报审版

鄂尔多斯盆地西北部大埋深高碳酸盐难浸砂岩铀矿层改造关键技术研究项目

生 态 环 境 影 响 报 告 表

中核内蒙古能源有限公司

2026 年 11 月

鄂尔多斯盆地西北部大埋深高碳酸盐难浸砂岩铀矿层改造关键技术研究项目

生 态 环 境 影 响 报 告 表

中核内蒙古能源有限公司

鄂尔多斯盆地西北部大埋深高碳酸盐难浸砂岩铀矿层改造关键技术研究项目

生 态 环 境 影 响 报 告 表

中核内蒙古能源有限公司

法人代表：唐华章

通讯地址：内蒙古自治区呼和浩特市赛罕区远经二路如意总部基地西蒙奈伦广场一期 7 号楼 A 座 7 楼

邮政编码：010010

打印编号：1787804543000

编制单位和编制人员情况表

项目编号	ms8x21
建设项目名称	鄂尔多斯盆地西北部大埋深高碳酸盐难浸砂岩铀矿层改造关键技术研究项目
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）	中核内蒙古能源有限公司
统一社会信用代码	91150000MA0MWMM1XT
法定代表人（签章）	唐华章
主要负责人（签字）	唐华章
直接负责的主管人员（签字）	惠浩浩
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	91130100104336131G
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
詹乐音	06351343506130371	BH018350	

2. 主要编制人员

姓名	主要编写内容	信用编号	签字
武旭阳	第3、4、5、6、9、10、11、12章	BH018168	
葛佳亮	第7、8章	BH018159	
詹乐音	第1、2、13章	BH018350	

1 建设项目基本情况

项目名称	鄂尔多斯盆地西北部大埋深高碳酸盐难浸砂岩铀矿层改造关键技术研究项目				
建设单位	中核内蒙古能源有限公司				
法人代表	唐华章		联系人	惠浩浩	
通讯地址	内蒙古自治区呼和浩特市赛罕区远经二路如意总部基地西蒙奈伦广场一期7号楼A座7楼				
联系电话	0471-3150836	传　真	/	邮政编码	017400
建设地点	内蒙古自治区鄂尔多斯市杭锦旗独贵塔拉镇				
立项审批部门	国家国防科技工业局		批准文号	科工二司〔2026〕609号文	
建设性质	新建☑扩建□改建□技改□		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）	26345（均为临时占地）		绿化面积（平方米）	25795	
总投资（万元）	3273		环保投资（万元）	275	
环保投资占总投资比例	8.40%		预期投产日期	2027年	

1.1 建设单位概况

中核内蒙古能源有限公司成立于2015年12月29日，是由中国铀业股份有限公司（占比51%，委托中核内蒙古矿业有限公司代管）、内蒙古煤炭地质勘查（集团）有限责任公司（占比27.46%）和中广核铀业发展有限公司（占比21.54%）共同出资成立的合资公司，经营范围主要为放射性金属矿采选、煤炭开采和洗选业、能源矿产地质勘查、固体矿产地质勘查、地质勘查技术服务、工程的技术研究和试验发展。中核内蒙古能源有限公司作为央企与地方国企合作平台，致力于开发鄂尔多斯盆地北部铀矿资源，近年来积极响应国家、自治区能源政策，聚焦主业、瞄准靶区，推进铀资源开发的重点工作。

1.2 项目由来及必要性

2000年以来，鄂尔多斯盆地先后发现并落实了大营、纳岭沟、巴音青格利、特拉敖包等一批大型、特大型砂岩铀矿床，为我国天然铀生产实现数千吨产能规模提升提供了资源保障。然而，巴音青格利、特拉敖包等部分铀矿床具有大埋深、高碳酸盐、难浸出等特点，

面临注液困难、化学堵塞和浸出率低等矿床开发的瓶颈问题。针对上述问题，中核矿业科技集团有限公司自 2022 年至今在巴音青格利南部开展了“鄂尔多斯盆地北部大型砂岩铀矿床地浸试验研究”项目（以下简称为“巴音青格利（南部）试验”），解决了巴音青格利矿床南部试验区 CO_2+O_2 原地浸出采铀条件试验可行性问题，目前仍存在矿层渗透性偏低、注液困难、矿石碳酸盐含量高、铀浸出率低和浸出周期长等问题。鉴于此，本项目在该研究成果及试验设施基础上，新建 5 组试验单元，进一步聚焦于矿层浸出环境改造，创造强化浸出物理-化学双重条件，构建温压场-强化氧化浸出耦合机制，并结合大埋深矿层多场多相 FRP（地层响应预测技术）演示验证关键技术，开展现场验证试验，在此基础上，将巴音青格利（南部）试验 4 组试验单元并入本项目运行，实施包括 9 组试验单元在内的新老单元动态开采技术验证。通过项目实施，预期实现钻井注液能力的显著提升，有效缩短浸出周期并提高铀回收率，最终形成一套适用于特（超）大型低渗透砂岩铀矿的高效开发技术体系，为同类资源经济安全高效开采提供范式。

2026 年 6 月 3 日，国家国防科技工业局下发了《国家国防科工局关于鄂尔多斯盆地西北部大埋深高碳酸盐难浸砂岩铀矿层改造关键技术研究任务书的批复》（科工二司〔2026〕609 号文），对本项目进行了批复，根据批复要求，核工业北京化工冶金研究院是本项目主研单位，中核内蒙古能源有限公司是项目参研单位，负责现场试验的实施。中核内蒙古能源有限公司持有试验区的探矿权（证号：DT1000020260310080000066），具备开展地浸试验的能力和经验。因此，本次环境影响评价项目建设单位为中核内蒙古能源有限公司。

根据《中华人民共和国生态环境法典》、《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，中核内蒙古能源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生态环境影响评价工作。接受委托后，生态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 2026 年 11 月完成了生态环境影响报告表的编制工作。

1.3 项目概况

1.3.1 项目概况

项目名称：鄂尔多斯盆地西北部大埋深高碳酸盐难浸砂岩铀矿层改造关键技术研究项目。

建设性质：新建。

建设单位：中核内蒙古能源有限公司。

建设地点：内蒙古自治区鄂尔多斯市杭锦旗独贵塔拉镇。

研究周期：研究周期为 4 年（建设期 1 年，试验期 3 年）。

评价周期：9 年（包括研究周期 4 年）。

工作制度：试验期年工作 330d。

项目投资：本项目总投资 3273 万元，其中环保投资 275 万元。

1.3.2 项目内容

本项目为鄂尔多斯盆地西北部大埋深高碳酸盐难浸砂岩铀矿层改造关键技术研究项目，主要针对大埋深、高碳酸盐、低渗透砂岩铀矿，开展矿层浸出环境改造和多场耦合-强化氧化浸出等技术研究，突破温压场构建-强化浸出和大埋深矿层多场多相 FRP 演示验证关键技术，完成巴音青格利铀矿床现场验证试验，实现钻井注液能力提升并提高铀浸出速率与回收率。本项目研究内容具体见表 1.3-1。

表 1.3-1　本项目研究内容一览表

序号	课题名称	子题内容	研究内容
一	低渗透难浸砂岩铀矿浸出环境改造技术研究	高压 CO_2 低渗透难浸砂岩水-岩浸出环境改造技术研究	开展低渗透难浸砂岩水-岩浸出环境改造技术、超临界 CO_2 低渗透难浸砂岩矿层改造技术等室内浸出试验，在实验室内进行，不涉及现场内容。
		超临界 CO_2 矿层改造机制研究	
二	难浸砂岩铀矿多场耦合—强化氧化浸出技术研究	微纳米分散氧化技术研究	开展臭氧纳米分散强化氧化等室内浸出试验，在实验室内进行，均不涉及现场内容。
		多场耦合浸铀机理与技术研究	
三	原地浸出采铀动态开采关键技术研究	监测设备及系统研发	开展监测设备及系统和动态开采决策模型研发，不涉及现场内容。
		动态开采决策模型研究	
四	绿色智能高效地浸条件试验研究	现场试验	开展绿色智能高效地浸现场条件试验，最终利用环境及污染物排放监测数据等开展技术经济评价。现场建设内容为试验井场钻井及吸附区设施施工。
		绿色智能高效地浸评价	

1.3.3 项目建设进度计划

本项目实施周期为 2025 年 8 月～2029 年 7 月。具体进度安排见表 1.3-2。

表 1.3-2　项目建设进度计划表

研究内容		时间安排				
		2025 年	2026 年	2027 年	2028 年	2029 年
低渗透难浸砂岩矿层浸出环境改造技术研究	工艺矿物学研究	■	■			
	高压 CO_2-HCO_3^-水-岩浸出环境改造室内浸出试验		■			
	岩石力学性质分析测定		■	■		
	超临界 CO_2 低渗透难浸砂岩矿层物化改造机制		■			
	超临界 CO_2 矿层深度改造室内浸出试验	■	■	■		
	超临界 CO_2 压裂铀矿复杂缝网及微结构特性演化规律		■	■	■	
难浸砂岩铀矿多场耦合-强化氧化浸出技术研究	微纳米臭氧气泡特征研究	■	■			
	微纳米分散技术验证室内浸出试验		■	■		
	多因素多场耦合溶浸机理及强化调控机制	■	■			
	强化浸出难浸铀矿浸出规律验证室内浸出试验			■		
原地浸出采铀动态开采关键技术研究	监测设备及系统研发		■	■	■	
	动态开采决策模型研究		■	■	■	■
绿色智能高效地浸试验研究	现场试验施工			■		
	现场试验运行			■	■	■
	绿色智能高效地浸评价					■

1.3.4 建设内容

1）巴音青格利（南部）试验建设内容

巴音青格利（南部）试验的建设单位为中核矿业科技集团有限公司，该研究项目于 2022 年 8 月 18 日取得国家生态环境部环评批复（环审〔2022〕132 号），2022 年 8 月 25 日开始建设，2024 年 9 月 30 日完成了项目的建设，至今一直处于运行状态。现有试验建设内容见表 1.3-3 和图 1.3-1。

表 1.3-3　项目建设内容概况

类别	建设内容
试验井场	现有试验单元 4 组，包括抽出井 4 个、注入井 9 个。
	现有监测井 5 个，包括含矿含水层监测井 4 个（SYG-2、SYG-3、SYG-4、SYG-5），上含水层监测井 1 个（SYG-1）。
	现有集控室 1 座。
吸附区	现有浸出液吸附厂房 1 座，离子交换塔 2 个。
	现有集液罐、配液罐和废水储罐各 1 个，CO_2 气体罐和 O_2 气体罐各 1 个。
	现有液体输送管线和气体供应管线等辅助设施。
宿舍区	现有宿舍区 1 处，包括宿舍和会议室，并配备化粪池。

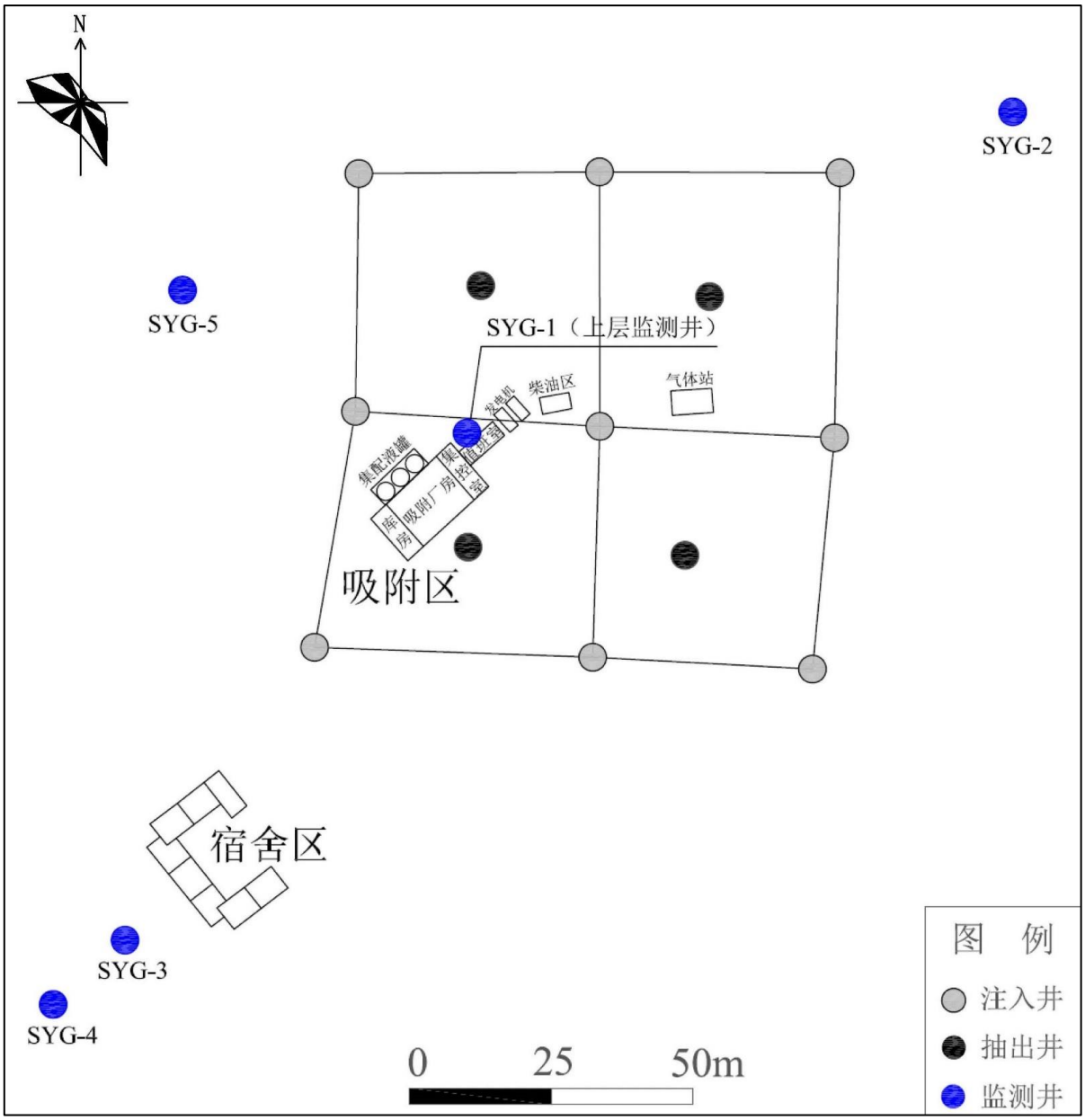


图 1.3-1　巴音青格利（南部）试验总平面布置图

2）本项目建设内容

根据研究需求，本项目建设内容主要为试验井场和吸附区，具体建设内容见表 1.3-4、图 1.3-2 和图 1.3-3。

表 1.3-4　项目建设内容概况

类别	建设内容
试验井场	新建试验单元 5 组，包括抽出井 5 个、注入井 6 个；现有试验单元 4 组并入新建试验单元整体运行，试验井场共计形成试验单元 9 组，包括抽出井 9 个、注入井 25 个（现有监测井 1 个（SYG-2）作为注入井）； 新建试验过程观测井 2 个，用于开展在抽注单元长周期运行下矿层段连通性测量、抽注单元离子浓度、温压变化过程观测。
	新建监测井 3 个，均为含矿含水层监测井（SYG-6、SYG-7、SYG-8），利用现有监测井 1 个（SYG-1）作为上含水层监测井； 现有 3 个含矿含水层监测井（SYG-3、SYG-4、SYG-5）在本项目不作利用。
	利用现有集控室 1 座。
	新建 5 组单元的井场管网等井场设施。
吸附区	在现有试验浸出液吸附厂房西侧贴建 1 座浸出液吸附厂房，并新建 2 个离子交换塔，与现有试验浸出液吸附厂房内 2 个离子交换塔串联运行，共计 4 个离子交换塔（（3 用 1 备））；现有 1 间储物室作为分析室；现有 1 间柴油间作为储物间；另外，现有储物间 2 间。
	新建集液罐、配液罐和废水储罐各 1 个，CO_2 气体罐和 O_2 气体罐各 1 个；现有集液罐、配液罐和废水储罐各 1 个，作为应急罐。
	液体输送管线和气体供应管线等辅助设施。

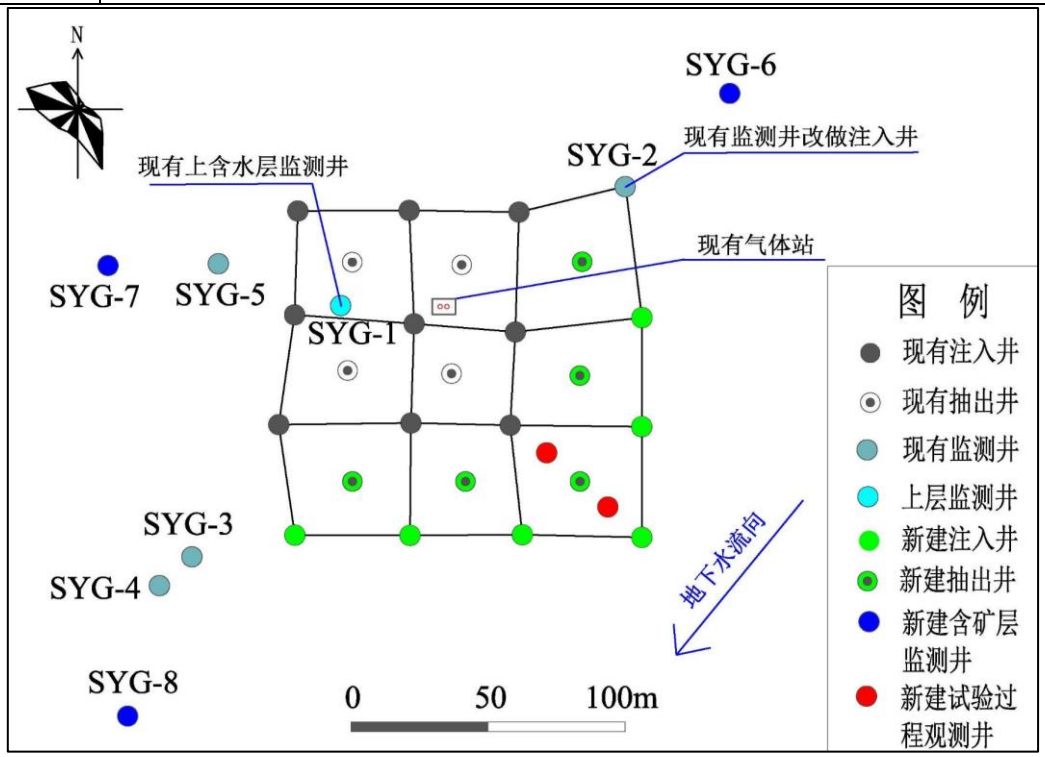


图 1.3-2　项目建设内容（试验井场）示意图

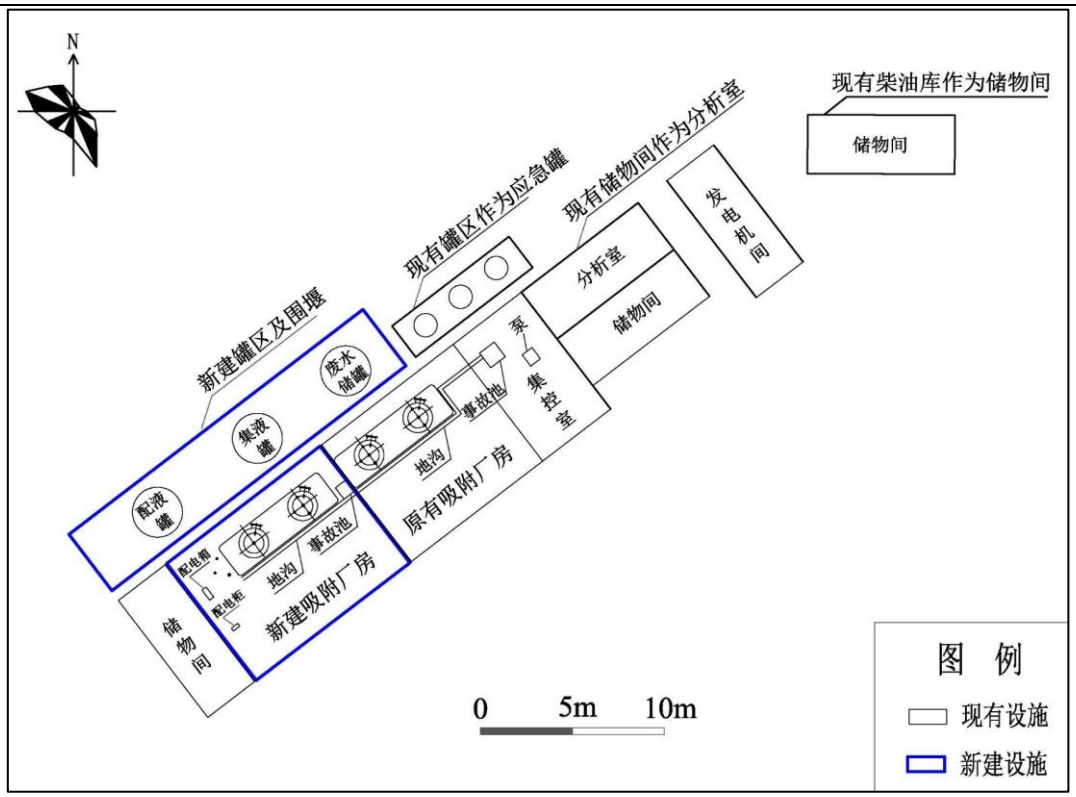


图 1.3-3　项目建设内容（吸附区）示意图

1.3.5 依托工程

本项目现场试验的部分设施依托巴音青格利（北部）试验水冶厂。本项目与巴音青格利（北部）试验依托关系位置见图 1.3-4。依托工程现状及符合性分析具体如下：

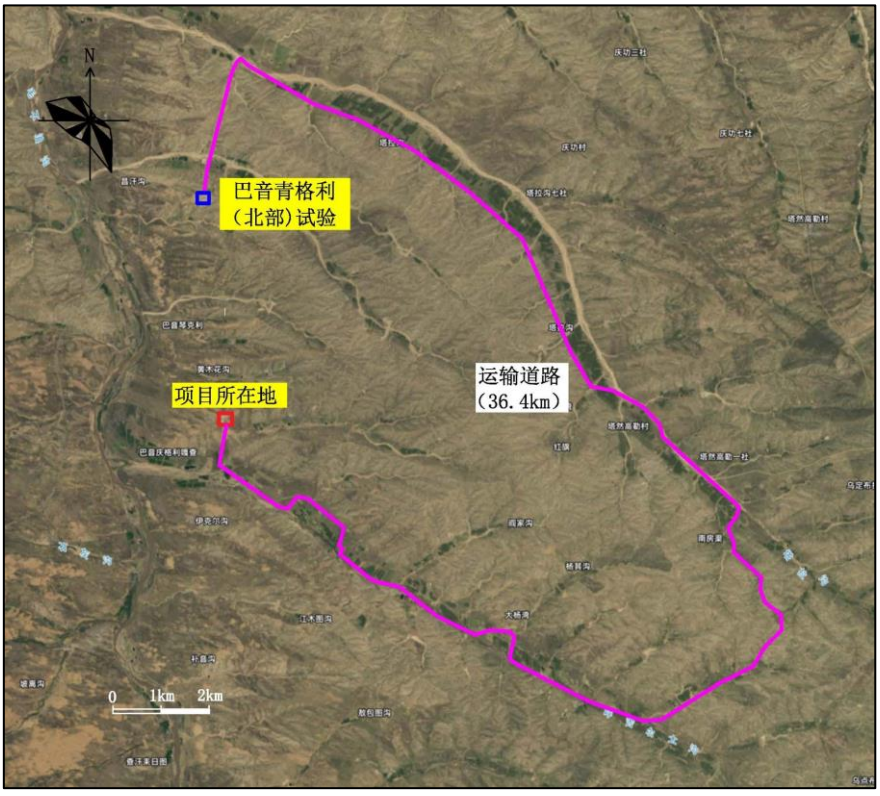


图 1.3-4　本项目与依托工程位置关系图

1）依托工程现状

2024 年 2 月，中国铀业股份有限公司印发了《关于巴音青格利铀矿床（北部）地浸试验研究科研项目立项的批复》（中铀发〔2024〕17 号），由中核内蒙古能源有限公司开展巴音青格利铀矿床（北部）地浸试验研究（以下简称“巴音青格利（北部）试验”），该试验位于巴音青格利铀矿床北部，与本项目相距约 5km。该试验于 2024 年 7 月 4 日取得国家生态环境部环评批复（环审〔2024〕67 号），2026 年 3 月 1 日完成建设，目前正在开展调试工作，在本项目试验开展前将完成竣工环境保护验收工作。

该试验设有试验井场和水冶厂，试验井场共布设试验单元 16 组，监测井 6 个，集控室 1 座、集配液罐和盐酸罐各 1 个。水冶厂布设浸出液处理厂房 1 座，蒸发池 2 座以及 MVR 蒸发装置 1 套、固体废物暂存间等辅助设施。其中，浸出液处理厂房内布设吸附塔、淋洗罐、酸化罐、沉淀罐、板框机和过滤器等水冶设施；蒸发池的总蒸发面积为 600m^2，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；MVR 蒸发装置设计处理规模为 10m^3/d，用于处理部分吸附尾液；固体废物暂存间尺寸为 6m×4m，主要用于暂存浸出液过滤残渣、洗井残渣、MVR 结晶盐和废旧设备及零配件等固体废物。

2）依托关系分析

本项目的依托工程包括巴音青格利（北部）试验的浸出液处理厂房、固体废物暂存间和 MVR 蒸发装置。

本项目产生的饱和树脂运输至巴音青格利（北部）试验浸出液处理厂房进行后续处理，处理后的贫树脂再运回本项目浸出液吸附厂房。本项目井场保持抽大于注比例 0.5%所产生的吸附尾液以及少量实验废水由树脂转运车运输至巴音青格利（北部）试验 MVR 蒸发装置进行蒸发处理。本项目产生的洗井残渣、浸出液吸附残渣和少量废旧设备及零配件收集后运送至巴音青格利（北部）试验固体废物暂存间，MVR 结晶盐装桶后存放于巴音青格利（北部）试验固体废物暂存间。

3）接受能力分析

（1）饱和树脂接受能力分析

巴音青格利（北部）试验浸出液处理厂房淋洗（反冲及转型）工序为单淋洗塔间歇操作，采用两塔串联操作，单次可处理饱和树脂约 10m^3，年处理饱和树脂能力约 420m^3。目前，巴音青格利（北部）试验年最大处理量约 280m^3，剩余年处理能力约 140m^3。本项目规

模较小，试验运行期饱和树脂年最大产生量约 120m^3，小于巴音青格利（北部）试验的饱和树脂剩余处理能力，因此依托巴音青格利（北部）试验浸出液处理厂房处理饱和树脂是可行的。

（2）废水接受能力分析

巴音青格利（北部）试验设置了 MVR 蒸发装置处理吸附尾液，该装置处理规模约为 3650m^3/a，巴音青格利（北部）试验进入 MVR 蒸发装置处理的废水量为 1597.2m^3/a，则 MVR 蒸发装置剩余处理量为 2052.8m^3/a。本项目废水总量约 1773.46m^3/a，包括吸附尾液 1773.13m^3/a，实验废水 0.33m^3/a；故 MVR 蒸发装置剩余处理量可满足本项目的废水处理要求。因此，本项目废水依托巴音青格利（北部）试验 MVR 蒸发装置处理是可行的。

（3）固体废物接受能力分析

巴音青格利（北部）试验固体废物暂存间容积为 48m^3，在试验运行期间产生的固体废物收集在固体废物暂存间内，定期运至纳岭沟地浸采铀工程固体废物库。由于本项目试验期较短，规模较小，废旧设备及零配件、浸出液吸附残渣、洗井残渣和 MVR 结晶盐等产生量较少，约 2m^3，依托巴音青格利（北部）试验固体废物暂存间暂存是可行的影响。

1.4 与项目有关的原有污染情况及主要环境问题

巴音青格利（南部）试验运行期间，中核矿业科技集团有限公司严格执行各项安全环保制度，目前安全环保设施运行状况良好，至今未发生过环境纠纷、环境污染事故（件）和异常情况。

根据《巴音青格利地浸采铀试验项目流出物及环境监测年度报告》（2024 年、2025 年），项目周边主要居民点处空气环境中氡及其子体浓度、潜水含水层地下水环境、土壤环境和生物样品中各因子浓度均与本底水平相当或标准限值内。井场监测井含矿含水层地下水中各特征因子水平稳定，均处于本底范围内，未发生明显变化。综上所述，巴音青格利铀矿床（南部）试验的生产未对周边环境造成明显影响。

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对居民影响最大的气载流出物集液罐为中心，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）大气环境影响评价等级与评价范围

本项目运行期间无非放射性废气产生，因此不再进行大气环境影响评价。

2）地表水环境影响评价等级与评价范围

本项目试验期间产生的废水不外排，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

《环境影响评价技术导则 地下水环境》（HJ 610-2016）中附录 A—地下水环境影响评价行业分类表中没有对该行业的地下水环境影响评价项目类别进行分类。参照附录 A 中行业类别“H 有色金属中第 48 项（冶炼）”，其对应的地下水环境影响评价项目类别为“I 类”。本项目不涉及地下水的敏感区或较敏感区，因此属不敏感区域。参照（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。

本项目为地浸采铀试验项目，地下水环境影响主要涉及含矿含水层，根据场址区域水文地质条件，并结合地浸采铀中地下水影响范围，本次评价采用自定义法确定评价范围：以试验井场为中心，向地下水下游（西南方向）延伸 1km，上游（东北方向）及两侧延伸 500m，模拟总面积 1.63km^2。

4）土壤环境影响评价

本项目为地浸采铀试验项目，试验周期短，项目的实施对周边土壤环境影响较小，不再确定土壤环境影响评价等级与范围，参照《环境影响评价技术导则 土壤环境（试行）》（HJ964-2018）相关要求开展土壤环境预测与评价。

5）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钻井施工场界及吸附区外 200m。

6）环境风险评价等级与范围

本项目涉及的主要危险物质为钻孔施工钻探柴油发电机使用的柴油，施工期现场柴油最大储存量约 3200L，约 2.8t。根据《建设项目环境风险评价技术导则》（HJ 169-2018）及附录 B，项目涉及风险物质使用量及临界量见表 1.5-1。

表 1.5-1　本项目 Q 值确定表

序号	危险物质名称	CAS 号	最大存在总量 q_n/t	临界量 Q_n/t	危险物质 Q 值
1	油类物质（柴油）	/	2.8	2500	0.00112
项目 Q 值					0.00112

由上表可知，本项目 Q 值为 0.00112<1，项目环境风险潜势为 I。根据《建设项目环境风险评价技术导则》（HJ 169-2018），环境风险评价等级确定为简单分析。

7）生态评价等级与范围

本项目总占地面积 26345m^2≤20km^2。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，因此确定生态评价为三级，评价范围为本项目占地区域。

1.6 本项目与相关文件和政策的符合性分析

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），不属于产业政策指导目录规定的限制类和淘汰类项目，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 生态环境分区管控符合性分析

2024 年 8 月 6 日，鄂尔多斯市生态环境局发布了《鄂尔多斯市生态环境分区管控动态更新成果（2023 年版）》，对生态环境分区管控的成果进行了动态更新，包括优先保护单元 76 个、重点管控单元 86 个、一般管控单元 9 个，分区分类实施精细化管控。

1）与生态环境准入清单符合性分析

经内蒙古自治区生态环境厅生态环境管控公众端应用平台查询，本项目所在环境管控单元类别为重点管控单元“塔然高勒矿区”，环境管控单元编码为 ZH15062520005，管控单元查询图见图 1.6-1。本项目与鄂尔多斯塔然高勒矿区环境管控单元准入清单相符性分析见表 1.6-1。

表 1.6-1　本项目与环境管控单元准入清单相符性分析

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
ZH15062520005	塔然高勒矿区	重点管控单元	空间布局约束	未作要求。	/
			污染物排放管控	未作要求。	/
			环境风险防控	未作要求。	/
			资源开发效率要求	1.原煤入选率不低于 75%；煤矸石综合利用率应达到 75%以上；矿井水、疏干水应采用洁净化、资源化技术和工艺进行合理处置，处置率达到 100%。 2.煤矿采区回采率、原煤入选率、煤矸石与共伴生矿产资源综合利用率等三项指标符合自然资源部发布的《煤炭资源合理开发利用“三率”指标要求（试行）》。 3.严格执行取用水总量控制制度，推进矿井水综合利用，煤炭矿区的补充用水、周边地区生产和生态用水应优先使用矿井水，加强洗煤废水循环利用。 4.限制勘查开发过程中对环境破坏较大的砂金等重砂矿物，原则上不再新设勘查项目，确需新立的必须通过环境影响评估，并征得环保部门同意。禁止勘查超贫磁铁矿。	本项目不属于煤炭行业。 本项目试验过程中 99.5%吸附尾液回注含水层重复利用。



图 1.6-1　管控单元查询图

2）与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。本项目位于内蒙古鄂尔多斯市杭锦旗境内，经建设单位与杭锦旗自然资源局核实（见附件1），本项目占地未在生态保护红线内。

3）与环境质量底线符合性分析

根据《2025年内蒙古自治区生态环境状况公报》，本项目所在区域鄂尔多斯市2025年SO_2、NO_2、$PM_{2.5}$和PM_{10}年均浓度以及CO第95百分位24h平均浓度、O_3第90百分位最大8小时平均浓度等大气基本污染物浓度均符合《环境空气质量标准》（GB3095-2026）的过渡阶段二级标准要求，为空气达标区。

本项目施工期非放射性废气达标排放，试验运行期氡气排放量较少，对周边大气环境影响较小；废水不外排，对周边水环境影响较小；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；本项目不涉及重大危险源，“三废”排放对周围环境影响很小，试验运行后可维持区域的环境质量等级，不会出现环境质量降级。总体而言，本项目的建设符合环境质量底线要求。

4）与资源利用上线符合性分析

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。

本项目建设运行过程中，主要资源消耗有土地、能源（电能）和水。本项目占地面积约26345m^2，均为临时占地，施工完毕后立即恢复地表原始地貌形态，占用土地资源较少；本项目不涉及使用高耗电设备，且用水量较少，供电总功率及用水可满足试验及生活要求。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。

1.6.3 产业准入负面清单符合性分析

本项目位于内蒙古自治区，属于地浸采铀试验，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）中产业准入负面清单，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生态环境分区管控要求。

2 编制依据

法规标准	1）法规 （1）《中华人民共和国生态环境法典》2026 年 8 月 15 日； （2）《中华人民共和国草原法》2021 年 4 月 29 日； （3）《中华人民共和国水土保持法》2011 年 3 月 1 日； （4）《建设项目环境保护管理条例》2017 年 10 月 1 日； （5）《建设项目环境影响评价分类管理名录》2021 年 1 月 1 日； （6）《国家危险废物名录（2025 年版）》2025 年 1 月 1 日； （7）《产业结构调整指导目录（2024 年本）》2024 年 2 月 1 日； （8）《生态环境监测条例》（中华人民共和国国务院令第 820 号）2026 年 1 月 1 日； （9）《地下水管理条例》（中华人民共和国国务院令第 748 号）2021 年 10 月 21 日； （10）《中共中央办公厅 国务院办公厅关于加强生态环境分区管控的意见》2024 年 3 月 6 日； （11）《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）； （12）《内蒙古自治区草原管理条例》2005 年 1 月 1 日； （13）《内蒙古自治区草原管理条例实施细则》2006 年 5 月 1 日； （14）《内蒙古自治区人民政府关于印发〈内蒙古自治区主体功能区规划〉的通知》（内政发〔2012〕85 号，2012 年 7 月 27 日）； （15）《鄂尔多斯市人民政府关于“三线一单”生态环境分区管控的实施意见》（鄂府发〔2021〕218 号）； （16）《鄂尔多斯市生态环境局关于印发〈鄂尔多斯市生态环境分区管控动态更新成果（2023 年版）〉的通知》2024 年 8 月 6 日； （17）《杭锦旗人民政府关于严禁非法开垦、放牧、凿井等破坏草原的通告》，杭锦旗人民政府，2019 年 11 月 12 日； 2）标准规范 （1）《建设项目环境影响评价技术导则 总纲》（HJ 2.1-2016）；

（2）《环境影响评价技术导则 大气环境》（HJ 2.2-2018）；

（3）《环境影响评价技术导则 地下水环境》（HJ 610-2016）；

（4）《环境影响评价技术导则 地表水环境》（HJ 2.3-2018）；

（5）《环境影响评价技术导则 声环境》（HJ 2.4-2021）；

（6）《环境影响评价技术导则 生态影响》（HJ 19-2022）；

（7）《环境影响评价技术导则 土壤环境（试行）》（HJ 964-2018）；

（8）《建设项目环境风险评价技术导则》（HJ 169-2018）；

（9）《环境影响评价技术导则 铀矿冶》（HJ 1015.1-2019）；

（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）《核工业铀矿冶工程技术标准》（GB 50521-2023）；

（14）《铀矿冶放射性废物辐射环境管理技术规定》（GB 14585-2024）；

（15）《环境空气质量标准》（GB 3095-2026）；

（16）《地下水质量标准》（GB/T 14848-2017）；

（17）《声环境质量标准》（GB 3096-2008）；

（18）《城市污水再生利用 城市杂用水水质》（GB/T 18920-2020）；

（19）《土壤环境质量 农用地土壤污染风险管控标准（试行）》（GB 15618-2018）；

（20）《大气污染物综合排放标准》（GB 16297-1996）；

（21）《建筑施工噪声排放标准》（GB 12523-2025）；

（22）《工业企业厂界环境噪声排放标准》（GB 12348-2008）；

（23）《可免于辐射防护监管的物料中放射性核素活度浓度》（GB 27742-2011）；

（24）《危险废物贮存污染控制标准》（GB 18597-2023）；

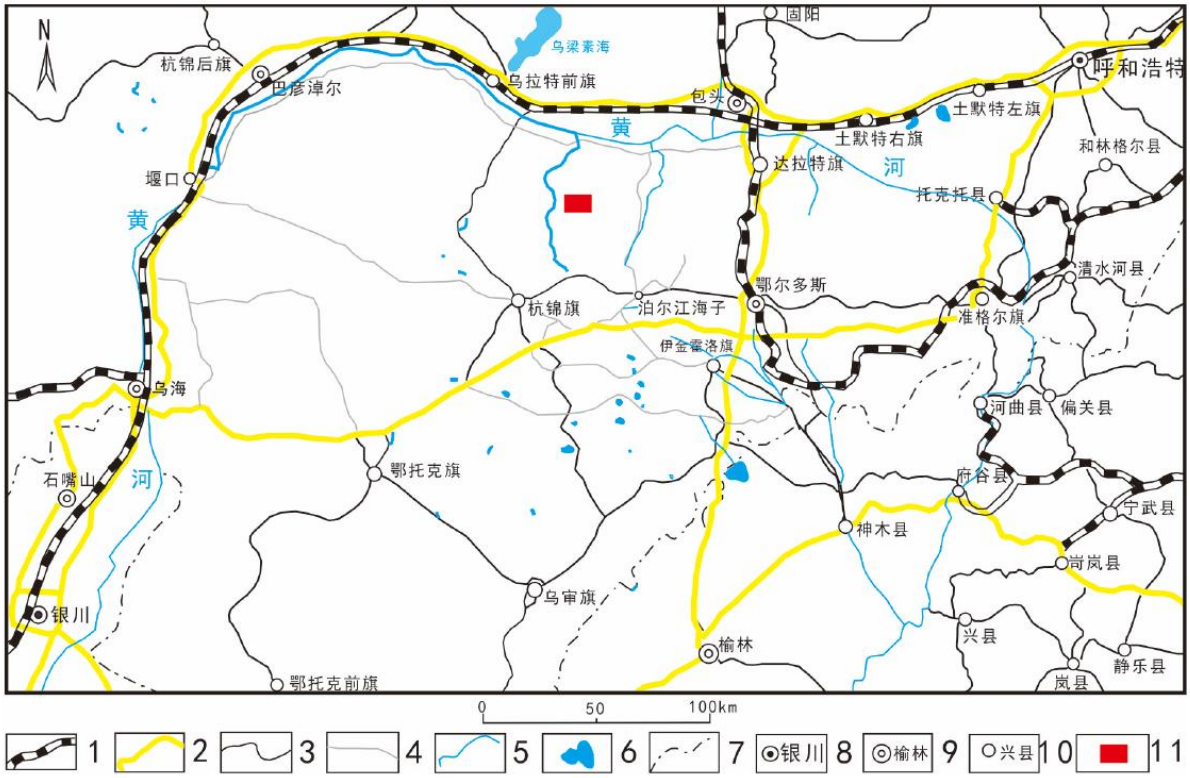
（25）《一般工业固体废物贮存和填埋污染控制标准》（GB 18599-2020）。

相关文件	1）《国家国防科工局关于鄂尔多斯盆地西北部大埋深高碳酸盐难浸砂岩铀矿层改造关键技术研究任务书的批复》（科工二司〔2026〕609 号文），国家国防科技工业局，2026 年 6 月； 2）《内蒙古鄂尔多斯市巴音青格利地区普查成果报告》，核工业二〇八大队，2020 年 12 月； 3）《内蒙古鄂尔多斯市塔然高勒地区铀矿勘查成果报告》，核工业二〇八大队，2020 年 10 月； 5）《巴音青格利南部项目环境质量现状监测报告（ZJHJ26052010）》，2026 年 6 月 8 日； 6）《关于鄂尔多斯盆地西北部大埋深高碳酸盐难浸砂岩铀矿层改造关键技术研究建设范围用地查询的说明》，杭锦旗自然资源局，2026 年 8 月； 7）《鄂尔多斯市生态环境局关于“鄂尔多斯盆地西北部大埋深高碳酸盐难浸砂岩铀矿层改造关键技术研究”环境影响评价执行标准的复函》，鄂尔多斯市生态环境局，2026 年 8 月。

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鄂尔多斯市杭锦旗独贵塔拉镇，东南距鄂尔多斯市约88.3km，西南距杭锦旗约31.7km。试验区北部有京兰铁路、京藏高速、兴巴高速、110国道，S24省道，东部有包神铁路、包茂高速以及运煤专线，南部有109国道、塔锦线，西部有S215省道，交通较为便利，地理位置见图3.1-1。



1-铁路；2-国道；3-省道；4-草原公路；5-河流；6-湖泊；7-市界限；8-枢纽城市；9-市；10-旗；11-试验区。

图3.1-1　地理位置图

3.2 区域地形地貌

本项目所在区域位于鄂尔多斯盆地北部，毛乌素沙漠东部边缘区域，海拔标高在1300～1600m之间，为典型高原丘陵区的剥蚀堆积地貌、堆积地貌及河成地形组成的地貌景观。区内自西向东地形切割逐渐强烈，沟谷纵横交错，切割坡面陡峻，多呈“V”字型，平面上沟谷呈树枝状分布，形成“千沟万壑”的地貌景观。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

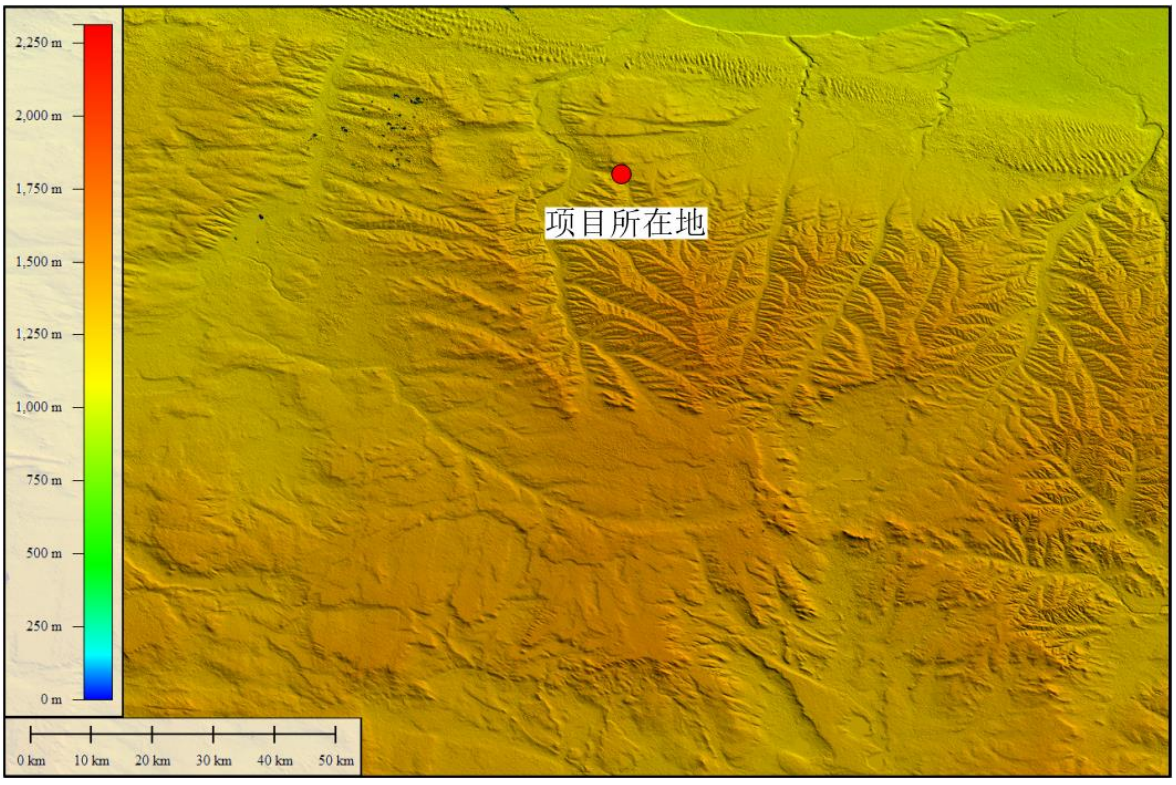


图 3.2-2　三维地形图

3.3 气候气象

1）区域气候特征

本项目所在区域气候属典型的中温带大陆性半干旱季风气候，冬季寒冷漫长，夏季炎热短暂，春季少雨多风，秋季凉爽怡人，昼夜温差大，全年无霜期短，冰冻期长。根据杭锦旗气象站近二十年气象资料统计，多年平均气温 7.4℃，最冷的 1 月份平均气温-10.7℃，而最热的 7 月份平均气温为 22.8℃，多年极端最高气温 38.1℃，极端最低气温-29.6℃。年平均气压 859.7hPa，年平均相对湿度 47.7%。年平均降水量为 333.5mm，年平均蒸发量 2624mm。最大年降水量为 437.3mm，最小年降水量为 164.5mm。区内风向随季节变化，平均风速为 3.7m/s，最大风速为 25.3m/s。

2）气象资料

本次评价的地面气象数据采用距离本项目最近的杭锦旗气象站 2025 年逐时气象数据，该站站点编号 53533，地理坐标为东经 108.71°，北纬 39.81°，与试验区距离约 35.4km，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 108.66°，北纬 39.88°，与本项目距离约 29.1km。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。

评价区所在地区全年温度、风速月平均变化情况见表 3.3-1，温度、风速月变化曲线图见图 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 3.3-2。

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（℃）	-8.6	-7.7	1.9	10.5	15.4	21.1
风速（m/s）	4.1	4.0	5.4	6.0	5.6	3.9
月份	7 月	8 月	9 月	10 月	11 月	12 月
温度（℃）	22.7	20.8	15.6	7.5	0.2	-6.7
风速（m/s）	4.2	3.8	4.0	3.1	5.4	4.2

表 3.3-2　全年各风向风频

风向	N	NNE	NE	ENE	E	ESE	SE	SSE	S
频率（%）	3.0	1.9	1.7	1.6	2.9	5.4	7.8	14.5	6.6
风向	SSW	SW	WSW	W	WNW	NW	NNW	C	/
频率（%）	5.4	5.8	6.6	8.8	12.2	8.2	6.6	1.1	/

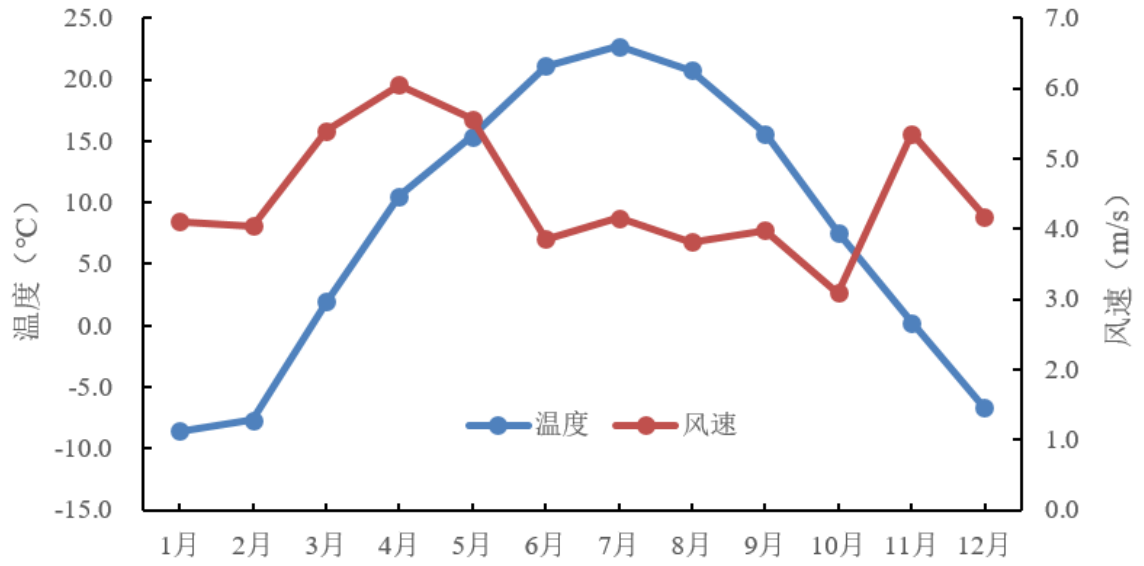


图 3.3-1　温度、风速月变化曲线

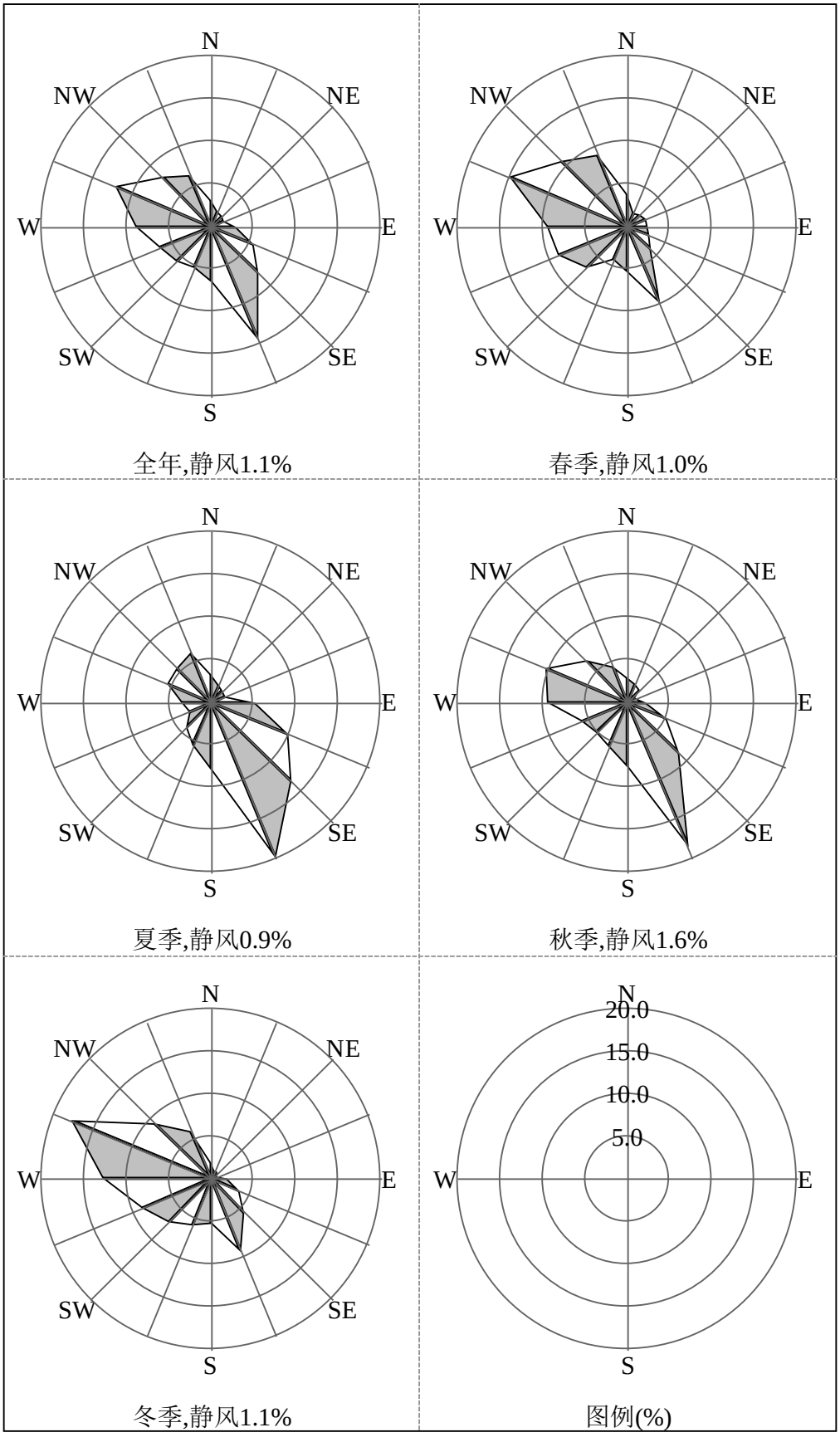


图 3.3-2　全年和各季风向玫瑰图

3.4 地表水系

杭锦旗境内主要水系由黄河和 25 条季节性河流构成。其中，黄河为过境河流，其它河流主要包括摩林河、毛布拉格孔兑、陶赖沟、叶力摆沟、夭斯图河、乌吉尔庙沟、巴拉贡沟、朝凯沟、汗格岱沟、布尔洞沟、牙西纳太沟、磨石沟、小南河及独贵塔拉、吉日嘎朗图等。本项目所在地周围地表水系主要有毛布拉格孔兑、塔拉沟、昌汗沟、毛登青格利沟和霍吉太沟等季节性水系，河流水量受大气降水影响明显，本项目距离最近的地表水系为霍吉太沟，距离 1.2km。区内沿毛布拉格孔兑沟分布较多小型湖泊，该类型湖泊多为人工挖沙后形成的人工湖泊，但由于常年降水量较少，部分湖泊已干涸。本项目周边地表水系图见图 3.4-1。

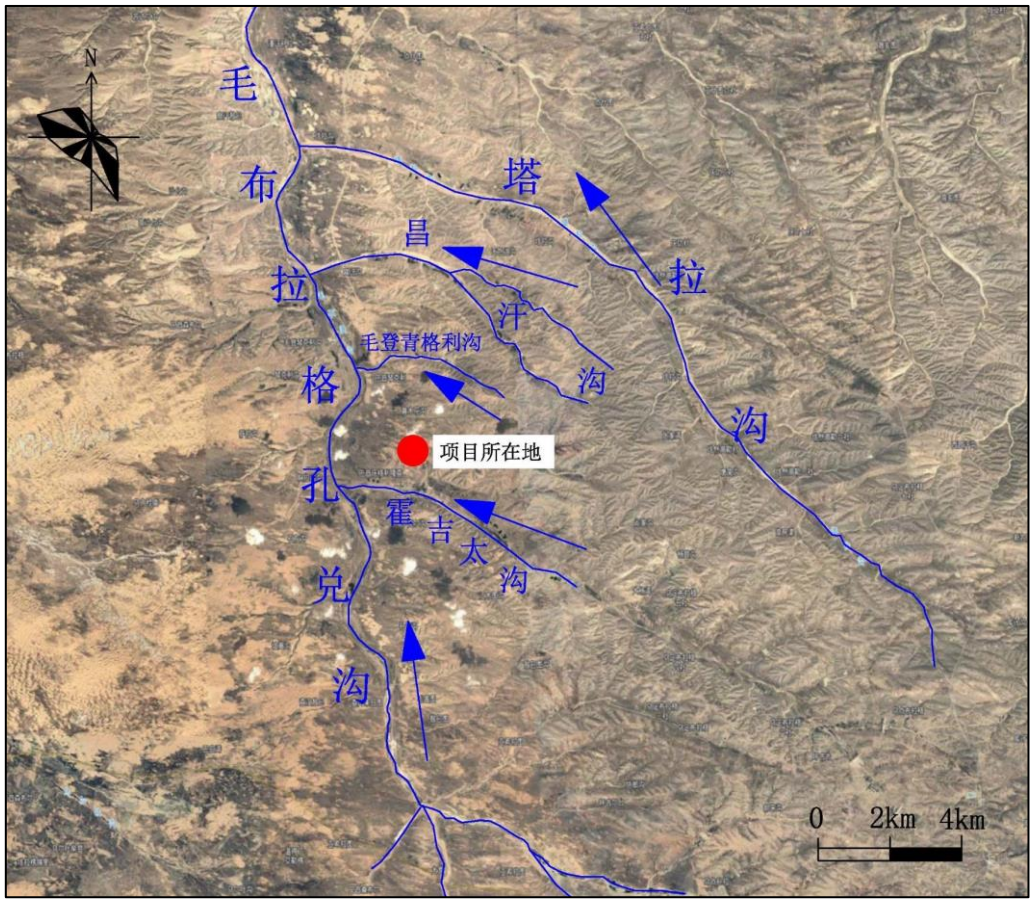


图 3.4-1　评价区周边地表水系图

3.5 地质

3.5.1 地层特征

巴音青格利铀矿床地层由深到浅主要有中生界三叠系、侏罗系、白垩系、古近系、新近系和第四系。其中，中侏罗统直罗组为主要铀矿层位，延安组为主要产煤层位。下白垩统是盆地北部出露最广泛的地层，古近系和新近系零星出露，第四系大面积分布。各地层

特征详见表 3.5-1。

表 3.5-1　鄂尔多斯盆地北部地质地层特征表

界	系	统	群组		代号	厚度（m）	岩性特征
新生界	第四系	/	/		Q	＞5	砂土层、砂砾石层、淤泥
	新近系	上新统			N_2	＞30	上部为粉砂岩与粉砂质泥岩互层，下部为砂砾岩、含砾砂岩。
	古近系	渐新统	/		E_3	＞157	中上部为土红、砖红色砂质泥岩、含钙质结核及化石，下部为泥岩夹石膏层，底部具不稳定砾岩。
中生界	白垩系	下统	志丹群	东胜组	K_1ds	＜206	下部为黄绿色砾岩，上部为灰绿色砂岩与土红色泥质砂岩、砂质泥岩互层。
				泾川组	K_1j	＜100	灰绿、砖红色泥岩夹细砂岩、泥灰岩、化石较丰富。
				罗汉洞组	K_1lh	200～562	桔红、紫红、灰紫色细砂岩，具小型斜层理，下部为红色砾岩。含介形类、鳄类化石。
				环河组	K_1h	281～768	灰绿、绿色砂岩具中小型斜层理，上部砂岩以橙红色为主，产大量脊椎动物化石。
				洛河组	K_1l	83～390	红色砂岩，具大型斜层理
	侏罗系	中统	安定组		J_2a	227	砖红、棕红色泥岩夹泥灰岩。
			直罗组		J_2z	52～300	绿色、灰绿色泥岩、砂质泥岩、泥质粉砂岩和绿色、灰色砂岩，底部为含砾砂岩。
			延安组		J_2y	166～450	灰白色长石砂岩、泥质粉砂岩、黑灰色砂质泥岩夹煤层。
		下统	富县组		J_1f	130	杂色粉砂质泥岩与长石石英砂岩互层，夹铁质结核层。
	三叠系	上统	延长组		T_3y	>35	含砾砂岩夹粉砂质泥岩，砂岩中含龟背石。
		中统	二马营组		T_2e	282	灰绿、灰白色砂岩夹紫红色泥岩。
		下统	和尚沟组		T_1h	162	棕褐、棕红色泥质粉砂岩、粉砂质泥岩夹灰白色长石石英砂岩、含砾砂岩，泥岩中含铁质结核。
			刘家沟组		T_1l	>141	浅粉红色、灰白色砂岩夹紫红色泥岩。

3.5.2 矿体地质特征

1）矿体分布特征

根据巴音青格利铀矿床直罗组下段铀矿体在垂向上产出的不同位置，共圈出了 5 个工业矿层，分别为I、II、III、IV、V号矿层。巴音青格利铀矿床矿体水平投影图见图 3.5-1。

I、II号矿层产出于直罗组下段下亚段。其中，I号矿层位于绿色古层间氧化带底部，规模最大，连续性好，是该区主矿层之一，也是本次试验的目的矿层；II号矿层位于I号矿层上部，规模较小。III、IV、V号矿层产出于直罗组下段上亚段。其中，IV矿层规模最大，连续性好，是该区另一主要矿层。III与V号矿层主要发育于矿床北部，面积较小。以下重点介绍本次试验的目的矿层I号矿层矿体特征。

I号矿层矿体在平面上呈长条带状展布，连续性好，长约 6.5km，宽（140~680）m。剖

面上产于含矿含水层中下部，表现为泛连通状，砂体稳定，厚度适中，是一套辫状河-辫状河三角洲沉积体系砂体。I号矿层顶界埋深为（481.25～637.55）m，平均为 554.09m；矿层底界埋深在（490.85～662.15）m 之间，平均为 572.98m。厚度为（2.70～8.20）m，平均 4.99m。整体表现为北薄南厚、东薄西厚的特征。

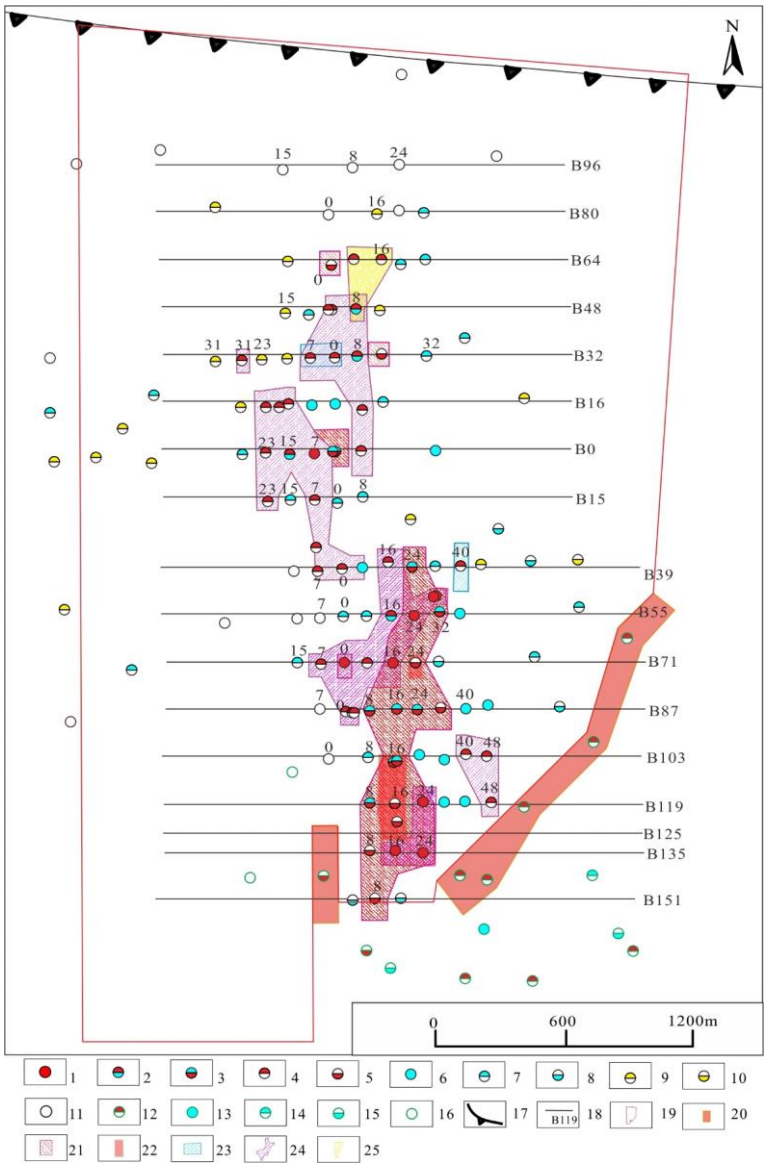


图 3.5-1 巴音青格利铀矿床矿体水平投影图

1-工业矿孔；2-上亚段工业下亚段矿化孔；3-上亚段矿化下亚段工业孔；4-上亚段工业下亚段无矿孔；5-上亚段无矿下亚段工业孔；6-矿化孔；7-上亚段矿化下亚段无矿孔；8-上亚段无矿下亚段矿化孔；9-上亚段异常下亚段无矿孔；10-上亚段无矿下亚段异常孔；11-无矿孔；12-大营铀矿施工的上亚段工业下亚段无矿孔；13-大营铀矿施工的矿化孔；14-大营铀矿施工的上亚段矿化下亚段无矿孔；15-大营铀矿施工的上亚段无矿下亚段矿化孔；16-大营铀矿施工的无矿孔；17-直罗组剥蚀边界；18-勘探线位置及编号；19-巴音青格利铀矿床范围；20-大营铀矿床圈定矿体；21-下亚段Ⅰ号矿层；22-下亚段Ⅱ号矿层；23-上亚段Ⅲ号矿层；24-上亚段Ⅳ号矿层；25-上亚段Ⅴ号矿层

2）矿石组分特征

矿体岩性主要为直罗组下段下亚段中粒砂岩、中粗粒砂岩，矿石中碎屑含量高，碎屑

成分以石英为主，其次为长石和云母。矿石物质化学组分 SiO_2 含量占比最高，为 62.8%，Al、CO_2、Ca 含量次之，分别为 5.15%、4.53%和 4.31%，其他成分占地较低。

表 3.5-2　矿石化学成分统计表　　%

化学成分	SiO_2	Al	CO_2	Ca	Fe	C	Fe^{2+}	Mg	FeS_2	S
含量	62.8	5.15	4.53	4.31	1.63	1.46	0.879	0.642	0.331	0.26

3.6 水文地质

3.6.1 区域水文地质

本项目评价区位于鄂尔多斯高原水文地质区的乌家庙－杭锦旗水文地质单元东部。该单元东起鄂尔多斯市、西至乌海，北部为黄河区域侵蚀基准面，南部为盆地的“脊部”梁地（东胜梁—四十梁），为一个相对完整的补给、径流和排泄系统。区域水文地质单元分区略图见图 3.6-1。

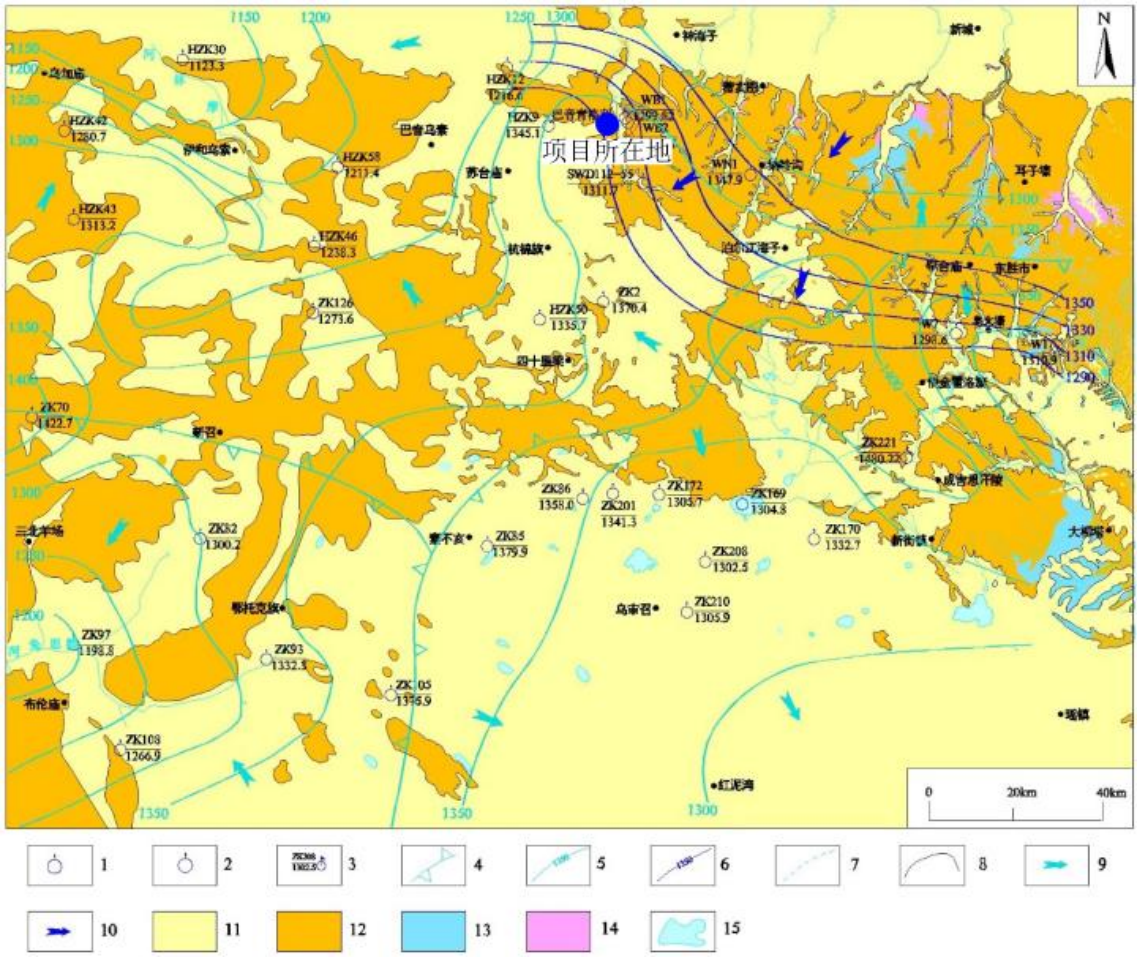


图 3.6-1　鄂尔多斯盆地北部地下水水文地质单元分区略图

1-下白垩统水文地质孔；2-中侏罗统直罗组水文地质孔；3-孔号/静止水位标高(m)；4-地表水分水岭；5-下白垩统地下水等水位线及量值(m)；6-中侏罗统直罗组地下水等水位线及量值(m)；7-季节性河流；8-地下水类型分界线；9-下白垩统地下水流向；10-中侏罗统直罗组地下水流向；11-松散岩类孔隙水；12-碎屑岩类裂隙孔隙水；13-基岩类裂隙水；14-湖泊

3.6.2 矿床水文地质

1）地下水类型及含水层分布

巴音青格利铀矿床地下水主要有松散岩类孔隙潜水，碎屑岩类裂隙孔隙潜水和承压水，水文地质剖面图见图 3.6-2，各含水层的详细特征如下：

（1）松散岩类孔隙水

该含水岩组主要分布于区内毛布拉格孔兑沟谷中，为第四系全新统（Q_4）松散冲积物。含水层岩性下部以砂砾石为主，上部多为中细砂夹粉砂质粘土，赋存孔隙潜水。含水层厚度（1.50～7.50）m，单井涌水量一般为（10～500）m^3/d，水质良好，矿化度（0.31～1.25）g/L，地下水化学类型多为 HCO_3·Cl-Ca·Mg 及 HCO_3-Ca·Na 型水。该类地下水动态不稳定，季节性变化大，接受大气降水补给，从支沟向主沟汇集，总体由南向北迳流。除蒸发与人工开采排泄外，其余主要补给下伏含水层。

（2）碎屑岩类裂隙孔隙水

碎屑岩类裂隙孔隙水是本区最主要的地下水类型，且广泛分布，含水岩组主要包括下白垩统砂岩、砂砾岩及中侏罗统直罗组和延安组砂岩、砾岩。

①下白垩统（K_1）碎屑岩类含水岩组

该含水岩组在区内广泛分布且大面积出露地表，赋存潜水与承压水，潜水含水层位于上部，常与上覆第四系松散岩类孔隙水构成统一含水体，承压含水层位于下部。含水层岩性以砂岩、砂砾岩为主，夹有泥岩、粉砂岩。由于粉砂岩、泥岩不发育，呈透镜状，在区域上尚未构成相对稳定的隔水层。该地层厚度（200~500）m，具有北东浅、南西深的特点。地下水位埋深为（100~150）m，含水层的富水性受地形的影响较大，由于该区地形切割强烈，不利于大气降水的渗入补给，水量贫乏，单井涌水量（10～140）m^3/d，水化学类型为 HCO_3-Ca、HCO_3-Ca·Na、HCO_3-Na 或 HCO_3-Na·Mg 型。

②中侏罗统直罗组(J_2z)碎屑岩类含水岩组

该含水岩组下伏于下白垩统含水岩组之下，在区内广泛分布，地下水类型为裂隙孔隙承压水。该含水岩组发育层状河流相砂体，砂体稳定分布，是砂岩型铀矿床发育的层位。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。

③中侏罗统延安组(J_2y)碎屑岩类含水岩组

该含水岩组岩性由灰白色不同粒级砂岩与灰白色、灰黑色粉砂岩、泥岩、炭质泥岩及煤层频繁互层组成。含水层层数一般由 4～6 层，单层厚度几米至十几米，赋存裂隙孔隙

承压水。含水砂岩中细砂岩、含砾砂岩为主，分选性较好，泥质胶结为主，局部钙质胶结，结构较疏松，渗透性较差。地下水水化学类型为 Cl·HCO_3-Na，矿化度 1.3g/L。该含水岩组顶部岩性主要由灰色、深灰色泥岩、炭质泥岩、粉砂岩及薄煤层组成，厚度一般大于 3.0m，在区域上构成稳定的隔水层。

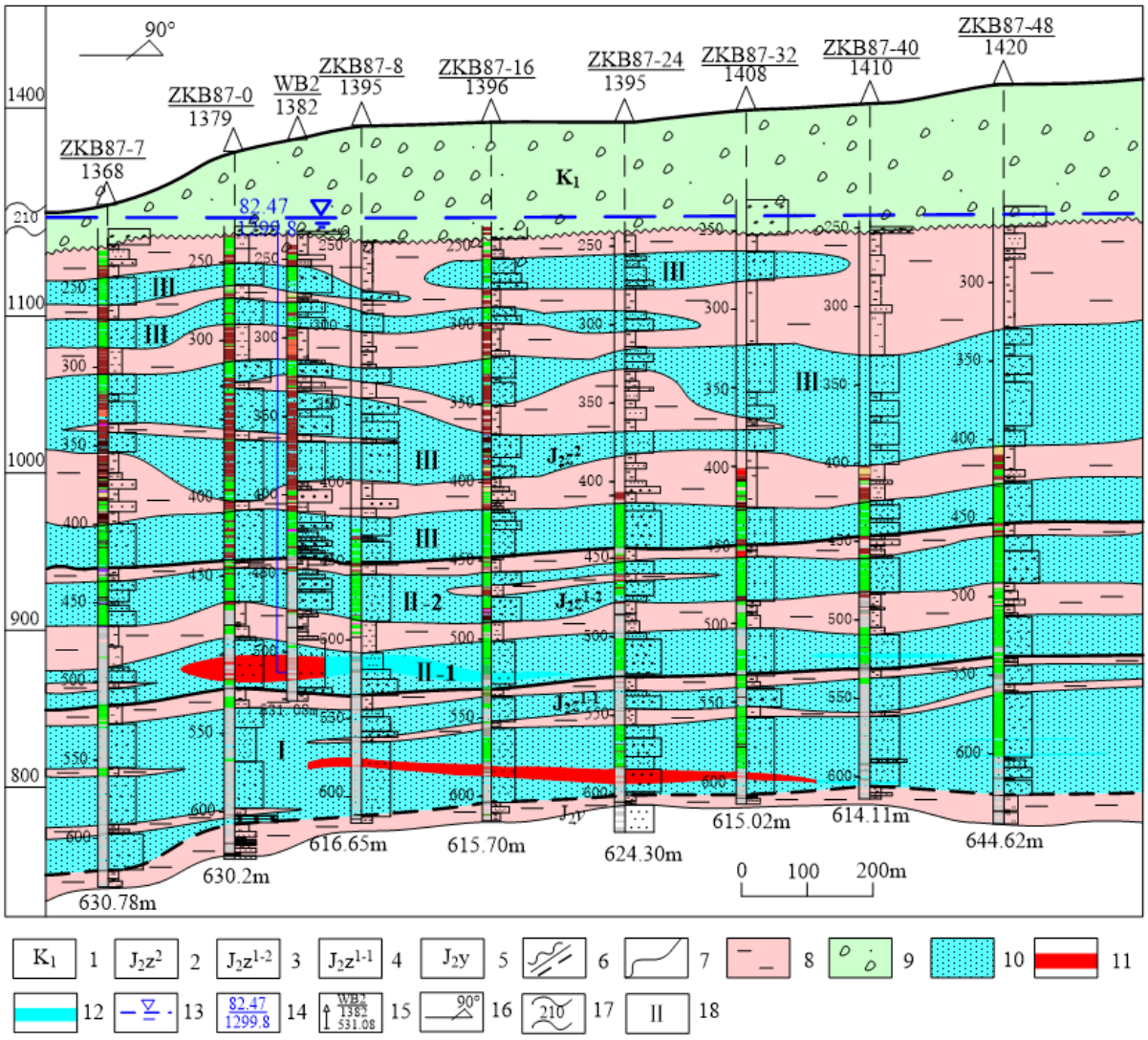


图 3.6-2　巴音青格利铀矿床 B87 号勘探线水文地质剖面图

1-下白垩统；2-直罗组上段；3-直罗组下段上亚段；4-直罗组下段下亚段；5-延安组；6-地层分界线；7-岩性界线；8-隔水层；9-下白垩统含（透）水层；10-含水层；11-工业铀矿体；12-铀矿化体；13-直罗组下段地下水压线；14-静止水位/水位标高；15-钻孔位置、孔号、孔口标高和孔深(m)；16-剖面线方向；17-地层缩略符号及缩略厚度（m）；18-含水层编号

2）含矿含水层特征

巴音青格利铀矿床含矿含水层为中侏罗统直罗组（J_2z）含水层，其自下而上可分为 3 个含水亚层，即直罗组下段下亚段含水层—第I含水层、直罗组下段上亚段含水层—第II含

水层，直罗组上段含水层—第III含水层。其中，直罗组下段下亚段含水层（第I含水层）为本次试验的目的含矿含水层，以下详细介绍。

（1）岩性特征

含矿含水层岩性以中砂岩、粗砂岩为主，其次为细砂岩和少量底砾岩。结构疏松，泥质胶结为主，分选性中等，多呈次棱角状，粘粉质含量（2.10～11.70）%，平均 8.40%。

（2）厚度及埋深特征

含矿含水层厚度一般为（30~80）m，最厚为 103.0m，最薄仅有 11.0m，平均厚度 54.2m。厚度的空间变化趋势为北薄南厚。其中厚度大于 30m 的含水层，几乎占据了矿床的大部分区域。厚度小于 20m 的含水层，仅分布于矿床北部且占据面积很小。含矿含水层地下水位埋深（71.34～82.47）m，由北向南增大；承压水头为（397.37～408.21）m，由北向南增加。

（3）水力特征参数

含矿含水层渗透性、富水性区域差异性较大，渗透系数总体范围为（0.11~1.37）m/d，单井涌水量为（188.81~233.76）m^3/d，单位涌水量为（0.019~0.23）L/s·m，导水系数为（3.59~66.5）m^2/d。为进一步模型试验区域含矿含水层渗透性能，在巴音青格利（南部）试验区地浸钻孔进行了抽水和注水试验，渗透系数范围为（0.065~0.13）m/d，属于低渗透难浸砂岩矿层。

（4）补径排特征

含矿含水层为承压含水层，具有稳定隔水顶、底板，使之与上、下含水层之间无水力联系，因此无越流补给或排泄，也难以接受大气降水补给。地下水径流受地层产状的控制，水力坡度平缓，为 1‰左右，由北东向南西顺地层缓慢径流。

（5）水化学特征

含矿含水层地下水因受地下水补给条件较差，交替强度较弱等条件的制约，地下水中阳离子主要为 Na^+，阴离子主要为 Cl^-，地下水类型主要为 Cl–Na 型水，地下水矿化度为（1.1～1.9）g/L，pH 值（7.5～10.2），为弱碱性水，水温（16～19）℃。根据水化学特征分析，该矿床水文地球化学环境处于氧化—还原环境中。

（6）隔水层特征

①隔水底板：由延安组顶部稳定的灰色粉砂岩、泥岩及薄煤层组成，厚度（2~32）m，平均为 11.4m，隔水性能好，在矿床内连续、稳定分布，与下含水层无水力联系。

②隔水顶板：由直罗组下段下亚段顶部的泥岩、粉砂岩组成。隔水厚度一般大于 2.0m，平均为 8.8m，在矿床内较稳定分布。

3.7 土地和水体利用

1）土地利用

杭锦旗总土地面积为 18900km^2。其中，耕地面积为 1082.67km^2，占总土地面积 5.73%；园地面积 0.87km^2，占总土地面积 0.01%；林地面积 3066.53km^2，占总土地面积 16.23%；草地面积 9993.46km^2，占总土地面积 52.88%；湿地面积 227.85km^2，占总土地面积 1.21%；城镇村及工矿用地面积 138.40km^2，占总土地面积 0.73%；交通运输用地面积 40.29km^2，占总土地面积 0.21%；水域及水利设施用地面积 325.50km^2，占总土地面积 1.72%。

本项目占地类型为半干旱、干旱的草地，周边 5km范围内土地类型以草地为主，不涉及基本农田。

2）水体利用

杭锦旗水资源总量为 5.3 亿 m^3，可利用水资源总量为 3.5 亿 m^3。目前，杭锦旗年总用水量为 3.16 亿 m^3。其中农业用水量 29345 万 m^3、工业用水量 1618 万 m^3、生活用水量 381 万 m^3、生态环境用水量 210 万 m^3。

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，井深约 20m，取水层位为潜水含水层，取水量较少，约 2m^3/d，为当地牧民和牲畜的饮用水源。

3.8 生态环境概况

1）生态环境状况

本项目所在区域为第四纪黄土覆盖，由于多年的流失母质和基岩裸露，而且多为壤土或吡砂土，遇风雨极易风化和崩解，抗蚀性能差。自然植被类型属于荒漠草原植被区域，是干旱草原向荒漠草原过渡地带，优势植物有狭叶锦鸡儿、沙生针茅、戈壁针茅、刺叶柄棘豆、隐子草等，次优势种有阿尔泰柴菀、多根葱、蒙古葱、冷蒿、黄蒿、黄芪、沙生棘豆、矮锦鸡儿，退化草场地带有牛心卜子、沙蒿等。

本项目周边 5km 范围内主要植物物种为旱柳、沙柳、沙蒿、针茅等沙生植物，植被多样性较差，植被覆盖度较低，无珍稀濒危野生植物物种，也不涉及基本农田。评价区内动物主要为居民养殖的牛、羊、鸡和少量小型、一般种类的野生鸟类和昆虫，无珍稀濒危野生动物物种。

2）资源开发利用状况

杭锦旗矿产和自然资源丰富，储煤面积达 8319km^2，煤炭资源总储量 786 亿 t，主要分布在杭锦旗塔然高勒、阿门其日格、巴音乌素等地区；杭锦 2#土位于杭锦旗西部的巴拉贡镇地区，远景储量 10 亿吨；芒硝湖共 3 个，分别是杭锦旗盐海子芒硝湖、阿拉善芒硝湖和昌汗霍吉尔芒硝湖；天然气区块面积 7455km^2，已探明天然气储量 9777 亿 m^3；太阳能资源丰富，适宜发展太阳能热力电和光伏发电；杭锦旗风能资源分布广泛，是内蒙古自治区风能资源富集地区之一。项目周边有东胜煤田塔然高勒矿区，含煤地层为侏罗系中系统延安组，煤层埋藏深度大，煤类以不粘煤、长焰煤为主，煤质优良。

3）生态敏感区

经建设单位与杭锦旗自然资源局核实，本项目占地范围内“未划入杭锦旗生态保护红线，未划入杭锦旗永久基本农田，不在杭锦旗城镇开发边界内”，详见附件 1。

3.9 社会环境简况

1）社会经济

根据《杭锦旗 2025 年国民经济和社会发展统计公报》，2025 年杭锦旗地区生产总值 175.45 亿元，同比增长 4.2%。其中第一产业增加值 40.54 亿元，同比增长 5.2%；第二产业增加值 80.48 亿元，同比增长 5.8%；第三产业增加值 54.43 亿元，同比增长 1.3%。第一、第二、第三次产业增加值比重为 23.11:45.87:31.02。

2）人口

根据《杭锦旗 2025 年国民经济和社会发展统计公报》，2025 年年末，杭锦旗户籍人口 141042 人。根据 2026 年实地调查，本项目评价中心（集液罐）半径 5km 范围内人口稀少且居住分散，总人口为 97 人。根据《鄂尔多斯盆地北部大型砂岩铀矿床地浸试验研究环境影响报告表》（中核矿业科技集团有限公司，2022 年 4 月）调查成果，并结合 2026 年实地调查核实，各年龄组在总人口中的比例分别为：婴儿组（≤1 岁）0.9%，幼儿组（1-7 岁）8.2%，少年组（7-17 岁）9.9%，成人组（>17 岁）80.9%。评价中心 5km 范围内居民点情况见图 3.9-1 表 3.9-1。

表 3.9-1　本项目评价中心 5km 范围内居民点

序号	居民点	方位	距离（km）	人口（人）
1	昌汗沟	ENE	4.4	8
2	闫家住宅	SE	3.4	2
3	江木图沟	SSE	4.6	4
4	伊克尔沟	S	2.1	5
5	苏都住宅	SSW	0.4	3
6	赛汗住宅	SW	0.9	9
7	石灰沟	SW	4.5	11
8	巴音庆格利嘎查	WSW	1.3	4
9	啊拉善沟	WSW	3.4	6
10	琴克利沟	WNW	4.2	13
11	毛登青格利沟	NW	4.5	9
12	黄木花沟	NNW	1.1	8
13	巴音琴克利	NNW	2.2	9
14	张家住宅	N	4.4	6
合计	97			

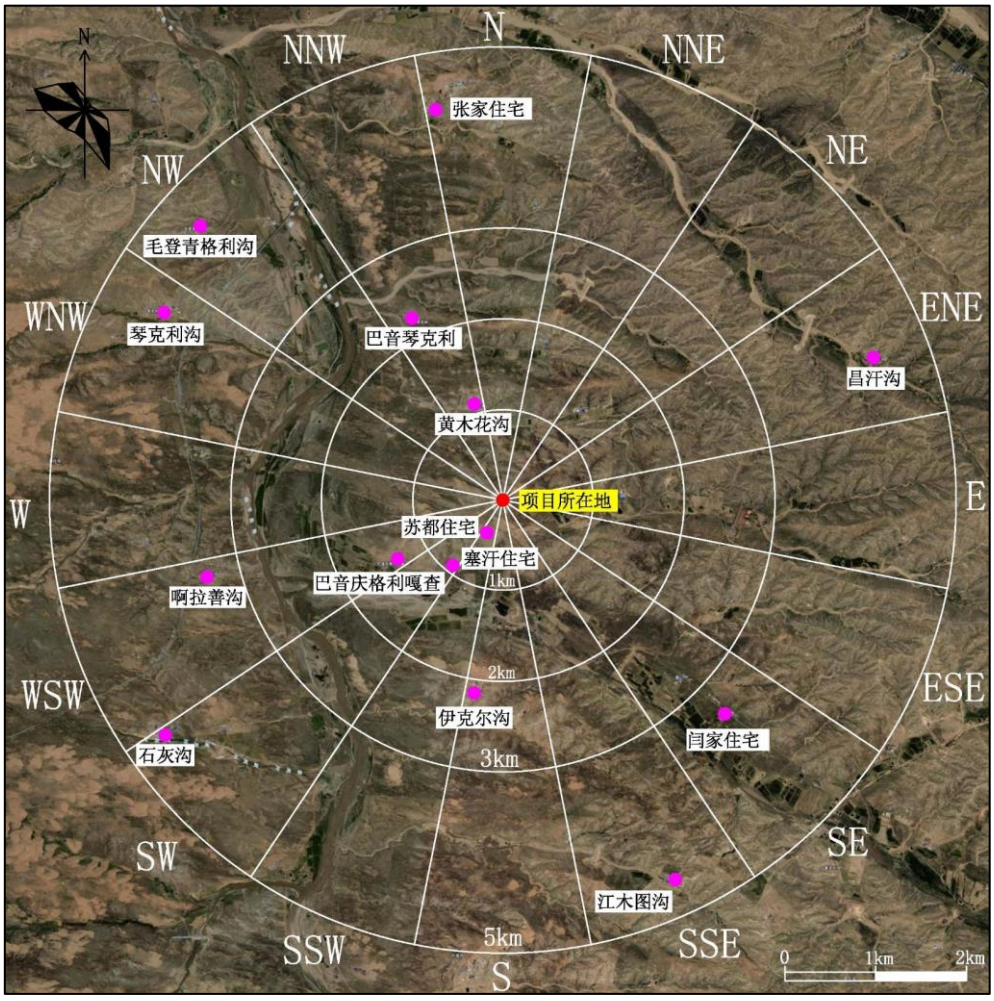


图 3.9-1　本项目评价中心 5km 范围内居民点分布图

本项目评价中心半径 20km 范围涉及杭锦旗的独贵塔拉镇、达拉特旗的恩格贝镇和中和西镇，总人口为 4107 人，20km 范围评价子区划分见图 3.9-2。由于 2022 年之后的《杭锦旗国民经济和社会发展统计公报》中不再公布人口自然增长率数据，本项目参考杭锦旗 2017 年~2021 年统计公报中人口自然增长率，见表 3.9-2，保守考虑，人口自然增长率取最大值 4.45‰。2026 年和 2027 年（条件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　人口自然增长率（2017~2021 年）

年份	2017 年	2018 年	2019 年	2020 年	2021 年
人口自然增长率（‰）	4.45	3.50	2.61	/	0.90

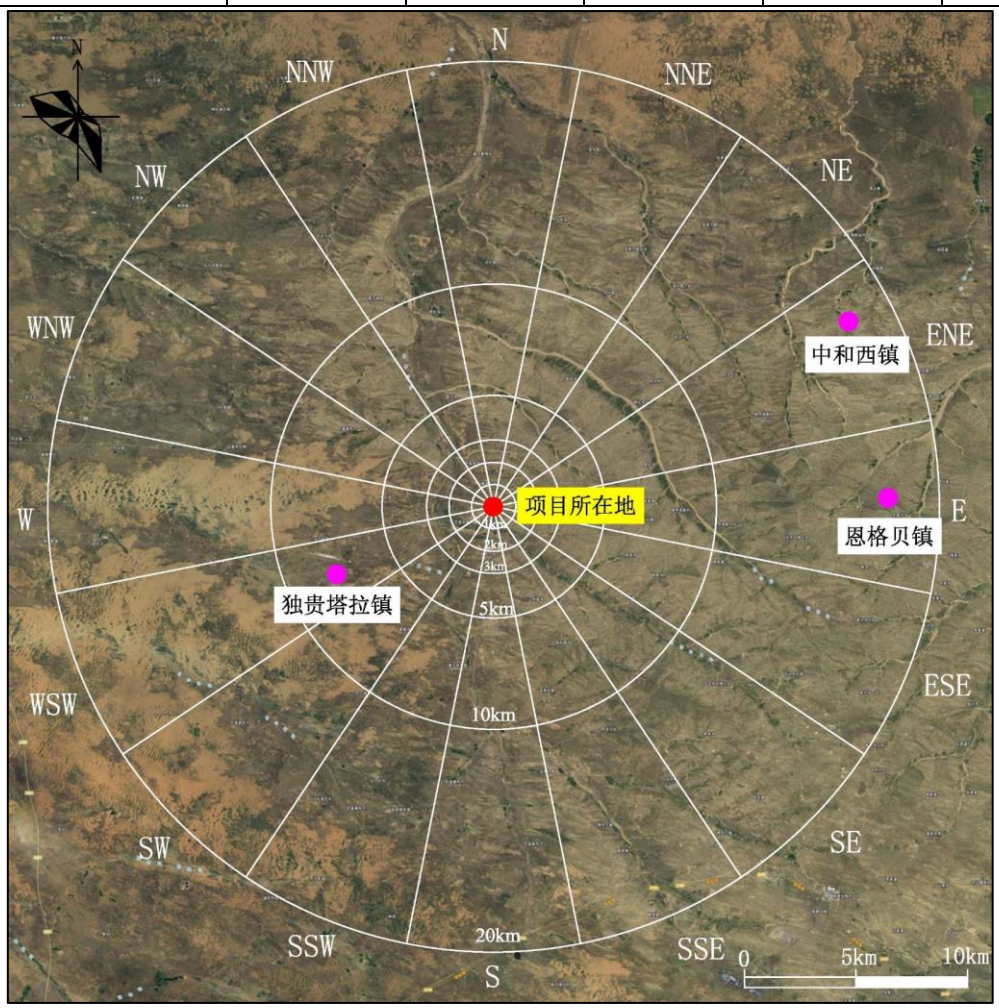


图 3.9-2　本项目评价中心 20km 范围内居民点分布图

表 3.9-3　本项目评价中心 20km 范围内人口分布（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	2	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	3	7	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	1
	少年	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1
	成人	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	4	0	0	0	6
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	1
	少年	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1
	成人	0	0	0	0	0	0	0	0	5	0	0	0	0	0	0	7
3～5	婴儿	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
	幼儿	0	0	0	1	0	0	0	0	0	0	1	0	0	1	1	0
	少年	2	0	0	1	0	0	0	0	0	0	1	1	0	1	1	0
	成人	4	0	0	6	0	0	2	4	0	0	9	5	0	11	7	0
5～10	婴儿	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1
	幼儿	7	11	9	8	11	7	8	7	8	6	9	13	11	6	10	7
	少年	9	13	11	10	14	8	10	9	10	7	11	16	13	7	12	9
	成人	75	108	92	83	118	65	83	75	84	57	91	134	108	57	100	75
10～20	婴儿	1	1	1	1	1	1	1	1	2	2	2	2	1	1	1	2
	幼儿	9	7	7	5	7	12	9	11	17	14	16	15	13	11	12	16
	少年	11	8	9	6	9	15	11	14	21	17	20	18	16	14	15	19
	成人	91	65	75	49	75	126	92	118	175	141	167	149	134	117	126	157

表 3.9-4　本项目评价中心 20km 范围内人口分布（2027 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	2	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	3	7	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	1
	少年	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1
	成人	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	4	0	0	0	6
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	1
	少年	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1
	成人	0	0	0	0	0	0	0	0	5	0	0	0	0	0	0	7
3～5	婴儿	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
	幼儿	0	0	0	1	0	0	0	0	0	0	1	0	0	1	1	0
	少年	2	0	0	1	0	0	0	0	0	0	1	1	0	1	1	0
	成人	4	0	0	6	0	0	2	4	0	0	9	5	0	11	7	0
5～10	婴儿	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1
	幼儿	7	11	9	8	11	7	8	7	8	6	9	13	11	6	10	7
	少年	9	13	11	10	14	8	10	9	10	7	11	16	13	7	12	9
	成人	75	109	92	84	119	65	84	75	84	57	92	135	109	57	100	75
10～20	婴儿	1	1	1	1	1	1	1	1	2	2	2	2	1	1	1	2
	幼儿	9	7	7	5	7	12	9	11	17	14	16	15	13	11	12	16
	少年	11	8	9	6	9	15	11	14	21	17	20	18	16	14	15	19
	成人	91	65	75	49	75	127	93	119	176	142	168	150	135	118	127	158

4 评价适用标准

表 4-1　本项目执行环境质量标准信息表

类别	标准名称	执行标准	项目名称及标准值		
环境质量标准	环境空气	《环境空气质量标准》	（GB3095-2026）二级（2030 年 12 月 31 日前，执行过渡阶段二级标准）	SO_2	1 小时平均 0.5mg/m^3
				NO_x	1 小时平 0.25mg/m^3
				TSP	24 小时平 0.3mg/m^3
	地下水	《地下水质量标准》	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	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	《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》	（GB3096-2008）2 类	Leq(A)	昼	60dB(A)
					夜	50dB(A)

污染物排放标准

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》	GB16297-1996 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
噪声	《建筑施工噪声排放标准》	GB12523-2025	Leq(A)	昼	70dB(A)
				夜	55dB(A)
	《工业企业厂界环境噪声排放标准》	GB12348-2008 中 2 类标准	Leq(A)	昼	60dB(A)
				夜	50dB(A)

辐射控制指标

根据《铀矿冶辐射防护和辐射环境保护规定》（GB23727-2020），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。

5 环境质量状况

5.1 监测目的

为了解和掌握本项目评价区环境质量现状，留下条件试验前的环境背景资料，以便试验开展后，为制定常规环境监测方案和评价在正常运行和事故排放时的放射性物质浓度以及环境影响提供比对依据，从而开展了此次环境质量现状调查与评价。

5.2 本底数据

5.2.1 区域本底数据

根据《中国环境天然放射性水平》（中国原子能出版社，2015 年 7 月），鄂尔多斯市及全国范围内的天然放射性本底值见表 5.2-1。

表 5.2-1　区域环境本底值

监测项目		监测范围值
空气（全国）	氡浓度，Bq/m^3	3.3~40.8
	氡子体，nJ/m^3	15.4~114.0
地下水（鄂尔多斯市）	$U_{天然}$，μg/L	0.38~9.99
	^{226}Ra，mBq/L	0~9.15
土壤（鄂尔多斯市）	^{238}U，Bq/kg	9.96~50.78
	^{226}Ra，Bq/kg	10.31~35.31
γ 辐射剂量率，nGy/h（鄂尔多斯市）		29.3~59.6

注：γ 辐射剂量率监测数据已扣除宇宙射线。

5.2.2 建矿前本底数据

本项目和巴音青格利（南部）试验均位于巴音青格利铀矿床（南部），根据《鄂尔多斯盆地北部大型砂岩铀矿床地浸试验研究环境影响报告表》（中核矿业科技集团有限公司，2022 年 4 月）以及巴音青格利（南部）试验施工期含矿层和上层含水层本底调查结果，巴音青格利铀矿床（南部）的天然放射性本底值见表 5.2-2 至表 5.2-4。

5.2-2　巴音青格利铀矿床（南部）空气及 γ 辐射剂量率环境本底值

监测项目		本底范围值
空气	氡浓度，Bq/m^3	7.09~11.00
	氡子体，nJ/m^3	8.14~14.01
	TSP，$\mu g/m^3$	55.89~100.02
γ 辐射剂量率，nGy/h		39.9~67.7

注：γ 辐射剂量率监测数据已扣除宇宙射线。

5.2-3　巴音青格利铀矿床（南部）地下水环境本底值

监测项目	层位		地下水III类标准
	潜水含	含矿层	
$U_{天然}$，μg/L	2.04~13.4	ND~9.10	/
^{226}Ra，mBq/L	27.4~50.9	ND~946	/
^{210}Pb，mBq/L	10.4~36.9	ND~47.9	/
^{210}Po，mBq/L	0.6~5.3	1.3~35.0	/
pH	7.60~8.18	7.80~9.25	6.5~8.5
Cl^-，mg/L	207.4~525.4	260~620.4	250
SO_4^{2-}，mg/L	7.7~171.4	8.5~177.9	250
CO_3^{2-}，mg/L	ND	ND~66.0	/
HCO_3^-，mg/L	465.7~981.2	44~539	/
K^+，mg/L	2.94~5.95	1.17~12.5	/
Na^+，mg/L	82.5~184.0	190.9~647	200
Ca^{2+}，mg/L	14.8~32.1	2.38~80.80	/
Mg^{2+}，mg/L	29.7~70.0	ND~11.30	/
Cr^{6+}，mg/L	ND	ND	0.05
NH_4-N，mg/L	ND~0.039	0.113~2.83	0.50
NO_3^-，mg/L	0.3~32.3	ND~1.69	20.0
NO_2^-，mg/L	ND~0.201	ND~0.166	1.00
Cu，μg/L	4~8	ND~16	1000
Pb，μg/L	ND	ND~2.76	10
Zn，μg/L	ND	ND~47.1	1000
Fe，mg/L	0.68~2.36	ND~0.386	0.3
Mn，μg/L	ND	ND~281	100
Mo，μg/L	1~5	ND~59	70
Cd，μg/L	ND	ND	5
As，μg/L	ND~2	ND~2	10
Hg，μg/L	ND~0.50	ND~0.50	1
F^-，mg/L	0.47~0.54	1.70~5.87	1
总硬度，mg/L	208.6~541.2	3.2~83.0	450
溶解性总固体，mg/L	630.2~1211.8	742~2390	1000
COD_{Mn}，mg/L	2.11~5.76	1.14~8.32	3.0

5.2-4　巴音青格利铀矿床（南部）土壤、生物及地表氡析出率环境本底值

监测项目		本底范围值
土壤	$U_{天然}$，mg/kg	1.36~2.88
	^{226}Ra，Bq/kg	6.444~15.490
	pH	7.52~8.72
	As，mg/kg	4.65~6.51
	Hg，mg/kg	ND
	Cd，mg/kg	0.052~0.064
	Cu，mg/kg	10.1~11.4
	Pb，mg/kg	14.1~15.4
	Cr，mg/kg	14.3~38.3
	Zn，mg/kg	27.4~30.4
	Ni，mg/kg	9.8~17.1
生物（牧草）	^{238}U，Bg/kg	1.654~2.213
	^{226}Ra，Bq/kg	1.241~2.211
	^{210}Pb，Bq/kg	2.5~4.7
	^{210}Po，Bq/kg	1.7~2.8
氡析出率，Bq/（m^2·s）		0.0009~0.0013

5.3 监测方案

5.3.1 布点原则

根据《铀矿冶辐射环境监测规定》（GB23726-2009），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。

5.3.2 监测内容

本项目监测介质中环境空气的 TSP、SO_2、NO_x 由内蒙古众杰环保科技有限公司开展，其余环境介质监测项目由核工业东北分析测试中心开展，均开展一次，监测时间为 2026 年 5 月。内蒙古众杰环保科技有限公司和核工业东北分析测试中心均为具有计量认证合格证的环境监测机构，内蒙古众杰环保科技有限公司 CMA 证书编号为 240520110179，有效期至 2030 年 7 月 21 日，核工业东北分析测试中心 CMA 证书编号为 240021349822，有效期至 2030 年 4 月 7 日，以上两者所出具的监测报告均是有效的。本项目监测布点图见图 5.3-1，监测方案见表 5.3-1。

表 5.3-1　监测方案

环境介质	监测项目	监测位置	数量（个）	监测频次及要求
空气	氡及其子体	①拟建场址下风向布置 1 个； ②苏都住宅、黄木花沟各布置1个； ③对照点：江木图沟。	4	连续监测 3 天，每日 1 次；记录监测时气象状况。
	TSP、SO_2、NO_x	①拟建场址下风向布置 1 个； ②苏都住宅布置 1 个； ③对照点：江木图沟。	3	连续监测 3 天，每天 1 次，TSP 取 24h 平均值；记录监测时气象状况。
氡析出率		拟建场址布置 1 个。	1	每日 1 次，连续监测 3 天。
γ 辐射空气吸收剂量率		①拟建场址布置 1 个； ②苏都住宅、黄木花沟各布置1个； ③运输路线起点、终点各布置1个，沿线布置3个； ④对照点：江木图沟。	9	监测 1 次
地下水	$U_{天然}$、^{226}Ra、^{210}Pb、^{210}Po、总 α、总 β、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}	①潜水含水层：苏都住宅、塞汗住宅、黄木花沟各布置 1 个； ②潜水含水层对照点：江木图沟； ③含矿含水层布置 1 个：WB2。	潜水层：4；含矿层：1	监测 1 次
土壤	$U_{天然}$、^{226}Ra、pH、As、Cd、Hg、Pb、Cr、Cr^{6+}、Zn、Ni、Cu	①拟建场址布置 1 个； ②苏都住宅布置 1 个； ③对照点：江木图沟。	3	监测 1 次
生物	$U_{天然}$、^{226}Ra、^{210}Pb、^{210}Po	①拟建场址布置 1 个； ②苏都住宅布置 1 个； ③对照点：江木图沟。	3	植物
噪声	等效声级 L_{Aeq}	①拟建场址布置 1 个； ②苏都住宅布置 1 个。	2	每日昼夜各 1 次，连续监测 2 天。

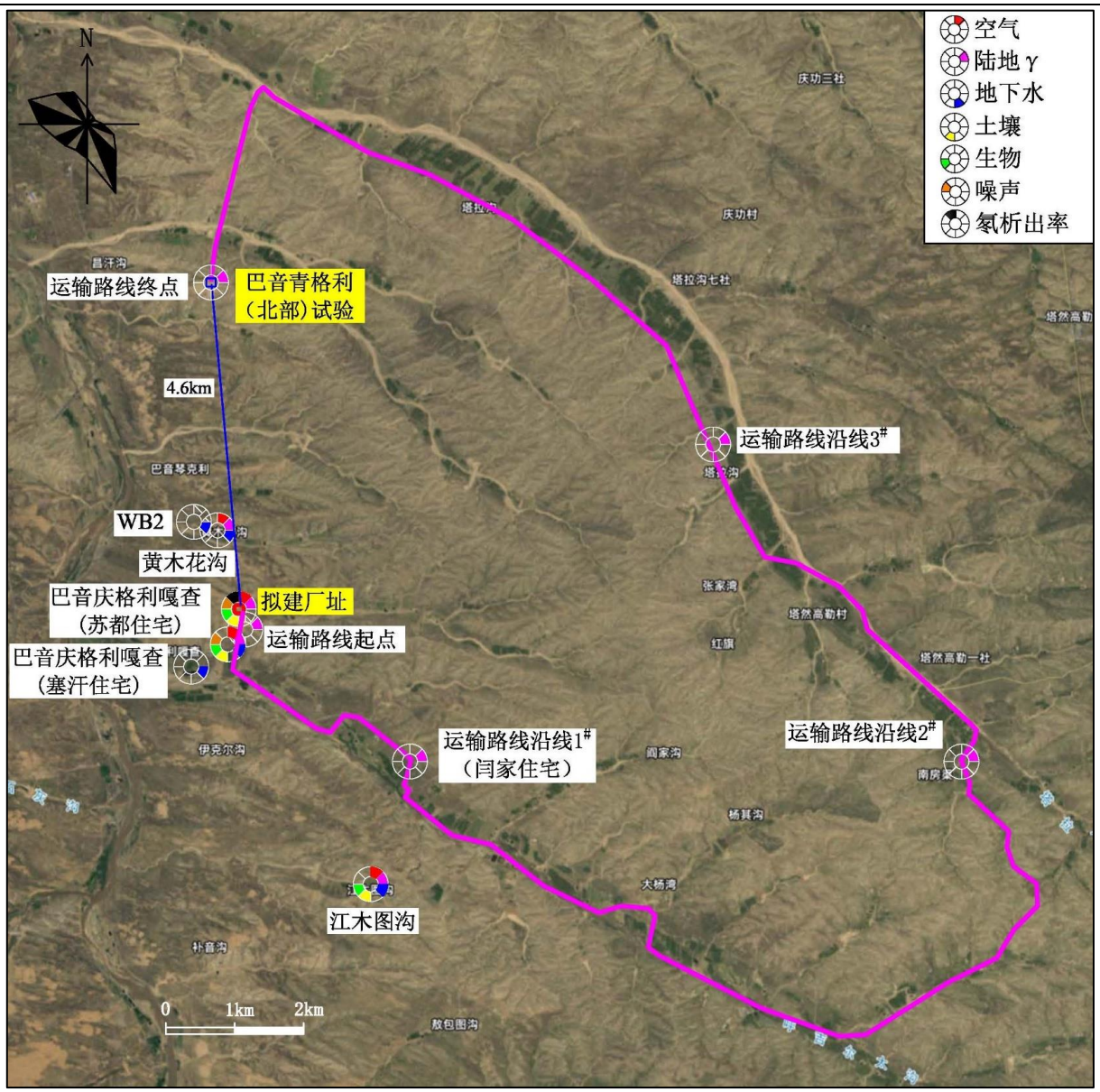


图 5.3-1　监测布点图

5.3.3 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方法及监测仪器见表 5.3-2。

表 5.3-2　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	氡/钍子体个人剂量仪	Doseman Pro	10.2nJ/m^3
	TSP	HJ1263-2022	恒温恒湿称重系统	WRLDN-6300	7μg/m^3
	SO_2	HJ 482-2009	紫外可见分光光度计	UV755B	0.004mg/m^3
	NO_x	HJ 479-2009			0.003mg/m^3

续表 5.3-2　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
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	6150AD 5/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	全自动镭氡分析仪	HD-2012	2mBq/L
	^{210}Po	HJ 813-2016	四通道 ALPHA 谱仪	ALPHA-ENSEMBLE-4	1mBq/L
	^{210}Pb	HJ1323-2023	智能多路低本底 α、β 测量仪	ZK1908	2mBq/L
	总 α	HJ898-2017			0.005Bq/L
	总 β	HJ899-2017			0.01Bq/L
	pH	HJ1147-2020	离子计	PXSJ-226T	/
	CO_3^{2-}	DZ/T 0064.49-2021	滴定管	25ml	5mg/L
	HCO_3^-				5mg/L
	SO_4^{2-}	HJ 84-2016	离子色谱仪	CIC-D160	0.018mg/L
	Cl^-				0.007mg/L
	F^-				0.006mg/L
	NO_3^-				0.016mg/L
	NO_2^-				0.016mg/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
	Hg	HJ 694-2014	原子荧光光度计	AFS-9750	0.04ug/L
	Cr^{6+}	GB/T 7467-1987	可见分光光度计	722G	4ug/L
	Fe	HJ776-2015	电感耦合等离子发射光谱仪	Avio 550Max	0.01mg/L
	As	HJ700-2014	电感耦合等离子体质谱仪	NexION 350D	0.12μg/L
	Cu				0.08ug/L
	Pb				0.09ug/L
	Cd				0.05ug/L
	Mn				0.12μg/L
	Mo				0.06ug/L
	Zn				0.67ug/L

续表 5.3-2　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
地下水	溶解性总固体	HJ 51-2024	电子天平	BS124S	10mg/L
	COD_{Mn}	HJ 1445-2026，HJ 1446-2026	滴定管	25ml	0.4mg/L
	总硬度	DZ/T 0064.15-2021	滴定管	25ml	3mg/L
	氨氮	HJ535-2009	分光光度计	722G	0.025mg/L
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	全自动镭氡分析仪	HD-2012	5Bq/kg
	As	GB/T 22105-2008	原子荧光光度计	AFS-9750	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
	Cr^{6+}	HJ 1082-2019			0.5μg/g
	pH	HJ 962-2018	离子计	PXSJ-226T	/
生物	$U_{天然}$	HJ 840-2017	微量铀分析仪	MUA	0.1μg/kg
	^{226}Ra	GB 14883.6-2016	全自动镭氡分析仪	HD-2012	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	智能多路低本底α、β测量仪	ZK1908	5mBq/kg
噪声		GB 3096-2008	多功能声级计	AWA6292	23dB

5.4 调查结果与分析

5.4.1 γ辐射空气吸收剂量率监测结果

本项目拟建场址、运输路线及周边居民点γ辐射空气吸收剂量率监测结果如表 5.4-1 所示。由该表可知，γ辐射空气吸收剂量率范围值为（39~47）nGy/h，与对照点及建矿前本底水平相当，处于鄂尔多斯市本底水平范围内。

表 5.4-1　γ 辐射空气吸收剂量率监测结果

序号	监测点位	监测结果（nGy/h）
1	拟建场址下风向	39
2	苏都住宅	41
3	黄木花沟	41
4	运输路线起点	42
5	运输路线沿线 1#（闫家住宅）	41
6	运输路线沿线 2#	42
7	运输路线沿线 3#	47
8	运输路线终点	42
9	江木图沟（对照点）	39
《中国环境天然放射性水平》（2015 年）伊盟（鄂尔多斯市）		29.3~59.6
建矿前本底水平		39.9~67.7

注：监测数据已扣除宇宙射线。

5.4.2 环境空气监测结果

1）氡及氡子体浓度监测结果

本项目试验区及周边居民点空气中氡及氡子体浓度监测结果见表 5.4-2。由表可知，氡浓度范围值为（7.83~8.63）Bq/m^3，氡子体浓度范围值为（17~23）nJ/m^3，均与对照点及建矿前本底水平相当，处于全国本底范围内。

表 5.4-2　空气中氡及氡子体浓度监测结果

监测地点	氡浓度（Bq/m^3）	氡子体浓度（nJ/m^3）
拟建厂址下风向	7.98~8.26	17~19
苏都住宅	7.83~8.37	18~21
黄木花沟	8.48~8.63	18~20
江木图沟（对照点）	8.15~8.34	20~23
《中国环境天然放射性水平》（2015）全国	3.3~40.8	15.4~114.0
建矿前本底水平	7.09~11.00	8.14~14.01

2）非放射性监测结果

本项目拟建场址和周边居民点空气中 TSP、SO_2 和 NO_x 浓度监测结果见表 5.4-3。由表可知，TSP 浓度监测范围值为（147~161）μg/m^3，SO_2 浓度监测范围值为（9~11）μg/m^3，NO_X 浓度监测范围值为（16~22）μg/m^3，均与对照点水平相当，满足《环境空气质量标准》（GB 3095-2026）中二级标准限值要求。

表 5.4-3　空气中非放射性监测结果

监测地点	拟建场址下风向	苏都住宅	江木图沟（对照点）	GB3095-2026 标准限值
TSP（μg/m³）	148~161	147~161	146~160	300
SO_2（μg/m³）	10~11	9~11	9~12	500
NO_x（μg/m³）	18~22	16~18	19	250

5.4.3 氡析出率监测结果

本项目拟建厂址地表氡析出率监测结果见表 5.4-4。由表可知，地表氡析出率范围值为（0.0095~0.0103）Bq/（m^2·s）。

表 5.4-4　氡析出率监测结果

监测点位	氡析出率 Bq/（m^2·s）
拟建场址	0.0095~0.0103

5.4.4 地下水环境监测结果

1）放射性指标

（1）潜水含水层

本项目附近居民点潜水含水层地下水放射性核素监测结果见表 5.4-5。由表可知，潜水含水层地下水中 $U_{天然}$浓度为（5.91~11.1）μg/L，^{226}Ra 浓度为（4.87~8.93）mBq/L，与对照点及建矿前本底处于同一水平，均处于鄂尔多斯市地下水本底范围内。^{210}Po 浓度为（ND~1.4）mBq/L，^{210}Pb 浓度为（3.6~5.9）mBq/L，与对照点及巴音青格利（南部）试验本底基本处于同一水平。总 α 浓度为（0.163~0.418）Bq/L，总 β 浓度为（0.185~0.311）Bq/L，满足地下水III类标准。

表 5.4-5　潜水含水层地下水放射性核素含量监测结果

监测项目	苏都住宅	塞汗住宅	黄木花沟	江木图沟（对照点）	建矿前本底水平	鄂尔多斯市地下水本底/III 类标准
$U_{天然}$（μg/L）	6.53	5.91	11.1	12.7	2.04~13.4	0.38~9.99
^{226}Ra（mBq/L）	8.93	4.87	6.61	8.13	27.4~50.9	0~9.15
^{210}Po（mBq/L）	ND	ND	1.4	1.3	0.6~5.3	/
^{210}Pb（mBq/L）	5.4	3.6	5.9	5.1	10.4~36.9	/
总 α（Bq/L）	0.184	0.163	0.302	0.418	/	≤0.5
总 β（Bq/L）	0.185	0.288	0.211	0.311	/	≤1.0

（2）含矿含水层

本项目含矿含水层地下水监测结果见表 5.4-6。由表可知，含矿含水层地下水中 $U_{天然}$浓度为 0.28μg/L，^{226}Ra 浓度为 5.66mBq/L，^{210}Po 浓度未检出，^{210}Pb 浓度为 2.8mBq/L，均与巴音青格利（南部）试验本底基本处于同一水平。总 α 浓度为 0.086Bq/L，总 β 浓度为 0.162Bq/L，均满足地下水III类标准。

表 5.4-6　含矿含水层地下水放射性核素含量监测结果

监测项目	WB2	建矿前本底水平	III 类标准值
$U_{天然}$（μg/L）	0.28	ND~9.10	/
^{226}Ra（mBq/L）	5.66	ND~946	/
^{210}Po（mBq/L）	ND	1.3~35.0	/
^{210}Pb（mBq/L）	2.8	ND~47.9	/
总 α（Bq/L）	0.086	/	≤0.5
总 β（Bq/L）	0.162	/	≤1.0

2）非放射性指标

（1）潜水含水层

本项目附近居民点潜水含水层地下水非放射性核素监测结果见表 5.4-7。由表可知，潜水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/T14848-2017）中III类标准，个别因子背景值较高，包括 NO_3^-、F^-和溶解性总固体，其中，F^-和溶解性总固体满足地下水IV类标准，NO_3^-满足地下水V类标准。根据项目周边《内蒙古伊诺新材料有限公司费托烯烃制高碳醛醇强链项目环境影响报告书》（内蒙古伊诺新材料有限公司，2026 年 3 月）监测结果，项目所在区域 F^-和溶解性总固体等本底较高，其分析原因均为地质原因造成，与本次潜水含水层地下水监测结果趋于一致。

表 5.4-7　居民点地下水非放射性指标分析结果

监测项目	苏都住宅	赛汗住宅	黄木花沟	江木图沟（对照点）	III类标准值
pH	7.9	7.8	7.8	7.9	6.5~8.5
Cl^-（mg/L）	92.5	143	143	165	250
SO_4^{2-}（mg/L）	171	214	245	218	250
CO_3^{2-}（mg/L）	4.20	4.80	4.80	4.80	/
HCO_3^-（mg/L）	312	299	329	364	/
K^+（mg/L）	3.91	5.78	2.65	3.21	/
Na^+（mg/L）	122	171	168	217	200

续表 5.4-7　居民点地下水非放射性指标分析结果

监测项目	苏都住宅	赛汗住宅	黄木花沟	江木图沟（对照点）	III类标准值
Ca^{2+}（mg/L）	84.8	87.6	103	80.8	/
Mg^{2+}（mg/L）	31.6	44.9	42.2	37.6	/
Cr^{6+}（mg/L）	ND	ND	ND	ND	0.05
NH_4-N（mg/L）	0.113	0.173	0.168	0.291	0.50
NO_3^-（mg/L）	17.8	113	104	49.4	20.0
NO_2^-（mg/L）	ND	ND	ND	ND	1.00
Cu（μg/L）	1.35	2.47	1.96	2.73	1000
Pb（μg/L）	ND	0.71	ND	0.16	10
Zn（μg/L）	0.74	1.12	1.28	1.51	1000
Fe（mg/L）	ND	0.03	0.02	0.06	0.3
Mn（μg/L）	ND	0.17	0.83	0.45	100
Mo（μg/L）	1.59	1.99	1.77	2.78	70
Cd（μg/L）	0.23	0.24	0.21	0.26	5
As（μg/L）	2.2	2.9	3.0	2.0	10
Hg（μg/L）	ND	0.07	0.17	ND	1
F^-（mg/L）	0.982	1.23	1.15	1.45	1
总硬度（mg/L）	342	407	434	360	450
溶解性总固体（mg/L）	683	959	1004	980	1000
COD_{Mn}（mg/L）	1.0	1.6	1.5	1.8	3.0

（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 5.4-8。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/T14848-2017）中III类标准，个别因子背景值较高，包括 pH、Cl^-、Na^+、F^-和溶解性总固体，其中，pH、Cl^-、Na^+和 F^-满足地下水V类标准，溶解性总固体满足地下水IV类标准。

表 5.4-8　含矿含水层地下水非放射性核素含量监测结果

监测项目	WB2	建矿前本底水平	标准值
pH	9.3	7.80~9.25	6.5~8.5
Cl^-（mg/L）	466	260~620.4	250
SO_4^{2-}（mg/L）	241	8.5~177.9	250
CO_3^{2-}（mg/L）	12.6	ND~66.0	/
HCO_3^-（mg/L）	50.0	44~539	/
K^+（mg/L）	3.35	1.17~12.5	/

续表 5.4-8　含矿含水层地下水非放射性核素含量监测结果

监测项目	WB2	建矿前本底水平	标准值
Na^+（mg/L）	418	190.9~647	200
Ca^{2+}（mg/L）	17.2	2.38~80.80	/
Mg^{2+}（mg/L）	7.69	ND~11.30	/
Cr^{6+}（mg/L）	ND	ND	0.05
NH_4-N（mg/L）	ND	0.113~2.83	0.50
NO_3^-（mg/L）	16.7	ND~1.69	20.0
NO_2^-（mg/L）	ND	ND~0.166	1.00
Cu（μg/L）	1.83	ND~16	1000
Pb（μg/L）	ND	ND~2.76	10
Zn（μg/L）	1.66	ND~47.1	1000
Fe（mg/L）	0.19	ND~0.386	0.3
Mn（μg/L）	8.14	ND~281	100
Mo（μg/L）	10.3	ND~59	70
Cd（μg/L）	0.38	ND	5
As（μg/L）	2.5	ND~2	10
Hg（μg/L）	0.06	ND~0.50	1
F^-（mg/L）	3.84	1.70~5.87	1.0
总硬度（mg/L）	75.2	3.2~83.0	450
溶解性总固体（mg/L）	1238	742~2390	1000
COD_{Mn}（mg/L）	2.1	1.14~8.32	3.0

5.4.5 土壤环境质量

本项目拟建场址及周边土壤中 $U_{天然}$和 ^{226}Ra 监测结果见表 5.4-9，非放射性因子监测结果见表 5.4-10。由表可知，土壤中 $U_{天然}$范围值为（1.20~1.28）mg/kg，^{226}Ra 范围值为（19.2~24.0）Bq/kg，均与对照点及建矿前本底水平相当，处于鄂尔多斯市地区本底水平范围内；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 5.4-9　土壤放射性核素含量分析结果

序号	采样地点	$U_{天然}$（mg/kg）	^{226}Ra（Bq/kg）
1	拟建场址	1.28	19.2
2	苏都住宅	1.20	24.0
3	江木图沟（对照点）	1.05	13.4
建矿前本底水平		1.36~2.88	6.444~15.490
《中国环境天然放射性水平》（2015 年）鄂尔多斯市		0.81~4.13	10.31~35.31

表 5.4-10　土壤非放射性监测结果

监测项目	拟建场址	苏都住宅	江木图沟（对照点）	建矿前本底水平	标准值
pH	8.76	9.24	9.25	7.52~8.72	＞7.5
As (mg/kg)	9.15	5.57	5.09	4.65~6.51	25
Hg (mg/kg)	0.0170	0.0100	0.0055	ND	3.4
Cd (mg/kg)	0.045	0.051	0.055	0.052~0.064	0.6
Cu (mg/kg)	13.3	10.1	9.64	10.1~11.4	100
Pb (mg/kg)	30.1	26.4	16.5	14.1~15.4	170
Cr (mg/kg)	37	32	35	14.3~38.3	250
Zn (mg/kg)	30.5	24.7	25.4	27.4~30.4	300
Ni (mg/kg)	17.2	12.5	12.2	9.8~17.1	190

5.4.6 生物样品

本次生物样品均为牧草，监测结果见表 5.4-11。拟建厂址和居民点苏都住宅附近牧草中 $U_{天然}$范围值为（0.91~1.35）μg/kg，^{226}Ra 范围值为（0.11~0.13）Bq/kg，^{210}Po 范围值为（0.43~0.48）Bq/kg，^{210}Pb 范围值为（0.31~0.37）Bq/kg，与对照点均位于同一水平。

表 5.4-11　生物放射性核素含量监测结果（鲜重）

序号	采样地点	$U_{天然}$（μg/kg）	^{226}Ra（Bq/kg）	^{210}Po（Bq/kg）	^{210}Pb（Bq/kg）
1	拟建场址	0.91	0.13	0.43	0.37
2	苏都住宅	1.35	0.11	0.48	0.31
3	江木图沟（对照点）	1.26	0.10	0.44	0.32

5.4.7 声环境质量

本项目拟建厂址边界及周边居民点苏都住宅声环境监测结果见表 5.4-12。由表可知，昼间声级范围值在（45~49）dB（A）之间，夜间声级范围值为（38~43）dB（A），均满足《声环境质量标准》（GB 3096-2008）中 2 类标准要求。

表 5.4-12　声环境监测结果

监测位置	噪声范围值 dB（A）	
	昼间	夜间
拟建场址边界	48~49	42~43
苏都住宅	45~46	38~39
GB 3096-2008 标准限值	60	50

5.5 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周围居民点，水环境保护对象为项目周围潜水含水层、含矿含水层及其上下含水层地下水；声环境保护对象为钻井施工场界及浸出液吸附厂房外 200m 声环境；生态环境保护对象为项目建设占地区域，辐射环境保护目标为项目周围 20km 范围内居住区的辐射环境。本项目具体环境保护目标见表 5.5-1。

表 5.5-1　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	昌汗沟	ENE	4.4	居民点	8	《环境空气质量标准》（GB3095-2026）二级（2030 年 12 月 31 日前，执行过渡阶段二级标准）。
	闫家住宅	SE	3.4		2	
	江木图沟	SSE	4.6		4	
	伊克尔沟	S	2.1		5	
	苏都住宅	SSW	0.4		3	
	赛汗住宅	SW	0.9		9	
	石灰沟	SW	4.5		11	
	巴音庆格利嘎查	WSW	1.3		4	
	啊拉善沟	WSW	3.4		6	
	琴克利沟	WNW	4.2		13	
	毛登青格利沟	NW	4.5		9	
	黄木花沟	NNW	1.1		8	
	巴音琴克利	NNW	2.2		9	
	张家住宅	N	4.4		6	
水环境	周围潜水含水层、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	钻井施工场界及浸出液吸附厂房外 200m					《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	试验区周边 20km 评价范围					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

本项目为鄂尔多斯盆地西北部大埋深高碳酸盐难浸砂岩铀矿层改造关键技术研究项目，研究目标为：针对大埋深、高碳酸盐低渗透砂岩铀矿，开展矿层浸出环境改造和多场耦合-强化氧化浸出等技术研究，突破温压场构建-强化浸出和大埋深矿层多场多相 FRP 演示验证关键技术，完成巴音青格利铀矿床现场验证试验，实现钻井注液能力提升并提高铀浸出速率与回收率，为此类特（超）大型砂岩铀矿提供高效开发方案。根据研究目标，研究内容主要分为 4 个课题，8 项研究内容，见表 6.1-1。

表 6.1-1　本项目研究内容一览表

研究课题	研究内容分析
课题一：低渗透难浸砂岩铀矿浸出环境改造技术研究	子题一：高压 CO_2 低渗透难浸砂岩水-岩浸出环境改造技术研究 采集岩心与地下水样品，获取矿石基本矿物、铀矿物及矿石与地下水的化学组成，开展室内试验探究矿石力学性质随时间的演变规律，评估在静岩压力条件下矿物溶蚀对矿层稳定性的影响。 子题二：超临界 CO_2 矿层改造机制研究 开展室内试验，明确超临界 CO_2-水体系对孔隙结构及孔隙连通性的影响；分析方解石等敏感矿物溶蚀及敏感元素的释放、运移、沉淀规律；采用 CT 扫描对压裂后试样进行三维裂缝重构，明确细微尺度下孔隙形貌、尺寸、结构等对温度、压力等的响应规律。
课题二：难浸砂岩铀矿多场耦合—强化氧化浸出技术研究	子题一：微纳米分散氧化技术研究 开展室内试验，测试微纳米氧或臭氧气泡的生成特性，分析其在不同环境下的稳定性；研究气泡体系在模拟地浸环境中的传质表现，归纳影响地浸环境气泡分散效果的主要因素。 子题二：多场耦合浸铀机理与技术研究 开展室内试验，获得巴音青格利铀矿多场耦合浸铀关键因子与铀浸出关系规律；获取特拉敖包铀矿床矿石基本矿物、铀矿物特征和化学组成，开展多因素浸出试验和多场耦合铀浸出试验。
课题三：原地浸出采铀动态开采关键技术研究	子题一：监测设备及系统研发 开发以拉曼光谱为主的多组分动态开采数据采集样机，采用目前较为成熟的井下温度、压力等物理参数监测设备，辅以流量、液位监测等，通过自动化系统连接集中控制，形成动态开采监测系统。 子题二：动态开采决策模型研究 开发动态开采决策模型，准确识别地浸矿层属性时空演变过程，铀矿浸出过程的实时预测及智能优化调控。
课题四：绿色智能高效地浸条件试验研究	子题一：现场条件试验 利用 9 组浸出单元试验规模开展现场条件试验，试验流程采用“抽注-吸附”模式，新建吸附区进行吸附，饱和树脂运送到附近的巴音青格利（北部）试验的浸出液处理厂房进行后续处理。 子题二：绿色智能高效地浸评价 基于现场条件试验，从铀浸出情况、智能开采程度、环境损伤等方面，评价绿色智能高效采铀系统运行效果。

课题一为低渗透难浸砂岩浸出环境改造技术室内试验研究工作。其室内试验在核工业北京化工冶金研究院实验室内进行，不涉及现场内容；核工业北京化工冶金研究院为专门从事铀矿采冶技术研究的单位，在核工业北京化工冶金研究院进行的铀矿采冶科研项目均涵盖在军工基础能力建设项目中，且已经履行了环境影响评价手续，取得了原国家环境保护总局环评的批复《关于核工业北京化工冶金研究院军工基础能力建设环境影响报告书的批复》（环审〔2006〕165 号）。因此，本报告不再对其进行专门评价。

课题二为臭氧纳米分散强化氧化等室内浸出试验研究工作。其室内试验在核工业北京化工冶金研究院实验室内进行，不涉及现场工程，同上所述，核工业北京化工冶金研究院已履行了环境影响评价手续，本报告不再对其进行专门评价。

课题三为监测设备及系统和动态开采决策模型研发，不涉及现场内容。

课题四为现场试验并开展评价研究工作。其中，绿色智能高效地浸评价主要为利用环境及污染物排放监测数据等开展技术经济评价，不涉及现场工程；在巴音青格利矿床开展绿色智能高效地浸现场试验，建设内容包括试验井场、吸附区及辅助设施等，是本次生态环境影响评价的重点。

综上所述，本次生态环境影响评价的重点为巴音青格利铀矿床的现场试验。此外，鉴于本项目是在巴音青格利（南部）试验现有设施基础上新建 5 组试验单元，并配套完善相关试验设施，共同构成本项目完整的地浸现场试验系统。因此，本次评价将现有试验设施一并纳入生态环境影响评价内容。

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和浸出液吸附厂房，建设内容见表 6.1-2，平面布置概况见图 6.1-1。

表 6.1-2　项目建设内容一览表

类别	子项	建设内容
试验井场	试验井	新建试验单元 5 组，包括抽出井 5 个，注入井 6 个；现有试验 4 组单元，包括抽出井 4 个，注入井 9 个；现有试验单元并入新建试验单元整体运行，试验井场共计形成试验单元 9 组，包括抽出井 9 个、注入井 25 个（现有监测井 1 个（SYG-2）作为注入井）。试验井场单孔抽液量约 5m^3/h，总抽液量为 45m^3/h。 新建试验过程观测井 2 个，用于开展在抽注单元长周期运行下矿层段连通性测量、抽注单元离子浓度、温压变化过程观测。
	监测井	布置监测井 4 个，其中，新建含矿含水层监测井 3 个，分别位于井场含矿层上游 50m、侧向 70m、下游 90m；利用现有监测井 1 个（SYG-1）作为井场内上含水层监测井。

续表 6.1-2　项目建设内容一览表

类别	子项	建设内容
试验井场	集控室	利用现有集控室 1 座，为彩钢结构，长 8m，宽 3.2m，占地面积约 25.6m^2。
	辅助设施	新建 5 组单元的井场管网等井场设施。
吸附区	浸出液吸附厂房	在现有试验浸出液吸附厂房西侧贴建 1 座浸出液吸附厂房（长 10m，宽 8m），为彩钢结构，地面做防渗处理，占地面积约为 80m^2。其中，新建吸附塔 2 个（均为 Φ1600*6875mm）、沟槽 1 个（深 0.2m）及事故池 1 个（长 1.0m、宽 1.0m、高 1.0m），沟槽、事故池底部及内侧均做防渗处理。 在浸出液吸附厂房北侧紧邻新建集液罐、配液罐和废水储罐各 1 个，均为 DN4000*5000mm，防渗内衬，并配备围堰（长 20m、宽 5m、高 1.0m），围堰底部及内侧均做防渗处理；在浸出液吸附厂房外东北部紧邻配置的现有集液罐、配液罐和废水罐各 1 个，均为 DN3200*3500mm，作为应急罐，配备的现有围堰（长 13.5m，宽 3.5m，高 1.0m），围堰底部及内侧均做防渗处理。 在现有气体站新建氧气罐和二氧化碳罐各 1 个（均为 15m^3）。 利用现有浸出液吸附厂房东侧的 1 间储物间作为分析室（长 6.4m，宽 3.2m），配备电子天平、pH 计、ORP 计、DO 仪和滴定管等设备。利用现有集控室东侧的 1 间柴油库作为储物间。 其他均利用现有试验设施，包括现有浸出液吸附厂房 1 座（长 10m，宽 8m），内部现有吸附塔 2 个（均为 Φ1600*6875mm）、沟槽 1 个（深 0.2m）及事故池 1 个（长 1.0m、宽 1.0m、高 1.0m），占地面积约为 80m^2；厂房西侧和东侧分别现有储物间 1 间（均为长 6.4m，宽 3.2m），吸附区总占地面积约为 271.2m^2。
	辅助设施	在试验井场和吸附厂房之间铺设抽液管线和注液管线，抽液管线负责浸出液的输送，注液管线负责浸出剂的输送。 在试验井场和吸附区之间铺设气体供应管线，为条件试验提供气体供给。

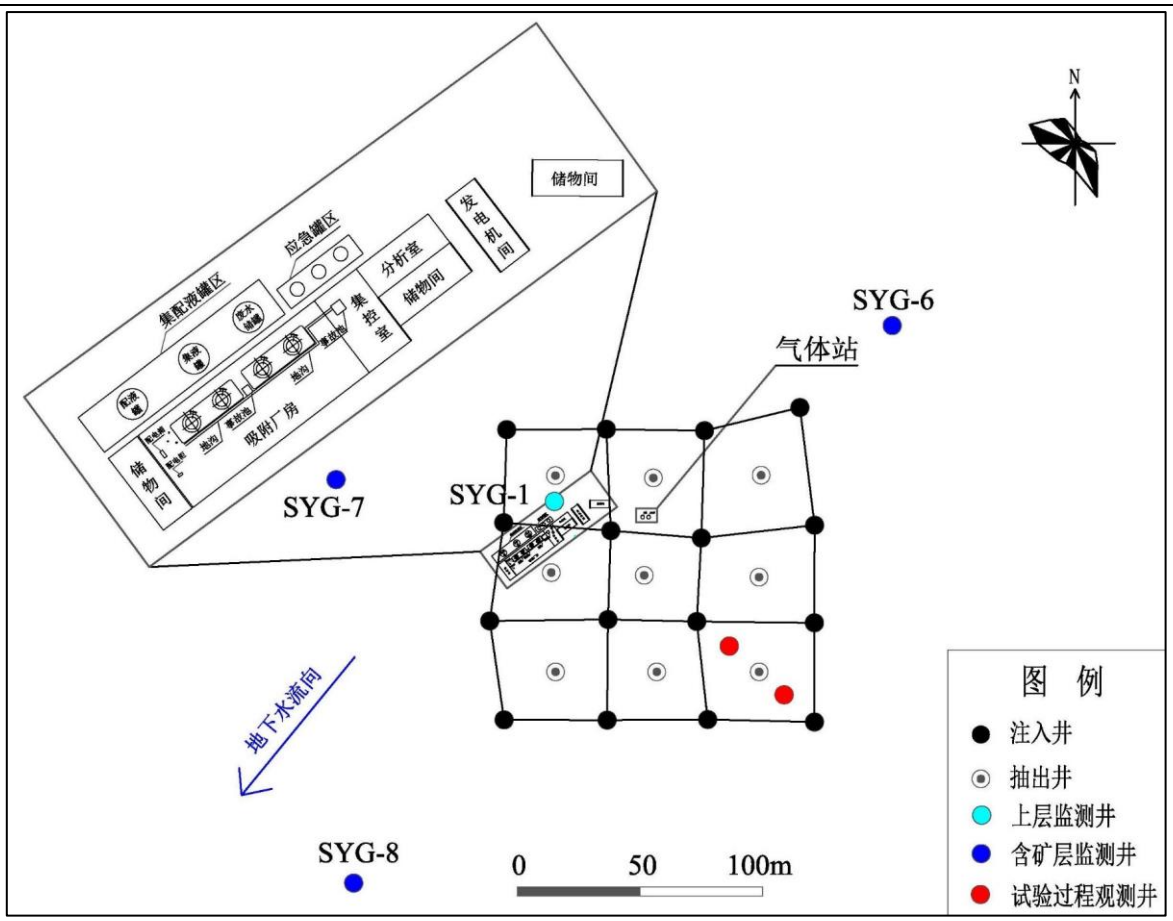


图 6.1-1　项目平面布置图

6.2 工艺流程

6.2.1 井场施工工艺

针对鄂尔多斯盆地北部巴音青格利矿床矿体叠加，矿体埋藏深等特点，为了实现矿体经济开采，减少钻孔投入，提高钻井速度，本项目钻孔结构采用两套方案：试验监测井采用 Φ148×12 mm 的 UPVC 井管一径到底；压裂/高压注液钻孔采用复合套管结构：在 0-600m，下 Φ148×12 mm 的 UPVC 井管；在 600-650 m 下 Φ152.6×9.3 mm 的环氧玻纤套管，在两种井管变径处采用环氧玻纤节箍连接，玻纤套管结构示意见图 6.2-1。成井方案为常规二次成井和射孔成井两种。

常规二次成井：拟裸眼施工至目的层后测井确定矿层位置，对矿层位置以上部位下入套管，套管外侧注浆固井，待区域内所有钻孔测井结果出来后，统筹研究铀矿层层位，再利用裸眼洞穴完井技术开启浸出剂渗流位置。这样既节约了沉砂管和过滤管，又省去了投砾和构筑人工隔水层的工序，可快速成井，后期沉砂较高时进行洗井。射孔成井：固井后通过水力喷砂或射弹射孔方式打通矿层与套管。射孔成井主要应用在可压裂钻孔，作为压裂前的射孔作业，既可实现人工渗流通道的建立又可作为压裂的前置工序。

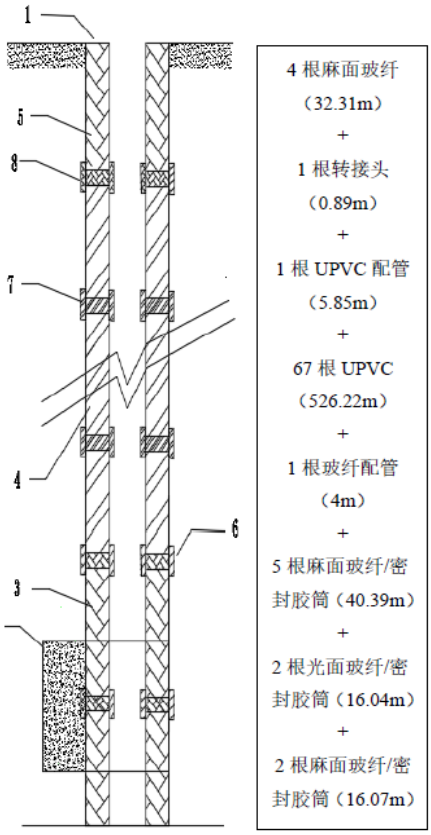


图 6.2-1　玻纤套管结构成井示意图

6.2.2 井场浸出工艺

本项目采用原地浸出采铀工艺，浸出工艺为中性浸出，浸出剂为 CO_2+O_2。浸出剂通过注液管线输送到注液钻孔，注入地下矿层中，浸出剂在液压驱动下沿矿层渗流，选择性地氧化和溶解矿石中的铀，形成含铀溶液即浸出液，浸出液再汇集到抽液钻孔，由提升设备抽出至地表并输送至地表吸附设施。井场工艺流程主要包括：吸附尾液配液、集控室注液分配、注入浸出剂、输送浸出液等四部分，井场浸出工艺流程见图 6.2-2。

1）吸附尾液配液：吸附后的尾液进入注液总管，通过管线加入 O_2 和 CO_2 配置浸出剂。

2）集控室注液分配：浸出剂通过配液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入井。

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，通过井场管线和注入井注入地下含矿层。

4）浸出液输送：各抽出井的浸出液经潜水泵提升至孔口，通过抽液管线进入集控室，经流量计计量后汇入集控室集液主管，并最终通过抽液管线泵输送至吸附区进行浸出液吸附工序。

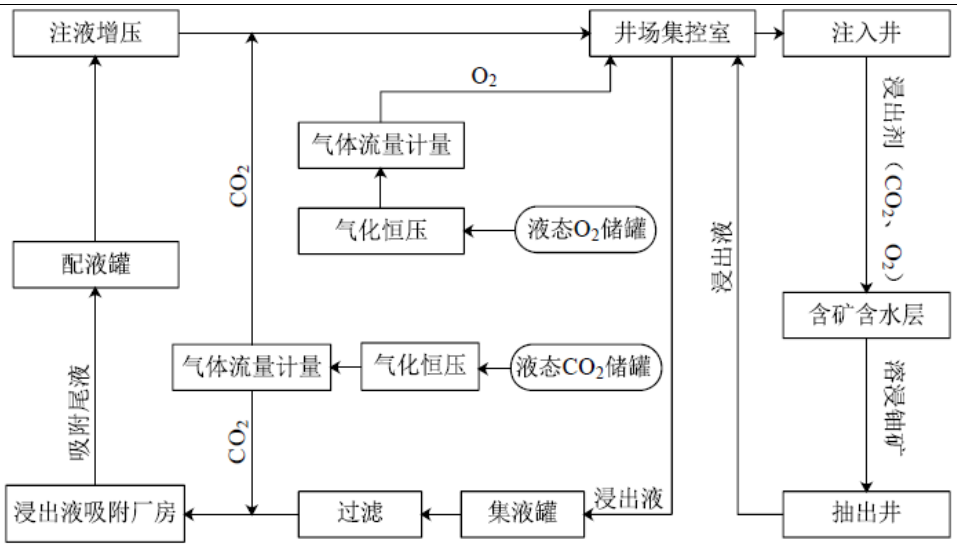


图 6.2-2　井场工艺流程图

在本项目中，将验证 3 种浸出工艺改造技术，分别为微纳米分散强化氧化技术、多场耦合技术和含矿层浸出环境改造技术。其中，微纳米分散强化氧化技术主要是通过纳米气泡技术实现氧气的超细分散，显著提升浸出液的携氧容量与传质效率，从而强化溶浸剂对铀矿物的氧化分解能力；多场耦合技术主要是以温压场构建-强化浸出为关键技术的地浸采铀多场耦合浸出工艺流程；含矿层浸出环境改造技术采用致裂矿层高压分阶段注入 CO_2 溶液，改善矿层孔隙结构，提高本底 HCO_3^- 浓度，破除铀矿物包裹层、快速改造浸出环境。以上 3 种浸出工艺改造技术只是改变矿层渗透性、提高溶浸剂氧化能力等，不会对环境造成新的污染，渗透系数将提升至 0.1~0.23m/d。

6.2.3 浸出液吸附工艺

本项目浸出液在浸出液吸附厂房进行吸附，饱和树脂由树脂转运车运往巴音青格利（北部）试验浸出液处理厂房进行后续淋洗和沉淀等工序。

本项目浸出液吸附处理工艺流程：井场浸出液→管道泵→集液罐→浸出液石英砂清洗过滤器→离子交换吸附→吸附尾液石英砂清洗过滤器→配液罐→管道泵→井场注入井。

吸附厂房内设 4 台离子交换塔（3 用 1 备），采用串联上进下出方式吸附，各离子交换塔之间可以任意切换。吸附塔的单塔树脂装填量约为 $5m^3$，当首塔饱和后将塔内饱和树脂排至树脂倒运罐车中，运往巴音青格利（北部）试验浸出液处理厂房开展反冲洗、转型等后续工艺。贫树脂塔漂洗达标后，利用压缩空气将离子交换塔内贫树脂排至树脂倒运罐车中，运回本项目吸附厂房，重新填充至空吸附塔内，将该塔作为吸附末塔，原吸附中塔变为吸附首塔继续开展吸附工艺，进行浸出液吸附处理。树脂倒运示意图见图 6.2-3。

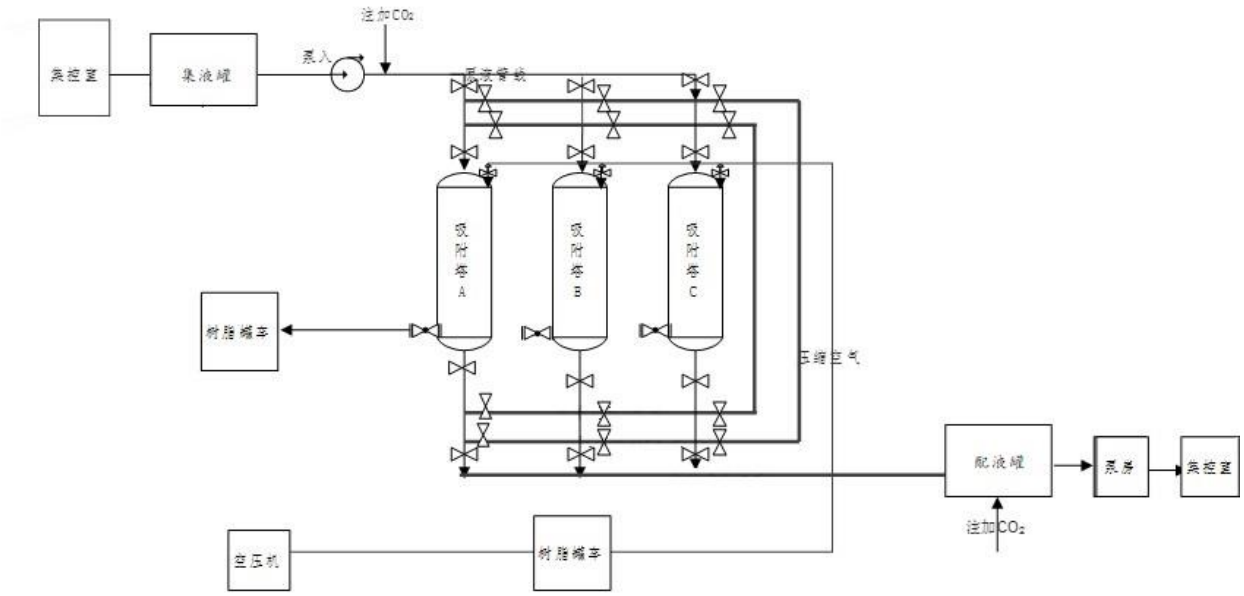


图 6.2-3　吸附区树脂倒运示意图

本项目井场保持抽大于注的比例 0.5%产生的吸附尾液由树脂转运车运输至巴音青格利（北部）试验 MVR 蒸发装置进行蒸发处理。

6.3 总平面布置

1）试验井场

（1）试验井

本项目试验井场的钻孔布置主要采用“五点型”井型，在现有井场的东侧和北侧新建试验单元 5 组，包括抽出井 5 个，注入井 6 个，现有监测井 1 个（SYG-2）作为注入井；现有试验单元 4 组，包括抽出井 4 个，注入井 9 个，且并入新建试验单元整体运行，试验井场共计形成试验单元 9 组，包括抽出井 9 个、注入井 25 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，布设井场监测井 4 个。其中，新建监测井 3 个，分别为井场上游 50m、侧向 70m、下游 90m 布置含矿含水层监测井各 1 个，在试验井场内利用现有监测井 1 个（SYG-1）作为上含水层监测井。

（3）井场设施

主要包括集控室、集配液罐、废水储罐、氧气罐、二氧化碳罐以及井场管网等设施。集控室位于试验井场附近的平坦区域；集配液罐、废水储罐、氧气罐、二氧化碳罐位于浸出液吸附厂房外北部；在试验井场和吸附厂房之间铺设抽液管线和注液管线，在试验井场

与 CO_2 罐、O_2 罐之间铺设气体供应管线。

2）吸附区

考虑到现场自然地形，浸出液吸附厂房布置在试验井场附近的平坦区域，东侧紧邻集控室，集控室东侧布置分析室。

3）运输道路

本项目饱和树脂和废水均由树脂转运车转运，树脂转运车为碳钢罐体，内衬聚氨酯涂层，罐体容积为 26.73m^3，转运道路为乡间公路和运煤专线，起点为本项目吸附区，终点为巴音青格利（北部）试验水冶厂，全程运输距离约 36.4km，运输路线见 1.3.5 节图 1.3-3 所示。

本项目饱和树脂经树脂转运车转运至巴音青格利（北部）试验水冶厂浸出液处理厂房，单次运输量约为 20m^3，运输频次为 6 次/年；废水经树脂转运车转运至巴音青格利（北部）试验水冶厂 MVR 蒸发装置，单次运输量约为 21.5m^3，运输频次为 2 次/周，每次运至水冶厂后停留 3~4 日，停留期间，废水在树脂转运车罐体内暂存，由 MVR 蒸发装置持续处理。

6.4 主要设备材料

本项目新建主要设备材料见表 6.4-1。

表 6.4-1　本项目新建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	备注
一	**井场**	—			
1	抽出井	Φ190*12.88mm	个	5	
2	注入井		个	6	
3	监测井	Φ148×12mm	个	3	
4	试验过程观测井		个	2	
5	潜水泵	流量≥7m^3/h，扬程≥350m	套	5	
6	抽液管线	Φ50*5.0mm PE	m	2000	
7	注液管线	Φ40*4.5mmPE	m	3600	
8	井内提升管	Φ63*11.0mm PE	m	5000	
二	**集控室**	—			
1	注液泵	流量 Q=60m^3/h，扬程 H=200m，304 不锈钢，	套	4	
2	电磁流量计	5.5kW~13.0kW	台	30	

续表 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	备注
3	变频器	5.5kW~18.5kW	台	30	
三	**吸附区**	—			
1	吸附塔	碳钢+防腐内衬，DN1600*6875mm	个	2	
2	离子交换树脂	201*7 阴离子交换树脂	t	20	
3	集液罐	耐酸碱不锈钢/玻璃钢，DN4000*5000mm	个	1	
4	配液罐	耐酸碱不锈钢/玻璃钢，DN4000*5000mm	个	1	
5	废水储罐	玻璃钢，DN4000*5000mm	个	1	
6	应急罐	耐酸碱玻璃钢，DN3200*3500mm	个	3	利旧
7	氧气罐	不锈钢杜瓦罐，15m^3	个	1	
8	二氧化碳罐	不锈钢杜瓦罐，15m^3	个	1	
9	袋式过滤器	316L，50μm	台	8	
10	事故池	水泥（防腐内衬），1000*1000*1000mm	个	1	

6.5 主要辅助设施

6.5.1 供电工程

本项目利用现有 10kV 架空线路及 1000kVA 变压器，可满足条件试验用电需求。

6.5.2 供水工程

本项目用水来自附近居民，可满足本项目用水需求。

6.6 主要原辅材料来源及用量

本项目现场试验所需要的主要原、辅材料是树脂、二氧化碳和氧气，总消耗量分别约 20t、800t 和 400t，外购于鄂尔多斯等周边城市。

6.7 污染物产生及治理

6.7.1 施工期

6.7.1.1 废气

施工期产生的大气污染物主要为扬尘和燃油废气。

1）扬尘

在施工期井场建设、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。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/m^3

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。

2）燃油废气

施工期钻孔施工以柴油发电机为动力，运行时将产生燃油废气，主要污染物为 SO_2、NO_x 和颗粒物。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 SO_2、NO_x 和颗粒物的排放系数分别为 4.00g/L、2.56g/L 和 0.714g/L，故柴油发电机 SO_2、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 $20m^3/kg$，耗油量约 6.8kg/h，则单位时间排气量约 $136m^3/h$，故 SO_2、NO_x 和颗粒物的排放浓度分别为 $235mg/m^3$、$151mg/m^3$ 和 $42mg/m^3$。

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冲洗废水，水中污染物主要为悬浮物、泥沙等，产生量较少，用于场地洒水抑尘。

2）生活污水

施工期生活污水主要为生活杂用水及盥洗废水，主要污染物包括 BOD_5、COD 和 SS。施工期同时施工人数最多为 15 人，生活用水按 20L/人天计算，排污系数取 0.80，则施工期生活污水最大产生总量为 $0.24m^3/d$。钻探施工人员配备寝车，生活污水在寝车收集后外运处理。

6.7.1.3 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 96m^3。钻井施工过程中，含矿层提取岩芯供室内实验研究使用，非矿段不取岩芯，因此钻井泥浆放射性水平处于区域本底水平。

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饼池集中处理，泥饼池做 HDPE 膜防渗，最终对泥饼池及各类池体进行覆土掩埋，并恢复原始地貌。

2）废机油

在施工过程中可能会产生少量废机油，产生量约为 0.001t/孔，总产生量约为 0.016t。根据《国家危险废物名录》（2025 年版），废机油属于危险废物，其废物类别 HW08，本试验废机油产生量较少，由施工单位设专用桶收集，用于钻机设备传动、润滑等，尽量回收利用，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）生活垃圾

施工期会产生少量生活垃圾，按照每人 0.5kg/d 计算，最大同时施工人数 15 人，最大产生量约 7.5kg/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。

6.7.1.4 噪声

本项目施工期噪声主要来源于钻井机、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、声功率及控制措施见表 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 90dB（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。

6.7.2 运行期

6.7.2.1 废气

本项目气载流出物主要为吸附区的集液罐和浸出液吸附厂房产生的氡气。

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。

本项目的年总抽液量为 356400m^3/a，类比同工艺的巴音青格利（南部）试验竣工环保验收期间（65%运行负荷）集液罐排气口内氡浓度监测数据，^{222}Rn 浓度范围为 5.91~9.11kBq/m^3，折算满负荷下保守考虑取 14.02kBq/m^3，排气量为 45m^3/h，则生产过程中集液罐年排放 ^{222}Rn 量约为 5.00×10^9Bq/a。

2）厂房废气

本项目浸出液吸附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。吸附厂房总排风量为 4000m^3/h，类比同工艺的巴音青格利（南部）试验竣工环保验收期间（65%运行负荷）浸出液吸附厂房通风口处氡浓度范围为 5.00~17.40Bq/m^3，折算满负荷下保守考虑取 26.77Bq/m^3，年工作日保守取 365d，则浸出液处理厂房氡气释放量约为 9.38×10^8Bq/a。

6.7.2.2 废水

1）放射性废水

试验运行期放射性废水包括吸附尾液、洗井废水、流散浸出液和实验废水。

（1）吸附尾液

为了保证试验采区周边的地下水环境不受污染，采用整体抽液量大于注液量不少于 0.5%的方式，使试验采区内含矿含水层的承压水头低于试验采区周边，形成一个降落漏斗，保证浸出剂不向试验采区外扩散。

本项目吸附尾液产生量约 5.37m^3/d，在吸附厂房外设置废水储罐，当罐体内尾液达到一定液位，通过树脂转运车转运至巴音青格利（北部）试验 MVR 蒸发装置进行蒸发处理，

处理后产生的冷凝水用于巴音青格利（北部）试验厂区抑尘和绿化。

巴音青格利（北部）试验 MVR 蒸发装置实际处理规模约为 3650m^3/a，巴音青格利（北部）试验进入 MVR 蒸发装置处理的废水量为 1597.2m^3/a，则 MVR 蒸发装置剩余处理量为 2052.8m^3/a，大于本项目排入 MVR 蒸发装置的废水量 1773.13m^3/a，可满足本项目的废水处理要求。

（2）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，单孔洗井频率平均为 1 次/年，洗井废水产生量约 10m^3/孔，则本项目洗井废水年产生量约 160m^3/a。洗井废水采用移动式洗孔水储罐处理，移动式洗孔水储罐具有收集、储存、澄清洗井废水的功能，洗井废水经澄清后重新注入井下，沉淀的泥沙和滤渣统一收集后运至巴音青格利（北部）试验固体废物暂存间。

（3）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，不可避免的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，在试验运行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 0.5%，保障区域地下水由注入井向抽出井流动。

②设置监测井

本项目监测井设置具体如下：

a.含矿含水层监测井

根据《铀矿冶辐射防护和辐射环境保护规定》（GB 23727-2020）要求，含矿含水层应在采区四周边界井之外 50m~150m 范围内布置地下水监测井，其下游监测井还应至少延伸至 300m。根据试验井场地下水模拟预测结果，含矿含水层中特征污染物向下游、侧向和上游最大迁移距离分别为 67m、49m 和 28m。监测井设置距离取最大迁移距离外（20~30）m 的裕度。因此，在试验井场含矿含水层下游 90m、侧向 70m、上游 50m 各布置监测井 1 个，共布设含矿含水层监测井 3 个。

b.上层含水层监测井

根据《铀矿冶辐射防护和辐射环境保护规定》（GB23727-2020）要求，采区含矿含水层上部含水层应布置相应的地下水监测井，本项目在试验井场内上层含水层布置 1 个监测井，为利用巴音青格利（南部）试验于 2021 年施工的 SYG-1，该水文孔为填砾式结构，井深 248m，过滤器安装深度 213~246m，位于直罗组下段上亚段（J_2z^{1-2}）含矿含水层。

c.下层含水层监测井

根据《铀矿冶辐射防护和辐射环境保护规定》（GB 23727-2020）要求，下部含水层根据所在区域的地质与水文地质情况酌情布置。本项目矿体位于直罗组下段下亚段（J_2z^{1-1}）含水层，含矿含水层区域连续稳定隔水底板由延安组顶部的灰色泥岩、粉砂岩及煤层组成，隔水性能良好，在矿床内稳定分布，阻隔了该含水层与下层含水层之间的水力联系。此外，本项目试验钻孔只施工至含矿含水层矿体深度，试验铀矿体距隔水底板约 30m，不会触及隔水底板。且本项目试验规模较小，试验期较短。因此，本项目实施过程中不会对下层含水层产生影响，不再布置下层含水层监测井。

（4）实验废水

本项目分析室分析过程会产生少量废水，产生量约 1L/d（0.33m^3/a），在废水桶收集至一定量后通过树脂转运车运至巴音青格利（北部）试验 MVR 蒸发装置处理。除工艺废水外，本项目依托的巴音青格利（扩大）试验 MVR 蒸发装置剩余蒸发能力为 279.67m^3/a，可以满足实验废水的处理要求。

2）非放射性废水

试验运行期产生的非放射性废水主要为试验人员的生活污水，即生活杂用水及盥洗废水，主要污染物为 BOD、COD 和 SS。本项目新增试验人员 3 人，生活用水按 20L/人天计算，排污系数取 0.80，则最大产生总量为 0.048m^3/d。试验人员生活起居利用现有宿舍区，生活污水依托宿舍区处理。

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 90dB（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

本项目正常试验期产生的放射性固体废物主要是浸出液吸附滤渣、洗井残渣、MVR 结晶盐和废旧设备及零配件等。

（1）浸出液吸附残渣

浸出液吸附过程中过滤工序会产生少量残渣，产生量约 0.002m^3/a，残渣中 $U_{天然}$含量与含矿段品位相当，统一收集后运至巴音青格利（北部）试验固体废物暂存间存放。

（2）洗井残渣

洗井时会产生少量洗井残渣，主要为沉淀的泥沙和滤渣，产生量约 0.002m^3/a，残渣中 $U_{天然}$含量与含矿段品位相当，统一收集后运至巴音青格利（北部）试验固体废物暂存间存放。

（3）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。由于试验运行期较短，规模较小，废旧设备及零配件产生量较少，统一收集后运至巴音青格利（北部）试验固体废物暂存间存放。

（4）MVR 结晶盐

本项目依托巴音青格利（北部）试验 MVR 蒸发装置处理的吸附尾液及实验废水会产生结晶盐，装桶收集在巴音青格利（北部）试验固体废物暂存间。实验废水产生量较少，吸附尾液中总溶解性固体类比巴音青格利（南部）试验浸出液监测值 1.18g/L，则结晶盐产生量约 6.34kg/d，根据核素平衡，结晶盐中 $U_{天然}$含量为 0.25mg/g。

2）非放射性固体废物

试验运行期非放射性固体废物主要为实验室废物和试验人员产生的生活垃圾。

（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，作为一般固体废物处置。

（2）生活垃圾

本项目新增试验人员 3 人，生活垃圾产生量约 1.5kg/d，在宿舍区收集后外运处理。

6.7.2.4 噪声

本项目噪声源主要为风机、管线增压泵等，单机噪声源强均小于 90dB（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、管线增压泵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）。

7 项目主要污染物产生及预计排放情况

内容 类型	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 TSP	最大落地浓度：<1.0mg/m^3	场地洒水抑尘
	运行期	集液罐	^{222}Rn	5.00×10^{9}Bq/a	罐口处稀释扩散
		浸出液吸附厂房	^{222}Rn	9.38×10^{8}Bq/a	厂房换气通风
废水	施工期	施工废水	SS、泥沙等	少量	场地洒水抑尘
		生活污水	BOD_5、COD 和 SS	0.24m^3/d	寝车收集外运处理
	运行期	吸附尾液	$U_{天然}$、^{226}Ra 等	1773.13m^3/a	巴音青格利（北部）试验 MVR 蒸发装置
		实验废水	$U_{天然}$、^{226}Ra 等	0.33m^3/a	
		洗井废水	SS、泥沙等	160m^3/a	澄清后重新注入井下
		流散浸出液	$U_{天然}$、^{226}Ra 等	—	抽注比例控制、监测井监控
		生活污水	BOD_5、COD 和 SS	0.048m^3/d	宿舍区处理
固体废物	施工期	钻井泥浆	$U_{天然}$、^{226}Ra 等	96m^3	循环利用、最终置于泥饼池、覆土掩埋
		废机油	—	0.016t	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	7.5kg/d	寝车收集外运处理
	运行期	浸出液吸附残渣	$U_{天然}$、^{226}Ra 等	0.002m^3/a	存放于巴音青格利（北部）试验固体废物暂存间
		洗井残渣		0.002m^3/a	
		废旧设备及零配件		少量	
		MVR 结晶盐		6.34kg/d	
		实验室废物	—	少量	一般固体废物处置
		试验人员	生活垃圾	1.5kg/d	宿舍区收集外运处理
噪声	施工期	钻机、发电机等	设备运行时产生的噪声值<90dB（A）		
	运行期	风机、增压泵等			

主要生态影响(不够时可附另页)

项目现场试验进行少量的土地平整及土方开挖，不会造成当地气候、水文、地形地貌、土壤、植被野生动植物、水生生态系统的破坏，也不会导致水土流失和土地荒漠化。因此，项目的建设不会对当地生态环境造成明显影响，且试验结束后影响即会消失。

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及吸附区建设、场地平整等过程中可能产生局部扬尘，针对产生的扬尘，本项目拟采取的环保措施有：

（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，若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）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。

本项目施工期最多场平时间较短，建设工程量小。此外，由于施工区地形开阔，空气流通、扩散条件好，在采取以上措施后，施工期扬尘产生量较小，影响范围小，不会对周边环境产生明显影响。

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，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，不会对项目周边的地表水环境产生不良影响。

8.1.3 噪声环境影响分析

本项目施工期间各拟建设施 200m 范围内均无居民点等敏感目标。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 90dB（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，平均单个钻孔产生钻井泥浆量约 6m^3，产生总量约 96m^3，$U_{天然}$含量按含矿层平均品位估算为 7.60mg/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暂存坑，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饼池集中处理，对泥饼池及各类池体进行覆土掩埋，并恢复原始地貌，基本不会对环境产生影响。

2）废机油

本试验在施工过程中可能会产生少量废机油，约 16kg。根据《国家危险废物名录》（2025 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，暂存区设置在 1.0m×1.0m×0.1m 的围堰内，围堰内部及暂存区底部做防渗处理，防渗材料应采用抗渗混凝土、高密度聚乙烯膜、钠基膨润土防水毯或其他防渗性能等效的材料。暂存区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，最大产生量约 7.5kg/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

（1）占地影响分析

本项目占地面积总计为 26345m^2，其中试验井场钻孔施工临时占地 14515m^2，吸附厂房占地面积为 271.2m^2，占地类型为草地。本项目的实施会对占地区域产生扰动，可能会改变占地区域土地原有利用性质。

（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）对占地的保护措施

根据地浸采铀的特点，本项目占地多为施工期临时占地，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，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）对植物资源的保护措施

□本项目施工场地平整阶段须对表土层进行单独剥离、单独堆存，并加布遮盖，避免雨水冲刷和流失损耗，待场地植被恢复时使用；井场管线施工时，首先进行表土剥离，下部土层分层开挖，依次堆存，加布遮盖，在管线施工结束后回填土按次序分层覆土，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。

□本项目施工设备的搬迁和车辆运输，严禁随意新开路面，尽量在原有便道上行驶。严格控制人员和机械的活动区域，施工人员、施工车辆以及施工设备应按规定的路线行驶、操作，严禁对周围植被进行随意破坏。

□施工结束后，立即对场地进行平整、恢复地貌，并进行植被恢复。草种优先选择当地物种，播种后加强后期养护，适当地补种、灌溉、施肥，保证植被更好地恢复。

（3）对动物资源的保护措施

本项目施工期需与周边牧民沟通，提前告知施工计划，使养殖的动物远离施工场地。在施工期间加强管理，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，减少对施工场地外动物活动的影响。本项目使用的大型机械安装必要的减震降噪设施，减小噪声的源强。

（4）水土流失及土地荒漠化防治措施

①本项目试验钻井施工过程中，严格控制临时占地面积，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；

②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。

③本项目施工期和试验期优先利用现有便道，若施工和试验区域周边无现有便道时，会开辟临时道路。施工和试验期间加强管理，施工人员、施工车辆以及各种试验设备搬运应按规定的临时路线行驶，严禁随意开辟新道路。

④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。

（5）植被恢复措施

施工结束后钻孔施工场地及管线施工作业带区域植被恢复类型应选择当地优势植物，根据前期现场踏勘结果，如锦鸡儿、沙蒿等本土沙生品种植物，且成活率较高，可作为植被恢复的备选植物。植被恢复工作结束后，应该定期检查恢复效果。

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，施工过程也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。

8.1.6 环境风险影响分析

本项目施工期的环境风险主要是钻探使用柴油发电机。本项目施工现场的柴油储存量小，仅在现场配备4个油桶，单桶容量800L，现场柴油最大储存量约3200L，约2.8t。根据《建设项目环境风险评价技术导则》（HJ 169-2018）及附录B，项目涉及风险物质使用量及临界量见表8.1-1。

表 8.1-1　本项目 Q 值确定表

序号	危险物质名称	CAS 号	最大存在总量 q_n/t	临界量 Q_n/t	危险物质 Q 值
1	油类物质（柴油）	/	2.8	2500	0.00112
项目 Q 值					0.00112

由上表可知，本项目 Q 值为 0.00112<1，项目环境风险潜势为 I。根据《建设项目环境风险评价技术导则》（HJ 169-2018），环境风险评价等级确定为简单分析。

本项目施工期间使用的柴油密封保存，施工期严格按照安全标准化有关要求施工和管理，在使用、暂存等过程中，主要采取以下措施保证安全：

1）柴油在指定区域密闭储存，储存区远离施工人员经常活动的场地。

2）在油桶储存区设置围堰，底部铺设防渗膜。

3）柴油取用过程中严格规范操作，避免跑冒滴漏，小心操作，断绝火源，严格执行防火、防爆、防雷击等各项要求。

4）加强日常管理及安全巡视检查，保证油桶、防渗膜完好无破损。

5）提高安全防范风险意识以及应急响应能力，若发生柴油泄漏事故，应立即采取堵漏应急措施，及时收集泄漏柴油。若有柴油泄漏至土壤，立即清挖受污染土壤，并将污染土壤交由有危险废物处置资质单位处理。

综上所述，该风险是可控的，可以接受的。

8.2 运行期环境影响分析

8.2.1 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载流出物的释放，关键核

素为 ^{222}Rn，^{222}Rn 释放源项主要为集液罐和浸出液吸附厂房，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　本项目气载流出物的排放情况一览表

序号	设施类型	氡释放量（Bq/a）
1	集液罐	5.00×10^{9}Bq/a
2	浸出液吸附厂房	9.38×10^{8}Bq/a

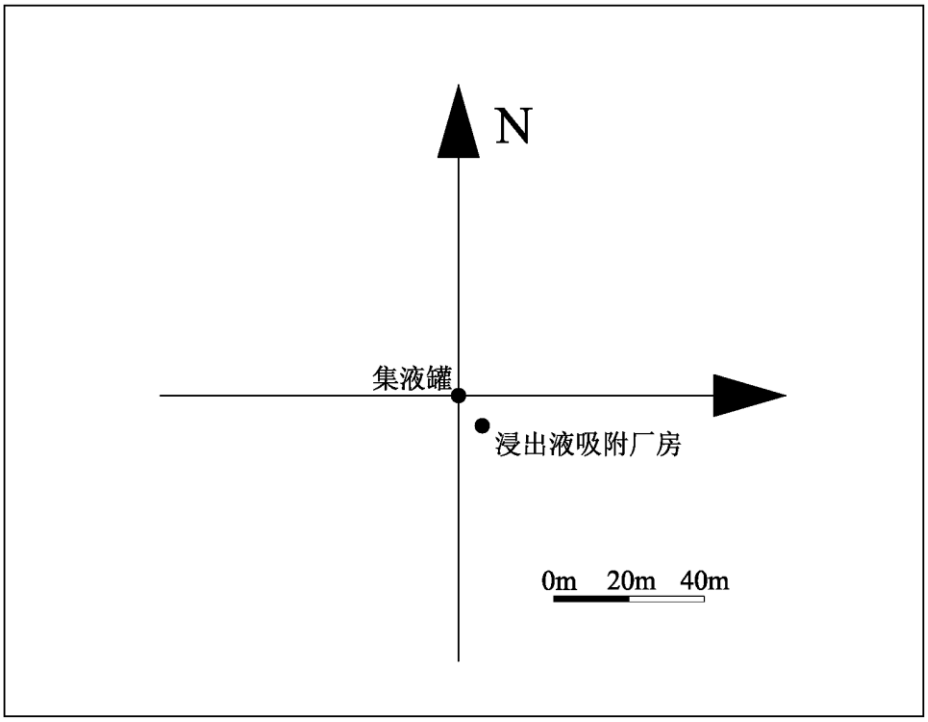


图 8.2-1　各源项相对位置图

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）	源项类型
		X，m	Y，m			
1	集液罐	0	0	0.1	3.5	点源
2	浸出液吸附厂房	6.3	-8.0	0.6	7	点源

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

（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作为评价中心。

（3）评价子区及年龄组设置

本次评价以集液罐位置为中心，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。本次评价年份选取正常生产期第一年，即 2027 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）结果分析

（1）居民点辐射环境影响

①氡浓度及公众个人剂量

本项目试验运行期气态源项释放的 ^{222}Rn 所致 5km 范围内各居民点 ^{222}Rn 浓度及个人剂量表 8.2-3 所示。由表可知，气态源项对各居民点的最大辐射影响出现在评价中心 SSW 方位、0.4km 处的苏都住宅，该处 ^{222}Rn 浓度贡献值为 $6.34\times10^{-4}Bq/m^3$，公众最大个人剂量为 $1.36\times10^{-5}mSv/a$，小于本项目设定的公众剂量约束值。

表 8.2-3　气态源项所致 5km 范围内各居民点 ^{222}Rn 浓度和个人剂量

居民点	方位	距离（km）	^{222}Rn 浓度（Bq/m^3）	公众个人剂量（mSv/a）
昌汗沟	ENE	4.4	1.52E-05	3.24E-07
闫家住宅	SE	3.4	2.61E-05	5.59E-07
江木图沟	SSE	4.6	1.10E-05	2.35E-07
伊克尔沟	S	2.1	4.74E-05	1.01E-06
苏都住宅	**SSW**	**0.4**	**6.34E-04**	**1.36E-05**
赛汗住宅	SW	0.9	1.68E-04	3.60E-06
石灰沟	SW	4.5	1.55E-05	3.31E-07
巴音庆格利嘎查	WSW	1.3	8.86E-05	1.89E-06
啊拉善沟	WSW	3.4	2.33E-05	4.99E-07
琴克利沟	WNW	4.2	3.70E-05	7.90E-07
毛登青格利沟	NW	4.5	3.94E-05	8.42E-07
黄木花沟	NNW	1.1	4.79E-04	1.02E-05
巴音琴克利	NNW	2.2	1.51E-04	3.22E-06
张家住宅	N	4.4	4.46E-05	9.53E-07

②个人剂量

本项目生产期各污染源项释放的 ^{222}Rn 对苏都住宅个人有效剂量的贡献见表 8.2-4。由该表可知，集液罐对苏都住宅的最大个人有效剂量贡献率最大，为 91.22%。

表 8.2-4　各气态源项对苏都住宅的贡献值

排放点	氡浓度，Bq/m^3	个人剂量，mSv/a	份额（%）
集液罐	**5.78E-04**	**1.24E-05**	**91.22**
浸出液吸附厂房	5.57E-05	1.19E-06	8.78
合计	6.34E-04	13.6E-05	100.00

（2）评价区域辐射环境影响

①^{222}Rn 浓度

本项目试运行期气态源项释放的 ^{222}Rn 所致各子区 ^{222}Rn 浓度分布情况见表 8.2-5。由表可知，气态源项对周边各子区 ^{222}Rn 贡献值最大值出现在 SSW 方位 0~1km 处，该子区空气中 ^{222}Rn 浓度为 $6.34\times10^{-4}Bq/m^3$。无人子区 ^{222}Rn 最大贡献浓度出现在 NNW 方位 0~1km 处，该子区空气中 ^{222}Rn 浓度为 $1.38\times10^{-3}Bq/m^3$。

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

核素	方位	距离（km）					
		0～1	1～2	2～3	3～5	5~10	10~20
^{222}Rn	N	1.08E-03	2.45E-04	9.74E-05	4.46E-05	1.60E-05	4.73E-06
	NNE	9.41E-04	2.14E-04	8.96E-05	4.51E-05	1.48E-05	4.46E-06
	NE	6.56E-04	2.02E-04	6.50E-05	3.53E-05	1.62E-05	5.17E-06
	ENE	6.60E-04	1.14E-04	2.80E-05	1.52E-05	9.11E-06	3.68E-06
	E	6.01E-04	1.34E-04	3.88E-05	1.14E-05	4.49E-06	1.22E-06
	ESE	4.82E-04	9.72E-05	3.75E-05	1.30E-05	2.68E-06	6.76E-07
	SE	4.37E-04	1.04E-04	4.28E-05	2.61E-05	4.56E-06	6.65E-07
	SSE	3.97E-04	9.15E-05	3.29E-05	1.10E-05	3.06E-06	1.24E-06
	S	3.66E-04	8.49E-05	4.74E-05	1.34E-05	5.76E-06	1.54E-06
	SSW	**6.34E-04**	8.56E-05	3.72E-05	1.62E-05	5.36E-06	6.59E-07
	SW	1.68E-04	8.55E-05	3.54E-05	1.55E-05	4.77E-06	1.11E-06
	WSW	4.10E-04	8.86E-05	3.31E-05	2.33E-05	3.58E-06	2.01E-06
	W	5.77E-04	1.17E-04	4.63E-05	2.44E-05	6.35E-06	2.91E-06
	WNW	9.33E-04	1.84E-04	7.44E-05	3.70E-05	1.35E-05	4.35E-06
	NW	1.26E-03	2.53E-04	9.96E-05	3.94E-05	1.90E-05	5.95E-06
	NNW	**1.38E-03**	4.79E-04	1.51E-04	6.10E-05	2.28E-05	7.14E-06

注：阴影区为无人子区。

②个人剂量

本项目试验运行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 8.2-2。由该表可知，评价范围内各子区内最大个人有效剂量为 2.95×10^{-5}mSv/a，出现在 NNW 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 1.36×10^{-5}mSv/a，出现在 SSW 方位，0～1km 的子区内。

表 8.2-6　运行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	2.31E-05	5.24E-06	2.08E-06	9.53E-07	3.41E-07	1.01E-07
NNE	2.01E-05	4.57E-06	1.92E-06	9.63E-07	3.17E-07	9.54E-08
NE	1.40E-05	4.32E-06	1.39E-06	7.56E-07	3.46E-07	1.10E-07
ENE	1.41E-05	2.44E-06	5.99E-07	3.24E-07	1.95E-07	7.86E-08
E	1.28E-05	2.86E-06	8.30E-07	2.43E-07	9.61E-08	2.60E-08
ESE	1.03E-05	2.08E-06	8.01E-07	2.78E-07	5.73E-08	1.45E-08
SE	9.33E-06	2.22E-06	9.16E-07	5.59E-07	9.75E-08	1.42E-08
SSE	8.48E-06	1.96E-06	7.03E-07	2.35E-07	6.54E-08	2.65E-08
S	7.82E-06	1.82E-06	1.01E-06	2.86E-07	1.23E-07	3.29E-08
SSW	**1.36E-05**	1.83E-06	7.94E-07	3.46E-07	1.15E-07	1.41E-08
SW	3.60E-06	1.83E-06	7.56E-07	3.31E-07	1.02E-07	2.37E-08
WSW	8.76E-06	1.89E-06	7.09E-07	4.99E-07	7.65E-08	4.30E-08
W	1.23E-05	2.49E-06	9.90E-07	5.22E-07	1.36E-07	6.22E-08
WNW	1.99E-05	3.92E-06	1.59E-06	7.90E-07	2.88E-07	9.30E-08
NW	2.68E-05	5.42E-06	2.13E-06	8.42E-07	4.06E-07	1.27E-07
NNW	**2.95E-05**	1.02E-05	3.22E-06	1.30E-06	4.88E-07	1.53E-07

注：阴影区为无人子区。

③居民集体有效剂量

本项目试验运行期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 7.17×10^{-7} 人•Sv/a。

表 8.2-7　运行期气态源项所致 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）	7.32E-08	1.62E-07	1.96E-07	2.31E-07	5.77E-07	7.17E-07
份额（%）	10.21	22.64	27.39	32.25	80.53	100.00

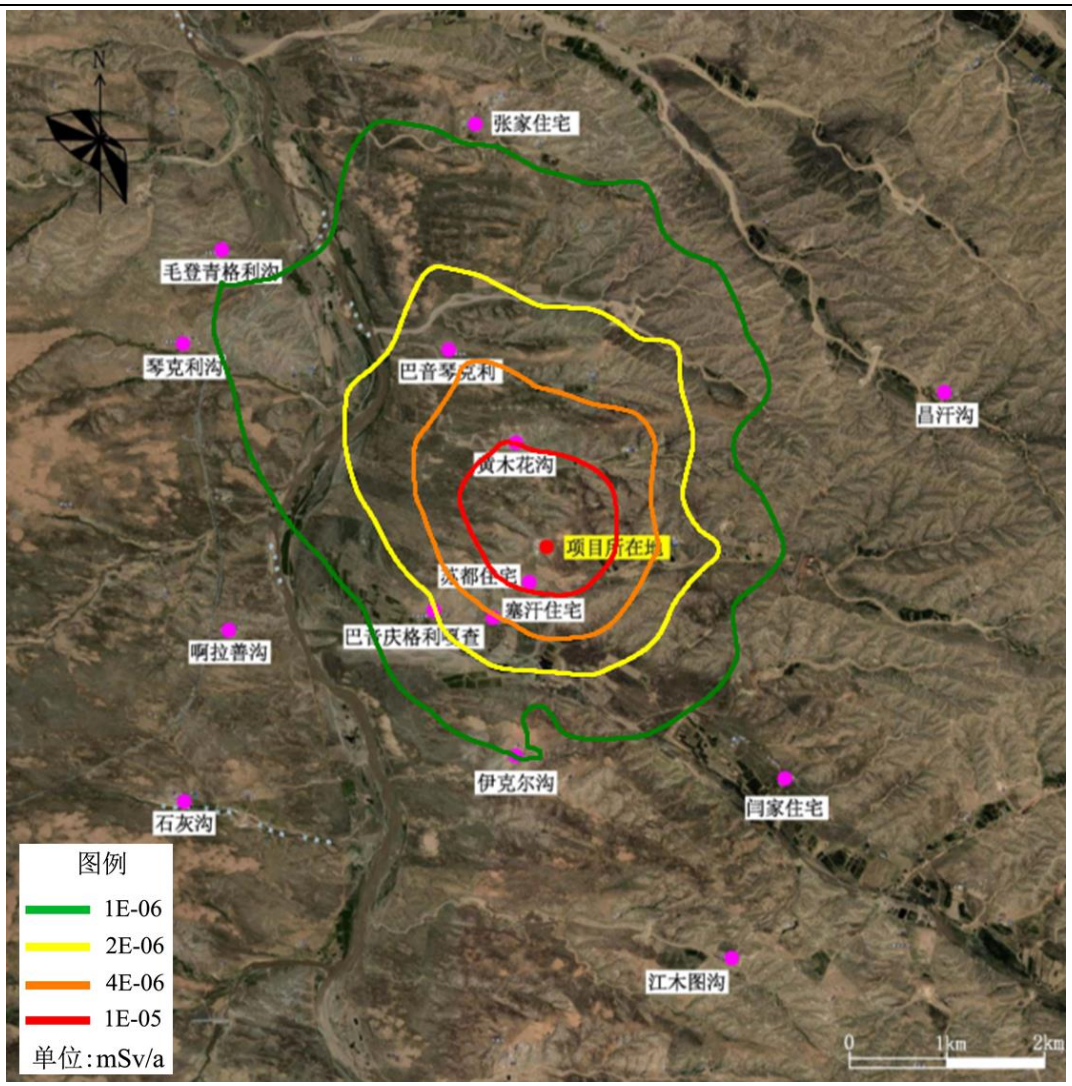


图 8.2-2　运行期气态源项所致的区域个人剂量等值线图（单位：mSv/a）

5）本项目及周边铀矿冶设施综合影响

根据预测结果，本项目 ^{222}Rn 释放所致周边关键居民点为苏都住宅，最大个人有效剂量为 1.36×10^{-5}mSv/a。本项目周边 20km 铀矿冶设施有巴音青格利（北部）试验项目，根据《巴音青格利铀矿床（北部）地浸试验研究环境影响报告表》（中核内蒙古能源有限公司，2024 年 5 月），周边铀矿冶设施 ^{222}Rn 释放对苏都住宅的最大个人有效剂量为 6.41×10^{-7}mSv/a，本项目叠加周边铀矿冶设施后，对关键居民点苏都住宅最大个人有效剂量为 1.42×10^{-5}mSv/a，满足区域公众剂量约束值不应超过 0.5mSv/a 的要求。

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。但由于地质条件的复杂性、地下水动力及污染物弥散的影响，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采区地勘报告、水文地质试验报告的基础上，结合井场试验方案，建立试验采区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

本模型建模范围为条件试验井场及其周边地区，根据《水文地质概念模型概化导则》，由于研究区所在的完整水文地质单元范围很大，自然边界距离研究区较远，因此人为圈定研究范围。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（西南方向）延伸 1km，上游（东北方向）及两侧延伸 500m，模拟总面积 1.63km^2。

（2）边界条件的概化

侧向边界：目标含水层在研究区内无自然边界，垂直于地下水流向概化为通用水头边界，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：模型垂向上边界为直罗组下段顶部的泥岩、粉砂岩组成的隔水顶板；下边界为延安组顶部稳定的灰色粉砂岩、泥岩及薄煤层等组成的隔水底板。

（3）含水层结构的概化

根据地质勘探结果，巴音青格利矿床含矿含水层为中侏罗统直罗组下段含水层，组成含矿含水层的碎屑物的分选性、磨圆度都较好，碎屑物未胶结或泥质弱胶结，是较好的储水介质。此外，含矿含水层顶、底板均为稳定连续展布的泥岩、煤层及泥质粉砂岩，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中侏罗统直罗组下段含水层，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研究区域内的试验井，包括试验井 25 个，其中抽出井 9 个，注入井 16 个，抽注井间距为 30m，井型是“五点型”。单孔抽液量为 5m^3/h，整体抽大于注比例为 0.5%。试验井场抽出井和注入井分布情况见图 8.2-3。

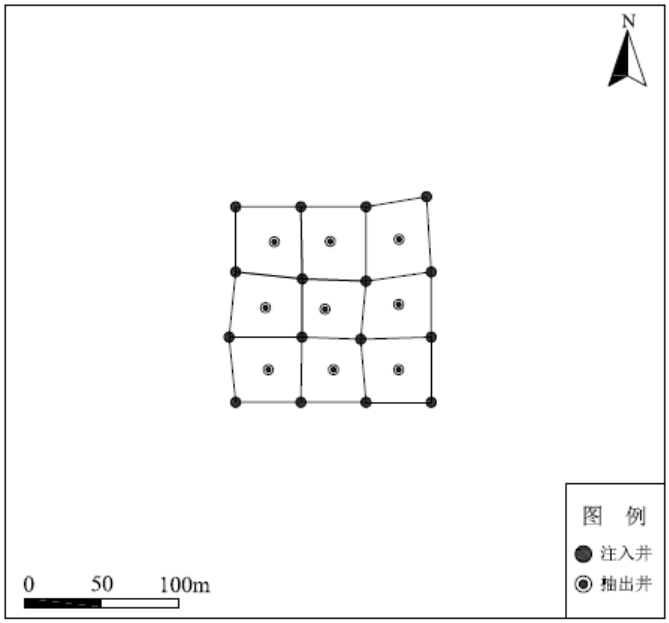


图 8.2-3　试验井场分布图

（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 5m×5m，外围非加密网格的大小为 10m×10m。本模型一共剖分 29896 个网格。网格剖分情况见图 8.2-4。

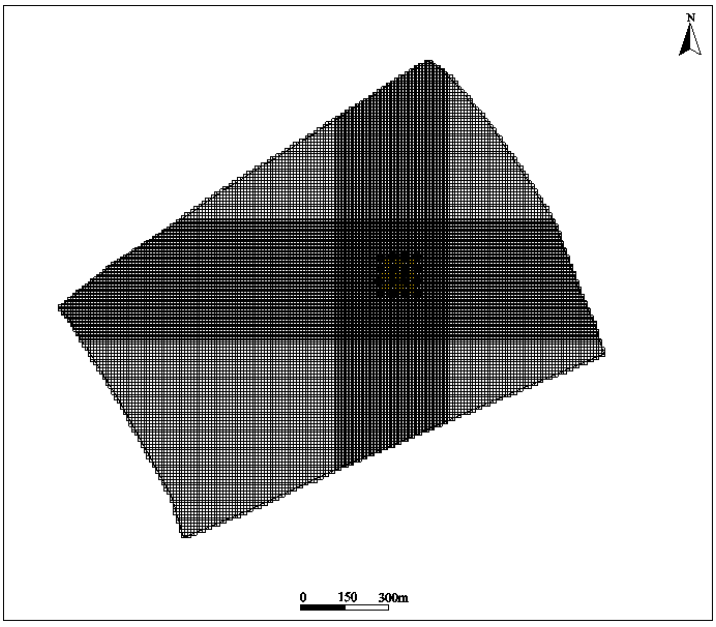


图 8.2-4　模型网格剖分图

（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

根据巴音青格利铀矿床地勘报告，含矿含水层的渗透性区域差异明显，渗透系数总体范围为 0.11~1.37m/d。为进一步模型试验区域含矿含水层渗透性能，在巴音青格利（南部）试验区地浸钻孔进行了抽水和注水试验，渗透系数范围为（0.065~0.13）m/d，属于低渗透难浸砂岩矿层。为此，本项目开展了低渗透难浸砂岩铀矿浸出环境改造技术研究，采用液态 CO_2致裂钻孔，对含水层进行增渗改造，根据已有试验结果，渗透系数最高可达 0.23m/d，保守考虑本次模拟渗透系数取 0.23m/d。此外，根据巴音青格利铀矿床地勘报告，含矿含水层有效孔隙度为 0.21。弥散度参考 Gelhar L W 等关于纵向弥散度与观测尺度关系的理论计算，纵向弥散度可根据以下经验公式计算：

$$\alpha_m=0.83（logLs）^{2.414} \quad （8.2\text{-}1）$$

$$L_s=\alpha\times K\times I\times T/n_e \quad （8.2\text{-}2）$$

式中：

α_m—纵向弥散度，m；

L_s—下游迁移距离，m；

α—变化系数，取 2；

K—渗透系数，0.23m/d；

I—水力坡度，根据区域水文地质条件，约为 0.30%；

T—质点迁移参数，取值不小于 5000d，保守取 5000d；

n_e—有效孔隙度，0.21。

经计算，下游迁移距离 L_s 为 33m，纵向弥散度 α_m 为 2.27m。此外，横向弥散度的取值通常比纵向弥散度小一个数量级，因此横向弥散度参数值取 0.23m。

（8）评价年限

本项目试验期为 3 年，巴音青格利（南部）试验现有的 4 组单元目前已运行近 2 年，同时考虑试验结束后、地浸工程前的可行性研究阶段及施工阶段（约 5 年），最终确定本次评价年限为 10 年，其中前 2 年（2025 年~2026 年）仅运行现有 4 组单元，后 8 年所有 9 组试验单元全部运行。

（9）预测因子

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，根据原地浸出采铀特点，放射性核素选取特征核素 $U_{天然}$，其浓度取课题的技术指标：试验周期铀浸出平均浓度 30mg/L；巴音青格利（南部）试验浸出监测结果见表 8.2-8，针对非放射性污染物的选取，将浸出液非放射性因子监测结果扣除含矿层本底值后，与《地下水质量标准》（GB/T 14848-2017）III类标准进行对比，取超过水质标准倍数较大的因子作为预测因子，最终确定非放射性预测因子为 Mn，浓度为 122.86μg/L。

表 8.2-8　浸出液样品监测结果

项目	Na	Cd	Cu	Pb	Ni	Mn	Zn	Mo	Cr^{6+}
单位	mg/L	μg/L	μg/L	μg/L	μg/L	μg/L	μg/L	μg/L	mg/L
监测结果	452	0.08	0	0	0.58	131	0	10.1	0
本底值	418	0.38	1.83	0	0	8.14	1.66	10.3	0
贡献值	34	-0.3	-1.83	0	0.58	122.86	-1.66	-0.2	0
标准值	200	5	1000	10	20	100	1000	70	0.05
超标倍数	0.17	/	0.00	0.00	0.03	1.23	0.00	/	0.00
项目	F^-	Cl^-	SO_4^{2-}	NO_3^-	NO_2^-	TDS	As	Hg	总硬度
单位	mg/L	mg/L	mg/L	mg/L	mg/L	mg/L	μg/L	μg/L	mg/L
监测结果	2.68	407	51.5	2.88	0	1290	6.39	0	104
本底值	3.84	466	241	16.7	0	1238	2.5	0.06	75.2
贡献值	-1.16	-59	-189.5	-13.82	0	52	3.89	-0.06	28.8
标准值	1	250	250	20	1	1000	10	1	450
超标倍数	/	/	/	/	0.00	0.05	0.39	/	0.06

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 8.2-5），由图可知，试验期采区周围可形成一定范围的降落漏洞，附近地下水均流向试验采区，说明现有的抽大于注比例可以有效控制浸出剂扩散。

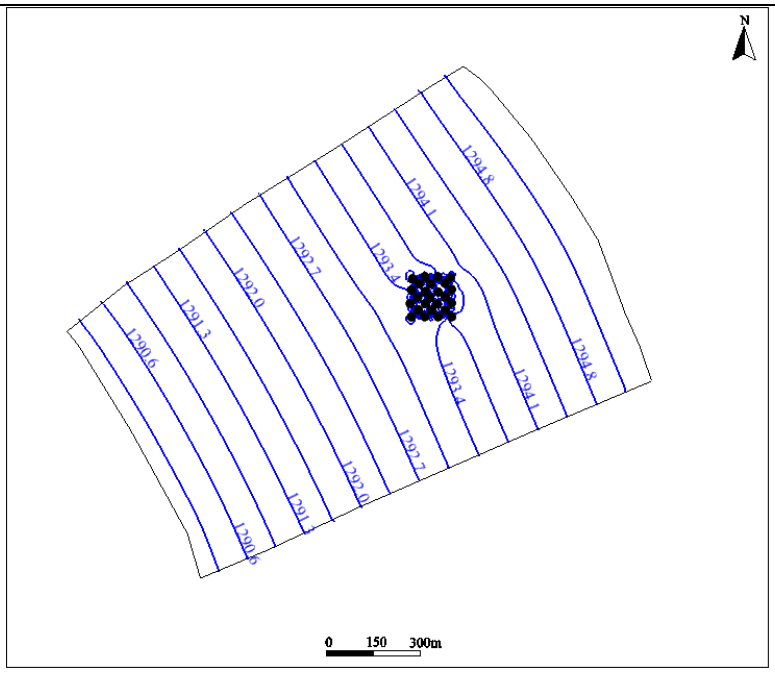


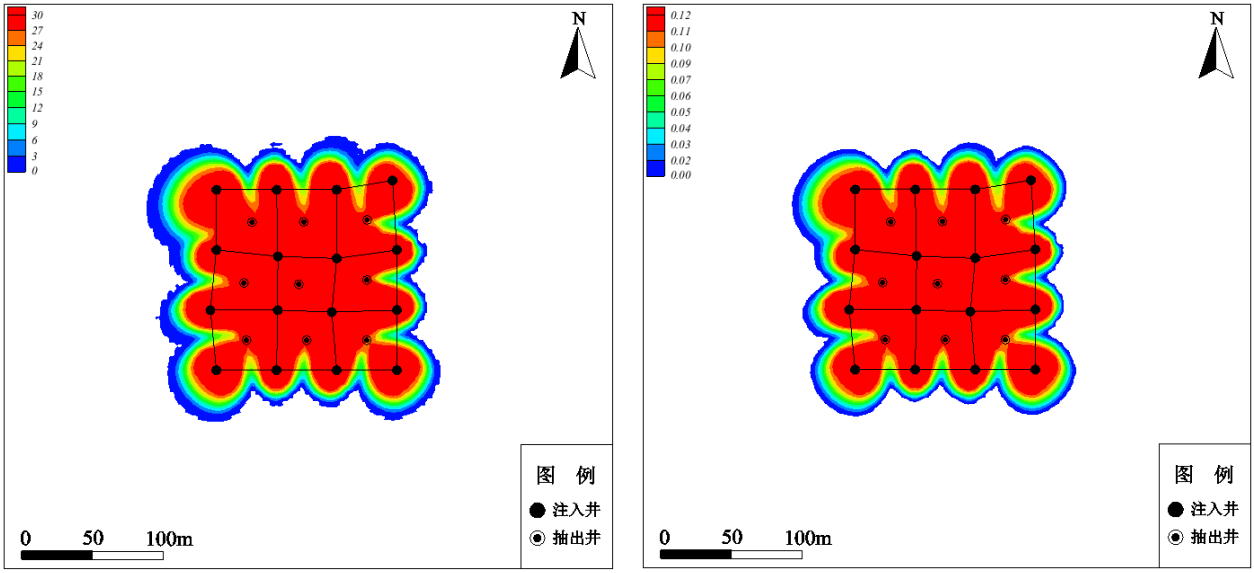
图 8.2-5　地下水等水位图

（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：

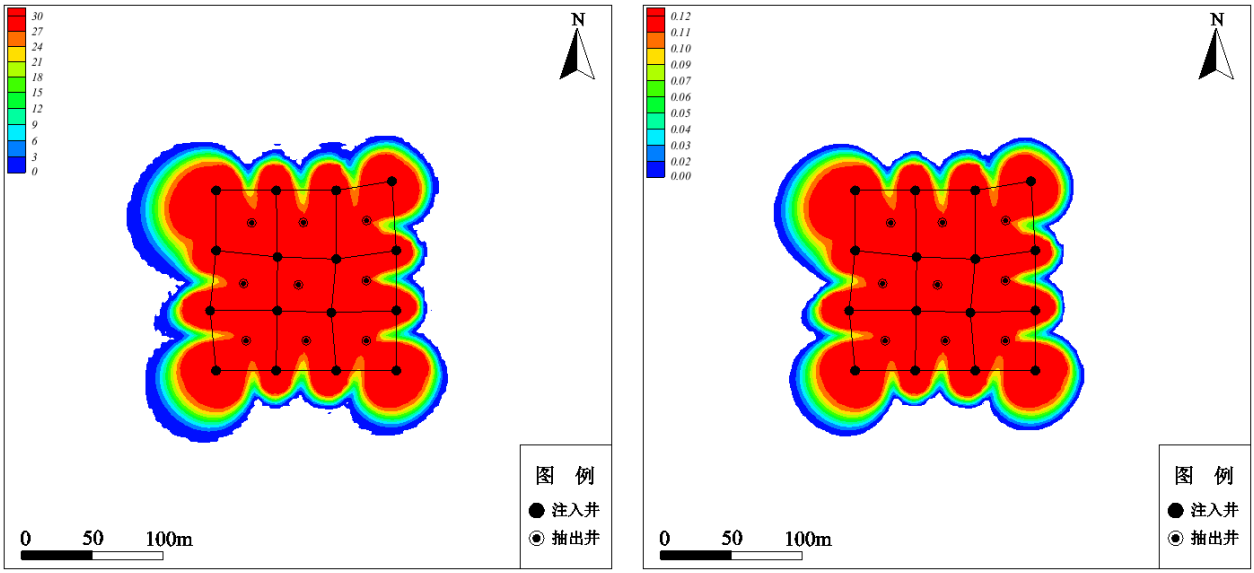
$U_{天然}$：以 0mg/L 为边界浓度，绘制了试验期末和试验结束后第 5 年时含矿含水层的 $U_{天然}$浓度分布图，见图 8.2-6（a）和见图 8.2-7（a）。由图可知，试验期末，$U_{天然}$在含矿含水层向下游、侧向及上游的运移距离分别为 51m、36m 和 21m。试验结束后第 5 年，$U_{天然}$在含矿含水层向下游、侧向及上游的运移距离分别为 67m、49m 和 28m。

Mn：以 0mg/L 为边界浓度，绘制了试验期末和试验结束后第 5 年时含矿含水层的 Mn 浓度分布图，见图 8.2-6（c）和见图 8.2-7（c）。由图可知，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 45m、30m 和 20m。试验结束后第 5 年，Mn 在含矿含水层向下游、侧向及上游的运移距离分别为 57m、41m 和 26m。



（a）U 天然　　（b）Mn

图 8.2-6　试验期末各污染物在含矿含水层的浓度分布图



（a）U 天然　　（b）Mn

图 8.2-7　试验结束 5a 后各污染物在含矿含水层的浓度分布图

综上所述，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 51m、36m 和 21m，Mn 在含矿含水层向下游、侧向及上游的运移距离分别为 45m、30m 和 20m；试验结束后第 5 年，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 67m、49m 和 28m，Mn 在含矿含水层向下游、侧向及上游的运移距离分别为 57m、41m 和 26m。此外，由于本项目含矿含水层埋深较深，且含矿含水层的顶底板均相对稳定，含矿含水层中的地下水越流至潜水层或其它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 潜水含水层地下水影响分析

本项目周围居民稀少，无集中式水源地，居民生活用水来自居民自用水井，取水层位为潜水含水层。本项目可能对潜水含水层产生影响的地表设施主要为抽注管道、废水储罐及集配液罐等导致的跑、冒、滴、漏。本项目各类储罐设有液位检测报警系统，管道设有流量自动检测系统，同时试验人员定期对相关区域进行巡视，一旦发生罐体冒槽或管道的跑、冒、滴、漏等情况可及时发现并得到有效控制。

此外，本项目浸出液吸附厂房地面做防渗处理，并配备沟槽及事故池。集配液罐及废水储罐配备了围堰。若发生泄漏事故，漏失的液体会收集至围堰或事故池。综上所述，本项目对潜水含水层的各种可能的污染途径均采取了可行有效的污染防范措施，不会对潜水含水层产生明显影响。

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滤水管，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，地浸试验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、下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。其次，通过数据异常的监测井对流散至上、下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。

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 土壤环境影响分析

参照《环境影响评价技术导则 土壤环境（试行）》（HJ 964-2018）中土壤环境影响识别相关要求及内容，本项目土壤环境影响类型为污染性影响，可能对土壤环境产生影响的设施主要为浸出液吸附厂房内各类储罐及管线、井场管道、集配液罐区。

1）浸出液吸附厂房

浸出液吸附厂房内的各类储池、储罐、管道均设有液位、压力或流量自动检测、报警与联锁控制系统，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。此外，厂房内地面设置防渗涂层，同时设置地沟，地沟尽头连接地坑，地坑内设有提升泵，并配备事故槽。事故工况下，可将漏失的液体经沟槽在厂房内收集后，通过泵提升至事故坑槽。因此在事故性的冒槽或跑、冒、滴、漏情况下，对土壤环境产生影响概率极低。

2）集配液罐及废水储罐

集配液罐及废水储罐配备围堰及液位报警系统，围堰有效容积可完全拦截单罐泄漏量，围堰防渗层可阻止泄漏液进一步下渗，液位报警可确保泄漏及时被发现。储罐破裂概率极低，同时发生罐体破裂与围堰破损的双重失效概率更低，基本不会发生，不会对土壤环境产生影响。

3）井场管道

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。根据“8.2.7 事故环境影响分析”，井场管道泄漏的可能性较小。且本项目设有自动化控制系统，一旦因意外原因造成管道泄漏，将会自动触发报警装置，可及时远程控制关停管线。

但是，由于管沟底部无防渗层，管道一旦泄漏，高浓度浸出液将直接下渗进入包气带土壤，造成土壤污染，其对环境的影响不可忽视。因此，本次评价应将井场管线断裂作为典型事件/事故进行预测，重点分析其对土壤环境的影响，详见“8.2.7 事故环境影响分析”。根据预测结果，本项目发生井场管道泄漏后，对项目周边土壤环境产生一定程度的影响，但影响程度和影响范围十分有限，且未穿透包气带进入地下水，不会对区域地下水环境产生影响。

8.2.5 固体废物环境影响分析

8.2.5.1 放射性固体废物环境影响分析

本项目运行期产生的放射性固体废物主要为浸出液吸附残渣、洗井残渣、MVR 结晶盐和废旧设备及零配件。浸出液过滤残渣、洗井残渣废旧设备及零配件统一收集后运至巴音青格利（北部）试验固体废物暂存间存放，MVR 结晶盐装桶后存放于巴音青格利（北部）试验固体废物暂存间，不会对项目周边的环境产生不良影响。

8.2.5.2 非放射性固体废物环境影响分析

试验运行期非放射性固体废物主要为试验人员产生的生活垃圾。生活垃圾在宿舍区收集后外运处理，不会对周边环境产生明显影响。

8.2.6 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 软件进行运行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。运行期主要噪声源为吸附区内浸出液吸附厂房的吸附设施、风机及井场集控室中的增压管线泵，噪声预测参数见表 8.2-9。

表 8.2-9　噪声预测参数

设备	源强 dB（A）	声源高度（m）	数量（个）	声场种类
风机	90	7.0	4	半自由声场
泵类	90	1.0	4	半自由声场

2）预测结果

经预测，本项目运行期厂界噪声见表8.2-10，噪声影响等值线分布情况见图8.2-8。由预测结果可以看出，运行期噪声源在厂界处的贡献值为（20.1~38.4）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。

表 8.2-10　运行期厂界噪声贡献值　　单位：dB（A）

预测结果	厂界噪声			
	东	西	南	北
贡献值	20.1	38.4	25.5	30.4
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

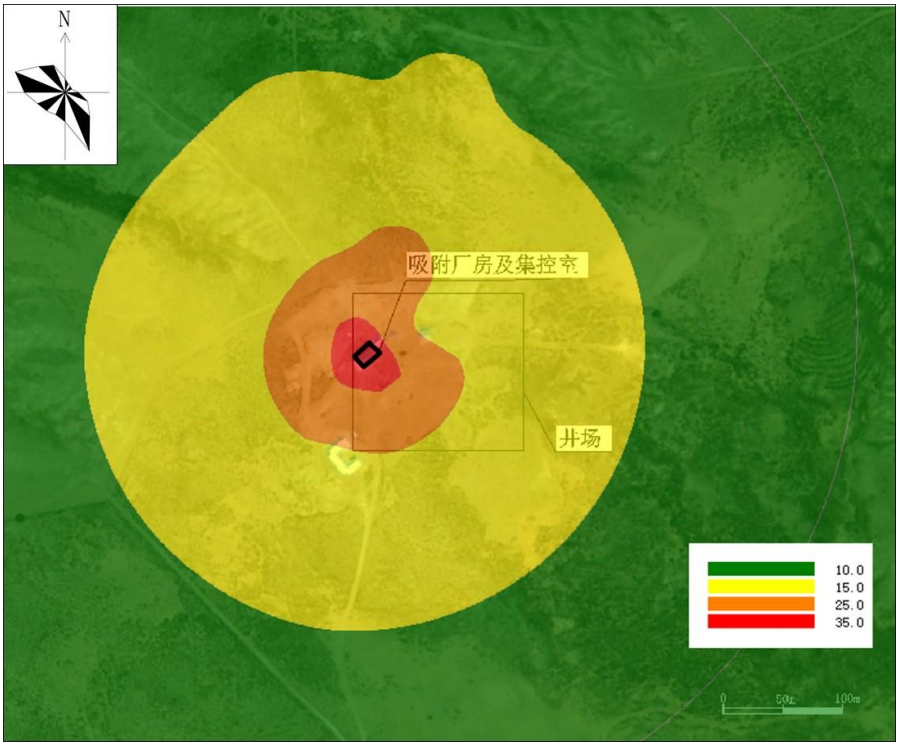


图 8.2-8　运行期噪声等值线图（dB（A））

8.2.7 事故环境影响分析

1）事故的环境影响

本项目放射性气载流出物主要来自浸出液吸附厂房和集液罐中 ^{222}Rn 的排放，^{222}Rn 的排放量较小，且浸出液吸附厂房和废水、集配液罐区中各设备、管线均处于密闭状态，气载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头依然存在，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，浸出液吸附厂房管道及废水、集配液储罐区等可能发生冒槽或管道的跑、冒、滴、漏等事故。

①厂房管道泄漏

吸附厂房内管道均设有液位、压力或流量自动检测、报警系统，试验过程中定期对相关区域进行巡视，可有效避免冒槽或管道的跑、冒、滴、漏等现象的发生。此外，厂房内设置了地沟和事故应急池，事故情况下，可将漏失的液体经地沟收集至事故应急池，然后通过泵返回集液罐中，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。

吸附厂房内管道均为为 DN50 UPVC 管，管线的进口和出口处装有压力变送器和电动调节阀，可以远程实时监控管线流量和压力情况，一旦流量和压力达到预警值，将触发报警，并在 10min 内可远程控制关停管线。根据《建设项目环境风险评价技术导则》（HJ 169-2018），泄漏量可通过伯努利方程计算，公式如下：

$$Q = C_A \times A \times \sqrt{\frac{2(P-P_0)}{\rho} + 2gh} \times t \qquad (8.2\text{-}3)$$

式中：

Q——泄漏量，m^3/s；

C_A——液体泄漏系数，保守取 0.65。

A——裂口面积，泄漏孔径取管道直径 10%（即 5mm），面积为 $1.96\times10^{-5}m^2$；

P——管道内压强，取管线最大压力 1.0MPa；

P_0——环境压力，取大气压强 101.325KPa；

ρ——泄漏液体密度，取 $1000kg/m^3$；

g——重力加速度，$9.81m/s^2$；

h——裂口之上液位高度，取管径 0.05m；

t——泄漏时间，取 600s。

经计算，管道泄漏量为 0.32m^3。本项目事故应急池容积为 2m^3，可满足泄漏液体的收集要求。

②废水储罐及集配液罐冒槽或泄漏

本项目配备集液罐、配液罐和废水储罐各 1 个，各类储罐设有液位检测报警系统，储罐内液体一旦超过设定液位可及时发现并采取有效控制措施，避免造成储罐冒槽事故；本项目各类储罐采用不锈钢（防腐内衬）或耐酸碱玻璃钢材质，并配备长 20m、宽 5m、高 1.0m 的围堰，围堰底部及内侧均做防渗处理。此外，在试验过程中试验人员定期对相关区域进行巡视，各类储罐一旦发生泄漏可及时发现并采取有效控制措施。

单个罐体在满罐状态下液体全部泄漏时，泄漏液体体积约 60m^3。泄漏的液体会收集在围堰中，最终泵至应急罐。围堰的有效容积约 62.3m^3，可满足泄漏液体的收集要求，不会对周围环境产生明显影响。

综上所述，在事故性的冒槽或跑、冒、滴、漏情况下，对周围环境的影响很小。

（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 4～5 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，根据井场管道泄漏事故土壤预测及评价，其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。

（6）饱和树脂运输事故

本项目饱和树脂需通过道路运输至巴音青格利（北部）试验浸出液处理厂房，在饱和树脂运输过程中若出现泄漏的情况，可能对环境造成一定的影响。运输路线不涉及生态红线、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、饮用水水源保护区等特别保护的区域。树脂转运车采用单层常压卧式碳钢储罐，内衬聚氨酯涂层，进、出口管道均设置阀门密封措施，出现泄漏的可能性较小。如果发生交通事故致使意外泄漏时，将立即启动应急措施，将泄漏的饱和树脂及泥土统一收集，运至巴音青格利（北部）试验浸出液处理厂房，将混合泥土的饱和树脂通过振运筛清洗，去除泥砂，可以再次利用，污染的泥土送到巴音青格利（北部）试验固体废物暂存间贮放。

（7）废水转运运输事故

本项目设置废水收集罐，当罐体内尾液达到一定液位，通过车辆转运至巴音青格利（北部）试验 MVR 蒸发装置内。树脂转运车采用单层常压卧式碳钢储罐，内衬聚氨酯涂层，进、出口管道均设置阀门密封措施，出现泄漏的可能性较小。此外如果发生交通事故致使意外泄漏时，及时将被废水污染的泥土统一收集，运至巴音青格利（北部）试验固体废物暂存间处理。

（8）MVR 蒸发装置故障事故

在巴音青格利（北部）试验过程中，MVR 蒸发装置可能因设备故障等原因导致无法正常工作。在本项目试验阶段，依托巴音青格利（北部）试验 MVR 蒸发装置处理工艺废水量为 5.37m^3/d。若 MVR 蒸发装置无法正常工作，其检修时长为（7~15）d，检修期间需要处理的最大废水量为（37.59~80.55）m^3，届时将该部分废水暂存于应急罐中。应急罐有效容积为 84.4m^3， 可满足检修期间废水暂存要求。待 MVR 设备故障处理完毕后，通过树脂转运车将应急罐内暂存废水转运至巴音青格利（北部）试验 MVR 装置进行处理。

2）井场管道泄漏事故土壤预测及评价

（1）预测情景

本项目井场管道均采用具有足够抗压能力的材质，埋深位于最大冻土深度以下，正常状况下不会发生井场管道断裂。尽管采取了上述多重防控措施，但施工缺陷、管材老化、地震等因素仍可能导致井场管道断裂，造成浸出液泄漏。由于管沟底部无防渗层，管道一旦泄漏，浸出液将直接下渗进入包气带土壤，造成土壤污染，预测其对土壤环境造成的影响。

（2）预测源强

①泄漏量

本次预测选取环境风险较大的注液管道，其为 DN40 PE 管，管线的进口和出口处装有压力变送器和电动调节阀，可以远程实时监控管线流量和压力情况，一旦流量和压力达到预警值，将触发报警，并在 10min 内可远程控制关停管线。根据《建设项目环境风险评价技术导则》（HJ 169-2018），泄漏量可通过伯努利方程计算，公式见式 8.2-3。液体泄漏系数保守取 0.65，泄漏孔径取管道直径 10%为 $1.256\times10^{-5}m^2$，管道内压强取管线最大压力 1.0Mpa，裂口之上液位高度取管径 40mm，经计算，管道泄漏量为 $0.21m^3$。

②污染物浓度

放射性评价因子选取地浸采铀特征因子 $U_{天然}$，浓度取课题的技术指标：试验周期铀浸出平均浓度 30mg/L；针对非放射性因子的选取，综合对比现有巴音青格利（南部）试验浸出液监测数据（表 8.2-11）与《土壤环境质量 农用地土壤污染风险管控标准（试行）》（GB 15618-2018）中基本项目筛选值（pH＞7）要求，确定预测因子为 As，浓度为 6.39μg/L。

表 8.2-11　评价因子选取一览表

监测项目	As	Cd	Hg	Pb	Cr	Zn	Cu
监测结果（μg/L）	6.39	0.08	0	0	0	0	0
土壤中筛选值（mg/kg）	25	0.6	3.4	170	250	300	100
比值	0.26	0.13	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00

3）预测模型

本次事故工况入渗土壤污染预测方法采用《环境影响评价技术导则 土壤环境（试行）》（HJ964-2018）附录 E 中推荐的预测方法二，即一维非饱和溶质运移模型预测方法。

（1）土壤水流运动模型-*Richards* 方程

包气带水流运动模型为一维垂向饱和－非饱和土壤水中水分运动方程，如下：

$$\frac{\partial\theta(h)}{\partial t}=\frac{\partial}{\partial z}\left[K(h)\left(\frac{\partial h}{\partial z}+1\right)\right]-s \qquad (8.2\text{-}4)$$

式中：

θ（h）—土壤体积含水率；

K（h）—垂直方向的水力传导度，cm/d；

h—压力水头，cm；

z—垂直方向坐标，cm；

t—时间，d；

s—源汇项，cm^3·d。

2）土壤溶质运移模型

根据多孔介质溶质运移理论，土壤溶质运移选取一维非饱和溶质运移的数学模型为：

$$\frac{\partial(\theta c)}{\partial t}+\frac{\partial(\rho s)}{\partial t}=\frac{\partial}{\partial z}\left(\theta D\frac{\partial c}{\partial z}\right)-\frac{\partial}{\partial z}(cq)-Asc \qquad (式\ 8.2\text{-}5)$$

式中：

c—土壤水中污染物浓度，mg/L；

s—土壤吸附态污染物浓度，mg/mg；

ρ—土壤容重，mg/cm^3；

θ—土壤体积含水率；

D—土壤水动力弥散系数，cm^2/d；

q—垂直渗流速率，cm/d；

Asc—化学反应项，mg/（cm^3·d）。

4）预测软件

HYDRUS 可用于模拟水、热、溶质运动在二维和三维非饱和带介质的软件，它可以进行 Richards 非饱和带水流方程及对流—弥散方程的数值计算。一般认为，水在包气带中运移符合活塞流模式。污染物的弥散、吸附和降解作用所产生的侧向迁移距离远远小于垂向迁移距离。本次评价利用 HYDRUS 软件建立垂向二维模型模拟污染物在包气带中的垂向运移情况。

5）预测参数

本项目包气带地层为第四系砂土层，土壤水分特征参数取值参考周边《独贵塔拉工业

园区固废二期竣工环境保护验收报告》（2021 年 8 月 5 日）现场双环注水试验（同为第四系地层，且岩性基本一致）工作成果，并结合 Hydrus 软件内置的美国农业部（USDA）典型土壤水力学参数库（UNSODA）中砂土层取值，该参数库基于大量土壤物理试验数据构建，是公认的土壤模型参数取值依据，具体取值见表 8.2-12。此外，出于保守考虑，不考虑地层对污染物的迁移阻滞作用。

表 8.2-12　土壤水分特征曲线参数一览表

参数	单位	数值	来源
土层类型	/	第四系砂土层	《独贵塔拉工业园区固废二期竣工环境保护验收报告》
包气带厚度 H	m	20	
饱和导水率 K_s	cm/d	500	
残余含水率 θ_r	/	0.045	UNSODA 数据库经验值
饱和含水率 θ_s	/	0.43	
进气压力参数 α	1/cm	0.145	
孔隙分布指数 n	/	2.68	
孔隙连通性参数 l	/	0.5	
土壤干容重 ρ	g/cm^3	1.59	

6）预测结果及评价

将以上参数代入模型计算，计算各污染物入渗浓度分布情况，具体预测结果如下：

（1）$U_{天然}$

井场管道泄漏后 $U_{天然}$在土壤中迁移预测结果见图 8.2-9。由模拟结果可知，污染物发生泄漏 3285d（试验结束后 5a）后，$U_{天然}$迁移深度为 7.7m，未穿透包气带（20m）进入地下水。$U_{天然}$最大贡献浓度为 0.54mg/kg，处于土壤 $U_{天然}$本底范围（1.20~1.28）mg/kg，对土壤环境影响较小。

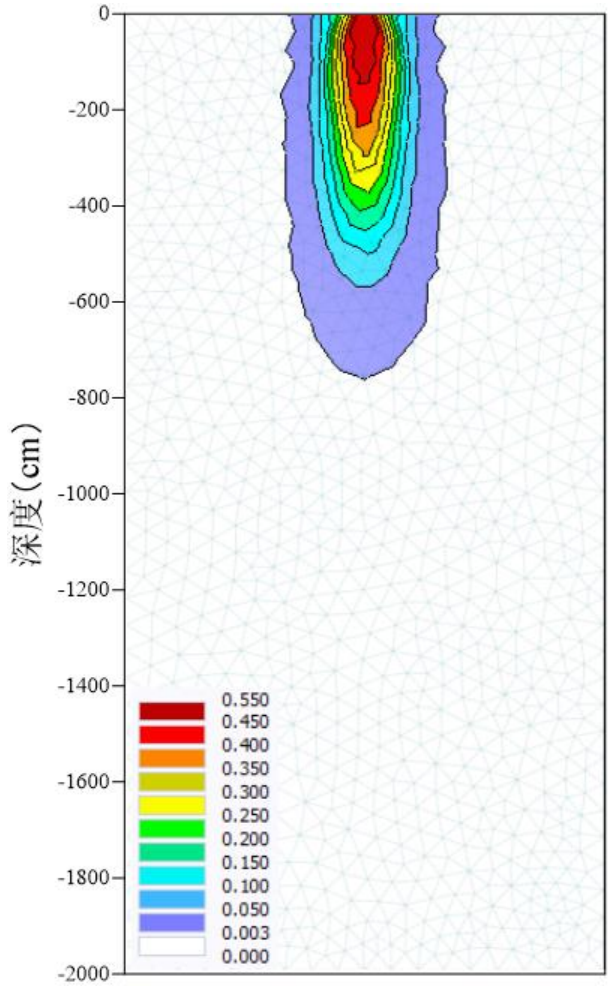


图 8.2-9　$U_{天然}$模拟预测结果（mg/L）

（2）As

井场管道泄漏后 As 在土壤中迁移预测结果见图 8.2-10。由模拟结果可知，污染物发生泄漏 3285d（试验结束后 5a）后，As 迁移深度为 5.7m，未穿透包气带（20m）进入地下水。As 最大贡献浓度为 0.114μg/kg，处于土壤 As 本底范围（5.09~9.15）mg/kg，叠加后可满足《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（25mg/kg），对土壤环境影响较小。

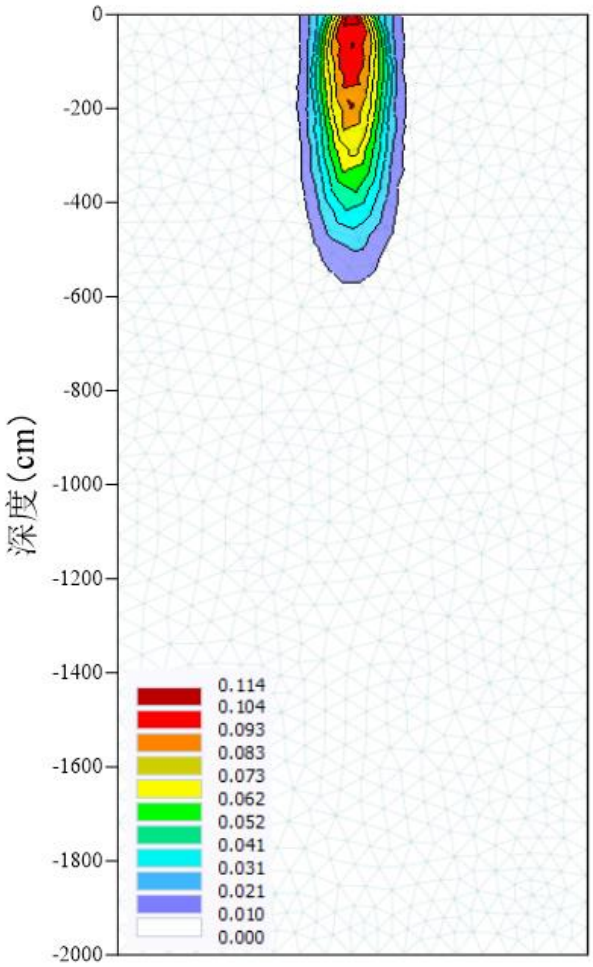


图 8.2-10　As 模拟预测结果（μg/L）

综上所述，本项目发生井场管道泄漏后，对项目周边土壤环境产生一定程度的影响，但影响程度和影响范围十分有限，且未穿透包气带进入地下水，不会对周边地下水环境产生不利影响。

9 建设项目拟采用的防治措施及预期治理效果

内容 类型	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 TSP	洒水抑尘、遮盖土方等	
	运行期	集液罐	^{222}Rn	罐口处稀释扩散	满足公众剂量约束值要求。
		浸出液吸附厂房	^{222}Rn	厂房换气通风	
废水	施工期	施工废水	SS、泥沙等	场地洒水抑尘	得到恰当处置
		生活废水	COD、NH_4-N	寝车集中收集外运处理	
	运行期	吸附尾液	$U_{天然}$、^{226}Ra 等	巴音青格利（北部）试验 MVR 蒸发装置	
		实验废水	$U_{天然}$、^{226}Ra 等		
		洗井废水	SS、泥沙等	澄清后重新注入井下	
		流散浸出液	$U_{天然}$、^{226}Ra 等	抽注比例控制、监测井监控	
		生活污水	COD、NH_4-N	宿舍区处理	
固体废物	施工期	钻井泥浆	$U_{天然}$、^{226}Ra 等	置于泥饼池，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	寝车集中收集外运处理	
	运行期	浸出液吸附残渣	$U_{天然}$、^{226}Ra 等	巴音青格利（北部）试验固体废物暂存间	
		洗井残渣			
		废旧设备及零配件			
		MVR 结晶盐			
		实验室废物	—	作为一般固体废物处置	
		试验人员	生活垃圾	宿舍区集中收集外运处理	
噪声	选用低噪声设备，并采取隔声、减振措施，噪声排放在施工期满足《建筑施工噪声排放标准》（GB12523-2025）要求，试验运行期满足《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：

项目现场试验只进行少量的土地平整及土方开挖，不会造成当地气候、水文、地形地貌、土壤、植被野生动植物、水生生态系统的破坏，也不会导致水土流失和土地荒漠化。因此，本项目的建设不会对当地生态环境造成明显影响，且试验结束后影响即会消失。

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	环保设备、轻质柴油、洒水抑尘	扬尘处理	1
		厂房通风	氡气处理	30
二	地下水	井场监测井	浸出液流散预防措施	150
三	废水	环保洗孔	洗井废水处理	5
四	噪声	低噪设备、隔声挡板、设备维护保养	噪声防治	10
五	固体废物	泥饼池	钻井泥浆的处置	6
		废机油桶、防渗膜的处置	施工期废机油处置	2
		废旧设备、管线运输	废旧设备、管线运输至巴音青格利（北部）试验固体废物暂存间	1
六	生态恢复	绿化、复垦	钻孔施工场地及管线铺设后，恢复原始地形	10
七	监测	流出物及环境监测	施工期环境监测、试验期流出物及环境监测	60
合计				275

11 环境管理与监测计划

11.1 环境管理机构

中核内蒙古能源有限公司作为本项目的建设单位，全面负责本项目施工期和运行期的管理、监测和检查等工作。其主要职责包括：

1）合理安排施工计划，确保文明施工；

2）对项目实施过程中存在的环境污染问题予以及时纠正，确保各项环保措施的落实；

3）定期巡视和设备检修，制定环境管理规章制度，并定期开展监测工作。

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主要包括大气、噪声、地下水等常规介质的监测，监测计划见表 11.2-1，地下水监测位置图见图 11.2-1。

表 11.2-1　施工期环境监测方案

序号	监测介质	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	新建监测井 3 个	试验开展前，委托有资质单位开展一次地下水取样监测。	$U_{天然}$、^{226}Ra、^{210}Pb、^{210}Po、总 α、总 β、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}。
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

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	气载流出物	集液罐排气孔	^{222}Rn及其子体	1次/季度
2		浸出液吸附厂房排风口		
3	废水	吸附尾液	$U_{天然}$、pH	1次/月
4	噪声	浸出液吸附厂房四周	昼夜等效连续A声级	1次/季度

2）常规环境监测

本项目运行期环境监测计划见表 11.2-3，常规环境监测布点图见图 11.2-2。

表 11.2-3　试验运行期常规环境监测计划

序号	介质	监测位置	监测项目	频次
1	大气	①浸出液吸附厂房最大风频下风向边界处； ②居民：苏都住宅； ③对照点：江木图沟。	^{222}Rn 及其子体	1 次/季
2	γ 辐射剂量率	①浸出液吸附厂房最大风频下风向边界处； ②居民：苏都住宅； ③运输路线沿线 1#（闫家住宅）； ④对照点：江木图沟。	γ 辐射空气吸收剂量率	1 次/半年
3	地下水	①居民：苏都住宅； ②对照点：江木图沟。	$U_{天然}$、^{226}Ra、^{210}Pb、^{210}Po、总 α、总 β、pH、Mn	1 次/半年
		①井场含矿含水层监测井； ②井场内上含水层监测井。	$U_{天然}$、pH、Mn	1 次/季
			^{226}Ra、^{210}Pb、^{210}Po	1 次/半年
4	土壤	①居民：苏都住宅； ②对照点：江木图沟。	$U_{天然}$、^{226}Ra、pH、As	1 次/半年
5	生物（牧草）	①居民：苏都住宅； ②对照点：江木图沟。	$U_{天然}$、^{226}Ra、^{210}Pb、^{210}Po	1 次/年

注：1、对照点为江木图沟中距离吸附厂房最近的居民点；
2、运输路线居民为运输路线途径的第一个居民点，具体位置见图 11.2-1；
3、每年监测点位应为同一点位。

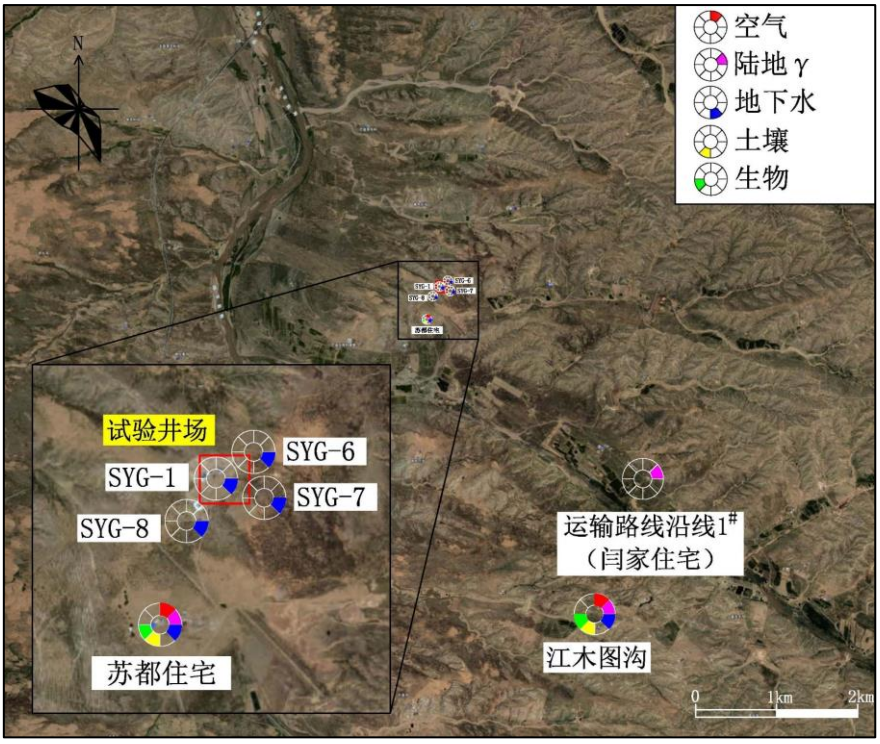


图 11.2-1　常规环境监测布点图

11.3 测量方法及仪器设备

监测方法应优先选用国家标准和生态环境部发布的行业标准中监测方法，本项目流出物和环境监测方法及仪器设备见表 11.3-1。

表 11.3-1　监测方法及仪器设备

监测项目		监测方法	仪器设备
空气	氡气浓度	HJ 1212-2021	电子氡气检测仪
	氡子体浓度	EJ 378-1989	α 测量仪
	TSP	HJ1263-2022	离子色谱仪
	NO_x	HJ 479-2009	分光光度计
	SO_2	HJ 482-2009	
γ 辐射空气吸收剂量率		H1157-2011	X-γ 剂量率仪
地下水	$U_{天然}$	HJ 700-2014	激光荧光铀分析仪/微量铀分析仪
	^{226}Ra	GB/T 11214-1989	镭氡分析仪
	^{210}Po	HJ 813-2016	α 能谱仪
	^{210}Pb	EJ/T 859-1994	α/β 测量仪
	pH	GB/T 6920-1986	酸度计
	K^+	HJ 776-2015	电感耦合等离子发射光谱仪
	Na^+		
	Ca^{2+}		
	Mg^{2+}		
	Fe		
	CO_3^{2-}	DZ/T 0064.49-2021	滴定管
	HCO_3^-		
	F^-	HJ 84-2016	离子色谱仪
	Cl^-		
	SO_4^{2-}		
	As	HJ 700-2014	电感耦合等离子体质谱仪
	Pb		
	Mn		
	Mo		
	溶解性总固体	HJ/T51-1999	电子天平
	总硬度	GB 7477-1987	滴定管

续表 11.3-1　监测方法及仪器设备

监测项目		监测方法	仪器设备
土壤	$U_{天然}$	HJ 840-2017	微量铀分析仪
	^{226}Ra	GB/T 13073-2010	镭氡分析仪
	As	GB/T 22105-2008	原子荧光光度计
	Cd	GB/T 14506.30-2010	电感耦合等离子体质谱仪
噪声	昼夜等效连续 A 声级	GB3096-2008	多功能声级计
生物	$U_{天然}$	HJ 840-2017	微量铀分析仪
	^{226}Ra	GB 14883.6-2016	镭氡分析仪
	^{210}Po	GB 14883.5-2016	α 能谱仪
	^{210}Pb	GB/T 16145-2022	高纯锗 γ 能谱仪

11.4 监测机构及设备配置

本项目试验期间流出物及环境监测工作由中核内蒙古能源有限公司承担，流出物和环境中各监测内容均委托第三方有资质单位开展。

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》（HJ 61-2021），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、具有代表性，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。

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。

6）监测计划和采取的质量保证措施应有书面执行程序，并经审核批准后才能实施。文件的格式、术语应具备后人可读性；文件内容应包括从监测方案到结论各部分的详尽描述；并建立文档备份、呈交、保存制度。

7）设立质量保证机构，配备专职或兼职监测人员。质量保证机构的职权包括审查监测计划和质量保证的书面程序；监督实施监测过程的质量保证措施；复查监测数据；建立完整的文件档案等项任务。

12 退役治理与长期监护

本项目的实施，存在试验达到预期目标和未达到预期目标二种情形。

1）如果试验达到预期目标，需采取以下环保措施：

若本项目现场试验达到预期技术指标，将由中核内蒙古能源有限公司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，继续保持本试验点的运行且保留所有环境保护设施，一方面可充分回收有用金属，另一方面通过井场运行来控制浸出液迁移扩散范围；在地浸工程开始后，本试验将会被纳入其中。试验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；在试验井场浸出结束后，将与地浸工程井场的退役治理统筹考虑。

2）如果试验未达到预期目标，需采取以下环保措施：

若本项目现场试验未达到预期目标，则由中核内蒙古能源有限公司或其他相关单位按照国家相关法规标准要求，继续开展其他研究工作，负责试验场地的后期运行维护管理及退役治理工作，最终确保退役后场地环境安全。

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： $U_{天然}$、^{226}Ra、pH 等。

③监测布点：试验钻孔和监测井。

（3）试验场地。

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、$U_{天然}$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。

$U_{天然}$、^{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）污染建构筑物

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：试验井场及外围核素迁移范围。

（3）污染建构筑物：浸出液吸附厂房、集控室等。

（4）井场设施：气体站、集配液罐、废水储罐等。

（5）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 $100m^2$ 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 0.18Bq/g，可无限制开放或使用。

（2）地下水修复控制值：试验井场地下水修复后，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 0.08Bq/cm^2 和 0.8Bq/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≤4Bq/cm^2、β 表面污染水平≤40Bq/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：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 0.18Bq/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。

③污染建构筑物的治理：首先对建构筑物去污，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。

④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试验或地浸工程的设施建设，无利用价值的设施及设备等经去污处理后，其表面 α、β 放射性水平分别降低至 0.08Bq/cm^2 和 0.8Bq/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纳岭沟地浸采铀工程固体废物库，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

本项目在试验过程中，将开展巴音青格利铀矿床（南部）的地下水修复前期研究工作，定期整理分析相关生产参数，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。

若试验失败，则意味着该项目试验期铀矿浸出效果不佳，试验对地下水环境影响较小，则地下水修复工艺相对简单。结合国内外地浸采铀修复研究进展和本试验环境特点，选择技术经济可行的地下水修复方案开展地下水修复。

若试验成功，本试验井场将纳入巴音青格利铀矿床地浸工程井场，与地浸工程井场的地下水退役治理统筹考虑。届时将根据前期准备工作中的研究成果，结合终采时地下水中

污染物种类、浓度及空间分布特征、水文地质条件及经济可行性，综合比选适用的地下水修复技术手段，最终实现含矿含水层地下水水质达到相关修复标准要求。

12.2 退役治理主体及经费

本项目退役治理的责任主体为中核内蒙古能源有限公司，经费来源为企业自筹。

12.3 长期监护

本项目的地表设施退役不涉及有限制开放的内容，井场地下水环境修复达到修复目标后，不再对其进行长期监护。

13 结论与建议

13.1 结论

1）项目概况

鄂尔多斯盆地西北部大埋深高碳酸盐难浸砂岩铀矿层改造关键技术研究项目，位于内蒙古自治区鄂尔多斯市杭锦旗独贵塔拉镇，研究周期为 4 年。项目总投资 3273 万元，其中环保投资 275 万元。现场建设内容主要为巴音青格利铀矿床现场条件试验。

2）工程分析结论

（1）工艺流程

本项目条件试验采用原地浸出采铀工艺，浸出液在吸附厂房进行吸附，饱和树脂运往巴音青格利（北部）试验浸出液处理厂房进行后续淋洗和沉淀等工序。

井场工艺流程为：吸附尾液配液→集控室注液分配→浸出剂加压注入→输送浸出液。

浸出液吸附工艺流程：井场浸出液→管道泵→集液罐→浸出液石英砂清洗过滤器→离子交换吸附→吸附尾液石英砂清洗过滤器→配液罐→管道泵→井场注入井。

（2）污染物的产生及处理

废气：本项目含放射性核素的气载流出物主要来自集液罐和浸出液吸附厂房，经保守计算，集液罐和吸附厂房 ^{222}Rn 的释放量分别为 5.00×10^{9}Bq/a 和 9.38×10^{8}Bq/a。集液罐释放的氡气在罐口处稀释扩散，浸出液吸附厂房主要通过厂房整体通风后排入大气稀释扩散；本项目非放射性废气主要为施工扬尘和施工期柴油发电机产生的燃油废气。

废水：本项目含放射性核素的液态流出物主要为吸附尾液、洗井废水、实验废水和流散浸出液。吸附尾液和实验废水通过树脂转运车运至巴音青格利（北部）试验 MVR 蒸发装置进行蒸发处理；洗井废水采用环保洗孔设施处理，处理后的清水接入配液罐回用；本项目在生产过程中通过严格控制抽注液的区域平衡，抽大于注的比例不小于 0.5%，以便使抽出井和注入井之间形成规则的水位降落漏斗。此外设置监测井，随时发现可能的水平泄漏和垂直泄漏，从而避免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、寝车集中收集后外运处理和宿舍区处理。

固体废物：本项目产生的固体废物主要为钻井泥浆、浸出液吸附残渣、洗井残渣、MVR 结晶盐、废旧设备及零配件、废机油、实验室废物以及施工人员和试验人员的生活垃圾。钻井泥浆置于泥饼池内覆土掩埋；浸出液吸附残渣、洗井残渣和废旧设备及零配件运至巴

音青格利（北部）试验固体废物暂存间暂存，MVR 结晶盐装桶后存放于巴音青格利（北部）试验固体废物暂存间；施工期产生的废机油通过专用桶收集后用于钻机设备传动、润滑等，仍有剩余的定期交由具备危险废物处置资质的单位处置；实验室废物作为一般固体废物处置；施工人员及试验人员生活垃圾通过集中收集后外运处理。

噪声：本项目施工期噪声源主要为柴油发电机、钻机、泥浆泵等，单机噪声源强均小于 90dB（A）。运行期噪声源主要为风机、管线增压泵等，单机噪声源强均小于 90dB（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、氡析出率、地下水以及土壤中放射性水平与区域本底水平基本相当；生物指标与对照点均位于同一水平；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）；声环境满足《声环境质量标准》（GB3096-2008）中 2 类标准要求；潜水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；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，影响即会消失。

（2）运行期环境影响分析

辐射环境影响：本项目 ^{222}Rn 释放所致周边关键居民点为评价中心 SSW 方位 0.4km 处的苏都住宅，空气中 ^{222}Rn 为 $6.34\times10^{-4}Bq/m^3$，公众个人剂量最大值为 $1.36\times10^{-5}mSv/a$，叠加周边铀矿冶设施后，对关键居民点苏都住宅最大个人有效剂量为 $1.42\times10^{-5}mSv/a$，远低于区域公众剂量约束值不应超过 0.5mSv/a 的要求，不会对该居民点造成明显影响。

地下水环境影响：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 51m、36m 和 21m，Mn 在含矿含水层向下游、侧向及上游的运移距离分别为 45m、30m 和 20m；试验结束后第 5 年，$U_{天然}$ 在含矿含水层向下游、侧向及上游的运移距离分别为 67m、49m 和 28m，Mn 在含矿含水层向下游、侧向及上游的运移距离分别为 57m、41m 和 26m。此外，由于本项目含矿含水层埋深较深，且含矿含水层的顶底板均相对稳定，含矿含水层

中的地下水越流至潜水层或其它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。

土壤环境影响：井场管道污染物发生泄漏 3285d（试验结束后 5a）后，$U_{天然}$迁移深度为 7.7m，As 迁移深度为 5.7m，均未穿透包气带（20m）进入地下水。土壤中 $U_{天然}$最大贡献浓度为 0.54mg/kg，处于土壤 $U_{天然}$本底范围（1.20~1.28）mg/kg，对土壤环境影响较小；土壤中 As 最大贡献浓度为 0.114μg/kg，处于土壤 As 本底范围（5.09~9.15）mg/kg，叠加后可满足《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（25mg/kg），对土壤环境影响较小。

放射性固体废物环境影响：本项目试验过程中产生的浸出液吸附残渣、洗井残渣和废旧设备及零配件统一运至巴音青格利（北部）试验固体废物暂存间暂存。

声环境影响：本项目运行期噪声源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，且项目周边居民点分布较少，不会对周边声环境产生明显影响。

5）项目可行性结论

本试验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。试验项目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。项目试验成功将会产生经济效益、社会效益和环境效益。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。

13.2 建议

1）项目建设应严格执行工程基本建设程序和“三同时”制度，环保设施做到与主体工程同时设计、同时施工、同时投产。

2）在试验过程中，确保抽大于注并定期对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：

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

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：

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

式中：

$$\Psi_{dj}=h_s+\Delta h_d+\frac{\bar{w}_j x}{u}$$

u—排气筒出口处风速；

F_y—考虑烟羽迂回的横向分布函数，$F_y=\frac{1}{\sqrt{2\pi}\sigma_v}\exp(-\frac{y^2}{2\sigma_v^2})$；

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

$$c_s\{x_r,y_r,z\}=\frac{Q}{\sqrt{2\pi}\tilde{u}\sigma_{zs}}F_y\cdot\sum_{m=-\infty}^{\infty}[\exp(-\frac{(z-h_{es}-2mz_{ieff})^2}{2\sigma_{zs}^2})+\exp(-\frac{(z+h_{es}+2mz_{ieff})^2}{2\sigma_{zs}^2})]$$

式中：

z_{ieff}—有效机械混合层高度；

h_{es}—烟羽高度（烟囱高度加烟气抬升高度）；

F_y—横向分布函数（有迂回）。

在机械混合层高度之上，湍流一般较弱，因此，烟羽的垂直混合也比较小。AERMOD 定义了一个有效机械混合层高度 z_{ieff}，按下式限定烟羽反射的最大高度：

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

当 $z_r \geq z_{ieff}$ 时，不考虑有效反射面。

3）污染物扩散过程中的衰减作用

本项目排放的污染物为放射性核素，在扩散过程中由于放射性衰变会造成核素浓度的衰减，其衰减作用公式如下：

$$D = \exp\left[-\psi \frac{x}{u_s}\right] \qquad (\psi > 0)$$

或 $D = 1$ $\qquad (\psi = 0)$

$$\psi = \frac{0.693}{T_{1/2}}$$

式中：

ψ—污染物的衰减系数；

$T_{1/2}$—污染物的半衰期，s。

4）面源计算模式

对于面源，AERMOD 采用数值积分的处理方法，计算公式如下：

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

式中：

Q_A—面源释放率，$g/m^2 \cdot s$；

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 $2.44\times10^{-6}mSv/Bq\cdot h\cdot m^{-3}$。

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，Sv·人/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。

附件

附件 1：《生态环境影响评价委托书》，中核内蒙古能源有限公司，2026 年 8 月；

附件 2：《关于鄂尔多斯盆地西北部大埋深高碳酸盐难浸砂岩铀矿层改造关键技术研究建设范围用地查询的说明》，杭锦旗自然资源局，2026 年 8 月；

附件 3：《鄂尔多斯市生态环境局关于“鄂尔多斯盆地西北部大埋深高碳酸盐难浸砂岩铀矿层改造关键技术研究”环境影响评价执行标准的复函》，鄂尔多斯市生态环境局，2026 年 8 月；

附件 4：《巴音青格利南部项目环境质量现状监测报告（2026-1033）》，2026 年 9 月 30 日；

附件 5：《巴音青格利南部项目环境质量现状监测报告（ZJHJ26052010）》，2026 年 6 月 8 日。

附件 1

生 态 环 境 影 响 评 价 委 托 书

中核第四研究设计工程有限公司：

根据《中华人民共和国生态环境法典》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《鄂尔多斯盆地西北部大埋深高碳酸盐难浸砂岩铀矿层改造关键技术研究项目生态环境影响报告表》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。

中核内蒙古能源有限公司

2026 年 8 月 17 日

附件 2

关于鄂尔多斯盆地西北部大埋深高碳酸盐难浸砂岩铀矿层改造关键技术研究建设范围用地类查询的说明

中核内蒙古能源有限公司：

你公司申请的《关于申请查询鄂尔多斯盆地西北部大埋深高碳酸盐难浸砂岩铀矿层改造关键技术研究建设范围是否占用生态保护红线的函》及相关材料（2000 国家大地坐标系）已收悉。经在 2024 年度国土变更调查数据、国家下发的“三区三线”数据中套核，现回复如下：

查询该地块总面积为 2.6345 公顷，所占地类其他草地 0.0601 公顷，工业用地 0.0401 公顷，天然牧草地 2.5345 公顷。

该项目未划入杭锦旗生态保护红线，未划入杭锦旗永久基本农田，不在杭锦旗城镇开发边界内。

该查询说明不作为项目审批、备案、开工依据，不作为土地合法性权属来源依据。

附件：项目位置示意图

杭锦旗自然资源局

2026 年 8 月 17 日

附件 3

鄂尔多斯市生态环境局

鄂尔多斯市生态环境局
关于“鄂尔多斯盆地西北部大埋深高碳酸盐难浸砂岩铀矿层改造关键技术研究”环境影响评价执行标准的复函

中核内蒙古能源有限公司:

你公司《关于确认“鄂尔多斯盆地西北部大埋深高碳酸盐难浸砂岩铀矿层改造关键技术研究”环境影响评价执行标准的申请函》收悉。经研究，同意你公司来函中拟执行的环境影响评价标准，要求严格执行环境保护各项法律法规及标准，做好环境保护工作。该项目环境影响评价拟执行标准具体如下:

一、环境质量标准

1. 环境空气执行《环境空气质量标准》（GB3095-2026）中二级标准（2030年12月31日前，基本项目执行过渡阶段浓度限值）。

2. 地下水环境执行《地下水质量标准》（GB/T14848-2017）中III类标准。

3. 声环境执行《声环境质量标准》（GB3096-2008）中2类标准。

4. 土壤环境农用地执行《土壤环境质量农用地土壤污染风险管控标准（试行）》（GB15618-2018）土壤污染风险筛选值标准，建设用地执行《土壤环境质量建设用地土壤污染风险管控标准（试行）》（GB36600-2018）第二类用地污染风险筛选值。

二、污染物排放标准

1. 废气污染物排放执行《大气污染物综合排放标准》（GB16297-1996）中新污染源二级标准;

2. 施工期厂界噪声执行《建筑施工噪声排放标准》（GB12523-2025）中相关要求，运行期厂界噪声执行《工业企业厂界环境噪声排放标准》（GB12348-2008）中2类标准。

三、辐射环境标准

1.《电离辐射防护与辐射源安全基本标准》（GB18871-2002);

2.《铀矿冶辐射防护和辐射环境保护规定》（GB23727-2020);

3.《铀矿冶放射性废物辐射环境管理技术规定》（GB14585-2024）。

鄂尔多斯市生态环境局

2026年8月24日

附件 4

核工业东北分析测试中心

监 测 报 告

报告编号：2026-1033

客户名称：中核第四研究设计工程有限公司

客户地址：石家庄市体育南大街 261 号

项目名称：巴音青格利南部项目环境质量现状监测

检测参数：^{222}Rn、$U_{天然}$、^{226}Ra 等

报告页数：16 页

编制人：魏小东　　校核人：　　签发人：

签发日期：2026 年 1 月 30 日

说　　明

1、结果报告无本中心“检测专用章”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、接收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、生态环境电离辐射常规监测和应急监测的结果报告副本和原始记录在本中心永久保存；其他类别的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

报告编号：2026-1033

一 检测依据及主要仪器设备

序号	检测项目	检测依据	主要仪器设备名称、型号及唯一编号	设备来源
1	γ辐射剂量率	《环境γ辐射剂量率测量技术规范》HJ1157-2021	x-γ剂量率仪 6150AD 5/H（DB-YQ-82）	自有
2	氡(^{222}Rn)	《环境空气中氡的测量方法》HJ1212-2021	电子氡气检测仪 RAD7(4204)（DB-YQ-37）；电子氡气检测仪 RAD7(4228)（DB-YQ-38）	自有
3	氡（^{222}Rn）子体	《铀矿山空气中氡及氡子体测定方法》EJ 378-1989	氡/钍子体个人剂量仪 Doseman Pro（DB-YQ-58）氡/钍子体个人剂量仪 Doseman Pro（DB-YQ-83）	自有
4	氡析出率	《表面氡析出率测定积累法》EJ/T979-1995	电子氡气检测仪 RAD7(4204)（DB-YQ-37）	自有
5	噪声	《声环境质量标准 第6部分 环境噪声监测要求》GB3096-2008	多功能声级计 AWA6292（DB-YQ-80）	自有
6	$U_{天然}$	《水质 65种元素的测定 电感耦合等离子体质谱法 》HJ700-2014 《硅酸盐岩石化学分析方法第30部分：44个元素量测定》GB/T14506.30-2010	电感耦合等离子体质谱仪 PE NexION 350D（DB-YQ-27）	自有
		《环境样品中微量铀的分析方法》HJ840-2017	微量铀分析仪 MUA（DB-YQ-06）	自有
7	Cd	《水质 65种元素的测定 电感耦合等离子体质谱法 》HJ700-2014 《硅酸盐岩石化学分析方法第30部分：44个元素量测定》GB/T14506.30-2010	电感耦合等离子体质谱仪 PE NexION 350D（DB-YQ-27）	自有
8	Pb	《水质 65种元素的测定 电感耦合等离子体质谱法 》HJ700-2014 《硅酸盐岩石化学分析方法第30部分：44个元素量测定》GB/T14506.30-2010	电感耦合等离子体质谱仪 PE NexION 350D（DB-YQ-27）	自有
9	Zn	《水质 65种元素的测定 电感耦合等离子体质谱法 》HJ700-2014 《硅酸盐岩石化学分析方法第30部分：44个元素量测定》GB/T14506.30-2010	电感耦合等离子体质谱仪 PE NexION 350D（DB-YQ-27）	自有
10	Cu	《水质 65种元素的测定 电感耦合等离子体质谱法 》HJ700-2014 《硅酸盐岩石化学分析方法第30部分：44个元素量测定》GB/T14506.30-2010	电感耦合等离子体质谱仪 PE NexION 350D（DB-YQ-27）	自有

核工业东北分析测试中心

监 测 报 告

报告编号：2026-1033

一 检测依据及主要仪器设备

序号	检测项目	检测依据	主要仪器设备名称、型号及唯一编号	设备来源
11	Mn	《水质 65 种元素的测定 电感耦合等离子体质谱法》HJ700-2014	电感耦合等离子体质谱仪 PE NexION 350D（DB-YQ-27）	自有
12	Mo	《水质 65 种元素的测定 电感耦合等离子体质谱法》HJ700-2014	电感耦合等离子体质谱仪 PE NexION 350D（DB-YQ-27）	自有
13	Ni	《硅酸盐岩石化学分析方法第 30 部分：44 个元素量测定》GB/T14506.30-2010	电感耦合等离子体质谱仪 PE NexION 350D（DB-YQ-27）	自有
14	^{210}Po	《水中钋-210 的分析方法》HJ813-2016	四通道 ALPHA 谱仪 ALPHA-ENSEMBLE-4（DB-YQ-77）	自有
		《食品安全国家标准 食品中放射性物质钋-210 的测定》GB14883.5-2016	智能多路低本底 α、β 测量仪 ZK1908（DB-YQ-79）	自有
15	总 α	《水质 总 α 放射性的测定 厚源法》HJ898-2017	单路 α-β 测量仪 BH1216(DB-YQ-05) 二路低本底 α、β 测量仪 BH1216III(DB-YQ-29)	自有
16	总 β	《水质 总 β 放射性的测定 厚源法》HJ899-2017		自有
17	^{226}Ra	《水中镭-226 的分析测定》GB/T11214-1989	全自动镭氡分析仪 HD-2012（DB-YQ-70）	自有
		《岩石样品 226Ra 的测定 射气法》GB/T13073-2010		
		《食品安全国家标准 食品中放射性物质镭-226 和镭-228 的测定》GB14883.6-2016		
18	^{210}Pb	《水中铅-210 的分析方法 冠醚树脂分离-β 计数器法》 HJ1323-2023	智能多路低本底 α、β 测量仪 ZK1908（DB-YQ-78） 智能多路低本底 α、β 测量仪 ZK1908（DB-YQ-79）	自有
		《环境及生物样品中放射性核素的 γ 能谱分析方法》 GB/T 16145-2022	高纯锗 γ 能谱仪 GEM-C7080-LB-C（DB-YQ-30）	自有
19	K^+	《水质 32 种元素的测定 电感耦合等离子体发射光谱法》HJ776-2015	电感耦合等离子体发射光谱仪 PE Avio 550Max（DB-YQ-74）	自有
20	Na^+			
21	Ca^{2+}			
22	Mg^{2+}			
23	Fe			

核工业东北分析测试中心

监 测 报 告

报告编号：2026-1033

一 检测依据及主要仪器设备

序号	检测项目	检测依据	主要仪器设备名称、型号及唯一编号	设备来源
24	CO_3^{2-}	《碳酸根、重碳酸根和氢氧根离子的测定 滴定法》 DZ/T 0064.49-2021	酸式滴定管 25mL（DB-YQ-001-1）	自有
25	HCO_3^-			
26	Cl^-	《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》HJ84-2016	离子色谱仪 CIC-D160（DB-YQ-28）	自有
27	SO_4^{2-}			
28	NO_3^-			
29	NO_2^-			
30	F^-			
31	As	《水质 汞、砷、硒、锑和铋的测定 原子荧光法》HJ694-2014 《土壤质量 总汞、总砷、总铅的测定 原子荧光法》GB/T22105-2008	原子荧光光度计 AFS-9750（DB-YQ-72）	自有
32	Hg	《水质 汞、砷、硒、锑和铋的测定 原子荧光法》HJ694-2014 《土壤质量 总汞、总砷、总铅的测定 原子荧光法》GB/T22105-2008	原子荧光光度计 AFS-9750（DB-YQ-72）	自有
33	Cr^{6+}	《水质 六价铬的测定 二苯碳酰二肼分光光度法》 GB/T 7467-1987	可见分光光度计 722G（DB-YQ-03A）	自有
34	Cr(VI)	《土壤和沉积物六价铬的测定碱溶液提取-火焰原子吸收分光光度法》HJ1082-2019	原子吸收分光光度计 TAS-986（F）（DB-YQ-01）	自有
35	氨氮	《水质 氨氮的测定 纳氏试剂分光光度法》HJ 535-2009	可见分光光度计 722G（DB-YQ-03A）	自有
36	TDS	《水质 全盐量的测定 重量法》HJ 51-2024	电子天平 BS124S（ DB-YQ-07）	自有
37	总硬度	《总硬度的测定 乙二胺四乙酸二钠滴定法》DZ/T 0064.15-2021	酸式滴定管 25mL（DB-YQ-001-1）	自有
38	COD_{Mn}	《水质 高锰酸盐指数的测定 草酸钠还原酸性滴定法》HJ 1445-2026 《水质 高锰酸盐指数的测定 草酸钠还原酸性滴定法》HJ 1446-2026	棕色酸式滴定管（A 级）25mL（DB-YQ-001-2）	自有
39	Cr	《土壤和沉积物铜、锌、铅、镍、铬的测定 火焰原子吸收分光光度法》HJ491-2019	原子吸收分光光度计 TAS-986（F）（DB-YQ-01）	自有
40	pH	《水质 pH 值的测定 电极法》HJ 1147-2020	便携式 pH 计 PHB-4（DB-YQ-61）	自有
		《土壤 pH 值的测定电位法》HJ962-2018	酸度计（离子计）PXSJ-226T（DB-YQ-10A）	自有

核工业东北分析测试中心

监 测 报 告

报告编号：2026-1033

检测项目：环境空气中氡(^{222}Rn)、氡（^{222}Rn）子体　　监测日期：2026-05-25~2026-05-27

二　检测结果（环境空气中氡、氡子体）

序号	监测编号	监测点位名称	氡(^{222}Rn)			氡(^{222}Rn)子体		
			第一天	第二天	第三天	第一天	第二天	第三天
			Bq/m³	Bq/m³	Bq/m³	nJ/m³	nJ/m³	nJ/m³
1	BYN-DQ-01	黄木花沟	8.48	8.63	8.51	19	20	18
2	BYN-DQ-02	拟建厂址下风向	7.98	8.26	8.13	19	17	19
3	BYN-DQ-03	苏都住宅	7.83	8.37	7.98	18	21	21
4	BYN-DQ-04	江木图沟	8.15	8.08	8.34	23	20	20

核工业东北分析测试中心

监 测 报 告

报告编号：2026-1033

检测项目：环境γ辐射剂量率　　监测日期：2026-05-25~2026-05-27

二　检测结果（环境γ辐射剂量率）

序号	监测编号	监测点位名称	环境γ辐射剂量率*
			nGy/h
1	BYN-γ-1	沿线 1	41±4
2	BYN-γ-2	沿线 2	42±4
3	BYN-γ-3	沿线 3	47±4
4	BYN-γ-4	运输路线终点	42±4
5	BYN-γ-5	黄木花沟	41±5
6	BYN-γ-6	拟建厂址下风向	39±4
7	BYN-γ-7	运输路线起点	42±4
8	BYN-γ-8	苏都住宅	41±5
9	BYN-γ-9	江木图沟	39±5

*备注：监测数据已经扣除宇宙射线的响应。

核工业东北分析测试中心

监 测 报 告

报告编号：2026-1033

检测项目：场地氡析出率　　监测日期：2026-05-25~2026-05-27

二　检测结果（场地氡析出率）

序号	监测编号	监测点位名称	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	BYN-DX-01	拟建厂址	9.54E-03	1.03E-02	9.78E-03

核工业东北分析测试中心

监 测 报 告

报告编号：2026-1033

检测项目：噪声　　监测日期：2026-05-26~2026-05-27

二　检测结果（噪声）

序号	监测编号	监测点位名称	噪声			
			第一天		第二天	
			L_d	L_n	L_d	L_n
			dB(A)	dB(A)	dB(A)	dB(A)
1	BYN-ZS-1	拟建厂址	49	42	48	43
2	BYN-ZS-2	苏都住宅	45	39	46	38

核工业东北分析测试中心

监 测 报 告

报告编号：2026-1033

样品名称：地下水　原样状态：液　样品包装：桶　样品数量：5

检测类别：委托　采样日期：2026-05-26~2026-05-27　检测日期：2026-05-26~2026-07-05

二 检测结果（地下水）

序号	监测编号	监测点位名称	样品名称	U 天然	^{226}Ra	^{210}Po	^{210}Pb	总 α	总 β	K^+	Na^+	Ca^{2+}	Mg^{2+}	CO_3^{2-}	HCO_3^-	Cl^-	SO_4^{2-}	NH_3-N	NO_3^-
				μg/L	mBq/L	mBq/L	mBq/L	Bq/L	Bq/L	mg/L	mg/L	mg/L	mg/L	mg/L	mg/L	mg/L	mg/L	mg/L	mg/L
1	BYN-DXS-1	黄木花沟	潜水含水层	11.1	6.61	1.4	5.9	0.302	0.211	2.65	168	103	42.2	<5	329	143	245	0.168	104
2	BYN-DXS-2	苏都住宅	潜水含水层	6.53	8.93	<1	5.4	0.184	0.185	3.91	122	84.8	31.6	<5	312	92.5	171	0.113	17.8
3	BYN-DXS-3	塞汗巴牙尔家	潜水含水层	5.91	4.87	<1	3.6	0.163	0.288	5.78	171	87.6	44.9	<5	299	143	214	0.173	113
4	BYN-DXS-4	江木图沟	潜水含水层	12.7	8.13	1.3	5.1	0.418	0.311	3.21	217	80.8	37.6	<5	364	165	218	0.291	49.4
5	BYN-DXS-5	WB2	含矿含水层	0.28	5.66	<1	2.8	0.086	0.162	3.35	418	17.2	7.69	12.6	50.0	466	241	<0.025	16.7

核工业东北分析测试中心

监 测 报 告

报告编号：2026-1033

样品名称：地下水　原样状态：液　样品包装：桶　样品数量：5

检测类别：委托　采样日期：2026-05-26~2026-05-27　检测日期：2026-05-26~2026-07-05

二 检测结果（地下水）

序号	监测编号	监测点位名称	样品名称	NO_2^-	As	Hg	Cr^{6+}	Zn	Cu	Pb	Cd	Fe	Mn	Mo	TDS	总硬度	F^-	COD_{Mn}	pH
				mg/L	μg/L	μg/L	μg/L	μg/L	μg/L	μg/L	μg/L	mg/L	μg/L	μg/L	mg/L	mg/L	mg/L	mg/L	
1	BYN-DXS-1	黄木花沟	潜水含水层	<0.016	3.0	0.17	<4	1.28	1.96	<0.09	0.21	0.02	0.83	1.77	1004	434	1.15	1.5	7.8
2	BYN-DXS-2	苏都住宅	潜水含水层	<0.016	2.2	<0.04	<4	0.74	1.35	<0.09	0.23	<0.01	<0.12	1.59	683	342	0.982	1.0	7.9
3	BYN-DXS-3	塞汗巴牙尔家	潜水含水层	<0.016	2.9	0.07	<4	1.12	2.47	0.71	0.24	0.03	0.17	1.99	959	407	1.23	1.6	7.8
4	BYN-DXS-4	江木图沟	潜水含水层	<0.016	2.0	<0.04	<4	1.51	2.73	0.16	0.26	0.06	0.45	2.78	980	360	1.45	1.8	7.9
5	BYN-DXS-5	WB2	含矿含水层	<0.016	2.5	0.06	<4	1.66	1.83	<0.09	0.38	0.19	8.14	10.3	1238	75.2	3.84	2.1	9.3

核工业东北分析测试中心

监 测 报 告

报告编号：2026-1033

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　采样日期：2026-05-27　检测日期：2026-06-02~2026-07-25

二 检测结果（土壤）

序号	监测编号	监测点位名称	样品名称	$U_{天然}$	^{226}Ra	Cd	As	Hg	Cu	Pb	Zn	Ni	Cr	Cr（Ⅵ）	pH
				mg/kg	Bq/kg	mg/kg	mg/kg	mg/kg	mg/kg	mg/kg	mg/kg	mg/kg	mg/kg	mg/kg	
1	BYNTR-1	拟建厂址	表层土壤	1.28	19.2	0.045	9.15	0.0170	13.3	30.1	30.5	17.2	37	0.5	8.76
2	BYNTR-2	苏都住宅	表层土壤	1.20	24.0	0.051	5.57	0.0100	10.1	26.4	24.7	12.5	32	<0.5	9.24
3	BYNTR-3	江木图沟	表层土壤	1.05	13.4	0.055	5.09	0.0055	9.64	16.5	25.4	12.2	35	<0.5	9.25

核工业东北分析测试中心

监 测 报 告

报告编号：2026-1033

样品名称：牧草 原样状态：鲜 样品包装：袋 样品数量：3

检测类别：委托 采样日期：2026-05-27 检测日期：2026-06-01~2026-08-04

二 检测结果（牧草）

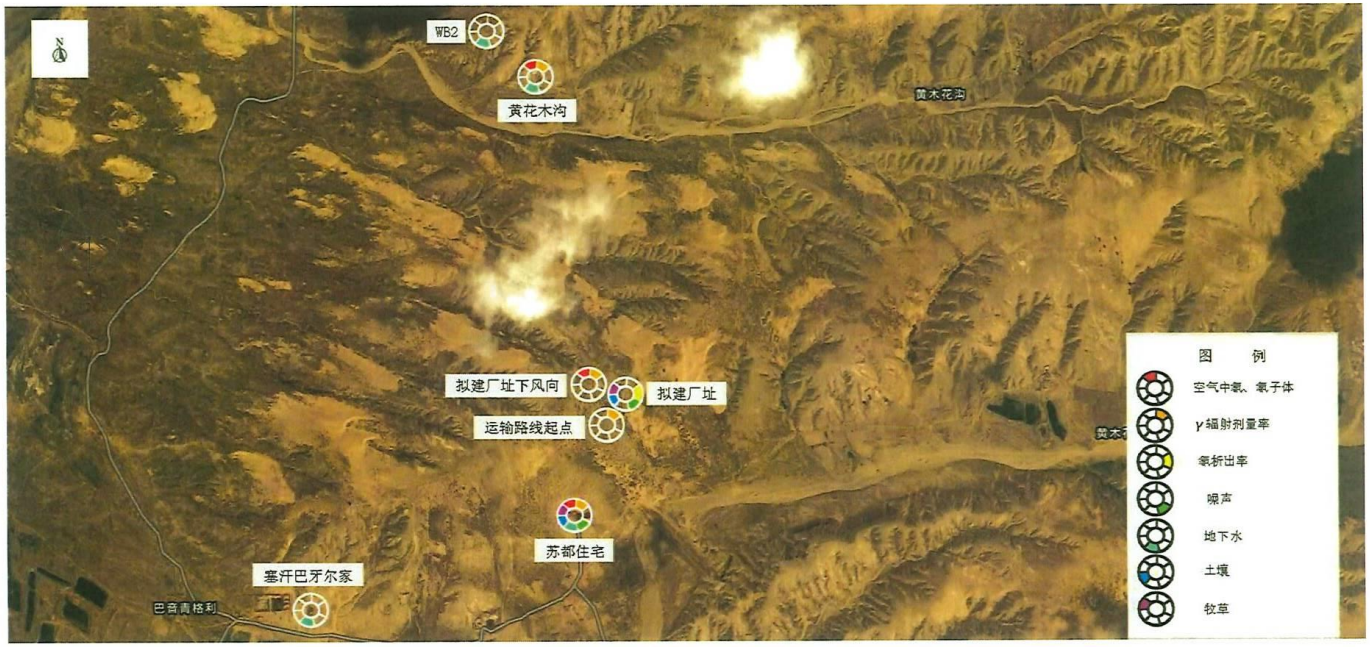
序号	监测编号	监测点位名称	样品名称	$U_{天然}$	^{226}Ra	^{210}Pb	^{210}Po
				μg/kg（鲜）	Bq/kg（鲜）	Bq/kg（鲜）	Bq/kg（鲜）
1	BYN-MC-01	拟建厂址	牧草	0.91	0.13	0.37	0.43
2	BYN-MC-02	苏都住宅	牧草	1.35	0.11	0.31	0.48
3	BYN-MC-03	江木图沟	牧草	1.26	0.10	0.32	0.44

核工业东北分析测试中心

监 测 报 告

报告编号：2026-1033

三 监测点分布示意图

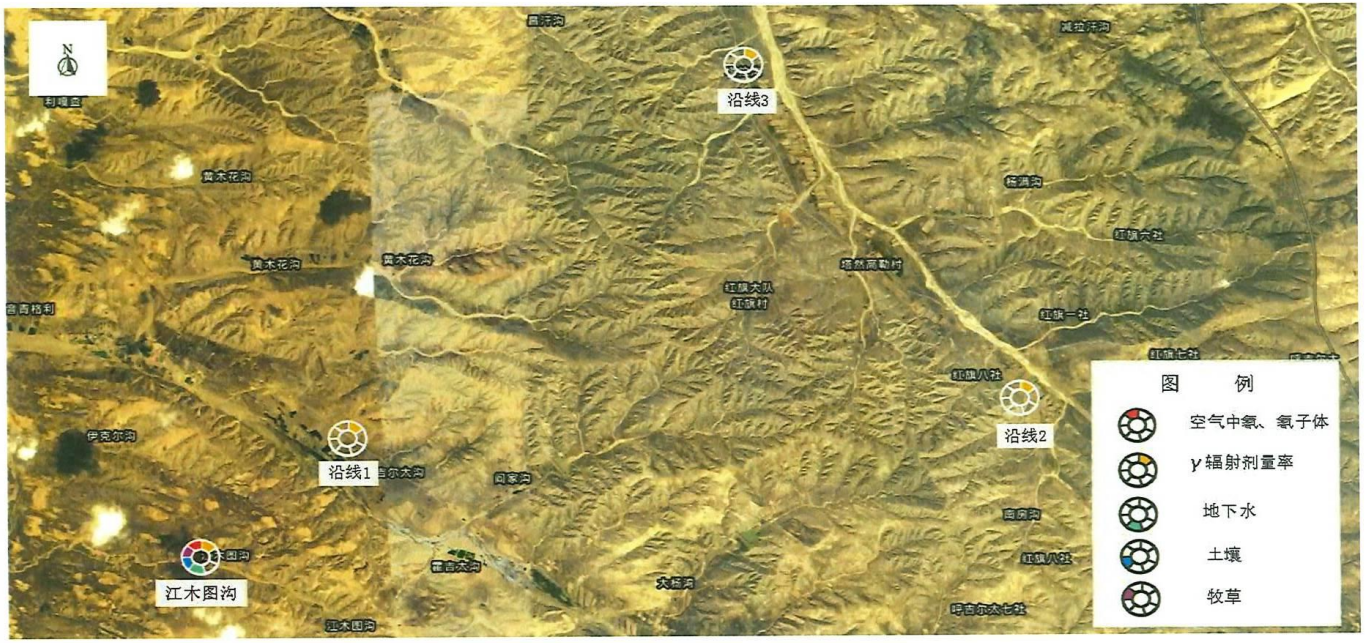


核工业东北分析测试中心

监 测 报 告

报告编号：2026-1033

三 监测点分布示意图

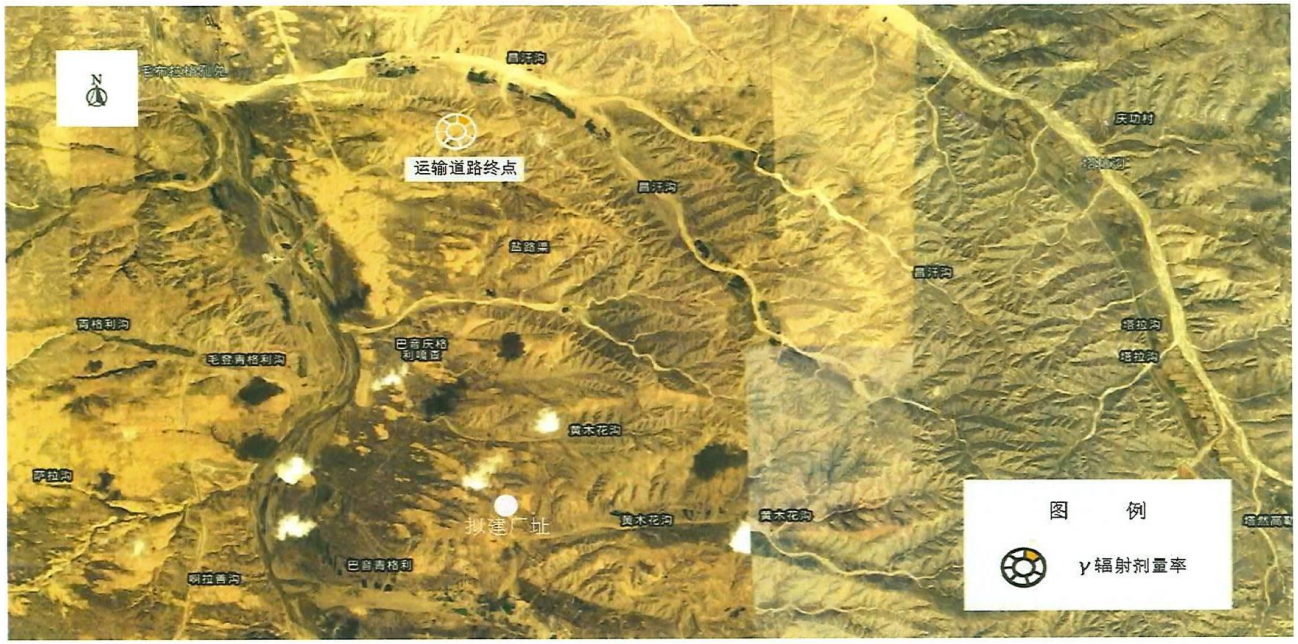


核工业东北分析测试中心

监 测 报 告

报告编号：2026-1033

三 监测点分布示意图



以下空白

核工业东北分析测试中心

监 测 报 告（附件）

报告编号：2026-1033

附：氡监测/采样期间气象条件

监测点位名称	监测/采样日期及起止时间	气温（℃）	气压（hPa）	相对湿度（%）	风速（m/s）	风向	天气情况
黄木花沟	2026-05-25 12：41~14：41	21	855	47	3.2	东北风	晴
拟建厂址下风向	2026-05-25 13：08~15：08	21	854	47	3.0	东北风	晴
苏都住宅	2026-05-25 17：05~19：05	22	858	47	2.8	东风	晴
江木图沟	2026-05-25 17：27~19：27	22	856	46	2.9	东北风	晴
黄木花沟	2026-05-26 11：33~13：33	21	856	52	1.7	西北风	阴
拟建厂址下风向	2026-05-26 16：04~18：04	22	857	40	1.8	西北风	阴
苏都住宅	2026-05-26 18：25~20：25	22	858	44	2.4	南风	晴
江木图沟	2026-05-26 18：40~20：40	20	853	41	2.9	东南风	晴
黄木花沟	2026-05-27 11：29~13：29	24	856	41	4.4	西北风	晴
拟建厂址下风向	2026-05-27 15：01~17：01	19	858	27	5.3	西北风	阴
苏都住宅	2026-05-27 15：49~17：49	25	854	38	5.0	北风	晴
江木图沟	2026-05-27 18：02~20：02	19	857	35	4.8	北风	阴

检测专用章

核工业东北分析测试中心

监 测 报 告（附件）

报告编号：2026-1033

附：氡子体监测/采样期间气象条件

监测点位名称	监测/采样日期及起止时间	气温（℃）	气压（hPa）	相对湿度（%）	风速（m/s）	风向	天气情况
黄木花沟	2026-05-25 12：41~14：41	21	855	47	3.2	东北风	晴
拟建厂址下风向	2026-05-25 13：08~15：08	21	854	47	3.0	东北风	晴
苏都住宅	2026-05-25 17：05~19：05	22	858	47	2.8	东风	晴
江木图沟	2026-05-25 17：27~19：27	22	856	46	2.9	东北风	晴
黄木花沟	2026-05-26 11：33~13：33	21	856	52	1.7	西北风	阴
拟建厂址下风向	2026-05-26 16：04~18：04	22	857	40	1.8	西北风	阴
苏都住宅	2026-05-26 18：25~20：25	22	858	44	2.4	南风	晴
江木图沟	2026-05-26 20：40~22：40	22	858	44	2.9	南风	晴
黄木花沟	2026-05-27 11：29~13：29	24	856	41	4.4	西北风	晴
拟建厂址下风向	2026-05-27 15：01~17：01	19	858	27	5.3	西北风	阴
苏都住宅	2026-05-27 15：49~17：49	25	854	38	5.0	北风	晴
江木图沟	2026-05-27 18：02~20：02	19	857	35	4.8	北风	阴

核工业东北分析测试中心

监 测 报 告（附件）

报告编号：2026-1033

附：噪声监测/采样期间气象条件

监测点位名称	监测/采样日期及起止时间	气温（℃）	气压（hPa）	相对湿度（%）	风速（m/s）	风向	天气情况
拟建厂址	2026-05-26 10：16~10：26	19	855	40	1.7	东南风	晴
苏都住宅	2026-05-26 10：54~11：04	18	855	44	1.2	东南风	晴
拟建厂址	2026-05-26 22：19~22：29	15	853	47	1.1	东南风	晴
苏都住宅	2026-05-26 22：01~22：11	15	856	41	1.0	东南风	晴
拟建厂址	2026-05-27 10：20~10：30	21	854	38	2.8	西北风	晴
苏都住宅	2026-05-27 9：52~10：02	20	854	27	2.0	北风	晴
拟建厂址	2026-05-27 22：22~22：32	19	855	40	2.0	西北风	晴
苏都住宅	2026-05-27 22：01~22：11	19	855	32	1.8	北风	晴

检测专用章

附件 5

CMA
240520110179
有效期2030年07月21日

众洁检测
ZHONG JIE JIAN CE

检 测 报 告
TEST REPORT

报告编号：ZJHJ26052010

检测类别：	委托检测
项目名称：	巴音青格利南部项目环境质量现状监测
委托单位：	核工业二四 0 研究所

内蒙古众洁环保科技有限公司

ZHONG JIE

Inner Mongolia Environmental Protection Technology Co., Ltd

二〇二六年六月八日

声　　明

一、本报告页码、检验检测专用章（封面、骑缝）、资质认定 CMA 章齐全时生效。

二、样品由委托单位提供时，其检验检测数据、结果仅适用于客户提供的样品。无法复现的样品，不受理申诉。

三、用户对本报告若有异议，可在收到本报告后 15 日内提出，逾期不予受理。

四、未经许可，不得复制（全文复制除外）；任何对本报告的涂改、伪造、变更及不当使用均无效，其责任人将承担相关法律及经济责任，我公司保留对上述行为追究法律责任的权利。

五、我公司对本报告的检测数据保守秘密，存档报告保存期限为 6 年。

六、带“*”符号的项目为分包项目。

地　　址：内蒙古自治区呼和浩特市赛罕区锡林郭勒南路秋实璟峯汇 A 座 5 楼
邮政编码：010010
电　　话：0471-3903515　17134714444
传　　真：0471-3903515
电子邮件：NMGZJHBKJYXGS@163.com

检测报告

委托单位	核工业二四 0 研究所
委托单位地址	沈阳市沈北新区孝信街 12 号
受检单位	/
受检单位地址	详见各采样点位经纬度
联 系 人	王玉学
联系电话	13019387686
采样人员	翁磊（ZJHB-RD-076）、孙伟豪（ZJHB-RD-116）、李晶、郑然
采样日期	2026 年 05 月 26 日-29 日
分析人员	武仙乐（ZJHB-RD-057）、樊广霞（ZJHB-RD-046）、王佳慧（ZJHB-RD-102）
分析日期	2026 年 05 月 28 日-29 日
样品类别	环境空气
检测内容	环境空气：总悬浮颗粒物、二氧化硫、氮氧化物

编制：杨晓娟		检测机构检验章
审核：王利芳		
签发：刘 芳	职务：授权签字人	签发日期 2026 年 06 月 08 日

一、检测依据及仪器设备

环境空气检测依据及仪器设备信息一览表

检测项目	检测依据	检出限	仪器名称、型号	仪器编号	仪器产权
采样	《环境空气质量手工监测技术规范》（HJ 194-2017）	/	便携风速气象测定仪 NK5500/ 综合大气采样器 KB-6120-E 型/ 综合大气采样器 KB-6120 型/ 综合大气采样器 KB-6120 型	X-019-01/ X-007-12/ X-008-04/ X-008-10	自有
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）及修改单	0.007mg/m³	紫外可见分光光度计 UV755B	F-008-04	自有
氮氧化物	《环境空气 氮氧化物（一氧化氮和二氧化氮）的测定 盐酸萘乙二胺分光光度法》（HJ 479-2009）及修改单	0.005mg/m³	紫外可见分光光度计 UV755B	F-008-04	自有
总悬浮颗粒物	《环境空气 总悬浮颗粒物的测定 重量法》（HJ 1263-2022）	7μg/m³	恒温恒湿称重系统 WRLDN-6300/ 十万分之一电子天平 PT-104/55S	F-043-01/ F-010-01	自有

二、检测结果

环境空气检测结果一览表

采样日期	采样点位	检测因子	样品编号	采样时间	检测结果	单位
2026 年 05 月 26 日 -27 日	江木图沟（E:108°58′15.6648″ N:40°03′16.8945″）	总悬浮颗粒物	26052010A260101TSP	02:00-次日 02:00	160	μg/m³
		二氧化硫	26052010A260101SO_2	02:00-03:00	0.012	mg/m³
		氮氧化物	26052010A260101NOx	02:00-03:00	0.019	mg/m³
	苏都住宅（E:108°56′10.3195″ N:40°04′26.9810″）	总悬浮颗粒物	26052010A260201TSP	02:00-次日 02:00	161	μg/m³
		二氧化硫	26052010A260201SO_2	02:00-03:00	0.009	mg/m³
		氮氧化物	26052010A260201NOx	02:00-03:00	0.016	mg/m³
	拟建厂址下风向（E:108°56′17.5459″ N:40°04′41.2005″）	总悬浮颗粒物	26052010A260301TSP	02:00-次日 02:00	161	μg/m³
		二氧化硫	26052010A260301SO_2	02:00-03:00	0.011	mg/m³
		氮氧化物	26052010A260301NOx	02:00-03:00	0.018	mg/m³
样品描述	样品完好无破损					

环境空气检测结果一览表

采样日期	采样点位	检测因子	样品编号	采样时间	检测结果	单位
2026 年 05 月 27 日 -28 日	江木图沟（E:108°58′15.6648″ N:40°03′16.8945″）	总悬浮颗粒物	26052010A270101TSP	02:20-次日 02:20	154	μg/m³
		二氧化硫	26052010A270101SO_2	02:20-03:20	0.009	mg/m³
		氮氧化物	26052010A270101NOx	02:20-03:20	0.019	mg/m³
	苏都住宅（E:108°56′10.3195″ N:40°04′26.9810″）	总悬浮颗粒物	26052010A270201TSP	02:20-次日 02:20	154	μg/m³
		二氧化硫	26052010A270201SO_2	02:20-03:20	0.011	mg/m³
		氮氧化物	26052010A270201NOx	02:20-03:20	0.018	mg/m³
	拟建厂址下风向（E:108°56′17.5459″ N:40°04′41.2005″）	总悬浮颗粒物	26052010A270301TSP	02:20-次日 02:20	154	μg/m³
		二氧化硫	26052010A270301SO_2	02:20-03:20	0.010	mg/m³
		氮氧化物	26052010A270301NOx	02:20-03:20	0.022	mg/m³
样品描述	样品完好无破损					

环境空气检测结果一览表

采样日期	采样点位	检测因子	样品编号	采样时间	检测结果	单位
2026 年 05 月 28 日 -29 日	江木图沟（E:108°58′15.6648″ N:40°03′16.8945″）	总悬浮颗粒物	26052010A280101TSP	02:40-次日 02:40	146	μg/m³
		二氧化硫	26052010A280101SO_2	02:40-03:40	0.010	mg/m³
		氮氧化物	26052010A280101NOx	02:40-03:40	0.019	mg/m³
	苏都住宅（E:108°56′10.3195″ N:40°04′26.9810″）	总悬浮颗粒物	26052010A280201TSP	02:40-次日 02:40	147	μg/m³
		二氧化硫	26052010A280201SO_2	02:40-03:40	0.011	mg/m³
		氮氧化物	26052010A280201NOx	02:40-03:40	0.017	mg/m³
	拟建厂址下风向（E:108°56′17.5459″ N:40°04′41.2005″）	总悬浮颗粒物	26052010A280301TSP	02:40-次日 02:40	148	μg/m³
		二氧化硫	26052010A280301SO_2	02:40-03:40	0.011	mg/m³
		氮氧化物	26052010A280301NOx	02:40-03:40	0.020	mg/m³
样品描述	样品完好无破损					

******报告结束******

附件：气象参数检测结果

检测日期	检测时间	温度（℃）	大气压（kPa）	相对湿度（%）	风速（m/s）	风向	天气情况
2026 年 05 月 26 日	01:50-02:00	10.4	86.54	42.1	1.8	西北	晴
	07:50-08:00	15.9	86.17	46.4	1.8	西北	晴
	13:50-14:00	21.0	85.84	39.6	1.7	西北	晴
	19:50-20:00	19.1	86.24	45.1	1.8	西北	晴
2026 年 05 月 27 日	01:50-02:00	9.8	86.71	28.4	1.9	西北	晴
	07:50-08:00	13.2	86.35	31.9	1.8	西北	晴
	13:50-14:00	19.7	86.23	26.7	1.9	西北	晴
	19:50-20:00	17.4	86.29	29.5	2.0	西北	晴
2026 年 05 月 28 日	01:50-02:00	10.1	86.67	29.7	1.8	北	晴
	07:50-08:00	14.8	86.25	35.8	1.7	北	晴
	13:50-14:00	21.5	85.78	27.4	1.7	北	晴
	19:50-20:00	18.7	86.03	30.2	1.9	北	晴

