有 |
| 9 | 黄泥湖 JT-1 | 浅井 | 513 | 1.2×1.2 | 8.0 | 无连通 | 980 | 无 |
| 10 | 黄泥湖 JT-2 | 竖井 | 542 | 1.3×1.2 | 12.0 | 连接平巷 | 1900 | 无 |
| 11 | 黄泥湖 JT-3 | 竖井 | 538 | 1.2×1.4 | 14.0 | 连接平巷 | 1400 | 无 |
| 12 | 黄泥湖 JT-4 | 浅井 | 560 | 1.2×1.2 | 9.0 | 无连通 | 1010 | 无 |
| 13 | 黄泥湖 JT-85 | 浅井 | 530 | 1.2×1.2 | 5.0 | 无连通 | 920 | 无 |
| 14 | 黄泥湖 JT-9 | 浅井 | 542 | 1.2×1.2 | 8.0 | 无连通 | 900 | 无 |

表 5.5-2 黄泥湖矿点坑口流出水相关参数

| 序号 | 名称编号 | 流量 m ³ /d | 取样 数 | 水中 U _{天然} 浓度 mg/L | | 水中 ²²⁶ Ra 浓度 Bq/L | |
|----|-----------|-------------------------|---------|-------------------------------|--------|---------------------------------|-------|
| | | | | 范围值 | 均值 | 范围值 | 均值 |
| 1 | 黄泥湖 KD-X1 | 2.83~40.0 | 2 | 0.0130~0.0140 | 0.0135 | 0.031~0.042 | 0.037 |

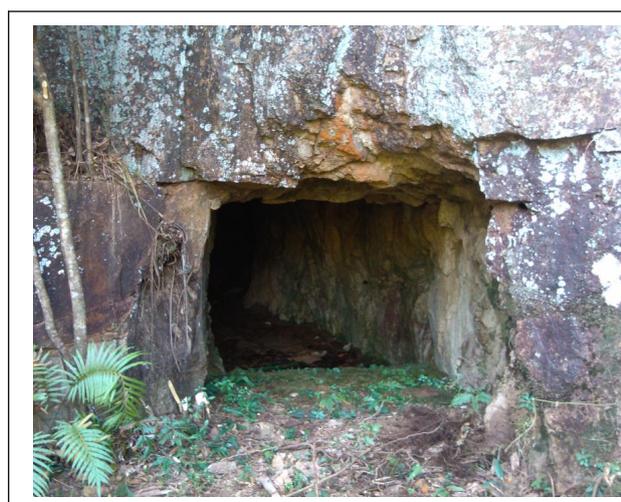


图 5.5-1 黄泥湖平硐现状



图 5.5-2 黄泥湖矿点露天采场现状

2) 露天采场废墟

黄泥湖矿点勘探和采冶结束后，遗留 1 处露天采场废墟，主要是勘探期间地表剥露而形成的，该露天采场为山坡型、无积水，采场的裸露面积为 1137.5m²。

根据监测结果，露天采场废墟的表面 ²²²Rn 析出率范围值为（0.36~2.21）Bq/(m²·s)，均值为 1.18 Bq/(m²·s)，超出管理限值 0.74 Bq/(m²·s)； γ 辐射剂量率的范围值为（81.9~537.2） $\times 10^{-8}$ Gy/h，均值为 368.2 $\times 10^{-8}$ Gy/h，高于当地辐射环境本底值。

露天采场废墟的相关参数及监测数据见表 5.5-3。露天采场废墟的现状情况见图 5.5-2。

表 5.5-3 黄泥湖矿点露天采场废墟相关参数

| 名称编号 | 裸露面积 m ² | γ 辐射剂量率 $\times 10^{-8}$ Gy/h | | | 氡析出率 Bq/(m ² ·s) | | |
|----------------------|------------------------|---|------------|-------|--------------------------------|-----------|------|
| | | 测点数 | 范围值 | 均值 | 测点数 | 范围值 | 均值 |
| 黄泥湖露天采场 废墟 LTCC-1 | 1137.5 | 35 | 81.9~537.2 | 368.2 | 6 | 0.36~2.21 | 1.18 |

3) 废石（渣）堆

黄泥湖矿点地质勘探和采矿结束后遗留地表废石堆 7 个，堆存废石量 100495t，总裸露面积 12311m²。

根据监测结果，7 个废石堆的表面 ²²²Rn 析出率平均值的范围值为（0.82~1.47）Bq/(m²·s)，高于管理限值 0.74Bq/(m²·s)； γ 辐射剂量率平均值的范围值为（66.6~319.8） $\times 10^{-8}$ Gy/h，与当地辐射环境本底水平相比明显偏高。

废石堆的相关参数及监测数据见表 5.5-4。废石堆的现状情况见图 5.5-3。废石堆底部污染土垂直 U_{天然}和 ²²⁶Ra 分布监测数据见表 5.5-5。由该表可知，当深度达到 60~120cm 时，监测点位 ²²⁶Ra 含量满足 ≤ 560 Bq/kg 的限值。



图 5.5-3 黄泥湖废石堆 KD-2 现状

图 5.5-4 黄泥湖尾渣堆 WZ-1 现状

4) 尾渣堆

黄泥湖水冶厂生产遗留尾渣堆 1 个，堆存尾渣量 113000t，裸露面积 20000m²。

根据监测结果，尾渣堆的表面 ²²²Rn 析出率的范围值为 (0.91~3.15) Bq/(m²·s)，均值为 1.96Bq/(m²·s)，高于管理限值 0.74Bq/(m²·s)； γ 辐射剂量率的范围值为 (726.1~1893.2) ×10⁻⁸Gy/h，均值为 1538.3×10⁻⁸Gy/h，明显高于当地辐射环境本底值。

尾渣堆的相关参数及监测数据见表 5.5-6。尾渣堆的现状情况见图 5.5-4。尾渣堆底部污染土垂直 U_{天然}和 ²²⁶Ra 分布监测数据见表 5.5-7。尾渣堆不同区域污染深度不同，具体分析见§6.3.2 章节。

表 5.5-4 黄泥湖矿点废石堆相关参数及监测结果

| 序号 | 名称编号 | 占地 面积 m ² | 裸露 面积 m ² | 废石 量 t | 氡析出率 Bq/ (m ² ·s) | | | γ辐射剂量率 ×10 ⁻⁸ Gy/h | | | U _{天然} 含量 mg/kg | | | ²²⁶ Ra 含量 Bq/kg | | |
|----|--------------|----------------------------|----------------------------|--------------|---------------------------------|-----------|--------|----------------------------------|------------|--------|-----------------------------|---------|--------|-------------------------------|-----------|--------|
| | | | | | 测点 数 | 范围值 | 均 值 | 测点 数 | 范围值 | 均 值 | 取 样 数 | 范围值 | 均 值 | 取 样 数 | 范围值 | 均 值 |
| 1 | 黄泥湖废石堆 KD-2 | 2519 | 2598 | 5350 | 25 | 0.64~1.77 | 1.47 | 110 | 19.7~167.5 | 88.6 | 6 | 207~295 | 255 | 6 | 2640~3040 | 2830 |
| 2 | 黄泥湖废石堆 KD-3 | 563 | 652 | 617 | 5 | 0.32~1.38 | 0.95 | 25 | 18.2~103.1 | 66.6 | 6 | 103~172 | 143 | 6 | 1530~1830 | 1650 |
| 3 | 黄泥湖废石堆 KD-6 | 578 | 593 | 490 | 5 | 0.38~1.29 | 0.86 | 25 | 15.7~176.5 | 89.1 | 6 | 109~207 | 136 | 6 | 1450~1980 | 1600 |
| 4 | 黄泥湖废石堆 KD-7 | 1234 | 1382 | 2451 | 14 | 0.54~1.53 | 1.37 | 52 | 17.8~185.2 | 95.4 | 6 | 213~298 | 261 | 6 | 2640~3070 | 2840 |
| 5 | 黄泥湖废石堆 KD-8 | 708 | 905 | 712 | 8 | 0.35~1.14 | 0.82 | 31 | 23.8~231.7 | 125.6 | 6 | 140~182 | 165 | 6 | 1540~2230 | 1813 |
| 6 | 黄泥湖废石堆 KD-9 | 628 | 744 | 875 | 7 | 0.35~1.42 | 0.95 | 29 | 19.5~199.8 | 114.5 | 6 | 153~190 | 174 | 6 | 1930~2220 | 2117 |
| 7 | 黄泥湖废石堆 KD-X1 | 5248 | 5437 | 90000 | 10 | 0.57~1.63 | 1.26 | 43 | 24.6~619.7 | 319.8 | 6 | 275~360 | 316 | 6 | 2970~3490 | 3240 |

注：²²²Rn 监测布点方法为网格布点法，布点均匀，故采用均值计算覆盖厚度。

表 5.5-6 黄泥湖矿点尾渣堆相关参数及监测结果

| 序号 | 名称编号 | 占地 面积 m ² | 裸露 面积 m ² | 尾渣 量 t | 氡析出率 Bq/ (m ² ·s) | | | γ辐射剂量率 ×10 ⁻⁸ Gy/h | | | U _{天然} 含量 mg/kg | | | ²²⁶ Ra 含量 Bq/kg | | |
|----|-------------|----------------------------|----------------------------|--------------|---------------------------------|-----------|--------|----------------------------------|--------------|--------|-----------------------------|---------|--------|-------------------------------|-------------|--------|
| | | | | | 测点 数 | 范围值 | 均 值 | 测点 数 | 范围值 | 均 值 | 取 样 数 | 范围值 | 均 值 | 取 样 数 | 范围值 | 均 值 |
| 1 | 黄泥湖尾渣堆 WZ-1 | 17366 | 20000 | 113000 | 30 | 0.91~3.15 | 1.96 | 125 | 726.1~1893.2 | 1538.3 | 6 | 109~300 | 165 | 6 | 45710~66100 | 55252 |

表 5.5-5 黄泥湖废石堆下部土壤垂直 U_{天然}、²²⁶Ra 含量分布

| 序号 | 名称编号 | 取样深度 cm | 取样 点数 | U _{天然} 含量 mg/kg | | ²²⁶ Ra 含量 Bq/kg | |
|----|-----------------|------------|----------|-----------------------------|-------|-------------------------------|--------|
| | | | | 范围值 | 均值 | 范围值 | 均值 |
| 1 | 黄泥湖废石堆 KD-2 | 表层~30 | 3 | 94.8~101.9 | 98.6 | 1137.0~1492.0 | 1334.3 |
| | | 30~60 | 3 | 69.7~81.4 | 74.5 | 574.6~813.9 | 679.2 |
| | | 60~90 | 3 | 54.3~60.2 | 58.1 | 353.6~413.1 | 393.1 |
| 2 | 黄泥湖废石堆 KD-3 | 表层~30 | 3 | 94.2~104.3 | 100.3 | 1219.3~1705.4 | 1415.4 |
| | | 30~60 | 3 | 73.1~103.2 | 89.8 | 927.6~1610.0 | 1156.8 |
| | | 60~90 | 3 | 66.2~82.5 | 76.9 | 583.2~731.4 | 638.6 |
| | | 90~120 | 3 | 39.8~63.4 | 54.9 | 342.7~433.8 | 400.1 |
| | | 120~150 | 1 | | 65.7 | | 379.6 |
| | | 150~180 | 1 | | 58.3 | | 335.6 |
| 3 | 黄泥湖废石堆 KD-6 | 表层~30 | 3 | 97.4~112.5 | 106.6 | 1305.8~1469.0 | 1376.3 |
| | | 30~60 | 3 | 81.3~82.4 | 82.0 | 869.1~937.2 | 906.6 |
| | | 60~90 | 3 | 51.7~75.4 | 63.0 | 423.8~564.2 | 498.4 |
| | | 90~120 | 1 | | 76.7 | | 490.7 |
| | | 120~150 | 1 | | 65.2 | | 483.2 |
| 4 | 黄泥湖废石堆 KD-7 | 表层~30 | 3 | 116.2~132.4 | 125.3 | 569.7~1349.0 | 1041.6 |
| | | 30~60 | 3 | 71.6~101.6 | 85.7 | 447.2~667.3 | 550.6 |
| | | 60~90 | 3 | 41.8~69.8 | 57.8 | 399.8~437.2 | 413.1 |
| 5 | 黄泥湖废石堆 KD-8 | 表层~30 | 3 | 103.2~129.6 | 117.1 | 437.2~1207.0 | 860.9 |
| | | 30~60 | 3 | 83.7~91.6 | 88.0 | 403.6~683.4 | 571.9 |
| | | 60~90 | 3 | 49.6~82.6 | 60.9 | 404.5~533.2 | 469.2 |
| | | 90~120 | 1 | | 62.5 | | 507.6 |
| | | 120~150 | 1 | | 60.7 | | 479.9 |
| 6 | 黄泥湖废石堆 KD-9 | 表层~30 | 3 | 97.6~107.4 | 103.1 | 893.2~970.6 | 919.1 |
| | | 30~60 | 3 | 60.5~92.7 | 77.2 | 412.8~712.5 | 539.2 |
| | | 60~90 | 3 | 38.2~88.3 | 62.6 | 377.2~590.7 | 451.8 |
| | | 90~120 | 1 | | 70.2 | | 460.2 |
| | | 120~150 | 1 | | 59.4 | | 421.7 |
| 7 | 黄泥湖废石堆 KD-X1 | 表层~30 | 2 | 127.6~132.7 | 130.2 | 1183.2~1234.7 | 1209.0 |
| | | 30~60 | 2 | 105.4~129.8 | 117.6 | 921.1~1027.5 | 974.3 |
| | | 60~90 | 2 | 103.4~107.3 | 105.4 | 634.5~779.3 | 706.9 |
| | | 90~120 | 2 | 81.5~89.4 | 85.5 | 450.7~530.2 | 490.5 |
| | | 120~150 | 2 | 63.2~67.8 | 65.5 | 388.8~421.9 | 405.4 |

表 5.5-7 黄泥湖尾渣堆下部土壤垂直 $U_{\text{天然}}$ 、 ^{226}Ra 含量分布

| 名称编号 | 取样深度 cm | 取样 点数 | $U_{\text{天然}}$ 含量 mg/kg | | ^{226}Ra 含量 Bq/kg | |
|-------------------|------------|----------|-----------------------------|-------|-------------------------------|--------|
| | | | 范围值 | 均值 | 范围值 | 均值 |
| 黄泥湖矿点 尾渣堆 WZ-1 | 表层~30 | 6 | 113.6~173.2 | 137.0 | 891.2~1259.6 | 1106.1 |
| | 30~60 | 6 | 93.8~132.4 | 107.4 | 683.2~1163.6 | 958.4 |
| | 60~90 | 6 | 89.2~110.5 | 99.6 | 531.4~992.4 | 809.4 |
| | 90~120 | 6 | 82.4~104.2 | 90.9 | 488.7~813.2 | 640.6 |
| | 120~150 | 5 | 72.7~88.6 | 83.0 | 504.2~703.5 | 586.8 |
| | 150~180 | 5 | 62.9~83.2 | 70.7 | 468.6~590.4 | 519.5 |
| | 180~210 | 5 | 57.4~69.8 | 63.7 | 407.6~533.2 | 455.5 |
| | 210~240 | 4 | 49.6~66.3 | 56.9 | 399.4~474.2 | 423.6 |
| | 240~270 | 2 | 50.4~65.4 | 57.9 | 346.2~402.6 | 374.4 |
| | 270~300 | 2 | 48.8~77.2 | 63.0 | 331.7~421.7 | 376.7 |
| | 300~330 | 1 | — | 62.8 | — | 213.9 |

5) 工业场地

黄泥湖矿点采冶结束后遗留地表 1 处工业场地，场地的污染面积为 3881m²。

根据监测结果，工业场地的 ^{222}Rn 析出率的范围值为(0.56~1.83)Bq/(m²·s)，均值为 1.46Bq/ (m²·s)，高于管理限值 0.74Bq/ (m²·s)； γ 辐射剂量率的范围值为 (38.8~1824.3) ×10⁻⁸Gy/h，均值为 527.3×10⁻⁸Gy/h，明显高于当地辐射环境本底值。

工业场地的相关参数及监测数据见表 5.5-8。工业场地的现状情况见图 5.5-5。工业场地污染土垂直 $U_{\text{天然}}$ 和 ^{226}Ra 分布监测数据见表 5.5-9。由该表可知，当深度达到 40cm 时，工业场地大部分监测点位 ^{226}Ra 含量满足≤180Bq/kg 的限值。

表 5.5-8 黄泥湖矿点工业场地相关参数及监测结果

| 名称编号 | 面积 m ² | γ 辐射剂量率 ×10 ⁻⁸ Gy/h | | | 氡析出率 Bq/m ² ·s | | |
|---------------|----------------------|--|-------------|-------|------------------------------|-----------|------|
| | | 测点数 | 范围值 | 均值 | 测点数 | 范围值 | 均值 |
| 黄泥湖 GYCD-2 | 3881 | 40 | 38.8~1824.3 | 527.3 | 25 | 0.56~1.83 | 1.46 |

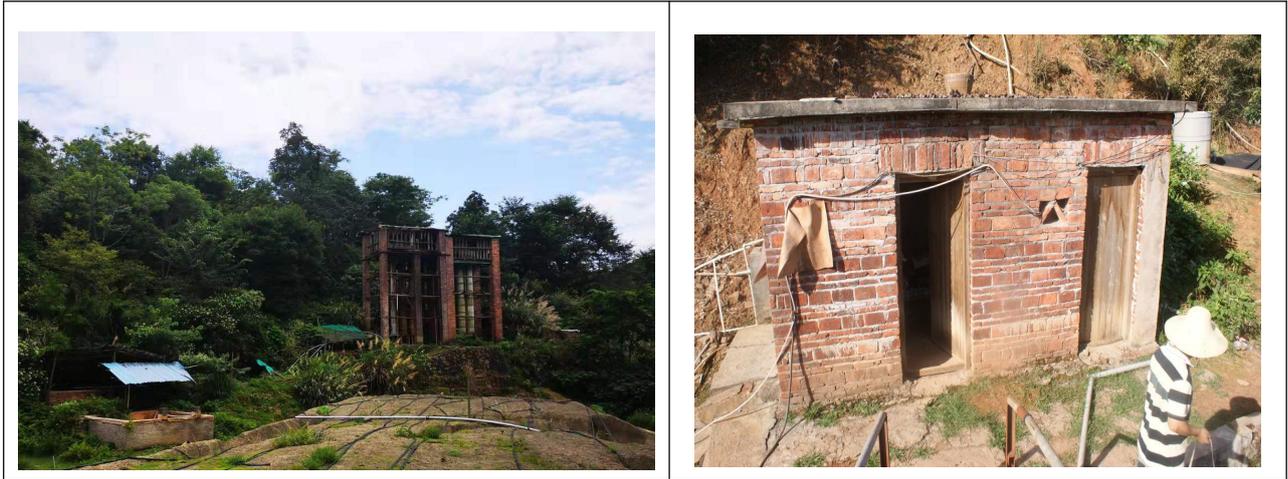


图 5.5-5 黄泥湖矿点工业场地现状

表 5.5-9 黄泥湖矿点工业场地下部土壤垂直 $U_{\text{天然}}$ 、 ^{226}Ra 含量分布

| 名称编号 | 取样深度 cm | $U_{\text{天然}}$ 含量 mg/kg | ^{226}Ra 含量 Bq/kg |
|------------|------------|-----------------------------|-------------------------------|
| 黄泥湖 GYCD-2 | 表层~20 | 130.6 | 246.6 |
| | 20~40 | 75.7 | 156.3 |
| | 40~60 | 52.3 | 103.7 |
| | 60~80 | 27.1 | 64.9 |

6) 设备、管线

黄泥湖矿点采冶停产后遗留地表设备共计 40 台（件），管线 11000m，总重量 76.78t。

根据监测结果，设备、管线 α 表面污染范围值为（0.011~0.116）Bq/cm²，部分设备均值超过了管理限值 0.08 Bq/cm²。相关设备、管线 α 表面污染监测数据见表 5.2-10。部分设备、器材的现状图 5.2-6。

表 5.5-10 黄泥湖矿点设备、管线相关参数

| 序号 | 名称 | 数量 台（件）/m | 材质 | 单件重量 t | α 表面污染 Bq/cm ² | | |
|----|------|--------------|-----|-----------|----------------------------------|-------------|-------|
| | | | | | 测点数 | 范围值 | 均值 |
| 1 | 液氨罐 | 1 | 金属 | 0.4 | 1 | 0.013 | 0.013 |
| 2 | 酸罐 | 2 | 金属 | 1.2 | 1 | 0.021 | 0.021 |
| 3 | 酸桶 | 2 | 非金属 | 0.05 | 2 | 0.013~0.017 | 0.015 |
| 4 | 40 管 | 2500m（25 卷） | 非金属 | 1.8/卷 | 6 | 0.012~0.018 | 0.014 |
| 5 | 50 管 | 3800m（38 卷） | 非金属 | 0.2/卷 | 6 | 0.011~0.026 | 0.016 |
| 6 | 60 管 | 4700m（47 卷） | 非金属 | 0.25/卷 | 6 | 0.014~0.022 | 0.019 |
| 7 | 萃取机 | 1 | 金属 | 1.55 | 4 | 0.032~0.069 | 0.051 |
| 8 | 压力机 | 1 | 金属 | 1.1 | 4 | 0.009~0.017 | 0.013 |
| 9 | 吊兰 | 1 | 金属 | 0.03 | 1 | 0.037 | 0.037 |

| 序号 | 名称 | 数量 台（件）/m | 材质 | 单件重量 t | α 表面污染 Bq/cm ² | | |
|----|-----|--------------|-----|-----------|----------------------------------|-------------|-------|
| | | | | | 测点数 | 范围值 | 均值 |
| 10 | 推车 | 16 | 金属 | 0.02 | 6 | 0.022~0.026 | 0.024 |
| 11 | 液压机 | 1 | 金属 | 0.8 | 4 | 0.092~0.117 | 0.104 |
| 12 | 水泵 | 12 | 金属 | 0.05 | 9 | 0.013~0.027 | 0.021 |
| 13 | 碎石机 | 1 | 金属 | 1.5 | 6 | 0.062~0.084 | 0.073 |
| 14 | 鼓风机 | 1 | 金属 | 0.01 | 2 | 0.055~0.069 | 0.062 |
| 15 | 碎石机 | 1 | 金属 | 2.6 | 6 | 0.072~0.139 | 0.116 |
| 16 | 亚板 | 51 块 | 非金属 | 0.02 | | | |



图 5.2-6 黄泥湖矿点遗留设备、管线现状

7) 建（构）筑物

黄泥湖矿点停产后，遗留了 35 座建（构）筑物，建筑类型主要为砖混结构和木制结构，总建筑面积为 2041.16m²，目前均已无利用价值。

根据监测结果，建（构）筑物 γ 辐射剂量率范围值为(16.7~1324.4) $\times 10^{-8}$ Gy/h，均值为 239.9 $\times 10^{-8}$ Gy/h，地面和墙面的 α 表面污染水平为(0.005~0.054)Bq/cm²，均值为 0.02Bq/cm²。

建（构）筑物 γ 辐射剂量率和 α 表面污染监测数据见表 5.2-11。部分建（构）

筑物的现状图 5.2-7。



图 5.2-7 黄泥湖矿点遗留住房现状

8) 尾渣库

本项目拟利用尾渣堆下游废石堆 KD-X1 所处沟谷修建拦渣坝、溢洪道防排洪设施，形成尾渣库（有效库容 22 万 m^3 ）其作为黄泥湖矿点所有废物的最终容纳场所。可消除黄泥湖矿点目前尾渣堆堆放不规范、无有效拦截设施等因素而存在的安全隐患，同时兼顾环保、满足废物集中处置原则。当所有污染物填筑后，需对其进行无害化治理。

表 5.5-11 黄泥湖矿点建（构）筑物相关参数

| 序号 | 编号 | 建筑类型 | 外形尺寸 | 数量 | 建筑面积 m ² | γ辐射剂量率×10 ⁻⁸ Gy/h | | | 测点 位置 | α表面污染水平 Bq/cm ² | | |
|----|--------|------|--------------|----|------------------------|------------------------------|---------------|--------|----------|----------------------------|-------------|-------|
| | | | | | | 测点 数 | 范围值 | 均值 | | 测点 数 | 范围值 | 均值 |
| 1 | 炸药库 | 砖混 | 16.2×3.6×2.5 | 1 | 58.32 | 4 | 19.2-29.2 | 23.1 | 地面 | 4 | 0.013~0.016 | 0.015 |
| | | | | | | | | | 墙壁 | 4 | 0.016~0.028 | 0.017 |
| 2 | 液氨房 | 木制 | 6.8×4×4.5 | 1 | 27.2 | 4 | 80.4-90.2 | 83.3 | | | | |
| 3 | 盐房 | 木制 | 5×5×2.5 | 1 | 25 | 4 | 88.1-107.2 | 97.3 | | | | |
| 4 | 清水池 | 砖混 | 6×3.5×1.6 | 1 | 21 | 4 | 29.4-41.2 | 35.0 | | | | |
| 5 | 酸房 | 砖混 | 5.2×3.2×2.5 | 1 | 16.64 | 4 | 40.1-47.2 | 44.0 | | | | |
| 6 | 废池 | 砖混 | 14.6×4.3×1.6 | 1 | 62.78 | 4 | 81.1-106.8 | 99.2 | | | | |
| 7 | 原液池 | 砖混 | 20.6×3.8×1.8 | 1 | 78.28 | 4 | 120.4-137.7 | 128.7 | | | | |
| 8 | 化验室 | 砖混 | 4.8×4.9×2.5 | 1 | 23.52 | 4 | 160.8-164.3 | 162.8 | 地面 | 4 | 0.028~0.042 | 0.033 |
| | | | | | | | | | 墙壁 | 4 | 0.025~0.037 | 0.031 |
| 9 | 废池 | 砖混 | 1.6×2.4×1.2 | 1 | 3.84 | 4 | 248.1-259.3 | 252.2 | | | | |
| 10 | 尾液池 | 砖混 | 4.3×6.3×1.8 | 1 | 27.09 | 4 | 163.0-170.3 | 168.7 | | | | |
| 11 | 发电房 | 砖混 | 4.6×3.2×2.5 | 1 | 14.72 | 4 | 330.4-351.7 | 339.9 | | | | |
| 12 | 配电房 | 砖混 | 4.3×6.5×2.5 | 1 | 27.95 | 4 | 89.8-96.5 | 93.2 | | | | |
| 13 | 产品库 | 砖混 | 2.5×3.4×2.5 | 1 | 8.5 | 4 | 90.1-96.3 | 93.1 | | | | |
| 14 | 木板房 | 木制 | 15×3.2×2.5 | 1 | 48 | 4 | 40.8-51.8 | 46.0 | | | | |
| 15 | 仓库（住房） | 土木结构 | 19.2×8.2×2.5 | 1 | 157.44 | 4 | 43.4-53.9 | 48.3 | 地面 | 4 | 0.009~0.022 | 0.014 |
| | | | | | | | | | 墙壁 | 4 | 0.011~0.016 | 0.015 |
| 16 | 仓库（住房） | 土木结构 | 25.2×8.2×2.5 | 1 | 206.64 | 4 | 17.4-28.1 | 24.1 | 地面 | 4 | 0.020~0.028 | 0.025 |
| | | | | | | | | | 墙壁 | 4 | 0.021~0.032 | 0.026 |
| 17 | 卷扬机台 | 混凝土 | 2×2.5 | 1 | 5 | 4 | 58.2-78.4 | 66.4 | | | | |
| 18 | 木房 | 木制 | 2.6×6.3×2.5 | 1 | 16.38 | 4 | 60.8-66.1 | 62.1 | | | | |
| 19 | 淋洗池 | 砖混 | 7×3.2×1.6 | 1 | 22.4 | 4 | 1291.4-1324.4 | 1303.7 | | | | |

续表 5.5-11 黄泥湖矿点建（构）筑物相关参数

| 序号 | 编号 | 建筑类型 | 外形尺寸 | 数量 | 建筑面积 m ² | γ辐射剂量率×10 ⁻⁸ Gy/h | | | 测点位置 | α表面污染水平 Bq/cm ² | | |
|----|-------|-------|--------------|----|------------------------|------------------------------|-------------|-------|------|----------------------------|-------------|-------|
| | | | | | | 测点数 | 范围值 | 均值 | | 测点数 | 范围值 | 均值 |
| 20 | 吸附塔 | 砖混 | 3.6×11.2×12 | 1 | 40.32 | 4 | 560.2-583.7 | 569.2 | | | | |
| 21 | 合格液池 | 砖混 | 6.2×3.6×1.6 | 1 | 22.32 | 4 | 563.1-595.5 | 580.0 | | | | |
| 22 | 压滤机房 | 砖混 | 4.1×3.6×2.5 | 1 | 14.76 | 4 | 581.3-593.3 | 585.2 | 地面 | 4 | 0.048~0.054 | 0.051 |
| 23 | 尾渣池 | 砖混 | 2.4×3.2×1.6 | 1 | 7.68 | 4 | 422.0-461.3 | 434.3 | | | | |
| 24 | 沉淀池 | 砖混 | 6.4×2.8×1.6 | 1 | 17.92 | 4 | 471.8-485.3 | 476.5 | | | | |
| 25 | 尾液池 | 砖混 | 5.9×4.1×1.6 | 1 | 24.19 | 4 | 354.5-391.3 | 369.0 | | | | |
| 26 | 源液池 | 砖混 | 13.2×6.8×2 | 1 | 89.76 | 4 | 672.1-692.2 | 681.8 | | | | |
| 27 | 源液池 | 砖混 | 12.5×6×1.6 | 1 | 75 | 4 | 519.7-546.4 | 531.2 | | | | |
| 28 | 石灰房 | 木制 | 3.2×2.9×2.5 | 1 | 9.28 | 4 | 371.4-383.1 | 376.2 | | | | |
| 29 | 尾液处理池 | 砖混 | 15.3×3.1×1.6 | 1 | 47.43 | 4 | 152.9-195.4 | 176.0 | | | | |
| 30 | 源液池 | 砖混 | 10×25×2.6 | 1 | 250 | 4 | 35.2-39.2 | 37.4 | | | | |
| 31 | 喷淋池 | 砖混 | 5.1×13×1.8 | 1 | 66.3 | 4 | 16.7-25.0 | 20.9 | | | | |
| 32 | 住房 | 石棉瓦结构 | 21×6.7×2.5 | 1 | 140.7 | 4 | 32.6-49.7 | 40.7 | 地面 | 4 | 0.021~0.026 | 0.024 |
| | | | | | | | | | 墙壁 | 4 | 0.018~0.024 | 0.021 |
| 33 | 住房 | 石棉瓦结构 | 25×5.1×2.5 | 1 | 127.5 | 4 | 50.2-55.8 | 53.3 | 地面 | 4 | 0.008~0.019 | 0.016 |
| 34 | 碎石房 | 砖混 | 3.2×6.5×2.5 | 1 | 20.8 | 4 | 254.3-293.7 | 271.3 | 墙壁 | 4 | 0.011~0.016 | 0.014 |
| 35 | 队部 | 砖混 | 55×4.3×2.5 | 1 | 236.5 | 4 | 17.6-27.3 | 23.6 | 地面 | 4 | 0.006~0.012 | 0.008 |
| | | | | | | | | | 墙壁 | 4 | 0.005~0.012 | 0.008 |

5.5.2.2 大崮围矿点源项调查结果

1) 坑（井）口

大崮围矿点地质勘探和水冶试验结束后，遗留地表 13 个坑（井）口。包括 3 个无水坑口，1 个有水坑口、5 个浅井、4 个竖井，均未封堵。

根据监测结果，坑（井）口空气中氡浓度的范围值为（620~2150）Bq/m³，平均值为 1161Bq/m³；有水坑口水流量的范围值为（1.82~2.96）m³/d，流出水中的 U_{天然} 含量范围值为（0.0034~0.0075）mg/L，²²⁶Ra 含量范围值为（0.063~0.071）Bq/L。

坑（井）口相关参数见表 5.5-12 和表 5.5-13，平硐口现状情况见图 5.5-8。

表 5.5-12 大崮围矿点坑（井）口相关参数

| 序号 | 名称 | 类型 | 井口标高 m | 井口尺寸 m | 深度 m | 是否连通 | 氡浓度 Bq/m ³ | 是否有水流出 |
|----|-----------|----|--------|---------|--------|------|-----------------------|--------|
| 1 | 大崮围 KD-1 | 平硐 | 525 | 2.0×2.2 | 47.5 | 无连通 | 1350 | 无 |
| 2 | 大崮围 KD-2 | 平硐 | 484 | 2.0×2.2 | 605.0 | 无连通 | 1840 | 无 |
| 3 | 大崮围 KD-3 | 平硐 | 484 | 2.0×2.2 | 176.7 | 无连通 | 1760 | 无 |
| 4 | 大崮围 KD-X1 | 平硐 | 486 | 2.2×2.5 | 1326.0 | 无连通 | 2150 | 有 |
| 5 | 大崮围 JT-1 | 浅井 | 568 | 1.2×1.2 | 7.0 | 无连通 | 860 | 无 |
| 6 | 大崮围 JT-2 | 浅井 | 572 | 1.2×1.2 | 8.0 | 无连通 | 920 | 无 |
| 7 | 大崮围 JT-3 | 竖井 | 580 | 1.2×1.3 | 12.0 | 连接平巷 | 880 | 无 |
| 8 | 大崮围 JT-4 | 浅井 | 569 | 1.2×1.2 | 9.0 | 无连通 | 1020 | 无 |
| 9 | 大崮围 JT-5 | 竖井 | 549 | 1.2×1.3 | 11.0 | 连接平巷 | 1060 | 无 |
| 10 | 大崮围 JT-6 | 竖井 | 580 | 1.2×1.3 | 12.0 | 连接平巷 | 960 | 无 |
| 11 | 大崮围 JT-21 | 浅井 | 560 | 1.2×1.3 | 10.0 | 无连通 | 740 | 无 |
| 12 | 大崮围 JT-22 | 竖井 | 530 | 1.2×1.4 | 13.0 | 连接平巷 | 620 | 无 |
| 13 | 大崮围 JT-24 | 浅井 | 557 | 1.2×1.2 | 8.0 | 无连通 | 940 | 无 |

表 5.5-13 大崮围矿点平硐流出水相关参数

| 序号 | 名称编号 | 流量 m ³ /d | 取样数 | 水中 U _{天然} 浓度 mg/L | | 水中 ²²⁶ Ra 浓度 Bq/L | |
|----|-----------|----------------------|-----|----------------------------|--------|------------------------------|-------|
| | | | | 范围值 | 均值 | 范围值 | 均值 |
| 1 | 大崮围 KD-X1 | 1.82~2.96 | 2 | 0.0034~0.0075 | 0.0055 | 0.063~0.071 | 0.067 |



图 5.2-8 大鞞围矿点 KD-1、KD-X1 平硐口现状

2) 废石（渣）堆

大鞞围矿点停产后遗留地表废石（渣）石堆 4 个，其中废石堆 3 个，废渣堆 1 个。

(1) 废石堆

大鞞围矿点勘探和水冶试验结束后遗留地表 3 个废石堆，堆存废石量 18594t，总裸露面积 8547m²。

根据监测结果，3 个废石堆的表面 ²²²Rn 析出率平均值的范围值为 (0.85~1.19) Bq/(m²·s)，高于管理限值 0.74Bq/(m²·s)； γ 辐射剂量率平均值的范围值为 (96.7~193.5) ×10⁻⁸Gy/h，与当地辐射环境本底水平相比偏高。

废石堆的相关参数及监测数据见表 5.5-14。废石堆的现状情况见图 5.5-9。废石堆底部污染土垂直 U_{天然}和 ²²⁶Ra 分布监测数据见表 5.5-15。由该表可知当深度达到 90~120cm 时，监测点位 ²²⁶Ra 含量满足≤560Bq/kg 的限值。

(2) 废渣堆

大鞞围水冶试验结束后遗留废渣堆 1 个，堆存废渣量 46500t，裸露面积 13000m²。

根据监测结果，废渣堆的氡析出率为 (0.81~2.56) Bq/(m²·s)，均值为 1.59Bq/(m²·s)，高于管理限值 0.74Bq/(m²·s)； γ 辐射剂量率为 (499.1~1863.3) ×10⁻⁸Gy/h，均值为 1464.8×10⁻⁸Gy/h，明显高于当地辐射环境本底值。

废渣堆的相关参数及监测数据见表 5.5-16。废渣堆的现状情况见图 5.5-10。废渣堆底部污染土垂直 U_{天然}和 ²²⁶Ra 分布监测数据见表 5.5-17。由该表可知当

深度达到 60cm~150cm 时，监测点位 ^{226}Ra 含量满足 $\leq 560\text{Bq/kg}$ 的限值。



图 5.5-9 大峯围废石堆 KD-1 现状

图 5.5-10 大峯围废渣堆 WZ-2 现状

表 5.5-15 大峯围废石堆下部土壤垂直 $U_{\text{天然}}$ 、 ^{226}Ra 含量分布

| 序号 | 名称及编号 | 取样深度 cm | 取样 点数 | $U_{\text{天然}}$ 含量, mg/kg | | ^{226}Ra 含量, Bq/kg | |
|----|---------------|------------|----------|---------------------------|-------|-----------------------------|--------|
| | | | | 范围值 | 均值 | 范围值 | 均值 |
| 1 | 大峯围废石堆 KD-1 | 表层~30 | 3 | 107.5~163.2 | 137.8 | 1402.6~1607.0 | 1525.3 |
| | | 30~60 | 3 | 81.7~113.2 | 98.8 | 921.7~1189.6 | 1012.9 |
| | | 60~90 | 3 | 65.2~98.4 | 81.0 | 483.2~937.3 | 644.8 |
| | | 90~120 | 1 | — | 79.5 | — | 534.4 |
| | | 120~150 | 1 | — | 62.7 | — | 398.1 |
| 2 | 大峯围废石堆 KD-2、3 | 表层~30 | 3 | 109.6~141.5 | 125.6 | 1205.0~1357.0 | 1296.4 |
| | | 30~60 | 3 | 83.2~97.2 | 91.0 | 783.2~817.1 | 798.9 |
| | | 60~90 | 3 | 52.7~62.5 | 59.0 | 327.9~512.9 | 420.8 |
| 3 | 大峯围废石堆 KD-X1 | 表层~30 | 3 | 119.6~204.3 | 155.8 | 1022.9~1326.0 | 1202.1 |
| | | 30~60 | 3 | 102.5~127.8 | 113.2 | 778.4~1076.0 | 962.9 |
| | | 60~90 | 3 | 97.4~98.9 | 98.3 | 537.8~910.7 | 693.7 |
| | | 90~120 | 2 | 69.5~82.4 | 76.0 | 530.3~573.2 | 551.8 |
| | | 120~150 | 2 | 63.2~69.7 | 66.5 | 422.2~504.5 | 463.4 |

表 5.5-14 大鞏围矿点废石堆相关参数及监测结果

| 序号 | 名称编号 | 占地 面积 m ² | 裸露 面积 m ² | 废石 量 t | 氡析出率 Bq/ (m ² ·s) | | | γ辐射剂量率 ×10 ⁻⁸ Gy/h | | | U _{天然} 含量 mg/kg | | | ²²⁶ Ra 含量 Bq/kg | | |
|----|---------------|----------------------------|----------------------------|--------------|---------------------------------|-----------|--------|----------------------------------|------------|--------|-----------------------------|---------|--------|-------------------------------|-----------|--------|
| | | | | | 测点 数 | 范围值 | 均 值 | 测点 数 | 范围值 | 均 值 | 取 样 数 | 范围值 | 均 值 | 取 样 数 | 范围值 | 均 值 |
| 1 | 大鞏围废石堆 KD-1 | 279 | 314 | 494 | 5 | 0.38~1.32 | 0.85 | 21 | 23.8~137.5 | 96.7 | 6 | 69~109 | 91 | 6 | 990~1330 | 1183 |
| 2 | 大鞏围废石堆 KD-2、3 | 3047 | 3109 | 7100 | 17 | 0.45~1.56 | 1.19 | 65 | 18.4~247.6 | 193.5 | 6 | 221~279 | 247 | 6 | 2460~3290 | 2830 |
| 3 | 大鞏围废石堆 KD-X1 | 4934 | 5124 | 11000 | 9 | 0.41~1.43 | 0.94 | 37 | 22.2~209.7 | 169.0 | 6 | 183~232 | 210 | 6 | 1930~2710 | 2365 |

注：²²²Rn 监测布点方法为网格布点法，布点均匀，故采用均值计算覆盖厚度。

表 5.5-16 大鞏围矿点废渣堆相关参数及监测结果

| 序号 | 名称编号 | 占地 面积 m ² | 裸露 面积 m ² | 废渣 量 t | 氡析出率 Bq/ (m ² ·s) | | | γ辐射剂量率 ×10 ⁻⁸ Gy/h | | | U _{天然} 含量 mg/kg | | | ²²⁶ Ra 含量 Bq/kg | | |
|----|-------------|----------------------------|----------------------------|--------------|---------------------------------|-----------|--------|----------------------------------|--------------|--------|-----------------------------|---------|--------|-------------------------------|-------------|--------|
| | | | | | 测点 数 | 范围值 | 均 值 | 测点 数 | 范围值 | 均 值 | 取 样 数 | 范围值 | 均 值 | 取 样 数 | 范围值 | 均 值 |
| 1 | 大鞏围废渣堆 WZ-2 | 10500 | 13000 | 46500 | 20 | 0.81~2.56 | 1.59 | 105 | 499.1~1863.3 | 1464.8 | 6 | 102~264 | 148 | 6 | 47900~61310 | 54983 |

表 5.5-17 大峯围废渣堆下部土壤垂直 $U_{\text{天然}}$ 、 ^{226}Ra 含量分布

| 名称及编号 | 取样深度 cm | 取样 点数 | $U_{\text{天然}}$ 含量 mg/kg | | ^{226}Ra 含量 Bq/kg | |
|----------------|------------|-----------|-----------------------------|-------------|-------------------------------|-------|
| | | | 范围值 | 均值 | 范围值 | 均值 |
| 大峯围废渣堆 WZ-2 | 表层~30 | 6 | 101.7~137.2 | 118.0 | 837.1~1023.7 | 921.1 |
| | 30~60 | 6 | 92.7~103.2 | 98.8 | 609.7~903.2 | 809.6 |
| | 60~90 | 6 | 82.7~98.7 | 90.3 | 493.2~683.4 | 616.5 |
| | 90~120 | 6 | 49.5~90.6 | 76.7 | 421.7~607.2 | 546.5 |
| | 120~150 | 6 | 63.4~93.5 | 78.2 | 493.8~531.9 | 512.1 |
| | 150~180 | 6 | 63.2~92.6 | 73.5 | 402.7~537.2 | 481.9 |
| | 180~210 | 6 | 42.7~80.4 | 67.5 | 302.7~501.2 | 381.4 |
| | 210~240 | 6 | 35.4~76.3 | 59.8 | 222.8~432.1 | 314.2 |
| | 240~270 | 6 | 42.8~70.2 | 59.5 | 201.9~403.2 | 277.8 |
| | 270~300 | 6 | 44.6~68.3 | 56.7 | 288.8~382.7 | 312.6 |
| | 300~330 | 3 | 58.7~70.2 | 64.9 | 273.2~293.4 | 279.9 |
| | 330~360 | 3 | 50.1~68.5 | 59.2 | 240.4~281.7 | 254.2 |
| | 360~390 | 3 | 47.2~63.7 | 55.4 | 273.2~373.5 | 340.1 |
| 390~420 | 3 | 36.2~53.4 | 46.4 | 163.2~209.4 | 178.6 | |

4) 工业场地

大峯围矿点水冶试验结束后遗留地表 1 处工业场地，场地的污染面积为 3143m²。

根据监测结果，工业场地的表面 ^{222}Rn 析出率的范围值为 (0.47~1.65) Bq/(m²·s)，均值为 1.11Bq/(m²·s)，高于管理限值 0.74Bq/(m²·s)； γ 辐射剂量率的范围值为 (84.0~1825.0) ×10⁻⁸Gy/h，均值为 411.8×10⁻⁸Gy/h，高于当地辐射环境本底值。

工业场地的相关参数及监测数据见表 5.5-18。工业场地的现状情况见图 5.5-11。工业场地污染土垂直 $U_{\text{天然}}$ 和 ^{226}Ra 分布监测数据见表 5.5-19。由该表可知，当深度达到 40cm 时，监测点位 ^{226}Ra 含量满足 ≤180Bq/kg 的限值。

表 5.5-18 大峯围矿点工业场地相关参数及监测结果

| 名称编号 | 面积 m ² | γ 辐射剂量率 ×10 ⁻⁸ Gy/h | | | 氡析出率 Bq/m ² ·s | | |
|---------------|----------------------|--|-------------|-------|------------------------------|-----------|------|
| | | 测点数 | 范围值 | 均值 | 测点数 | 范围值 | 均值 |
| 大峯围 GYCD-1 | 3143 | 30 | 84.0~1825.0 | 411.8 | 20 | 0.47~1.65 | 1.11 |

表 5.5-19 大峯围矿点工业场地土壤垂直 $U_{\text{天然}}$ 、 ^{226}Ra 含量分布

| 名称编号 | 取样深度 cm | $U_{\text{天然}}$ 含量 mg/kg | ^{226}Ra 含量 Bq/kg |
|------------|------------|-----------------------------|-------------------------------|
| 大峯围 GYCD-1 | 表层~20 | 98.2 | 191.3 |
| | 20~40 | 75.6 | 137.1 |
| | 40~60 | 48.2 | 91.9 |
| | 60~80 | 30.7 | 56.3 |



图 5.5-11 大峯围矿点工业场地现状

5) 设备管线

大峯围矿点采冶停产后遗留地表设备共计 5 台（件），管线 5700m，总重量 17.55t。

根据监测结果，设备、管线 α 表面污染均值为（0.011~0.053）Bq/cm²。相关设备、管线 α 表面污染监测数据见表 5.2-20。部分设备、器材的现状图 5.2-12。

表 5.5-20 大峯围矿点设备、管线相关参数

| 序号 | 名称 | 数量 台（件）/m | 材质 | 单件重量 t | α 表面污染水平 Bq/m ² | | |
|----|-------|--------------|-----|--------|-----------------------------------|-------------|-------|
| | | | | | 测点数 | 范围值 | 均值 |
| 1 | 75 水管 | 3500（35 卷） | 非金属 | 0.25/卷 | 4 | 0.012~0.019 | 0.015 |
| 2 | 60 水管 | 2200（22 卷） | 非金属 | 0.20/卷 | 4 | 0.011~0.022 | 0.016 |
| 3 | 酸罐 | 2 | 金属 | 1.40 | 2 | 0.011~0.016 | 0.014 |
| 4 | 液氨罐 | 1 | 金属 | 0.40 | 1 | 0.013 | 0.013 |

| 序号 | 名称 | 数量 台（件）/m | 材质 | 单件重量 t | α表面污染水平 Bq/m ² | | |
|----|--------|--------------|----|--------|---------------------------|-------------|-------|
| | | | | | 测点数 | 范围值 | 均值 |
| 5 | 复摆型破碎机 | 1 | 金属 | 1.18 | 4 | 0.026~0.036 | 0.031 |
| 6 | 推车 | 1 | 金属 | 0.02 | 1 | 0.053 | 0.053 |



图 5.2-12 大峯围矿点遗留酸罐现状



图 5.5-13 大峯围矿点仓库现状

6) 建（构）筑物

大峯围矿点水冶试验结束后遗留了 24 座建（构）筑物，建筑类型主要为砖混结构和木制结构，总建筑面积为 1264.14m²，目前均已无利用价值。

根据监测结果，建（构）筑物γ辐射剂量率为（21.4~2601.2）×10⁻⁸Gy/h，均值为 248.9×10⁻⁸Gy/h，地面和墙面的α表面污染水平为（0.009~0.072）Bq/cm²，均值为 0.026Bq/cm²。

建（构）筑物α表面污染监测数据见表 5.2-21。部分建（构）筑物的现状图 5.2-13。

表 5.5-21 大鞞围矿点建（构）筑物相关参数

| 序号 | 编号 | 建筑类型 | 外形尺寸 | 数量 | 建筑面积 m ² | γ辐射剂量率×10 ⁻⁸ Gy/h | | | 测点位置 | α表面污染水平 Bq/cm ² | | |
|----|-------|------|---------------|----|------------------------|------------------------------|---------------|--------|------|----------------------------|-------------|-------|
| | | | | | | 测点数 | 范围值 | 均值 | | 测点数 | 范围值 | 均值 |
| 1 | 化验室 | 砖混 | 7.2×6.3×6.5 | 2 | 45.36 | 4 | 21.4~49.6 | 38.1 | 地面 | 4 | 0.013-0.027 | 0.021 |
| | | | | | | | | | 墙壁 | 4 | 0.018-0.026 | 0.023 |
| 2 | 吸附塔 1 | 砖混 | 9.6×4.8×10 | 1 | 46.08 | 4 | 32.3~49.5 | 41.5 | | | | |
| 3 | 除渣池 | 砖混 | 4.2×2×1.4 | 1 | 8.4 | 4 | 59.2~69.4 | 64.7 | | | | |
| 4 | 产品库 | 砖混 | 3.7×3×3.2 | 1 | 11.1 | 4 | 102.2~109.6 | 105.9 | 地面 | 4 | 0.052-0.072 | 0.064 |
| | | | | | | | | | 墙壁 | 4 | 0.049-0.068 | 0.061 |
| 5 | 压滤机房 | 木质结构 | 4.3×4.95×2.5 | 1 | 21.285 | 4 | 120.2~132.3 | 125.3 | | | | |
| 6 | 发电房 | 砖混 | 7.6×3.6×2.5 | 1 | 33.21 | 4 | 129.6~141.2 | 135.7 | | | | |
| 7 | 合格液池 | 砖混 | 12.9×1.3×1.5 | 1 | 16.77 | 4 | 139.3~144.3 | 142.2 | | | | |
| 8 | 淋洗池 | 砖混 | 14.4×3.1×2 | 1 | 44.64 | 4 | 102.3~121.1 | 109.8 | | | | |
| 9 | 液氨池 | 砖混 | 4.2×2.8×0.9 | 1 | 11.76 | 4 | 71.2~89.3 | 79.6 | | | | |
| 10 | 化盐池 | 砖混 | 3×1.6×1.3 | 1 | 4.8 | 4 | 60.1~66.3 | 63.6 | | | | |
| 11 | 清水池 | 砖混 | 4.8×3.2×1.8 | 1 | 15.36 | 4 | 48.2~55.3 | 51.6 | | | | |
| 12 | 盐仓库 | 砖混 | 4.24×2.75 | 1 | 11.66 | 4 | 42.7~57.3 | 49.9 | | | | |
| 13 | 尾液池 | 砖混 | 14.2×6.55×1.8 | 1 | 93.01 | 4 | 90.1~102.4 | 93.6 | | | | |
| 14 | 原液池 | 砖混 | 13.8×6.25×1.7 | 1 | 86.25 | 4 | 100.1~120.3 | 106.6 | | | | |
| 15 | 沉淀池 | 砖混 | 9.8×3.2×2.2 | 1 | 31.36 | 4 | 240.7~262.2 | 250.0 | | | | |
| 16 | 产品池 | 砖混 | 8.2×1.9×1.6 | 1 | 15.58 | 4 | 253.1~264.2 | 258.2 | | | | |
| 17 | 源液池 | 砖混 | 22×7.2×2.1 | 1 | 158.4 | 4 | 1370.6~1624.9 | 1430.1 | | | | |
| 18 | 清水池 | 砖混 | 10.8×10.3×2.1 | 1 | 111.24 | 4 | 2413.6~2601.2 | 2491.9 | | | | |
| 19 | 卫生间 | 砖混 | 2.95×8×2.5 | 1 | 23.6 | 4 | 93.2~110.6 | 100.1 | | | | |
| 20 | 仓库 | 石棉瓦 | 21×5.2×2.5 | 1 | 109.2 | 4 | 63.2~76.2 | 69.3 | 地面 | 4 | 0.018-0.027 | 0.023 |
| | | | | | | | | | 墙壁 | 4 | 0.016-0.024 | 0.021 |

续表 5.5-21 大峯围矿点建（构）筑物相关参数

| 序号 | 编号 | 建筑类型 | 外形尺寸 | 数量 | 建筑面积 m ² | γ辐射剂量率×10 ⁻⁸ Gy/h | | | 测点位置 | α表面污染水平 Bq/cm ² | | |
|----|-----|------|--------------|----|------------------------|------------------------------|-----------|------|------|----------------------------|-------------|-------|
| | | | | | | 测点数 | 范围值 | 均值 | | 测点数 | 范围值 | 均值 |
| 21 | 住房 | 土木结构 | 31.3×6.7×2.5 | 1 | 209.71 | 4 | 29.3~40.2 | 32.1 | 地面 | 4 | 0.016-0.022 | 0.019 |
| | | | | | | | | | 墙壁 | 4 | 0.022-0.027 | 0.025 |
| 22 | 厨房 | 土木结构 | 10.5×6.8×2.5 | 1 | 71.4 | 4 | 31.2~36.2 | 33.2 | 地面 | 4 | 0.017-0.027 | 0.023 |
| | | | | | | | | | 墙壁 | 4 | 0.011-0.017 | 0.014 |
| 23 | 住房 | 砖混 | 5.4×3×2.5 | 1 | 16.2 | 4 | 42.2~53.2 | 47.6 | 地面 | 4 | 0.024-0.037 | 0.029 |
| | | | | | | | | | 墙壁 | 4 | 0.013-0.018 | 0.015 |
| 24 | 炸药库 | 砖混 | 7×3.2×2.5 | 1 | 22.4 | 4 | 49.2~56.2 | 52.2 | 地面 | 4 | 0.012-0.019 | 0.017 |
| | | | | | | | | | 墙壁 | 4 | 0.009-0.013 | 0.01 |

7) 污染道路

大峯围矿点试验生产期间，有 1 条由工业场地至废渣堆的道路，道路结构为碎石路面，长度为 190m，平均宽度 3.5m。根据监测结果，污染道路 γ 辐射剂量率范围值为 $(23.4\sim 527.3) \times 10^{-8} \text{Gy/h}$ ，均值为 $88.5 \times 10^{-8} \text{Gy/h}$ ，高于当地辐射环境本底值。

污染道路的相关参数及监测数据见表 5.5-22。污染道路的现状情况见图 5.5-14。污染道路土壤垂直 $U_{\text{天然}}$ 和 ^{226}Ra 分布监测数据见表 5.5-23。由该表可知，当深度达到 40cm 时，监测点位 ^{226}Ra 含量满足 $\leq 180 \text{Bq/kg}$ 的限值。

表 5.5-22 大峯围矿点污染道路相关参数

| 源项名称 | 路面结构 | 监测间距 m | γ 辐射剂量率 $\times 10^{-8} \text{Gy/h}$ | | |
|-----------|--------|--------|--|-------|-------|
| | | | 左 | 中 | 右 |
| 大峯围矿点污染道路 | 泥结碎石路面 | 10 | 31.3 | 30.1 | 30.4 |
| | | 20 | 28.2 | 26.1 | 27.6 |
| | | 30 | 30.3 | 29.4 | 30.1 |
| | | 40 | 23.4 | 24.9 | 26.9 |
| | | 50 | 26.3 | 27.8 | 29.2 |
| | | 60 | 23.7 | 25.0 | 24.7 |
| | | 70 | 33.0 | 33.1 | 33.0 |
| | | 80 | 38.5 | 37.4 | 36.5 |
| | | 90 | 33.3 | 33.0 | 31.7 |
| | | 100 | 41.4 | 40.1 | 39.3 |
| | | 110 | 40.7 | 39.0 | 41.6 |
| | | 120 | 42.9 | 38.8 | 39.2 |
| | | 130 | 52.2 | 49.0 | 47.3 |
| | | 140 | 63.7 | 61.7 | 53.7 |
| | | 150 | 127.7 | 135.6 | 132.6 |
| | | 160 | 202.2 | 199.6 | 203.2 |
| | | 170 | 253.9 | 262.3 | 293.2 |
| 180 | 483.7 | 462.5 | 527.3 | | |

表 5.5-23 大峯围矿点污染道路土壤垂直 $U_{\text{天然}}$ 、 ^{226}Ra 含量分布

| 名称编号 | 取样深度 cm | $U_{\text{天然}}$ 含量 mg/kg | ^{226}Ra 含量 Bq/kg |
|-----------|------------|-----------------------------|-------------------------------|
| 大峯围矿点污染道路 | 表层~20 | 107.6 | 207.7 |
| | 20~40 | 91.3 | 140.6 |
| | 40~60 | 67.9 | 108.8 |
| | 60~80 | 44.9 | 76.6 |
| | 80~100 | 35.6 | 50.2 |



图 5.5-14 大峯围矿点污染道路现状

5.5.3 治理项目确定

根据各源项的监测结果和相应的管理限值，以及治理项目的确定原则来确定治理项目和治理部位。表 5.5-24 为黄泥湖矿点（含大鞞围矿点）退役治理源项一览表。

表 5.5-24 退役治理源项一览表

| 项目 | | 黄泥湖矿点 | 大鞞围矿点 | 合计 | 治理原因 |
|--------|---------------------|---------|---------|---------|---|
| 坑（井）口 | 无水坑口个数 | 7 | 3 | 10 | 有 ^{222}Rn 气逸出，此外有误入或坠入的可能危害，构成不安全因素。 |
| | 有水坑口个数 | 1 | 1 | 2 | |
| | 浅（竖）井个数 | 6 | 9 | 15 | |
| 露天采场 | 个数 | 1 | — | 1 | ^{222}Rn 析出率超过管理限值， γ 辐射剂量率明显高于当地本底。 |
| | 面积 m^2 | 1137.5 | — | 1137.5 | |
| 废石（渣）堆 | 个数 | 7 | 4 | 11 | 属于铀矿勘探、采冶废物；表面 ^{222}Rn 析出率均值超过管理限值， γ 辐射水平相对较高。 |
| | 废石（渣）量 t | 100495 | 65094 | 165589 | |
| | 裸露面积 m^2 | 12311 | 21547 | 33858 | |
| 尾渣堆 | 个数 | 1 | — | 1 | |
| | 尾渣量 t | 113000 | — | 113000 | |
| | 裸露面积 m^2 | 20000 | — | 20000 | |
| 工业场地 | 个数 | 1 | 1 | 2 | 场地的 ^{222}Rn 析出率均值超过了管理限值、 γ 辐射水平也明显偏高，且土壤中 ^{226}Ra 含量超过管理限值。 |
| | 面积 m^2 | 3881 | 3143 | 7024 | |
| 污染设备 | 设备数台（件） | 40 | 5 | 45 | 已无利用价值，且受到不同程度的表面污染。 |
| | 管线 m | 11000 | 5700 | 16700 | |
| 建构筑物 | 数量 | 35 | 24 | 59 | |
| | 面积 m^2 | 2041.16 | 1264.14 | 3305.30 | |
| 污染道路 | 数量 | — | 1 | 1 | 道路沿线 γ 辐射水平偏高，且土壤中 ^{226}Ra 含量超过管理限值。 |
| | 长度 m | — | 190 | 190 | |
| 尾渣库 | 库容（万 m^3 ） | 22 | — | 22 | 拟作为黄泥湖矿点铀矿勘探、采冶废物的最终接纳场所；表面 ^{222}Rn 析出率、 γ 辐射水平相对较高。 |

6 退役治理方案

6.1 退役治理目标和深度

本项目属补救行动范畴，退役治理总体目标为对黄泥湖矿点（含大鞏围矿点）进行退役治理，治理后的设施场地达到国家环境保护有关标准要求，治理范围内的生态环境基本恢复，治理范围内公众健康得到保护。具体目标如下：

1) 本项目退役治理后最终状态下的年公众照射的剂量约束值不超过 0.3mSv；

2) 尾渣库等经覆盖治理后，其表面氡析出率应不大于 $0.74\text{Bq}/(\text{m}^2\cdot\text{s})$ ，且 γ 剂量率不大于“本底值+ $17.4\times 10^{-8}\text{Gy/h}$ ”；

3) 对于移走废石、尾渣后的土地，任何平均 100m^2 范围内土层中 ^{226}Ra 比活度平均值不高于 0.56Bq/g ；土地去污整治后，对 ^{226}Ra 的最高比活度要求为任何平均 100m^2 范围内，土层中平均值不高于 0.18Bq/g ；

4) 退役治理后坑口流出水向有 5 倍稀释能力的受纳水体排放时，保证在最不利条件下，排放口水中 $U_{\text{天然}}$ 浓度小于 0.3mg/L 、 ^{226}Ra 浓度小于 1.1Bq/L ，受纳水体第一取水点水中 $U_{\text{天然}}$ 浓度小于 0.05mg/L 、 ^{226}Ra 浓度小于 1.1Bq/L ；

5) 污染管线设备处于可控状态。

各源项退役治理目标与深度见表 6.1-1。

表 6.1-1 本项目各源项退役治理目标与深度

| 源项类型 | 源项 | 退役治理目标 | 退役治理深度 |
|----------------|-----------------------|---|---------|
| 一、黄泥湖矿点 | | | |
| 坑（井）口 | 有水坑口（1个） | 永久性封堵，防止 ^{222}Rn 气的逸出，控制废水外流；严禁随意打开。 | 有限制开放使用 |
| | 无水坑口（7个） | 永久性封堵，防止 ^{222}Rn 气的逸出；严禁随意打开。 | 有限制开放使用 |
| | 浅（竖）井（6个） | | |
| 露天采场废墟 | 露天采场废墟（LTCC-1） | 覆盖治理后，表面氡析出率 $\leq 0.74\text{Bq}/(\text{m}^2\cdot\text{s})$ 。 | 有限制开放使用 |
| 废石堆 | 5处废石堆（不包含 KD-X1、KD-6） | 清挖治理后，任何平均 100m^2 范围内土层中 ^{226}Ra 比活度平均值 $\leq 0.56\text{Bq/g}$ 。 | 无限制开放使用 |
| | KD-6 废石堆 | 清挖治理后，任何平均 100m^2 范围内土层中 ^{226}Ra 比活度平均值 $\leq 0.56\text{Bq/g}$ 。但该区域位于黄泥湖矿点岩石移动圈内，存在安全 | 有限制开放使用 |

| 源项类型 | 源项 | 退役治理目标 | 退役治理深度 |
|----------------|-------------------------|--|---------|
| 一、黄泥湖矿点 | | | |
| | | 风险，拟作为生态林地，予以避让。 | |
| 尾渣堆 | 尾渣堆（WZ-1） | 清挖治理后，任何平均 100m ² 范围内土层中 ²²⁶ Ra 比活度平均值≤0.56Bq/g。但该区域位于黄泥湖矿点岩石移动圈内，存在安全风险，拟作为生态林地，予以避让。 | 有限制开放使用 |
| 工业场地 | 工业场地 | 清挖治理后，任何平均 100m ² 范围内土层中 ²²⁶ Ra 比活度平均值≤0.18Bq/g。但该区域位于黄泥湖矿点岩石移动圈内，存在安全风险，拟作为生态林地，予以避让。 | 有限制开放使用 |
| 设备管线 | 污染设备(40 台件) | 金属材质的送至国家核安全局认可的废旧金属处理中心进行熔炼处置、非金属材质的运至尾渣库填埋处置。 | 处于可控状态 |
| | 管线(11000m) | | |
| 建（构）筑物 | 35 座建（构）筑物 | 拆除后就地集中运至尾渣库处置。 | 原址无限制开放 |
| 尾渣库 | 尾渣库（含 KD-X1 废石堆） | 覆盖治理后，表面氡析出率≤0.74Bq/(m ² ·s)。 | 有限制开放使用 |
| 二、大鞞围矿点 | | | |
| 坑（井）口 | 有水坑口（1 个） | 永久性封堵，防止 ²²² Rn 气的逸出，控制废水外流；严禁随意打开。 | 有限制开放使用 |
| | 无水坑口（3 个） | 永久性封堵，防止 ²²² Rn 气的逸出；；严禁随意打开。 | 有限制开放使用 |
| | 浅（竖）井（9 个） | | |
| 废石（渣）堆 | 废石堆（KD-2、3 和 KD-X1 废石堆） | 覆盖治理后，表面氡析出率≤0.74Bq/(m ² ·s)。 | 有限制开放使用 |
| | KD-1 废石堆 | 清挖治理后，任何平均 100m ² 范围内土层中 ²²⁶ Ra 比活度平均值≤0.56Bq/g。 | 无限制开放使用 |
| | 废渣堆（WZ-2） | 覆盖治理后，表面氡析出率≤0.74Bq/(m ² ·s)。 | 有限制开放使用 |
| 工业场地 | 工业场地 | 清挖治理后，任何平均 100m ² 范围内土层中 ²²⁶ Ra 比活度平均值≤0.18Bq/g。 | 无限制开放使用 |
| 污染道路 | 大鞞围污染道路 | | |
| 设备管线 | 污染设备(5 台件) | 金属材质的送至国家核安全局认可的废旧金属处理中心进行熔炼处置、非金属材质的运至 KD-2、3 废石堆填埋处置。 | 处于可控状态 |
| | 管线(5700m) | | |
| 建（构）筑物 | 24 座建（构）筑物 | 拆除后就近运至 KD-2、3 废石堆处置。 | 原址无限制开放 |

6.2 制定治理方案的原则

6.2.1 治理原则

总体方案制定贯彻落实“安全第一、质量第一”的根本方针，坚持“辐射防护最优化与放射性废物最小化”的原则，具体方案设计遵循以下原则：

- 1) 退役治理方案应能够控制各类污染物，防止各类污染物在环境中流失

与扩散；应能够有效的抑制和屏蔽各类有害因素；杜绝各种伤害事故的发生，以保证环境质量的改善和公众的健康与安全。

2) 应使处置设施的功能长期有效，有较高的稳固性与可靠性。

3) 退役治理方案应充分考虑到当地的自然环境、施工条件、社会状况和公众的心理因素，力求做到因地制宜、切合实际、施工简单、具有较强的可操作性，材料尽可能就地取材，治理方案力求做到施工技术相对简单，以降低劳动强度，保证施工人员的安全。

4) 退役治理工程量与发生危害的概率及危害程度的大小相适应，消耗的代价与获得的效益相适应，在不违背上述原则的前提下，尽可能将有害物回填坑内、井下或集中处置以缩小污染范围，对于减少有害物在地面堆积面积的设计方案给予优先考虑。

5) 高度重视铀矿退役治理项目生态环境修复与环境保护工作。

6.2.2 总体治理方案的确定

6.2.2.1 源项分布特点

本项目拟治理黄泥湖矿点和大鞞围矿点均位于江西省赣州市寻乌县桂竹帽镇境内。其中，黄泥湖矿点地处项目区域的东北侧，源项相对集中于尾渣堆周围；而大鞞围矿点地处项目区域的西南侧，源项相对集中于废渣堆周围。

两矿点直线距离约 3.5km，之间有道路连通里程约 9.5km，该道路分为三个路段，即路段 1：大鞞围矿点→大鞞围村简易路；路段 2：大鞞围村→白面石村公路；路段 3：白面石村→黄泥湖矿点简易路。

整体来看，本项目黄泥湖矿点和大鞞围矿点各自源项相对集中，但两矿点运距约 9.5km 相对较远。本项目治理源项分布如图 6.2-1 所示。

6.2.2.2 总体方案比选确定

1) 总体治理方案

在§6.2.1 章节治理方案选择原则的指导下，本项目优先考虑废（尾）渣回填井下治理方案。从容量角度考虑，黄泥湖矿点无水坑（井）口和大鞞围无水坑（井）口容量分别约 1.2 万 m³，无法容纳全部废（尾）渣（约 7.89 万 m³）；从废物集中处置角度考虑，尾渣和废渣部分回填至不同坑（井）口、部分地表堆存致使废物分散，不利于管理且不符合集中处置原则；从安全角度分析，

井下已无支护、通风、照明等措施，存在一定安全隐患。因此，废（尾）渣不具备井下回填条件。

本项目综合考虑源项分布特点和现有条件，形成如下两个方案：

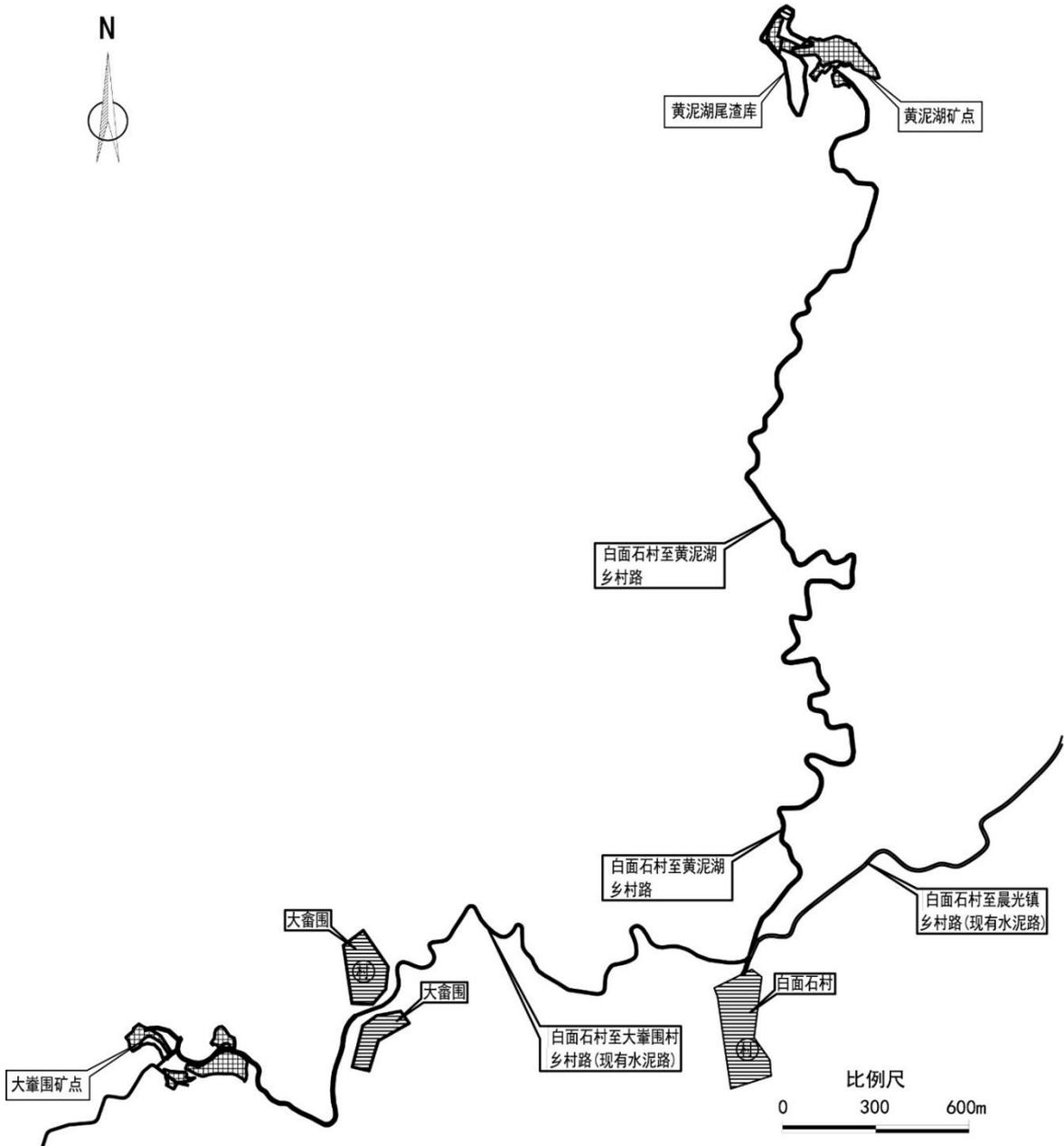


图 6.2-1 退役治理源项整体分布情况

(1) 方案 I—原地覆盖+清挖治理方案。除坑（井）口等采用原地封堵、覆盖治理外，其余治理源项：黄泥湖矿点均采用清挖治理方案，将所产生的污染物运至黄泥湖矿点尾渣库集中处置；大鞞围矿点除 KD-1 废石堆、工业场地及污染道路采取清挖治理方案，将清挖所产生的污染物就近运至本矿点

KD-2、3 废石堆集中处置，其他源项采用原地覆盖的方案。

（2）方案 II—部分原地覆盖+清挖治理方案。除大鞞围矿点废渣堆采用清挖治理方案，将产生的污染物运至黄泥湖矿点尾渣库集中处置外，其余源项治理方案均与方案 I 相同。

两个治理方案的概述说明详见 6.2-1。

表 6.2-1 总体治理方案概述

| 项目名称 | 治理方案 | |
|-------------------|--|--------------------------------|
| | 方案 I：原地覆盖+清挖方案 | 方案 II：部分原地覆盖+清挖方案 |
| 大鞞围矿点 | | |
| 坑（井）口 | 永久封堵，严禁打开。 | 与方案 I 相同。 |
| 工业场地 | 采取清挖、拆除、解体等治理措施，将所产生的污染物运至 KD-2、3 废石堆集中处置。 | |
| 污染道路 | | |
| 建（构）筑物 | | |
| KD-1 废石堆 | 彻底挖除废石及污染土，将全部污染物迁移至 KD-2、3 废石堆进行集中处置。 | |
| KD-2、3 废石堆 | 原地覆盖、稳定化治理。 | |
| KD-X1 废石堆 | | |
| WZ-2 废渣堆 | 原地覆盖、稳定化治理。 | 清挖治理方案，全部污染物运至黄泥湖尾渣库进行集中处置。 |
| 黄泥湖矿点 | | |
| 坑（井）口 | 永久封堵，严禁打开。 | 与方案 I 相同。 |
| 废石堆 KD-2 | 废石及下部污染土、工业场地全部污染土壤全部清挖，运至黄泥湖矿点废石场 KD-X1（拟建尾渣库位置）集中处置，并对原址进行回填植被；建（构）筑物全部拆除运至废石场 KD-X1 集中处置。 | 与方案 I 相同。 |
| 废石堆 KD-3 | | |
| 废石堆 KD-6 | | |
| 废石堆 KD-7 | | |
| 废石堆 KD-8 | | |
| 废石堆 KD-9 | | |
| 工业场地 | | |
| 建（构）筑物 | | |
| 露天采场 | 原地覆盖治理，并植被。 | 与方案 I 相同。 |
| 尾渣库（黄泥湖废石堆 KD-X1） | 受纳堆存黄泥湖矿点除坑（井）口、露天采场源项外，其 | 堆存大鞞围矿点废渣堆清挖污染物，以及黄泥湖矿点除坑（井）口、 |

| 项目名称 | 治理方案 | |
|------|---|--|
| | 方案 I：原地覆盖+清挖方案 | 方案 II：部分原地覆盖+清挖方案 |
| | 他所有治理源项清挖后所产生的全部污染物。修建拦渣坝，坝肩设置溢洪道，滩面多层覆盖治理。 | 露天采场源项外，其他所有治理源项清挖后所产生的全部污染物。修建拦渣坝，坝肩设置溢洪道，滩面多层覆盖治理。 |

表 6.2-2 总体治理方案比较情况

| 指标 | 方案 I | 方案 II | 比选结果 |
|---------------------|--|---|--------------|
| 工程总投资，万元 | 4126.70 | 4255.83 | 相当 |
| 技术成熟度 | 清挖、搬迁及覆盖技术成熟，技术成熟度高。 | 清挖、搬迁及覆盖技术成熟，技术成熟度高。 | 相当 |
| 施工难易度 | 需砌筑滨河挡墙，尾渣库筑坝较方案 II 低，总裸露面积 22532 m ² 。 | 尾渣库筑坝较方案 I 高，总裸露面积 23126m ² 。 | 相当 |
| 工程组织实施 | 矿点各自治理，不存在交叉，工程组织实施较好。 | 将大崮围所有污染物运至尾渣库，沿途需穿过白面石村的 2 个自然村组，村民往来活动频繁，污染物运输对周围公众和环境扰动较大，组织实施较差。 | 方案 I 优于方案 II |
| 运输条件 | 污染物运输集中、均在本矿点内部，运输较为便捷，避免了污染物运输造成沿线二次污染，运输条件较好。 | 不具备运输条件。原因如下：1.运输车辆频繁出入居民点，对于老幼人群，自我防范意识差，存在交通事故隐患；2.当地村民不同意污染物运输车辆途经村庄（见附件四和公参报告）；3.运输道路狭窄、部分路段雨季易出现塌方，存在安全风险。 | 方案 I 优于方案 II |
| 受控面积，m ² | 62796 | 54322 | 方案 II 优于方案 I |
| 解控面积，m ² | 13044 | 23544 | 方案 II 优于方案 I |
| 氡释放量减小量，Bq/a | 7.08×10 ¹² | 7.05×10 ¹² | 相当 |
| 长期监护 | 监护设施个数总共 32 个，包括 27 个坑（井）口、1 个露天采场、1 个尾渣库和 3 个废石（渣）堆，共计监护监测面积 62796m ² ，主要集中在各自矿点范围内。 | 监护设施个数总共 31 个，包括 27 个坑（井）口、1 个露天采场、1 个尾渣库和 2 个废石堆，共计监护监测面积 54322m ² ，主要集中在各自矿点范围内。 | 相当 |

注：受控面积及解控面积均为占地面积，氡释放减小量计算按照裸露面积减小量计算而得。

2) 方案比选确定

本项目从工程总投资、技术成熟程度、施工难易程度、工程组织实施、运输条件、受控面积（有限制开放使用面积）、解控面积、氡释放减少量和长期监护等 9 个指标进行了比较，详见表 6.2-2 总体退役治理比较。

由表 6.2-2 可知，工程总投资、技术成熟度、施工难易程度、氡释放减少量和长期监护等方面方案 I 和方案 II 比选结果相当，工程组织实施和运输条件方案 I 优于方案 II，受控面积和解控面积方案 II 优于方案 I。

但方案 II 存在制约因素，不具备运输条件，根据建设单位调查结果，其主要原因包括：

(1) 大鞞围矿点到白面石村需经过大鞞围、白面石村两个居民点，村民住宅分布在运输道路两侧，房屋门、窗距离运输道路很近见图 6.2-2，运输车辆频繁出入居民点可能出现放射性废物洒落造成二次污染的情况，且当地老幼人群较多、自我防范意识较差，存在交通事故安全隐患。

(2) 当地村民不同意放射性废物运输经过村庄，表现为白面石村居委会提供关于污染物运输经过村庄的走访说明（详见附件四）和公众反馈意见（详见公众参与报告），其中 68.7%回收有效的公众意见不同意废渣迁移方案，公众对放射性废物运输较敏感。

(3) 白面石村到黄泥湖矿点路段大部分为山坡土路，其道路窄狭，多为山体峭壁悬崖（无防护措施），且部分路段雨季易出现严重塌方等自然灾害见图 6.2-3，废渣（石）运输存在一定的安全风险。

上述原因造成方案 II 存在难于组织实施、运输条件差等非受控因素制约，而方案 I 施工活动均在各矿点内部，规避了跨点运输安全风险、消除了沿途二次放射性污染的隐患，方案 I 优于 II 方案。

综上所述，方案 I 在工程组织实施和运输条件上明显优于方案 II，在受控面积和解控面积上稍逊于方案 II，其余指标基本相当。本项目考虑方案可实施性，避免施工期出现非受控社会影响因素致使工程难以实施的风险，因此，推荐方案 I 为本项目总体治理方案。



图 6.2-2 运输需经过的居民点

图 6.2-3 部分运输道路（塌方段）

6.3 治理方案

6.3.1 覆土厚度的确定

6.3.1.1 覆盖材料的选择

本项目选取黄泥湖矿点南侧 1.5km 处粘土做为本试验覆土材料，土源土量较为充足，且土壤的最大干密度为 $1.74\text{g}/\text{cm}^3$ 、对应的最佳含水量为 19.8%；试验用土表面的氡析出率范围值为 $(0.042\sim 0.073)\text{Bq}/(\text{m}^2\cdot\text{s})$ ； γ 辐射剂量率均值为 $14.2\times 10^{-8}\text{Gy}/\text{h}$ ；土壤中 $U_{\text{天然}}$ 含量范围值为 $(17.9\sim 47.2)\text{Bq}/\text{kg}$ 、 ^{226}Ra 含量范围值为 $(86.1\sim 153.9)\text{Bq}/\text{kg}$ ，均在本底范围内。

6.3.1.2 覆土试验

1) 试验概述及结果

为给退役治理方案提供覆土厚度的科学依据，二六四大队委托江西省核工业地质局测试研究中心以黄泥湖矿点尾渣堆为试验场地，选取黄泥湖矿点南侧约 1.5km 处的土源地的土为覆盖试验用土，在尾渣堆上进行了不同覆土厚度与氡析出率和 γ 辐射剂量率的影响关系实验，试验结果如表 6.3-1 所示。

表 6.3-1 覆盖厚度与氡析出率和 γ 辐射剂量率的试验结果

| 覆土厚度, m | 0.0 | 0.2 | 0.4 | 0.6 | 0.8 |
|--|-------|-------|------|------|------|
| 氡析出率, $\text{Bq}/(\text{m}^2\cdot\text{s})$ | 2.99 | 2.54 | 2.09 | 1.63 | 0.96 |
| γ 辐射剂量率, $\times 10^{-8}\text{Gy}/\text{h}$ | 919.7 | 164.7 | 96.2 | 74.8 | 60.2 |
| 干密度, g/cm^3 | — | 1.65 | 1.57 | 1.63 | 1.61 |

| | | | | | |
|-------------------------------|------|------|------|------|------|
| 含水量，% | — | 20.9 | 22.8 | 21.9 | 21.6 |
| 覆土厚度，m | 1.0 | 1.2 | 1.4 | 1.6 | — |
| 氡析出率，Bq/（m ² ·s） | 0.76 | 0.66 | 0.63 | 0.57 | — |
| γ辐射剂量率，×10 ⁻⁸ Gy/h | 49.8 | 40.1 | 34.0 | 32.2 | — |
| 干密度，g/cm ³ | 1.57 | 1.60 | 1.58 | 1.57 | — |
| 含水量，% | 22.5 | 20.9 | 21.2 | 22.1 | — |

2) 覆盖厚度与抑制氡析出率的关系

根据表 6.3-1 试验结果，采用最小二乘法线性回归得到覆盖厚度与抑制氡析出率的关系式如下：

$$X_1 = 80.4 \ln \frac{J_i}{J_0} + 5.92 \quad (6-1)$$

相关系数： $r=0.9649$

式中： X_1 ——需要覆盖的夯实后覆土的厚度，cm；

J_i ——覆盖前的氡析出率平均值，Bq/（m²·s）；

J_0 ——覆盖后的氡析出率，取管理限值， $J_0=0.74\text{Bq/（m}^2\cdot\text{s）}$ 。

2) 覆盖厚度与屏蔽γ辐射剂量率的关系

根据表 6.3-1 试验结果和γ射线在屏蔽材料中的减弱规律，覆盖厚度与屏蔽γ辐射剂量率的关系式如下：

$$X_2 = \Delta_{1/2} \log_2 \left(\frac{H_i}{H_0} \right) \quad (6-2)$$

式中： X_2 ——屏蔽γ辐射需要覆盖的夯实后覆土的厚度，cm；

$\Delta_{1/2}$ ——半值层厚度，即γ辐射剂量率减弱一半所需的覆盖层厚度，本项目的半值层厚度是根据表 6.3-1 所列覆盖试验数据计算得出（式 6-2 实测值与拟合值的偏差 $\delta = (X_{\text{实测}i} - X_{\text{拟合}i})^2$ ，待定系数应使 $\sum\delta \rightarrow \min$ 。利用 Excel 规划求解功能进行计算当 $\Delta_{1/2} = 22.06\text{cm}$ 时 $\sum\delta$ 最小、四舍五入后取值为 22.1cm），约为 22.1cm；

H_i ——覆盖前的γ辐射剂量率平均值，×10⁻⁸Gy/h；

H_0 ——γ辐射剂量率的本底值+17.4×10⁻⁸Gy/h。

6.3.1.3 覆土厚度的确定

1) 覆土厚度确定原则

(1) 覆土厚度的确定原则

①根据覆盖厚度与抑制氡析出率的关系式，按源项的表面氡析出率均值计算出覆盖厚度 X_1 ；

②根据覆盖厚度与屏蔽 γ 辐射剂量率的关系式，按源项的 γ 辐射剂量率均值计算出覆盖厚度 X_2 ；

③覆盖厚度应使覆盖后的氡析出率、 γ 辐射剂量率均满足管理限值的要求，故覆盖厚度计算结果值 $X_3 = \max\{X_1, X_2\}$ 。

④考虑自然营力长期作用的覆盖厚度安全余量：根据《铀矿冶企业总图运输设计要求》（EJ/T20075-2014），增加 10cm 至 15cm 厚的多年土壤侵蚀余量（ ΔX ），并按工程模数取整；表层 10cm 至 20cm 厚的压实度不小于 0.85，其下层的压实度不宜小于 0.90。

⑤根据《土地复垦技术标准》（原国家土地管理局，1995 年）为满足植被恢复（草灌型）所需的最小覆土厚度为 35cm、记为 X_{\min} 。

综上所述，本项目覆盖厚度设计值 $X = \max\{X_3 + \Delta X, X_{\min}\}$ 、即 $X = \max\{X_3 + \Delta X, 35\text{cm}\}$ 。

2) 覆盖厚度的确定

(1) 原地覆盖设施覆土厚度

本项目包括 4 个原地覆盖的设施，通过计算并按上述原则确定覆盖厚度，详见下表 6.3-2。

表 6.3-2 原地治理设施覆盖厚度一览表

| 名称 | 氡析出率 Bq/ (m ² ·s) | γ 辐射剂量率 ×10 ⁻⁸ Gy/h | 覆土厚度, cm | | | |
|----------------|---------------------------------|--|----------|-------|------------------|------------|
| | | | X_1 | X_2 | $X_3 + \Delta X$ | X |
| 大峯围废石堆 KD-2、3 | 1.19 | 193.5 | 44.1 | 57.3 | 67.3 | 70 |
| 大峯围废石堆 KD-X1 | 0.94 | 169.0 | 25.2 | 53.0 | 63.0 | 65 |
| 大峯围废渣堆 WZ-2 | 1.59 | 1464.8 | 67.4 | 119.7 | 129.7 | 130 |
| 黄泥湖露天采场 LTCC-1 | 1.18 | 368.2 | 43.4 | 77.8 | 87.8 | 90 |

(2) 尾渣库覆土厚度

本项目黄泥湖尾渣库为该矿点污染物集中堆存处置场所，污染物回填顺序自下而上依次为“尾渣+废石+尾渣堆下部污染土+其余污染土”，尾渣堆放厚度为 390cm，废石堆放厚度为 70cm，污染土堆放厚度为 160cm。考虑上述污

染物对抑制尾渣的氡析出和屏蔽 γ 辐射起到一定作用，以及污染土自身的氡析出和 γ 辐射剂量率叠加影响，通过计算并按覆土厚度的设计原则确定用以屏蔽贯穿辐射和抑制氡析出的覆盖土层厚度。即：

经过计算回填废石和污染土覆盖后，尾渣表面氡析出率由 $1.96 \text{ Bq}/(\text{m}^2\cdot\text{s})$ 降低至 $0.28\text{Bq}/(\text{m}^2\cdot\text{s})$ （不考虑污染土本身的氡析出），回填污染土的表面氡析出率均值为 $1.47\text{Bq}/(\text{m}^2\cdot\text{s})$ 、 γ 辐射剂量率均值为 $229.5\times 10^{-8}\text{Gy/h}$ ，考虑叠加后，污染土层表面的氡析出率计算值为 $1.75\text{Bq}/(\text{m}^2\cdot\text{s})$ 、 γ 辐射剂量率取值为 $229.5\times 10^{-8}\text{Gy/h}$ ，按覆土厚度的确定原则，覆盖层厚度 X_1 为 75.0cm 、 X_2 为 60.6cm 、 $X_3+\Delta X$ 为 85.0cm 、 X 为 85.0cm 。最终确定尾渣库覆盖层厚度为 85cm 。

6.3.2 清挖治理深度确定

对于铀矿勘探、采冶退役治理项目而言，各类清挖治理的污染设施和周围环境的清挖治理工程量主要是由污染深度和污染面积来确定的。其中，污染面积在源项调查工作中已经确定，而污染深度是通过对比污染土壤中的 ^{226}Ra 含量的垂直分布情况和管理限值标准来确定的。

各清挖治理设施或环境的清挖深度的确定步骤如下：

1) 针对堆存量较少且地形简单设施：根据该类设施或环境的监测数据与该类设施或环境的土壤中 ^{226}Ra 残量的管理限值标准进行对比，确定各类设施或环境的污染深度。

针对堆存量较大且地形复杂设施：本项目为黄泥湖矿点尾渣堆，根据地形图、钻孔数据及污染土数据，采用 Surfer11 软件建立模型分析而得，尾渣堆清挖深度分析结果如图 6.3-1 所示。

2) 结合清挖治理方案的施工特点，依据污染工业场地、污染道路的垂直分布监测数据确定其清挖深度，依据经验值判断废石堆的设计清挖深度，并在清挖过程中边施工、边监测，通过监测来确定各设施是否达到了设计的退役深度。如按原设计要求的工作程序已完成，而监测结果仍不满足控制标准时，则仍需要进行治理，直到满足治理目标为止。

本项目清挖治理各类设施和场地的清挖深度见表 6.3-3。

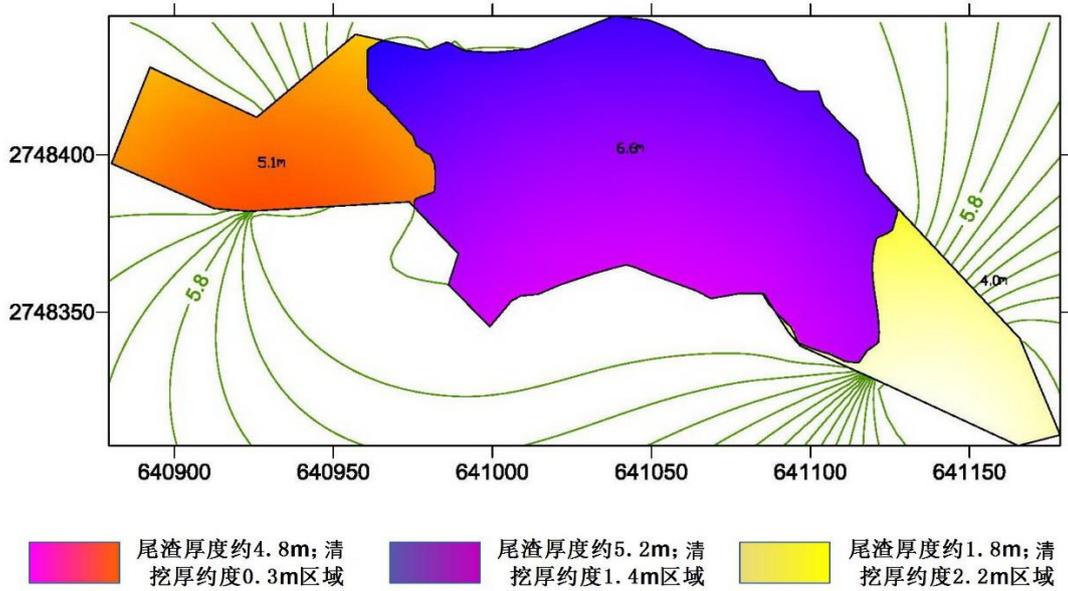


图 6.3-1 黄泥湖尾渣堆清挖深度分区图

表 6.3-3 各类设施和场地的清挖深度

| 序号 | 清挖设施和 环境类别 | 矿点 | 源项名称 | 管理限值 | 清挖深度 cm |
|----|---------------|-------|-------------|-----------------------------|------------|
| | | | | (²²⁶ Ra, Bq/kg) | |
| 1 | 废石（渣）堆 | 黄泥湖矿点 | KD-2 | 560 | 90 |
| | | | KD-3 | | 120 |
| | | | KD-6 | | 100 |
| | | | KD-7 | | 70 |
| | | | KD-8 | | 60 |
| | | | KD-9 | | 80 |
| | | 大鞏围矿点 | KD-1 | | 100 |
| 2 | 工业场地 | 大鞏围矿点 | 工业场地 GYCD-1 | 180 | 40 |
| | | 黄泥湖矿点 | 工业场地 GYCD-2 | | 40 |
| 3 | 污染道路 | 大鞏围矿点 | 污染道路 | 180 | 40 |
| 4 | 尾渣堆 | 黄泥湖矿点 | 尾渣堆 WZ-2 首部 | 560 | 220 |
| | | | 尾渣堆 WZ-2 中部 | | 140 |
| | | | 尾渣堆 WZ-2 尾部 | | 30 |

6.3.3 治理方案及可行性分析

6.3.3.1 坑（井）口治理

黄泥湖矿点（含大鞏围矿点），遗留地表 15 个井口和 12 个坑口，均为原地质队勘探和采冶井巷工程。其中，有水坑口有 2 个，无水平硐口有 10 个，浅井 9 个，竖井 6 个，从二六四大队进驻矿点直到现在 20 多年时间内未有水从无水平硐口及井口流出。本项目针对无水坑口、浅井、竖井以及有水坑口

等四种类型分别采取不同措施治理，具体方案如下：

1) 浅井口治理方案

对浅井口进行封堵治理：井口均较为完好，无塌陷，采用全井筒填充废石至临近地表处，再夯填土掩埋井口并植被的治理方案。治理示意见图 6.3-2。

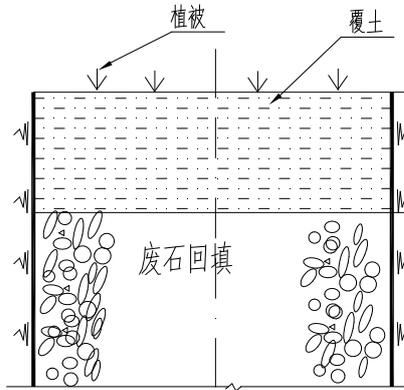


图 6.3-2 浅井治理示意图

2) 无水坑口治理方案

对无水坑口进行封堵治理：两道毛石墙封堵中间废石充填方案。在平硐口往内约 12.4m 处岩性较稳固处，砌筑第一道嵌入底板和两侧 0.2m 深的浆砌毛石墙，墙厚 1.2m；在硐口里约 2m 处同样砌筑第二道砣墙，两墙之间用废石填满，然后覆土掩埋硐口，夯实并种草植树。无水坑口治理示意图见图 6.3-3。

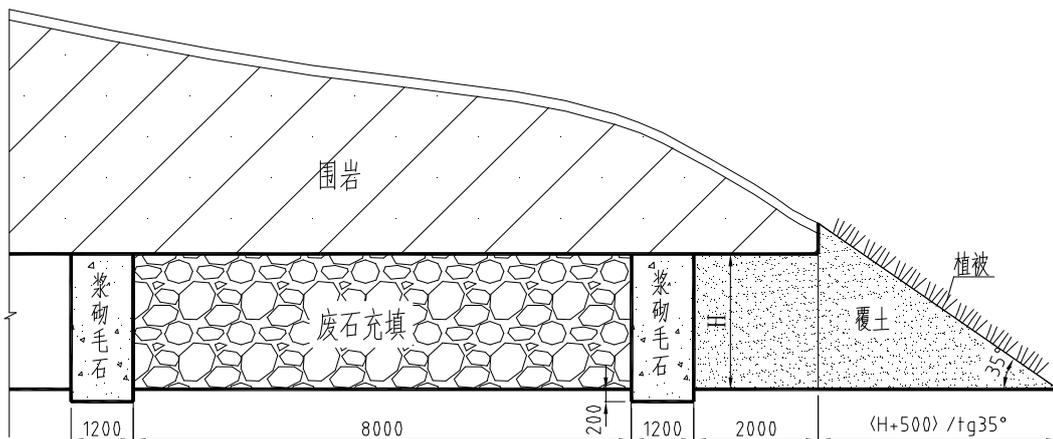


图 6.3-3 无水坑口治理示意图

3) 竖井口治理方案

竖井口进行封堵治理：采用砌筑混凝土隔墙切断与平巷的连通，中间充填废石、上部采用钢筋混凝土板封堵的治理方案。即，首先在竖井与平巷连

接处，在两侧平巷向内约 4m 岩性较稳固处砌筑道嵌入底板和两侧各 0.2m 深的混凝土墙，然后利用附近废石堆的废石把浅井回填至距地表 1.5m 处，在废石上部设 0.5m 厚钢筋混凝土板封堵，板四周深入井壁 0.5m，板上覆土至井口，地表恢复植被。竖井口治理示意图见图 6.3-4。

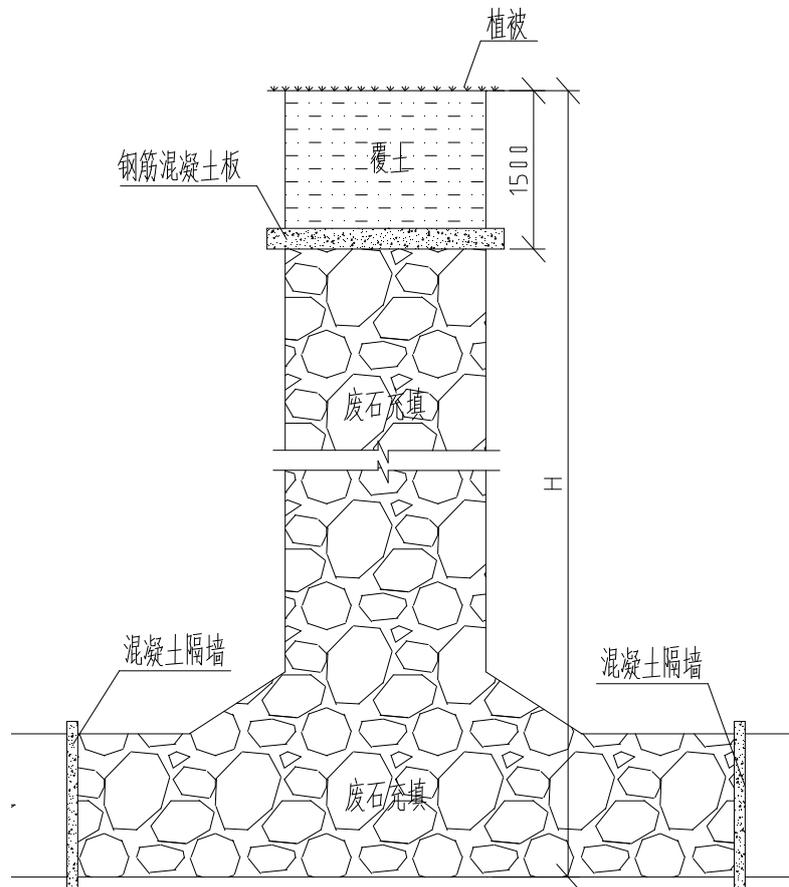


图 6.3-4 竖井口治理示意图

4) 有水坑口治理方案

对有水坑口进行封堵治理：两道混凝土墙封堵，在两墙间设疏水过滤池，即采用疏水、被动式滤水封堵的治理方案。在坑口内修建被动式滤水集水池进行疏排水，对坑口采用两道砼墙封堵，两墙相距约 8m，在两墙之间设置被动式简易砾石过滤层和集水池，上盖钢筋砼预制板。坑道水流经砾石层通过滤水管进入集水池后，再用水泥涵管将坑口出水导出，最后在坑口覆土植被，疏水、被动式滤水封堵。有水坑口治理示意图见图 6.3-5。

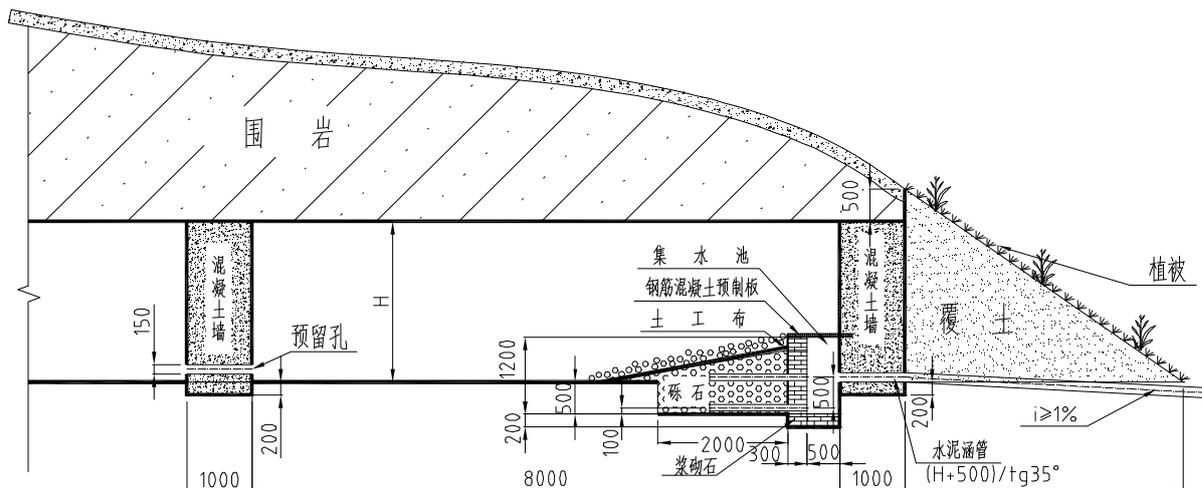


图 6.3-5 有水坑口治理示意图

5) 治理方案的可行性分析

无水坑口和竖井口封堵墙均采用两道结构致密的封堵墙，中间填废石；浅井口采用全井筒填充废石至临近地表再加上粘土覆盖层，都是良好的屏蔽体，能够有效的切断井下采场与外环境的联系，防止氡逸出。并且长期的工程实践证明，对于防止人为破坏以及杜绝人畜误入等安全事故的发生，该方案的治理效果是非常明显的。因此，无水坑口和竖井口治理采用两道结构致密的封堵墙、中间废石充填方案的治理方案是可行的，浅井口治理采用全井充填再覆土的方案是可行的。

有水坑口采用两道混凝土墙封堵，在两墙间设疏水过滤池的方案，有效抑制了氡的外溢和杜绝人畜误入的事故。本项目坑口流出水中 $U_{\text{天然}}$ 、 ^{226}Ra 等核素浓度较低，且接纳水体满足 5 倍稀释倍数，经稀释后对环境的影响较小。本项目疏水封堵的治理方案能够满足治理目标，治理效果较好，封堵疏水的治理方案是可行的。

6.3.3.2 露天采场治理

1) 露天采场治理方案

本项目黄泥湖矿点露天采场为山坡型采场，且无积水，拟采用原地覆盖治理方案，即对露天采场边坡覆土 90cm，修筑挡土墙 40m，修筑排水沟长度 93m，并在边坡铺设土工网护坡，最后恢复边坡植被并设警示牌。露天采场治理后达到有限制开放使用的退役治理深度。

3) 治理方案的可行性分析

露天采场采用粘土覆盖并植被，同时在露采底部和边坡修筑挡土墙、排水沟和土工网护坡，可保证露采边坡的稳定。

露天采场覆土 90cm 治理后，可以有效的抑制 ^{222}Rn 气逸出、屏蔽 γ 辐射剂量率，利用覆土厚度公式对氡析出率和 γ 辐射剂量率水平进行预测，结果分别为 $0.41\text{Bq}/(\text{m}^2\cdot\text{s})$ 和 $21.9\times 10^{-8}\text{Gy/h}$ ，小于 $0.74\text{Bq}/(\text{m}^2\cdot\text{s})$ 和本底值 $+17.4\times 10^{-8}\text{Gy/h}$ 管理限值的要求。

因此，从稳定性和辐射安全性角度看来，露天采场治理方案是可行的。

6.3.3.3 废石（渣）堆治理

1) 治理方案

本项目废石（渣）堆共 11 处，黄泥湖矿点废石堆 7 处（废石量 100495t，裸露面积 12311m^2 ），大鞞围矿点废石堆 3 处（废石量 18594t，裸露面积 8547m^2 ）、废渣堆 1 处（废渣量 46500t，裸露面积 13000m^2 ）。具体治理方案如下：

(1) 黄泥湖矿点废石堆治理方案

①黄泥湖矿点 KD-X1 废石堆治理方案

KD-X1 废石堆治理方案：本项目拟用 KD-X1 废石堆所处沟谷修建尾渣库，该废石堆包含在库址内，因此与尾渣库治理一并考虑。

②黄泥湖矿点其它 6 个废石堆治理方案

其余 6 个废石堆治理方案：该废石堆均为山坡堆积，本项目拟采用清挖、迁移治理的方案。即将该 6 处废石堆及下部污染土全部清挖、迁移至尾渣库内，与尾渣库治理一并考虑。废石堆清挖污染土的深度见表 6.3-3。

具体治理方案如下：

a.将黄泥湖矿点 KD-2、KD-3、KD-6、KD-7、KD-8、KD-9 全部废石及其下部污染土清挖后运至尾渣库内进行集中处置，共计 11650m^3 ；

b.废石堆清挖施工过程中，应贯彻“边监测、边施工，监测指导施工”的原则，彻底的清挖污染土层，由于黄泥湖矿点 KD-6 废石堆位于地下巷道及岩石移动圈内，其治理达到有限制开放使用深度，其余 5 个废石堆均达到无限制开放使用；

c.对清挖后的废石堆原址进行场地平整，然后用土回填超挖部分并压实（压实度 $\geq 85\%$ ），最后种草、植树以恢复自然植被。

（2）大鞞围矿点废石堆治理方案

①大鞞围矿点 KD-X1 废石堆治理方案

大鞞围矿点 KD-X1 废石堆治理方案：该废石堆为滨河型，所在河段的河底纵坡约 3%，最高洪水位约为+475m、河底高程约为+471m，废石堆底部高程为+473m。拟采用原地覆盖治理治理方案。具体方案如下：

a.收集散落废石，平整坡面、消除土包、削坡并设马道，然后压实坡面。

b.在坡脚砌筑长度约 153m 的重力式浸水挡土墙（坡率 1:2.0，墙高 $H=4.0\text{m}$ ，护坡厚度 $h=0.50\text{m}$ ，基底摩擦系数 $F=0.3$ 的墙），墙基采取护坦等浅基防护措施。

c.对废石边坡采用浆砌片石护坡进行护砌，共计 3747m^2 ，以防出现河水冲刷坡脚引起废石流失或垮塌的事故。

d.大鞞围 KD-X1 采用多层复合覆盖、覆盖层自上而下依次为“植被土层 35cm 厚+砾石排水层 10cm 厚+高密度聚乙烯衬层 HDPE 土工膜（规格 1.5mm）+屏蔽层 65cm”，修筑长 271.33m 排水沟（按百年一遇重现期的防护标准进行设计，截洪沟断面为底宽 1.6m、深 1.4m、侧壁为 1:0.5 梯形断面），最后恢复边坡植被并设警示牌，治理后达到有限制开放使用的退役治理深度。

②大鞞围矿点 KD-1 废石堆治理方案

该废石堆为山坡堆积型，本项目拟采用清挖、迁移治理的方案。即将该废石堆及下部污染土全部清挖、迁移至大鞞围矿点 KD-2、3 废石堆内，与 KD-2、3 废石堆治理一并考虑。废石堆清挖污染土的深度见表 6.3-3。具体治理方案如下：

a.将大鞞围矿点 KD-1 全部废石及其下部污染土清挖后运至 KD-2、3 废石堆内进行集中处置，共计 606m^3 ；

b.废石堆清挖施工过程中，应贯彻“边监测、边施工，监测指导施工”的原则，彻底的清挖污染土层，治理后达到无限制开放使用深度；

c.对清挖后的废石堆原址进行场地平整，然后用土回填超挖部分并压实（压实度 $\geq 85\%$ ），最后种草、植树以恢复自然植被。

③大鞞围矿点 KD-2、3 废石堆治理方案

该废石堆为山坡堆积型，拟采用原地覆盖治理方案。具体方案如下：

- a. 收集散落废石，平整坡面、消除土包、削坡并设马道，然后压实坡面。
- b. 在坡脚砌筑长度约 112m 的直立式挡土墙（基底摩擦系数为 0.3）。
- c. 为防止雨力侵蚀土坡，采用土工网植被护坡进行防护，护坡面积为 1090m²。

d. 大鞞围 KD-2、3 废石堆采用多层复合覆盖、覆盖层自上而下依次为“植被土层 35cm 厚+砾石排水层 10cm 厚+高密度聚乙烯衬层 HDPE 土工膜（规格 1.5mm）+屏蔽层 70cm”，修筑长 162.41m 排水沟（按百年一遇重现期的防护标准进行设计，截洪沟断面为底宽 0.7m、深 0.9m、侧壁为 1:0.5 梯形断面），最后恢复边坡植被并设警示牌，治理后均达到有限制开放使用的退役治理深度。

④大鞞围矿点 WZ-2 废渣堆治理方案

该废渣堆为滨河型废渣堆，所在河段的河底纵坡约 3%，最高洪水位约为 +468m、河底高程约为 +464m，废渣堆底部高程为 +465m。根据 §6.2.2 总体方案描述，该废渣堆已无搬迁可能，故采用原地覆盖治理方案。另，生产过程中废渣堆底部已铺设防渗膜，并拌石灰进行中和。具体治理方案如下：

- a. 收集散落废渣，平整坡面、消除土包、削坡并设马道，然后压实坡面。
- b. 在坡脚砌筑长度约 290m 的重力式浸水挡土墙（坡率 1:3.0，墙高 H=4m，护坡厚度 h=0.50m，基底摩擦系数 F=0.3 的墙），墙基采取护坦等浅基防护措施。

c. 对废渣边坡采用浆砌片石护坡进行护砌共计 9500m²，以防出现河水冲刷坡脚引起废渣流失或垮塌的事故。

d. 大鞞围 WZ-2 废渣堆采用多层覆盖结构，覆盖层自上而下依次为“植被土层 35cm 厚+砾石排水层 10cm 厚+高密度聚乙烯衬层 HDPE 土工膜（规格 1.5mm）+覆盖层 130cm 厚”。

e. 修筑长 311.76m 排水沟（按百年一遇重现期的防护标准进行设计，截洪沟断面为底宽 1.2m、深 1.1m、侧壁为 1:0.5 梯形断面），最后恢复边坡植被并设警示牌，治理后达到有限制开放使用的退役治理深度。

3) 治理方案的可行性分析

(1) 治理方案的辐射安全可靠性的分析

①清挖治理的废石堆

对黄泥湖矿点废石堆（除 KD-X1 废石堆外）和大鞏围矿点 KD-1 废石堆均采取挖除废石，并对废石堆原址下部土层进行平均深度为 60~120cm 的清挖方案。施工时废石堆下部土壤中镭含量达到 0.56Bq/g 以下才停止超挖，以保证含有放射性物质的废石及污染土均被彻底清除。最后用粘土回填废石堆原址等治理措施，回填粘土厚度为 60~120cm。清挖回填治理后，除 KD-6 废石堆位于地下巷道及岩石移动圈内，其治理达到有限制开放使用深度，其余 5 个废石堆均达到无限制开放使用。

黄泥湖 KD-X1 废石堆场地作为修建的尾渣库用地，其治理与该尾渣库一同考虑。

②覆盖治理的废石堆

对不具备集中治理条件的大鞏围矿点 KD-X1 废石堆和 KD-2、3 废石堆均采取原地覆盖、植被的治理措施，覆土厚度分别为 65cm 和 70cm。覆土治理后，可以有效的抑制 ^{222}Rn 气逸出、屏蔽 γ 辐射剂量率，利用覆土厚度公式对氡析出率和 γ 辐射剂量率水平进行预测。其中，大鞏围矿点 KD-X1 预测结果为 $0.45\text{Bq}/(\text{m}^2\cdot\text{s})$ 和 $22.0\times 10^{-8}\text{Gy}/\text{h}$ ，小于 $0.74\text{Bq}/(\text{m}^2\cdot\text{s})$ 和本底值 $+17.4\times 10^{-8}\text{Gy}/\text{h}$ 管理限值的要求；大鞏围矿点 KD-2、3 预测结果为 $0.54\text{Bq}/(\text{m}^2\cdot\text{s})$ 和 $21.5\times 10^{-8}\text{Gy}/\text{h}$ ，均满足小于 $0.74\text{Bq}/(\text{m}^2\cdot\text{s})$ 和本底值 $+17.4\times 10^{-8}\text{Gy}/\text{h}$ 管理限值的要求。覆盖后的废石堆列入有限制开放使用。

③大鞏围矿点 WZ-2 废渣堆

对不具备集中治理条件的大鞏围矿点 WZ-2 废渣堆采取原地覆盖、植被的治理措施，覆土厚度为 130cm。覆土治理后，可以有效的抑制 ^{222}Rn 气逸出、屏蔽 γ 辐射剂量率，利用覆土厚度公式对氡析出率和 γ 辐射剂量率水平进行预测，结果为 $0.34\text{Bq}/(\text{m}^2\cdot\text{s})$ 和 $24.8\times 10^{-8}\text{Gy}/\text{h}$ ，满足小于 $0.74\text{Bq}/(\text{m}^2\cdot\text{s})$ 和本底值 $+17.4\times 10^{-8}\text{Gy}/\text{h}$ 管理限值的要求，覆盖后的废渣堆列入有限制开放使用。

因此，从辐射安全可靠性的角度看废石（渣）堆治理方案是可行的。

2) 治理方案的稳定性分析

《黄泥湖矿点（含大峯围矿点）退役治理工程可行性研究报告（C版）》（中核第四研究设计工程有限公司，2019年8月）中分别对上游客水对废石（渣）堆场冲刷、废石（渣）堆坡脚水流的冲刷和洪水淹没、覆盖层的雨蚀、风蚀和人为侵扰进行了分析，其分析结果如下：

①上游客水对废石（渣）堆场冲刷的稳定性分析

废石（渣）堆外围均设置了浆砌片石截水沟，以此截流上游客水，可排泻重现期100a的设计暴雨洪水，满足排除废石（渣）堆上游汇水的要求。排水沟断面考虑到上游冲下的悬浮物的泄洪能力影响，按规范设置有安全超高，排水沟水流流速 V 满足： $V_{\text{不淤}}=0.4\text{m/s}\leq V\leq V_{\text{允}}=3.0\text{m/s}$ 。另，退役治理后大峯围矿点废石（渣）堆需要长期监管，特别是在雨季到来之前，应及时加以维护。因此，在保持必要的维护基础上，本项目废石（渣）堆上游客水对废物堆场冲刷的稳定性是能够得到保证的。

②废石（渣）堆坡脚水流的冲刷和洪水淹没分析

根据对于滨河废石（渣）堆，在其岸边设置浸水重力式挡土墙，基础埋置在冲刷线以下。当冲刷线很深，施工有困难时，根据地质条件、工程量和施工难易程度等因素，采用浅基防护或是深基防护。浅基防护措施有石笼、混凝土四面体、大型砌块、柔性混凝土块板、浸水挡墙（扣墙）、护坦式基脚；深基防护措施有桩基、沉井基础等。本项目主要采用浅基防护措施—浸水挡墙（扣墙）、护坦式基脚等措施。

对废石（渣）边坡采用浆砌片石护坡进行防护：防护高度一般按最高洪水位加0.5m安全超高，根据具体的防护地段，考虑局部股流壅高和河湾凹岸的壅高及冲高。因此，本项目废石（渣）堆脚水流的冲刷和洪水淹没的稳定性是能够得到保证的。

③废石（渣）堆覆盖层的雨蚀、风蚀稳定分析

本项目对废石（渣）堆边坡治理主要采用植被绿化综合防护方法，这是利用植被涵水固土的原理稳定岩土边坡同时美化生态环境的一项技术，在水土保持实践中得以证明是一种行之有效的工程措施。设计采用的植物群落类型为草灌型，以灌木、草本类为主而建造的植物群落适用于陡坡、易侵蚀坡面及周围为山地等，是废石（渣）堆边坡治理的主要选型。

在施工过程中的覆土阶段和植被护坡形成阶段，近乎裸露的土坡可能会因暴雨而出现水蚀、造成损失，因此，在治理施工时，必须在雨季采用草帘等材料及时对尚属幼期的植被层进行覆盖养生及防水蚀，这样能够促进植被护坡的形成，从而避免或减少水蚀。

此外，为防止人为不合理活动造成的土壤侵蚀，植被护坡为 1 级一无鳞片状面蚀，即地面植物生长良好、分布均匀、覆盖率大于 70%。对大峯围废石堆边坡设计除滨河废石（渣）堆采用了片石护坡总面积为 16994m²（占总坡面面积的 93.97%）外，其余均采用了土工网复合植被护坡防护总面积为 1090m²（占总坡面面积的 6.03%），这样对于边坡较高、较长、较陡及面积较大的废石（渣）堆更能有效的防治水蚀发生。

因此，废石（渣）堆覆盖层的雨蚀、风蚀的稳定性是能够得到保证的。

④人为侵扰稳定性分析

人为侵扰主要考虑人们在废石（渣）堆上的活动，其形式主要有为挖掘浆砌片石、破坏护坡和放牧等。由于原地覆盖治理的废石（渣）堆属于有限使用设施，需要长期监管，一旦发生危及废石堆的人为破坏事件时，应立即采取补救措施加以修复，可以防止事故的发生。

此外，本项目治理区域基本为非放牧区，为了避免和减少牲畜破坏植被护坡，采用适口性差的植物种恢复植被。随着人们素质的提高，也会自觉保护废石（渣）堆的植被。因此，废石（渣）堆人为侵扰的稳定性是能够得到保证的。

因此，从设施稳定性角度来看，废石（渣）堆治理方案是可行的。

6.3.3.4 尾渣堆治理

1) 治理方案

本项目治理尾渣堆 1 个（尾渣量 11.3 万 t，裸露面积 20000m²），治理基本路线为：将黄泥湖矿点尾渣堆全部尾渣及下部污染土清挖至尾渣库，具体治理方案如下：

（1）将黄泥湖 WZ-1 尾渣堆全部尾渣连同其下部污染土（清挖深度 0.3~2.2m）清挖后运至尾渣库进行集中处置，清挖尾渣及污染土共计 103925m³。

(2) 尾渣清挖施工过程中，应贯彻“边监测、边施工，监测指导施工”的原则，彻底的清挖污染土层，治理后原址土壤中 ^{226}Ra 含量不高于 0.56Bq/kg 。

(3) 对清挖后的尾渣堆原址进行场地平整，然后在超挖的部分回填粘土 $0.3\sim 2.2\text{m}$ 并压实（压实度 $\geq 85\%$ ），同时，为防止雨水冲刷覆土植被效果，根据地形条件等影响因素，砌筑长度约 431.31m 的排水沟（排水沟底宽 1.0m 、深 1.0m ，侧壁为 $1: 0.5$ 的梯形断面）引离上游客水。最后种草、植树以恢复自然植被，由于黄泥湖矿点 WZ-1 尾渣堆位于地下巷道及岩石移动圈内，其治理达到有限限制开放使用深度。

2) 治理方案的可行性分析

对黄泥湖矿点尾渣堆 WZ-1 采取挖除尾渣，并对尾渣堆原址下部土层进行平均深度为 1.85m 的超挖的方案。施工时尾渣堆下部土壤中镭含量达到 0.56Bq/g 以下才停止超挖，以保证含有放射性物质的尾渣及污染土均被彻底清除。最后用粘土回填尾渣堆原址等治理措施，回填粘土厚度为 $0.3\sim 2.2\text{m}$ 。清挖回填治理后种草、植被。该方案清理了污染场地，且操作简单，技术成熟，满足治理的要求，治理方案可行。

6.3.3.5 工业场地治理

本项目停产后遗留 2 处工业场地，黄泥湖矿点工业场地 3881m^2 和大鞏围矿点工业场地 3143m^2 。本项目工业场地基本治理路线为：全部的污染土壤清挖、迁移至最近的废物集中场所，集中处置。

1) 方案方案

(1) 将黄泥湖矿点工业场地污染土壤全部清挖后运至尾渣库内进行集中处置，共计 1552m^3 ；将大鞏围矿点工业场地污染土壤全部清挖后运至大鞏围 KD-2、3 废石堆集中处置，共计 1257m^3 。

(2) 工业场地污染土壤清挖施工过程中，应贯彻“边监测、边施工，监测指导施工”的原则，彻底的清挖污染土层。由于黄泥湖矿点工业场地处于地下巷道及岩石移动圈的内部，其治理后原址列为有限限制开放使用区域，大鞏围矿点工业场地治理后原址达到无限制开放使用的退役治理深度。

(3) 对清挖后的工业场地原址进行场地平整，然后用土回填超部分并压

实（压实度 $\geq 85\%$ ），最后种草、植树以恢复自然植被。

（4）为防止雨水冲刷覆土植被效果，根据地形条件等影响因素，黄泥湖矿点工业场地原址砌筑长度约 115.39m 的排水沟（排水沟底宽 1.0m、深 1.0m，侧壁为 1:0.5 的梯形断面）引离上游客水。

2) 可行性分析

本项目共有 2 处污染工业场地，全部采取清挖回填治理方案，污染物运至附近的尾渣库和 KD-2、3 废石堆内，清理了污染场地，且操作简单，技术成熟，满足治理的要求，治理方案可行。

6.3.3.6 设备、管线治理

本项目遗留地表的污染设备管线共计 45 台（件）、管线 16700m、总重量 94.33t。治理方案路线为：将金属材质的设备、管线运至国家核安全局认可的废旧金属处理中心进行熔炼回收；将黄泥湖矿点非金属材质的运至尾渣库集中填埋处置，大峯围矿点非金属材质的运至大峯围 KD-2、3 废石堆集中填埋处置。

1) 治理方案

黄泥湖矿点和大峯围矿点设备、管线治理方案如表 6.3-5 所示。

表 6.3-5 两个矿点污染设备、管线的详细方案

| 矿点 | 污染设备、 管线总重 量 (t) | 治理方案 | | |
|-----|------------------------|-----------------|-------|---|
| | | 分类 | 数量(t) | 治理方案 |
| 黄泥湖 | 76.78 | 无利用价值的非金属设备管线 | 65.47 | 经人工拆除、解体后，运至尾渣库集中处置。 |
| | | 无利用价值和污染的金属设备管线 | 11.31 | 拆除解体，去污满足接收标准后，运至国家核安全局认可的废旧金属处理中心熔炼去污处置。 |
| 大峯围 | 17.55 | 无利用价值的非金属设备管线 | 13.15 | 经人工拆除、解体后，运至 KD-2、3 废石堆集中处置。 |
| | | 无利用价值和污染的金属设备管线 | 4.4 | 拆除解体，去污满足接收标准后，运至国家核安全局认可的废旧金属处理中心熔炼去污处置。 |

本项目受污染设备、器材、管线 α 表面污染水平为（0.011~0.116）Bq/m²，

满足国家核安全局认可的废旧金属处理中心熔炼处理的接收标准，现场去污主要采用干法擦拭、刮削锤击等物理方法去除表面结合疏松的污染物，以达到减少运输过程放射性污染的扩散的目的。

2) 可行性分析

对于受污染的设备 and 管线采用分类处理的方式，对于无利用价值的和污染的金属设备管线熔炼去污后再利用；无利用价值的非金属设备管线集中填埋处置，该治理方案最大限度的进行了资源化回收，同时体现了废物最小化的特点，各种受污染的设备及管线均得到了有效处置，并处于可控状态，治理方案是可行的。

6.3.3.7 建（构）筑物治理

黄泥湖矿点和大峯围矿点分别遗留地表的建（构）筑物总建筑面积分别为 2041.16m² 和 1264.14m² 全部为生产配套设施，处于闲置状态，破损比较严重，已失去再利用价值，拟将所有建（构）筑物拆除处理。黄泥湖矿点所产生的建筑垃圾约 1577.7m³ 运至该矿点的尾渣库集中处置，而大峯围矿点所产生的建筑垃圾约 956.7m³ 运至该矿点的 KD-2、3 废石堆集中处置。该方案技术成熟，从多年南方硬岩铀矿山退役经验来看，方案是可行的。

6.3.3.8 污染道路治理

1) 治理方案

污染道路清挖污染物后恢复公路使用功能。具体治理方案为：

在施工运输全部结束后，首先彻底清挖污染道路路面及下部污染土、清挖深度 40cm，将污染物运至大峯围矿点 KD-2、3 废石堆进行集中处置，清挖体积 266m³，并按要求进行分层回填和压实；然后对公路原址进行路基平整，铺筑填料并压实（压实度 ≥ 0.95 ）；最后修筑泥结碎石面层，恢复道路通行功能。

2) 治理方案的可行性分析

施工过程中坚持“边施工、边监测、监测指导施工”的原则，保证放射性污染物全部被清除干净，污染道路基本可以恢复到当地本底水平，能够达到治理目标。同时清挖后的道路原址进行路基平整，铺筑填料并压实，最后修筑泥结碎石面层，恢复原有的使用功能，因此污染道路的治理方案是合理可行

的。

6.3.3.9 尾渣库治理

本项目利用黄泥湖矿点尾渣堆下游的 KD-X1 废石堆修建拦渣坝、溢洪道防排洪设施，形成尾渣库，集中堆存处置黄泥湖矿点尾渣、废石及其他污染物，库址现状见图 6.3-10，库址地形地貌照片见 6.3-11。共计受纳废物量为万 12.87 万 m^3 ，尾渣库有效库容约 22 万 m^3 ，满足本项目废物受纳容积要求。

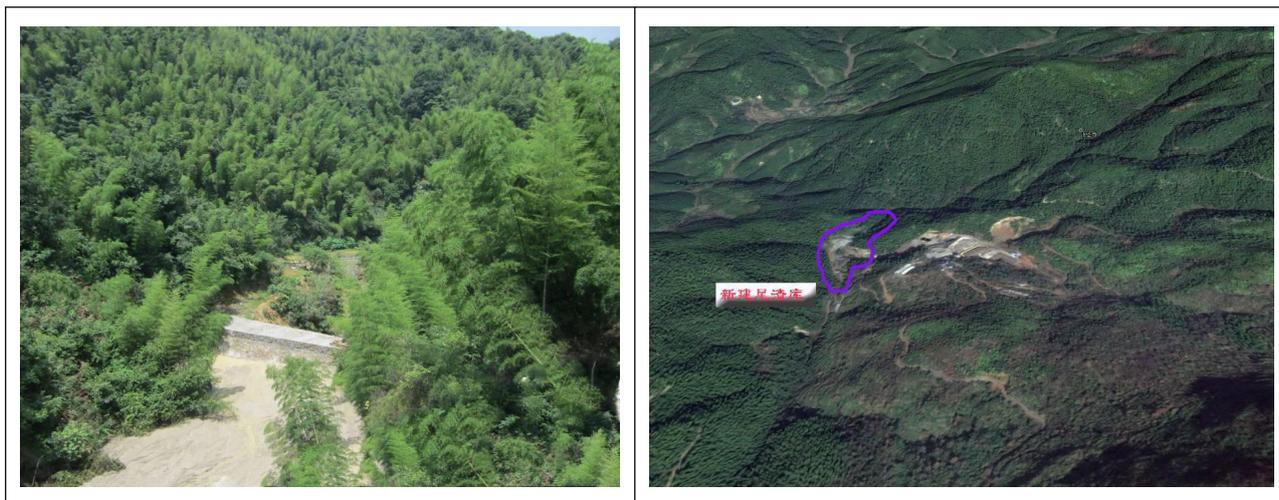


图 6.3-10 黄泥湖 KD-X1 废石堆现状

图 6.3-11 尾渣库地形地貌

1) 库址条件

根据《黄泥湖矿点（含大峯围矿点）退役治理工程新建尾渣库工程地质勘察岩土工程勘察报告》，勘察区内构造不发育，未发现全新世活动断裂；所在沟道及上游两岸植被较发育，勘察区内未发现滑坡、崩塌等其他不良地质作用，岩体揭露范围内无洞穴或软弱夹层，坝址区是稳定的；拦渣坝肩出露地层为残积成因的粉质粘土和风化基岩，坝肩山势雄厚，拦渣坝坝肩是稳定的；库区可用于筑坝的石料丰富，可就近取材；现场调查及钻探结果表明，库区内无不良地质作用，稳定性较好。

库区底部及两侧岸坡基岩层为中风化火山碎屑岩，该岩层的渗透系数为 $5 \times 10^{-7} \text{cm/s}$ ，厚度变化为 5~28m，并且该层在整个库区范围内无渗漏点存在，是良好的天然隔水层，满足《核工业铀水冶厂尾矿库、尾渣库安全设计规范》（GB50520-2009）中相关要求。

2) 尾渣库修建

本项目尾渣库由拦渣坝和溢洪道等组成。工程等级为 4 级，防洪标准为重现期 50a、校核重现期 500a，最小安全超高设计为 0.5m，校核为 0.3m。修建内容包括拦渣坝和溢洪道等。

(1) 拦渣坝

拦渣坝采用透水堆石坝型，位于黄泥湖废石堆 KD-X1 下游沟谷狭窄处，堆存污染物数量 12.87 万 m³，拦渣坝高 24m，坝顶标高 499m，坝顶宽 4m，上游坝坡 1: 1.6，下游坝坡 1: 1.8，拦渣坝顶及下游坝坡坡面采用 0.4m 厚浆砌块石护砌，上游坝坡坡面采用 0.4m 厚干砌石护砌。下游坝坡标高 488m 处设马道，马道以下坡面按 2m 间距布置 PVC 排水管。为避免细颗粒尾渣流失库外造成下游环境辐射污染，上游坝坡铺设土工布反滤层。

拦渣坝顶标高 499m，堰顶标高 496m，高差 3m，库内滩面坡向溢洪道，滩面汇集的雨水集中通过溢洪道溢流堰排出库外，不会使滩面积水。设置安全超高可以保证尾渣库溢洪道在遭遇设计和校核频率暴雨洪水时的排洪能力，防止洪水漫顶，保障坝体防洪安全。根据溢洪道洪水计算结果，最大洪峰流量时最大水深 2.19m，实际安全超高 0.81m，大于规范规定最小安全超高 0.3m，尾渣库防洪安全性可满足规范要求。

(2) 溢洪道

尾渣库采用溢洪道排洪，即在拦渣坝西侧坝肩开设溢洪道，为了保证结构稳定安全，溢洪道坐在山体基岩之上。溢洪道由堰顶段、陡槽段和消力池组成。

坝顶标高 499m，堰顶标高 496m，高差 3m，溢流堰宽 10m，陡槽宽 6m，边墙高 2m，消力池采用下挖式，池长 15m，池宽 6m，池深 2m。溢洪道为浆砌石结构，底板采用 C30 砼护面。

3) 尾渣库治理方案

尾渣库受纳黄泥湖矿点除坑（井）口、露天采场源项外，其他所有治理源项清挖后所产生的全部污染物，基本退役治理技术路线：黄泥湖 KD-X1 废石堆整平—修建排水盲沟—库内污染物填筑—库内尾渣滩面覆土植被—设置沉降位移观测—设置警示牌。尾渣库治理方案剖面图见图 6.3-12。

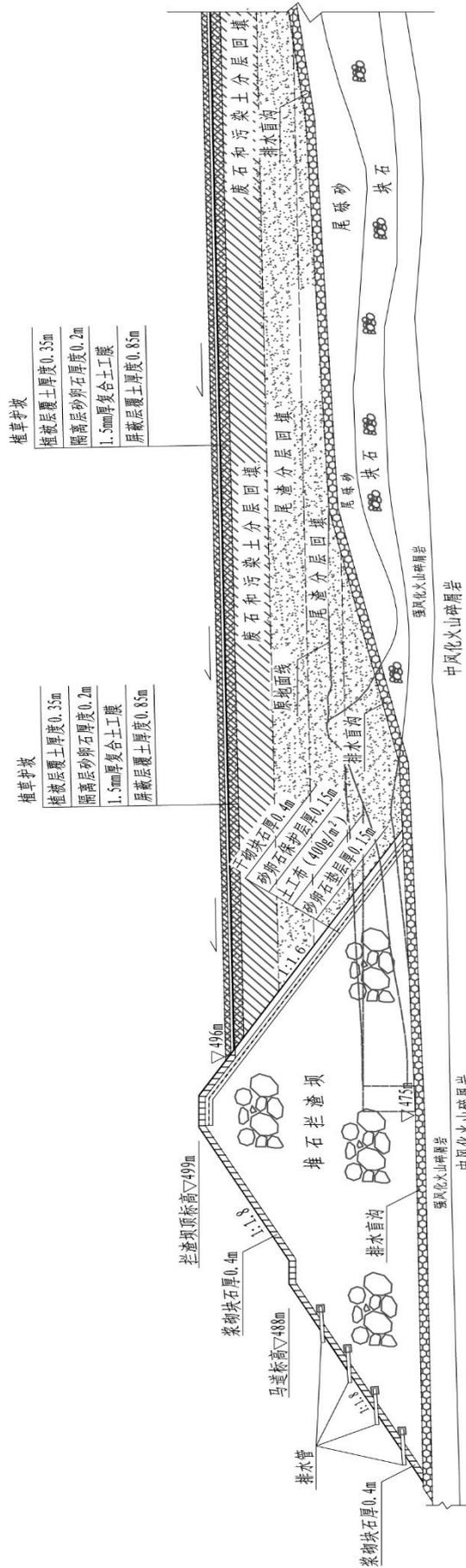


图 6.3-12 尾渣库治理方案剖面示意图

（1）库内废石堆整平

黄泥湖废石堆 KD-X1 处于尾渣库库址范围内，裸露面积 5437m²，废石量约 9 万 t，尾渣库拦渣坝修建以后，首先进行库内废石堆场地平整压实，平整压实后场地标高 479m。

（2）修建排水盲沟

黄泥湖矿点 KD-X1 坑口（有水坑口）位于尾渣库边界上游，该坑口旱季流量 2.83 m³/d~3.87m³/d，雨季 30 m³/d~40m³/d。本项目以排水坑口为起点，沿整平压实后的黄泥湖矿点 KD-X1 废石堆向下游修筑排水盲沟，将坑口水全部引出库外，消除坑口流水对治理后尾渣库滩面覆盖层可能产生的冲刷破坏等影响。

排水盲沟为梯形结构，断面面积 0.02m²，长度约 180m。沟中间回填块石，周围铺设土工布并回填砂卵石反滤层，盲沟最外层包裹两层土工膜以防止沟内水渗入库内，土工膜以上覆盖 0.5m 厚尾渣防护层。其结构示意图如图 6.3-13 所示。

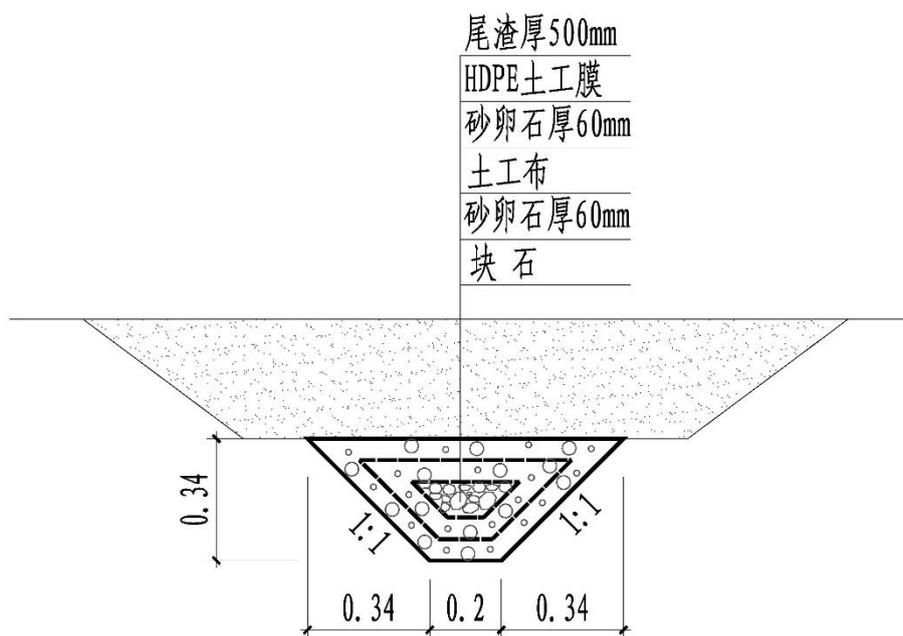


图 6.3-13 排水盲沟示意图

（3）库内污染物填筑

库内收纳污染物总计 12.87 万 m³，污染物运至尾渣库，应分层进行填筑，碾压夯实，污染土压实度不小于 0.92，尾渣及废石相对密度不小于 0.7。污染

物进行填筑时，按照污染程度由下至上顺序填筑尾渣、废石、污染土和其它污染物。

（4）库内尾渣滩面覆土植被

尾渣库滩面覆盖治理采用复合层结构，即由下至上依次为粘土氡气抑制层厚 0.85m、1.5mm 厚复合土工膜、砂卵石隔离层厚 0.2m、植被层厚 0.35m，表面植草护坡，尾渣滩面治理面积 1.86 万 m²。

尾渣滩面覆盖治理以后，最终滩面标高低于溢流堰底坎标高。尾渣滩面由库内坡向坝肩溢洪道，坡度大于 1%，保持库内大部分尾渣滩面干涸状态。

（5）沉降位移观测

在拦渣坝顶部最大坝高处及两侧不同坝高处布置 3 个混凝土观测标点桩，3 个观测标点延长线上两端山坡稳固处，各设置 1 个混凝土观测基点桩，以便了解尾渣库退役治理后拦渣坝体沉降位移沉降变化情况，及时发现和消除安全隐患。坝体水平位移采用视准线法进行观测，垂直沉降位移采用水准测量方法进行观测。

（6）设置警示牌

尾渣库治理完后，在其周边按照东西南北方向，分别设立 4 块警示牌。

4）尾渣库退役治理方案可行性分析

（1）尾渣库的辐射安全可靠性的分析

尾渣库作为黄泥湖矿点废物集中受纳场地，采取原地覆盖、植被的治理措施，覆土厚度为 85cm。覆土厚度的确定依据回填尾渣、废石及污染土后的表面氡析出率平均水平及粘土覆盖试验。覆盖材料为粘土，取土地需经过监测确定取土场的 γ 辐射剂量率、表面氡析出率以及土壤中的铀镭含量均处于当地本底水平、为清洁的粘土，方可作为土源地。由于粘土密实度高，孔隙度小，透过系数仅为 $10^{-8} \sim 10^{-9} \text{cm/s}$ ，对氡的析出有较好的抑制作用。所以，利用覆土厚度公式对尾渣库覆土后氡析出率和 γ 辐射剂量率水平预测，结果分别为 $0.55 \text{Bq}/(\text{m}^2 \cdot \text{s})$ 和 $16.0 \times 10^{-8} \text{Gy/h}$ ，满足小于 $0.74 \text{Bq}/(\text{m}^2 \cdot \text{s})$ 和本底值 $+17.4 \times 10^{-8} \text{Gy/h}$ 管理限值的要求，覆盖后的尾渣库列入有限制开放使用。

（2）尾渣库的安全稳定性分析

《黄泥湖矿点（含大峯围矿点）退役治理工程可行性研究报告（C 版）》

（中核第四研究设计工程有限公司，2019年8月）中分别对尾渣库库址、防洪、覆盖层稳定和人为侵扰进行了分析，其分析结果如下：

①库址条件简要分析

库区内无滑坡、坍塌等不良地质作用，岩体揭露范围内无洞穴或软弱夹层，稳定性较好；地层由上至下为尾砾砂层、素填土、第四系全新统残积层和基岩，基岩为侏罗纪火山碎屑岩，地质条件较好；库区岩层岩体节理裂隙发育一般，岩石完整性较好，渗透性较差（渗透系数 $5 \times 10^{-7} \text{cm/s}$ ），为相对隔水层，尾渣库水难以渗至周边地层。由此可见，库址周围环境稳定性较好，地层岩石完整性及地质结构较好，且水文地质条件渗透性较差，适宜建库。因此，从库址条件角度看，治理方案是可行的。

②尾渣库防洪分析

尾渣库的排洪设施采用溢洪道，其中溢流堰顶宽 10m，边墙高 3.0m。经洪水计算，排泄设计频率（ $P=2\%$ ）暴雨洪水时，溢洪道实际安全超高为 1.17m，大于规范规定最小安全超高 0.5m。排泄校核频率（ $P=0.2\%$ ）暴雨洪水时，溢洪道实际安全超高为 0.81m，大于规范规定最小安全超高 0.3m，坝肩溢洪道实际安全超高见表 6.3-6。尾渣库防洪安全可满足规范规定的 4 等尾渣库要求，尾渣库防洪安全是有保障的。因此，从尾渣库防洪角度看，治理方案是可行的。

表 6.3-6 坝肩溢洪道实际安全超高

| 频率 | Q_{24p} (m^3/s) | B (m) | H (m) | h (m) | e (m) | |
|--------|--|----------|----------|----------|-------|-----|
| | | | | | 实际值 | 规范值 |
| P=2% | 35.37 | 10 | 3.0 | 1.83 | 1.17 | 0.5 |
| P=0.2% | 46.53 | 10 | 3.0 | 2.19 | 0.81 | 0.3 |

表中：
 Q_{24p} 频率为 P 历时 24h 最大洪峰流量， m^3/s ；
 B 堰顶宽，m
 H 堰顶边墙高，m；
 h 堰顶以上水深，m；
 e 安全超高，m。

③覆盖层长期稳定性分析

尾渣库滩面覆盖层采用复合结构，由下至上依次为黄土氦气抑制层厚

0.85m、1.5mm 复合土工膜、砂卵石隔离层厚 0.2m、植被层厚 0.35m，表面植草护坡。其中，砂卵石层避免啮齿动物及植物根系可能造成粘土层破坏的不利影响，复合土工膜可以有效隔离雨水渗入氢气抑制层及尾渣库内。尾渣滩面由库内坡向坝肩溢洪道，坡度大于 1%，导排尾渣库滩面雨水，使尾渣库滩面保持干涸。另外，尾渣库滩面覆盖层表面植草护坡，提高了抵御径流冲刷及风雨侵蚀的能力。因此，从覆盖层长期稳定性来看，尾渣库治理方案是可行的。

④人为侵扰稳定性分析

人为侵扰主要考虑人们在尾渣库上的活动，其形式主要有为挖掘浆砌片石、破坏护坡和放牧等。由于原地覆盖治理的尾渣库属于有限制使用的退役核设施，需要长期监管，一旦发生危及尾渣库的人为破坏事件时，应立即采取补救措施加以修复，可以防止事故的发生。此外，本项目治理区域基本为非放牧区，为了避免和减少牲畜破坏植被护坡，设计采用适口性差的植物种恢复植被。随着人们素质的提高，也会自觉保护尾渣库的植被。因此，尾渣库人为侵扰的稳定性是能够得到保证的。

综上所述，尾渣库退役治理后能够满足长期稳定的要求。

6.3.4 土源

本项目覆土量共计 82515m³。黄泥湖矿点和大鞏围矿点退役治理覆盖用土量分别为 55506m³ 和 27009m³，其余部位覆土均为清挖后回填覆土或坑口封堵覆土。各治理部位具体用土量详见表 6.3-7。

表 6.3-7 覆盖用土需用量表

| 序号 | 矿点名称 | 名称及代号 | 覆盖及植被恢复用土 | 路基回填风化料 |
|----|-------|--------|----------------|----------------|
| | | | m ³ | m ³ |
| 1 | 黄泥湖矿点 | 工业场地 | 1552 | — |
| 2 | | 尾渣堆 | 24374 | — |
| 3 | | 废石堆 | 5819 | — |
| 4 | | 坑（井）口 | 416 | — |
| 5 | | 露天采场 | 1025 | — |
| 6 | | 尾渣库 | 22320 | — |
| 7 | 大鞏围矿点 | 污染道路 | — | 200 |
| 8 | | 工业场地 | 1257 | — |
| 9 | | 废石（渣）堆 | 25516 | — |
| 10 | | 坑（井）口 | 236 | — |

| 序号 | 矿点名称 | 名称及代号 | 覆盖及植被恢复用土 | 路基回填风化料 |
|----|------|-------|----------------|----------------|
| | | | m ³ | m ³ |
| | 合计 | | 82515 | 200 |

通过现场初步调查，距离本项目黄泥湖矿点南侧约 1.5km 处的黄泥湖土源地，以及大鞞围矿点北侧约 1km 处的大鞞围土源地分别作为各自矿点退役治理提供覆土，土壤的 ²²⁶Ra 含量、氡析出率及γ辐射剂量率等指标基本处于当地本底水平，符合治理要求，可取土量能够满足退役治理需求。各土源地的参数见表 6.3-8。

表 6.3-8 土源地相关参数

| 序号 | 土源地名称 | 拟取土土源地 | | | | |
|----|--------|------------------|------------------------|----------------------|--------------------|----------------------|
| | | 可取土量 | γ辐射剂量率 | 氡析出率 | U _{天然} 含量 | ²²⁶ Ra 含量 |
| | | 万 m ³ | ×10 ⁻⁸ Gy/h | Bq/m ² ·s | mg/kg | Bq/kg |
| 1 | 大鞞围土源地 | 3.5 | 15.2 | 0.06 | 10.3 | 120 |
| 2 | 黄泥湖土源地 | 7.5 | 15.2 | 0.07 | 9.4 | 114 |

各土源地取土施工时，尽量避免在暴雨季节进行土石方开挖作业，以减少水土流失量。同时各土源地在取土之后，按照地方水土保持的有关规定，需要种草、植树，植被选择当地的优势物种栽种，防止水土流失，改善生态环境，恢复自然植被。其中，黄泥湖矿点土源地种草 21548m²，植树 5387 棵；大鞞围矿点土源地种草 10448m²，植树 2612 棵。其中种植的草本及树木均为当地优势物种。

6.3.5 治理工程的植被恢复

本项目地处广东省和江西省交接的寻乌县桂竹帽镇内，地表植被属亚热带常绿季雨林，草本植被主要有各种蕨类植物和大芒、硬骨草、画眉草等，树种主要以松、杉、竹、油茶为主。本项目针对废石（渣）堆、尾渣库、工业场地、露天采场废墟等源项采取了种草、植树的治理措施，这既是退役环境治理的重要组成部分，也是保持废石（渣）堆、尾渣库、露天采场废墟等治理工程长期稳定的重要工程措施之一，本项目采用的草籽、树种（灌木）根系不发达，为当地主要常见物种，对当地的气候、土壤等环境适宜性较强。各治理设施恢复植被的详细方案见表 6.3-9。

表 6.3-9 植被恢复方案

| 工程内容 | 各治理设施植被恢复量 | | | | | | 合计 |
|--------------------|------------|--------|--------|-------|------|-------|---------|
| | 坑（井）口 | 露天采场 | 废石（渣）堆 | 尾渣堆 | 工业场地 | 尾渣库 | |
| 一、黄泥湖矿点 | | | | | | | |
| 种草, m ² | 319.8 | 1137.5 | 6874 | 18000 | 3881 | 18600 | 48812.3 |
| 植树, 棵 | 77 | — | 1719 | 4500 | 970 | — | 7266 |
| 二、大鞞围矿点 | | | | | | | |
| 种草, m ² | 186.3 | — | 8300 | — | 3143 | — | 11629.3 |
| 植树, 棵 | 40 | — | 1200 | — | 786 | — | 2026 |

6.3.6 退役治理工程计划步骤

本项目建设周期 48 个月，实施顺序及主要时间节点如下：

1) 第 1 年度前 9 个月度进行工程前期准备工作，主要工作内容包括：初步设计编报及审批，施工图设计及施工准备等；

2) 第 1 年度第 10 个月度至第 4 年度第 3 个月，进行退役治理工程施工，根据黄泥湖矿点（含大鞞围矿点）退役治理工程各拟退役治理设施的分布情况，以及各单项工程之间的相互影响关系，安排退役治理顺序如下：

第一步：在黄泥湖废石堆 KD-X1 修建尾渣库拦渣坝，对废石堆 KD-X1 进行场地平整。

第二步：对大鞞围矿点的废石（渣）堆、工业场地、污染道路进行覆盖或清挖治理，拆除大鞞围矿点建（构）筑物，并和拟填埋的设备一起运至大鞞围 KD-2、3 废石堆内集中处置。

第三步：对大鞞围矿点采取清挖治理的设施原址进行场地平整并恢复植被。

第四步：大鞞围矿点的坑（井）口进行封堵治理。

第五步：对黄泥湖矿点的废石堆、尾渣堆、工业场地进行清挖治理，拆除黄泥湖矿点的建（构）筑物，并和拟填埋的设备一起运至黄泥湖尾渣库集中处置。

第六步：对黄泥湖矿点采取清挖治理的设施原址进行场地平整并恢复植被。

第七步：对黄泥湖矿点的坑（井）口进行封堵治理，对露天采场废墟进行原地覆盖并恢复植被治理。

第八步：所有废物填埋后对黄泥湖尾渣库进行封库处置，采取复合多层覆盖方式对尾渣库进行覆盖，同时设置拦渣坝沉降位移观测设施，并设置警示标识。

黄泥湖矿点和大鞞围矿点相隔一定距离，不存在施工干扰问题，为保证工程进度，可考虑平行施工。

3) 第4年度第4个月至第5年度第3个月，为工程竣工验收期。

6.4 退役终态

本项目实施后，各类超出管理限值的源项均得到了不同程度的处置与治理，从而使工程所在区域的环境质量得到了明显的改善。退役治理后环境状态如下：

1) 对所有未封堵的坑（井）口均采取了永久性封堵措施，杜绝了坑（井）口 ^{222}Rn 气的逸出，并避免了由于人畜的误入或坠入而带来的安全隐患。对有水流出坑口采取过滤疏排封堵措施，流出水经过沉淀、过滤后排放，将得到有效的控制与严密的监管。

2) 露天采场采取覆土植被治理后，覆土后的氡析出率和 γ 辐射剂量率水平小于 $0.74\text{Bq}/(\text{m}^2\cdot\text{s})$ 和本底值 $+17.4\times 10^{-8}\text{Gy/h}$ 的管理限值，同时对露天采场修建挡土墙和排水沟，并采用土工网对露天采场边坡进行防护，可有效的保持露天采场的长期稳定，达到有限制开放使用要求。

3) 本项目遗留地表的11个废石（渣）堆和1个尾渣堆，除黄泥湖矿点KD-X1废石堆作为尾渣库的库址外，其余黄泥湖矿点的6个废石堆和1个尾渣堆以及大鞞围矿点KD-1废石堆均采用清挖、迁移、集中处置方案，治理后原址土壤中 ^{226}Ra 含量均值不高于 0.56g/kg ，并原址进行场地平整并恢复植被，经治理后除位于地下巷道及岩石移动圈内的黄泥湖WZ-1尾渣堆及黄泥湖KD-6废石堆场址列为有限制开放使用区域外，其余5个废石堆原原址均达到无限制开放使用要求；而大鞞围矿点的KD-X1、KD-2、3废石堆和WZ-2废

渣堆采用原地覆盖治理的方案，治理后废石堆、废渣堆表面的氡析出率和 γ 辐射剂量率水平小于 $0.74\text{Bq}/(\text{m}^2\cdot\text{s})$ 和本底值 $+17.4\times 10^{-8}\text{Gy/h}$ 的管理限值，达到有限制开放使用要求。

4) 本项目在黄泥湖矿点、利用废石堆 KD-X1 场址修建尾渣库，作为堆存黄泥湖矿点的尾渣、废石及其他污染物的集中处置场所。尾渣库的有效库容为 22 万 m^3 。所有废物回填至库内后，采用原地覆盖稳定治理方案。为抑制氡的析出，同时为了防止啮齿类动物对尾渣库的覆盖层造成侵扰或破坏，采取覆土+复合土工膜+砂卵石层+植被层的多层覆盖措施。治理后，尾渣库的氡析出率和 γ 辐射剂量率水平小于 $0.74\text{Bq}/(\text{m}^2\cdot\text{s})$ 和本底值 $+17.4\times 10^{-8}\text{Gy/h}$ 的管理限值。同时对尾渣库修建拦渣坝、溢洪道及设置坝体沉降位移观测设施，使其退役治理后能够满足长期安全稳定的要求。

5) 本项目 2 处工业场地，均采取清挖污染物及下部污染土、然后平整原址场地并恢复植被的治理措施，治理后，处于地下巷道和岩石移动圈内的黄泥湖矿点工业场地原址作为有限制开放使用区域，而大鞏围矿点工业场地原址可达到无限制开放使用水平，场地基本恢复到原始状态。

6) 对受污染的设备管线，拆除后根据不同材质，金属材质送国家核安全局认可的废旧金属处理中心熔炼处置，非金属材质送尾渣库或 KD-2、3 废石堆集中填埋处置，使其均处于受控状态，杜绝了流失。

7) 遗留地表的建（构）筑物全部为生产配套设施，进行全部拆除，拆除后的建筑垃圾黄泥湖矿点运至尾渣库集中填埋，大鞏围矿点运至大鞏围 KD-2、3 废石堆集中处置。

8) 受污染道路共 1 条，清挖污染物后修筑泥结碎石面层，恢复原始功能。治理后原址土壤中 ^{226}Ra 含量均值不高于 0.18Bq/g ，最终达到无限制开放使用。

6.5 退役废物管理

6.5.1 退役治理前含放射性核素污染物

本项目退役治理前的放射性废气主要为废石（渣）堆、尾渣堆、露天采场和坑（井）口等不断释放 ^{222}Rn 及子体。放射性废水主要为有水坑口涌出的含有铀镭等放射性污染核素的废水。

1) 退役治理前放射性废气产生、排放情况

(1) 废石（渣）堆、尾渣堆积露天采场氡释放量

废石（渣）堆、尾渣堆和露天采场氡释放量见表 6.5-1，它们的氡释放量计算方法一致，需要的参数为源项裸露面积和平均氡析出率，计算公式为：

$$F_{Rn}=S \cdot \delta \cdot t \quad (6-3)$$

式中：

F_{Rn} ——氡释放量，Bq/a；

S ——废石（渣）堆或尾渣堆的裸露面积， m^2 ；

δ ——平均氡析出率， $Bq/(m^2 \cdot s)$ ；

t ——氡释放时间，取 $3.15 \times 10^7 s$ 。

表 6.5-1 废石（渣）堆、尾渣堆和露天采场氡释放量

| 序号 | 矿点 | 源项名称 | 裸露面积, m^2 | 氡析出, $Bq/(m^2 \cdot s)$ | 氡释放量, Bq/a |
|----|-------|---------------|-------------|-------------------------|------------|
| 1 | 黄泥湖矿点 | 露天采场 LTCC-1 | 1137.5 | 1.18 | 4.23E+10 |
| 2 | | 尾渣堆 WZ-1 | 20000 | 1.96 | 1.24E+12 |
| 3 | | 工业场地 GYCD-2 | 3881 | 1.46 | 1.79E+11 |
| 4 | | 黄泥湖废石堆 KD-2 | 2598 | 1.47 | 1.20E+11 |
| 5 | | 黄泥湖废石堆 KD-3 | 652 | 0.95 | 1.95E+10 |
| 6 | | 黄泥湖废石堆 KD-6 | 593 | 0.86 | 1.61E+10 |
| 7 | | 黄泥湖废石堆 KD-7 | 1382 | 1.37 | 5.97E+10 |
| 8 | | 黄泥湖废石堆 KD-8 | 905 | 0.82 | 2.34E+10 |
| 9 | | 黄泥湖废石堆 KD-9 | 744 | 0.95 | 2.23E+10 |
| 10 | | 黄泥湖废石堆 KD-X1 | 5437 | 1.26 | 2.16E+11 |
| 11 | 大峯围矿点 | 大峯围废石堆 KD-1 | 314 | 0.85 | 8.42E+09 |
| 12 | | 大峯围废石堆 KD-2、3 | 3109 | 1.19 | 1.17E+11 |
| 13 | | 大峯围废石堆 KD-X1 | 5124 | 0.94 | 1.52E+11 |
| 14 | | 废渣堆 WZ-2 | 13000 | 1.59 | 6.52E+11 |
| 15 | | 工业场地 GYCD-1 | 3143 | 1.11 | 1.10E+11 |
| 合计 | | | | | 2.97 E+12 |

(2) 坑（井）口氡释放量

根据源项调查的结果，本项目需治理的坑（井）口总计 27 个，各坑（井）口的氡浓度较高，本项目考虑将坑（井）口纳入气态流出物之中，同时保守计算假设坑（井）口内的氡全部由坑（井）口附近的风带出，本项目选取全年平均风速（1.2m/s）进行估算。坑（井）口氡释放量见表 6.5-2。计算需要的参数为坑（井）口氡浓度、年平均风速和坑（井）口尺寸。计算公式为：

$$F_{Rn} = C_{Rn} \cdot v \cdot S \cdot t \quad (6-4)$$

式中： F_{Rn} ——氡释放量，Bq/a；

C_{Rn} ——坑（井）口氡浓度，Bq/m³；

v ——坑（井）口附近的风速，1.2m/s；

S ——坑（井）口面积，m²；

t ——氡释放时间，取 3.15×10^7 s。

表 6.5-2 坑（井）口氡释放量

| 序号 | 矿点 | 源项名称 | 坑（井）口面积，m ² | 氡浓度，Bq/(m ² ·s) | 氡释放量，Bq/a |
|----|-------|-----------|------------------------|----------------------------|-----------|
| 1 | 黄泥湖矿点 | 黄泥湖 KD-2 | 4.4 | 2198 | 3.64E+11 |
| 2 | | 黄泥湖 KD-3 | 4.4 | 2450 | 4.05E+11 |
| 3 | | 黄泥湖 KD-8 | 4.4 | 1498 | 2.48E+11 |
| 4 | | 黄泥湖 KD-9 | 4.4 | 1295 | 2.14E+11 |
| 5 | | 黄泥湖 KD-6 | 4 | 2250 | 3.41E+11 |
| 6 | | 黄泥湖 KD-7 | 4 | 1350 | 2.05E+11 |
| 7 | | 黄泥湖 KD-X2 | 4.4 | 2060 | 3.41E+11 |
| 8 | | 黄泥湖 JT-1 | 1.44 | 980 | 5.38E+10 |
| 9 | | 黄泥湖 JT-2 | 1.56 | 1900 | 1.11E+11 |
| 10 | | 黄泥湖 JT-3 | 1.68 | 1400 | 8.87E+10 |
| 11 | | 黄泥湖 JT-4 | 1.44 | 1010 | 5.55E+10 |
| 12 | | 黄泥湖 JT-85 | 1.44 | 920 | 5.06E+10 |
| 13 | | 黄泥湖 JT-9 | 1.44 | 900 | 4.95E+10 |
| 14 | | 黄泥湖 KD-X1 | 5.5 | 2450 | 5.07E+11 |
| 15 | 大崮围矿点 | 大崮围 KD-1 | 4.4 | 1350 | 2.23E+11 |
| 16 | | 大崮围 KD-2 | 4.4 | 1840 | 3.04E+11 |
| 17 | | 大崮围 KD-3 | 4.4 | 1760 | 2.91E+11 |
| 18 | | 大崮围 JT-1 | 1.44 | 860 | 4.73E+10 |
| 19 | | 大崮围 JT-2 | 1.44 | 920 | 5.06E+10 |
| 20 | | 大崮围 JT-3 | 1.56 | 880 | 5.12E+10 |
| 21 | | 大崮围 JT-4 | 1.44 | 1020 | 5.60E+10 |
| 22 | | 大崮围 JT-5 | 1.56 | 1060 | 6.17E+10 |
| 23 | | 大崮围 JT-6 | 1.56 | 960 | 5.59E+10 |
| 24 | | 大崮围 JT-21 | 1.56 | 740 | 4.31E+10 |
| 25 | | 大崮围 JT-22 | 1.68 | 620 | 3.93E+10 |
| 26 | | 大崮围 JT-24 | 1.44 | 940 | 5.16E+10 |
| 27 | | 大崮围 KD-X1 | 5.5 | 2150 | 4.45E+11 |
| 合计 | | | | | 4.75E+12 |

综上所述，退役治理前由废石（渣）堆、尾渣堆、露天采场及坑（井）口的氡释放总量为 7.72×10^{12} Bq/a。

2) 退役治理前放射性废水产生、排放情况

废液主要为有坑口流出水，其中黄泥湖 KD-X1 坑口流出水 $U_{\text{天然}}$ 浓度范围值 0.0130~0.0140mg/L， ^{226}Ra 浓度范围值 0.031~0.042Bq/L，流量为 2.83~40.0m³/d；大鞏围 KD-X1 坑口流出水 $U_{\text{天然}}$ 浓度范围 0.0034~0.0075mg/L， ^{226}Ra 浓度范围值 0.063~0.071Bq/L，流量为 1.82~2.96m³/d。

6.5.2 施工过程中含放射性核素污染物

本项目施工过程中的放射性废气主要为废石（渣）堆、尾渣堆、露天采场废墟、工业场地、坑（井）口等不断释放的 ^{222}Rn 及子体，其次施工过程中增加了地表的扰动，使空气中放射性粉尘在施工场地附近略有增加。在治理过程中不会产生新的污染源项、扩大污染面积。因此，施工过程中 ^{222}Rn 的释放与治理前没有大的变化。另外，坑口流出水中放射性核素浓度稳定，同退役治理前基本相同。

6.5.3 退役治理后含放射性核素污染物

1) 退役治理后放射性废气产生、排放情况

本项目退役治理后的废气主要为黄泥湖矿点尾渣库、露天采场和大鞏围矿点废石（渣）堆不断释放的 ^{222}Rn 及子体。

相比退役治理前，黄泥湖矿点尾渣库、露天采场和大鞏围矿点废石（渣）堆均到达有限制开放使用，其氡析出率降到管理限值以下；坑（井）口全部得到了封堵，抑制了 ^{222}Rn 的逸出，不再对周围大气造成污染；采取清挖治理的黄泥湖矿点废石堆（除 KD-X1 废石堆外）、工业场地以及大鞏围矿点 KD-1 废石堆及工业场地原址可以基本恢复到当地本底水平。

退役治理完成后，气态放射性流出物参数见表 6.5-4。表中尾渣库、露天采场、废石（渣）堆的氡析出率均按照管理限值保守考虑。

表 6.5-4 退役治理完成后尾渣库、废石（渣）堆等氡释放量

| 序号 | 矿点 | 源项名称 | 裸露面积* m ² | 氡析出率 Bq/(m ² ·s) | 氡释放量 Bq/a |
|----|-----------|-------------|-------------------------|--------------------------------|--------------|
| 1 | 黄泥湖 矿点 | 露天采场 LTCC-1 | 1137.5 | 0.74 | 2.65E+10 |
| 2 | | 尾渣库 | 18600 | 0.74 | 4.34E+11 |
| 3 | 大鞏围 矿点 | 废石堆 KD-2、3 | 3109 | 0.74 | 7.26E+10 |
| 5 | | 废石堆 KD-X1 | 1374 | 0.74 | 3.21E+10 |
| 6 | | 废渣堆 WZ-2 | 3500 | 0.74 | 8.17E+10 |
| 合计 | | | | | 6.47E+11 |

注：*为退役治理后设施氡释放面积（不含浆砌石护坡面积）。

综上所述，退役治理后黄泥湖矿点尾渣库、露天采场和大鞏围矿点废石（渣）堆、尾渣堆氡释放总量为 $6.47 \times 10^{11} \text{Bq/a}$ 。

2) 退役治理后放射性废水产生、排放情况

退役治理后，黄泥湖矿点和大鞏围矿点的坑口流出水经过被动式过滤、疏水设施后经排水沟或排水盲沟排出分别汇入黄泥湖小溪和群裕河，坑口流出水中放射性核素浓度稳定，同退役治理前基本相同。

6.5.4 废物最小化和集中处置

本项目在退役治理方案实施过程中，从管理和技术措施等方面采取多种方式，最大可能的减少废气、固体废物的产生并集中处置固体废物，具体体现在：

1) 废物最小化措施

(1) 本项目针对需覆盖设施采用了由下至上“氡气粘土抑制层+复合土工膜防渗层+砂卵石隔离层+植被层”多层覆盖结构，对废石（渣）、尾渣等的氡析出具有极大抑制作用，并避免雨水渗入废石（渣）、尾渣内。因此，本项目对氡气释放量起到减少作用。

(2) 本项目针对金属设备/管线采用熔炼回收的方案，极大减少废旧设备流失的影响，同时也体现了废旧金属再利用价值，一定程度上减少固体废物产生量。

(3) 本项目采用对坑（井）口封堵治理以及固废废物集中处置的治理方案，极大减少了氡气释放量。退役治理前，各设施裸露面积总和为 62019.5m^2 ，氡释放量为 $7.72 \times 10^{12} \text{Bq/a}$ ；退役治理后，各设施裸露面积总和为 27720.5m^2 ，氡释放量为 $6.47 \times 10^{11} \text{Bq/a}$ 。由此可知，废气产生量极大较少。

(4) 尾渣库库区岩层岩体节理裂隙发育一般，岩石完整性较好，渗透性较差（渗透系数 $5 \times 10^{-7} \text{cm/s}$ ），为相对隔水层，可有效防止地下水渗入尾渣库。另，大鞏围废渣堆在生产时期已铺设防渗膜，可有效防止地下水渗入废渣堆。

(5) 加强退役治理工程管理，避免运输过程中二次污染。

2) 废物集中处置的考虑

本项目废物集中处置场所为黄泥矿点尾渣库、大鞏围矿点 KD-2、3 废石堆以及 KD-X1 废石堆。上述设施作为本项目最终受纳场所考虑如下：

（1）总体方案比较

根据 6.2 节相关内容，即以下两种总体方案：

总体方案 I：黄泥湖矿点和大峯围矿点废物各自在其矿点处置；

总体方案 II：将所有污染物集中至黄泥湖矿点尾渣库内。

方案比较指标及内容见表 6.2-2，有该表可知：工程总投资、技术成熟度、施工难易程度和氡释放减小量方案 I 和方案 II 比选结果相当，工程组织实施和运输条件方案 I 明显优于方案 II，受控面积和解控面积方案 II 明显优于方案 I。

但方案 II 存在明显制约因素，即不具备运输条件，造成工程难于组织实施，方案 I 施工活动均在各矿点内部，避免了跨点运输、消除了沿途二次污染的隐患，方案 II 优于方案 I。因此，方案 I 优于方案 II。

（2）黄泥湖矿点废物集中受纳场所

黄泥湖矿点拟充分利用 KD-X1 废石堆作为集中污染物受纳场所，形成尾渣库，尽可能将污染物集中处置以缩小污染范围，减少有害物在地表堆积面积。另，露天采场废墟不具备清挖条件，且容量不足够将所有废物集中处置，因此进行就地覆盖治理。黄泥湖矿点集中受纳场所和露天采场位置见图 6.5-1。

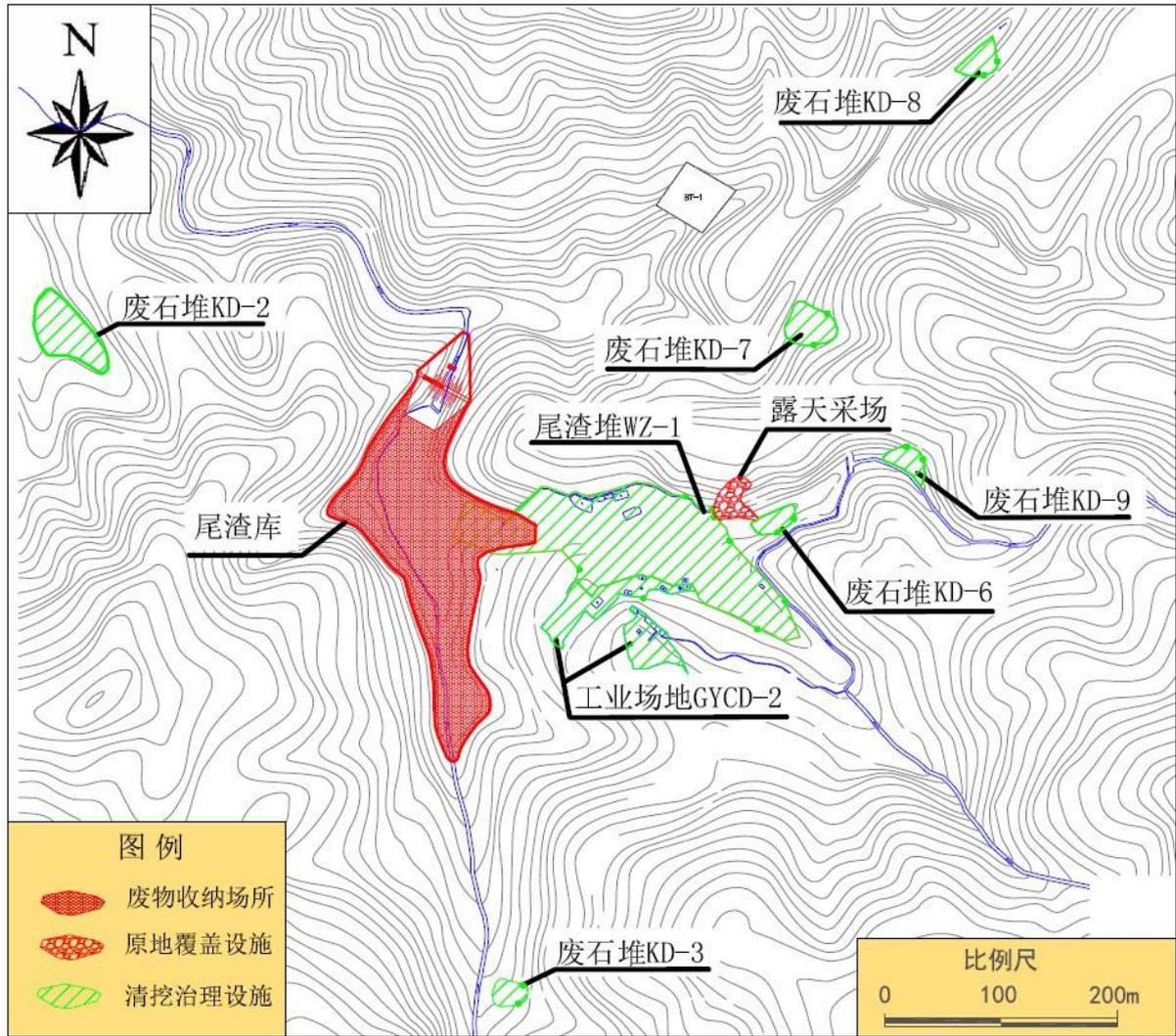


图 6.5-1 黄泥湖矿点集中受纳场所和露天采场位置

(3) 大鞞围矿点废物集中受纳场所

大鞞围矿点 KD-2、3 废石堆废石量较大不易搬迁且具有一定堆存空间（3000m³）且废石堆 KD-X1 和废渣堆 WZ-2 为滨河型设施，已无放坡可能，基本无法容纳其它废物，故拟充分利用 KD-2、3 废石堆作为集中污染物受纳场所，尽可能将污染物集中处置以缩小污染范围，减少有害物在地表堆积面积。另外，KD-2、3 容量有限，不足以容纳所有污染物，故 KD-X1 废石堆和废渣堆均进行原地覆盖治理。大鞞围矿点集中受纳场所和废石（渣）堆位置见图 6.5-2。

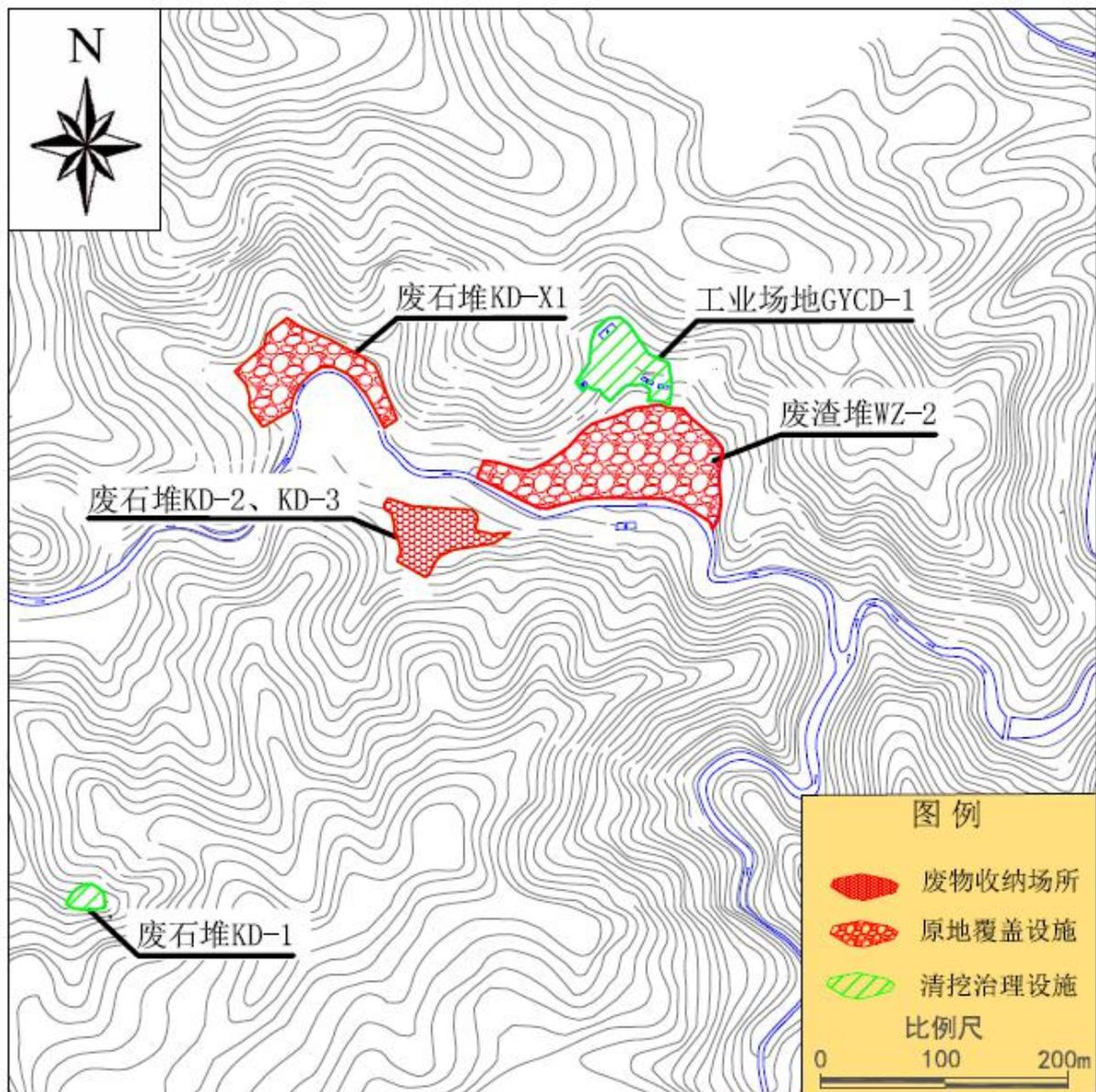


图 6.5-2 大峯围矿点集中接纳场所和废石（渣）堆位置

6.6 退役治理环境保护措施及其可行性论证

6.6.1 退役治理环境保护措施

1) 尾渣库

尾渣库在容纳了黄泥湖矿点退役治理过程中清挖的污染物后，以拦渣坝为基础采用上游法堆积筑坝，增设拦渣坝浆砌石护坡，尾渣坝坡及滩面进行覆盖，打设砗截渗墙、新建截洪沟及排水沟、排水盲沟、新建防护围栏和坝体观测设施。

尾渣库底部岩层岩体节理裂隙发育一般，岩石完整性较好，渗透性较差

（渗透系数 $5 \times 10^{-7} \text{cm/s}$ ），为相对隔水层，地下水难以渗至尾渣库内；尾渣库顶部由下至上采用氦气抑制层+复合土工布防渗层+砂卵石隔离层+植被层的复合结构，可有效抑制氦析出和屏蔽 γ 辐射剂量率，减少辐射影响。同时，尾渣库四周修筑截洪沟及排水沟，**可有及时**排走尾渣库四周汇水以及滩面积水。

尾渣库库区范围内堆存废石约 9 万 t，占用库容约 4.5 万 m^3 。尾渣库设计有效库容约 22 万 m^3 ，尚余库容约 17 万 m^3 ，本项目黄泥湖矿点其它废石（渣）堆、工业场地、污染建构筑物等，清挖污染物共计 12.87 万 m^3 ，覆盖层占用 2.6 万 m^3 ，尾渣库库容可以满足容纳量要求。

2) 大鞞围矿点废石堆 KD-2、3

大鞞围矿点废石堆 KD-2、3 在容纳了该矿点废石堆 KD-1、污染道路、建（构）筑物等废物。对该设施进行平整、削坡设置马道，修筑直立式挡土墙和新建排水沟。

废石堆 KD-2、3 顶部由下至上采用氦气抑制层+复合土工布防渗层+砂卵石隔离层+植被层的复合结构，可有效抑制氦析出和屏蔽 γ 辐射剂量率，减少辐射影响。

大鞞围矿点废石堆 KD-2、3 内堆存废石约 0.71 万 t，仍可堆存 4000 m^3 左右，本项目大鞞围矿点废石堆 KD-1、工业场地、污染建构筑物等，清挖污染物共计 3484.7 m^3 （压实后 1820 m^3 ），覆盖层占用 2176 m^3 ，废石堆 KD-2、3 库容可以满足容纳量要求。

3) 大鞞围矿点废渣堆 WZ-2 和废石堆 KD-X1 及露天采场

大鞞围矿点废渣堆 WZ-2 和废石堆 KD-X1 以及黄泥湖矿点露天采场均原地覆盖治理，对该设施进行平整、削坡设置马道，修筑直立式挡土墙和新建排水沟，可有及时排走四周汇水以及滩面积水。同时采用复合结构，可有效抑制氦析出和屏蔽 γ 辐射剂量率，减少辐射影响，另废渣堆 WZ-2 底部沿用原防渗结构，可满足防渗要求。

4) 其它设施

(1) 无水坑井口

无水坑口和竖井口封堵墙均采用两道结构致密的封堵墙，中间填废石；浅井口采用全井筒填充废石至临近地表再加上粘土覆盖层，都是良好的屏蔽

体，能够有效的切断井下采场与外环境的联系，防止氡逸出，并在坑口覆土植被。

（2）有水坑井口

有水坑口采用两道混凝土墙封堵，在两墙间设疏水过滤池的方案，有效抑制了氡的外溢和杜绝人畜误入事故的发生。

（3）其它废石堆、尾渣堆及工业场地

彻底清挖废石、尾渣及下部污染土，将黄泥湖矿点污染物运至尾渣库集中治理，大鞏围矿点污染物运至 KD-2、3 废石堆集中处置；并在清挖设施用黄土回填植被。

（4）污染道路

彻底清挖污染地面的污染物，将全部污染物运至大鞏围矿点废石堆 KD-2、3 集中治理，并恢复原有使用功能。

6.6.2 退役治理环境保护措施可行性论证

1) 尾渣库覆盖治理环保措施可行性论证

（1）辐射安全论证

尾渣库作为黄泥湖矿点废物集中受纳场地，采取原地覆盖、植被的治理措施，覆土厚度为 85cm。由于粘土密实度高，孔隙度小，透过系数仅为 $10^{-8} \sim 10^{-9} \text{cm/s}$ ，对氡的析出有较好的抑制作用。所以，利用覆土厚度公式对尾渣库覆土后氡析出率和 γ 辐射剂量率水平预测，结果分别为 $0.55 \text{Bq}/(\text{m}^2 \cdot \text{s})$ 和 $16.0 \times 10^{-8} \text{Gy/h}$ ，满足小于 $0.74 \text{Bq}/(\text{m}^2 \cdot \text{s})$ 和本底值 $+17.4 \times 10^{-8} \text{Gy/h}$ 管理限值的要求，覆盖后的尾渣库列入有限制开放使用。

因此，从辐射安全可靠角度看尾渣库治理环保措施是可行的。

（2）安全稳定论证

《黄泥湖矿点（含大鞏围矿点）退役治理工程可行性研究报告（C版）》（中核第四研究设计工程有限公司，2019年8月）中分别对4类情景进行了分析，其分析结果如下：

①尾渣库地层由上至下为尾砾砂层、素填土、第四系全新统残积层和基岩，基岩为侏罗纪火山碎屑岩，地质条件较好；且库区岩层岩体节理裂隙发育一般，岩石完整性较好，渗透性较差（渗透系数 $5 \times 10^{-7} \text{cm/s}$ ），为相对隔水

层，库址条件较好

②尾渣库采用溢洪道，暴雨洪水时，溢洪道实际安全超高为 0.81m，大于规范规定最小安全超高 0.3m，防洪安全可满足规范规定的 4 等尾渣库要求，防洪安全满足要求。

③尾渣滩面由库内坡向坝肩溢洪道，坡度大于 1%，导排尾渣库滩面雨水，使尾渣库滩面保持干涸。另外，尾渣库滩面覆盖层表面植草护坡，提高了抵御径流冲刷及风雨侵蚀的能力；另外复合覆盖层设有砂卵石隔离层有效防止动物打洞和植物根茎穿破氡抑制层，尾渣库长期稳定性可以满足。

④加强长期监护，一旦发生危及尾渣库的人为破坏事件时，应立即采取补救措施加以修复，可以防止事故的发生，可有效防止人为侵扰。

因此，从安全稳定可靠性角度看尾渣库治理环保措施是可行的。

2) 废石（渣）堆覆盖治理环保措施的可行性论证

（1）辐射安全论证

本项目大峯围矿点废石堆 KD-2、3、废石堆 KD-X1 和废渣堆 WZ-2 以及黄泥湖矿点露天采场均采用原地覆盖治理。覆土治理后，可以有效的抑制 ^{222}Rn 气逸出、屏蔽 γ 辐射剂量率，利用覆土厚度公式对氡析出率和 γ 辐射剂量率水平进行预测，其结果均满足小于 $0.74\text{Bq}/(\text{m}^2\cdot\text{s})$ 和本底值 $+17.4\times 10^{-8}\text{Gy/h}$ 管理限值的要求，覆盖后的废渣堆列入有限制开放使用。

因此，从辐射安全可靠性角度看废石（渣）堆治理环保措施是可行的。

（2）安全稳定论证

《黄泥湖矿点（含大峯围矿点）退役治理工程可行性研究报告（C 版）》（中核第四研究设计工程有限公司，2019 年 8 月）中分别对 4 类情景进行了分析，其分析结果如下：

①废石（渣）堆外围均设置了浆砌片石截水沟，以此截流上游客水，可排泻重现期 100a 的设计暴雨洪水，满足排除废石（渣）堆上游汇水的要求。

②对于滨河废石（渣）堆，在其岸边设置浸水重力式挡土墙，基础埋置在冲刷线以下；且边坡采用浆砌片石护坡进行防护，防护高度高于最高洪水水位加 0.5m 安全超高。废石（渣）堆脚水流的冲刷和洪水淹没的稳定性能得到保证。

③废石（渣）堆边坡治理利用植被涵水固土的原理稳定岩土边坡同时美化生态环境，植被护坡为 1 级一无鳞片状面蚀，地面植物生长良好、分布均匀、覆盖率大于 70%，可有效防止雨蚀。

④加强长期监护，一旦发生危及废石（渣）堆的人为破坏事件时，应立即采取补救措施加以修复，可以防止事故的发生，可有效防止人为侵扰。

因此，从稳定性可靠性角度看废石（渣）堆治理环保措施是可行的。

3) 清挖治理环保措施的可行性论证

本项目黄泥湖矿点所有废石堆、尾渣堆以及大鞏围矿点 KD-1 废石堆以及工业场地和污染道路均采用清挖措施进行治理，通过对比各类设施或环境的标准管理限值和实际监测值，严格执行“边施工，边监测，监测指导施工”的原则，判断各类设施或环境的污染深度，再结合施工特点，分层清挖，经计算，各设施清挖深度 30~120cm 不等，治理后土层中 ^{226}Ra 比活度平均值均满足相应管理限值要求，该措施经同类退役治理工程实施验证，成熟可靠，清挖后的场地均达到无限制开放使用深度，措施可行。

4) 生态保护和恢复效果可达性论证

本项目清挖、覆土等治理后采用当地优势草种和灌木，保证物种存活率，使其与周围环境相融合，同时加强长期监护，退役后生态恢复效果可达。

5) 经济合理性分析

黄泥湖矿点（含大鞏围矿点）退役治理工程属于军工铀矿地质设施永久终止性善后治理、废物处置和环境整治工程，工程总投资 6240 万元，预计收益 65.4 万元，资金来源全部为军工核设施退役及放射性废物治理专项资金。各部分费用的投资估算均按照国防科工局、财政部相关文件及当地有关费用定额进行核算，依据充分，方法合理，因此治理方案经济合理。

7 退役治理前辐射环境影响评价

7.1 退役治理前源项

退役治理源项分析见§6.5.1 章节，其中气载流出物源项特征参数表见表 7.1-1；液态流出物源项见表 7.1-2；源项相对位置分布见图 7.1-1。

表 7.1-1 退役治理前气载流出物源项特征参数

| 序号 | 矿点 | 源项名称 | 流速 m/s | 等效 半径 m | 排放 高度 m | 氡浓度 Bq/m ³ | 等效面积 m ² | 氡释放量 Bq/a | 源项 类型 |
|----|-------|--------------|-----------|---------------|---------------|--------------------------|------------------------|--------------|----------|
| 1 | 黄泥湖矿点 | 黄泥湖 KD-2 | 1.2 | 1.18 | 0 | 2198 | — | 3.64E+11 | 点源 |
| 2 | | 黄泥湖 KD-3 | 1.2 | 1.18 | 0 | 2450 | — | 4.05E+11 | 点源 |
| 3 | | 黄泥湖 KD-8 | 1.2 | 1.18 | 0 | 1498 | — | 2.48E+11 | 点源 |
| 4 | | 黄泥湖 KD-9 | 1.2 | 1.18 | 0 | 1295 | — | 2.14E+11 | 点源 |
| 5 | | 黄泥湖 KD-6 | 1.2 | 1.13 | 0 | 2250 | — | 3.41E+11 | 点源 |
| 6 | | 黄泥湖 KD-7 | 1.2 | 1.13 | 0 | 1350 | — | 2.05E+11 | 点源 |
| 7 | | 黄泥湖 KD-X2 | 1.2 | 1.18 | 0 | 2060 | — | 3.41E+11 | 点源 |
| 8 | | 黄泥湖 JT-1 | 1.2 | 0.68 | 1 | 980 | — | 5.38E+10 | 点源 |
| 9 | | 黄泥湖 JT-2 | 1.2 | 0.7 | 1 | 1900 | — | 1.11E+11 | 点源 |
| 10 | | 黄泥湖 JT-3 | 1.2 | 0.73 | 1 | 1400 | — | 8.87E+10 | 点源 |
| 11 | | 黄泥湖 JT-4 | 1.2 | 0.68 | 1 | 1010 | — | 5.55E+10 | 点源 |
| 12 | | 黄泥湖 JT-85 | 1.2 | 0.68 | 1 | 920 | — | 5.06E+10 | 点源 |
| 13 | | 黄泥湖 JT-9 | 1.2 | 0.68 | 1 | 900 | — | 4.95E+10 | 点源 |
| 14 | | 黄泥湖 KD-X1 | 1.2 | 1.32 | 0 | 2450 | — | 5.07E+11 | 点源 |
| 15 | | 露天采场 LTCC-1 | — | — | — | — | 1137.5 | 4.23E+10 | 面源 |
| 16 | | 尾渣堆 WZ-1 | — | — | — | — | 20000 | 1.24E+12 | 面源 |
| 17 | | 工业场地 GYCD-2 | — | — | — | — | 3881 | 1.79E+11 | 面源 |
| 18 | | 黄泥湖废石堆 KD-2 | — | — | — | — | 2598 | 1.20E+11 | 面源 |
| 19 | | 黄泥湖废石堆 KD-3 | — | — | — | — | 652 | 1.95E+10 | 面源 |
| 20 | | 黄泥湖废石堆 KD-6 | — | — | — | — | 593 | 1.61E+10 | 面源 |
| 21 | | 黄泥湖废石堆 KD-7 | — | — | — | — | 1382 | 5.97E+10 | 面源 |
| 22 | | 黄泥湖废石堆 KD-8 | — | — | — | — | 905 | 2.34E+10 | 面源 |
| 23 | | 黄泥湖废石堆 KD-9 | — | — | — | — | 744 | 2.23E+10 | 面源 |
| 24 | | 黄泥湖废石堆 KD-X1 | — | — | — | — | 5437 | 2.16E+11 | 面源 |
| 25 | 大峯围矿点 | 大峯围 KD-1 | 1.2 | 1.18 | 0 | 1350 | — | 2.23E+11 | 点源 |
| 26 | | 大峯围 KD-2 | 1.2 | 1.18 | 0 | 1840 | — | 3.04E+11 | 点源 |
| 27 | | 大峯围 KD-3 | 1.2 | 1.18 | 0 | 1760 | — | 2.91E+11 | 点源 |
| 28 | | 大峯围 JT-1 | 1.2 | 0.68 | 1 | 860 | — | 4.73E+10 | 点源 |
| 29 | | 大峯围 JT-2 | 1.2 | 0.68 | 1 | 920 | — | 5.06E+10 | 点源 |
| 30 | | 大峯围 JT-3 | 1.2 | 0.7 | 1 | 880 | — | 5.12E+10 | 点源 |

| 序号 | 矿点 | 源项名称 | 流速 m/s | 等效 半径 m | 排放 高度 m | 氡浓度 Bq/m ³ | 等效面积 m ² | 氡释放量 Bq/a | 源项 类型 |
|----|-------|---------------|-----------|---------------|---------------|--------------------------|------------------------|--------------|----------|
| 31 | 大崮围矿点 | 大崮围 JT-4 | 1.2 | 0.68 | 1 | 1020 | — | 5.60E+10 | 点源 |
| 32 | | 大崮围 JT-5 | 1.2 | 0.7 | 1 | 1060 | — | 6.17E+10 | 点源 |
| 33 | | 大崮围 JT-6 | 1.2 | 0.7 | 1 | 960 | — | 5.59E+10 | 点源 |
| 34 | | 大崮围 JT-21 | 1.2 | 0.7 | 1 | 740 | — | 4.31E+10 | 点源 |
| 35 | | 大崮围 JT-22 | 1.2 | 0.73 | 1 | 620 | — | 3.93E+10 | 点源 |
| 36 | | 大崮围 JT-24 | 1.2 | 0.68 | 1 | 940 | — | 5.16E+10 | 点源 |
| 37 | | 大崮围 KD-X1 | 1.2 | 1.32 | 0 | 2150 | — | 4.45E+11 | 点源 |
| 38 | | 大崮围废石堆 KD-1 | — | — | — | — | 314 | 8.42E+09 | 面源 |
| 39 | | 大崮围废石堆 KD-2、3 | — | — | — | — | 3109 | 1.17E+11 | 面源 |
| 40 | | 大崮围废石堆 KD-X1 | — | — | — | — | 5124 | 1.52E+11 | 面源 |
| 41 | | 废渣堆 WZ-2 | — | — | — | — | 13000 | 6.52E+11 | 面源 |
| 42 | | 工业场地 GYCD-1 | — | — | — | — | 3143 | 1.10E+11 | 面源 |

表 7.1-2 退役治理前液态流出物放射性核素浓度

| 源项 | 水量, m ³ /d | U _{天然} , mg/L | | ²²⁶ Ra, Bq/L | |
|----------|-----------------------|------------------------|--------|-------------------------|-------|
| | | 范围值 | 均值 | 范围值 | 均值 |
| 黄泥湖坑口流出水 | 2.83~40.0 | 0.0130~0.0140 | 0.0135 | 0.031~0.042 | 0.037 |
| 大崮围坑口流出水 | 1.82~2.96 | 0.0034~0.0075 | 0.0055 | 0.063~0.071 | 0.067 |

7.2 基本参数设置

7.2.1 评价方法

本项目退役治理前辐射环境影响评价的基本指标是黄泥湖矿点和大崮围矿点周围居民最大个人有效剂量和半径 20km 范围内的集体有效剂量。评价方法结合本项目的预测排放源项，采用模式计算，选择放射性核素在环境中迁移和剂量估算模式以及相应的计算参数，利用预测软件完成个人有效剂量及集体有效剂量的估算，并对设施所致最大个人剂量进行分析。

7.2.2 照射途径

本项目照射途径主要为空气吸收内照射，计算考虑的放射性核素主要为 ²²²Rn；液态流出物放射性核素浓度很低，经受纳水体稀释后远低于其上游水中核素浓度，详见§7.3.2 章节，故本项目仅对地表水途径辐射影响进行分析；经现场踏勘与调查，当地居民饮用水为山涧水，部分农田使用地表水灌溉，退役治理矿点周围无地下水使用途径。故本项目退役治理照射途径主要为吸入内照射。

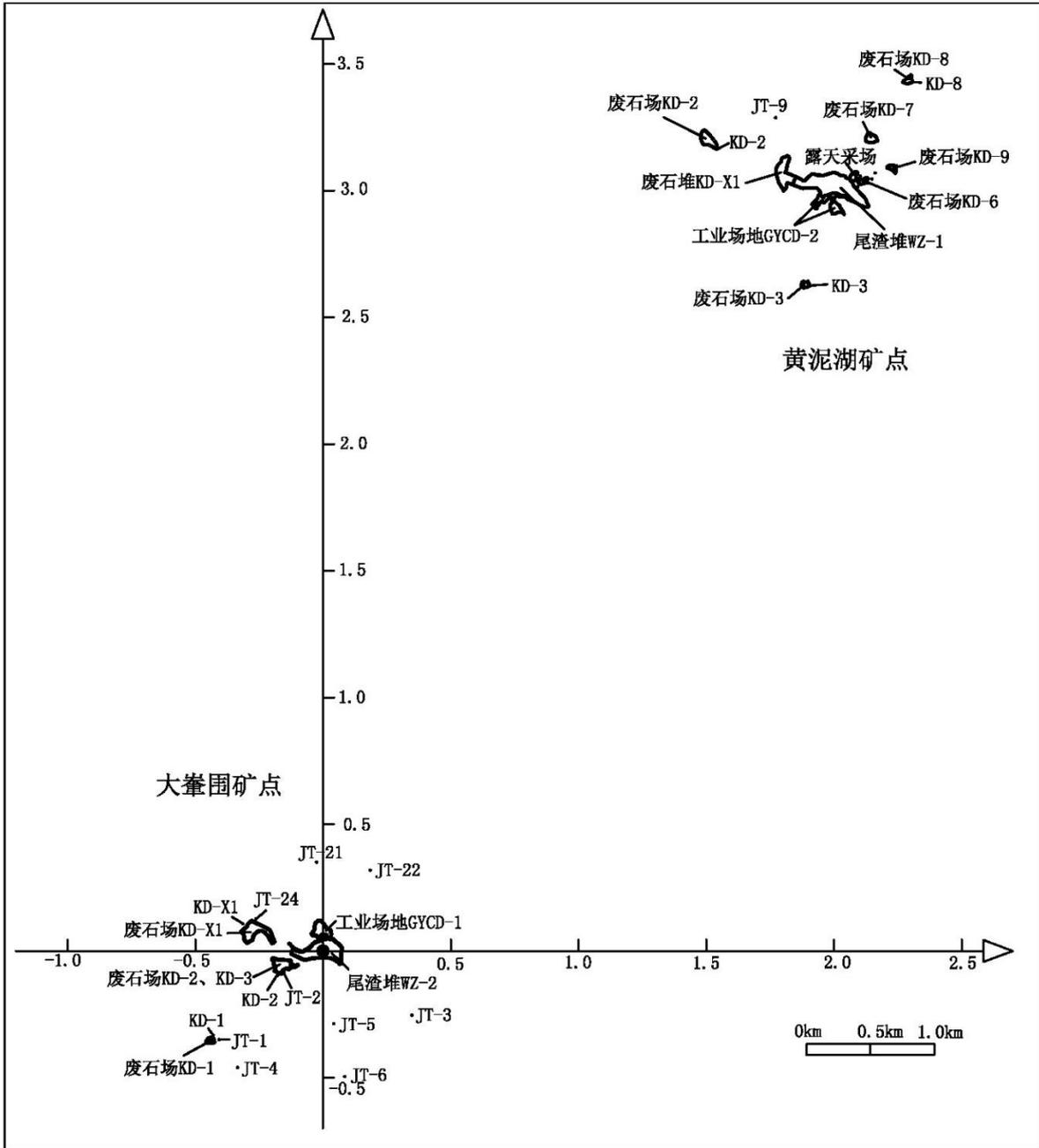


图 7.1-1 退役治理前源项对位置图

7.2.3 参数设置

1) 评价中心

本项目评价中心是以对居民影响最大的气载流出物源项，即大峯围废渣堆 WZ-2 为评价中心。

2) 评价子区及年龄组划分

本次评价以评价中心 20km 为半径，按照 1km、2km、3km、5km、10km、

20km 划分同心圆，再将这些同心圆划分成 22.5°扇形段，以正北 N 向左右各划分 11.25°为起始段，共 96 个评价子区。各评价子区的人口数按年龄划分为四个组：婴儿组≤1 岁，幼儿组 1~7 岁，少年组 7~17 岁，成人组>17 岁。

3) 评价年份

本项目退役治理前辐射环境影响评价年份设定为 2018 年。

4) 评价参数及模式

本次气载辐射环境影响预测采用中核第四研究设计工程有限公司开发的 UAIR-FINE 软件,该软件基于最新大气边界层理论和剂量估算方法创建,内置的大气扩散模型为导则推荐的大气预测模式之一、美国 EPA 开发的法规扩散模式 AERMOD, 剂量计算模式根据 IAEA 和 ICRP 最新剂量模式和参数创建。具体模式与参数详见附录 1。

7.3 退役治理前辐射环境影响剂量估算与评价

7.3.1 气载途径辐射环境影响剂量估算

7.3.1.1 环境敏感目标辐射环境影响

退役治理前本项目气载源项所致周边 3km 范围内以及黄泥湖矿点 3km 范围内环境敏感目标核素浓度和公众剂量结果见表 7.3-1。

从表 7.3-1 可以看出,退役治理前气载源项对周围 3km 范围内各居民点中影响最大的是评价中心的 ENE 方位、0.5km 处大鞞围,所有源项对大鞞围空气中氡贡献浓度为 1.40Bq/m³, 所致该居民点的最大个人剂量为 2.98×10⁻²mSv/a。

退役治理前各气载污染源项对大鞞围影响的贡献情况见表 7.3-2。从表中可知,对大鞞围居民点个人剂量贡献最大的气载源项是废渣堆 WZ-2, 贡献份额是 43.90%。

表 7.3-1 退役治理前 3km 范围内环境敏感点辐射环境影响

| 序号 | 居民点 | 方位 | 距评价中心距离 (km) | ²²² Rn 浓度 (Bq/m ³) | 公众个人剂量 (mSv/a) |
|----|-------|-----|-----------------|--|-------------------|
| 1 | 高湖寨 | N | 3.9 | 2.98E-01 | 6.37E-03 |
| 2 | 割藤垌门口 | N | 5.4 | 1.67E-01 | 3.58E-03 |
| 3 | 山下 | NNE | 2.9 | 6.36E-01 | 1.36E-02 |
| 4 | 铁丝里 | NNE | 5.7 | 1.54E-01 | 3.29E-03 |

| 序号 | 居民点 | 方位 | 距评价中心距离 (km) | ²²² Rn 浓度 (Bq/m ³) | 公众个人剂量 (mSv/a) |
|----|------|-----|-----------------|--|-------------------|
| 5 | 大窠围 | ENE | 0.5 | 1.40E+00 | 2.98E-02 |
| 6 | 白面石村 | ENE | 2.1 | 2.09E-01 | 4.46E-03 |
| 7 | 新屋 | ENE | 2.9 | 1.67E-01 | 3.57E-03 |
| 8 | 寨下 | ENE | 3.4 | 1.81E-01 | 3.86E-03 |
| 9 | 桂龙嶂下 | WSW | 2.4 | 9.05E-02 | 1.93E-03 |
| 10 | 野猪窝 | W | 1.2 | 2.00E-01 | 4.28E-03 |
| 11 | 双坑 | WNW | 0.7 | 2.17E-01 | 4.64E-03 |
| 12 | 上桂村 | NW | 2.5 | 1.35E-01 | 2.88E-03 |
| 13 | 荸荠塘 | NNW | 1.9 | 1.75E-01 | 3.74E-03 |

表 7.3-2 各源项对大窠围影响的贡献情况

| 序号 | 源项 | 氡浓度贡献值 (Bq/m ³) | 个人剂量贡献值 (mSv/a) | 份额 (%) |
|----|-----------|--------------------------------|--------------------|--------|
| 1 | 黄泥湖 KD-2 | 6.86E-03 | 1.46E-04 | 0.49 |
| 2 | 黄泥湖 KD-3 | 9.06E-03 | 1.93E-04 | 0.65 |
| 3 | 黄泥湖 KD-8 | 3.65E-03 | 7.78E-05 | 0.26 |
| 4 | 黄泥湖 KD-9 | 3.60E-03 | 7.65E-05 | 0.26 |
| 5 | 黄泥湖 KD-6 | 6.06E-03 | 1.29E-04 | 0.43 |
| 6 | 黄泥湖 KD-7 | 3.46E-03 | 7.37E-05 | 0.25 |
| 7 | 黄泥湖 JT-1 | 1.02E-03 | 2.16E-05 | 0.07 |
| 8 | 黄泥湖 JT-2 | 2.04E-03 | 4.36E-05 | 0.15 |
| 9 | 黄泥湖 JT-3 | 2.06E-03 | 4.38E-05 | 0.15 |
| 10 | 黄泥湖 JT-4 | 1.01E-03 | 2.14E-05 | 0.07 |
| 11 | 黄泥湖 JT-8 | 9.25E-04 | 1.97E-05 | 0.07 |
| 12 | 黄泥湖 JT-9 | 9.35E-04 | 1.99E-05 | 0.07 |
| 13 | 黄泥湖 KD-X1 | 1.02E-02 | 2.16E-04 | 0.73 |
| 14 | 黄泥湖 KD-X2 | 6.66E-03 | 1.42E-04 | 0.48 |
| 15 | 大窠围 KD-1 | 5.78E-02 | 1.23E-03 | 4.13 |
| 16 | 大窠围 KD-2 | 1.19E-01 | 2.53E-03 | 8.49 |
| 17 | 大窠围 KD-3 | 1.27E-01 | 2.70E-03 | 9.06 |
| 18 | 大窠围 JT-1 | 1.20E-02 | 2.55E-04 | 0.86 |
| 19 | 大窠围 JT-2 | 2.13E-02 | 4.53E-04 | 1.52 |
| 20 | 大窠围 JT-3 | 3.35E-02 | 7.11E-04 | 2.39 |
| 21 | 大窠围 JT-4 | 1.16E-02 | 2.48E-04 | 0.83 |

| 序号 | 源项 | 氡浓度贡献值 (Bq/m ³) | 个人剂量贡献值 (mSv/a) | 份额 (%) |
|-----------|-----------------|--------------------------------|--------------------|--------------|
| 22 | 大崮围 JT-5 | 3.16E-02 | 6.74E-04 | 2.26 |
| 23 | 大崮围 JT-6 | 1.81E-02 | 3.84E-04 | 1.29 |
| 24 | 大崮围 JT-21 | 1.57E-02 | 3.33E-04 | 1.12 |
| 25 | 大崮围 JT-22 | 3.28E-02 | 6.98E-04 | 2.34 |
| 26 | 大崮围 JT-24 | 1.12E-02 | 2.39E-04 | 0.80 |
| 27 | 大崮围 KD-X1 | 8.32E-02 | 1.77E-03 | 5.94 |
| 28 | 露天采场 LTCC-1 | 5.12E-04 | 1.09E-05 | 0.04 |
| 29 | 尾渣堆 WZ-1 | 1.55E-02 | 3.30E-04 | 1.11 |
| 30 | 工业场地 GYCD-2 | 2.35E-03 | 5.02E-05 | 0.17 |
| 31 | 黄泥湖废石堆 KD-2 | 1.38E-03 | 2.93E-05 | 0.10 |
| 32 | 黄泥湖废石堆 KD-3 | 2.81E-04 | 5.98E-06 | 0.02 |
| 33 | 黄泥湖废石堆 KD-6 | 1.81E-04 | 3.85E-06 | 0.01 |
| 34 | 黄泥湖废石堆 KD-7 | 6.90E-04 | 1.47E-05 | 0.05 |
| 35 | 黄泥湖废石堆 KD-8 | 2.31E-04 | 4.92E-06 | 0.02 |
| 36 | 黄泥湖废石堆 KD-9 | 2.31E-04 | 4.92E-06 | 0.02 |
| 37 | 黄泥湖废石堆 KD-X1 | 2.59E-03 | 5.51E-05 | 0.19 |
| 38 | 大崮围废石堆 KD-1 | 4.10E-03 | 8.72E-05 | 0.29 |
| 39 | 大崮围废石堆 KD-2、3 | 5.54E-02 | 1.18E-03 | 3.96 |
| 40 | 大崮围废石堆 KD-X1 | 2.62E-02 | 5.56E-04 | 1.87 |
| 41 | 废渣堆 WZ-2 | 6.15E-01 | 1.31E-02 | 43.90 |
| 42 | 工业场地 GYCD-1 | 4.35E-02 | 9.26E-04 | 3.11 |
| 43 | 合计 (mSv/a) | 1.40E+00 | 2.98E-02 | / |
| 44 | 份额 (%) | / | / | 100.00 |

7.3.1.2 各子区地面空气中氡浓度分布

项目放射性气载流出物所致各子区地面空气中各核素的浓度见表 7.3-3。

从该表可知，在有人子区中，退役治理前气载放射性流出物所致空气中各核素最大贡献浓度出现在 ENE 方位、0~1km 处，该子区地面空气中 ²²²Rn 最大贡献浓度为 1.40Bq/m³。

在无人子区中，退役治理前气载放射性流出物所致空气中各核素最大贡献浓度出现在 NNE 方位、3~5km 处，该子区地面空气中 ²²²Rn 最大贡献浓度为 2.72Bq/m³，是由黄泥湖矿点在评价中心 3~5km 子区内所引起的。

表 7.3-3 退役治理前气载流出物所致各子区空气中氡浓度 单位: Bq/m³

| 核素 | 方位 | 距离 (km) | | | | | |
|-------------------|-----|-----------------|----------|----------|----------|----------|----------|
| | | 0~1 | 1~2 | 2~3 | 3~5 | 5~10 | 10~20 |
| ²²² Rn | N | 7.79E-01 | 7.15E-02 | 2.00E-01 | 2.98E-01 | 8.01E-02 | 2.22E-02 |
| | NNE | 1.43E+00 | 7.18E-02 | 6.36E-01 | 2.72E+00 | 1.95E-01 | 2.10E-02 |
| | NE | 1.79E+00 | 2.11E-01 | 2.06E-01 | 2.32E+00 | 1.97E-01 | 2.19E-02 |
| | ENE | 1.40E+00 | 3.49E-01 | 2.09E-01 | 1.81E-01 | 7.04E-02 | 1.29E-02 |
| | E | 8.53E-01 | 2.21E-01 | 8.72E-02 | 6.99E-02 | 3.88E-02 | 1.26E-02 |
| | ESE | 7.20E-01 | 1.23E-01 | 6.08E-02 | 4.02E-02 | 1.70E-02 | 7.61E-03 |
| | SE | 3.05E-01 | 4.60E-02 | 2.96E-02 | 2.26E-02 | 2.07E-02 | 7.98E-03 |
| | SSE | 8.77E-01 | 5.48E-02 | 4.37E-03 | 1.30E-02 | 1.67E-02 | 7.07E-03 |
| | S | 1.03E+00 | 3.69E-02 | 7.70E-03 | 1.92E-02 | 1.25E-02 | 4.80E-03 |
| | SSW | 6.66E-01 | 2.29E-02 | 3.92E-02 | 3.92E-02 | 1.95E-02 | 6.97E-03 |
| | SW | 2.03E+00 | 7.21E-02 | 3.24E-02 | 2.20E-02 | 2.47E-02 | 1.00E-02 |
| | WSW | 2.35E+00 | 5.33E-02 | 9.05E-02 | 9.11E-03 | 1.85E-02 | 9.26E-03 |
| | W | 9.66E-01 | 2.00E-01 | 3.83E-02 | 2.03E-02 | 2.68E-02 | 9.22E-03 |
| | WNW | 2.17E-01 | 6.10E-02 | 9.88E-02 | 1.28E-02 | 2.12E-02 | 1.10E-02 |
| | NW | 1.89E-01 | 9.59E-02 | 1.35E-01 | 6.47E-02 | 3.66E-02 | 1.30E-02 |
| | NNW | 2.68E-01 | 1.75E-01 | 1.24E-01 | 1.10E-01 | 4.79E-02 | 1.47E-02 |

注：阴影部分为无人子区。

7.3.1.3 各子区公众个人剂量分布

项目退役治理前气载放射性流出物所致各子区公众个人剂量见表 7.3-4。评价范围内公众个人剂量等值线分布见图 7.3-1。

从该表可知，退役治理前本项目气载放射性流出物所致有人子区最大个人剂量出现在 ENE 方位、0~1km 子区内，该子区内最大个人剂量值为 0.0298mSv/a。

退役治理前本项目气载放射性流出物所致无人子区最大个人剂量出现在 NNE 方位、3~5km 子区内，该子区内潜在照射最大个人剂量值为 0.0581mSv/a，是由黄泥湖矿点在评价中心 3~5km 子区内所引起的。

表 7.3-1 气载流出物所致各子区各年龄组个人剂量 单位：mSv/a

| 方位 | 距离 (km) | | | | | |
|-----|-----------------|----------|----------|----------|----------|----------|
| | 0~1 | 1~2 | 2~3 | 3~5 | 5~10 | 10~20 |
| N | 1.66E-02 | 1.53E-03 | 4.28E-03 | 6.37E-03 | 1.71E-03 | 4.74E-04 |
| NNE | 3.05E-02 | 1.54E-03 | 1.36E-02 | 5.81E-02 | 4.16E-03 | 4.49E-04 |
| NE | 3.83E-02 | 4.52E-03 | 4.41E-03 | 4.97E-02 | 4.20E-03 | 4.67E-04 |
| ENE | 2.98E-02 | 7.45E-03 | 4.46E-03 | 3.86E-03 | 1.51E-03 | 2.76E-04 |
| E | 1.82E-02 | 4.72E-03 | 1.86E-03 | 1.49E-03 | 8.28E-04 | 2.70E-04 |
| ESE | 1.54E-02 | 2.63E-03 | 1.30E-03 | 8.60E-04 | 3.63E-04 | 1.63E-04 |
| SE | 6.51E-03 | 9.84E-04 | 6.32E-04 | 4.84E-04 | 4.42E-04 | 1.71E-04 |
| SSE | 1.87E-02 | 1.17E-03 | 9.33E-05 | 2.77E-04 | 3.56E-04 | 1.51E-04 |
| S | 2.20E-02 | 7.88E-04 | 1.65E-04 | 4.10E-04 | 2.68E-04 | 1.03E-04 |
| SSW | 1.42E-02 | 4.90E-04 | 8.39E-04 | 8.37E-04 | 4.17E-04 | 1.49E-04 |
| SW | 4.34E-02 | 1.54E-03 | 6.93E-04 | 4.70E-04 | 5.28E-04 | 2.14E-04 |
| WSW | 5.02E-02 | 1.14E-03 | 1.93E-03 | 1.95E-04 | 3.96E-04 | 1.98E-04 |
| W | 2.06E-02 | 4.28E-03 | 8.18E-04 | 4.34E-04 | 5.73E-04 | 1.97E-04 |
| WNW | 4.64E-03 | 1.30E-03 | 2.11E-03 | 2.74E-04 | 4.53E-04 | 2.34E-04 |
| NW | 4.03E-03 | 2.05E-03 | 2.88E-03 | 1.38E-03 | 7.81E-04 | 2.77E-04 |
| NNW | 5.72E-03 | 3.74E-03 | 2.65E-03 | 2.35E-03 | 1.02E-03 | 3.13E-04 |

注：阴影部分为无人子区

7.3.1.4 集体剂量

退役治理前本项目气载放射性流出物所致 20km 范围内集体有效剂量见表 7.3-5，从表中可以看出，退役治理前本项目气载放射性流出物对评价区域 20km 范围内居民产生的集体剂量为 0.0365 人·Sv/a。

表 7.3-5 气载放射性流出物所致集体有效剂量

| 距离 | 0~1km | 0~2km | 0~3km | 0~5km | 0~10km | 0~20km |
|-------------------|----------|----------|----------|----------|----------|----------|
| 20km 集体剂量, 人·Sv/a | 3.85E-03 | 3.96E-03 | 1.41E-03 | 1.68E-03 | 7.15E-03 | 3.65E-02 |
| 份额, % | 10.8 | 11.1 | 14.4 | 15.0 | 31.6 | 100.0 |

溪 $U_{\text{天然}}$ 附加值为 $7.2 \times 10^{-7} \text{mg/L}$, ^{226}Ra 附加值为 $6.8 \times 10^{-6} \text{Bq/L}$, 远小于群裕河上游地表水 $U_{\text{天然}}$ $6.04 \times 10^{-3} \text{mg/L}$ 和 ^{226}Ra $4.28 \times 10^{-3} \text{Bq/L}$, 环境影响非常小。

7.3.3 剂量汇总与评价

综上所述, 主要影响为气载途径, 地表水途径造成影响非常小。退役治理前 20km 范围内的关键居民组为评价中心 ENE 方位、0.5km 处大峯围, 公众最大个人剂量值为 0.0298mSv/a ; 评价区域 20km 范围内无人子区潜在最大个人剂量为 0.0581mSv/a , 出现在评价中心 NNE 方位、3~5km 处; 评价区域 20km 范围内居民产生的集体剂量为 $0.0365 \text{人} \cdot \text{Sv/a}$ 。主要由气载放射性流出物所致, 关键途径为吸入内照射, 关键核素为 ^{222}Rn 。

8 退役治理施工过程中的环境影响

8.1 施工过程中的辐射环境影响分析

本项目施工中的主要工作包括尾渣库的建设，废石堆、尾渣堆的清挖、运输、回填土；废石（渣）堆、露天采场的覆土、植被，工业场地、污染道路污染土的清挖、运输，污染建（构）筑物的拆除与运输等。

施工过程中的环境危害因素主要是废石（渣）堆和尾渣堆表面 ^{222}Rn 析出造成居民吸入内照射的危害，其次为施工过程中增加了地表的扰动，使空气中放射性粉尘在施工场地附近略有增加。

本次退役治理项目施工过程中，对环境的影响具有如下特点：

1) 本项目治理两处矿点，两者之间直线距离约 5km，施工治理时，分区分别治理，彼此独立、相互影响很小；且两个矿点内的治理对象较为集中，影响范围有限。

2) 本项目总工期为 48 个月，因此退役治理过程的影响是暂时的，随着施工结束会慢慢恢复正常。

由于该项目的上述特点，退役治理过程对环境产生的影响是较小的。

8.1.1 源项分析

1) 气载流出物源项

(1) ^{222}Rn 的释放

废石（渣）堆和尾渣堆释放的 ^{222}Rn 是影响周围环境的主要污染源项。本项目共 2 个废石堆、1 个废渣堆和 1 个露天采场采取原地覆土、植被的治理方案，其它 7 个废石堆、1 个尾渣堆和 2 个工业场地采取清挖并回填尾渣库或其他废石堆的处置方式。在治理过程中不会产生新的污染源项、扩大污染面积。因此，施工过程中 ^{222}Rn 的释放与治理前没有大的变化。

(2) 悬浮物

在治理废石（渣）堆、尾渣堆以及各污染场地的清挖过程中，由于人为扰动和自然风的驱使，可能会产生扬尘，在风速较大的情形下，悬浮物较容易弥散空气中，因此要避免在大风天气进行施工，同时保持施工洒水措施来抑制扬尘的产生；风速降低时，悬浮物由于重力作用会逐渐沉降下来，本次退役治理工程位于山区，有高山相隔，因此，退役治理过程的扬

尘对周围公众的影响是比较小的，即退役治理过程对周边公众的辐射影响较退役治理前变化不大。

2) 液态流出物源项

施工过程中，黄泥湖矿点和大鞞围矿点的坑口流出水经过被动式过滤、疏水设施后经排水沟或排水盲沟分别排至黄泥湖小溪和群裕河，坑口流出水中放射性核素浓度稳定，同退役治理前基本相同。

8.1.2 退役治理过程中公众辐射影响分析

在退役治理过程中，本项目产生的气载放射性流出物源项与治理前变化不大，液态流出物源项所致居民最大个人剂量很低，所以退役治理过程中气载流出物源项对公众的影响与退役治理前相比基本处于同一水平。因此本次退役治理施工过程中对公众的环境影响分析不再重复赘述，退役治理过程中的环境影响分析参考§7.3 章节。

8.1.3 退役治理过程中的辐射防护措施

- 1) 清挖、回填施工现场，应不定时洒水降尘，以减少扬尘污染环境。
- 2) 合理安排施工进度，在风速较大时 ($v > 3\text{m/s}$) 尽量不要进行废石（渣）堆、尾渣堆和工业场地的开挖、倒运工作。
- 3) 施工人员在进废石（渣）和尾渣的挖运、污染土挖运等操作时，要注意不要将放射性废物遗漏在原址或洒落在运输沿途，造成污染面积扩大或处置不彻底。
- 4) 清挖、搬运操作结束后，及时对工作场所、运输道路及周围环境进行放射性监测，发现异常及时采取治理措施。
- 5) 合理选择废物运输路线，对施工便道进行不定期的维护，发现路面出现坑洼不平等情况时，及时进行补修，以减少运输过程中的撒漏。
- 6) 运输车辆中配置洒落清扫工具，在运输过程中如发现放射性废物洒落及时由专人对洒落污染物进行清理，对周围路面进行清扫。

8.2 施工过程中非放射性环境影响分析

8.2.1 施工过程中大气环境影响分析

1) 施工期大气污染物的排放

施工期废气污染源主要包括：

(1) 在进行土地平整、污染场地清挖、水沟开挖、植被覆土及物料装卸和运输等过程中，都存在扬尘的污染。

(2) 工程机械在施工过程中会排放烟气，主要污染物为 SO_2 ；此外，重型施工车辆在施工矿点区域进行运输作业时，会产生汽车尾气。

2) 大气污染物治理措施及影响分析

(1) 施工扬尘

施工期间，废石（渣）和尾渣以及土方的挖掘、堆存、回填及运输过程等在有风天气均易产生扬尘。扬尘的多少及影响程度的大小与施工场地条件、管理水平、机械化程度和天气条件等诸多因素有关；本评价根据施工现场扬尘实测资料，对其进行综合分析。某地施工现场的扬尘实际监测结果见下表：

表 8.2-1 施工现场扬尘监测结果 单位： mg/m^3

| 距工地距离(m) | 10 | 20 | 30 | 40 | 50 | 100 | 150 | 备注 |
|----------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|------|
| 场地未洒水 | 1.75 | 1.30 | 0.78 | 0.365 | 0.345 | 0.330 | 0.309 | 春季测量 |
| 场地洒水 | 0.437 | 0.350 | 0.310 | 0.265 | 0.250 | 0.238 | 0.208 | |

由上表可知，建筑施工扬尘的影响范围主要集中在工地下风向 150m 范围内，150m 范围外影响较小；施工现场采取场地洒水措施，可以明显地降低施工场地周围环境空气的粉尘浓度，通过洒水降尘，加强管理，厂界可以满足《大气污染物综合排放标准》（GB16297-1996）无组织排放监控浓度限值 $1\text{mg}/\text{m}^3$ 的要求。

施工场地扬尘控制措施：

- ①在施工场地安排专人定期对施工场地进行洒水，以减少扬尘量；
- ②遇有大风天气预报或市政府发布空气质量预警时，应停止土方施工作业；
- ③沙、石、土方等散体材料需覆盖；施工场地内装卸、搬运物料应遮盖或洒水；
- ④物料运输需采取苫布覆盖等必要的遮盖防尘措施，避免沿途遗洒；
- ⑤建筑垃圾集中、分类堆放，严密遮盖，及时处理、清运干净。
- ⑥提高管理水平，加强现场施工管理。

由于本次退役治理主要施工项目集中在黄泥湖和大峯围两个工业场地内，施工场地距离最近的敏感地尚有 0.5km，且有山体相隔，现场施工对敏感点的影响较小。

（2）机械烟气

为减少由于燃油机械运行产生的烟气，在施工过程中选择使用工况良好的机械，并加强日常维护及检修，尽量避免由于机械老化而导致的燃料燃烧不完全现象的发生，以减少烟气的产生。同时，选择高品质的燃料，以降低机械排放烟气中有害成分的含量。

8.2.2 施工过程中水环境影响分析

1) 施工期废水的产生

施工期废水污染源主要包括施工废水和施工人员的生活污水。

（1）生产废水

施工期生产废水主要包括设备冲洗废水和水泥养护排水，水中污染物主要为悬浮物、泥沙等，产生量极少。

（2）生活废水

施工期生活废水主要来自于施工工作人员产生的生活杂用水及盥洗用水。废水中主要污染物为 COD、BOD 和氨氮，其含量分别为 250mg/L、150mg/L 和 30mg/L；按照施工人员 50 人进行估算，产生废水约 4t/d。

2) 施工期废水的处置

施工期间，使用简易废水收集系统，对施工废水进行处理。根据废水的不同来源及性质，对施工期的生产和生活废水分别进行收集。

（1）生产废水的处理

在施工场地内设置简易的废水收集池，对于含污染物种类较为简单的废水，如设备冲洗、水泥养护排水，在收集沉淀后，回用于场地喷洒降尘。

（2）生活废水的处理

本项目在退役现场不建设施工营地，主要居住在距离施工现场直线距离约 10km 的晨光镇内，生活污水进入化粪池，定期处理，不会对周围环境产生明显影响。

此外，对施工期用水量进行控制，在保证正常生产和生活的情况下，

从源头控制废水的产生。经过上述处理后，施工期的各种废水不会对项目周边的地表水环境产生不良影响。

8.2.3 施工过程中声环境影响分析

1) 施工期噪声的影响

施工期间噪声的主要来源为施工机械、运输车辆噪声、物料装卸碰撞声等，主要噪声源为运输车辆、挖掘机、推土机等，单体设备声源声级不超过 95dB (A)。

2) 施工期噪声的防治

(1) 在施工机械的选择上，选择低噪设备；

(2) 加强对设备的检查和维护，减小由于设备部件之间的不正常碰撞产生的噪声。

在采取以上措施后，经过空气的吸收及距离衰减，噪声大大降低。

3) 施工期声环境影响分析

由于施工场地内设备位置不断变化，同一施工阶段的不同时间设备运行数量亦有波动，因此很难准确预测施工场界噪声值。本项目采用类比组合噪声最大值为声源，采用点声源几何发散衰减公式计算，预测公式如下：

$$L_{p2} = L_{p1} - 20\lg(r_2/r_1) \quad (8-1)$$

式中：

L_{p1} —受声点 P1 处的声级；

L_{p2} —受声点 P2 处的声级；

r_1 —声源至 P1 点的距离，m；

r_2 —声源至 P2 点的距离，m；

经类比调查，各类机械噪声声级及预测结果见表 8.2-2。

表 8.2-2 各类机械噪声声级及预测结果

| 序号 | 主要设备 | 最大噪声声级 dB(A) | 噪声标准限值 dB(A) | | 影响半径 m | |
|----|------|--------------|--------------|----|--------|------|
| | | | 昼间 | 夜间 | 昼间 | 夜间 |
| 1 | 运输车辆 | 90 | 70 | 55 | 10 | 56.2 |
| 2 | 挖掘机 | 90 | | | 10 | 56.2 |
| 3 | 推土机 | 90 | | | 10 | 56.2 |
| 4 | 电锯 | 95 | | | 17.8 | 100 |
| 5 | 空压机 | 95 | | | 17.5 | 100 |

由上表可见，昼间施工设备噪音在施工设备 17.8m 处即可降至 70 dB(A) 的标准以下，夜间施工设备在距离设备 100m 处可降至 55 dB(A)，本退役项目在夜间不准施工，考虑多台设备的噪声叠加作用，一般施工场地周围 30m 可满足《建筑施工场界噪声排放标准值》（GB12523-2011）昼间 70dB(A) 的标准要求。

该退役治理工程的施工场地主要在黄泥湖和大鞏围两个工业场地内，其边界距离最近的村庄约 0.5km，按照最大噪声设备 95dB(A) 进行估算，其贡献值约为 41dB(A)，参照《中核韶关金宏铀业有限责任公司水冶厂安全技术改造工程环评报告书》（中核第四研究设计工程有限公司，2014.07）中矿部附近小寨、黄陂等敏感点的噪声，其昼间噪声在 52~56 dB(A) 之间，夜间噪声在 43~48dB(A) 之间，根据噪声的叠加规律，施工噪声对敏感点的贡献量极低，且施工场地属于山区，与敏感点之间有山峦阻隔，施工噪声基本不会对敏感点产生影响，周围环境满足《声环境质量标准》（GB3096-2008）中 3 类标准要求。

8.2.4 施工过程中固体废物环境影响分析

1) 固体废物的产生

施工期产生的固体废物主要是拆除的建筑垃圾、清挖迁移废石及污染土、废旧设备、管材以及表面去污产生的固体废物和少量的生活垃圾等。

2) 固体废物的处置

（1）建筑垃圾：本次退役工程黄泥湖矿点建构物拆除约产生 1577.7m³ 的建筑垃圾，全部运至该矿点的尾渣库集中处置。大鞏围建筑物拆除产生约 956.7m³ 的建筑垃圾，全部运至该矿点的 KD-2、3 废石堆集中处置；

（2）清挖迁移废石、尾渣、废渣及污染土：本次退役治理过程清挖、迁移污染物共约 119256m³，全部运至附近尾渣库或大鞏围 KD-2、3 废石堆集中填埋、覆土治理；

（3）废旧设备及管材：所有金属设备和管线约 15.71t，拆除、去污后，运至国家核安全局认可的废旧金属处理中心集中熔炼处置；对于非金属废物约 78.62t，拆除解体后送尾渣库或废石堆集中处置。

(4) 污染物表面去污过程会产生少量的钢丝球、抹布等固体废物，集中收集后送井下或废石堆集中处置。

(5) 施工过程约产生生活垃圾 16.5t/a，统一收集后交由环卫部门处理。

该项目退役治理治理过程中固体废物产生及处理处置去向情况如下表 8.2-2 所示。

表 8.2-2 退役过程中产生的固体废物一览表

| 项目 | 来源 | | 去向 |
|------|-------------------|----------------------|--|
| | 种类 | 数量 | |
| 固体废物 | 清挖迁移废石（渣）、尾渣等及污染土 | 119256m ³ | 尾渣库和大崮围 KD-2、3 废石堆 |
| | 建筑垃圾 | 2534.4m ³ | 尾渣库和大崮围 KD-2、3 废石堆 |
| | 拆除设备、管线 | 94.33t | 15.71t 金属设备管线运往国家核安全局认可的废旧金属处理中心，78.62t 非金属设备管线运往尾渣库和大崮围 KD-2、3 废石堆集中处置。 |
| | 去污过程会产生少量的钢丝球、抹布等 | — | 集中收集后送坑口或废石堆集中处置 |
| | 生活垃圾 | 16.5t/a | 集中收集交环卫部门处理 |

8.2.5 施工过程中生态环境影响分析

本项目为退役治理工程，不新增占地，施工过程中基本不会对周边植被、土壤等生态要素产生影响，对生态环境的影响主要是施工期噪声和人员活动可能会对项目周边常出没的动物造成惊吓，使其离开项目所在地周围区域觅食、繁殖。区域内没有珍稀濒危野生动物栖息，不涉及对珍稀濒危野生动物的影响问题。此外，本项目退役治理工程完成后，在消除现存的安全、环保隐患的同时，通过覆土恢复植被，可有效改善项目所在地的生态环境质量。

8.3 施工过程中的环境保护防护措施

1) 在进行坑（井）口封堵治理时，采取局扇对坑（井）口进行通风，以减少对施工人员和周围环境的污染。

2) 对于采取清挖治理的废石（渣）堆、建（构）筑物、污染道路等设施，在清挖、回填过程中可能会产生扬尘，污染周围环境。因此在施工过程中采取不定期洒水、帆布遮挡等措施，抑制扬尘向周围环境的扩散。同时在大风天气时，禁止施工以减少对周围环境的污染。

3) 采取清挖治理的设施，在清挖后，原址有可能存在着遗漏或洒落的放射性污染，如不及时发现，可能造成污染面积扩大，对周围环境再次造成污染。因此在清挖过程中要认真贯彻“边监测，边施工”的施工方案，发现异常及时进行清理，确保对污染物的彻底清除，减少对周围环境的污染。

4) 放射性废物运输时，有可能由于运输道路坑洼不平等原因，造成运输的放射性污染物洒落在运输沿线，对周围环境造成不同程度的污染。因此在运输废物过程中采取以下措施以减少对周围环境的影响：

(1) 废物运输车辆行驶过程中，严格控制车速，减少污染物的洒落。

(2) 发现运输道路出现坑洼不平路面时，及时进行补修，以减少车辆颠簸造成的污染物洒落。

(3) 及时对废物运输道路沿线进行监测，发现异常及时采取措施，捡回洒落的放射性污染物。

(4) 运输车辆配置清扫工具，在运输过程中发现放射性废物洒落及时对洒落污染物进行清理，对周围路面进行清扫。

5) 本项目在施工过程中涉及到大型机械施工，其产生的噪声会对周围声环境造成一定程度的影响。本项目在施工过程中，尽量选择在白天进行施工，对于产生噪声较大的大型施工机械，禁止在夜间操作。

6) 本项目所需土均来自外地土源地，且需求量大，在土源运输过程易产生扬尘，而当地风速较小、空气湿度大在运输土源过程中扬尘量较小，对环境影响较小。同时，运输车顶土源上布置除尘毡布以防止扬尘，因此该运输过程中对环境、生态的影响很小。

7) 临时占地剥离的表土进行储存，作为生态恢复的土源。

8) 土源地取土施工时，尽量避免在暴雨季节进行土石方开挖作业，以减少水土流失量。同时各土源地在取土之后，按照地方水土保持的有关规定，需要种草、植树，植被选择当地的优势物种栽种，防止水土流失，改善生态环境，恢复自然植被。

9 退役治理后的辐射环境影响评价

9.1 退役治理后源项

退役治理后源项分析见§6.5.3 章节。退役治理后气载流出物源项特征见表 9.1-1，液态流出物源项同退役治理前相同，源项相对位置见图 9.1-1。

表 9.1-1 退役治理后气载放射性源项一览表

| 序号 | 矿点名称 | 源项名称 | 面源面积 m ² | 氡析出率 Bq/m ² ·s | 氡释放量 Bq/a | 源项类型 |
|----|-------|------------------|------------------------|------------------------------|--------------|------|
| 1 | 黄泥湖矿点 | 露天采场 LTCC-1 | 1137.5 | 0.74 | 2.65E+10 | 面源 |
| 2 | | 尾渣库 | 18600 | 0.74 | 4.34E+11 | 面源 |
| 3 | 大鞞围矿点 | 大鞞围废石堆 KD-2、3 | 3109 | 0.74 | 7.26E+10 | 面源 |
| 4 | | 大鞞围废石堆 KD-X1 | 1374 | 0.74 | 3.21E+10 | 面源 |
| 5 | | 废渣堆 WZ-2 | 3500 | 0.74 | 8.17E+10 | 面源 |

9.2 退役治理后辐射环境影响剂量估算与分析

9.2.1 气载途径辐射环境影响剂量估算

9.2.1.1 评价基本参数

退役治理后评价中心仍选取退役治理前的废渣堆 WZ-2，评价年份为退役治理完成后第一年，即 2024 年。其余评价基本参数同退役治理前一致，本章节不在赘述。

9.2.1.2 环境敏感目标辐射环境影响

退役治理后本项目气载源项所致两个矿点周边 3km 范围内环境敏感目标核素浓度和公众剂量结果见表 9.2-1。

由表可知，退役治理后气载源项对评价中心 3km 范围内各居民点中影响最大的是评价中心的 ENE 方位、0.5km 处大鞞围，所有源项对大鞞围空气中氡贡献浓度为 $5.76 \times 10^{-2} \text{Bq/m}^3$ ，所致该居民点的最大个人剂量为 $1.23 \times 10^{-3} \text{mSv/a}$ 。

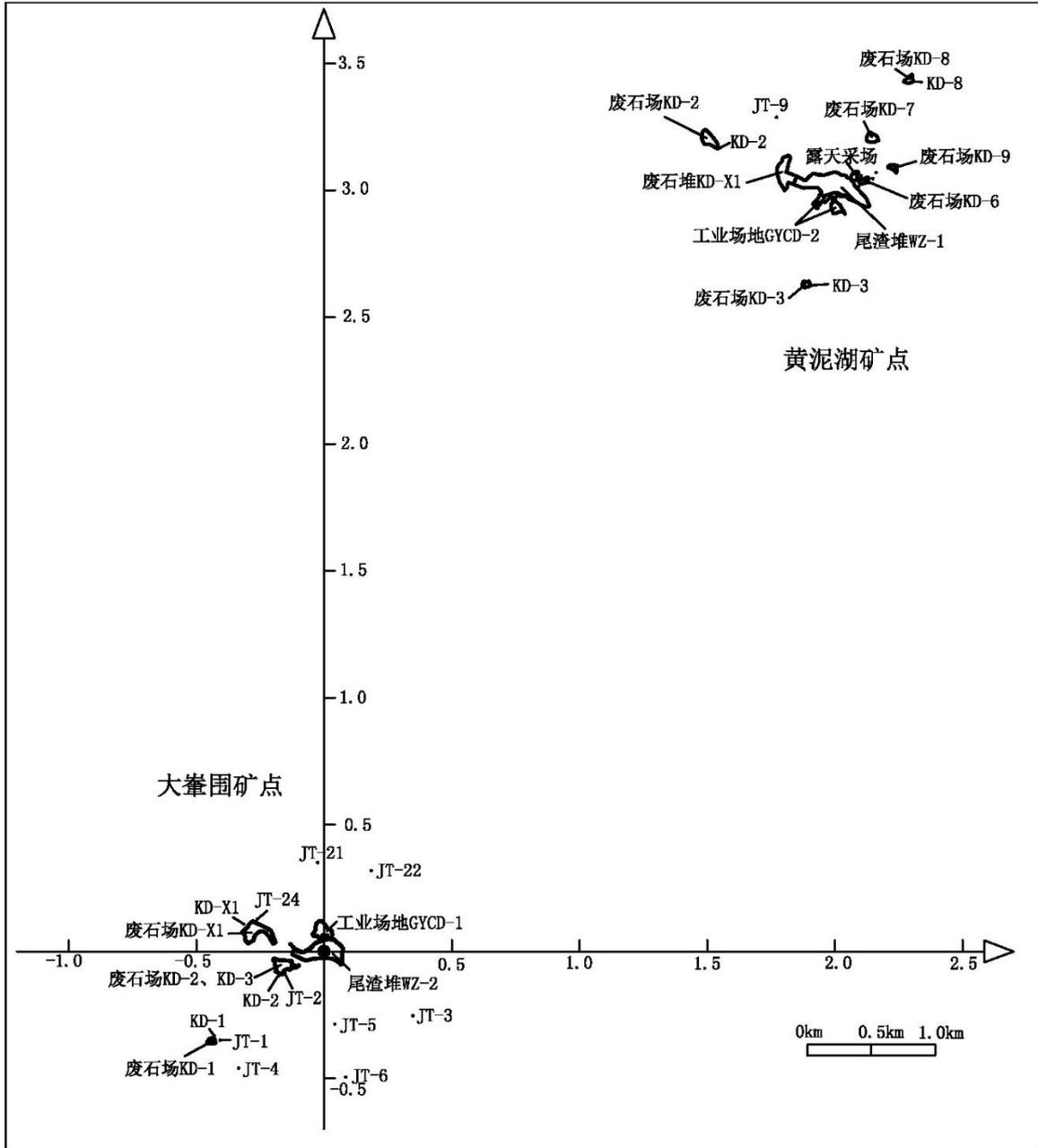


图 9.1-1 退役治理后源项相对位置图

表 9.2-1 退役治理后 3km 范围内环境敏感点辐射环境影响

| 序号 | 居民点 | 方位 | 距评价中心距离 (km) | ^{222}Rn 浓度 (Bq/m^3) | 公众个人剂量 (mSv/a) |
|----------|------------|------------|-----------------|--|-------------------------------------|
| 1 | 高湖寨 | N | 3.9 | 2.55E-02 | 5.45E-04 |
| 2 | 割藤垌门口 | N | 5.4 | 1.55E-02 | 3.31E-04 |
| 3 | 山下 | NNE | 2.9 | 4.39E-02 | 9.39E-04 |
| 4 | 铁丝里 | NNE | 5.7 | 9.74E-03 | 2.08E-04 |
| 5 | 大崧围 | ENE | 0.5 | 5.76E-02 | 1.23E-03 |

| 序号 | 居民点 | 方位 | 距评价中心距离 (km) | ²²² Rn 浓度 (Bq/m ³) | 公众个人剂量 (mSv/a) |
|----|------|-----|-----------------|--|-------------------|
| 6 | 白面石村 | ENE | 2.1 | 6.68E-03 | 1.43E-04 |
| 7 | 新屋 | ENE | 2.9 | 5.83E-03 | 1.25E-04 |
| 8 | 崇下 | ENE | 3.4 | 6.86E-03 | 1.47E-04 |
| 9 | 桂龙嶂下 | WSW | 2.4 | 3.30E-03 | 7.05E-05 |
| 10 | 野猪窝 | W | 1.2 | 5.33E-03 | 1.14E-04 |
| 11 | 双坑 | WNW | 0.7 | 1.60E-02 | 3.41E-04 |
| 12 | 上桂村 | NW | 2.5 | 4.64E-03 | 9.92E-05 |
| 13 | 荸荠塘 | NNW | 1.9 | 9.14E-03 | 1.95E-04 |

退役治理后各污染源项对杨坑口影响的贡献情况见表 9.2-2，由表可知，对大峯围敏感目标最大个人剂量贡献最大的源项是废渣堆 WZ-2，贡献份额 56.47%。

表 9.2-2 各源项对大峯围影响的贡献情况

| 序号 | 源项 | ²²² Rn 浓度 (Bq/m ³) | 合计 (mSv/a) | 份额 (%) |
|----------|-----------------|---|-----------------|--------------|
| 1 | 露天采场 LTCC-1 | 3.41E-04 | 7.28E-06 | 0.59 |
| 2 | 尾渣库 | 6.81E-03 | 1.45E-04 | 11.82 |
| 3 | 大峯围废石堆 KD-2、3 | 1.54E-02 | 3.29E-04 | 26.79 |
| 4 | 大峯围废石堆 KD-X1 | 2.49E-03 | 5.32E-05 | 4.33 |
| 5 | 废渣堆 WZ-2 | 3.25E-02 | 6.95E-04 | 56.47 |
| 6 | 合计 | 5.76E-02 | 1.23E-03 | 100.00 |

9.2.1.3 各子区地面空气中氡浓度分布

退役治理后，气载放射性源项所致地面空气中氡浓度贡献值见表 9.2-3

从上表可知，在有人子区中，退役治理后气载放射性流出物所致空气中各核素最大贡献浓度出现在 ENE 方位、0~1km 处，该子区地面空气中 ²²²Rn 最大贡献浓度为 $5.76 \times 10^{-2} \text{Bq/m}^3$ 。

在无人子区中，退役治理后气载放射性流出物所致空气中各核素最大贡献浓度出现在 NNE 方位、3~5km 处，该子区地面空气中 ²²²Rn 最大贡献浓度为 0.231Bq/m^3 。

表 9.2-3 气载流出物所致各子区空气中氡浓度贡献值 (Bq/m³)

| 核素 | 方位 | 距离 (km) | | | | | |
|-------------------|----------|-----------------|----------|----------|----------|----------|----------|
| | | 0~1 | 1~2 | 2~3 | 3~5 | 5~10 | 10~20 |
| ²²² Rn | N | 1.83E-02 | 2.91E-03 | 1.05E-02 | 2.55E-02 | 5.94E-03 | 1.63E-03 |
| | NNE | 4.21E-02 | 2.59E-03 | 4.39E-02 | 2.31E-01 | 1.65E-02 | 1.42E-03 |
| | NE | 6.29E-02 | 6.10E-03 | 3.36E-03 | 1.88E-01 | 1.91E-02 | 1.96E-03 |
| | ENE | 5.76E-02 | 1.23E-02 | 6.68E-03 | 6.86E-03 | 4.13E-03 | 7.96E-04 |
| | E | 2.17E-02 | 8.11E-03 | 2.21E-03 | 2.42E-03 | 1.99E-03 | 6.72E-04 |
| | ESE | 1.38E-02 | 4.76E-03 | 1.82E-03 | 1.17E-03 | 7.54E-04 | 3.06E-04 |
| | SE | 6.11E-03 | 1.84E-03 | 1.06E-03 | 6.06E-04 | 6.00E-04 | 2.54E-04 |
| | SSE | 6.38E-03 | 1.72E-03 | 2.12E-04 | 4.88E-04 | 4.46E-04 | 1.62E-04 |
| | S | 7.05E-03 | 1.48E-03 | 4.08E-04 | 6.10E-04 | 4.06E-04 | 1.92E-04 |
| | SSW | 5.35E-03 | 7.80E-04 | 1.22E-03 | 1.39E-03 | 7.72E-04 | 2.96E-04 |
| | SW | 6.00E-03 | 1.76E-03 | 1.05E-03 | 1.11E-03 | 1.21E-03 | 4.72E-04 |
| | WSW | 1.25E-02 | 1.94E-03 | 3.30E-03 | 3.98E-04 | 8.94E-04 | 4.50E-04 |
| | W | 1.40E-02 | 5.33E-03 | 1.79E-03 | 8.26E-04 | 1.03E-03 | 3.74E-04 |
| | WNW | 1.62E-02 | 2.28E-03 | 4.57E-03 | 4.22E-04 | 1.09E-03 | 6.32E-04 |
| | NW | 6.72E-03 | 4.08E-03 | 4.64E-03 | 3.17E-03 | 2.41E-03 | 8.20E-04 |
| NNW | 8.93E-03 | 9.14E-03 | 4.66E-03 | 6.33E-03 | 2.94E-03 | 8.74E-04 | |

注：阴影部分为无人子区。

9.2.1.4 各子区公众个人剂量分布

项目退役治理后气载放射性流出物所致各子区公众个人剂量见表 9.2-4。评价范围内公众个人剂量等值线分布见图 9.2-1。

从该表可知，退役治理后本项目气载放射性流出物所致有人子区最大个人剂量出现在 ENE 方位、0~1km 子区内，该子区内最大个人剂量值为 $1.23 \times 10^{-3} \text{mSv/a}$ 。

退役治理后本项目气载放射性流出物所致无人子区最大个人剂量出现在 NNE 方位、3~5km 子区内，该子区内潜在照射最大个人剂量值为 $4.94 \times 10^{-3} \text{mSv/a}$ 。

表 9.2-4 气载流出物所致各子区的个人剂量 (mSv/a)

| 方位 | 距离 (km) | | | | | |
|-----|-----------------|----------|----------|----------|----------|----------|
| | 0~1 | 1~2 | 2~3 | 3~5 | 5~10 | 10~20 |
| N | 3.92E-04 | 6.22E-05 | 2.24E-04 | 4.31E-04 | 5.45E-04 | 3.48E-05 |
| NNE | 9.00E-04 | 5.54E-05 | 9.39E-04 | 4.94E-03 | 3.52E-04 | 3.03E-05 |
| NE | 1.34E-03 | 1.30E-04 | 7.19E-05 | 4.01E-03 | 1.47E-04 | 4.18E-05 |
| ENE | 1.23E-03 | 2.63E-04 | 1.43E-04 | 1.21E-04 | 8.82E-05 | 1.70E-05 |
| E | 4.64E-04 | 1.73E-04 | 4.72E-05 | 5.17E-05 | 4.25E-05 | 1.44E-05 |
| ESE | 2.95E-04 | 1.02E-04 | 3.89E-05 | 2.51E-05 | 1.61E-05 | 6.54E-06 |
| SE | 1.31E-04 | 3.93E-05 | 2.27E-05 | 1.30E-05 | 1.28E-05 | 5.43E-06 |
| SSE | 1.36E-04 | 3.68E-05 | 4.53E-06 | 1.04E-05 | 9.53E-06 | 3.46E-06 |
| S | 1.51E-04 | 3.17E-05 | 8.72E-06 | 1.30E-05 | 8.68E-06 | 4.10E-06 |
| SSW | 1.14E-04 | 1.67E-05 | 2.60E-05 | 2.98E-05 | 1.65E-05 | 6.33E-06 |
| SW | 1.28E-04 | 3.76E-05 | 2.25E-05 | 2.37E-05 | 2.59E-05 | 1.01E-05 |
| WSW | 2.67E-04 | 4.14E-05 | 7.05E-05 | 8.51E-06 | 1.91E-05 | 9.62E-06 |
| W | 2.98E-04 | 1.14E-04 | 3.82E-05 | 1.77E-05 | 2.19E-05 | 7.99E-06 |
| WNW | 3.41E-04 | 4.86E-05 | 9.77E-05 | 9.02E-06 | 2.33E-05 | 1.35E-05 |
| NW | 1.44E-04 | 8.71E-05 | 9.92E-05 | 6.78E-05 | 5.14E-05 | 1.75E-05 |
| NNW | 1.91E-04 | 1.95E-04 | 9.95E-05 | 1.35E-04 | 6.29E-05 | 1.87E-05 |

注：阴影部分为无人子区

9.2.1.5 集体剂量

退役治理后本项目气载放射性流出物所致 20km 范围内集体有效剂量见表 9.2-5，从表中可以看出，退役治理后本项目放射性流出物对评价区域 20km 范围内居民产生的集体剂量为 2.42×10^{-3} 人·Sv/a。

表 9.2-5 气载放射性流出物所致集体有效剂量

| 距离 | 0~1km | 0~2km | 0~3km | 0~5km | 0~10km | 0~20km |
|-------------------|----------|----------|----------|----------|----------|----------|
| 20km 集体剂量, 人·Sv/a | 1.31E-04 | 1.33E-04 | 1.79E-04 | 1.90E-04 | 6.10E-04 | 2.42E-03 |
| 份额, % | 5.4 | 5.5 | 7.4 | 7.9 | 25.2 | 100.0 |

9.2.2 地表水途径辐射环境影响分析

退役治理后，黄泥湖矿点和大峯围矿点的坑口流出水经过被动式过滤、疏水设施后经排水沟或排水盲沟分别排至黄泥湖小溪和群裕河，坑口流出水中放射性核素浓度稳定，同退役治理前基本相同。

液态源项对公众的影响与退役治理前相比基本处于同一水平。因此本次退役治理后对公众的环境影响分析不再重复赘述，退役治理过程中的环境影响分析参考§7.3 章节。

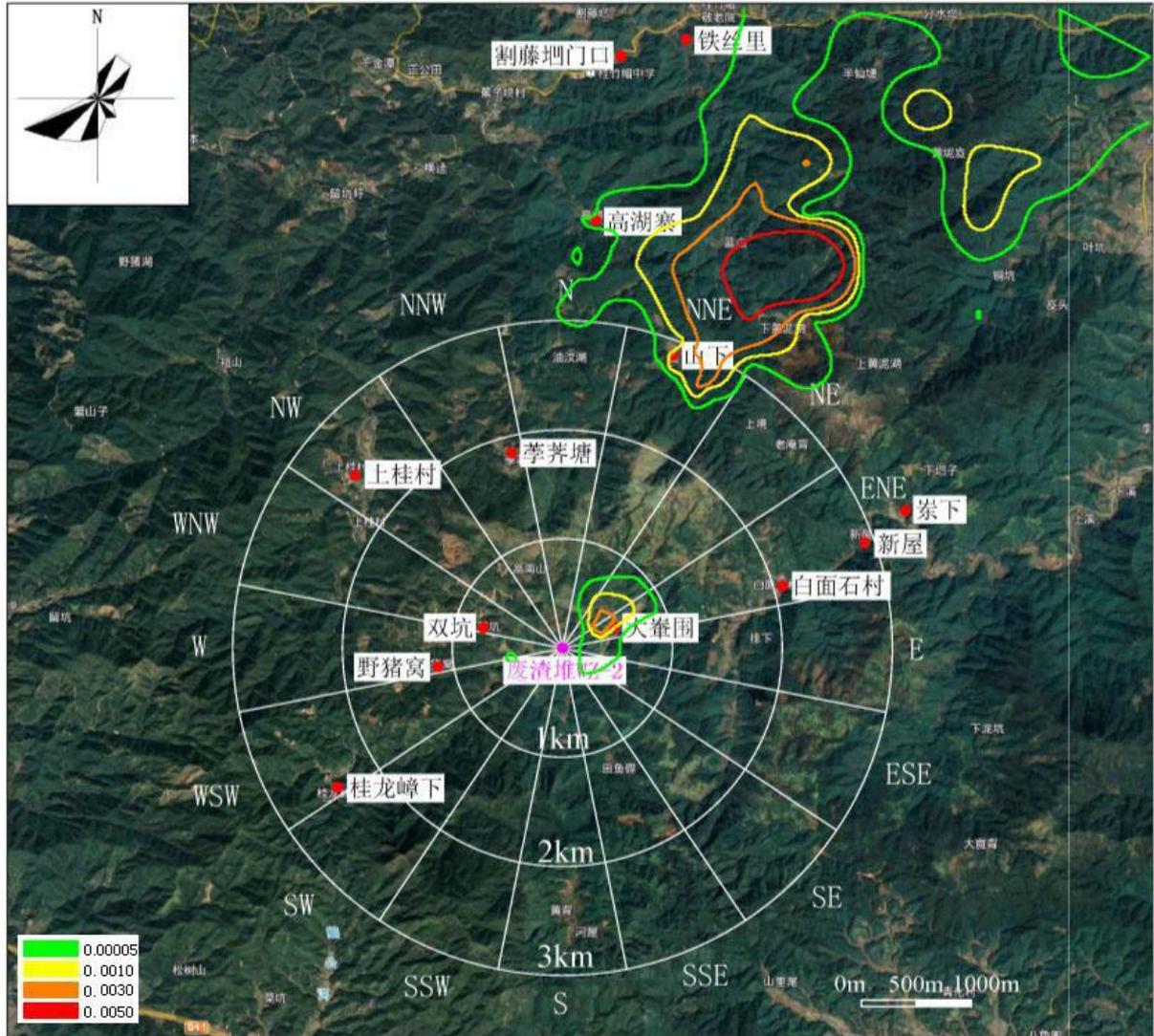


图 9.2-1 退役治理后气载流出物所致公众受照剂量等值线图

9.2.3 地下水途径辐射环境影响估算

9.2.3.1 地下水影响途径分析

根据该退役治理工程的源项调查、治理方案和区域水文地质特征等分析，退役治理后可能涉及到对地下水环境产生影响的主要源项有黄泥湖矿点的尾渣库及大鞏围矿点的废渣堆。

1) 黄泥湖尾渣库对地下水环境影响分析

本次退役治理工程拟在黄泥湖矿点废石堆 KD-X1 场址修建拦渣坝、排洪设施等形成尾渣库，用作黄泥湖矿点所有废物的最终容纳场所，尾渣有

效库库容 22 万 m^3 。

根据尾渣库勘察报告，库区岩层基本为火山碎屑岩（勘察揭露岩层为强风化火山碎屑岩及中风化火山碎屑岩），库区岩层岩体节理裂隙发育一般，岩石完整性较好，渗透性较差，为相对隔水层，渗透系数为 $5 \times 10^{-7} \text{cm/s}$ ，厚度均大于 1.5m。当所有污染物填筑后，尾渣库滩面覆盖治理采用复合层结构，即由下至上依次为粘土层 0.85m、复合土工膜（两布一膜，材质 HDPE）1.5mm、砂卵石隔离层 0.2m、植被层 0.35m，最终尾渣库的多层覆盖总厚度为 140cm，形成天然顶部屏蔽层，此外，在库区设置溢洪道引流上层客水，可有效阻隔上部水份及大气降水对尾渣库内污染物的淋滤。

综上所述，经过上述一系列底部防渗、顶部覆盖、周边溢洪道等退役治理手段，对尾渣库内废物进行了全面包裹，充分的阻挡了大气降水及周边地表径流，可以有效地控制外来水对尾渣库内废物的冲刷和淋滤，使库内废物处于与外界环境隔离状态，有效地避免了尾渣渗滤进入地下水系统的风险。因此，尾渣库基本不会对周围地下水环境造成影响。

2) 大鞏围废渣堆对地下水环境影响分析

本项目退役治理大鞏围矿点废渣堆 1 个，堆存废渣量 46500t，已掺入石灰进行中和。该废渣堆下部地层自上而下分别为粉质粘土、强风化火山碎屑岩及中风化火山碎屑岩，其中粉质粘土层厚 1.8m，渗透系数为 $2.5 \times 10^{-6} \text{cm/s}$ 。此外，在粉质粘土层上部，即废渣堆底部已铺设防渗复合土工膜，在双层防渗层作用下，可有效防止废渣堆渗漏水进入地下水环境。废渣堆顶部覆盖层自上而下依次为植被土层 35cm+砾石排水层 10cm+高密度聚乙烯衬层 HDPE 土工膜（规格 1.5mm）+覆盖层 130cm，在废渣堆设有截（排）水沟引流上层客水，在上述覆盖层及排水措施的作用下，可有效阻隔上部水份及大气降水对废渣的淋滤。

在正常工况下，上述环保措施可以有效的防止废渣堆渗滤液进入墙外地下水环境，不会对下游地下水产生影响。在非正常工况下，防渗膜破损，废水将通过破损区域进入到废渣堆下部地下水中，从而对废渣堆下游的地下水水质产生影响。

综上所述，正常工况下，尾渣库和废渣堆均不会对地下水环境产生明

显影响。本次地下水环境预测，假设废渣堆顶部及底部防渗结构损坏的事故工况下，造成废渣堆内废渣淋滤，渗滤液直接渗入渣堆下部含水层，其渗漏主要存在于粉质粘土层和风化火山碎屑岩层中，其渗漏方向主要在谷底沿西南向北东向下游迁移扩散，预测其对周边地下水或附近地表水体产生的影响。

9.2.3.2 水文地质概念模型

本次评价中废渣堆地下水中放射性核素浓度分布的计算，采用的是中国原子能科学研究院编制的预测程序—XWATER。该程序可以准确地计算放射性核素及其衰变子体在含水层中的浓度分布情况。

放射性核素在地下水环境中迁移时，因核素（如²³⁸U等）衰变产物具有放射性，从而形成一个衰变链。各核素在迁移的过程中，有各自的分配系数，使其运动的速度有一定差别。在建立水文地质概念模型前，做如下假定：

- 1) 污染物在固相上的吸附遵从线性平衡关系。
- 2) 分配系数 k_d 和阻滞系数 R_d 满足 $R_d=1+k_d \times p_b/n_e$ 。
- 3) 弥散系数恒定，不考虑地下水的垂向流动差异。
- 4) 含水层中质量输运过程由两种基本输运现象控制，即为对流和弥散；同时假定吸附作用符合局部平衡假设，则吸附作用可以表达为线性关系。
- 5) 含水层侧向无限延伸，均质各向同性，厚度恒定为 h ，地下水流向单一（出于保守考虑，取渗透系数最大的方向作为研究方向），孔隙流速恒定为 u ，达西定律适用。

根据这些假设条件，将该区内地下水流场概化为一维流场二维水动力弥散的情况。

9.2.3.3 数学模型

假设地下水水流方向为 X 轴（X 方向地下水流速 u 保持不变），垂直于地下水水流方向为 Y 轴。则质量输运方程可以表达为：

污染物在含水层中的二维平面弥散基本方程为：

$$D_x \frac{\partial^2 c}{\partial x^2} + D_y \frac{\partial^2 c}{\partial y^2} - \lambda R_d c = R_d \frac{\partial c}{\partial t} + u \frac{\partial c}{\partial x} \quad (9-1)$$

以上方程的初始条件和边界条件为：

$$C(x,y,t)|_{t=0} = 0; \quad C(x,y,t)|_{x=\infty, y=\infty} = 0。$$

上式中：

C ：为地下水中污染物浓度， Bq/m^3 ；

u ：为地下水实际流速， m/s ；

D_x, D_y ： x 、 y 方向上的弥散系数， m^2/s ；

λ ：为核素衰变常数， s^{-1} ；

R_d ：为阻滞系数。

R_d 可写为： $R_d = 1 + k_d \times p_b / n_e$

式中：

n_e ：为有效孔隙度， $\%$ ；

p_b ：为介质密度， g/cm^3 ；

k_d ：为分配系数， $[Bq/g]/[Bq/cm^3]$ 。

假设废渣堆防渗失效部分为一个沿 X 方向长度为 l 、沿 Y 方向宽度为 b 的水平矩形面源。选取该面源的中心为计算的坐标原点，见图 9.2-2。

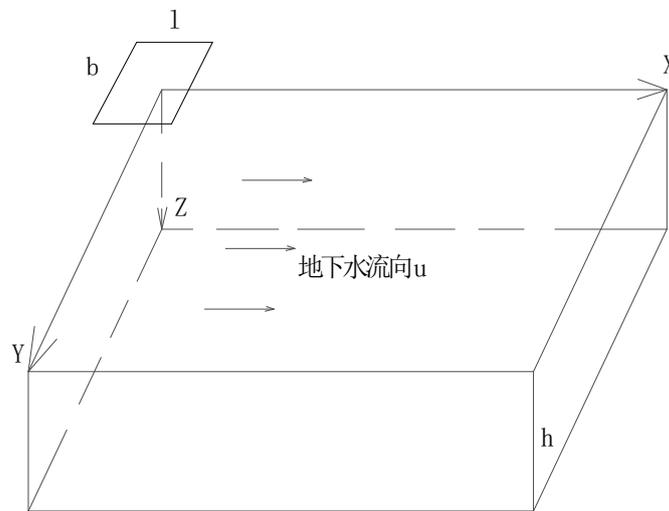


图 9.2-2 废渣堆渗水在地下水中迁移水文地质模型示意图

注：上图中 X 轴为地下水流向方向， Y 轴为水平垂直于地下水流向方向； h 为含水层厚度，其中 l 为废渣堆面源沿 X 方向的长度， b 为沿 Y 方向的平均宽度。（假设废渣堆失效面积为总防渗面积的 1%，失效部分为防渗膜焊接处开裂，概化为 $26m \times 0.5m$ 的条状面源。）

因此，在面源瞬时释放 1 个 Bq 的条件下，上述模型的解析解可表达为：

$$c_i(x, y, t) = \frac{1}{4n_e h b l R_d} \left[\operatorname{erf} \left(\frac{(x+l/2)-ut/R_d}{2\sqrt{D_x t/R_d}} \right) - \operatorname{erf} \left(\frac{(x-l/2)-ut/R_d}{2\sqrt{D_x t/R_d}} \right) \right] \quad (9-2)$$

$$\times \left[\operatorname{erf} \left(\frac{y+b/2}{2\sqrt{D_y t/R_d}} \right) - \operatorname{erf} \left(\frac{y-b/2}{2\sqrt{D_y t/R_d}} \right) \right] \times \exp(-\lambda t)$$

上式中： $c_i(x,y,t)$ 为 $t=0$ 时刻瞬时释放单位某核素 t 时刻 x, y 处液相中核素浓度， Bq/m^3 ；

t ：为核素传输时间， d ；

h ：为含水层的厚度， m ；

l ：为面源沿 X 方向长度， m ；

b ：为面源沿 Y 方向宽度， m 。

其余符号意义同上。

废渣堆渗水连续排放，利用卷积积分可给出连续排放时污染物的浓度分布，即：

$$c(t) = \int_0^t c_i(t-\tau) f(\tau) d\tau \quad (9-3)$$

上式中：

$c(t)$ ：为连续排放的污染物在 t 时刻的浓度， Bq/m^3 ；

$c_i(t-\tau)$ ：为 $t=\tau$ 时刻瞬时释放单位某核素，在 $t-\tau$ 时刻 x, y 处液相中该核素浓度， Bq/m^3 ；

$f(\tau)$ ：为 τ 时刻污染物的排放率， Bq/s 。

本项目选择评价的因子为核素 ^{238}U 、 ^{226}Ra 。

9.2.3.4 参数选取

1) 水文地质参数

本部分评价主要依据该区的地质勘查报告等相关资料，同时参阅有关文献，保守选取评价时所需的水文地质方面的参数。

评价中用到的水文地质参数列于表 9.2-6。

表 9.2-6 废渣堆评价区环境水文地质参数

| 参数名称 | 单位 | 数值 |
|--------------|---------|-----------------------|
| 含水层厚度 h | m | 1.8 |
| 渗透系数 k | m/d | 0.00216 |
| 水力坡度 I | / | 0.027 |
| 平均孔隙流速 v | m/d | 5.83×10^{-5} |
| 有效孔隙度 n_e | % | 30 |
| 纵向弥散系数 D_x | m^2/d | 20 |
| 横向弥散系数 D_y | m^2/d | 2.0 |

2) 核素参数

与本次计算的核素有关参数见表 9.2-7。

表 9.2-7 核素迁移计算有关参数

| 核素 | ^{238}U | ^{226}Ra |
|------------------|------------------------|-----------------------|
| 半衰期, a | 4.47×10^9 | 1.6×10^3 |
| 核素衰变常数, a^{-1} | 1.55×10^{-10} | 4.33×10^{-4} |

9.2.3.5 渗水中核素浓度和渗入量

假定渗滤液通过失效后的防渗部分连续泄漏至地下环境，渗滤液渗漏量计算可以参考达西定律的计算公式，如下式：

$$Q=K \times I \times A \quad (9-4)$$

式中：

Q —废污水渗漏量， m^3/d ；

K —废渣堆底部地层垂向渗透系数， m/d ，取 0.00216；

I —水力梯度，此处取值为 1；

A —防渗失效面积， m^2 ，取总防渗面积的 1‰，取 $13m^2$ ，概化为 $26m \times 0.5m$ 的条状面源；

经上式计算，渗水量为 $0.028 m^3/d$ 。渗水核素源项为 $U_{\text{天然}}$ 含量 $0.3mg/L$ ， ^{226}Ra 活度 $1.1Bq/L$ 。

9.2.3.6 模拟时间

本次预测模拟自假设防渗膜破损后开始，共预测 100 年，分别列出其 20 年与 100 年时各核素的浓度分布情况。

9.2.3.7 预测与分析

1) $U_{\text{天然}}$

表 9.2-9 与 9.2-10 分别列出了废渣堆退役治理后 20 年时及 100 年时 $U_{\text{天然}}$ 在地下水中的浓度分布情况。

表 9.2-9 $U_{\text{天然}}$ 浓度分布情况（20a）（mg/L）

| 水流方向 X (m) | 垂直水流方向 Y (m) | | | | | | |
|------------|--------------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|
| | 0 | 0.5 | 1 | 1.5 | 2 | 2.5 | 3 |
| 0 | 0.2753 | 0.2752 | 0.2746 | 0.2613 | 0.0953 | 0.0271 | 0.0070 |
| 0.25 | 0.2508 | 0.2507 | 0.2495 | 0.2293 | 0.0893 | 0.0259 | 0.0067 |
| 0.5 | 0.2274 | 0.2273 | 0.2255 | 0.2018 | 0.0830 | 0.0245 | 0.0064 |
| 0.75 | 0.1846 | 0.1843 | 0.1818 | 0.1570 | 0.0704 | 0.0217 | 0.0058 |
| 1 | 0.1654 | 0.1651 | 0.1623 | 0.1384 | 0.0643 | 0.0203 | 0.0055 |
| 1.25 | 0.1317 | 0.1312 | 0.1282 | 0.1072 | 0.0528 | 0.0175 | 0.0049 |
| 1.5 | 0.1170 | 0.1165 | 0.1134 | 0.0942 | 0.0475 | 0.0162 | 0.0046 |
| 1.75 | 0.1038 | 0.1032 | 0.1002 | 0.0827 | 0.0426 | 0.0148 | 0.0043 |
| 2 | 0.0918 | 0.0912 | 0.0883 | 0.0725 | 0.0381 | 0.0136 | 0.0040 |
| 2.25 | 0.0811 | 0.0805 | 0.0777 | 0.0635 | 0.0339 | 0.0124 | 0.0037 |
| 2.5 | 0.0629 | 0.0623 | 0.0598 | 0.0485 | 0.0267 | 0.0102 | 0.0031 |
| 2.75 | 0.0553 | 0.0547 | 0.0523 | 0.0423 | 0.0236 | 0.0092 | 0.0029 |
| 3 | 0.0425 | 0.0419 | 0.0399 | 0.0321 | 0.0183 | 0.0074 | 0.0024 |

表 9.2-10 $U_{\text{天然}}$ 浓度分布情况（100a）（mg/L）

| 水流方向 X (m) | 垂直水流方向 Y (m) | | | | | | |
|------------|--------------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|
| | 0 | 0.5 | 1 | 1.5 | 2 | 2.5 | 3 |
| 0 | 0.2905 | 0.2902 | 0.2893 | 0.2794 | 0.1708 | 0.0918 | 0.0443 |
| 0.25 | 0.2808 | 0.2803 | 0.2784 | 0.2627 | 0.1662 | 0.0902 | 0.0438 |
| 0.5 | 0.2711 | 0.2703 | 0.2676 | 0.2482 | 0.1614 | 0.0884 | 0.0431 |
| 0.75 | 0.2514 | 0.2502 | 0.2460 | 0.2230 | 0.1509 | 0.0843 | 0.0416 |
| 1 | 0.2415 | 0.2401 | 0.2354 | 0.2117 | 0.1454 | 0.0821 | 0.0407 |
| 1.25 | 0.2219 | 0.2202 | 0.2147 | 0.1908 | 0.1341 | 0.0771 | 0.0387 |
| 1.5 | 0.2121 | 0.2104 | 0.2046 | 0.1811 | 0.1284 | 0.0745 | 0.0376 |
| 1.75 | 0.2025 | 0.2007 | 0.1947 | 0.1717 | 0.1227 | 0.0718 | 0.0364 |
| 2 | 0.1931 | 0.1912 | 0.1850 | 0.1626 | 0.1170 | 0.0690 | 0.0352 |
| 2.25 | 0.1838 | 0.1818 | 0.1756 | 0.1539 | 0.1114 | 0.0662 | 0.0339 |
| 2.5 | 0.1657 | 0.1637 | 0.1576 | 0.1374 | 0.1003 | 0.0605 | 0.0313 |
| 2.75 | 0.1570 | 0.1550 | 0.1489 | 0.1296 | 0.0950 | 0.0576 | 0.0300 |
| 3 | 0.1402 | 0.1383 | 0.1325 | 0.1148 | 0.0846 | 0.0519 | 0.0273 |

2) ^{226}Ra

表 9.2-11 与表 9.2-12 分别列出了废渣堆退役治理后 20 年时及 100 年时 ^{226}Ra 在地下水中的浓度分布情况。

表 9.2-11 ^{226}Ra 浓度分布情况（20a）（Bq/L）

| 水流方向 X (m) | 垂直水流方向 Y (m) | | | | | | |
|------------|--------------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|
| | 0 | 0.5 | 1 | 1.5 | 2 | 2.5 | 3 |
| 0 | 1.0087 | 1.0086 | 1.0063 | 0.9576 | 0.3482 | 0.0987 | 0.0253 |
| 0.25 | 0.9188 | 0.9184 | 0.9140 | 0.8399 | 0.3259 | 0.0941 | 0.0243 |
| 0.5 | 0.8326 | 0.8320 | 0.8257 | 0.7389 | 0.3030 | 0.0892 | 0.0233 |
| 0.75 | 0.6753 | 0.6741 | 0.6649 | 0.5741 | 0.2569 | 0.0791 | 0.0212 |
| 1 | 0.6049 | 0.6035 | 0.5933 | 0.5059 | 0.2345 | 0.0739 | 0.0201 |
| 1.25 | 0.4810 | 0.4792 | 0.4682 | 0.3917 | 0.1925 | 0.0637 | 0.0178 |
| 1.5 | 0.4273 | 0.4254 | 0.4142 | 0.3440 | 0.1732 | 0.0587 | 0.0166 |
| 1.75 | 0.3788 | 0.3767 | 0.3657 | 0.3018 | 0.1553 | 0.0539 | 0.0155 |
| 2 | 0.3350 | 0.3328 | 0.3221 | 0.2644 | 0.1387 | 0.0493 | 0.0144 |
| 2.25 | 0.2957 | 0.2935 | 0.2832 | 0.2314 | 0.1236 | 0.0449 | 0.0134 |
| 2.5 | 0.2293 | 0.2270 | 0.2178 | 0.1766 | 0.0972 | 0.0369 | 0.0113 |
| 2.75 | 0.2014 | 0.1992 | 0.1906 | 0.1539 | 0.0858 | 0.0333 | 0.0104 |
| 3 | 0.1547 | 0.1527 | 0.1452 | 0.1167 | 0.0665 | 0.0268 | 0.0086 |

表 9.2-12 ^{226}Ra 浓度分布情况（100a）（Bq/L）

| 水流方向 X (m) | 垂直水流方向 Y (m) | | | | | | |
|------------|--------------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|
| | 0 | 0.5 | 1 | 1.5 | 2 | 2.5 | 3 |
| 0 | 1.0641 | 1.0631 | 1.0597 | 1.0231 | 0.6211 | 0.3318 | 0.1595 |
| 0.25 | 1.0277 | 1.0258 | 1.0190 | 0.9609 | 0.6043 | 0.3260 | 0.1576 |
| 0.5 | 0.9911 | 0.9883 | 0.9783 | 0.9068 | 0.5864 | 0.3195 | 0.1552 |
| 0.75 | 0.9175 | 0.9131 | 0.8980 | 0.8135 | 0.5480 | 0.3047 | 0.1496 |
| 1 | 0.8807 | 0.8757 | 0.8585 | 0.7716 | 0.5278 | 0.2964 | 0.1464 |
| 1.25 | 0.8078 | 0.8017 | 0.7816 | 0.6944 | 0.4864 | 0.2785 | 0.1391 |
| 1.5 | 0.7719 | 0.7654 | 0.7443 | 0.6584 | 0.4655 | 0.2690 | 0.1351 |
| 1.75 | 0.7364 | 0.7297 | 0.7078 | 0.6238 | 0.4446 | 0.2592 | 0.1309 |
| 2 | 0.7015 | 0.6946 | 0.6723 | 0.5906 | 0.4237 | 0.2491 | 0.1265 |
| 2.25 | 0.6672 | 0.6602 | 0.6376 | 0.5586 | 0.4031 | 0.2388 | 0.1219 |
| 2.5 | 0.6008 | 0.5937 | 0.5713 | 0.4980 | 0.3628 | 0.2180 | 0.1125 |
| 2.75 | 0.5688 | 0.5618 | 0.5396 | 0.4694 | 0.3432 | 0.2075 | 0.1076 |
| 3 | 0.5076 | 0.5007 | 0.4794 | 0.4154 | 0.3055 | 0.1869 | 0.0979 |

3) 下游敏感点地下水核素浓度

由于该废渣堆为滨河型渣堆，其下游敏感点为地表河流群裕河，经退役治理收堆后，渣堆距离群裕河的最短距离为 3m，经计算，下游敏感点处地下水中核素 $U_{\text{天然}}$ 和 ^{226}Ra 在 365000 天（1000 年）内的浓度变化趋势见图 9.2-3 与图 9.2-4。

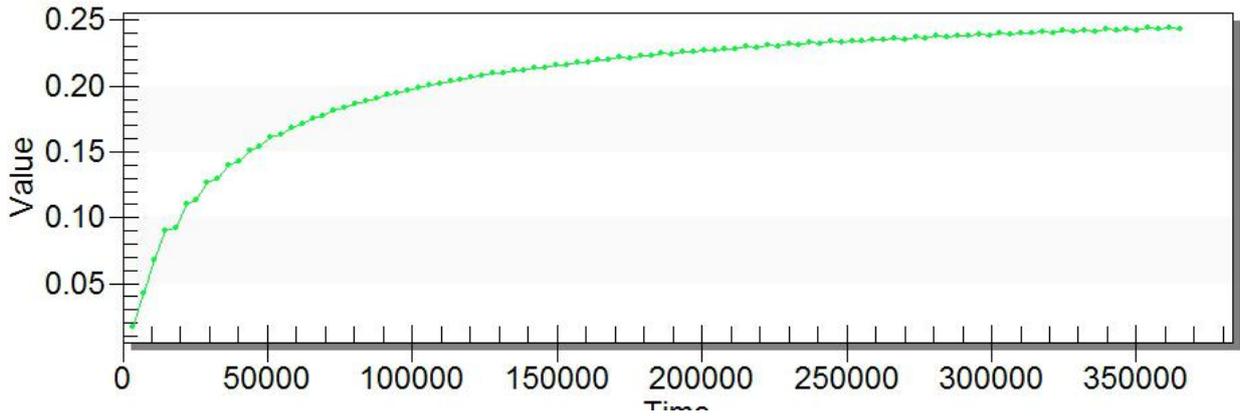


图 9.2-3 $U_{\text{天然}}$ 浓度随时间变化曲线情况（时间：d，浓度 mg/L）

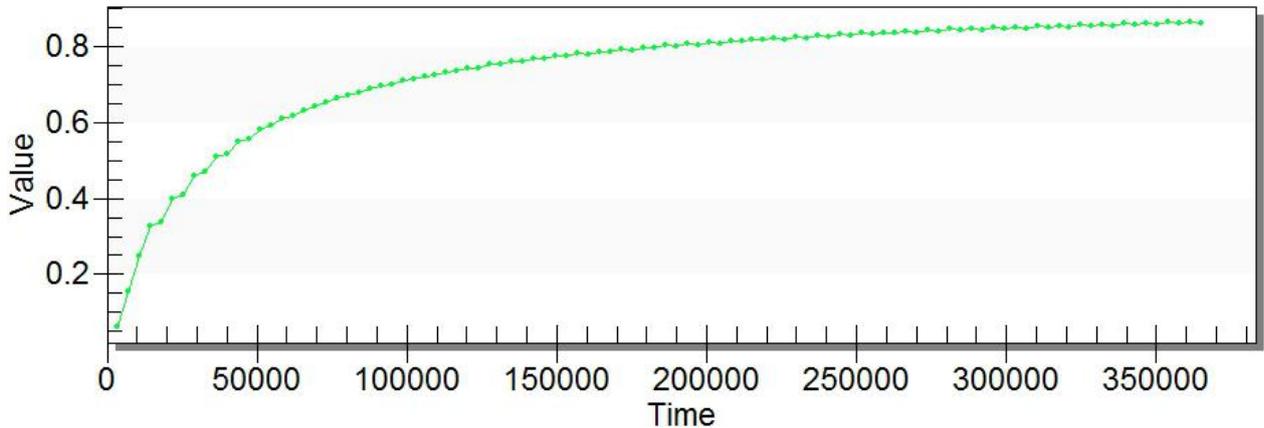


图 9.2-4 ^{226}Ra 浓度随时间变化曲线情况（时间：d，浓度 Bq/L）

4) 结果分析

由上述结果可知，随着废渣堆渗滤液的不不断渗漏，地下水核素污染羽逐渐向外围扩散。在水流方向与垂直水流方向，核素的浓度均随与废渣堆距离的增加而减小。由于废渣堆底为粉质粘土，其渗透性能较差，使得地下水中的核素迁移距离很小。

该废渣堆为滨河型渣堆，其下游为群裕河，退役治理后，渣堆距离群裕河的最短距离为 3m。在废渣堆防渗膜破损退役 20a 后，在废渣堆下游 3m 裙裕河处，由废渣堆渗滤液渗漏引起的地下水 $U_{\text{天然}}$ 的最大附加浓度为 0.0425mg/L， ^{226}Ra 的最大附加浓度为 0.1547Bq/L，在防渗膜破损 100a 后，其废渣堆下游 3m 裙裕河处，由废渣堆引起的地下水 $U_{\text{天然}}$ 的最大附加浓度为 0.1402mg/L， ^{226}Ra 的最大附加浓度为 0.5076Bq/L。由核素浓度随时间变化曲线可知，在防渗膜破损后 1000a 内，废渣堆下游 3m 处点位的核素浓度逐渐增大， $U_{\text{天然}}$ 的最大浓度值为 0.2441 mg/L， ^{226}Ra 的最大浓度值为 0.864Bq/L。

9.2.4 剂量汇总与评价

综上所述，退役治理后黄泥湖矿点和大峯围矿点辐射环境影响主要途径为气载途径，地表水和地下水途径辐射环境影响贡献值非常小。退役治理后 20km 范围内的关键居民组为评价中心 ENE 方位、0.5km 处大峯围，公众最大个人剂量值为 $1.23 \times 10^{-3} \text{mSv/a}$ ；评价区域 20km 范围内无人子区潜在最大个人剂量为 $4.94 \times 10^{-3} \text{mSv/a}$ ，出现在评价中心 NNE 方位、3~5km 处；评价区域 20km 范围内居民产生的集体剂量为 $2.42 \times 10^{-3} \text{人} \cdot \text{Sv/a}$ 。主要由气载放射性流出物所致，关键途径为吸入内照射，关键核素为 ^{222}Rn 。

9.3 退役治理效果分析

1) 气载途径辐射影响效果分析

退役治理后，随着气载流出物源项的大幅度降低，本项目所致的环境影响也随之较少。退役前后气载途径所致环境影响比较见表 9.3-1。

表 9.3-1 退役治理前后气载途径所致环境影响比较

| 比较项目 | 源项 | | 无人子区最大氡浓度 Bq/m^3 | 有人子区最大氡浓度 Bq/m^3 | 公众最大个人剂量 mSv/a | 集体剂量 $\text{人} \cdot \text{Sv/a}$ |
|--------|--------|-----------------------|------------------------------|------------------------------|----------------------------|--------------------------------------|
| | 数量个 | 氡释放量 Bq/a | | | | |
| 退役前 | 42 | $7.22\text{E}+12$ | $2.72\text{E}+00$ | $1.40\text{E}+00$ | $2.98\text{E}-02$ | $3.65\text{E}-02$ |
| 退役后 | 5 | $6.47\text{E}+11$ | $2.31\text{E}-01$ | $5.76\text{E}-02$ | $1.23\text{E}-03$ | $2.42\text{E}-03$ |
| 变化率, % | -88.09 | -91.0% | -91.5% | -95.9% | -95.9% | -93.4% |

由表可以看出，退役治理前地面空气中无人子区的氡浓度贡献最大值为 2.72Bq/m^3 ，有人子区氡浓度最大值为 1.40Bq/m^3 ；退役治理后无人子区最大值为 0.231Bq/m^3 ，有人子区氡浓度最大值为 0.0576Bq/m^3 。治理后无人子区氡浓度最大值为治理前的 8.5%；有人子区氡浓度最大值为治理前的 4.1%。退役治理后地面空气中的氡浓度明显减少。

本项目退役治理前公众最大个人剂量为 $2.98 \times 10^{-2} \text{mSv/a}$ ，治理后为 $1.23 \times 10^{-3} \text{mSv/a}$ ，治理后最大个人剂量为治理前的 4.1%。退役治理后源项所致各子区最大个人剂量明显减少。

退役治理前放射性源项所致 20km 范围内集体剂量为 $3.65 \times 10^{-2} \text{人} \cdot \text{Sv/a}$ ，退役治理后集体剂量为 $2.42 \times 10^{-3} \text{人} \cdot \text{Sv/a}$ ，退役治理后的集体剂量约为治理前的 6.6%。退役治理后 20km 范围内的集体剂量明显减少。

2) 液态途径辐射影响效果分析

退役治理后，黄泥湖矿点和大峯围矿点的坑口流出水经过被动式过滤、疏水设施后经排水沟或排水盲沟分别排至黄泥湖小溪和群裕河，坑口流出水中放射性核素浓度稳定，同退役治理前基本相同。液态源项对公众的影响与退役治理前相比基本处于同一水平。

3) 地下水途径辐射影响效果分析

(1) 尾渣库

尾渣库底部天然基底渗透系数为 $5 \times 10^{-7} \text{cm/s}$ ，厚度均大于 1.5m 为天然良好的防渗层和隔水层，此外该库还采取顶部覆盖、周边溢洪道等退役治理手段，使尾渣库内废物进行了全面包裹，充分的阻挡了大气降水及周边地表径流。有效地控制外来水对尾渣库内废物的冲刷和淋滤，使库内废物处于与外界环境隔离状态，避免了尾渣渗滤进入地下水系统的风险。因此，尾渣库基本不会对周围地下水环境造成影响。

(2) 废渣堆

本项目废渣堆底部铺设防渗复合土工膜，其下部为 1.8m 厚的粉质粘土层、渗透系数为 $2.5 \times 10^{-6} \text{cm/s}$ ，在双层防渗层作用下，可有效防止废渣堆渗漏水进入地下水环境。此外，废渣堆还采取顶部覆盖、周边截（排）水沟等退役治理手段，可有效阻隔上部水份及大气降水对废渣的淋滤。

在正常工况下，上述环保措施可以有效的防止废渣堆渗滤液进入墙外地下水环境，不会对下游地下水产生影响。在非正常工况下，防渗膜破损，废水将通过破损区域进入到废渣堆下部地下水中。由预测结果可知，非正常工况下、防渗膜破损 20a 后， $U_{\text{天然}}$ 及 ^{226}Ra 下游 3m 群裕河处的地下水核素浓度分别为 0.0425mg/L 和 0.1547Bq/L；非正常工况下、防渗膜破损 100a 后， $U_{\text{天然}}$ 及 ^{226}Ra 下游 3m 群裕河处的地下水核素浓度分别为 0.1402mg/L 和 0.5076Bq/L；在防渗膜破损后 1000a 内，废渣堆下游 3m 处点位的核素浓度逐渐增大， $U_{\text{天然}}$ 的最大浓度值为 0.2441 mg/L， ^{226}Ra 的最大浓度值为 0.864Bq/L。

由以上分析可知，本次退役工程的治理措施在减少辐射环境影响方面的作用是十分有效。

10 事故环境影响分析

10.1 可能造成辐射环境影响的事故景象

本项目退役治理施工过程中及退役治理后可能对环境产生影响的环境事故包括：

1) 尾渣及废石运输事故

在废物集中处置治理过程中，尾渣自尾渣堆装车运往尾渣库，黄泥湖矿点废石装车运往尾渣库，大鞏围矿点 KD-1 废石堆装车运往大鞏围 KD-2、3 废石堆。在上述运输过程中，由于各种原因，可能导致尾渣和废石运输车辆事故，导致大量废石或尾渣洒落在沿途的事件。

2) 尾渣库溃坝事故

尾渣库在遭受特大洪水、且防排洪设施出现故障或者特大地震等自然破坏时，可能产生尾渣库溃坝事故。尾渣库溃坝可能造成大量尾渣浆随着洪水下泄的情景。一方面可对下游近距离、地势低的居民造成较为严重的人员伤亡；另一方面尾渣大量下泄会形成大面积的环境污染，主要表现为放射性废水对水体的污染、下泄尾渣对农田和土壤的污染、大面积尾渣滩面析出的氡对附近居民点造成的内照射等。

3) 废渣堆防渗膜破损事故

废渣堆底部及顶部防渗膜在人为入侵、动物打洞、地震、冰冻、自然老化等情况发生时，致使防渗膜大面积破损，造成废渣堆内废渣淋滤，渗滤液直接渗入渣堆下部含水层，对周边地下水或附近地表水体产生的影响。

4) 废石（渣）堆垮塌事故

废石（渣）堆在遇暴雨洪水冲刷、且排洪设施毁坏或者特大地震等自然破坏时，可能造成废石（渣）堆垮塌，使废石（渣）流入附近农田或地表水体，一方面占用土地、破坏植被，另一方面废石（渣）表面氡析出向周围大气扩散，对周边环境或公众造成放射性影响。

10.2 最大可信事故确定

10.2.1 尾渣及废石运输事故分析

本项目退役治理过程中，黄泥湖矿点约有 11.3 万 t 尾渣和 10.05 万 t 废

石运往尾渣库处置，大鞏围矿点约有 494t 废石运往大鞏围 KD-2、3 废石堆处置。其中，黄泥湖尾渣堆至尾渣库的运输距离约为 0.5km，黄泥湖矿点废石堆根据其分布不同运输至尾渣库距离约 0.6km~2.2km 之间，大鞏围矿点废石运输至大鞏围 KD-2、3 废石堆距离约 0.5km。

根据废石及尾渣运输自卸汽车的载重量，单次运输废石或尾渣量均约为 10t，则尾渣和废石的运输次数合计约为 12400 次，退役治理施工任务约 30 个月完成，保守考虑上述运输在 1 年完成，即尾渣和废石的运输频次 12400 次/a。根据核工业 30 年放射性物质运输统计数据，公路运输发生的事故概率为 $4.3 \times 10^{-7}/\text{km} \cdot \text{车次}$ ，因此本项目尾渣及废石运输交通事故发生的风险值为 0.003 次/a，可见发生事故的可能性很小。尾渣及废石运输交通事故概率情况见表 10.2-1

但是，一旦事故发生，应立即采取有效的处理措施，及时将洒落的废石或尾渣进行清理，并对污染的土壤进行超挖，超挖土和废石运至尾渣库堆放，尽量减少对环境的污染。

表 10.2-1 尾渣及废石运输交通事故风险情况

| 序号 | 矿点 | 运输源项 | 处置地点 | 运距 km | 运输次数 次/a | 事故概率 /km·车次 | 风险值 次/a |
|----|-------|----------|------------|-------|----------|----------------------|----------|
| 1 | 黄泥湖矿点 | KD-2 废石堆 | 尾渣库 | 1 | 535 | 4.3×10^{-7} | 2.30E-04 |
| 2 | | KD-3 废石堆 | | 1 | 62 | | 2.67E-05 |
| 3 | | KD-6 废石堆 | | 0.6 | 49 | | 1.26E-05 |
| 4 | | KD-7 废石堆 | | 1.9 | 245 | | 2.00E-04 |
| 5 | | KD-8 废石堆 | | 2.2 | 71 | | 6.72E-05 |
| 6 | | KD-9 废石堆 | | 1.4 | 88 | | 5.30E-05 |
| 7 | | WZ-1 尾渣堆 | | 0.5 | 11300 | | 2.43E-03 |
| 8 | 大鞏围矿点 | KD-1 废石堆 | KD-2、3 废石堆 | 0.5 | 50 | | 1.08E-05 |
| 合计 | | | | 0.57 | 12400 | | 3.04E-03 |

10.2.2 尾渣库溃坝事故分析

尾渣库遭受特大洪水、防排洪设施出现故障时，可能发生溃坝事故，造成大量尾渣随着洪水下泄。尾渣大量下泄会形成面源污染，污染附近水体和土壤，尾渣滩面析出的氡对附近居民造成放射性照射。

尾渣库为沟谷型，采用堆石透水坝，拦渣坝高 24m，设计有效库容 22 万 m^3 （本项目尾渣库内集中堆存的污染物及覆盖层总方量约 19.63 万 m^3 ），

若遭遇暴雨冲毁、洪水漫顶，冲毁坝体，尾渣下泄将可能会污染周围场地环境，并造成公众吸入内照射和 γ 外照射。尾渣库山谷为南北走向，地势南高北低。参照襄汾尾矿库事故，按照尾渣库中 30%的尾渣被冲出，共计约 5.89 万 m^3 。按照影响距离为 40 倍坝高（40 倍坝高为有水覆盖尾矿库溃坝距离的经验数据，该库为尾渣库，且无水覆盖，为保守考虑，仍取该数据）考虑，根据当地地形条件，发生溃坝后将在尾渣库下游形成面积约 45480 m^2 的尾渣滩面，表面氡析出率取 $1.96\text{Bq}/\text{m}^2\cdot\text{s}$ ，按照 4 个月事故处理期考虑，氡排放量共计 $9.24\times 10^{11}\text{Bq}$ ；考虑洪水历时 24 小时排干，下泄洪水中冲刷尾渣而溶出的放射性核素含量较低，洪水泄至下游地表水体后，由于河水稀释，其放射性核素浓度会更低，通过地表水途径对公众所造成影响远小于气载途径造成的影响。

10.2.3 废渣堆防渗膜破损事故分析

根据§9.2.3 章节描述，废渣堆防渗膜破损后，废水将通过破损区域进入到废渣堆下部地下水中。预测结果可知，破损后 20a 后， $U_{\text{天然}}$ 及 ^{226}Ra 下游 3m 群裕河处的地下水核素浓度分别为 $1.50\times 10^{-4}\text{mg}/\text{L}$ 和 $6.08\times 10^{-3}\text{Bq}/\text{L}$ ；破损后 100a 后， $U_{\text{天然}}$ 及 ^{226}Ra 下游 3m 群裕河处的地下水核素浓度分别为 $2.12\times 10^{-4}\text{mg}/\text{L}$ 和 $1.40\times 10^{-2}\text{Bq}/\text{L}$ ，各核素的浓度均处于较低值。即非正常工况下，废渣堆下渗水基本不会对地下水环境造成显著影响。

10.2.4 废石（渣）堆垮塌事故分析

废石（渣）堆遭遇山体滑坡造成废石（渣）外流，对周围环境产生污染。本项目大峯围 KD-X1 废石堆和废渣堆 WZ-2 为滨河型废石（渣）堆，大峯围 KD-2、3 废石堆为山坡型废石堆。

废石（渣）堆在暴雨及地震情况下，设施自身稳定性系数均高于 1.15，周围设有防洪及排水设施及浆砌石护坡，其稳定性良好，发生垮塌事故的可能性较小。废石淋滤水及浸泡水的放射性核素浓度较低，对周围环境不会产生明显影响；废渣堆垮塌后，下泄洪水中冲刷废渣而溶出的放射性核素，核素浓度较低，经群裕河稀释后，其放射性核素浓度会更低，造成影响远小于尾渣库溃坝。另外，对于废石（渣）堆滑坡可能造成的安全隐患，应严格按照国家法律法规和相关标准，修建截排洪设施，并加长期监护，

防止事故发生。

10.2.5最大可信事故

由于尾渣库是铀矿冶工程的重要构筑物，其占地面积和容积较大、势能较高，一旦发生事故，影响程度大、范围广，是铀矿冶设施中事故影响后果较为严重的一类，并且具有事故处理周期长、难度大的特点。此外，根据事故情景分析可知，尾渣库发生事故后放射性物质排放量较大。因此，本次事故环境影响分析将尾渣库溃坝作为最大可信事故，对气载途径所致的辐射环境影响进行预测与评价。

10.3 尾渣库溃坝事故后果预测

10.3.1事故源项

本项目尾渣库内尾废物量 19.63 万 m^3 ，根据事故情景假设，一次暴雨冲刷夹带的尾渣共 5.89 万 m^3 ，尾渣滩面面积约 45480m^2 ，氡排放量共计 $9.24 \times 10^{11} \text{ Bq}$ 。事故期间尾渣全部处于裸露状态，公众主要受到沉积尾渣析出的氡引起的吸入内照射影响。

10.3.2预测模式与参数

本次事故预测采用 UAIR-FINE 软件内置气象扩散模型为 AERMOD，该模型基于高斯扩散模式，可利用长期气象条件进行污染物扩散的模拟，适用于本次气态途径的辐射影响预测。

1) 子区划分与预测点设置

以尾渣库为预测中心，半径 3km 范围进行子区划分，分别以 1 、 2 、 3km 为半径画 3 个同心圆，与圆心角为 22.5° 的 16 个方位相交划分扇形区，共 48 个评价子区，预测中心周围 3km 范围内的居民点公众剂量进行预测。

2) 气象参数

根据区域气象统计资料，降雨量最大的季节在 $3\sim 6$ 月，考虑事故清理周期为 4 个月，采用 $3\sim 6$ 月之间的气象参数为输入条件，进行尾渣库溃坝辐射环境影响预测。

10.3.3事故期间辐射环境预测与评价

1) 居民点氡浓度和公众剂量

尾渣库溃坝事故期间所致周围敏感点空气中氡浓度和公众个人剂量见

表 10.3-1。

表 10.3-1 尾渣库溃坝事故期间 3km 范围内环境敏感点辐射环境影响

| 序号 | 居民点 | 方位 | 距评价中心距离 (km) | ²²² Rn 浓度 (Bq/m ³) | 公众个人剂量 (mSv/次) |
|----------|-----------|------------|-----------------|--|-------------------|
| 1 | 高湖寨 | WNW | 1.7 | 1.12E-01 | 2.39E-03 |
| 2 | 割藤垌门口 | NNW | 2.7 | 7.57E-02 | 1.62E-03 |
| 3 | 山下 | WSW | 0.9 | 1.84E-01 | 3.93E-03 |
| 4 | 铁丝里 | NNW | 2.6 | 6.45E-02 | 1.38E-03 |
| 5 | 大峯围 | SSW | 3.2 | 4.32E-02 | 9.24E-04 |
| 6 | 白面石村 | S | 2.5 | 5.52E-02 | 1.18E-03 |
| 7 | 新屋 | SSE | 2.3 | 1.77E-02 | 3.79E-04 |
| 8 | 崇下 | SE | 2.1 | 3.80E-02 | 8.12E-04 |
| 9 | 桂龙嶂下 | SW | 5.7 | 1.27E-02 | 2.71E-04 |
| 10 | 野猪窝 | SW | 4.3 | 2.02E-02 | 4.32E-04 |
| 11 | 双坑 | SW | 3.8 | 2.47E-02 | 5.27E-04 |
| 12 | 上桂村 | WSW | 3.9 | 1.70E-02 | 3.63E-04 |
| 13 | 荸荠塘 | WSW | 2.6 | 3.64E-02 | 7.78E-04 |

由上表可知，尾渣库溃坝事故期间气载源项对评价中心 3km 范围内各居民点中影响最大的是评价中心的 WSW 方位、0.9km 处山下，山下空气中氡贡献浓度为 0.184Bq/m³，所致该居民点的最大个人剂量为 3.93×10⁻³mSv/次，可满足本项目事故情况下公众剂量 1mSv/次的约束值要求。

2) 各子区地面空气中 ²²²Rn 浓度及公众剂量

尾渣库溃坝事故期间，气载放射性源项所致地面空气中氡浓度贡献值见表 10.3-3。

表 10.3-3 气载流出物所致各子区空气中氡浓度贡献值 (Bq/m³)

| 核素 | 方位 | 距离 (km) | | | | | |
|-------------------|-----|----------|----------|----------|----------|----------|----------|
| | | 0~1 | 1~2 | 2~3 | 3~5 | 5~10 | 10~20 |
| ²²² Rn | N | 1.02E-01 | 1.40E-01 | 1.65E-01 | 8.96E-02 | 3.28E-02 | 1.14E-02 |
| | NNE | 8.73E-02 | 2.13E-02 | 8.63E-02 | 1.01E-01 | 1.53E-02 | 3.00E-03 |
| | NE | 6.59E-02 | 1.38E-02 | 8.67E-02 | 1.03E-01 | 4.01E-02 | 1.34E-02 |
| | ENE | 2.95E-02 | 3.45E-02 | 1.57E-01 | 7.08E-02 | 2.14E-02 | 8.60E-03 |
| | E | 1.45E-02 | 3.42E-02 | 6.71E-02 | 3.29E-02 | 1.13E-02 | 2.51E-03 |

| 核素 | 方位 | 距离（km） | | | | | |
|----|-----|-----------------|----------|----------|----------|----------|----------|
| | | 0~1 | 1~2 | 2~3 | 3~5 | 5~10 | 10~20 |
| | ESE | 1.07E-02 | 3.41E-03 | 1.92E-02 | 2.33E-02 | 7.92E-03 | 2.59E-03 |
| | SE | 8.30E-03 | 2.43E-03 | 2.01E-02 | 1.10E-02 | 3.46E-03 | 1.34E-03 |
| | SSE | 2.80E-02 | 2.31E-02 | 2.11E-02 | 6.59E-03 | 2.69E-03 | 1.18E-03 |
| | S | 2.79E-02 | 1.34E-02 | 2.48E-02 | 1.13E-02 | 2.93E-03 | 1.91E-03 |
| | SSW | 6.23E-02 | 1.53E-02 | 1.26E-02 | 1.56E-02 | 2.07E-03 | 1.76E-03 |
| | SW | 7.58E-02 | 3.80E-02 | 2.30E-02 | 8.48E-03 | 3.32E-03 | 3.70E-03 |
| | WSW | 1.84E-01 | 6.09E-02 | 1.93E-02 | 8.68E-03 | 2.66E-03 | 2.08E-03 |
| | W | 3.77E-01 | 1.11E-01 | 4.22E-02 | 1.61E-02 | 1.09E-02 | 3.86E-03 |
| | WNW | 9.68E-01 | 2.01E-01 | 7.58E-02 | 3.16E-02 | 1.13E-02 | 3.86E-03 |
| | NW | 1.03E+00 | 1.37E-01 | 6.61E-02 | 3.06E-02 | 1.28E-02 | 4.23E-03 |
| | NNW | 7.88E-01 | 1.84E-01 | 9.08E-02 | 4.31E-02 | 1.72E-02 | 5.17E-03 |

注：阴影部分为无人子区

从上表可知，在有人子区中，尾渣库溃坝事故期间气在放射性流出物所致空气中各核素最大贡献浓度出现在 WSW 方位、0~1km 子区，该子区地面空气中 ²²²Rn 最大贡献浓度为 0.184Bq/m³。

在无人子区中，尾渣库溃坝事故期间气态放射性流出物所致空气中各核素最大贡献浓度出现在 NW 方位、0~1km 子区，该子区地面空气中 ²²²Rn 最大贡献浓度为 1.03Bq/m³。

尾渣库溃坝事故条件下气载放射性流出物所致各子区公众个人剂量见表 10.3-4。评价范围内公众个人剂量等值线分布见图 10.3-1。

表 10.3-4 气态流出物所致各子区的个人剂量（mSv/次）

| 核素 | 方位 | 距离（km） | | | | | |
|-------------------|-----|----------|----------|----------|----------|----------|----------|
| | | 0~1 | 1~2 | 2~3 | 3~5 | 5~10 | 10~20 |
| ²²² Rn | N | 2.19E-03 | 3.00E-03 | 3.52E-03 | 1.92E-03 | 7.01E-04 | 2.43E-04 |
| | NNE | 1.87E-03 | 4.56E-04 | 1.84E-03 | 2.16E-03 | 3.27E-04 | 6.41E-05 |
| | NE | 1.41E-03 | 2.95E-04 | 1.85E-03 | 2.20E-03 | 8.57E-04 | 2.87E-04 |
| | ENE | 6.29E-04 | 7.37E-04 | 3.35E-03 | 1.51E-03 | 4.56E-04 | 1.84E-04 |
| | E | 3.09E-04 | 7.32E-04 | 1.43E-03 | 7.03E-04 | 2.41E-04 | 5.36E-05 |
| | ESE | 2.28E-04 | 7.28E-05 | 4.11E-04 | 4.97E-04 | 1.69E-04 | 5.53E-05 |
| | SE | 1.77E-04 | 5.20E-05 | 4.30E-04 | 2.36E-04 | 7.40E-05 | 2.86E-05 |
| | SSE | 5.99E-04 | 4.94E-04 | 4.51E-04 | 1.41E-04 | 5.75E-05 | 2.53E-05 |

| 核素 | 方位 | 距离（km） | | | | | |
|----|-----|-----------------|----------|----------|----------|----------|----------|
| | | 0~1 | 1~2 | 2~3 | 3~5 | 5~10 | 10~20 |
| | S | 5.97E-04 | 2.86E-04 | 5.30E-04 | 2.42E-04 | 6.26E-05 | 4.09E-05 |
| | SSW | 1.33E-03 | 3.27E-04 | 2.70E-04 | 3.33E-04 | 4.43E-05 | 3.77E-05 |
| | SW | 1.62E-03 | 8.11E-04 | 4.92E-04 | 1.81E-04 | 7.10E-05 | 7.91E-05 |
| | WSW | 3.93E-03 | 1.30E-03 | 4.14E-04 | 1.86E-04 | 5.69E-05 | 4.44E-05 |
| | W | 8.07E-03 | 2.36E-03 | 9.01E-04 | 3.43E-04 | 2.34E-04 | 8.25E-05 |
| | WNW | 2.07E-02 | 4.30E-03 | 1.62E-03 | 6.76E-04 | 2.42E-04 | 8.25E-05 |
| | NW | 2.21E-02 | 2.93E-03 | 1.41E-03 | 6.54E-04 | 2.73E-04 | 9.05E-05 |
| | NNW | 1.68E-02 | 3.94E-03 | 1.94E-03 | 9.22E-04 | 3.67E-04 | 1.11E-04 |

从上表可以看到，尾渣库溃坝事故期间本项目气态放射性流出物所致有人子区最大个人剂量出现在 WSW 方位、0~1km 子区内，该子区内最大个人剂量值为 $3.93 \times 10^{-3} \text{mSv/次}$ ，可满足本项目事故情况下公众剂量 1mSv/次 的约束值要求。

尾渣库溃坝事故期间本项目气态放射性流出物所致无人子区最大个人剂量出现在 NW 方位、0~1km 子区内，该子区内潜在照射最大个人剂量值为 $2.21 \times 10^{-2} \text{mSv/次}$ 。

10.4 事故防范及应急措施

10.4.1 事故防范措施

1) 尾渣库溃坝事故风险防范措施

尾渣库尾渣及其它废物筑坝时，要求分层碾压夯实，保证填筑质量，提高坝体稳定性；覆盖治理时，对尾渣库覆土植被护坡，防止风雨侵蚀冲刷破坏；长期监护时，做好坝底坝体的位移沉降观测，发现问题要及时上报与处理；加强防维护，避免挖掘浆砌块石、破坏护坡及建筑房屋和放牧等人为侵扰影响，一旦发现应及时制止，并采取相应的补救措施；定期对尾渣库进行监测

2) 尾渣及废石运输防范措施

结合矿点地形，运输道路大多为山岭重丘土路（部分水泥混凝土路面），尾渣及废石运输过程采取密闭措施，防止尾渣及废石撒漏，加强运输人员安全意识，减少事故发生。

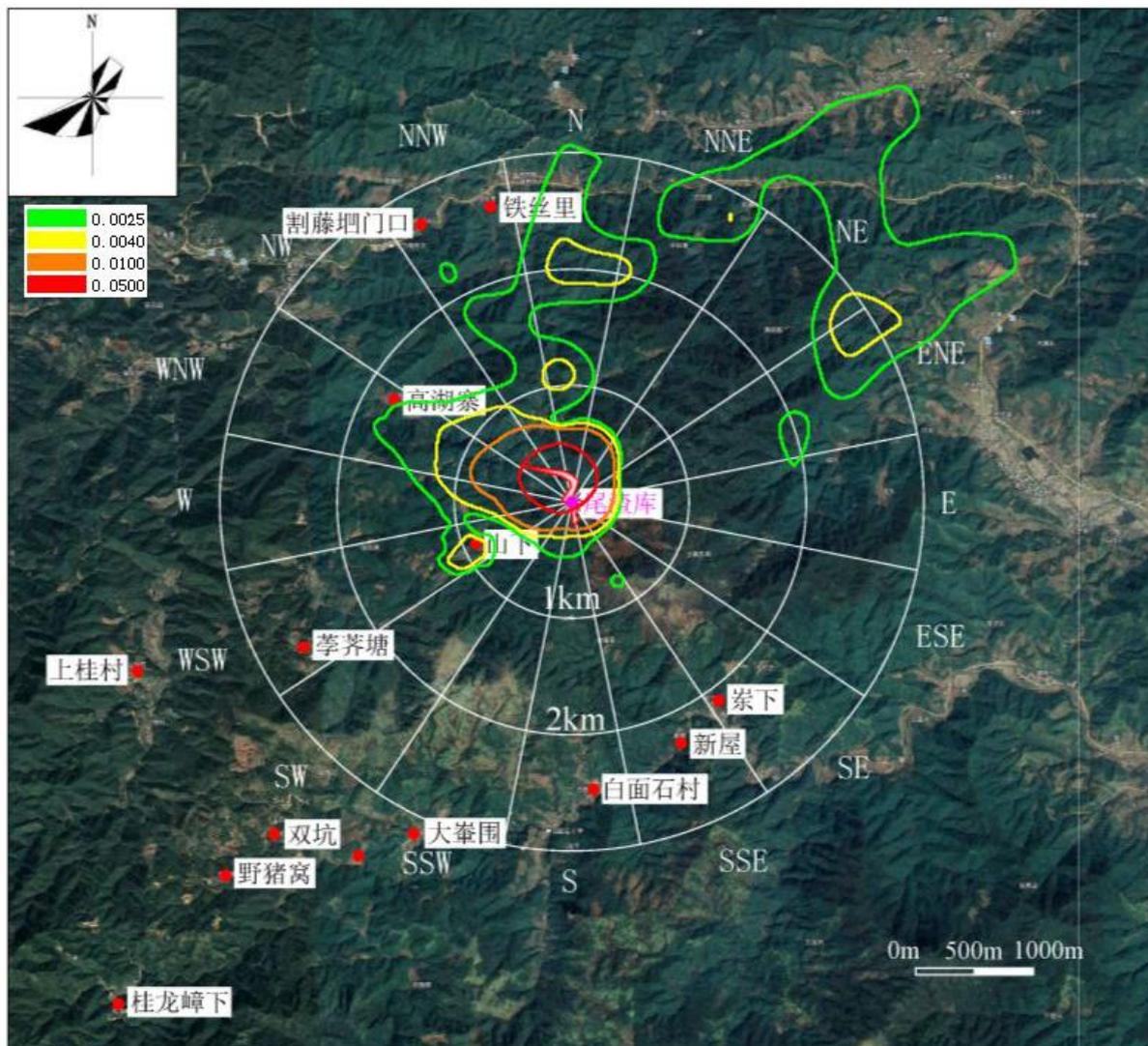


图 10.3-1 尾渣库溃坝气载流出物所致公众受照剂量等值线图

10.4.2 环境防范管理措施

1) 认真贯彻落实有关法规，不断完善项目单位环境风险管理制度。

认真贯彻落实《中华人民共和国安全生产法》、《中华人民共和国消防法》等法律、法规。建立健全长期监护责任制，把长期监护责任落实到岗位和人头。定期组织安全检查，及时消除事故隐患，强化对事故源的监控。

2) 切实加强安全管理宣传、教育和培训工作。

加强对长期监护人员开展安全宣传、教育和培训，促使其提高安全防范意识，掌握预防和处置事故的技能。

3) 制定应急预案、事故应急求援关闭程序与恢复措施

制定可行的应急预案，规定应急状态终止程序，提出事故现场善后处

理和恢复措施及邻近区域解除事故警戒及善后恢复措施。

10.4.3 事故应急响应

1) 事故报警

事故发生后，第一发现人应立即就近发出警报，联络事故应急有关部门，说明事故情况及救援处理所需物资和帮助等。

事故应急指挥部接到报警后，立即组织事故抢险，奔赴事故现场；并及时上报当地政府，在地方政府指导下进行事故的进一步上报和处理。

2) 处理措施

(1) 首先，事故救援队派专人去尾渣库溃坝下游调查是否有伤亡或被困人员，如有，应积极组织救援工作；

(2) 对尾渣库周围居民点所在地进行环境氡、地表水、饮用水的环境监测工作，确保居民点的辐射安全。必要时，进行居民的暂时撤离。

(3) 对污染水体的底泥进行监测，如监测不合格，应将超标范围内的水体底泥进行清挖，并将清挖固体废物运至尾渣库堆存。

(4) 对尾渣库下泄环境污染范围进行界定，对土壤和农田的受污染范围在监测的基础上进行划定，对下泄的尾渣利用推土机、运输车辆等进行清理，并对污染的土壤进行清挖，清挖后土壤中 ^{226}Ra 小于 0.18Bq/g ，将尾渣尽可能集中到较小的范围内。

(5) 立即启动对尾渣库的修复工作，在尾渣库修复后，及时将下泄的尾渣运回尾渣库。

3) 应急结束

事故得到控制，消除危害后果，作好现场恢复。事故再次发生的隐患消除后，应急结束。应急指挥部和救援人员进行总结，并按照有关规定进行上报。

10.4.4 事故应急监测方案

事故发生后，应在根据事故类型进行必要的应急环境监测，以掌握事故危害程度及对环境的影响程度，并进行事故评价，并将结果汇报当地政府的事故应急中心。

1) 大气环境监测

监测项目：氡及子体。

监测频次：事故发生后 1~2 小时 1 次，至事故消除。

监测点位：根据事故严重程度和尾渣滩面的大小，在下风向不同距离的居民区监测。

2) 水环境监测

监测项目： $U_{\text{天然}}$ 、 ^{226}Ra 、pH 等。

监测频次：事故发生后每天 1 次，至事故消除。

监测点位：尾渣库下游河段、地下水监测井。

3) 其它监测

运输事故时的被污染地面 γ 吸收剂量率；地下水、水体底泥及土壤中的 $U_{\text{天然}}$ 、 ^{226}Ra 。监测点位和监测频次根据事故严重程度而定。

10.5 小结

通过以上分析可知，退役治理后发生事故的概率较低，在长期监护过程中首先应做好事故防范措施，确保设施安全稳定，再次要制定详细的事故应急计划，在事故发生时应立即采取事故应急措施，将事故危害降至最低。在确保事故防范措施和应急措施全部落实的情况下，本项目是可行的。

11 退役治理的监测计划

11.1 退役治理实施过程中的监测

11.1.1 监测目的及原则

1) 监测目的

由于本项目的主要任务是治理和处置各类超出管理限值的源项，使其达到有限制或无限制开放使用的目的，因此在具体治理实施的过程中，需要有实时的监测手段作为工程实施的指导，并作为最终确定工程实施是否合格的依据。

2) 监测原则

施工监测的总原则为：边施工、边监测，监测结果指导施工。

在治理施工过程中，通过监测来确定治理的各类源项是否达到了相应的退役深度（如：尾渣库、露天采场及废石（渣）堆的覆盖厚度，废石堆、尾渣堆、工业场地及污染道路的清挖深度），以及选取的土源是否满足要求。如按要求的工作程序已完成，而监测结果仍不满足控制标准时，则仍需要继续进行治理，直到满足治理目标为止。

11.1.2 监测计划

11.1.2.1 土源的监测

本项目所用土源的 γ 辐射剂量率、氡析出率、土中 $U_{\text{天然}}$ 、 ^{226}Ra 含量均应控制在该区域的环境本底水平，具体本底值详见§4.1 章节。

11.1.2.2 清挖治理的监测

1) 监测要求

对集中处置废石堆、工业场地、尾渣堆、污染道路等清挖治理过程中的监测要求如下：

（1）达到设计清挖深度后，进行土壤中 ^{226}Ra 残留量的监测，当土壤中 ^{226}Ra 残留量满足相应管理限值的要求时，即满足治理目标。

（2）达到设计清挖深度后，经监测若出现任何平均 100m^2 范围内不满足相应管理限值要求的区域时，应对该区域补做铀镭垂直分布并查明原因以确定超挖深度，使最终达到治理目标和要求。

(3) 如果发现存在异常点（现象）时，应注意查明原因做适当处理；需补做工程或增加清挖量时，尚需小范围、小规模地补充若干次，监测应配合工程进度，及时的给出监测结果。

2) 监测布点

(1) γ 辐射剂量率的监测布点：污染场地一般按 50m^2 取 1 个监测点，每个监测点测 3~5 次读数后取平均值，每处场地不少于 5 个点。

污染道路按 10m 取 1 个监测断面，每个监测断面取 2~3 个监测点，每条道路至少取 5 个监测断面。

(2) 土壤中 ^{226}Ra 残留量的监测：污染场地一般按 100m^2 取 1 个监测点，每处场地不少于 3 个点；

污染道路一般按 50m 取 1 个监测点，且不少于 3 个点。

11.1.2.3 覆盖治理的监测

1) 监测要求

原地覆盖治理的废石（渣）堆、露天采场和尾渣库等源项施工过程中的监测要求如下：

(1) 在按设计的覆盖层厚度进行覆盖并按要求分层夯实后，进行 γ 辐射剂量率和地表 ^{222}Rn 析出率的监测。地表 ^{222}Rn 析出率 $\leq 0.74\text{Bq}/(\text{m}^2\cdot\text{s})$ （满足管理限值）时，随即停止覆盖。

(2) 在按设计覆盖厚度进行覆盖并按要求压实后，若出现地表 ^{222}Rn 析出率不满足有限制开放使用退役深度的管理限值时，需增加覆盖厚度，按每增加覆盖压实 10cm 左右厚一层进行一次地表 ^{222}Rn 析出率监测加以控制，直至覆盖满足相应的管理限值时为止。

(3) 如果发现存在异常点（现象）时，应注意查明原因做适当处理，如覆盖前将放射性水平较高的废石、废渣优先填埋处置等；当需要增加覆盖厚度时，需加强监测，监测应进一步配合施工进度，及时给出监测结果。

2) 监测布点

(1) γ 辐射剂量率的监测布点：一般按 50m^2 取 1 个监测点，每个监测点测 3~5 次读数后取平均值，每处场地不少于 5 个点。

(2) 表面 ^{222}Rn 析出率监测：一般按 225m^2 取 1 个监测点，每处场地

不少于 3 个点。

11.1.2.4 地下水监测

通过对黄泥湖矿点尾渣库下游及大鞏围矿点 WZ-2 废渣堆与群裕河之间的地下水监测井取样分析，通过日常监测确保不会对周边地下水产生影响。

1) 监测项目：水中的 $U_{\text{天然}}$ 、 ^{226}Ra 、 SO_4^{2-} 、pH。

2) 监测位置：尾渣库地下水下游 S4 号监测井及 WZ-2 废渣堆与群裕河之间 S7 和 S8 地下水监测井。

3) 监测频次：每月监测 1 次，每次取 1 个水样。

11.1.3 施工期间环境监测

根据《铀矿冶辐射防护监测规定》（GB23726-2009）相关规定本项目施工期环境监测方案如下：

对环境各相关介质内有害物的浓度、水平进行监测，及时了解、掌握环境污染状况和污染变化趋势，并与对照点比较判断环境污染来源和可能造成的危害，同时可积累监测数据，为环境管理提供依据。

本项目常规环境监测包括大气、地表水等常规介质的监测，监测计划见表 10.1-3。

表 10.1-3 施工期环境监测方案

| 监测对象 | 监测位置 | 监测频次 | 监测项目 |
|-------------|--|--------|---|
| 空气 | 施工场界四周 | 1 次/半年 | 氡及其子体、TSP |
| 陆地 γ | 施工场界四周 | 1 次/半年 | γ 辐射空气吸收剂量率 |
| 噪声 | 施工场界四周 | 1 次/半年 | 等效连续 A 声级 |
| 地表水 | 1) 黄泥湖及大鞏围坑口流出水排放口处上游 500m; 2) 排放口下游：完全混合段; 3) 第一取水点 | 1 次/季 | $U_{\text{天然}}$ 、 ^{226}Ra 、pH |

11.1.4 施工监测治理保证

1) 明确规定退役监督组织机构、管理、执行人员的权限、任务和职责。

2) 选用能够胜任监测工作的人员进行本项工作，对监测人员进行专门培训和考核，符合要求才能上岗。监测人员在实践中通过反复培训、考核，

不断提高监测人员的素质。

3) 监测方法采用现行的国家颁布和核工业行业规定的标准监测方法，具体监测要求参考《铀矿冶辐射环境监测规定》（GB23726-2009）的有关内容。

4) 防止样品在预处理和分离过程中的核素损失和污染。监测人员严格按照操作程序和指南进行样品布点、取样、包装、运输、保存、接收、制备、分析和记录。

5) 采用标准分析方法或通用的分析方法进行测量和分析。

6) 所用的仪器、设备定期进行标定、比对和刻度。

7) 送部分样品进行外检，以确定实验室之间的误差范围，发现并解决分析测量中的的问题。

8) 辐射监测数据进行统计学处理，对剂量计算模式及结果进行核查。

9) 监测数据应由质保人员监督、复查，通过审查的监测数据及原始记录均建档归案，永久保存。

11.2 退役终态监测

根据《建设项目环境保护管理条例》的规定，项目单位应当按照国务院环境保护行政主管部门规定的标准和程序，组织开展竣工环境保护验收。因此，在本退役整治工程基本完工后，需要结合施工监测记录，进行核退役项目竣工环境保护验收监测工作，编报核退役项目竣工环境保护验收监测报告（表）、竣工环境保护工作总结报告及验收申请（环办〔2014〕10号）。现根据国家及核行业相关规范和标准，制定本退役项目竣工环境保护验收监测方案。

11.2.1 监测介质

本退役整治工程竣工环境保护验收监测的介质主要包括坑口流出水、露天采场、废石（渣）堆、尾渣堆、工业场地、污染道路、尾渣库和受纳水体等。

11.2.2 监测项目

1) 原地覆盖治理的废石堆、露天采场和尾渣库监测项目：覆盖层表面

γ 辐射剂量率， ^{222}Rn 析出率，尾渣库及 WZ-2 废渣堆地下水监测井中地下水 $U_{\text{天然}}$ 、 ^{226}Ra 含量。

2) 清挖治理的废石堆、尾渣堆、工业场地和污染道路监测项目：清挖、迁移治理后的原址土地地表 γ 辐射剂量率，土壤中 $U_{\text{天然}}$ 、 ^{226}Ra 含量。

3) 有水坑口监测项目：坑口流出水中 $U_{\text{天然}}$ 、 ^{226}Ra 含量，以及坑口流出水接纳水体下游第一取水口处水中 $U_{\text{天然}}$ 、 ^{226}Ra 含量。

11.2.3 监测布点

1) 坑口流出水中的 $U_{\text{天然}}$ 、 ^{226}Ra 浓度监测：每个有水流出坑口取 1 个监测点。

2) 接纳水体中的 $U_{\text{天然}}$ 、 ^{226}Ra 浓度监测：每个坑口流出水汇入接纳水体处和下游第一取水口处各取 1 个监测点。

3) γ 辐射剂量率的监测：通常按 100m^2 取 1 个监测点，每个场地的监测点数不少于 5 个；污染道路按 10m 取 1 个监测断面，每条道路的监测断面数不少于 5 个，每个监测断面取 2 个监测点。

4) 氡析出率的监测：通常按 225m^2 取 1 个监测点，每个场地的监测点数不少于 3 个。

5) 土壤中 $U_{\text{天然}}$ 、 ^{226}Ra 含量的监测：通常按 100m^2 取 1 个监测点，每个场地的监测点数不少于 3 个。污染道路按 50m 取 1 个监测断面，每条道路的监测断面数不少于 5 个，每个断面 1~2 个点。

6) 地下水中 $U_{\text{天然}}$ 、 ^{226}Ra 含量的监测：尾渣库及 WZ-2 废渣堆地下水监测井各取 1 个监测点。

12 退役治理后的长期监护计划

12.1 长期监护的目的

本退役治理工程竣工验收后，其坑（井）口、露天采场、尾渣库以及大峯围矿点废石（渣）堆等均为有限制开放使用。由于有限制开放使用的设施仍存有大量放射性废物，一旦受到自然因素或人为因素影响易于扩散，可能带来一定程度的放射性危害，因此在其退役治理后，必须对其进行长期的监督维护和监测，以便及时对出现的影响安全和环境的隐患和问题，及时进行治疗确保尾渣库、废石（渣）堆等设施的长期安全稳定，保护公众和环境安全。

该退役治理工程的监护责任主体为江西省核工业地质局二六四大队。

12.2 长期监护要求

12.2.1 监督管理人员的职责

本项目退役治理工程实施后监督管理工作十分重要，对退役后的监督管理配备 3~4 名专（兼）职工作人员，其职责包括：

1) 做好各种退役治理文件资料的保管工作，有关资料包括生产简史、环境影响报告书、治理工程的设计文件、竣工验收报告，退役治理前后的环境监测报告以及维修记录等。这些资料作为档案长期保存。

2) 为保证和检验治理工程的质量，在实施后有 2~3 年的观察维修期，当发现损坏和质量不符合要求时进行维修和补救。

3) 有限制使用的设施及场地，在四周设置明显和坚固的永久标牌，标明工程名称、性质、年代和禁令。管理机构应对有限制使用区域进行定期监护，严禁在上面进行开挖的土建施工、放牧及耕种等。

4) 做好人员培训和监测工作，其监测工作由江西省核工业地质局二六四大队安防部门负责。

5) 定期检验各治理设施的完好性，必要时进行修复。

6) 制定事故应急计划，当发生人为侵扰和自然灾害事故时，能够迅速做出反应并采取相应的处置对策。

7) 负责将监测报告、维修记录报告及事故处置报告等上报。

12.2.2 监护内容

根据本项目监护对象的特征，监护工作内容主要为两项，第一项为巡视监护，第二项为辐射安全监测。

巡视监护是定期对黄泥湖矿点的坑（井）口、尾渣库和露天采场及大峯围矿点的坑（井）口、KD-2、3 废石堆、KD-X1 废石堆和废渣堆的稳定性、完好性进行巡视检查，发现隐患及时排除，发现较大损毁事故及时上报，并形成现场巡视的影像资料和文字记录。

辐射安全监测是对上述巡视设施进行日常监测和定期监测，目的主要是为了及早发现和获取可能发生污染与危害的征兆，确保工程的安全稳定，及时发现问题，解决问题，防止对环境及周围公众产生有害影响。

12.2.3 巡视监护方案

1) 尾渣库、废石（渣）堆、露天采场巡视监护方案

(1) 对尾渣库、废石（渣）堆、露天采场的排洪设施、坑（井）口的封堵设施进行检查，发现工程遭到局部破坏时及时对其进行清除和修复。

(2) 对尾渣库、废石（渣）堆、露天采场的覆盖层，每年必须进行施肥、补种。同时设置警示标志，防止人误入破坏植被。

(3) 每年对尾渣库、废石（渣）堆、露天采场的坡面、挡墙进行维护和保养，确保其长期安全稳定。

(4) 对植被进行养护，旱季进行浇水，雨季进行防洪，对生长不好的地方进行施肥养护，对覆土表面植草定期进行修整，达到整齐的感观效果。

2) 坑（井）口巡视监护方案

(1) 封堵设施是否完好，坑（井）口有无打开、是否有人为破坏的痕迹，出现破损应及时进行修补；

(2) 表层植被是否完好，定期进行补播并防治病虫。

3) 巡视监护频率

(1) 尾渣库、废石（渣）堆、露天采场巡视监护频率

①本项目所需监护的尾渣库、废石（渣）堆、露天采场监护频次的要求

为每月至少 1 次，不稳定区和危险等级为中等级别以上的废石（渣）堆为每月至少 2 次。

②在暴雨（设施所处地区 24 小时内降水量超过 50mm）、地震（地震烈度达到 5 度以上）后，应立即去现场巡查。

③不稳定区的位移及变形测量频率每月至少 1 次。

（2）坑（井）口巡视监护频率

坑（井）口监护频率每月至少 1 次。

12.2.4 辐射监测方案

1) 监测内容

（1）对尾渣库、废石（渣）堆、露天采场表面的 γ 辐射剂量率、氡析出率等进行监测，发现问题及时补救。

（2）对两个矿点的坑口水中 $U_{\text{天然}}$ 和 ^{226}Ra 进行分析监测，确保不会对周边地表水产生影响。

2) 监测布点

（1）日常巡视监测

日常巡视过程中主要对尾渣库、废石（渣）堆、露天采场的 γ 辐射剂量率监测，重点对其开裂受损、风蚀、雨蚀较明显、覆盖层厚度减少的部位进行监测，其他无明显变化的部位可根据具体情况进行抽测。每个监护设施的监测点位数不少于 5 个。

（2）定期监测

^{222}Rn 析出率原则按 40m×40m 网格布点， γ 辐射剂量率原则按 20m×20m 网格布点，坑口水监测每次至少各取 1 个水样进行 $U_{\text{天然}}$ 和 ^{226}Ra 监测，每个地下水监测井每次至少取 1 个水样进行 $U_{\text{天然}}$ 和 ^{226}Ra 监测。

3) 监测频率

（1）日常巡视监护

对尾渣库、废石（渣）堆、露天采场等设施进行日常不定期巡视，监护人员在监护过程中随身携带 X- γ 剂量率仪，根据现场监护设施的具体情况随时进行测量。一旦发现超出限制使用范围的情况，应马上制止。

（2）定期监测

定期监测需要相关资质的单位进行监测。按照《铀矿冶辐射防护监测规定》（GB23726-2009）中的监测频次规定：“竣工验收后前 2 年监测频次为 1 次/a，以后每年降低监测频次”，因此本项目完成退役竣工验收后，前两年监测频次为 1 次/a，之后每隔两年监测 1 次，每隔 5 年申请一次退役治理长期监护工程。

13 结论与建议

13.1 结论

13.1.1 项目基本情况

本项目为黄泥湖矿点（含大峯围矿点）退役治理工程，退役项目位于江西省赣州市寻乌县桂竹帽镇的黄泥湖矿点和大峯围矿点，项目退役总费用6240万元。

退役治理的主要源项为坑（井）口、露天采场废墟、废石（渣）堆、工业场地、尾渣堆、污染设备管线、建（构）筑物、尾渣库以及污染道路等，共9类。

13.1.2 环境质量现状结论

本项目辐射环境质量现状监测工作由江西省核工业地质局测试中心承担。根据监测结果，黄泥湖及大峯围两个矿点周围的 γ 辐射剂量率、地下水及生物样中核素浓度与对照点及区域本底处于同一水平；大气中氡及子体浓度略高于对照点，但均在全国区域本底范围之内；气溶胶监测结果与对照点相当；底泥、土壤中的铀镭含量与当地本底水平相当；设施周围居民点土壤中的铀镭含量在本底水平范围之内；地表水中的铀镭含量与赣州地区环境本底水平相当，满足GB23727-2009规定的第一取水点处浓度限值要求；地下水放射性核素含量均与本底值相当；生物样品中放射性核素含量满足GB14882-94的要求；地表水、土壤、地下水中的各项非放指标均满足相应质量标准要求。

13.1.3 源项调查结果

根据源项调查报告调查结果，最终确定黄泥湖矿点（含大峯围矿点）退役治理工程的主要治理源项包括：坑（井）口27个（其中无水坑口10个，有水坑口2个，浅（竖）井15个）；露天采场1处（裸露面积1137.5m²）；废石（渣）堆11个（废石（渣）总量165589t、总裸露面积33858m²）；尾渣堆1个（尾渣量113000t、裸露面积20000m²）；工业场地2处（污染面积7024m²）；污染设备45台（件）、管线16700m；建（构）筑物59座（建筑面积3305.30m²）；

污染道路 1 条（长度约 190m）；尾渣库 1 座（设计有效库容 22 万 m³）。

13.1.4 治理方案可行性结论

1) 退役治理方案

(1) 坑（井）口治理方案

对于无水坑口采用两道毛石墙封堵、中间充填废石的治理方案；有水坑口采用两道混凝土墙封闭并在坑口内修建被动式滤水集水池进行疏排水的治理方案；浅井采用全井筒填充废石至近地表、再夯填土掩埋井口并植被的治理方案；竖井采用砌筑混凝土隔墙切断与平巷的连通，中间充填废石、上部钢筋混凝土板封堵并覆土植被的治理方案。

(2) 露天采场废墟治理方案

采取覆盖治理方法，即采用原地覆土植被、砌筑挡墙稳固坡脚、设置排水沟及三维土工网护坡防止坡面冲刷的治理方案。

(3) 废石（渣）堆、尾渣堆治理方案

对于具备清挖治理条件的 7 个废石堆和 1 个尾渣堆采用清挖、迁移至各矿点集中处置场所治理、原址场地覆土植被的治理方案；对于不具备集中治理条件的大崮围矿点 3 个废石（渣）堆，采取稳定化、原地覆盖并恢复植被的治理方案，即平整场地后在坡脚砌筑挡土墙、然后采用多层覆盖结构（粘土层、土工膜、砾石层、植被层）进行覆盖治理，同时为防止雨力侵蚀边坡覆土，除进行植被和设置截排水沟以外，边坡还采用浆砌片石护坡或土工网植被护坡进行防护。

(4) 尾渣库治理方案

为了消除隐患、安全处置尾渣，同时兼顾环保、满足废物集中处置原则，本项目利用黄泥湖矿点 KD-X1 废石堆所处沟谷修建拦渣坝、溢洪道防排洪设施，形成尾渣库（设计有效库容 22 万 m³）、且将其作为黄泥湖矿点所有废物的集中处置场所，治理方案为：修建拦渣坝，将所有废物运至尾渣库内分层回填、压实，采取多层覆盖（粘土层、土工膜、砾石层、植被层）治理，同时修建溢洪道和设置沉降位移观测设施，并设置警示标识。

（5）污染设备、管线治理方案

经拆除、去污后，金属材质的运至国家核安全局认可的废旧金属处理中心熔炼处置，非金属材质的集中运至各矿点废物集中处置场所填埋处置。

（6）其他

对工业场地、污染道路、建（构）筑物等污染超标区域进行清挖、去污、拆除整治，治理后原址场地或覆土植被、恢复自然地貌，或回填路基、恢复原有通行功能。

2）可行性分析

黄泥湖矿点（含大峯围矿点）工程治理方案，根据当地的具体情况，考虑了治理工程的补救性质，结合自然环境、社会环境、心理因素和运输条件等，做到了因地制宜、切合实际。设计中治理方案进行了多方案比较，选取的方案较为合理。因此，该工程退役治理方案是可行的。

本项目按照 GB50520-2009、工程等级 4 级修建尾渣库，防洪标准采用重现期 50a（ $P=2\%$ ）暴雨洪水设计、重现期 500a（ $P=0.2\%$ ）校核，设置有完善的防排洪措施，防洪安全有保障。尾渣库内平时处于干涸状态，尾渣表面采用多层覆盖结构，既可抑制氡析出和控制 γ 辐射水平、恢复生态环境，也可在遭遇设计频率和校核频率的暴雨洪水条件下，使库内不会形成稳定的渗流场。该库按所在地区地震烈度 7 度进行设防，坝体稳定计算结果为正常工作条件下坝坡抗滑稳定最小安全系数 1.28，非常工作条件下最小安全系数 1.13，均满足 GB50520-2009 规范规定的最小安全系数限值要求。同时，拦渣坝体顶部设置有坝体沉降位移观测桩，可及时了解 and 掌握坝体安全动态，以保证退役治理后坝体安全稳定。采用原地覆盖的方法治理了 3 个废石（渣）堆，通过废石（渣）堆的边坡稳定性、雨水冲刷稳定性、坝脚水冲刷和洪水淹没稳定性、覆盖层防止水蚀雨蚀分析，本次废石（渣）堆的治理方案是可靠稳定的。另外，通过建设单位合理组织施工、加强施工过程中的全面质量控制及监理，竣工后按照有限制开放使用核退役设施的要求进行监管，治理后废石（渣）堆以及尾渣库的长期稳定性是能够保证的。

综上，本退役治理工程实施后，不仅降低了周围公众的个人附加剂量和集体剂量、保护了环境，而且缓解了当地居民因放射性污染而引起的环境纠纷，环境效益、社会效益比较显著。该工程治理方案可行。

13.1.5 辐射环境影响评价结论

本次预测以大鞞围废渣堆 WZ-2 为中心，进行了半径 20km 范围内的退役治理前和退役治理后的辐射环境影响预测，气载放射性流出物和液态放射性流出物所致辐射环境影响，分别采用 UAIR-FINE 和 Y30LID 程序进行计算。

1) 退役治理前辐射环境影响评价

黄泥湖矿点（含大鞞围矿点）退役治理工程治理前主要有气载源项和液态源项。其中，气态源项包括废石（渣）堆、尾渣堆、露天采场、坑（井）口、工业场地等，不断向大气释放氡及子体；液态源项为坑口流出水。

退役治理前，气态源项所致公众最大个人剂量为 $2.98 \times 10^{-2} \text{mSv/a}$ ，关键居民组为评价中心 ENE 方位、0~1km 处的大鞞围，其关键途径为吸入内照射，关键核素为 ^{222}Rn ；20km 范围内的集体剂量为 $0.0365 \text{人} \cdot \text{Sv/a}$ 。

坑口流出水经受纳稀释后，致使黄泥湖小溪 $U_{\text{天然}}$ 附加值为 $8.1 \times 10^{-5} \text{mg/L}$ 、 ^{226}Ra 附加值为 $2.4 \times 10^{-4} \text{Bq/L}$ ；群裕河小溪 $U_{\text{天然}}$ 附加值为 $7.2 \times 10^{-7} \text{mg/L}$ 、 ^{226}Ra 附加值为 $6.8 \times 10^{-6} \text{Bq/L}$ ，均远小于上游地表水中 $U_{\text{天然}}$ 、 ^{226}Ra 浓度，增幅很小，不会对受纳水体产生明显的影响。

2) 退役治理过程中辐射环境影响评价

在退役治理过程中，本项目产生的气态源项与治理前变化不大，液态源项与治理前相比没有变化，退役治理过程中气态源项和液态源项对公众的影响与退役治理前相比基本处于同一水平。

3) 退役治理后辐射环境影响评价

黄泥湖矿点（含大鞞围矿点）退役治理工程治理后封堵了所有的坑（井）口，清挖了部分废石堆、尾渣堆以及所有受污染的工业场地、污染道路，气态源项为原地覆盖了的尾渣库、废石（渣）堆和露天采场废墟等，源项数量由退役治理前的 42 个减少为 5 个。

退役治理后，气态源项所致公众最大个人剂量为 $1.23 \times 10^{-3} \text{mSv/a}$ ，关键居民组为评价中心 ENE 方位、0~1km 处的大鞞围，其关键途径为吸入内照射，关键核素为 ^{222}Rn ；20km 范围内的集体剂量为 $2.42 \times 10^{-3} \text{人} \cdot \text{Sv/a}$ 。

黄泥湖矿点和大鞞围矿点的坑口流出水经过被动式过滤、疏水设施后经排水沟或倒水盲沟排除分别排至黄泥湖小溪和群裕河，坑口流出水中放射性核素浓度稳定，同退役治理前基本相同。

本项目尾渣库和废渣堆均经过一系列底部防渗、顶部覆盖、周边溢洪道等退役治理手段，使设施内废物处于与外界环境隔离状态，有效地避免了渗滤液进入地下水系统的风险，因此，正常工况下，本项目基本不会对周围地下水环境造成影响。在防渗膜破损的非正常工况下，渗滤液将进入到废渣堆下部的地下水中，由预测结果可知，群裕河处地下水中各核素的浓度均较低，即废渣堆下渗水基本不会对地下水环境造成显著影响。

4) 退役治理前后对比

本期退役治理工程治理后较治理前，氡释放量减少了 92.7%，气态源项所致公众最大个人剂量降低了 95.9%，退役治理后 20km 范围内的集体剂量明显减小；液态源项对公众的影响与退役治理前相比基本处于同一水平；正常工况下基本不会对周围地下水环境造成影响，说明本次退役工程的治理措施在减少辐射环境影响方面的作用是十分有效的。

13.1.6 公众参与结论

江西省核工业地质局二六四大队在本报告编制期间，共开展两次公示，公示方式包括网上公示、现场张贴公示和报纸公示，其中第一次公示期间未收到公众意见反馈表，第二次公示期间有效回收 16 份公众意见反馈表，并完成了本项目公众参与报告编写。由公众参与结果可知，当地公众对本项目的建设是持积极态度的，对于制定的辐射环境保护措施，当地公众给予了充分的肯定。项目退役治理过程中，将按照环保要求落实退役治理工程中的环境保护和生态恢复措施，加快实施进度，改善周边环境。

13.1.7 退役治理的监测计划与长期监护

在治理施工过程中，通过监测来确定治理的各类源项是否达到了设计的退役深度（如：废石（渣）堆、尾渣库、露天采场等的覆盖厚度和清挖深度），以及选取的土源是否满足要求。如按原设计要求的工作程序已完成，而监测结果仍不满足控制标准时，则仍需要继续进行治理，直到满足治理目标为止。根据《建设项目环境保护管理条例》规定，项目单位应当按照国务院环境保护行政主管部门规定的标准和程序，组织开展竣工环境保护验收。

本退役治理工程竣工验收后，其坑（井）口、原地治理的废石（渣）堆、露天采场废墟、尾渣库等均为有限限制开放使用。需对其进行长期的监督维护和监测，以便及时对出现的影响安全和环境的隐患和问题，及时进行治疗确保尾渣库和废石（渣）堆等设施的长期安全稳定，保护公众和环境安全。本项目的监护责任主体为江西省核工业地质局二六四大队。退役治理工程结束后，长期监护工作主要是长期的不定时巡视、清理与简单的故障排除。

13.1.8 环评结论

综上所述，本项目为铀矿地质勘查、采冶设施退役治理工程。工程实施后，坑（井）口等设施的安全隐患被消除，尾渣库、废石（渣）堆及露天采场等各类遗留设施源项均得到了不同程度的处置与治理，工程所在区域环境质量将得到较大程度的改善，公众所受剂量预测较退役治理前将有大幅降低。从环境影响评价角度来说，本项目的实施是可行的。

13.2 建议

1) 施工时，严格按照“边施工边监测，监测指导施工”的原则进行，对于覆土植被的地表设施，应注意其表面 γ 辐射剂量率和氡析出率的监测；对于清挖治理的设施，应注意其表面 γ 辐射剂量率和清挖基底土壤中 ^{226}Ra 含量的监测，保证治理均满足相应管理限值要求。

2) 现场注意文明施工，以降低作业场所空气氡浓度。运输过程中注意交通安全，严格按有关规定装运。

3) 做好退役治理后的生态改善措施。

4) 施工中源项或治理方案发生重大变化，需通知并上报环保主管部门。

附录 1：气态途径辐射环境影响预测模式与参数

一、大气扩散模式

UAIR-FINE 软件大气扩散模式采用美国 EPA 开发、环保部推荐使用的 AERMOD 模型，该模型为基于新一代边界层理论的高斯扩散模型。

1、AERMET 气象预处理

AERMET 中，采用感热通量 H 来判别 PBL 的稳定度，对流或不稳定边界层， $H>0$ ；稳定边界层， $H<0$ 。对流边界层的尺度参数化使用： L 、 w^* 、 z_i 、 u^* ；稳定边界层的尺度参数化使用： L 、 θ^* 、 z_i 、 u^* 。

2、AERMAP 地形预处理

AERMAP 根据项目的实际地理位置及其所在区域网格化的地形 DEM 文件中的实际高程数据，计算得到各接受点的山体高度尺度 h_c 。获取各接受点的山高尺度 h_c 值后，计算烟羽流线分层高度（或称临界高度） H_c ，公式如下：

$$\frac{1}{2}u^2 \{H_c\} = \int_{H_c}^{h_c} N^2 (h_c - z) dz$$

3、AERMOD 扩散模型

AERMOD 中既适用于 CBL 也适用于 SBL 的通用浓度公式为：

$$C\{x, y, z\} = (Q/u) p_y \{y, x\} p_z \{z, x\}$$

式中：Q—源强，即污染物单位时间排放量；

u—有效风速；

p_y 、 p_z —概率密度函数 pdf，分别表示横向和垂直方向的浓度分布。

1) 对流条件下 CBL 中的浓度

对于本项目来说，主要考虑地面直接源对下风向浓度的影响，其浓度计算公式为：

$$c_d \{x_r, y_r, z_r\} = \frac{Qf_p}{\sqrt{2\pi\tilde{u}}} F_y \cdot \sum_{j=1}^2 \sum_{m=0}^{\infty} \frac{\lambda_j}{\sigma_{zj}} \left[\exp\left(-\frac{(z - \Psi_{dj} - 2mz_i)^2}{2\sigma_{zj}^2}\right) + \exp\left(-\frac{(z + \Psi_{dj} + 2mz_i)^2}{2\sigma_{zj}^2}\right) \right]$$

式中：

$$\Psi_{dj} = h_s + \Delta h_d + \frac{\bar{w}_j x}{u}$$

u —排气筒出口处风速；

F_y —考虑烟羽迂回的横向分布函数，
$$F_y = \frac{1}{\sqrt{2\pi}\sigma_v} \exp\left(-\frac{y^2}{2\sigma_v^2}\right) ;$$

$j=1$ 或 2 ，分别代表上升和下沉部分。

2) 稳定条件下 SBL 中的浓度

$$c_s \{x_r, y_r, z\} = \frac{Q}{\sqrt{2\pi}\tilde{u}\sigma_{zs}} F_y \cdot \sum_{m=-\infty}^{\infty} \left[\exp\left(-\frac{(z-h_{es}-2mz_{ieff})^2}{2\sigma_{zs}^2}\right) + \exp\left(-\frac{(z+h_{es}+2mz_{ieff})^2}{2\sigma_{zs}^2}\right) \right]$$

式中： z_{ieff} —有效机械混合层高度；

h_{es} —烟羽高度（烟囱高度加烟气抬升高度）；

F_y —横向分布函数（有迂回）。

在机械混合层高度之上，湍流一般较弱，因此，烟羽的垂直混合也比较小。AERMOD 定义了一个有效机械混合层高度 z_{ieff} ，按下式限定烟羽反射的最大高度：

$$z_{ieff} = MAX[h_{es} + 2.15\sigma_{zs} \{h_{es}\}, z_{im}]$$

当 $z_r \geq z_{ieff}$ 时，不考虑有效反射面。

3) 污染物扩散过程中的衰减作用

本项目排放的污染物为放射性核素，在扩散过程中由于放射性衰变会造成核素浓度的衰减，其衰减作用公式如下：

$$D = \exp\left[-\psi \frac{x}{u_s}\right] \quad (\psi > 0)$$

$$\text{或 } D = 1 \quad (\psi = 0)$$

$$\psi = \frac{0.693}{T_{1/2}}$$

式中： ψ —污染物的衰减系数；

$T_{1/2}$ —污染物的半衰期，s。

4) 面源计算模式

对于面源，AERMOD 采用数值积分的处理方法，计算公式如下：

$$\chi = \frac{Q_A KVD}{2\pi u_s \sigma_y \sigma_z} \exp \left[-0.5 \left(\frac{y}{\sigma_y} \right)^2 \right]$$

式中： Q_A —面源释放率， $\text{g}/\text{m}^2 \cdot \text{s}$ ；

K —单位转换系数；

D —污染物衰减项；

σ_y —水平扩散系数， m ；

σ_z —垂直扩散系数， m ；

u_s —排放源高度处的风速， m/s ；

V —垂直扩散项，与污染源高度、受体点高度、烟气抬升、混合层高度、重力沉降与干沉降等因素有关。

5) 复杂地形下的浓度计算

根据 AERMAP 计算得到的 H_c ，在 AERMOD 中将烟羽类型分为流过地形型和水平型两类烟羽，并获取两种类型烟羽各自所占的烟羽质量分数，烟羽高度、接受点所在地的海拔高度、以及 H_c 共同决定每一个烟羽类型所占的烟羽质量。 H_c 以下的烟羽质量分数 φ_p 按下式计算：

$$\varphi_p = \frac{\int_0^{H_c} C_T(x_r, y_r, z_r)}{\int_0^{\infty} C_T(x_r, y_r, z_r)}$$

式中 $C_T(x_r, y_r, z_r)$ 是在稳定条件下，没有山体时的浓度值。在对流条件下， $H_c=0$ ， $\varphi_p=0$ 。

烟羽权重函数 f 可表示为：

$$f = 0.5(1 + \varphi_p)$$

当烟羽全部位于 H_c 以下时， $\varphi_p=0$ ， $f=1.0$ ，此时浓度值决定于水平型烟羽。另一方面，当烟羽全部位于流线分层高度以上，或大气在中性或对流条件下， $\varphi_p=0$ ， $f=0.5$ 。

接受点的地面浓度即为这两类烟羽影响浓度的总和，这种复杂和平坦地形一体化处理的扩散公式如下：

$$C_T(x_r, y_r, z_r) = f c_{c,s} \{x_r, y_r, z_r\} + (1-f) c_{c,s} \{x_r, y_r, z_p\}$$

式中： $C_T(x_r, y_r, z_r)$ —为接受点总浓度值；

$c_{c,s} \{x_r, y_r, z_r\}$ —为水平型烟羽贡献的浓度值；

$c_{c,s} \{x_r, y_r, z_p\}$ —为流过地形型烟羽所贡献的浓度值（下标 c, s 分别表示对流条件下和稳定条件下）；

f—烟羽类型的权重函数，取决于流线分层高度 H_c 。

二、剂量估算模式

本项目剂量估算考虑的照射途径是吸入内照射，主要核素为气态的 ^{222}Rn 。

1、 ^{222}Rn 及其子体

$$D_{Rn}^a = T \cdot C_{Rn} \cdot DF_{Rn}$$

式中： C_{Rn} — ^{222}Rn 浓度， Bq/m^3 ；

T —受照时间，h，全年取 8760h；

DF_{Rn} — ^{222}Rn 及其子体剂量转换因子，取 $2.44 \times 10^{-6} \text{mSv}/\text{Bq} \cdot \text{h} \cdot \text{m}^{-3}$ 。

2、公众个人剂量

气载放射性核素在大气环境中对公众产生的个人总照射剂量为各照射途径所致剂量之和：

$$E = D_{Rn}^a$$

式中： D_{Rn}^a —吸入内照射剂量， Sv/a ；

E —公众个人照射总剂量， Sv/a 。

3、公众集体剂量

集体剂量估算与评价范围及评价范围内的人口数有关，计算公式如下：

$$S = \sum_{i=1}^{96} (E_i \times R_i)$$

式中： S —集体剂量， $\text{Sv} \cdot \text{人}/\text{a}$ ；

E_i — i 子区的个人剂量代表值， Sv/a ；

R_i — i 子区的人口数，人。

环评委托书

中核第四研究设计工程有限公司：

根据《中华人民共和国环境保护法》、《中华人民共和国环境影响评价法》和中华人民共和国国务院令 第 253 号《建设项目环境保护管理条例》的有关规定，现委托贵单位承担《黄泥湖矿点（含大峯围矿点）退役治理工程环境影响报告书》的编制工作，请根据国家法律法规要求尽快开展工作。

特此委托。

江西省核工业地质局二六四大队

2016年8月18日



赣州市生态环境局

关于黄泥湖矿点（含大鞞围矿点）退役治理工程环境影响评价执行标准的复函

江西省核工业地质局二六四大队：

你单位拟进行的“黄泥湖矿点（含大鞞围矿点）退役治理工程”建设项目环境影响评价工作已委托中核第四研究设计工程有限公司承担，根据该项目所在地寻乌县环境保护局出具的《关于黄泥湖矿点（含大鞞围矿点）退役治理工程项目环境影响报告执行评价标准函》（寻环督函〔2019〕36号），我局确认其环境影响评价执行标准如下：

一、环境质量标准

1、环境空气执行《环境空气质量标准》（GB3095-2012）中二级标准；

2、地表水环境执行《地表水环境质量标准》（GB3838-2002）中III类标准；

3、地下水环境执行《地下水质量标准》（GB/T14848-2017）中III类标准；

4、声环境执行《声环境质量标准》（GB3096-2008）中3类标准；

5、土壤环境质量标准执行《土壤环境质量 农用地土壤

污染风险管控标准》(试行)(GB15618-2018)表1标准。

二、污染物排放标准

1、废气排放执行《大气污染物综合排放标准》(GB16297-1996)中二级标准;

2、废水排放执行《污水综合排放标准》(GB8978-1996)表1和表4中一级标准;

3、施工期场界噪声执行《建筑施工场界环境噪声排放标准》(GB12523-2011)中相关要求,运行期厂界噪声执行《工业企业厂界环境噪声排放标准》(GB12348-2008)中3类标准。

三、辐射环境标准

1、《电离辐射防护与辐射源安全基本标准》(GB18871-2002);

2、《铀矿冶辐射防护和环境保护规定》(GB23727-2009);

3、《铀矿冶辐射防护规定》(EJ993-2008);

4、《铀钍矿冶放射性废物安全管理技术规定》(GB14585-1993);

5、《铀矿冶设施退役环境管理技术规定》(GB14586-1993);

6、《铀矿冶设施环境影响评价规定》(GB/T23728-2009);

7、《铀矿冶辐射环境监测规定》(GB/T23726-2009)。





161420180567

附件 3

监 测 报 告

环监字 2018-291 号

监测类别： 委 托 监 测

项目名称： 黄泥湖矿点（含大峯围矿点）退役
治理工程项目

委托方： 江西省核工业地质局二六四大队

江西省核工业地质局测试研究中心

二〇一八年八月一十六日

监测报告说明

1. 本报告无本单位“检验检测专用章”和骑缝章无效。
2. 本报告无批准人签字无效。
3. 对本报告的任何删减、涂改无效。
4. 复制本报告中的部分内容无效；复制报告未重新加盖“检验检测专用章”无效。
5. 委托方如对本报告有异议，须于收到本报告之日（邮寄以邮戳为准）起十日内向本单位提出，逾期视为认可本报告。无法保存、复现的样品不受理复测要求。
6. 委托方自送样品的委托检测、其检测结果仅对来样负责。对不可复现的监测项目，结果仅对采样时所代表的时间和空间负责。
7. 本报告不得用于商业广告。

监测单位：江西省核工业地质局测试研究中心

单位地址：江西省南昌市洪都中大道 101 号

邮政编码：330002

电 话：0791—88227471

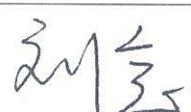
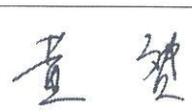
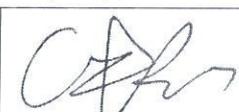
传 真：0791—88236020

E---Mail: jxhgcszx@126.com

监 测 报 告

报告编号：环监字 2018-291 号

共 14 页 第 1 页

| | | | | | |
|---------|---|--------|--|----|---|
| 委托方 | 江西省核工业地质局二六四大队 | 联系人 | 蔡松 | | |
| 监测日期 | 2018年5月21日-5月25日 | 主要监测人员 | 钟磊、张浩然 | | |
| 大气压强 | 101.1kPa-101.8kPa | 天气状况 | 晴 | | |
| 气温 | 24℃-35℃ | 相对湿度 | 59%-81% | | |
| 监测目的 | 为《黄泥湖矿点（含大鞞围矿点）退役治理工程项目》提供现状监测数据 | | | | |
| 监测项目 | 空气：氡及其子体、气溶胶（铀-天然、总α）、TSP； 陆地γ：γ辐射周围剂量当量率； 土壤：铀-天然、镭-226、钋-210、铅-210、锰、镉、砷； 底泥：铀-天然、镭-226； 地表水：pH值、铀-天然、镭-226、钋-210、铅-210、总α、总β、锰、镉、砷、硫酸盐； 地下水：pH值、铀-天然、镭-226、钋-210、铅-210、锰、镉、砷； 生物：铀-天然、镭-226、钋-210、铅-210。 | | | | |
| 监测依据 | HJ/T 61-2001、GB/T14583-93、GB14586-93、EJ/T 900-94、EJ/T1075-1998、DZ/T 0064.75-1993、HJ 780-2015、GB 11743-2013、GB 11338-1989、SY/T6404-1999、HJ700-2014、DZ/T 0064.51-1993、GB6920-86、GB/T15432-1995。 | | | | |
| 主要监测用仪器 | 低本底宽能高纯锗γ谱仪 BE5030 (No F040)、BH3206 低本底总α总β测量仪 (No F026)、FH40G 环境x-γ剂量率监测仪 (No F117)、RAD7α能谱氡气检测仪 (No F133、No F134)、NexION300X 电感耦合等离子体质谱 (No F001)、AFS-2202E 原双道原子荧光光度计 (No F014)、CIC-100 离子色谱仪 (No F019)、PHS-3C 型 PH 计 (No F099)、BWLM-PIUS-S 氡及其子体测量仪 (No F135)、ADS-2062E 型智能综合大气采样器 (No F154、No F155、No F156)、AL204 型电子天平 (No F076)、MUA 微量铀分析仪 (No F017)、DB-2001、FD-125 室内氡钍分析仪 (No F018)。 | | | | |
| 监测点位 | 监测点位详见附件 | | | | |
| 监测结论 | 详见监测结果表 <div style="text-align: right;">  (检验检测专用章) </div> | | | | |
| 批准 |  | 审核 |  | 编制 |  |
| 日期 | 2018.8.16 | 日期 | 2018.8.16 | 日期 | 2018.8.16 |

报告日期：2018年8月16日

地下水监测结果

报告编号：环监字 2018-291 号

共 14 页 第 4 页

| 点位 | 监测项目 | | | | | | | | | |
|------|----------------|-----------------------------|-----------------------------|-----------------------------|--------------------|----------------------|---------------------|------|--|--|
| | 天然 U (mg/L) | ²²⁶ Ra (Bq/L) | ²¹⁰ Po (Bq/L) | ²¹⁰ Pb (Bq/L) | Mn (mg/L) | Cd (mg/L) | As (mg/L) | pH 值 | | |
| 高湖寨 | 0.00015 | 0.0150 | 0.002 | 0.01 _L | 0.004 _L | 0.00025 | 0.0027 | 7.49 | | |
| 蕉子坝村 | 0.00021 | 0.0089 | 0.006 | 0.019 | 0.004 _L | 0.00009 | 0.0003 _L | 7.55 | | |
| 大鞞围 | 0.00007 | 0.0033 | 0.001 _L | 0.01 _L | 0.008 | 0.00005 _L | 0.0003 _L | 7.56 | | |
| 白面石村 | 0.00065 | 0.0087 | 0.001 _L | 0.01 _L | 0.004 _L | 0.00005 _L | 0.0003 _L | 7.54 | | |

地表水监测结果

报告编号：环监字 2018-291 号

共 14 页 第 5 页

| 点位 | 监测项目 | | | | | | | | | | | pH 值 |
|--------------------------|----------------|-----------------------------|-----------------------------|-----------------------------|--------------|--------------|--------------|---|--|--|--|------|
| | 天然 U (mg/L) | ²²⁶ Ra (Bq/L) | ²¹⁰ Po (Bq/L) | ²¹⁰ Pb (Bq/L) | Mn (mg/L) | Cd (mg/L) | As (mg/L) | SO ₄ ²⁻ (mg/L) | | | | |
| 黄泥湖废水 排放口上游 500m 处 | 0.00520 | 0.00363 | 0.001 | 0.01L | 0.004L | 0.00005L | 0.0003L | 2.21 | | | | 7.42 |
| 黄泥湖废水 排放口下游 1km 处 | 0.00840 | 0.00914 | 0.007 | 0.016 | 0.004 | 0.00016 | 0.0018 | 2.26 | | | | 7.65 |
| 高湖寨村 | 0.00887 | 0.00769 | 0.007 | 0.013 | 0.004L | 0.00006 | 0.0011 | 1.09 | | | | 6.94 |
| 蕉子坝村 | 0.00731 | 0.00689 | 0.006 | 0.01L | 0.004L | 0.00005L | 0.0020 | 0.93 | | | | 6.98 |
| 大鞞围废水 排放口上游 500m 处 | 0.00604 | 0.00428 | 0.001 | 0.01L | 0.004L | 0.00005L | 0.0003L | 0.442 | | | | 7.46 |
| 大鞞围废水 排放口下游 1km 处 | 0.00659 | 0.00596 | 0.001 | 0.01L | 0.004L | 0.00006 | 0.0003L | 0.36 | | | | 7.52 |
| 大畚围 | 0.00657 | 0.00511 | 0.001 | 0.01L | 0.005 | 0.00006 | 0.0003L | 0.34 | | | | 7.49 |
| 白面石村 | 0.00418 | 0.00581 | 0.002 | 0.01L | 0.004L | 0.00005L | 0.0003L | 0.32 | | | | 7.60 |

土壤及底泥监测结果

报告编号：环监字 2018-291 号

共 14 页 第 6 页

| 点位 | 监测项目 | | | | | |
|---------------------|----------------------------|------------------------------|---------------|---------------|---------------|------|
| | ^{天然} U (mg/kg) | ²²⁶ Ra (Bq/kg) | Mn (mg/kg) | Cd (mg/kg) | As (mg/kg) | pH 值 |
| 黄泥湖废水排放口上游 500m 处底泥 | 3.77 | 46.27 | / | / | / | / |
| 黄泥湖废水排放口下游 1km 处底泥 | 13.6 | 45.77 | / | / | / | / |
| 高湖寨村底泥 | 12.4 | 97.9 | / | / | / | / |
| 蕉子坝村底泥 | 10.6 | 117.3 | / | / | / | / |
| 大畚围废水排放口上游 500m 处底泥 | 4.04 | 56.68 | / | / | / | / |
| 大畚围废水排放口下游 1km 处底泥 | 12.0 | 145.6 | / | / | / | / |
| 大畚围底泥 | 10.1 | 150.5 | / | / | / | / |
| 白面石村底泥 | 10.7 | 131.6 | / | / | / | / |
| 高湖寨土壤 | 11.8 | 131.9 | 364.8 | 0.183 | 13.1 | 6.70 |
| 蕉子坝村土壤 | 8.08 | 96.28 | 403.8 | 0.131 | 12.2 | 6.42 |
| 大畚围土壤 | 7.91 | 124.8 | 386.6 | 0.216 | 2.38 | 6.65 |
| 白面石村土壤 | 10.4 | 116.8 | 534.0 | 0.214 | 7.48 | 7.02 |
| 晨光镇土壤 | 7.14 | 89.51 | 751.5 | 0.123 | 4.61 | 7.87 |
| 以下空白 | | | | | | |
| | | | | | | |
| | | | | | | |
| | | | | | | |
| | | | | | | |

动植物样品放射性核素监测结果

报告编号：环监字 2018-291 号

共 14 页 第 7 页

| 动植物样名称 采样点及监测项目 | | 稻谷 | 蔬菜 | 鸡/鸭 |
|--------------------|----------------|--------|--------|--------|
| 高湖寨 | 天然铀(mg/kg 鲜) | 0.0012 | 0.0003 | 0.0053 |
| | 镭-226(Bq/kg 鲜) | 3.01 | 0.612 | 14.2 |
| | 钋-210(Bq/kg 鲜) | 0.180 | 0.008 | 0.157 |
| | 铅-210(Bq/kg 鲜) | 0.776 | 0.087 | 0.685 |
| 蕉子坝村 | 天然铀(mg/kg 鲜) | 0.0037 | 0.0002 | 0.0089 |
| | 镭-226(Bq/kg 鲜) | 1.45 | 0.453 | 8.77 |
| | 钋-210(Bq/kg 鲜) | 0.107 | 0.011 | 0.121 |
| | 铅-210(Bq/kg 鲜) | 0.569 | 0.063 | 0.899 |
| 大畲围 | 天然铀(mg/kg 鲜) | 0.0011 | 0.0001 | 0.0048 |
| | 镭-226(Bq/kg 鲜) | 3.69 | 0.821 | 17.4 |
| | 钋-210(Bq/kg 鲜) | 0.301 | 0.024 | 0.141 |
| | 铅-210(Bq/kg 鲜) | 0.685 | 0.091 | 0.734 |
| 白面石村 | 天然铀(mg/kg 鲜) | 0.0022 | 0.0002 | 0.0885 |
| | 镭-226(Bq/kg 鲜) | 0.907 | 0.196 | 8.12 |
| | 钋-210(Bq/kg 鲜) | 0.090 | 0.030 | 0.399 |
| | 铅-210(Bq/kg 鲜) | 0.622 | 0.078 | 0.830 |
| 晨光镇 | 天然铀(mg/kg 鲜) | 0.0014 | 0.0006 | 0.0192 |
| | 镭-226(Bq/kg 鲜) | 0.495 | 0.904 | 8.32 |
| | 钋-210(Bq/kg 鲜) | 0.076 | 0.028 | 0.168 |
| | 铅-210(Bq/kg 鲜) | 0.582 | 0.093 | 0.758 |

附件：

检测方法汇总表

| 监测类别 | 监测项目 | 监测方法 | 监测/分析仪器 | 灵敏度/检出限 |
|-------------|-------------------------------|--------------------|-----------------------------|--|
| 陆地 γ | γ 辐射周围剂量当量率 | 即时测量法 | FH40G 环境 X- γ 剂量率监测仪 | 1nGy/h |
| 空气 | 氡浓度 | 连续氡监测法 | RAD7 连续测氡仪 | 0.01 Bq/m ³ |
| | 氡子体 | 脉冲电离室法 | BWLM-PLUS-S 氡子体测量仪 | 1nJ/m ³ |
| | 气溶胶 (U _{天然}) | HJ657-2013 | 电感耦合等离子体质谱仪 Nexion300X | 0.01ng/m ³ (空气) |
| | 气溶胶 (总 α) | 厚源法 | 低本底总 α 总 β 测量仪 | / |
| | TSP | 重量法 | AL204 型电子天平 | 0.001mg/m ³ |
| 地表水/ 地下水 | pH 值 | 玻璃电极法 | FE20 实验室 pH 计 | / |
| | SO ₄ ²⁻ | 离子色谱法 | CIC-100 离子色谱仪 | 0.018mg/L |
| | 砷 | 冷原子荧光法 | AFS-2202E 型双道原子荧光光度计 | 0.0003mg/L |
| | 镉 | 发射光谱法 | NexION300X 等离子体发射光谱仪 | 0.00005 mg/L |
| | 锰 | | | 0.004 mg/L |
| | 钋-210 | 电镀制样法 | 低本底总 α 总 β 测量仪 | 0.001 mg/L |
| | 铅-210 | 电镀制样法 | 低本底总 α 总 β 测量仪 | 0.01 mg/L |
| | U _{天然} | 激光荧光法 | MUA 微量铀分析仪 | 0.00004mg/L |
| | ²²⁶ Ra | 闪烁室射气法 | DB-2001、FD-125 室内氡钍分析仪 | 0.002Bq/L |
| | 总 α | 厚源法 | 低本底总 α 总 β 测量仪 | / |
| | 总 β | 蒸发法 | 低本底总 α 总 β 测量仪 | / |
| 土壤/底泥 | pH 值 | 玻璃电极法 | FE20 实验室 pH 计 | 0.01 |
| | 镉 | 电感耦合等离子体原子发射光谱分析方法 | NexION300X 电感耦合等离子体质谱仪 | 0.1mg/kg |
| | 锰 | | | 0.02mg/kg |
| | 砷 | 原子荧光法 | AFS-2202E 型双道原子荧光光度计 | 0.01mg/kg |
| 生物 | 天然铀 | 高纯锗 γ 能谱分析法 | 低本底宽能高纯锗 γ 谱仪 BE5030 | 1.0×10 ⁻⁸ ~1.0×10 ⁻⁵ g/g 灰 |
| | 镭-226 | 高纯锗 γ 能谱分析法 | 低本底宽能高纯锗 γ 谱仪 BE5030 | / |
| | 钋-210 | 电镀制样法 | 低本底总 α 总 β 测量仪 | / |
| | 铅-210 | 电镀制样法 | 低本底总 α 总 β 测量仪 | / |

附件：

黄泥湖矿点（含大崧围矿点）

退役治理工程

环境质量现状监测方案

中核第四研究设计工程有限公司

2018 年 5 月 17 日

1 项目概况

项目名称: 黄泥湖矿点 (含大鞞围矿点) 退役治理工程

实施单位: 江西省核工业地质局二六四大队

工程地点: 江西省赣州市寻乌县桂竹帽镇

工程内容: 本项目退役治理主要源项为坑口、浅 (竖) 井、废石堆、尾渣堆、露天采场废墟、工业场地、污染设备、建构筑物、污染道路、尾渣库等。

2 现状监测目的

了解和掌握现阶段矿区周围环境中大气、水、水体底泥、土壤及生物中放射性物质的浓度水平, 以便了解黄泥湖矿点 (含大鞞围矿点) 待退役治理工程对环境的辐射影响程度, 同时为退役治理后周围环境现状监测提供对比数据。

3 监测内容

本次环境质量现状监测内容主要包括:

1) 陆地 γ : γ 辐射周围剂量当量率;

2) 空气: 氡及其子体、气溶胶 ($U_{\text{天然}}$ 、总 α)、TSP;

3) 地表水: $U_{\text{天然}}$ 、 ^{226}Ra 、 ^{210}Po 、 ^{210}Pb 、总 α 、总 β 、Mn、Cd、As、pH、 SO_4^{2-} ;

4) 地下水: $U_{\text{天然}}$ 、 ^{226}Ra 、 ^{210}Po 、 ^{210}Pb 、Mn、Cd、As、pH;

5) 土壤: $U_{\text{天然}}$ 、 ^{226}Ra 、Mn、Cd、As、pH;

6) 底泥: $U_{\text{天然}}$ 、 ^{226}Ra ;

7) 生物: $U_{\text{天然}}$ 、 ^{226}Ra 、 ^{210}Po 、 ^{210}Pb 。

4 监测方案

环境质量现状监测方案见表 1, 监测布点图见图 1。

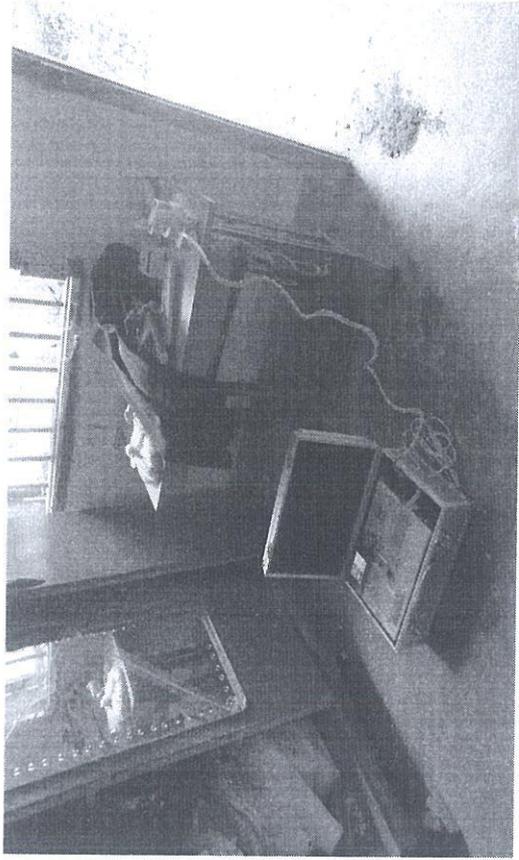
pH、COD_{Cr}、BOD₅、氨氮、总氮、总磷、SS、动植物油

表 1 环境质量监测方案

| 监测对象 | | 监测位置 | 点位数 | 监测项目 | 监测频次 |
|-------------|----|---|-----|---|-------------|
| 陆地 γ | | 1) 黄泥湖矿点：山下、蓝伞、高湖寨、蕉子坝村。 2) 大峯围矿点：双坑、野猪窝、大畚围、白面石村。 3) 对照点：晨光镇。 | 9 | γ 辐射周围剂量当量率 | 每个点位监测 5 次。 |
| 空气 | | 1) 黄泥湖矿点：山下、蓝伞、高湖寨、蕉子坝村。 2) 大峯围矿点：双坑、野猪窝、大畚围、白面石村。 3) 对照点：晨光镇。 | 9 | 氡及其子体、气溶胶 (U 天然、总 α)、TSP | 监测 1 次 |
| 地表水 | | 1) 黄泥湖矿点：黄泥湖废水排放口上游 500m 处和下游 1km 处，高湖寨村，蕉子坝村各测 1 个点。 2) 大峯围矿点：大峯围废水排放口上游 500m 处和下游 1km 处，大畚围，白面石村各测 1 个点。 | 8 | U 天然、 ^{226}Ra 、 ^{210}Po 、 ^{210}Pb 、总 α 、总 β 、Mn、Cd、As、pH、 SO_4^{2-} | 监测 1 次 |
| 地下水 | | 黄泥湖矿点：蓝伞、高湖寨、蕉子坝村；大峯围矿点：野猪窝、大畚围、白面石村 对照点：晨光镇。 | 6 | U 天然、 ^{226}Ra 、 ^{210}Po 、 ^{210}Pb Mn、Cd、As、pH | 监测 1 次 |
| 土壤 | | 黄泥湖矿点：高湖寨、蕉子坝村；大峯围矿点：大畚围、白面石村；对照点：晨光镇 | 5 | U 天然、 ^{226}Ra 、Mn、Cd、As、pH | 监测 1 次 |
| 底泥 | | 与地表水取样点位相同 | 8 | U 天然、 ^{226}Ra | 监测 1 次 |
| 环境生物 | 植物 | 黄泥湖矿点：高湖寨、蕉子坝村；大峯围矿点：大畚围、白面石村；对照点：晨光镇。植物根据主要种植作物选取，如水稻、谷物或蔬菜等。 | 5 | U 天然、 ^{226}Ra 、 ^{210}Po 、 ^{210}Pb | 监测 1 次 |
| | 动物 | 黄泥湖矿点：高湖寨、蕉子坝村；大峯围矿点：大畚围、白面石村；对照点：晨光镇。动物根据养殖情况分别取鸡、鸭或鱼等。 | 5 | U 天然、 ^{226}Ra 、 ^{210}Po 、 ^{210}Pb | 监测 1 次 |

pH、COD_{Cr}、BOD₅、氨氮、总氮、总磷、SS、动植物油

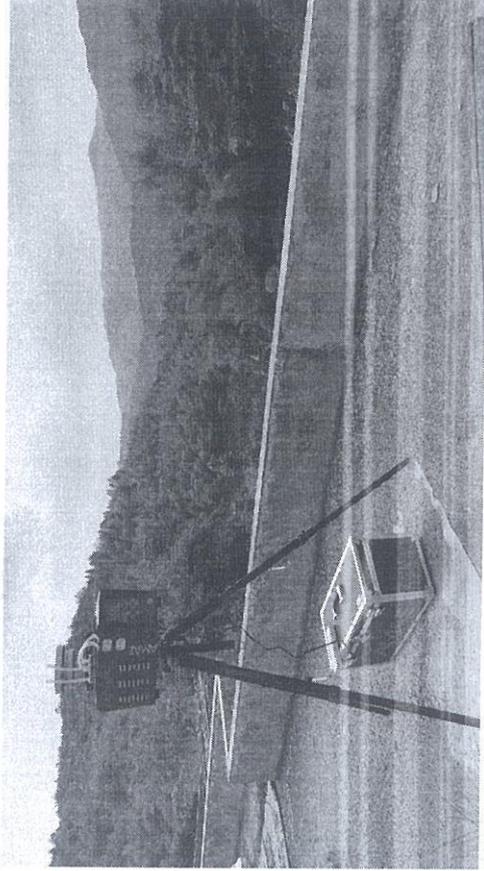
现场监测照片:



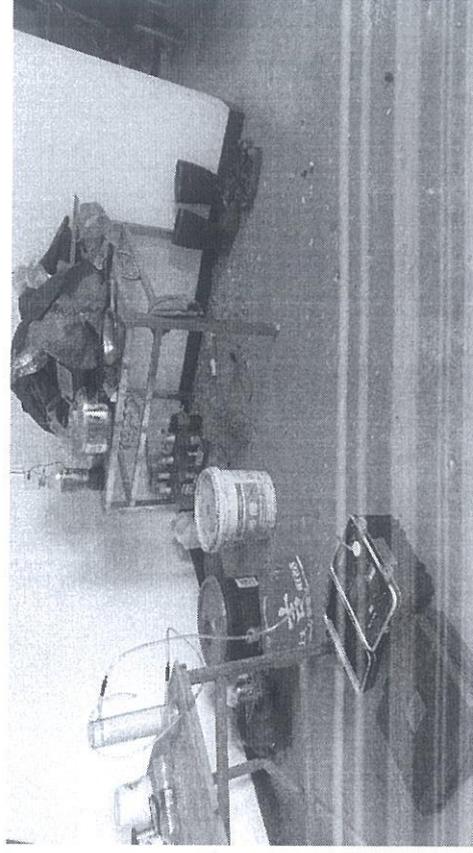
氦子体监测



γ 辐射周围剂量当量率监测

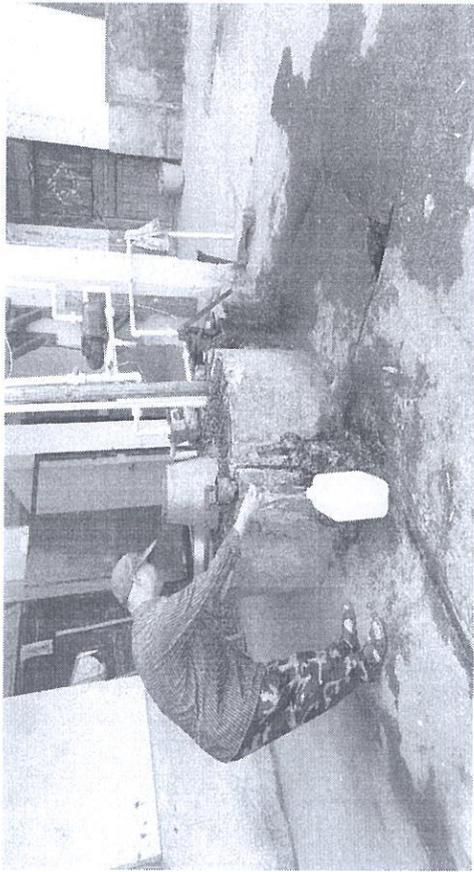


气溶胶取样



氨溶度监测

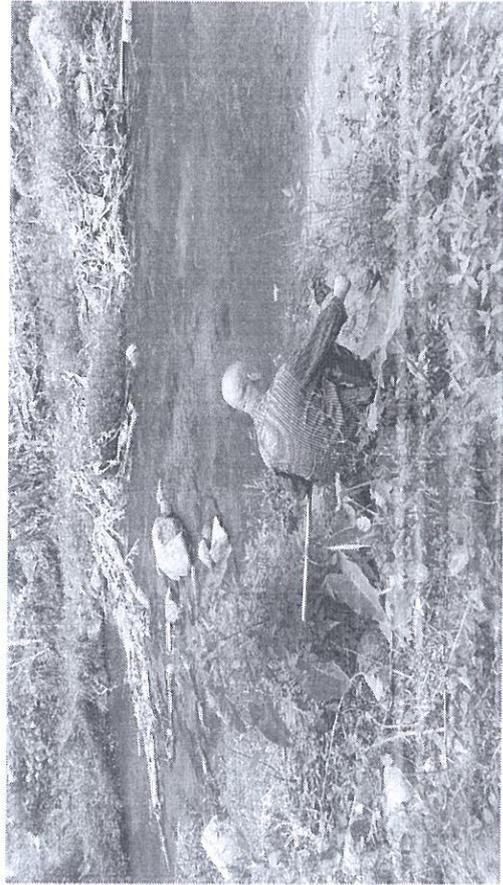
现场监测照片:



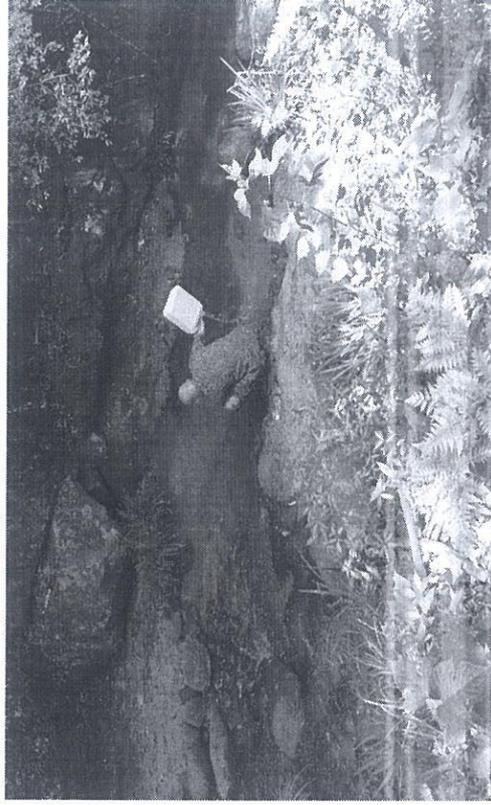
地下水取样



土壤取样



底泥取样



地表水取样





监 测 报 告

环监字 2019-291 号

监测类别：委 托 监 测

项目名称：黄泥湖矿点（含大鞞围矿点）退役
治理工程项目

委 托 方：江西省核工业地质局二六四大队

江西省核工业地质局测试研究中心

二〇一九年七月二十日

监测报告说明

1. 本报告无本单位“检验检测专用章”和骑缝章无效。
2. 本报告无批准人签字无效。
3. 对本报告的任何删减、涂改无效。
4. 复制本报告中的部分内容无效；复制报告未重新加盖“检验检测专用章”无效。
5. 委托方如对本报告有异议，须于收到本报告之日（邮寄以邮戳为准）起十日内向本单位提出，逾期视为认可本报告。无法保存、复现的样品不受理复测要求。
6. 委托方自送样品的委托检测、其检测结果仅对来样负责。对不可复现的监测项目，结果仅对采样时所代表的时间和空间负责。
7. 本报告不得用于商业广告。

监测单位：江西省核工业地质局测试研究中心

单位地址：江西省南昌市洪都中大道 101 号

邮政编码：330002

电 话：0791—88227471

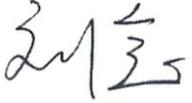
传 真：0791—88236020

E---Mail: jxhgcszx@126.com

监 测 报 告

报告编号：环监字 2019-291 号

共 9 页 第 1 页

| | | | | | |
|---------|---|--------|--|----|---|
| 委托方 | 江西省核工业地质局二六四大队 | 联系人 | 蔡松 | | |
| 监测日期 | 2019年3月23日-3月25日 | 主要监测人员 | 钟磊、张浩然 | | |
| 大气压强 | 101.1kPa-101.8kPa | 天气状况 | 晴 | | |
| 气温 | 30℃-36℃ | 相对湿度 | 53%-82% | | |
| 监测目的 | 为《黄泥湖矿点（含大鞞围矿点）退役治理工程项目》提供现状监测数据 | | | | |
| 监测项目 | 土壤：铀-天然、镭-226； 底泥：铀-天然、镭-226； 地下水：pH、铀-天然、镭-226、钋-210、铅-210、锰、镉、砷、铁、铬、镍、锌、铜、K ⁺ 、Ca ²⁺ 、Na ⁺ 、Mg ²⁺ 、SO ₄ ²⁻ 、CO ₃ ²⁻ 、HCO ₃ ⁻ 、Cl ⁻ ； | | | | |
| 监测依据 | HJ/T 61-2001、HJ776-2015、HJ 84-2016、EJ/T 900-94、EJ/T1075-1998、DZ/T 0064.75-1993、HJ 780-2015、HJ 84-2016、SY/T6404-1999、HJ700-2014、DZ/T 0064.51-1993、HJ694-2014、GB6920-86。 | | | | |
| 主要监测用仪器 | DB-2001、FD-125 室内氡钍分析仪 (№ F018)、BH3206 低本底总 α 总 β 测量仪 (№ F026)、Alpha-1102 可见分光光度 (№ F012)、FH40G 环境 x-γ 剂量率监测仪 (№ F117)、RAD7 α 能谱氡气检测仪 (№ F133、№ F134)、AxiosMAXX 荧光光谱仪 (№ F005)、GGX-9 原子吸收分光光度计 (№ F013)、NexION300X 电感耦合等离子体质谱(№ F001)、AFS-2202E 原双道原子荧光光度计(№ F014)、CIC-100 离子色谱仪 (№ F019)、PHS-3C 型 PH 计 (№ F099)、BWLM-PIUS-S 氦及其子体测量仪 (№ F135)。 | | | | |
| 监测点位 | 监测点位详见附件 | | | | |
| 监测结论 | 详见监测结果表 <div style="text-align: right;">  (检验检测专用章) 报告日期：2019年7月20日 </div> | | | | |
| 批准 |  | 审核 |  | 编制 |  |
| 日期 | 2019.7.20 | 日期 | 2019.7.20 | 日期 | 2019.7.20 |

黄泥湖矿点地下水监测结果

报告编号：环监字 2019-291 号

共 9 页 第 2 页

| 点位 | 监测项目 | | | | | | | | | |
|--|---------------|-----------------------------|-----------------------------|-----------------------------|--------------|--------------|--------------|------|--|--|
| | 天然U (mg/L) | ²²⁶ Ra (Bq/L) | ²¹⁰ Po (Bq/L) | ²¹⁰ Pb (Bq/L) | Mn (mg/L) | Cd (mg/L) | As (mg/L) | pH 值 | | |
| 黄泥湖矿点 ZK2 (拟建尾渣库坝角 S4) | 0.00016 | 0.0089 | 0.001 | 0.01L | 0.007 | 0.00006 | 0.0003L | 7.59 | | |
| 黄泥湖矿点 ZK5 (拟建尾渣库左侧 S2) | 0.00019 | 0.0150 | 0.002 | 0.01L | 0.004L | 0.00025 | 0.0027 | 7.49 | | |
| 黄泥湖矿点 ZK14 (拟建尾渣库右侧 S3) | 0.00024 | 0.0089 | 0.004 | 0.016 | 0.004L | 0.00009 | 0.0003L | 7.55 | | |
| 黄泥湖矿点上游 50M 处 (拟建尾渣库上游 S1) | 0.00033 | 0.0071 | 0.002 | 0.01L | 0.007 | 0.00005L | 0.0026 | 7.58 | | |
| 黄泥湖矿点下游 50M 处 (拟建尾渣库下游 50 米 S5) | 0.00045 | 0.0087 | 0.001L | 0.01L | 0.004L | 0.00005L | 0.0003L | 7.54 | | |
| 以下空白 | | | | | | | | | | |

黄泥湖矿点地下水监测结果

报告编号：环监字 2019-291 号

共 9 页 第 3 页

| 点位 | 监测项目 | | | | | | | | | |
|--|--------------|--------------|--------------|--------------|--------------|--------------|--------------------------|----------------------------|--|--|
| | Cu (mg/L) | Zn (mg/L) | Ni (mg/L) | Cr (mg/L) | Fe (mg/L) | Hg (mg/L) | K ⁺ (mg/L) | Ca ²⁺ (mg/L) | | |
| 黄泥湖矿点 ZK2 (拟建尾渣库坝角 S4) | 0.006 | 0.0002 | 0.0008 | 0.0009 | 0.025 | 0.000008 | 3.19 | 5.23 | | |
| 黄泥湖矿点 ZK5 (拟建尾渣库左侧 S2) | 0.008 | 0.0003 | 0.0007 | 0.0002 | 0.013 | 0.000003 | 4.63 | 16.82 | | |
| 黄泥湖矿点 ZK14 (拟建尾渣库右侧 S3) | 0.005 | 0.0002 | 0.0012 | 0.0006 | 0.021 | 0.000002 | 4.86 | 16.72 | | |
| 黄泥湖矿点上游 50M 处 (拟建尾渣库上游 S1) | 0.009 | 0.0003 | 0.0008 | 0.0008 | 0.018 | 0.000006 | 2.75 | 12.28 | | |
| 黄泥湖矿点下游 50M 处 (拟建尾渣库下游 50 米 S5) | 0.004 | 0.0006 | 0.0002 | 0.0008 | 0.016 | 0.000007 | 4.58 | 16.64 | | |
| 以下空白 | | | | | | | | | | |

黄泥湖矿点地下水监测结果

报告编号：环监字 2019-291 号

共 9 页 第 4 页

| 点位 | 监测项目 | | | | | | | |
|--|---------------------------|----------------------------|---|---|---|---------------------------|------|--|
| | Na ⁺ (mg/L) | Mg ²⁺ (mg/L) | SO ₄ ²⁻ (mg/L) | CO ₃ ²⁻ (mg/L) | HCO ₃ ⁻ (mmol/L) | Cl ⁻ (mg/L) | | |
| 黄泥湖矿点 ZK2 (拟建尾渣库坝角 S4) | 7.21 | 2.14 | 0.48 | 0.00 | 1.33 | 8.33 | | |
| 黄泥湖矿点 ZK5 (拟建尾渣库左侧 S2) | 6.48 | 2.28 | 0.48 | 0.00 | 1.43 | 5.00 | | |
| 黄泥湖矿点 ZK14 (拟建尾渣库右侧 S3) | 7.14 | 3.12 | 0.48 | 0.00 | 1.22 | 13.33 | 以下空白 | |
| 黄泥湖矿点上游 50M 处 (拟建尾渣库上游 S1) | 6.28 | 2.25 | 0.48 | 0.00 | 1.86 | 18.33 | | |
| 黄泥湖矿点下游 50M 处 (拟建尾渣库下游 50 米 S5) | 5.14 | 2.50 | 0.48 | 0.00 | 1.47 | 11.24 | | |
| 以下空白 | | | | | | | | |

大鞏围矿点地下水监测结果

报告编号：环监字 2019-291 号

共 9 页 第 5 页

| 点位 | 监测项目 | | | | | | | | | |
|--|----------------|-----------------------------|-----------------------------|-----------------------------|--------------------|----------------------|---------------------|------|--|--|
| | 天然 U (mg/L) | ²²⁶ Ra (Bq/L) | ²¹⁰ Po (Bq/L) | ²¹⁰ Pb (Bq/L) | Mn (mg/L) | Cd (mg/L) | As (mg/L) | pH 值 | | |
| 大鞏围矿点上游 50m (废渣堆 WZ-2 地 下水上游 S6) | 0.00019 | 0.0069 | 0.001 | 0.01 _L | 0.007 | 0.00016 | 0.0003 _L | 7.99 | | |
| 大鞏围矿点下游 50m (废渣堆 WZ-2 地 下水下游 50 米 S9) | 0.00025 | 0.0070 | 0.002 | 0.01 _L | 0.004 _L | 0.00015 | 0.0007 | 7.69 | | |
| 大鞏围尾渣堆 ZK1 (废渣堆 WZ-2 与 群裕河之间左侧 S7) | 0.00031 | 0.0109 | 0.003 | 0.019 | 0.004 _L | 0.00009 | 0.0003 _L | 7.35 | | |
| 大鞏围尾渣堆 ZK2 (废渣堆 WZ-2 与 群裕河之间右侧 S8) | 0.00018 | 0.0071 | 0.002 | 0.01 _L | 0.007 | 0.00005 _L | 0.0096 | 7.28 | | |
| 以下空白 | | | | | | | | | | |

大鞏围矿点地下水监测结果

报告编号：环监字 2019-291 号

共 9 页 第 6 页

| 点位 | 监测项目 | | | | | | | | | |
|--|--------------|--------------|--------------|--------------|--------------|--------------|--------------------------|----------------------------|--|--|
| | Cu (mg/L) | Zn (mg/L) | Ni (mg/L) | Cr (mg/L) | Fe (mg/L) | Hg (mg/L) | K ⁺ (mg/L) | Ca ²⁺ (mg/L) | | |
| 大鞏围矿点上游 50m (废渣堆 WZ-2 地 下水上游 S6) | 0.005 | 0.0069 | 0.0006 | 0.0009 | 0.017 | 0.000006 | 4.72 | 16.25 | | |
| 大鞏围矿点下游 50m (废渣堆 WZ-2 地 下水下游 50 米 S9) | 0.002 | 0.0090 | 0.0012 | 0.0006 | 0.014 | 0.000005 | 5.16 | 15.28 | | |
| 大鞏围尾渣堆 ZK1 (废渣堆 WZ-2 与 群裕河之间左侧 S7) | 0.005 | 0.0079 | 0.0009 | 0.0008 | 0.014 | 0.000009 | 3.28 | 18.82 | | |
| 大鞏围尾渣堆 ZK2 (废渣堆 WZ-2 与 群裕河之间右侧 S8) | 0.006 | 0.0051 | 0.0008 | 0.0008 | 0.016 | 0.000005 | 3.14 | 14.75 | | |
| 以下空白 | | | | | | | | | | |

大鞏围矿点地下水监测结果

报告编号：环监字 2019-291 号

共 9 页 第 7 页

| 点位 | 监测项目 | | | | | | | |
|--|---------------------------|----------------------------|---|---|---|---------------------------|------|--|
| | Na ⁺ (mg/L) | Mg ²⁺ (mg/L) | SO ₄ ²⁻ (mg/L) | CO ₃ ²⁻ (mg/L) | HCO ₃ ⁻ (mmol/L) | Cl ⁻ (mg/L) | | |
| 大鞏围矿点上游 50m (废渣堆 WZ-2 地 下水上游 S6) | 7.26 | 4.26 | 0.42 | 0.00 | 1.12 | 10.28 | | |
| 大鞏围矿点下游 50m (废渣堆 WZ-2 地 下水下游 50 米 S9) | 8.14 | 3.74 | 0.42 | 0.00 | 1.24 | 12.36 | | |
| 大鞏围尾渣堆 ZK1 (废渣堆 WZ-2 与 群裕河之间左侧 S7) | 10.22 | 4.11 | 0.42 | 0.00 | 1.16 | 14.12 | 以下空白 | |
| 大鞏围尾渣堆 ZK2 (废渣堆 WZ-2 与 群裕河之间右侧 S8) | 10.18 | 3.28 | 0.42 | 0.00 | 1.27 | 14.22 | | |
| 以下空白 | | | | | | | | |

补充监测方法及仪器

报告编号：环监字 2019-291 号

共 9 页 第 9 页

| 监测项目 | 监测方法(标准名称及标准号) | 监测仪器 | 检出限 | |
|------------------|------------------------|--------------------|-----------------------------|--------------|
| 土壤及底泥 | ^{238}U | γ 能谱分析法 | 环境 γ 谱仪 | / |
| | ^{226}Ra | γ 能谱分析法 | 环境 γ 谱仪 | / |
| | Mn | 电感耦合等离子体原子发射光谱分析方法 | NexION300X 电感耦合等离子体质谱仪 | 0.02mg/kg |
| | Cd | 电感耦合等离子体原子发射光谱分析方法 | NexION300X 电感耦合等离子体质谱仪 | 0.1mg/kg |
| | As | 原子荧光法 | AFS-2202E 型双道原子荧光光度计 | 0.01mg/kg |
| | pH | 玻璃电极法 | FE20 实验室 pH 计 | 0.01 |
| 地表水及地下水 | pH | 玻璃电极法 | FE20 实验室 pH 计 | / |
| | $\text{U}_{\text{天然}}$ | 激光荧光法 | MUA 微量铀分析仪 | 0.00004mg/L |
| | ^{226}Ra | 闪烁室射气法 | DB-2001、FD-125 室内氡钍分析仪 | 0.002Bq/L |
| | ^{210}Pb | 电镀制样法 | 低本底总 α 总 β 测量仪 | 0.001 mg/L |
| | ^{210}Po | 电镀制样法 | 低本底总 α 总 β 测量仪 | 0.01 mg/L |
| | Mn | 发射光谱法 | NexION300X 等离子体发射光谱仪 | 0.004 mg/L |
| | Cd | 发射光谱法 | NexION300X 等离子体发射光谱仪 | 0.00005 mg/L |
| | As | 冷原子荧光法 | AFS-2202E 型双道原子荧光光度计 | 0.0003mg/L |
| | Cu | 电感耦等离子体原子质谱法 | NexION300X 电感耦合等离子体质谱仪 | 0.00008mg/L |
| | Zn | 电感耦等离子体原子质谱法 | NexION300X 电感耦合等离子体质谱仪 | 0.0003 mg/L |
| | Ni | 电感耦等离子体原子质谱法 | NexION300X 电感耦合等离子体质谱仪 | 0.00006 mg/L |
| | Cr | 电感耦等离子体原子质谱法 | NexION300X 电感耦合等离子体质谱仪 | 0.00011 mg/L |
| | Fe | 电感耦等离子体原子质谱法 | NexION300X 电感耦合等离子体质谱仪 | 0.001 mg/L |
| | Hg | 冷原子荧光法 | AFS-2202E 型双道原子荧光光度计 | 0.00001mg/L |
| | K^+ | 电感耦等离子体原子质谱法 | NexION300X 电感耦合等离子体质谱仪 | 0.0005 mg/L |
| | Ca^{2+} | 电感耦等离子体原子质谱法 | NexION300X 电感耦合等离子体质谱仪 | 0.0006 mg/L |
| | Na^+ | 电感耦等离子体原子质谱法 | NexION300X 电感耦合等离子体质谱仪 | 0.0007 mg/L |
| | Mg^{2+} | 电感耦等离子体原子质谱法 | NexION300X 电感耦合等离子体质谱仪 | 0.0002 mg/L |
| | SO_4^{2-} | 离子色谱法 | CIC-100 型离子色谱仪 | 0.018 mg/L |
| | CO_3^{2-} | 滴定法 | | 5.0 mg/L |
| HCO_3^- | 滴定法 | | 5.0 mg/L | |
| Cl^- | 离子色谱法 | CIC-100 型离子色谱仪 | 0.02 mg/L | |



监 测 报 告

环监字 2019-345 号

监测类别： 委 托 监 测

项目名称： 黄泥湖矿点（含大鞞围矿点）退役
治理工程项目(补充监测)

委 托 方： 江西省核工业地质局二六四大队

江西省核工业地质局测试研究中心

二〇一九年七月二十日



监测报告说明

1. 本报告无本单位“检验检测专用章”和骑缝章无效。
2. 本报告无批准人签字无效。
3. 对本报告的任何删减、涂改无效。
4. 复制本报告中的部分内容无效；复制报告未重新加盖“检验检测专用章”无效。
5. 委托方如对本报告有异议，须于收到本报告之日（邮寄以邮戳为准）起十日内向本单位提出，逾期视为认可本报告。无法保存、复现的样品不受理复测要求。
6. 委托方自送样品的委托检测、其检测结果仅对来样负责。对不可复现的监测项目，结果仅对采样时所代表的时间和空间负责。
7. 本报告不得用于商业广告。

监测单位：江西省核工业地质局测试研究中心

单位地址：江西省南昌市洪都中大道 101 号

邮政编码：330002

电 话：0791—88227471

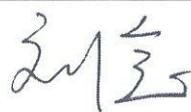
传 真：0791—88236020

E---Mail: jxhgcszx@126.com

监 测 报 告

报告编号：环监字 2019-345 号

共 5 页 第 1 页

| | | | | | |
|---------|--|--------|--|----|---|
| 委托方 | 江西省核工业地质局二六四大队 | 联系人 | 蔡松 | | |
| 监测日期 | 2019年6月25日 | 主要监测人员 | 钟磊、张浩然 | | |
| 大气压强 | 98.5kPa-100.9kPa | 天气状况 | 晴 | | |
| 气温 | 24℃-33℃ | 相对湿度 | 53%-82% | | |
| 监测目的 | 为《黄泥湖矿点（含大鞞围矿点）退役治理工程项目》提供补充监测数据 | | | | |
| 监测项目 | 土壤：汞、铅、六价铬、铜、镍、锌； | | | | |
| 监测依据 | SY/T6404-1999、HJ680-2013、HJ 687-2014。 | | | | |
| 主要监测用仪器 | GGX-9 原子吸收分光光度计（No F013）、NexION300X 电感耦合等离子体质谱（No F001）、AFS-2202E 原双道原子荧光光度计（No F014）。 | | | | |
| 监测点位 | 监测点位详见附件 | | | | |
| 监测结论 | 详见监测结果表 <div style="text-align: right;">  （检验检测专用章） 报告日期：2019年7月20日 </div> | | | | |
| 批准 |  | 审核 |  | 编制 |  |
| 日期 | 2019.7.20 | 日期 | 2019.7.20 | 日期 | 2019.7.20 |

附件：

检测方法汇总表

| 监测类别 | 监测项目 | 监测方法 | 监测/分析仪器 | 灵敏度/检出限 |
|------|------|--------------------|------------------------|------------|
| 土壤 | 汞 | 原子荧光法 | AFS-2202E 型双道原子荧光光度计 | 0.002mg/kg |
| | 铜 | 电感耦合等离子体原子发射光谱分析方法 | NexION300X 电感耦合等离子体质谱仪 | 0.3mg/kg |
| | 铅 | | | 1.3mg/kg |
| | 镍 | | | 0.4mg/kg |
| | 锌 | | | 0.3mg/kg |
| | 六价铬 | 原子吸收分光光度法 | GGX-9 原子吸收分光光度计 | 2mg/kg |

附件:

黄泥湖矿点 (含大鞞围矿点)

退役治理工程

环境质量补充监测方案

中核第四研究设计工程有限公司

2019 年 6 月 10 日

2019.6.10

1 项目概况

项目名称: 黄泥湖矿点 (含大畚围矿点) 退役治理工程

实施单位: 江西省核工业地质局二六四大队

工程地点: 江西省赣州市寻乌县桂竹帽镇

工程内容: 本项目退役治理主要源项为坑口、浅 (竖) 井、废石堆、尾渣堆、露天采场废墟、工业场地、污染设备、建构筑物、污染道路、尾渣库等。

2 现状监测目的

了解和掌握现阶段矿区周围环境中大气、水、水体底泥、土壤及生物中放射性物质的浓度水平, 以便了解黄泥湖矿点 (含大畚围矿点) 待退役治理工程对环境的辐射影响程度, 同时为退役治理后周围环境现状监测提供对比数据。

3 监测内容补充现状监测内容主要包括:

1) 土壤: 汞、铅、六价铬、铜、镍、锌;

4 监测方案

环境质量现状监测方案见表 1。

表 1 环境质量监测方案表

| 监测对象 | 监测位置 | 点位 数 | 监测项目 | 监测频次 |
|------|--|---------|-----------------------|--------|
| 土壤 | 黄泥湖矿点: 高湖寨、蕉子坝村; 大畚围矿点: 大畚围、白面石村; 对照点: 晨光镇 | 5 | 汞、铅、六价 铬、铜、镍、 锌 | 监测 1 次 |

白面石村委会
关于黄泥湖矿点（含大鞞围矿点）退役治理工程
污染废物运输途经村庄村民意愿走访说明

附件 6

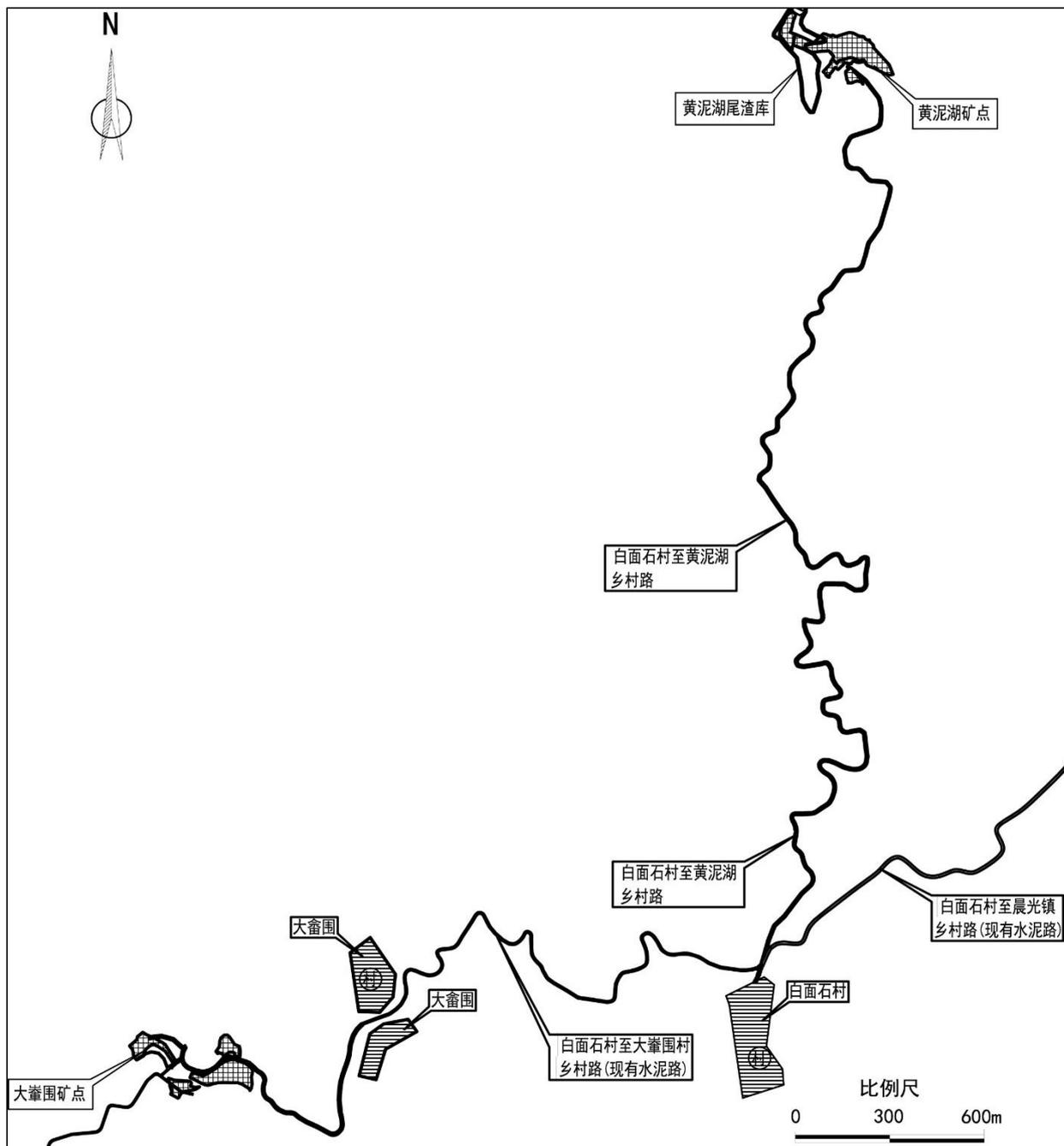
江西省核工业地质局二六四大队：

在接到你队要求调研黄泥湖矿点（含大鞞围矿点）退役治理工程关于大鞞围矿点污染废物运至黄泥湖矿点沿途经过我村委会下辖的村庄村民是否同意污染物运输的诉求后，我村委会立即组织人员对贵大队提出问题进行了现场调研，说明如下：

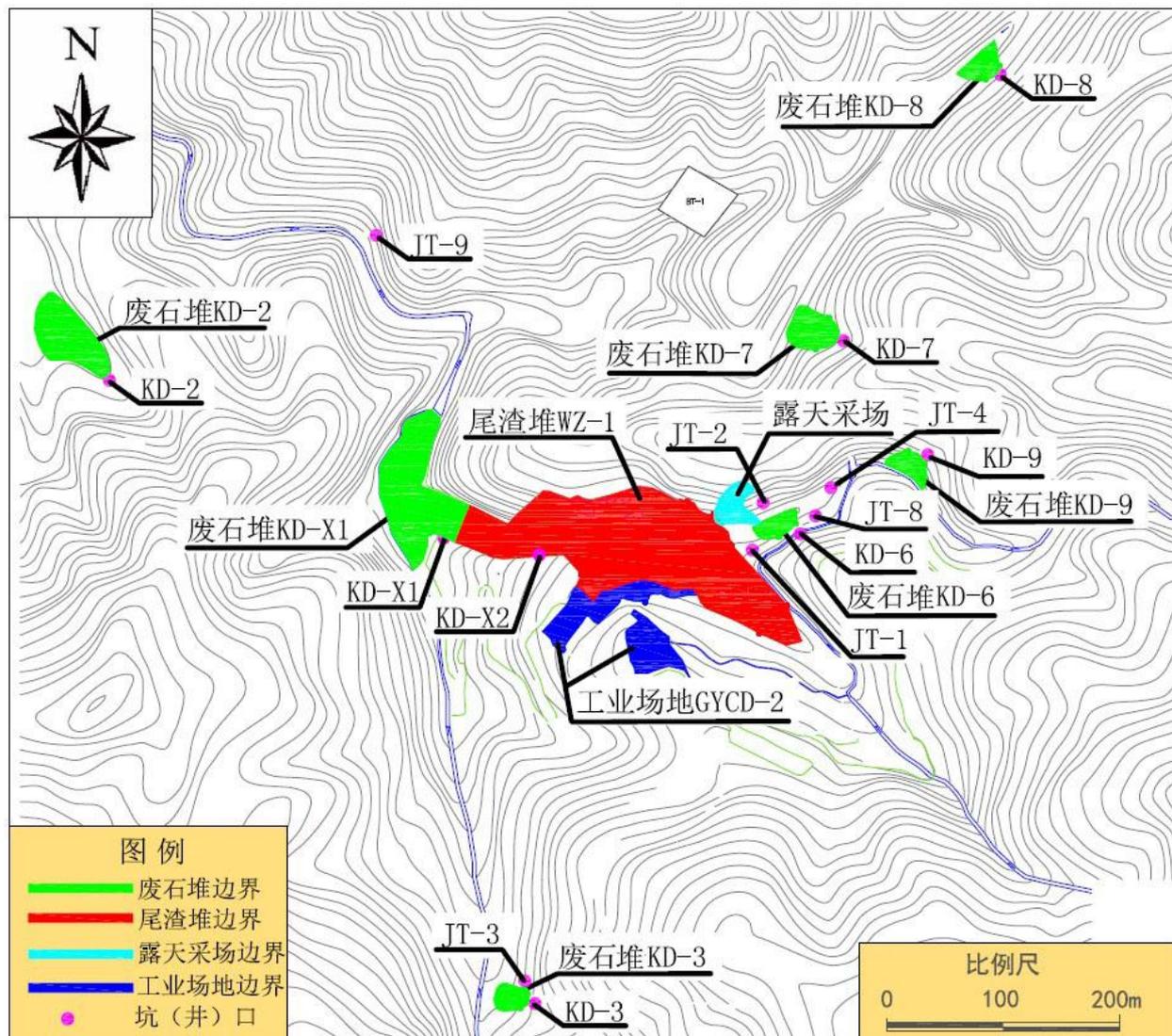
大鞞围矿点污染废物运至黄泥湖矿点沿途经过我村委会下辖的黄泥湖村小组、大鞞围村小组和白面石村，我村委会人员挨家走访调查民意，沿途经过村庄村民不同意载有污染废物的运输车辆由自家门前经过，而且担心污染废物运输会对全村人的日常生活造成影响，就此问题集中在村委会召开有关事宜商讨会，经表决不同意污染物运输车辆从村里通过。

特此说明！

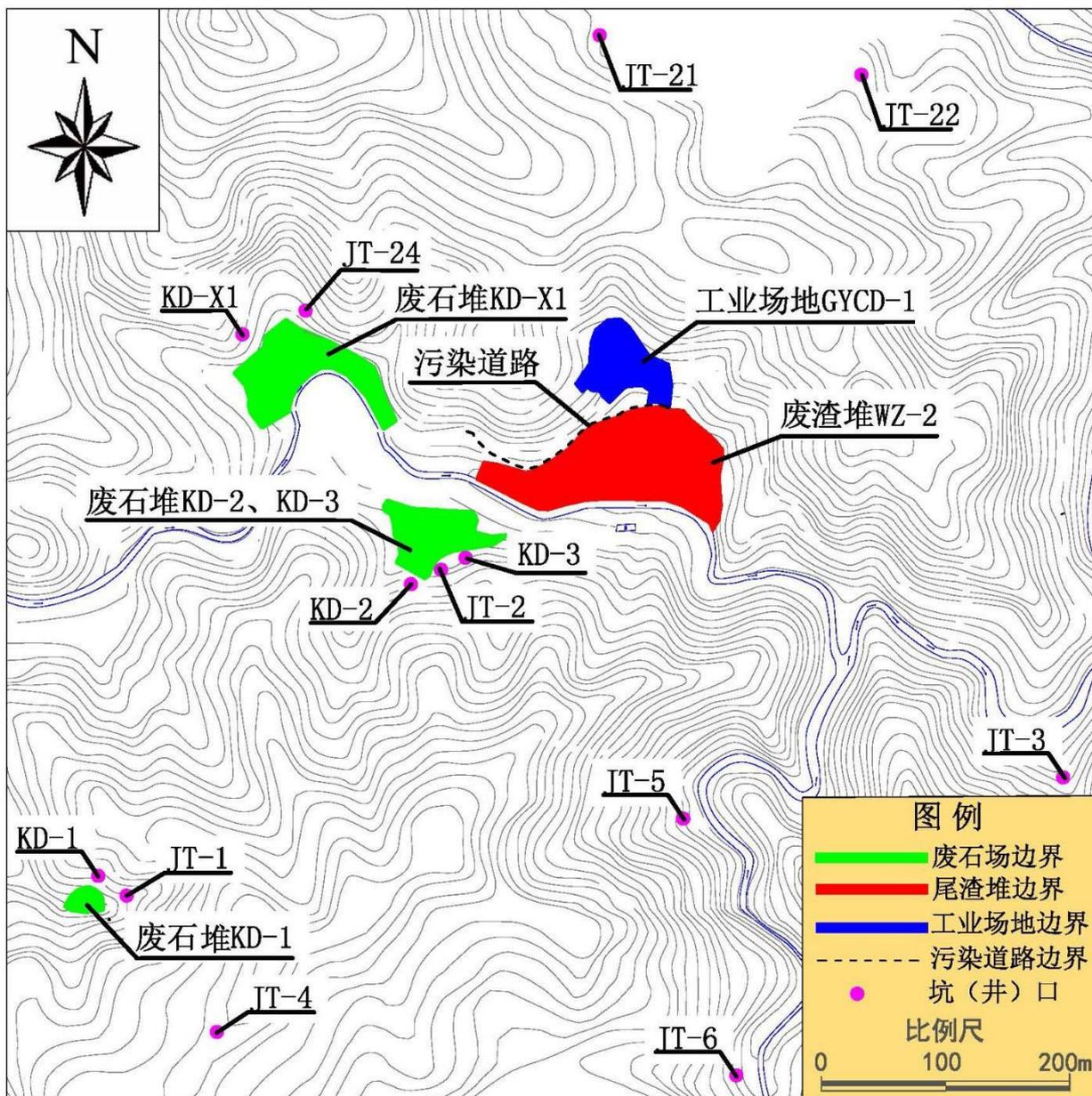




附图 1 本项目退役治理设施总体分布图



附图 2 黄泥湖矿点退役治理设施平面图



附图 3 大峯围矿点退役治理设施平面图