

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3月



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



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

法人代表：阳奕汉

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

编制单位和编制人员情况表

项目编号	h66tfw		
建设项目名称	巴音青格利铀矿床（北部）地浸试验研究		
建设项目类别	55--169铀矿开采、冶炼；其他方式提铀		
环境影响评价文件类型	报告表		
一、建设单位情况			
单位名称（盖章）	中核内蒙古能源有限公司		
统一社会信用代码	91150000MA0MWMM1XT		
法定代表人（签章）	阳奕汉		
主要负责人（签字）	唐华章 		
直接负责的主管人员（签字）	徐广明 		
二、编制单位情况			
单位名称（盖章）	中核第四研究设计工程有限公司		
统一社会信用代码	911301001043361316		
三、编制人员情况			
1. 编制主持人			
姓名	职业资格证书管理号	信用编号	签字
谢占军	2016035130350000003510130352	BH018156	
2. 主要编制人员			
姓名	主要编写内容	信用编号	签字
谢占军	第1、2、12、13章	BH018156	
葛佳亮	第3、4、5、8章	BH018159	
尹冉	第6、7、9、10、11章	BH059857	

1 建设项目基本情况

项目名称	巴音青格利铀矿床（北部）地浸试验研究				
建设单位	中核内蒙古能源有限公司				
法人代表	阳奕汉	联系人	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				
联系电话	0471-3150836	传真	/	邮政编码	010010
建设地点	内蒙古鄂尔多斯市杭锦旗东部				
立项审批部门	中国铀业股份有限公司	批准文号	中铀发（2024）17号		
建设性质	新建 <input checked="" type="checkbox"/> 扩建 <input type="checkbox"/> 改建 <input type="checkbox"/> 技改 <input type="checkbox"/>	行业类别及代码	M7320 工程和技术研究和试验发展		
占地面积（平方米）	30020 （含临时占地）	绿化面积（平方米）	4500		
总投资（万元）	4812.65	环保投资（万元）	165		
环保投资占总投资比例	3.44%	预期投产日期	2025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。巴音青格利铀矿床作为中核内蒙古能源有限公司铀资源开发的首个落脚点，将极大推动公司铀资源开发项目的进程，逐步实现公司矿产开发战略布局。

1.2 项目由来及必要性

随着勘探工作的逐步推进，鄂尔多斯盆地北部已发展成为我国首个资源量超10万吨级的铀资源基地，累计探明铀资源量跻身于世界前列。巴音青格利矿床位于鄂尔多斯市杭锦旗的东部，已探明的资源量达XXt，达到特大型砂岩铀矿床的规模。巴音青格利矿床的埋深较大，且发育多层矿体，其南部区域铀矿层产出于直罗组下段下亚段（ J_{2z}^{1-1} ），北部地区铀矿层产出于上亚段（ J_{2z}^{1-2} ）。此外，该矿床的含矿层渗透性南北差异较大，南部区域含矿层的渗透性较弱，渗入系数为（0.065~0.13）m/d，而北部区域含矿层的渗透性较强，

渗入系数可达 1.37m/d。

中核矿业科技集团有限公司于 2022 年在本项目以南 5km 处的巴音青格利铀矿床南部开展了“鄂尔多斯盆地北部大型砂岩铀矿床地浸试验研究”项目，该项目旨在获得巴音青格利铀矿床南部直罗组下段下亚段（ J_2z^{1-1} ）的地浸开采工艺方案和参数。由于巴音青格利铀矿床南北区域在矿体层位及水文地质条件上均存在较大的差异，该研究成果不足以支撑巴音青格利铀矿床的整体开发利用。因此，本项目拟针对巴音青格利铀矿床北部直罗组下段上亚段（ J_2z^{1-2} ）开展一系列地浸试验研究，进一步摸清矿床北部区域铀矿床的浸出特性，为工业开发提供工艺参数和技术路线，助力巴音青格利铀矿床建成年产 XXt 的铀矿基地。

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），对本项目实施方案进行了批复，根据《中华人民共和国环境影响评价法》、《建设项目环境保护管理条例》及《建设项目环境影响评价分类管理名录》的有关规定，本项目需开展环境影响评价并编制环境影响报告表。中核内蒙古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环评工作。接受委托后，环境影响评价小组赴现场进行了实地踏勘，收集了项目的工程资料和环境资料，委托有资质单位开展了环境质量现状监测，最终于 2024 年 3 月完成了环境影响报告表的编制工作，现提交生态环境部审查。

1.3 项目概况

1.3.1 项目概况

项目名称：巴音青格利铀矿床（北部）地浸试验研究。

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：内蒙古鄂尔多斯市杭锦旗。

研究周期：研究周期为 3 年（建设期 1 年，试验期 2 年）。

工作制度：试验期年工作 330d。

项目投资：本项目总投资 4812.65 万元，其中环保投资 165 万元。

1.3.2 项目建设进度计划

本项目分为条件试验和扩大试验两个阶段，条件试验的施工及现场实施为环评批复日起至 2025 年 4 月，扩大试验的施工及现场实施为 2025 年 5 月~2026 年 12 月，具体进度安排见表 1.3-1。

表 1.3-1 项目建设进度计划表

工程内容		时间安排（季度）											
		2024 年				2025 年				2026 年			
		1	2	3	4	1	2	3	4	1	2	3	4
井场钻孔施工				→			→						
室内 试 验	工艺矿物学分析研究	→				→							
	三维 CT 孔渗特征分析	→				→							
	室内浸出试验	→				→							
	浸出液处理工艺试验		→				→				→		
水冶系统施工					→		→						
现场浸出试验研究													→

1.3.3 项目内容

本项目为巴音青格利铀矿床（北部）地浸试验研究项目，研究内容分为两个阶段，一阶段为条件试验阶段，主要评价巴音青格利（北部）铀矿层的地浸可采性，研究内容包括三个专题：①井网设计及水文试验研究；②三维 CT 扫描室内浸出试验研究；③现场浸出验证试验研究；二阶段为扩大试验，在条件试验的基础上开展扩大试验，解决巴音青格利（北部）铀矿床的开发技术难题，研究内容包括四个专题：①“游隼”型矿体井网布置研究；②浸出液全流程处理工艺技术研究；③地浸过程数字化开发与应用研究；④矿床开发技术经济评价。

1.3.4 建设内容

根据研究需求，本项目现场试验分为试验井场和水冶厂两部分，具体建设内容见表 1.3-2。

表 1.3-2 项目建设内容概况

类别	建设内容	
试验井场	条件试验	试验单元 2 组，包括试验井 8 个（包括抽出井 2 个，注入井 6 个）
	扩大试验	试验单元 16 组（包含条件试验 2 组），包括试验井 41 个（包括抽出井 16 个，注入井 25 个）
		监测井 4 个（包括新建 3 个，利旧 1 个）
		集控室 1 座
		集液罐、配液罐、氧气罐、盐酸储罐、井场管网等井场设施
水冶厂		浸出液处理厂房 1 座
		蒸发池 2 个、蒸发池监测井 1 个
		值班室、分析室、库房、固体废物间等辅助设施

1.4 与项目有关的原有污染情况及主要环境问题

巴音青格利铀矿床北部仅开展过铀矿勘探，勘探期间采取了有效的环境保护措施和场地恢复措施，无环境污染情况发生。勘探钻孔施工完毕后，进行了合理有效的废物处理及场地恢复。其采取的主要措施如下：

1) 施工过程中产生的废弃泥浆、岩芯均埋于泥浆坑，泥浆坑上部回填表层土壤，并恢复植被。

2) 勘探结束后，勘探钻孔采用水泥全孔封孔，可有效切断地下各含水层之间在孔内产生水力联系，隔断地下水含水层之间的相互导通，预防可能产生的水质污染。

3) 勘探结束后，拆除了现场施工设备、物资和临时设施，清除各类杂物及垃圾等固体废物。并对施工现场进行清理，对开挖的泥浆坑、沉淀池等池进行回填掩埋，按原始地形地貌平整场地，对施工场地进行植被恢复。

综上所述，巴音青格利铀矿床（北部）不存在原有遗留环境污染问题。

1.5 评价等级与评价范围

1.5.1 辐射环境

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

1.5.2 非放射性环境

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

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

式中：

P_i —第 i 个污染物的最大地面浓度占标率，%；

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

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

本项目产生的 HCl 执行《环境影响评价技术导则 大气环境》（HJ 2.2-2018）中附表

D.1—其他污染物空气质量参考限值，即 HCl 环境空气质量标准为 $50\mu\text{g}/\text{m}^3$ 。评价工作等级按表 1.5-1 的分级判据进行划分。

表 1.5-1 大气评价工作等级划分判据

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

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

表 1.5-2 估算模式参数一览表

名称	污染物	源强 (kg/h)	排气量 (m^3/h)	排放高度 (m)	出口内径 (m)	温度 ($^{\circ}\text{C}$)
盐酸储罐	HCl	0.0000312	25.43	4	0.3	7.3

表 1.5-3 大气环境影响估算结果

污染源名称	污染物	C_i ($\mu\text{g}/\text{m}^3$)	C_{oi} ($\mu\text{g}/\text{m}^3$)	P_i (%)	距离 (m)
盐酸储罐	HCl	0.14	50	0.28	18

经计算，本项目主要大气污染物最大占标率 P_{\max} 为 0.28%。根据《环境影响评价技术导则 大气环境》（HJ2.2-2018），本项目非放射性大气环境影响评价工作等级为三级。

2) 地表水环境影响评价等级与评价范围

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

3) 地下水环境影响评价等级与范围

参照《环境影响评价技术导则 地下水环境》（HJ 610-2016）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”。本项目不涉及集中式水源地，项目周边有牧民水井，取水层位为潜水含水层，其距离本项目水冶厂较远（320m），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。

本模型建模范围为试验井场及其周边地区，结合地浸采铀试验地下水影响范围及区域水文地质条件，确定本模型的模拟范围为：以试验井场为中心，向地下水下游（西南方向）

延伸 1km，上游（东北方向）延伸 0.5km，西北侧向延伸 0.5km，南侧延伸 520m 以隔水断裂为边界，评价总面积 1.91km²。

4) 声环境影响评价等级与范围

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

5) 环境风险评价等级与范围

根据风险识别，本项目涉及的主要危险物质为盐酸（36%），根据《建设项目环境风险评价技术导则》（HJ 169-2018）附录 B、C、D 中盐酸（37%）相关参数，本项目所涉及的危险物质临界量、危险物质及工艺系统危险性分级见下表 1.5-4，行业及生产工艺、危险物质及工艺系统危险性分级见表 1.5-5，各环境要素环境敏感程度分级见表 1.5-6，各环境要素的环境风险潜势划分及评价工作等级的确定见表 1.5-7。

表 1.5-4 危险物质的临界量、危险物质及工艺系统危险性分级相关参数

项目	临界量 (t)	最大存量 (t)	物质总量与临界量比值 Q	Q 值划分
盐酸 (工业级)	7.5 (≥37%)	25.8	3.44	1≤Q<10

表 1.5-5 危险物质的临界量、危险物质及工艺系统危险性等级判断

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

表 1.5-6 各环境要素环境敏感程度分级

环境要素	环境敏感性	分级
大气	本项目周边 5km 范围内居住区、医疗卫生、文化教育、科研、行政办公等机构人口总数小于 1 万人；周边 500m 范围内人口总数小于 500 人；油气、化学品输送管线管段周边 200m 范围内，每千米管段人口数小于 100 人。	E3
地表水	本项目新建盐酸罐四周设围堰，围堰内侧进行防腐防渗处理；如发生泄漏可通过泵等对盐酸进行回收，不外排。此外，盐酸罐周围无地表水水体，事故情况下盐酸不会进入地表水体。	/
地下水	本项目新建盐酸罐均不在集中式饮用水水源地准保护区及补给径流区，分散式饮用水水源地或特殊地下水资源保护区及以外的分布区等敏感区范围内，地下水功能按照不敏感 G3 考虑；根据区域地勘资料，包气带厚度 Mb≥1m，渗透系数 1.0×10 ⁻⁶ cm/s<K=2.31×10 ⁻⁶ cm/s<1.0×10 ⁻⁴ cm/s，包气带分布连续、稳定，防污性能为 D2；因此，地下水环境敏感程度为 E3。	E3

表 1.5-7 各环境要素的环境风险潜势划分及评价工作等级

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

综上，大气和地下水环境风险评价等级均为简单分析。

6) 生态评价等级与范围

本项目占地面积约 30020m²，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 产业政策与“三线一单”相符性

1.6.1 产业政策相符性分析

本项目属于地浸采铀试验，对照《产业结构调整指导目录（2024 年本）》（中华人民共和国国家发展和改革委员会令 第 7 号），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 “三线一单”相符性分析

1) 生态保护红线符合性

本项目占地范围内不涉及生态红线、自然保护区、风景名胜区、国家级森林公园、地质公园、湿地公园、饮用水源保护区等特别保护的区域，满足生态保护红线控制要求。本项目位于内蒙古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 3），巴音青格利铀矿探矿权范围（包含本项目占地）未在生态保护红线内。

2) 资源利用上线符合性

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

本项目建设运行过程中，主要资源消耗有土地、能源（电能）和水。本项目占地面积约 30020m²，其中井场临时占地 28800m²，施工完毕后恢复地表原始地貌形态，占用土地资源较少。本项目从塔然高勒镇变电所引一路 10kV 架空线路到井场，不涉及使用高耗电设备，供电总功率可满足试验及生活负荷要求；本项目设置独立水源井，用水量较少，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。

3) 环境质量底线符合性

根据《2022 年内蒙古自治区生态环境状况公报》，鄂尔多斯市 2022 年 PM_{2.5} 年均浓度 20 $\mu\text{g}/\text{m}^3$ ，PM₁₀ 年均浓度 51 $\mu\text{g}/\text{m}^3$ ，SO₂ 年均浓度 10 $\mu\text{g}/\text{m}^3$ ，NO₂ 年均浓度 23 $\mu\text{g}/\text{m}^3$ ，CO 第 95 百分位 24h 平均浓度为 0.9mg/m³，O₃ 第 90 百分位最大 8 小时平均浓度为 148 $\mu\text{g}/\text{m}^3$ 。由此可知，本项目所在区域大气基本污染物浓度均符合《环境空气质量标准》（GB3095-2012）的二级标准要求，为空气达标区。

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

4) 负面清单符合性

本项目位于内蒙古自治区鄂尔多斯市杭锦旗，未被列入《内蒙古自治区国家重点生态功能区产业准入负面清单》（试行）（内政发[2018]11 号文），符合环境功能区负面清单控制要求。

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

1.6.3 与生态环境分区管控的符合性分析

根据 2021 年 9 月 17 日鄂尔多斯市人民政府发布的《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），鄂尔多斯市对“三线一单”（生态保护红线、环境质量底线、资源利用上线和生态环境准入清单）实施生态环境分区管控。根据实施意见，全市共划定环境管控单元 163 个，包括优先保护单元、重点管控单元、一般管控单元三类，实施分类管控，见图 1.6-1。

经内蒙古自治区生态环境厅“三线一单”数据应用平台查询，本项目所在环境管控单元类别分为优先保护单元“杭锦旗水土保持生态功能重要区域”和重点管控单元“黄河头道拐杭锦旗生态用水补给区”，环境管控单元编码分别为 ZH15062510002 和 ZH15062520006。各管控单元的具体管控要求及本项目相符性分析见表 1.6-1。

表 1.6-1 本项目与所属管控单元相符性分析

环境管控单元编码	环境管控单元名称	管控单元类别	管控要求	相符性分析
ZH15062510002	杭锦旗水土保持生态功能重要区域	优先保护单元	<p>空间布局约束</p> <p>1、大力推行节水灌溉和雨水集蓄利用，发展旱作节水农业。限制陡坡垦殖和超载过牧。加强小流域综合治理，实行封山禁牧，恢复退化植被。加强对能源和矿产资源开发及建设项目的监管，加大矿山环境整治修复力度，最大限度地减少人为因素造成新的水土流失。拓宽农民增收渠道，解决农民长远生计，巩固水土流失治理、退耕还林、退牧还草成果。</p> <p>2、严格限制区内“两高一资”产业落地，限制土地资源高消耗产业在水土保持生态功能区发展。</p>	<p>1、本项目不属于高耗水行业，不涉及陡坡垦殖和超载过牧。本项目仅进行少量的土地平整及土方开挖，占地面积小，施工期较短，且施工结束后立即修复。因此不会造成当地气候、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，最大限度地减少人为因素造成新的水土流失。</p> <p>2、本项目不属于“两高一资”产业。</p>
ZH15062520006	黄河头道拐杭锦旗生态用水补给区	重点管控单元	<p>资源利用效率要求</p> <p>电力、钢铁、纺织、造纸、石油化工、食品发酵等高耗水行业达到先进定额标准。水资源节约和循环利用达到国内先进水平。强化水资源论证管理，优化水源配置，鼓励优先配置利用中水、疏干水等非常规水源。</p>	<p>本项目不属于电力、钢铁、纺织、造纸、石油化工、食品发酵等高耗水行业。本项目试验过程中99.7%吸附尾液回注含水层重复利用。</p>

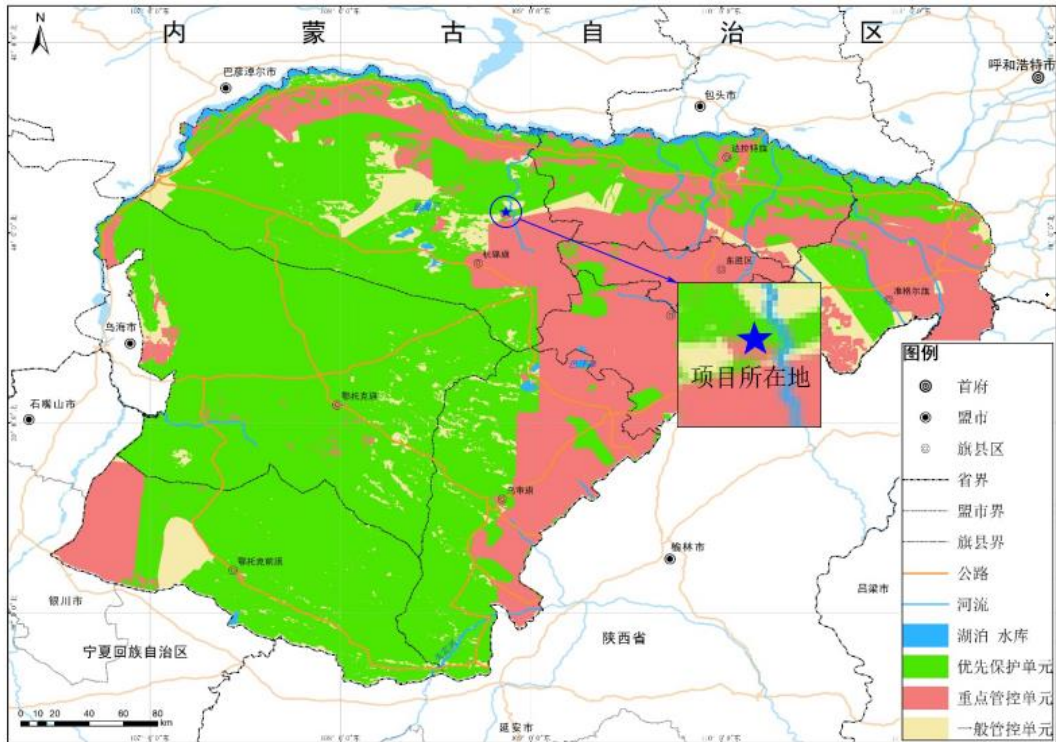


图 1.6-1 鄂尔多斯市环境管控单元图

2 编制依据

法规 标准	<p>1) 法规</p> <p>(1) 《中华人民共和国环境保护法》2015年1月1日；</p> <p>(2) 《中华人民共和国环境影响评价法》2018年12月29日；</p> <p>(3) 《中华人民共和国放射性污染防治法》2003年10月1日；</p> <p>(4) 《中华人民共和国大气污染防治法》2018年10月26日；</p> <p>(5) 《中华人民共和国水污染防治法》2018年1月1日；</p> <p>(6) 《中华人民共和国固体废物污染环境防治法》2020年9月1日；</p> <p>(7) 《中华人民共和国噪声污染防治法》2022年6月5日；</p> <p>(8) 《中华人民共和国草原法》2021年4月29日；</p> <p>(9) 《建设项目环境保护管理条例》2017年10月1日；</p> <p>(10) 《建设项目环境影响评价分类管理名录》2021年1月1日；</p> <p>(11) 《国家危险废物名录（2021年版）》2021年1月1日；</p> <p>(12) 《产业结构调整指导目录（2024年本）》（中华人民共和国国家发展和改革委员会令 第7号）2023年12月27日；</p> <p>(13) 《内蒙古自治区国家重点生态功能区产业准入负面清单》（试行）（内政发[2018]11号文）；</p> <p>(14) 《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）；</p> <p>(15) 《危险废物转移管理办法》（生态环境部 公安部 交通运输部 部令 第23号）2022年1月1日。</p> <p>2) 标准规范</p> <p>(1) 《建设项目环境影响评价技术导则 总纲》（HJ 2.1-2016）；</p> <p>(2) 《环境影响评价技术导则 大气环境》（HJ 2.2-2018）；</p> <p>(3) 《环境影响评价技术导则 地下水环境》（HJ 610-2016）；</p> <p>(4) 《环境影响评价技术导则 地表水环境》（HJ 2.3-2018）；</p> <p>(5) 《环境影响评价技术导则 声环境》（HJ 2.4-2021）；</p> <p>(6) 《环境影响评价技术导则 生态影响》（HJ 19-2022）；</p> <p>(7) 《建设项目环境风险评价技术导则》（HJ 169-2018）；</p>
----------	--

- (8) 《环境影响评价技术导则 铀矿冶》 (HJ 1015.1-2019) ;
- (9) 《危险废物管理计划和管理台账制定技术导则》 (HJ 1259-2022) ;
- (10) 《电离辐射防护与辐射源安全基本标准》 (GB 18871-2002) ;
- (11) 《铀矿冶辐射防护和辐射环境保护规定》 (GB 23727-2020) ;
- (12) 《铀矿冶辐射环境监测规定》 (GB 23726-2009) ;
- (13) 《铀、钍矿冶放射性废物安全管理技术规定》 (GB 14585-1993) ;
- (14) 《环境空气质量标准》 (GB 3095-2012) ;
- (15) 《地下水质量标准》 (GB/T 14848-2017) ;
- (16) 《声环境质量标准》 (GB 3096-2008) ;
- (17) 《土壤环境质量 农用地土壤污染风险管控标准 (试行)》 (GB 15618-2018) ;
- (18) 《大气污染物综合排放标准》 (GB 16297-1996) ;
- (19) 《城市污水再生利用 城市杂用水水质》 (GB/T 18920-2020) ;
- (20) 《建筑施工场界环境噪声排放标准》 (GB 12523-2011) ;
- (21) 《工业企业厂界环境噪声排放标准》 (GB 12348-2008) ;
- (22) 《危险废物贮存污染控制标准》 (GB18597-2023) 。

相关文件	<ol style="list-style-type: none">1) 环境影响评价委托书;2) 《巴音青格利铀矿床(北部)地浸试验研究实施方案》, 中核内蒙古能源有限公司, 2023年10月;3) 《关于巴音青格利铀矿床(北部)地浸试验研究实施方案的批复》, 中铀发(2024)17号, 中国铀业股份有限公司, 2024年2月;4) 《内蒙古杭锦旗巴音青格利地区铀矿详查报告》, 核工业二〇八大队, 2022年12月。5) 《巴音青格利铀矿床(北部)地浸试验研究环境质量现状监测》(2023-1155-1), 核工业东北分析测试中心, 2023年9月20日;6) 《巴音青格利铀矿床(北部)地浸试验研究环境质量现状监测》(2023-1155-2), 核工业东北分析测试中心, 2024年1月16日。
------	--

3 建设项目所在地自然环境社会环境简况

3.1 地理位置

本项目位于鄂尔多斯市杭锦旗东部，隶属于塔然高勒乡管辖，东南距鄂尔多斯市约93km，西南距杭锦旗约37km。项目所在地北部有京兰铁路、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。区内各乡之间均有简易公路相通，交通较方便，地理位置见图3.1-1。

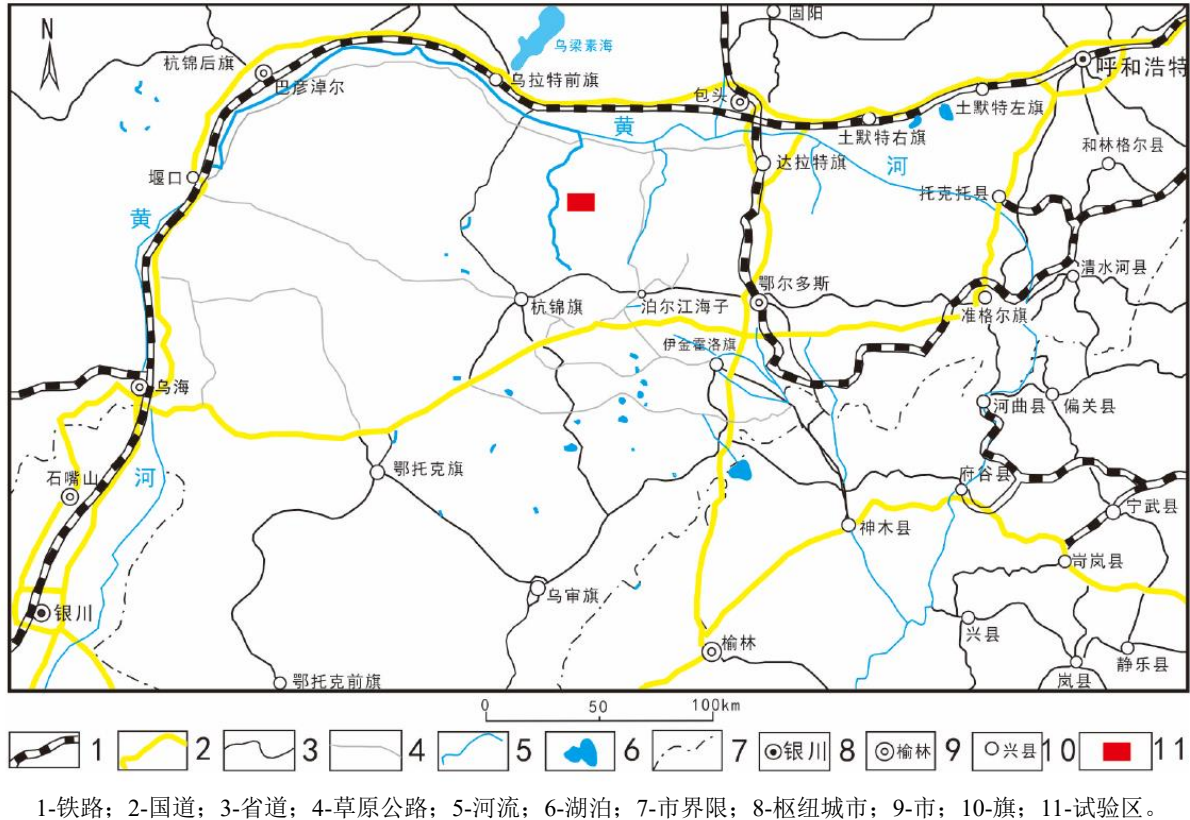


图 3.1-1 评价区地理位置

3.2 区域地形地貌

本项目所在区域位于鄂尔多斯盆地北部，毛乌素沙漠东北部，为典型高原丘陵区的剥蚀堆积地貌和堆积地貌组成的地貌景观。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

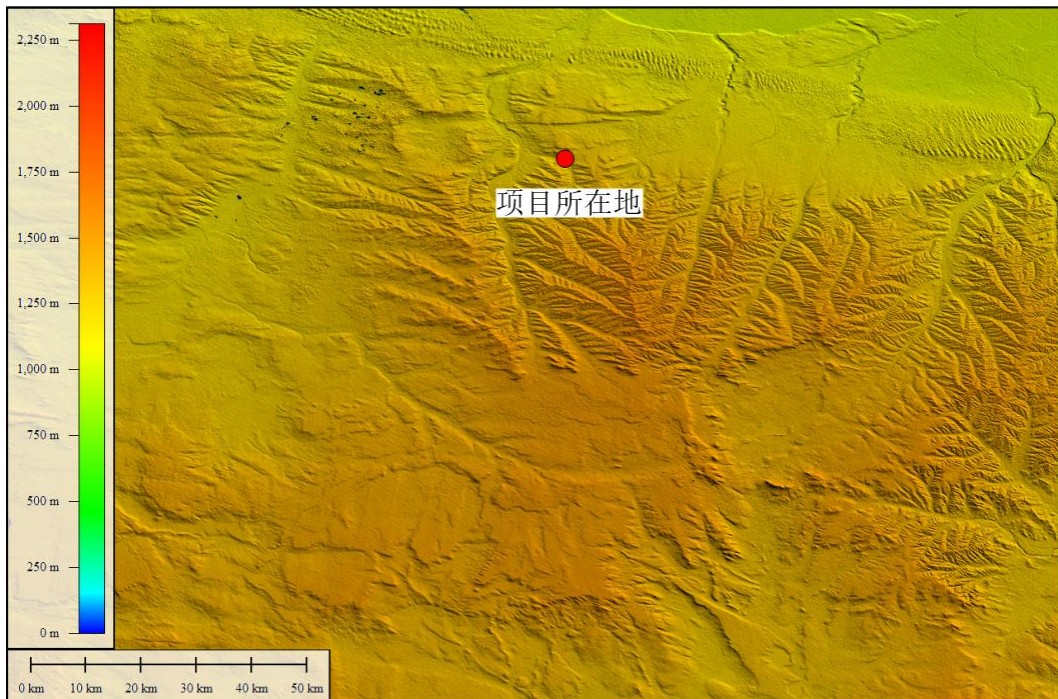


图 3.2-2 三维地形图

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，秋季凉爽宜人，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 7.3℃，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-32.3℃。年平均气压 861.1hPa，年平均相对湿度 47.0%。年平均降水量为 250.2mm，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。年均日照时数 3032.9 小时。区内风向随季节变化，平均风速为 3.2m/s，最大风速为 20.0m/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 2022 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。项目所在区域各风频风向见表 3.3-1，全年和各季风向玫瑰图见图 3.3-1。

表 3.3-1 全年各风向风频

风向	N	NNE	NE	ENE	E	ESE	SE	SSE
频率 (%)	5.0	2.0	2.3	2.3	3.4	5.4	6.2	13.8
风向	S	SSW	SW	WSW	W	WNW	NW	NNW
频率 (%)	10.0	5.9	5.8	6.6	6.3	8.6	8.4	6.2

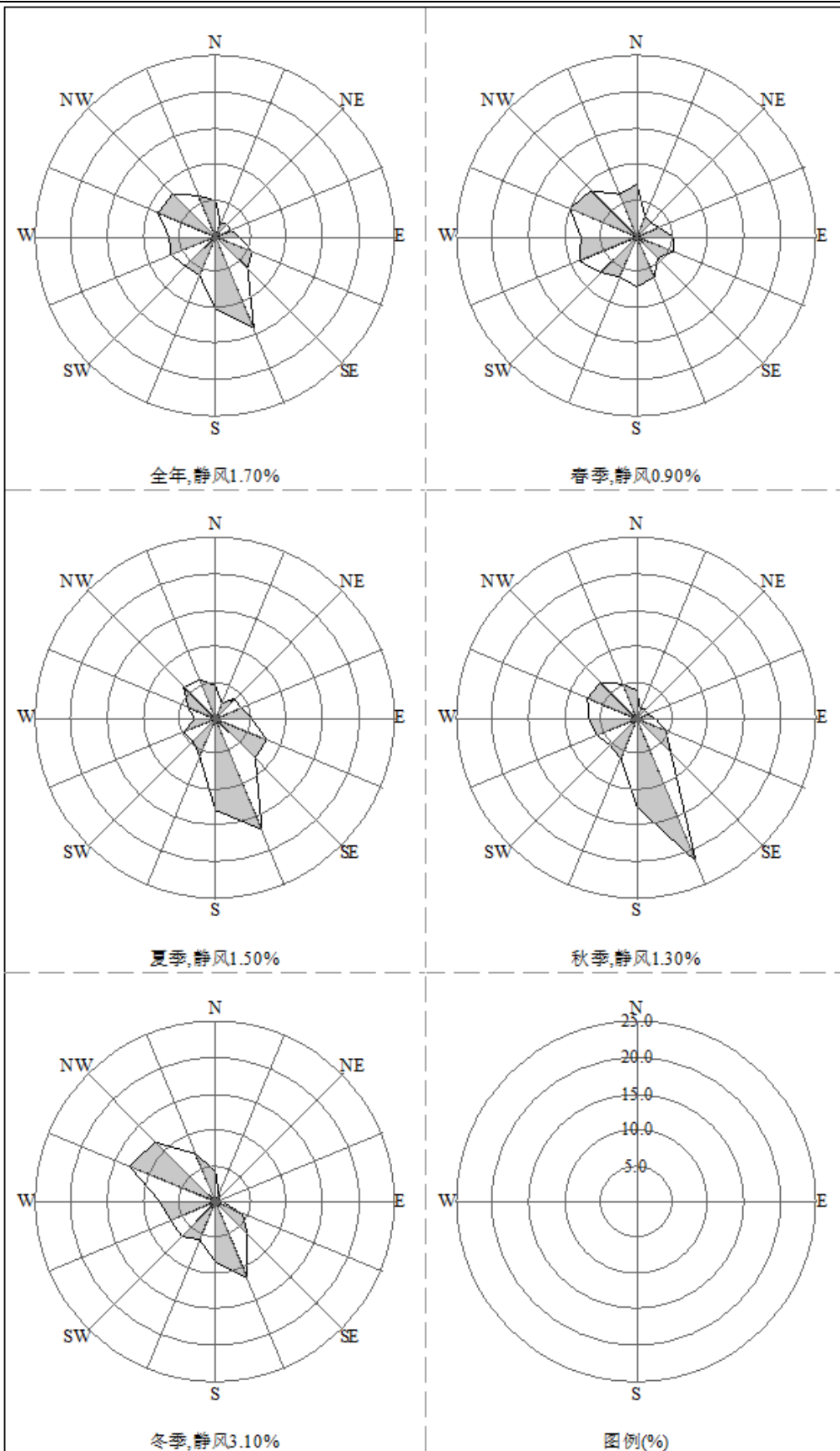


图 3.3-1 全年和各季风向玫瑰图

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、毛登青格利沟等季节性水系，河流水量受大气降水影响明显，距离最近的为项目北部约 1km 的昌汗沟。项目周围地表水系图见图 3.4-1。

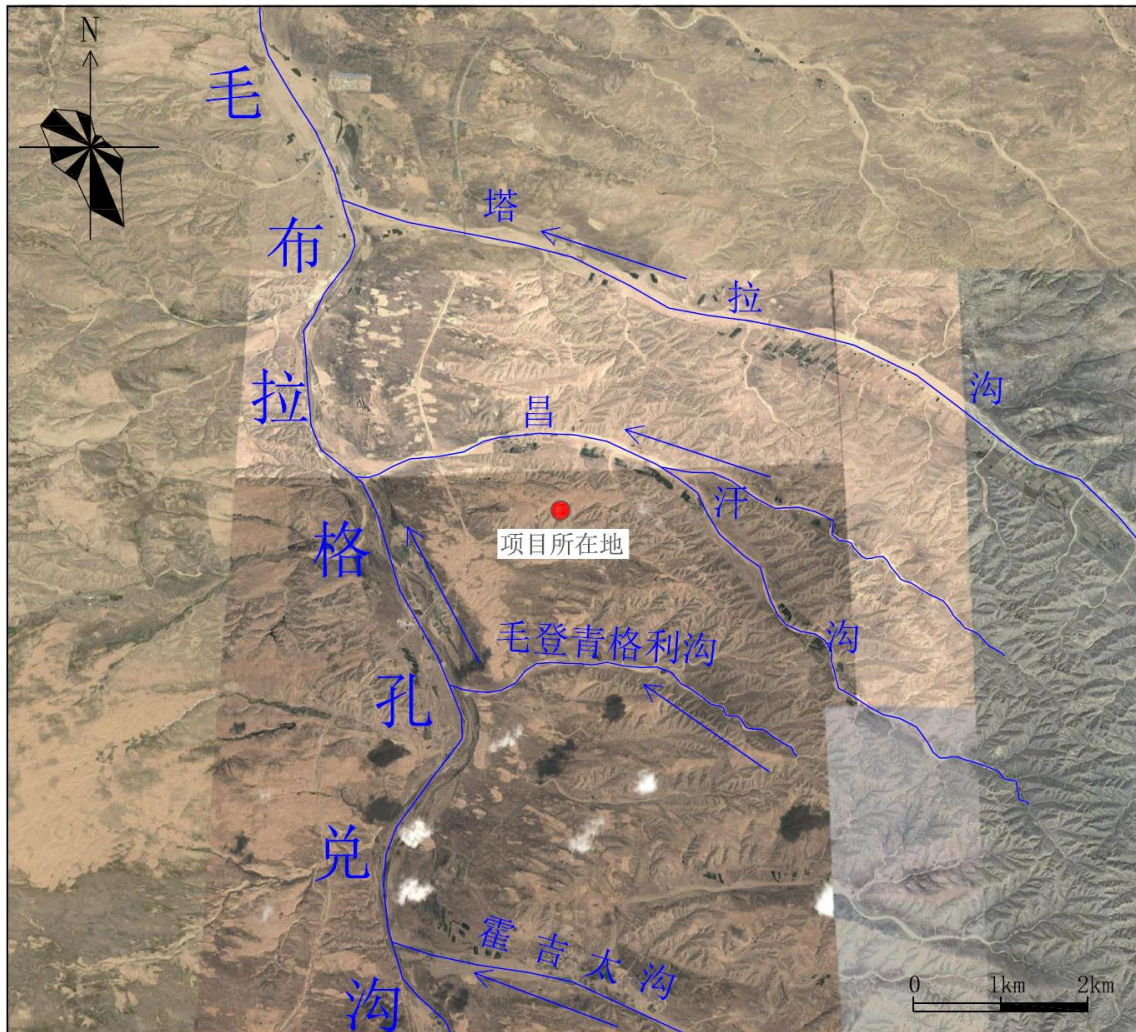


图 3.4-1 地表水系图

3.5 地质

3.5.1 地层特征

本项目所在的巴音青格利铀矿床（北部）揭露地层自下而上依次为中侏罗统延安组（ J_{2y} ）、中侏罗统直罗组（ J_{2z} ）及下白垩统（ K_1 ）和第四系（ Q ），直罗组地层可进一步划分出两个二级层序，直罗组下段（ J_{2z}^1 ）和直罗组上段（ J_{2z}^2 ）。其中，中侏罗统直罗组

下段 (J_{2z}^1) 为主要铀矿层位, 地层综合柱状图见图 3.5-1。

中侏罗统直罗组下段 (J_{2z}^1) 岩性主要为绿色、灰带绿色、浅绿色砂岩, 灰色泥岩夹砂岩。砂岩分选好、次棱角状、疏松, 泥质胶结。地层厚度整体由北东向南西厚度逐渐变大, 可划分为下亚段 (J_{2z}^{1-1}) 和上亚段 (J_{2z}^{1-2}), 其中下亚段 (J_{2z}^{1-1}) 地层厚度 60m~90m, 平均 65.15m。上亚段 (J_{2z}^{1-2}) 地层厚度 50m~80m, 平均 67.66m。

地层	成因单元	厚度 m	柱状图	层序			沉积标志	岩性组合	沉积相及环境解释		铀含量背景值 (10^{-6})						
				三级	小层序	体系域			最小	最大	平均						
白垩系		210 ~ 320		III			砾岩、砂砾岩	冲积扇		1.74	18.50	6.77					
直罗组	上段	70~130m		II	5	EST	泥岩中见构造擦痕, 砂岩中可见槽状交错层理	泥岩、粉砂岩, 内多含兰色砂质团块、巢状砂, 见大量浸染状褐铁矿化, 砂岩具上细下粗的正韵律特征,	泛滥平原、湖泊沉积	干旱湖泊	2.14	30.14	7.44				
														4	见槽状交错层理	河道沉积	高度弯曲河流
														3	泥岩中可见水平层理	湖泊沉积	干旱湖泊
	下段	50~80m		II	2	LST	发育大型槽状交错层理, 泥岩中多见炭化植物碎片夹薄煤线	绿色、灰带绿色、浅灰色、灰色泥岩、粉砂岩, 内夹砂岩, 砂岩分选好, 次棱角状, 疏松, 泥质胶结, 填隙物含量小于15%。灰色砂岩中含黄铁矿和炭屑, 顶部泥岩中夹薄层煤。砂岩由下至上至少可分为两个正韵律	洪泛沉积	低弯度曲流河	1.00	31.50	9.30				
									河道沉积								
									洪泛沉积								
下亚段	60~90m		II	1	LST	顶部泥岩中夹薄煤线, 炭化植物碎片; 砂岩中发育大型槽状交错层理	绿色、灰带绿色、浅灰色、灰色泥岩夹砂岩, 砂岩分选好, 次棱角状, 疏松, 泥质胶结, 填隙物含量小于10%。灰色砂岩中含黄铁矿和炭屑, 顶部泥岩中夹薄层煤。砂岩由下至上至少可见2~3个正韵律, 底部冲刷特征明显, 局部夹薄层钙质砂岩	洪泛沉积	辫状河	1.00	31.50	9.30					
								河道沉积									
延安组	V ~ IV			I			灰黑色泥岩、粉砂岩夹砂岩、发育煤层	河湖相									

图 3.5-1 巴音青格利铀矿床 (北部) 地层综合柱状图

3.5.2 矿体地质特征

巴音青格利（北部）铀矿体主要赋存于中侏罗统直罗组下段砂体中，分为直罗组下段下亚段（ J_2z^{1-1} ）I号矿体和上亚段（ J_2z^{1-2} ）II号和III号矿体。其中，I号矿体主要分布于巴音青格利铀矿床南部，可分为I₁号和I₂号矿层；II号和III号矿体主要分布在巴音青格利铀矿床北部，可分为II₁号、II₂号和III号矿层。本次试验的主要矿体为上亚段（ J_2z^{1-2} ）的II号矿体。中侏罗统直罗组下段上亚段（ J_2z^{1-2} ）矿体水平分布见图 3.5-2，试验区所在的 40 号勘探线地质剖面图见图 3.5-3。

1) II₁号矿层特征

平面上，II₁号矿层产出于直罗组下段上亚段第一旋回的下部，整体呈岛状、长条状展布，矿体长约 5.2km，宽 65~300m，连续性差，分布零散。剖面上，II₁号矿层主要产于含矿含水层的下部、舌状氧化带的下翼，矿体呈层状、透镜状产出，紧靠隔水底板。矿体由北向南倾斜，矿体、矿化体极不连续，断续分布。II₁号矿层总体向南微倾，与地层倾向大体上一致，矿层顶面标高为 860.31~981.37m，平均为 892.89m。顶界埋深为 371.85~545.55m，平均为 488.51m；矿层底面标高为 851.11~979.77m，平均为 888.06m。底界埋深为 373.45~554.85m，平均为 493.34m。

2) II₂号矿层特征

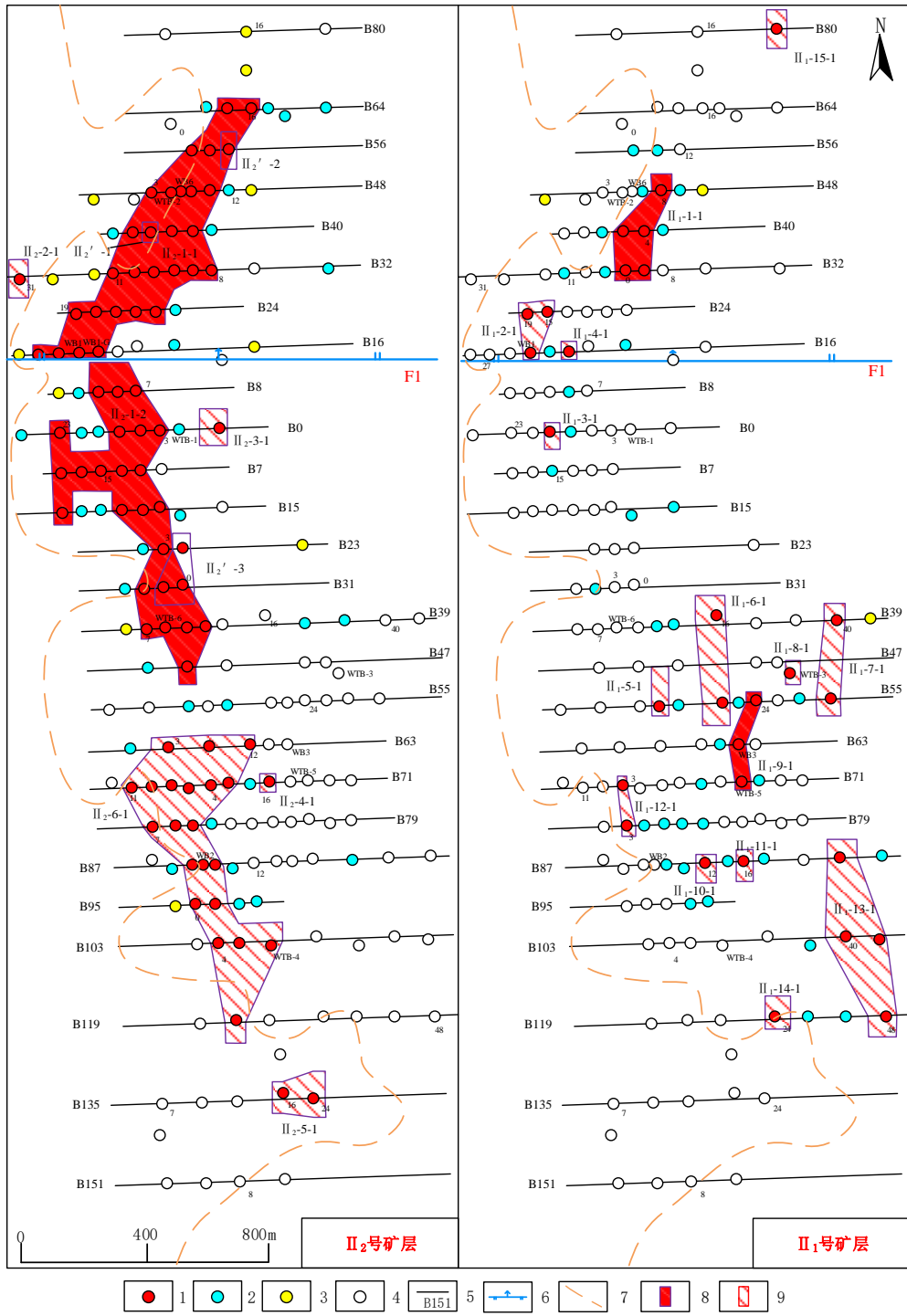
平面上，II₂号矿层产出于直罗组下段上亚段第一旋回的上部，整体长条状展布。矿体长约 5.2km，宽 75~550m，连续性好，由北到南整体呈“窄-宽-窄-宽-窄”的串珠状展布。剖面上，II₂号矿层主要产于含矿含水层的上部，氧化带尖灭的部位，呈多层状、板状产出。II₂号矿层总体向南倾斜，与地层倾向大体上一致，总体表现为由北向南逐渐加深的趋势，矿层顶面标高为 860.47~962.88m，平均为 909.07m。顶界埋深为 403.25~541.45m，平均为 461.09m；矿层底面标高为 857.87~960.38m，平均为 898.98m。底界埋深为 405.75~545.45m，平均为 471.18m。

3) 矿石物质组分

巴音青格利铀矿床工业矿体品位平均值为 0.0682%，属低品位矿石。铀矿石以灰色砂岩为主，少量灰色带绿色砂岩，岩石成岩程度不高，胶结疏松，砂岩分选性中等，颗粒形状多为次棱角状，一般具粒序层理。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，另外还含有少量的岩屑，岩屑成份主要为变质岩、花岗岩碎屑。长石以斜长石、钾长石为主，部分微斜长石、条纹长石。铀矿石全岩分析数据见表 3.5-1。

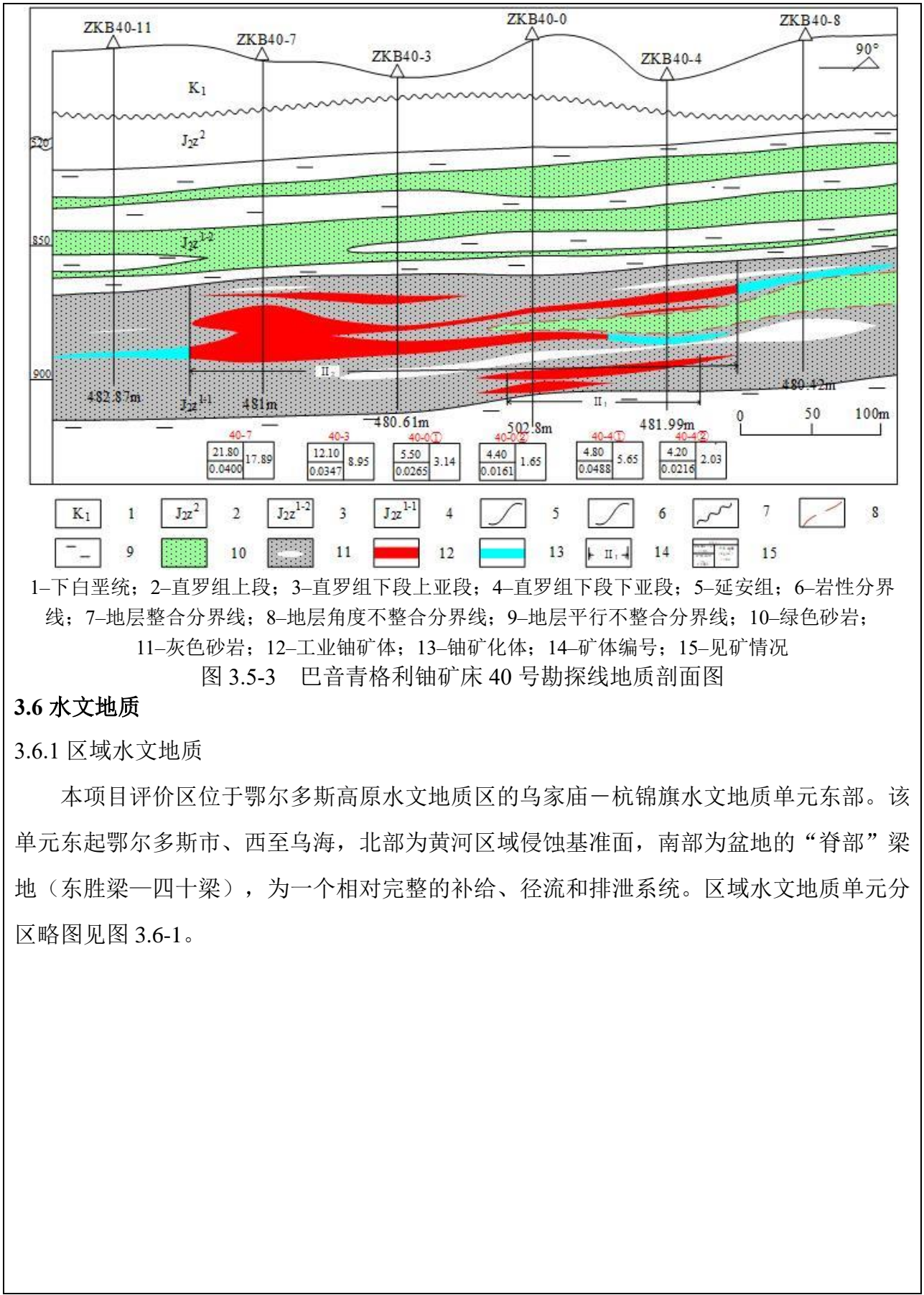
表 3.5-1 巴音青格利铀矿床直罗组下段砂岩全岩分析数据平均值统计表

砂岩类型	石英 (%)	钾长石 (%)	斜长石 (%)	长石总量 (%)	粘土总量 (%)	方解石 (%)	白云石 (%)	黄铁矿 (%)	样品数 (个)
含矿砂岩	53.36	8.57	11.55	20.12	15.50	5.69	0.33	0.08	18
灰色砂岩	52.94	11.29	11.14	22.43	14.23	1.08	0.25	1.35	12
绿色砂岩	53.16	13.71	10.42	24.13	23.46	0.50	0.31	0.00	23



1-工业矿孔；2-矿化孔；3-异常孔；4-无矿孔；5-勘探线及编号；6-断层；7-氧化带前锋线；
8-控制资源量矿体；9-推断资源量矿体

图 3.5-2 巴音青格利铀矿床直罗组下段上亚段矿体水平投影图



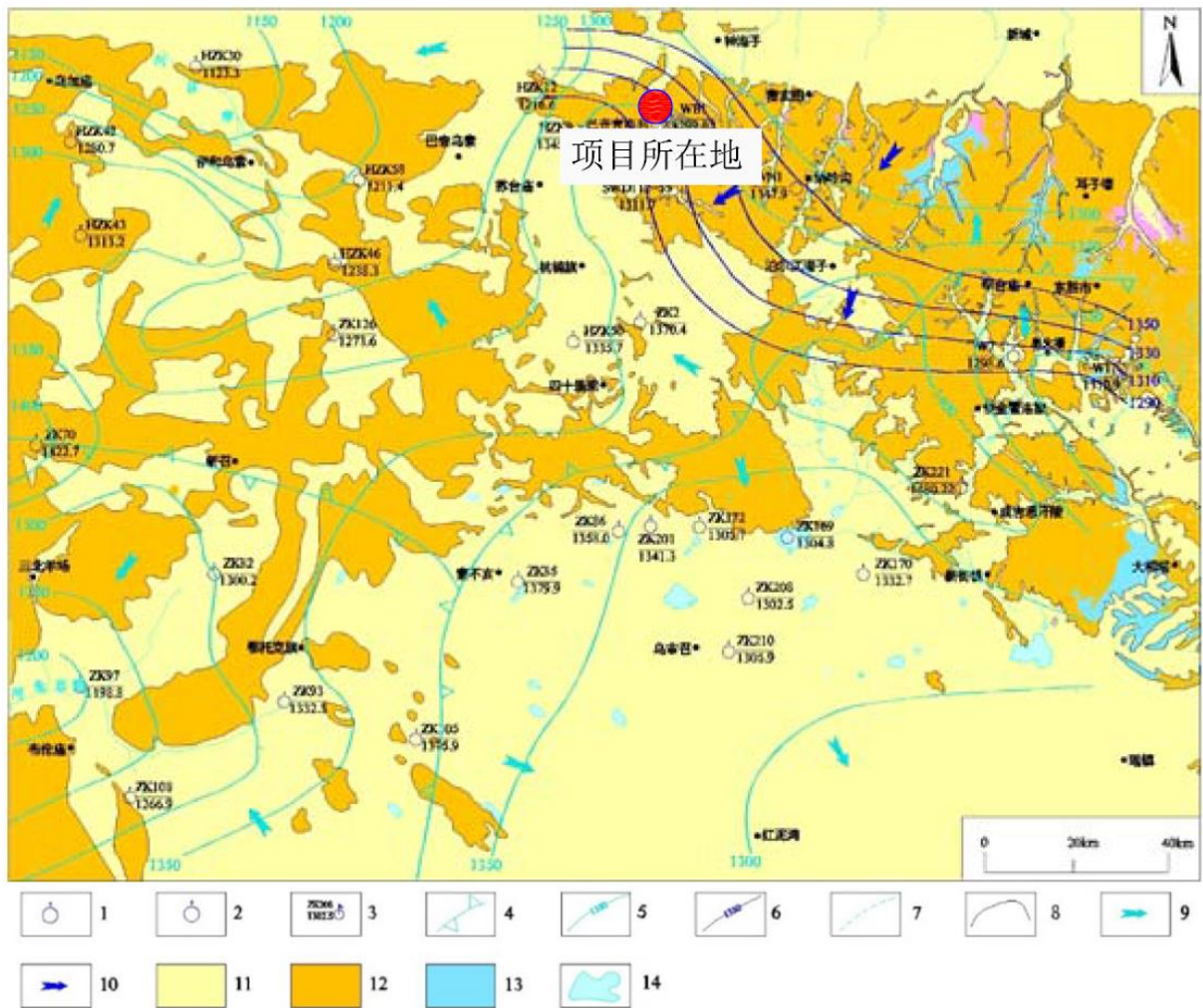
1-下白垩统；2-直罗组上段；3-直罗组下段上亚段；4-直罗组下段下亚段；5-延安组；6-岩性分界线；7-地层整合分界线；8-地层角度不整合分界线；9-地层平行不整合分界线；10-绿色砂岩；11-灰色砂岩；12-工业铀矿体；13-铀矿化体；14-矿体编号；15-见矿情况

图 3.5-3 巴音青格利铀矿床 40 号勘探线地质剖面图

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。



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

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

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(Q₄)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 1.50~7.50m，涌水量 10~500m³/d，矿化度 0.31~1.25g/L，地下水化学类型多为 HCO₃·Cl-Ca·Mg 及 HCO₃-Ca·Na 型水，受蒸发浓缩作用影响，水中矿化度、Na、Ca 等含量较高。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及中侏罗统直罗组和延安组碎屑岩类含水岩组。

①下白垩统(K₁)碎屑岩类含水岩组

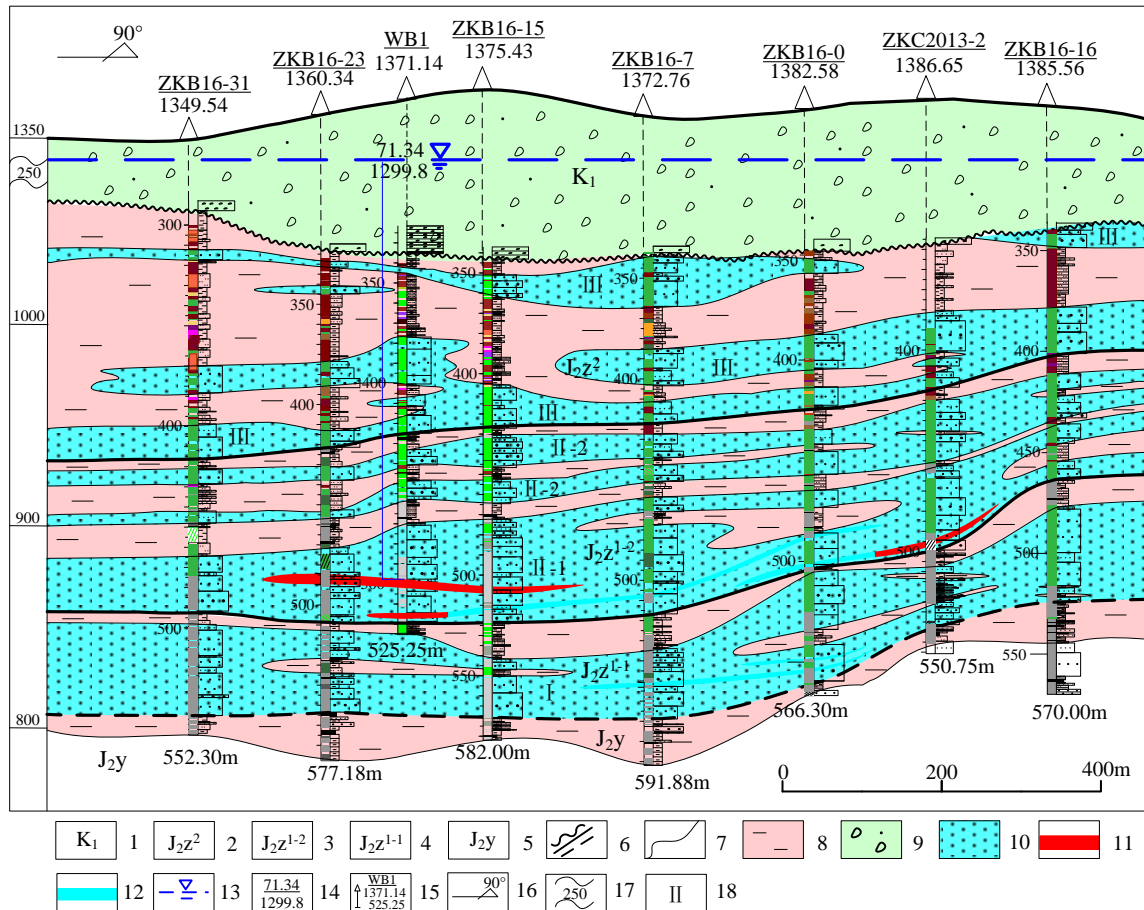
该含水岩组在区内广泛分布，主要由罗汉洞组、环河组和洛河组组成，含水层岩性为砂岩、砂砾岩、泥岩和粉砂岩。地下水以潜水为主要类型，仅在局部出现承压水。含水层的富水性受地形影响较大，评价区东部地下水富集条件较差，水量贫乏。评价区南部和中西部，下白垩统厚度较大，地形切割较小，地下水补给充足，地下水富集条件较好，水量丰富。含水层厚度由东向西、由北向南逐渐增大，富水性也随之递增，水位随地形而变化。水化学类型为 Cl·SO₄-Na 型、HCO₃-Na 型或 HCO₃-Ca·Mg 型。

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，埋深较大，地下水类型为裂隙孔隙承压水。该含水岩组岩性以砂岩与泥岩互层为主，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

该含水岩组深埋于直罗组之下，分布广泛。该地层分为五个沉积岩段，其中第I岩段和第V岩段发育河流相砂岩，构成主要含水层，并具有稳定的隔水顶、底板，赋存裂隙孔隙承压水。岩性主要为绿色、灰色细砂岩、中砂岩、含砾砂岩和砾岩，泥质胶结为主。该含水层富水性弱，单井涌水量 66.86m³/d，渗透系数 0.076m/d。地下水水化学类型为 Cl·HCO₃-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，在区域上构成稳定的隔水层。



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力线；
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

图 3.6-2 巴音青格利铀矿床 B16 号勘探线水文地质剖面图

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 (J_{2z}¹⁻¹) 含水层、直罗组下段上亚段 (J_{2z}¹⁻²) 含水层和直罗组上段 (J_{2z}²) 含水层。其中，直罗组下段上亚段 (J_{2z}¹⁻²) 含水层为本项目试验目的含矿含水层，其具体特征如下：

(1) 岩性

该含水层主要由曲流河相砂体组成，具有二元结构。岩性以中砂岩、粗砂岩为主，其次为细砂岩，泥质胶结为主，结构疏松，碎屑物成分以石英、长石为主，颗粒分选性中等，磨圆度以次棱角状为主，粘粉质含量约 10%，渗透性较强—中等。

(2) 厚度及水位埋深

该含水层的厚度一般为 16.0~69.0m，平均为 36.9m。厚度的变化总体上自南向北逐渐变薄趋势，但变化不明显；该含水层的地下水位埋深 71.34m~87.71m，承压水头高度为 343.2m~408.2m。

(3) 渗透性及水力特征

该含水层的单井涌水量 188.81m³/d~233.76m³/d，单位涌水量 0.019~0.265L/s·m，渗透系数 0.11~1.37m/d；地下水流向受地层产状的控制，沿地层倾向自北东向南西运移，矿床内水力坡度为 1.4‰，地下水运动缓慢。

(4) 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⁻，其次为 CO₃²⁻和 SO₄²⁻，地下水化学类型为 Cl-Na 型水或 Cl·HCO₃-Na，为弱碱水。矿化度范围为 0.94~1.49g/L，Cl⁻范围为 381.4~532.8mg/L，SO₄²⁻范围为 2.16~97.6mg/L，Na⁺范围为 336.2~797.6 mg/L，Ca²⁺范围为 1.60~8.38 mg/L，U_{天然}范围为 0.15~27.4μg/L。该矿床含矿含水层水文地球化学环境为氧化—还原过渡环境。

(5) 隔水层特征

①隔水顶板：由同组顶部泥岩、粉砂岩组成，厚度 1.1~37.0m，平均厚度为 14.3m，隔水性能好，在矿床内连续、稳定分布，阻隔了含矿层与上层含水层之间的水力联系。

②隔水底板：由泥岩、粉砂岩组成，厚度 3.0~15.0m，平均为 8.4m，隔水性能好，在矿床内较稳定分布，阻隔了上、下亚段含水层之间的水力联系。

3) 阻水断层

根据《内蒙古杭锦旗巴音青格利地区铀矿详查地质报告》（核工业二〇八大队，2022年12月），巴音青格利铀矿床 B16 线附近存在一个东西走向、北倾向的正断层，造成两侧矿体发生错断，断层北部地层抬升，南部地层下降。根据水文地质试验结果，该断层为阻水断层。

3.7 土地和水体利用

1) 土地利用

根据杭锦旗第三次国土调查结果，杭锦旗总土地面积 18815.67km²。其中，耕地面积 1051.25km²，园地面积 0.48km²；林地 3057.02km²；草地 10041.21km²；湿地 229.00km²；城镇村及工矿用地 138.10km²；交通运输用地 138.76km²；水域及水利设施用地 305.45km²；

其它未利用地 3854.40km²。

本项目占地类型为草地，周边 5km 范围内土地类型以草地和荒地为主，不涉及基本农田。

2) 水体利用

杭锦旗水资源总量为 9.25 亿 m³。其中黄河过境水量 4.1 亿 m³、地下水 4.35 亿 m³、地表水 0.8 亿 m³。可利用水资源总量为 6.53 亿 m³。其中黄河过境水 4.1 亿 m³、地下水 2.32 亿 m³、地表水 0.11 亿 m³，实际可用水资源量为 5.23 亿 m³。目前，杭锦旗年总用水量为 3.26 亿 m³。其中农业用水量 32205 万 m³、工业用水量 45 万 m³、建筑业用水量 31 万 m³、第三产业用水量 108 万 m³、居民生活用水量 163 万 m³、生态用水量 40 万 m³。其中取用黄河过境水 2.12 亿 m³，地下水 1.09 亿 m³，地表水 0.05 亿 m³。

本项目周边 5km 范围内无集中式饮用水源地及集中式工农业生产用水，居民生活用水均为自家井水，井深为 10m~20m，取水层位为潜水含水层，取水量较少。

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，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，根据鄂尔多斯市生态功能区划，本项目位于“鄂尔多斯高原典型草原沙漠化控制生态功能区”，主要生态服务功能为保持水土、防止侵蚀，减少入黄泥沙上为重要生态功能区。

通过现场走访调查，本项目周边 5km 范围内主要植物物种为锦鸡儿、沙蒿等沙生植物，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 6350km²，煤炭资源总储量 513 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，此外还有少量紫砂陶土、芒硝、石英砂等资源分布。太阳能资源丰富，伊和乌素苏木、巴拉贡镇、呼和木独镇、吉日嘎朗图镇、独贵塔拉镇地区日照充足，适宜发展太阳能热力电和光伏发电；杭锦旗处于狼山和乌拉山两大山之间的狭长风口地带，受西伯利亚及蒙古冷高压影响，使杭锦旗风能资源具有风力强、分布广泛，相对持久稳定的特点，是内蒙古自治区风能资源富集地区之一。

3) 生态敏感区

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

3.9 社会环境简况

1) 社会经济

根据《杭锦旗 2022 年国民经济和社会发展统计公报》，2022 年杭锦旗完成地区生产总值 165.93 亿元，同比增长 3.8%。其中第一产业完成 34.66 亿元，同比增长 6.3%；第二产业完成 80.79 亿元，增长 5.8%；第三产业完成 50.47 亿元，与上年持平。第一、第二、第三次产业增加值比重为 20.9:48.7:30.4。

2) 人口

根据《杭锦旗 2022 年国民经济和社会发展统计公报》，2022 年年末，杭锦旗户籍人口 142429 万人，辖区面积约 18814.30km²，人口密度为 7.57 人/km²。根据 2023 年实地调查，评价中心 5km 范围内总人口为 227 人，平均人口密度 2.89 人/km²，年龄组比例分别为：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 和表 3.9-1。

表 3.9-1 评价中心 5km 范围内居民点

序号	居民点	方位	距离 (km)	人口 (人)
1	白音补拉格嘎查	NE	2.64	80
2	塔拉沟五社	NE	4.51	80
3	无色浪沟牧民	ENE	2.71	9
4	巴音琴克利牧民 1	S	2.33	9
5	黄木花沟牧民	S	3.21	8
6	巴音青格利牧民 2	S	4.85	4
7	毛登青格利沟牧民	SW	2.51	9
8	琴克利沟牧民	SW	3.73	13
9	牧民张家	WSW	0.32	6
10	毛布拉格孔兑牧民	WNW	2.52	9
合计	227			

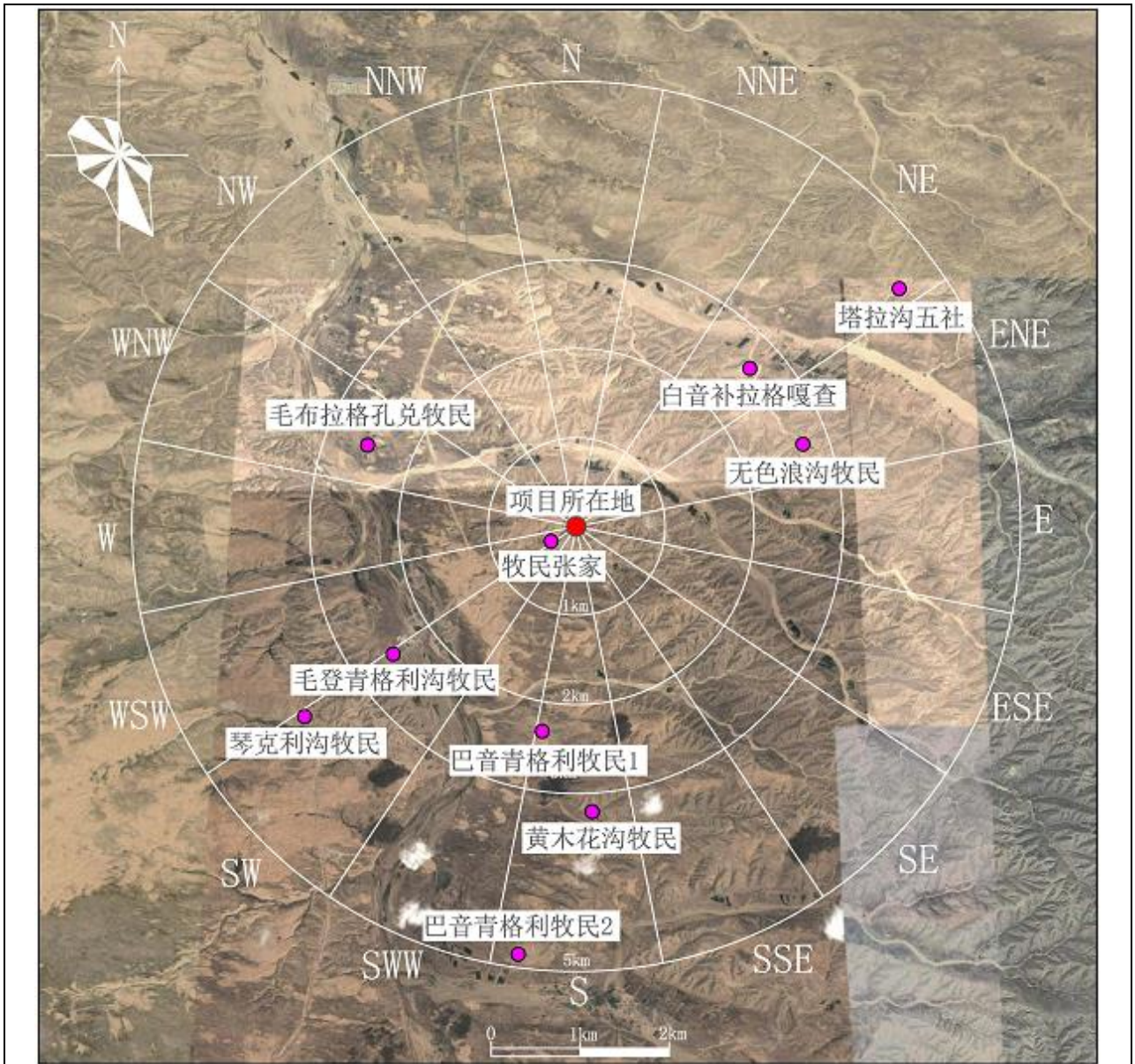


图 3.9-1 评价中心 5km 范围内居民点分布图

评价中心半径 20km 范围涉及杭锦旗的独贵塔拉镇，以及达拉特旗的中和西镇和恩格贝镇，总人口 4103 人，平均人口密度 3.27 人/km²，20km 范围评价子区划分见图 3.9-2。根据《杭锦旗国民经济和社会发展统计公报》，杭锦旗 2017 年~2021 年人口自然增长率见表 3.9-2，保守考虑，人口自然增长率取最大值 4.45%。2023 年和 2025 年（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 杭锦旗人口自然增长率（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

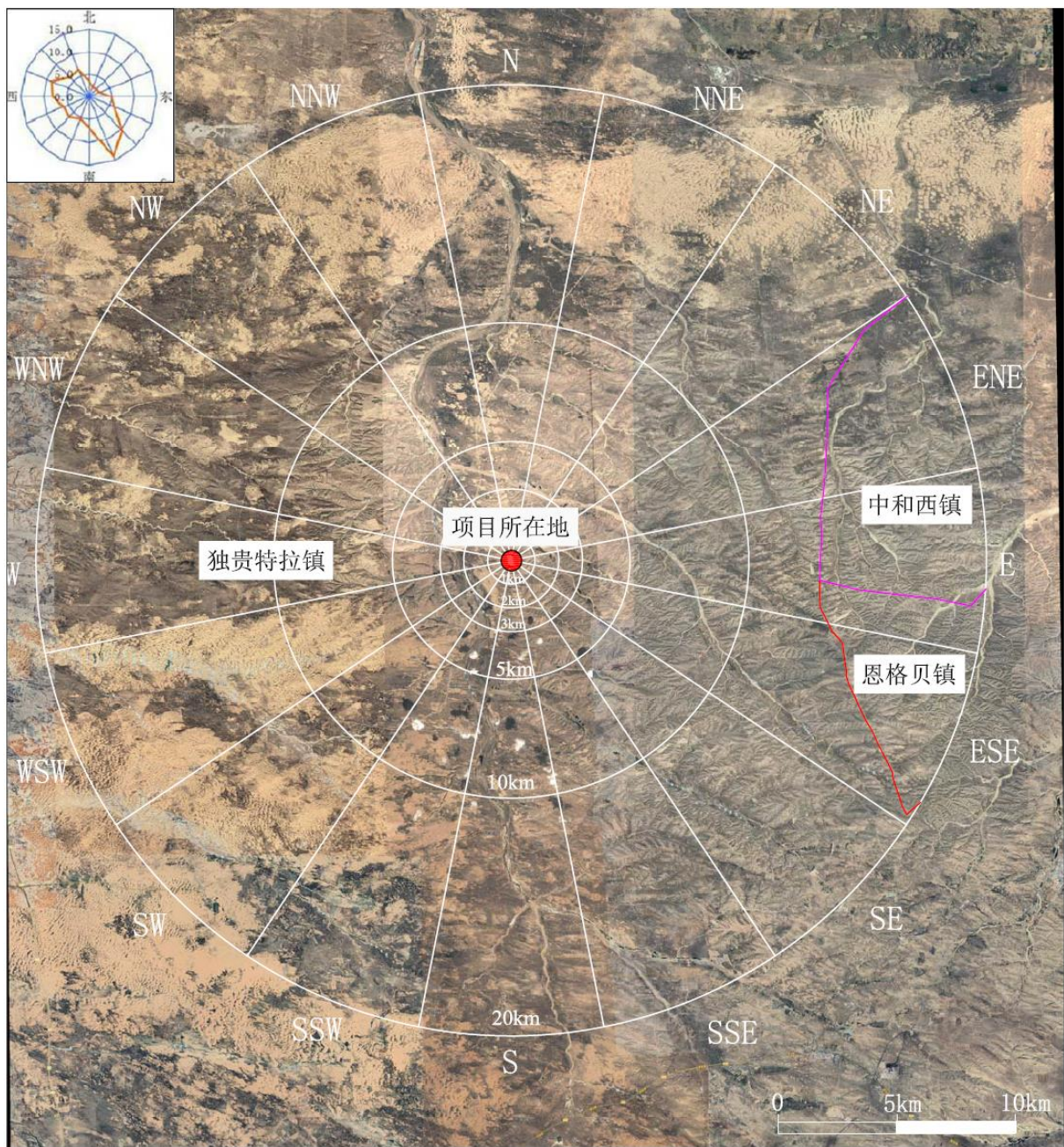


图 3.9-2 评价中心 20km 范围内居民点分布图

表 3.9-3 本项目评价中心 20km 范围内人口分布（2023 年）

距离 (km)	年龄组	方位															
		N	NNE	NE	ENE	E	ESE	SE	SSE	S	SSW	SW	WSW	W	WNW	NW	NNW
0~1	婴儿	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
	幼儿	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
	少年	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	0	0	0
	成人	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	5	0	0	0
1~2	婴儿	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
	幼儿	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
	少年	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
	成人	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
2~3	婴儿	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
	幼儿	0	0	2	0	0	0	0	0	1	0	0	0	0	1	0	0
	少年	0	0	8	1	0	0	0	0	1	0	1	0	0	1	0	0
	成人	0	0	70	8	0	0	0	0	7	0	8	0	0	7	0	0
3~5	婴儿	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
	幼儿	0	0	6	0	0	0	0	0	1	0	1	0	0	0	0	0
	少年	0	0	8	0	0	0	0	0	1	0	1	0	0	0	0	0
	成人	0	0	65	0	0	0	0	0	10	0	11	0	0	0	0	0
5~10	婴儿	0	0	0	0	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	0
	幼儿	2	2	3	4	9	10	9	6	6	8	12	9	12	6	6	4
	少年	3	3	3	5	10	12	11	8	8	10	14	10	14	7	7	5
	成人	23	19	26	36	85	97	89	65	65	81	117	85	117	57	57	39
10~20	婴儿	1	1	1	2	1	1	2	2	2	3	2	1	1	1	2	1
	幼儿	11	7	8	15	5	7	20	21	16	24	18	13	11	12	14	7
	少年	13	9	10	18	6	9	24	26	20	29	22	16	14	14	17	9
	成人	108	73	81	146	49	73	194	210	162	235	178	129	113	118	138	73

表 3.9-4 本项目评价中心 20km 范围内人口分布（2025 年）

距离 (km)	年龄组	方位															
		N	NNE	NE	ENE	E	ESE	SE	SSE	S	SSW	SW	WSW	W	WNW	NW	NNW
0~1	婴儿	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
	幼儿	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
	少年	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	0	0	0
	成人	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	5	0	0	0
1~2	婴儿	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
	幼儿	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
	少年	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
	成人	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
2~3	婴儿	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
	幼儿	0	0	2	0	0	0	0	0	1	0	0	0	0	1	0	0
	少年	0	0	8	1	0	0	0	0	1	0	1	0	0	1	0	0
	成人	0	0	70	8	0	0	0	0	7	0	8	0	0	7	0	0
3~5	婴儿	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
	幼儿	0	0	6	0	0	0	0	0	1	0	1	0	0	0	0	0
	少年	0	0	8	0	0	0	0	0	1	0	1	0	0	0	0	0
	成人	0	0	66	0	0	0	0	0	10	0	11	0	0	0	0	0
5~10	婴儿	0	0	0	0	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	0
	幼儿	2	2	3	4	9	10	9	6	6	8	12	9	12	6	6	4
	少年	3	3	3	5	10	12	11	8	8	10	14	10	14	7	7	5
	成人	23	19	26	37	86	98	90	66	66	82	118	86	118	58	58	40
10~20	婴儿	1	1	1	2	1	1	2	2	2	3	2	1	1	1	2	1
	幼儿	11	7	8	15	5	7	20	21	16	24	18	13	11	12	14	7
	少年	13	9	10	18	6	9	24	26	20	29	22	16	14	14	17	9
	成人	109	74	82	147	50	74	196	212	165	237	180	130	114	119	139	74

4 评价适用标准

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

表 4-2 本项目执行污染物排放标准信息表

类别	标准名称	执行标准	项目名称及标准值		
废气	《大气污染物综合排放标准》	(GB 16297-1996) 新污染源二级	SO ₂	最高排放浓度	550mg/m ³
				周界外浓度最高点	0.4mg/m ³
			NO _x	最高排放浓度	240mg/m ³
				周界外浓度最高点	0.12mg/m ³
			颗粒物	最高排放浓度	120mg/m ³
				周界外浓度最高点	1.0mg/m ³
HCl	周界外浓度最高点	0.2 mg/m ³			
噪声	《建筑施工场界环境噪声排放标准》	(GB 12523-2011)	Leq(A)	昼	70dB(A)
				夜	55dB(A)
	《工业企业厂界环境噪声排放标准》	(GB 12348-2008) 2 类标准	Leq(A)	昼	60dB(A)
				夜	50dB(A)
辐射控制指标	<p>根据《铀矿冶辐射防护和辐射环境保护规定》(GB 23727-2020), 铀矿冶企业实践所致的公众关键居民组成员所受的年平均剂量约束值不应超过 0.5mSv/a。本项目处于试验阶段, 规模较小, 确定本项目的公众剂量约束值为 0.01mSv/a。</p>				

5 环境质量状况

5.1 监测目的

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

5.2 监测方案

5.2.1 监测内容

本项目监测由核工业东北分析测试中心开展，共开展两次，监测时间分别为 2023 年 8 月和 2023 年 12 月。核工业东北分析测试中心是具有计量认证合格证的环境监测机构，CMA 证书编号为[180021121425]，有效期至 2024 年 5 月 18 日。因此，所出具的监测报告是有效的。本项目监测布点图见图 5.2-1，监测方案见表 5.2-1。

表 5.2-1 监测方案

环境介质	监测项目	监测位置	点位数量(个)	监测频次及要求
空气	氡及其子体	①拟建场址布置 1 个监测点位； ②牧民张家、毛布拉格孔兑牧民、白音补拉格嘎查各布置 1 个监测点； ③对照点：昌汗沟牧民。	5	连续监测 3 天，牧民张家和毛布拉格孔兑牧民每日 24h，其余点位每日 1 次。
	HCl、TSP、SO ₂ 、NO _x	①牧民张家、毛布拉格孔兑牧民、白音补拉格嘎查各布置 1 个监测点。	3	连续监测 3 天，每天 1 次。记录监测时气象状况。
	氡析出率	①拟建场址布置 1 个监测点位。	1	连续监测 3 天，每日 1 次。
	γ 辐射空气吸收剂量率	①拟建场址布置 1 个监测点位； ②牧民张家、毛布拉格孔兑牧民、白音补拉格嘎查各布置 1 个监测点； ④对照点：昌汗沟牧民。	5	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：牧民张家、毛布拉格孔兑牧民、白音补拉格嘎查、毛登青格利沟牧民。各布设 1 个监测点； ②潜水含水层对照点：昌汗沟牧民； ③含矿含水层：水文孔 WB1 和 WB6。	潜水层：5 含矿层：2	监测 1 次

环境介质	监测项目	监测位置	点位数量 (个)	监测频次及要求
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 个监测点位； ②牧民张家布置 1 个监测点； ③对照点：昌汗沟牧民。	3	每个监测点位取 1 个混合样。
生物	U _{天然} 、 ²²⁶ Ra、 ²¹⁰ Pb、 ²¹⁰ Po	①拟建场址周边布置 1 个监测点位； ②牧民张家布置 1 个监测点； ③对照点：昌汗沟牧民。	3	粮食（玉米）
噪声	等效声级 L _{Aeq}	①拟建场址布置 1 个监测点位； ②牧民张家布置 1 个监测点位。	2	连续监测 2 天，每日昼夜各 1 次。

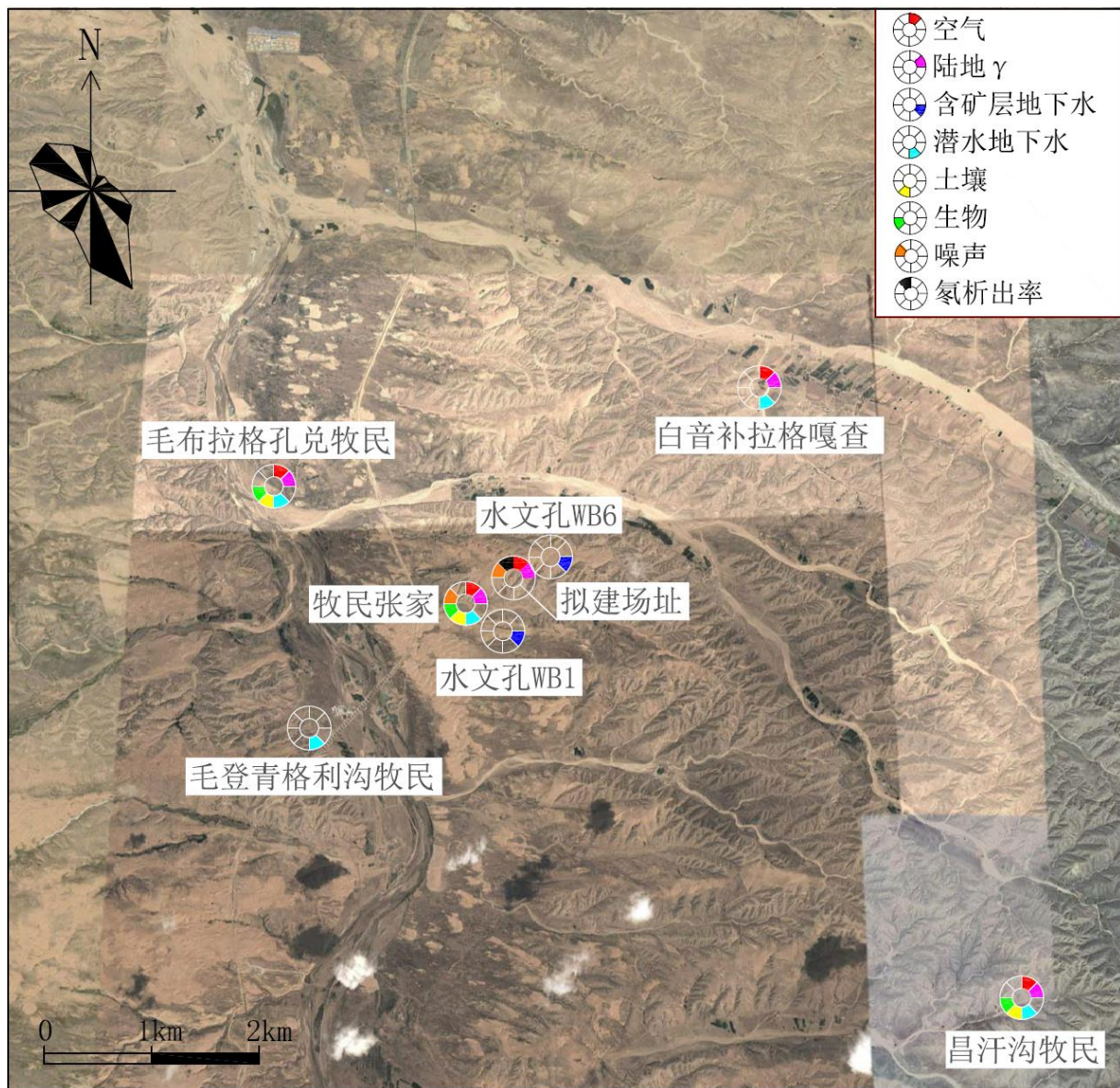


图 5.3-1 监测布点图

5.3.2 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	电子氦气检测仪	RAD7	3.7Bq/m^3
	^{222}Rn 子体	EJ 378-1989	α 测量仪	PC-1	10.2nJ/m^3
	TSP	HJ1263-2022	电子天平	BS124S	$7\mu\text{g/m}^3$
	HCl	HJ 549-2016	离子色谱仪	CIC-D160	0.02mg/m^3
	SO ₂	HJ 482-2009	分光光度计	722N	0.004mg/m^3
	NO _x	HJ 479-2009			0.003mg/m^3
氦析出率	EJ/T 979-1995	氦析出率仪	REM-III	$0.001\text{Bq}/(\text{m}^2\cdot\text{S})$	
γ 辐射剂量率	HJ 1157-2021	x- γ 剂量率仪	6150AD	10nGy/h	
地下水	U _{天然}	HJ 700-2014	电感耦合等离子体质谱仪	NexION 350D	$0.04\mu\text{g/L}$
	^{226}Ra	GB/T 11214-1989	镭氡分析仪	PC2100	2mBq/L
	^{210}Po	HJ 813-2016	α 能谱仪	BH1324D	1mBq/L
	^{210}Pb	EJ/T 859-1994	二路低本底 α 、 β 测量仪	BH1216III	1mBq/L
	总 α	EJ/T1075-1998			0.005Bq/L
	总 β	EJ/T900-1994			0.01Bq/L
	K ⁺	HJ 776-2015	电感耦合等离子发射光谱仪	7300DV	0.07mg/L
	Na ⁺				0.03mg/L
	Ca ²⁺				0.02mg/L
	Mg ²⁺				0.02mg/L
	Fe				0.01mg/L
	CO ₃ ²⁻	DZ/T 0064.49-2021	滴定管	25ml	5mg/L
	HCO ₃ ⁻				5mg/L
	F ⁻	HJ 84-2016	离子色谱仪	CIC-D160	0.006mg/L
	Cl ⁻				0.007mg/L
	SO ₄ ²⁻				0.018mg/L
	Hg	HJ 694-2014	原子荧光光度计	AFS230E	$0.04\mu\text{g/L}$
	Cr ⁶⁺	GB/T 7467-1987	可见分光光度计	722N	$4\mu\text{g/L}$
	As	HJ 700-2014	电感耦合等离子体质谱仪	NexION 350D	$0.12\mu\text{g/L}$
Zn	$0.67\mu\text{g/L}$				

监测项目		监测方法依据	监测仪器	仪器型号	检出限
地下水	Cu	HJ 700-2014	电感耦合等离子体质谱仪	NexION 350D	0.08ug/L
	Pb				0.09ug/L
	Cd				0.05ug/L
	Mn				0.12μg/L
	Mo				0.06ug/L
	氨氮	HJ 536-2009	可见分光光度计	722N	0.025mg/L
	硝酸盐	HJ 84-2016	离子色谱仪	CIC-D160	0.016mg/L
	亚硝酸盐				0.016mg/L
	溶解性总固体	HJ/T51-1999	电子天平	BS124S	10mg/L
	总硬度	GB 7477-1987	滴定管	25ml	5mg/L
	COD _{Mn}	GB/T 11892-1989			0.5mg/L
	pH	GB/T 6920-1986	酸度计	PHS-25	/
土壤	U _{天然}	GB/T 14506.30-2010	电感耦合等离子体质谱仪	NexION 350D	0.003μg/g
	²²⁶ Ra	GB/T 13073-2010	镭氡分析仪	PC2100	5Bq/kg
	As	GB/T 22105-2008	原子荧光光度计	AFS230E	0.01μg/g
	Hg				2ng/g
	Cd	GB/T 14506.30-2010	电感耦合等离子体质谱仪	NexION 350D	0.02μg/g
	Pb				0.1μg/g
	Zn				2μg/g
	Ni				1μg/g
	Cu				0.2μg/g
	Cr	HJ 491-2009	原子吸收分光光度计	TAS-986 (F)	5μg/g
	Cr ⁶⁺	HJ 1082-2019			0.5μg/g
pH	HJ 962-2018	酸度计	PHS-25	/	
生物	U _{天然}	HJ 840-2017	微量铀分析仪	MUA	0.1μg/kg
	²²⁶ Ra	GB 14883.6-2016	镭氡分析仪	PC2100	10mBq/kg
	²¹⁰ Pb	GB/T 16145-2022	高纯锗 γ 能谱仪	GEM-C7080-LB-C	10mBq/kg
	²¹⁰ Po	GB 14883.5-2016	α 能谱仪	BH1324D	5mBq/kg
噪声	GB 3096-2008	多功能声级计	AWA6228+	23dB	

5.4 调查结果与分析

5.4.1 陆地 γ 辐射监测结果

本项目拟建场址及周边居民点 γ 辐射空气吸收剂量率监测结果如表 5.4-1 所示。由该表可知，拟建场址及周边居民点 γ 辐射空气吸收剂量率为（88~103）nGy/h，与鄂尔多斯市地区本底处于同一水平。

表 5.4-1 γ 辐射空气吸收剂量率监测结果

监测点位	监测结果（nGy/h）	
	第一次	第二次
拟建场址	96	95
牧民张家	88	89
毛布拉格孔兑	92	93
白音补拉格嘎查	95	95
昌汗沟（对照点）	103	102
《中国环境天然放射性水平》（2015 年）伊盟	72.0~102.3	

注：监测数据未扣除宇宙射线。

5.4.2 环境空气监测结果

1) 氡及氡子体浓度监测结果

本项目拟建场址及周边居民点的空气中氡及氡子体浓度监测结果见表 5.4-2。由表可知，氡浓度范围值为（8.10~9.95）Bq/m³，氡子体浓度范围值为（19.0~31.2）nJ/m³，与对照点水平相当，且处于全国本底范围内。监测点张家和毛布拉格孔兑牧民两次监测氡浓度变化规律情况见图 5.4-1 和图 5.4-2，由图可知，张家和毛布拉格孔兑牧民氡浓度在 24h 内大致呈现两次先升高后降低的趋势。具体为凌晨至上午 6 点左右氡浓度呈现升高趋势，从 6 点至中午 12 点左右呈现降低趋势；12 点至下午 18 点基本平稳，从下午 18 点左右至夜间 24 点呈现升高趋势。

表 5.4-2 空气中氡及氡子体浓度监测结果

监测点位	氡浓度均值（Bq/m ³ ）		氡子体浓度均值（nJ/m ³ ）	
	第一次	第二次	第一次	第二次
拟建场址	8.10~9.46	8.20~9.15	22.4~31.2	19.0~25.7
牧民张家	8.55~9.71	9.08~9.39	27.6~30.3	24.4~28.3
毛布拉格孔兑	8.40~9.95	8.29~9.95	19.5~27.9	23.2~31.0
白音补拉格嘎查	8.87~9.82	9.20~9.54	21.7~25.4	28.4~29.9
昌汗沟（对照点）	8.00~8.78	8.67~9.40	19.7~27.7	23.5~26.6
《中国环境天然放射性水平》 （2015）全国	3.3~40.8		15.4~114.0	

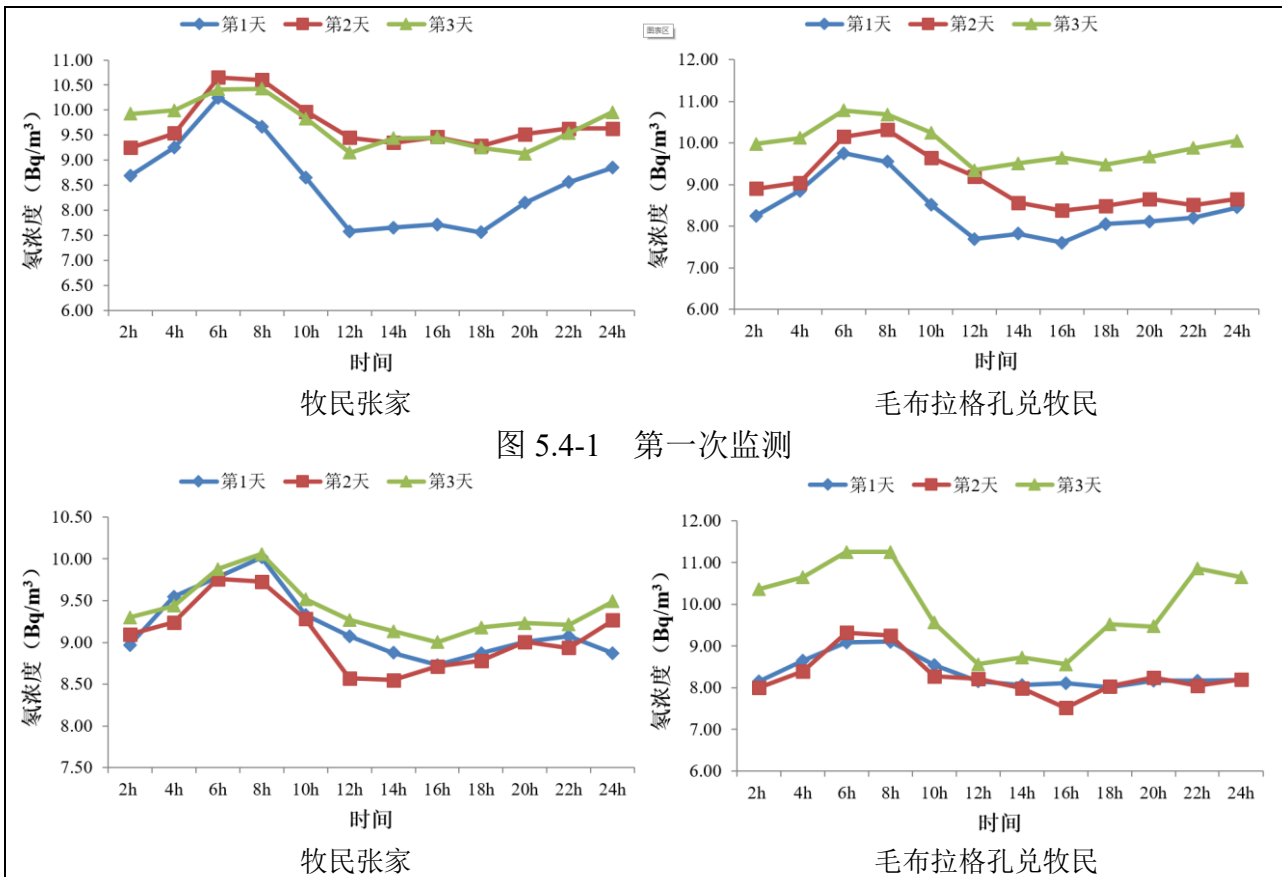


图 5.4-1 第一次监测

图 5.4-2 第二次监测

2) 非放射性监测结果

本项目拟建场址周边居民点空气中 TSP、SO₂、NO_x 和 HCl 浓度监测结果见表 5.4-3。由表可知，TSP 浓度监测范围值为 (92~105) μg/m³，SO₂ 浓度监测范围值为 (6~8) μg/m³，NO_x 浓度监测范围值为 (6~10) μg/m³，均满足《环境空气质量标准》(GB 3095-2012) 中二级标准限值要求；HCl 监测浓度未检出，满足《环境影响评价技术导则 大气环境》(HJ 2.2-2018) 中附录 D 中标准限值要求。

表 5.4-3 非放射性环境空气监测结果

监测地点		牧民张家	毛布拉格孔兑	白音补拉格嘎查	GB3095-2012 标准限值	HJ 2.2-2018 附录 D
TSP (μg/m ³)	第一次	98~103	92~100	95~99	300	/
	第二次	92~105	96~103	94~102		
SO ₂ (μg/m ³)	第一次	7~8	7~8	7~8	500	/
	第二次	7	7	6~7		
NO _x (μg/m ³)	第一次	6~9	7~8	7~10	250	/
	第二次	8~10	7~9	7~9		
HCl (μg/m ³)	第一次	ND	ND	ND	/	50
	第二次	ND	ND	ND		

5.4.3 氡析出率监测结果

本项目拟建场址地表氡析出率监测结果见表 5.4-4。由表可知，地表氡析出率范围值为（0.00916~0.0131）Bq/（m²·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）	
	第一次	第二次
拟建场址	0.00916~0.0119	0.00931~0.0131

5.4.4 地下水环境监测结果

1) 放射性指标监测结果

(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 5.3-5。由表可知，潜水含水层地下水中 U_{天然}浓度为（5.15~10.50）μg/L，²²⁶Ra 浓度为（12.38~19.99）mBq/L，均处于内蒙古自治区地下水本底范围内。²¹⁰Po 浓度为（3.88~7.07）mBq/L，²¹⁰Pb 浓度为（2.71~5.20）mBq/L。总 α 浓度范围为（0.15~0.32）Bq/L，总 β 浓度范围为（0.18~0.38）Bq/L。

表 5.3-5 潜水含水层地下水放射性核素含量监测结果

监测项目	监测次数	牧民张家	毛布拉格孔兑	白音补拉格嘎查	毛登青格利沟	昌汗沟（对照点）	本底/III 类标准值
U _{天然} （μg/L）	第一次	8.07	5.15	9.38	10.35	6.49	0.38~9.99
	第二次	8.02	6.12	7.59	10.5	5.77	
²²⁶ Ra（mBq/L）	第一次	14.98	15.58	14.29	13.37	19.72	1.55~203.9
	第二次	15.59	17	16.68	12.38	19.99	
²¹⁰ Po（mBq/L）	第一次	5.12	4.59	3.88	4.03	6.03	/
	第二次	6.01	3.7	4.65	4.77	7.07	
²¹⁰ Pb（mBq/L）	第一次	4.43	4.35	5.2	2.73	4.24	/
	第二次	4.48	4.81	4.18	2.71	4.62	
总 α（Bq/L）	第一次	0.25	0.16	0.31	0.32	0.21	≤0.5
	第二次	0.27	0.15	0.29	0.29	0.18	
总 β（Bq/L）	第一次	0.27	0.18	0.38	0.38	0.24	≤1.0
	第二次	0.29	0.21	0.38	0.33	0.24	

注：本底来自《中国环境天然放射性水平》（2015）中内蒙古自治区本底。

(2) 含矿含水层

本项目含矿含水层地下水监测结果见表 5.3-6。由表可知，含矿含水层地下水中 $U_{\text{天然}}$ 浓度范围为 (0.52~9.18) $\mu\text{g/L}$ ，与勘察阶段本底值处于同一水平。 ^{226}Ra 浓度范围为 (12.28~17.20) mBq/L ， ^{210}Po 浓度范围为 (4.01~6.79) mBq/L ， ^{210}Pb 浓度范围为 (4.00~5.70) mBq/L ；总 α 浓度范围为 (0.14~0.28) Bq/L ，总 β 浓度范围为 (0.57~1.73) Bq/L 。

表 5.3-6 含矿含水层地下水放射性核素含量监测结果

监测项目	监测次数	WB1	WB6	勘探阶段本底	标准值 (III类)
$U_{\text{天然}}$ ($\mu\text{g/L}$)	第一次	0.52	8.89	0.15~27.4	/
	第二次	0.64	9.18		
^{226}Ra (mBq/L)	第一次	12.28	16.58	/	/
	第二次	12.32	17.20		
^{210}Po (mBq/L)	第一次	4.01	6.76	/	/
	第二次	4.24	6.79		
^{210}Pb (mBq/L)	第一次	4.00	5.48	/	/
	第二次	4.23	5.70		
总 α (Bq/L)	第一次	0.14	0.27	/	≤ 0.5
	第二次	0.14	0.28		
总 β (Bq/L)	第一次	0.57	1.68	/	≤ 1.0
	第二次	0.59	1.73		

2) 非放射性指标监测结果

(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 5.3-7。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/T 14848-2017) 中 III 类标准，个别因子背景值较高，包括 SO_4^{2-} 、 Na^+ 、 NO_3^- 、 F^- 、总硬度和总溶解性固体。

根据巴音青格利地勘资料，项目所在区域的潜水含水层易受蒸发浓缩作用影响，潜水水化学类型多为 $\text{HCO}_3\cdot\text{Cl}\cdot\text{Ca}\cdot\text{Mg}$ 及 $\text{HCO}_3\cdot\text{Ca}\cdot\text{Na}$ 型水，水中矿化度、Na、Ca、F 等含量较高。此外，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》，巴音青格利铀矿床区域潜水含水层中 NO_3^- 、总硬度、总溶解性固体等背景值较高，与本次潜水含水层地下水监测结果一致。

表 5.3-7 潜水含水层地下水非放射性指标分析结果

监测项目	监测次数	牧民张家	毛布拉格孔兑	白音补拉格嘎查	毛登青格利沟	昌汗沟(对照点)	标准值 III 类
pH	第一次	8.08	8.30	8.27	8.31	8.03	6.5~8.5
	第二次	8.06	8.28	8.25	8.27	8.05	
Cl ⁻ (mg/L)	第一次	135	73	202	191	153	250
	第二次	140	75	188	197	149	
SO ₄ ²⁻ (mg/L)	第一次	182	142	215	300	211	250
	第二次	177	144	224	302	198	
CO ₃ ²⁻ (mg/L)	第一次	ND	ND	ND	ND	ND	/
	第二次	ND	ND	ND	ND	ND	
HCO ₃ ⁻ (mg/L)	第一次	290	290	506	273	398	/
	第二次	293	270	517	290	385	
K ⁺ (mg/L)	第一次	3.51	2.53	4.74	2.64	6.82	/
	第二次	3.39	2.06	4.63	2.49	5.53	
Na ⁺ (mg/L)	第一次	172	88	210	245	200	200
	第二次	173	82	207	252	198	
Ca ²⁺ (mg/L)	第一次	63	78	123	65	105	/
	第二次	62	75	123	66	105	
Mg ²⁺ (mg/L)	第一次	46.55	30.98	58.88	37.79	57.84	/
	第二次	46.18	31.57	60.03	37.10	58.14	
Cr ⁶⁺ (mg/L)	第一次	ND	ND	ND	ND	ND	0.05
	第二次	ND	ND	ND	ND	ND	
氨氮 (mg/L)	第一次	0.20	ND	0.15	0.067	0.043	0.50
	第二次	0.20	ND	0.16	0.08	0.04	
NO ₃ ⁻ (mg/L)	第一次	124	34	94	52	237	20.0
	第二次	132	35	93	50	248	
NO ₂ ⁻ (mg/L)	第一次	ND	ND	ND	ND	ND	1.00
	第二次	ND	ND	ND	ND	ND	
Cu (μg/L)	第一次	0.87	0.21	1.32	3.06	1.14	1000
	第二次	0.94	0.19	1.12	3.55	0.97	
Pb (μg/L)	第一次	3.60	5.23	3.74	4.07	4.48	10
	第二次	3.92	4.88	3.99	4.62	3.95	
Zn (μg/L)	第一次	2.07	1.65	7.13	5.30	2.77	1000
	第二次	2.05	1.48	6.43	5.32	3.27	
Fe (mg/L)	第一次	ND	0.03	0.06	0.02	ND	0.3
	第二次	ND	0.03	0.05	0.02	ND	
Mn (μg/L)	第一次	0.81	2.56	11.26	1.01	0.45	100
	第二次	0.77	3.00	11.16	0.90	0.37	

监测项目	监测次数	牧民张家	毛布拉格孔兑	白音补拉格嘎查	毛登青格利沟	昌汗沟(对照点)	标准值 III 类
Mo ($\mu\text{g/L}$)	第一次	5.00	2.46	1.05	7.39	2.22	70
	第二次	5.91	2.60	1.24	7.89	2.53	
Cd ($\mu\text{g/L}$)	第一次	ND	ND	ND	ND	ND	5
	第二次	ND	ND	ND	ND	ND	
As ($\mu\text{g/L}$)	第一次	3.06	1.59	2.99	2.98	2.78	10
	第二次	3.12	1.48	3.58	2.78	2.50	
Hg ($\mu\text{g/L}$)	第一次	0.11	0.13	0.16	0.04	0.16	1
	第二次	0.12	0.12	0.14	0.05	0.13	
F ⁻ (mg/L)	第一次	1.85	0.64	0.55	2.23	1.85	1.0
	第二次	2.16	0.52	0.64	2.61	0.97	
总硬度 (mg/L)	第一次	349	322	553	321	501	450
	第二次	343	316	558	316	499	
总溶解性固体 (mg/L)	第一次	875	594	1161	1026	1166	1000
	第二次	881	581	1164	1048	1156	
COD _{Mn} (mg/L)	第一次	ND	ND	ND	ND	ND	3.0
	第二次	ND	ND	ND	ND	ND	

(2) 含矿含水层

本项目含矿含水层地下水非放射性核素监测结果见表 5.3-8。由表可知，含矿含水层地下水中非放射性指标总体满足《地下水质量标准》(GB/T 14848-2017) 中 III 类标准，个别因子背景值较高，包括 pH、Na⁺、Pb、Fe、Mo、F⁻、氨氮和总溶解性固体。

根据地勘报告，项目所在区域的含矿含水层地下水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⁻，其次为 CO₃²⁻和 SO₄²⁻，地下水化学类型为 Cl-Na 型水或 Cl·HCO₃-Na，为弱碱水，矿化度范围为 0.94~1.49 g/L，Na⁺范围为 336.2~797.6mg/L。此外，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》，巴音青格利铀矿床含矿含水层中 pH、Na⁺、NH₄-N、F⁻、总溶解性固体等背景值较高，与本次含矿含水层地下水监测结果一致。

表 5.3-8 含矿含水层地下水非放射性核素含量监测结果

监测项目	WB1		WB6		勘探阶段本底	标准值 III 类
	第一次	第二次	第一次	第二次		
pH	11.36	11.29	11.95	11.86	/	6.5~8.5
Cl ⁻ (mg/L)	120	125	210	208	381.4~532.8	250
SO ₄ ²⁻ (mg/L)	150	152	132	138	2.16~97.6	250

监测项目	WB1		WB6		勘探阶段本底	标准值 III类
	第一次	第二次	第一次	第二次		
CO ₃ ²⁻ (mg/L)	250	245	360	362	/	/
HCO ₃ ⁻ (mg/L)	ND	ND	ND	ND	/	/
K ⁺ (mg/L)	16.42	19.12	55.73	56.19	/	/
Na ⁺ (mg/L)	330	326	430	437	336.2~797.6	200
Ca ²⁺ (mg/L)	2.42	2.38	13.89	14.15	1.60~8.38	/
Mg ²⁺ (mg/L)	0.044	0.040	0.042	0.040	/	/
Cr ⁶⁺ (mg/L)	ND	ND	ND	ND	/	0.05
氨氮 (mg/L)	2.93	3.31	4.32	4.88	/	0.50
NO ₃ ⁻ (mg/L)	0.73	0.87	0.62	0.56	/	20.0
NO ₂ ⁻ (mg/L)	ND	ND	ND	ND	/	1.00
Cu (μg/L)	2.48	2.24	1.18	1.14	/	1000
Pb (μg/L)	3.91	3.91	38.73	37.70	/	10
Zn (μg/L)	15.39	16.29	29.35	29.54	/	1000
Fe (mg/L)	1.03	1.00	0.57	0.49	/	0.3
Mn (μg/L)	8.16	8.83	1.95	2.16	/	100
Mo (μg/L)	251	218	44.06	49.79	/	70
Cd (μg/L)	0.17	0.17	<0.05	<0.05	/	5
As (μg/L)	3.43	3.20	4.42	5.24	/	10
Hg (μg/L)	0.14	0.16	0.079	0.09	/	1
F ⁻ (mg/L)	1.53	1.83	1.50	1.31	/	1.0
总硬度 (mg/L)	9.01	8.86	36.28	36.98	/	450
总溶解性固体 (mg/L)	865	871	1202	1215	940~1490	1000
COD _{Mn} (mg/L)	2.50	2.88	1.96	1.64	/	3.0

5.4.5 土壤环境质量

本项目拟建场址及其周边居民点土壤中 U_{天然}和 ²²⁶Ra 监测结果见表 5.4-7, 非放射性因子监测结果见表 5.4-8。由表可知, 土壤中 U_{天然}范围值为 (1.34~1.60) mg/kg, ²²⁶Ra 范围值为 (21.04~21.77) Bq/kg, 与对照点水平相当, 且处于鄂尔多斯地区土壤本底范围内; 拟建场址及其周边土壤中非放监测指标监测结果均满足《土壤环境质量 农用地土壤污染风险管控标准(试行)》(GB 15618-2018)中的污染风险筛选值标准。

表 5.4-7 土壤放射性核素含量分析结果

序号	监测点位	U _{天然} (mg/kg)		²²⁶ Ra (Bq/kg)	
		第一次	第二次	第一次	第二次
1	拟建场址	1.41	1.35	21.77	21.50
2	牧民张家	1.34	1.31	21.06	21.04
3	昌汗沟 (对照点)	1.55	1.60	21.36	21.48
《中国环境天然放射性水平》(2015年)伊盟		0.82~4.16		10.31~35.31	

表 5.4-8 土壤非放射性监测结果

监测项目	监测次数	拟建场址	牧民张家	昌汗沟	GB15618-2018 污染风险筛选值
pH	第一次	8.75	8.78	8.29	>7.5
	第二次	8.74	8.79	8.28	
As (mg/kg)	第一次	10.17	10.29	7.41	25
	第二次	10.25	9.44	6.74	
Hg (μg/kg)	第一次	0.50	1.09	24.23	3400
	第二次	0.54	1.18	25.90	
Cd (mg/kg)	第一次	0.11	0.14	0.19	0.6
	第二次	0.12	0.14	0.18	
Cu (mg/kg)	第一次	14.86	16.18	23.07	100
	第二次	14.17	15.73	22.34	
Pb (mg/kg)	第一次	11.98	10.13	14.43	170
	第二次	10.97	10.65	13.15	
Cr (mg/kg)	第一次	47.64	49.36	61.17	250
	第二次	49.36	49.54	60.87	
Zn (mg/kg)	第一次	35.58	37.27	63.88	300
	第二次	34.15	37.45	62.08	
Ni (mg/kg)	第一次	19.43	17.11	27.26	190
	第二次	19.03	17.36	27.05	

5.4.6 生物

本次监测植物样品为玉米，监测结果见表 5.4-9。本项目拟建场址周边、牧民张家和对照点昌汗沟处植物样品中 U_{天然} 范围值为 (1.14~1.35) μg/kg，²²⁶Ra 范围值为 (0.054~0.066) Bq/kg，²¹⁰Po 范围值为 (0.045~0.051) Bq/kg，²¹⁰Pb 范围值为 (0.051~0.066) Bq/kg。其中，U_{天然}、²²⁶Ra 和 ²¹⁰Po 均满足《食品中放射性物质限制浓度标准》(GB 14882-94) 中的要求。

表 5.4-9 陆生生物放射性核素含量监测结果

监测点位	U _{天然} (μg/kg)		²²⁶ Ra (Bq/kg)		²¹⁰ Po (Bq/kg)		²¹⁰ Pb (Bq/kg)	
	第一次	第二次	第一次	第二次	第一次	第二次	第一次	第二次
拟建场址周边	1.32	1.35	0.059	0.062	0.046	0.045	0.054	0.063
牧民张家	1.18	1.14	0.065	0.058	0.047	0.046	0.051	0.057
昌汗沟 (对照点)	1.25	1.26	0.066	0.054	0.045	0.051	0.066	0.061
GB 14882-94 标准限值	1900		14		6.4		—	

5.4.7 声环境质量

本项目拟建场址边界声环境监测结果见表 5.4-10。由表可知，昼间声级范围值为 (37~39) dB (A)，夜间声级范围值为 (33~35) dB (A)，均满足《声环境质量标准》(GB 3096-2008) 中 2 类标准要求。

表 5.4-10 声环境监测结果

监测点位	噪声范围值 dB (A)			
	昼间		夜间	
	第一次	第二次	第一次	第二次
拟建场址	37~38	37	33	34
牧民张家	38~39	38~39	34~35	35
GB 3096-2008 标准限值	60		50	

5.6 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；声环境保护对象为施工场界外 200m 声环境；生态环境保护对象为项目建设占地区域。本项目具体环境保护目标见表 5.6-1。

表 5.6-1 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	白音补拉格嘎查	NE	2.64	居民点	80	《环境空气质量标准》(GB3095-2012) 二级。
	塔拉沟五社	NE	4.51		80	
	无色浪沟牧民	ENE	2.71		9	
	巴音青格利牧民 1	S	2.33		9	
	黄木花沟牧民	S	3.21		8	
	巴音青格利牧民 2	S	4.85		4	
	毛登青格利沟牧民	SW	2.51		9	
	琴克利沟牧民	SW	3.73		13	
	牧民张家	WSW	0.32 ^①		6	
	毛布拉格孔兑牧民	WNW	2.52		9	
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	牧民张家	WSW	0.11 ^②	居民	6	《声环境质量标准》(GB3096-2008) 2 类。
生态环境	本项目占地区域				防止生态环境破坏、水土流失等。	
辐射环境	现场试验 20km 评价范围				本项目确定的公众剂量约束值。	

注：①牧民张家与水冶厂距离为 320m；

②牧民张家与施工钻孔的最近距离为 110m。

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

本项目为巴音青格利铀矿床（北部）地浸试验研究，研究目标为：通过开展鄂尔多斯盆地巴音青格利矿床北部地浸试验，评价巴音青格利铀矿床直罗组下段上亚段（ J_2z^{1-2} ）矿层试验块段地浸开采工艺可行性，获得试验区矿层分布特征，得到现场浸出抽注液量和浸出液铀浓度，初步评价巴音青格利地浸开采的技术经济可行性。

本项目分为条件试验和扩大试验两个阶段，具体研究内容见表 6.1-1。

表 6.1-1 本项目研究内容一览表

阶段	专题	专题名称	研究内容分析
条件试验	一	井网设计及水文试验研究	分析巴音青格利铀矿床北部矿层特征，确定条件试验选点；分析条件试验采区的井型、井距和钻孔工程量；在浸出试验开展前进行含矿含水层水文地质试验，研究试验区矿层渗透性和钻孔连通性。
	二	三维 CT 扫描室内浸出试验研究	开展室内试验研究，包括室内工艺矿物学及岩心样品孔隙结构特征研究、室内搅拌浸出试验和柱浸试验、室内树脂吸附试验、树脂淋洗试验和产品沉淀试验，并进行速敏性试验与评价、碱敏性试验与评价、酸敏性试验与评价和水敏/盐敏性试验与评价。
	三	现场浸出验证试验研究	本项目拟采用 CO_2+O_2 地浸采铀技术，进行 2 个抽注单元的现场浸出条件试验，考察含矿层化学堵塞、浸出机理及钻孔抽注液量变化。条件试验阶段仅进行树脂吸附，后续工艺研究在扩大试验阶段开展。
扩大试验	四	“游隼”型矿体井网布置研究	根据条件试验研究成果，确定扩大试验选点，开展“井网布置方案研究。扩大试验拟在条件试验单元的西北方向布置，形成 16 个抽注单元的扩大试验井场。
	五	浸出液全流程处理工艺技术研究	开展浸出液全流程处理工艺技术研究，拟采用的工艺流程为：地浸浸出液通过澄清→袋式过滤器过滤→离子交换吸附→淋洗→沉淀→压滤等工序得到“111”产品。此外，本项目拟开展 MVR 蒸发技术处理吸附尾液试验研究，包括吸附尾液水质分析、MVR 蒸发处理工艺试验以及技术经济研究。
	六	地浸过程数字化开发与应用研究	针对目前铀矿山企业信息化建设现状，结合中石油、中石化等智能油田实践成果，开发一套集数据管理、应用服务于一体的平台软件系统，实现井场数据自动化管理流程。
	七	矿床开发技术经济评价	根据现场试验井网布置成本、水冶流程成本、数字化成本、工程建设及运行成本，综合评价矿床开发技术经济性，获得评价指标，指导工业项目建设。

专题一为井网设计及水文试验研究，现场建设内容为条件试验钻孔的施工。

专题二为三维 CT 扫描室内浸出试验研究，在核化冶院实验室开展矿石物相特征与室

内浸出试验，不涉及现场内容。核化冶院为专门从事铀矿采冶技术研究的单位，在核化冶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，本报告不再进行评价。

专题三为现场浸出验证试验研究，现场研究内容为在巴音青格利铀矿床（北部）开展现场条件试验。

专题四为“游隼”型矿体井网布置研究，现场建设内容为扩大试验钻孔的施工。

专题五为浸出液全流程处理工艺技术研究，现场研究内容为开展地浸采铀扩大试验。

专题六为地浸过程数字化开发与应用研究，不涉及现场内容。

专题七为矿床开发技术经济评价，不涉及现场内容。

综上所述，专题一、专题三、专题四和专题五中现场建设及研究内容为本次环境影响评价的重点。

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水冶厂，建设内容见表 6.1-2，平面布置概况见图 6.1-1。

表 6.1-2 建设内容一览表

类别	项目	建设内容
试验井场	试验井	条件试验单元为 2 组，包括试验井 8 个，其中抽出井 2 个，注入井 6 个；扩大试验单元为 16 组（包含条件试验），包括试验井 41 个，其中抽出井 16 个，注入井 25 个，抽注井间距为 30m，采用“五点型”井型，单孔井深约 500m，总工程量约 20500m。抽出井的单孔抽液量约 7.0m ³ /h，总抽液量约 112m ³ /h。
	监测井	井场共设置 4 个监测井。其中，新建监测井 3 个，分别为扩大试验井场侧向 75m 和下游 90m 的含矿含水层监测井，以及井场内部的上层含水层监测井，总工程量 1500m；此外，利旧监测井 1 个，为井场上游的 WB6 水文孔。
	集控室	80m ² 移动式集控室 1 个，长度 10m，宽 8m，高 3.6m。
	井场设施	配备不锈钢材质集、配液罐、盐酸储罐各 1 个，另设备用储罐 2 个，容积均为 25m ³ （φ3m、高 3.5m），集配液罐和盐酸储罐外围配备围堰（5m×18m×0.5m），围堰内部做防渗处理；氧气站露天布置，安装不锈钢材质氧气罐 2 个，容积为 15.7m ³ （φ2m、高 5m）。
水冶厂	浸出液处理厂房	浸出液处理厂房为轻钢结构，长 36m，宽 15m，高 12m。厂房内串联布置吸附塔 8 个（DN1600×6000），设置合格液储罐、沉淀储罐、酸化储罐、淋洗储罐，容积均为 25m ³ （φ3m、高 3.5m），设板框机和过滤器等水冶设施，以及 MVR 蒸发装置。厂房内地面做防渗处理，并设置地沟、事故池（12m ³ ）等环保设施。

类别	项目	建设内容
水冶厂	蒸发池	蒸发池 2 个，均为长 20m，宽 15m，深 1.5m。池底及边坡铺设钠基膨润土垫及 HDPE 土工膜进行防渗，土工膜上部铺设 0.5m 厚黏土作为保护层，池壁利用混凝土砖进行护砌，蒸发池设置渗漏检测装置，下游 10m 处布置地下水监测井 1 个。
	辅助设施	设置值班室、分析室、库房、固体废物间等辅助设施，并配备配电箱和化工泵房。

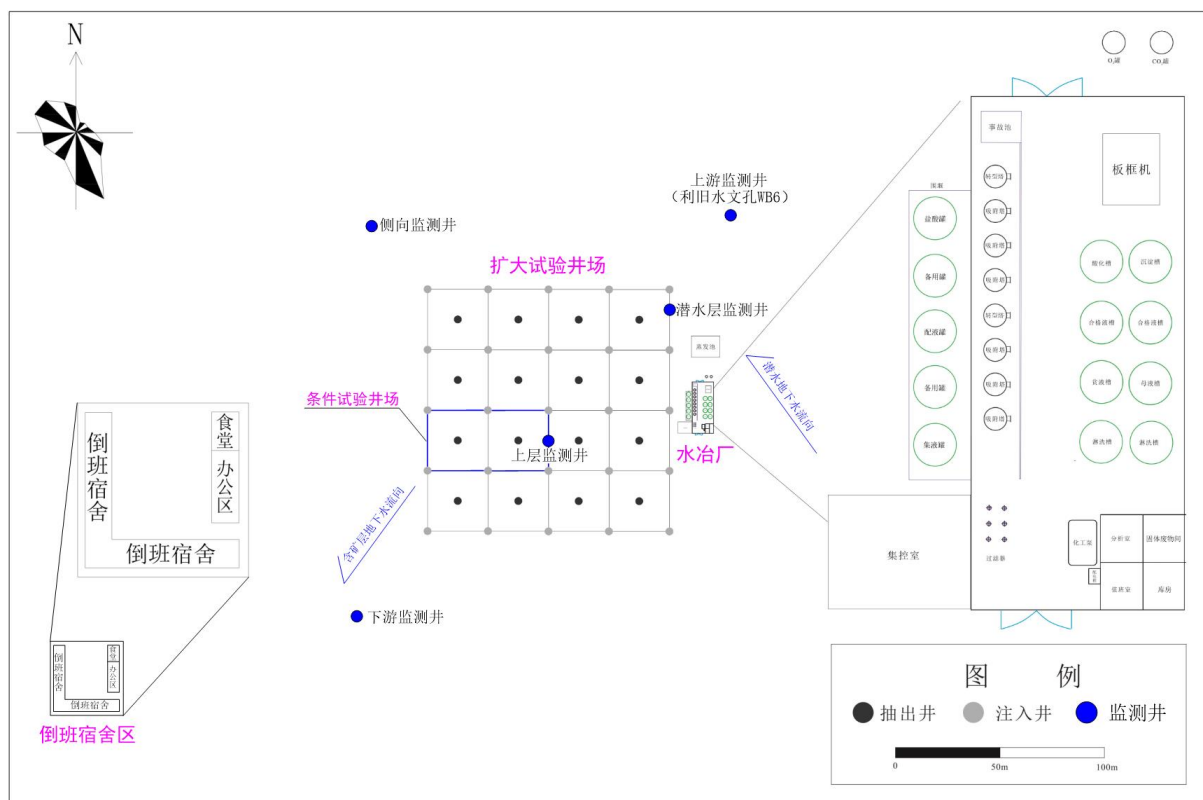


图 6.1-1 项目平面布置示意图

6.2 工艺流程

6.2.1 井场施工工艺

目前地浸采铀领域常见的成井工艺主要有二次成井工艺和填砾式成井工艺，根据矿床勘探报告显示，巴音青格利北部铀矿床的矿层厚度大，横向变化快，相邻钻孔矿层会出现不同程度的深度差异，仅依靠单孔测井资料进行填砾式成井工艺施工，很可能导致相邻钻孔开窗砂体不连通的情况。因此，本项目拟采用二次成井工艺进行钻孔施工。

二次成井工艺是根据试验区地质特征统一设计钻孔深度，钻进至设计深度后进行裸孔测井，之后全孔安装 $\Phi 152\text{mmPVC}$ 套管固井。等钻孔全部成井以后，将所有的测井数据进行汇总后，利用专业的地质软件进行地质建模，判断包括地层岩性、隔水层位置、矿层位置等关键信息，判定各钻孔之间的连通性，并以此为基础对所有钻井的切割位置进行统一

设计，分别确定各钻孔的过滤器长度及安装位置之后，采用孔内切割技术将过滤器安装位置段的井管与水泥环等封孔材料重新打开，下入带封隔器形式的内置过滤器。本项目采用的内置过滤器见图 6.2-1。

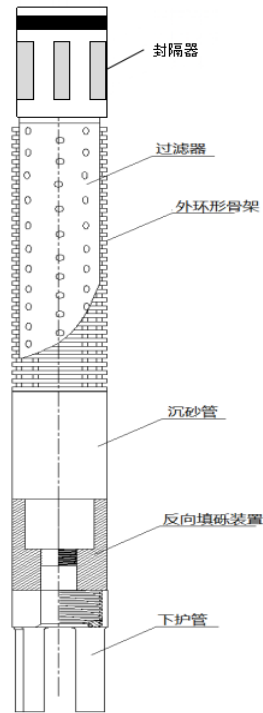


图 6.2-1 内置过滤器设计图

6.2.2 井场浸出工艺

本项目采用原地浸出采铀工艺，井场整体抽大于注的比例为 0.3%，边界单元抽大于注的比例不小于 0.5%。本项目采用中性浸出工艺，浸出剂为 CO_2+O_2 ，浸出液处理工艺流程主要包含浸出液输送、吸附、注液增压、注液分配、浸出剂注入含矿含水层等环节，井场浸出工艺流程见图 6.2-2。

1) 浸出液输送：各抽液钻孔的浸出液经潜水泵提升至地表，通过抽液支管进入采区集控室，经电磁流量计计量后，汇集至集控室集液总管，利用潜水泵余压送集液罐，通过原液泵输送至吸附系统；

2) 吸附：吸附系统采用两组塔并联吸附，浸出液经吸附工序后得到吸附尾液，吸附尾液自流进配液罐；

3) 注液增压：配液罐中吸附尾液经注液泵房的注液泵加压后进入集控室；

4) 注液分配：通过集控室内注液分配器把吸附尾液按抽注平衡的原则分配给采区的每个注液钻孔；

5) 浸出剂注入含矿含水层：从集控室中流出的浸出剂，通过井场地表管线和注液钻孔注入地下含矿含水层。

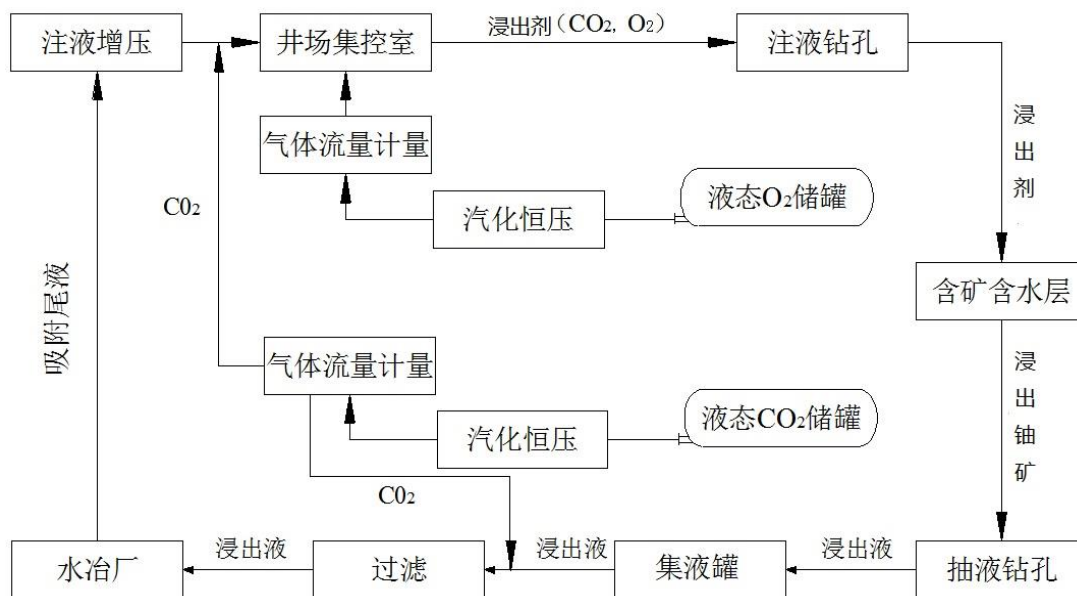


图 6.2-2 井场工艺流程图

6.2.3 浸出液处理工艺

本项目地浸浸出液通过澄清→袋式过滤机过滤→离子交换吸附→淋洗→沉淀→压滤等工序得到“111”产品。水冶工艺流程示意图见图 6.3-3，具体浸出液处理工艺流程简述如下：

1) 浸出液过滤：浸出液过滤采用袋式过滤机，2组并联，交替使用，每组由1台袋式过滤机组成。

2) 吸附：吸附采用密实固定床，2组并联，每组由3台吸附塔组成。吸附时，3塔串联吸附，浸出液由塔顶部进入，底部流出，吸附尾液流至配液槽，吸附过程中定时取吸附尾液和首塔出口溶液分析铀浓度，当首塔出口铀浓度接近于进液铀浓度时，“切断”首塔。加压将塔内树脂排至饱和树脂缓冲槽。经吸附后大部分吸附尾液（约99.7%）直接返回配制浸出剂，小部分吸附尾液（约3.22m³/d）回用于转型与反冲工序，剩余吸附尾液（约4.84m³/d）进入MVR蒸发装置，开展MVR蒸发技术处理吸附尾液试验研究。

本项目拟采用的MVR蒸发装置处理工艺主要包括预处理及进水、预热、强制循环蒸发结晶、蒸汽压缩、离心出盐五个流程，整个处理工艺流程中无气体排出，产生的淡水满足《城市污水再生利用 城市杂用水水质》（GB/T 18920-2020）相关限值要求后用于抑尘、绿化，产生的结晶盐装桶存放至固体废物间。

3) 淋洗：淋洗工序单塔操作，淋洗时，先进贫液，后进新配淋洗剂，淋洗剂由塔顶部进入，底部流出，合格液流入合格液槽，当首塔流出液铀浓度达到要求时，停止淋洗，通入压缩空气，将塔内贫液由底部排液到贫液槽。

4) 反冲及转型：淋洗结束后，吹干贫树脂，采用吸附尾液进行反冲和转型工序，转型完成后的树脂进入下一次吸附工序，产生的转型废水和反冲废水排入蒸发池。

5) 合格液酸化：合格液加盐酸调节 pH 至 2.5~3.0，放置 24h 后，用泵排至沉淀槽。

6) 产品沉淀：酸化后的合格液加片碱沉淀，搅拌 1h，尘化 20h 以上，将上清液排至淋洗剂配制槽，重新加入酸化后的合格液，沉淀，如此循环 30 次以上，过滤得到“111”产品，滤液用于配制淋洗剂。

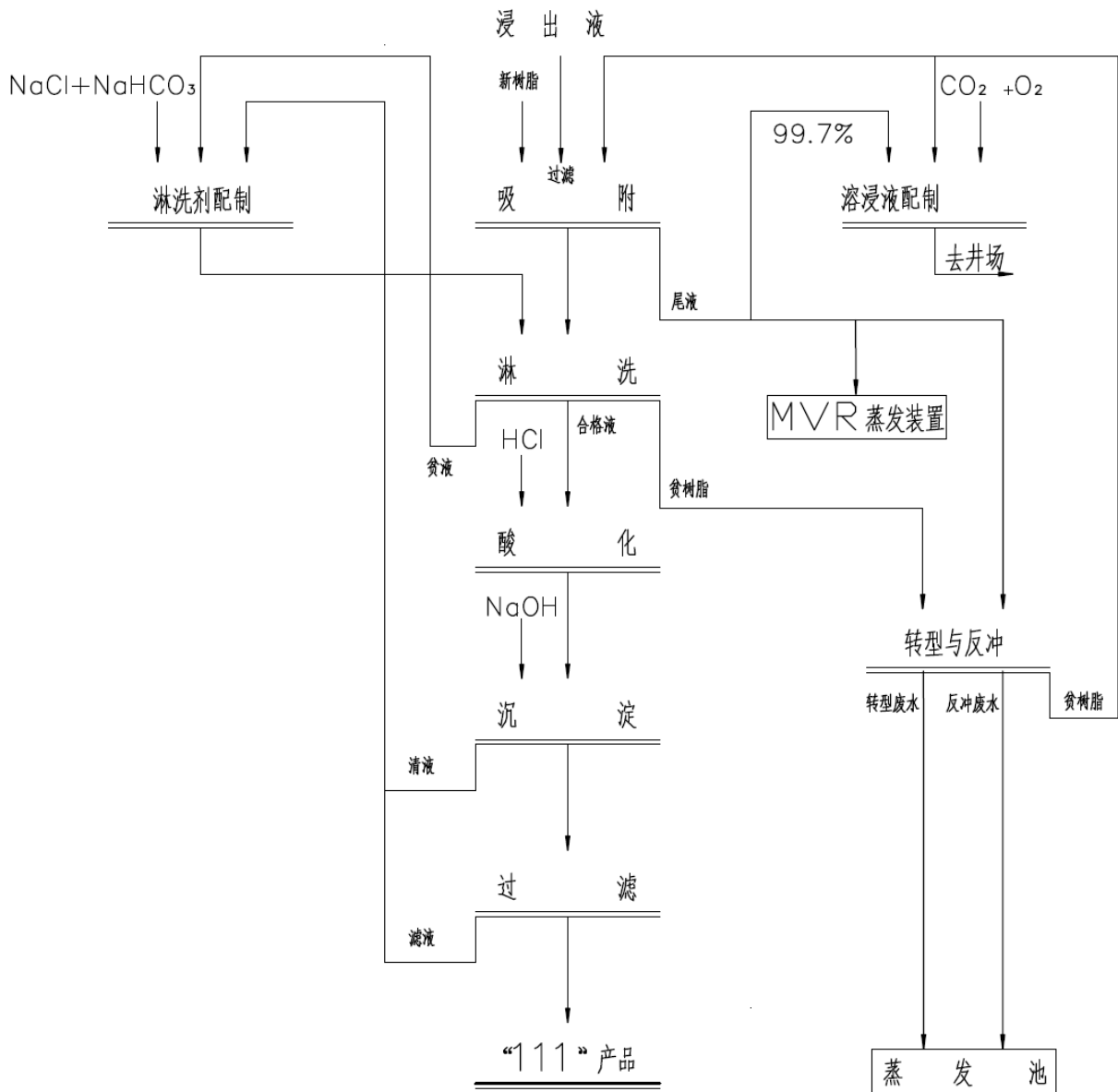


图 6.2-3 水冶工艺流程示意图

6.3 总平面布置

1) 试验井场

(1) 试验井

根据研究需要,本项目拟在巴音青格利铀矿床北部直罗组下段上亚段(J_{2z}^{1-2})的 II_2 矿层的B40勘探线附近开展现场试验。结合矿体形态和试验规模,本项目试验井场的钻孔布置主要采用“五点型”井型。条件试验布置抽注单元2组,包括试验钻孔8个,其中抽出井2个,注入井6个;扩大试验布置抽注单元16组,包括试验钻孔41个,其中抽出井16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,新建试验井场布置监测井3个,分别为井场侧向75m和下游90m布置含矿含水层监测井各1个,上层含水层布置监测井1个。此外,在试验井场上游利旧监测井1个,即水文孔WB6。

(3) 井场设施

主要包括移动式集控室、集配液罐、盐酸储罐、氧气站以及抽注液管线、气体供应管线等设施。集控室位于试验井场东侧的地形平坦区域;集配液罐和盐酸储罐位于集控室北部;氧气站位于浸出液处理厂房外北部。

2) 水冶厂

水冶厂主要包括浸出液处理厂房和蒸发池,其整体位于井场东侧。根据当地气象条件,水冶厂位于最近居民点(牧民张家)的常年较小风频上风侧,其与牧民张家的距离为320m,可以满足《铀矿冶辐射防护和辐射环境保护规定》(GB 23727-2020)中辐射防护距离不小于300m的要求。

(1) 浸出液处理厂房

浸出液处理厂房位于集控室东侧的地形平坦区域,其内布置值班室、分析室、库房、固体废物间等辅助设施。

(2) 蒸发池

两座蒸发池紧邻布置,位于试验井场东侧偏北、浸出液处理厂房北侧,在其下游10m处布设潜水含水层地下水监测井1个。

6.4 主要设备材料

本项目主要设备材料见表 6.4-1。

表 6.4-1 主要设备材料一览表

序号	设备/材料名称	规格型号	单位	数量
一	井场	/		
1	抽出井	Φ269×12mm	个	16
2	注入井	Φ269×12mm	个	25
3	井场监测井（新建）	Φ269×12mm	个	4
4	井场监测井（利旧）	/	个	1
5	不锈钢潜水泵	H=200m, P=7.5kW	台	16
6	抽液管道	Φ63×8 mm PE 管	m	2000
7	注液管道	Φ40×5 mm PE 管	m	10000
8	潜水提升管	Φ63×8 mm PE 管	m	3200
9	集液罐	25m ³	个	1
10	配液罐		个	1
11	盐酸储罐		个	1
12	备用储罐		个	2
二	集控室	/		
1	注液泵	H=200m, P=50kW	套	2
2	电磁流量计	DN32	台	41
三	浸出液处理厂房	/		
1	吸附塔	DN1600×6000	个	6
2	转型塔	DN1600×6000	个	2
3	过滤器	6 袋式	个	1
4	板框机	处理量 30t/h	个	1
5	合格液储罐	25m ³	个	2
6	淋洗储罐	25m ³	个	2
7	沉淀储罐	25m ³	个	1
8	酸化储罐	25m ³	个	1
9	贫液储罐	25m ³	个	1
10	母液储罐	25m ³	个	1
四	氧气站	/		
1	低温液氧储罐	15 m ³	个	1

序号	设备/材料名称	规格型号	单位	数量
2	低温液体泵	3kW	台	1
3	空温汽化器	25Nm ³ /h	台	1
4	缓冲罐	15 m ³	台	1
五	二氧化碳气站	/		
1	二氧化碳储罐	15 m ³	台	1
2	空温汽化器	50Nm ³ /h	台	1
3	缓冲罐	15 m ³	台	1
六	蒸发池	/		
1	蒸发池监测井	Φ269×12mm	个	1
七	蒸发处理设备	/		
1	MVR 废水处理器	55kW 380v	套	1

6.5 主要辅助设施

6.5.1 供电工程

本项目试验区从塔然高勒镇变电所引一路 10kV 架空线路到井场，设 10/0.4 变压器 1 台，变压器容量为 630kVA，可满足本试验用电需求。

6.5.2 供水工程

本项目在试验区设取水井 1 口，取水层位为下白垩统 (K₁) 含水层。水经抽出地面后，进入一个 40m³ 水槽，经澄清后，用泵输送到各水点，消防用水与生产水共用，可满足本试验用水需求。

6.6 主要原辅材料来源及用量

本项目现场试验所需要的主要原辅材料是树脂、二氧化碳、氧气、盐酸、氯化钠和氢氧化钠，总消耗量分别约 40t、148t、200t、56t、96t 和 43t，外购于鄂尔多斯等周边城市。

6.7 污染物产生及治理

本项目污染物产生阶段包括施工期和试验期。其中，施工期产生的大气污染物主要为施工扬尘，废水主要施工废水和生活污水，固体废物包括钻井泥浆、废机油以及生活垃圾，噪声主要为施工噪声；试验期产生的气载流出物主要为集液罐、浸出液处理厂房及蒸发池产生的氨，废水主要为吸附尾液、流散浸出液、洗井废水、实验废水和生活污水，固体废物主要为洗井残渣、浸出液过滤残渣、废旧设备及零配件、MVR 结晶盐、实验室废物和生活垃圾，噪声主要为设备运行产生的噪声。

6.7.1 施工期

6.7.1.1 废气

本项目施工期产生的大气污染物主要为扬尘和燃油废气。

1) 扬尘

在施工期试验区建设、场地平整、供电线路架设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/m³

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

本项目采取的减少扬尘措施有：

- (1) 合理安排施工计划，尽量减少开挖过程中土方裸露时间，施工现场土方开挖后应尽快回填，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。

2) 燃油废气

本项目施工期 2 台柴油发电机同时运行，运行时将产生燃油废气，主要污染物为 SO₂、NO_x 和颗粒物。每台柴油发电机功率为 110kw，单位时间耗油体积约 8L/h，柴油密度按 0.85kg/L 计，则发电机单位时间耗油量约 6.8kg/h。根据《环境影响评价工程师执业资格登记培训教材(社会区域)》，每升柴油的 SO₂、NO_x 和颗粒物的排放系数分别为 4g/L、2.56g/L 和 0.714g/L，故柴油发电机 SO₂、NO_x 和颗粒物的排放速率分别为 32g/h、20.48g/h 和 5.712g/h。发电机单位耗油废气产生量约 20m³/kg，耗油量约 6.8kg/h，则单位时间排气量约 136m³/h，故 SO₂、NO_x 和颗粒物的排放浓度分别为 235mg/m³、151mg/m³ 和 42mg/m³。

在施工期采取以下措施减少燃油废气排放：

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

6.7.1.2 废水

本项目施工期产生的废水主要为施工废水和生活污水。

1) 施工废水

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

2) 生活污水

施工期生活污水主要为施工人员产生的生活杂用水及盥洗废水，施工期同时施工人数最多为 20 人，用水定额为 20L/人天，排污系数为 0.80，则日用水量为 0.4m³/d，生活污水产生量为 0.32m³/d。生活污水主要污染物为 BOD、COD 和 SS，在施工人员配备的寝车中收集后外运处理。

6.7.1.3 噪声

本项目施工期噪声主要来源于钻机、泥浆泵和柴油发电机等在运行、作业过程中产生的各种噪声，主要设备、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。

6.7.1.4 固体废物

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

1) 钻井泥浆

施工期产生的钻井泥浆主要为钻进过程中产生的泥浆，类比巴音青格利铀矿床南部区域，平均单个钻孔产生钻井泥浆量约 6m³，产生总量约 264m³，泥浆中 U_{天然}含量约为

7.60mg/kg。

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

2) 废机油

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

根据《国家危险废物名录》（2021 年版），废机油属于危险废物中废矿物油（HW08），其废物代码为 900-249-08。本项目废机油产生量较少，约为 0.5kg/孔，总量约为 22kg。根据危险废物的减量化和资源化原则，由施工单位设专用桶收集，尽可能利用于钻机设备传动、润滑等资源化再利用过程，若废机油仍有剩余时，由施工单位交由具备危险废物处置资质的单位处置。同时，建设单位应履行监督管理、定期检查施工单位各项危险废物防范措施落实情况等责任。

3) 生活垃圾

本项目施工期同时施工人数最多为 20 人，生活垃圾产生量按照每人 0.5kg/d 计算，则最大产生量约 10kg/d。本项目施工场地寝车设置生活垃圾收集箱，对产生的各类生活垃圾按照相关要求进行分类收集存放，定期外运处理。

6.7.2 运行期

6.7.2.1 废气

1) 含放射性核素的气载流出物

(1) 集液罐

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

类比同工艺的通辽钱家店地浸采铀工程集液罐排气孔 ^{222}Rn 浓度监测结果，其 ^{222}Rn 浓度为 (30.7~38.2) kBq/m³，保守考虑， ^{222}Rn 浓度取 38.2kBq/m³。根据本项目浸出液抽出量，排气孔流量为 0.03 m³/s，本项目生产过程中集液罐 ^{222}Rn 量排放为 $3.39 \times 10^{10}\text{Bq/a}$ 。

(2) 厂房废气

本项目浸出液处理厂房在试验过程中会产生一定量的 ^{222}Rn 气体，通过厂房整体通风排入大气稀释扩散。本项目浸出液处理厂房总排风量为 $19440\text{m}^3/\text{h}$ ，类比同工艺的纳岭沟扩大试验浸出液处理厂房内不同生产区域处开展的氡浓度监测结果，浸出液处理厂房氡浓度范围为 $68.8\sim 113.0\text{Bq}/\text{m}^3$ ，保守考虑取 $113.0\text{Bq}/\text{m}^3$ ，则浸出液处理厂房氡气释放量约为 $1.92\times 10^{10}\text{Bq}/\text{a}$ 。

(3) 蒸发池废气

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

根据通辽钱家店地浸采铀工程蒸发池氡析出率监测结果，蒸发池水面氡析出率为 $0.035\sim 0.060\text{Bq}/\text{m}^2\cdot\text{s}$ ，保守取 $0.060\text{Bq}/\text{m}^2\cdot\text{s}$ ，本项目蒸发池蒸发面积为 600m^2 ，则本项目蒸发池释放的 ^{222}Rn 量为 $1.14\times 10^9\text{Bq}/\text{a}$ 。

2) HCl

本项目浸出液处理厂房在酸化、沉淀工序以及盐酸储罐会产生 HCl 气体。

其中，酸化、沉淀工序盐酸全部密闭在罐体和管线中，且为保持盐酸管道的密闭性，管线上设流量计，确保物料始终处于安全控制中。另外，装置设备管线连接处采用密封垫片，以减少 HCl 的无组织排放。总体来看，厂房中的 HCl 气体排放量较小。

盐酸储罐盐酸的无组织排放主要为呼吸排放和物料装卸过程中的工作损失，根据《工业污染源调查与研究》（第二辑 美国环境保护局），储罐大小呼吸估算公式见公式 6.7-1 和公式 6.7-2。

(1) 呼吸排放量

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

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

式中：LB — 固定顶罐的呼吸排放量，kg/a；

M — 储罐内蒸气的分子量，36.5g/mol；

P — 在大量液体状态下，真实的蒸汽压力，根据《环境统计手册》（四川科学技术出版社，1985年），保守取 29Pa；

D —罐的直径，3m；

H —平均蒸气空间高度，0.4m；

ΔT —一天之内的平均温度差，13℃；

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

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

KC —产品因子，石油原油 KC 取 0.65，其它有机液体取 1.0。

经计算，1 个盐酸储罐呼吸排放量为 0.25kg/a，即 2.88×10^{-5} kg/h。

(2) 工作损失排放量

工作损失排放量为盐酸液体补充过程中，液面逐渐升高，一定量的酸雾从呼吸阀排出，其估算公式如下：

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

式中： LW —工作损失排放量，kg/a；

M —储罐内蒸气的分子量，36.5g/mol；

P —在大量液体状态下，真实的蒸汽压力，根据《环境统计手册》（四川科学技术出版社，1985 年），保守考虑取 29Pa；

KC —产品因子，石油原油 KC 取 0.65，其它有机液体取 1.0；

KN —周转因子，无量纲，取值按年周转次数 K 确定： $K \leq 36$ ， $KN=1$ ； $36 < K \leq 220$ ， $KN=11.467 \times K^{-0.7026}$ ； $K > 220$ ， $KN=0.26$ ；本项目 K 为 2， KN 取 1；

Q —物料投入量，56t/a；

ρ —物料相对密度，1.16g/cm³；

经计算，盐酸储罐工作损失排放量为 0.021kg/a，即 2.44×10^{-6} kg/h。因此，两种方式盐酸无组织排放量合计为 3.12×10^{-5} kg/h。具体参数见表 6.7-3。

表 6.7-3 盐酸储罐呼吸排放估算参数

参数	M	P	D	H	ΔT	FP	C	KC	周转次数	KN	投入量	密度
单位	g/mol	Pa	m	m	℃	/	/	/	次	/	t/a	g/cm ³
取值	36.5	29	3	0.4	13	1.25	0.5572	1	2	1	56	1.16

(3) 排气量

本项目向储罐补充盐酸时补充速率约 25.43m³/h。在盐酸液体补充过程中，盐酸储罐内

的气体经呼吸阀排出，其排气量与液体补充速率一致，为 25.43m³/h。

6.7.2.2 废水

1) 放射性废水

试验期放射性废水包括工艺废水、流散浸出液和洗井废水。

(1) 工艺废水

本项目采用吸附尾液进行树脂的转型与反冲，在反冲工序中会产生一定量反冲洗废水，在转型工序会产生少量转型废水，产生量分别为 867.9m³/a 和 194.7m³/a，共计 1062.6m³/a，排入蒸发池处理。

本项目建设蒸发池 2 座，蒸发面积均为 300m²，合计 600m²。年实际蒸发水量计算公式见式 6.7-1：

$$E = (e \times \alpha - r) \times s \times t \quad (6.7-1)$$

式中：

E ——年实际蒸发量，m³/a；

e ——年均蒸发量，当地年均蒸发量为 2624mm；

α ——折算系数，鄂尔多斯地区大面积水面蒸发与陆面效蒸发皿的折算系数为 0.85；

r ——年均降水量，当地年均降水量为 250.2mm；

s ——蒸发池净蒸发面积，取 600m²；

t ——时间，a。

经过计算可知，本项目蒸发池年蒸发量为 1188.12m³，大于排入蒸发池的工艺废水量（1062.6m³/a），可以满足工艺废水的处理要求。

此外，若 MVR 蒸发技术处理吸附尾液试验研究结果表面该技术不适用本项目吸附尾液的处理，则采用反渗透装置对项目产生的所有工艺废水（包括吸附尾液 1597.2m³/a、反冲废水 867.9m³/a 和转型废水 194.7m³/a，共计 2659.8m³/a）进行处理，产生的淡水（60%，约 1595.88m³/a）满足《城市污水再生利用 城市杂用水水质》（GB/T 18920-2020）相关限值要求后仍用于抑尘、绿化，浓水（40%，约 1063.92m³/a）排入蒸发池进行处理。本项目蒸发池年蒸发量为 1188.12m³，可以满足反渗透浓水的处理要求。

(2) 流散浸出液

在地浸项目正常运行过程中，由于井场抽液量大于注液量，井场的抽出井和注入井之

间形成规则的水位降落漏斗，浸出剂及浸出液在含矿含水层中由注入井向抽出井流动，一般不会发生向井场外流散的现象。但由于地质条件的复杂性和地下水动力的影响，不可避免地会出现部分浸出剂流散至井场外。

为了避免流散浸出液在含矿含水层中的逸散，在试验期采取了如下的技术措施：

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

②在井场外围和上层含水层设置监测井，具体如下：

根据《铀矿冶辐射防护和辐射环境保护规定》（GB 23727-2020）要求，并考虑到本项目试验规模较小，试验周期较短，结合试验井场周围浸出液扩散特征及地下水模拟预测结果，确定在试验井场含矿含水层下游 90m、侧向 75m 以及试验井场内上层含水层各新建 1 个监测井，共 3 个监测井。此外，在试验井场上游利旧 1 个监测井，即水文孔 WB6。

根据《铀矿冶辐射防护和辐射环境保护规定》（GB 23727-2020）的要求，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。本项目所在区域含矿含水层隔水底板连续、稳定分布。此外，本项目试验钻孔只施工至含矿含水层，不会穿过含矿含水层延伸至下含水层，不会对下层含水层产生影响，不再布置下层含水层监测井。

（3）洗井废水

本项目运行过程中，需要定期对钻孔进行洗井工作，会产生一定的洗井废水，产生量约为 250m³/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。

（4）实验废水

本项目分析室不购置复杂分析测试仪器，只进行操作简单的分析测试，分析过程会产生少量废水，产生量约 1L/d（0.33m³/a），在废水桶收集至一定量后排入蒸发池处理。除工艺废水外，本项目蒸发池剩余蒸发能力为 124.2m³/a，可以满足实验废水的处理要求。

2) 非放射性废水

本项目在水冶厂设置值班室，不设生活设施，试验人员的生活起居位于杭锦旗，每日乘班车往返。运行期生活污水主要为试验人员上厕所、洗手等环节产生的少量废水，主要污染物为 BOD、COD 和 SS，依托试验周边民宅。

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 $\leq 60\text{dB}(\text{A})$ ，夜间 $\leq 50\text{dB}(\text{A})$ 。

6.7.2.4 固体废物

1) 放射性固体废物

本项目运行期产生的放射性固体废物主要是浸出液过滤残渣、洗井残渣、废旧设备及零配件和 MVR 结晶盐等。

(1) 浸出液过滤残渣

浸出液处理过程中过滤工序会产生少量残渣，产生量约 $0.01\text{m}^3/\text{a}$ ，残渣中 $U_{\text{天然}}$ 含量与含矿段品位相当，统一收集后运至蒸发池堆存。

(2) 洗井残渣

洗井时会产生少量洗井残渣，产生量约 $0.01\text{m}^3/\text{a}$ ，残渣中 $U_{\text{天然}}$ 含量与含矿段品位相当，统一收集后运至蒸发池堆存。

(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，经简单去污后暂存于固体废物间，暂存的放射性废旧设备达到一定量后，统一送至审管部门认可的废旧金属处理中心处理。

(4) MVR 结晶盐

试验过程中，MVR 蒸发装置处理吸附尾液会产生结晶盐，装桶收集至固体废物间。本项目 MVR 蒸发装置处理的吸附尾液量为 $4.84\text{m}^3/\text{d}$ ，吸附尾液中总溶解性固体保守取含矿层地下水最大本底值 $1215\text{mg}/\text{L}$ ，则结晶盐产生量约 $5.88\text{kg}/\text{d}$ 。吸附尾液中 $U_{\text{天然}}$ 浓度约 $0.5\text{mg}/\text{L}$ ， ^{226}Ra 浓度保守取纳岭沟扩大试验浸出液浓度 $7.63\text{Bq}/\text{L}$ 。根据核素平衡，结晶盐中 $U_{\text{天然}}$ 含量为 $0.41\text{mg}/\text{g}$ ， ^{226}Ra 比活度为 $6.28\text{Bq}/\text{g}$ 。

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

本项目现场试验人员 3 人，生活垃圾产生量较少，在试验区按相关要求收集后定期外运处理。

7 项目主要污染物产生及预计排放情况

	排放源（编号）		污染物名称	处理前产生浓度及产生量	排放浓度及排放量
废气	施工期	柴油发电机	SO ₂	排放量：0.032kg/h 排放浓度：235mg/m ³	排放量：0.032kg/h 排放浓度：235mg/m ³
			NO _x	排放量：0.020kg/h 排放浓度：151mg/m ³	排放量：0.020kg/h 排放浓度：151mg/m ³
			颗粒物	排放量：0.0057kg/h 排放浓度：42mg/m ³	排放量：0.0057kg/h 排放浓度：42mg/m ³
		施工场地	颗粒物	最大落地浓度： <1.0mg/m ³	场地洒水抑尘
	运行期	集液罐	²²² Rn	3.39×10 ¹⁰ Bq/a	罐口稀释扩散
		浸出液处理厂房	²²² Rn	1.92×10 ¹⁰ Bq/a	厂房换气通风
		蒸发池	²²² Rn	1.14×10 ⁹ Bq/a	自然稀释扩散
		盐酸储罐	HCl	最大落地浓度： 0.14μg/m ³	罐口稀释扩散
废水	施工期	施工废水	悬浮物、泥沙	少量	场地洒水抑尘
		生活污水	COD、NH ₃ -N	0.32m ³ /d	收集外运处理
	运行期	工艺废水	U _{天然} 、 ²²⁶ Ra 等	1062.6m ³ /a	排入蒸发池处理
		流散浸出液	U _{天然} 、 ²²⁶ Ra 等	—	抽注比例控制、监测井监控
		洗井废水	U _{天然} 、 ²²⁶ Ra 等	250m ³ /a	澄清后重新注入井下
		实验废水	U _{天然} 、 ²²⁶ Ra 等	0.33m ³ /a	排入蒸发池处理
		生活污水	COD、NH ₄ -N	少量	依托民宅处理
固体废物	施工期	钻井泥浆	—	264m ³	循环利用、最终置于泥浆坑、覆土掩埋
		废机油	—	22kg	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	10kg/d	收集外运处理
	运行期	浸出液过滤残渣	U _{天然} 、 ²²⁶ Ra 等	0.01m ³ /a	蒸发池堆存
		洗井残渣		0.01m ³ /a	
		废旧设备及零配件		少量	固体废物间暂存
		MVR 结晶盐		5.88kg/d	
		实验室废物	手套、口罩等	少量	作为一般固体废物处置
		试验人员	生活垃圾	少量	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建设、场地平整和蒸发池开挖过程中会产生一定量的施工扬尘，在施工过程中通过合理安排施工计划，施工场地采用洒水、围挡等抑尘措施，运输过程中采取密闭措施、保持合理车速等措施，降低施工扬尘对周围环境空气质量产生影响。此外，由于施工区地形开阔，空气流通、扩散条件好，因此施工期扬尘对环境的影响较小。

2) 燃油废气影响分析

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

8.1.2 水环境影响分析

1) 地下水环境影响分析

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

2) 地表水环境影响分析

施工废水主要为设备清洗废水，主要污染物为泥沙，产生量很少，用于场地洒水抑尘及绿化用水；生活污水主要为生活杂用水及盥洗废水，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

1) 预测模式

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施工场界外

200m。

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，预测情景为距离居民点牧民张家最近的钻孔施工时对周围环境的影响。采取有效的降噪措施后，噪声预测参数见表 8.1-1。

表 8.1-1 噪声预测参数

源强 dB (A)				声源高度 (m)	声场种类
钻机	柴油发电机	搅拌机	泥浆泵		
90	85	85	65	1.0	半自由声场

2) 预测结果

本项目施工井场周围200m处噪声贡献值见表8.1-2，施工噪声影响等值线分布情况见图8.1-1。

由表8.1-2可知，噪声贡献值随着距施工井场距离增大而明显衰减，距离施工场地4m处噪声贡献值为70dB(A)，满足《建筑施工场界环境噪声排放标准》（GB12523-2011）中昼间噪声排放标准要求；距离施工场地20处噪声贡献值为55dB(A)，满足《建筑施工场界环境噪声排放标准》（GB12523-2011）中夜间噪声排放标准要求。

本项目钻孔施工时距周边居民点最近距离为110m，由预测结果可知，距离钻孔施工场地110m处噪声贡献值为35.28dB(A)。根据声环境现状监测结果，本项目周边居民点昼间和夜间声环境监测值分别为（38~39）dB（A）和（34~35）dB（A），分别取最大值39dB（A）和35dB（A），叠加计算施工机械在该居民点处的噪声预测值，分别为40.54dB（A）和38.15dB（A），均满足《声环境质量标准》（GB3096-2008）中昼间≤60dB（A）、夜间≤50dB（A）的2类标准要求。

表 8.1-2 距离施工井场周围 200m 处噪声贡献值

序号	距离	噪声贡献值, dB (A)
1	4m	70
2	20m	55
3	50m	44.14
4	100m	36.33
5	110m	35.28
6	150m	32.18
7	200m	29.41

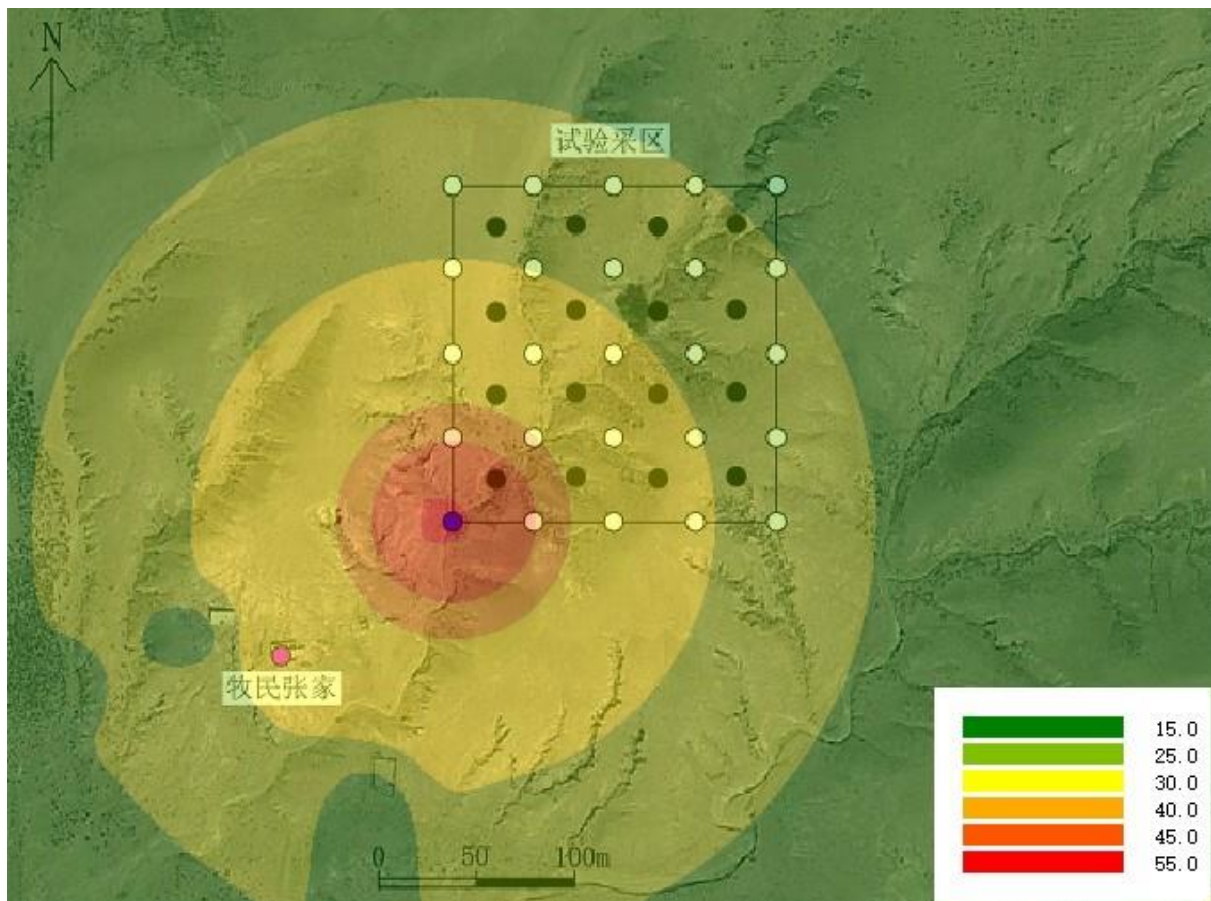


图 8.1-1 施工期噪声等值线图 (dB (A))

8.1.4 固体废物环境影响分析

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

1) 钻井泥浆

施工期产生的钻井泥浆主要为钻进过程中产生的泥浆，泥浆产生总量约 264m^3 ，其 $U_{\text{天然}}$ 含量约 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坑，各池体及坑体均做 HDPE 膜防渗、防溢处理。泥浆从钻孔涌出通过泥浆循环槽进入沉淀池中的除砂机，将含岩屑量少的泥浆分选出来排入泥浆循环池回用于钻探，含岩屑量较多的泥浆经振动脱水后岩屑排入泥浆坑，泥浆坑最终覆土掩埋，基本不会对环境产生影响。

2) 废机油

本项目在施工过程中可能会产生少量废机油，约 22kg 。根据《国家危险废物名录》（2021年版），废机油属于危险废物，其废物类别 HW08。根据危险废物的减量化、资源化和无害化原则，施工单位应积极采取以下防治措施：

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

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

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

(4) 严格按照《危险废物转移管理办法》（2022年1月1日）、《危险废物收集贮存运输技术规范》（HJ 2025-2012）及《危险废物管理计划和管理台账制定技术导则》（HJ 1259-2022）中相关要求，落实危险废物分类、收集、暂存、转移和处置管理措施，制定并采取有效防范、应急措施，避免环境污染。建立危险废物管理台账，并根据危险废物产生、贮存、利用、处置等环节的动态流向，如实更新各环节的危险废物管理台账。

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

3) 生活垃圾

施工期会产生少量生活垃圾，最大产生量约 10kg/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

本项目占地面积总计为 30020m²，其中试验井场钻孔施工临时占地 28800m²，水冶厂房占地面积为 620m²，蒸发池占地面积为 600m²，占地类为草地。本项目占地不涉及生态保护红线以及生态敏感区，根据《环境影响评价技术导则 生态影响》（HJ 19-2022），本项目相关内容不属于其 6.1.2 条中“a)~f)”内容，确定生态评价为三级，评价范围为本项目占地区域。

本项目施工期较短，且施工开挖作业的面积较小，在项目实施过程中采取以下生态保护措施：

1) 钻井施工过程中，严格控制临时占地面积，在一处钻井施工完成后，立即恢复临时占地处的植被；

2) 在施工期采取分层开挖、分层堆放、分层回填的方式，在开挖前先剥离表土，依次将开挖土层向上堆存，最后对土层进行加布遮盖，防止风蚀或水蚀造成的土壤流失；在施工完毕后，及时回填，压实土壤，不产生地表弃土，在顶部铺设剥离的表层土，并翻松土层，按原始地形地

貌平整场地；最后进行植被恢复工作，选择的复垦植被与周边环境相协调；

3) 施工人员、施工车辆以及各种设备应按规定的路线行驶、操作；

4) 合理安排施工进度，避免在大风天和雨季施工。提高工程施工效率，缩短施工时间，减少裸地的暴露时间。

综上所述，本项目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、植被等造成破坏，不会导致水土流失及植被退化。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。

8.2 运行期环境影响分析

8.2.1 大气环境影响分析

8.2.1.1 大气辐射环境影响分析

1) 排放源项

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

表 8.2-1 本项目放射性废气的排放情况一览表

序号	设施	氡释放量 (Bq/a)
1	集液罐	3.39E+10
2	浸出液处理厂房	1.92E+10
3	蒸发池	1.14E+09

表 8.2-2 本项目气态源项排放参数

序号	排放点名称	坐标		出口内径 (m)	排放高度 (m)	等效半径 (m)	源项类型
		X, m	Y, m				
1	集液罐	0	0	0.5	3.5	—	点源
2	浸出液处理厂房	10	5	0.6	10	—	点源
3	蒸发池	21	48	—	—	13.82	面源

2) 环境影响途径

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

3) 辐射评价基本参数设置

①评价方法

本次辐射环境影响评价的基本评价指标是以集液罐为中心的周围居民最大个人有效剂量和半径 20km 范围内的集体有效剂量。评价方法是以模式计算为主, 选择放射性核素在环境中迁移和剂量估算模式以及相应计算参数, 利用预测软件完成个人有效剂量及集体有效剂量的估算, 并对设施所致最大个人剂量进行分析。

②评价中心

本次评价选取集液罐为评价中心。

③评价子区及年龄组设置

本次评价以集液罐为中心, 以 20km 为半径, 按照 1km、2km、3km、5km、10km、20km 划分同心圆, 再将这些同心圆划分成 22.5°扇形段, 以正北 N 向左右各划分 11.25°为起始段, 共 96 个评价子区。各评价子区人口数按年龄划分为四个组: 婴儿组≤1 岁, 幼儿组 1~7 岁, 少年组 7~17 岁, 成人组>17 岁。

④评价年份

根据地浸生产特点, 正常生产期间各源项基本不变。本评价年份选取正常生产期第一年, 即 2025 年。

⑤评价计算模式及参数

本项目预测采用中核第四研究设计工程有限公司开发的 UAIR-FINE 软件, 该软件基于最新大气边界层理论和剂量估算方法创建, 内置的大气扩散模型为美国 EPA 开发的法规扩散模式 AERMOD, 剂量计算模式根据 IAEA 和 ICRP 最新剂量模式和参数创建, 具体模式与参数详见附录 1。

4) 估算结果与分析

(1) 居民点辐射环境影响

①氡浓度及公众个人剂量

本项目生产期气态源项释放的 ^{222}Rn 所致 5km 范围内各居民点 ^{222}Rn 浓度分布情况如表 8.2-3 所示。

由该表可知, 气态源项对各居民点的最大辐射影响出现在牧民张家, 其 ^{222}Rn 浓度贡献值为 $2.83 \times 10^{-3} \text{Bq/m}^3$, 公众最大个人剂量为 $6.05 \times 10^{-5} \text{mSv/a}$ 。

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

方位	距离 (km)	居民点	²²² Rn 浓度, Bq/m ³	公众个人剂量, mSv/a
NE	2.64	白音补拉格嘎查	4.40E-04	9.40E-06
NE	4.51	塔拉沟五社	2.20E-04	4.70E-06
ENE	2.71	无色浪沟牧民	6.50E-04	1.39E-05
S	2.33	巴音琴克利牧民 1	1.20E-04	2.56E-06
S	3.21	黄木花沟牧民	1.90E-04	4.06E-06
S	4.85	巴音青格利牧民 2	3.00E-05	6.41E-07
SW	2.51	毛登青格利沟牧民	8.00E-05	1.71E-06
SW	3.73	琴克利沟牧民	5.00E-05	1.07E-06
WSW	0.32	牧民张家	2.83E-03	6.05E-05
WNW	2.52	毛布拉格孔兑牧民	1.80E-04	3.85E-06

②个人剂量

本项目生产期各污染源项释放的 ²²²Rn 对牧民张家个人有效剂量的贡献见表 8.2-4。由该表可知，集液罐对牧民张家的最大个人有效剂量贡献率最大，为 75.21%。

表 8.2-4 各气态源项对牧民 1 的贡献值

排放点	氡浓度, Bq/m ³	个人剂量, mSv/a	份额 (%)
集液罐	2.13E-03	4.55E-05	75.21%
浸出液处理厂房	6.78E-04	1.45E-05	23.97%
蒸发池	2.34E-05	5.00E-07	0.83%
合计	2.83E-03	6.05E-05	100

(2) 评价区域辐射环境影响

①氡浓度

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

由该表可知，气态源项对周边各子区 ²²²Rn 贡献值最大值出现在 N 方位、0~1km 子区，²²²Rn 贡献值为 $7.07 \times 10^{-3} \text{Bq/m}^3$ ，该子区为无人子区；在有人子区内，²²²Rn 贡献值最大值出现在 WSW 方位、0~1km 子区，²²²Rn 贡献值为 $2.83 \times 10^{-3} \text{Bq/m}^3$

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

方位	距离 (km)					
	0~1	1~2	2~3	3~5	5~10	10~20
N	7.07E-03	1.50E-03	6.36E-04	2.80E-04	1.08E-04	3.40E-05
NNE	5.66E-03	1.31E-03	5.42E-04	2.56E-04	1.02E-04	3.20E-05
NE	5.53E-03	1.17E-03	4.40E-04	2.20E-04	9.20E-05	2.80E-05
ENE	6.56E-03	1.57E-03	6.50E-04	3.26E-04	1.28E-04	4.20E-05
E	5.37E-03	1.23E-03	4.92E-04	2.02E-04	8.40E-05	2.60E-05
ESE	6.17E-03	1.04E-03	4.04E-04	1.68E-04	5.20E-05	1.40E-05
SE	6.36E-03	1.20E-03	4.38E-04	1.58E-04	4.20E-05	1.20E-05
SSE	3.91E-03	7.58E-04	3.48E-04	1.32E-04	4.80E-05	1.40E-05
S	2.53E-03	5.54E-04	1.20E-04	3.00E-05	4.00E-05	1.20E-05
SSW	1.20E-03	2.38E-04	8.80E-05	4.40E-05	1.60E-05	2.00E-06
SW	1.04E-03	2.22E-04	8.00E-05	5.00E-05	1.20E-05	2.00E-06
WSW	2.83E-03	2.48E-04	9.60E-05	5.40E-05	1.60E-05	6.00E-06
W	1.82E-03	3.52E-04	1.34E-04	7.00E-05	2.60E-05	1.00E-05
WNW	2.34E-03	4.86E-04	1.80E-04	9.60E-05	4.20E-05	1.40E-05
NW	3.05E-03	5.40E-04	2.24E-04	1.04E-04	4.40E-05	1.20E-05
NNW	6.85E-03	1.48E-03	6.48E-04	2.92E-04	1.08E-04	3.40E-05

注：表中阴影子区为无人子区。

②个人剂量

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

由该表可知，评价范围内各子区内最大个人有效剂量为 $1.51 \times 10^{-4} \text{mSv/a}$ ，出现在 N 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 $6.05 \times 10^{-5} \text{mSv/a}$ ，出现在 WSW 方位，0~1km 的子区内。

表 8.2-6 生产期评价范围各子区公众个人剂量 (mSv/a)

方位	距离 (km)					
	0~1	1~2	2~3	3~5	5~10	10~20
N	1.51E-04	3.20E-05	1.36E-05	5.98E-06	2.31E-06	7.27E-07
NNE	1.21E-04	2.80E-05	1.16E-05	5.47E-06	2.18E-06	6.84E-07
NE	1.18E-04	2.50E-05	9.40E-06	4.70E-06	1.97E-06	5.98E-07
ENE	1.40E-04	3.35E-05	1.39E-05	6.97E-06	2.74E-06	8.98E-07
E	1.15E-04	2.63E-05	1.05E-05	4.32E-06	1.80E-06	5.56E-07
ESE	1.32E-04	2.21E-05	8.64E-06	3.59E-06	1.11E-06	2.99E-07
SE	1.36E-04	2.56E-05	9.36E-06	3.38E-06	8.98E-07	2.56E-07
SSE	8.35E-05	1.62E-05	7.44E-06	2.82E-06	1.03E-06	2.99E-07

方位	距离 (km)					
	0~1	1~2	2~3	3~5	5~10	10~20
S	5.41E-05	1.18E-05	2.56E-06	6.41E-07	8.55E-07	2.56E-07
SSW	2.55E-05	5.09E-06	1.88E-06	9.40E-07	3.42E-07	4.27E-08
SW	2.23E-05	4.75E-06	1.71E-06	1.07E-06	2.56E-07	4.27E-08
WSW	6.05E-05	5.30E-06	2.05E-06	1.15E-06	3.42E-07	1.28E-07
W	3.88E-05	7.52E-06	2.86E-06	1.50E-06	5.56E-07	2.14E-07
WNW	5.00E-05	1.04E-05	3.85E-06	2.05E-06	8.98E-07	2.99E-07
NW	6.51E-05	1.15E-05	4.79E-06	2.22E-06	9.40E-07	2.56E-07
NNW	1.46E-04	3.17E-05	1.39E-05	6.24E-06	2.31E-06	7.27E-07

注：表中阴影子区为无人子区。

③居民集体有效剂量

本项目生产期间气态源项对评价区域内居民产生的集体剂量见表 8.2-7。由表可知，气态源项对评价区域居民产生的集体剂量为 7.16×10^{-5} 人·Sv/a。

表 8.2-7 生产期气态源项所致 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)	8.75E-06	8.75E-06	2.26E-05	2.82E-05	5.53E-05	7.16E-05
份额 (%)	12.23	12.23	31.53	39.38	77.26	100

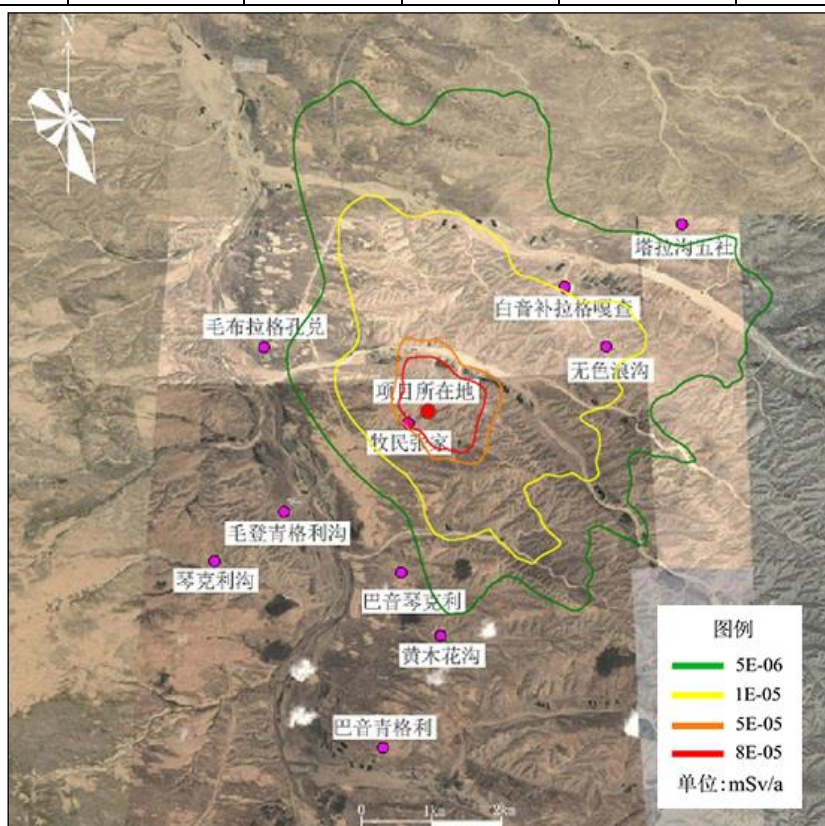


图 8.2-1 生产期气态流出物所致的区域个人剂量等值线图 (单位: mSv/a)

5) 公众辐射环境影响评价

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

本项目生产期气态源项所致评价区域最大个人有效剂量为 $6.05 \times 10^{-5} \text{mSv/a}$ ，出现在 WSW 方位、0~1km 子区，关键居民点为牧民张家。最大个人剂量占个人剂量约束值 0.01mSv/a 的 0.61%，小于本项目设定的剂量约束值。20km 范围内的集体剂量为 $7.16 \times 10^{-5} \text{人} \cdot \text{Sv/a}$ 。

8.2.1.2 非放射性大气环境影响分析

本项目运行期产生的非放射性大气污染物主要是盐酸储罐产生的 HCl，采用《环境影响评价技术导则 大气环境》（HJ2.2-2018）推荐的估算模型 ARESSCREEN 进行预测与评价，参数见表 8.2-5。

表 8.2-5 估算模型参数表

参数		取值
城市/农村选项	城市/农村	农村
	人口数（城市选项时）	—
最高环境温度		38.1℃
最低环境温度		-32.3℃
输入烟气温度		273.15K
土地利用类型		草地
区域湿度条件		干

盐酸储罐 HCl 源项参数见表 8.2-6，经 ARESSCREEN 大气估算模式计算，结果如表 8.2-7 和表 8.2-8 所示。由估算结果可知，HCl 的最大落地浓度出现在 18m 处，HCl 的最大落地浓度为 $0.14 \mu\text{g}/\text{m}^3$ ，贡献值较低，满足《大气污染物综合排放标准》（GB16297-1996）周界外浓度最高点限值要求，即 $200 \mu\text{g}/\text{m}^3$ 。距离盐酸储罐最近居民点牧民张家处贡献值较小，为 $0.027 \mu\text{g}/\text{m}^3$ ，满足《环境影响评价技术导则 大气环境》（HJ 2.2-2018）附录 D 中参考限值要求，即 1h 平均 $50 \mu\text{g}/\text{m}^3$ 。

表 8.2-6 HCl 废气源项参数

名称	污染物	源强 (kg/h)	排气量 (m^3/h)	排放高度 (m)	出口内径 (m)	温度 (℃)
试验井场盐酸储罐	HCl	0.0000312	25.43	4	0.3	7.3

表 8.2-7 大气环境影响估算结果

污染源名称	污染物	C _i (μg/m ³)	C _{oi} (μg/m ³)	P _i (%)	距离 (m)
试验井场盐酸储罐	HCl	0.14	50	0.28	18

表 8.2-8 不同距离处 HCl 浓度贡献值

序号	距离, m	HCl 浓度, μg/m ³	占标率, %
1	18	0.14	0.28
2	50	0.074	0.15
3	100	0.049	0.097
4	320	0.027	0.055
5	500	0.022	0.043
6	1000	0.014	0.028
7	2000	0.0082	0.016
8	3000	0.0054	0.011

8.2.2 地下水环境影响分析

8.2.2.1 含矿含水层地下水环境影响分析

1) 地下水影响途径分析

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

2) 地下水模拟预测参数设置

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

(1) 模型范围的确定

本模型建模范围为试验井场及其周边地区，结合地浸采铀试验地下水影响范围及区域水文地质条件，确定本模型的模拟范围为：以试验井场为中心，向地下水下游（西南方向）延伸 1km，上游（东北方向）延伸 0.5km，西北侧向延伸 0.5km，南侧延伸 520m 以隔水断裂为边界，模拟总面积 1.91km²。

(2) 边界条件的概化

侧向边界：根据评价区水文地质条件，目标含水层的南侧边界为隔水断层，将其概化为零流量边界；西北侧边界平行于地下水流方向，无水流交换，概化为零流量边界；东北侧边界和西南侧边界垂直于地下水流向，概化为通用水头边界，

垂向边界：模型垂向上边界为褐红色、绿色、灰色、泥岩、粉砂岩、薄煤层等组成的隔水顶板；下边界为由泥岩、粉砂岩组成的隔水底板。

(3) 含水层结构的概化

根据地质勘探结果，巴音青格利铀矿床（北部）含矿含水层为直罗组下段上亚段（ J_{2z}^{1-2} ）含水层，含水层岩性主要为中砂岩、粗砂岩，分选性较好。此外，含矿含水层顶、底板均为稳定连续展布的泥岩、粉砂岩，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。因此，本次地下水模拟层位为直罗组下段上亚段（ J_{2z}^{1-2} ）含水层，可概化为三维水动力流场和三维溶质弥散场。

(4) 源汇项概化

本项目源汇项主要为试验井场的试验井，试验布置 16 组试验单元，包括试验井 41 个，其中抽出井 16 个，注入井 25 个，抽注井间距为 30m，单孔抽液量为 $7.0\text{m}^3/\text{h}$ ，模拟试验井场整体抽大于注比例大于 0.3%，边界单元抽大于注比例大于 0.5%，作为本模拟的主要源汇项。试验井场抽出井和注入井分布情况见图 8.2-1。

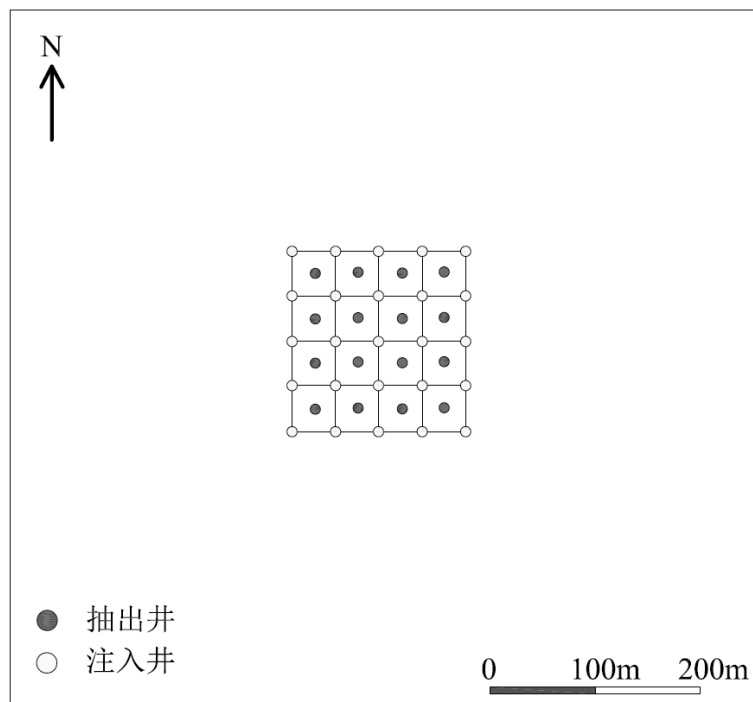


图 8.2-1 试验井场分布图

(5) 模拟区剖分

本次预测将模拟区域离散成正交网格，为了更加精确地刻画核素在井场附近的运移情况，在网格剖分的过程中对试验井场区域进行了加密，加密网格的大小为 $5\text{m}\times 5\text{m}$ ，外围非加密网格的大小为 $10\text{m}\times 10\text{m}$ 。本模型共剖分 30714 个网格。网格剖分情况见图 8.2-2。

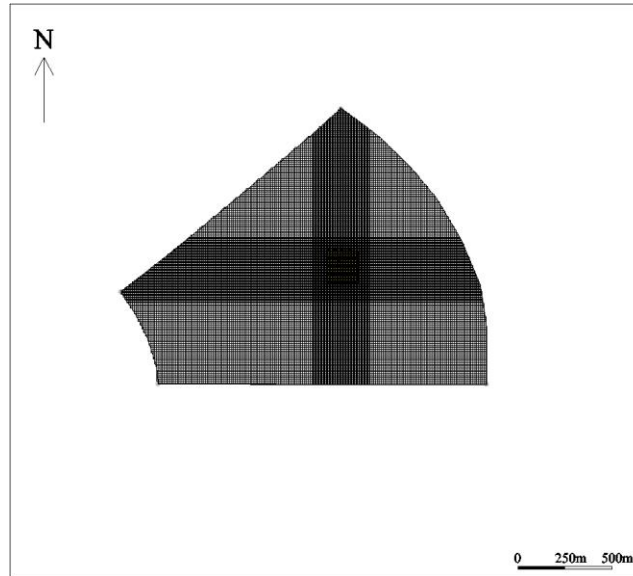


图 8.2-2 模型网格剖分图

(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，含矿含水层渗透系数为 $0.11\sim 1.37\text{m/d}$ ，保守取最大值 1.37m/d ；有效孔隙度为 $0.2\sim 0.4$ ，保守取最小值 0.2 ；弥散度根据 Xu 和 Eckstein 方程式确定，即 $\alpha_m = 0.83 \times \log(L_s) \times 2.414 = 5.68\text{m}$ 。

(8) 评价年限

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

(9) 预测因子

类比同工艺且均为中侏罗统直罗组含矿含水层的纳岭沟扩大试验浸出液监测数据（表 8.2-1），按照放射性核素、非放射性污染物进行分类确定预测因子。其中，放射性核素选取特征核素 $U_{\text{天然}}$ ，非放射性因子参照《环境影响评价技术导则地下水环境》（HJ610-2016），按照重金属、持久性有机污染物和其他类别进行分类，并对每一类别中的各项因子采用标准指数法进行排序，分别取标准指数最大的因子作为预测因子，最终确定非放射性污染物为 Mn 和 Cl^- 。 $U_{\text{天然}}$ 源

项浓度采用试验预期技术指标值 30mg/L, Mn 和 Cl⁻源项浓度采用浸出液监测数据, 即 1.64mg/L 和 471.8mg/L。

表 8.2-1 纳岭沟扩大试验浸出液样品监测结果

监测项目	Cl ⁻ (mg/L)	SO ₄ ²⁻ (mg/L)	HCO ₃ ⁻ (mg/L)	CO ₃ ²⁻ (mg/L)	NO ₃ ⁻ (mg/L)
浓度	471.8	103.7	2676.4	ND	ND
监测项目	F ⁻ (mg/L)	Cu (mg/L)	Zn (mg/L)	Mn (mg/L)	Hg (mg/L)
浓度	0.05	0.03	0.009	1.64	ND

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 8.2-3), 由图可知, 试验期采区周围可形成一定范围的降落漏斗, 附近地下水均流向试验井场, 说明现有的抽大于注比例可以有效控制浸出剂扩散。

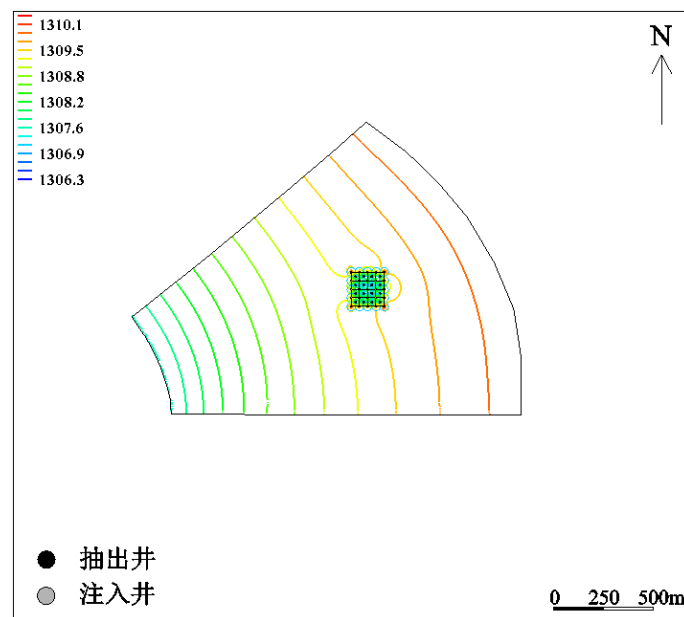


图 8.2-3 地下水等水位图

(2) 溶质运移结果分析

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

U_{天然}: 以 0mg/L 为边界浓度, 绘制了试验期末含矿含水层的 U_{天然} 浓度分布图, 见图 8.2-4 (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 67m、59m 和 42m。

Mn: 以《地下水质量标准》(GB/T 14848-2017) III类标准 0.1mg/L (叠加本底) 为边界浓度, 至试验期末, Mn 在含矿含水层向下游、侧向及上游的运移距离分别为 53m、48m 和 38m;

以贡献值 0mg/L 为边界浓度，绘制了试验期末含矿含水层的 Mn 浓度分布图，见图 8.2-4 (b)。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 58m、54m 和 40m。

Cl⁻：以《地下水质量标准》（GB/T 14848-2017）III类标准 250mg/L（叠加本底）为边界浓度，至试验期末，Cl⁻在含矿含水层向下游、侧向及上游的运移距离分别为 53m、47m 和 39m；以贡献值 0mg/L 为边界浓度，绘制了试验期末含矿含水层的 Cl⁻浓度分布图，见图 8.2-4 (c)。由图可知试验期末，Cl⁻在含矿含水层向下游、侧向及上游的运移距离分别为 72m、62m 和 45m。

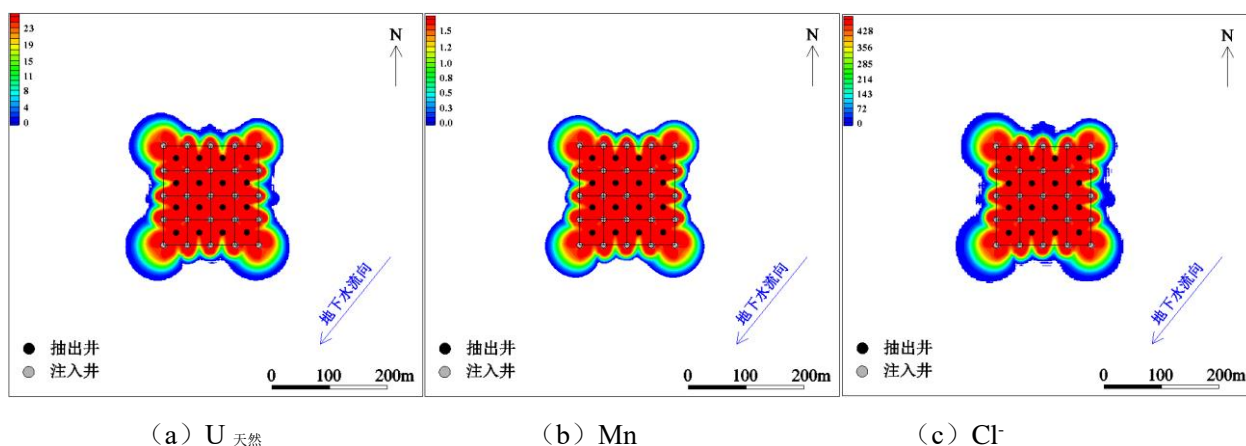


图 8.2-4 试验期末各污染物在含矿含水层的浓度分布图

综上所述，在试验期末第 2a 时，含矿含水层中特征污染物 U_{天然}、Mn 和 Cl⁻向下游最大迁移距离分别为 67m、58m 和 72m，侧向最大迁移距离分别为 59m、54m 和 62m，上游最大迁移距离分别为 42m、40m 和 45m。此外，由于本项目含矿含水层顶底板均相对稳定，含矿含水层中的地下水越流至潜水层或其他承压水层的可能性很小，对环境的影响不大，也不会对公众造成附加照射剂量。

8.2.2.2 潜水含水层地下水影响分析

本项目可能对潜水含水层产生影响的地表设施主要为蒸发池，为了防止蒸发池废水渗透而污染地下水，蒸发池池底、池壁做防渗漏处理，蒸发池的底部从下到上依次为 30cm 土垫层、HDPE 土工膜及 50cm 厚的粘土组成的人工防渗层。通过以下计算方法得出蒸发池防渗层等效渗透系数：

$$K_s = \frac{M_1 + M_2 + M_3}{M_1 / K_1 + M_2 / K_2 + M_3 / K_3} \quad (8.2-1)$$

式中：

X——蒸发池废水在蒸发池底部防渗层的垂直入渗距离，m；

K_s——等效渗透系数，cm/s；

h——蒸发池中废水水深，m，保守取 1.5m；

- L——等效渗透厚度，m，取 0.801m；
M₁——下层土垫层厚度，m，取 0.3m；
M₂——防渗层厚度，m，取 0.001m；
M₃——上层粘土厚度，m，取 0.5m；
K₁——下层土垫层渗透系数，m/a，取 1×10^{-7} cm/s；
K₂——防渗层渗透系数，m/a，取 1×10^{-12} cm/s；
K₃——上层粘土渗透系数，m/a，取 1×10^{-3} cm/s。

通过计算可知，防渗层等效渗透系数为 7.99×10^{-10} cm/s，蒸发池废水穿透复合防渗结构的时间约为 3180a，远大于本试验运行期 2a。因此，在试验运行期蒸发池溶液不会穿透蒸发池底部人工防渗层，也不会进入地下水。此外，本项目在蒸发池压实土垫层下面安装渗漏检测装置以便及时发现渗漏，并在蒸发池下游设置了潜水地下水监测井，定期对监测井中的地下水进行取样监测。通过以上多重防御系统，蒸发池对地下水产生污染的可能非常小。

8.2.2.3 上、下层含水层地下水影响分析

本项目地浸钻孔施工过程中采取了严格的质量保证，仅在含矿段设计安装滤水管，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，地浸生产抽注活动中浸出液不会通过井管进入上、下层含水层。含矿含水层顶、底板隔水性能良好，切断了含矿含水层与上、下层含水层之间的水力联系，试验过程中浸出液不会通过隔水层越流对上、下层含水层产生影响。此外，本项目在矿床上层含水层均布置了监测井，一旦监测数据异常，可及时停止附近试验井运行，对破损的试验井进行修复或全孔封闭。

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

8.2.3 地表水环境影响分析

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

8.2.4 固体废物环境影响分析

8.2.4.1 放射性固体废物环境影响分析

本项目运行期产生的放射性固体废物主要为浸出液过滤残渣、洗井残渣和废旧设备及零配件和 MVR 结晶盐。浸出液过滤残渣和洗井残渣统一收集后送至蒸发池，试验过程产生的废旧设

备及零配件和 MVR 结晶盐暂存于固体废物间，不会对项目周边的环境产生不良影响。

8.2.4.2 非放射性固体废物环境影响分析

本项目试验期非放射性固体废物主要为实验室废物和生活垃圾，实验室废物作为一般固废处理，生活垃圾按相关要求收集后定期外运处理，不会对周边环境产生明显影响。

8.2.5 噪声环境影响分析

1) 预测模式

本项目利用三捷环境工程咨询有限公司开发的 BREEZE NOISE 软件进行试验期噪声环境影响预测，该软件以《环境影响评价技术导则声环境》（HJ2.4-2021）中的相关模式要求编制，适用于噪声领域的各个级别的评价。本次评价采用工业噪声预测计算模式，考虑点源几何发散衰减和地面反射。

试验期噪声设备主要为各种风机、空压机、泵等，主要集中在浸出液处理厂房内，均属于室内声源。本项目各种设备均选用低噪声环保设备，对风机、泵类及空压机等均采取了有效的隔声、减振措施。本项目风机和空压机噪声 $\leq 90\text{dB}(\text{A})$ ，泵类设备噪声 $\leq 80\text{dB}(\text{A})$ 。

2) 预测结果

经预测，本项目试验期厂界噪声见表8.2-10，噪声影响等值线分布情况见图8.2-5。由预测结果可以看出，试验期噪声源在厂界处的贡献值为（36.1~41.4）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。本项目水冶厂房最近居民点为牧民张家，距离约320m，不会对该居民点产生明显影响。

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	41.4	40.5	38.4	36.1
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

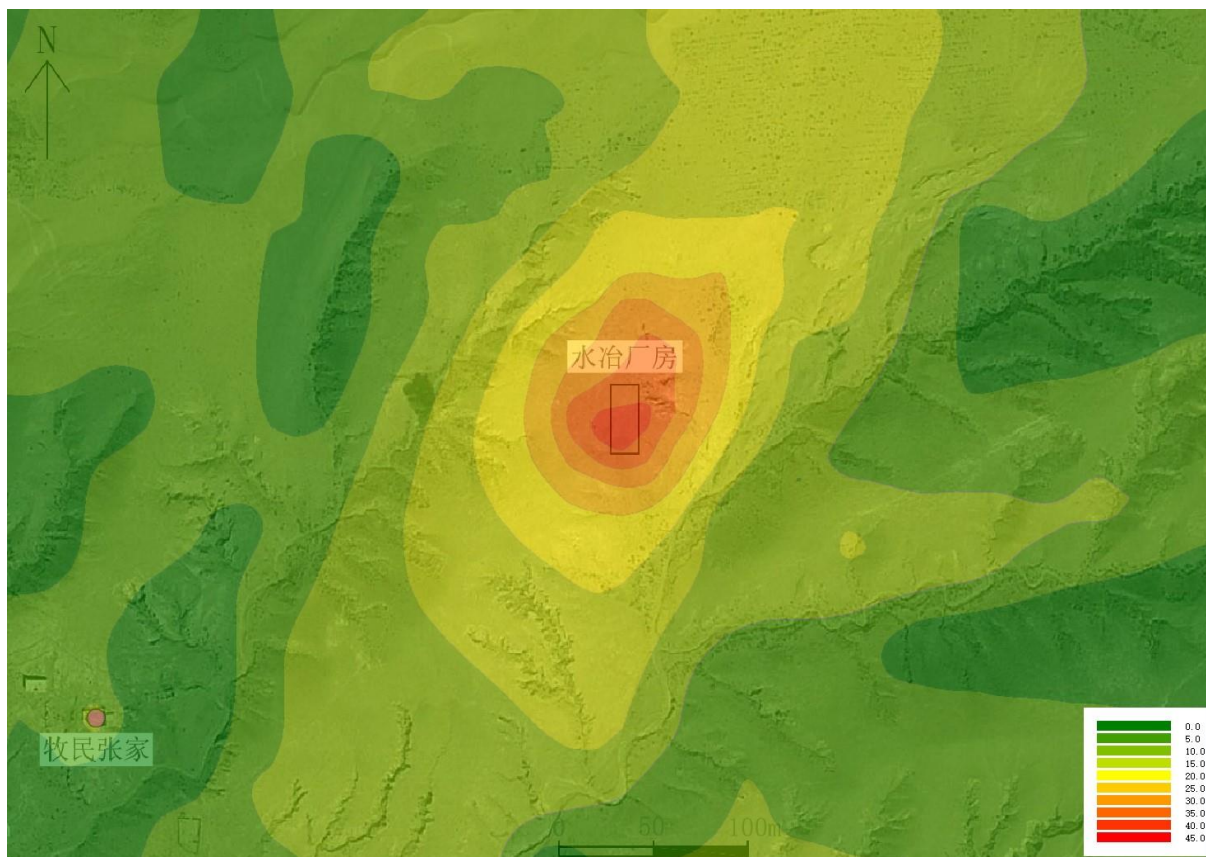


图 8.2-5 试验期噪声等值线图 (dB (A))

8.2.6 事故环境影响分析

1) 事故的环境影响

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

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

(1) 事故性的停止试验

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

（2）非控制性的抽注失衡

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

（3）事故性的跑、冒、滴、漏

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

（4）井场管道断裂

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

本项目所在地区每年有 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，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。

2) 环境风险评价

本项目涉及的主要危险物质为盐酸，盐酸储存于拟建试验井场的盐酸储罐（ 25m^3 ），盐酸储罐露天布置，四周设 0.5m 高围堰，围堰内侧做防腐防渗处理。由 1.5.2 小节中 5) 可知，本项目大气和地下水的环境风险评价工作等级为简单分析。

(1) 环境风险识别

本项目危险物质为试验井场浸出剂配制过程中使用的盐酸。盐酸为无色或微黄色发烟液体，有刺鼻的酸味，具有腐蚀性、强刺激性，可致人体灼伤。浓盐酸具有极强的挥发性，挥发出的氯化氢与空气中的水蒸气作用形成酸雾。接触盐酸蒸气或烟雾，可引起急性中毒，出现眼结膜炎，鼻及口腔膜有烧灼感，鼻孔、牙龈出血，气管炎等。眼和皮肤接触可致灼伤。

(2) 环境风险分析

①大气环境风险分析

本项目设有值班人员，盐酸储罐如发生泄漏可以在短时间内发现，并对泄漏的盐酸进行收集处理，不会出现盐酸雾长时间在空气中扩散的情况。由于有围堰的阻挡，及时将泄漏的盐酸收集后硫酸雾即停止外排，再通过大气稀释扩散，其产生的影响将会在短时间内得到消散，对周围环境和人员造成的影响是可以接受的。

②地下水环境风险分析

本项目盐酸储罐建设在围堰之内，围堰内侧进行防渗层处理，如发生泄漏可通过泵等对盐酸进行回收，泄漏的盐酸不会出现外流或下渗影响地下水的情况，不会对周围地下水环境造成影响。

(3) 环境风险防范措施及应急措施

本项目盐酸储罐周围设置整体围堰，围堰尺寸为 $5\text{m}\times 18\text{m}\times 0.5\text{m}$ ，除去储罐基础所占空间外，围堰内的有效容积为 27.5m^3 ，可以满足一个盐酸储罐（ 25m^3 ）泄漏溶液贮存量。围堰内设置应急泵，一旦发生盐酸储罐泄漏事故，可立即启动应急泵，将泄漏的盐酸及时回收至备用储罐（ 25m^3 ）中。围堰内侧壁及地面均作防渗、防腐处理，防止污染地下水。

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

9 建设项目拟采用的防治措施及预期治理效果

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

生态保护措施及预期效果：

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	施工围挡、洒水抑尘、厂房通风	氦气及非放射性废气处理	5
二	地下水	井场监测井	浸出液流散预防措施	98
		蒸发池监测井	蒸发池废水泄漏预防措施	12
三	废水	洗井设施	洗井废水处理	2
		蒸发池	工艺废水处理	24
四	噪声	低噪设备、隔声挡板、设备维护保养	噪声防治	8
五	固体废物	泥饼池	钻井泥浆处置	2
		废机油桶、防渗膜、处置	废机油处置	1
		固体废物间	废旧设备及零配件处置	3
六	生态恢复	绿化、复垦	钻孔施工场地及管线铺设后，恢复原始地貌	10
合计				165

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，该公司配有安全环保管理人员，全面负责本项目施工期和试验期的管理、监测和检查等工作，并确保各项环保设施的正常运行。其主要职责包括：

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

2) 编制、提出项目的施工期和运行期的环境保护计划和污染防治计划以及环境保护工作的长远规划。

3) 制定环境管理规章制度以及各种污染物排放控制指标。

4) 在建设阶段负责监督环保措施的施工、安装、调试等，落实工程的“三同时”计划，运行阶段，定期检查环保设施的运行情况，并根据存在的问题提出改进意见。

5) 做好污染物达标排放，维护环保设施正常运转，协同市、县生态环境局解答和处理公众提出的环境保护方面的意见和问题。

6) 组织开展职工的辐射防护教育和工作人员的技术培训，不断提高辐射防护工作人员的素质和全矿职工的自我保护意识。

7) 领导并组织项目的辐射环境监测工作，建立源项监测档案，定期向核工业集团公司和环保部门上报监测报表。

8) 与政府生态环境主管机构密切配合，接受检查和指导。

11.2 监测计划

11.2.1 施工期监测计划

本项目施工期不涉及流出物监测，施工期环境监测计划见表 11.2-1。

表 11.2-1 施工期环境监测方案

序号	监测内容	监测位置	监测频次	监测项目
1	空气	施工场界四周	1 次/季度（施工时）	TSP、NO _x 、SO ₂
2	地下水	代表性试验井 6 个	试验开展前，开展 1 次地下水取样监测。	U _{天然} 、pH、Cl ⁻ 、Mn
			试验开展前，开展第 2 次地下水取样监测，与第一次至少间隔 1 个月。	U _{天然} 、 ²²⁶ Ra、 ²¹⁰ Pb、 ²¹⁰ Po 及 pH、K ⁺ 、Na ⁺ 、Ca ²⁺ 、Mg ²⁺ 、Cl ⁻ 、SO ₄ ²⁻ 、CO ₃ ²⁻ 、HCO ₃ ⁻ 、Fe、Mn、Se、As、Pb、Mo、F ⁻ 、氨氮和总溶解性固体。
		监测井	试验开展前，委托有资质单位开展 1 次地下水取样监测。	U _{天然} 、 ²²⁶ Ra、 ²¹⁰ Pb、 ²¹⁰ Po 及 pH、K ⁺ 、Na ⁺ 、Ca ²⁺ 、Mg ²⁺ 、Cl ⁻ 、SO ₄ ²⁻ 、CO ₃ ²⁻ 、HCO ₃ ⁻ 、Fe、Mn、Se、As、Pb、Mo、F ⁻ 、氨氮和总溶解性固体。
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

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

11.2.2 运行期监测计划

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

1) 流出物监测

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

表 11.2-2 流出物的监测计划

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

2) 常规环境监测

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

表 11.2-3 试验期常规环境监测计划

序号	介质	监测位置	监测项目	频次
1	空气	①水冶厂最大风频下风向边界处； ②居民点：牧民张家； ③对照点：昌汗沟。	^{222}Rn 及其子体、	1 次/季度
		盐酸罐下风向 18m 处。	HCl	1 次/半年
2	陆地 γ 辐射	同空气监测点位。	γ 辐射空气吸收剂量率	1 次/半年
3	地下水	①居民点：牧民张家、毛布拉格孔兑； ②井场内上层含水层监测井、井场外围含矿含水层监测井以及蒸发池监测井； ③对照点：昌汗沟。	$U_{\text{天然}}$ 、Mn、Cl、pH	1 次/季度
			^{226}Ra 、 ^{210}Pb 、 ^{210}Po	1 次/半年
4	土壤	①居民点：牧民张家； ②对照点：昌汗沟。	$U_{\text{天然}}$ 、 ^{226}Ra 、Cd、As	1 次/半年
5	生物	①居民点：牧民张家； ②对照点：昌汗沟。	$U_{\text{天然}}$ 、 ^{226}Ra 、 ^{210}Pb 、 ^{210}Po	1 次/年

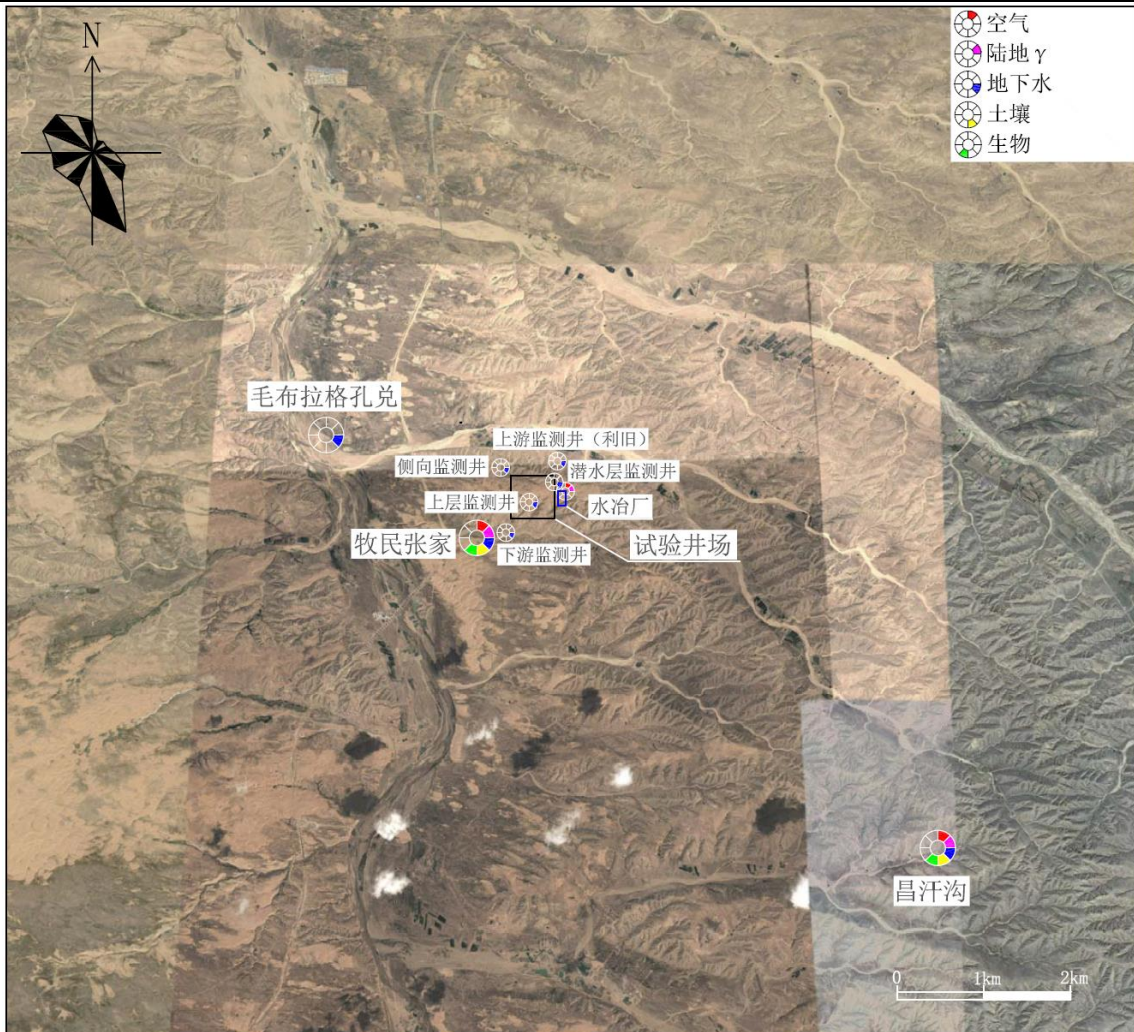


图 11.2-1 试验期常规环境监测布点图

11.2 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	氦气浓度	HJ 1212-2021	电子氦气检测仪
	氡子体浓度	EJ 378-1989	α 测量仪
	HCl	HJ549-2016	电子天平
	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	

监测项目		监测方法	仪器设备
土壤	U _{天然}	GB/T 14506.30-2010	电感耦合等离子体质谱仪
	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，项目新建分析室，可自行监测地下水中 pH 和 U_{天然}，其余监测项目委托有资质单位进行监测。

流出物和环境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》（HJ61-2021），以保证获得的测量结果和评价结论使当时的和以后的主管部门和使用部门确信是正确的。

针对本项目特点，在监测过程中应注意：

1) 人员

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

2) 采样的质量控制

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

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

3) 样品的分析测试

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

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

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

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

采集的样品要有一部分长期保留，以便随时抽检；监测结果要永久保存。

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

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

12 退役治理与长期监护

本项目的实施，存在试验成功与失败两种情形。

1) 如果试验成功，需采取以下环保措施：

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

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

(3) 本项目试验井场将地浸工程的井场，与地浸工程井场的退役治理统筹考虑。

2) 如果试验失败，需采取以下环保措施：

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

12.1 退役治理

1) 退役目标

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。

土壤中 ^{226}Ra 残留量控制值：本项目退役治理阶段的地表设施主要为浸出液处理厂房和集控室，根据《铀矿冶辐射防护和辐射环境保护规定》（GB23727-2020），该地表设施土地去污整治后，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。

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

设备、管线在运输过程中，根据《铀矿冶辐射防护和辐射环境保护规定》（GB23727-2020），其包装容器和运输车辆外 α 表面污染水平 $\leq 4\text{Bq/cm}^2$ 、 β 表面污染水平 $\leq 40\text{Bq/cm}^2$ 。

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

地表工程退役治理采用拆除、去污、清挖、覆土等方式对污染区域进行治理。井场的井孔进行封闭，拆除各井孔内的设备，对井孔进行扫孔，最后进行注浆封堵。试验场地治理采用原地覆盖技术，确保达到控制水平。地表设备和管道，分别应用物理、化学去污等方法进行去污治理，遵循相关标准和规范的规定进行处理处置。

(2) 地下水修复

地下水修复是指采用合适的物理、化学以及生物等方法，使地下水环境得到恢复或接近原有水平。若本项目试验失败，意味着该试验矿段铀矿不能进行很好的浸出，则地下水修复工艺应相对简单。偏保守考虑，根据国内外地浸采铀工程的实践，可采用地下水修复方案为：地下水抽出—地下水处理—处理后的清洁水回注修复含水层—还原剂注入—抽注入井交替循环—修复后观察。具体如下：

①将残留的地下浸出液抽出；

②抽出的地下水经地表处理后，重新注入井场，以加速地下水修复；

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

④将抽出井改为注入液、将注入井改为抽液运行，进行抽注孔的交替循环；

⑤地下水修复后，进行不少于一年的地下水水质稳定性监测，在确保地下水水质修复稳定后，填实封闭所有钻孔。

12.2 长期监护

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

13 结论与建议

1、结论

1) 项目概况

巴音青格利铀矿床（北部）地浸试验研究为原地浸出采铀试验研究项目，位于内蒙古鄂尔多斯市杭锦旗东部，研究周期为 3 年。项目总投资 4812.65 万元，其中环保投资 165 万元。现场建设内容主要为巴音青格利铀矿床（北部）地浸试验采铀现场试验。

2) 工程分析结论

(1) 工艺流程

本项目采用原地浸出采铀工艺，浸出工艺为中性浸出，浸出剂为 CO_2+O_2 。井场工艺流程主要包括浸出液输送、吸附、注液增压、注液分配、浸出剂注入含矿含水层等环节；浸出工艺流场主要包括袋式过滤器过滤→离子交换吸附→淋洗→沉淀→压滤等工序，最终得到“111”产品。

(2) 污染物的产生及处理

废气：本项目气载流出物主要来自集液罐、浸出液处理厂房和蒸发池， ^{222}Rn 的释放量分别为 $3.39\times 10^{10}\text{Bq/a}$ 、 $1.92\times 10^{10}\text{Bq/a}$ 和 $1.14\times 10^9\text{Bq/a}$ 。集液罐释放的氡气在罐口处稀释扩散，浸出液处理厂房主要通过厂房整体通风后排入大气稀释扩散，蒸发池通过大气自然稀释扩散；本项目非放射性废气主要为施工扬尘和运行期盐酸罐盐酸挥发产生的 HCl ，经预测， HCl 的最大落地浓度出现在 18m 处， HCl 的最大落地浓度为 $0.14\mu\text{g}/\text{m}^3$ ，贡献值较低，满足《大气污染物综合排放标准》（GB16297-1996）周界外浓度最高点限值要求，且对最近居民点牧民张家处贡献值较小，满足《环境影响评价技术导则 大气环境》（HJ 2.2-2018）附录 D 中参考限值要求。

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

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

MVR 结晶盐暂存于固体废物间，实验室废物作为一般固体废物处理，废机油通过专用桶收集后定期交由具备危险废物处置资质的单位处置；施工人员生活垃圾通过寝车集中收集外运处理；试验人员生活垃圾在集中收集后外运处理。

噪声：本项目噪声源主要为风机、水泵及空压机等，单机噪声源强均小于 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、地下水以及土壤中放射性水平与区域本底水平基本相当；生物指标均满足《食品中放射性物质限制浓度标准》（GB14882-94）的限值要求；农用地土壤非放射性监测因子满足《土壤环境质量 农用地土壤污染风险管控标准（试行）》（GB15618-2018）标准要求；声环境满足《声环境质量标准》（GB3096-2008）中 2 类标准要求；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。

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）试验期环境影响分析

大气环境影响：本项目 ^{222}Rn 释放所致周边关键居民点为评价中心 WSW 方位 0.32km 处的牧民张家，空气中 ^{222}Rn 为 $2.83 \times 10^{-3} \text{Bq/m}^3$ ，公众个人剂量最大值为 $6.05 \times 10^{-5} \text{mSv/a}$ ，远低于 0.01mSv/a 剂量约束值的要求，不会对该居民点造成明显影响；盐酸罐排放的盐酸雾最大落地浓度占标率为 0.28%，出现在 18m 处，非放射性污染物排放对环境的影响较小。

地下水环境影响：在试验期末第 2a 时，含矿含水层中特征污染物 $U_{\text{天然}}$ 、Mn 和 Cl⁻ 向下游最大迁移距离分别为 67m、58m 和 72m，侧向最大迁移距离分别为 59m、54m 和 62m，上游最大迁移距离分别为 42m、40m 和 45m。此外，由于本项目含矿含水层顶底板均相对稳定，含矿含水层中的地下水越流至潜水层或其他承压水层的可能性很小，对环境的影响不大，也不会对公众造成附加照射剂量；

固体废物环境影响：本项目试验过程中产生的洗井残渣和浸出液过滤残渣暂存于蒸发池，废旧设备及零配件和 MVR 结晶盐暂存于固体废物间，试验人员生活垃圾在集中收集后外运处理，不会对周围环境产生影响。

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

5) 项目可行性结论

本项目产生的污染物均采取了有效的防治措施，污染物处置措施合理，生态保护措施可行。试验运行过程中对地下水、大气、声环境、生态等环境的影响可以接受；公众受照剂量满足剂量管理目标值的要求。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。

2、建议

定期对地下水监测井进行取样监测，发现地下水异常立即采取相应措施。

附录 1 估算模式计算公式及参数

一、大气扩散模式

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

AERMOD 中既适用于 CBL 也适用于 SBL 的通用浓度公式为：

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

式中：

Q—源强，即污染物单位时间排放量；

\tilde{u} —有效风速；

p_y 、 p_z —概率密度函数 pdf，分别表示横向和垂直方向的浓度分布。

1) 对流条件下 CBL 中的浓度

对于本项目来说，主要考虑地面直接源对下风向浓度的影响，其浓度计算公式为：

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

式中：

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

u—排气筒出口处风速；

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

j=1 或 2，分别代表上升和下沉部分。

2) 稳定条件下 SBL 中的浓度

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

式中：

z_{ieff} —有效机械混合层高度；

h_{es} —烟羽高度（烟囱高度加烟气抬升高度）；

F_y —横向分布函数（有迂回）。

在机械混合层高度之上，湍流一般较弱，因此，烟羽的垂直混合也比较小。

AERMOD 定义了一个有效机械混合层高度 z_{ieff} ，按下式限定烟羽反射的最大高度：

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

当 $z_r \geq z_{ieff}$ 时，不考虑有效反射面。

3) 污染物扩散过程中的衰减作用

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

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

$$\text{或 } D = 1 \quad (\psi = 0)$$

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

式中：

ψ —污染物的衰减系数；

$T_{1/2}$ —污染物的半衰期，s。

4) 面源计算模式

对于面源，AERMOD 采用数值积分的处理方法，计算公式如下：

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

式中：

Q_A —面源释放率， $\text{g}/\text{m}^2 \cdot \text{s}$ ；

K —单位转换系数；

D —污染物衰减项；

σ_y —水平扩散系数，m；

σ_z —垂直扩散系数，m；

u_s —排放源高度处的风速， m/s ；

V —垂直扩散项，与污染源高度、受体点高度、烟气抬升、混合层高度、重力沉降与干沉降等因素有关。

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

二、剂量估算模式

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

1) 公众个人剂量

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

式中：

C_{Rn} — ^{222}Rn 浓度， Bq/m^3 ；

T — 受照时间， h ，全年取 8760h；

DF_{Rn} — ^{222}Rn 及其子体剂量转换因子，取 $2.44 \times 10^{-6} \text{mSv}/\text{Bq} \cdot \text{h} \cdot \text{m}^{-3}$ 。

2) 公众集体剂量

集体剂量估算与评价范围及评价范围内的人口数有关，计算公式如下：

$$S = \sum_{i=1}^{96} (E_i \times R_i)$$

式中：

S — 集体剂量， $\text{Sv} \cdot \text{人}/\text{a}$ ；

E_i — i 子区的个人剂量代表值， Sv/a ；

R_i — i 子区的人口数，人。

预审意见:

公章

经办人:

年 月 日

下一级环境保护行政主管部门审查意见:

公章

经办人:

年 月 日

审批意见:

经办人:

公 章

年 月 日

注 释

一、本报告表应附以下附件、附图：

附件 1 立项批准文件

附件 2 其他与环评有关的行政管理文件

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

附图 2 项目平面布置图

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

1.大气环境影响专项评价

2.水环境影响专项评价（包括地表水和地下水）

3.生态影响专项评价

4.声影响专项评价

5.土壤影响专项评价

6.固体废物影响专项评价

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

附件

附件 1: 环境影响评价委托书;

附件 2:《关于巴音青格利铀矿床(北部)地浸试验研究实施方案的批复》,中铀发(2024)17号,2024年2月;

附件 3:《杭锦旗自然资源局关于内蒙古自治区杭锦旗巴音青格利铀矿详查探矿权新立申请核查意见的请示》杭自然资报(2022)189号 2022年4月。

附件 4:《鄂尔多斯市生态环境局关于巴音青格利铀矿床(北部)地浸试验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 2024年2月。

附件 5:《巴音青格利铀矿床(北部)地浸试验研究环境质量现状监测》(2023-1155-1),核工业东北分析测试中心,2023年9月20日;

附件 6:《巴音青格利铀矿床(北部)地浸试验研究环境质量现状监测》(2023-1155-2),核工业东北分析测试中心,2024年1月16日。

环评委托书

中核第四研究设计工程有限公司：

根据《中华人民共和国环境保护法》、《中华人民共和国环境影响评价法》和《建设项目环境保护管理条例》的有关规定，现委托贵单位承担《巴音青格利铀矿床（北部）地浸试验研究环境影响报告表》的编制工作，请根据国家法律法规要求尽快开展工作。

特此委托。

中核内蒙古能源有限公司

2023年7月24日



中国铀业股份有限公司文件

中铀发〔2024〕17号

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

中核内蒙古矿业有限公司：

你公司上报的《关于开展巴音青格利铀矿床（北部）地浸试验研究的请示》（中核蒙矿发〔2023〕214号）收悉。经研究，同意你公司按程序开展研究，现将有关事项批复如下：

一、研究目标

以“整体设计、统筹协调、分步实施”为原则，针对巴音青格利矿床北部开发存在的技术难题，开展地浸采铀条件试验研究，评价矿床北部地浸开发可行性；依据条件试验结果启动扩大试验研究，对巴音青格利铀矿床（北部）II号矿层地浸开采

进行技术经济评价,获取工业设计所需要的运行控制参数及技术经济指标,为工业化开采提供设计参数。

二、研究内容及实施方案

(一) 条件试验阶段

针对 II 号矿层主要矿层(体)进行评价,在试验块段筛选合适的试验点,完成试验井网布置优化研究,确定试验区井网设计、成井工艺;进行水文地质试验研究,获得试验点水文地质参数及横向连通特征;通过室内浸出试验研究和现场条件试验研究,分析浸出过程影响因素并验证浸出工艺,获得初步浸出工艺条件和参数,研究内容包括:

- 1.井网设计及水文试验研究;
- 2.基于三维 CT 扫描的室内浸出试验研究;
- 3.现场浸出试验研究。

试验规模:在巴音青格利(北部)布置一个试验点,试验点构建 2 个“五点型”抽注单元,施工抽液钻孔 2 个,注液钻孔 6 个,观测孔 2 个,工程量约 4800m。

(二) 扩大试验阶段

在条件试验基础上,开展扩大试验,解决研究区域主要开发技术难题,基于数字化应用研究,构建试验井场数字化软件平台,实现井场数据自动化采集和传输。针对研究区矿体分布特征和矿物成分特征,针对性开展井网布置方案研究和浸出液全流程处理工艺技术研究,完成 16 组单元的扩大试验,结合

工程建设经验，进行巴音青格利（北部）技术经济评价，最终获取工业生产所需要的技术经济指标及运行控制参数，研究内容包括：

1. “游隼型”矿体井网布置研究；
2. 浸出液全流程处理工艺技术研究；
3. 地浸过程数字化应用；
4. 矿床开发技术经济评价。

试验规模：在条件试验单元周围继续增加 14 个抽注单元，形成 16 组单元的扩大试验规模，新增钻探工程量共计 17500m。新增试验钻孔 33 个，包括抽液孔 14 个，工程量 7000m；注液孔 19 个，工程量 9500m；观测孔 2 个，工程量 1000m。

三、主要成果及技术指标

（一）预期技术指标

1. 条件试验阶段：

平均单孔抽液量： $\geq 8.0\text{m}^3/\text{h}$ ；

试验期间浸出液平均铀浓度： $\geq 15\text{mg/L}$ ；

试验期间浸出液铀浓度峰值： $\geq 25\text{mg/L}$ ；

2. 扩大试验阶段：

平均单孔抽液量： $\geq 7.0\text{m}^3/\text{h}$ ；

试验期间浸出液平均铀浓度： $\geq 30\text{mg/L}$ ；

试验期间浸出液铀浓度峰值： $\geq 35\text{mg/L}$ ；

（二）预期成果

形成年度总结报告 3 份，阶段性试验报告 3 份，研究总报告 1 份。

四、研究周期及重要节点

本项目计划研究周期为 2024 年 3 月至 2026 年 12 月，为期 34 个月，具体安排如下：

2024 年 3 月，完成试验点评价和条件试验钻孔井网设计；

2024 年 9 月前，完成试验钻孔施工、室内浸出试验和水冶厂房土建工作；

2024 年 10 月至 2024 年 12 月，完成现场水文试验、水冶厂房安装等工作；

2025 年 1 月至 2025 年 4 月，完成条件试验现场浸出工艺的论证、优化浸出液处理系统等工作，当浸出液浓度上升至 15mg/L 时，开始准备下一阶段试验设计及工程建设；

2025 年 5 月至 2025 年 11 月，完成扩大试验开发方案设计、钻孔施工，开始水冶厂房建设安装；

2025 年 12 月至 2026 年 4 月，完成扩大试验浸出方案室内试验、完成井场和水冶厂房设备安装，初步具备运行条件；

2026 年 5 月至 2026 年 12 月，完成浸出液铀浓度提升研究、处理系统优化、水冶回收率优化等工作。

2026 年底，完成项目成果总结，形成技术报告等。

五、承担单位及研究经费

项目承担单位为中核内蒙古能源有限公司;项目研究经费4812.65万元,由中核内蒙古能源有限公司自筹。

请你公司组织项目承担单位加强项目组织管理,周密安排部署,保证项目质量,加快项目推进;加强试验选址论证,确保试验点具有代表性,要充分认识到矿床条件的复杂性,加强矿区内断层对地浸开采产生的影响研究,同时按照相关规定开展项目矿权、环境影响评价、进场手续办理等工作,为工业项目建设奠定基础。研究制定试验项目安全和环保保障方案,确保项目安全施工、标准化施工和按规定处置废弃物,并于本批复下达后报中国铀业安防环保部审查。在试验过程中,你单位要加强高水平协同创新,集中优质研究资源开展创新联合攻关,确保高质量完成研究工作,成果及时转化应用。

附件:经费预算表



附件:

总经费概算表

序号	名称	金额(万元)	
		条件试验	扩大试验
1	材料费	234.92	688.7
2	专用费	56.44	90
3	外协费	534.2	2012.5
4	燃料动力费	17.5	69.3
5	事务费	82.76	221.91
5.1	其中,外场作业 及野外试验相 关费用	35.7	89
6	工资及劳务费	279.88	399.84
合计		1241.41	3571.24
		4812.65	

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

中国铀业股份有限公司综合办公室

2024年2月20日印发

杭锦旗自然资源局文件

ᠬᠠᠭᠢᠨ ᠵᠢᠨᠠ ᠵᠢᠨᠠ ᠵᠢᠨᠠ ᠵᠢᠨᠠ ᠵᠢᠨᠠ ᠵᠢᠨᠠ ᠵᠢᠨᠠ ᠵᠢᠨᠠ

杭自然资报〔2022〕189号

签发人：折晓光

杭锦旗自然资源局 关于内蒙古自治区杭锦旗巴音青格利 铀矿详查探矿权新立申请核查意见的请示

杭锦旗人民政府：

根据《国土资源部关于进一步规范矿业权申请资料的通知》（国土资规〔2017〕15号）要求，我局对中核内蒙古能源有限公司提交的“内蒙古自治区杭锦旗巴音青格利铀矿详查”探矿权新立申请有关情况进行了核查，该申请属自然资源部发证权限，

现将具体核实情况报告如下：

一、探矿权申请人：中核内蒙古能源有限公司，申请勘查主矿种为铀，申请区块面积 87.82 平方公里，申请区块坐标（2000 国家大地坐标系）：

- 1、108.5021, 40.0759;
- 2、108.5021, 40.0318;
- 3、108.5457, 40.0228;
- 4、108.5607, 40.0326;
- 5、108.5609, 40.0511;
- 6、108.5751, 40.0610;
- 7、108.5751, 40.0759。

二、根据鄂尔多斯市生态环境局杭锦旗分局、杭锦旗林业和草原局、水利局的回复意见及我局的核实情况，申请范围不在重要饮用水、集中式饮用水水源保护区和堤防等重要水利工程范围内、基本农田、不在城市规划区范围，不涉及拟划定生态红线和自然资源信访事项、未进行过行政处罚；国家地质公园等限制禁止勘查开采区域范围内，申请范围林地变更成果数据涉及乔木林地 21.8897 公顷、涉及国家特别规定灌木林地 505.0804 公顷、涉及未成林造林地 37.3461 公顷、涉及宜林地 3256.5849 公顷、涉及其他无立木林地 446.2032 公顷、未经审批已变为建设用地的无立木林地 28.9763 公顷、涉及天然草原 3867.0380 公顷、不涉及自然保护区；杭锦旗文化和旅游局提出申请区范围内地表未

发现古遗迹现象及其他文物；杭锦旗交通运输局提出申请范围涉及既有公路一条；村道格点盖-亚希拉图公路，规划公路一条；县道杨四圪咀-公其日格公路。

三、申请范围符合相关产业政策要求，申请区块范围在我旗境内不属于国家法律、法规规定的不宜设置矿业权的区域。

四、探矿权申请人无违反矿产资源法律法规行为及违法行为。根据上述情况，请旗人民政府批复该探矿权新立申请。

- 附件: 1. 关于申请新立内蒙古自治区杭锦旗巴音青格利铀矿详查探矿权的函(中核蒙能源函〔2022〕2号)
2. 鄂尔多斯市生态环境局杭锦旗分局关于内蒙古杭锦旗巴音青格利铀矿是否涉及水源地保护区的复函(杭环函〔2022〕163号)
3. 杭锦旗林业和草原局关于内蒙古杭锦旗巴音青格利铀矿详查探矿权新立是否涉及林地、草原及自然保护区的复函(杭林草函〔2022〕269号)
4. 杭锦旗水利局关于内蒙古杭锦旗巴音青格利铀矿详查探矿权新立征求意见的复函(杭水函〔2022〕151号)
5. 杭锦旗文化和旅游局关于内蒙古杭锦旗巴音青格利铀矿申请区选址范围内文物调查情况的复函(杭文旅行审函〔2022〕17号)
6. 杭锦旗交通运输局关于查询内蒙古杭锦旗巴音青格

利铀矿详查探矿权新立范围内公路现状的函(杭交
函〔2022〕137号)



杭锦旗自然资源局

2022年4月29日印发

-4-

鄂尔多斯市生态环境局

鄂尔多斯市生态环境局关于 巴音青格利铀矿床（北部）地浸试验研究 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“巴音青格利铀矿床（北部）地浸试验研究”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

（一）环境空气执行《环境空气质量标准》（GB3095-2012）中二级标准；

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

（三）声环境执行《声环境质量标准》（GB3096-2008）中 2 类标准；

（四）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

（一）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；

（二）废水污染物排放执行《城市污水再生利用城市杂用水水质》（GB/T18920-2020）绿化、道路清扫等用水标准限值；

（三）施工期场界噪声执行《建筑施工场界环境噪声排放标准》（GB12523-2011）中相关要求，运行期厂界噪声执行《工业企业厂界环境噪声排放标准》（GB12348-2008）中2类标准。

三、辐射环境标准

（一）《电离辐射防护与辐射源安全基本标准》（GB18871-2002）；

（二）《铀矿冶辐射防护和辐射环境保护规定》（GB23727-2020）；

（三）《铀、钍矿冶放射性废物安全管理技术规定》（GB14585-1993）。





核工业东北分析测试中心 监测报告

报告编号：2023-1155-1

委托单位：中核第四研究设计工程有限公司

项目名称：巴音青格利铀矿床北部地浸试验研究环境质量现状监测

监测参数：U_{天然}、²²⁶Ra、²¹⁰Pb、²¹⁰Po、²²²Rn 等

取样日期：2023-08-11~2023-08-14

监测类别：委托

报告页数：11 页

中心主任（签章）：



报告签发人：王学印
签发日期：2023年9月20日

职务：主任

职称：正高

说 明

- 1、监测报告无“监测机构公章”和“检测报告专用章”无效；
- 2、结果报告无“报告签发人”签字无效；
- 3、结果报告不能随意改动，未经审核批准而更改的报告无效；
- 4、结果报告仅对监测时段内所采集、委托、监测的样品负责；
- 5、未经书面批准，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 日之内提出；
- 7、检测余样、副样按收样时商定的事宜处理，一般情况下固体副样保存三个月；
- 8、结果报告副本和检测原始记录保存六年。

单位名称：核工业东北分析测试中心

单位地址：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：13019387686，024-86276510

传真：024—89759560

E-mail: wangyux9@163.com

核工业东北分析测试中心

监测报告

监测项目： 环境空气中氡(²²²Rn)、氡(²²²Rn)子体 α 潜能、HCl、TSP、SO₂、NO_x 报告编号： 2023-1155-1
 监测日期： 2023-08-11~2023-08-13 监测依据： HJ1212-2021； EJ378-1989； HJ549-2016； HJ1263-2022； HJ482-2009； HJ 479-2009
 气象参数： 晴-多云； 20~30℃； 西北-北-南风， 1.6~4.3 m/s； 86.2~87.7kPa

序号	监测编号	监测地点	氡(²²² Rn)			氡(²²² Rn)子体 α 潜能			HCl		
			第一天 Bq/m ³	第二天 Bq/m ³	第三天 Bq/m ³	第一天 nJ/m ³	第二天 nJ/m ³	第三天 nJ/m ³	第一天 mg/m ³	第二天 mg/m ³	第三天 mg/m ³
1	DQ-01	拟建场址	8.50	9.46	8.10	22.4	31.2	23.8	/	/	/
2	DQ-02	牧民张家	8.55	9.70	9.71	27.6	30.3	29.1	<0.02	<0.02	<0.02
3	DQ-03	毛布拉格孔克	8.40	9.04	9.95	19.5	27.9	23.7	<0.02	<0.02	<0.02
4	DQ-05	白音补拉格嘎查	9.27	8.87	9.82	24.3	25.4	21.7	<0.02	<0.02	<0.02
5	DQ-04	昌汗沟	8.78	8.44	8.00	27.7	19.7	19.8	/	/	/

序号	监测编号	监测地点	TSP			SO ₂			NO _x		
			第一天 μg/m ³	第二天 μg/m ³	第三天 μg/m ³	第一天 mg/m ³	第二天 mg/m ³	第三天 mg/m ³	第一天 mg/m ³	第二天 mg/m ³	第三天 mg/m ³
1	DQ-01	拟建场址	/	/	/	/	/	/	/	/	/
2	DQ-02	牧民张家	103	98	104	0.007	0.008	0.007	0.006	0.008	0.009
3	DQ-03	毛布拉格孔克	100	95	92	0.008	0.007	0.007	0.008	0.007	0.008
4	DQ-05	白音补拉格嘎查	95	97	99	0.007	0.008	0.007	0.008	0.007	0.010
5	DQ-04	昌汗沟	/	/	/	/	/	/	/	/	/

打印：祁峰



校核：HMF

核工业东北分析测试中心

监测报告

监测项目：环境 γ 辐射剂量率 报告编号：2023-1155-1
 监测日期：2023-08-11~2023-08-12 监测依据：HJ1157-2021

序号	监测编号	监测地点	环境地表 γ 辐射剂量率*, nGy/h			
			最小值	最大值	平均值 (n=20)	标准偏差
1	Hy1	拟建场址	93	99	96	2
2	Hy2	牧民张家	78	97	88	6
3	Hy3	毛布拉格孔兑	87	97	92	3
4	Hy4	白音补拉格嘎查	91	100	95	3
5	Hy5	昌汗沟	96	108	103	4

注：未扣除宇宙射线响应

打印：祁峰

校核：WJ

核工业东北分析测试中心

监测报告

监测项目：环境噪声 报告编号：2023-1155-1
 监测日期：2023-08-11~2023-08-12 监测依据：GB3096-2008
 气象参数：晴-多云；20~29℃；西北-北风，1.6~4.0 m/s；86.5~87.7kPa

序号	监测编号	监测地点	第一天		第二天	
			L_d	L_n	L_d	L_n
			dB(A)	dB(A)	dB(A)	dB(A)
1	ZS-01	拟建场址	38	33	37	33
2	ZS-02	牧民张家	39	35	38	34

打印：祁峰

校核：何明

核工业东北分析测试中心 监测报告

监测项目：环境土壤氡析出率 报告编号：2023-1155-1
 监测日期：2023-08-11~2023-08-13 监测依据：EJ/T979-1995

序号	监测编号	监测地点	氡 (^{222}Rn) 析出率		
			第一天	第二天	第三天
			Bq/(m ² ·S)	Bq/(m ² ·S)	Bq/(m ² ·S)
1	DX-01	拟建场址	1.19E-02	9.16E-03	1.46E-02

打印：祁峰

校核：hjm-

核工业东北分析测试中心 监测报告

样品名称: 地下水 原样状态: 液 样品包装: 桶 样品数量: 7 检测类别: 委托 报告编号: 2023-1155-1
 取样日期: 2023-08-13~2023-08-14 检测日期: 2023-08-16~2023-09-20
 检测依据: HJ700-2014; GB/T11214-1989; HJ813-2016; EJ/T859-1994; HJ898-2017; HJ899-2017; HJ776-2015; 《水和废水监测分析方法》(第四版)
 3.1.12 (1) -2002; HJ84-2016; HJ535-2009; HJ694-2014; GB/T 7467-1987; GB/T 11892-1989 ; GB 7477-1987; HJ/T51-1999; HJ1147-2020

序号	样品名称	样品编号	采样地点	U 系 ^{μg/L}	²²⁶ Ra mBq/L	²¹⁰ Po mBq/L	²¹⁰ Pb mBq/L	总 α Bq/L	总 β Bq/L	K ⁺ mg/L	Na ⁺ mg/L	Ca ²⁺ mg/L	Mg ²⁺ mg/L	CO ₃ ²⁻ mg/L
1	地下水	S-1	牧民张家	6.49	19.72	6.03	4.24	0.209	0.238	6.82	200	105	57.8	<5
2	地下水	S-2	昌汗沟	10.4	13.37	4.03	2.73	0.322	0.375	2.64	245	65.5	37.8	<5
3	地下水	S-3	毛登青格利沟	5.15	15.58	4.59	4.35	0.164	0.182	2.53	88.2	78.4	31.0	<5
4	地下水	S-4	毛布拉格孔克	9.38	14.29	3.88	5.20	0.309	0.376	4.74	210	123	58.9	<5
5	地下水	S-5	白音补拉格嘎查	8.89	16.58	6.76	5.48	0.272	1.68	55.7	430	13.9	0.04	360
6	地下水	S-6	水文孔 WB6	0.52	12.28	4.01	4.00	0.137	0.567	16.4	330	2.42	0.04	250
7	地下水	S-7	水文孔 WB1											

打印: 祁峰

校核: *hjm*

核工业东北分析测试中心

监测报告

样品名称: 地下水 原样状态: 液 样品包装: 桶 样品数量: 7 检测类别: 委托 报告编号: 2023-1155-1
 取样日期: 2023-08-13~2023-08-14 检测日期: 2023-08-16~2023-09-20
 检测依据: HJ700-2014; GB/T11214-1989; HJ813-2016; EJT859-1994; HJ898-2017; HJ899-2017; HJ776-2015; 《水和废水监测分析方法》(第四版)
 3.1.12 (1) -2002; HJ84-2016; HJ535-2009; HJ694-2014; GB/T 7467-1987; GB/T 11892-1989 ; GB 7477-1987; HJ/T51-1999; HJ1147-2020

序号	样品名称	样品编号	采样地点	HCO ₃ ⁻ mg/L	Cl ⁻ mg/L	SO ₄ ²⁻ mg/L	F ⁻ mg/L	NO ₃ ⁻ mg/L	NO ₂ ⁻ mg/L	NH ₃ -N mg/L	As μg/L	Hg μg/L	Cr ⁶⁺ μg/L	Zn μg/L
1	地下水	S-1	牧民张家 昌汗沟	290	135	182	1.85	124	<0.016	0.20	3.06	0.11	<4	2.07
2	地下水	S-2	毛登青格利沟	398	153	211	0.913	237	<0.016	0.043	2.78	0.16	<4	2.77
3	地下水	S-3	毛布拉格孔克	273	191	300	2.23	52.2	<0.016	0.067	2.98	0.04	<4	5.30
4	地下水	S-4	白音补拉格嘎查	290	73.1	142	0.643	34.1	<0.016	<0.025	1.59	0.13	<4	1.65
5	地下水	S-5	水文孔 WB6	506	202	215	0.553	94.3	<0.016	0.15	2.99	0.16	<4	7.13
6	地下水	S-6	水文孔 WB1	<5	210	132	1.50	0.615	<0.016	4.32	4.42	0.08	<4	29.3
7	地下水	S-7	水文孔 WB1	<5	120	150	1.53	0.734	<0.016	2.93	3.43	0.14	<4	15.4

打印: 祁峰

校核: *WJ*

核工业东北分析测试中心

监 测 报 告

样品名称: 地下水 原样状态: 液 样品包装: 桶 样品数量: 7 检测类别: 委托 报告编号: 2023-1155-1
 取样日期: 2023-08-13~2023-08-14 检测日期: 2023-08-16 ~2023-09-20
 检测依据: HJ700-2014; GB/T11214-1989; HJ813-2016; EJT859-1994; HJ898-2017; HJ899-2017; HJ776-2015; 《水和废水监测分析方法》(第四版)
 3.1.12 (1) -2002; HJ84-2016; HJ535-2009; HJ694-2014; GB/T 7467-1987; GB/T 11892-1989 ; GB 7477-1987; HJ/T51-1999; HJ1147-2020

序号	样品名称	样品编号	采样地点	Cu		Pb	Cd	Fe	Mn	Mo	COD _{Mn}	总硬度		pH
				μg/L	mg/L							mg/L	mg/L	
1	地下水	S-1	牧民张家	0.87	<0.01	3.60	<0.05	<0.01	0.81	5.00	<0.5	349	875	8.1
2	地下水	S-2	昌汗沟	1.14	<0.01	4.48	<0.05	<0.01	0.45	2.22	<0.5	501	1166	8.0
3	地下水	S-3	毛登青格利沟	3.06	0.02	4.07	<0.05	0.02	1.01	7.39	<0.5	321	1026	8.3
4	地下水	S-4	毛布拉格孔克	0.21	0.03	5.23	<0.05	0.03	2.56	2.46	<0.5	322	594	8.3
5	地下水	S-5	白普补拉格嘎查	1.32	0.06	3.74	<0.05	0.06	11.3	1.05	<0.5	553	1161	8.3
6	地下水	S-6	水文孔 WB6	1.18	0.57	38.7	<0.05	0.57	1.95	44.1	1.96	36.28	1202	12.0
7	地下水	S-7	水文孔 WB1	2.48	1.03	3.91	0.17	1.03	8.16	251	2.50	9.01	865	11.4

打印: 祁峰

校核: 

核工业东北分析测试中心

监测报告

样品名称: 土壤 原样状态: 固 样品包装: 袋 样品数量: 3 检测类别: 委托 报告编号: 2023-1155-1
 取样日期: 2023-08-13~2023-08-14 检测日期: 2023-08-16 ~2023-09-20
 检测依据: GB/T14506.30-2010; GB/T13073-2010; GB/T22105-2008; HJ491-2009; HJ 1082-2019; HJ962-2018

序号	样品名称	样品编号	采样地点	U _{天然}	As	Cd	Hg	Pb	Cr	Cr ⁶⁺	Zn	Ni	Cu	pH
				μg/g	μg/g	μg/g	μg/g	μg/g	μg/g	μg/g	μg/g	μg/g	μg/g	
1	土壤	BY-T1	拟建场址	1.41	10.2	0.11	<0.002	11.98	47.64	<0.5	35.58	19.43	14.86	8.75
2	土壤	BY-T2	牧民张家	1.34	10.3	0.14	<0.002	10.13	49.36	<0.5	37.27	17.11	16.18	8.78
3	土壤	BY-T3	昌汗沟	1.55	7.41	0.19	0.024	14.43	61.17	<0.5	63.88	27.26	23.07	8.29

打印: 祁峰

审核: 

核工业东北分析测试中心

监 测 报 告

样品名称： 玉米 原样状态： 固 样品包装： 袋 样品数量： 3 检测类别： 委托 报告编号： 2023-1155-1
 取样日期： 2023-08-13~2023-08-14 检测日期： 2023-08-16 ~2023-09-20
 检测依据： HJ840-2017； GB14883.6-2016； GB/T16145-2022； GB14883.5-2016

序号	样品名称	样品编号	采样地点	U 天然			
				²³⁸ U/kg (干)	²²⁶ Ra Bq/kg (干)	²¹⁰ Pb Bq/kg (干)	²¹⁰ Po Bq/kg (干)
1	玉米	BY-SW-01	拟建场址	1.32	0.059	0.046	0.054
2	玉米	BY-SW-02	牧民张家	1.18	0.065	0.047	0.051
3	玉米	BY-SW-03	昌汗沟	1.25	0.066	0.045	0.066

以下空白

打印： 祁峰

校核： *WJ*



核工业东北分析测试中心 监测报告



报告编号: 2023-1155-2

委托单位: 中核第四研究设计工程有限公司

项目名称: 巴音青格利铀矿床北部地浸试验研究环境质量现状监测

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

取样日期: 2023-12-02~2023-12-05

监测类别: 委托

报告页数: 11 页



中心主任 (签章):



报告签发人: 王学印

职务: 主任

职称: 正高

签发日期: 2024 年 1 月 16 日

说 明

- 1、监测报告无“监测机构公章”和“检测报告专用章”无效；
- 2、结果报告无“报告签发人”签字无效；
- 3、结果报告不能随意改动，未经审核批准而更改的报告无效；
- 4、结果报告仅对监测时段内所采集、委托、监测的样品负责；
- 5、未经书面批准，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 日之内提出；
- 7、检测余样、副样按收样时商定的事宜处理，一般情况下固体副样保存三个月；
- 8、结果报告副本和检测原始记录保存六年。

单位名称：核工业东北分析测试中心

单位地址：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：13019387686，024-86276510

传真：024—89759560

E-mail: wangyux9@163.com

核工业东北分析测试中心

监测报告

监测项目：环境空气中氡(²²²Rn)、氡(²²²Rn)子体 α 潜能、HCl、TSP、SO₂、NO_x 报告编号：2023-11155-2
 监测日期：2023-12-02~2023-12-04 监测依据：HJ1212-2021; EJJ378-1989; HJ549-2016; HJ1263-2022; HJ482-2009; HJ 479-2009
 气象参数：晴-多云; -10~7℃; 西北-西南-西风, 1.8~4.1 m/s; 86.3~87.5kPa

序号	监测编号	监测地点	氡(²²² Rn)			氡(²²² Rn)子体 α 潜能			HCl		
			第一天 Bq/m ³	第二天 Bq/m ³	第三天 Bq/m ³	第一天 nJ/m ³	第二天 nJ/m ³	第三天 nJ/m ³	第一天 mg/m ³	第二天 mg/m ³	第三天 mg/m ³
1	DQ-01	拟建场址	8.20	9.15	8.92	19.0	25.7	24.8	/	/	/
2	DQ-02	牧民张家	9.18	9.08	9.39	28.3	24.4	27.1	<0.02	<0.02	<0.02
3	DQ-03	毛布拉格孔兑	8.37	8.29	9.95	23.2	25.3	31.0	<0.02	<0.02	<0.02
4	DQ-05	白音补拉格嘎查	9.21	9.54	9.20	29.0	29.9	28.4	<0.02	<0.02	<0.02
5	DQ-04	昌汗沟	9.17	8.67	9.40	23.5	26.6	23.7	/	/	/

序号	监测编号	监测地点	TSP			SO ₂			NO _x		
			第一天 $\mu\text{g}/\text{m}^3$	第二天 $\mu\text{g}/\text{m}^3$	第三天 $\mu\text{g}/\text{m}^3$	第一天 mg/m ³	第二天 mg/m ³	第三天 mg/m ³	第一天 mg/m ³	第二天 mg/m ³	第三天 mg/m ³
1	DQ-01	拟建场址	/	/	/	/	/	/	/	/	/
2	DQ-02	牧民张家	92	105	103	0.007	0.007	0.007	0.008	0.010	0.008
3	DQ-03	毛布拉格孔兑	101	103	96	0.007	0.007	0.007	0.009	0.009	0.007
4	DQ-05	白音补拉格嘎查	102	94	98	0.007	0.007	0.006	0.009	0.007	0.008
5	DQ-04	昌汗沟	/	/	/	/	/	/	/	/	/

打印：祁峰

校核：JM

核工业东北分析测试中心

监测报告

监测项目：环境 γ 辐射剂量率 报告编号：2023-1155-2
 监测日期：2023-12-02~2023-12-03 监测依据：HJ1157-2021

序号	监测编号	监测地点	环境地表 γ 辐射剂量率*, nGy/h			
			最小值	最大值	平均值 (n=20)	标准偏差
1	Hy1	拟建场址	85	106	95	6
2	Hy2	牧民张家	76	104	89	8
3	Hy3	毛布拉格孔兑	81	103	93	6
4	Hy4	白音补拉格嘎查	84	107	95	6
5	Hy5	昌汗沟	88	111	102	8

注：未扣除宇宙射线响应

打印：祁峰

校核：何明

核工业东北分析测试中心

监测报告

监测项目: 环境噪声 报告编号: 2023-1155-2
监测日期: 2023-12-02~2023-12-03 监测依据: GB12348-2008
气象参数: 晴-多云; -7~7℃; 西-西南风, 1.8~4.0 m/s; 86.5~87.5kPa

序号	监测编号	监测地点	第一天		第二天	
			L_d	L_n	L_d	L_n
			dB(A)	dB(A)	dB(A)	dB(A)
1	ZS-01	拟建场址	37	34	37	34
2	ZS-02	牧民张家	38	35	39	35

打印: 祁峰


校核: 

核工业东北分析测试中心 监测报告

监测项目： 环境土壤氡析出率 报告编号： 2023-1155-2
 监测日期： 2023-12-02~2023-12-03 监测依据： EJ/T979-1995

序号	监测编号	监测地点	氡 (^{222}Rn) 析出率		
			第一天	第二天	第三天
			Bq/(m ² ·S)	Bq/(m ² ·S)	Bq/(m ² ·S)
1	DX-01	拟建场址	1.26E-02	1.31E-02	9.31E-03

打印：祁峰

校核：

核工业东北分析测试中心 监测报告

样品名称： 地下水 原样状态： 液 样品包装： 桶 样品数量： 7 检测类别： 委托 报告编号： 2023-11155-2
 取样日期： 2023-12-03~2023-12-04 检测日期： 2023-12-07 ~2024-01-15
 检测依据： HJ700-2014; GB/T11214-1989; HJ813-2016; EJT859-1994; HJ898-2017; HJ899-2017; HJ776-2015; 《水和废水监测分析方法》(第四版)
 3.1.12 (1) -2002; HJ84-2016; HJ535-2009; HJ694-2014; GB/T 7467-1987; GB/T 11892-1989 ; GB 7477-1987; HJ/T51-1999; HJ1147-2020

序号	样品名称	样品编号	采样地点	U 系		²²⁶ Ra mBq/L	²¹⁰ Po mBq/L	²¹⁰ Pb mBq/L	总 α Bq/L	总 β Bq/L	K ⁺ mg/L	Na ⁺ mg/L	Ca ²⁺ mg/L	Mg ²⁺ mg/L	CO ₃ ²⁻ mg/L
				μg/L	8.02										
1	地下水	S-1	牧民张家	8.02	8.02	15.59	6.01	4.48	0.265	0.292	3.39	173	62.1	46.2	<5
2	地下水	S-2	昌汗沟	5.77	5.77	19.99	7.07	4.62	0.178	0.244	5.53	198	105	58.1	<5
3	地下水	S-3	毛登青格利沟	10.5	10.5	12.38	4.77	2.71	0.288	0.326	2.49	252	65.6	37.1	<5
4	地下水	S-4	毛布拉格孔克	6.12	6.12	17.00	3.70	4.81	0.152	0.213	2.06	82.3	75.0	31.6	<5
5	地下水	S-5	白音补拉格嘎查	7.59	7.59	16.68	4.65	4.18	0.294	0.376	4.63	207	123	60.0	<5
6	地下水	S-6	水文孔 WB6	9.18	9.18	17.20	6.79	5.70	0.281	1.73	56.2	437	14.2	0.04	362
7	地下水	S-7	水文孔 WB1	0.64	0.64	12.32	4.24	4.23	0.136	0.585	19.1	326	2.38	0.04	245

打印：祁峰

校核：JM

核工业东北分析测试中心

监测报告

样品名称: 地下水 原样状态: 液 样品包装: 桶 样品数量: 7 检测类别: 委托 报告编号: 2023-1155-2
 取样日期: 2023-12-03~2023-12-04 检测日期: 2023-12-07 ~2024-01-15
 检测依据: HJ700-2014; GB/T11214-1989; HJ813-2016; EJ/T859-1994; HJ898-2017; HJ899-2017; HJ776-2015; 《水和废水监测分析方法》(第四版)
 3.1.12 (1) -2002; HJ84-2016; HJ535-2009; HJ694-2014; GB/T 7467-1987; GB/T 11892-1989 ; GB 7477-1987; HJ/T51-1999; HJ1147-2020

序号	样品名称	样品编号	采样地点	HCO ₃ ⁻		Cl ⁻	SO ₄ ²⁻	F ⁻	NO ₃ ⁻	NO ₂ ⁻	NH ₃ -N	As	Hg	Cr ⁶⁺	Zn
				mg/L	mg/L										
1	地下水	S-1	牧民张家	293	140	140	177	2.16	132	<0.016	0.20	3.12	0.12	<4	2.05
2	地下水	S-2	昌汗沟	385	149	198	198	0.966	248	<0.016	0.044	2.50	0.13	<4	3.27
3	地下水	S-3	毛登青格利沟	290	197	302	302	2.61	49.8	<0.016	0.076	2.78	0.05	<4	5.32
4	地下水	S-4	毛布拉格孔克	270	75.2	144	144	0.518	34.8	<0.016	<0.025	1.48	0.12	<4	1.48
5	地下水	S-5	白音补拉格嘎查	517	188	224	224	0.640	92.9	<0.016	0.16	3.58	0.14	<4	6.43
6	地下水	S-6	水文孔 WB6	<5	208	138	138	1.31	0.563	<0.016	4.88	5.24	0.09	<4	29.5
7	地下水	S-7	水文孔 WB1	<5	125	152	152	1.83	0.871	<0.016	3.31	3.20	0.16	<4	16.3

打印: 祁峰

校核: 

核工业东北分析测试中心

核工业东北分析测试中心 监测报告

样品名称: 地下水 原样状态: 液 样品包装: 桶 样品数量: 7 检测类别: 委托 报告编号: 2023-1155-2
 取样日期: 2023-12-03~2023-12-04 检测日期: 2023-12-07 ~2024-01-15
 检测依据: HJ700-2014; GB/T11214-1989; HJ813-2016; EJ/T859-1994; HJ898-2017; HJ899-2017; HJ776-2015; 《水和废水监测分析方法》(第四版)
 3.1.12 (1) -2002; HJ84-2016; HJ535-2009; HJ694-2014; GB/T 7467-1987; GB/T 11892-1989 ; GB 7477-1987; HJ/T51-1999; HJ1147-2020

序号	样品名称	样品编号	采样地点	Cu		Pb	Cd	Fe	Mn	Mo	COD _{Mn}	总硬度	TDS	pH
				μg/L	mg/L									
1	地下水	S-1	牧民张家	0.94	<0.01	3.92	<0.05	<0.01	0.77	5.91	<0.5	343	881	8.1
2	地下水	S-2	昌汗沟	0.97	<0.01	3.95	<0.05	<0.01	0.37	2.53	<0.5	499	1156	8.1
3	地下水	S-3	毛登青格利沟	3.55	0.02	4.62	<0.05	0.02	0.90	7.89	<0.5	316	1048	8.3
4	地下水	S-4	毛布拉格孔克	0.19	0.03	4.88	<0.05	0.03	3.00	2.60	<0.5	316	581	8.3
5	地下水	S-5	白音补拉格嘎查	1.12	0.05	3.99	<0.05	0.05	11.2	1.24	<0.5	558	1164	8.3
6	地下水	S-6	水文孔 WB6	1.14	0.49	37.7	<0.05	0.49	2.16	49.8	1.64	36.98	1215	11.9
7	地下水	S-7	水文孔 WB1	2.24	1.00	3.91	0.17	1.00	8.83	218	2.88	8.86	871	11.3

打印: 祁峰

审核: 

核工业东北分析测试中心

监测报告

样品名称: 土壤 原样状态: 固 样品包装: 袋 样品数量: 3 检测类别: 委托 报告编号: 2023-1155-2
 取样日期: 2023-12-03~2023-12-04 检测日期: 2023-12-07 ~2024-01-15
 检测依据: GB/T14506.30-2010; GB/T13073-2010; GB/T22105-2008; HJ491-2009; HJ 1082-2019; HJ962-2018

序号	样品名称	样品编号	采样地点	U _{天然}	As	Cd	Hg	Pb	Cr ⁶⁺	Zn	Ni	Cu	pH
				μg/g	μg/g	μg/g	μg/g	μg/g	μg/g	μg/g	μg/g		
1	土壤	BY-T1	拟建场址	1.35	10.3	0.12	<0.002	10.97	<0.5	34.15	19.03	14.17	8.74
2	土壤	BY-T2	牧民张家	1.31	9.44	0.14	<0.002	10.65	<0.5	37.45	17.36	15.73	8.79
3	土壤	BY-T3	昌汗沟	1.60	6.74	0.18	0.026	13.15	<0.5	62.08	27.05	22.34	8.28

打印: 祁峰

校核: *hjm*

核工业东北分析测试中心

监测报告

样品名称: 玉米 原样状态: 固 样品包装: 袋 样品数量: 3 检测类别: 委托 报告编号: 2023-11155-2
 取样日期: 2023-12-03~2023-12-04 检测日期: 2023-12-07 ~2024-01-15
 检测依据: HJ840-2017; GB14883.6-2016; GB/T 16145-2022; GB14883.5-2016

序号	样品名称	样品编号	采样地点	U _{总α}			
				μg/kg (干)	²²⁶ Ra Bq/kg (干)	²¹⁰ Pb Bq/kg (干)	²¹⁰ Po Bq/kg (干)
1	玉米	BY-SW-01	拟建场址	1.35	0.062	0.045	0.063
2	玉米	BY-SW-02	牧民张家	1.14	0.058	0.046	0.057
3	玉米	BY-SW-03	昌汗沟	1.26	0.054	0.051	0.061

以下空白

打印: 祁峰

校核: hmf