

鄂尔多斯盆地北部大型砂岩铀矿床地浸试验研究

环境影响报告表

中核矿业科技集团有限公司

2022年7月

鄂尔多斯盆地北部大型砂岩铀矿床地浸试验研究

环境影响报告表

中核矿业科技集团有限公司



鄂尔多斯盆地北部大型砂岩铀矿床地浸试验研究

环境影响报告表

中核矿业科技集团有限公司

法人代表：邢拥国

通讯地址：北京通州城区九棵树145号

邮政编码：101149



编制单位和编制人员情况表

项目编号	is2rkg		
建设项目名称	鄂尔多斯盆地北部大型砂岩铀矿床地浸试验研究项目		
建设项目类别	55--169铀矿开采、冶炼; 其他方式提铀		
环境影响评价文件类型	报告表		
一、建设单位情况			
单位名称 (盖章)	中核矿业科技集团有限公司		
统一社会信用代码	91110112MA01MDN5532		
法定代表人 (签章)	邢拥国		
主要负责人 (签字)	赵利信 赵利信		
直接负责的主管人员 (签字)	赵利信 赵利信		
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
连国玺	08351343508130377	BH018160	连国玺
2. 主要编制人员			
姓名	主要编写内容	信用编号	签字
连国玺	第1、2、13章	BH018160	连国玺
张云涛	第7、8章	BH018149	张云涛
葛佳亮	第3、4、5、6、9、10、11、12章	BH018159	葛佳亮

1 建设项目基本情况

项目名称	鄂尔多斯盆地北部大型砂岩铀矿床地浸试验研究				
建设单位	中核矿业科技集团有限公司				
法人代表	邢拥国	联系人	赵利信		
通讯地址	北京通州城区九棵树 145 号				
联系电话	010-51674327	传 真	—	邮政编码	101149
建设地点	内蒙古自治区鄂尔多斯市杭锦旗和达拉特旗				
立项审批部门	中国核工业集团有限公司	批准文号	中核科发(2021)144 号文		
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)	18363.9 (均为临时占地)	绿化面积(平方米)	18363.9		
总投资(万元)	2500	环保投资(万元)	283.5		
环保投资占总投资比例	11.34%	预期投产日期	2022 年		

1.1 建设单位概况

中核矿业科技集团有限公司由中核第四研究设计工程有限公司(核四院)与核工业北京化工冶金研究院(化冶院)重组整合而成,为铀矿冶领域国内唯一的科研、设计专业化院所和工程公司,经过 60 年的技术积累,形成了完善的科技创新体系,为我国核工业发展作出了历史性贡献。中核矿业科技集团有限公司秉承了两院的优良传承和“四个一切”核工业精神,融合两院资产、人员、资质、业务等资源,成为集基础科学研究及研产一体化、全过程工程设计咨询及总承包服务、产业孵化及建设运营等业务于一体的综合型科技集团公司,是国家天然铀及共伴生放射性资源综合利用的重要创新基地,是中国核工业集团有限公司基础研究、技术研发、成果转化及专业技术人才培养体系的重要组成部分,是中国铀业科技创新、工程总承包、科技成果转化、高科技企业孵化及深化国企改革的重要示范平台。

1.2 项目由来及必要性

天然铀是国家重要的战略性资源,在核工业发展中具有不可替代地位和作用。目前,我国天然铀产业重点由南方硬岩铀矿转向北方砂岩铀矿开发,形成了以北方砂岩铀矿大基

地为主体，南方硬岩铀矿山为补充的产能新格局。

2000年以来，鄂尔多斯盆地先后发现并落实了大营、纳岭沟、巴音青格利等一批大型、特大型砂岩铀矿床，为我国天然铀生产实现数千吨产能规模提升提供了资源保障。但是鄂尔多斯盆地北部砂岩铀矿开发面临一系列问题：巴音青格利矿床区域发育多层矿体，埋深较大，传统单层开发成本高，且区域矿层渗透性差异大，低渗透矿层开发难度较大；纳岭沟矿床区域铀煤叠置现象普遍，煤矿放水将导致铀矿层水位下降甚至疏干，影响铀矿的地浸开采。如果以上问题得不到妥善解决，可能造成十余万吨铀资源的巨大浪费。

基于以上难点，本项目通过开展鄂尔多斯盆地巴音青格利、纳岭沟周边等大型砂岩型铀矿床资源储量分级评价研究、浸出和工艺矿物学等室内试验研究、现场地质-水文地质试验研究、同井分割异步开采技术研究、低渗透铀矿层采矿环境再造技术研究、地浸采铀水位控制研究、现场条件试验研究，提高铀资源回收率，获得试验块段地浸开采工艺方案和参数，初步评价巴音青格利、纳岭沟周边等矿床地浸开采的技术经济可行性，为后期开采提供决策依据和技术支撑。

2021年5月15日，中国核工业集团有限公司下发了“第四代铀矿采冶技术研究与示范（第一阶段）（中核科发〔2021〕144号文）”对本项目进行了批复，根据《中华人民共和国环境影响评价法》、《建设项目环境影响评价分类管理名录》及《建设项目环境保护管理条例》的有关规定，本项目需开展环境影响评价并编制环境影响报告表。

根据《中华人民共和国环境影响评价法》中第十九条的要求，建设单位具备环境影响评价技术能力的，可以自行对其建设项目开展环境影响评价，中核矿业科技集团有限公司子公司中核第四研究设计工程有限公司具备环境影响评价技术能力，所以自行承担本报告表的编制工作。本项目成立了环境影响评价小组，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，委托有资质部门开展了环境质量现状监测，于2022年7月完成了报告表的编制工作并提交生态环境部审查，评价小组根据专家咨询审议意见（见附件6）对报告表进行了修改和完善，现提交生态环境部审批。

1.3 项目概况

1.3.1 项目概况

项目名称：鄂尔多斯盆地北部大型砂岩铀矿床地浸试验研究。

建设性质：新建。

研究周期：研究周期为3年。

建设单位：中核矿业科技集团有限公司。

建设地点：内蒙古自治区鄂尔多斯市杭锦旗和达拉特旗。

项目投资：本项目总投资 2500 万元，其中环保投资 283.5 万元。

1.3.2 项目内容

本项目为鄂尔多斯盆地北部大型砂岩铀矿床地浸试验研究项目，主要研究内容分为巴音青格利矿床和纳岭沟矿床两部分。其中，巴音青格利铀矿床包括五个子题，分别为子题一，浸出及工艺矿物学等室内试验研究；子题二，现场水文地质试验研究；子题三，同井分割异步开采技术研究；子题四，低渗透砂岩铀矿采矿环境再造研究；子题五，现场条件试验。纳岭沟铀矿床包括两个子题，分别为子题一，砂岩型铀矿床资源储量分级评价研究；子题二，地浸采铀水位控制技术研究。

根据研究内容，本项目巴音青格利铀矿床的子题一不涉及现场工程，子题二、子题三和子题四研究内容均以试验井场钻孔施工为基础，对周围环境的影响主要发生在钻孔施工过程中，子题五为现场条件试验研究，建设内容包括试验井场、吸附区及辅助设施，是本次环境影响评价的重点，其评价包含其它子题的施工期影响评价；纳岭沟铀矿床的子题一不涉及现场工程，子题二的现场内容为水力帷幕可行性试验，建设内容为水力帷幕水文井，其试验周期短、规模小且抽注的均是原始清洁地下水，对周围环境影响很小，因此仅评价钻孔施工过程中的环境影响。

综上所述，本项目的建设内容分为巴音青格利铀矿床现场条件试验（以下简称“条件试验”）和纳岭沟铀矿床水力帷幕试验（以下简称“水力帷幕试验”）两部分，建设内容概况见表 1.3-1。

表 1.3-1 项目建设内容概况

研究专题	类别	建设内容
条件试验	试验井场	试验井*个、监测井*个
		集控室*座
	吸附区	浸出液吸附厂房*座
		集液罐、配液罐、废水储罐、气体罐等生产设施 液体输送管线和气体供应管线等辅助设施
水力帷幕试验	水力帷幕水文井*个	

1.4 与项目有关的原有污染情况及主要环境问题

1.4.1 本项目与纳岭沟铀矿床前期项目的依托关系

建设单位与中核内蒙古矿业有限公司商定并签订相关协议（附件5），明确本项目条件试验及水力帷幕试验的部分设施依托纳岭沟现有扩大试验，且本项目条件试验及水力帷幕试验结束后将移交中核内蒙古矿业有限公司管理，并开展后续的扩大试验或工业试验，以及负责退役治理、长期监护等工作。若后续不再开展扩大试验及工业试验，由中核内蒙古矿业有限公司负责本项目条件试验及水力帷幕试验的退役治理及长期监护等工作。

纳岭沟铀矿床前期项目现状以及本项目与前期项目依托关系具体如下：

1) 纳岭沟铀矿床前期项目现状

纳岭沟铀矿床至今开展过纳岭沟铀矿床地浸采铀试验项目（纳岭沟条件试验），目前正在开展纳岭沟铀矿床地浸采铀现场扩大试验项目（纳岭沟扩大试验）和纳岭沟特大型砂岩铀矿地浸高效开采技术研究（高效开采技术研究项目）。

（1）纳岭沟条件试验项目

纳岭沟条件试验项目的建设单位为中核内蒙古矿业有限公司，规模为*组试验单元，共*个试验井。该项目于2012年9月28日取得了原国家环境保护部环评批复（环审〔2012〕269号），2013年12月开始开展试验，2016年3月并入扩大试验项目。

（2）纳岭沟扩大试验

纳岭沟扩大试验项目的建设单位为中核内蒙古矿业有限公司，规模为*组试验单元（包含条件试验*组单元），共*个试验井。该项目于2015年11月18日取得原国家环境保护部环评批复（环审〔2015〕245号），2015年12月开始建设，2016年3月完成了项目的建设，至今一直处于运行状态。

（3）高效开采技术研究项目

纳岭沟特大型砂岩铀矿地浸高效开采技术研究的建设单位为核工业北京化工冶金研究院，规模为*组试验单元，共*个试验井，紧邻布置在扩大试验井场西北方向。该研究项目于2022年3月26日取得国家生态环境部环评批复（环审〔2022〕34号），目前处于建设阶段。核工业北京化工冶金研究院与中核内蒙古矿业有限公司商定并签订协议，明确由中核内蒙古矿业有限公司负责该项目试验采区的运行、退役治理及长期监护。因此，本次评价将其与纳岭沟扩大试验项目统称为“纳岭沟扩大试验”以方便表述。

2) 依托关系分析

(1) 本项目条件试验依托工程

① 依托关系分析

本项目条件试验产生的饱和树脂运输至纳岭沟扩大试验浸出液处理厂房进行后续处理，处理后的贫树脂再运回本项目吸附厂房。此外，本项目条件试验井场保持抽大于注比例 0.5% 所产生的吸附尾液由废水转运车运输至纳岭沟扩大试验蒸发池进行蒸发处理。因此，本项目条件试验的依托工程为纳岭沟扩大试验浸出液处理厂房和蒸发池。

本项目条件试验与纳岭沟扩大试验海拔标高均在 1300~1600m 之间，其直线距离约 *km，其间有乡镇公路相连，路程约 *km，交通较为便利。运输路线周围居民较少，且不涉及自然保护区、风景名胜区等需要特别保护的区域，可以满足本项目饱和树脂及废水转运的道路要求。

② 饱和树脂处理能力分析

纳岭沟扩大试验浸出液处理厂房淋洗（转型）工序为单淋洗塔间歇操作，现配套设施单次可处理饱和树脂约 *m³，年处理饱和树脂能力约 *m³。目前，纳岭沟扩大试验实际年最大处理量约 *m³，剩余年处理能力约 *m³。本项目条件试验规模较小，试验运行期饱和树脂年最大产生量约 *m³，远小于纳岭沟扩大试验的饱和树脂剩余处理能力。因此，本项目条件试验饱和树脂依托纳岭沟扩大试验浸出液处理厂房进行后续处理是可行的。

③ 蒸发池接受能力分析

纳岭沟扩大试验现有及在建蒸发池共 *座，建筑面积分别为 *m² 和 *m²，深度均为 *m，池壁坡度 1:1。2 座蒸发池均为夯土式结构，底部及侧壁做土工膜防渗处理，防渗层下安装渗漏检测装置以便及时发现渗漏。蒸发池四周设截洪排水沟及围栏，迎风面设挡沙墙，以减少蒸发池落沙量，影响蒸发效果。

本项目排入纳岭沟扩大试验蒸发池的废水量约 *m³/a，以杭锦旗气象站多年平均气象数据保守计算得到该蒸发池剩余蒸发量为 *m³/a，可满足本项目的废水处理要求。杭锦旗气象站位于杭锦旗县城内，而纳岭沟扩大试验蒸发池位于植被不发育且气候极为干燥、蒸发量更大的干旱草原向荒漠草原过渡地带，计算所得的蒸发量偏保守。因此，根据纳岭沟扩大试验蒸发池近三年实际蒸发量计算结果，实际最低蒸发量为 *m³/a（2020 年），以此为依据计算得到剩余蒸发量为 *m³/a（详见“6.8.2.2 废水”），可满足本项目的废水处理要求。

④ 纳岭沟扩大试验浸出液处理厂房应急能力分析

纳岭沟扩大试验每天 24 小时安排专人进行巡视检查，定期对各类管道进行检查维护，若

发生事故性的跑、冒、滴、漏，最晚可在半小时内发现并启动应急措施。高效开采技术研究项目运行后，其最大抽液量为 $*m^3/h$ ，扩大试验最大抽液量为 $*m^3/h$ ，合计 $*m^3/h$ 。假设采取应急措施前所有液体全部泄漏，则最大泄漏量为 $*m^3$ 。纳岭沟扩大试验浸出液处理厂房以备用槽和贫液槽罐作为事故状态下泄漏液体的应急储存设施，泄漏的液体首先通过事故槽收集至事故池，然后在事故池内由泵输送至闲置备用槽及贫液槽储存，最终根据其铀浓度决定其进入浸出液处理系统或是排入蒸发池蒸发处理。高效开采技术研究项目运行后，闲置的备用槽和贫液槽共有*个，总容积约 $*m^3$ ，可满足泄漏液体的应急储存要求。

纳岭沟扩大试验浸出液处理厂房有*个闲置备用树脂塔，本项目饱和树脂运往纳岭沟扩大试验浸出液处理厂房后排入备用树脂塔中进行提铀处理，处理后的贫树脂直接排入树脂倒运罐车中，全程不占用闲置备用槽及贫液槽，也不会增大纳岭沟扩大试验浸出液量，不会增大大事故状态下泄漏液体的产生，因此不会对纳岭沟扩大试验浸出液处理厂房的应急能力产生影响。

(2) 本项目水力帷幕试验依托工程

本项目水力帷幕试验位于纳岭沟扩大试验和高效开采技术研究项目井场的西北侧，其用水、用电及试验人员的生活起居均依托纳岭沟扩大试验。

1.4.2 原有污染情况及主要环境问题

1) 巴音青格利铀矿床原有污染情况及主要环境问题

巴音青格利铀矿床仅开展过铀矿勘探，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，进行了合理有效地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) 施工过程中，水文地质钻孔下护壁套管及过滤器，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，巴音青格利铀矿床不存在原有遗留环境污染问题。

2) 纳岭沟铀矿床原有污染情况及主要环境问题

纳岭沟扩大试验运行期间，中核内蒙古矿业有限公司严格执行各项安全环保制度，目

前安全环保设施运行状况良好，至今未发生过环境纠纷、环境污染事故（件）和异常情况。

1.5 评价等级与评价范围

1.5.1 辐射环境

1) 条件试验

由于本项目条件试验规模较小，饱和树脂产生量较少，试验期仅需运输 1~2 次即可，对纳岭沟扩大试验浸出液处理厂房氨气产生量影响较小，不再单独对该部分其进行大气辐射环境预测，仅对吸附区源项进行大气辐射环境预测。因此，本项目条件试验辐射环境评价范围确定为以吸附区集液罐为中心，半径 20km 的地域范围。子区划分方法为以集液罐为圆心，以 1km、2km、3km、5km、10km、20km 为半径画 6 个同心圆，与圆心角 22.5° 的 16 个方位相交划分扇形区，共 96 个评价子区。

2) 水力帷幕试验

本项目水力帷幕试验钻孔施工过程中产生的钻井泥浆中 $U_{\text{天然}}$ 和 ^{226}Ra 为当地环境本底水平，产生的辐射均属于天然辐射照射范畴，不会对周围公众产生附加剂量。水力帷幕试验为全封闭抽注过程，且抽出和回注的均是原始清洁地下水，也不会对周围公众产生附加剂量。因此，本次评价不再单独对水力帷幕试验进行大气辐射环境影响预测，仅对其施工期产生的钻井泥浆等污染物进行环境影响评价。

1.5.2 非放射性环境

1) 大气环境影响评价等级与评价范围

本项目非放射性大气污染物为柴油发电机产生的燃油废气，主要为 SO_2 、 NO_x 和颗粒物。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：

$$P_i = \frac{C_i}{C_0} \times 100\% \quad (1.5-1)$$

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 1h 地面空气质量浓度， $\mu\text{g}/\text{m}^3$ ；

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 SO_2 、 NO_x 和颗粒物执行《环境空气质量标准》（GB 3095-2012）中 1h

平均质量浓度的二级浓度限值。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 SO₂、NO_x 和颗粒物的下风向浓度，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

污染物	排放高度 (m)	排气筒直径 (m)	排放流量 (m ³ /h)	排放速率 (kg/h)	出口温度 (°C)
SO ₂	3.0	0.05	136	0.032	180
NO _x				0.020	
颗粒物				0.0057	

表 1.5-3 大气环境影响估算结果

污染源名称	污染物	C _i (μg/m ³)	C _{oi} (μg/m ³)	P _i (%)	距离 (m)
柴油发电机	SO ₂	31.2	500	6.2	51
	NO _x	19.6	250	7.9	51
	颗粒物	5.5	900	0.6	51

经计算，本项目主要大气污染物最大占标率 P_{max} 为 7.9%。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二级，评价范围确定为：分别以条件试验及水力帷幕试验的各施工钻孔为中心，边长 5km 的矩形区域。

2) 地表水环境影响评价等级与评价范围

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

3) 地下水环境影响评价等级与范围

(1) 条件试验

由于《环境影响评价技术导则 地下水环境》(HJ 610-2016) 中附录 A—地下水环境影响评价行业分类表中没有对本项目条件试验所属行业类别进行分类，本次评价参照附录 A 中行业类别“H 有色金属中第 48 项(冶炼)”，其对应的地下水环境影响评价项目类别为

“I类”。本项目不涉及集中式水源地，项目周边有零星分散式水源地，分散式水源地的较敏感区距离计算如下式所示：

$$L = \alpha \times K \times I \times T / n_e \quad (1.5-2)$$

式中：

L —下游迁移距离，m；

α —变化系数，取 2；

K —渗透系数，根据地勘报告潜水含水层岩性及（HJ 610-2016）附录 B 表 B.1，保守取粉土质砂最大渗透系数 1.0m/d；

I —水力坡度，根据地勘报告水文地质图计算得到为 0.0008；

T —质点迁移参数，取值不小于 5000d，保守取 5000d (>2a)；

n_e —有效孔隙度，取经验值 0.25。

根据上式计算，本项目周边分散水源地 37.14m 范围内为较敏感区，本项目距离周边居民点的最近距离约 425m，且位于条件试验区的上游，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。根据条件试验所在区域水文地质条件划定评价范围：以试验井场为中心，向地下水下游（西南方向）延伸 1km，上游（东北方向）及两侧延伸 500m，评价区总面积 1.63km²。

（2）水力帷幕试验

由于《环境影响评价技术导则 地下水环境》（HJ 610-2016）中附录 A—地下水环境影响评价行业分类表中没有对本项目水力帷幕试验所属行业类别进行分类，而且水力帷幕试验规模较小、试验较短且抽出和回注的均是原始清洁地下水，不会对周围地下水环境造成影响。因此，本次评价不再对水力帷幕试验进行地下水环境影响评价等级划分，仅进行简单分析。

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），确定本项目声环境影响评价工作等级为二级，声环境影响评价范围为：条件试验为各施工钻孔及吸附区向外延 200m 区域；水力帷幕试验为各施工钻孔向外延 200m 区域。

5）环境风险评价等级与范围

本项目涉及的主要危险物质为钻孔施工钻探柴油发电机使用的柴油，施工期现场柴油最大储存量约 2400L，约 2.0t。根据《建设项目环境风险评价技术导则》（HJ 169-2018）及

附录 B，项目涉及风险物质使用量及临界量见表 1.5-4。

表 1.5-4 本项目 Q 值确定表

序号	危险物质名称	CAS 号	最大存在总量 q_n/t	临界量 Q_n/t	危险物质 Q 值
1	油类物质（柴油）	/	2.0	2500	0.0008
项目 Q 值					0.0008

由上表可知，本项目 Q 值为 $0.0008 < 1$ ，项目环境风险潜势为 I。根据《建设项目环境风险评价技术导则》（HJ/T169-2018），环境风险评价等级确定为简单分析。

6) 生态评价等级与范围

本项目条件试验占地面积约 $12113.9m^2$ ，水力帷幕试验占地约 $6250m^2$ ，总占地面积 $18363.9m^2$ ，均为临时占地。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 评价因子

根据本项目施工期特点及运行期生产工艺与污染物排放特点，确定本项目评价因子见表 1.6-1。

表 1.6-1 本项目评价因子一览表

时期	评价内容		评价因子
施工期	大气污染源		扬尘：TSP
			燃油废气：SO ₂ 、NO _x 、TSP
	废水污染源		施工废水：SS、泥沙等
			生活污水：COD、NH ₄ -N 等
	固废污染源	放射性污染物	钻井泥浆
		非放射性污染物	废机油、生活垃圾
	噪声		Leq (A)
生态		占地、动植物资源、水土流失、生态敏感区	
风险源		油类物质（柴油）	
运行期	大气污染源	放射性污染物	集液罐、浸出液吸附厂房废气： ²²² Rn
		非放射性污染物	/
	废水污染源	放射性污染物	吸附尾液、流散浸出液：U _{天然} 、 ²²⁶ R 等
		非放射性污染物	流散浸出液：Mn、Cl ⁻ 、SO ₄ ²⁻ 等
			洗井废水：SS、泥沙等
		生活污水：COD、NH ₄ -N 等	

	固废污染源	放射性污染物	浸出液吸附残渣、洗井残渣、 废旧设备及零配件
		非放射性污染物	生活垃圾
	噪声		Leq (A)

1.7 产业政策与“三线一单”相符性

1.7.1 产业政策相符性分析

本项目与《产业结构调整指导目录（2021年本）》（中华人民共和国国家发展和改革委员会令 第49号）、《内蒙古自治区主体功能规划》（2012年7月）、《内蒙古自治区草原管理条例》及《内蒙古自治区草原管理条例实施细则》等政策、区划及规划的相符性分析见表 1.7-1。

表 1.7-1 本项目产业政策相符性分析表

名称	相关内容	项目情况	相符性
《产业结构调整指导目录（2021年本）》	第一类鼓励类，“六、核能”中“1. 铀矿地质勘查和铀矿采冶、铀精制、铀转化”	本项目为地浸采铀试验研究项目	鼓励类
《内蒙古自治区主体功能区规划》	重点开发区域：是有一定经济基础、资源环境承载能力较强、发展潜力较大、集聚人口和经济的条件较好，应该重点进行工业化城镇化开发的城市化地区。同时，也必须保护好区域内的基本农田等农业空间，保护好森林、草原、水面、湿地等生态空间和合理利用区域内的矿产资源，也要提供一定数量的农畜产品和生态产品。	本项目位于国家级重点开发区域（呼包鄂地区），项目在建设时积极采取污染防治措施，能够保护好区域内的基本农田、草原等生态空间。此外，本项目为地浸采铀试验研究项目，有利于合理利用区域内的矿产资源。	符合
《内蒙古自治区草原管理条例》	第二十六条（1）：在草原上进行勘探、钻井、修筑地上地下工程等需要临时占用草原的，草原占用者应当根据草原权属，征得草原所有权或者使用权单位以及草原承包经营者的同意，报旗县级以上人民政府草原行政主管部门批准，按照规定的时间、区域和作业方式进行。占用期满，占用者应当恢复草原植被，并及时退还。	本项目建设前，建设单位将按照要求取得草原临时占用相关行政主管部门批准，并在占用期满后及时恢复退还临时占用的草原。	符合
	第二十六条（2）：临时占用草原的单位，应当按照被占用草原前五年平均饲养牲畜价值和年产经济植物价值之和，并按占用时限给予草原承包经营者一次性补偿；未承	本项目建设前，建设单位将按照要求进行临时占用草原补偿。	符合

	包经营的草原给予拥有草原所有权或者使用权的单位补偿。		
	第二十六条(3):临时占用草原的期限不得超过两年,不得在临时占用的草原上修建永久性建筑物和构筑物。	本项目临时占用草原期限未超过两年,且未在临时占用的草原上修建永久性建构物。	符合
《内蒙古自治区草原管理条例实施细则》	第三十六条:在草原上进行勘探、钻井、修筑地上地下工程等需要临时占用草原的,应当向旗县级以上人民政府草原行政主管部门提出申请,并提供相关作业活动的资料,依法办理草原临时作业许可证。	本项在建设前,建设单位将依法办理草原临时作业许可证。	符合
	第四十七条:在草原上从事建设活动的,应当进行环境影响评价,其环境保护措施、生态恢复工程应当与主体工程同时设计、同时施工、同时投入使用。	本项目将严格落实相关草原保护措施与主体工程“三同时”要求。	符合

1.7.2 “三线一单”相符性分析

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1.7-1。

优先保护单元共69个,面积占比为62.63%,主要包括鄂尔多斯市生态保护红线、自然保护地、集中式饮用水水源保护区等生态功能重要区和生态环境敏感区,该区域以生态环境保护优先为原则,依法禁止或限制大规模、高强度的工业开发和城镇建设,确保生态环境功能不降低。

重点管控单元共87个,面积占比为30.74%,主要包括工业园区、城市、矿区等开发强度高、污染排放量大、环境问题相对集中的区域,以及生态需水补给区等,该区域应不断提升资源利用效率,有针对性地加强污染物排放控制和环境风险防控,解决生态环境质量不达标、生态环境风险高等问题。

般管控单元共7个,面积占比为6.63%,优先保护单元、重点管控单元之外为一般管控单元,该区域主要落实生态环境保护基本要求。

根据项目占地与鄂尔多斯市环境管控单元叠图(图1.7-1),条件试验位于鄂尔多斯市

管控单元的一般管控单元，该区域主要落实生态环境保护基本要求；水力帷幕试验位于鄂尔多斯市管控单元的重点管控单元，该区域应不断提升资源利用效率，有针对性地加强污染物排放控制和环境风险防控，解决生态环境质量不达标、生态环境风险高等问题。本项目建设过程中采取有效的污染防治措施，有针对性地加强污染物排放控制和环境风险防控，严格落实各项生态环境保护要求，可以满足一般管控单元及重点管控单元的要求。

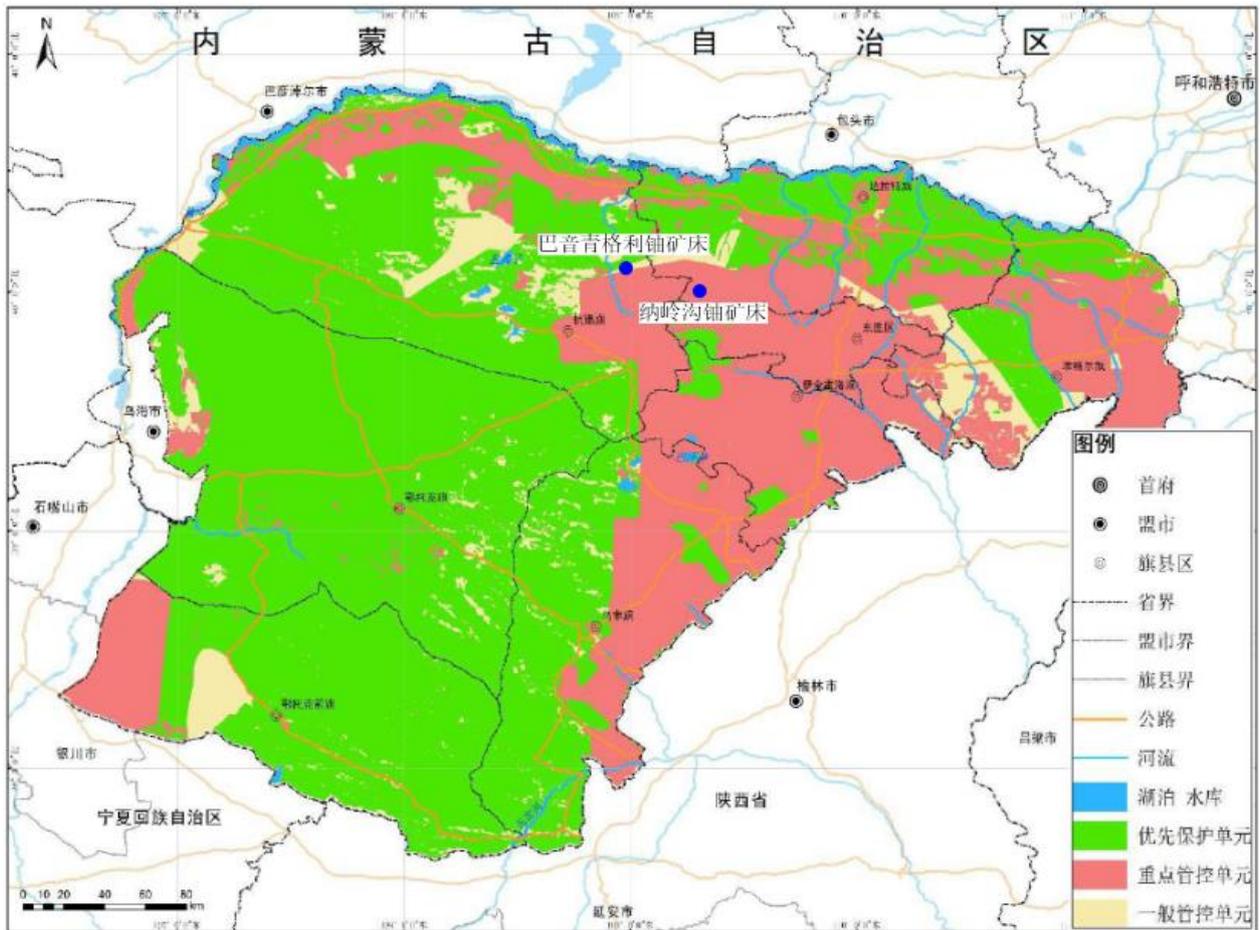


图 1.7-1 鄂尔多斯市环境管控单元图

本项目具体“三线一单”相符性分析如下：

1) 生态保护红线符合性

本项目占地范围内不涉及重要生态功能区、生态环境敏感区、脆弱区、生物多样性丰富、珍稀濒危物种集中分布区，满足生态保护红线控制要求。经建设单位与杭锦旗自然资源局核实，本项目条件试验未在生态保护红线内（见附件 1）。根据《纳岭沟特大型砂岩铀矿地浸高效开采技术研究环境影响报告表》（核工业北京化工冶金研究院，2022 年 2 月），本项目水力帷幕试验位于其研究用地范围内，不涉及生态保护红线。

2) 资源利用上线符合性

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 18363.9m²，均为临时占地，且大部分为施工占地，施工完毕后立即恢复地表原始地貌形态，占用土地资源较少；本项目条件试验附近有 380V 高压输电线和变压器，生产生活用水由居民水井提供，可满足试验生产及生活的要求；水力帷幕试验位于纳岭沟扩大试验附近，其用电、用水均依托纳岭沟扩大试验。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《2020 年内蒙古自治区生态环境状况公报》，鄂尔多斯市 2020 年 SO₂ 年均浓度 13μg/m³，NO₂ 年均浓度 25μg/m³，PM_{2.5} 年均浓度 24μg/m³，PM₁₀ 年均浓度 58μg/m³，CO 第 95 百分位 24h 平均浓度为 1.1mg/m³，O₃ 第 90 百分位最大 8 小时平均浓度为 148μg/m³。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。

本项目所在区域环境空气质量属于二类功能区，地下水属于 III 类功能区，声环境属于 2 类功能区。本项目施工期、试验运行期废气达标排放；废水不外排，对周边水环境影响较小；固体废物合理处理处置；噪声经采用低噪声设备、合理安排作业时间等措施后影响较小；本项目不涉及重大危险源，“三废”排放对周围环境影响很小，试验运行后可维持区域的环境质量等级，不会出现环境质量降级。总体而言，本项目的建设符合环境质量底线要求。

4) 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及达拉特旗，均未被列入《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，在采取有效的污染控制措施及生态恢复措施后，满足所在一般管控单元和重点管控单元的管控要求。

2 编制依据

法规 标准	<p>1) 法规</p> <p>(1) 《中华人民共和国环境保护法》2015年1月1日；</p> <p>(2) 《中华人民共和国环境影响评价法》2018年12月29日；</p> <p>(3) 《中华人民共和国放射性污染防治法》2003年10月1日；</p> <p>(4) 《中华人民共和国大气污染防治法》2018年10月26日；</p> <p>(5) 《中华人民共和国水污染防治法》2018年1月1日；</p> <p>(6) 《中华人民共和国固体废物污染环境防治法》2020年9月1日；</p> <p>(7) 《中华人民共和国噪声污染防治法》2022年6月5日；</p> <p>(8) 《中华人民共和国草原法》2021年4月29日；</p> <p>(9) 《中华人民共和国水土保持法》2011年3月1日；</p> <p>(10) 《建设项目环境保护管理条例》2017年10月1日；</p> <p>(11) 《建设项目环境影响评价分类管理名录》2021年1月1日；</p> <p>(12) 《国家危险废物名录（2021年版）》2021年1月1日；</p> <p>(13) 《产业结构调整指导目录（2021年本）》（中华人民共和国国家发展和改革委员会令 第49号）2021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> <p>(8) 《环境影响评价技术导则 铀矿冶》（HJ 1015.1-2019）；</p> <p>(9) 《电离辐射防护与辐射源安全基本标准》（GB 18871-2002）；</p> <p>(10) 《铀矿冶辐射防护和辐射环境保护规定》（GB 23727-2020）；</p> <p>(11) 《铀矿冶辐射环境监测规定》（GB 23726-2009）；</p> <p>(12) 《地浸采铀环境保护技术规定》（EJ/T 1007-2018）；</p>
----------	---

- (13) 《铀、钍矿冶放射性废物安全管理技术规定》（GB 14585-1993）；
- (14) 《环境空气质量标准》（GB 3095-2012）；
- (15) 《地下水质量标准》（GB/T 14848-2017）；
- (16) 《声环境质量标准》（GB 3096-2008）；
- (17) 《土壤环境质量 农用地土壤污染风险管控标准（试行）》（GB 15618-2018）；
- (18) 《大气污染物综合排放标准》（GB 16297-1996）；
- (19) 《建筑施工场界环境噪声排放标准》（GB 12523-2011）；
- (20) 《工业企业厂界环境噪声排放标准》（GB 12348-2008）；
- (21) 《一般工业固体废物贮存和填埋污染控制标准》（GB18599-2020）；
- (22) 《危险废物贮存污染控制标准》（GB18597-2001）及修改单（环境保护部2013年第36号公告）；
- (23) 《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）；
- (24) 《内蒙古自治区草原管理条例》2005年1月1日；
- (25) 《内蒙古自治区草原管理条例实施细则》2006年5月1日；
- (26) 《内蒙古自治区人民政府关于印发<内蒙古自治区主体功能区规划>的通知》（内政发[2012]85号，2012年7月27日）；
- (27) 《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）；
- (28) 《杭锦旗人民政府关于严禁非法开垦、放牧、凿井等破坏草原的通告》，杭锦旗人民政府，2019年11月12日；
- (29) 《达拉特旗人民政府关于严禁破坏草原林地的公告》，达拉特旗人民政府，2022年04月09日。

相关文件	<p>1) 《鄂尔多斯北部大型砂岩铀矿床地浸试验研究实施方案》，中核矿业科技集团有限公司，2021年5月；</p> <p>2) 《内蒙古鄂尔多斯市巴音青格利地区普查成果报告》，核工业二〇八大队，2020年12月；</p> <p>3) 《内蒙古鄂尔多斯市塔然高勒地区铀矿勘查成果报告》，核工业二〇八大队，2020年10月；</p> <p>4) 《鄂尔多斯北部大型砂岩铀矿床地浸试验研究项目环境质量现状监测》(2021-121)，核工业二〇八大队分析测试中心，2021年8月；</p> <p>5) 《鄂尔多斯北部大型砂岩铀矿床地浸试验研究项目环境质量现状监测》(2021-221)，核工业二〇八大队分析测试中心，2022年11月。</p>
------	---

3 建设项目所在地自然环境社会环境简况

3.1 地理位置

本项目条件试验位于内蒙古自治区鄂尔多斯市杭锦旗境内，水力帷幕试验位于内蒙古自治区鄂尔多斯市达拉特旗境内。

3.2 区域地形地貌

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

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。区内多年平均气温6.2℃，最高气温为36.6℃，最低气温为-31.4℃。年降雨量平均273.4mm，年蒸发量平均2498.7mm。区内风向随季节变化，11月至翌年2月以西北、西风为主，3~5月以西北、西、南、东南风为主，6~10月以南、东南风为主，每年最多风向为南、东南风。区内年平均风速3.5m/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2020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°，为一般站，与试验区距离约35.4km，地形和气象特征与试验区基本一致。地面气象参数为逐时数据，包括观测时间、风向、风速和温度等。

本次评价采用的高空气象数据采用中尺度气象模拟软件WRF模拟得到，模拟区域中心的地理坐标为东经108.66°、北纬39.88°，与试验区距离约29.1km。高空气象要素包括日期、气压、高度、干球温度、露点温度、风向和风速等，模拟时间段为2020年每日8时、20时两次。

根据杭锦旗气象站2020年逐时气象数据，本项目所在地区全年温度、风速月平均变化情况见表3.3-1和图3.3-1、图3.3-2，全年各风向风频见表3.3-2，各季和全年风向玫瑰图见图3.3-3。由表3.3-1和表3.3-2可知，评价区域年平均温度为7.4℃，年平均风速为4.4m/s，主导风向为SE~S，年静风频率为0.7%。

表 3.3-1 温度、风速月平均变化值

月份	1月	2月	3月	4月	5月	6月
温度 (°C)	-9.8	-6.8	1.8	11.6	14.5	20.5
风速 (m/s)	3.5	3.9	4.6	5.0	5.4	4.5
月份	7月	8月	9月	10月	11月	12月
温度 (°C)	22.1	19.8	16.1	7.7	-0.1	-8.1
风速 (m/s)	4.1	3.8	4.4	4.3	5.0	4.5

表 3.3-2 全年各风向风频

风向	N	NNE	NE	ENE	E	ESE	SE	SSE
频率 (%)	3.5	2.3	2.3	2.6	4.9	5.9	10.3	14.2
风向	S	SSW	SW	WSW	W	WNW	NW	NNW
频率 (%)	6.6	5.2	6.3	6.1	7.8	8.8	6.1	6.4

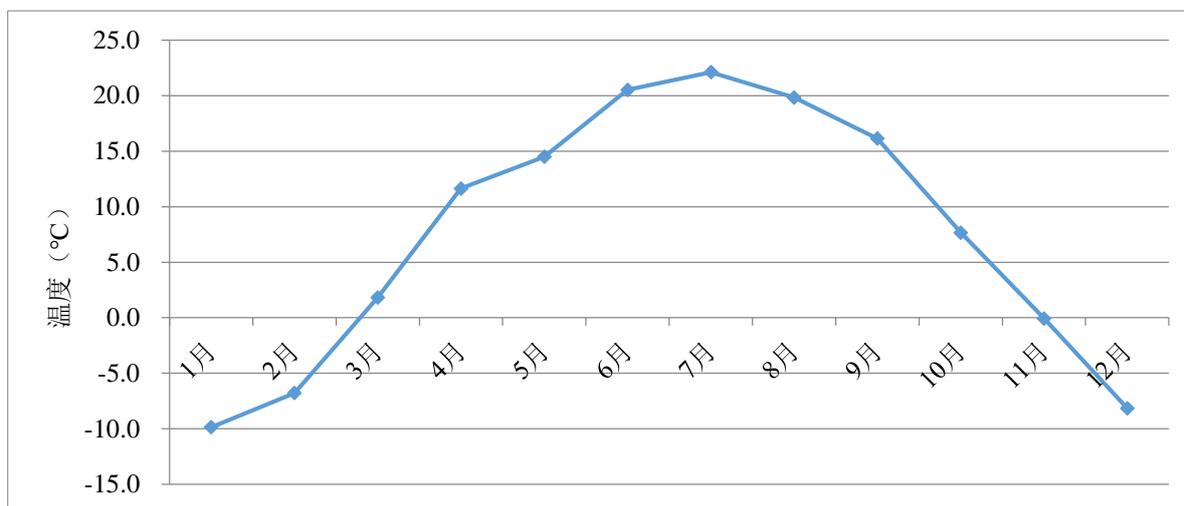


图 3.3-1 各月温度变化图

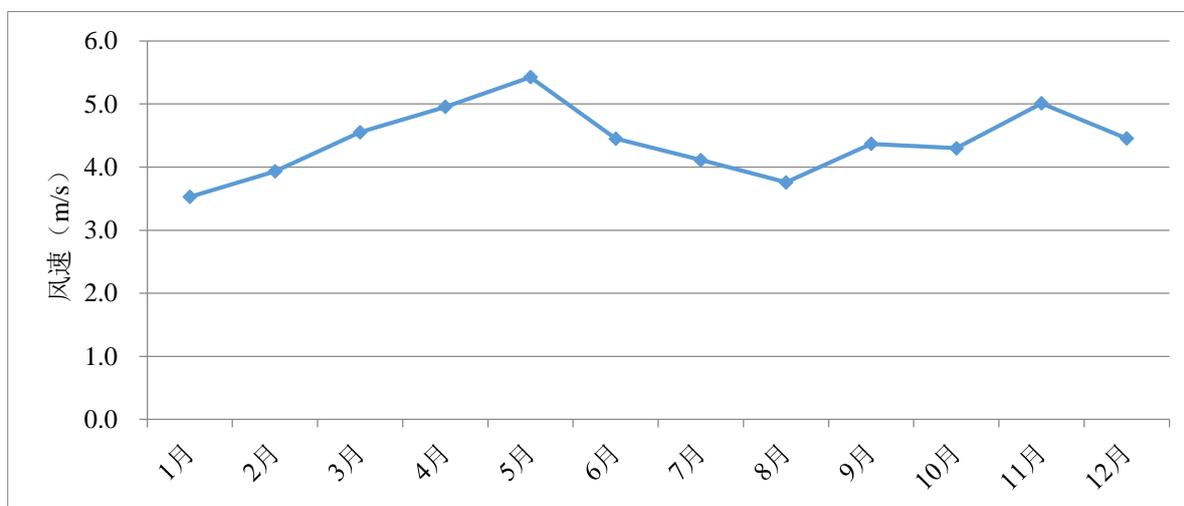


图 3.3-2 各月平均风速图

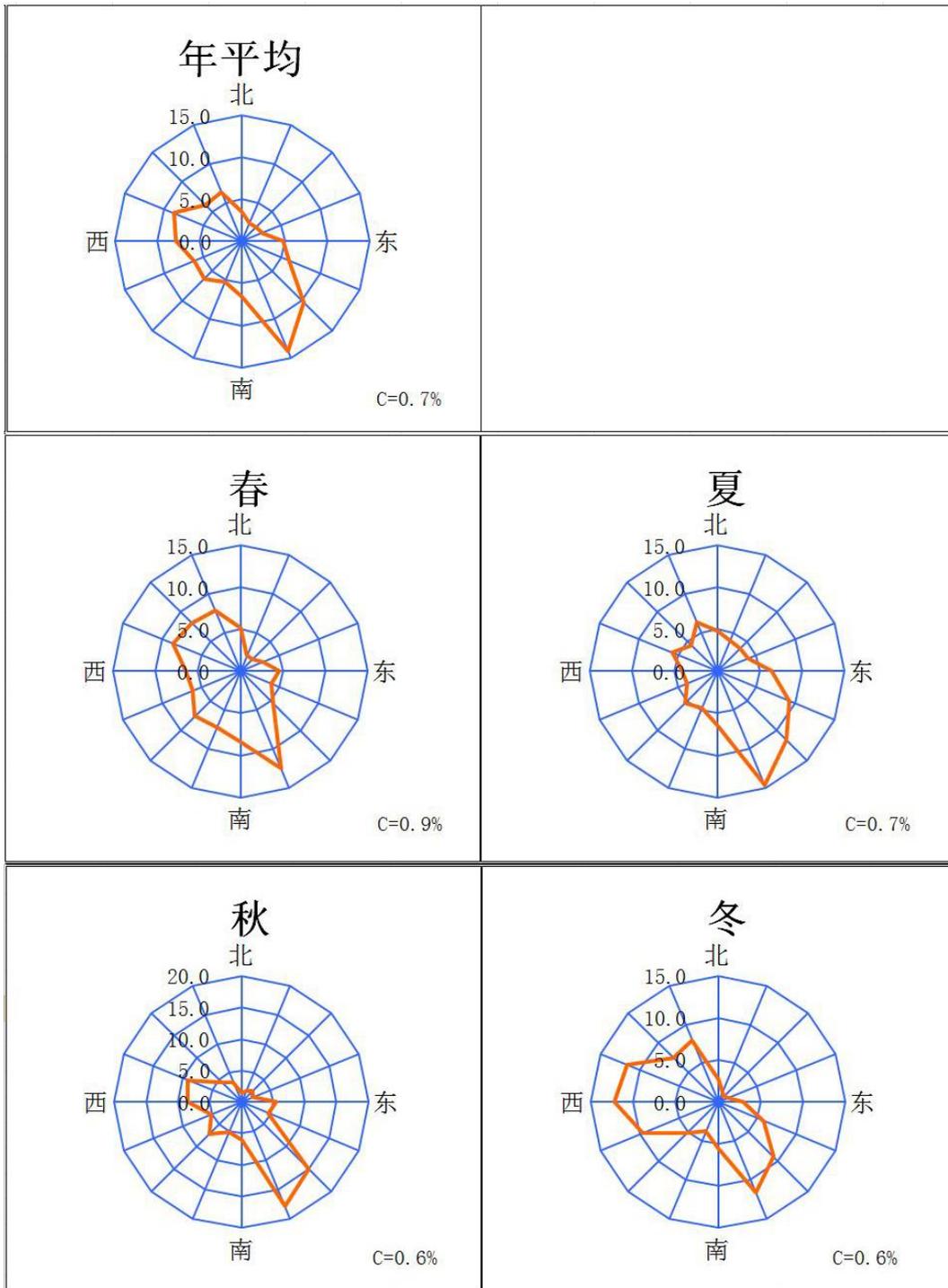


图 3.3-3 全年和各季风向玫瑰图

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、天斯图河、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；达拉特旗境内主要水系由黄河和 10 条季节性河流构成。其中，黄河为过境河流，季节性河川由西向东依次为毛布拉格孔兑、布日卡斯太沟、黑赖沟、西柳沟、罕台川、壕庆河、哈什拉川、母花沟、东柳沟、呼斯太河。

本项目条件试验评价区内多为季节性河流，河流水量受大气降水影响明显，主要有毛布拉格孔兑沟、塔拉沟等。区内沿毛布拉格孔兑沟分布较多小型湖泊，该类型湖泊多为人工挖沙后形成的人工湖泊，但由于常年降水量较少，部分湖泊已干涸；水力帷幕试验评价区内主要有布日卡斯太沟、黑赖沟等季节性河流。本项目周边地表水系图见图 3.4-1。

3.5 地质

本项目条件试验位于巴音青格利铀矿床，本节主要介绍巴音青格利铀矿床的地质特征。

3.5.1 地层特征

巴音青格利铀矿床地层由深到浅主要有中生界三叠系、侏罗系、白垩系、古近系、新近系和第四系。其中，中侏罗统直罗组为主要铀矿层位，延安组为主要产煤层位。下白垩统是盆地北部出露最广泛的地层，古近系和新近系零星出露，第四系大面积分布。各地层特征详见表 3.5-1。

表 3.5-1 鄂尔多斯盆地北部地质地层特征表

界	系	统	群组	代号	厚度 (m)	岩性特征	
新生界	第四系	/	/	Q	>5	砂土层、砂砾石层、淤泥	
	新近系	上新统		N ₂	>30	上部为粉砂岩与粉砂质泥岩互层，下部为砂砾岩、含砾砂岩	
	古近系	渐新统		E ₃	>157	中上部为土红、砖红色砂质泥岩、含钙质结核及化石，下部为泥岩夹石膏层，底部具不稳定砾岩	
中生界	白垩系	下统	志丹群	东胜组	K _{1ds}	<206	下部为黄绿色砾岩，上部为灰绿色砂岩与土红色泥质砂岩、砂质泥岩互层。
				涇川组	K _{1j}	<100	灰绿、砖红色泥岩夹细砂岩、泥灰岩、化石较丰富
				罗汉洞组	K _{1lh}	200~562	桔红、紫红、灰紫色细砂岩，具小型斜层理，下部为红色砾岩。含介形类、鳄类化石
				环河组	K _{1h}	281~768	灰绿、绿色砂岩具中小型斜层理，上部砂岩以橙红色为主，产大量脊椎动物化石
				洛河组	K _{1l}	83~390	红色砂岩，具大型斜层理

侏罗系	中统	安定组	J _{2a}	227	砖红、棕红色泥岩夹泥灰岩
		直罗组	J _{2z}	52~300	绿色、灰绿色泥岩、砂质泥岩、泥质粉砂岩和绿色、灰色砂岩，底部为含砾砂岩
		延安组	J _{2y}	166~450	灰白色长石砂岩、泥质粉砂岩、黑灰色砂质泥岩夹煤层
	下统	富县组	J _{1f}	130	杂色粉砂质泥岩与长石石英砂岩互层，夹铁质结核层
三叠系	上统	延长组	T _{3y}	>35	含砾砂岩夹粉砂质泥岩，砂岩中含龟背石
	中统	二马营组	T _{2e}	282	灰绿、灰白色砂岩夹紫红色泥岩
	下统	和尚沟组	T _{1h}	162	棕褐、棕红色泥质粉砂岩、粉砂质泥岩夹灰白色长石石英砂岩、含砾砂岩，泥岩中含铁质结核
		刘家沟组	T _{1l}	>141	浅粉红色、灰白色砂岩夹紫红色泥岩

3.5.2 矿体地质特征

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

I、II号矿层产出于直罗组下段下亚段。其中，I号矿层位于绿色古层间氧化带底部，规模最大，连续性好，是该区主矿层之一；II号矿层位于I号矿层上部，规模较小，呈透镜状，仅产出于主矿体南部。

III、IV、V号矿层产出于直罗组下段上亚段。其中，III号矿层、IV号矿层垂向上产于不同的氧化指下部，两个矿层垂向距离大于7m，IV矿层规模最大，连续性好，是该区另一主要矿层。V号矿层位于IV号矿层上部，与IV号矿层垂向距离大于7m主要发育于矿床北部，面积较小。

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。

3.6.2 矿床水文地质

本项目条件试验位于巴音青格利铀矿床，本节主要介绍巴音青格利铀矿床的水文地质特征。

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，地下水位埋深 1.0~8.50m，单井涌水量一般为 10~500m³/d，水质良好，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。该类地下水动态不稳定，季节性变化大，接受大气降水补给，从支沟向主沟汇集，总体由南向北迳流。除蒸发与人工开采排泄外，其余主要补给下伏含水层。

(2) 碎屑岩类裂隙孔隙水

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

①下白垩统(K₁)碎屑岩类含水岩组

该含水岩组在区内广泛分布且大面积出露地表，赋存潜水与承压水，潜水含水层位于上部，常与上覆第四系松散岩类孔隙水构成统一含水体，承压含水层位于下部。含水层岩性以砂岩、砂砾岩为主，夹有泥岩、粉砂岩。由于粉砂岩、泥岩不发育，呈透镜状，在区域上尚未构成相对稳定的隔水层。该地层厚度 200~500m，具有北东浅、南西深的特点。地下水位埋深为 100.0~150.0m，含水层的富水性受地形的影响较大，由于该区地形切割强烈，不利于大气降水的渗入补给，水量贫乏，单井涌水量 10~140m³/d，水化学类型为 HCO₃-Ca、HCO₃-Ca·Na、HCO₃-Na 或 HCO₃-Na·Mg 型。

②中侏罗统直罗组(J_{2z})碎屑岩类含水岩组

该含水岩组下伏于下白垩统含水岩组之下，在区内广泛分布，地下水类型为裂隙孔隙承压水。该含水岩组发育层状河流相砂体，砂体稳定分布，是砂岩型铀矿床发育的层位。其含(隔)水层及地下水特征将在“含矿含水层特征”一节中详细论述。

③中侏罗统延安组(J_{2y})碎屑岩类含水岩组

该含水岩组岩性由灰白色不同粒级砂岩与灰白色、灰黑色粉砂岩、泥岩、炭质泥岩及煤层频繁互层组成。含水层层数一般由 4~6 层，单层厚度几米至十几米，赋存裂隙孔隙承压水。含水砂岩中细砂岩、含砾砂岩为主，分选性较好，泥质胶结为主，局部钙质胶结，

结构较疏松，渗透性较差。地下水水化学类型为 $\text{Cl}\cdot\text{HCO}_3\text{-Na}$ ，矿化度 1.3g/L 。该含水岩组顶部岩性主要由灰色、深灰色泥岩、炭质泥岩、粉砂岩及薄煤层组成，厚度一般大于 3.0m ，在区域上构成稳定的隔水层。

2) 含矿含水层特征

巴音青格利铀矿床含矿含水层为中侏罗统直罗组(J_{2z})含水层，其自下而上可分为3个含水亚层，即直罗组下段下亚段含水层—第I含水层、直罗组下段上亚段含水层—第II含水层，直罗组上段含水层—第III含水层。其中，第I、II含水层为含矿含水层。

(1) 第I含水层

①岩性：含水岩性为以中砂岩、粗砂岩为主，其次为细砂岩和少量砾岩。结构疏松，泥质胶结为主，分选性中等，多呈次棱角状，粘粉质含量 $2.10\%\sim 11.70\%$ ，平均 8.40% 。

②厚度：一般为 $30\sim 80\text{m}$ ，最厚为 103.0m ，最薄仅有 11.0m ，平均厚度 54.2m 。其厚度的空间变化趋势为北薄南厚。其中厚度大于 30m 的含水层，几乎占据了矿床的大部分区域。厚度小于 20m 的含水层，仅分布于矿床北部且占据面积很小。

(2) 第II含水层

由于第II含水层中夹有厚度不等但在矿床内具有一定连续性的泥岩、粉砂岩隔水层，故将其分为II-1和II-2两个含水层，其中铀矿化主要产于II-1含水层。因此，重点介绍II-1含水层，其特征见如下：

①岩性：含水层岩性以中砂岩、粗砂岩为主，细砂岩次之，间夹有泥岩、粉砂岩，胶结疏松，泥质胶结为主，钙质胶结次之，分选性中等，多呈次棱角状，粘粉质含量约 10% 。

②厚度：厚度一般为 $30.0\sim 60.0\text{m}$ ，最小厚度 16.0m ，最厚达 69.0m ，平均为 37.0m 。其厚度的空间变化趋势为中间厚、南北两侧薄。在矿床西南部，含水层厚度小于 30m ，局部地段小于 30m ，其它地区含水层厚度为 $30\sim 60\text{m}$ ，分布范围较广，最厚达 96.0m 。在矿床北部部分地区受遭受剥蚀的影响，含水层厚度小于 20m 。

(3) 隔水层特征

①隔水底板：由延安组顶部稳定的灰色粉砂岩、泥岩及薄煤层组成，厚度 $2.0\sim 32.0\text{m}$ ，平均为 11.4m ，隔水性能好，在矿床内连续、稳定分布，与下含水层无水力联系。

②隔水顶板：岩性由褐红色、绿色、灰色、泥岩、粉砂岩、薄煤层等组成，厚度 $1.1\sim 51.7\text{m}$ ，平均厚度为 15.7m ，隔水性能好，在矿床内连续、稳定分布，与上含水层无水力联系。

(4) 水力性质

含矿含水层地下水位埋深 71.34~82.47m，由北向南增大；承压水头为 397.37~408.21m，由北向南增加。地下水径流受地层产状的控制，水力坡度平缓，为 1‰左右，由北东向南西顺地层缓慢径流；渗透性、富水性区域差异性较大，单井涌水量 188.81~233.76m³/d，单位涌水量 0.019~0.23L/s·m，渗透系数 0.11~1.37m/d，导水系数 3.59~66.5m²/d。

(5) 水化学特征

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

3.7 土地和水体利用

1) 土地利用

杭锦旗总土地面积 18814km²。其中，耕地面积 591km²，占比为 3.14%；园地面积 17km²，占比为 0.09%；林地面积 1723 km²，占比为 9.16%；草地面积 10325km²，占比为 54.88%；城镇村及工矿用地 110km²，占比为 0.58%；交通运输用地 47km²，占比为 0.25%；水域及水利设施用地 535km²，占比为 2.85%；其它未利用地 5467km²，占比为 29.05%；本项目条件试验占地类型为草地，周边 5km 范围内土地类型以草地为主，不涉及基本农田。

达拉特旗总土地面积为 8188km²。其中，农耕地面积为 888km²，占总土地面积 10.85%；园地面积 3.7km²，占总土地面积 0.04%；林地面积 708km²，占总土地面积 8.65%；草地面积 3742km²，占总土地面积 45.7%；居民用地面积 134.7km²，占总土地面积 1.64%；水域面积 432km²，占总土地面积 27.84%。水力帷幕试验占地位于纳岭沟扩大试验征地范围内，周边 5km 范围内土地类型以草地、林地和荒地为主，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，减去水权转换 1.3 亿 m³ 黄河水资源，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；达拉特旗水资源充沛，地下水、地表水、过境黄河水年可利用总量 4.5 亿

m³，全旗人均占有量约 1640m³。达拉特旗地下水年可开采量为 3.15 亿 m³，日可开采量为 89.29 万 m³。

本项目条件试验及水力帷幕试验周边 5km 范围内均无集中式饮用水源地及集中式工农业生产用水，仅有分散式饮用水源，居民生活用水均为自家井水，井深为 10m~30m，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，由于多年的流失母质和基岩裸露，而且多为壤土或吡砂土，遇风雨极易风化和崩解，抗蚀性能差。自然植被类型属于荒漠草原植被区域，是干旱草原向荒漠草原过渡地带，优势植物有狭叶锦鸡儿、沙生针茅、戈壁针茅、刺叶柄棘豆、隐子草等，次优势种有阿尔泰柴菴、多根葱、蒙古葱、冷蒿、黄蒿、黄芪、沙生棘豆、矮锦鸡儿，退化草场地带有牛心卜子、沙蒿等。

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”，该区存在的主要环境问题是水土流失、土地沙化、植被退化。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。主要生态环境保护目标为保护基本农田生态功能，防止水土流失，保护现有草原植被。

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

2) 资源开发利用状况

杭锦旗矿产和自然资源丰富，储煤面积达 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；杭锦 2#土（紫砂陶土）位于杭锦旗西部的巴拉贡镇地区；芒硝湖共 3 个，分别是杭锦旗盐海子芒硝湖、阿拉善芒硝湖和昌汗霍吉尔芒硝湖；石英砂分布有 2 处，位于巴拉贡镇；天然气区块面积 980km²，已探明天然气储量 500 亿 m³，是鄂尔多斯大气田的主要组成部分；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。

达旗境内资源丰富，煤炭、砷硝、石英砂、陶土、天然碱、泥炭等矿产资源品种多、储量大、品位高、易开发。煤炭探明储量 48 亿 t，远景储量 100 亿 t，距离水力帷幕试验评价区最近的塔然高勒煤矿可采储量约 13.4 亿 t；芒硝探明储量 70 亿 t，居世界首位，现处于试采阶段，可发展为我国重要的硝化工生产基地；石英砂储量 4720 万 t，埋藏浅，易开采、品质好；陶土储量 1700 万 t，大部分为裸露矿体，易开采，是陶土工业基础原料和冶金工业辅助原料；泥炭储量 168t，此外石灰石、油页岩、大理石、高岭土、白粉球、沙金等矿藏储量也十分可观。

3.9 社会环境简况

1) 社会经济

根据《杭锦旗 2021 年国民经济和社会发展统计公报》，2021 年杭锦旗完成地区生产总值 146.3 亿元，同比增长 2.6%。其中第一产业完成 26.3 亿元，同比增长 3.5%；第二产业完成 71.1 亿元，增长 0.4%；第三产业完成 48.9 亿元，同比增长 4.8%。第一、第二、第三次产业增加值比重为 18.0:48.6:33.4。

根据《达拉特旗 2021 年国民经济和社会发展统计公报》，2021 年达拉特旗完成地区生产总值 410.95 亿元，同比增长 9.8%。其中第一产业完成 49.8 亿元，同比增长 5.6%；第二产业完成 218.1 亿元，增长 14.8%；第三产业完成 143.1 亿元，同比增长 6.1%。第一、第二、第三次产业增加值比重为 12.1:53.1:34.8。

2) 人口

(1) 水力帷幕试验

根据《达拉特旗 2021 年国民经济和社会发展统计公报》，2021 年年末，达拉特旗户籍人口 371941 人，辖区面积约 8188km²，人口密度为 45.43 人/km²。根据 2021 年实地调查，水力帷幕试验评价中心（各施工钻孔）周围边长 5km 矩形范围内总人口为 550 人，平均人口密度 22.00 人/km²，评价范围内居民点情况见表 3.9-1 和图 3.9-1。

表 3.9-1 水力帷幕试验评价范围内居民点

序号	居民点	方位	距离 (km)	人口 (人)
1	纳岭沟	NNW~N、NE~SSE、WSW~W、WNW~NW	0.3~0.8	263
2	掌盖塔	E	2.3	147
3	河洛图	SSW	2.3	140
合计	550			

(2) 条件试验

①5km 范围内人口分布

根据《杭锦旗 2021 年国民经济和社会发展统计公报》，2021 年年末，杭锦旗户籍人口 142445 人，辖区面积约 18814.30km²，人口密度为 7.57 人/km²。根据 2021 年实地调查，条件试验评价中心（集液罐）半径 5km 范围内人口稀少且居住分散，总人口为 82 人，平均人口密度 0.99 人/km²。条件试验评价中心 5km 范围内人口分布居民点情况见图 3.9-2 和表 3.9-2。

②20km 范围内人口分布

根据《中国县域统计年鉴（县市卷）-2018》，条件试验评价中心半径 20km 范围内总人口 4002 人，平均人口密度 3.18 人/km²，涉及杭锦旗的独贵特拉镇、达拉特旗的恩格贝镇和中和西镇。由杭锦旗第六次人口普查数据，并结合 2021 年实地调查资料修正，评价区内各年龄组在总人口中的比例分别为：婴儿组（≤1 岁）0.9%，幼儿组（1-7 岁）8.2%，少年组（7-17 岁）9.9%，成人组（>17 岁）80.9%。根据《迈向小康社会的中国人口（内蒙古卷）》（中国统计出版社，2015 年），在考虑放开二孩政策的条件下，保守考虑采用高出生率和低死亡率计算评价范围内的人口自然增长率，20km 范围内人口自然增长率见表 3.9-3。20km 范围评价子区划分和子区人口分布见图 3.9-4，2021 年和 2023 年人口分布情况见表 3.9-4 和表 3.9-5。

③运输路线

本项目运输道路为乡镇公路，道路周边内仅有零星牧民分布，距离较近的集中居民区有伊克尔沟、乌定布拉格四社、库计沟等村庄，最近为距离 100m 的伊克尔沟和乌定布拉格四社。运输路线周边集中居民区分布见表 3.9-2 和图 3.9-3。

表 3.9-2 条件试验周围居民点

类别		居民点	方位	距离（km）	人口（人）
评价中心 （集液罐） 5km 范围	1	昌汗沟	ENE	4.4	8
	2	运输路线居民	SE	3.4	2
	3	江木图沟	SSE	4.6	4
	4	伊克尔沟	S	2.1	5
	5	苏都住宅	SSW	0.4	3
	6	石灰沟	SW	4.5	11
	7	巴音庆格利嘎查	WSW	1.3	4
	8	啊拉善沟	WSW	3.4	6
	9	琴克利沟	WNW	4.2	13

	10	毛登青格利沟	NW	4.5	9
	11	黄木花沟	NNW	1.1	8
	12	巴音琴克利	NNW	2.2	9
	合计				82
运输路线 500m 范围	1	苏都住宅	/	0.13	3
	2	巴音庆格利嘎查		0.50	4
	3	伊克尔沟		0.10	25
	4	霍吉太沟		0.50	10
	5	大杨湾		0.10	3
	6	乌定布拉格四社		0.10	5
	7	乌点补拉		0.35	13
	8	库计沟		0.15	15
	9	库计沟三社		0.18	15
	10	纳岭沟 (仅考虑道路周边居民)		0.20	35
	合计				125

表 3.9-3 条件试验评价范围内人口自然增加率

年份	2022	2023
出生率, ‰	9.97	9.73
死亡率, ‰	7.35	7.51
人口增长率, ‰	2.62	2.22

表 3.9-4 条件试验评价中心 20km 范围内人口分布（2021 年）

距离 (km)	年龄组	方位															
		N	NNE	NE	ENE	E	ESE	SE	SSE	S	SSW	SW	WSW	W	WNW	NW	NNW
0~1	婴儿	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
	幼儿	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
	少年	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
	成人	0	0	0	0	0	0	0	0	0	3	0	0	0	0	0	0
1~2	婴儿	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
	幼儿	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1
	少年	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1
	成人	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	4	0	0	0	6
2~3	婴儿	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
	幼儿	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1
	少年	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1
	成人	0	0	0	0	0	0	0	0	5	0	0	0	0	0	0	7
3~5	婴儿	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
	幼儿	0	0	0	1	0	0	0	0	0	0	1	0	0	1	1	0
	少年	0	0	0	1	0	0	0	0	0	0	1	1	0	1	1	0
	成人	0	0	0	6	0	0	2	4	0	0	9	5	0	11	7	0
5~10	婴儿	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1
	幼儿	7	11	9	8	11	7	8	7	8	6	9	13	11	6	10	7
	少年	9	13	11	10	14	8	10	9	10	7	11	16	13	7	12	9
	成人	73	105	89	81	114	64	81	73	81	56	89	130	105	56	97	73
10~20	婴儿	1	1	1	1	1	1	1	1	2	2	2	2	1	1	1	2
	幼儿	9	7	7	5	7	12	9	11	17	14	16	15	13	11	12	16
	少年	11	8	9	6	9	15	11	14	21	17	20	18	16	14	15	19
	成人	89	64	73	48	73	122	89	114	170	137	162	145	130	114	122	153

表 3.9-5 条件试验评价中心 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	0	0	0	0
	成人	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	3	0	0	0	0	0
1~2	婴儿	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
	幼儿	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1
	少年	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1
	成人	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	4	0	0	0	6
2~3	婴儿	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
	幼儿	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1
	少年	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1
	成人	0	0	0	0	0	0	0	0	5	0	0	0	0	0	0	7
3~5	婴儿	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
	幼儿	0	0	0	1	0	0	0	0	0	0	1	0	0	1	1	0
	少年	0	0	0	1	0	0	0	0	0	0	1	1	0	1	1	0
	成人	0	0	0	6	0	0	2	4	0	0	9	5	0	11	7	0
5~10	婴儿	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1
	幼儿	7	11	9	8	11	7	8	7	8	6	9	13	11	6	10	7
	少年	9	13	11	10	14	8	10	9	10	7	11	16	13	7	12	9
	成人	73	106	90	82	115	64	81	73	81	56	90	131	106	56	97	73
10~20	婴儿	1	1	1	1	1	1	1	1	2	2	2	2	1	1	1	2
	幼儿	9	7	7	5	7	12	9	11	17	14	16	15	13	11	12	16
	少年	11	8	9	6	9	15	11	14	21	17	20	18	16	14	15	19
	成人	90	64	73	48	73	123	90	115	171	138	163	146	131	115	123	154

4 评价适用标准

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》	(GB3095-2012) 二级
			NO _x	1 小时平均 0.25mg/m ³	
			TSP	24 小时平均 0.3mg/m ³	
地下水	《地下水质量标准》	总体执行《地下水质量标准》(GB/T14848-2017) III 类标准, 个别背景值高于 III 类标准的因子以背景值范围作为执行依据和评价依据。	pH	6.5~8.5	
			Na ⁺	200mg/L	
			Cl ⁻	250mg/L	
			SO ₄ ²⁻	250mg/L	
			NH ₄ -N	0.50mg/L	
			NO ₃ ⁻	20.0mg/L	
			NO ₂ ⁻	1.00mg/L	
			As	10μg/L	
			Hg	1μg/L	
			Cr ⁶⁺	0.05mg/L	
			Zn	1000μg/L	
			Fe	0.3mg/L	
			Cu	1000μg/L	
			Pb	10μg/L	
			Cd	5μg/L	
			Mn	100μg/L	
			Mo	70μg/L	
总硬度	450mg/L				
总溶解性固体	1000mg/L				
COD _{Mn}	3.0mg/L				
F ⁻	1.0mg/L				
土壤	《土壤环境质量 农用地土壤污染风险管控标准(试行)》	(GB 15618-2018) 土壤污染风险筛选值	pH	>7.5	
			As	25mg/kg	
			Cd	0.6mg/kg	
			Hg	3.4mg/kg	
			Pb	170mg/kg	
			Cr	250mg/kg	
			Zn	300mg/kg	
			Ni	190mg/kg	
Cu	100mg/kg				
声环境	《声环境质量标准》	(GB3096-2008) 2 类	Leq(A)	昼	60dB(A)
				夜	50dB(A)

表 4-2 本项目执行污染物排放标准信息表

类别	标准名称	执行标准	项目名称及标准值		
废气	《大气污染物综合排放标准》	GB16297-1996 新污染源二级	SO ₂	最高排放浓度	550mg/m ³
				周界外 浓度最高点	0.4mg/m ³
			NO _x	最高排放浓度	240mg/m ³
				周界外 浓度最高点	0.12mg/m ³
			颗粒物	最高排放浓度	120mg/m ³
				周界外 浓度最高点	1.0mg/m ³
噪声	《建筑施工场 界环境噪声排 放标准》	GB12523-2011	Leq(A)	昼	70dB(A)
				夜	55dB(A)
	《工业企业厂 界环境噪声排 放标准》	GB12348-2008 中 2 类标准	Leq(A)	昼	60dB(A)
				夜	50dB(A)

辐射
控制
指标

根据《铀矿冶辐射防护和辐射环境保护规定》（GB23727-2020），铀矿冶企业实践所致的公众关键居民组成员所受的年平均剂量约束值不应超过 0.5mSv/a。本项目条件试验规模较小，结合本次气态流出物所致公众剂量预测结果，确定本项目条件试验的公众剂量约束值为 0.01mSv/a。

5 环境质量状况

5.1 监测目的

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

5.2 监测方案

5.2.1 监测内容

本项目监测由核工业二〇八大队分析测试中心开展，共开展两次，监测时间分别为2021年8月和2021年11月。核工业二〇八大队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[220021181393]，有效期至2028年2月24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	数量(个)	监测频次及要求
空气	氡及其子体	①试验区内部布置1个； ②苏都住宅、黄木花沟各布置1个； ③运输路线居民布置1个； ④对照点：江木图沟。	5	每日1次，连续监测3天。苏都住宅、黄木花沟为每日24h，连续监测3天。
	TSP	①苏都住宅、黄木花沟各布置1个。	2	连续监测3天，每天1次。
	氡析出率	①试验区内部布置1个。	1	每日1次，连续监测3天。
	γ辐射空气吸收剂量率	①试验区内部布置1个； ②苏都住宅、黄木花沟各布置1个； ③运输路线沿线布置5个； ④对照点：江木图沟。	9	监测1次
地下水	U _{天然} 、 ²²⁶ Ra、 ²¹⁰ Pb、 ²¹⁰ Po、pH、K ⁺ 、Na ⁺ 、Ca ²⁺ 、Mg ²⁺ 、CO ₃ ²⁻ 、HCO ₃ ⁻ 、Cl ⁻ 、SO ₄ ²⁻ 、氨氮、硝酸盐、亚硝酸盐、As、Hg、Cr ⁶⁺ 、Zn、Cu、Pb、Cd、	①潜水含水层：苏都住宅、黄木花沟、运输路线居民各布置1个； ②潜水含水层对照点：江木图沟； ③含矿含水层3个：WN ₂ -G、WN ₂ -C、WB ₂ 。	7	监测1次

	Fe、Mn、Mo、总溶解性固体、总硬度、氟化物、COD _{Mn}			
土壤	U _{天然} 、 ²²⁶ Ra、pH、As、Cd、Hg、Pb、Cr、Cr ⁶⁺ 、Zn、Ni、Cu	①试验区内部布置1个； ②苏都住宅、黄木花沟、运输路线居民附近土壤布置1个； ③对照点：江木图沟。	5	每个监测点位取1个混合样。
生物	U _{天然} 、 ²²⁶ Ra、 ²¹⁰ Pb、 ²¹⁰ Po	①试验区内部布置1个； ②苏都住宅、黄木花沟、运输路线居民附近土壤布置1个； ③对照点：江木图沟。	3	牧草
噪声	等效声级 L _{Aeq}	①试验区边界布置1个； ②苏都住宅布置1个。	2	每日昼夜各1次，连续监测2天。

5.2.2 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 5.2-2。

表 5.2-2 监测方法、仪器及检出限

监测项目		监测方法依据	监测仪器	仪器型号	检出限
空气	氡浓度	GB/T 14582-1993	测氡仪 活性炭吸附测氡仪	RAD7 HD-2003	3.7Bq/m ³
	氡子体	EJ 378-1989	氡及子体测量仪	RPM-FF01	10nJ/m ³
	TSP	GB/T 15432-1995	环境空气综合采样器	崂应 2050 型	0.001mg/m ³
氡析出率		GB 50325-2010	测氡仪、集氡罩	RAD7	5×10 ⁻⁵ Bq/(m ² ·s)
γ 剂量率		HJ 1157-2021	X-γ 剂量率仪	HD-2005	10nGy/h
地下水	U _{天然}	HJ 840 (3) -2017	微量铀分析仪	HD-3025	0.02μg/L
	²²⁶ Ra	GB/T 11214-1989	全自动镭氡分析仪	HD2012	0.002Bq/L
	²¹⁰ Pb	EJ/T 859-94	低本底 α、β 测量仪	HD-2011	0.001Bq/L
	²¹⁰ Po	HJ 813-2016			0.001Bq/L
	pH	DZ/T 0064.5-1993	酸度计	PHS-3C	0~14pH
	K ⁺	DZ/T 0064.27-1993	原子吸收分光光度计	GGX-800	0.05mg/L
	Na ⁺				0.4mg/L
	Ca ²⁺	DZ/T 0064.13-1993	滴定管	25ml	4.0mg/L
	Mg ²⁺	DZ/T 0064.14-1993			3.0mg/L
	CO ₃ ²⁻	DZ/T 0064.49-1993			5mg/L
	HCO ₃ ⁻	DZ/T 0064.49-1993			5mg/L
	Cl ⁻	DZ/T 0064.50-1993			3mg/L
	SO ₄ ²⁻	DZ/T 0064.64-1993			10mg/L
	COD _{Mn}	DZ/T 0064.68-1993			50ml
NH ₄ -N	HJ 535-2009	紫外-可见分光光度计			UV-1201

	NO ₃ ⁻	HJ 84-2016	离子色谱仪	CIC-D100	0.016mg/L
	NO ₂ ⁻				
	Cr ⁶⁺	GB 7467-87	可见分光光度计	VIS-723N	0.004mg/L
	As	HJ 694-2014	原子荧光分析仪	AFS-2100	0.3ug/L
	Hg				0.04ug/L
	Zn	HJ 700-2014	电感耦合等离子体质谱仪	NexION 350 X	0.67ug/L
	Cu				0.08ug/L
	Pb				0.09ug/L
	Cd				0.05ug/L
	Mn				0.12ug/L
	Mo				0.06ug/L
	F ⁻	GB 7484-87	酸度计	PHS-3C	0.05mg/L
	COD _{Mn}	DZ/T0064.68-1993	滴定管	50ml	0.40mg/L
	总硬度	DZ/T0064.15-1993		25ml	10mg/L
	总溶解性固体	DZ/T 0064.9-1993	电子天平	ESJ120-4	1mg/L
土壤	U _{天然}	GB/T 11743-2013	高纯锗多道 γ 能谱仪	GMX50P4-83	1Bq/kg
	²²⁶ Ra				1Bq/kg
	pH	NY/T 1121.2-2006	酸度计	PHS-3C	0~14pH
	As	GB/T 22105.2-2008	原子荧光分析仪	AFS-2100	0.01mg/kg
	Hg	GB/T 22105.1-2008			0.002mg/kg
	Cd	GB/T14506.30-2010	电感耦合等离子体质谱仪	NexION 350 X	0.02 μ g/g
	Pb				0.1 μ g/g
	Cr				2mg/kg
	Zn				2.0 μ g/g
	Ni				1.0 μ g/g
Cu	0.2 μ g/g				
Cr ⁶⁺	HJ 1082-2019	原子吸收分光光度计	GGX-800	0.5mg/kg	
生物	U _{天然}	GB/T 11713-2015	高纯锗多道 γ 能谱仪	GMX50P4-83	1Bq/kg
	²²⁶ Ra				1Bq/kg
	²¹⁰ Pb				1Bq/kg
	²¹⁰ Po	《岩石矿物分析》 (第四版)地质出版社 2011 年	低本底 α 、 β 测量仪	HD-2011	1Bq/kg
噪声	GB 3096-2008	多功能声级计	AWA6228 ⁺	20dB (A)	

5.3 调查结果与分析

5.3.1 γ 辐射空气吸收剂量率监测结果

本项目试验区、运输路线及周边居民点 γ 辐射空气吸收剂量率监测结果如表 5.3-1 所示。由该表可知， γ 辐射空气吸收剂量率范围值为 (78.0~110.4) nGy/h，均与鄂尔多斯市地区本底处于同一水平。

表 5.3-1 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
苏都住宅	92.0	82.6
黄木花沟	105.9	83.2
试验区	110.4	94.3
运输路线 1 [#]	92.9	83.6
运输路线 2 [#]	90.4	81.8
运输路线 3 [#]	109.4	78.0
运输路线 4 [#]	100.5	91.0
运输路线 5 [#]	95.7	87.2
江木图沟 (对照点)	94.9	97.9
《中国环境天然放射性水平》 (2015 年) 伊盟	66.6~154.1	

注：监测数据未扣除宇宙射线。

5.3.2 环境空气监测结果

1) TSP 浓度监测结果

本项目周边居民点空气中 TSP 浓度监测结果见表 5.3-2。由表可知，居民点空气中 TSP 浓度范围值为 (55.89~100.02) $\mu\text{g}/\text{m}^3$ ，满足《环境空气质量准》(GB3095-2012) 中二级标准限值要求。

表 5.3-2 空气中 TSP 浓度监测结果

监测点	监测结果 ($\mu\text{g}/\text{m}^3$)	
	第一次	第二次
苏都住宅	56.68~65.84	55.89~84.17
黄木花沟	71.44~76.20	70.82~100.02
GB3095-2012 标准限值	300	

2) 氡及氡子体浓度监测结果

本项目试验区及周边居民点空气中氡及氡子体浓度监测结果见表 5.3-3。由表可知，氡浓度范围值为 (5.80~11.00) Bq/m^3 ，氡子体浓度范围值为 (8.14~14.01) nJ/m^3 ，均与全国本底处于同一水平。

表 5.3-3 空气中氡及氡子体浓度监测结果

监测地点	氡浓度 (Bq/m ³)		氡子体浓度 (nJ/m ³)	
	第一次	第二次	第一次	第二次
苏都住宅	7.09~9.12	7.20~7.80	9.65~11.70	8.71~9.88
黄木花沟	9.91~11.00	7.80~8.90	8.14~12.01	9.75~11.33
运输路线居民	7.01~9.52	6.30~7.00	8.70~12.72	9.88~12.35
试验区	8.32~10.5	7.80~8.20	8.59~14.01	8.72~12.35
江木图沟 (对照点)	7.11~9.53	5.80~8.20	11.95~13.41	11.05~12.26
《中国环境天然放射性水平》 (2015) 全国	3.3~40.8		15.4~114.0	

5.3.3 氡析出率监测结果

本项目地表氡析出率监测结果见表 5.3-4。由表可知，地表氡析出率范围值为 (0.0009~0.0013) Bq/ (m²·s)。

表 5.3-4 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
试验区	0.0010~0.0012	0.0009~0.0013

5.3.4 地下水环境监测结果

1) 放射性指标

(1) 潜水含水层

本项目附近居民点潜水含水层地下水放射性核素监测结果见表 5.3-5。由表可知，潜水含水层地下水中 U_{天然} 浓度为 (2.04~13.4) μg/L，²²⁶Ra 浓度为 (26.6~50.9) mBq/L，均处于鄂尔多斯市地下水本底范围内。²¹⁰Po 浓度为 (0.6~5.3) mBq/L，²¹⁰Pb 浓度为 (10.4~36.9) mBq/L。

表 5.3-5 潜水含水层地下水放射性核素含量监测结果

监测点位	U _{天然} (μg/L)		²²⁶ Ra (mBq/L)		²¹⁰ Po (mBq/L)		²¹⁰ Pb (mBq/L)	
	第一次	第二次	第一次	第二次	第一次	第二次	第一次	第二次
苏都住宅	2.77	4.86	31.5	26.6	0.9	1.8	32.7	28.9
黄木花沟	2.04	9.93	50.9	34.9	0.6	2.3	10.4	32.4
运输路线居民	5.33	13.4	27.4	37.5	1.5	5.3	12.9	36.9
江木图沟 (对照点)	5.80	10.4	38.7	40.5	0.6	1.3	20.5	24.6

《中国环境天然放射性水平》伊盟	0.38~9.99	1.55~203.9	—	—
-----------------	-----------	------------	---	---

(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 (0.53~3.34) $\mu\text{g/L}$ ， ^{226}Ra 浓度范围为 (20.2~51.8) mBq/L ， ^{210}Po 浓度范围为 (1.3~14.8) mBq/L ， ^{210}Pb 浓度范围为 (10.4~31.0) mBq/L 。

表 5.3-6 含矿含水层地下水放射性核素含量监测结果

监测点位	$U_{\text{天然}}$ ($\mu\text{g/L}$)		^{226}Ra (mBq/L)		^{210}Po (mBq/L)		^{210}Pb (mBq/L)	
	第一次	第二次	第一次	第二次	第一次	第二次	第一次	第二次
WB ₃	6.42	5.75	20.2	42.0	4.3	4.5	19.7	28.9
WN ₂ -C	0.53	0.72	24.6	51.8	4.6	1.3	18.9	10.4
WN ₂ -G	3.34	5.34	42.6	39.4	14.8	2.4	25.6	31.0

2) 非放射性指标

(1) 潜水含水层

本项目附近居民点潜水含水层地下水非放射性核素监测结果见表 5.3-7。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/T14848-2017) 中 III 类标准，个别因子背景值较高，包括 Cl^- 、 NO_3^- 、Fe、总硬度、总溶解性固体和 COD_{Mn} 。根据《内蒙古鄂尔多斯市巴音青格利地区普查成果报告》(核工业二〇八大队，2020 年 12 月) 及《内蒙古鄂尔多斯市塔然高勒地区铀矿勘查成果报告》(核工业二〇八大队，2020 年 10 月)，项目所在区域的潜水含水层易受蒸发浓缩作用影响，地下水化学类型多为 $\text{HCO}_3 \cdot \text{Cl}-\text{Ca} \cdot \text{Mg}$ 及 $\text{HCO}_3-\text{Ca} \cdot \text{Na}$ 型水，水中矿化度、 HCO_3^- 、 Cl^- 等含量较高，与本次潜水含水层地下水监测结果趋于一致。

表 5.3-7 居民点地下水非放射性指标分析结果

监测项目	监测次数	苏都住宅	黄木花沟	运输路线居民	江木图沟	标准值
pH	第一次	7.86	8.18	7.84	7.78	6.5~8.5
	第二次	7.81	7.58	7.88	7.60	
Cl^- (mg/L)	第一次	258.8	369.0	374.0	525.4	250
	第二次	207.4	424.7	312.0	505.2	
SO_4^{2-} (mg/L)	第一次	90.7	101.8	52.3	7.7	250
	第二次	79.9	171.4	77.4	9.6	
CO_3^{2-}	第一次	ND	ND	ND	ND	—

(mg/L)	第二次	ND	ND	ND	ND	
HCO ₃ ⁻ (mg/L)	第一次	465.7	678.3	709.9	731.0	—
	第二次	531.5	804.9	808.5	981.2	
K ⁺ (mg/L)	第一次	3.91	4.27	5.60	5.95	—
	第二次	3.10	3.42	2.94	3.48	
Na ⁺ (mg/L)	第一次	82.9	141.2	106.2	184.0	200
	第二次	82.5	174.1	124.6	141.9	
Ca ²⁺ (mg/L)	第一次	16.9	14.8	18.0	29.3	—
	第二次	18.4	15.2	17.6	32.1	
Mg ²⁺ (mg/L)	第一次	29.7	30.4	52.7	66.0	—
	第二次	31.6	33.1	53.0	70.0	
Cr ⁶⁺ (mg/L)	第一次	ND	ND	ND	ND	0.05
	第二次	ND	ND	ND	ND	
NH ₄ -N (mg/L)	第一次	ND	0.039	0.065	0.084	0.50
	第二次	ND	ND	ND	0.093	
NO ₃ ⁻ (mg/L)	第一次	15.7	0.6	32.3	12.8	20.0
	第二次	6.3	0.3	31.3	29.2	
NO ₂ ⁻ (mg/L)	第一次	0.065	0.111	ND	0.143	1.00
	第二次	ND	ND	ND	0.201	
Cu (μg/L)	第一次	4	6	5	8	1000
	第二次	6	5	7	6	
Pb (μg/L)	第一次	ND	ND	ND	ND	10
	第二次	ND	ND	ND	ND	
Zn (μg/L)	第一次	ND	ND	ND	ND	1000
	第二次	ND	ND	ND	ND	
Fe (mg/L)	第一次	1.17	0.72	1.81	2.36	0.3
	第二次	1.12	0.68	1.76	2.24	
Mn (μg/L)	第一次	ND	ND	ND	ND	100
	第二次	ND	ND	ND	ND	
Mo (μg/L)	第一次	5	2	2	1	70
	第二次	4	3	2	1	
Cd (μg/L)	第一次	ND	ND	ND	ND	5
	第二次	ND	ND	ND	ND	
As	第一次	ND	ND	ND	ND	10

($\mu\text{g/L}$)	第二次	2	ND	ND	ND	
Hg ($\mu\text{g/L}$)	第一次	0.37	0.42	0.50	0.26	1
	第二次	0.18	ND	0.16	ND	
F ⁻ (mg/L)	第一次	0.47	0.47	0.47	0.47	1.0
	第二次	0.53	0.47	0.47	0.54	
总硬度 (mg/L)	第一次	237.0	235.4	326.3	404.3	450
	第二次	208.6	240.2	326.3	541.2	
总溶解性固体 (mg/L)	第一次	630.2	854.1	975.9	1170.0	1000
	第二次	776.9	1158.1	995.2	1211.8	
COD _{Mn} (mg/L)	第一次	2.11	5.76	2.88	2.94	3.0
	第二次	2.24	3.96	2.43	3.20	

(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/T14848-2017）中 III 类标准，个别因子背景值较高，包括 pH、Cl⁻、Na⁺、NH₄-N、F⁻、总溶解性固体和 COD_{Mn}。根据《内蒙古鄂尔多斯市巴音青格利地区普查成果报告》（核工业二〇八大队，2020 年 12 月）及《内蒙古鄂尔多斯市塔然高勒地区铀矿勘查成果报告》（核工业二〇八大队，2020 年 10 月），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⁻，地下水类型主要为 Cl-Na 型水，地下水矿化度为 1.1g/L~1.9g/L，pH 值 7.5~10.2，为弱碱性水，与本次含矿含水层地下水监测结果趋于一致。

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	监测次数	WB ₃	WN ₂ -C	WN ₂ -G	标准值
pH	第一次	7.80	9.11	8.64	6.5~8.5
	第二次	8.06	9.25	8.81	
Cl ⁻ (mg/L)	第一次	620.4	525.0	436.4	250
	第二次	402.4	450.9	341.0	
SO ₄ ²⁻ (mg/L)	第一次	8.5	128.3	120.3	250
	第二次	26.5	177.9	141.4	
CO ₃ ²⁻ (mg/L)	第一次	ND	64.5	30.5	—
	第二次	3.0	66.0	45.0	
HCO ₃ ⁻	第一次	322.8	70.9	121.2	—

(mg/L)	第二次	289.8	64.1	109.8	
K ⁺ (mg/L)	第一次	2.97	7.53	5.24	—
	第二次	3.24	4.14	3.32	
Na ⁺ (mg/L)	第一次	346.9	347.6	297.8	200
	第二次	282.8	210.3	190.9	
Ca ²⁺ (mg/L)	第一次	6.50	7.40	80.80	—
	第二次	5.61	7.21	74.50	
Mg ²⁺ (mg/L)	第一次	3.60	3.90	11.30	—
	第二次	3.40	2.43	2.92	
Cr ⁶⁺ (mg/L)	第一次	ND	ND	ND	0.05
	第二次	ND	ND	ND	
NH ₄ -N (mg/L)	第一次	0.171	0.716	0.113	0.50
	第二次	0.800	0.630	0.211	
NO ₃ ⁻ (mg/L)	第一次	ND	ND	ND	20.0
	第二次	ND	ND	ND	
NO ₂ ⁻ (mg/L)	第一次	ND	ND	0.166	1.00
	第二次	ND	ND	ND	
Cu (μg/L)	第一次	13	16	13	1000
	第二次	10	11	12	
Pb (μg/L)	第一次	ND	ND	ND	10
	第二次	ND	ND	ND	
Zn (μg/L)	第一次	ND	ND	ND	1000
	第二次	ND	ND	ND	
Fe (mg/L)	第一次	0.24	0.14	0.25	0.3
	第二次	0.18	0.12	0.24	
Mn (μg/L)	第一次	5	ND	ND	100
	第二次	7	ND	ND	
Mo (μg/L)	第一次	4	7	59	70
	第二次	3	6	50	
Cd (μg/L)	第一次	ND	ND	ND	5
	第二次	ND	ND	ND	
As (μg/L)	第一次	ND	ND	ND	10
	第二次	2	ND	ND	
Hg	第一次	0.27	0.50	0.30	1

($\mu\text{g/L}$)	第二次	ND	0.17	0.23	
F ⁻ (mg/L)	第一次	2.63	3.13	5.67	1.0
	第二次	2.77	3.29	5.87	
总硬度 (mg/L)	第一次	20.8	9.6	6.0	450
	第二次	18.0	3.2	3.2	
总溶解性固体 (mg/L)	第一次	1142.6	1055.2	963.1	1000
	第二次	914.6	742.0	982.8	
COD _{Mn} (mg/L)	第一次	2.11	5.44	8.32	3.0
	第二次	1.79	4.03	5.82	

5.3.5 土壤环境质量

本项目试验区及周边土壤中 $U_{\text{天然}}$ 和 ^{226}Ra 监测结果见表 5.3-9, 非放射性因子监测结果见表 5.3-10。由表可知, 土壤中 $U_{\text{天然}}$ 范围值为 (10.43~35.46) Bq/kg, ^{226}Ra 范围值为 (3.851~15.490) Bq/kg, 均与鄂尔多斯市地区本底处于同一水平; 非放监测指标监测结果均满足《土壤环境质量 农用地土壤污染风险管控标准 (试行)》(GB 15618-2018) 中的污染风险筛选值标准。

表 5.3-9 土壤放射性核素含量分析结果

序号	采样地点	$U_{\text{天然}}$ (Bq/kg)		^{226}Ra (Bq/kg)	
		第一次	第二次	第一次	第二次
1	试验区	21.54	21.42	15.490	6.832
2	苏都住宅	21.22	35.46	11.340	13.670
3	黄木花沟	26.88	16.67	12.000	6.444
4	运输路线居民	11.25	14.52	3.851	12.240
5	江木图沟 (对照点)	10.43	27.12	7.222	8.371
《中国环境天然放射性水平》 (2015 年) 伊盟		9.96~50.78		10.31~35.31	

表 5.3-10 土壤非放射性监测结果

监测项目	监测次数	试验区	苏都住宅	黄木花沟	运输路线居民 1 [#]	江木图沟 (对照点)	标准值
pH	第一次	8.72	8.60	8.61	8.78	8.42	>7.5
	第二次	7.52	7.89	8.55	8.60	8.37	
As (mg/kg)	第一次	6.28	6.16	4.65	7.31	3.50	25
	第二次	6.51	6.10	6.47	6.40	6.25	
Hg	第一次	ND	ND	ND	ND	ND	3.4

(mg/kg)	第二次	ND	ND	ND	ND	0.009	
Cd (mg/kg)	第一次	0.052	0.054	0.064	0.053	0.054	0.6
	第二次	0.054	0.052	0.061	0.054	0.053	
Cu (mg/kg)	第一次	11.1	10.8	10.1	10.7	13.6	100
	第二次	10.7	11.2	11.4	10.7	12.2	
Pb (mg/kg)	第一次	15.3	14.1	14.9	14.5	14.1	170
	第二次	14.8	15.6	15.4	14.9	15.2	
Cr (mg/kg)	第一次	18.2	38.3	14.3	21.9	20.3	250
	第二次	19.4	36.2	15.8	23.4	21.7	
Zn (mg/kg)	第一次	28.6	30.4	27.4	28.3	33.6	300
	第二次	27.4	29.6	28.7	27.5	31.4	
Ni (mg/kg)	第一次	11.4	17.1	9.8	10.6	9.0	190
	第二次	10.9	16.7	10.4	9.98	10.6	

5.3.6 生物样品

本次生物样品均为牧草，监测结果见表 5.3-11。牧草中 $U_{\text{天然}}$ 范围值为（1.115~2.213）Bq/kg， ^{226}Ra 范围值为（1.032~2.211）Bq/kg， ^{210}Po 范围值为（1.5~2.9）Bq/kg， ^{210}Pb 范围值为（2.4~4.7）Bq/kg。

表 5.3-11 陆生生物放射性核素含量监测结果

样品名称	$U_{\text{天然}}$ (Bq/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
试验区	2.136	1.864	2.112	2.001	1.8	1.7	4.7	4.0
苏都住宅	2.213	2.007	1.785	2.211	2.1	2.8	2.8	2.6
黄木花沟	2.124	1.654	1.214	1.754	2.5	2.0	2.6	2.5
运输路线居民	1.654	1.343	1.111	1.543	1.9	1.5	2.4	2.4
江木图沟 (对照点)	1.115	1.221	1.032	1.321	2.3	2.9	2.5	2.4

5.3.7 声环境质量

本项目试验区边界及周边声环境监测结果见表 5.3-12。由表可知，昼间声级范围值在（41.9~48.1）dB（A）之间，夜间声级范围值为（36.8~46.7）dB（A），均满足《声环境质量标准》（GB 3096-2008）中 2 类标准要求。

表 5.3-12 声环境监测结果

监测位置	噪声范围值 dB (A)			
	昼间		夜间	
	第一次	第二次	第一次	第二次
试验区边界	43.1~44.2	42.1~48.1	36.8~37.6	41.7~46.7
苏都住宅	41.9~42.1	42.3~43.6	38.1~38.7	38.7~39.8
GB 3096-2008 标准限值	60		50	

5.4 小结

根据现状监测结果，环境现状调查结论如下：

1) γ 辐射空气吸收剂量率

本项目所在地及周边居民点的 γ 辐射空气吸收剂量率在 (78.0~110.4) nGy/h 之间，与鄂尔多斯市地区的本底处于同一水平。

2) 空气环境

(1) TSP

本项目周边居民点空气中 TSP 浓度范围值为 (55.89~100.02) $\mu\text{g}/\text{m}^3$ ，满足《环境空气质量标准》(GB3095-2012) 中二级标准限值要求。

(2) 氡及氡子体

本项目所在地及周边居民点空气中氡浓度范围值为 (5.80~11.00) Bq/ m^3 ，氡子体浓度范围值为 (8.14~14.01) nJ/ m^3 ，与全国处于同一水平。

3) 氡析出率

本项目地表氡析出率范围值为 (0.0009~0.0013) Bq/($\text{m}^2\cdot\text{s}$)。

4) 地下水

本项目潜水含水层地下水中的 $U_{\text{天然}}$ 和 ^{226}Ra 均处于鄂尔多斯区域本底范围内， ^{210}Po 浓度为 (0.6~5.3) mBq/L， ^{210}Pb 浓度为 (10.4~36.9) mBq/L 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 (Cl⁻、NO₃⁻、Fe、总溶解性固体和 COD_{Mn}) 背景值较高。

含矿含水层地下水中 $U_{\text{天然}}$ 浓度范围为 (0.53~3.34) $\mu\text{g}/\text{L}$ ， ^{226}Ra 浓度范围为 (20.2~51.8) mBq/L， ^{210}Po 浓度范围为 (1.3~14.8) mBq/L， ^{210}Pb 浓度范围为 (10.4~31.0) mBq/L；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 (pH、

Cl⁻、Na⁺、NH₄-N、总溶解性固体和 COD_{Mn}) 背景值较高。

5) 土壤

本项目试验区及周边土壤中 U_{天然} 范围值为 (10.43~35.46) Bq/kg, ²²⁶Ra 范围值为 (3.851~15.490) Bq/kg, 均与鄂尔多斯市地区本底均处于同一水平; 土壤中非放监测指标均满足《土壤环境质量 农用地土壤污染风险管控标准(试行)》(GB15618-2018) 中污染风险筛选值标准。

6) 生物

本次生物样品均为牧草, 牧草中 U_{天然} 范围值为 (1.115~2.213) Bq/kg, ²²⁶Ra 范围值为 (1.032~2.211) Bq/kg, ²¹⁰Po 范围值为 (1.5~2.9) Bq/kg, ²¹⁰Pb 范围值为 (2.4~4.7) Bq/kg。

7) 声环境

本项目试验区及周边昼间声级范围值为 (41.9~48.1) dB (A), 夜间声级范围值为 (36.8~46.7) dB (A), 均满足《声环境质量标准》(GB3096-2008) 中 2 类标准要求。

5.5 主要环境保护目标

根据项目性质和周围环境特征，确定大气环境保护目标为项目周围以及运输道路周边居住区的大气环境；水环境保护对象为潜水含水层、含矿含水层及上下层地下水；声环境保护对象为厂界及钻孔施工场地外 200m 声环境；生态环境保护对象为项目建设占地区域；辐射环境保护目标为项目周围 20km 范围内居住区的辐射环境。本项目具体环境保护目标见表 5.5-1。

表 5.5-1 环境保护目标一览表

要素	保护目标	方位	距离 (km)	性质	人口 (人)	保护目标	
大气环境	条件 试验	昌汗沟	ENE	4.4	居民点	8	《环境空气质量标准》 (GB3095-2012) 二级。
		运输路线居民	SE	3.4		2	
		江木图沟	SSE	4.6		4	
		伊克尔沟	S	2.1		5	
		苏都住宅	SSW	0.4		3	
		石灰沟	SW	4.5		11	
		巴音庆格利嘎查	WSW	1.3		4	
		啊拉善沟	WSW	3.4		6	
		琴克利沟	WNW	4.2		13	
		毛登青格利沟	NW	4.5		9	
		黄木花沟	NNW	1.1		8	
	巴音琴克利	NNW	2.2	9			
	运输 道路	苏都住宅		0.13		3	
		巴音庆格利嘎查		0.50		4	
		伊克尔沟		0.10		25	
		霍吉太沟		0.50		10	
		大杨湾		0.10		3	
		乌定布拉格四社		0.10		5	
		乌点补拉		0.35		13	
		库计沟		0.15		15	
库计沟三社			0.18	15			
纳岭沟 (仅考虑道路周边居民)		0.20	35				

水力帷幕试验	纳岭沟	NNW~N NE~SSE WSW~W WNW~NW	0.3~0.8			263
	掌盖塔	E	2.3			147
	河洛图	SSW	2.3			140
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,个别背景值高于III类标准的因子以背景值范围作为执行依据和评价依据。
声环境	苏都住宅	SSW	0.2	居民点	3	《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	条件试验 20km 评价范围公众					本项目确定的公众剂量约束值。

注：声环境保护目标统计以距离居民点最近的施工钻孔为中心。

6 建设项目工程分析

6.1 项目组成及内容

本项目为鄂尔多斯盆地北部大型砂岩铀矿床地浸试验研究，研究目标为：开展鄂尔多斯盆地巴音青格利、纳岭沟周边等大型砂岩型铀矿床资源储量分级评价研究、浸出和工艺矿物学等室内试验研究、现场地质-水文地质试验研究、同井分割异步开采技术研究、低渗透铀矿层采矿环境再造技术研究、地浸采铀水位控制研究、现场条件试验研究，提高铀资源回收率，获得试验块段地浸开采工艺方案和参数，初步评价巴音青格利、纳岭沟周边等矿床地浸开采的技术经济可行性，为后续开采提供决策依据和技术支撑。根据研究目标，研究内容主要分为巴音青格利矿床和纳岭沟矿床两部分，见表 6.1-1。

表 6.1-1 本项目研究内容一览表

研究专题	研究内容简介
巴音青格利铀矿床	<p>子题一：浸出及工艺矿物学等室内试验研究 采集有代表性的砂岩铀矿石、围岩样品，采用 XRD、SEM-EDS 等方法分析铀矿石中的矿物的种类、含量、形貌特征及胶结物类型，采用 XRF 测试样品的常量元素含量，采用 ICP-MS 分析测试样品中的微量元素含量。</p> <p>子题二：现场水文地质试验研究 开展现场水文地质试验，研究含矿含水层渗透性能、钻孔间水力联系，涌水量、地下水埋藏运动特征，计算水文地质参数。</p> <p>子题三：同井分割异步开采技术研究 采用二次成井技术，裸眼施工至目的层后测井，确定矿层位置后，对矿层位置以上部位下入套管，套管外侧注浆固井，待区域内所有钻孔测井结果出来后，统筹研究铀矿层层位，再利用切割技术开启溶浸液渗流位置。</p> <p>子题四：低渗透砂岩铀矿采矿环境再造研究 根据室内试验或调研确定高能气体压裂手段增渗方案，并应用于条件试验渗透性较低的钻孔，考察增渗效果，利用井间地震评判高能气体压裂对地层的改造作用。</p> <p>子题五：现场条件试验研究 开展周期为 2 年的现场条件试验，试验流程采用“抽注-吸附”模式，新建吸附区进行吸附，饱和树脂运送到附近的纳岭沟扩大试验的浸出液处理厂房进行后续处理。</p>
纳岭沟铀矿床	<p>子题一：砂岩型铀矿地浸资源储量分级评价研究 根据矿床不同块段的具体情况，从勘探级别、资源量、地质、水文地质参数（产状、岩性、渗透性等）等多方面将资源储量进行分级研究，确定不同矿床、矿块资源储量的分级研究方法</p> <p>子题二：地浸采铀水位控制技术研究 通过水力帷幕地下水动态模拟预测，分析水力帷幕对地下水水位的控制效果。开展可行性试验，为水力帷幕工程（注水井、抽水井、观测井的布置）提供准确计算参数，获得试验区抽注水对地下水位影响特征的现实认识，为后续的工程设计提供依据，并对铀煤协采水力帷幕工程的技术和经济可行性进行综合评价。</p>

1) 巴音青格利铀矿床

子题一为室内试验研究工作，在核工业北京化工冶金研究院实验室内进行，不涉及现场工程；

子题二为现场水文地质试验研究，该部分内容利用本项目新施工的试验钻孔，在条件试验开展前实施水文地质试验，实施时间较短且对地下水环境产生的影响较小。因此，仅评价钻孔施工过程中的环境影响；

子题三为同井分割异步开采技术研究，主要以试验井场钻孔施工为基础，对周围环境的影响主要发生在钻孔施工过程，因此仅评价钻孔施工过程中的环境影响；

子题四为低渗透砂岩铀矿采矿环境再造研究，选取一个渗透性较低的试验钻孔进行高能气体压裂手段增渗研究，条件试验期间不会新增污染物，其对周围环境的影响主要发生在钻孔施工过程，因此仅评价钻孔施工过程中的环境影响；

子题五为现场条件试验研究，在巴音青格利矿床开展地浸采铀条件试验研究，建设内容包括试验井场、吸附区及辅助设施等，是本次环境影响评价的重点。

2) 纳岭沟铀矿床

子题一为砂岩型铀矿地浸资源储量分级评价研究，不涉及现场工程；

子题二为地浸采铀水位控制技术研究，现场内容为水力帷幕可行性试验，试验规模较小且抽出和回注的均是原始清洁地下水，对地下水环境产生的影响较小。此外，水力帷幕试验实施时间较短，仅在小范围内引起水位波动，不会对纳岭沟扩大试验井场造成影响。因此，仅评价钻孔施工过程中的环境影响。

除以上现场研究内容外，本项目室内试验研究均在核工业北京化工冶金研究院实验室内进行。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（环审〔2006〕165号），本报告不再对该部分室内试验进行环境影响评价。

综上所述，本次环境影响评价的重点为巴音青格利铀矿床的现场条件试验（子题五），其评价已包含其它子题的施工期影响；纳岭沟铀矿床的水力帷幕试验主要评价钻孔施工过程中的环境影响。

6.2 工程内容

根据研究内容，本项目建设内容分为条件试验和水力帷幕试验两部分，具体内容见表 6.2-1，条件试验布置示意图见图 6.2-1，水力帷幕试验布置示意图见图 6.2-2。

表 6.2-1 项目建设内容一览表

研究专题	类别	子项	建设内容
条件试验	试验井场	试验井	试验单元*组，包括试验井*个，其中抽出井*个，注入井*个，抽注井间距为 30m，施工期占地面积约 8750m ² ，试验期占地面积约 14m ² ，类型为草地，性质为临时占地。试验井的单孔深度为*m，工程量约*m。其中*组试验单元采用同井分割异步开采技术，即注入井采用单孔分层注液，抽出井采用双孔单层单抽的模式，形成“2 抽 4 注”的五点型单元，其余试验单元为常规的“1 抽 4 注”的五点型单元。试验井场单孔抽液量约*m ³ /h，总抽液量为*m ³ /h (*m ³ /a)。
		监测井	布置监测井 5 个，分别位于含矿层上游 30m、侧向 40m、下游 60m 和 80m 及井场内上层含水层。监测井施工期占地面积约 3125m ² ，试验期占地面积约 5m ² ，类型为草地，性质为临时占地。含矿层监测井的单孔深度约*m，上层监测井深度约*m，工程量约*m。
		集控室	集控室为彩钢结构，长 8m，宽 3.2m，占地面积 25.6m ² ，类型为草地，性质为临时占地。
	吸附区	浸出液吸附厂房	浸出液吸附厂房为彩钢结构，长 24.6m，宽 8.0m，占地面积 196.8m ² ，类型为草地，性质为临时占地。地面做防渗处理。厂房内西部为值班室 1 间和储物室 2 间（均为长 6.4m，宽 3.2m），东部为吸附工序区。 吸附工序区设置吸附塔 3 个（8.8m ³ ），并配备围堰（长 6.8m、宽 2.0m、高 0.5m）、沟槽（深 0.2m）及事故池（长 1.0m、宽 1.0m、高 1.0m）等环保设施。围堰、沟槽、事故池底部及内侧均做防渗处理 在吸附厂房周围布置废水储罐（防渗内衬）、集液罐和配液罐（均为 28m ³ ），并配备围堰（均为长 4.0m、宽 4.0m、高 0.5m），围堰底部及内侧均做防渗处理。 在吸附厂房周围布置氧气罐和二氧化碳罐（均为 Φ508*2000mm）。
		辅助设施	在试验井场和吸附厂房之间铺设抽液管线和注液管线，抽液管线负责浸出液的输送，注液管线负责浸出剂的输送； 在试验井场和吸附区之间铺设气体供应管线，为条件试验提供气体供给。
水力帷幕试验	水力帷幕水文井	水力帷幕水文井共*个，施工期占地面积约*m ² ，试验期占地面积约 10m ² ，类型为荒地，性质为临时占地。水力帷幕水文井的单孔深度为*m，工程量约*m。布置在纳岭沟扩大试验井场附近。	

6.3 工艺流程

6.3.1 条件试验

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 。

本项目浸出液在浸出液吸附厂房进行吸附，饱和树脂由树脂转运车运往纳岭沟扩大试验浸出液处理厂房进行后续淋洗和沉淀等工序。纳岭沟扩大试验项目已经履行了环境影响评价手续（环审〔2015〕245号），本报告不再对后续淋洗和沉淀等部分进行环境影响评价。

6.3.2 水力帷幕试验

塔然高勒煤矿开采放水泄压会造成纳岭沟铀矿含矿含水层内水位的大幅下降，为保证纳岭沟铀矿的正常生产，需要保持铀矿地浸开采的水位要求。水力帷幕法（帷幕注水法）是通过构筑一系列注水井形成帷幕，向地下含矿含水层内注入一定量的水来维持地下水位，以实现铀矿地浸开采的重要手段。

6.4 总平面布置

1) 条件试验

(1) 试验井场

试验井：根据研究需要，试验井布置在***和***勘探孔之间位置。

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，本项目监测井布置在试验井场含矿层上游 30m、侧向 40m、下游 60m 和 80m 各 1 个，井场内上层含水层 1 个。

集控室：考虑到现场自然地形，集控室布置在试验井场附近的平坦区域。

(2) 吸附区

考虑到现场自然地形，浸出液吸附厂房布置在试验井场附近的平坦区域，与集控室紧邻。在吸附厂房周围布置集液罐、配液罐、废水储罐、气体罐等生产设施。

(3) 辅助设施

井场管网：分为液体管线和气体管线，在试验井场和吸附厂房之间铺设抽液管线和注液管线，在试验井场与 CO_2 罐、 O_2 罐之间铺设气体供应管线

运输道路：本项目饱和树脂和废水转运道路为乡镇公路，起点为本项目条件试验吸附区，终点为纳岭沟扩大试验浸出液处理厂房，全程运输距离约*km，运输路线如图 6.4-1 所示。

2) 水力帷幕试验

根据研究需要，水力帷幕水文井布置在纳岭沟扩大试验井场附近，如图 6.4-1 所示。

6.5 主要设备材料

本项目主要设备材料见表 6.5-1 和表 6.5-2。

表 6.5-1 条件试验主要设备材料一览表

序号	设备/材料名称	规格型号	单位	数量
一	井场	—		
1	抽出井	Φ152×12mm	个	5
2	注入井		个	9
3	监测井	Φ148×10mm	个	5
4	潜水泵	流量：≥6m ³ /h，扬程：≥300m，功率：≤11kw	套	9
5	抽液主管	DN300，PN1.0 钢塑管	m	50
6	抽液支管	Φ50*5.0mm PE	m	100
7	井内提升管	Φ63*8.0mm PE	m	3000
8	注液主管	DN300，PN1.6 钢塑管	m	100
9	注液支管	Φ40*4.5mmPE	m	300
二	集控室	—		
1	注液泵	流量 Q=16m ³ /h，扬程 H=80m	套	2
2	电磁流量计	功率：5.5kw~11.0kw	台	6
三	吸附区	—		
1	吸附塔	不锈钢，DN1600*5000	个	3
2	离子交换树脂	201*7 阴离子交换树脂	t	11
3	集液罐	耐酸碱玻璃钢，DN3200*3500mm	个	1
4	配液罐	耐酸碱玻璃钢，DN3200*3500mm	个	1
5	废水储罐	不锈钢（防腐内衬），DN3200*3500mm	个	1
6	氧气罐	不锈钢杜瓦罐，Φ508*2000mm	个	1
7	二氧化碳罐	不锈钢杜瓦罐，Φ508*2000mm	个	1
8	过滤器	袋式过滤器	个	2
9	事故池	不锈钢（防腐内衬），1000*1000*1000mm	个	1
四	其他	—		
1	树脂转运车	10m ³	辆	1
2	废水转运车	10m ³	辆	1

表 6.5-2 水力帷幕试验主要设备材料一览表

序号	类目	规格型号	单位	数量
1	水力帷幕水文井	Φ148×10mm	个	10
2	潜水泵	流量：≥6m ³ /h，扬程：≥300m，功率：≤11kw	台	5
3	注液泵	流量 Q=16m ³ /h，扬程 H=80m	台	2
5	电磁流量计	功率：5.5kw~11.0kw	台	12
6	变频器	功率：7.5kw~11kw	台	12

7	注液管	DN3200	米	2000
8	自动水位仪	精度：正负 10cm，量程：100~209m，耐酸碱	个	10
10	空压机	0.9m ³ /小时	台	2
11	配电柜	—	批	1
12	PVC 管材			
13	压力表			
14	阀门			
15	五金器材等			

6.6 主要辅助设施

6.6.1 供电工程

本项目条件试验依托附近 380V 高压输电线和变电器，可满足条件试验用电需求；水力帷幕试验用电依托纳岭沟扩大试验，纳岭沟扩大试验从塔然高勒变电站引入了 10kV 架空线路，并在井场设置 630kVA 变压器，可满足水力帷幕试验用电需求。

6.6.2 供水工程

本项目条件试验用水来自于附近居民，水力帷幕试验用水来自纳岭沟扩大试验，均可满足本项目用水需求。

6.7 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、氧气和柴油，总消耗量分别约***，外购于鄂尔多斯等周边城市。

6.8 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运行期。其中，施工期产生的大气污染物主要为施工扬尘和燃油废气，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；试验运行期产生的气载污染物主要为集液罐及浸出液吸附厂产生的氦，废水主要为吸附尾液、流散浸出液、洗井废水和生活污水，固体废物主要为洗井残渣、浸出液过滤残渣、废旧设备及零配件和生活垃圾，噪声主要为运行设备噪声。

6.8.1 施工期

6.8.1.1 废气

施工期产生的大气污染物主要为扬尘和燃油废气。

1) 扬尘

在施工期井场建设、场地平整以及场地恢复时可能产生局部扬尘。施工扬尘的多少及

影响程度的大小与施工场地条件、管理水平、机械化程度和天气条件等诸多因素有关。内蒙古某地施工现场的扬尘实际监测结果见下表 6.8-1，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 6.8-1 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

本项目在施工过程中通过合理安排施工计划，施工场地采用洒水、围挡等抑尘措施，运输过程中采取密闭措施、保持合理车速等措施，降低施工扬尘对周围环境空气质量产生影响。

2) 燃油废气

本项目水力帷幕试验的钻孔施工用电依托纳岭沟扩大试验井场，不使用柴油发电机。条件试验施工期钻孔施工以柴油发电机为动力，其运行时将产生燃油废气，主要污染物为 SO₂、NO_x 和颗粒物。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。

6.8.1.2 废水

本项目施工期产生的废水主要为施工废水和生活污水。

1) 施工废水

施工废水主要为设备冲洗废水，水中污染物主要为悬浮物、泥沙等，产生量较少，用于场地洒水抑尘。

2) 生活污水

施工期生活污水主要为生活杂用水及盥洗废水，主要污染物包括 BOD₅、COD 和 SS。

施工期同时施工人数最多为 10 人，生活用水按 20L/人天计算，排污系数取 0.80，则施工期生活污水最大产生总量为 $0.16\text{m}^3/\text{d}$ 。钻探施工人员配备寝车，生活污水在寝车收集后外运处理。

6.8.1.3 固体废物

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

1) 钻井泥浆

施工期产生的钻井泥浆主要为钻进过程中产生的泥浆，平均单个钻孔产生钻井泥浆量约 6m^3 ，产生总量约 174m^3 。其中，条件试验钻井泥浆产生量为 114m^3 ， $U_{\text{天然}}$ 含量按含矿层平均品位及区域本底值估算为 $7.60\text{mg}/\text{kg}$ ；水力帷幕试验钻井泥浆产生量约 60m^3 ， $U_{\text{天然}}$ 含量按含矿层平均品位及区域本底值估算为 $7.74\text{mg}/\text{kg}$ 。此外，在钻进过程中，仅在含矿层提取岩芯供室内实验使用，非矿段不取岩芯，因此不产生废弃岩芯。

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

在施工过程中可能会产生少量废机油，产生量约为 $0.001\text{t}/\text{孔}$ ，总产生量约为 0.029t 。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。在钻孔施工过程中若产生少量废机油，施工单位应积极落实固体废物“减量化”和“资源化”的污染防治原则。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，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。废机油专用桶暂存于施工场地内的柴油桶储存区，该区域远离施工人员活动场地，四周设有围堰，底部铺设防渗膜，且日常安全巡视检查，保障油桶及底部防渗膜完好无破损。

3) 生活垃圾

施工期会产生少量生活垃圾，按照每人 $0.5\text{kg}/\text{d}$ 计算，最大同时施工人数 10 人，最大

产生量约 5kg/d。本项目施工场地寝车设置生活垃圾收集箱，对产生的各类生活垃圾按照相关要求进行分类收集存放，定期外运处理。

6.8.1.4 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，主要设备及声功率见表 6.8-2。

表 6.8-2 主要设备声功率表

序号	设备	型号	声功率 dB (A)
1	钻机	RC-5、SPS1000、TSJ1500、XY-6B	<90
2	柴油发电机	6135AN—1	<100
3	泥浆泵	NB350、NBB390/15、3NB350、TBW850、BW1200/7	<90

施工期采用以下方法降低施工噪声的产生：

- 1) 在施工机械的选择上，选择低噪设备；
- 2) 对于噪声较高的设备，如钻机、发电机等，采取加装减震设备或隔音罩的方法对噪声进行阻隔；
- 3) 加强对设备的检查和维护，减小由于设备部件之间的不正常碰撞产生的噪声。

此外，传播过程中空气和地面吸收效应可使噪声衰减，且周围居民点稀少，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。

6.8.2 运行期

6.8.2.1 废气

本项目气载流出物主要为吸附区的集液罐和浸出液吸附厂房产生的氡及其子体。

1) 集液罐

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

本项目条件试验的年总抽液量为 $***\text{m}^3/\text{a}$ ，类比同工艺的纳岭沟扩大试验浸出液监测数据，浸出液中 ^{222}Rn 含量约 $***\text{Bq/L}$ ，保守考虑浸出液中 ^{222}Rn 由集液罐排气孔全部释放至大气中，则生产过程中集液罐年排放 ^{222}Rn 量约为 $2.82 \times 10^{11}\text{Bq/a}$ 。

2) 厂房废气

本项目浸出液吸附厂房在试验过程中会产生一定量的 ^{222}Rn 气体，通过厂房整体通风排入大气稀释扩散。吸附厂房总排风量为 $2000\text{m}^3/\text{h}$ ，类比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 $*\text{Bq}/\text{m}^3$ ，保守考虑取 $*\text{Bq}/\text{m}^3$ ，年工作日保守取 365d，则浸出液处理厂房氡气释放量约为 $*\text{Bq}/\text{a}$ 。

6.8.2.2 废水

1) 放射性废水

试验运行期放射性废水包括吸附尾液、洗井废水和流散浸出液。

(1) 吸附尾液

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

本项目吸附尾液产生量约 $1.49\text{m}^3/\text{d}$ ，在吸附厂房外设置废水储罐，当罐体内尾液达到一定液位，通过废水转运车转运至纳岭沟蒸发池进行自然蒸发处理。废水储罐容积约 28m^3 ，废水转运车容积约 10m^3 ，可以满足本项目的废水收集及运输要求。

纳岭沟扩大试验有蒸发池 2 座，总蒸发面积为 2380m^2 。年实际蒸发水量计算公式见式

6.8-1:

$$E = (e \times \alpha - r) \times s \times t \quad (6.8-1)$$

式中:

E ——年实际蒸发量， m^3/a ;

e ——年均蒸发量，根据近三年蒸发池实际蒸发数据，年均蒸发量保守取 2833mm ;

α ——折算系数，取 0.8;

r ——年均降水量，年均降水量为 279.4mm ;

s ——蒸发池净蒸发面积，取 2380m^2 ;

t ——时间，a。

经过计算可知，现有蒸发池年实际蒸发量约为 $4729.06\text{m}^3/\text{a}$ ，纳岭沟扩大试验排入蒸发池的废水量为 $3499.01\text{m}^3/\text{a}$ ，则蒸发池剩余蒸发量为 $1230.05\text{m}^3/\text{a}$ ，大于本项目排入蒸发池的废水量 $492.54\text{m}^3/\text{a}$ ，可满足本项目的废水处理要求。

(2) 洗井废水

试验运行过程中，钻孔在工作一段时间后由于杂质的累积可能导致注液量明显下降，需要对钻孔采取机械洗井工作，会产生一定的洗井废水。孔口堵塞现象主要发生在注入井，单孔洗井频率平均为 $*\text{次}/\text{年}$ ，洗井废水产生量约 $*\text{m}^3/\text{孔}$ ，则本项目洗井废水年产生量约

*m³/a。

洗井废水采用环保洗孔设施处理，该设施是专门用于收集、处理洗井废水的环保设备，由气液分离装置、过滤装置、集液装置、排污装置、提升装置等系统组成。其工作原理是在钻孔洗孔过程中，将洗孔孔口装置安装在井口，该装置与井口连接并保证井口封闭，洗孔废水会全部进入储液罐进行澄清，澄清液接入配液罐回用，沉淀的泥沙和滤渣统一收集后运至纳岭沟试验蒸发池集中处理。钻孔洗孔抽液能力约 5m³/h，储液罐能保证 1 小时以上的洗孔废水储存能力，钻孔洗孔采用间歇式洗孔，一般连续洗孔 30-50 分钟需要停止 1 小时，单套设备能同时满足 1-2 孔的洗井要求，可以满足本项目洗井废水处理要求。

（3）流散浸出液

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

为了避免流散浸出液在含矿含水层中的逸散，在试验运行期采取了如下的技术措施：

①严格控制抽注液的区域平衡，设置整体抽大于注的比例大于 0.5%，保障区域地下水由注入井向抽出井流动。

②在井场外围和矿床上层含水层中设置了监测井，综合考虑地浸相关标准规定以及本次地下水环境影响预测结果，含矿含水层地下水监测井的布设原则为：在距采区外围各边界外含矿含水层（其中，距上游 30m、侧向 40m、下游 60m 和 80m）各布置 1 个监测井，并在试验采区上层含水层布置监测井 1 个，共布置监测井 5 个。定期对监测井中的地下水进行监测，将监测数据与本底值比较，掌握地下水水质变化动态，并实时调整抽注液的平衡，实现溶浸范围的控制。

在采取了上述有效的措施后，浸出液的流散可得到有效的控制。

2) 非放射性废水

试验运行期产生的非放射性废水主要为试验人员的生活污水，即生活杂用水及盥洗废水，主要污染物为 BOD、COD 和 SS。本项目新增试验人员 3 人，生活用水按 20L/人天计算，排污系数取 0.80，则最大产生总量为 0.048m³/d。试验人员配备寝车，生活污水在寝车收集后运往纳岭沟扩大试验生活区化粪池处理。

6.8.2.6 固体废物

1) 放射性固体废物

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

(1) 浸出液吸附残渣

浸出液吸附过程中过滤工序会产生少量残渣，产生量约 $0.002\text{m}^3/\text{a}$ ，残渣中 $U_{\text{天然}}$ 含量与含矿段品位相当，统一收集后运至纳岭沟试验蒸发池堆存。

(2) 洗井残渣

洗井时会产生少量洗井残渣，主要为沉淀的泥沙和滤渣，产生量约 $0.002\text{m}^3/\text{a}$ ，残渣中 $U_{\text{天然}}$ 含量与含矿段品位相当，统一收集后运至纳岭沟试验蒸发池堆存。

(3) 废旧设备及零配件

条件试验过程中，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，存放于纳岭沟扩大试验固体废物库暂存。

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试验人员产生的生活垃圾。本项目新增试验人员 3 人，生活垃圾产生量约 $1.5\text{kg}/\text{d}$ ，在寝车收集后运往纳岭沟扩大试验生活区集中处理。

6.8.2.4 噪声

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

对于噪声的防治，各种设备均选用低噪声环保设备，对风机、管线增压泵等均采取了有效的隔声、减震措施。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 $\leq 50\text{dB}(\text{A})$ 。

7 项目主要污染物产生及预计排放情况

内容 类型	排放源（编号）		污染物名称	处理前产生浓度 及产生量	排放浓度及排放量
废气	施工期	柴油发电机	SO ₂	排放量：0.032kg/h 排放浓度：235mg/m ³	排放量：0.032kg/h 排放浓度：235mg/m ³
			NO _x	排放量：0.020kg/h 排放浓度：151mg/m ³	排放量：0.020kg/h 排放浓度：151mg/m ³
			颗粒物	排放量：0.0057kg/h 排放浓度：42mg/m ³	排放量：0.0057kg/h 排放浓度：42mg/m ³
		施工场地	颗粒物 TSP	最大落地浓度： <1.0mg/m ³	场地洒水抑尘
	运行期	集液罐	²²² Rn	*Bq/a	罐口处稀释扩散
		浸出液吸附厂房	²²² Rn	*Bq/a	厂房换气通风
废水	施工期	施工废水	SS、泥沙等	少量	场地洒水抑尘
		生活污水	COD、NH ₄ -N	0.16m ³ /d	寝车收集外运处理
	运行期	吸附尾液	U _{天然} 、 ²²⁶ Ra 等	492.54m ³ /a	纳岭沟扩大试验 蒸发池
		洗井废水	SS、泥沙等	*m ³ /a	
		流散浸出液	U _{天然} 、 ²²⁶ Ra 等	—	抽注比例控制、监测 井监控
		生活污水	COD、NH ₄ -N	0.048m ³ /d	寝车收集运往纳岭沟 扩大试验生活区处理
固体废物	施工期	钻井泥浆	—	174m ³	置于泥浆坑，覆土掩埋
		废机油	—	0.029t	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	5kg/d	寝车收集外运处理
	运行期	浸出液吸附残渣	U _{天然} 、 ²²⁶ Ra 等	0.002m ³ /a	纳岭沟扩大试验 蒸发池
		洗井残渣		0.002m ³ /a	
		废旧设备 及零配件		少量	纳岭沟扩大试验 固体废物库
		试验人员		生活垃圾	1.5kg/d
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			
<p>主要生态影响(不够时可附另页)</p> <p>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。</p>					

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

本项目施工期在进行井场建设、场地平整过程中会产生一定量的施工扬尘，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。针对施工扬尘，本项目拟采取的环保措施有：

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

(2) 施工现场采用洒水、围挡等措施降低扬尘的产生；

(3) 运输车辆对车厢进行密闭，并保持合理车速，减少施工车辆飘洒扬尘。

通过采取以上措施，施工扬尘对周边空气环境影响较小，厂界可以满足《大气污染物综合排放标准》(GB16297-1996)无组织排放监控浓度限值 $1\text{mg}/\text{m}^3$ 的要求。此外，由于施工区地形开阔，空气流通、扩散条件好，且施工场地周边居民点较少，因此施工期扬尘对环境的影响较小。

2) 燃油废气影响分析

根据工程分析，本项目单台柴油发电机 SO_2 、 NO_x 和颗粒物的排放速率分别为 $0.032\text{kg}/\text{h}$ 、 $0.020\text{kg}/\text{h}$ 和 $0.0057\text{kg}/\text{h}$ ，排放浓度分别为 $235\text{mg}/\text{m}^3$ 、 $151\text{mg}/\text{m}^3$ 和 $42\text{mg}/\text{m}^3$ ，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 $550\text{mg}/\text{m}^3$ 、 $240\text{mg}/\text{m}^3$ 和 $120\text{mg}/\text{m}^3$ 的要求。

采用 AERSCREEN 估算模式对施工期废气排放的环境影响进行估算，根据估算结果，本项目施工期柴油发电机排放的 SO_2 、 NO_x 和颗粒物的最大落地浓度均出现在 51m 处，最大落地浓度分别为 $31.2\mu\text{g}/\text{m}^3$ 、 $19.6\mu\text{g}/\text{m}^3$ 及 $5.5\mu\text{g}/\text{m}^3$ ，最大落地浓度占标率分别为 6.2%、7.9%及 0.6%。三种污染物对最近居民点苏都住宅的贡献值分别为 $9.2\mu\text{g}/\text{m}^3$ 、 $5.8\mu\text{g}/\text{m}^3$ 及 $1.6\mu\text{g}/\text{m}^3$ ，贡献值较小，由此可以看出，施工期柴油发电机排放的废气对周边环境影响较小。

8.1.2 地下水环境影响分析

本项目在生产孔施工过程中以膨润土为护壁剂，膨润土主要成分为蒙脱石，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。在生产孔钻孔结束后，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，施工期基本不会对潜水含水层及上含水层地下水水质产生影响。

8.1.3 地表水环境影响分析

施工期生产废水包括施工废水和生活污水。

1) 施工废水

施工废水主要为设备冲洗废水，产生量较少，用于场地洒水抑尘。

2) 生活污水

生活污水主要为施工期作业人员产生的生活杂用水及盥洗废水，产生量约 $0.16\text{m}^3/\text{d}$ 。

本项目钻探施工人员配备寝车，生活污水在寝车收集后外运处理。

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。

8.1.4 固体废物环境影响分析

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

1) 钻井泥浆

施工期产生的钻井泥浆主要为钻进过程中产生的泥浆，平均单个钻孔产生钻井泥浆量约 6m^3 ，产生总量约 174m^3 。其中，条件试验钻井泥浆产生量为 114m^3 ， $U_{\text{天然}}$ 含量按含矿层平均品位估算为 $7.60\text{mg}/\text{kg}$ 。水力帷幕试验钻井泥浆产生量约 60m^3 ， $U_{\text{天然}}$ 含量按含矿层平均品位估算为 $7.74\text{mg}/\text{kg}$ 。

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泥浆沉淀池，在泥浆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，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，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 0.029t 。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。在钻孔施工过程中若产生少量

废机油，施工单位应积极落实固体废物“减量化”和“资源化”的污染防治原则。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，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。废机油专用桶暂存于施工场地内的柴油桶储存区，该区域远离施工人员活动场地，四周设有围堰，底部铺设防渗膜，且日常安全巡视检查，保障油桶及底部防渗膜完好无破损。采取以上措施后，本项目产生的废机油基本不会对周围环境产生影响。

3) 生活垃圾

施工期会产生少量生活垃圾，按照每人 0.5kg/d 计算，最大同时施工人数 10 人，最大产生量约 5kg/d。本项目施工场地寝车设置生活垃圾收集箱，对产生的各类生活垃圾按照相关要求进行分类收集存放，定期外运处理，不会对周围环境产生明显影响。

8.1.5 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苏都住宅最近的钻孔施工时对施工场界噪声的影响。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	泥浆泵		
100	100	90	1.0	半自由声场

2) 预测结果

经预测，本项目施工期施工场界噪声见表8.1-2，施工噪声影响等值线分布情况见图8.1-1。由预测结果可以看出，施工期噪声源在施工场界处的贡献值为(26.4~26.5) dB (A)，满足《建筑施工场界环境噪声排放标准》(GB12523-2011)的相关标准要求。本项目施工对距离最近的苏都住宅(距离最近施工钻孔约200m)的噪声贡献值为25.8dB(A)，叠加现状值后昼间噪声预测值为43.7dB(A)，夜间为40.0dB(A)，满足《声环境质量标准》(GB3096-2008)中的2类标准要求。综上所述，本项目产生的施工噪声不会对周边居民点产生明显影

响。

表 8.1-2 施工场界噪声贡献值

单位：dB (A)

预测结果	施工厂界四周 200m 处				苏都住宅	
	东	西	南	北	昼间	夜间
贡献值	26.5	26.4	26.5	26.5	25.8	25.8
现状值	/				43.6	39.8
预测值	/				43.7	40.0
执行标准	《建筑施工场界环境噪声排放标准》 (GB 12523-2011) 昼间 70dB (A)，夜间 55dB (A)				《声环境质量标准》 (GB3096-2008) 昼间 60dB (A)，夜间 50dB (A)	
达标情况	达标	达标	达标	达标	达标	达标

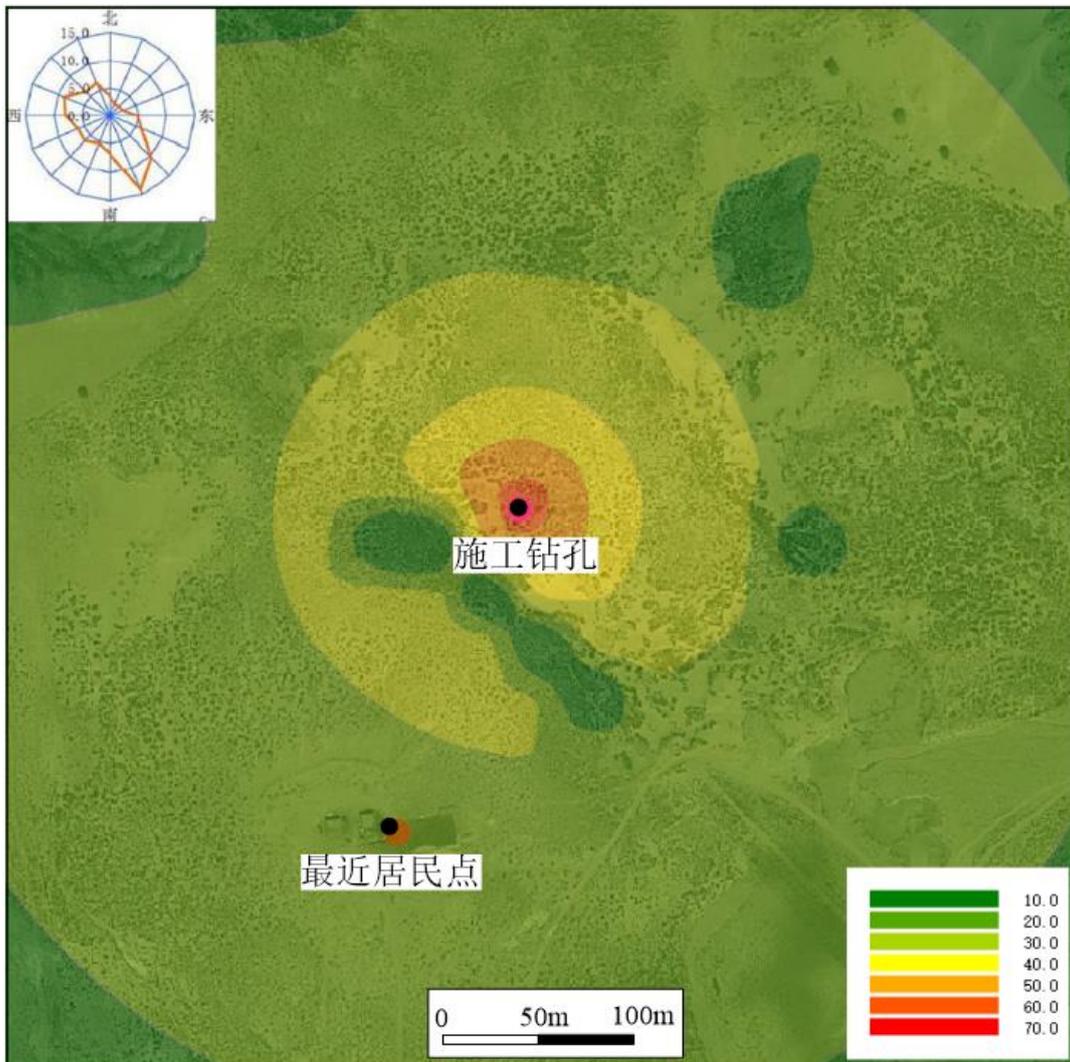


图 8.1-1 施工期噪声等值线图 (dB (A))

8.1.6 生态环境影响分析

本项目占地面积为 18364m²，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。

1) 生态环境影响分析

(1) 占地影响分析

本项目的占地情况见表 8.1-3。可以看出，本项目总占地面积为 18363.9m²，均为临时占地，其中主要为施工期间钻孔施工的临时占地。由于钻孔施工期较短，同时占地范围内植被稀疏，以草地植被为主，生物量较低，因此只要在施工各个时段严格管理临时用地，并且在各钻孔施工结束后，及时对临时占地区域恢复草原植被，做好生态恢复和环境保护工作，施工对生态系统的影响是有限的、局部的。

表 8.1-3 项目占地情况表

类别	名称	占地面积 m ²		占地性质	占地类型
		施工期	试验期		
条件试验	试验井	8750.0	14.0	临时占地	草地
	监测井	3125.0	5.0		
	集控室	25.6	25.6		
	浸出液吸附厂房	196.8	196.8		
	集配液罐及气体罐	16.5	16.5		
水力帷幕试验	水文井	6250.0	10.0		荒地
总计		18363.9	267.9	—	

(2) 对植物资源的影响分析

本项目土地占用会不同程度的破坏地表植被，使得地表现有植物资源受到一定的负面影响，同时影响区域自然体系的生产力。本项目施工设备的搬迁和车辆运输，严禁在草地上随意新开路面，尽量在原有便道上行驶。钻探施工开挖结束后，及时对占地区域恢复地表植被。因此，基本不会对区域内的净生产力和生物量产生影响。

(3) 对动物资源的影响分析

本项目周边野生动物数量较少，无珍稀动植物资源。本项目施工期时间较短，主要为小范围内的钻孔施工和场地平整，对于野生动物的栖息地来说不会产生大的影响。本项目周边动物主要为牧民养殖的鸡、牛和羊，施工期与周边居民沟通，尽量使养殖动物远离施工场地，产生的噪声和振动对于地面动物活动的影响是有限的。

(4) 水土流失的影响分析

本项目的施工不会大面积的开挖表土，不会大面积破坏地表原始状态，因此区内水土流失强度不会发生明显的变化。在施工期开挖前先剥离表土，并对表土层单独堆存，表面压实苫盖，待植被恢复时使用。对开挖产生的土方，采取加覆盖层的方式防止风蚀或水蚀造成的土壤流失。采取上述措施后，本项目建设对周围环境水土流失方面不会产生较大的影响。

(5) 生态敏感区的影响分析

本项目未在生态保护红线内，且评价区域附近无自然保护区、风景名胜区等需要特别保护的区域。

2) 环境保护措施

为了防止周围生态环境遭到破坏，本项目采取以下生态环境保护措施：

(1) 草原生态环境保护措施

本项目占地区域主要为草地，针对草原生态环境的保护，采取以下措施：

采用机械施工与人工施工相结合的方式，减少对施工作业带范围内植被的破坏，同时也有利于施工期结束后植被的恢复；

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，严禁在草地上随意新开路面，尽量在原有便道上行驶；

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；

在施工期开挖前先剥离表土，并对表土层单独堆存，表面压实苫盖，待植被恢复时使用；

对开挖产生的土方，采取加覆盖层的方式防止风蚀或水蚀造成的土壤流失；

合理安排植被恢复计划，采取针对性的地貌和植被恢复措施，优先选择当地物种作为植被恢复的备选植物，并在植被恢复工作结束后，定期检查恢复效果。

2) 其它生态环境管理措施

(1) 施工期与周边居民沟通，提前告知施工计划，使养殖的动物远离施工场地；

(2) 施工开始前，对施工人员进行生态环境保护业务培训，提高施工人员的环保意识；

(3) 做好施工中的水土保持工作，尽量避免施工人员进入施工范围以外活动，以减少对道路沿线土壤与植被的破坏。

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，不会对当地气候、水文、地形地貌、土壤、植被野生动植物等造成破坏，也不会导致水土流失、土地沙化及植被退化。因此，本项目的建设不会对当地生态环境造成明显影响。

8.1.7 环境风险影响分析

本项目施工期的环境风险主要是钻探使用柴油发电机。本项目施工现场的柴油储存量小，仅在现场配备3个油桶，单桶容量800L，现场柴油最大储存量约2400L，约2.0t。根据《建设项目环境风险评价技术导则》（HJ 169-2018）及附录B，项目涉及风险物质使用量及临界量见表8.1-4。

表 8.1-4 本项目 Q 值确定表

序号	危险物质名称	CAS 号	最大存在总量 q_n/t	临界量 Q_n/t	危险物质 Q 值
1	油类物质（柴油）	/	2.0	2500	0.0008
项目 Q 值					0.0008

由上表可知，本项目 Q 值为 $0.0008 < 1$ ，项目环境风险潜势为 I。根据《建设项目环境风险评价技术导则》（HJ/T169-2018），环境风险评价等级确定为简单分析。

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

- 1) 柴油在指定区域密闭储存，储存区远离施工人员经常活动的场地。
- 2) 在油桶储存区设置围堰，底部铺设防渗膜。
- 3) 柴油取用过程中严格规范操作，避免跑冒滴漏，小心操作，断绝火源，严格执行防火、防爆、防雷击等各项要求。
- 4) 加强日常管理及安全巡视检查，保证油桶、防渗膜完好无破损。
- 5) 提高安全防范风险意识以及应急响应能力，若发生柴油泄露事故，应立即采取堵漏应急措施，及时收集泄漏柴油。若有柴油泄露至土壤，立即清挖受污染土壤，并将污染土壤交由有危险废物处置资质单位处理。

综上所述，该风险是可控的，可以接受的。

8.2 运行期环境影响分析

8.2.1 大气辐射环境影响分析

1) 源项

根据本项目工艺特点，气载源项特征参数见表 8.2-1。

表 8.2-1 气载源项特征参数

源项	排放点名称	氡释放量 (Bq/a)	排放量 (m ³ /h)	出口直径 (m)	排放高度 (m)	源项 类型
²²² Rn	集液罐	*	19.8	0.1	3.5	点源
	浸出液吸附厂房	*	2000	0.6	7	点源

各排放点的相对位置关系见表 8.2-2。

表 8.2-2 各排放点的相对位置关系表

排放点名称	坐标	
	x (m)	y (m)
集液罐	0	0
浸出液吸附厂房	-5	-2.3

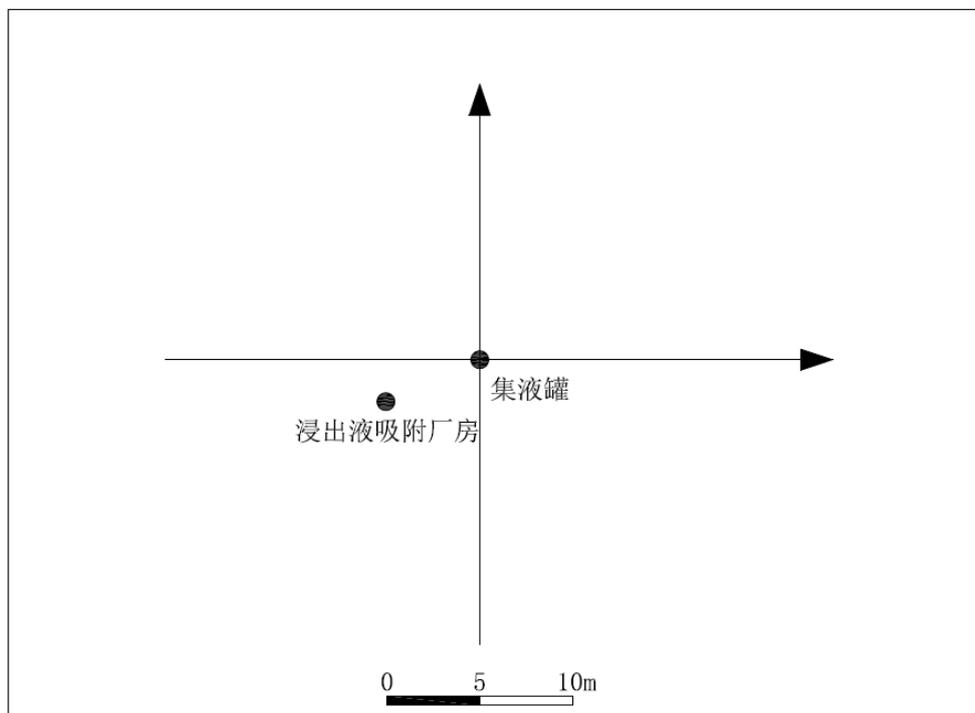


图 8.2-1 各源项相对位置图

2) 辐射评价基本参数

(1) 评价方法

本次辐射环境影响评价方法是以模型计算为主，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。气载途径剂量采用 UAIR-FINE 程序进行计算。

(2) 评价中心

本次辐射环境影响评价以集液罐作为评价中心。

(3) 评价子区及年龄组设置

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

(4) 评价年份

本次辐射环境影响评价代表年份选取试验采区运行的第 1 年，按工程进度计划为 2023 年。

(5) 评价计算模式及参数

本项目气载放射性流出物辐射环境影响预测采用中核第四研究设计工程有限公司开发的 UAIR-FINE 软件，该软件基于最新大气边界层理论和剂量估算方法创建，内置的大气扩散模型为《环境影响评价技术导则 大气环境》（HJ2.2-2018）推荐的大气预测模式之一、美国 EPA 开发的法规扩散模式 AERMOD，剂量计算模式根据 IAEA 和 ICRP 最新剂量模式和参数创建，具体模式与参数详见附录一。

3) 计算结果分析

(1) 居民点氡浓度和公众个人剂量

试验期间气态源项释放的 ^{222}Rn 所致 5km 范围内各居民点 ^{222}Rn 浓度及个人剂量表 8.2-3 所示。由表可知，本项目对周边居民点氡浓度和个人剂量的贡献值较低。本项目各居民点地面空气中 ^{222}Rn 浓度最大贡献值及其造成的最大个人剂量出现在评价中心 SSW 方位、0.4km 处的苏都住宅处，该处 ^{222}Rn 浓度贡献值为 $2.95 \times 10^{-2} \text{Bq/m}^3$ ，造成的公众最大个人剂量为 $6.30 \times 10^{-4} \text{mSv/a}$ ，小于本项目设定的公众剂量约束值。

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

保护目标	方位	距离 (km)	^{222}Rn 浓度 (Bq/m^3)	公众个人剂量 (mSv/a)
昌汗沟	ENE	4.4	6.10E-04	1.30E-05
运输路线居民	SE	3.4	1.13E-03	2.42E-05
江木图沟	SSE	4.6	4.90E-04	1.05E-05
伊克尔沟	S	2.1	2.10E-03	4.49E-05
苏都住宅	SSW	0.4	2.95E-02	6.30E-04
石灰沟	SW	4.5	5.70E-04	1.22E-05
巴音庆格利嘎查	WSW	1.3	3.97E-03	8.49E-05

啊拉善沟	WSW	3.4	1.03E-03	2.20E-05
琴克利沟	WNW	4.2	1.59E-03	3.40E-05
毛登青格利沟	NW	4.5	1.69E-03	3.61E-05
黄木花沟	NNW	1.1	2.10E-02	4.48E-04
巴音琴克利	NNW	2.2	6.52E-03	1.39E-04

试验运行期各污染源项释放的 ^{222}Rn 对苏都住宅个人有效剂量的贡献见表 8.2-4。由该表可知，集液罐对苏都住宅的最大个人有效剂量贡献率最大，为 99.5%。

表 8.2-4 各气态源项对纳岭沟的贡献值

排放点	个人剂量, mSv/a	份额 (%)
集液罐	6.27E-04	99.5
浸出液吸附厂房	3.21E-06	0.5
合计	6.30E-04	100

(2) 评价区域辐射环境影响

试验期间放射性气载流出物所致各子区地面空气中核素浓度见表 8.2-5。由表可知，气载放射性流出物所致有人子区空气中核素最大贡献浓度出现在 SSW 方位 0~1km 处，该子区空气中 ^{222}Rn 浓度为 $2.95 \times 10^{-2} \text{Bq/m}^3$ 。无人子区 ^{222}Rn 最大贡献浓度出现在 NNW 方位 0~1km 处，该子区空气中 ^{222}Rn 浓度为 $6.53 \times 10^{-2} \text{Bq/m}^3$ 。

表 8.2-5 气载流出物所致各子区地面空气中核素浓度 (Bq/m^3)

核素	方位	距离 (km)					
		0~1	1~2	2~3	3~5	5~10	10~20
^{222}Rn	N	5.13E-02	1.12E-02	4.39E-03	2.05E-03	7.00E-04	2.04E-04
	NNE	4.44E-02	9.80E-03	4.05E-03	2.01E-03	6.56E-04	1.96E-04
	NE	3.02E-02	9.28E-03	2.93E-03	1.59E-03	7.18E-04	2.26E-04
	ENE	3.06E-02	5.16E-03	1.24E-03	6.10E-04	4.02E-04	1.62E-04
	E	2.79E-02	6.10E-03	1.74E-03	5.04E-04	2.00E-04	5.40E-05
	ESE	2.23E-02	4.43E-03	1.69E-03	5.82E-04	1.18E-04	3.00E-05
	SE	2.01E-02	4.70E-03	1.93E-03	1.13E-03	2.04E-04	3.00E-05
	SSE	1.83E-02	4.16E-03	1.48E-03	4.90E-04	1.36E-04	5.60E-05
	S	1.70E-02	3.90E-03	2.10E-03	6.00E-04	2.56E-04	6.80E-05
	SSW	2.95E-02	3.94E-03	1.70E-03	7.34E-04	2.42E-04	3.00E-05
	SW	1.95E-02	3.93E-03	1.61E-03	5.70E-04	2.14E-04	4.80E-05
	WSW	1.92E-02	3.97E-03	1.51E-03	1.03E-03	1.62E-04	9.00E-05
W	2.64E-02	5.26E-03	2.07E-03	1.09E-03	2.82E-04	1.28E-04	

	WNW	4.29E-02	8.18E-03	3.27E-03	1.59E-03	5.82E-04	1.88E-04
	NW	5.85E-02	1.14E-02	4.40E-03	1.69E-03	8.28E-04	2.52E-04
	NNW	6.53E-02	2.10E-02	6.52E-03	2.71E-03	1.00E-03	3.08E-04

注：阴影区为无人子区。

试验期间气态源项所致评价区域内各子区的个人剂量见表 8.2-6，评价范围内公众个人剂量等值线分布见图 8.2-2。由表中数据可以看出，气载放射性流出物所致有人子区内最大个人有效剂量出现在 SSW 方位 0~1km 处，该子区最大个人有效剂量为 $6.30 \times 10^{-4} \text{mSv/a}$ 。无人子区最大个人有效剂量出现在 NNW 方位 0~1km 处，该子区的最大个人有效剂量为 $1.40 \times 10^{-3} \text{mSv/a}$ 。

表 8.2-6 试验运行期评价范围各子区公众个人剂量 (mSv/a)

方位	距离 (km)					
	0~1	1~2	2~3	3~5	5~10	10~20
N	1.10E-03	2.40E-04	9.37E-05	4.39E-05	1.50E-05	4.36E-06
NNE	9.50E-04	2.09E-04	8.65E-05	4.30E-05	1.40E-05	4.19E-06
NE	6.46E-04	1.98E-04	6.26E-05	3.39E-05	1.53E-05	4.83E-06
ENE	6.53E-04	1.10E-04	2.66E-05	1.30E-05	8.59E-06	3.46E-06
E	5.96E-04	1.30E-04	3.73E-05	1.08E-05	4.27E-06	1.15E-06
ESE	4.76E-04	9.46E-05	3.61E-05	1.24E-05	2.52E-06	6.41E-07
SE	4.30E-04	1.01E-04	4.12E-05	2.42E-05	4.36E-06	6.41E-07
SSE	3.92E-04	8.90E-05	3.17E-05	1.05E-05	2.91E-06	1.20E-06
S	3.64E-04	8.33E-05	4.49E-05	1.28E-05	5.47E-06	1.45E-06
SSW	6.30E-04	8.42E-05	3.63E-05	1.57E-05	5.17E-06	6.41E-07
SW	4.16E-04	8.40E-05	3.44E-05	1.22E-05	4.57E-06	1.03E-06
WSW	4.10E-04	8.49E-05	3.22E-05	2.20E-05	3.46E-06	1.92E-06
W	5.65E-04	1.12E-04	4.42E-05	2.32E-05	6.03E-06	2.74E-06
WNW	9.17E-04	1.75E-04	7.00E-05	3.40E-05	1.24E-05	4.02E-06
NW	1.25E-03	2.43E-04	9.40E-05	3.61E-05	1.77E-05	5.39E-06
NNW	1.40E-03	4.48E-04	1.39E-04	5.80E-05	2.14E-05	6.58E-06

注：阴影区为无人子区。

试验期间气态源项对评价区域内居民产生的集体剂量见表 8.2-7。由表可知，气态源项对评价区域居民产生的集体剂量为 $2.09 \times 10^{-5} \text{人} \cdot \text{Sv/a}$ 。

表 8.2-7 试验运行期气态源项所致 20km 范围内的集体有效剂量

距离 (km)	0~1	0~2	0~3	0~5	0~10	0~20
集体剂量 (人 Sv/a)	0.00E+00	1.87E-06	2.89E-06	3.99E-06	1.61E-05	2.09E-05
份额 (%)	0.00	8.94	13.80	19.10	77.00	100.00

综上所述，试验运行期气态源项主要是集液罐和浸出液吸附厂房释放的 ^{222}Rn ，照射途径为吸入内照射。试验运行期气态源项所致评价区域最大个人有效剂量为 $6.30 \times 10^{-4} \text{mSv/a}$ ，出现在 SSW 方位、0~1km 子区。关键居民点为苏都住宅，最大个人剂量为 $6.30 \times 10^{-4} \text{Sv/a}$ ，仅占剂量约束值 0.01mSv/a 的 6.3%。本项目周围人口稀少，20km 范围内集体有效剂量较小，为 $2.09 \times 10^{-5} \text{人} \cdot \text{Sv/a}$ 。因此，本项目气态流出物对环境的影响在可接受范围之内。

8.2.2 地下水环境影响分析

8.2.2.1 含矿含水层地下水环境影响分析

1) 地下水影响途径分析

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

2) 地下水模拟预测参数设置

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

(1) 模型范围的确定

本模型建模范围为条件试验井场及其周边地区，根据《水文地质概念模型概化导则》，由于研究区所在的完整水文地质单元范围很大，自然边界距离研究区较远，因此人为圈定研究范围。结合地浸采铀试验地下水影响范围及区域水文地质条件，确定本模型的模拟范围为：以试验井场为中心，向地下水下游（西南方向）延伸 1km，上游（东北方向）及两侧延伸 500m，模拟总面积 1.63km^2 。

(2) 边界条件的概化

侧向边界：目标含水层在研究区内无自然边界，垂直于地下水流向概化为通用水头边界，平行于地下水流方向无水流交换概化为零流量边界。

垂向边界：模型垂向上边界为直罗组下段顶部的泥岩、粉砂岩组成的隔水顶板；下边界为延安组顶部稳定的灰色粉砂岩、泥岩及薄煤层等组成的隔水底板。

（3）含水层结构的概化

根据地质勘探结果，巴音青格利矿床含矿含水层为中侏罗统直罗组下段含水层，组成含矿含水层的碎屑物的分选性、磨圆度都较好，碎屑物未胶结或泥质弱胶结，岩芯多呈疏松状，渗透性及富水性能均很好。此外，含矿含水层顶、底板均为稳定连续展布的泥岩、煤层及泥质粉砂岩，其水平层理发育，很少见构造裂隙，隔水性能良好，有效地隔断了与上覆含水层的水力联系，因此可不考虑越流的影响。由于含矿含水层埋藏较深，模拟范围内的大气降水入渗与大气蒸发对含矿含水层的影响几乎可忽略不计。综上所述，本次地下水模拟层位为中侏罗统直罗组下段含水层，可概化为三维水动力流场和三维溶质弥散场。

（4）源汇项概化

本项目源汇项主要为研究区域内的试验井，条件试验布置 4 组试验单元，包括试验井 14 个，其中抽出井 5 个，注入井 9 个，抽注井间距为 30m。其中 1 组试验单元采用同井分割异步开采技术，形成“2 抽 4 注”的五点型单元，其余 3 组试验单元为常规的“1 抽 4 注”的五点型单元。试验井的单孔抽液量为 $2.5\text{m}^3/\text{h}$ ，总抽液量为 $99000\text{m}^3/\text{a}$ ，整体抽大于注比例为 0.5%。

（5）模拟区剖分

本次预测将模拟区域离散成正交网格，为了更加精确的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 $2\text{m}\times 2\text{m}$ ，外围非加密网格的大小为 $5\text{m}\times 5\text{m}$ 。本模型一共剖分 65187 个网格。网格剖分情况见图 8.2-3。

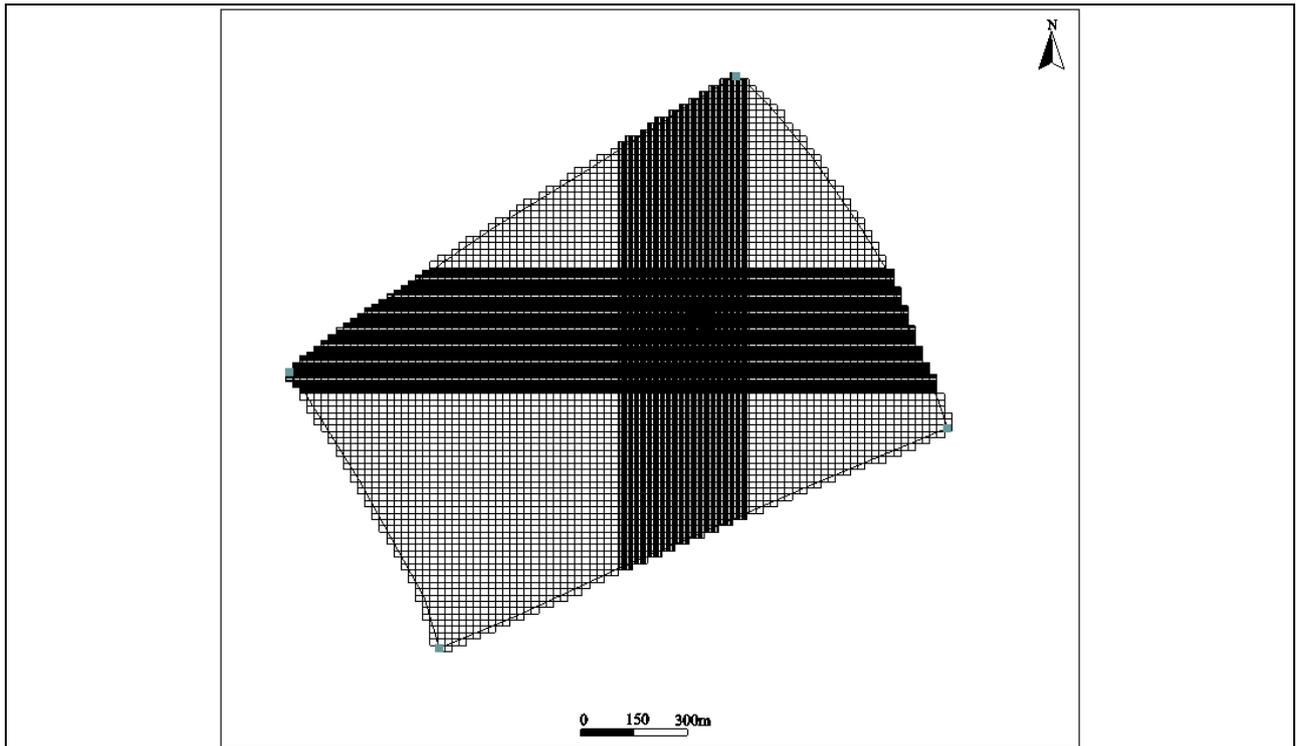


图 8.2-3 模型网格剖分图

(6) 顶底板高程

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

(7) 参数选取

根据《内蒙古鄂尔多斯市巴音青格利地区普查成果报告》（2020.12），巴音青格利铀矿床在不同区域的差异性明显，渗透系数范围为 0.11~1.37m/d。本次评价保守考虑，取渗透系数最大值 1.37m/d。此外，含矿含水层有效孔隙度为 0.2，纵向弥散度为 10m，横向弥散度为 1m。

(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

巴音青格利铀矿床和纳岭沟铀矿床均为位于鄂尔多斯盆地北部的大型砂岩铀矿床，含矿含水层均为中侏罗统直罗组含矿含水层，属于同一矿带。两矿床的含矿含水层岩性均为中砂岩、中粗砂岩、粗砂岩，地下水类型均为裂隙孔隙承压水，且地下水水化学类型及水质类似。此外，本项目条件试验与纳岭沟扩大试验均采用 CO_2+O_2 的中性浸出工艺，因此本

次评价的预测因子筛选类比纳岭沟扩大试验浸出液监测数据，具体监测数据见表 8.2-8。本次预测因子选取按照放射性核素、非放射性污染物进行分类确定：根据地浸工艺特点，放射性核素选取特征核素 $U_{\text{天然}}$ 及 ^{226}Ra 。非放射性因子与《地下水质量标准》（GB/T14848-2017）III类标准进行对比，取超过水质标准倍数较大的因子作为预测因子，最终确定非放射性污染物为 Mn。 $U_{\text{天然}}$ 源项浓度采用试验预期技术指标值**mg/L， ^{226}Ra 和 Mn 源项浓度采用纳岭沟扩大试验的浸出液监测数据，分别为*Bq/L（保守取最大值）和*mg/L。

表 8.2-8 浸出液样品监测结果

项目	pH	U(mg/L)	^{226}Ra (Bq/L)	Cl ⁻ (mg/L)	SO ₄ ²⁻ (mg/L)	HCO ₃ ⁻ (mg/L)
浓度						
项目	CO ₃ ²⁻ (mg/L)	NO ₃ ⁻ (mg/L)	F ⁻ (mg/L)	Cu (mg/L)	Zn (mg/L)	Mn (mg/L)
浓度						

3) 预测结果分析

(1) 流场模拟结果

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

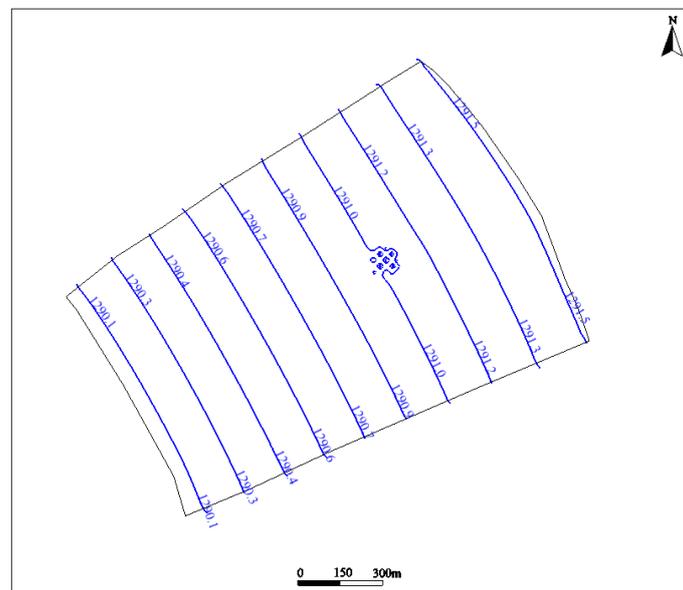


图 8.2-4 地下水等水位图

(2) 溶质运移结果分析

在地下水流场的基础上，对试验期地下水中污染物迁移模拟进行了预测，预测结果如

下:

$U_{\text{天然}}$: 以 0mg/L 为边界浓度, 绘制了试验运行期末含矿含水层的 $U_{\text{天然}}$ 浓度分布图, 见图 8.2-5 (a)。由图可知, 试验运行期末, $U_{\text{天然}}$ 在含矿含水层向下游、侧向及上游的运移距离分别为 42m、29m 和 18m。

^{226}Ra : 以 0mg/L 为边界浓度, 绘制了试验运行期末含矿含水层的 ^{226}Ra 浓度分布图, 见图 8.2-5 (b)。由图可知, 试验运行期末, ^{226}Ra 在含矿含水层向下游、侧向及上游的运移距离分别为 45m、31m 和 19m。

Mn: 以地下水 III 类标准值与本底值的差值 0.093mg/L 为边界浓度, 绘制了试验运行期末含矿含水层的 Mn 浓度分布图, 见图 8.2-5 (c)。由图可知试验运行期末, Mn 在含矿含水层向下游、侧向及上游的运移距离分别为 26m、18m 和 10m。

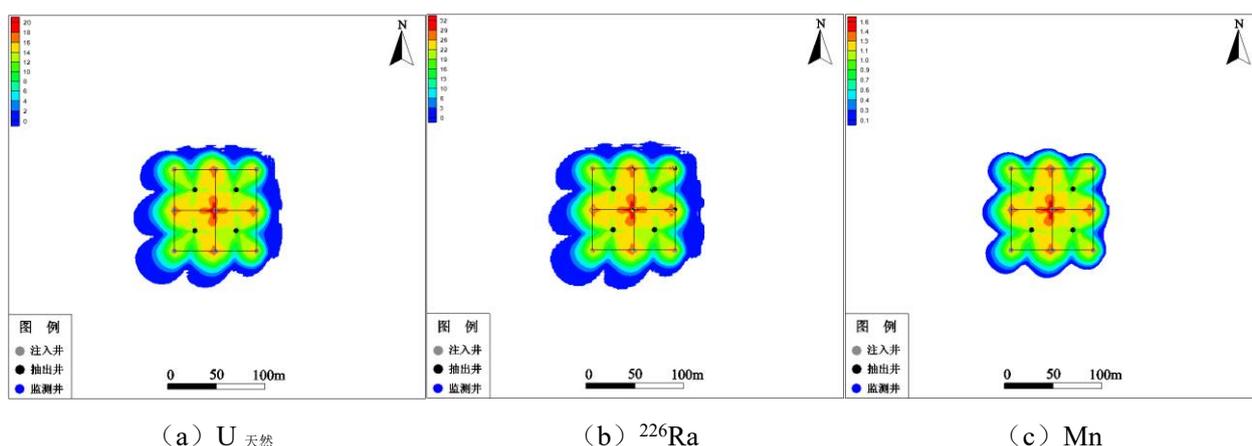


图 8.2-5 试验期末各污染物在含矿含水层的浓度分布图

综上所述, 在试验期末第 2a 时, 含矿含水层中特征污染物 $U_{\text{天然}}$ 、 ^{226}Ra 和 Mn 向下游最大迁移距离分别为 42m、45m 和 26m, 侧向最大迁移距离分别为 29m、31m 和 18m, 上游最大迁移距离分别为 18m、19m 和 10m。此外, 由于本项目含矿含水层埋深较深, 且含矿含水层的顶底板均相对稳定, 含矿含水层中的地下水越流至潜水层或其它承压水层的可能性很小, 对环境的影响不大, 也不会对公众造成附加照射剂量。

8.2.2.2 潜水含水层地下水影响分析

本项目周围 5km 范围内居民稀少, 无集中式水源地, 周围居民及试验人员生活用水来自居民自用水井, 取水层位为潜水含水层。本项目可能对潜水含水层产生影响的地表设施主要为抽注管道、废水储罐及集配液罐等导致的跑、冒、滴、漏。本项目各类储罐设有液

位检测报警系统，管道设有流量自动检测系统，同时试验人员定期对相关区域进行巡视，一旦发生罐体冒槽或管道的跑、冒、滴、漏等情况可及时发现并得到有效控制。

此外，本项目浸出液吸附厂房地面做防渗处理，各类储罐及吸附塔配备了围堰、事故池等设施。若发生泄漏事故，漏失的液体会收集至围堰或事故池，最终泵至集液罐或吸附塔中。综上所述，本项目对潜水含水层的各种可能的污染途径均采取了可行有效的污染防治措施，不会对潜水含水层产生明显影响。

8.2.2.3 上、下层含水层地下水影响分析

本项目地浸钻孔施工过程中采取了严格的质量保证，仅在含矿段设计安装滤水管，并将滤水管以上环状间隙全段水泥封堵。在施工完毕后，将通过物探检测等手段，保证井管的完整性和水泥封堵的可靠性。因此，地浸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。本项目所在区域含矿含水层隔水底连续、稳定分布，且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。因此，试验过程中不会对下层含水层产生影响，在下层含水层不再布置监测孔。

综上所述，本项目在施工期和运行期对上、下层含水层均采取了可行有效的污染防治措施，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

试验运行期产生的废水有吸附尾液、洗井废水及生活污水。

1) 吸附尾液

为了保证试验采区周边的地下水环境不受污染，采用整体抽液量大于注液量不少于0.5%的方式，以保证浸出剂不向试验采区外扩散。本项目吸附尾液产生量约 $1.49\text{m}^3/\text{d}$ ，在吸附区设置废水储罐，当罐体内尾液达到一定液位，通过废水转运车转运至纳岭沟蒸发池进行自然蒸发处理。废水储罐容积约 28m^3 ，废水转运车容积约 10m^3 ，可以满足本项目的废水收集及运输要求。

2) 洗井废水

试验运行过程中，钻孔在工作一段时间后由于杂质的累积可能导致注液量明显下降，需要对钻孔采取机械洗井工作，会产生一定的洗井废水。本项目洗井废水年产生量约 $\ast\text{m}^3/\text{a}$ ，

采用环保洗孔设施处理，该设施是专门用于收集、处理洗井废水的环保设备，由气液分离装置、过滤装置、集液装置、排污装置、提升装置等系统组成。其工作原理是在钻孔洗孔过程中，将洗孔孔口装置安装在井口，该装置与井口连接并保证井口封闭，洗孔废水会全部进入储液罐进行澄清，澄清液接入配液罐回用，沉淀的泥沙和滤渣统一收集后运至纳岭沟试验蒸发池集中处理。钻孔洗孔抽液能力约 $5\text{m}^3/\text{h}$ ，储液罐能保证 1 小时以上的洗孔废水储存能力，钻孔洗孔采用间歇式洗孔，一般连续洗孔 30-50 分钟需要停止 1 小时，单套设备能同时满足 1-2 孔的洗井要求，可以满足本项目洗井废水处理要求。

3) 生活污水

主要为试验人员的生活污水，即生活杂用水及盥洗废水，主要污染物为 BOD、COD 和 SS。本项目试验运行期生活污水最大产生总量为 $0.048\text{m}^3/\text{d}$ ，试验人员配备寝车，生活污水在寝车收集后运往纳岭沟扩大试验生活区化粪池处理。

综上所述，本项目试验运行期废水不外排，不会对项目周边的地表水环境产生不良影响。

8.2.4 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吸附残渣、洗井残渣和废旧设备及零配件。

1) 浸出液吸附残渣

浸出液吸附过程中过滤工序会产生少量残渣，产生量约 $0.002\text{m}^3/\text{a}$ ，残渣中 $U_{\text{天然}}$ 含量与含矿段品位相当，统一收集后运至纳岭沟扩大试验蒸发池堆存。

2) 洗井残渣

洗井时会产生少量洗井残渣，产生量约 $0.002\text{m}^3/\text{a}$ ，残渣中 $U_{\text{天然}}$ 含量与含矿段品位相当，统一收集后运至纳岭沟扩大试验蒸发池堆存。

3) 废旧设备及零配件

试验过程中，设备检修会产生一定量的废旧管道、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，存放于纳岭沟扩大试验固体废物库暂存。纳岭沟扩大试验固体废物库的面积约为 120m^2 ，现有空余约 100m^2 ，可满足本项目废旧设备及零配件的储存要求。

8.2.3.2 非放射性固体废物环境影响分析

本项目运行期非放射性固体废物主要为试验人员产生的生活垃圾。本项目新增试验人员 3 人，生活垃圾产生量约 1.5kg/d。条件试验人员生活垃圾在寝车收集后运往纳岭沟扩大试验生活区集中处理，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 软件进行运行期噪声环境影响预测，该软件以《环境影响评价技术导则声环境》（HJ2.4-2021）中的相关模式要求编制，适用于噪声领域的各个级别的评价。本次评价采用工业噪声预测计算模式，考虑点源几何发散衰减和地面反射。运行期主要噪声源为吸附区内浸出液吸附厂房的吸附设施、风机及井场集控室中的增压管线泵，噪声预测参数见表 8.2-9。

表 8.2-9 噪声预测参数

设备	源强 dB (A)	声源高度 (m)	声场种类
吸附设施	90	1.0	半自由声场
风机	90	7.0	半自由声场
增压管线泵	90	1.0	半自由声场

2) 预测结果

经预测，本项目运行期厂界噪声见表8.2-10，噪声影响等值线分布情况见图8.2-6。由预测结果可以看出，运行期噪声源在厂界处的贡献值为（32.0~36.7）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。本项目吸附区及井场周边200m范围内无居民点分布，最近居民点为苏都住宅（距离约400m），运行期噪声源对其噪声贡献值为15.0dB(A)，叠加现状值后昼间噪声预测值为43.6dB（A），夜间为39.8dB（A），满足《声环境质量标准》（GB3096-2008）中的2类标准要求。

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				苏都住宅	
	东	西	南	北	昼间	夜间
贡献值	36.7	35.9	34.2	32.0	15.0	15.0
现状值	/				43.6	39.8
预测值	/				43.6	39.8
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)				《声环境质量标准》 (GB3096-2008) 昼间 60dB (A)，夜间 50dB (A)	

达标情况	达标	达标	达标	达标	达标	达标
------	----	----	----	----	----	----

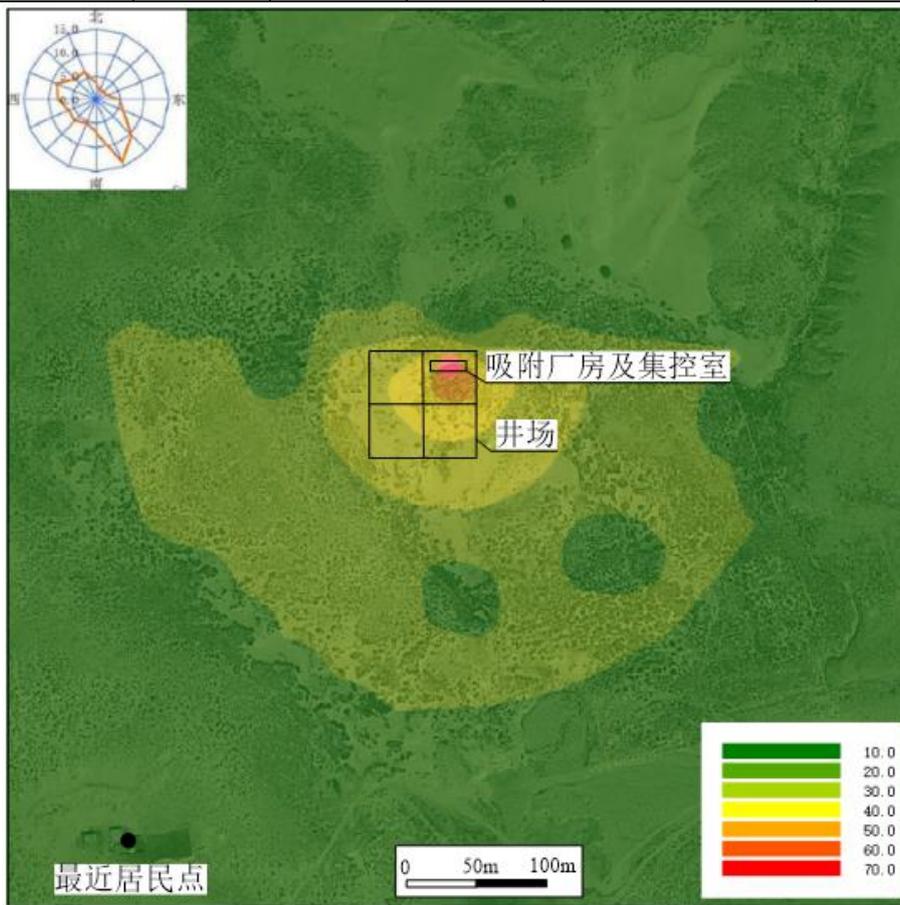


图 8.2-6 运行期噪声等值线图 (dB (A))

8.2.6 事故环境影响分析

当试验失控、自然灾害、人为事故发生时，可能存在以下几种事故：

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，试验采区地下水已形成地下水降落漏斗。因此，暂时性停止试验，试验采区地下水位处于恢复阶段，试验采区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，管道及储罐等可能发生冒槽或管道的跑、冒、滴、漏等事故。

①抽注管道泄漏

试验过程中定期对相关区域进行巡视，对各类管道进行检查维护，并在抽注管道设置电磁流量计，可实现流量信息的监测，若发现流量异常时，可及时关停和调节试验采区的抽注活动，及时进行修复或更换。因此，抽注管道泄漏的可能性较小，即使发生泄漏，其对周围环境的影响也很小。

②废水储罐及集配液罐冒槽或泄漏

本项目废水储罐、集液罐和配液罐等各类储罐设有液位检测报警系统，储罐内液体一旦超过设定液位可及时发现并采取有效控制措施，避免造成储罐冒槽事故；本项目各类储罐采用不锈钢（防腐内衬）或耐酸碱玻璃钢材质，并分别配备长 4.0m、宽 4.0m、高 0.5m 的围堰，围堰底部及内侧均做防渗处理。此外，在试验过程中试验人员定期对相关区域进行巡视，各类储罐一旦发生泄漏可及时发现并采取有效控制措施，液体泄漏速率采用《建设项目环境风险评价技术导则》（HJ 169-2018）附录 F 推荐的伯努利方程计算，计算公式入下：

$$Q_L = C_d \times A \times \rho \times \sqrt{\frac{2 \times (P - P_0)}{\rho} + 2 \times g \times h} \quad (8.2-1)$$

式中：

Q_L ——液体泄漏速率，kg/s；

P ——容器内介质压力，Pa。本项目罐体配有排气孔，容器内介质压力同环境压力；

P_0 ——环境压力，Pa；

ρ ——泄漏液体密度，取 1000kg/m³；

g ——重力加速度，9.81m/s²；

h ——裂口之上液位高度，保守取罐体高度 3.5m；

C_d ——液体泄漏系数，参考《建设项目环境风险评价技术导则》（HJ 169-2018）附录，

F 取值区间为 0.40~0.65，保守取 0.65；

A ——裂口面积， m^2 。参考 API 581 关于泄露孔尺寸的规定，泄漏孔口直径取 1 英寸，即裂口面积为 $4.9cm^2$ 。

通过计算得出储罐发生泄漏时液体泄漏速率约 $2.6kg/s$ 。本项目储罐泄漏可在 10min 内被发现并采取有效的控制措施，则泄漏液体体积约 $1.6m^3$ 。泄漏的液体会收集在围堰中，最终泵至吸附塔。围堰的有效容积约 $4.0m^3$ ，可满足泄漏液体的收集要求，不会对周围环境产生明显影响。

③吸附塔泄漏

吸附厂房的吸附工序区设置吸附塔 3 个，并配备尺寸为长 6.8m、宽 2.0m、高 0.5m 的围堰、深 0.2m 的沟槽及长 1.0m、宽 1.0m、高 1.0m 的事故池，围堰、沟槽、事故池底部及内侧均做防渗处理。采用式 8.2-1 计算得出泄漏事故下，吸附塔泄漏液体体积约 $1.9m^3$ 。泄漏的液体会收集在吸附塔底部的围堰及事故池，最终泵至集配液罐或其他吸附塔。围堰的有效容积约 $3.8m^3$ ，事故池容积约 $1m^3$ ，可满足泄漏液体的收集要求，不会对周围环境产生明显影响。

综上所述，在事故性的冒槽或跑、冒、滴、漏情况下，对周围环境的影响很小。

4) 上层含水层污染事故

试验过程中，若发现某注入井的注液量出现增加，且注液压力明显降低时，则立即停止该生产孔的抽注活动，进行钻孔检查并及时进行修复或全孔封闭。此外，在试验采区内部上层含水层布置监测井，一旦监测数据异常，通过停止附近抽、注入井，将破损的试验井进行修复或全孔封闭。

5) 饱和树脂运输事故

本项目饱和树脂需通过运输至纳岭沟扩大试验浸出液处理厂房，运输道路全程约 38.4km，其中涉及的环境保护目标有伊克尔沟、乌定布拉格四社、库计沟等村庄，在饱和树脂运输过程中若出现泄漏的情况，可能对环境造成一定的影响。本项目树脂转运车储罐为单层常压卧式储罐，进、出口管道均设置阀门密封措施，出现泄漏的可能性较小。如果发生交通事故致使意外泄漏时，将立即启动应急措施，将泄漏的饱和树脂及受污染泥土统一收集，运至纳岭沟扩大试验浸出液处理厂房，将混合泥土的饱和树脂通过振运筛清洗，去除泥砂，可以再次利用，污染的泥土送到蒸发池贮放。

6) 废水转运车运输事故

本项目设置废水收集罐，当罐体内尾液达到一定液位，通过车辆转运至纳岭沟扩大试验蒸发池内。废水转运车由运输卡车改造形成，罐体材质为碳钢，罐内涂刷橡胶防腐层。不锈钢储罐进、出口管道均设置阀门密封措施，出现泄漏的可能性较小。此外如果发生交

通事故致使意外泄漏时，及时将被废水污染的泥土统一收集，运至纳岭沟扩大试验浸出液处理厂房处理。

9 建设项目拟采用的防治措施及预期治理效果

内容类型	排放源(编号)	污染物名称	防治措施	预期治理效果	
废气	施工期	柴油发电机	SO ₂ 、NO _x 、颗粒物	环保设备、轻质柴油	满足《大气污染物综合排放标准》限值要求。
		施工场地	颗粒物 TSP	洒水抑尘、遮盖土方等	
	运行期	集液罐	²²² Rn	罐口处稀释扩散	满足公众剂量约束值要求。
		浸出液吸附厂房	²²² Rn	厂房换气通风	
废水	施工期	施工废水	SS、泥沙等	场地洒水抑尘	得到恰当处置
		生活废水	COD、NH ₄ -N	寝车集中收集外运处理	
	运行期	吸附尾液	U _{天然} 、 ²²⁶ Ra 等	纳岭沟扩大试验蒸发池	
		洗井废水	SS、泥沙等		
		流散浸出液	U _{天然} 、 ²²⁶ Ra 等	抽注比例控制、监测井监控	
生活污水	COD、NH ₄ -N	寝车收集运往纳岭沟扩大试验生活区处理			
固体废物	施工期	钻井泥浆	—	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	
		生活垃圾	—	寝车集中收集外运处理	
	运行期	浸出液吸附残渣	—	纳岭沟扩大试验蒸发池	
		洗井残渣	—		
		废旧设备及零配件	—	纳岭沟扩大试验固体废物库	
		生活垃圾	—	寝车收集运往纳岭沟扩大试验生活区处理	
噪声	选用低噪声设备，并采取隔声、减振措施，噪声排放在施工期满足《建筑施工厂界噪声排放标准》（GB12523-2011）要求，试验运行期满足《工业企业厂界环境噪声排放标准》（GB12348-2008）中 2 类标准标准要求。				
<p>生态保护措施及预期效果：</p> <p>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。</p>					

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)	备注
一	地下水	监测井	地下水监测	250	
二	噪声	低噪设备、设备维护保养	低噪设备、隔声挡板、设备维护保养	6	
三	废水	环保洗孔设施	洗井废水处置	20	
		废水转运车	吸附尾液转运至纳岭沟扩大试验蒸发池	2	
四	固体废物	泥浆池	钻井泥浆处置	2	
		废机油处置	废机油专用桶及外运处置	1	
		废旧设备、管线运输	废旧设备、管线运输至纳岭沟扩大试验固体废物库	0.5	
五	生态恢复	绿化、复垦	钻孔施工场地及管线铺设后，恢复原始地形	2	
合计				283.5	

11 环境管理与监测计划

11.1 环境管理机构

中核矿业科技集团有限公司作为本项目的建设单位，全面负责本项目条件试验施工期和运行期的管理、监测和检查等工作。其主要职责包括：

- 1) 合理安排施工计划，确保文明施工；
- 2) 对项目施工过程中存在的环境污染问题予以及时纠正，确保各项环保措施的落实；
- 3) 定期巡视和设备检修，制定环境管理规章制度，并定期开展监测工作。

11.2 监测计划

11.2.1 施工期监测计划

本项目条件试验施工期环境监测主要包括大气、噪声、地下水等常规介质的监测，监测计划见表 11.2-1。

表 11.2-1 施工期环境监测方案

序号	介质	监测位置	监测频次	监测项目
1	空气	施工场界四周	1 次/季度	TSP
2	噪声	施工场界四周	1 次/季度	昼夜等效连续 A 声级
3	地下水	试验井和监测井	建设单位开展第 1 次取样监测	pH、U _{天然}
			建设单位开展第 2 次取样监测，与第 1 次取样间隔至少 1 个月。	pH、U _{天然}
			委托有资质第三方监测单位开展第 3 次取样监测，与第 2 次取样间隔至少 1 个月。	U _{天然} 、 ²²⁶ Ra、 ²¹⁰ Pb、 ²¹⁰ Po、总 α、总 β 及 pH 等非放射性因子全分析。

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，本项目条件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对环境的影响，对产生放射性流出物的设施、部位实施监测。本项目流出物监测计划详见表 11.2-2。

表 11.2-2 流出物的监测计划

序号	监测内容	监测点位	监测项目	监测频次
1	气载流出物	集液罐排气孔	²²² Rn及其子体	1次/季
2	气载流出物	吸附区浸出液吸附厂房	²²² Rn及其子体	1次/季

2) 常规环境监测

本项目运行期环境监测计划见表 11.2-3，常规环境监测布点图见图 11.2-1。

表 11.2-3 试验运行期常规环境监测计划

序号	介质	监测位置	监测项目	频次
1	大气	①居民：苏都住宅； ②对照点：江木图沟。	^{222}Rn 及其子体	1 次/季
2	γ 辐射剂量率	①居民：苏都住宅； ②试验井场； ③运输路线沿线布置 5 个； ④对照点：江木图沟。	γ 辐射空气吸收剂量率	1 次/半年
3	地下水	①居民：苏都住宅； ②对照点：江木图沟。	$\text{U}_{\text{天然}}$ 、 ^{226}Ra 、 ^{210}Pb 、 ^{210}Po	1 次/半年
		①含矿含水层监测井；	$\text{U}_{\text{天然}}$ 、 HCO_3^- 、pH	1 次/2 个月
		②上含水层监测井。	^{226}Ra 、 ^{210}Pb 、 ^{210}Po 、Mn	1 次/半年
4	土壤	①居民：苏都住宅； ②对照点：江木图沟。	$\text{U}_{\text{天然}}$ 、 ^{226}Ra 、Cd、As	1 次/半年
5	生物	①居民：苏都住宅； ②对照点：江木图沟。	$\text{U}_{\text{天然}}$ 、 ^{226}Ra 、 ^{210}Pb 、 ^{210}Po	1 次/年

注：1、对照点为江木图沟中距离吸附厂房最近的居民点；
2、 γ 辐射剂量率监测点位中运输路线沿线应与第 5 章环境现状监测的监测点位相同；
3、每年监测点位应为同一点位。

12 退役治理与长期监护

本项目项目的实施，存在试验成功与失败二种情形。

1) 如果试验成功，需采取以下环保措施：

(1) 本项目条件试验成功后将由中核内蒙古矿业有限公司开展后续的扩大试验或工业试验，并负责退役治理及长期监护等工作；

(2) 在扩大试验或工业试验前的可行性研究阶段及施工阶段，应继续保持该条件试验点的生产，一方面可充分回收有用金属，另一方面通过井场运行来控制浸出液迁移扩散范围，同时应保留所有环境保护设施；

(3) 在扩大试验或工业试验开始后，本项目条件试验将会被纳入其中。条件试验的大部分设施及设备不需要拆除，少量需要拆除的设施及设备尽量用于扩大试验或工业试验的设施建设，无法利用的暂存于纳岭沟扩大试验固体废物库；

(4) 条件试验井场浸出结束后将纳入扩大试验或工业试验的井场退役计划，采取边生产边退役的原则，对退役采场进行地下水修复。

2) 如果试验失败，需采取以下环保措施：

如果试验失败，应立即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。

公众剂量约束值：根据《铀矿冶辐射防护和辐射环境保护规定》（GB23727-2020）规定，对于退役治理后的公众照射的剂量约束值为 0.1mSv/a。

地表 ^{222}Rn 析出率的管理限值：本项目试验井场及吸附区等设施经退役治理与环境整治后，所有场址表面 ^{222}Rn 析出率不大于 $0.74\text{Bq}/\text{m}^2 \cdot \text{s}$ 。

土壤中 ^{226}Ra 残留量控制值：根据《铀矿冶辐射防护和辐射环境保护规定》（GB23727-2020），本期退役治理土地去污后，任何平均 100m^2 范围内土层中 ^{226}Ra 的比活度扣除当地本底值后不超过 $0.18\text{Bq}/\text{g}$ 。

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

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

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。试验井场与吸附区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将抽出井改为注入井、将注入井改为抽出井运行，进行抽注井的交替循环；

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

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

13 结论与建议

13.1 结论

1) 项目概况

鄂尔多斯盆地北部大型砂岩铀矿床地浸试验研究位于内蒙古自治区鄂尔多斯市杭锦旗和达拉特旗，研究周期为3年。项目总投资2500万元，其中环保投资283.5万元。现场建设内容主要为巴音青格利铀矿床现场条件试验和纳岭沟铀矿床水力帷幕试验两部分。

2) 工程分析结论

(1) 工艺流程

① 条件试验

本项目条件试验采用原地浸出采铀工艺，浸出液在新建吸附厂房进行吸附，饱和树脂运往纳岭沟扩大试验浸出液处理厂房进行后续淋洗和沉淀等工序。

井场工艺流程为：吸附尾液配液→集控室注液分配→浸出剂加压注入→输送浸出液。

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

② 水力帷幕试验

水力帷幕法（帷幕注水法）是通过构筑一系列注水井形成帷幕，向地下含矿含水层内注入一定量的水来维持地下水位，以实现铀矿地浸开采的重要手段。本项目水力帷幕试验依次开展同步抽水观测试验和多孔同步抽水和注水试验，以确定注水井距、注水井与观测井的距离等设计参数，确定注水开关孔及其控制水位，验证水力帷幕工程设计的可行性。

(2) 污染物的产生及处理

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

废水：本项目含放射性核素的液态流出物主要为吸附尾液、洗井废水和流散浸出液。吸附尾液通过废水转运车运至纳岭沟蒸发池进行自然蒸发处理；洗井废水采用环保洗孔设施处理，处理后的清水接入配液罐回用；本项目在生产过程通过严格控制抽注液的区域平衡，抽大于注的比例不小于0.5%，以便使抽出井和注入井之间形成规则的水位降落漏斗。此外设置监测井，随时发现可能的水平泄漏和垂直泄漏，从而避免浸出液在含矿含水层中

的逸散；非放射性废水主要为施工废水和生活污水，分别通过场地洒水抑尘、寝车集中收集后运往纳岭沟扩大试验生活区化粪池处理。

固体废物：本项目产生的固体废物主要为钻井泥浆、浸出液吸附残渣、洗井残渣、废旧设备及零配件、废机油以及生活垃圾。钻井泥浆置于泥浆坑内覆土掩埋；浸出液吸附残渣和洗井残渣运至纳岭沟试验蒸发池集中处理；废旧设备及零配存放于纳岭沟扩大试验固体废物库暂存；废机油通过专用桶收集后用于钻机设备传动、润滑等，仍有剩余的定期交由具备危险废物处置资质的单位处置；生活垃圾通过寝车集中收集后运往纳岭沟扩大试验生活区集中处理。

噪声：本项目施工期噪声源主要为柴油发电机、钻机、泥浆泵等，单机噪声源强均小于 100dB(A)。运行期噪声源主要为风机、管线增压泵等，单机噪声源强均小于 90dB(A)。对于噪声的防治，各种设备均选用低噪声环保设备，并采取有效的隔声、减震措施。

3) 环境质量现状调查结论

本项目环境质量现状 γ 辐射空气吸收剂量率、空气中氡及其子体、氡析出率、地下水以及土壤中放射性水平与区域本底水平基本相当；生物指标均满足《食品中放射性物质限制浓度标准》(GB14882-94)的限值要求；土壤非放射性监测因子满足《土壤环境质量 农用地土壤污染风险管控标准(试行)》(GB15618-2018)；声环境满足《声环境质量标准》(GB3096-2008)中 2 类标准要求；潜水含水层地下水中非放射性指标总体满足《地下水质量标准》(GB/T 14848-2017)中 III 类标准，个别因子(Cl⁻、NO₃⁻、Fe、总溶解性固体和 COD_{Mn})背景值较高；含矿含水层地下水中非放射性指标总体满足《地下水质量标准》(GB/T 14848-2017)中 III 类标准，个别因子(pH、Cl⁻、Na⁺、NH₄-N、总溶解性固体和 COD_{Mn})背景值较高。

4) 环境影响分析结论

(1) 施工期环境影响分析

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

(2) 试验期环境影响分析

辐射环境影响：试验运行期气态源项所致评价区域最大个人有效剂量为 6.30×10^{-4} mSv/a，出现在 SSW 方位、0~1km 子区。关键居民点为苏都住宅，最大个人剂量为 6.30×10^{-4} Sv/a，20km 范围内的集体剂量为 2.09×10^{-5} 人·Sv/a。试验运行期气态源项所致的个人有效

剂量较小，均低于相应的剂量约束值，且本项目周围人口稀少，集体有效剂量也较小。因此，本项目气态流出物对环境的影响在可接受范围之内。

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 $U_{\text{天然}}$ 、 ^{226}Ra 和 Mn 向下游最大迁移距离分别为 42m、45m 和 26m，侧向最大迁移距离分别为 29m、31m 和 18m，上游最大迁移距离分别为 18m、19m 和 10m。此外，由于本项目含矿含水层埋深较深，且含矿含水层的顶底板均相对稳定，含矿含水层中的地下水越流至潜水层或其它承压水层的可能性很小，对环境的影响不大，也不会对公众造成附加照射剂量。

放射性固体废物环境影响：本项目试验过程中产生的浸出液吸附残渣和洗井残渣统一运至纳岭沟试验蒸发池堆存，废旧设备及零配存放于纳岭沟扩大试验固体废物库暂存。

声环境影响：本项目运行期噪声源在采取各种减震降噪措施，并经过房屋阻隔和距离衰减后，厂界可以达到《工业企业厂界环境噪声排放标准》（GB12348-2008）中 2 类标准，且项目周边居民点分布较少，不会对周边声环境产生明显影响。

5) 项目可行性结论

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

13.2 建议

鉴于本项目地下水本底差异较大的现象，本报告表制定了施工期地下水本底监测计划，建议建设单位及时统计分析施工期地下水本底监测数据，尽快掌握地下水本底范围。

附录一 气态途径辐射环境影响预测模式与参数

一、大气扩散模式

UAIR-FINE 软件大气扩散模式采用美国 EPA 开发、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， $F_y = \frac{1}{\sqrt{2\pi\sigma_v}} \exp\left(-\frac{y^2}{2\sigma_v^2}\right)$ ；

j=1 或 2，分别代表上升和下沉部分。

2) 稳定条件下 SBL 中的浓度

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

式中：

z_{ieff} —有效机械混合层高度；

h_{es} —烟羽高度（烟囱高度加烟气抬升高度）；

F_y —横向分布函数（有迂回）。

在机械混合层高度之上，湍流一般较弱，因此，烟羽的垂直混合也比较小。

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

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

当 $z_r \geq z_{ieff}$ 时，不考虑有效反射面。

3) 污染物扩散过程中的衰减作用

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

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

$$\text{或 } D = 1 \quad (\psi = 0)$$

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

式中：

ψ —污染物的衰减系数；

$T_{1/2}$ —污染物的半衰期，s。

4) 面源计算模式

对于面源，AERMOD 采用数值积分的处理方法，计算公式如下：

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

式中：

Q_A —面源释放率， $g/m^2 s$ ；

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：《杭锦旗自然资源局关于鄂尔多斯盆地北部大型砂岩铀矿床地浸试验研究项目核对应生态红线的便函》，杭锦旗自然资源局，2021 年 9 月；
- 附件 2：《内蒙古自治区生态环境厅关于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评价执行标准的复函》，内蒙古自治区生态环境厅，2021 年 10 月；
- 附件 3：《鄂尔多斯盆地北部大型砂岩铀矿床地浸试验研究项目环境质量现状监测》（2021-121），核工业二〇八大队分析测试中心，2021 年 8 月；
- 附件 4：《鄂尔多斯盆地北部大型砂岩铀矿床地浸试验研究项目环境质量现状监测》（2021-221），核工业二〇八大队分析测试中心，2021 年 11 月；
- 附件 5：《鄂尔多斯盆地北部大型砂岩铀矿床地浸试验研究》项目合作协议，2022 年 1 月。