

二连盆地哈达图铀矿床地浸采铀试验研究
环境影响报告表

中核内蒙古矿业有限公司
2024年5月

二连盆地哈达图铀矿床地浸采铀试验研究 环境影响报告表

中核内蒙古矿业有限公司



二连盆地哈达图铀矿床地浸采铀试验研究 环境影响报告表

中核内蒙古矿业有限公司

法人代表：阳奕汉

通讯地址：内蒙古自治区呼和浩特市西蒙奈伦广场7号楼A座

邮政编码：010000



编制单位和编制人员情况表

项目编号	2jx3vv		
建设项目名称	二连盆地哈达图铀矿床地浸采铀试验研究		
建设项目类别	55--169铀矿开采、冶炼; 其他方式提铀		
环境影响评价文件类型	报告表		
一、建设单位情况			
单位名称 (盖章)	中核内蒙古矿业有限公司		
统一社会信用代码	91150100075581380W		
法定代表人 (签章)	阳奕汉		
主要负责人 (签字)	阳奕汉		
直接负责的主管人员 (签字)	张传飞		
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
曹凤波	11351343510130222	BH018161	曹凤波
2. 主要编制人员			
姓名	主要编写内容	信用编号	签字
曹凤波	第1、12、13章	BH018161	曹凤波
葛佳亮	第2、8章	BH018159	葛佳亮
尹冉	第3、4、5、6、7、9、10、11章	BH059857	尹冉

1 建设项目基本情况

项目名称	二连盆地哈达图铀矿床地浸采铀试验研究				
建设单位	中核内蒙古矿业有限公司				
法人代表	阳奕汉	联系人	周意如		
通讯地址	内蒙古自治区呼和浩特市西蒙奈伦广场7号楼A座				
联系电话	15299210367	传真	/	邮政编码	010000
建设地点	内蒙古自治区锡林郭勒盟二连浩特市格日勒敖都苏木				
立项审批部门	中国铀业股份有限公司	批准文号	中铀发(2024)31号		
建设性质	新建 <input checked="" type="checkbox"/> 扩建 <input type="checkbox"/> 改建 <input type="checkbox"/> 技改 <input type="checkbox"/>	行业类别及代码	M7320 工程和技术研究和试验发展		
占地面积(平方米)	24000 (含临时占地)	绿化面积(平方米)	21600		
总投资(万元)	3385	环保投资(万元)	302		
环保投资占总投资比例	8.92%	预期投产日期	2025年		

1.1 建设单位概况

中核内蒙古矿业有限公司(以下简称“中核内蒙古矿业”)成立于2013年8月,总部位于呼和浩特市赛罕区,是中国核工业集团有限公司所属的全资子公司,自成立起,主要承担内蒙古中西部铀资源开发任务。2023年3月,在中国核工业集团有限公司及中国铀业股份有限公司的全面改革调整部署下,中核内蒙古矿业有限公司、中核通辽铀业有限责任公司、中核内蒙古能源有限公司进行重组,形成中核内蒙古矿业有限公司,统筹负责内蒙古区域内天然铀的开发工作。

中核内蒙古矿业是内蒙古地区天然铀资源开发的唯一主体,是国内铀资源储备规模最大的天然铀生产企业,是我国天然铀战略资源保障的骨干力量,也是中国地浸采铀关键核心技术创新和实践应用的主要贡献者。

近年来,中核内蒙古矿业认真贯彻中国核工业集团有限公司和中国铀业股份有限公司关于内蒙古铀矿大基地建设战略部署,加快推进项目建设,先后荣获中国核工业集团有限公司业绩突出贡献奖、中国核工业集团有限公司青年文明号、大基地建设突出贡献单位、中国铀业业绩突出贡献奖和中国铀业安全环保先进单位等荣誉称号,且多项科研成果获得国防科学技术进步奖和中国核工业集团有限公司科学技术奖。

1.2 项目由来及必要性

哈达图铀矿床位于锡林郭勒盟二连浩特市南部，随着勘探工作的逐步推进，该铀矿床已经落实为特大型砂岩铀矿床，后续将打造成为我国重要的铀资源基地，目前已列入中核内蒙古矿业“十五五”重点规划项目，是公司持续增速上产的关键一环，对国家天然铀资源保障具有重大意义。

根据初步掌握的哈达图矿床地质、水文地质等特征，该矿床适宜采用地浸开采。但当前尚未对哈达图铀矿床的浸出工艺、浸出液处理工艺、技术经济性等开展相关研究工作，本项目拟在哈达图铀矿床地浸采铀试验研究，主要开展室内试验、地浸采铀条件试验和扩大试验，获取工业生产所需要的技术经济指标及运行控制参数，对矿床地浸采铀工艺进行技术经济评价，为矿床大规模工业开采提供设计参数。

2024年4月8日，中国铀业股份有限公司印发了《关于二连盆地哈达图铀矿床地浸采铀试验研究实施方案的批复》（中铀发〔2024〕31号），对本项目实施方案进行了批复，根据《中华人民共和国环境影响评价法》、《建设项目环境影响评价分类管理名录》及《建设项目环境保护管理条例》的有关规定，本项目需开展环境影响评价并编制环境影响报告表。中核内蒙古矿业有限公司委托中核第四研究设计工程有限公司承担本项目的环评工作。接受委托后，环境影响评价小组赴现场进行了实地踏勘，收集了项目的工程资料和环境资料，委托有资质单位开展了环境质量现状监测，最终于2024年5月完成了环境影响报告表的编制工作，现提交生态环境部审查。

1.3 项目概况

1.3.1 项目概况

项目名称：二连盆地哈达图铀矿床地浸采铀试验研究。

建设性质：新建。

建设单位：中核内蒙古矿业有限公司。

建设地点：内蒙古锡林郭勒盟二连浩特市。

研究周期：研究周期为3年（建设期1年，试验期2年）。

工作制度：试验期年工作330d。

项目投资：本项目总投资3385万元，其中环保投资302万元。

1.3.2 项目建设进度计划

本项目分为室内试验、条件试验和扩大试验三个阶段，具体进度安排见表1.3-1。

表 1.3-1 项目建设进度计划表

工程内容		时间安排（季度）									
		2024 年		2025 年				2026 年			
		3	4	1	2	3	4	1	2	3	4
室内 试验	矿石工艺矿物学研究	→	→								
	浸出试验	→	→								
条件 试验	条件试验施工	→	→								
	条件试验实施			→	→	→					
扩大 试验	扩大试验施工				→	→					
	扩大试验实施						→	→	→	→	→

1.3.3 项目内容

本项目为二连浩特哈达图铀矿床地浸采铀试验研究项目，室内试验阶段主要在室内开展矿石工艺矿物学研究、浸出试验等，为现场试验提供必要的工艺参数；条件试验建设 3 组地浸抽注单元和水冶厂，研究内容包括两个专题：①井型、井距设计研究；②现场浸出验证试验研究。通过条件试验研究，掌握矿石铀浸出行为，确定地下浸出、浸出液处理工艺与参数，为扩大试验提供依据；扩大试验阶段建设 9 组地浸抽注单元，研究内容包括四个专题：①采区井网规模设计研究；②浸出液处理工艺技术研究；③自动化控制与监测研究；④矿床开发技术经济评价。通过扩大试验研究，获取群孔抽注状态下铀浸出特性、溶浸范围控制效果，获得试验运行过程中的原材料和试剂消耗数据，进一步优化地下浸出工艺和浸出液处理工艺的运行参数，开展技术经济评价，为工业项目提供设计参数。

1.3.4 建设内容

本项目现场试验建设分为试验井场和水冶厂两部分，具体建设内容见表 1.3-2。

表 1.3-2 项目建设内容概况

类别	建设内容	
试验井场	条件试验	建设试验单元 3 组，包括试验井 11 个（包括抽出井 3 个，注入井 8 个）
	扩大试验	建设试验单元 9 组，再加上条件试验 3 组，共计 12 组，包括试验井 32 个（抽出井 12 个，注入井 20 个）
	监测井 7 个	
	集控室 1 座	
	集液罐、配液罐、硫酸储罐、井场管网等井场设施	
水冶厂	浸出液处理厂房 1 座	
	蒸发池 2 个、蒸发池监测井 1 个	
	值班室、分析室、库房、固体废物间等辅助设施	

1.4 与项目有关的原有污染情况及主要环境问题

哈达图铀矿床仅开展过铀矿勘探，经资料调研及现场调查，勘探期间采取了有效的环境保护措施和场地恢复措施，无环境污染情况发生。勘探钻孔施工完毕后，进行了合理有效的废物处理及场地恢复。其采取的主要措施如下：

1) 以往钻探施工的主要环境影响为场地平整和临时占地对地表植被的影响，钻探施工均为单机作业，采用便携式探矿设备（拖车钻机），车辆进入场地时，统筹规划勘查场地进入通道，充分利用已有可利用的公路、村道等，不随意碾压草场。

2) 施工前，严格控制场地临时占地面积，在施工区设置管材物资、废浆堆场、岩心摆放地、垃圾桶、简易厕所等，最大限度减少环境扰动。

3) 施工过程中孔内采用泥浆护壁，配置泥浆主要原料为膨润土，不含有害成分，施工现场加强钻井泥浆循环使用管理，在泥浆池、引流渠等地铺垫防渗塑料布防止泥浆下渗，做好护壁及净化、循环利用。施工结束后，泥浆在泥浆池内自然蒸发水分，干化后就地掩埋。

4) 施工过程产生的生活垃圾（如塑料袋、塑料瓶、纸屑等）统一收集定期外运处置；施工完毕后采用水泥进行全孔水泥浆封闭；最后对施工场地进行平整，回填表土，撒种当地草籽，恢复植被。

5) 以往钻探施工前、施工过程中、封孔后均对施工场地的环境 γ 辐射剂量率进行监测并记录，根据以往监测记录情况对比，项目施工前后的 γ 辐射剂量率测值范围没有较大变化，未对环境的造成辐射影响。

综上所述，哈达图铀矿床不存在原有遗留环境污染问题。

1.5 评价等级与评价范围

1.5.1 辐射环境

本项目辐射环境评价范围为：以集液罐为中心，半径 20km 的地域范围。子区划分方法为以集液罐为圆心，1km、2km、3km、5km、10km、20km 为半径画 6 个同心圆，再与圆心角 22.5° 的 16 个方位相交划分为扇形区，共 96 个评价子区。

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

试验期非放射性大气污染物为硫酸储罐产生的硫酸雾。根据《环境影响评价技术导则 大气环境》（HJ2.2-2018）规定，评价等级由项目中主要污染物的最大占标率 P_i ，即第 i 个污染物的地面浓度达标准限值 10% 时所对应的最远距离 $D_{10\%}$ 进行等级划分。其中， P_i 定义为：

$$P_i = \frac{C_i}{C_{0i}} \times 100\% \quad (1.5-1)$$

式中：

P_i —第 i 个污染物的最大地面浓度占标率，%；

C_i —采用估算模式计算出的第 i 个污染物的最大地面浓度， $\mu\text{g}/\text{m}^3$ ；

C_{0i} —第 i 个污染物的环境空气质量标准， $\mu\text{g}/\text{m}^3$ 。

本项目产生的 HCl 执行《环境影响评价技术导则 大气环境》（HJ 2.2-2018）中附表 D.1—其他污染物空气质量参考限值，硫酸雾环境空气质量参考限值为 $300\mu\text{g}/\text{m}^3$ 。评价工作等级按表 1.5-1 的分级判据进行划分。

表 1.5-1 大气评价工作等级划分判据

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

采用导则推荐的 AERSCREEN 估算模式，估算硫酸雾的下风向浓度，源项及估算参数见表 1.5-2，估算结果见 1.5-3。

表 1.5-2 估算模式参数一览表

名称	污染物	源强 (g/h)	排气量 (m ³ /h)	排放高度 (m)	出口内径 (m)	温度 (°C)
硫酸储罐	硫酸雾	0.0547	25.43	3.5	0.3	5.1

表 1.5-3 大气环境影响估算结果

污染源名称	污染物	C _i (μg/m ³)	C _{oi} (μg/m ³)	P _i (%)	距离 (m)
硫酸储罐	硫酸雾	0.31	300	0.103	18

经计算，本项目主要大气污染物最大占标率 P_{max} 为 0.103%。根据《环境影响评价技术导则 大气环境》（HJ2.2-2018），本项目非放射性大气环境影响评价工作等级为三级。

2) 地表水环境影响评价等级与评价范围

本项目试验产生的废水不外排，根据《环境影响评价技术导则 地表水环境》（HJ2.3-2018），地表水评价等级为三级 B，可不进行地表水环境影响预测，进行简单分析。

3) 地下水环境影响评价等级与范围

参照《环境影响评价技术导则 地下水环境》（HJ 610-2016）中附录 A 中行业类别“H 有色金属中第 48 项（冶炼）”，本项目对应的地下水环境影响评价项目类别为“I 类”。距离本项目周边最近的分散式水源地为 1.55km，最近的饮用水水源一级保护区为 7.4km，距离较远，属不敏感区域。参照《环境影响评价技术导则 地下水环境》（HJ 610-2016）中表 2 评价工作等级分级表，本项目地下水评价等级确定为二级。

本项目地下水评价范围为试验井场及其周边地区，结合地浸采铀试验地下水影响范围及水文地质条件，评价范围为以试验井场为中心，向地下水下游（东北方向）延伸 1km，上游（西南方向）延伸 0.5km，两侧延伸 0.5km，模拟总面积 2.18km²。

4) 声环境影响评价等级与范围

本项目所处区域为声环境 2 类功能区，根据《环境影响评价技术导则 声环境》（HJ2.4-2021）原则，确定本项目声环境影响评价工作等级为二级，确定声环境影响评价范围为水冶厂外 200m。

5) 环境风险评价等级与范围

根据风险识别，本项目涉及的主要危险物质为硫酸，最大储存量约 45.78t。根据《建设项目环境风险评价技术导则》（HJ169-2018）附录 B、C、D，本项目所涉及的危险物质的临界量、危险物质及工艺系统危险性分级见表 1.5-4，行业及生产工艺、危险物质及工艺系统危险性分级见表 1.5-5；各环境要素的环境敏感程度（E）分级见表 1.5-6，各环境要素的

环境风险潜势划分及评价工作等级的确定见表 1.5-7。

表 1.5-4 危险物质的临界量、危险物质及工艺系统危险性分级相关参数

项目	临界量 (t)	最大存量 (t)	物质总量与临界量比值 Q	Q 值划分
硫酸	10	45.78	4.578	1≤Q<10

表 1.5-5 危险物质的临界量、危险物质及工艺系统危险性等级判断

行业	评估依据	M 分值	M 划分	P 划分
有色冶炼	危险物质贮存罐区（硫酸罐）	5/套（罐区）	M=5, M4	P4

表 1.5-6 各环境要素环境敏感程度分级

环境要素	环境敏感性	分级
大气	本项目周边 5km 范围内居住区、医疗卫生、文化教育、科研、行政办公等机构人口总数小于 1 万人；周边 500m 范围内人口总数小于 500 人；油气、化学品输送管线管段周边 200m 范围内，每千米管段人口数小于 100 人。	E3
地表水	本项目新建硫酸储罐四周设围堰，围堰内侧进行防腐防渗处理；如发生泄漏可通过泵等对硫酸进行回收，不外排。此外，硫酸储罐周围无地表水水体，事故情况下硫酸不会进入地表水体。	/
地下水	本项目新建硫酸储罐不在集中式饮用水水源地准保护区及补给径流区，分散式饮用水水源地或特殊地下水资源保护区及以外的分布区等敏感区范围内，地下水功能按照不敏感 G3 考虑；根据区域地勘资料，包气带厚度 Mb≥1m，渗透系数 1.0×10 ⁻⁴ cm/s<K，包气带分布连续、稳定，防污性能为 D1；因此，地下水环境敏感程度为 E2。	E2

表 1.5-7 各环境要素的环境风险潜势划分及评价工作等级

环境要素	环境敏感度 (E)	危险性等级 (P)	环境风险潜势	评价工作等级
大气	E3	P4	I	简单分析
地表水	/		/	/
地下水	E2		II	三级评价

综上，大气环境风险评价等级为简单分析，地下水环境风险评价等级为三级评价。

6) 生态评价等级与范围

根据《环境影响评价技术导则 生态影响》（HJ 19-2022），本项目相关内容不属于其 6.1.2 条中“a)~f)”内容，生态评价为三级，评价范围为本项目占地区域，评价面积约 24000 m²。

1.6 产业政策与“三线一单”相符性

1.6.1 产业政策相符性分析

本项目属于地浸采铀试验，对照《产业结构调整指导目录（2024 年本）》（中华人民共和国国家发展和改革委员会令 第 7 号），属于鼓励类“六、核能”中“5 核燃料生产加工”

中“铀矿地质勘查和铀矿采冶、铀精制、铀转化”，符合我国现行产业政策。

1.6.2 与生态环境分区管控的符合性分析

根据 2021 年 11 月 10 日锡林郭勒盟行政公署发布的《锡林郭勒盟行政公署关于“三线一单”生态环境分区管控的实施意见》（锡署发[2021]117 号），锡林郭勒盟对“三线一单”（生态保护红线、环境质量底线、资源利用上线和生态环境准入清单）实施生态环境分区管控。根据实施意见，全盟共划定环境管控单元 154 个，包括优先保护单元、重点管控单元、一般管控单元三类，实施分类管控，见图 1.6-1。

经内蒙古自治区生态环境厅“三线一单”数据应用平台查询，本项目所在环境管控单元类别为优先保护单元“二连浩特市一般生态空间-防风固沙”，环境管控单元编码为 ZH15250110004。各管控单元的具体管控要求及本项目相符性分析见表 1.6-1。

表 1.6-1 本项目与所属管控单元相符性分析

环境管控单元编码	环境管控单元名称	管控单元类别	管控要求		相符性分析
ZH15250110004	二连浩特市一般生态空间-防风固沙	优先保护单元	空间布局约束	不得批准对防风固沙林网、林带进行采伐(除了抚育更新性质的采伐)。对林木更新困难地区已有的防风固沙林网、林带，不得批准采伐。	本项目试验区占地类型为草地和荒地，不涉及防风固沙林网、林带。
				禁止在沙化土地上砍挖灌木、药材及其他固沙植物。 未经国务院或者国务院指定的部门同意，不得在沙化土地封禁保护区范围内进行修建铁路、公路等建设活动。	本项目占地类型不涉及沙化土地。
				禁止发展高耗水工业。禁止在国家沙化土地封禁保护区砍伐、樵采、开垦、放牧、采药、狩猎、勘探、开矿和滥用水资源等一切破坏植被的活动；禁止在国家沙化土地封禁保护区范围内安置移民。	本项目不属于高耗水工业项目。
				区内现有不符合布局要求的，限期退出或关停。对已造成的污染或损害，应限期治理。	本项目不涉及。

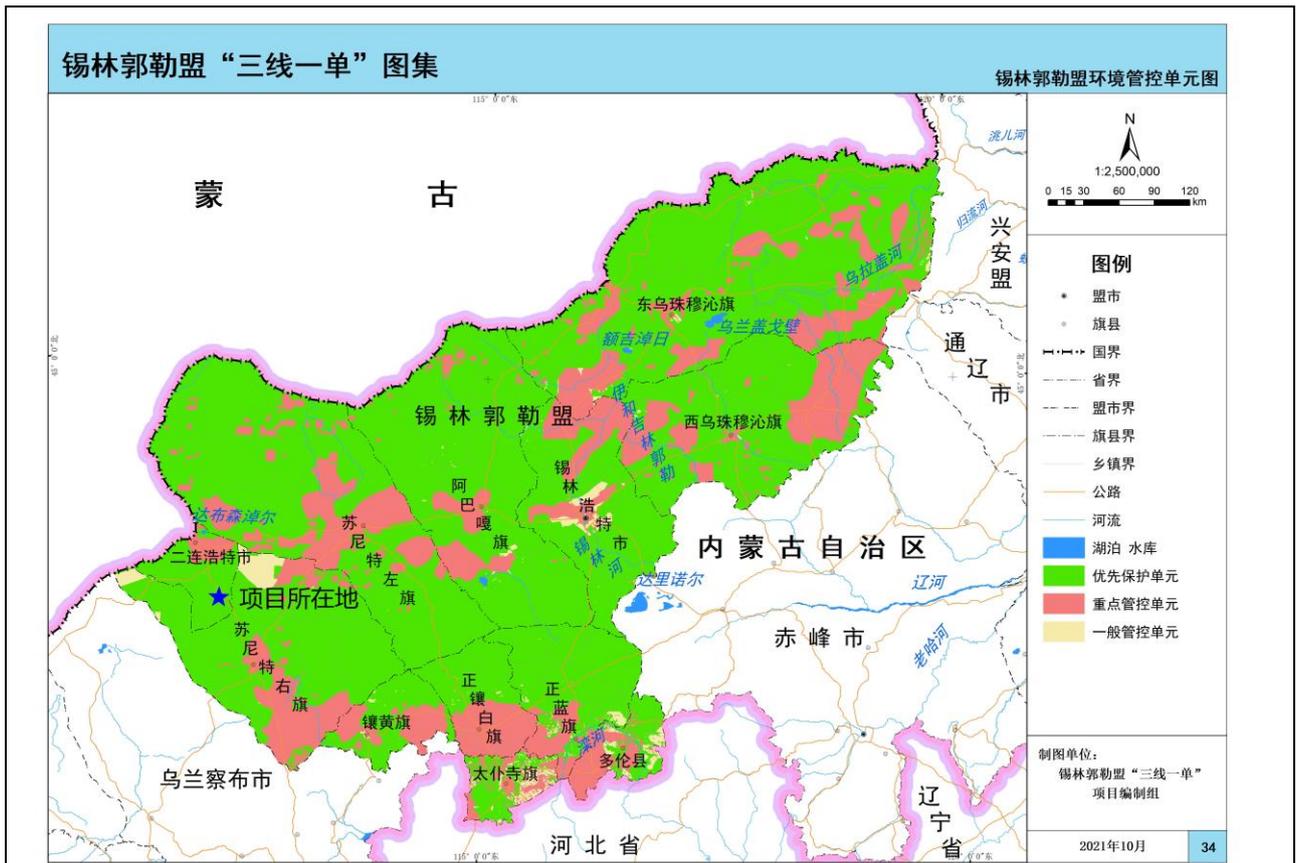


图 1.6-1 锡林郭勒盟环境管控单元图

1.6.3 “三线一单”相符性分析

1) 生态保护红线符合性

本项目占地范围内不涉及生态红线、自然保护区、风景名胜区、国家级森林公园、地质公园、湿地公园、饮用水源保护区等特别保护的区域，满足生态保护红线控制要求。本项目位于内蒙古锡林郭勒盟二连浩特市境内，经建设单位与二连浩特市自然资源局核实（见附件 3），二连盆地哈达图铀矿探矿权范围（包含本项目占地）未在生态保护红线内。

2) 资源利用上线符合性

资源利用上线是从促进资源能源节约、保障资源高效利用、确保必不可少的环境容量角度，不应突破资源利用最高限值。

本项目建设和运行过程中，主要资源消耗为土地、能源（电能）和水。本项目占地面积约 24000m²，其中井场临时占地 21600m²，施工完毕后恢复地表原始地貌形态，占用土地资源较少。本项目从现有的 10KV 线路引入至试验区，不涉及使用高耗电设备，供电总功率可满足试验及生活负荷要求；本项目设置独立水源井，主要用于试验人员日常生活用水，用水量较少。因此，本项目水、电、土地资源使用符合资源配置要求，总体符合资源利用

上线的要求。

3) 环境质量底线符合性

根据《2022 年内蒙古自治区生态环境状况公报》，锡林郭勒盟 2022 年 PM_{2.5} 年均浓度 7 $\mu\text{g}/\text{m}^3$ ，PM₁₀ 年均浓度 24 $\mu\text{g}/\text{m}^3$ ，SO₂ 年均浓度 9 $\mu\text{g}/\text{m}^3$ ，NO₂ 年均浓度 10 $\mu\text{g}/\text{m}^3$ ，CO 第 95 百分位 24h 平均浓度为 0.7 mg/m^3 ，O₃ 第 90 百分位最大 8 小时平均浓度为 118 $\mu\text{g}/\text{m}^3$ 。由此可知，本项目所在区域大气基本污染物浓度均符合《环境空气质量标准》（GB3095-2012）的二级标准要求，为空气达标区。

本项目施工期、试验期废气达标排放；废水不外排，固体废物合理处理处置；噪声经采用低噪声设备、合理安排作业时间等措施后影响较小；因此，本项目“三废”排放对周围环境影响很小，不会出现环境质量降级，本项目的建设符合环境质量底线要求。

4) 负面清单符合性

本项目位于内蒙古自治区锡林郭勒盟二连浩特市，未被列入《内蒙古自治区国家重点生态功能区产业准入负面清单》（试行）（内政发[2018]11 号文），符合环境功能区负面清单控制要求。

综上所述，本项目符合国家及地方产业政策和环保政策的相关要求，满足国家“三线一单”要求。

2 编制依据

法规 标准	<p>1) 法规</p> <p>(1) 《中华人民共和国环境保护法》2015年1月1日；</p> <p>(2) 《中华人民共和国环境影响评价法》2018年12月29日；</p> <p>(3) 《中华人民共和国放射性污染防治法》2003年10月1日；</p> <p>(4) 《中华人民共和国大气污染防治法》2018年10月26日；</p> <p>(5) 《中华人民共和国水污染防治法》2018年1月1日；</p> <p>(6) 《中华人民共和国固体废物污染环境防治法》2020年9月1日；</p> <p>(7) 《中华人民共和国噪声污染防治法》2022年6月5日；</p> <p>(8) 《中华人民共和国草原法》2021年4月29日；</p> <p>(9) 《建设项目环境保护管理条例》2017年10月1日；</p> <p>(10) 《建设项目环境影响评价分类管理名录(2021年版)》2021年1月1日；</p> <p>(11) 《国家危险废物名录(2021年版)》2021年1月1日；</p> <p>(12) 《产业结构调整指导目录(2024年本)》(中华人民共和国国家发展和改革委员会令 第7号) 2023年12月27日；</p> <p>(13) 《内蒙古自治区国家重点生态功能区产业准入负面清单》(试行)(内政发[2018]11号文)；</p> <p>(14) 《内蒙古自治区人民政府关于实施“三线一单”生态环境分区管控的意见》内政发[2020]24号, 2020年12月29日；</p> <p>(15) 《锡林郭勒盟行政公署关于“三线一单”生态环境分区管控的实施意见》(锡署发[2021]117号)；</p> <p>(16) 《危险废物转移管理办法》(生态环境部 公安部 交通运输部 部令 第23号) 2022年1月1日；</p> <p>(17) 《内蒙古自治区饮用水水源保护条例》2017年9月29日；</p> <p>(18) 《内蒙古自治区基本草原保护条例》2016年3月30日；</p> <p>(19) 《内蒙古自治区草原管理实施细则》2010年11月26日。</p> <p>2) 标准规范</p> <p>(1) 《建设项目环境影响评价技术导则 总纲》(HJ 2.1-2016)；</p> <p>(2) 《环境影响评价技术导则 大气环境》(HJ 2.2-2018)；</p>
----------	--

- (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 2.4-2021）；
- (6) 《环境影响评价技术导则 生态影响》（HJ 19-2022）；
- (7) 《建设项目环境风险评价技术导则》（HJ 169-2018）；
- (8) 《环境影响评价技术导则 铀矿冶》（HJ 1015.1-2019）；
- (9) 《危险废物管理计划和管理台账制定技术导则》（HJ 1259-2022）；
- (10) 《电离辐射防护与辐射源安全基本标准》（GB 18871-2002）；
- (11) 《铀矿冶辐射防护和辐射环境保护规定》（GB 23727-2020）；
- (12) 《铀矿冶辐射环境监测规定》（GB 23726-2009）；
- (13) 《铀、钍矿冶放射性废物安全管理技术规定》（GB 14585-1993）；
- (14) 《环境空气质量标准》（GB 3095-2012）；
- (15) 《地下水质量标准》（GB/T 14848-2017）；
- (16) 《声环境质量标准》（GB 3096-2008）；
- (17) 《土壤环境质量 农用地土壤污染风险管控标准（试行）》（GB 15618-2018）；
- (18) 《大气污染物综合排放标准》（GB 16297-1996）；
- (19) 《建筑施工场界环境噪声排放标准》（GB 12523-2011）；
- (20) 《工业企业厂界环境噪声排放标准》（GB 12348-2008）；
- (21) 《危险废物贮存污染控制标准》（GB18597-2023）。

相关文件	<p>1) 环境影响评价委托书;</p> <p>2) 《二连浩特哈达图铀矿床地浸采铀试验研究实施方案》，中核内蒙古矿业有限公司，2024年2月;</p> <p>3) 《关于二连盆地哈达图铀矿床地浸采铀试验研究科研项目立项备案的通知》，中铀发〔2024〕31号，中国铀业股份有限公司，2024年4月;</p> <p>4) 《二连浩特哈达图铀矿床地浸采铀试验研究环境质量现状监测》（2023-10251），核工业东北分析测试中心，2023年11月;</p> <p>5) 《二连浩特哈达图铀矿床地浸采铀试验研究环境质量现状监测》(2024-1025)，核工业东北分析测试中心，2024年3月。</p>
------	---

3 建设项目所在地自然环境社会环境简况

3.1 地理位置

本项目位于内蒙古自治区锡林郭勒盟二连浩特市南部，隶属格日勒敖都苏木管辖，西北距二连浩特市直线距离 47.63km，东南距苏尼特右旗 67.65km。项目所在地西部有 G208 国道，区内有“集二线”铁路及“二连至广州”高速公路通过，连接二连浩特市和苏尼特右旗，交通便利。评价区地理位置见图 3.1-1。



图 3.1-1 评价区地理位置

3.2 区域地形地貌

本项目所在区域由脑木根北部、齐哈日格图、格日勒敖都、呼格吉勒图四个三级构造单元构成，其中齐哈日格图凹陷长约 70km，宽约 5~15km，面积约 700km²，呈近南北向展布，具有发育大型河谷的构造条件，基底埋深 400~1500m，凹陷北部最深，最大达 2200m。项目所在区域为内蒙古高原的一部分，属高原低山草原地貌景观，地势平坦，海拔高程在 970~1050m 之间。本项目所在区域地形地貌见图 3.2-1，根据区域地形高程数据形成的三维地形图见图 3.2-2。



图 3.2-1 地形地貌图

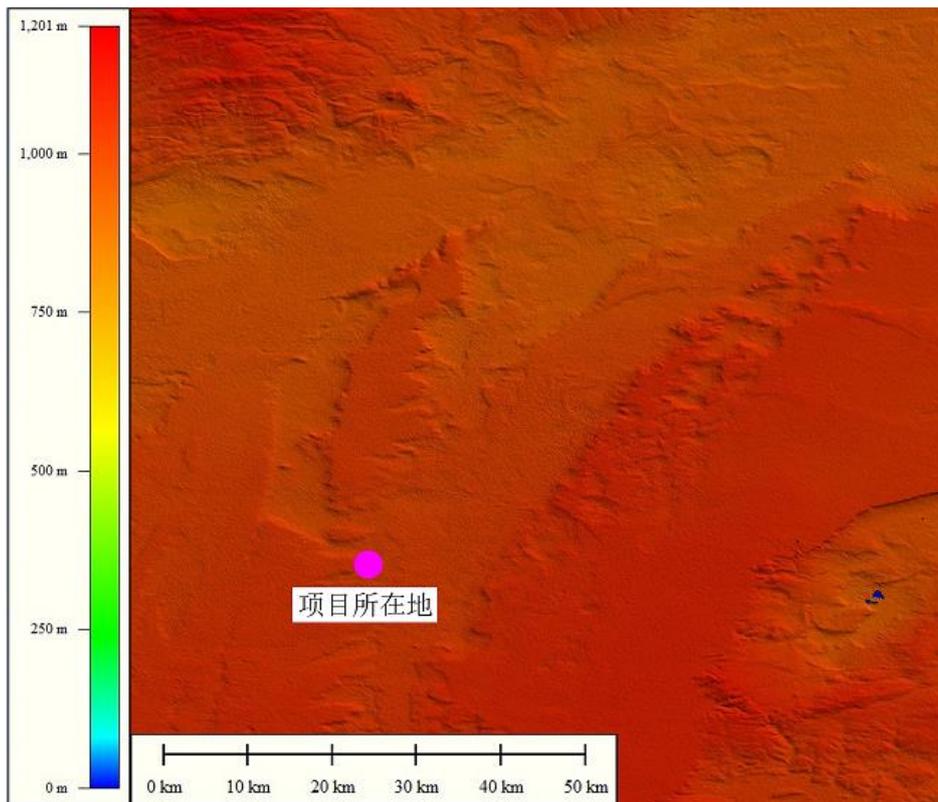


图 3.2-2 三维地形图

3.3 气候气象

1) 区域气候特征

本项目位于二连浩特市南部，所在区域以干旱、半干旱大陆性气候为主。根据二连浩特

市多年气象统计资料,该地多年平均气温 5.1℃,一月平均气温-16.2℃,极端最低气温-29.7℃,七月平均气温 25.7℃,极端最高气温 39.0℃。年日照时数 3356.8 小时,日照率 76%。霜冻出现早,最早 9 月末出现,最晚 5 月末结束,无霜期仅 121 天左右。雨水分布不均,自南向北、自东向西递减。年际雨量变化大,平均降水量 142mm。年平均蒸发量 2684mm,常年盛行偏西风,年平均风速 4.1m/s。

2) 气象资料

本次评价采用的气象数据为距离本项目最近的二连浩特气象站 2022 年逐时数据。该站站编号 530680,地理坐标为东经 112°,北纬 43.65°,为基准气象站,与试验区距离约 45.86km,地形和气象特征与试验区基本一致。地面气象参数为逐时数据,包括观测时间、风向、风速和温度等。

本次评价采用的高空气象数据采用中尺度气象模拟软件 WRF-ARW 模拟得到,模拟区域中心的地理坐标为东经 112.02°,北纬 43.60°,与本项目距离约 40.47km。高空气象要素包括日期、气压、高度、干球温度、露点温度、风向和风速等,模拟时间段为每日 8 时、20 时两次。评价采用的云量数据也通过尺度气象模拟软件 WRF-ARW 模拟得到,其利用不同层位高度的全球气象实测值作为初始场并进行数据同化,提取本项目点位对应的逐时云量数据。

项目所在区域全年温度、风速月平均变化情况见表 3.3-1,全年风频风向见表 3.3-2,全年和各季风向玫瑰图见图 3.3-1。

表 3.3-1 温度、风速月平均变化值

月份	1 月	2 月	3 月	4 月	5 月	6 月
温度 (°C)	-15.8	-18.2	-0.2	8.7	15.7	21.8
风速 (m/s)	3.0	2.9	4.7	5.1	4.5	4.4
月份	7 月	8 月	9 月	10 月	11 月	12 月
温度 (°C)	25.1	21.1	17.2	5.2	-4.2	-16.6
风速 (m/s)	4.4	3.5	4.0	3.9	3.9	4.0

表 3.3-2 全年各风向风频

风向	N	NNE	NE	ENE	E	ESE	SE	SSE
频率 (%)	2.8	2.2	3.1	9.1	4.7	4.7	3.5	2.7
风向	S	SSW	SW	WSW	W	WNW	NW	NNW
频率 (%)	3.2	6.0	10.8	8.6	8.9	14.3	7.9	4.9

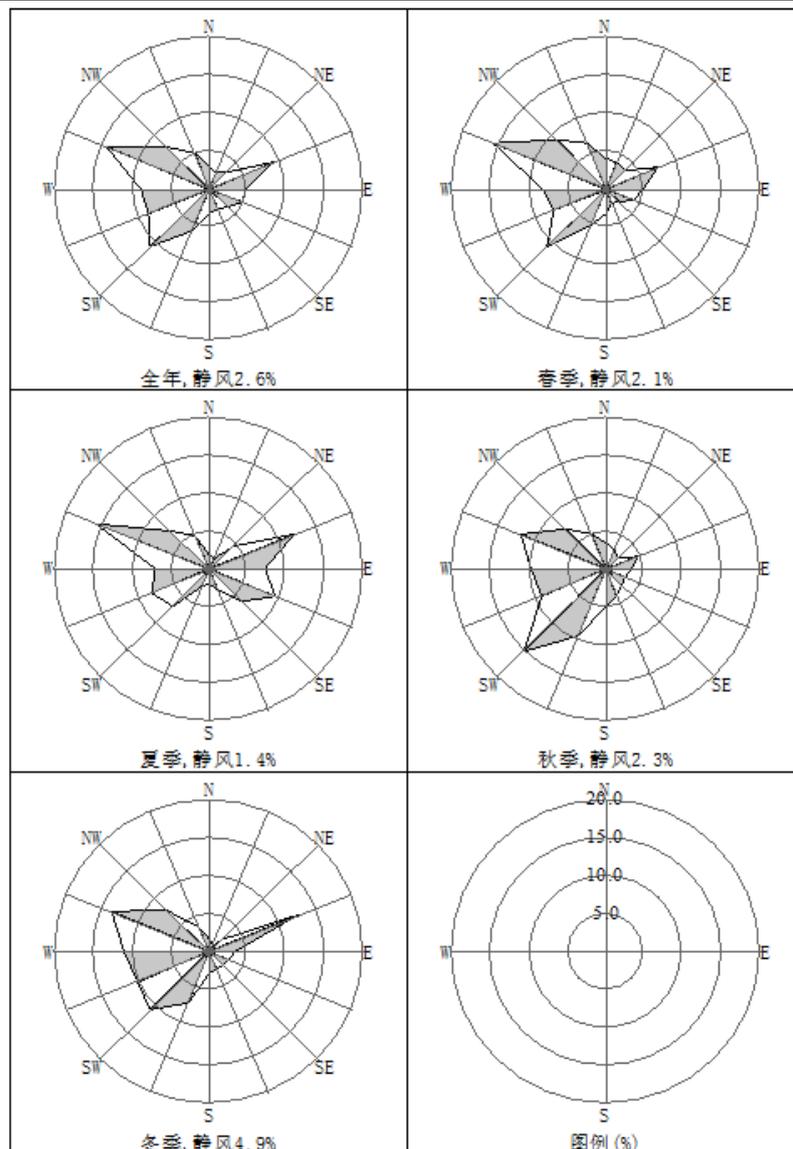


图 3.3-1 全年和各季风向玫瑰图

3.4 地表水系

二连浩特市地表无河水系，水资源贫乏。二连盆地区内地表水系不发育，只有季节性河流，在盆地东南部有闪电河、西拉木伦河两条外流水系，距离本项目均超过 100km。

3.5 地质

3.5.1 地层特征

项目所在地揭遇地层自下而上依次为上白垩统赛汉组 (K_{1s})、下白垩统二连组 (K_{2e})、始新统伊尔丁曼哈组 (E_{2y}) 和第四系 (Q)。其中，赛汉组 (K_{1s}) 可分为赛汉组下段 (K_{1s}^1) 和赛汉组上段 (K_{1s}^2)，赛汉组上段 (K_{1s}^2) 自下而上进一步划分为第一亚层 (K_{1s}^{2-1})、第二亚层 (K_{1s}^{2-2}) 和第三亚层 (K_{1s}^{2-3})。第二亚层 (K_{1s}^{2-2}) 是本试验研究的主要铀矿层位。哈达

图铀矿床地层综合柱状图见图 3.5-1。

第二亚层 (K_{1s}^{2-2}) 位于赛汉组上段中部，岩性以黄色、灰色砂质砾岩、粗砂岩为主，砂体厚度 30~80m，砂体相对稳定，规模较大。该地层厚度总体上具有南厚北薄的特点，相对稳定，一般 60~140m。

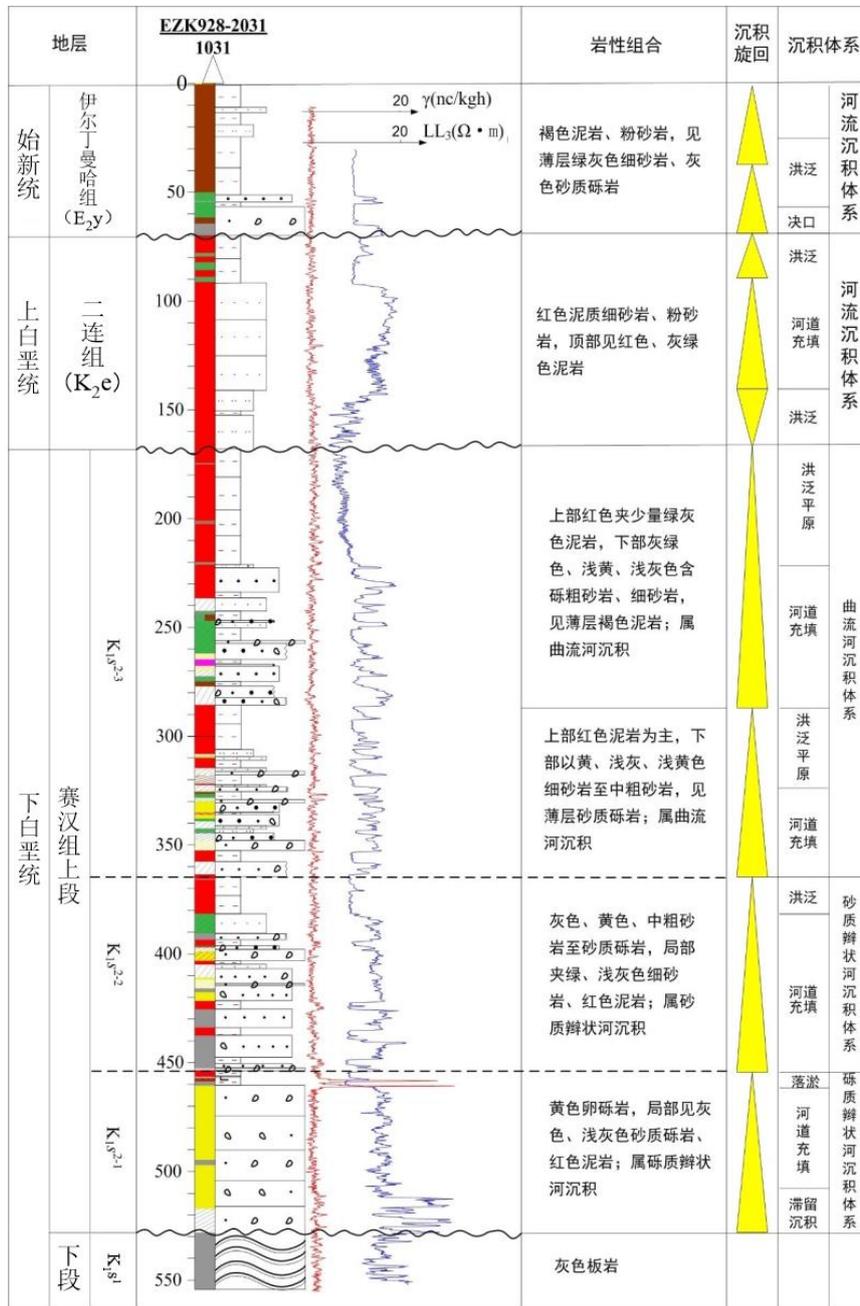


图 3.5-1 哈达图铀矿床地层综合柱状图

3.5.2 矿体地质特征

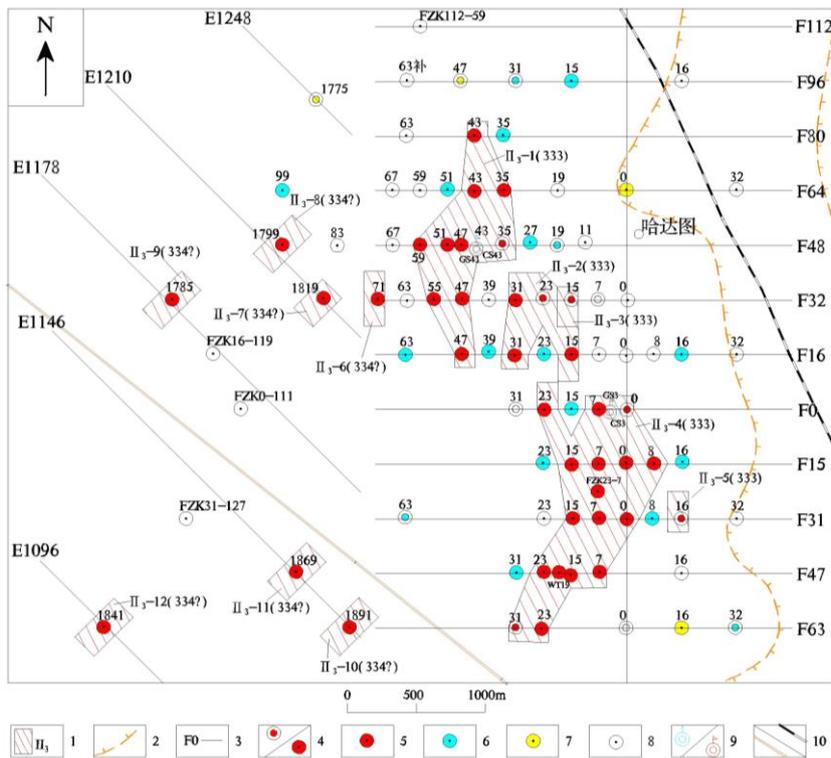
本次试验矿体赋存于赛汉组上段第二亚层 (K_{1s}^{2-2}) 的II₃号铀矿体，位于哈达图铀矿床北段 F80~F63 线，矿体长 3.8km，宽 150~800m。矿体顶板埋深为 189.00~376.50m，平均

270.98m。矿体底板埋深为 201.30~393.70m，平均 277.06m。矿体连续性较好，总体呈现北浅南深的特点。铀矿体厚度 0.75~7.90m，平均值 3.06m，变化较大。试验区矿体水平分布见图 3.5-2，F31 号勘探线地质剖面图见图 3.5-3。

II₃ 号铀矿体岩性以黄色、灰色砂质砾岩、粗砂岩为主，砂体厚度 30~80m，砂体相对稳定。铀矿体的主要的化学成分为 SiO₂(81.11±0.5%)、K₂O(3.26±0.1%)、Al₂O₃(8.65±0.2%)、Fe₂O₃(2.02±0.1%)和 Na₂O(1.57±0.03%)。铀矿石 XRF 分析结果见表 3.5-1。

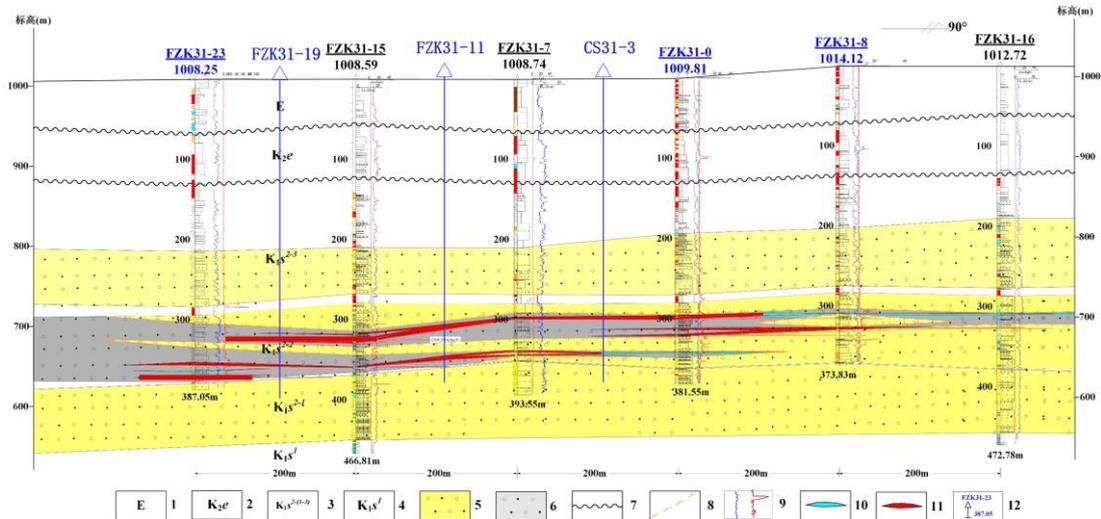
表 3.5-1 哈达图铀矿床铀矿石 XRF 分析数据统计表 (%)

样品	U	SiO ₂	Al ₂ O ₃	K ₂ O	Na ₂ O	CaO	MgO	Fe ₂ O ₃	FeO	Fe ³⁺	P ₂ O ₅	MnO ₂	TiO ₂	SO ₃	BaO
HDT1	0.0283	81.11	8.56	3.17	1.54	0.44	0.32	2.00	0.80	0.78	0.07	0.02	0.17	1.04	0.06
HDT2	0.0318	81.61	8.68	3.31	1.58	0.41	0.30	1.92	0.72	0.78	0.05	0.01	0.15	1.07	0.06
HDT3	0.0271	80.61	8.72	3.30	1.59	0.41	0.35	2.15	0.91	0.80	0.04	0.02	0.17	1.09	0.06
平均	0.0280	81.11	8.65	3.26	1.57	0.42	0.32	2.02	0.81	0.79	0.05	0.02	0.16	1.07	0.06



1-II₃ 号铀矿体及编号；2-灰色砂体尖灭线；3-勘探线及编号；4-本项目施工钻孔；5-工业铀矿孔；6-铀矿化孔；7-铀异常孔；8-无铀矿孔；9-水文地质孔（抽水孔）/水文地质孔（观测孔）；10-公路/铁路。

图 3.5-2 哈达图铀矿床 II₃ 号矿体水平投影图



1-始新统伊尔丁曼哈组；2-上白垩统二连组；3-下白垩统赛汉组上段第一、二、三亚段；4-下白垩统赛汉组下段；
5-氧化砂岩；6-还原砂岩；7-地层不整合界线；8-氧化锋线；9-伽玛曲线；10-铀矿化体；
11-工业铀矿体；12-钻孔位置及编号。

图 3.5-3 哈达图铀矿床 F31 号勘探线地质剖面图

3.6 水文地质

3.6.1 区域水文地质

哈达图铀矿床位于二连盆地，二连盆地归属于一级水文地质单元，其包括五个次级水文地质单元，即川井坳陷、乌兰察布坳陷、马尼特坳陷、乌尼特坳陷和腾格尔坳陷。本项目位于乌兰察布坳陷水文地质单元的中北部，乌兰察布坳陷地下水类型包括基岩裂隙水、碎屑岩类裂隙孔隙水和第四系碎屑岩类孔隙水三大类，地下水补给主要为接受大气降水，在区域上具备完整的补给、径流、排泄系统。乌兰察布坳陷水文地质图见图 3.6-1。

(1) 第四系 (Q) 含水层

该含水层在项目区域内地势低洼地带零星分布，由第四系松散堆积层组成，为潜水含水层。该含水层岩性为风成砂、冲洪积砂、砂砾石，厚度较薄，水量小而不稳定，在项目区域内无法构成连续稳定的统一含水层。该含水层主要靠大气降水补给，蒸发排泄，动态特征随季节性变化明显。

(2) 始新统伊尔丁曼哈组 (E_{2y}) 含水层

该含水层由河流、洪泛沉积而成，岩性为黄色、灰白色、灰绿色、红色砂质砾岩、砂岩、砂质泥岩、泥岩，厚度一般 35~110m，水位埋深 8.19~90.18m，赋存孔隙潜水和承压水。该含水层富水性、渗透性好，单孔涌水量一般 100~1242m³/d，渗透系数 1~8m/d。该含水层由南向北径流，水力坡度较小，地下水流动较滞缓，主要接受南部地下水径流补给和大气降水垂直入渗补给，排泄方式主要为侧向径流和人工开采排泄。

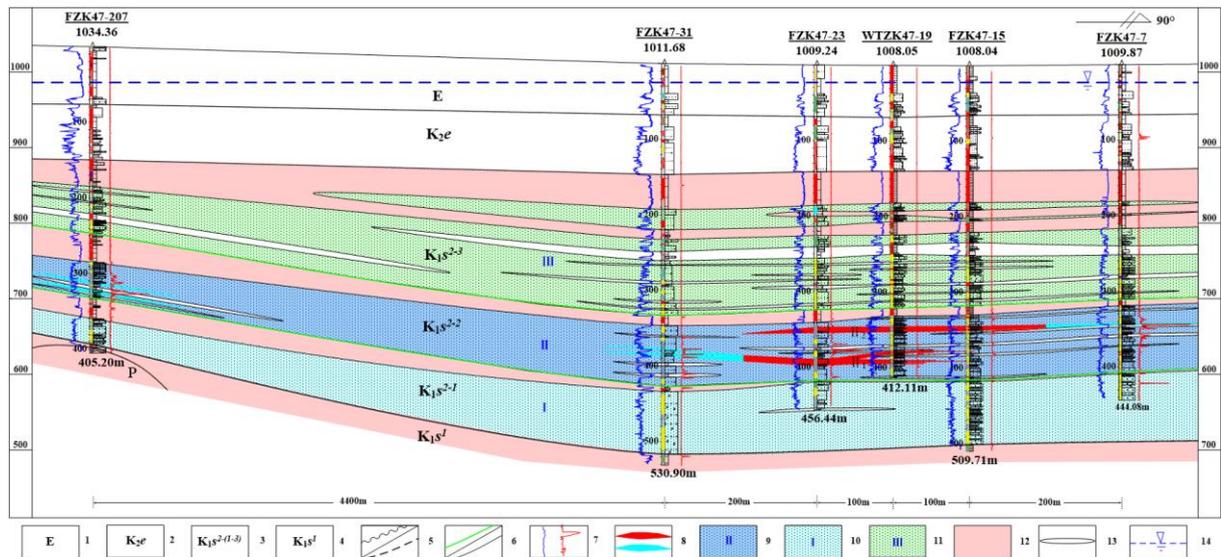
在本项目试验区上游约 7.4km 处建有二连浩特市供水水源地，该水源地位于齐哈日格图第三纪古河道部位，为当地居民生产、生活主要用水水源地。伊尔丁曼哈组 (E_{2y}) 含水层底板埋深为 60~140m，本试验目的含矿含水层顶板埋深为 189.00~376.50m，试验区附近二者之间埋深差可达 200m，且二者间还夹有二连组 (K_{2e}) 承压含水层。因此，这两个含水层之间无水力联系。

(3) 上白垩统二连组 (K_{2e}) 含水层

该含水层埋藏于伊尔丁曼哈组 (E_{2y}) 含水层之下，下部主要为一套河流相沉积红色含泥细砂岩、中砂岩、粗砂岩，局部夹泥岩、泥质粉砂岩，上部为湖相沉积的红色、局部灰色泥岩、泥质粉砂岩，总厚度一般 35~80m，局部可达 95m。该含水层水位埋深 3~50m，具有稳定的区域性隔水顶、底板，赋存孔隙承压水，其渗透性、富水性较差，渗透系数 0.36~0.67m/d，单井涌水量多小于 50m³/d。

(4) 下白垩统赛汉组上段 (K_{1s}²) 含水层

该含水层为一套冲积扇—河流—洪泛平原沉积组合，赋存孔隙承压水。根据地层结构变化特征，该含水层自下而上又分为 I、II、III 含水层，其中 I 含水层为次要含矿含水层、II 含水层为主要含矿含水层、III 含水层为不含矿含水层。本次试验目的含矿含水层为 II 号含水层，其含（隔）水层及地下水特征将在“含矿含水层特征”一节中详细论述。



1-始新统伊尔丁曼哈组；2-上白垩统二连组；3-下白垩统赛汉组上段第一、二、三亚层；4-下白垩统赛汉组下段；5-地层角度/平行不整合界线；6-亚层/岩性界线；7-视电阻率、伽玛测井曲线；8-铀矿体、铀矿化体；9-主要含矿含水层；10-次要含矿含水层；11-不含矿含水层；12-隔水层；13-局部隔层或透镜体；14-含矿含水层地下水水位线。

图 3.6-3 哈达图铀矿床水文地质剖面图

2) 含矿含水层特征

含矿含水层位于赛汉组上段中部，以砂质辫状河谷沉积为主，且由多期河谷砂体叠加而成，主要沿齐哈日格图凹陷呈近南北向展布，规模较大，宽度 10~25km，长度大于 40km，其具体特征如下：

(1) 岩性

该含矿含水层岩性以灰白、浅黄、亮黄、浅灰、灰色砂质砾岩、含砾粗砂岩为主，中砂岩、细砂岩次之，普遍含砾。碎屑成分以石英（占 75.0%）、长石（占 19.3%）为主，花岗岩、变质岩屑等次之，结构疏松，分选中等为主，粘粉含量 6~20%，碳酸盐含量 0.14~0.46%。

(2) 厚度及水位埋深

该含水层分布稳定、连续，厚度为 20~110m，平均 67.80m。厚度在横向上河道边缘薄向中心依次增厚，纵向上沿齐哈日格图凹陷的南西部和格日勒敖都凹陷厚度变薄。地下水位埋深为 8.49~24.72m，承压水头高度为 191.44~232.11m，地下水水位动态稳定。

(3) 水力特征及补径排条件

该含水层的单井涌水量 336.72~412.80m³/d，单位涌水量 1.21~1.22L/s·m，渗透系数 7.72~7.98m/d，导水系数 232.47~320.13m²/d；含水层主要接受南部、西南部的地下水补给，从南向北径流，最终排泄于坳陷北部的二连盐池或沿古河谷径流排泄于北东部的准宝力格-赛汉高毕-巴润达来一带。含矿含水层地下水水化学类型为 Cl·HCO₃-Na 型水，为中偏弱碱性水。

(4) 隔水层特征

①隔水顶板：由赛汉组上段第二亚层砂质辫状河道沉积的红色泥岩、含砂泥岩、泥质粉砂岩等组成，隔水顶板厚度为 2.80~43.60，平均厚度 19.50m，项目所在区域隔水顶板厚度为 8~9m，分布连续、稳定，隔水性能好，阻隔了 II 号和 III 号含水层与之间的水力联系。

②隔水底板：由赛汉组上段第一亚层砾质辫状洪泛滥沉积的红色泥岩、含砂泥岩、泥质粉砂岩等组成，隔水底板厚度为 1.0~32.50，平均厚度 14.20m，项目所在区域隔水顶板厚度为 7~8m，隔水性能好，在矿床内较稳定分布，阻隔了 I 号和 II 号含水层之间的水力联系。

3.7 土地和水体利用

1) 土地利用

二连浩特市总土地面积 3864.15km²。其中，耕地面积 1.01km²，占比为 0.026%；园地面面积 0.092km²，占比为 0.0024%；林地面积 17.77km²，占比为 0.46%；草地面积 3711.96km²，占比为 96.06%；城镇村及工矿用地 41.80km²，占比为 1.08%；交通运输用地 42.27km²，占比为 1.09%；水域及水利设施用地 7.41km²，占比为 0.19%；其它未利用地 41.84km²，占比为 1.09%。

本项目试验区占地类型为草地和荒地，周边 5km 范围内土地类型以草地和荒地为主，属基本草原，无耕种农作物，不涉及基本农田。

2) 水体利用

二连浩特市全年总用水量 1113.14 万 m³。其中生活用水 720.14 万 m³、工业用水 61.8 万 m³、农业用水 63.6 万 m³、生态用水 393 万 m³。二连浩特市年地下水资源总量 1755.77 万 m³，年地下水可开采量 1069.2 万 m³。人均水资源量 213 m³，仅为全国人均拥有水资源量 2100 m³ 的十分之一。

本项目周边 5km 范围内无集中式饮用水源地及集中式工农业生产用水，居民生活用水均为自家井水，井深为 100m~200m，取水层位为伊尔丁曼哈组含水层，本项目 20km 范围内涉及饮用水源保护区，距离本项目最近的水源井位于东南方位，距离为 7.4km，水源地位于本项目上游方向，详见 3.8 节。

3.8 生态环境概况

1) 生态环境状况

二连浩特地处苏尼特草原腹地，属于典型的荒漠和半荒漠草原，野生植物主要有灌木、半灌木植物和草本植物 40 余种，分属 18 科、35 属。主要植物有戈壁针茅、小针茅、无芒隐

子草、女蒿、冷蒿、沙生冰草、沙蒿、芨芨草、苔草、白刺、针茅、沙葱等，其中常见的药用植物有麻黄、补血草、知丹、苁蓉、锁阳等。野生动物主要有狼、狐狸、獾、黄羊、兔、鼠类、鹰、沙鸡、百灵、雀类等。

通过现场走访调查，本项目周边 5km 范围内植被类型以荒漠草原植被为主，地表植被多为牧草，多样性较差，覆盖度较低。评价区常见的野生动物主要有蒙古兔、田鼠、沙蜥等，居民养殖动物以羊和牛为主。

2) 资源开发利用状况

二连浩特市主要矿产有铀矿、油气、芒硝、萤石等。市区西南有大量油气田，为华北石油二连油田采油区，年产量 5 万 t；现有萤石矿 2 处，为白音敖包萤石矿和哈达呼苏萤石矿，储量约 514.8 万 t，品位较高，矿石质地优良，开采条件较好；二连盐池有原盐、芒硝资源，盐池面积 11.5km²，盐湖可采面积 10 km²，盐矿纯度高，易开采；芒硝资源储量 36.7 万 t，硫酸钠含量达 31.36%，可以进行多种生产，主要产品有原硝、无水风化硝、元明粉、硫化碱、卤块、硫酸等。

经现场走访调查，本项目周边 5km 范围内有无矿山开采企业。

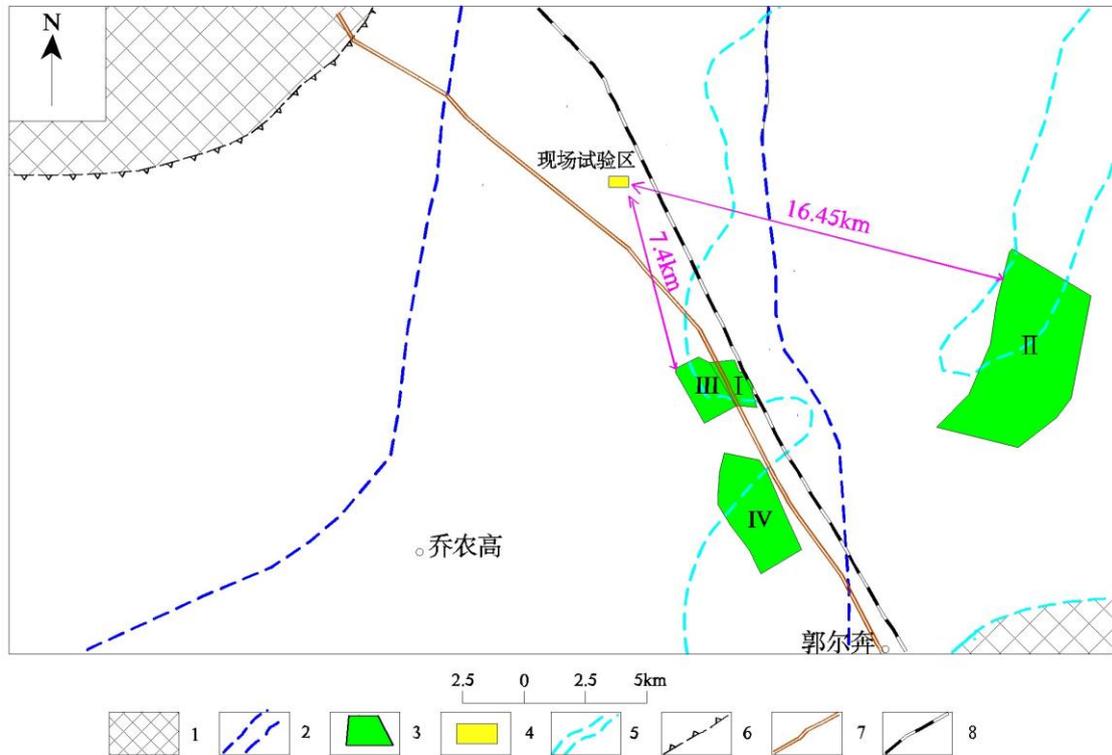
3) 生态敏感区

经建设单位与二连浩特市自然资源局核实，哈达图铀矿探矿权范围（包含本项目占地范围）内“无重要饮用水水源地，不在集中式饮用水水源保护区范围内，不涉及生态红线，不涉及基本农田，不涉及自然保护区范围内，不涉及国家地质公园等限制禁止勘查开采区域，矿区范围未发现古遗迹现象及其他文物”，详见附件 3。

本项目 20km 评价范围内涉及饮用水水源一级保护区，为二连浩特市齐哈日格图镇齐哈日格图水源保护区，水源地供水层位主要为始新统伊尔丁曼哈组含水层，含水层深度 60~140m，根据 3.6.2 节，该含水层与含矿含水层之间无任何水力联系。伊尔丁曼哈组含水层地下水径流方向为南至北，因此，本项目位于饮用水水源保护区的下游，不在水源保护区的补给径流区范围内。供水水源地共设有 4 个，分别为 I、II、III、IV 号水源地，共有水井 56 眼（供水井共 54 眼）。距离本项目最近的水源地为 III 号水源地，与本项目距离为 7.4km，距离本项目最远的水源地为 II 号水源地，与本项目距离为 16.45km。齐哈日格图水源保护区概况见图 3.8-1。齐哈日格图水源保护区与本项目位置关系见图 3.8-2。



图 3.8-1 齐哈日格图水源保护区概况图



1-蚀源区；2-赛汉组上段古河谷边界；3-水源地；4-试验区；5-第三纪古河谷；6-蚀源区边界；7-公路；8-铁路。

图 3.8-2 水源保护区与本项目位置关系图

3.9 社会环境简况

1) 社会经济

根据《二连浩特市 2023 年国民经济和社会发展统计公报》，2023 年二连浩特市地区生产总值为 75.3 亿元，同比增长 8.1%。其中第一产业增加值为 1.36 亿元，同比增长 4.3%；第二产业增加值为 12.1 亿元，同比增长 10.5%；第三产业增加值为 61.84 亿元，同比增长 7.8%。

三次产业比例为 1.8:16.1:82.1。

2) 人口

根据《二连浩特市 2023 年国民经济和社会发展统计公报》，2023 年年末，二连浩特市常住人口为 7.09 万人，全市总面积约 4015.1km²，人口密度为 17.66 人/km²。根据 2024 年实地调查，评价中心 5km 范围内总人口为 33 人，平均人口密度 0.42 人/km²。评价中心 5km 范围内居民点情况见表 3.9-1 和图 3.9-1。

表 3.9-1 评价中心 5km 范围内居民点

序号	居民点	方位	距离 (km)	人口 (人)
1	哈思家	N	1.54	1
2	车仁通尔吉家	ENE	4.67	4
3	满都拉家	E	3.38	5
4	乌仁巴图家	S	3.24	7
5	伊德日呼家	SW	3.97	5
6	毕力格家	WSW	4.25	5
7	苏伊拉齐齐格家	WNW	4.48	1
8	李荣家	WNW	4.60	5
合计				33

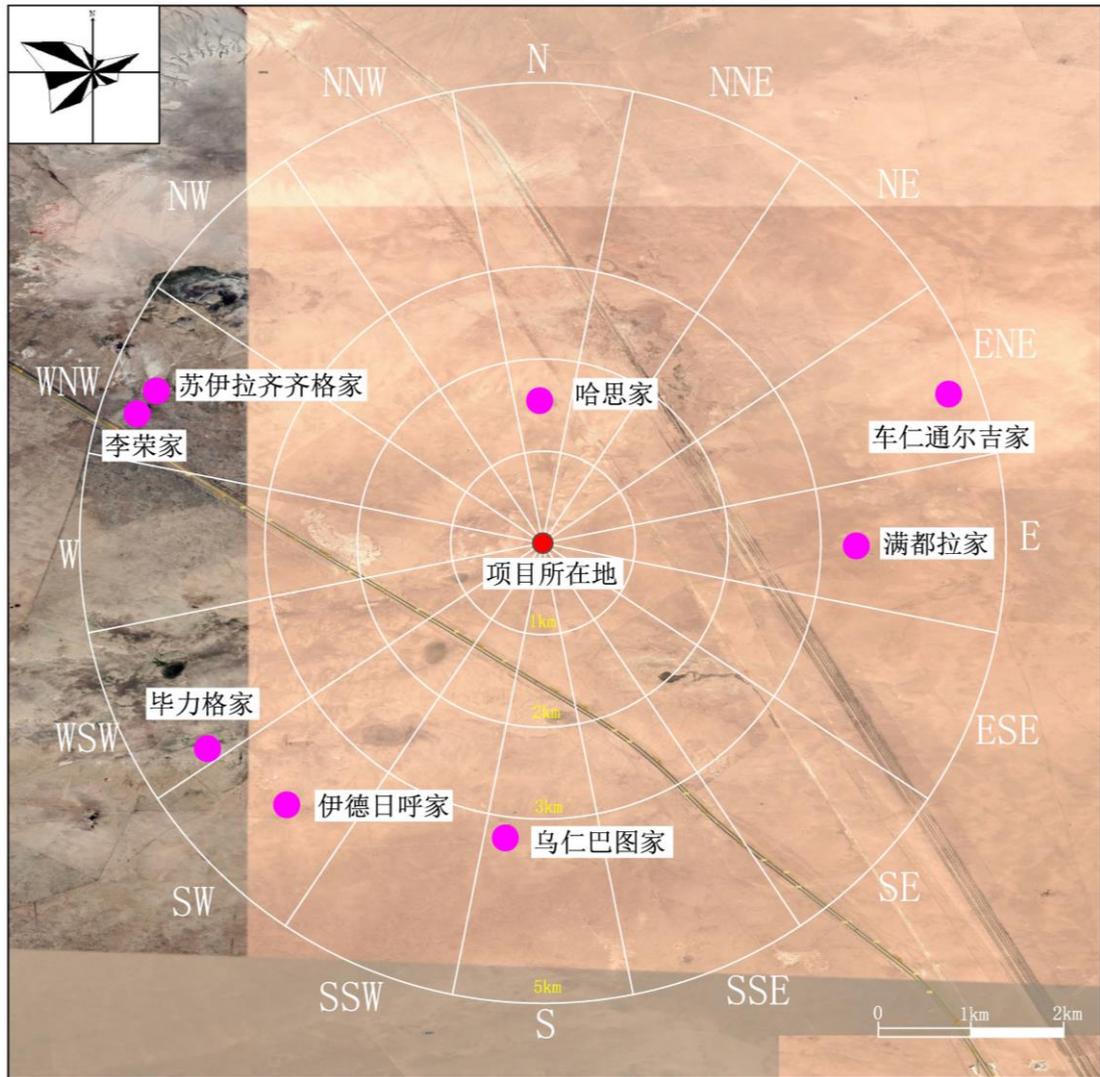


图 3.9-1 评价中心 5km 范围内居民点分布图

评价中心半径 20km 范围涉及二连浩特市的格日勒敖都苏木，以及苏尼特右旗的乌日根塔拉镇，总人口 1066 人，平均人口密度 0.85 人/km²，20km 范围评价子区划分见图 3.9-2。根据 2019~2023 二连浩特市国民经济和社会发展统计公报，二连浩特 2019 年~2023 年人口自然增长率见表 3.9-2，保守考虑，人口自然增长率取最大值 5.69‰。根据 2024 年实地调查，并结合第七次人口普查，评价区域内各年龄组的人口比例约为：婴儿（≤1 岁）1%，幼儿（1~7 岁）6%，少年（7~17 岁）13%，成人（>17 岁）80%。

2024 年和 2026 年（扩大试验投入运行第一年）人口分布情况分别见表 3.9-3 和表 3.9-4。

表 3.9-2 二连浩特市人口自然增长率（2019~2023 年）

年份	2019 年	2020 年	2021 年	2022 年	2023 年
人口自然增长率（‰）	5.69	/	2.73	3.39	0.35

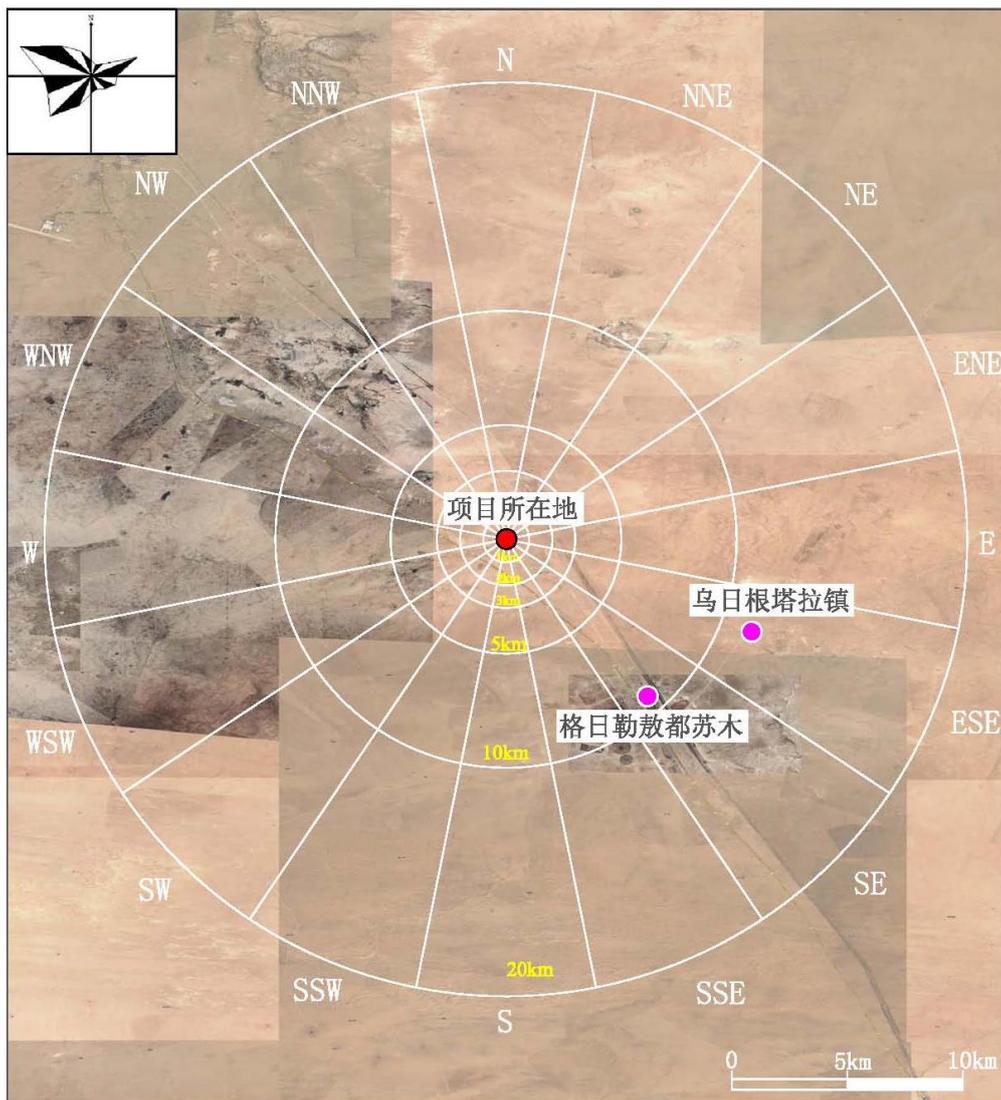


图 3.9-2 评价中心 20km 范围内居民点分布图

表 3.9-3 本项目评价中心 20km 范围内人口分布（2024 年）

距离 (km)	年龄组	方位															
		N	NNE	NE	ENE	E	ESE	SE	SSE	S	SSW	SW	WSW	W	WNW	NW	NNW
0~1	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	0
	少年	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
	成人	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
1~2	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	0
	少年	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
	成人	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
2~3	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	0
	少年	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
	成人	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
3~5	婴儿	0	0	0	0	0	0	0	0	1	0	1	0	0	0	0	0
	幼儿	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
	少年	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
	成人	0	0	0	4	5	0	0	0	6	0	4	5	0	6	0	0
5~10	婴儿	0	0	0	0	0	0	3	0	0	0	0	0	0	0	0	0
	幼儿	0	1	0	0	0	1	15	2	0	1	1	0	1	0	1	1
	少年	1	2	0	1	1	1	33	4	1	2	1	1	1	1	1	2
	成人	4	9	3	6	5	9	204	23	4	9	8	5	7	5	7	13
10~20	婴儿	0	0	0	0	2	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
	幼儿	1	1	1	1	15	9	2	1	1	1	1	1	1	1	1	0
	少年	2	2	3	3	32	19	5	2	2	2	3	3	1	1	1	1
	成人	16	14	17	19	197	116	33	9	11	13	18	16	9	8	7	6

表 3.9-4 本项目评价中心 20km 范围内人口分布（2026 年）

距离 (km)	年龄组	方位															
		N	NNE	NE	ENE	E	ESE	SE	SSE	S	SSW	SW	WSW	W	WNW	NW	NNW
0~1	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	0
	少年	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
	成人	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
1~2	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	0
	少年	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
	成人	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
2~3	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	0
	少年	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
	成人	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
3~5	婴儿	0	0	0	0	0	0	0	0	1	0	1	0	0	0	0	0
	幼儿	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
	少年	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
	成人	0	0	0	4	5	0	0	0	6	0	4	5	0	6	0	0
5~10	婴儿	0	0	0	0	0	0	3	0	0	0	0	0	0	0	0	0
	幼儿	0	1	0	0	0	1	15	2	0	1	1	0	1	0	1	1
	少年	1	2	0	1	1	1	33	4	1	2	1	1	1	1	1	2
	成人	4	9	3	6	5	9	206	23	4	9	8	5	7	5	7	13
10~20	婴儿	0	0	0	0	2	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
	幼儿	1	1	1	1	15	9	2	1	1	1	1	1	1	1	1	0
	少年	2	2	3	3	32	19	5	2	2	2	3	3	1	1	1	1
	成人	16	14	17	19	199	117	33	9	11	13	18	16	9	8	7	6

4 评价适用标准

		表 4-1 本项目执行环境质量标准信息表				
环境 质量 标准	类别	标准名称	执行标准	项目名称及标准值		
	环境 空气	《环境空气 质量标准》	(GB 3095-2012) 二级	TSP	24 小时平均 0.3mg/m ³	
				SO ₂	1 小时平均 0.5mg/m ³	
				NO _x	1 小时平均 0.25mg/m ³	
	《环境影响评价技术 导则 大气环境》	(HJ 2.2-2018) 附录 D	硫酸	1 小时平均 0.3mg/m ³		
地下水 环境	《地下水质量标准》	(GB/T 14848-2017) III 类标准	pH	6.5~8.5		
			Na ⁺	200mg/L		
			Cl ⁻	250mg/L		
			SO ₄ ²⁻	250mg/L		
			NH ₄ -N	0.50mg/L		
			NO ₃ ⁻	20.0mg/L		
			NO ₂ ⁻	1.00mg/L		
			As	10μg/L		
			Hg	1μg/L		
			Cr ⁶⁺	0.05mg/L		
			Zn	1000μg/L		
			Fe	0.3mg/L		
			Cu	1000μg/L		
			Pb	10μg/L		
			Cd	5μg/L		
			Mn	100μg/L		
			Mo	70μg/L		
			总硬度	450mg/L		
			总溶解 性固体	1000mg/L		
			COD _{Mn}	3.0mg/L		
F ⁻	1.0mg/L					
总 α	≤0.5Bq/L					
总 β	≤1Bq/L					
土壤 环境	《土壤环境质量 农 用地土壤污染风险管 控标准（试行）》	(GB 15618-2018) 土壤污染风险筛选值	pH	>7.5		
			As	25mg/kg		
			Cd	0.6mg/kg		
			Hg	3.4mg/kg		
			Pb	170mg/kg		
			Cr	250mg/kg		
			Zn	300mg/kg		
			Ni	190mg/kg		
			Cu	100mg/kg		
声 环境	《声环境质量标准》	(GB 3096-2008) 2 类	Leq(A)	昼	60dB(A)	
				夜	50dB(A)	

表 4-2 本项目执行污染物排放标准信息表

类别	标准名称	执行标准	项目名称及标准值		
废气	《大气污染物综合排放标准》	(GB 16297-1996) 新污染源二级	SO ₂	最高排放浓度	550mg/m ³
				周界外浓度最高点	0.4mg/m ³
			NO _x	最高排放浓度	240mg/m ³
				周界外浓度最高点	0.12mg/m ³
			颗粒物	最高排放浓度	120mg/m ³
				周界外浓度最高点	1.0mg/m ³
			硫酸雾	最高排放浓度	45 mg/m ³
				周界外浓度最高点	1.2 mg/m ³
噪声	《建筑施工场界环境噪声排放标准》	(GB 12523-2011)	Leq(A)	昼	70dB(A)
				夜	55dB(A)
	《工业企业厂界环境噪声排放标准》	(GB 12348-2008) 2 类标准	Leq(A)	昼	60dB(A)
				夜	50dB(A)
辐射控制指标	<p>根据《铀矿冶辐射防护和辐射环境保护规定》(GB 23727-2020), 铀矿冶企业实践所致的公众关键居民组成员所受的年平均剂量约束值不应超过 0.5mSv/a。本项目处于试验阶段, 规模较小, 根据以往地浸采铀试验实践, 确定本项目的公众剂量约束值为 0.01mSv/a。</p>				

5 环境质量状况

5.1 监测目的

为了解和掌握评价区域环境质量现状，保留本项目试验前的环境背景资料，以便试验开展后，为环境影响评价提供比对依据，从而开展了此次环境质量现状调查与评价。

5.2 监测方案

5.2.1 布点原则

根据《铀矿冶辐射环境监测规定》（GB23726-2009）和《辐射环境监测技术规范》（HJ/T61-2001），结合地浸试验特点开展辐射环境本底调查布点、现场取样和监测。非放射性环境现状调查根据本项目所排放的非放射性污染物特征，参照各评价要素导则（HJ2.2-2018、HJ2.4-2021、HJ610-2016 和 HJ19-2022 等）中的相关规定进行布点。

5.2.2 监测内容

本项目监测由核工业东北分析测试中心开展，共开展两次，监测时间分别为 2023 年 11 月和 2024 年 3 月。核工业东北分析测试中心是具有计量认证合格证的环境监测机构，CMA 证书编号为[240021349822]，有效期至 2030 年 4 月 7 日。因此，所出具的监测报告是有效的。本项目监测方案见表 5.2-1，监测布点图见图 5.2-1。

表 5.2-1 监测方案表

环境介质	监测项目	监测位置	点位数量 (个)	监测频次及要求
空气	氡及其子体	①拟建场址布置 1 个监测点位； ②哈思家、满都拉家布置 2 个监测点； ③对照点：郝毕斯哈拉图家。	4	连续监测 3 天，哈思家和满都拉家每日 24h，其余点位每日 1 次。
	硫酸雾、TSP、SO ₂ 、NO _x	①哈思家布置 1 个监测点。	1	连续监测 3 天，每天 1 次。记录监测时气象状况。
	氡析出率	①拟建场址布置 1 个监测点位。	1	连续监测 3 天，每日 1 次。
	γ 辐射空气吸收剂量率	①拟建场址布置 1 个监测点位； ②哈思家、满都拉家布置 2 个监测点； ③对照点：郝毕斯哈拉图家。	3	监测 1 次
地下	U 天然、 ²²⁶ Ra、 ²¹⁰ Pb、 ²¹⁰ Po、总 α、总 β、	①伊尔丁曼哈组含水层：哈思家、满都拉家、李荣家、乌仁巴图家各布设 1 个	伊尔丁曼哈组含水层：5	监测 1 次

水	pH、K ⁺ 、Na ⁺ 、Ca ²⁺ 、Mg ²⁺ 、CO ₃ ²⁻ 、HCO ₃ ⁻ 、Cl ⁻ 、SO ₄ ²⁻ 、氨氮、NO ₃ ⁻ 、NO ₂ ⁻ 、As、Hg、Cr ⁶⁺ 、Zn、Cu、Pb、Cd、Fe、Mn、Mo、总溶解性固体、总硬度、F ⁻ 、COD _{Mn} 。	监测点： ②伊尔丁曼哈组含水层对照点：郝毕斯哈拉图家； ③含矿含水层：水文孔 WB1 和 WB2。	含矿层：2	
土壤	U _{天然} 、 ²²⁶ Ra、pH、As、Cd、Hg、Pb、Cr、Zn、Ni、Cu	①拟建场址布置 1 个监测点位； ②哈思家布置 1 个监测点； ③对照点：郝毕斯哈拉图家。	3	每个监测点位取 1 个混合样。
生物	U _{天然} 、 ²²⁶ Ra、 ²¹⁰ Pb、 ²¹⁰ Po	①拟建场址布置 1 个监测点位； ②哈思家布置 1 个监测点； ③对照点：郝毕斯哈拉图家。	3	植物（牧草）
噪声	等效声级 L _{Aeq}	①拟建场址布置 1 个监测点位； ②哈思家布置 1 个监测点位。	2	连续监测 2 天，每日昼夜各 1 次。

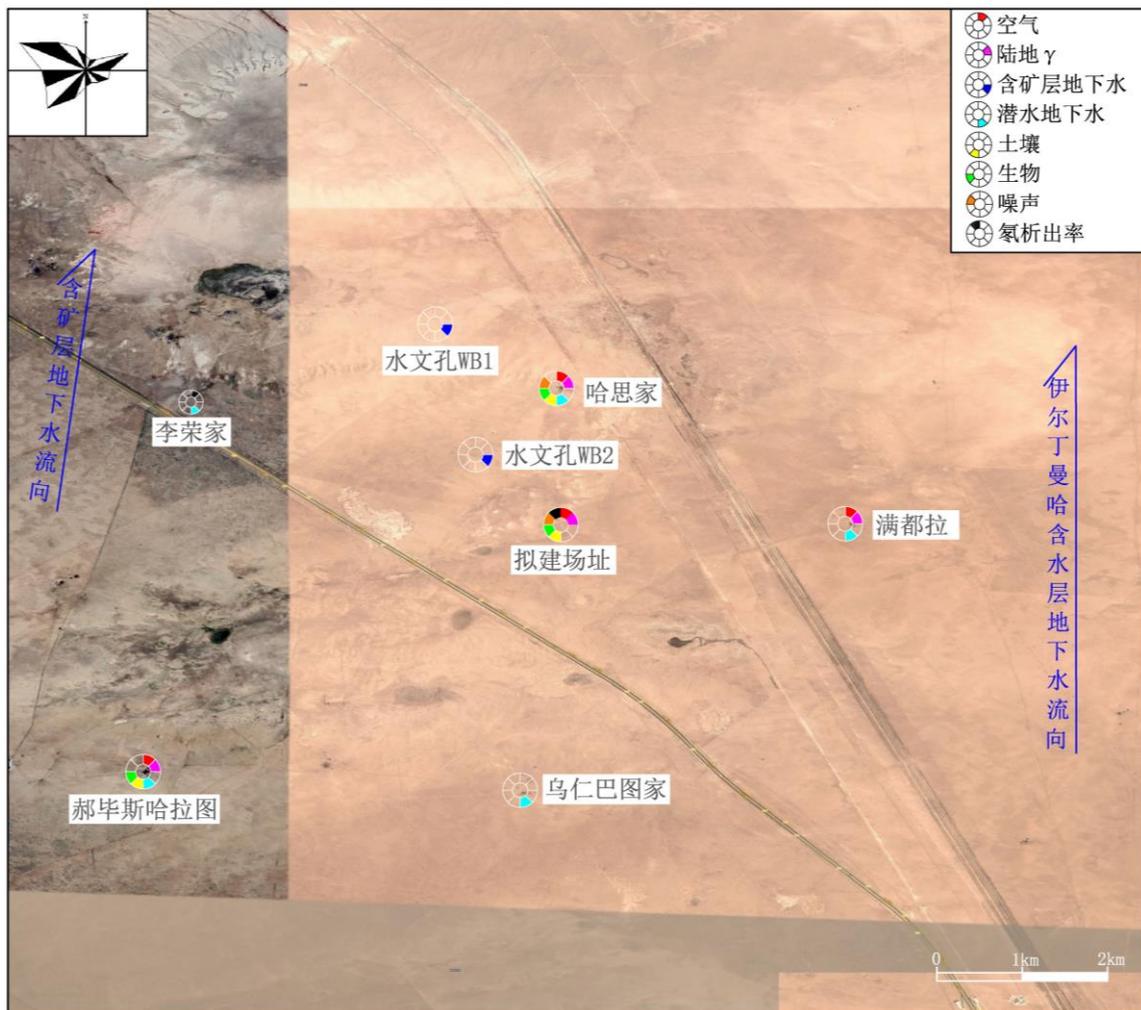


图 5.2-1 监测布点图

5.2.3 监测方法和测量仪器

为保证测量数据的准确性，测量方法采用国家和核工业领域颁布或推荐的标准测量方法。本项目监测内容和测量分析及监测仪器见表 5.2-2。

表 5.2-2 监测方法、仪器及检出限

监测项目	监测方法依据	监测仪器	仪器型号	检出限	
空气	²²² Rn	HJ 1212-2021	电子氡气检测仪	RAD7	3.7Bq/m ³
	²²² Rn 子体	EJ 378-1989	α 测量仪	PC-1	10.2nJ/m ³
	TSP	HJ1263-2022	电子天平	BS124S	7ug/m ³
	HCl	HJ 549-2016	离子色谱仪	CIC-D160	0.005mg/m ³
	SO ₂	HJ 482-2009	分光光度计	722G	0.004mg/m ³
	NO _x	HJ 479-2009			0.003mg/m ³
氡析出率	EJ/T 979-1995	氡析出率仪	RAD7	0.001Bq/(m ² •S)	
γ 辐射剂量率	HJ 1157-2021	x-γ 剂量率仪	6150AD5/H	10nGy/h	
地下水	U 天然	HJ 700-2014	电感耦合等离子体质谱仪	NexION 350D	0.04μg/L
	²²⁶ Ra	GB/T 11214-1989	镭氡分析仪	PC2100	2mBq/L
	²¹⁰ Po	HJ 813-2016	α 能谱仪	BH1324D	1mBq/L
	²¹⁰ Pb	HJ1323-2023	二路低本底 α、β 测量仪	BH1216III	2mBq/L
	总 α	HJ898-2017			0.005Bq/L
	总 β	HJ899-2017			0.01Bq/L
	K ⁺	HJ 776-2015	电感耦合等离子发射光谱仪	7300DV	0.07mg/L
	Na ⁺				0.03mg/L
	Ca ²⁺				0.02mg/L
	Mg ²⁺				0.02mg/L
	Fe				0.01mg/L
	CO ₃ ²⁻	《水和废水监测分析方法》（第四版）3.1.12（1）-2002	滴定管	25ml	5mg/L
	HCO ₃ ⁻				5mg/L
	F ⁻	HJ 84-2016	离子色谱仪	CIC-D160	0.006mg/L
	Cl ⁻				0.007mg/L
	SO ₄ ²⁻				0.018mg/L
	Hg	HJ 694-2014	原子荧光光度计	AFS230E	0.04μg/L
	Cr ⁶⁺	GB/T 7467-1987	可见分光光度计	722N	4ug/L
	As	HJ 700-2014	电感耦合等离子体质谱仪	NexION 350D	0.12μg/L
	Zn				0.67μg/L
Cu	0.08μg/L				
Pb	0.09μg/L				
Cd	0.05μg/L				
Mn	0.12μg/L				
Mo	0.06μg/L				
氨氮	HJ 536-2009				可见分光光度计

	硝酸盐	HJ 84-2016	离子色谱仪	CIC-D160	0.016mg/L
	亚硝酸盐				0.016mg/L
	溶解性总固体	HJ/T51-1999	电子天平	BS124S	10mg/L
	总硬度	GB 7477-1987	滴定管	25ml	5mg/L
	COD _{Mn}	GB/T 11892-1989			0.5mg/L
	pH	HJ1147-2020	酸度计	PXSJ-216F	/
土壤	U _{天然}	GB/T 14506.30-2010	电感耦合等离子体质谱仪	NexION 350D	0.003μg/g
	²²⁶ Ra	GB/T 13073-2010	镭氡分析仪	PC2100	5Bq/kg
	As	GB/T 22105-2008	原子荧光光度计	AFS230E	0.01μg/g
	Hg				2ng/g
	Cd	GB/T 14506.30-2010	电感耦合等离子体质谱仪	NexION 350D	0.02μg/g
	Pb				0.1μg/g
	Zn				2μg/g
	Ni				1μg/g
	Cu				0.2μg/g
	Cr	HJ 491-2009	原子吸收分光光度计	TAS-986 (F)	5μg/g
	pH	HJ 962-2018	酸度计	PXSJ-216F	/
生物	U _{天然}	HJ 840-2017	微量铀分析仪	MUA	0.1μg/kg
	²²⁶ Ra	GB 14883.6-2016	镭氡分析仪	PC2100	10mBq/kg
	²¹⁰ Pb	GB/T 16145-2022	高纯锗γ能谱仪	GEM-C7080-LB-C	10mBq/kg
	²¹⁰ Po	GB 14883.5-2016	二路低本底α、β测量仪	BH1216III	5mBq/kg
噪声	GB 3096-2008	多功能声级计	AWA6228+	23dB	

5.3 调查结果与分析

5.3.1 环境空气监测结果

1) 氡及氡子体浓度监测结果

本项目拟建场址及周边居民点的空气中氡及氡子体浓度监测结果见表 5.3-1。由表可知，氡浓度范围值为（8.34~9.01）Bq/m³，氡子体浓度范围值为（19.5~24.7）nJ/m³，与对照点水平相当，处于全国本底水平范围内。

表 5.3-1 空气中氡及氡子体浓度监测结果

监测点位	氡浓度范围值 (Bq/m ³)		氡子体浓度范围值 (nJ/m ³)	
	第一次	第二次	第一次	第二次
拟建场址	8.57~8.72	8.34~8.65	19.5~22.1	20.3~21.6
哈思家	8.64~8.91	8.52~8.87	20.3~22.2	20.5~22.1
满都拉家	8.85~9.01	8.74~8.96	21.8~24.1	21.7~24.7
郝毕斯哈拉图家 (对照点)	8.91~9.02	8.59~8.86	21.8~24.1	21.4~23.8
《中国环境天然放射性水平》 (2015) 全国	3.3~40.8		15.4~114.0	

监测点哈思家和满都拉家两次监测氡浓度变化规律情况见图 5.3-1 和图 5.3-2，由图可知，哈思家和满都拉家氡浓度在 24h 内大致呈现两次先升高后降低的趋势。具体为凌晨至上午 6 点左右氡浓度呈现升高趋势，从 6 点至中午 12 点左右呈现降低趋势；12 点至下午 18 点基本平稳，从下午 18 点左右至夜间 24 点呈现升高趋势。

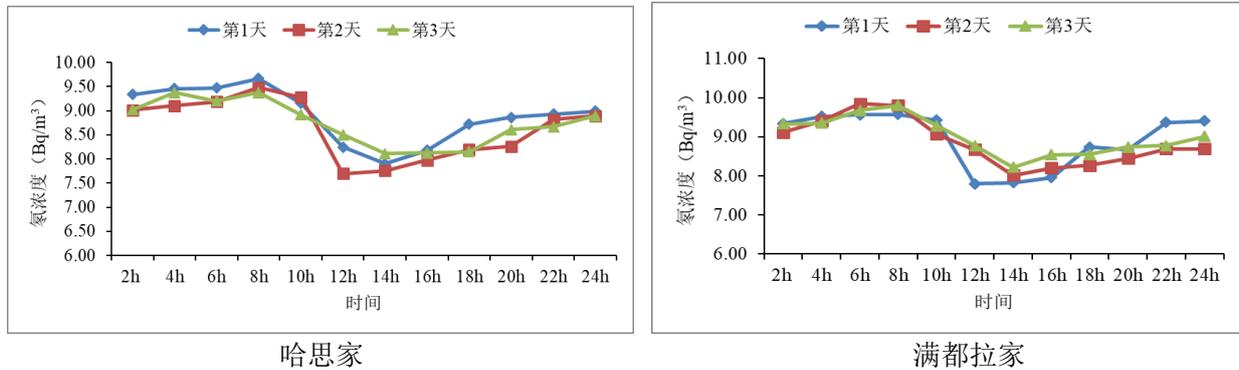


图 5.3-1 第一次监测

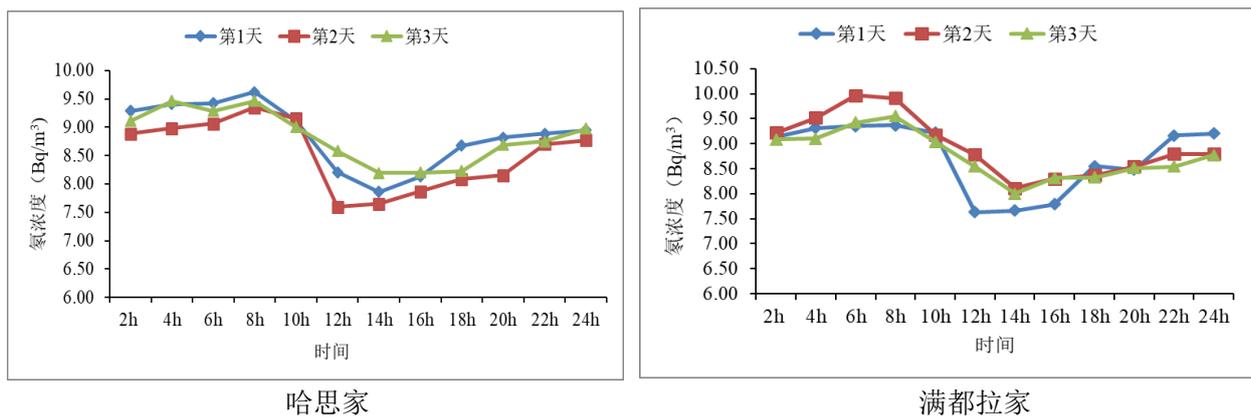


图 5.3-2 第二次监测

2) 非放射性监测结果

本项目拟建场址周边最近居民点空气中 TSP、SO₂、NO_x 和硫酸雾浓度监测结果见表 5.3-2。由表可知，TSP 浓度监测范围值为 (100~104) μg/m³，SO₂ 浓度监测范围值为 (7~9) μg/m³，NO_x 浓度监测范围值为 (7~10) μg/m³，均满足《环境空气质量标准》(GB 3095-

2012) 中二级标准限值要求; 硫酸雾监测浓度未检出。

表 5.3-2 非放射性环境空气监测结果

监测地点		哈思家	GB3095-2012 标准限值	HJ 2.2-2018 附录 D
TSP ($\mu\text{g}/\text{m}^3$)	第一次	101~104	300	/
	第二次	100~103		
SO ₂ ($\mu\text{g}/\text{m}^3$)	第一次	7~8	500	/
	第二次	8~9		
NO _x ($\mu\text{g}/\text{m}^3$)	第一次	7~8	250	/
	第二次	9~10		
硫酸雾 ($\mu\text{g}/\text{m}^3$)	第一次	<5	/	300
	第二次	<5		

5.3.2 氡析出率监测结果

本项目拟建场址地表氡析出率监测结果见表 5.3-3。由表可知, 地表氡析出率范围值为 (0.00965~0.00997) Bq/ ($\text{m}^2\cdot\text{s}$)。

表 5.3-3 氡析出率监测结果

监测点位	氡析出率 Bq/ ($\text{m}^2\cdot\text{s}$)	
	第一次	第二次
拟建场址	0.00965~0.00995	0.00968~0.00997

5.3.3 陆地 γ 辐射监测结果

本项目拟建场址及周边居民点 γ 辐射空气吸收剂量率监测结果如表 5.3-4 所示。由该表可知, 拟建场址及周边居民点 γ 辐射空气吸收剂量率为 (91~96) nGy/h, 与对照点水平相当, 处于锡林郭勒盟地区本底水平范围内。

表 5.3-4 γ 辐射空气吸收剂量率监测结果

监测点位	监测结果 (nGy/h)	
	第一次	第二次
拟建场址	91	92
哈思家	93	94
满都拉家	95	96
郝毕斯哈拉图家 (对照点)	97	97
《中国环境天然放射性水平》(2015 年) 锡盟	25.2~113.0	

注: 监测数据未扣除宇宙射线。

5.3.4 地下水环境监测结果

1) 放射性指标监测结果

(1) 伊尔丁曼哈组含水层

本项目附近居民点取水层位伊尔丁曼哈组含水层地下水放射性核素监测结果见表 5.3-5 由表可知，伊尔丁曼哈组含水层地下水中 $U_{\text{天然}}$ 浓度为 (10.2~25.9) $\mu\text{g/L}$ ， ^{226}Ra 浓度为 (15.72~60.62) mBq/L ，均处于锡林郭勒盟地下水本底水平范围内。 ^{210}Po 浓度为 (1.95~5.63) mBq/L ， ^{210}Pb 浓度为 (3.26~10.08) mBq/L 。总 α 浓度范围为 (0.376~0.823) Bq/L ，总 β 浓度范围为 (0.189~0.485) Bq/L 。

表 5.3-5 伊尔丁曼哈组含水层地下水放射性核素含量监测结果

监测项目	监测次数	哈思家	满都拉家	李荣家	乌仁巴图家	郝毕斯哈拉图家 (对照点)	本底
$U_{\text{天然}}$ ($\mu\text{g/L}$)	第一次	14.9	19.2	10.3	25.7	25.1	10.40~101.6
	第二次	14.5	18.3	10.2	24.9	25.9	
^{226}Ra (mBq/L)	第一次	38.8	15.7	60.6	20.2	33.7	0~178.0
	第二次	40.5	15.8	59.1	20.9	32.1	
^{210}Po (mBq/L)	第一次	3.25	2.14	5.47	2.21	2.23	/
	第二次	3.39	1.95	5.63	2.02	2.02	
^{210}Pb (mBq/L)	第一次	8.53	7.06	10.08	3.26	4.81	/
	第二次	7.89	7.47	10.03	3.30	5.23	
总 α (Bq/L)	第一次	0.497	0.603	0.379	0.805	0.800	/
	第二次	0.485	0.574	0.376	0.781	0.823	
总 β (Bq/L)	第一次	0.189	0.189	0.485	0.438	0.294	/
	第二次	0.194	0.197	0.477	0.424	0.282	

*注：本底来自《中国环境天然放射性水平》（2015）中锡林郭勒盟本底。

(2) 含矿含水层

本项目含矿含水层地下水监测结果见表 5.3-6。由表可知，含矿含水层地下水中 $U_{\text{天然}}$ 浓度范围为 (2.64~50.8) $\mu\text{g/L}$ ，与地质勘探阶段本底值基本处于同一水平。 ^{226}Ra 浓度范围为 (0.18~0.72) Bq/L ， ^{210}Po 浓度范围为 (21.55~54.87) mBq/L ， ^{210}Pb 浓度范围为 (13.46~34.52) mBq/L ；总 α 浓度范围为 (0.294~2.32) Bq/L ，总 β 浓度范围为 (0.357~1.51) Bq/L ，根据二连盆地哈达图地勘资料，该层位地下水本底中 $U_{\text{天然}}$ 浓度高，造成总 α 和总 β 浓度较高。

表 5.3-6 含矿含水层地下水放射性核素含量监测结果

监测项目	监测次数	WB1	WB2	勘探阶段本底
U _{天然} ($\mu\text{g/L}$)	第一次	50.3	2.71	34.8~79.2
	第二次	50.8	2.64	
²²⁶ Ra (Bq/L)	第一次	0.72	0.18	/
	第二次	0.72	0.19	
²¹⁰ Po (mBq/L)	第一次	52.60	23.76	/
	第二次	54.87	21.55	
²¹⁰ Pb (mBq/L)	第一次	34.06	14.88	/
	第二次	34.52	13.46	
总 α (Bq/L)	第一次	2.31	0.29	/
	第二次	2.32	0.29	
总 β (Bq/L)	第一次	0.37	1.48	/
	第二次	0.36	1.51	

2 非放射性指标监测结果

(1) 伊尔丁曼哈含水层

本项目附近居民点伊尔丁曼哈组含水层地下水非放射性核素监测结果见表 5.3-7 由表可知, 伊尔丁曼哈组含水层地下水中非放射性指标总体满足《地下水质量标准》(GB/T 14848-2017) 中 III 类标准, 个别因子背景值较高, 包括 Na^+ 、 Cl^- 、 SO_4^{2-} 、As、F 和总溶解性固体。

表 5.3-7 居民点地下水非放射性指标分析结果

监测项目	监测次数	哈思家	满都拉家	李荣家	乌仁巴图家	郝毕斯哈拉图家 (对照点)	标准值 III 类
pH	第一次	8.0	7.9	8.1	8.1	8.1	6.5~8.5
	第二次	7.9	8.0	8.2	8.1	8.0	
K ⁺ (mg/L)	第一次	6.85	3.50	9.64	3.55	4.27	/
	第二次	6.77	3.32	9.49	3.54	4.38	
Na ⁺ (mg/L)	第一次	273	255	312	355	395	200
	第二次	275	263	302	370	399	
Ca ²⁺ (mg/L)	第一次	65.8	53.8	77.2	44.6	56.4	/
	第二次	68.8	54.8	74.0	42.4	54.4	
Mg ²⁺ (mg/L)	第一次	65.7	58.0	67.9	54.1	51.3	/
	第二次	66.7	57.4	68.6	54.0	53.8	
CO ₃ ²⁻ (mg/L)	第一次	<5	<5	<5	<5	<5	/
	第二次	<5	<5	<5	<5	<5	
HCO ₃ ⁻	第一次	368	330	376	463	361	/

(mg/L)	第二次	386	327	359	478	369	
Cl ⁻ (mg/L)	第一次	311	270	379	286	442	250
	第二次	310	282	371	300	446	
SO ₄ ²⁻ (mg/L)	第一次	277	254	304	305	277	250
	第二次	278	259	309	300	275	
氨氮 (mg/L)	第一次	0.13	0.069	0.20	0.045	0.16	0.5
	第二次	0.12	0.064	0.28	0.043	0.23	
NO ₃ ⁻ (mg/L)	第一次	6.46	11.6	0.892	9.09	9.88	20
	第二次	6.72	11.6	0.930	8.64	10.18	
NO ₂ ⁻ (mg/L)	第一次	<0.016	<0.016	<0.016	<0.016	<0.016	1
	第二次	<0.016	<0.016	<0.016	<0.016	<0.016	
As (μg/L)	第一次	9.24	8.40	10.90	9.06	9.74	10
	第二次	9.07	8.39	10.41	8.95	9.80	
Hg (μg/L)	第一次	0.11	0.08	0.15	0.17	0.13	1
	第二次	0.11	0.08	0.16	0.17	0.13	
Cr ⁶⁺ (μg/L)	第一次	5.32	6.45	<4	<4	<4	50
	第二次	5.12	6.55	<4	<4	<4	
Zn (μg/L)	第一次	15.3	5.16	34.8	4.91	4.91	1000
	第二次	14.9	4.99	34.4	5.06	5.01	
Cu (μg/L)	第一次	2.59	2.27	2.73	2.01	2.09	1000
	第二次	2.48	2.27	2.61	2.03	2.13	
Pb (μg/L)	第一次	0.54	0.78	0.31	0.73	0.76	10
	第二次	0.53	0.74	0.29	0.76	0.77	
Cd (μg/L)	第一次	<0.05	<0.05	<0.05	<0.05	<0.05	5
	第二次	<0.05	<0.05	<0.05	<0.05	<0.05	
Fe (mg/L)	第一次	<0.01	<0.01	<0.01	<0.01	<0.01	0.3
	第二次	<0.01	<0.01	<0.01	<0.01	<0.01	
Mn (μg/L)	第一次	2.30	0.70	3.69	0.77	0.64	100
	第二次	2.30	0.69	3.66	0.75	0.64	
Mo (μg/L)	第一次	9.20	9.67	8.20	6.97	12.3	70
	第二次	9.54	10.02	7.80	6.93	12.14	
总溶解性固体 (mg/L)	第一次	1198	1082	1349	1298	1426	1000
	第二次	1213	1102	1322	1325	1436	
总硬度 (mg/L)	第一次	435	373	472	334	352	450
	第二次	447	373	467	328	357	
COD _{Mn} (mg/L)	第一次	<0.5	<0.5	<0.5	<0.5	<0.5	3
	第二次	<0.5	<0.5	<0.5	<0.5	<0.5	
F ⁻ (mg/L)	第一次	1.17	1.94	0.296	1.39	0.365	1
	第二次	1.16	2.00	0.288	1.44	0.374	

(2) 含矿含水层

本项目含矿含水层地下水非放射性核素监测结果见表 5.3-8。由表可知，含矿含水层地下水中非放射性指标总体满足《地下水质量标准》（GB/T 14848-2017）中Ⅲ类标准，个别因子背景值较高，包括 Na⁺、Cl⁻、SO₄²⁻、F 和总溶解性固体，其中，Na⁺、Cl⁻和 SO₄²⁻与勘探阶段本底基本处于同一水平，F 和总溶解性固体在勘探阶段未开展本底监测。

表 5.3-8 含矿含水层地下水非放射性核素含量监测结果

监测项目	WB1		WB2		勘探阶段	标准值 Ⅲ类
	第一次	第二次	第一次	第二次		
pH	8.2	8.2	8.3	8.4	/	6.5~8.5
K ⁺ (mg/L)	6.10	6.18	51.6	53.74	/	/
Na ⁺ (mg/L)	375	371	346	351	374.70~448.31	200
Ca ²⁺ (mg/L)	64.9	67.8	5.31	5.07	24.00~65.70	/
Mg ²⁺ (mg/L)	52.7	53.9	13.7	13.27	16.30~33.50	/
CO ₃ ²⁻ (mg/L)	<5	<5	<5	<5	0~40.30	/
HCO ₃ ⁻ (mg/L)	369	372	181	182	398.30~427.10	/
Cl ⁻ (mg/L)	410	404	336	339	397.00~432.50	250
SO ₄ ²⁻ (mg/L)	304	313	253	262	161.40~242.10	250
氨氮 (mg/L)	0.064	0.079	0.26	0.37	/	0.5
NO ₃ ⁻ (mg/L)	1.22	1.28	2.23	2.23	/	20
NO ₂ ⁻ (mg/L)	<0.016	<0.016	<0.016	<0.016	/	1
As (μg/L)	11.1	11.6	5.94	5.68	/	10
Hg (μg/L)	0.05	0.05	0.11	0.11	/	1
Cr ⁶⁺ (μg/L)	<4	<4	11.16	11.24	/	50
Zn (μg/L)	6.49	6.80	4.92	5.12	/	1000
Cu (μg/L)	2.57	2.47	4.11	4.17	/	1000
Pb (μg/L)	0.71	0.73	0.63	0.60	/	10
Cd (μg/L)	<0.05	<0.05	<0.05	<0.05	/	5
Fe (mg/L)	<0.01	<0.01	0.02	0.02	/	0.3
Mn (μg/L)	0.91	0.93	2.30	2.37	/	100
Mo (μg/L)	12.0	11.94	15.1	14.72	/	70
总溶解性固体 (mg/L)	1408	1411	1108	1125	/	1000
总硬度 (mg/L)	379	391	69.86	67.28	/	450
COD _{Mn} (mg/L)	<0.5	<0.5	<0.5	<0.5	/	3
F ⁻ (mg/L)	1.11	1.12	0.38	0.393	/	1

5.3.5 土壤环境质量

本项目拟建场址及其周边居民点土壤中 $U_{\text{天然}}$ 和 ^{226}Ra 监测结果见表 5.3-9 非放射性因子监测结果见表 5.3-10 由表可知，土壤中 $U_{\text{天然}}$ 范围值为 (1.07~1.24) mg/kg, ^{226}Ra 范围值为 (20.48~22.57) Bq/kg, 处于锡林郭勒盟地区土壤本底水平范围内；拟建场址及其周边居民点土壤中非放监测指标监测结果均满足《土壤环境质量 农用地土壤污染风险管控标准（试行）》（GB 15618-2018）中的污染风险筛选值标准。

表 5.3-9 土壤放射性核素含量分析结果

序号	监测点位	$U_{\text{天然}}$ (mg/kg)		^{226}Ra (Bq/kg)	
		第一次	第二次	第一次	第二次
1	拟建场址	1.07	1.10	20.78	20.42
2	哈思家	1.24	1.22	20.48	21.25
3	郝毕斯哈拉图家（对照点）	1.18	1.22	22.57	22.32
《中国环境天然放射性水平》（2015年）锡盟		0.37~3.22		8.33~42.87	

表 5.3-10 土壤非放射性监测结果

监测项目	监测次数	拟建场址	哈思家	郝毕斯哈拉图家（对照点）	GB15618-2018 污染风险筛选值
pH	第一次	7.73	8.53	8.07	>7.5
	第二次	7.75	8.51	8.06	
As (mg/kg)	第一次	7.14	8.19	6.25	25
	第二次	7.21	8.14	6.28	
Cd (mg/kg)	第一次	0.10	0.14	0.086	0.6
	第二次	0.11	0.15	0.091	
Hg ($\mu\text{g}/\text{kg}$)	第一次	15.9	16.5	6.26	3400
	第二次	14.8	16.9	6.82	
Pb (mg/kg)	第一次	15.32	16.55	15.39	170
	第二次	15.53	15.81	14.66	
Cr (mg/kg)	第一次	36.62	53.34	34.62	250
	第二次	35.28	50.49	33.16	
Zn (mg/kg)	第一次	29.00	39.97	29.72	300
	第二次	28.57	40.33	32.64	
Ni (mg/kg)	第一次	13.33	22.32	13.32	190
	第二次	12.59	24.31	13.17	
Cu (mg/kg)	第一次	15.80	20.93	15.26	100
	第二次	14.37	22.65	14.45	

5.3.6 生物

本次生物监测样品为牧草，监测结果见表 5.3-11。由表可知，本项目拟建场址周边和哈思家牧草中 $U_{\text{天然}}$ 范围值为 (1.68~2.07) $\mu\text{g/kg}$ ， ^{226}Ra 范围值为 (0.078~0.097) Bq/kg ， ^{210}Po 范围值为 (0.15~0.18) Bq/kg ， ^{210}Pb 范围值为 (0.11~0.13) Bq/kg ，均与对照点郝毕斯哈拉图家处于同一水平。

表 5.3-11 陆地生物放射性核素含量监测结果（鲜重）

监测点位	$U_{\text{天然}}$ ($\mu\text{g/kg}$)		^{226}Ra (Bq/kg)		^{210}Po (Bq/kg)		^{210}Pb (Bq/kg)	
	第一次	第二次	第一次	第二次	第一次	第二次	第一次	第二次
拟建场址	2.07	1.90	0.079	0.078	0.16	0.15	0.13	0.12
哈思家	1.68	1.82	0.093	0.097	0.17	0.18	0.12	0.11
郝毕斯哈拉图家（对照点）	1.88	2.03	0.11	0.11	0.15	0.16	0.13	0.14

5.3.7 声环境质量

本项目拟建场址边界和哈思家声环境监测结果见表 5.3-12。由表可知，本项目及周边最近居民点，昼间声级范围值为 (43~46) dB (A) ，夜间声级范围值为 (38~42) dB (A) ，均满足《声环境质量标准》（GB 3096-2008）中 2 类标准要求。

表 5.3-12 声环境监测结果

监测点位	噪声范围值 dB (A)			
	昼间		夜间	
	第一次	第二次	第一次	第二次
拟建场址	45~46	45~46	41~42	40~41
哈思家	44~45	43~44	39~40	38~39
《声环境质量标准》（GB 3096-2008）标准限值	60		50	

5.4 主要环境保护目标

根据项目性质和周围环境特征，确定本项目各要素保护对象，大气环境保护对象主要为本项目 5km 范围内居民点；水环境保护对象为项目周围伊尔丁曼哈组含水层、含矿含水层及其上下含水层地下水；声环境保护对象为水冶厂 200m 范围内声环境；生态环境保护对象为本项目占地区域，见表 5.4-1。

表 5.4-1 环境保护目标一览表

要素	保护目标	方位	距离 (km)	性质	人口 (人)	保护目标
大气环境	哈思家	N	1.54	居民点	1	《环境空气质量标准》(GB3095-2012) 二级。
	车仁通尔吉家	ENE	4.67		4	
	满都拉家	E	3.38		5	
	乌仁巴图家	S	3.24		7	
	伊德日呼家	SW	3.97		5	
	毕力格家	WSW	4.25		5	
	苏伊拉齐齐格家	WNW	4.48		1	
	李荣家	WNW	4.60		5	
水环境	伊尔丁曼哈组含水层、含矿含水层及其上下含水层地下水				地下水环境总体执行《地下水质量标准》(GB/T14848-2017) III 类标准，个别因子背景值较高。	
声环境	水冶厂边界外 200m 范围				《声环境质量标准》(GB3096-2008) 2 类。	
生态环境	本项目占地区域				防止生态环境破坏、水土流失等。	
辐射环境	现场试验 20km 评价范围内				本项目确定的公众剂量约束值。	

6 建设项目工程分析

6.1 项目组成及内容

6.1.1 研究内容

本项目为二连浩特哈达图地浸采铀试验研究，研究目标为通过本项目试验研究，对地下浸出、浸出液处理工艺流程和工艺参数以及技术经济指标进行定量的验证、优化和完善，提高工艺运行的稳定性和可靠性，获取工业生产所需要的技术经济指标及运行控制参数，为矿床大规模工业生产提供先进、成熟可靠和经济合理的工艺参数。

本项目分为室内试验、条件试验和扩大试验三个阶段，具体研究内容见表 6.1-1。

表 6.1-1 本项目研究内容一览表

阶段	序号	专题名称	研究内容分析
室内试验	一	室内浸出试验研究	采用哈达图铀矿床岩芯开展室内试验，主要包括矿石工艺矿物学研究、搅拌浸出、柱浸试验，初步确定浸出剂浓度、浸出剂耗量、铀浸出状态与时间的关系、液固比等，为现场试验提供必要的工艺参数。
条件试验	二	井型、井距设计研究	分析哈达图铀矿床矿层特征和水文地质条件，确定试验采区的井型、井距、钻孔施工工艺和工程量，形成 3 个抽注单元的条件试验井场，钻孔拟采用二次成井工艺，钻孔施工采用“数字建井”成孔工艺。
	三	现场浸出验证试验研究	采用酸性浸出工艺，浸出剂为 H ₂ SO ₄ ，进行 3 个抽注单元的现场浸出条件试验，研究含矿层化学堵塞、浸出机理、钻孔抽注液量变化等。
扩大试验	四	采区井网规模设计研究	根据条件试验研究成果，开展扩大试验采区规模设计研究。扩大试验拟在条件试验单元的南北方向布置，形成 12 个抽注单元的扩大试验井场。
	五	浸出液处理工艺技术研究	开展浸出工艺技术研究。现场试验拟采用的浸出液处理工艺流程为浸出液→过滤→吸附→淋洗→合格液→沉淀→压滤→“111”产品。
	六	自动化控制与监测研究	在试验井场集控室和水冶厂内分别安装一套自动化监测与控制系统，自动化监测与控制系统主要设备包括自动化控制柜、变频器、电磁流量计、压力变送器、电动阀门、液位计等。在试验采区安装一套视频监控系统，用于对集控室及试验采区运行进行实时监控，实现试验采区无人值守。
	七	矿床开发技术经济评价	根据现场试验阶段钻孔施工成本、井场建设成本、水冶厂房建设成本、工程建设及运行成本，综合评价矿床开发技术经济性，获得评价指标，指导工业项目建设。

专题一为室内浸出试验研究，主要依托东华理工大学核资源与环境国家重点实验室开展，该实验室是我国核资源与环境领域目前唯一的一个国家重点实验室，于 2018 年 10 月 24 日批准立项建设。该实验室重点围绕“铀成矿理论与勘查方法”、“铀矿采冶方法与技

术”、“核废物处置与环境治理”3个方向开展基础研究、应用基础研究和技术创新，建有铀矿地质实验室、微生物溶浸实验室、同位素实验室等重要科研平台，拥有MC-ICP-MS、LA-ICP-MS、TIMS等一批先进的仪器设备，拥有全球最丰富的浸铀菌种库。核资源与环境国家重点实验室持有辐射安全许可证，具有放射性废物处置能力，本报告不再对其进行评价。此外，本项目专题七为矿床开发技术经济评价，不涉及现场内容。因此，本项目评价重点为条件试验及扩大试验的建设及运行。

6.1.2 建设内容

根据研究内容，本项目现场建设内容主要包括试验井场及水冶厂，见表6.1-2。

表 6.1-2 建设内容一览表

类别	项目	建设内容
试验井场	试验井	条件试验单元为3组，包括试验井11个，其中抽出井3个，注入井8个；扩大试验单元12组（包含条件试验3组），包括试验井32个，其中抽出井12个，注入井20个，抽注井间距为30m，采用“五点型”井型，单孔井深约320m，总工程量约10240m。平均单孔抽液量约5.0m ³ /h。
	监测井	井场共布置监测井7个，均为新建。分别为扩大试验井场上游50m、两侧70m、下游100m及300m的含矿含水层监测井，以及井场内部的上、下层含水层监测井，总工程量2240m。
	集控室	117m ² “U型”移动式集控室1个，集控室由3个箱体组成，单个长度为13m，宽9m，高3m。
	井场设施	配备立式不锈钢材质集、配液罐各1个，容积均为78.5m ³ （Φ5m、高4m）；配备卧式硫酸储罐2个（1用1备），容积均为28.26m ³ （Φ3m、长4m）。集配液罐和硫酸储罐均在水冶厂房西侧放置，外围配备围堰（10m×10m×1m），围堰内部做防渗处理。
水冶厂	浸出液处理厂房	浸出液处理厂房为轻钢结构，长30m，宽20m，高10m。厂房内串联布置吸附塔3个、淋洗塔3个、转型与解毒塔1个（Φ2000×6500mm），设置合格液储罐、沉淀储罐、酸化储罐、解毒储罐，容积均为6.28m ³ （Φ2m、高2m），并设板框压滤机和袋式过滤器等水冶设施。厂房内地面做防渗处理，并设置地沟、事故池（3m ³ ）等环保设施。
	蒸发池	蒸发池2个，均为长60m，宽14m，深1m。池底及边坡铺设膨润土防水毯及HDPE土工膜进行防渗，土工膜上部铺设0.5m厚黏土作为保护层，池壁利用混凝土砖进行护砌，蒸发池防渗层下设置渗漏检测装置，下游10m处布设地下水监测井1个。蒸发池迎风面设置挡沙墙，挡沙墙采用砖砌结构，墙高1.5m。
	辅助设施	设置值班室、分析室、库房、固体废物间等辅助设施，并配备配电箱和化工泵房。

6.2 工艺流程

6.2.1 井场施工工艺

本项目钻孔施工采用“数字建井”二次成井工艺，实施过程中，试验区钻孔统一设计钻孔深度，钻进至设计深度后进行裸孔测井，之后全孔安装井管固井。等钻孔全部成井以后，将所有的测井数据进行汇总后，利用专业的地质软件进行地质建模，判断包括地层岩性、隔水层位置、矿层位置等关键信息，判定各钻孔之间的连通性，并以此为基础对所有钻井的切割位置进行统一设计，分别确定各钻孔的过滤器长度及安装位置之后，采用孔内切割技术将过滤器安装位置段的井管与水泥环等封孔材料重新打开，下入带封隔器形式的内置过滤器。二次成井工艺流程详见图 6.2-1。

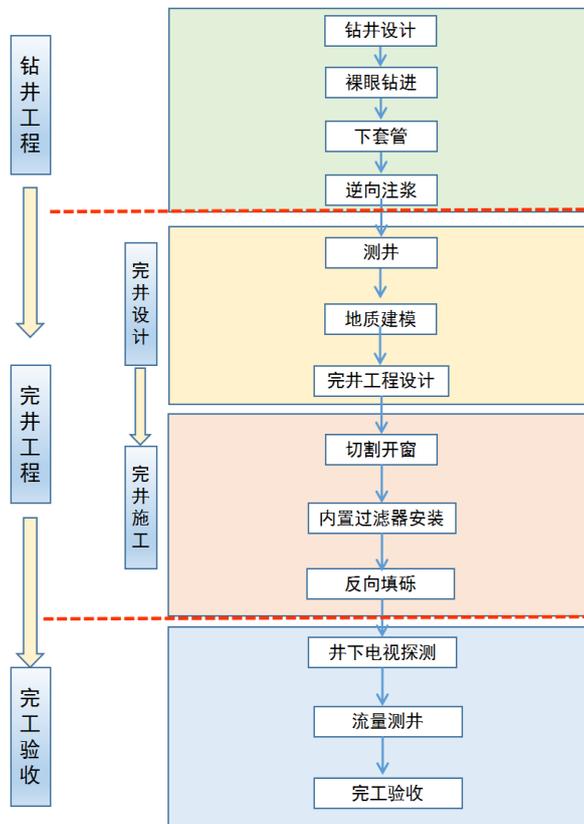


图 6.2-1 二次成井工艺流程图

本项目钻孔主要由护壁套管、内置过滤器、沉砂管等组成，其中护壁套管以及接箍均为 UPVC 材质，护壁套管规格均为 $\Phi 152 \times 12 \text{mm}$ ，接箍规格为 $\Phi 160 \times 15 \text{mm}$ 。抽、注液孔结构一致，具体结构见图 6.2-2。

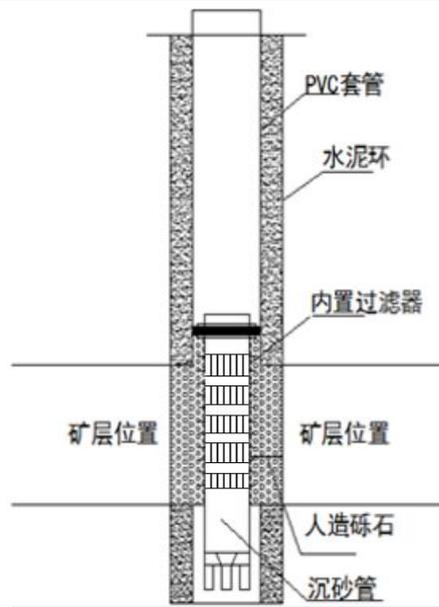


图 6.2-2 抽液钻孔结构示意图

6.2.2 井场浸出工艺

本项目采用原地浸出采铀工艺，浸出工艺为酸性浸出，浸出剂为 H_2SO_4 。井场工艺流程主要包括浸出剂配制、集控室注液分配、注入浸出剂、输送浸出液等部分，井场浸出工艺流程见图 6.2-3。

1) 浸出剂配制：吸附尾液经管线进入配液罐，通过加酸管线往配液罐补加酸，配制所需酸度的浸出剂；

2) 集控室注液分配：浸出剂通过管道泵增压后流入集控室，再通过集控室注液分配器经过流量计计量后按照抽注平衡的原则分配给井场每个注液孔；

3) 浸出剂加压注入：从集控室流出的浸出剂在注液增压泵的作用下，通过井场管线和注液孔注入地下含矿层；

4) 浸出液输送：各抽液孔的浸出液经潜水泵提升至孔口，经过抽液地表管线进入集控室，经流量计计量后汇入集控室集液主管，并最终进入集液罐，经管道泵泵送至浸出液处理厂房进行处理。

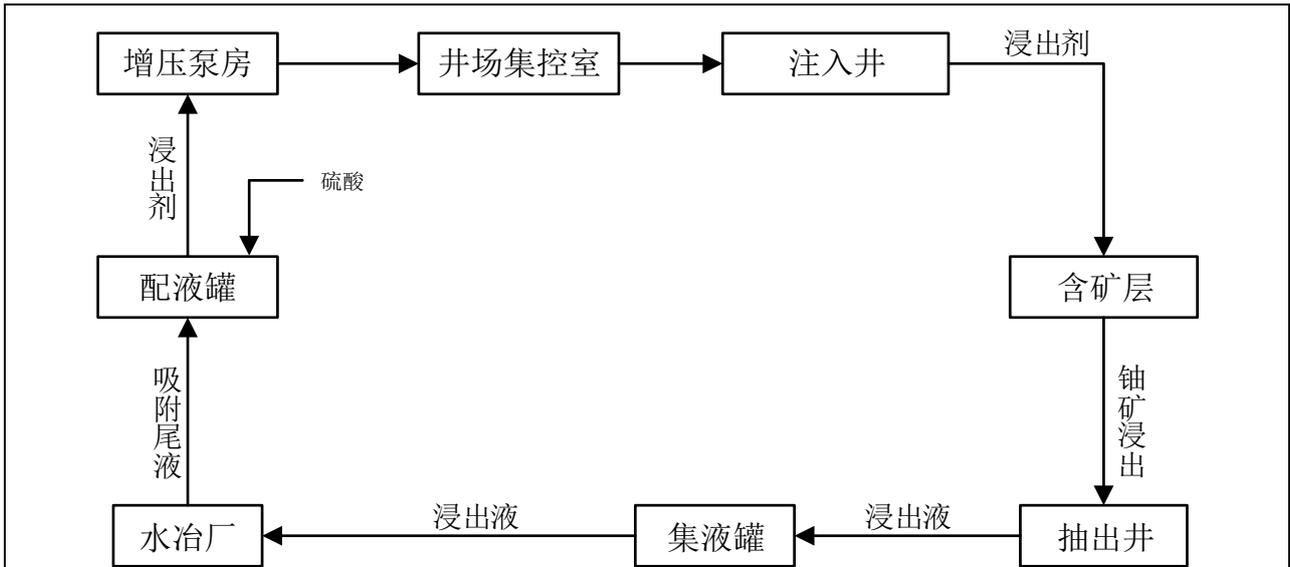


图 6.2-3 井场工艺流程图

6.2.3 浸出液处理工艺

本项目现场试验浸出液通过“过滤”→“吸附”→“淋洗”→“转型与解毒”→“沉淀”→“压滤”等工序得到“111”产品，淋洗后的贫树脂经转型与解毒后进入下一个吸附循环使用，产生的工艺废水排入蒸发池，自然蒸发。本项目水冶工艺流程示意图见图 6.2-4。具体浸出液处理工艺流程简述如下：

1) 浸出液过滤

来自试验井场的浸出液输送至集液罐，罐中浸出液流经管道泵后，进入袋式过滤器经机械过滤，除去浸出液中悬浮颗粒和杂质。

2) 吸附

吸附工艺采用密实固定床、三塔串联吸附。吸附时，浸出液由塔顶部进入，底部流出，吸附尾液输送至配液罐，吸附过程中定时取吸附尾液和首塔出口溶液分析铀浓度，当首塔出口铀浓度接近于进液铀浓度时，“切断”首塔。经吸附后大部分吸附尾液（约 99.7%）直接返回配制浸出剂，剩余小部分吸附尾液回用于树脂淋洗及贫树脂的反冲洗。

3) 淋洗

淋洗工艺采用密实固定床、三塔串联淋洗。淋洗剂主要成分为 NaCl，由塔顶部进入，底部流出。合格液流入合格液槽，合格液流入合格液槽，当首塔流出液铀浓度达到要求时，停止淋洗，通入压缩空气，将塔内贫液由底部排至贫液槽，贫液返回配制淋洗剂。

4) 转型与解毒

转型工艺采用密实固定床、单塔转型与解毒。转型剂为硫酸溶液，转型剂由塔顶部进

6.3 总平面布置

1) 试验井场

(1) 试验井

本项目在哈达图铀矿床II₃号主矿体 F31 线附近开展现场试验。结合矿体形态和试验规模，试验井场的钻孔布置采用“五点型”井型。条件试验布置抽注单元 3 组，包括试验井 11 个，其中抽出井 3 个，注入井 8 个；扩大试验布置抽注单元 12 组（含 3 组条件试验），包括试验井 32 个，其中抽出井 12 个，注入井 20 个。

(2) 监测井

根据《铀矿冶辐射防护和辐射环境保护规定》（GB23727-2020）要求，并结合本项目地下水环境影响评价预测结果，布置 7 个监测井。布设原则如下：井场上游 50m、两侧 70m、下游 100m 及 300m 布置含矿含水层监测井各 1 个，井场内部上、下层含水层布置监测井各 1 个。

(3) 集控室

主要包括移动式集控室及抽注液管线等设施。集控室位于试验井场内部，采用装配式、可移动箱体的结构形式，集控室由 3 个箱体组成，其中工艺箱体 2 个，供电及自控箱体 1 个。

2) 水冶厂

(1) 浸出液处理厂房

浸出液处理厂房位于试验井场东侧约 1.1km 处（本项目试验区位于哈达图铀矿床主矿体 F31 线中心处，统筹考虑后续工业开采，避免压覆矿体，浸出液处理厂房和蒸发池设置在矿体边界外），其内布置化验室、控制室、库房、固体废物间等辅助设施；集配液罐和硫酸储罐紧邻厂房外围放置，四周设有围堰。

(2) 蒸发池

蒸发池位于试验井场东侧偏南 1.15km、浸出液处理厂房南侧 200m 处，在其下游 10m 布设伊尔丁曼哈组含水层地下水监测井 1 个。

本项目总平面布置图见图 6.3-1。

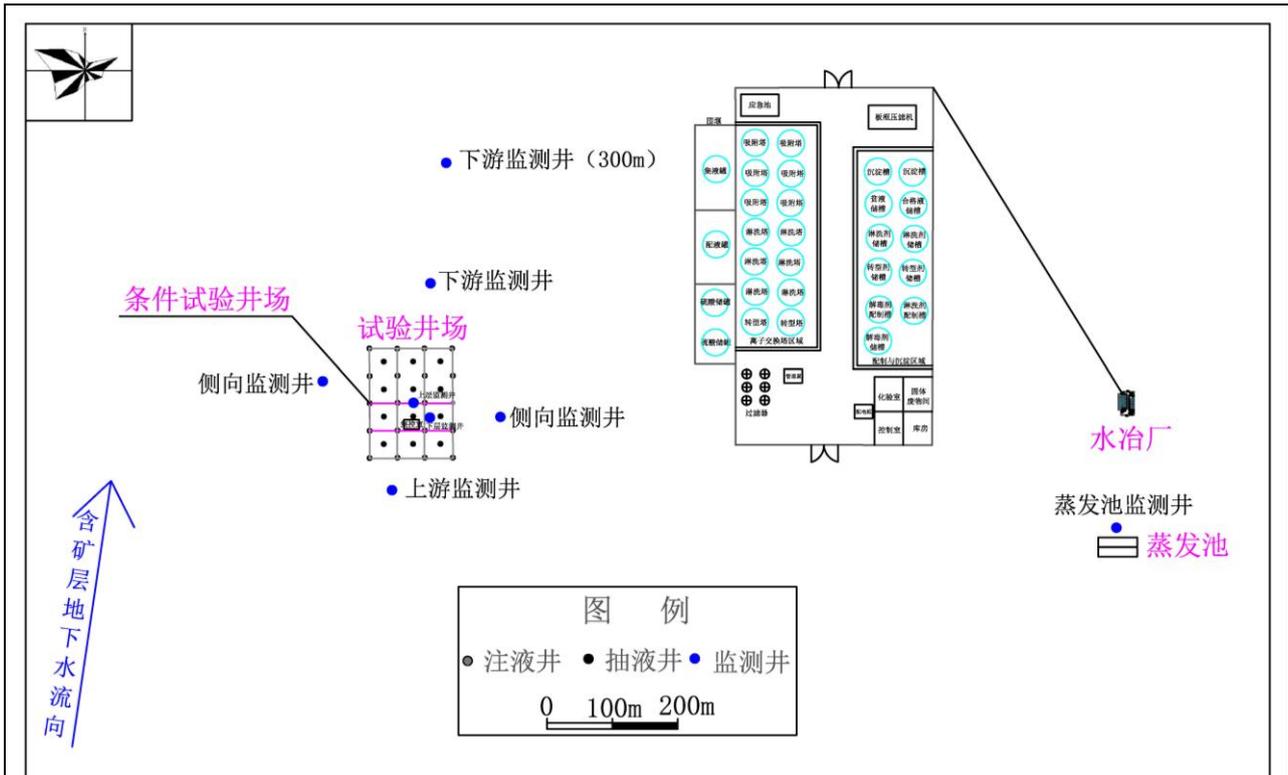


图 6.3-1 项目总平面布置示意图

6.4 主要设备材料

本项目主要设备材料见表 6.4-1。

表 6.4-1 主要设备材料一览表

序号	设备/材料名称	规格型号	单位	数量
一	井场	—		
1	抽出井	Φ152×12 mm	个	12
2	注入井	Φ152×12 mm	个	20
3	监测井	Φ152×12 mm	个	7
4	不锈钢潜水泵	H=120~150m, Q=8.0~10.0m ³ /h	台	14
5	注液泵	H=30 m, Q=140m ³ /h	套	1
6	抽液管道	Φ50×5 mm PE 管	m	2000
7	注液管道	Φ40×5 mm PE 管	m	3000
8	潜水提升管	Φ63×11.5 mm PE 管	m	2000
9	集液罐	DN5000mm×4000mm	个	1
10	配液罐	DN5000mm×4000mm	个	1
11	硫酸储罐	DN3000mm×4000mm	个	2
二	集控室	—		
1	电磁流量计	DN150	台	2

		DN50	台	61
2	调节阀	DN50	个	22
三	浸出液处理厂房	—		
1	吸附塔	DN2000×6500	个	6
2	淋洗塔	DN2000×6500	个	6
3	转型塔	DN2000×6500	个	2
4	板框压滤机	XMZ50/800×800-U	台	1
5	袋式过滤器	YSGL-100	台	6
6	沉淀槽	Φ2000×2000mm, 衬 PO	个	2
7	贫液储槽	Φ2000×2000mm, 衬 PO	个	1
8	合格液储槽	Φ2000×2000mm, 衬 PO	个	1
9	淋洗剂储槽	Φ2000×2000mm, 衬 PO	个	2
10	转型剂储槽	Φ2000×2000mm, 衬 PO	个	2
11	解毒剂配制槽	Φ2000×2000mm, 衬 PO	个	1
12	淋洗剂配制槽	Φ2000×2000mm, 衬 PO	个	1
13	解毒剂储槽	Φ2000×2000mm, 衬 PO	个	1
四	蒸发池	/		
1	蒸发池监测井	Φ152×12 mm	个	1
五	其他	—		
1	发电机	250KW	台	2
2	空压机	压力 0.8Mp, 排气量 1.5m ³ /min	台	1
3	叉车	合力 CPCD30	台	1

6.5 主要辅助设施

6.5.1 供电工程

本项目从附近现有用电线路引一路 10kV 架空线路到试验区, 设 220/380v 变压器 1 台, 变压器容量为 300kW, 可满足本试验用电需求。

6.5.2 供水工程

本项目拟新施工取水井 1 口, 取水层位为伊尔丁曼哈含水层。铺设清水管线泵送至用水点, 消防用水与生产生活水共用, 可满足本试验用水需求。

6.6 主要原辅材料来源及用量

本项目主要原辅材料是树脂、硫酸、NaCl 和 NaOH, 试验期 2 年总消耗量分别约 120t、5000t、75t 和 100t, 外购于二连浩特市等周边城市。

6.7 污染物产生及治理

6.7.1 施工期

6.7.1.1 废气

本项目施工期产生的大气污染物主要为扬尘和燃油废气。

1) 扬尘

本项目在施工期试验区建设、场地平整以及场地恢复时可能产生局部扬尘。施工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。类比内蒙古某地施工现场的扬尘实际监测结果见下表 6.7-1，可以看出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。

表 6.7-1 施工现场扬尘监测结果 单位：mg/m³

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

本项目采取的减少扬尘措施有：

(1) 合理安排施工计划，尽量减少开挖过程中土方裸露时间，施工现场土方开挖后应尽快回填，不能及时回填的裸露场地应及时覆盖；

(2) 施工现场采用洒水、围挡等措施降低扬尘的产生；

(3) 施工车辆及物资运输车辆对车厢进行密闭，并保持合理车速，减少施工车辆飘洒扬尘。

2) 燃油废气

本项目施工期以柴油发电机为动力，其运行时将产生燃油废气，主要污染物为 SO₂、NO_x 和颗粒物。每台柴油发电机功率为 110KW，单位时间耗油体积约 8L/h，柴油密度按 0.85kg/L 计，则发电机单位时间耗油量约 6.8kg/h。根据《环境影响评价工程师执业资格登记培训教材(社会区域)》，每升柴油的 SO₂、NO_x 和颗粒物的排放系数分别为 4g/L、2.56g/L 和 0.714g/L，故柴油发电机 SO₂、NO_x 和颗粒物的排放速率分别为 32g/h、20.48g/h 和 5.712g/h。发电机单位耗油废气产生量约 20m³/kg，耗油量约 6.8kg/h，则单位时间排气量约 136m³/h，故 SO₂、NO_x 和颗粒物的排放浓度分别为 235mg/m³、151mg/m³ 和 42mg/m³。

在施工期采取以下措施减少燃油废气排放：

(1) 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；

(2) 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。

6.7.1.2 废水

本项目施工期产生的废水主要为施工废水和生活污水。

1) 施工废水

施工废水主要为设备清洗废水和水泥养护排水，主要污染物为泥沙，产生量很少，用于场地洒水抑尘及绿化用水。

2) 生活污水

施工期生活污水主要为施工人员产生的生活杂用水及盥洗废水，施工期同时施工人数最多为 32 人，用水定额为 20L/人天，排污系数为 0.80，则日用水量为 0.64m³/d，生活污水产生量为 0.512m³/d。生活污水主要污染物为 BOD、COD 和 SS，在施工人员配备的寝车中收集后外运处理。

6.7.1.3 噪声

本项目施工期噪声主要来源于钻机、泥浆泵和柴油发电机等在运行、作业过程中产生的各种噪声，主要设备、降噪措施及降噪后的声功率见表 6.7-2。

表 6.7-2 主要设备声功率表

序号	设备	控制措施	声功率 dB (A)
1	钻机	基础减振	<90
2	柴油发电机	自带消音装置、减振	<85
3	泥浆泵	基础减振	<65
4	搅拌机	自带消音装置、减振	<85

此外，本项目在施工机械的选择上选择低噪声设备，并加强各机械设备的检修维护。在采取以上措施后，各噪声源强均小于 80dB (A)。施工期噪声影响是暂时的，施工期结束后相应噪声影响将会消失，且在传播过程中空气和地面吸收效应可使噪声衰减，项目周围居民点稀少，不会对项目周围居民产生明显影响。

6.7.1.4 固体废物

本项目施工期固体废物主要为钻孔施工时产生的钻井泥浆、废机油以及施工人员的生活垃圾。

1) 钻井泥浆

施工期产生的钻井泥浆主要为钻进过程中产生的泥浆，平均单个钻孔产生钻井泥浆量约 6m^3 ，产生总量约 234m^3 ，类比巴彦乌拉地浸工程生产井施工过程中钻井泥浆监测数据，泥浆中 $U_{\text{天然}}$ 含量约为 19.3mg/kg 。

钻井施工过程中，钻井泥浆循环利用。在每个钻井机台设置沉淀池、循环池及废渣池，各池体均做 HDPE 膜防渗、防溢处理，并在施工区机台至池体之间设置泥浆循环槽，流道平整，保障泥浆不外溢。泥浆首先经循环槽进入沉淀池，在沉淀池内经旋流除砂机分选除砂，将上部含小颗粒岩屑的泥浆排入泥浆循环池回用于钻探，下部大颗粒岩屑经振动脱水后排入废渣池。施工结束后，剩余钻井泥浆与废渣池内的大颗粒岩屑一同运至泥浆坑集中处理，对泥浆坑及各类池体进行覆土掩埋，并恢复原始地貌。

2) 废机油

本项目在施工过程中使用的钻机、泥浆泵等机械设备在正常运转过程中几乎不产生废机油，仅在设备维修保养过程中可能会产生少量废机油。

根据《国家危险废物名录》（2021 年版），废机油属于危险废物中废矿物油（HW08），其废物代码为 900-249-08。本项目废机油产生量较少，约为 0.5kg/孔 ，总量约为 19.5kg 。根据危险废物的减量化和资源化原则，由施工单位设专用桶收集，尽可能利用于钻机设备传动、润滑等资源化再利用过程，若废机油仍有剩余时，由施工单位交由具备危险废物处置资质的单位处置。同时，建设单位应履行监督管理、定期检查施工单位各项危险废物防范措施落实情况等责任。

3) 生活垃圾

本项目施工期同时最大施工人数为 32 人，生活垃圾产生量按照每人 0.5kg/d 计算，则最大产生量约 16kg/d 。本项目施工场地寝车设置生活垃圾收集箱，对产生的各类生活垃圾按照相关要求进行分类收集存放，定期外运处理。

6.7.2 试验期

6.7.2.1 废气

1) 气载流出物

(1) 集液罐

集液罐用于收集和暂存浸出液，浸出液自抽出井抽出时，挟带和溶解了一定量的 ^{222}Rn 气体，经管道集中于集液罐时， ^{222}Rn 气体通过集液罐排气孔自由释放于大气。

类比巴彦乌拉铀矿床地浸采铀工程集液池排气孔 ^{222}Rn 浓度监测结果, 其 ^{222}Rn 浓度为 20.032kBq/m^3 。根据本项目浸出液抽出量, 排气孔流量为 $60\text{m}^3/\text{h}$, 本项目生产过程中集液罐 ^{222}Rn 量排放为 $1.05 \times 10^{10}\text{Bq/a}$ 。

(2) 厂房废气

本项目浸出液处理厂房在试验过程中会产生一定量的 ^{222}Rn 气体, 通过厂房整体通风排入大气稀释扩散。本项目浸出液处理厂房总排风量为 $18000\text{m}^3/\text{h}$, 类比巴彦乌拉铀矿床地浸采铀工程吸附淋洗厂房和萃取沉淀厂房内不同生产区域处开展的氡浓度监测结果, 厂房氡浓度范围为 $39.0\sim 57.4\text{Bq/m}^3$, 保守考虑取 57.4Bq/m^3 , 则浸出液处理厂房氡气释放量约为 $9.05 \times 10^9\text{Bq/a}$ 。

(3) 蒸发池废气

蒸发池废液蒸发时, 其中溶解的 ^{222}Rn 随之挥发, 析出一定量的 ^{222}Rn , 生产期间, 蒸发池中 ^{222}Rn 释放主要来自生产废水蒸发时水中吸附的 ^{222}Rn 的释放。

根据生态环境部核基地项目对蒸发池水面氡析出率的监测数据, 地浸矿山蒸发池水面氡析出率范围值为 $0.035\sim 0.060\text{Bq/m}^2\cdot\text{s}$, 保守考虑取 $0.060\text{Bq/m}^2\cdot\text{s}$, 本项目蒸发池蒸发面积为 1680m^2 , 则本项目蒸发池释放的 ^{222}Rn 量为 $3.41 \times 10^9\text{Bq/a}$ 。

2) 硫酸雾

本项目非放射性废气为硫酸储罐产生的硫酸雾, 硫酸库设置 2 个硫酸储罐(1 台备用), 型号为 $\text{DN}3000 \times 4000$ 的卧式储罐, 罐区硫酸的无组织排放主要为呼吸排放和物料装卸过程中的工作损失。

(1) 呼吸排放量

储罐呼吸排放是由于温度和大气压力变化引起蒸汽的膨胀和收缩而产生的废气, 是非人为干扰的自然排放方式, 其估算公式见公式 6.7-1。

$$LB = 0.191 \times M \left(\frac{P}{100910 - P} \right)^{0.68} \times D^{1.73} \times H^{0.51} \times \Delta T^{0.45} \times FP \times C \times KC \quad (6.7-1)$$

式中: LB —固定顶罐的呼吸排放量, kg/a ;

M —储罐内蒸气的分子量, 98g/mol ;

P —在大量液体状态下, 真实的蒸汽压力, 根据《环境统计手册》, 保守取 5.32Pa ;

D —罐的直径, 3m ;

H —平均蒸气空间高度, 0.46m ;

ΔT —一天之内的平均温度差，13℃；

FP —涂层因子，无量纲，根据油漆状况取值在 1~1.5 之间，取 1.25；

C —用于小直径罐的调节因子，无量纲；直径在 0~9m 之间的罐体， $C=1-0.0123(D-9)^2$ ，罐径大于 9m 的 $C=1$ 。经计算为 0.5572；

KC —产品因子，石油原油 KC 取 0.65，其它有机液体取 1.0。

经计算，1 个硫酸储罐呼吸排放量为 0.23kg/a，即 2.62×10^{-5} kg/h。

(2) 工作损失排放量

工作损失排放量为硫酸液体补充过程中，液面逐渐升高，一定量的酸雾从呼吸阀排出，其估算公式见公式 6.7-2。

$$LW = 4.188 \times 10^{-7} \times M \times P \times KN \times KC \times Q \div \rho \quad (6.7-2)$$

式中： LW —工作损失排放量，kg/a；

M —储罐内蒸气的分子量，98g/mol；

P —在大量液体状态下，真实的蒸汽压力，根据《环境统计手册》（四川科学技术出版社，1985 年），保守考虑取 5.32Pa；

KC —产品因子，石油原油 KC 取 0.65，其它有机液体取 1.0；

KN —周转因子，无量纲，取值按年周转次数 K 确定： $K \leq 36$ ， $KN=1$ ； $36 < K \leq 220$ ， $KN=11.467 \times K^{-0.7026}$ ； $K > 220$ ， $KN=0.26$ ；本项目 K 为 101， KN 取 0.45；

Q —物料投入量，4600t/a；

ρ —物料相对密度，1.80g/cm³；

经计算，硫酸储罐工作损失排放量为 0.25kg/a，即 2.85×10^{-5} kg/h。因此，两种方式硫酸无组织排放量合计为 5.47×10^{-5} kg/h。具体参数见表 6.7-3。

表 6.7-3 硫酸储罐呼吸排放估算参数

参数	M	P	D	H	ΔT	FP	C	KC	周转次数	KN	投入量	密度
单位	g/mol	Pa	m	m	℃	/	/	/	次	/	t/a	g/cm ³
取值	98	5.32	3	0.4	13	1.25	0.5572	1	101	0.45	4600	1.80

(3) 排气量

本项目向储罐补充硫酸时补充速率约 25.43m³/h。在硫酸液体补充过程中，硫酸储罐内的气体经呼吸阀排出，其排气量与液体补充速率一致，为 25.43m³/h。

6.7.2.2 废水

1) 放射性废水

试验期放射性废水包括工艺废水、流散浸出液、洗井废水和试验废水。

(1) 工艺废水

本项目工艺废水包括吸附尾液、转型与解毒尾液和沉淀母液。

为了保证试验井场周边的地下水环境不受污染，条件试验采用整体抽大于注比例不小于 0.5% 的方式，扩大试验采用整体抽大于注的比例为 0.3%，边界单元抽大于注的比例不小于 0.5% 的方式，使试验井场内含矿含水层的承压水头低于试验井场周边，形成降落漏斗，保证浸出剂不向试验井场外扩散。

本项目采用吸附尾液进行树脂的转型与解毒，在转型与解毒工序中会产生少量的转型与解毒尾液，产生量为 4.32m³/d；沉淀工序产生的沉淀母液部分用于配置淋洗剂，剩余部分排入蒸发池，排放量约为 1.3m³/d。因此，本项目工艺废水排放量为 5.62m³/d，年排放量为 1854.6 m³/a。

本项目建设蒸发池 2 座，总蒸发面积为 1680m²。年实际蒸发水量计算公式见式 6.7-3：

$$E = (e \times \alpha - r) \times s \times t \quad (6.7-3)$$

式中：

E ——年实际蒸发量，m³/a；

e ——年均蒸发量，当地年均蒸发量为 2684mm；

α ——折算系数，取 0.8；

r ——年均降水量，当地年均降水量为 142mm；

s ——蒸发池净蒸发面积，取 1680m²；

t ——时间，a。

经过计算可知，本项目蒸发池年蒸发量为 3368.7m³，大于排入蒸发池的工艺废水量，可以满足工艺废水的处理要求。

(2) 流散浸出液

在地浸项目正常运行过程中，由于井场抽液量大于注液量，井场的抽出井和注入井之间形成规则的水位降落漏斗，浸出剂及浸出液在含矿含水层中由注入井向抽出井流动，一般不会发生向井场外流散的现象。但由于地质条件的复杂性和地下水动力的影响，不可避

免地会出现部分浸出剂流散至井场外。

为了避免流散浸出液在含矿含水层中的逸散，在试验期采取了如下的技术措施：

①严格控制抽注液的区域平衡，设置整体抽大于注的比例为 0.3%，边界单元抽大于注的比例不小于 0.5%，以保障区域地下水由注入井向抽出井流动。

②在井场外围和上、下层含水层中设置监测井，具体如下：

根据《铀矿冶辐射防护和辐射环境保护规定》（GB 23727-2020）要求，并考虑到本项目试验规模较小，试验周期较短，结合试验井场周围浸出液扩散特征及地下水模拟预测结果，确定在试验井场上游 50m、两侧 70m、下游 100m 各布设 1 个含矿含水层监测井，另在下游 300m 处布设 1 个含矿含水层监测井。此外，在试验井场内上、下层含水层各布设 1 个监测井。

（3）洗井废水

本项目运行过程中，需要定期对钻孔进行洗井工作，会产生一定的洗井废水，产生量约为 200m³/a。洗井废水采用移动式洗孔水储罐处理，移动式洗孔水储罐是专门用于收集、处理洗井废水的环保设备，由气液分离装置、过滤装置、集液装置、排污装置、提升装置等系统组成，洗井废水经过滤和澄清后重新注入井下，最终随抽液管道进入集液罐。

（4）实验废水

本项目设有分析室进行日常化学分析工作，化学分析实验过程会产生少量废水，产生量约 1L/d（0.33m³/a），排入蒸发池处理。

2）非放射性废水

项目在水冶厂设置值班室，并配备旱厕，不设生活设施，试验人员的生活起居位于二连浩特，每日乘班车往返。试验期间试验人员上厕所、洗手等环节会产生少量的生活污水，主要污染物为 BOD、COD 和 SS，排入旱厕处理。

6.7.2.3 噪声

本项目噪声源主要为风机、水泵及空压机等，单机噪声源强均小于 80dB（A）。

对于噪声的防治，各种设备均选用低噪声环保设备，对风机、水泵及空压机等均采取了有效的隔声、减振措施。噪声源强经处理后在厂界可以达到《工业企业厂界环境噪声排放标准》（GB12348-2008）中 2 类标准，即昼间≤60dB（A），夜间≤50dB（A）。

6.7.2.4 固体废物

1）放射性固体废物

本项目试验期产生的放射性固体废物主要是蒸发池残渣、浸出液过滤残渣、洗井残渣、废旧设备及零配件等。

(1) 蒸发池残渣

蒸发池残渣是蒸发池蒸发放射性废水后遗留在池底的固体废物，其主要为防渗膜上铺设的 30cm 厚回填土，其中放射性核素来源主要为废水中核素残留。根据蒸发池蒸发的水量及蒸发池结构，估算生产结束后由于废水蒸发遗留的 $U_{\text{天然}}$ 的总活度，计算方法如下：

$$Q = W \times C_w \times 25.2 \times 1000 \quad (6.7-4)$$

式中：

Q ：试验期间放射性废水蒸发遗留的 $U_{\text{天然}}$ 总活度，Bq；

W ：试验期间放射性废水蒸发量， m^3 ，本项目试验期间废水量为 $3709.2m^3$ ；

C_w ：蒸发废水中 $U_{\text{天然}}$ 的浓度，mg/L，取 $0.5mg/L$ ；

25.2 ： $1mgU_{\text{天然}}$ 对应的活度，Bq/ $1mgU_{\text{天然}}$ ；

计算可知，本项目蒸发池放射性废水蒸发遗留底泥的 $U_{\text{天然}}$ 的总活度为 $4.6 \times 10^7 Bq$ ，蒸发池底面积为 $1680m^2$ ，则回填土量为 $504m^3$ ，残渣比重按 $1.5t/m^3$ 计，计算得到残渣质量约为 $756t$ ，计算可得到试验期末时，蒸发池残渣中 $U_{\text{天然}}$ 比活度为 $60.85Bq/kg$ ，换算为质量浓度约为 $2.41mg(U_{\text{天然}})/kg$ （土壤），处于项目所在区域本底水平范围内（ $0.37 \sim 3.22mg/kg$ ）。

(2) 浸出液过滤残渣

浸出液处理过程中过滤工序会产生少量残渣，产生量约 $0.01m^3/a$ ，残渣中 $U_{\text{天然}}$ 含量与含矿段品位相当，浸出液过滤残渣装桶后统一暂存至固体废物间，定期运送至巴彦乌拉固体废物库。

(3) 洗井残渣

洗井时会产生少量洗井残渣，产生量约 $0.01m^3/a$ ，残渣中 $U_{\text{天然}}$ 含量与含矿段品位相当，洗井残渣装桶后统一暂存至固体废物间。

(4) 废旧设备及零配件

试验过程中，设备检修会产生少量的废旧管道、阀门、水泵、过滤器等废旧设备及零配件。由于试验期较短，规模较小，废旧设备及零配件产生量较少，收集后堆存至固体废物间。

2) 非放射性固体废物

试验期非放射性固体废物主要为实验室废物和生活垃圾。

(1) 实验室废物

本项目设有分析室，在日常分析检测过程中会产生少量的手套、口罩等一次性实验用品，产生量较少，作为一般固体废物处置。

(2) 生活垃圾

本项目现场试验人员最多为 10 人，生活垃圾产生量约 15kg/d，在试验区设置生活垃圾收集箱，定期外运处理。

7 项目主要污染物产生及预计排放情况

	排放源 (编号)	污染物名称	处理前产生浓度及产生量	排放浓度及排放量	
废气	施工期	柴油发电机	SO ₂	排放量: 0.032kg/h 排放浓度: 235mg/m ³	排放量: 0.032kg/h 排放浓度: 235mg/m ³
			NO _x	排放量: 0.020kg/h 排放浓度: 151mg/m ³	排放量: 0.020kg/h 排放浓度: 151mg/m ³
			颗粒物	排放量: 0.0057kg/h 排放浓度: 42mg/m ³	排放量: 0.0057kg/h 排放浓度: 42mg/m ³
		施工场地	颗粒物	最大落地浓度: <1.0mg/m ³	场地洒水抑尘
	试验期	集液罐	²²² Rn	1.05×10 ¹⁰ Bq/a	罐口稀释扩散
		浸出液处理厂房	²²² Rn	9.05×10 ⁹ Bq/a	厂房换气通风
		蒸发池	²²² Rn	3.41×10 ⁹ Bq/a	自然稀释扩散
		硫酸储罐	硫酸雾	最大落地浓度: 0.31μg/m ³	罐口稀释扩散
废水	施工期	施工废水	悬浮物、泥沙	少量	场地洒水抑尘
		生活污水	COD、NH ₃ -N	0.512m ³ /d	收集外运处理
	试验期	工艺废水	U _{天然} 、 ²²⁶ Ra 等	1854.6m ³ /a	排入蒸发池
		流散浸出液	U _{天然} 、 ²²⁶ Ra 等	—	抽注比例控制、监测井监控
		洗井废水	U _{天然} 、 ²²⁶ Ra 等	200m ³ /a	过滤澄清后重新注入井下
		实验废水	U _{天然} 、 ²²⁶ Ra 等	0.33m ³ /a	排入蒸发池
		生活污水	COD、NH ₄ -N	少量	排入旱厕处理
固体废物	施工期	钻井泥浆	—	234m ³	循环利用、最终置于泥浆坑、覆土掩埋
		废机油	—	19.5kg	交由具备危险废物处置资质的单位处置
		施工人员	生活垃圾	16kg/d	收集外运处理
	试验期	蒸发池残渣	U _{天然} 、 ²²⁶ Ra 等	504m ³	蒸发池堆存, 退役时处理
		浸出液过滤残渣		0.01m ³ /a	装桶后暂存至固体废物间
		洗井残渣		0.01m ³ /a	
		废旧设备及零配件		少量	固体废物间分区暂存
		实验室废物	手套、口罩等	少量	作为一般固体废物处置
		试验人员	生活垃圾	15kg/d	收集外运处理
	噪声	施工期	钻机、发电机等	设备运行时产生的噪声值<80dB (A)	
试验期		风机、增压泵等			

主要生态影响(不够时可附另页)

本项目施工期较短, 施工临时占地面积小, 施工完毕后对临时占地进行植被恢复工作, 水土流失会逐渐减少, 不会造成土地荒漠化加剧。项目施工采取了有效的生态环境保护及生态恢复措施后, 不会对当地生态环境造成明显影响。

8 环境影响分析

8.1 施工期环境影响分析

8.1.1 大气环境影响分析

1) 施工扬尘影响分析

本项目施工期在进行井场建设、场地平整和蒸发池开挖过程中会产生一定量的施工扬尘，在施工过程中通过合理安排施工计划，施工场地采用洒水、围挡等抑尘措施，运输过程中采取密闭措施、保持合理车速等措施，降低施工扬尘对周围环境空气质量产生影响。此外，由于施工区地形开阔，空气流通、扩散条件好，且施工场地周边居民点较少，因此施工期扬尘对环境的影响较小。

2) 燃油废气影响分析

根据工程分析，本项目单台柴油发电机 SO_2 、 NO_x 和颗粒物的排放速率分别为 0.032kg/h 、 0.020kg/h 和 0.0057kg/h ，排放浓度分别为 235mg/m^3 、 151mg/m^3 和 42mg/m^3 ，满足《大气污染物综合排放标准》（GB16297-1996）新污染源最高允许排放浓度限值 550mg/m^3 、 240mg/m^3 和 120mg/m^3 的要求。

8.1.2 水环境影响分析

1) 地下水环境影响分析

本项目在钻孔施工过程中采用膨润土为护壁剂，不含有害矿物组分，对地下水环境无害。膨润土遇水后具有吸附性、膨胀性和造浆性，钻探过程中可以快速在孔壁表面形成致密坚硬、隔水性能强、薄而润的保护膜，实现钻孔护壁堵漏。在试验孔钻孔结束后，将过滤器和沉沙管安装至设计矿层段，采用逆向水泥注浆进行固井封孔，注浆完毕后采用物探温度测井和物探电流测井技术，来确定止水层稳定状况及水泥浆固孔质量，可有效切断地下各含水层之间在孔内产生水力联系，预防可能产生的水质污染。因此，施工期基本不会对上含水层地下水水质产生影响。

2) 地表水环境影响分析

施工废水主要为设备清洗废水，主要污染物为泥沙，产生量很少，用于场地洒水抑尘及绿化用水；生活污水主要为生活杂用水及盥洗废水，产生量为 $0.512\text{ m}^3/\text{d}$ ，在施工人员配备的寝车中收集后外运处理。

因此，本项目施工期废水不外排，不会对项目周边的水环境产生不良影响。

8.1.3 噪声环境影响分析

本项目施工期间机械噪声主要分布在试验井场，井场 200m 范围内无居民点等敏感目标，距离项目最近的居民点为 1.54km 的哈思家。此外，本项目在施工机械的选择上选择低噪设备，并加强各机械设备的检修维护。在采取以上措施后，各噪声源强均小于 80dB（A）。施工期噪声影响是暂时的，施工期结束后相应噪声影响将会消失，且在传播过程中空气和地面吸收效应可使噪声衰减，项目周围居民点稀少，不会对项目周围居民产生明显影响。

8.1.4 固体废物环境影响分析

施工期固体废物主要为钻孔施工时产生的钻井泥浆、废机油以及施工人员产生的生活垃圾。

1) 钻井泥浆

施工期产生的钻井泥浆主要为钻进过程中产生的泥浆，泥浆产生总量约 234m³，其 U_{天然} 含量约 19.3mg/kg。钻井泥浆采取统一收集、集中处理的方式。钻孔机台设置泥浆循环槽、沉淀池、泥浆循环池，并在井场内固定区域设置泥浆坑，各池体及坑体均做 HDPE 膜防渗、防溢处理。泥浆从钻孔涌出通过泥浆循环槽进入沉淀池中的除砂机，将含岩屑量少的泥浆分选出来排入泥浆循环池回用于钻探，含岩屑量较多的泥浆经振动脱水后岩屑排入泥浆坑，泥浆坑最终覆土掩埋，基本不会对环境产生影响。

2) 废机油

本项目在施工过程中可能会产生少量废机油，约 19.5kg。根据《国家危险废物名录》（2021 年版），废机油属于危险废物，其废物类别 HW08。根据危险废物的减量化、资源化和无害化原则，施工单位应积极采取以下防治措施：

（1）为避免油污散落地表，机械维修过程中在底部铺设高强度塑料布承接油污，并在操作完成后由废机油专用桶收集；

（2）收集的旧机油尽量回收利用于钻机设备传动、润滑等。若废机油仍有剩余时，交由具备危险废物处置资质的单位处置；

（3）在施工场地内设置废机油暂存区，暂存区底部设置防渗措施，四周设置围堰和危险废物标识牌，禁止无关人员接近，日常安全巡视检查，保障废机油专用桶及底部防渗膜完好无破损；

（4）严格按照《危险废物转移管理办法》（2022 年 1 月 1 日）、《危险废物收集贮存运输技术规范》（HJ 2025-2012）及《危险废物管理计划和管理台账制定技术导则》（HJ 1259-

2022)中相关要求,落实危险废物分类、收集、暂存、转移和处置管理措施,制定并采取有效防范、应急措施,避免环境污染。建立危险废物管理台账,并根据危险废物产生、贮存、利用、处置等环节的动态流向,如实更新各环节的危险废物管理台账。

同时,建设单位应履行监督管理、定期检查施工单位各项危险废物防范措施落实情况等责任。

3) 生活垃圾

施工期会产生少量生活垃圾,产生量为16kg/d。本项目施工场地寝车设置生活垃圾收集箱,对产生的各类生活垃圾按照相关要求进行分类收集存放,定期外运处理,不会对周围环境产生明显影响。

8.1.5 生态环境影响分析

1) 生态环境影响因素

本项目施工期生态影响主要来自以下几方面:①项目施工对土地的占用,以及由此带来的与被占用土地相关的生态系统的破坏;②项目施工会不同程度地破坏地表植被,使得地表现有植物资源受到一定的负面影响,同时影响区域自然体系的生产力;③项目施工噪声和振动会对周边野生动物产生一定负面影响;④项目施工过程中涉及土地平整及土方开挖,可能会带来一定的水土流失。

2) 生态环境影响分析与评价

(1) 生态环境影响评价等级及评价范围

本项目占地不涉及生态保护红线以及生态敏感区,根据《环境影响评价技术导则 生态影响》(HJ 19-2022),本项目相关内容不属于其6.1.2条中“a)~f)”内容,确定生态评价为三级,评价范围为本项目占地区域。

(2) 生态环境现状调查与评价

项目区位于干旱区,自然植被为荒漠和半荒漠草原,主要植被类型为针茅群落、小针茅群落和沙蒿群落,根据资料调查及对项目周边现场踏勘,项目评价范围内主要为一些常见种,未发现有重点保护野生植物分布。

(3) 生态环境影响分析

① 占地影响分析

本项目占地面积总计为24000m²,其中试验井场钻孔施工临时占地21600m²,水冶厂房占地面积为600m²,蒸发池占地面积为1800m²,占地类型为草地和荒地。本项目占地面积较

小，根据地浸采铀的特点，项目实施占地多为施工期临时占地，且施工期占地时间较短，在施工各个时段严格管理临时用地，施工结束后，根据草原保护相关要求，及时对占地区域进行植被恢复，及时做好生态恢复和环境保护工作，不会影响占地区域土地原有利用性质，项目施工对生态系统的影响是有限的、局部的。

②对植物资源的影响分析

本项目土地占用会不同程度地破坏地表植被，使得地表现有植物资源受到一定的负面影响，同时影响区域自然体系的生产力。本项目占地区域的植被均为当地一般常见种，生长范围广泛，适应性强，不存在因局部植被破坏而导致植物种群灭绝或消失。由于施工影响植被范围、影响面积相对于整个区域的面积很小，施工结束后，将对施工扰动的地表进行植被恢复，选用植被为当地土生自然植被，随时间推移，植被的逐步恢复，不会改变区域植被状况。因此，本项目基本不会对区域内的净生产力和生物量产生影响。

③对动物资源的影响分析

本项目在施工期对动物资源的影响主要为施工噪声和振动对动物活动及栖息地的影响。本项目周边野生动物数量较少，无珍稀动植物资源。野生动物为鸟类、啮齿类等一般常见物种，适应能力和抗干扰能力较强，项目影响区域外有大面积适宜的生境，野生动物会迁徙栖息地，且施工结束后，随着干扰源的消失，不利影响也将逐渐消失。因此项目的建设不会对野生动物的数量和种群多样性造成较大影响。

本项目周边动物主要为村民养殖的羊和牛等，施工期与周边居民沟通，尽量使养殖动物远离施工场地，项目施工对于地面动物活动的影响是有限的。

④水土流失及土地荒漠化影响分析

本项目施工将扰动地表，破坏原有水土保持设施，由此引起的人为加速土壤流失将改变周边环境，使水土资源流失，可能加剧土地荒漠化，对生态环境造成不良影响。本项目施工期较短，施工期造成的水土流失是暂时的，施工过程中会采取有效的水土流失及土地荒漠化防治措施，施工完毕后对临时占地进行植被恢复工作，水土流失会逐渐减少，不会造成土地荒漠化加剧。

3) 生态环境保护措施

(1) 基本草原环境保护措施

①控制施工带宽度：设置管沟施工作业带宽度为 10m，采用机械施工与人工施工相结合的方式，减少对施工作业带范围内植被的破坏，同时也有利于施工期结束后植被的恢复。

②施工人员、施工车辆以及各种设备应按规定的路线行驶、操作。

③项目施工作业和表土临时堆存全部在管沟两侧的施工作业带内进行，堆土区域采取洒水保湿、加布覆盖等防护措施。

④合理安排施工进度，避免在大风天和雨季施工；提高工程施工效率，缩短施工时间，同时采取边铺设管线边分层覆土的措施，减少裸地的暴露时间。

⑤在管沟开挖施工过程中实行分段作业，执行分层开挖、分层回填，将表层比较肥沃的土壤分层剥离，在管线施工结束后回填土必须按次序分层覆土，最后将表层比较肥沃的土铺在最上层，有效保护表层土，利于后期植被的恢复。

⑥管沟开挖出的土壤全部回填压实，回填土应高出自然地面 300mm，用来弥补土层沉降的需要。

⑦施工结束后，对管线沿线进行平整、恢复地貌，并进行植被恢复。管线沿线地表并树立管线标志牌，便于后期检修。

⑧基本草原环境保护方案应与本建设项目同时实施。

(2) 对动植物的保护措施

在施工期加强管理，严格控制人员和机械的活动区域，尽量避免施工人员进入施工范围以外活动，减少对施工场地外土壤与植被的破坏，减少对施工场地外动物活动的影响。本项目使用中的大型机械，安装必要的减震降噪设施，减小噪声的源强。

(3) 水土流失及土地荒漠化防治措施

本项目试验钻井施工过程中，严格控制临时占地面积，在一处钻井施工完成后，立即恢复临时占地处的植被。试验钻孔施工过程中，剥离的表土集中堆放，并设置苫盖措施，避免风蚀或水蚀造成的土壤流失。钻探施工结束后，在顶部铺设剥离的表层土，并翻松土层，进行植被恢复；在井场管网施工过程中，采取分层开挖、分层堆放、分层回填的方式。在开挖前先剥离表层比较肥沃的表土，依次将开挖土层向上堆存，并加布遮盖防止水土流失；在施工完毕后，及时按次序分层覆土回填，压实土壤，进行植被恢复。

本项目施工过程中还应合理安排施工进度，避免在大风天和大雨天施工。提高工程施工效率，缩短施工时间，减少土地荒漠化发生的可能。施工结束后植被恢复类型应选择当地优势植物，如柠条锦鸡儿等灌木类，定期检查恢复效果，保证恢复后与现有环境相协调。

4) 生态影响评价结论

综上所述，本项目施工期较短，施工临时占地面积小，在施工完毕后对临时占地进行植

被恢复工作，水土流失会逐渐减少，不会造成土地荒漠化加剧。项目施工采取了有效的生态环境保护及生态恢复措施后，不会对当地气候、水文、地形地貌、土壤、植被等造成明显破坏。本项目所在地及周边野生动物数量较少，无珍稀野生动植物分布，施工过程中不会对野生动物造成明显影响。因此，本项目的建设不会对生态环境造成明显影响。

8.2 试验期环境影响分析

8.2.1 大气环境影响分析

8.2.1.1 大气辐射环境影响分析

1) 排放源项

本项目生产过程中对公众产生附加照射剂量的途径主要为气态流出物的释放，关键核素为 ^{222}Rn ， ^{222}Rn 释放源项主要为集液罐、浸出液处理厂房和蒸发池，各气态流出物源强见表 8.2-1。本项目气态源项排放参数见表 8.2-2。

表 8.2-1 本项目放射性废气的排放情况一览表

序号	设施	氡释放量 (Bq/a)
1	集液罐	1.05×10^{10}
2	浸出液处理厂房	9.05×10^9
3	蒸发池	3.41×10^9

表 8.2-2 本项目气态源项排放参数

序号	排放点名称	坐标		出口内径 (m)	排放高度 (m)	等效半径 (m)	源项类型
		X, m	Y, m				
1	集液罐	0	0	0.5	3.5	—	点源
2	浸出液处理厂房	12.5	-11.3	0.6	4	—	点源
3	蒸发池	0	-200	—	—	23.13	面源

2) 环境影响途径

根据项目特点，本次预测仅包括气载流出物所致辐射环境影响，气态照射途径为吸入内照射，核素为 ^{222}Rn 。

3) 辐射评价基本参数设置

① 评价方法

本次辐射环境影响评价的基本评价指标是以集液罐为中心的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。评价方法是以模式计算为主，选择放射性核素在环境中迁移和剂量估算模式以及相应计算参数，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。

②评价中心

本次评价选取集液罐为评价中心。

③评价子区及年龄组设置

本次评价以集液罐为中心，以 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。

④评价年份

根据地浸生产特点，正常生产期间各源项基本不变。本评价年份选取扩大试验正常生产期第一年，即 2026 年。

⑤评价计算模式及参数

本项目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。

4) 估算结果与分析

(1) 居民点辐射环境影响

①²²²Rn 浓度及公众个人剂量

本项目试验期气态源项释放的 ²²²Rn 所致 5km 范围内各居民点 ²²²Rn 浓度分布情况如表 8.2-3 所示。

由该表可知，气态源项对各居民点的最大辐射影响出现在哈思家，其 ²²²Rn 浓度贡献值为 $1.60 \times 10^{-4} \text{Bq/m}^3$ ，公众最大个人剂量为 $3.42 \times 10^{-6} \text{mSv/a}$ 。

表 8.2-3 试验期气态源项所致 5km 范围内各居民点 ²²²Rn 浓度

方位	距离 (km)	居民点	²²² Rn 浓度, Bq/m ³	公众个人剂量, mSv/a
N	1.54	哈思家	1.60E-04	3.42E-06
ENE	4.67	车仁通尔吉家	3.00E-05	6.41E-07
E	3.38	满都拉家	4.02E-05	8.55E-07
S	3.24	乌仁巴图家	3.98E-05	8.53E-07
SW	3.97	伊德日呼家	3.95E-05	8.51E-07
WSW	4.25	毕力格家	5.00E-05	1.07E-06
WNW	4.48	苏伊拉齐齐格家	4.00E-05	8.54E-07
WNW	4.60	李荣家	3.97E-05	8.49E-07

②个人剂量

本项目试验期各污染源项释放的 ²²²Rn 对哈思家个人有效剂量的贡献见表 8.2-4。由该表可知，集液罐对哈思家的最大个人有效剂量贡献率最大，为 51.81%。

表 8.2-4 各气态源项对哈思家的贡献值

排放点	氡浓度, Bq/m ³	个人剂量, mSv/a	份额 (%)
集液罐	1.50E-04	3.21E-06	51.81
浸出液处理厂房	1.19E-04	2.56E-06	41.3
蒸发池	2.0E-05	4.27E-07	6.89
合计	2.90E-04	6.20E-06	100

(2) 评价区域辐射环境影响

①²²²Rn 浓度

本项目试验期气态源项释放的 ²²²Rn 所致各子区 ²²²Rn 浓度分布情况见表 8.2-5。

由该表可知，气态源项对周边各子区 ²²²Rn 贡献值最大值出现在 SSE 方位、0~1km 子区，²²²Rn 贡献值为 $1.48 \times 10^{-3} \text{Bq/m}^3$ ，该子区为无人子区；在有人子区内，²²²Rn 贡献值最大值出现在 N 方位、1~2km 子区，²²²Rn 贡献值为 $1.60 \times 10^{-4} \text{Bq/m}^3$ 。

表 8.2-5 试验期气态源项所致各子区 ^{222}Rn 浓度 (Bq/m^3)

方位	距离 (km)					
	0~1	1~2	2~3	3~5	5~10	10~20
N	8.58E-04	1.60E-04	7.20E-05	3.20E-05	1.20E-05	2.00E-06
NNE	8.73E-04	1.86E-04	7.40E-05	3.40E-05	1.20E-05	2.00E-06
NE	9.33E-04	2.04E-04	8.20E-05	4.00E-05	1.20E-05	2.00E-06
ENE	9.50E-04	2.04E-04	8.00E-05	3.00E-05	1.20E-05	2.00E-06
E	9.68E-04	1.94E-04	7.20E-05	4.02E-05	1.20E-05	2.00E-06
ESE	1.09E-03	2.24E-04	8.60E-05	4.20E-05	1.60E-05	4.00E-06
SE	1.29E-03	2.50E-04	9.40E-05	4.40E-05	1.60E-05	4.00E-06
SSE	1.48E-03	2.76E-04	1.06E-04	5.20E-05	1.80E-05	4.00E-06
S	1.22E-03	2.04E-04	7.60E-05	3.98E-05	1.20E-05	2.00E-06
SSW	1.06E-03	1.82E-04	7.00E-05	2.80E-05	1.20E-05	2.00E-06
SW	1.35E-03	2.52E-04	9.20E-05	3.95E-05	1.40E-05	4.00E-06
WSW	1.41E-03	3.12E-04	1.24E-04	5.00E-05	2.40E-05	1.20E-05
W	1.22E-03	2.36E-04	8.20E-05	3.80E-05	1.40E-05	4.00E-06
WNW	1.09E-03	2.36E-04	9.40E-05	4.00E-05	1.60E-05	4.00E-06
NW	1.01E-03	2.04E-04	8.00E-05	4.20E-05	1.40E-05	2.00E-06
NNW	9.13E-04	1.92E-04	7.40E-05	3.40E-05	1.20E-05	2.00E-06

注：表中阴影子区为无人子区。

②个人剂量

本项目试验期气态源项所致评价区域内各子区的个人剂量见表 8.2-6，评价范围内公众个人剂量等值线分布见图 8.2-1。

由该表可知，评价范围内各子区内最大个人有效剂量为 $3.16 \times 10^{-5} \text{mSv/a}$ ，出现在 SSE 方位，0~1km 子区内，该子区为无人子区。在有人子区内，最大个人有效剂量为 $3.42 \times 10^{-6} \text{mSv/a}$ ，出现在 N 方位，1~2km 的子区内。

表 8.2-6 试验期评价范围各子区公众个人剂量 (mSv/a)

方位	距离 (km)					
	0~1	1~2	2~3	3~5	5~10	10~20
N	1.83E-05	3.42E-06	1.54E-06	6.84E-07	2.56E-07	4.27E-08
NNE	1.86E-05	3.98E-06	1.58E-06	7.27E-07	2.56E-07	4.27E-08
NE	1.99E-05	4.36E-06	1.75E-06	8.55E-07	2.56E-07	4.27E-08
ENE	2.03E-05	4.36E-06	1.71E-06	6.41E-07	2.56E-07	4.27E-08
E	2.07E-05	4.15E-06	1.54E-06	8.55E-07	2.56E-07	4.27E-08
ESE	2.32E-05	4.79E-06	1.84E-06	8.98E-07	3.42E-07	8.55E-08
SE	2.76E-05	5.34E-06	2.01E-06	9.40E-07	3.42E-07	8.55E-08
SSE	3.16E-05	5.90E-06	2.27E-06	1.11E-06	3.85E-07	8.55E-08
S	2.60E-05	4.36E-06	1.62E-06	8.53E-07	2.56E-07	4.27E-08
SSW	2.25E-05	3.89E-06	1.50E-06	5.98E-07	2.56E-07	4.27E-08
SW	2.87E-05	5.39E-06	1.97E-06	8.51E-07	2.99E-07	8.55E-08
WSW	3.01E-05	6.67E-06	2.65E-06	1.07E-06	5.13E-07	2.56E-07
W	2.60E-05	5.04E-06	1.75E-06	8.12E-07	2.99E-07	8.55E-08
WNW	2.32E-05	5.04E-06	2.01E-06	8.54E-07	3.42E-07	8.55E-08
NW	2.15E-05	4.36E-06	1.71E-06	8.98E-07	2.99E-07	4.27E-08
NNW	1.95E-05	4.10E-06	1.58E-06	7.27E-07	2.56E-07	4.27E-08

注：表中阴影子区为无人子区。

③居民集体有效剂量

本项目试验期间气态源项对评价区域内居民产生的集体剂量见表 8.2-7。由表可知，气态源项对评价区域居民产生的集体剂量为 2.06×10^{-7} 人·Sv/a。

表 8.2-7 试验期气态源项所致 20km 范围内的集体有效剂量

距离 (km)	0~1	0~2	0~3	0~5	0~10	0~20
集体剂量 (人·Sv/a)	0	3.42E-09	3.42E-09	3.10E-08	1.64E-07	2.06E-07
份额 (%)	0	1.66	1.66	15.04	79.75	100

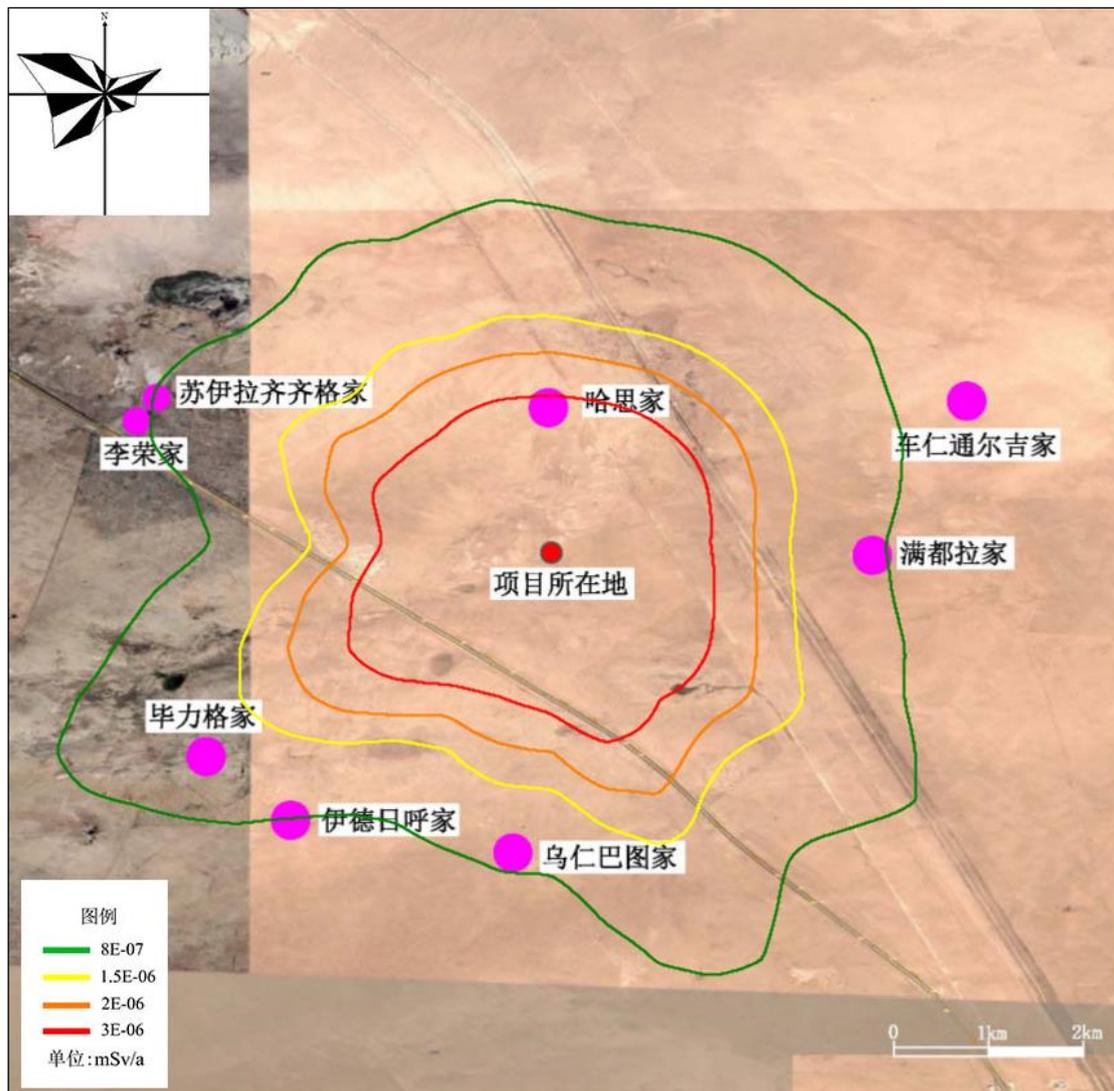


图 8.2-1 试验期气态流出物所致的区域个人剂量等值线图（单位：mSv/a）

5) 公众辐射环境影响评价

本项目试验期气态源项主要是集液罐、浸出液处理厂房和蒸发池释放的 ^{222}Rn ，照射途径为吸入内照射。

本项目试验期气态源项所致评价区域有人子区最大个人有效剂量为 $3.42 \times 10^{-6} \text{mSv/a}$ ，出现在 N 方位、1~2km 子区，关键居民点为哈思家。最大个人剂量占个人剂量约束值 0.01mSv/a 的 0.034%，小于本项目设定的剂量约束值。20km 范围内的集体剂量为 $1.95 \times 10^{-7} \text{人} \cdot \text{Sv/a}$ 。

8.2.1.2 非放射性大气环境影响分析

本项目试验期产生的非放射性大气污染物主要是硫酸储罐产生的硫酸雾。

采用《环境影响评价技术导则 大气环境》（HJ2.2-2018）推荐的估算模型 AERSCREEN 进行预测与评价，参数见表 8.2-8。

表 8.2-8 估算模型参数表

参数		取值
城市/农村选项	城市/农村	农村
	人口数（城市选项时）	—
最高环境温度		39.0℃
最低环境温度		-29.7℃
输入烟气温度		273.15K
土地利用类型		草地
区域湿度条件		干

硫酸储罐硫酸雾源项参数见表 8.2-9, 经 AREScreen 大气估算模式计算, 结果如表 8.2-10 和表 8.2-11 所示。由估算结果可知, 硫酸雾的最大落地浓度出现在 18m 处, 硫酸雾的最大落地浓度为 $0.31\mu\text{g}/\text{m}^3$, 贡献值较低, 满足《大气污染物综合排放标准》(GB16297-1996) 周界外浓度最高点限值要求, 即 $1200\mu\text{g}/\text{m}^3$ 。距离硫酸储罐最近居民点哈思家处贡献值较小, 为 $0.021\mu\text{g}/\text{m}^3$, 哈思家处硫酸雾未检出, 居民点硫酸雾浓度满足《环境影响评价技术导则 大气环境》(HJ 2.2-2018) 附录 D 中参考限值要求, 即 1h 平均 $300\mu\text{g}/\text{m}^3$ 。因此, 对周围环境影响较小。

表 8.2-9 硫酸雾废气源项参数

名称	污染物	源强 (kg/h)	排气量 (m^3/h)	排放高度 (m)	出口内径 (m)	温度 ($^{\circ}\text{C}$)
硫酸储罐	硫酸雾	0.0000547	25.43	3.5	0.3	5.1

表 8.2-10 大气环境影响估算结果

污染源名称	污染物	C_i ($\mu\text{g}/\text{m}^3$)	C_{oi} ($\mu\text{g}/\text{m}^3$)	P_i (%)	距离 (m)
硫酸储罐	硫酸雾	0.31	300	0.103	18

表 8.2-11 不同距离处硫酸雾浓度贡献值

序号	距离, m	硫酸雾浓度, $\mu\text{g}/\text{m}^3$	占标率, %
1	5	0.24	0.081
2	18	0.31	0.103
3	50	0.16	0.054
4	100	0.12	0.039
5	500	0.046	0.015
6	1000	0.03	0.010
7	1550	0.021	0.007
8	2000	0.016	0.005

8.2.2 地下水环境影响分析

8.2.2.1 含矿含水层地下水环境影响分析

1) 地下水影响途径分析

地浸采铀是通过注入井将浸出剂溶液注入含矿含水层，然后从抽出井将浸出液抽至地表进行处理达到回收天然铀的目的。在生产过程中，为了有效控制溶浸范围，需保持抽液量大于注液量，维持一个总体上流向井场中心的降落漏斗，使地浸溶液始终流向抽出井。但由于溶质弥散和扩散作用的影响，不可避免地会出现浸出剂少量流散至井场外的情况。因此，本项目对地下水环境产生影响的主要途径为原地浸出井场中浸出剂向矿体浸出范围之外流散污染地下水。

2) 地下水模拟预测参数设置

本次地下水模拟预测在整理分析试验井场地勘报告、水文地质试验报告的基础上，结合井场试验方案，建立试验井场的水文地质概念模型，利用 GMS 软件进行数值建模与求解，最终完成地浸井场地下水流场和溶质运移场的模拟预测。

(1) 模型范围的确定

本模型建模范围为试验井场及其周边地区，结合地浸采铀试验地下水影响范围及区域水文地质条件，确定本模型的模拟范围为：以试验井场为中心，向地下水下游（东北方向）延伸 1km，上游（西南方向）延伸 0.5km，两侧延伸 0.5km，模拟总面积 2.18km²。

(2) 边界条件的概化

侧向边界：东北侧边界和西南侧边界垂直于地下水流向，概化为通用水头边界；剩余两侧边界平行于地下水流方向，无水流交换，概化为零流量边界；

垂向边界：模型垂向上边界为河道沉积红色泥岩、含砂泥岩、泥质粉砂岩等组成的隔水顶板；下边界为洪泛沉积泥岩、粉质砂岩组成的隔水底板。

(3) 含水层结构的概化

根据地质勘探结果，含矿含水层为下白垩统赛汉组上段 (K_1s^2) 含水层，含水层岩性主要为砂质砾岩、含砾粗砂岩，分选性较好。此外，含矿含水层顶、底板均为稳定连续展布的泥岩、含砂泥岩、泥质粉砂岩，其水平层理发育，很少见构造裂隙，隔水性能良好，有效地隔断了与上覆含水层的水力联系，因此可不考虑越流的影响。由于含矿含水层埋藏较深，模拟范围内的大气降水入渗与大气蒸发对含矿含水层的影响几乎可忽略不计。综上所述，本次地下水模拟层位为下白垩统赛汉组上段 (K_1s^2) 含水层，可概化为三维水动力流场和三维溶质弥散场。

(4) 源汇项概化

本项目源汇项主要为试验井场的试验井，扩大试验布置 12 组试验单元（包括条件试验 3 组单元），包括试验井 32 个，其中抽出井 12 个，注入井 20 个，抽注井间距为 30m，单孔抽液量为 $5.0m^3/h$ ，模拟试验井场整体抽大于注比例大于 0.3%，作为本模拟的主要源汇项。试验井场抽出井和注入井分布情况见图 8.2-2。

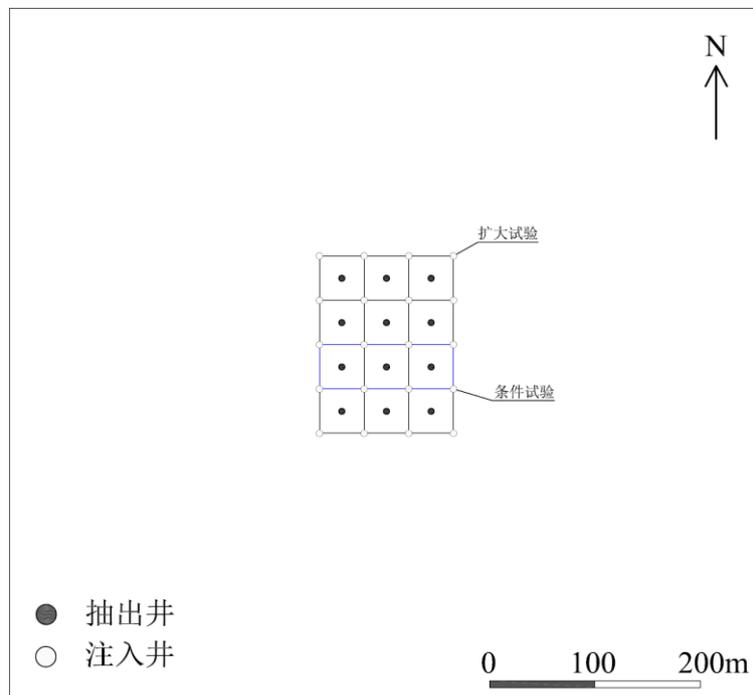


图 8.2-2 试验井场分布图

(5) 模拟区剖分

本次预测将模拟区域离散成正交网格，为了更加精确地刻画核素在井场附近的运移情

况，在网格剖分的过程中对试验井场区域进行了加密，加密网格的大小为 $5\text{m}\times 5\text{m}$ ，外围非加密网格的大小为 $10\text{m}\times 10\text{m}$ 。本模型共剖分 30689 个网格。网格剖分情况见图 8.2-3。

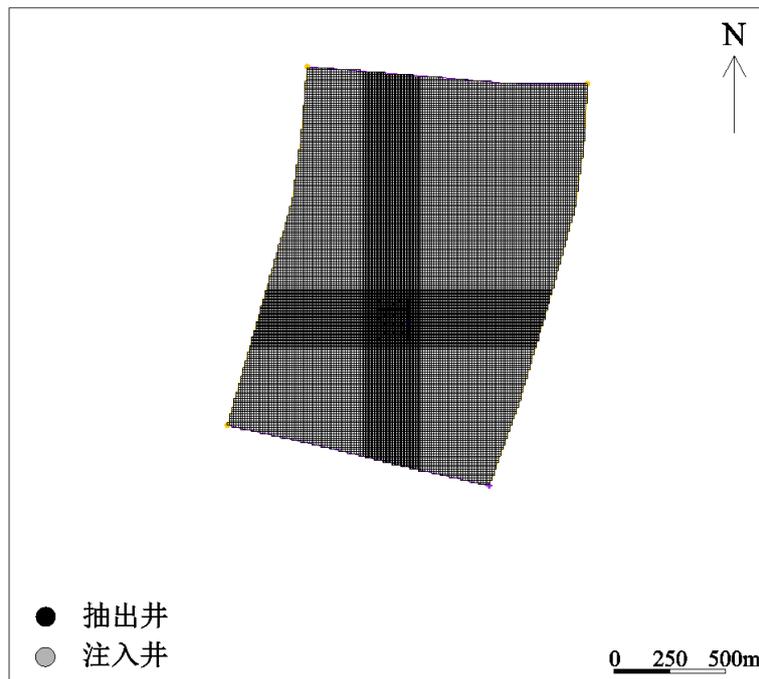


图 8.2-3 模型网格剖分图

(6) 顶底板高程

根据收集的模拟区水文地质资料，结合模拟区以往地质、水文地质、地形地貌等资料，获取含矿含水层顶底板高程数据，并将各含水层顶底板高程数据赋值到数值模型中。

(7) 参数选取

根据地勘报告，含矿含水层渗透系数为 $7.72\sim 7.98\text{m/d}$ ，保守取最大值 7.98m/d ；有效孔隙度取经验值 0.25；弥散度根据 Xu 和 Eckstein 方程式确定，即 $\alpha_m = 0.83 \times \log(L_s) \times 2.414 = 5.20\text{m}$ 。

(8) 评价年限

本次评价对试验期间井场浸出液对地下水的影响进行预测评价，模拟时间为试验期 2a。

(9) 预测因子

类比同工艺且均为赛汉组合矿含水层的巴彦乌拉一期工程浸出液监测数据（表 8.2-12），按照放射性核素、非放射性污染物进行分类确定预测因子。其中，放射性核素选取特征核素 $U_{\text{天然}}$ ，非放射性因子参照《环境影响评价技术导则地下水环境》（HJ610-2016），按照重金属、持久性有机污染物和其他类别进行分类，并对每一类别中的各项因子采用标准指数法进行排序，分别取标准指数最大的因子作为预测因子，最终确定非放射性污染物为 SO_4^{2-} 和 Mn。 $U_{\text{天然}}$ 源项浓度采用试验预期技术指标值 15mg/L ，Mn 和 SO_4^{2-} 源项浓度采用浸出液监测数据，

即 31.5mg/L 和 20760mg/L。

表 8.2-12 预测因子筛选一览表

监测项目	pH	U(mg/L)	²²⁶ Ra(Bq/L)	Fe ³⁺ (mg/L)	Mn(mg/L)	As(mg/L)
浓度	1.34	13.95	0.66	78.77	31.5	2.12
监测项目	Ca ²⁺ (mg/L)	Mg ²⁺ (mg/L)	Mo(mg/L)	SO ₄ ²⁻ (mg/L)	Cl ⁻ (mg/L)	/
浓度	528.84	738.45	2.01	20760	597.21	

3) 预测结果分析

(1) 流场模拟结果

应用 GMS 软件模拟计算得到试验期末含矿含水层的等水位线图(图 8.2-4)，由图可知，试验期采区周围可形成一定范围的降落漏斗，附近地下水均流向试验井场，说明现有的抽大于注比例可以有效控制浸出剂扩散。

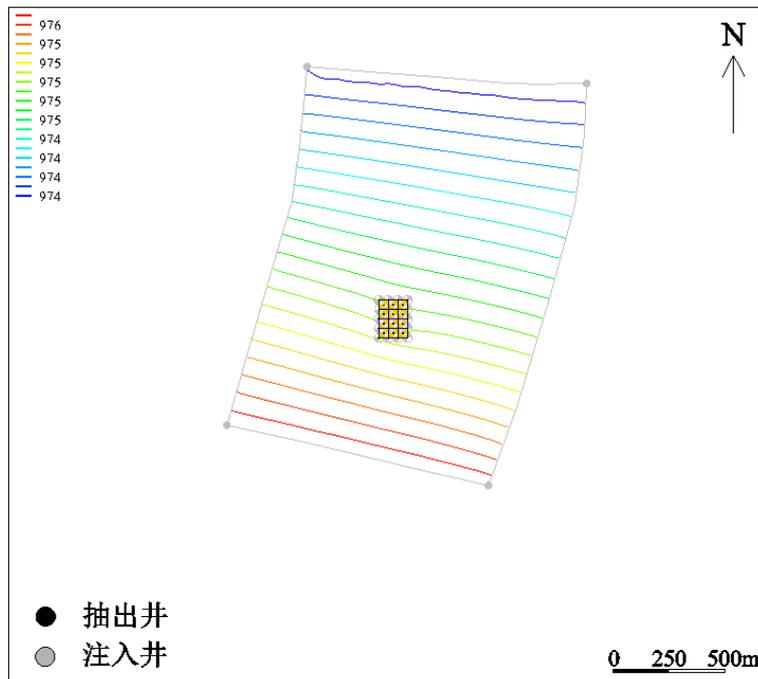


图 8.2-4 地下水等水位图

(2) 溶质运移结果分析

在地下水流场的基础上，对试验期地下水中污染物迁移模拟进行了预测，预测结果如下：

U_{天然}：以 0mg/L 为边界浓度，绘制了试验期末含矿含水层的 U_{天然} 浓度分布图，见图 8.2-5 (a)。由图可知，至试验期末 U_{天然} 在含矿含水层向下游、侧向及上游的运移距离分别为 71m、45m 和 28m。

SO₄²⁻：以《地下水质量标准》(GB/T 14848-2017) III类标准 250mg/L (叠加本底) 为边

界浓度，绘制了试验期末含矿含水层的 SO_4^{2-} 浓度分布图，见图 8.2-5 (b)。由图可知，至试验期末 SO_4^{2-} 在含矿含水层向下游、侧向及上游的运移距离分别为 81m、51m 和 30m。

Mn: 以《地下水质量标准》(GB/T 14848-2017) III类标准 0.1mg/L (叠加本底) 为边界浓度，绘制了试验期末含矿含水层的 Mn 浓度分布图，见图 8.2-5 (c)。由此可知，至试验期末 Mn 在含矿含水层向下游、侧向及上游的运移距离分别为 74m、47m 和 29m。

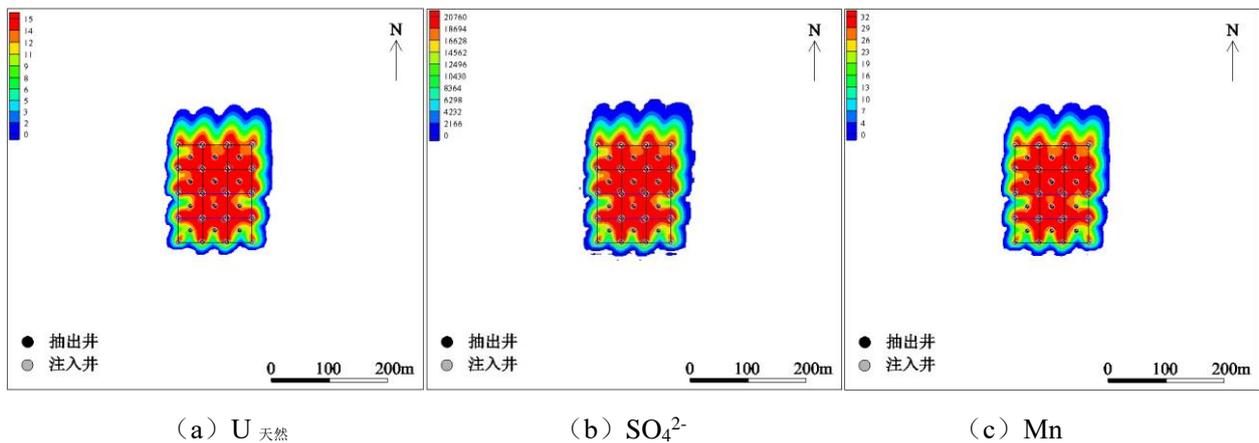


图 8.2-5 试验期末各污染物在含矿含水层的浓度分布图

综上所述，在试验期末第 2a 时，含矿含水层中特征污染物 $\text{U}_{\text{天然}}$ 、 SO_4^{2-} 和 Mn 向下游最大迁移距离分别为 71m、81m 和 74m，侧向最大迁移距离分别为 45m、51m 和 47m，上游最大迁移距离分别为 28m、30m 和 29m。此外，由于本项目含矿含水层顶底板均相对稳定，含矿含水层中的地下水越流至其他承压水层的可能性很小，对环境的影响不大，也不会对公众造成附加照射剂量。

8.2.2.2 伊尔丁曼哈组含水层地下水影响分析

本项目可能对潜水含水层产生影响的地表设施主要为蒸发池，为了防止蒸发池废水渗透而污染地下水，蒸发池池底、池壁做防渗漏处理，防渗结构由膨润土防水毯、HDPE 土工膜和 50cm 厚的粘土保护层组成，膨润土防水毯下设置网状检漏层。通过以下计算蒸发池中废水在生产期间的下渗距离：

$$X = K_s \times \frac{(h + L)}{L} \times t \quad (8.2-1)$$

$$K_s = \frac{M_1 + M_2 + M_3}{M_1 / K_1 + M_2 / K_2 + M_3 / K_3} \quad (8.2-2)$$

式中：

X——蒸发池废水在蒸发池底部防渗层的垂直入渗距离，m；

K_s ——等效渗透系数，cm/s；

h——蒸发池中废水水深，m，保守取最大值1m；

L——等效渗透厚度，m，为 $M_1+M_2+M_3$ ，即0.506m；

M_1 ——膨润土防水毯厚度，m，取0.005m；

M_2 ——HDPE土工膜厚度，m，取0.001m；

M_3 ——上层粘土厚度，m，取0.5m；

K_1 ——膨润土防水毯渗透系数，m/a，根据《钠基膨润土防水毯应用技术规程》（CECS457-2016），取 5.0×10^{-11} cm/s；

K_2 ——HDPE土工膜渗透系数，m/a，取 1×10^{-12} cm/s；

K_3 ——上层粘土渗透系数，m/a，根据《环境影响评价技术导则 地下水》（HJ610-2016）附录B中经验值，保守取轻亚粘土~亚粘土的渗透系数最大值 2.89×10^{-4} cm/s。

通过计算可知，防渗层等效渗透系数为 4.60×10^{-10} cm/s，蒸发池中废水在生产期2a的时间内垂直入渗的距离约为0.00086m，远小于本项目防渗层等效厚度（0.506m）。因此，在试验运行期蒸发池溶液不会穿透蒸发池底部人工防渗层，也不会进入地下水。此外，本项目在蒸发池防渗层下面安装渗漏检测装置以便及时发现渗漏，并在蒸发池下游设置了潜水地下水监测井，定期对监测井中的地下水进行取样监测。通过以上多重防御系统，蒸发池对地下水产生污染的可能非常小。

8.2.2.3 上、下层含水层地下水影响分析

本项目地浸钻孔施工过程中采取了严格的质量保证，仅在含矿段设计安装过滤器，并将滤水管以上环状间隙全段水泥封堵。在施工完毕后，将通过物探检测等手段，保证井管的完整性和水泥封堵的可靠性。因此，地浸生产抽注活动中浸出液不会通过井管进入上、下层含水层。含矿含水层顶、底板隔水性能良好，切断了含矿含水层与上、下层含水层之间的水力联系，试验过程中浸出液不会通过隔水层越流对上、下层含水层产生影响。此外，本项目在矿床上层含水层均布置了监测井，一旦监测数据异常，可及时停止附近试验井运行，对破损的试验井进行修复或全孔封闭。

综上所述，本项目在施工期和试验期对上、下层含水层均采取了可行有效的污染防范措施，不会对上、下层含水层产生明显影响。

8.2.3 地表水环境影响分析

本项目试验期废水包括吸附尾液、洗井废水、实验废水和生活污水，试验期产生的废水不外排，不会对项目周边的地表水环境产生不良影响。

8.2.4 固体废物环境影响分析

8.2.4.1 放射性固体废物环境影响分析

本项目试验期产生的放射性固体废物主要为蒸发池残渣、浸出液过滤残渣、洗井残渣和废旧设备及零配件。蒸发池残渣待退役时挖除或填埋处理，浸出液过滤残渣和洗井残渣统一收集后堆存至固体废物间，试验过程产生的少量废旧设备及零配件暂存于固体废物间，不会对项目周边的环境产生不良影响。

8.2.4.2 非放射性固体废物环境影响分析

本项目试验期非放射性固体废物主要为实验室废物和生活垃圾，实验室废物暂存于固体废物间，生活垃圾按相关要求收集后定期外运处理，不会对周边环境产生明显影响。

8.2.5 噪声环境影响分析

1) 预测模式

本项目利用三捷环境工程咨询有限公司开发的 BREEZE NOISE 软件进行试验期噪声环境影响预测，该软件以《环境影响评价技术导则声环境》（HJ2.4-2021）中的相关模式要求编制，适用于噪声领域的各个级别的评价。本次评价采用工业噪声预测计算模式，考虑点源几何发散衰减和地面反射。试验期主要噪声源为水冶厂浸出液处理厂房的化工泵以及空压机，噪声预测参数见表 8.2-13。

表 8.2-13 噪声预测参数

设备	源强 dB (A)	声源个数	声源高度 (m)	声场种类
化工泵	60	12	1.0	半自由声场
空压机	80	1	7.0	半自由声场

2) 预测结果

经预测，本项目试验期厂界噪声见表8.2-14，噪声影响等值线分布情况见图8.2-6。由预测结果可以看出，试验期噪声源在厂界处的贡献值为（15.82~33.23）dB（A），满足《工业企业厂界环境噪声排放标准》（GB12348-2008）中2类标准。距离本项目水冶厂房最近的居民点为哈思家（距离约1.54km），本项目试验期产生的噪声不会对该居民点产生明显影响。

表 8.2-14 试验期厂界噪声贡献值

单位: dB (A)

预测结果	厂界噪声			
	东	西	南	北
贡献值	28.99	22.98	15.82	33.23
执行标准	《工业企业厂界环境噪声排放标准》(GB12348-2008) 昼间 60dB (A), 夜间 50dB (A)			
达标情况	达标	达标	达标	达标



图 8.2-6 试验期等声级线图 (dB (A))

8.2.6 事故环境影响分析

1) 事故的环境影响

本项目放射性气态流出物主要来自浸出液处理厂房和集液罐中 ^{222}Rn 的排放, ^{222}Rn 的排放量较小, 且水冶厂房中各设备、管线均处于密闭状态, 气态流出物处于可控状态, 不会发生较大的事故。因此, 在事故情况下, 本项目仅考虑液态流出物的影响。

根据地浸采铀试验的特点及当地环境条件, 确定液态流出物的事故排放可能存在以下几

种情况：

（1）事故性的停止试验

试验过程中，除设备维护保养时有计划暂时性停止试验，其余时间并不安排停止试验。由于临时停电、设备故障等事故不可避免还会造成暂时性、非正常停止试验。根据生产经验统计，单次因临时停电、设备故障维修等暂时性停止试验时间最长一般不超 4h，全年累计停产时间不超过 5d。在长期的抽大于注试验运行过程中，试验井场地下水已形成地下水降落漏斗。因此，暂时性停止试验，试验井场地下水位处于恢复阶段，试验井场地下水降水漏斗依然存在，抢修时间内基本可以控制浸出液不向外迁移。

（2）非控制性的抽注失衡

试验过程中，采用抽液量略大于注液量的负不平衡来控制或避免地下浸出液的流散。由于生产控制的波动性，试验中可能发生短暂的抽注失衡。首先，本项目抽、注液管道均设有流量自动检测装置，一旦出现抽注失衡可及时发现。其次，在区域地下水降落漏斗的水力控制下，短暂的抽注失衡不会使得浸出液流散，即使发生少量的浸出液流散到井场外，也可通过及时增大边界处的抽液量收回流散液。因此，此类事故完全可以在短时间内得到控制，对周围地下水环境影响较小。

（3）事故性的跑、冒、滴、漏

试验过程中，浸出液处理厂房内可能发生的事为出现冒槽或管道的跑、冒、滴、漏等。本项目试验过程中定期对相关区域进行巡视，浸出液处理厂房内的各类储池、储罐、管道均设有液位、压力或流量自动检测、报警系统，一旦发生冒槽或管道的跑、冒、滴、漏等情况可及时发现并得到有效控制，漏失的液体经设置的沟槽收集至事故池，然后返回集液罐中，因此在事故性的冒槽或跑、冒、滴、漏情况下，浸出液对外环境的影响很小。

（4）井场管道断裂

井场管道断裂一般分为两种情况，一种情况为冰冻冻裂管道，一种情况为受压断裂和破坏断裂。

本项目所在地区每年有 5~6 个月的冰冻期，可能造成井场管道断裂和“跑液”事故。由于本项目开采的含矿含水层埋藏较深，浸出液水温可达 15℃，且各类输送总管道埋深位于最大冻土深度以下，因此冰冻期不会因冰冻造成地下管道破裂。

本项目井下管道安装在钻孔中，孔内的管材采用 UPVC 材质，孔壁与管壁之间用水泥砂浆充填，钻孔特定的设计结构使钻孔管道不存在被破坏的可能。此外，对于承受压力较小的

集液支管和注液支管则采用具有足够强度的 PE 管，而对于承受较大压力的集液总管和注液主管采用高强度的钢骨架复合管。因此，各管道具有足够的抗压能力，不会因受压而断裂。

此外，试验过程中定期检查各类管道，即使因意外原因造成管道泄漏，也可及时发现与更换，采取相应的处理措施，对周围环境的影响很小。

(5) 上层含水层污染事故

在试验过程中，若发生上层监测井数据异常，首先确定与含矿含水层发生水力联系的区域，检查各抽注孔的水位、流量和压力等参数数据及变化情况，若发现某试验井的生产参数存在异常波动，如某水位明显变化、注液量显著增加、注液压力明显降低等，则提示该孔处可能发生井管破裂，应立即停止该孔的抽注活动及附近试验井的抽注活动，并及时进行井管检修或全孔封闭，隔离其与上含水层之间的水力联系；其次，通过数据异常的监测井对流散至上层的浸出液进行抽水回收，直至该监测井数据回归正常水平。

(6) 蒸发池泄漏事故

由于蒸发池池底土工膜破损，可能造成蒸发池内废水发生少量的泄漏，蒸发池内废水下渗可能对地下水环境造成污染。本项目蒸发池防渗膜下设有渗漏检测系统，一旦发生渗漏可及时检测发现，对于发生泄漏的蒸发池，首先将其中的废水输送至另一蒸发池暂存，然后对泄漏点进行修补，对泄漏产生的池底污染土壤进行清挖、回填新土，然后重新敷设土工膜，经鉴定无渗漏后恢复蒸发池的使用。

2) 环境风险评价

本项目涉及的主要危险物质为硫酸，硫酸储存于拟建试验井场的硫酸储罐（28.26m³），硫酸储罐露天布置，四周设 1m 高围堰，围堰内侧做防腐防渗处理。

(1) 环境风险识别

本项目危险物质为试验井场浸出剂配制过程中使用的硫酸。硫酸具有强氧化性、脱水性、强腐蚀性。硫酸对皮肤、黏膜等组织有强烈的刺激和腐蚀作用，蒸汽或硫酸雾可引起结膜炎、结膜水肿、角膜浑浊，以致失明；吸入硫酸雾后引起呼吸道刺激反应、重者发生呼吸困难和肺水肿。硫酸助燃，遇水放热，可发生飞溅，与易燃物和可燃物接触会发生剧烈反应，甚至引起燃烧；有强烈的腐蚀性和吸水性。

(2) 环境风险分析

① 大气环境风险分析

本项目设有值班人员，硫酸储罐如发生泄漏可以在短时间内发现，并对泄漏的硫酸进行

收集处理，不会出现硫酸雾长时间在空气中扩散的情况。由于有围堰的阻挡，及时将泄漏的硫酸收集后硫酸雾即停止外排，再通过大气稀释扩散，其产生的影响将会在短时间内得到消散，对周围环境和人员造成的影响是可以接受的。

②地下水环境风险分析

本项目硫酸储罐建设在围堰之内，针对围堰内侧壁及地面作防渗、防腐处理，并加强日常维护和管理。硫酸储罐泄漏事故工况下，泄漏的硫酸在围堰内收集后通过应急泵进行回收，一般不会出现外流或下渗影响地下水的情况。可见，本项目对可能产生地下水影响的途径进行了有效预防，可有效控制硫酸储罐内硫酸下渗现象，避免污染地下水。

若硫酸储罐和围堰内防渗同时破裂，应立即启动应急泵将围堰内剩余硫酸回收至备用硫酸储罐中，然后将泄漏产生的包气带污染土壤清挖，并回填新土，重新对围堰内部进行防渗、防腐处理，避免造成地下水污染。

综上所述，本项目在做好围堰内防渗处理，定期巡检，并加强日常维护的基础上，硫酸储罐泄漏事故对周围地下水环境造成影响较小。

(3) 环境风险防范措施及应急措施

①本项目硫酸储罐周围设置整体围堰，围堰尺寸为 10m×10m×1m，除去储罐基础所占空间外，围堰内的有效容积约为 60m³。围堰内设置应急泵，一旦发生硫酸储罐泄漏事故，可立即启动应急泵，将泄漏的硫酸及时回收至备用储罐（28.26m³）中。围堰内侧壁及地面均作防渗、防腐处理，防止污染地下水。

②本项目配有专用的个人防护设施，如空气呼吸器、过滤式防毒面具、化学防护服、安全眼镜、防护手套等；硫酸储罐周边设置醒目的安全警示标志、职业危害告知牌、危险源告知牌等。

9 建设项目拟采用的防治措施及预期治理效果

	排放源 (编号)	污染物 名称	防治措施	预期治理效果	
废气	施工期	柴油发电机	SO ₂ 、NO _x 、颗粒物	环保设备、轻质柴油	满足《大气污染物综合排放标准》限值要求。
		施工场地	颗粒物	场地洒水抑尘	
	试验期	硫酸储罐	硫酸雾	罐口处稀释扩散	
		集液罐	²²² Rn	罐口处稀释扩散	
		浸出液处理厂房	²²² Rn	厂房换气通风	
		蒸发池废气	²²² Rn	自然稀释扩散	
废水	施工期	施工废水	悬浮物、泥沙	场地洒水抑尘	得到恰当处置
		生活污水	COD、NH ₃ -N	收集外运处理	
	试验期	工艺废水	U _{天然} 、 ²²⁶ Ra 等	排入蒸发池	
		流散浸出液	U _{天然} 、 ²²⁶ Ra 等	抽注比例控制、监测井监控	
		洗井废水	U _{天然} 、 ²²⁶ Ra 等	过滤澄清后重新注入井下	
		实验废水	U _{天然} 、 ²²⁶ Ra 等	排入蒸发池	
		生活污水	COD、NH ₄ -N	排入旱厕处理	
固体废物	施工期	钻井泥浆	—	循环利用、最终置于泥浆坑、覆土掩埋	得到恰当处置
		废机油	—	交由具备危险废物处置资质的单位处置	
		施工人员	生活垃圾	收集外运处理	
	试验期	蒸发池残渣	U _{天然} 、 ²²⁶ Ra 等	蒸发池堆存，退役时处理	
		浸出液过滤残渣		堆存至固体废物间	
		洗井残渣		堆存至固体废物间	
		废旧设备及零配件	固体废物间分区暂存		
		实验室废物	手套、口罩等	作为一般固体废物处置	
		试验人员	生活垃圾	收集外运处理	
噪声	选用低噪声设备，并采取隔声、减振措施，噪声排放满足《建筑施工厂界噪声排放标准》（GB12523-2011）要求，试验期满足《工业企业厂界环境噪声排放标准》（GB12348-2008）中2类标准要求。				

生态保护措施及预期效果：

本项目施工期较短，施工临时占地面积小，施工完毕后对临时占地进行植被恢复工作，水土流失会逐渐减少，不会造成土地荒漠化加剧。项目施工采取了有效的生态环境保护及生态恢复措施后，不会对当地生态环境造成明显影响。

10 环境保护设施及环境保护投资一览表

序号	分类	环境保护设施	内容	投资估算（万元）
一	废气	施工围挡、洒水抑尘、厂房通风	氦气及非放射性废气处理	5
二	地下水	井场监测井	浸出液流散预防措施	160
		蒸发池监测井	蒸发池废水泄漏预防措施	17
三	废水	洗井设施	洗井废水处理	10
		蒸发池	工艺废水处理	25
		旱厕	生活污水处理	1
四	噪声	低噪设备、隔声挡板、设备维护保养	噪声防治	8
五	固体废物	泥饼池	钻井泥浆处置	2
		废机油桶、防渗膜、处置	废机油处置	1
		固体废物间	废旧设备及零配件处置	3
六	生态恢复	绿化	钻孔施工场地及管线铺设后，恢复原始地貌	10
七	监测	流出物及环境监测	施工期环境监测、运行期流出物及环境监测	60
合计				302

11 环境管理与监测计划

11.1 环境管理机构

本项目环境管理机构由中核内蒙古矿业苏尼特左旗分公司的安防部门承担。苏尼特左旗分公司设有安防环保科，全面负责本项目施工期和试验期的管理、监测和检查等工作，并确保各项环保设施的正常运行。其主要职责包括：

1) 贯彻执行《中华人民共和国环境保护法》及相关法律法规，按照国家的环保政策、环境标准及环境监测要求，制定环境管理规章制度，并监督执行。

2) 合理安排施工计划，确保文明施工。

3) 定期检查环保设施的运行情况，维护环保设施的正常运转。

4) 定期开展项目的流出物及环境监测工作。

11.2 监测计划

11.2.1 施工期监测计划

本项目施工期环境监测计划见表 11.2-1。

表 11.2-1 施工期环境监测方案

序号	监测内容	监测位置	监测频次	监测项目
1	空气	施工场界四周	1 次/季度（施工时）	TSP、NO _x 、SO ₂
2	地下水	选取代表性试验井 6 个，其中条件试验 2 个，扩大试验 4 个；扩大试验监测点位应选取距条件试验相对较远、受条件试验影响较小的试验井。	试验开展前，开展 1 次地下水取样监测。	U _{天然} 、pH、SO ₄ ²⁻ 、Mn
			试验开展前，开展第 2 次地下水取样监测，与第一次至少间隔 1 个月。	U _{天然} 、 ²²⁶ Ra、 ²¹⁰ Pb、 ²¹⁰ Po 及 pH、TDS、SS、总硬度、Cl ⁻ 、SO ₄ ²⁻ 、NO ₃ ⁻ 、Fe、Mn、Cu、Zn、Al、Hg、As、Cd、Cr ⁶⁺ 、Pb、Ni。
		监测井	试验开展前，委托有资质单位开展 1 次地下水取样监测。	U _{天然} 、 ²²⁶ Ra、 ²¹⁰ Pb、 ²¹⁰ Po 及 pH、TDS、SS、总硬度、Cl ⁻ 、SO ₄ ²⁻ 、NO ₃ ⁻ 、Fe、Mn、Cu、Zn、Al、Hg、As、Cd、Cr ⁶⁺ 、Pb、Ni。
3	噪声	施工场界四周	1 次/季度（施工时）	昼夜等效连续 A 声级
4	钻井泥浆	泥饼池	1 次	U _{天然} 、 ²²⁶ Ra

注：施工期应及时统计分析地下水监测数据，若与环评阶段本底相差较大，需开展相应的补充监测。

11.2.2 试验期监测计划

根据《铀矿冶辐射环境监测规定》（GB 23726-2009）要求，本项目试验的监测计划如下：

1) 流出物监测

为及时掌握和控制流出物排放对环境的影响，对产生放射性流出物的设施、部位实施监测。本项目流出物监测计划详见表 11.2-2。

表 11.2-2 流出物的监测计划

序号	监测内容	监测点位	监测项目	监测频次
1	废气	集液罐排气孔	^{222}Rn 及其子体	1次/季度
2		浸出液处理厂房排风口		

2) 常规环境监测

本项目试验期环境监测计划见表 11.2-3，常规环境监测布点图见图 11.2-1。

表 11.2-3 试验期常规环境监测计划

序号	介质	监测位置	监测项目	频次
1	空气	①水冶厂下风向边界处； ②居民点：哈思家； ③对照点：郝毕斯哈拉图家。	^{222}Rn 及其子体	1次/季度
		硫酸罐下风向 18m 处。	硫酸雾	1次/半年
2	陆地 γ	同空气监测点位。	γ 辐射空气吸收剂量率	1次/半年
3	地下水	①居民点：哈思家、满都拉家； ②对照点：郝毕斯哈拉图家。	$U_{\text{天然}}$ 、 ^{226}Ra 、 ^{210}Pb 、 ^{210}Po 、总 α 、总 β	1次/半年
		①井场内上层含水层监测井； ②井场外围含矿含水层监测井； ③蒸发池监测井。	$U_{\text{天然}}$ 、Mn、 SO_4^{2-} 、pH	1次/季度
			^{226}Ra 、 ^{210}Pb 、 ^{210}Po	1次/半年
4	土壤	①居民点：哈思家； ②对照点：郝毕斯哈拉图家。	$U_{\text{天然}}$ 、 ^{226}Ra 、Cd、As	1次/半年
5	生物	①居民点牧草：哈思家； ②对照点牧草：郝毕斯哈拉图家。	$U_{\text{天然}}$ 、 ^{226}Ra 、 ^{210}Pb 、 ^{210}Po	1次/年

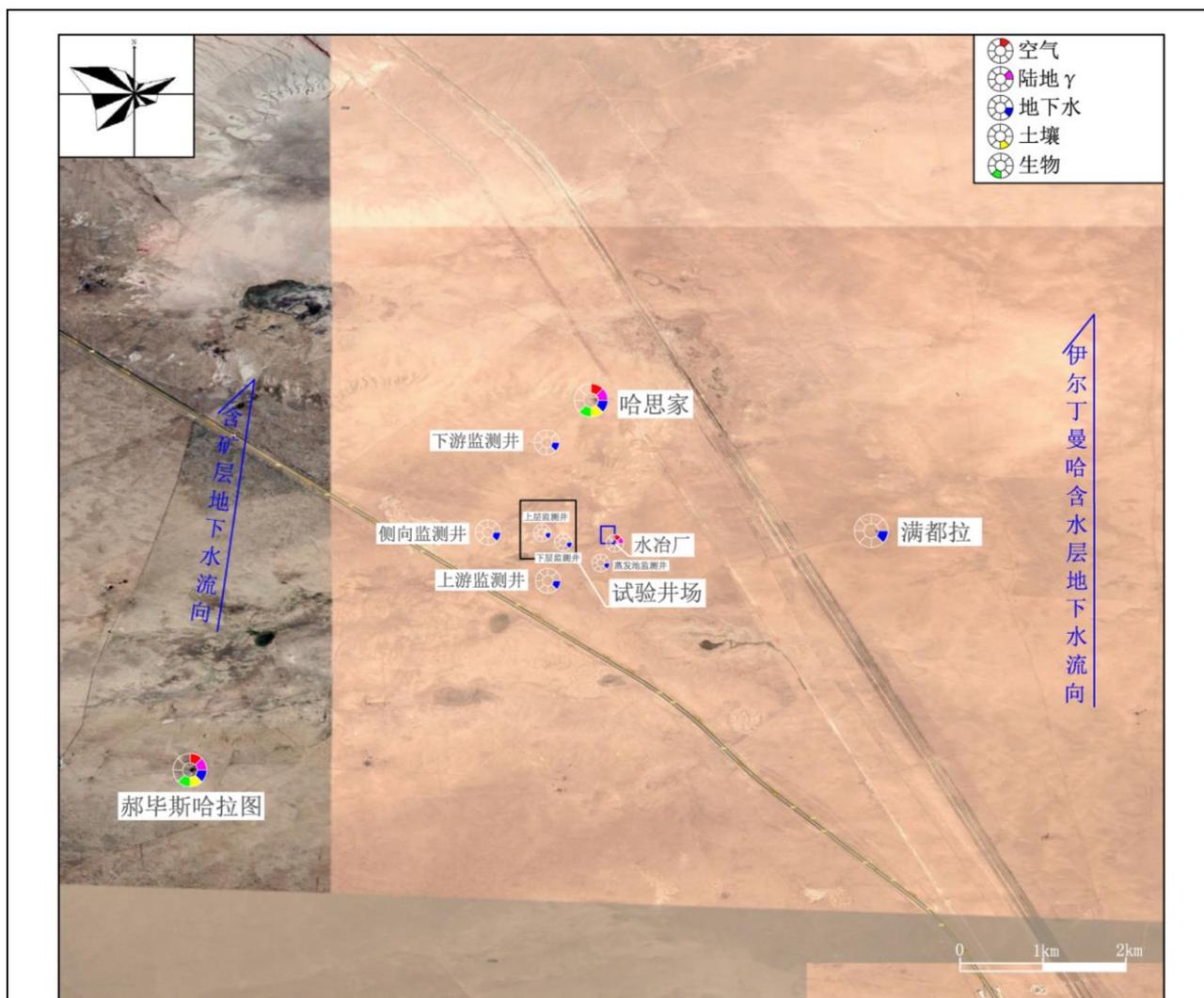


图 11.2-1 试验期常规环境监测布点图

11.3 测量方法及仪器设备

监测方法应优先选用国家标准监测方法，本项目流出物和环境监测方法见表 11.3-1。

表 11.3-1 流出物和环境监测方法和依据

监测项目		监测方法
空气	氦气浓度	《环境空气中氦的测量方法》HJ 1212-2021
	氦子体浓度	《铀矿山空气中氦及氦子体测定方法》EJ 378-1989
	硫酸雾浓度	《固定污染源废气 硫酸雾的测定 离子色谱法》HJ 544-2016
	TSP	《环境空气 总悬浮颗粒物的测定 重量法》HJ 1263-2022
	氮氧化物	《环境空气 氮氧化物的测定 盐酸萘乙二胺分光光度法》HJ 479-2009
	二氧化硫	《环境空气 二氧化硫的测定 甲醛吸收-副玫瑰苯胺分光光度法》 HJ 482-2009
γ 辐射空气吸收剂量率	《环境 γ 辐射剂量率测量技术规范》HJ 1157-2021	
地下水	$U_{\text{天然}}$	《环境样品中微量铀的分析方法》HJ 840-2017

地下水	^{226}Ra	《水中镭-226的分析测定》GB/T 11214-1989
	^{210}Po	《水中钋-210的分析方法》HJ 813-2016
	^{210}Pb	《水中铅-210的分析方法》EJ/T 859-1994
	pH	《水质 pH 值的测定 电极法》HJ 1147-2020
	Mn	HJ 700-2014 水质 65 种元素的测定 电感耦合等离子体质谱法
	SO_4^{2-}	HJ 84-2016 水质 无机阴离子 (F ⁻ 、Cl ⁻ 、NO ₂ ⁻ 、Br ⁻ 、NO ₃ ⁻ 、PO ₄ ³⁻ 、SO ₃ ²⁻ 、SO ₄ ²⁻) 的测定 离子色谱法
土壤	U _{天然}	《环境样品中微量铀的分析方法》HJ 840-2017
	^{226}Ra	《岩石样品 ^{226}Ra 的测定》GB/T 13073-2010
	As	HJ 680-2013 土壤和沉积物 汞、砷、硒、铋、锑的测定
	Cd	GB/T 14506.30-2010 硅酸盐岩石化学分析方法 第 30 部分: 44 个元素量测定
噪声	昼夜等效连续 A 声级	《声环境质量标准 第 6 部分 环境噪声监测要求》GB 3096-2008
生物	U _{天然}	《环境样品中微量铀的分析方法》HJ 840-2017
	^{226}Ra	《食品安全国家标准 食品中放射性物质镭-226 和镭-228 的测定》GB 14883.6-2016
	^{210}Po	《食品中放射性物质钋-210 的测定》GB 14883.5-2016
	^{210}Pb	《生物样品中放射性核素的 γ 能谱分析方法》GB/T 16145-2020

11.4 监测机构及设备配置

试验期流出物及环境监测工作由中核内蒙古矿业有限公司承担。中核内蒙古矿业有限公司苏尼特左旗分公司建设分析测试中心，已取得“中国合格评定国家认可委员会（CNAS）”认可的资质证书，可自行监测大部分指标，其余监测项目外委第三方有监测资质单位进行监测。

11.5 监测质量保证

环境监测质量保证是环境监测计划的必不可少的重要组成部分，为了保证监测数据准确可靠，监测过程严格执行《辐射环境监测技术规范》（HJ61-2021），以保证获得的测量结果和评价结论使当时的和以后的主管部门和使用部门确信是正确的。

针对本项目特点，在监测过程中应注意：

1) 人员

对于从事监测的人员在工作作风、专业知识、技术水平等方面予以规定，通过培训和考核并获得合格证后才能上岗。

2) 采样的质量控制

样品采集尽量采用标准方法或公认方法，采样布点合理、有代表性，部分样品采集平行样。

采样方法、采样设备调整、样品包装、运输、保存、现场处理、贮存以及采样记录资料，严格执行有关规定。

3) 样品的分析测试

分析测量方法尽量采用国家已颁布的标准方法；没有国家标准的，采用行业通用方法或经实际样品考核成熟的分析方法，并用标准物质进行校验。

分析测量仪器和设备按规定定期送计量部门进行校验和刻度。对于监测仪器，若发现异常情况，随时进行校验；对有质疑的样品，进行双样分析测定或重新取样测定。

为提高分析结果的可靠性，定期或不定期与其他权威实验室进行样品分析比对；有的样品必要时送出外检，以保证样品分析测量结果的质量和准确性。

分析结果均用专用表格填报，分析数据报表均经采样人员、制样人员、分析测量人员签字，最后经审核人签字后留存和上报。

采集的样品要有一部分长期保留，以便随时抽检；监测结果要永久保存。

4) 实验室分析质量的内部控制中包括空白试验、校正曲线核查、仪器设备校正、平行样测定、加标样和密码样测定、质量控制图编制。外部控制包括实验室之间的分析比对或交叉核查，参加可以溯源到国家标准的实验室间的比对。

5) 监测报告中要完整和准确地保留全部原始数据，保留样品容量的信息。数据处理应采用标准方法，所有计算步骤、计算机程序都经过复审和验证，并载入记录文件。

12 退役治理与长期监护

本项目的实施，存在试验成功与失败两种情形。

1) 如果试验成功，需采取以下环保措施：

(1) 本项目试验成功后将开展后续的地浸工程，在地浸工程前的可行性研究阶段及施工阶段，会继续保持本项目的运行，一方面可充分回收铀，另一方面通过井场运行来控制浸出液迁移扩散范围，同时保留所有环境保护设施；

(2) 在地浸工程开始后，本项目将会被纳入其中。本项目的大部分设施及设备不需要拆除，少量需要拆除的设施及设备尽量用于地浸工程的设施建设，无法利用的暂存于地浸工程的固体废物库；

(3) 本项目试验井场将地浸工程的井场，与地浸工程井场的退役治理统筹考虑。

2) 如果试验失败，需采取以下环保措施：

如果试验失败，应对地表设施和环境进行全面污染调查，确定其是否受到污染或污染范围及程度，并在源项调查期间和正式退役治理前，继续采取抽大于注的措施，以控制浸出液迁移扩散范围。根据源项调查的污染情况立即进行退役治理。

12.1 退役治理

12.1.1 退役治理源项及目标

1) 源项调查初步方案

(1) 钻孔

调查内容：数量、类型、孔深、孔径、孔口坐标、抽液量以及完损情况等现状。

(2) 地浸井场地下水

①调查内容：污染面积，污染水平。

②监测项目：pH、 $U_{\text{天然}}$ 、 ^{226}Ra 、 SO_4^{2-} 、Mn 等。

③监测布点：试验钻孔和监测井。

(3) 试验场地、蒸发池等。

①调查内容：数量、位置及范围、污染面积和受污染原因。

②监测项目：贯穿辐射剂量率、 $U_{\text{天然}}$ 含量、 ^{226}Ra 含量、下层污染土中垂直铀镭分布情况等。

③监测布点

贯穿辐射剂量率：试验场地、蒸发池及其他受污染的场地等按照 10m×10m 网格布点，

每个设施（或场地）不少于 5 个监测点位，根据设施具体情况可适度调整网格布置。

$U_{\text{天然}}$ 、 ^{226}Ra 含量：试验场地可按 20m×20m 网格布点，（根据现场地形情况可适当调整网格布置）、每个场地或设施不少于 5 个；取样深度为每隔 20cm 取一个样，一般取至 80cm 深并进行分析，另外留存一定深度的土壤样，以备补充确定满足 180Bq/kg 的污染深度。

（4）污染构筑物

①调查内容：建筑类型、原始功能、外形尺寸、层数、基底面积、建筑面积、墙体（地面、屋顶）厚度及退役去向等。

②监测项目：贯穿辐射剂量率、 α 、 β 表面污染水平等。

③监测布点：每个独立建构（筑）物 α 、 β 表面污染水平不少于 5 个测点。

（5）被污染设备、器材、管线

①调查内容：名称、规格型号、来源、数量、单件重量、管线长度及退役去向等。

②监测项目： α 、 β 表面污染水平等。

③监测布点：每个被污染设施 α 、 β 表面污染水平不少于 3 个测点。

（6）其他：贯穿辐射剂量率监测范围应比源项边界外延 30m~50m。

2) 退役治理源项

根据本项目的开采方式、工艺特点以及本次建设内容，初步确定本项目的退役治理源项如下：

（1）钻孔：包括试验钻孔和监测井。

（2）地浸井场地下水：地浸井场及外围核素迁移范围。

（3）污染试验场地：水冶厂。

（4）蒸发池 2 座：总占地面积约 1800m²。

（5）污染构筑物：2 座，浸出液处理厂房和集控室。

（6）污染设备管线：若干污染设施设备和污染管线。

3) 退役管理目标值

根据原地浸出采铀的工艺特点，退役管理目标值主要根据《铀矿冶辐射防护和辐射环境保护规定》（GB23727-2020）确定。

（1）土壤中 ^{226}Ra 残留量控制值：土地去污整治后，任何 100m² 范围内土层中 ^{226}Ra 的平均活度浓度扣除当地本底值后不超过 0.18Bq/g，可无限制开放或使用。

(2) 地下水修复控制值：本项目地浸井场地下水修复后，地下水水质达到国家相关标准要求。

(3) 放射性表面污染控制水平：项目中无利用价值的金属设备、管线等经去污处理后，其表面 α 、 β 放射性水平分别降低至 $0.08\text{Bq}/\text{cm}^2$ 和 $0.8\text{Bq}/\text{cm}^2$ 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）；设备、管线在运输过程中，根据《铀矿冶辐射防护和辐射环境保护规定》（GB23727-2020），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 $\leq 40\text{Bq}/\text{cm}^2$ 。

12.1.2 退役治理方案

退役治理分为地表工程退役治理和地下水修复两个部分。

(1) 地表工程

①井场钻孔的封闭：拆除各井孔上的设备，对钻孔进行清理，最后用混凝土注浆由下往上进行全孔封堵。井场地下水修复完成和钻孔封闭后，达到无限制开放使用深度。

②试验场地的治理：本项目浸出液处理厂房和集控室地面做防渗处理，试验过程中不会对试验场地土壤产生影响。退役治理过程中，首先对试验场地进行全面源项调查，根据调查结果，将不满足“任何 100m^2 范围内土层中 ^{226}Ra 的平均活度浓度扣除当地本底值后不超过 $0.18\text{Bq}/\text{g}$ ”要求区域的污染土壤挖除，并覆土和植被，恢复生态环境，实施后达到无限制开放使用深度。退役治理产生的污染土壤运至巴彦乌拉地浸采铀工程固体废物库堆存。

③蒸发池的治理：本项目试验期较短，蒸发池底泥放射性水平较低。退役治理过程中，首先对蒸发池区域在进行全面源项调查，根据调查结果，将少部分不满足“任何 100m^2 范围内土层中 ^{226}Ra 的平均活度浓度扣除当地本底值后不超过 $0.18\text{Bq}/\text{g}$ ”要求的底泥挖除，运至巴彦乌拉地浸采铀工程固体废物库堆存，然后对蒸发池区域进行覆土和植被，恢复生态环境，实施后达到无限制开放使用深度。

④污染构筑物的治理：主要为浸出液处理厂房和集控室，先进行构筑物去污，然后拆除地面基础及地上建筑，产生的放射性废物送至相关管理部门许可的放射性废旧金属处理单位处理，非放射性废物后作为一般建筑垃圾运至垃圾填埋场处理。

⑤污染设施及设备治理：退役治理产生的设施及设备尽量用于其他地浸工程的设施建设，无利用价值的设施及设备经去污处理后，其表面 α 、 β 放射性水平分别降低至 $0.08\text{Bq}/\text{cm}^2$ 和 $0.8\text{Bq}/\text{cm}^2$ 时，可在一般工业中使用（食品工业除外）；对于去污治理后，仍

不能满足上述限值时，非金属材质设施及设备运至就近废物集中堆放场所，金属设施及设备送至相关管理部门许可的放射性废旧金属处理单位处理。

（2）地下水修复

地下水修复是指采用合适的物理、化学以及生物等方法，使地下水环境得到恢复或接近原有水平。本项目在试验过程中，将开展哈达图铀矿床的地下水修复前期研究工作，定期整理分析相关生产参数，开展相关室内试验，为地下水退役治理提供资料支撑和技术支持。此外，本项目还将适时跟进国内外地浸采铀地下水修复相关研究进展，并及时制定地下水修复计划。若本项目试验失败，意味着该试验矿段铀矿不能进行很好的浸出，则地下水修复工艺应相对简单。根据国内外地浸采铀地下水修复研究及实践，可采用地下水修复方案为：地下水抽出—地下水处理—处理后的清洁水回注修复含水层—还原剂注入—抽注入井交替循环—修复后观察。具体如下：

①将残留的地下浸出液抽出；

②抽出的地下水经地表处理后，重新注入井场，以加速地下水修复；

③根据需要，添加适当还原试剂，使含矿含水层的水文地球化学环境由氧化环境变成还原环境；

④将抽出井改为注入液、将注入井改为抽液运行，进行抽注孔的交替循环；

⑤地浸采场地下水修复结束后，应维持不少于一年的监测观察期。在确保地下水水质修复稳定后，所有工艺钻孔应及时从下往上进行全封堵。

12.2 长期监护

本项目退役后，应按照《铀矿冶辐射防护和辐射环境保护规定》（GB 23727）和《铀矿冶设施退役环境管理技术规定》（GB 14586），以废物集中化和最小化为原则，通过工程技术手段尽可能减少放射性固体废物的产生量，对于最终产生的少量放射性固体废物运至巴彦乌拉地浸采铀工程进行集中堆存和处置。因此，本项目退役后无需进行长期监护。

13 结论与建议

1、结论

1) 项目概况

二连盆地哈达图铀矿床地浸采铀试验研究为原地浸出采铀试验研究项目，位于内蒙古锡林郭勒盟二连浩特市南部，研究周期为3年。项目总投资3385万元，其中环保投资302万元。现场建设内容主要为二连盆地哈达图铀矿床地浸试验采铀现场试验。

2) 工程分析结论

(1) 工艺流程

本项目采用原地浸出采铀工艺，浸出工艺为酸法浸出，浸出剂为 H_2SO_4 。井场工艺流程主要包括浸出剂配制、集控室注液分配、注入浸出剂、输送浸出液等环节；浸出工艺流程主要包括袋式过滤器过滤→离子交换吸附→淋洗→转型与解毒→沉淀→压滤等工序，最终得到“111”产品。

(2) 污染物的产生及处理

废气：本项目气载流出物主要来自集液罐、浸出液处理厂房和蒸发池， ^{222}Rn 的释放量分别为 $1.05 \times 10^{10} Bq/a$ 、 $9.05 \times 10^9 Bq/a$ 和 $3.41 \times 10^9 Bq/a$ 。集液罐释放的氡气在罐口处稀释扩散，浸出液处理厂房释放的氡气主要通过厂房整体通风后排入大气稀释扩散，蒸发池释放的氡气通过大气自然稀释扩散；本项目非放射性废气主要为施工扬尘和试验期硫酸储罐硫酸挥发产生的硫酸雾，最大落地浓度出现在下风向18m处，最大落地浓度为 $0.31 \mu g/m^3$ ，满足《大气污染物综合排放标准》（GB16297-1996）周界外浓度最高点限值要求，且对最近居民点哈思家处贡献值较小，满足《环境影响评价技术导则 大气环境》（HJ 2.2-2018）附录D中参考限值要求。

废水：本项目含放射性核素的液态流出物主要为工艺废水、洗井废水、实验废水和流散浸出液。工艺废水和实验废水排入蒸发池处理；洗井废水经过滤和澄清后重新注入井下；流散浸出液通过设置井场抽大于注比例来控制，并设置监测井及时发现浸出液在含矿含水层中的逸散；非放射性废水主要为施工废水、施工人员和试验人员生活污水，分别通过场地洒水抑尘、外运和依托污水处理设施处理。

固体废物：本项目产生的固体废物主要为钻井泥浆、蒸发池残渣、浸出液过滤残渣、洗井残渣、废旧设备及零配件、废机油、实验室废物以及生活垃圾。钻井泥浆和废弃岩芯置于泥浆坑内覆土掩埋；蒸发池残渣暂存于蒸发池，洗井残渣、浸出液过滤残渣、废旧设

备及零配件和实验室废物收集在固体废物间，实验室废物作为一般固废处理，废机油通过专用桶收集后定期交由具备危险废物处置资质的单位处置；施工人员生活垃圾通过寝车集中收集外运处理；试验人员生活垃圾在集中收集后外运处理。

噪声：本项目噪声源主要为风机、水泵及空压机等，单机噪声源强均小于 80dB（A）。对于噪声的防治，各种设备均选用低噪声环保设备，并采取有效的隔声、减振措施。

3) 环境质量现状调查结论

本项目环境质量现状 γ 辐射空气吸收剂量率、空气中氡及其子体、地下水以及土壤中放射性水平与区域本底水平基本相当；生物指标与对照点处于同一水平；农用地土壤非放射性监测因子满足《土壤环境质量 农用地土壤污染风险管控标准（试行）》（GB15618-2018）标准要求；声环境满足《声环境质量标准》（GB3096-2008）中 2 类标准要求；伊尔丁曼哈含水层和含矿含水层地下水中非放射性指标总体满足《地下水质量标准》（GB/T 14848-2017）中 III 类标准，个别因子背景值较高。

4) 环境影响分析结论

（1）施工期环境影响分析

施工期产生的废气、废水、噪声、固体废弃物等对周围环境的影响较小，且施工期的环境影响只是暂时的，随着施工期的结束，影响即随之消失。

（2）试验期环境影响分析

大气环境影响：本项目 ^{222}Rn 释放所致周边关键居民点为评价中心 N 方位 1.54km 处的哈思家，空气中 ^{222}Rn 为 $1.60 \times 10^{-4} \text{Bq/m}^3$ ，公众个人剂量最大值为 $3.42 \times 10^{-6} \text{mSv/a}$ ，远低于 0.01mSv/a 剂量约束值的要求，不会对该居民点造成明显影响；硫酸罐排放的硫酸雾最大落地浓度占标率为 0.17%，出现在 18m 处，对环境的影响较小。

地下水环境影响：在试验期末第 2a 时，含矿含水层中特征污染物 $\text{U}_{\text{天然}}$ 、 SO_4^{2-} 和 Mn 向下游最大迁移距离分别为 71m、81m 和 74m，侧向最大迁移距离分别为 45m、51m 和 47m，上游最大迁移距离分别为 28m、30m 和 29m。此外，本项目含矿含水层隔水顶底板连续稳定，不会对上部含水层及居民取水层位含水层产生影响，因此，不会对公众造成附加照射剂量。

固体废物环境影响：本项目试验过程中产生的蒸发池残渣暂存于蒸发池，洗井残渣、浸出液过滤残渣和废旧设备及零配件收集在固体废物间，实验室废物作为一般固废处理，试验人员生活垃圾在集中收集后外运处理，不会对周围环境产生影响。

声环境影响：本项目试验期噪声源位于室内，在采取各种减震降噪措施，并经过房屋阻隔和距离衰减后，厂界可以达到《工业企业厂界环境噪声排放标准》（GB12348-2008）中2类标准。浸出液处理厂房距周边居民点较远，不会对周边声环境产生明显影响。

5) 项目可行性结论

本项目产生的污染物均采取了有效的防治措施，污染物处置措施合理，生态保护措施可行。试验运行过程中对地下水、大气、声环境、生态等环境的影响可以接受；公众受照剂量满足剂量约束值的要求。项目正常运行情况下，对环境的影响很小，事故情况下环境的影响可以接受。因此，从环境保护角度分析，本项目的实施是可行的。

2、建议

定期对地下水监测井进行取样监测，发现地下水异常立即采取相应措施。

附录 1 估算模式计算公式及参数

一、大气扩散模式

UAIR-FINE 软件大气扩散模式采用美国 EPA 开发、生态环境部推荐使用的 AERMOD 模型，该模型为基于新一代边界层理论的高斯扩散模型。

AERMOD 中既适用于 CBL 也适用于 SBL 的通用浓度公式为：

$$\tilde{C}\{x, y, z\} = (Q/u) p_y \{y, x\} p_z \{z, x\}$$

式中：

Q—源强，即污染物单位时间排放量；

\tilde{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：

$$c_d \{x_r, y_r, z_r\} = \frac{Qf_p}{\sqrt{2\pi\tilde{u}}} F_y \cdot \sum_{j=1}^2 \sum_{m=0}^{\infty} \frac{\lambda_i}{\sigma_{zj}} \left[\exp\left(-\frac{(z - \Psi_{dj} - 2mz_{i})^2}{2\sigma_{zj}^2}\right) + \exp\left(-\frac{(z + \Psi_{dj} + 2mz_{i})^2}{2\sigma_{zj}^2}\right) \right]$$

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， $F_y = \frac{1}{\sqrt{2\pi}\sigma_y} \exp\left(-\frac{y^2}{2\sigma_y^2}\right)$ ；

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：

$$z_{ieff} = \text{MAX}[h_{es} + 2.15\sigma_{zs} \{h_{es}\}, z_{im}]$$

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：

$$\chi = \frac{Q_A K V D}{2\pi u_s \sigma_y \sigma_z} \exp\left[-0.5\left(\frac{y}{\sigma_y}\right)^2\right]$$

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。

根据面源与计算点的距离，AERMOD 采用三重优化整合 Romberg 积分、两点高斯数值积分、点源趋近这三种方法进行积分运算。

二、剂量估算模式

本项目照射途径主要为空气吸入内照射，计算考虑的放射性核素主要为 ^{222}Rn 。

1) 公众个人剂量

$$D_{Rn}^a = T \cdot C_{Rn} \cdot DF_{Rn}$$

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。

预审意见:

公章

经办人:

年 月 日

下一级环境保护行政主管部门审查意见:

公章

经办人:

年 月 日

审批意见：

经办人：

公 章

年 月 日

注 释

一、本报告表应附以下附件、附图：

附件 1 立项批准文件

附件 2 其他与环评有关的行政管理文件

附图 1 项目地理位置图（应反映行政区划、水系、标明排污口位置和地形地貌等）

附图 2 项目平面布置图

二、如果本报告表不能说明项目产生的污染及对环境造成的影响，应进行专项评价。根据建设项目的特点和当地环境特征，应选下列 1--2 项进行专项评价。

1.大气环境影响专项评价

2.水环境影响专项评价（包括地表水和地下水）

3.生态影响专项评价

4.声影响专项评价

5.土壤影响专项评价

6.固体废物影响专项评价

以上专项评价未包括的可另列专项，专项评价按照《环境影响评价技术导则》中的要求进行。

附件

附件 1: 环境影响评价委托书;

附件 2: 《关于二连盆地哈达图铀矿床地浸采铀试验研究科研项目立项备案的通知》,
中铀发〔2024〕31 号, 2024 年 4 月;

附件 3: 《二连浩特市自然资源局关于是否占用生态保护红线自然保护区的情况说明》,
二连浩特市自然资源局, 2024 年 4 月;

附件 4: 《二连浩特哈达图铀矿床地浸采铀试验研究环境质量现状监测》(2023-10251),
核工业东北分析测试中心, 2023 年 11 月;

附件 5: 《二连浩特哈达图铀矿床地浸采铀试验研究环境质量现状监测》(2024-1025),
核工业东北分析测试中心, 2024 年 3 月。

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《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《二连盆地哈达图铀矿床地浸采铀试验研究环境影响报告表》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。

中核内蒙古矿业有限公司

2024年1月30日



中国铀业股份有限公司文件

中铀发〔2024〕31号

关于二连盆地哈达图铀矿床地浸采铀 试验研究科研项目立项备案的通知

中核内蒙古矿业有限公司：

你公司上报的“关于《二连盆地哈达图铀矿床地浸采铀试验研究》科研项目立项的报告”（中核蒙矿发〔2024〕63号）收悉。经研究，同意你公司按实施方案开展研究，现将有关事项备案如下：

一、研究目标

根据已有工作基础，本着“整体设计、分步实施”的原则，通过试验研究，对采用地浸采铀工艺开发哈达图铀矿床的技术可行性、经济合理性、安全可靠进行论证。试验研究工作主要分为三个阶段：室内试验，评价矿床地浸采场的可行性，确定适宜的浸出工艺；现场条件试验，验证实验室试验结果，确定适宜的地下浸出工艺和浸出液处理工艺；现场扩大试验，验

-1-

证条件试验结果，获得规模性运行地下浸出工艺、浸出液处理工艺及运行控制参数，为工业化开采提供设计依据。

二、研究内容及实施方案

（一）室内试验

取哈达图铀矿床 F31 线附近岩芯开展室内试验，确定浸出剂的最佳浓度、浸出剂耗量、铀浸出状态与时间的关系、液固比等为现场试验提供必要的工艺参数。

研究内容包括：

1. 矿石工艺矿物学研究；
2. 搅拌浸出试验；
3. 柱浸试验。

（二）条件试验

依据矿床的地质、水文地质条件选择具有代表性的试验块段作为试验点。条件试验规模为“3抽8注”“五点型”井型，30m井距。同时，在条件试验块段内及外围，布设一定数量的监测孔，监测溶浸范围。随着“数字建井”技术不断成熟，试验块段钻孔施工采用“二次成井”工艺。钻孔施工完毕，开展地下浸出试验，分析检测浸出液各离子浓度、电位、pH等的变化，指导浸出剂配方调整。条件试验总的浸出液量较小，处理相对简单，拟采用密实固定床浸出液处理工艺。通过条件试验，掌握矿石铀浸出行为，确定地下浸出、浸出液处理工艺与参数，为扩大试验或后续试验与生产提供依据。

研究内容包括：

1. 试验点选择；

2. 井型井距的确定;
3. 钻孔成井工艺;
4. 井场抽注系统的形成和运行;
5. 地下浸出试验;
6. 浸出液处理工艺流程。

试验规模: 在哈达图铀矿床布置一个试验点, 试验点构建 3 个“五点型”抽注单元, 施工抽液钻孔 3 个, 注液钻孔 8 个, 观测孔 6 个, 工程量约 5440m。

(三) 扩大试验

在条件试验块段的基础上进行外扩, 采用“五点型”井型, 30m 井距, 继续施工 9 个抽液孔与 12 个注液孔, 形成“12 抽 20 注”扩大试验规模。对 12 组单元开展地下浸出试验, 分析监测抽液孔各离子浓度、电位、pH 等的变化, 指导浸出剂配方调整, 获取群孔抽注状态下铀浸出特性, 溶浸范围控制效果, 优化浸出工艺运行参数。浸出液处理采用密实固定床浸出液处理工艺, 优化浸出液处理工艺运行参数, 验证各设备实用性与可靠性。通过扩大试验, 进一步优化地下浸出工艺和浸出液处理工艺的运行参数, 为工业项目提供设计参数。

研究内容包括:

1. 地下浸出工艺试验;
2. 浸出液处理工艺试验;
3. 试验运行自动化控制;
4. 矿床开发的技术经济评价。

试验规模: 在条件试验单元周围继续增加 9 组抽注单元,

形成 12 组单元的扩大试验规模，新增钻探工程量共计 6720m。新增试验钻孔 21 个，包括抽液孔 9 个，工程量 2880m；注液孔 12 个，工程量 3840m。

三、主要成果及技术指标

（一）预期技术指标

1. 条件试验阶段：

平均单孔抽液量： $\geq 5.0 \text{ m}^3/\text{h}$ ；

试验期间浸出液平均铀浓度： $\geq 30 \text{ mg/L}$ ；

试验期间浸出液峰值铀浓度： $\geq 40 \text{ mg/L}$ 。

2. 扩大试验阶段：

平均单孔抽液量： $\geq 5.0 \text{ m}^3/\text{h}$ ；

试验期间浸出液平均铀浓度： $\geq 25 \text{ mg/L}$ ；

试验期间浸出液峰值铀浓度： $\geq 35 \text{ mg/L}$ 。

（二）预期成果

形成年度总结报告 2 份、阶段性试验报告 3 份、研究总报告 1 份，申请专利 1~2 项，发表相关论文 1~2 篇。

四、研究周期及重要节点

本项目计划研究周期为 2024 年 1 月~2026 年 12 月，为期 36 个月，具体安排如下：

1. 试验准备

2024 年 1 月~3 月：编制试验方案，完成评审；

2024 年 1 月~6 月：编制环评报告，完成评审；

2024 年 3 月~6 月：完成现场试验区域临占用地手续办理（含牧民补偿谈判）；

2024年3月~7月：完成现场试验区域水土保持手续及水资源论证手续办理；

2024年6月~7月：完成施工前备案与三通一平（水、电、路、场地）。

2. 室内试验

2024年1月~3月：完成室内试验研究全部工作。

3. 条件试验

2024年3月~7月：现场试验施工招标（钻孔施工、建筑工程、安装工程、测井服务等）；

2024年8月~9月：完成条件试验钻孔施工，共施工钻孔17个，其中抽液孔3个，注液孔8个，监测孔6个；

2024年10月~2024年12月：完成试验区域地表抽注系统安装及浸出液处理系统安装；

2025年1月~4月：完成条件试验现场浸出工艺的论证，优化浸出液处理系统，室内树脂吸附、淋洗、转型、沉淀试验等工作，当浸出液浓度上升至15mg/L时，开始准备下一阶段试验设计及工程建设。

4. 扩大试验

2025年5月~7月，完成扩大试验钻孔施工，共施工钻孔21个，其中抽液孔9个，注液孔12个；

2025年5月~9月，完成扩大试验区域地表抽注系统安装及完整浸出液处理系统安装；

2025年10月~2026年10月，完成现场浸出工艺和浸出液处理工艺实施及优化；

2026年11月-12月，完成试验总结，编写试验报告。

五、研究经费及承担单位

项目承担单位为中核内蒙古矿业有限公司；项目研究经费为3385万元，由中核内蒙古矿业有限公司自筹。

请你公司加强组织管理，周密安排部署，保证项目质量，按照相关规定开展项目矿权、环评、进场手续办理等工作；加强试验选址论证等研究，为工业设计提供充分依据，研究制定试验项目安全和环保保障方案，确保项目安全施工、标准化施工和按规定处置废弃物，并报中国铀业安防环保部审查。在试验过程中，你单位要加强高水平协同创新，集中优质研究资源开展创新联合攻关，确保高质量完成研究工作，成果及时转化应用。



抄送：集团公司科技质量与信息化部、中国铀业领导、科技质量与信息化部、安防环保部、经营管理部、财务与资本运营部、审计与法务部

中国铀业股份有限公司综合办公室

2024年4月8日印发

二连浩特市自然资源局

二连浩特市自然资源局

二连浩特市自然资源局 关于是否占用生态保护红线 自然保护区 的情况说明

中核内蒙古矿业有限公司：

你单位《关于申请查询“二连盆地哈达图铀矿床浸采铀实验研究”建设范围是否占用生态保护红线的函》（中核蒙矿函〔2024〕17号）收悉，经核查，该项目不涉及生态保护红线及自然保护区。

特此说明。

二连浩特市自然资源局
2024年4月24日





核工业东北分析测试中心 监测报告



报告编号: 2023-10251

客户名称: 中核第四研究设计工程有限公司

项目名称: 二连盆地哈达图铀矿床地浸试验研究环境质量现状监测

客户地址: 石家庄市体育南大街 261 号

监测参数: U_{天然}、²²⁶Ra、²¹⁰Pb、²¹⁰Po、²²²Rn 等

取样日期: 2023-11-20~2023-11-22

报告页数: 11 页

中心主任 (签章):



报告签发人:

签发日期: 2024 年 1 月 5 日

说 明

- 1、结果报告无“分析测试中心公章”和“分析测试报告专用章”无效；
- 2、结果报告无“报告签发人”签字无效；
- 3、结果报告不能随意改动，未经审核批准而更改的报告无效；
- 4、监测报告仅对监测时段所采集、委托的样品或现场监测的数据负责；
- 5、未经本中心书面批准，不得部分复制报告；
- 6、若对报告有异议，应于收到报告之日起 15 日之内向我中心提出；
- 7、结果报告副本和原始记录在本中心保存六年。

检测机构名称：核工业东北分析测试中心

检测机构地址：辽宁省沈阳市沈北新区孝信街 12 号

邮编：110135

业务电话：024-89759525，13019387686

投诉电话：13019387686

传真：024-89759560

E-mail: 13019387686@163.com

核工业东北分析测试中心

监测报告

监测项目：环境空气中氡(²²²Rn)、氡(²²²Rn)子体、TSP、SO₂、NO_x、硫酸雾
 监测日期：2023-11-20~2023-11-22 监测依据：HJ11212-2021；EJ378-1989；HJ1263-2022；HJ482-2009；HJ479-2009；HJ544-2016
 报告编号：2023-10251
 气象参数：晴-阴；-7~8℃；西南-东-西北风，2.0~3.8 m/s；89.1~91.0kPa

序号	监测编号	监测地点	氡(²²² Rn)			氡(²²² Rn)子体			TSP			SO ₂			NO _x			硫酸雾					
			第一天	第二天	第三天	第一天	第二天	第三天	第一天	第二天	第三天	第一天	第二天	第三天	第一天	第二天	第三天	第一天	第二天	第三天			
1	HDT-DQ-01	拟建场址	8.69	8.72	8.57	21.1	22.1	19.5	/	/	/	/	/	/	/	/	/	/	/	/			
2	HDT-DQ-02	牧民1哈思家	8.91	8.64	8.74	22.2	20.3	21.8	101	103	104	0.008	0.007	0.008	0.008	0.007	0.008	0.007	0.008	<0.005	<0.005	<0.005	
3	HDT-DQ-03	牧民2-满都拉家	8.93	8.85	9.01	21.8	21.9	24.1	/	/	/	/	/	/	/	/	/	/	/	/	/	/	/
4	HDT-DQ-04	牧民8-那毕斯哈拉图家(对照点)	9.02	8.91	8.97	21.8	22.7	24.1	/	/	/	/	/	/	/	/	/	/	/	/	/	/	/

序号	监测地点	监测时段	氡(²²² Rn)																							
			2h	4h	6h	8h	10h	12h	14h	16h	18h	20h	22h	24h	平均											
1	牧民1哈思家	第1天	9.33	9.45	9.47	9.67	9.16	8.25	7.90	8.17	8.71	8.86	8.93	8.99	8.91											
2	牧民1哈思家	第2天	9.01	9.10	9.19	9.48	9.28	7.70	7.75	7.98	8.19	8.26	8.82	8.89	8.64											
3	牧民1哈思家	第3天	9.02	9.37	9.20	9.37	8.91	8.50	8.11	8.12	8.15	8.61	8.66	8.89	8.74											
4	牧民2-满都拉家	第1天	9.34	9.52	9.56	9.57	9.43	7.80	7.83	7.96	8.74	8.67	9.37	9.41	8.93											
5	牧民2-满都拉家	第2天	9.11	9.41	9.85	9.80	9.07	8.68	8.02	8.20	8.27	8.44	8.69	8.69	8.85											
6	牧民2-满都拉家	第3天	9.33	9.35	9.68	9.80	9.28	8.77	8.22	8.54	8.55	8.74	8.78	9.01	9.01											

编制：魏代东

校核：GMM



核工业东北分析测试中心 监测报告

监测项目: 场地氡析出率 报告编号: 2023-10251
 监测日期: 2023-11-20~2023-11-22 监测依据: EJ/T979-1995

序号	监测编号	监测地点	氡 (²²² Rn) 析出率		
			第一天	第二天	第三天
			Bq/(m ² ·S)	Bq/(m ² ·S)	Bq/(m ² ·S)
1	HDT-DX-01	拟建场址	9.68E-03	9.95E-03	9.65E-03

编制: 魏代东

校核: 

核工业东北分析测试中心

监测报告

监测项目：环境 γ 辐射剂量率 报告编号：2023-10251
 监测日期：2023-11-21 监测依据：HJ1157-2021

序号	监测编号	监测地点	环境 γ 辐射剂量率*，nGy/h			
			最小值	最大值	平均值 (n=20)	标准偏差
1	HDT- γ -1	拟建场址	87	98	91	3
2	HDT- γ -2	牧民 1 哈思家	88	101	93	4
3	HDT- γ -3	牧民 2-满都拉家	89	100	95	4
4	HDT- γ -4	牧民 8-郝毕斯哈拉图家 (对照点)	95	98	97	1

*备注：监测数据未扣除宇宙射线的响应。

编制：魏代东

校核：WJY

核工业东北分析测试中心

监测报告

监测项目: 环境噪声 报告编号: 2023-10251
 监测日期: 2023-11-21~2023-11-22 监测依据: GB3096-2008
 气象参数: 阴; -5~3℃; 东-西北风, 2.0~3.8 m/s; 89.5~91.0kPa

序号	监测编号	监测地点	第一天		第二天	
			L_d	L_n	L_d	L_n
			dB(A)	dB(A)	dB(A)	dB(A)
1	HDT-ZS-1	牧民 1 哈思家	45	41	46	42
2	HDT-ZS-2	拟建场址	44	39	45	40

编制: 魏代东

校核: 

核工业东北分析测试中心

第 8 页 共 11 页

监 测 报 告

样品名称: 地下水 原样状态: 液 样品包装: 桶 样品数量: 7 检测类别: 委托 报告编号: 2023-10251
 取样日期: 2023-11-22 检测日期: 2023-11-25 ~ 2024-01-05
 检测依据: HJ700-2014; GB/T11214-1989; HJ813-2016; EJ/T859-1994; HJ898-2017; HJ899-2017; HJ776-2015; 《水和废水监测分析方法》(第四版)
3.1.12 (1) -2002; HJ84-2016; HJ535-2009; HJ694-2014; GB/T 7467-1987; GB/T 11892-1989 ; GB 7477-1987; HJ/T51-1999; HJ1147-2020

序号	样品名称	监测编号	采样地点	HCO ₃ ⁻	Cl ⁻	SO ₄ ²⁻	NH ₃ -N	NO ₃ ⁻	NO ₂ ⁻	As	Hg	Cr ⁶⁺	Zn	Cu
				mg/L	mg/L	mg/L	mg/L	mg/L	mg/L	μg/L	μg/L	μg/L	μg/L	μg/L
1	地下水	HTD-DXS-1	牧民 1 哈思家	368	311	277	0.13	6.46	<0.016	9.24	0.11	5.32	15.3	2.59
2	地下水	HTD-DXS-2	牧民 2 -满都拉家	330	270	254	0.069	11.6	<0.016	8.40	0.08	6.45	5.16	2.27
3	地下水	HTD-DXS-3	李荣家	376	379	304	0.20	0.892	<0.016	10.9	0.15	<4	34.8	2.73
4	地下水	HTD-DXS-4	牧民 5 乌仁巴图家	463	286	305	0.045	9.09	<0.016	9.06	0.17	<4	4.91	2.01
5	地下水	HTD-DXS-5	牧民 8 -郝毕斯哈拉图家 (对照点)	361	442	277	0.16	9.88	<0.016	9.74	0.13	<4	4.91	2.09
6	地下水	HTD-DXS-6	水文孔 WB1	369	410	304	0.064	1.22	<0.016	11.1	0.05	<4	6.49	2.57
7	地下水	HTD-DXS-7	水文孔 WB2	181	336	253	0.26	2.23	<0.016	5.94	0.11	11.16	4.92	4.11

编制: 魏代东

审核: 
 -

核工业东北分析测试中心

第 9 页 共 11 页

监 测 报 告

样品名称： 地下水 原样状态： 液 样品包装： 桶 样品数量： 7 检测类别： 委托 报告编号： 2023-10251
 取样日期： 2023-11-22 检测日期： 2023-11-25 ~ 2024-01-05
 检测依据： HJ700-2014；GB/T11214-1989；HJ813-2016；EJ/T859-1994；HJ898-2017；HJ899-2017；HJ776-2015；《水和废水监测分析方法》（第四版）
 3.1.12（1）-2002；HJ84-2016；HJ535-2009；HJ694-2014；GB/T 7467-1987；GB/T 11892-1989；GB 7477-1987；HJ/T51-1999；HJ1147-2020

序号	样品名称	监测编号	采样地点	Pb	Cd	Fe	Mn	Mo	TDS	总硬度	F ⁻	COD _{Mn}	pH
				μg/L	μg/L	mg/L	μg/L	μg/L	mg/L	mg/L	mg/L	mg/L	
1	地下水	HTD-DXS-1	牧民 1 哈思家	0.54	<0.05	<0.01	2.30	9.20	1198	435	1.17	<0.5	8.0
2	地下水	HTD-DXS-2	牧民 2-满都拉家	0.78	<0.05	<0.01	0.70	9.67	1082	373	1.94	<0.5	7.9
3	地下水	HTD-DXS-3	李荣家	0.31	<0.05	<0.01	3.69	8.20	1349	472	0.296	<0.5	8.1
4	地下水	HTD-DXS-4	牧民 5 乌仁巴图家	0.73	<0.05	<0.01	0.77	6.97	1298	334	1.39	<0.5	8.1
5	地下水	HTD-DXS-5	牧民 8-郝毕斯哈拉图家（对照点）	0.76	<0.05	<0.01	0.64	12.3	1426	352	0.365	<0.5	8.1
6	地下水	HTD-DXS-6	水文孔 WB1	0.71	<0.05	<0.01	0.91	12.0	1408	379	1.11	<0.5	8.2
7	地下水	HTD-DXS-7	水文孔 WB2	0.63	<0.05	0.02	2.30	15.1	1108	69.86	0.380	<0.5	8.3

编制：魏代东

 校核：


核工业东北分析测试中心

第 10 页 共 11 页

监测报告

样品名称: 土壤 原样状态: 固 样品包装: 袋 样品数量: 3 检测类别: 委托 报告编号: 2023-10251
 取样日期: 2023-11-22 检测日期: 2023-11-25 ~ 2024-01-05
 检测依据: GB/T14506.30-2010; GB/T13073-2010; GB/T22105-2008; HJ491-2009; HJ1962-2018

序号	样品名称	样品编号	采样地点	U _系	²²⁶ Ra	As	Cd	Hg	Pb	Cr	Zn	Ni	Cu	pH
				mg/kg	Bq/kg	mg/kg	mg/kg	mg/kg	mg/kg	mg/kg	mg/kg	mg/kg	mg/kg	
1	土壤	HDT-T1	牧民 1 哈思家	1.07	20.78	7.14	0.10	0.0159	15.32	36.62	29.00	13.33	15.80	7.73
2	土壤	HDT-T2	拟建场址	1.24	20.48	8.19	0.14	0.0165	16.55	53.34	39.97	22.32	20.93	8.53
3	土壤	HDT-T3	牧民 8 郝毕斯哈拉图家 (对照点)	1.18	22.57	6.25	0.086	0.00626	15.39	34.62	29.72	13.32	15.26	8.07

编制: 魏代东

校核: 

核工业东北分析测试中心

监测报告

样品名称： 牧草 原样状态： 固 样品包装： 袋 样品数量： 3 检测类别： 委托 报告编号： 2023-10251
 取样日期： 2023-11-22 检测日期： 2023-11-25 ~ 2024-01-05
 检测依据： HJ840-2017； GB14883.6-2016； GB/T16145-2022； GB14883.5-2016

序号	样品名称	样品编号	采样地点	U _{天壤}	²²⁶ Ra	²¹⁰ Pb	²¹⁰ Po
				Bq/kg (干)	Bq/kg (干)	Bq/kg (干)	Bq/kg (干)
1	牧草	HDT-MC-01	牧民 1 哈思家	2.07	0.079	0.13	0.16
2	牧草	HDT-MC-02	拟建场址	1.68	0.093	0.12	0.17
3	牧草	HDT-MC-03	牧民 8-郝毕斯哈拉图家 (对照点)	1.88	0.11	0.13	0.15

以下空白

编制：魏代东


 校核：WDM-



核工业东北分析测试中心 监测报告



报告编号：2024-1025

客户名称：中核第四研究设计工程有限公司

项目名称：二连盆地哈达图铀矿床地浸试验研究环境质量现状监测

客户地址：石家庄市体育南大街 261 号

监测参数：U_{天然}、²²⁶Ra、²¹⁰Pb、²¹⁰Po、²²²Rn 等

取样日期：2024-03-13~2024-03-15

报告页数：11 页

中心主任（签章）：



报告签发人：

签发日期：

2024 年 4 月 20 日



说 明

- 1、结果报告无“分析测试中心公章”和“分析测试报告专用章”无效；
- 2、结果报告无“报告签发人”签字无效；
- 3、结果报告不能随意改动，未经审核批准而更改的报告无效；
- 4、监测报告仅对监测时段所采集、委托的样品或现场监测的数据负责；
- 5、未经本中心书面批准，不得部分复制报告；
- 6、若对报告有异议，应于收到报告之日起 15 日之内向我中心提出；
- 7、结果报告副本和原始记录在本中心保存六年。

检测机构名称：核工业东北分析测试中心

检测机构地址：辽宁省沈阳市沈北新区孝信街 12 号

邮编：110135

业务电话：024-89759525，13019387686

投诉电话：13019387686

传真：024-89759560

E-mail: 13019387686@163.com

核工业东北分析测试中心

监 测 报 告

监测项目：环境空气中氡(²²²Rn)、氡(²²²Rn)子体、TSP、SO₂、NO_x、硫酸雾
 监测日期：2024-03-13~2024-03-15 监测依据：HJ1212-2021；EJ378-1989；HJ1263-2022；HJ482-2009；HJ479-2009；HJ544-2016
 气象参数：晴阴：5~18℃；西北-西南风，2.2~4.1 m/s；89.4~91.5kPa
 报告编号：2024-1025

序号	监测编号	监测地点	氡(²²² Rn)			氡(²²² Rn)子体			TSP			SO ₂			NO _x			硫酸雾		
			第一天	第二天	第三天	第一天	第二天	第三天	第一天	第二天	第三天	第一天	第二天	第三天	第一天	第二天	第三天	第一天	第二天	第三天
1	HDT-DQ-01	拟建场址	8.65	8.34	8.47	21.4	21.6	20.3	/	/	/	/	/	/	/	/	/	/	/	/
2	HDT-DQ-02	牧民1哈思家	8.87	8.52	8.83	22.1	20.5	22.0	103	103	100	0.008	0.009	0.009	0.010	0.010	0.009	<0.005	<0.005	<0.005
3	HDT-DQ-03	牧民2-满都拉家	8.74	8.96	8.77	21.8	21.7	24.7	/	/	/	/	/	/	/	/	/	/	/	/
4	HDT-DQ-04	牧民8-那木斯哈拉图家(对照点)	8.60	8.86	8.59	21.4	23.3	23.8	/	/	/	/	/	/	/	/	/	/	/	/

序号	监测地点	监测时段	氡(²²² Rn)												平均
			2h	4h	6h	8h	10h	12h	14h	16h	18h	20h	22h	24h	
1	牧民1哈思家	第1天	9.29	9.41	9.42	9.62	9.11	8.21	7.86	8.14	8.67	8.82	8.89	8.95	8.87
2	牧民1哈思家	第2天	8.89	8.98	9.06	9.35	9.15	7.59	7.65	7.87	8.08	8.15	8.70	8.77	8.52
3	牧民1哈思家	第3天	9.11	9.46	9.29	9.47	9.00	8.58	8.19	8.20	8.23	8.69	8.75	8.98	8.83
4	牧民2-满都拉家	第1天	9.14	9.31	9.36	9.37	9.22	7.63	7.66	7.79	8.55	8.48	9.17	9.20	8.74
5	牧民2-满都拉家	第2天	9.22	9.52	9.96	9.91	9.18	8.78	8.11	8.30	8.37	8.54	8.79	8.79	8.96
6	牧民2-满都拉家	第3天	9.09	9.10	9.42	9.55	9.04	8.54	8.00	8.32	8.33	8.51	8.55	8.77	8.77

编制：魏代东

校核：

WDP

【核 中 心】

核工业东北分析测试中心 监测报告

监测项目： 场地氡析出率 报告编号： 2024-1025
 监测日期： 2024-03-13~2024-03-15 监测依据： EJ/T979-1995

序号	监测编号	监测地点	氡 (^{222}Rn) 析出率		
			第一天	第二天	第三天
			Bq/(m ² ·S)	Bq/(m ² ·S)	Bq/(m ² ·S)
1	HDT-DX-01	拟建场址	9.97E-03	9.68E-03	9.87E-03

编制：魏代东

校核： 

核工业东北分析测试中心

监测报告

监测项目：环境 γ 辐射剂量率 报告编号：2024-1025
 监测日期：2024-03-14 监测依据：HJ1157-2021

序号	监测编号	监测地点	环境 γ 辐射剂量率*，nGy/h			
			最小值	最大值	平均值 (n=20)	标准偏差
1	HDT- γ -1	拟建场址	88	100	92	3
2	HDT- γ -2	牧民 1 哈思家	90	100	94	4
3	HDT- γ -3	牧民 2-满都拉家	90	102	96	4
4	HDT- γ -4	牧民 8-郝毕斯哈拉图家 (对照点)	93	100	97	2

*备注：监测数据未扣除宇宙射线的响应。

编制：魏代东

校核：jym

核工业东北分析测试中心

监测报告

监测项目: 环境噪声 报告编号: 2024-1025
 监测日期: 2024-03-14~2024-03-15 监测依据: GB3096-2008
 气象参数: 晴-阴; 10~18℃; 西南风, 2.8~4.1 m/s; 89.8~91.5kPa

序号	监测编号	监测地点	第一天		第二天	
			L_d	L_n	L_d	L_n
			dB(A)	dB(A)	dB(A)	dB(A)
1	HDT-ZS-1	牧民 1 哈思家	45	40	46	41
2	HDT-ZS-2	拟建场址	43	38	44	39

编制: 魏代东

校核: 

核工业东北分析测试中心

第7页 共11页

监测报告

样品名称：地下水 原样状态：液 样品包装：桶 样品数量：7 检测类别：委托 报告编号：2024-1025
 取样日期：2024-03-15 检测日期：2024-03-17 ~ 2024-04-20
 检测依据：HJ700-2014；GB/T11214-1989；HJ813-2016；HJ1323-2023；HJ898-2017；HJ899-2017；HJ776-2015；《水和废水监测分析方法》（第四版）
 3.1.12（1）-2002；HJ84-2016；HJ535-2009；HJ694-2014；GB/T 7467-1987；GB/T 11892-1989；GB 7477-1987；HJ/T51-1999；HJ1147-2020

序号	样品名称	监测编号	采样地点	U _{天然}	²²⁶ Ra	²¹⁰ Po	²¹⁰ Pb	总 α	总 β	K ⁺	Na ⁺	Ca ²⁺	Mg ²⁺	CO ₃ ²⁻
				μg/L	mBq/L	mBq/L	mBq/L	Bq/L	Bq/L	mg/L	mg/L	mg/L	mg/L	mg/L
1	地下水	HTD-DXS-1	牧民1 哈思家	14.5	40.5	3.39	7.89	0.485	0.194	6.77	275	68.8	66.7	<5
2	地下水	HTD-DXS-2	牧民2-满都拉家	18.3	15.8	1.95	7.47	0.574	0.197	3.32	263	54.8	57.4	<5
3	地下水	HTD-DXS-3	李荣家	10.2	59.1	5.63	10.03	0.376	0.477	9.49	302	74.0	68.6	<5
4	地下水	HTD-DXS-4	牧民5 乌仁巴图家	24.9	20.9	2.02	3.30	0.781	0.424	3.54	370	42.4	54.0	<5
5	地下水	HTD-DXS-5	牧民8-郝毕斯哈拉图家(对照点)	25.9	32.1	2.02	5.23	0.823	0.282	4.38	399	54.4	53.8	<5
6	地下水	HTD-DXS-6	水文孔 WB1	50.8	716	54.87	34.52	2.32	0.357	6.18	371	67.8	53.9	<5
7	地下水	HTD-DXS-7	水文孔 WB2	2.64	192	21.55	13.46	0.294	1.51	53.7	351	5.07	13.3	<5

编制：魏代东

校核：



核工业东北分析测试中心

监测报告

第 8 页 共 11 页

样品名称: 地下水 原样状态: 液 样品包装: 桶 样品数量: 7 检测类别: 委托 报告编号: 2024-1025
 取样日期: 2024-03-15 检测日期: 2024-03-17 ~ 2024-04-20
 检测依据: HJ700-2014; GB/T11214-1989; HJ813-2016; HJ1323-2023; HJ898-2017; HJ899-2017; HJ776-2015; 《水和废水监测分析方法》(第四版)
 3.1.12 (1) -2002; HJ84-2016; HJ535-2009; HJ694-2014; GB/T 7467-1987; GB/T 11892-1989 ; GB 7477-1987; HJ/T51-1999; HJ1147-2020

序号	样品名称	监测编号	采样地点	HCO ₃ ⁻	Cl ⁻	SO ₄ ²⁻	NH ₃ -N	NO ₃ ⁻	NO ₂ ⁻	As	Hg	Cr ⁶⁺	Zn	Cu
				mg/L	mg/L	mg/L	mg/L	mg/L	mg/L	μg/L	μg/L	μg/L	μg/L	μg/L
1	地下水	HTD-DXS-1	牧民 1 哈思家	386	310	278	0.12	6.72	<0.016	9.07	0.11	5.12	14.9	2.48
2	地下水	HTD-DXS-2	牧民 2 -满都拉家	327	282	259	0.064	11.6	<0.016	8.39	0.08	6.55	4.99	2.27
3	地下水	HTD-DXS-3	李荣家	359	371	309	0.28	0.930	<0.016	10.4	0.16	<4	34.4	2.61
4	地下水	HTD-DXS-4	牧民 5 乌仁巴图家	478	300	300	0.043	8.64	<0.016	8.95	0.17	<4	5.06	2.03
5	地下水	HTD-DXS-5	牧民 8 -郝毕斯哈拉图家 (对照点)	369	446	275	0.23	10.2	<0.016	9.80	0.13	<4	5.01	2.13
6	地下水	HTD-DXS-6	水文孔 WB1	372	404	313	0.079	1.28	<0.016	11.6	0.05	<4	6.80	2.47
7	地下水	HTD-DXS-7	水文孔 WB2	182	339	262	0.37	2.23	<0.016	5.68	0.11	11.24	5.12	4.17

编制: 魏代东

校核: 

核工业东北分析测试中心

第 9 页 共 11 页

监测报告

样品名称: 地下水 原样状态: 液 样品包装: 桶 样品数量: 7 检测类别: 委托 报告编号: 2024-1025
 取样日期: 2024-03-15 检测日期: 2024-03-17 ~ 2024-04-20
 检测依据: HJ700-2014; GB/T11214-1989; HJ813-2016; HJ1323-2023; HJ898-2017; HJ899-2017; HJ776-2015; 《水和废水监测分析方法》(第四版)
 3.1.12 (1) -2002; HJ84-2016; HJ535-2009; HJ694-2014; GB/T 7467-1987; GB/T 11892-1989 ; GB 7477-1987; HJ/T51-1999; HJ1147-2020

序号	样品名称	监测编号	采样地点	Pb	Cd	Fe	Mn	Mo	TDS	总硬度	F ⁻	COD _{Mn}	pH
				μg/L	μg/L	mg/L	μg/L	μg/L	mg/L	mg/L	mg/L	mg/L	
1	地下水	HTD-DXS-1	牧民 1 哈思家	0.53	<0.05	<0.01	2.30	9.54	1213	447	1.16	<0.5	7.9
2	地下水	HTD-DXS-2	牧民 2-满都拉家	0.74	<0.05	<0.01	0.69	10.0	1102	373	2.00	<0.5	8.0
3	地下水	HTD-DXS-3	李荣家	0.29	<0.05	<0.01	3.66	7.80	1322	467	0.288	<0.5	8.2
4	地下水	HTD-DXS-4	牧民 5 乌仁巴图家	0.76	<0.05	<0.01	0.75	6.93	1325	328	1.44	<0.5	8.1
5	地下水	HTD-DXS-5	牧民 8-那毕斯哈拉图家(对照点)	0.77	<0.05	<0.01	0.64	12.1	1436	357	0.374	<0.5	8.0
6	地下水	HTD-DXS-6	水文孔 WB1	0.73	<0.05	<0.01	0.93	11.9	1411	391	1.12	<0.5	8.2
7	地下水	HTD-DXS-7	水文孔 WB2	0.60	<0.05	0.02	2.37	14.7	1125	67.28	0.393	<0.5	8.4

编制: 魏代东

校核:



核工业东北分析测试中心

第 10 页 共 11 页

监 测 报 告

样品名称: 土壤 原样状态: 固 样品包装: 袋 样品数量: 3 检测类别: 委托 报告编号: 2024-1025
 取样日期: 2024-03-15 检测日期: 2024-03-17 ~ 2024-04-20
 检测依据: GB/T14506-30-2010; GB/T13073-2010; GB/T22105-2008; HJ491-2009; HJ962-2018

序号	样品名称	样品编号	采样地点	U _{天壤}	²²⁶ Ra	As	Cd	Hg	Pb	Cr	Zn	Ni	Cu	pH
				mg/kg	Bq/kg	mg/kg	mg/kg	mg/kg	mg/kg	mg/kg	mg/kg	mg/kg	mg/kg	
1	土壤	HDT-T1	牧民 1 哈思家	1.10	20.42	7.21	0.11	0.0148	15.53	35.28	28.57	12.59	14.37	7.75
2	土壤	HDT-T2	拟建场址	1.22	21.25	8.14	0.15	0.0169	15.81	50.49	40.33	24.31	22.65	8.51
3	土壤	HDT-T3	牧民 8-郝毕斯哈拉图家 (对照点)	1.22	22.32	6.28	0.091	0.00682	14.66	33.16	32.64	13.17	14.45	8.06

编制: 魏代东

 校核: 

核工业东北分析测试中心

监测报告

样品名称: 牧草 原样状态: 固 样品包装: 袋 样品数量: 3 检测类别: 委托 报告编号: 2024-1025
 取样日期: 2024-03-15 检测日期: 2024-03-17 ~ 2024-04-20
 检测依据: HJ840-2017; GB14883.6-2016; GB/T16145-2022; GB14883.5-2016

序号	样品名称	样品编号	采样地点	U _{天然}	²²⁶ Ra	²¹⁰ Pb	²¹⁰ Po
				μg/kg (干)	Bq/kg (干)	Bq/kg (干)	Bq/kg (干)
1	牧草	HDT-MC-01	牧民 1 哈思家	1.90	0.078	0.12	0.15
2	牧草	HDT-MC-02	拟建场址	1.82	0.097	0.11	0.18
3	牧草	HDT-MC-03	牧民 8-郝毕斯哈拉图家 (对照点)	2.03	0.11	0.14	0.16

以下空白

编制: 魏代东

校核: 