

核工业北京化工冶金研究院
地浸采铀科研创新基地
环境影响报告表

核工业北京化工冶金研究院

2021年10月

核工业北京化工冶金研究院
地浸采铀科研创新基地
环境影响报告表

核工业北京化工冶金研究院

法人代表：邢拥国

通讯地址：北京市通州区九棵树 145 号

邮政编码：101149

1 建设项目基本情况

项目名称	地浸采铀科研创新基地				
建设单位	核工业北京化工冶金研究院				
法人代表	邢拥国	联系人	姚益轩		
通讯地址	北京市通州区九棵树 145 号				
联系电话	010-51674123	传真	010-51674888	邮政编码	101149
建设地点	内蒙古自治区通辽市科尔沁左翼中旗白兴吐苏木境内				
立项审批部门	核工业北京化工冶金研究院	批准文号	—		
建设性质	新建 <input checked="" type="checkbox"/> 改扩建 <input type="checkbox"/> 技改 <input type="checkbox"/>		行业类别及代码	M752 工程和技术研究与试验发展	
占地面积(平方米)	78967		绿化面积(平方米)	66667	
总投资(万元)	5100	环保投资(万元)	138		
环保投资占总投资比例	2.71%	预期投产日期	2021 年 12 月		
<p>工程内容及规模:</p> <p>1、建设单位概况</p> <p>核工业北京化工冶金研究院（以下简称“核化冶院”）创建于 1958 年，是一所以研究铀矿选冶和湿法冶金技术为主，集科研、教学、产品开发和生产经营为一体的综合性高科技研究院。核化冶院是核燃料循环前端唯一从事天然铀化学、化工研究的多学科综合性开发研究机构，其研究领域涉及铀矿开采(含原地爆破浸出和常规开采)、铀矿水冶(含地浸、堆浸)、铀纯化、铀转化、相关材料研究、相关仪器设备开发、矿物加工工程、化学工艺、辐射防护、工程设计、检测技术、在线监测与自动控制等，并从事相关的学历教育。核化冶院拥有铀提取冶金部级重点实验室和核工业化学计量站；在金、镍、钒、钼等有色金属的湿法冶金方面具有较强的技术优势；拥有工程设计、工程咨询、工程监理、建设项目环境影响评价、安全评价等方面的国家资质。</p> <p>2、项目由来</p> <p>我国目前的地浸采铀试验基地为云南 381 地浸试验基地，从上世纪八十年代末建</p>					

成以来，通过国防科工局核能开发项目、中核集团集中研发项目、中国铀业自主研发项目等专项规划的支持，该基地建成了国内首个地浸科研基地，为研发地浸采铀技术成果填补了国内空白，使得我国地浸科研基础条件得到有力保障。现有云南 381 地浸试验基地正在退役，我国地浸采铀专业化创新基地平台出现了空白。近年来，地浸科研依托铀矿山企业，因其承担的生产任务繁重，现场相关设备设施、井场规划、工艺技术路线均不得调动更改，因此造成开展的地浸科研项目受制于企业生产条件制约，试验进度被迫暂停、终止，往往不得已调整设计的技术路线和试验方案；长久以来科研项目人员的创新、创造力得不到充分施展发挥，相关试验数据不能客观支撑试验效果，依托厂矿企业开展试验的连续性、完整性、专业性问题日益突出，为解决企业生产和科研实施方案的客观矛盾，迫切需要建立新的地浸采铀科研创新基地以开展相关地浸采铀地浸试验研究。地浸采铀科研试验，试验规模较小，试验周期相对较短，通常在 3~5 年，试验结束后还要进行退役治理，而通常情况下，退役治理经费不在科研经费中列支，核化冶院作为铀矿选冶重要科研单位，承担了国家科工局、中国核工业集团公司、中国铀业有限公司多项科研课题，为了保障科研项目顺利开展，在可地浸砂岩铀矿资源相对丰富和集中的区域建设地浸采铀科研创新基地，既可以满足不同地浸采铀科研试验的需求，又可将地浸采铀不利环境影响问题集中在科研创新基地周边，避免在不同矿点开展地浸采铀试验带来的环境影响分散的问题。

宝龙山铀矿床行政上隶属于内蒙古自治区通辽市科尔沁左翼中旗管辖，位于松辽盆地开鲁凹陷的北东部，该区域目前已发现钱家店（钱Ⅱ块）、钱Ⅲ、钱Ⅳ块及宝龙山（钱Ⅴ块）铀矿床。宝龙山普查资源量达****吨，属于中型铀矿床规模，含矿层富水，矿石具有一定的渗透性，隔水顶板连续稳定，具备地浸开采条件。宝龙山铀矿床I-1 号矿体资源量占矿床资源总量的 50.23%，其中纵 8B 和纵 10B 勘探线控制区位于矿床中心地带、矿体相对连续稳定，地质水文条件具有代表性，是本矿段的重点地段，故拟选择此处作为基地试验点。为查明水文地质条件和参数，核化冶院立项在此矿段开展水文地质勘察试验，施工 41 个水文地质勘察孔和 5 个加密勘探孔。

根据核工业北京化工冶金研究院《关于“地浸采铀科研创新基地”项目立项的通知》（见附件 1），核工业北京化工冶金研究院拟依托宝龙山铀矿床建设地浸采铀科研创新

基地，建设井场开拓试验设施、浸出液处理试验设施、配套设施。基地将建成集地浸科研共性技术研发、科研成果转化、人才培养等功能为一体的地浸采铀科研试验基地。具体的研究试验内容包括：钻孔结构与施工成井工艺研究，含矿层渗滤结构与矿体空间展布研究、含矿层水文地质条件研究和评价、CO₂+O₂ 浸出工艺优化和完善、浸出单元不同部位铀浸出状态研究、浸出液提升设备综合防护技术研究，浸出液处理工艺试验、地浸开采技术经济评价。引领全球地浸采铀技术的发展方向，构建以新工艺、新技术、新材料、新装备为核心的地浸采铀技术新体系；培养造就一批具有国际水平的铀矿地浸科技领军人才、青年科技人才和高水平的创新团队。《二连基地地浸采铀精准开采工艺研究》是核化冶院正在承担的中国核工业集团公司的龙灿工程（第二阶段）科研项目，为了保障该项目顺利开展，拟依托地浸采铀科研创新基地开展试验研究，为保障该项目顺利进行，地浸采铀科研创新基地分两期建设。一期利用通辽宝龙山铀矿重点地段水文地质勘察孔 31 眼，同时施工 3 眼浸出率观测井，6 眼监测井，建设吸附厂房及相关配套设施。二期建成基地终期规模即在一期的基础上施工 21 组钻孔，终期浸出液处理能力不超过 100m³/h，在一期吸附设施的基础上，建设淋洗沉淀设施，本项目作为核化冶院地浸采铀科研试验基地，仅用作核化冶院地浸采铀科研试验，不涉及后期转为地浸采铀工业生产。

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，该项目需开展环境影响评价，并编制环境影响报告表。中核第四研究设计工程有限公司承担环境影响评价任务后，立即成立了项目小组，项目小组收集了基地建设资料和环境资料，并于 2021 年 9 月完成了报告表的编制工作。

3、项目概况

1) 项目概况

项目名称：地浸采铀科研创新基地

建设性质：新建

建设地点：内蒙古自治区通辽市科尔沁左翼中旗白兴吐苏木境内

建设周期：分期建设，一期钻孔利用通辽宝龙山铀矿重点地段水文地质勘察孔（7 组，七点型布置），同时施工 3 眼浸出率观测井和 6 眼监测井，浸出液处理能力不超过 50m³/h，只建设吸附设施和相关配套设施，淋洗沉淀委托通辽铀业进行处理，预计

2021年12月开工建设，建设周期0.5年；二期在一期的基础上施工21组钻孔，终期浸出液处理能力不超过100m³/h，在一期吸附设施的基础上，建设淋洗沉淀设施，二期计划2023年6月开工建设，建设期1年。

建设投资：投资总额5100万元，其中环保投资138万元，约占投资总额2.71%。

2) 建设内容

本项目主要建设内容包括井场开拓试验设施、浸出液处理试验设施、配套设施三部分内容。

(1) 井场开拓试验设施

井场开拓研究试验设施分期建设，一期钻孔利用通辽宝龙山铀矿重点地段水文地质勘察孔，水文地质勘察孔在布设时考虑了地浸井场的常用钻孔布置型式，一期工程利用其中31眼水文地质孔，7眼抽孔，24眼注孔，呈七点型布置，一期抽液量不超过50m³/h；二期布置工艺钻孔21组，21眼抽孔，55眼注孔，七点型布置，井间距30m，边界单元视井场范围可适当缩小，单孔抽液量6m³/h，设计总抽液量不超过100m³/h即根据试验情况和资源情况，始终保持不超过15组钻孔运行的规模。

另外施工3个浸出率观测井，放置袋装矿样，用于不同部位浸出状态观测研究；根据《铀矿冶辐射防护和辐射环境保护规定》（GB23727-2020）6.2.4.4节：含矿含水层应在采区四周边界井之外50m~150m范围内布置地下水监测井，其下游监测井还应至少延伸至300m。采区含矿含水层上部含水层应布置相应的地下水监测井，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。本项目施工6个环境监测井，用于监测上含水层、试验区外围含矿层地下水水质，分别为采区上含矿含水层1口，试验区外上游SW方位70m、侧向SE和NE方位80m外、井场下游NW方向120m各1口，井场下游NW方向300m处1口。

(2) 浸出液处理试验设施

浸出液处理设施分期建设，一期在废弃敬老院内只建设吸附厂房，安装吸附塔、集液灌、废水储罐、事故储罐等，试验设施具备100m³/h处理能力，初期对应7组钻孔只运行约50m³/h，吸附厂房布置在敬老院东侧空地，饱和树脂由通辽铀业树脂转运车运至钱II块水冶厂房淋洗沉淀，工艺废水由废水贮罐集中收集后运至钱II块蒸发池处

理。

二期将利用一期建设的吸附设施进行吸附，新建淋洗沉淀车间，建设淋洗、沉淀、酸化、转型、压滤及产品存储设施，形成 100m³/h 处理能力的全流程浸出液处理系统。新建淋洗沉淀设施布置在敬老院西侧空地，工艺废水由转型尾液贮罐集中收集后运至钱II块蒸发池处理。

(3) 配套设施

配套设施主要包括外部高压供电线路、箱式变电站、集控室、气体站、盐酸罐、机修间、柴油发电机房、电锅炉房、实验室，供水、供暖、供电、消防、淋浴洗衣设施，生活办公设施。

本项目主要建设内容见表 1-1。

表 1-1 本项目建设内容

类别	项目	建设内容
井场开拓试验设施	钻孔	一期钻孔利用通辽宝龙山铀矿重点地段水文地质勘察孔，水文地质勘察孔在布设时考虑了地浸井场的常用钻孔布置型式，一期工程利用其中 31 眼水文地质孔，7 眼抽孔，24 眼注孔，呈七点型布置（共 7 组），同时施工 3 眼浸出率观测井，6 眼监测井。二期施工新型工艺钻孔 21 组，其中：抽孔 21 眼，注孔 55 眼。
	井场综合管线	井场综合管线主要由集液系统和注液系统组成，集液系统由集液总管道、集液主管道及抽液支管组成，负责整个井场浸出液的输送；注液系统由注液总管道、注液主管道、注液支管等组成，负责整个井场注入液的输送。
浸出液处理试验设施	浸出液处理系统	一期在废弃敬老院内只建设吸附厂房，安装吸附塔、集液灌、废水储罐、事故储罐等，试验设施具备 100m ³ /h 处理能力，初期对应 7 组钻孔只运行约 50m ³ /h，吸附厂房布置在敬老院东侧空地，饱和树脂和工艺废水送通辽铀业处理。 二期将利用一期建设的吸附设施进行吸附，新建淋洗沉淀车间，建设淋洗、沉淀、酸化、转型、压滤及产品存储设施，形成 100m ³ /h 处理能力的全流程浸出液处理系统。新建设施布置在敬老院西侧空地，工艺废水送通辽铀业处理。
	实验室	改造现有房屋，用作分析测试和试验室（二期建设）。
配套设施	集控室	主要由工艺箱体和自控箱体组成。工艺箱体外形长×宽为 13m×2.6m，自动箱体外形长×宽为 7m×2.6m，呈“L”型布置。
	集配液设施	与吸附厂房合建，由泵房、过滤区和集液罐组成，配置 2 台集液泵、2 台配液泵和 1 台集液罐。
	辅助设施	辅助设施长×宽为 21m×7m，单层，层高 4m，砖砌体结构，主要布置柴油发电机房、电锅炉房、车库。

气体站	井场气体站占地长×宽为 17m×12m。井场气体站周围设围栏，高 2.5m，门宽 2.5m。井场气体站布置 1 台 15m ³ 的液氧储罐、1 台 15m ³ 的液态二氧化碳储罐以及配套的气化调压等设备。
室外贮池	废水贮池（二期建设）长×宽×深为 2 m×2m×1.8m，钢筋混凝土水池，内衬防腐，主要用于贮存各实验室分析过程中排放的废水。 室外生活污水贮池（3m×3m×2m）为钢筋混凝土水池，埋地布置。
固体废物库	固体废物库长 8m，宽 8m，单层，层高 4.5m，生产类别为戊类，主要存放废旧滤布、更换管道等，为轻钢结构，设顶棚和高 2m 围墙，地面采用环氧砂浆自流平防腐。

注：配套设施除废水贮池为二期建设外，其余一期建设。

3) 建设地点及占地面积：项目占地属于内蒙古通辽市科尔沁左翼中旗白兴吐苏木。井场范围约 66667m²，基地占地面积 12300m²。

4) 建设周期及运行年限：一期建设期 0.5 年，计划 2021 年 12 月开工建设，二期建设期 1 年，二期计划 2023 年开工建设。本项目属于地浸采铀科研试验，当浸出液铀浓度降低至 7~8mg/L 时，钻孔可用于观测地下水 U 的迁移扩散规律及地下水修复试验研究，掌握天然铀的全生命周期运移规律，因此本项目服年限可达 30 年。

5) 工程内容和主要技术指标

主要经济技术指标见表 1-2。

表 1-2 主要经济技术指标统计

序号	技术经济内容	单位	数量	备注
一	浸出液处理装置设计规模			
1	浸出液量	万 m ³ /a	72	
二	服务年限	a	30	其中：一期建设期 0.5 年，二期建设期 1 年
三	工作制度			
1	年工作日	d	300	
2	天工作小时数	h/d	24	
3	日工作班次	班	3	浸出液处理系统
		班	1	实验室及其它设施
4	班工作时间	h	8	
四	供电			

1	安装容量	kW	2058	
2	工作容量	kW	1756	
3	有功功率	kW	1140	
4	年电耗量	10 ⁴ kW·h	444.8	
五	年用水量	m ³	6006	
六	劳动定员	人	20	
七	用地面积	m ²		
	占地面积	m ²	78967	
八	新增建筑面积	m ²	1056	
九	新增主要工艺设备	台(套)	82	
十	建设投资	万元	5100	

4、评价等级和评价范围

1) 辐射环境

根据《环境影响评价技术导则—铀矿冶》(HJ 1015.1-2019): 本项目辐射环境评价范围为以对居民影响最大的气载污染源为中心, 半径为 20 km 的区域范围。

本项目评价中心选择吸附厂房排气筒, 评价范围内各子区的划分方法是以评价中心为圆心, 分别以半径为 1 km、2 km、3 km、5 km、10 km、20 km, 将评价范围划分为 6 个同心圆, 再将这些同心圆划分成 22.5°扇形段, 以正北方向左右各划分 11.25°为起始计数的扇形段, 顺时针计数, 共分成 96 个评价子区。评价范围内的子区划分见图 1-1。

2) 非放射性环境

(1) 非放射性大气环境影响评价等级与评价范围

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:

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

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, $\mu\text{g}/\text{m}^3$, 一般选用 GB3095 中 1h 平均质量浓度的二级限值。

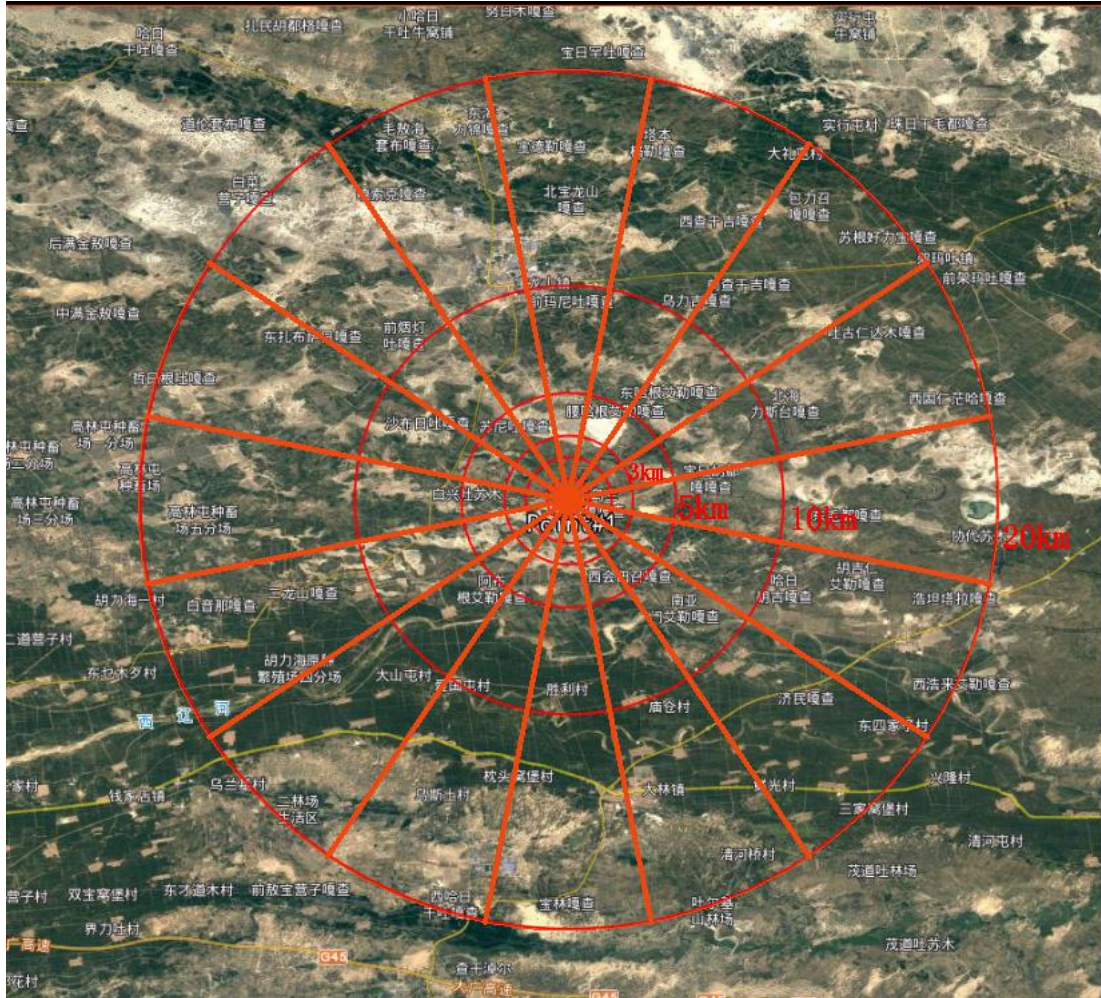


图 1-1 20km 评价范围图

本项目产生的非放射性污染物主要为盐酸库无组织排放产生的 HCl 执行《环境影响评价技术导则 大气环境》(HJ2.2-2018)中附表 D.1 中其他污染物空气质量参考限值, 即 HCl 环境空气质量小时均值为 $50\mu\text{g}/\text{m}^3$ 。

评价工作等级按表 1-3 的分级判据进行划分。

表 1-3 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 下风向轴线浓度，源项及估算结果见表 1-4 和表 1-5。

表 1-4 估算模式参数一览表

名称	污染物	排放速率 (kg/h)	排气量 (m ³ /h)	排放高度 (m)	出口内径 (m)	温度 (°C)
盐酸罐	HCl	0.00138	10	3.0	0.07	30

表 1-5 拟建项目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)
盐酸罐	HCl	2.74	50	5.48	28

由表 1-5 可以看出，本项目主要大气污染物 HCl 最大占标率 P_{\max} 为 5.48%。按照评价等级估算结果和相关分析，根据导则判定标准，本项目非放射性大气环境影响评价工作等级为二级。

根据导则要求，本次非放射性大气环境影响评价范围确定为：以盐酸库边界外延 5km 范围。

(2) 地表水环境影响评价等级与评价范围

本项目生产过程中产生的废水主要包括工艺废水、洗井废水、实验室废水和生活污水。其中，吸附尾液经过滤后部分回用于生产工艺，沉淀母液回用于淋洗剂配置，其余工艺废水（转型尾液、吸附尾液）运至通辽铀业钱Ⅱ块蒸发池处理；洗井废水采用移动式环保洗孔工作站处理后回收至集液罐；实验室废水通过管道进入室外工艺废水贮池，通过泵输送至吸附厂房的废水贮罐，定期通过槽车运送至中核通辽铀业有限责任公司钱Ⅱ块蒸发池处理；生活污水经生活污水贮池（化粪池）处理后由环卫部门定期清运。因此，本项目废水不外排，不会对项目周边地表水产生不良影响。根据《环境影响评价技术导则 地表水环境》（HJ 2.3-2018）判定标准，本项目地表水环境影响评价工作等级为三级 B，可不进行地表水环境影响预测。

(3) 地下水环境影响评价等级与范围

含矿含水层地下水评价范围：参照《环境影响评价技术导则 地下水环境》（HJ 610-2016）中附录 A 地下水环境影响评价行业分类表，参照有色金属分类，本项目涉及冶炼环节，因此属于 I 类项目；本项目不涉及集中式水源地，项目周边存在分散式

水源地，分散式水源地的较敏感区距离计算如下式所示：

$$L = \alpha \times K \times I \times T / n_e \quad (1-2)$$

式中：

L—下游迁移距离，m；

α —变化系数，取 2；

K—渗透系数，取 0.51m/d；

I—水力坡度，取 0.001；

T—质点迁移参数，取值不小于 5000d，对于联村式分散式水源地取 3000d，本项目保守取 10950d（按运行年限计）；

n_e —有效孔隙度，取 0.25；

根据上式计算，本项目周边分散水源地 48m 范围内为较敏感区，本项目井场边界距离最近分散式水源地的最近距离约 150m。因此，本项目属不敏感区域。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。根据项目所在区域水文地质条件划定评价范围，含矿含水层地下水评价范围为以井场为边界，在地下水上游方向西南侧延伸 700m，下游方向东北侧延伸 800m，垂直于水流方向两侧各延伸 500m，模拟总面积 1.5km²。

潜水含水层评价范围：本项目不设蒸发池，只配套建设废水池，用于贮存实验室废水，规格为 2m×2m×1.8m，做防渗处理，20mm 厚防水砂浆+250mm 厚钢筋混凝土+1.0mm 厚水泥基渗透结晶型防水涂料+20mm 厚防水砂浆，渗透系数不大于 1.0×10^{-12} cm/s，对地下水的主要影响为潜水含水层，根据《环境影响评价技术导则 地下水》(HJ610-2016)公式法(式 1-2)确定评价范围，废水池下游迁移距离为 7.6×10^{-8} m，对周边潜水地下水影响范围很小，因此，不设潜水含水层评价范围。

(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》(HJ2.4-2009)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厂界外 200m。

(5) 环境风险评价等级与范围

涉及的主要危险物质包括盐酸、柴油等，根据《建设项目环境风险评价技术导则》（HJ169-2018）附录 B、C、D，本项目所涉及的危险物质的临界量、危险物质及工艺系统危险性分级见下表 1-6，行业及生产工艺、危险物质及工艺系统危险性分级见表 1-7；各环境要素的环境敏感程度（E）分级见表 1-8，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 1-9。

表 1-6 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%)	10	1.34	1≤Q<10
柴油	2500	10		

表 1-7 危险物质的临界量（M）、危险物质及工艺系统危险性等级（P）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）	5<M≤10	P4
有色冶炼	危险物质贮存罐区（柴油库）	5/套（罐区）		

表 1-8 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	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；且周边 500m 范围内人口总数小于 500 人。	E3
地表水	该项目废水大部分循环利用，剩余部分集中收集后运至钱II蒸发池，不在周围地表水环境设排污口；生活污水经化粪池后统一外运处理；项目周围 5km 范围内无地表水体，事故情况下废水不会进入地表水体。	/
地下水	该地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；根据水文地质勘察资料，该地渗透系数为 $5.9 \times 10^{-4} \text{cm/s}$ ，且分布连续、稳定，包气带防污性能属于 D1 级，地下水环境敏感程度为 E3。	E3

表 1-9 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	简要分析
地表水	/		/	/
地下水	E3		I	简要分析

综上，环境风险仅作简要分析。

(6) 生态评价等级与范围

本项目占地面积共计约 78966m²，其中：井场施工临时占地面积约 66667m²，基地占地面积约 12300m²，占地面积≤2km²，根据《环境影响评价技术导则 生态影响》（HJ 19-2011），本项目生态评价为三级。评价范围为本项目占地区域的地理单元为边界。

5、评价因子

根据本项目施工期特点以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 1-10。

表 1-10 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		TSP、SO ₂ 、NO _x
	废水污染源		生活污水 COD、BOD、SS
	固废污染源		钻井泥浆、废机油、建筑垃圾和生活垃圾
	噪声污染源		Leq (A)
	生态评价		生态完整性、水土流失
	辐射影响		氡吸入内照射
运行期	大气污染源	放射性污染物	²²² Rn 及其子体
		非放射性污染物	HCl
	废水污染源	放射性污染物	U _{天然} 、 ²²⁶ Ra
		非放射性污染物	浸出液 Cl ⁻ 、SO ₄ ²⁻ 、生活污水 COD、BOD、SS
	固废污染源	放射性污染物	废旧管道、设备、浸出液处理残渣、洗井废渣、蒸发池残渣
		非放射性污染物	生活垃圾、废机油
	噪声污染源		Leq (A)
	风险源		盐酸罐、油桶

6、“三线一单”符合性分析

根据《内蒙古自治区人民政府关于实施“三线一单”生态环境分区管控的意见》（内政发[2020]24号），自治区对“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）生态环境实施分区管控。

1) 生态保护红线符合性

2017年2月国家公布了《关于划定并严守生态保护红线的若干意见》，生态保护红线是指生态空间范围内具有特殊重要生态功能、必须强制性严格保护的区域，是保

障和维护国家生态安全的底线和生命线，通常具有重要水源涵养、生物多样性维护、水土保持、防风固沙、海岸生态稳定等功能的生态功能重要区域，以及水土流失、土地沙化、石漠化、盐渍化等生态环境敏感脆弱区域。

本项目位于内蒙古通辽市科尔沁左翼中旗白兴吐苏木境内，不在自然保护区、风景名胜區、国家级森林公园、地质公园、湿地公园、饮用水源保护区、基本农田保护区和其他需要特别保护的区域。目前，内蒙古自治区的生态保护红线还未正式出台。建设单位需及时跟踪内蒙古自治区生态红线的划定及出台工作，确保本项目满足生态红线相关要求。

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。本项目施工期主要占用了一定的土地资源，主要为管线开挖和钻孔施工过程中的临时占地，临时占地面积为 66667m²，占地类型为一般农用地和建设用地，施工结束后立即进行植被恢复。

本项目运行期会消耗一定的电源，会田（白兴吐）66kV 变电站备用 10kV 出线间隔引出。本项目新增劳动定员仅 20 人，新增生活用水量仅 2.8m³/d，不会明显加重区域水资源负担。因此，本项目水电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 年的《内蒙古自治区生态环境状况公报》，通辽市 SO₂ 年均浓度 11μg/m³，NO₂ 年均浓度 18μg/m³，PM_{2.5} 年均浓度 34μg/m³，PM₁₀ 年均浓度 54μg/m³，CO 24h 平均浓度值第 95 百分位浓度为 0.7μg/m³，O₃ 最大 8 小时平均第 90 百分位浓度值为 132μg/m³，以上 6 项基本指标均未超标。因此，通辽市属于环境空气质量达标区。

本项目施工期废气达标排放，运行期产生少量 HCl 废气，厂界处 HCl 贡献值可满足《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；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；项目“三废”排放对周围环境影响很小，本基地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，在采取生态和环境保护措施后，本项目对环境的影响降至最低，不会触及各环境质量底线。

4) 负面清单符合性

本项目位于内蒙古通辽市科尔沁左翼中旗白兴吐苏木，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，本项目严格遵守《内蒙古自治区人民政府关于实施“三线一单”生态环境分区管控的意见》（内政发[2020]24号）的要求，符合“三线一单”要求。

与项目有关的原有污染情况及主要环境问题

为了保障“地浸采铀科研创新基地项目”顺利实施，核工业北京化工冶金研究院2021年6月在宝龙山铀矿床I-1矿体内施工了36个水文地质孔和5个加密勘探孔，以进一步提高首采段资源的控制程度。

在水文地质试验期间采取了有效地环境保护措施和场地恢复措施，无环境污染情况发生。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) 水文地质钻孔施工过程中产生的废弃泥浆、岩心均埋于泥浆坑，泥浆坑上部回填表层土壤，并已恢复植被；

2) 加密勘探孔勘探结束后，钻孔采用水泥全孔封孔，有效的隔断地下水含水层之间的相互导通，确保不会对地下水系统产生干扰；水文地质孔在布设时考虑了后期作为基地试验钻孔的典型井型、井距参数，施工过程中施工了护壁套管，水文试验结束后暂时不封孔，最大程度作为本项目的利旧试验孔，既可以达到摸清井场水文地质参数的作用，又可以作为试验钻孔，减少对地表环境的破坏，有利于环境保护。

3) 水文地质试验结束后，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；

4) 水文地质试验结束后，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。

5) 水文地质试验结束后，对通辽宝龙山铀矿重点地段水文地质勘察孔周边进行 γ 剂量率监测，结果见表1-11。

表 1-11 水文地质试验结束后勘察范围内伽马剂量率监测结果

序号	点位	范围值 ($\times 10^{-8}\text{Gy/h}$)	均值 ($\times 10^{-8}\text{Gy/h}$)	水文地质试验结 束后
1	C0401 孔边	89 ~97	94	

2	C0401 孔旁 3m	92 ~100	96	
3	C0401 孔旁 10m	95 ~100	97	
4	Z0403 孔	86 ~89	88	
5	Z0403 孔旁 5m	82 ~92	86	
6	Z0403 孔旁 10m	82 ~89	86	
7	C0203 孔	84 ~87	85	
8	C0203 孔旁 5m	78 ~89	84	
9	C0203 孔旁 10m	82 ~89	86	
10	井场（第一次）	42~84	60	
11	井场（第二次）	40~83	58	本底
12	30.9~96			《中国环境天然放射性水平》 (2015)

注：均未扣除宇宙射线。

由表 1-11 可知，水文地质试验结束后，钻孔附近 γ 剂量率略有升高，但仍位于通辽市本底水平（30.9~96nGy/h）内，未见明显异常。

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) 《中华人民共和国放射性污染防治法》2003年10月1日；</p> <p>(3) 《中华人民共和国环境影响评价法》2018年12月29日；</p> <p>(4) 《建设项目环境保护管理条例》2017年10月1日；</p> <p>(5) 《建设项目环境影响评价分类管理名录》2021年1月1日；</p> <p>2) 标准</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 地表水环境》(HJ 2.3-2018)；</p> <p>(4) 《环境影响评价技术导则 地下水环境》(HJ 610-2016)；</p> <p>(5) 《环境影响评价技术导则 声环境》(HJ 2.4-2009)；</p> <p>(6) 《环境影响评价技术导则 生态影响》(HJ 19-2011)；</p> <p>(7) 《建设项目环境风险评价技术导则》(HJ169-2018)；</p> <p>(8) 《环境影响评价技术导则 铀矿冶》(HJ1015.1-2019)；</p> <p>(9) 《电离辐射防护与辐射源安全基本标准》(GB18871-2002)；</p> <p>(10) 《铀矿冶辐射防护和辐射环境保护规定》(GB23727-2020)；</p> <p>(11) 《铀矿冶辐射环境监测规定》(GB23726-2009)；</p> <p>(12) 《核工业铀矿冶工程设计规范》(GB50521-2009)；</p> <p>(13) 《地浸采铀环境保护技术规定》(EJ/T1007-2018)；</p> <p>(14) 《铀、钍矿冶放射性废物安全管理技术规定》(GB14585-1993)；</p> <p>(15) 《土壤侵蚀分类分级标准》(SL190-2007)；</p> <p>(16) 《食品中放射性物质限制浓度标准》(GB14882-1994)；</p> <p>(17) 《环境空气质量标准》(GB3095-2012)；</p> <p>(18) 《地下水质量标准》(GB14848-2017)；</p>
------------------	--

	<p>(19) 《声环境质量标准》(GB3096-2008)；</p> <p>(20) 《土壤环境质量 农用地土壤污染风险管控标准》(试行)(GB15618-2018)；</p> <p>(21) 《土壤环境质量 建设用地土壤污染风险管控标准(试行)》(GB36600-2018)；</p> <p>(22) 《大气污染物综合排放标准》(GB16297-1996)；</p> <p>(23) 《建筑施工场界环境噪声排放标准》(GB12523-2011)；</p> <p>(24) 《工业企业厂界环境噪声排放标准》(GB12348-2008)。</p>
<p>相 关 文 件</p>	<p>1) 《核工业北京化工冶金研究院地浸采铀科研创新基地项目建设方案》；(2020年8月)</p> <p>2) 《内蒙古通辽市宝龙山铀矿床(兴23~兴39线)普查地质报告》，核工业二四三大队，(2017年11月)；</p> <p>3) 《内蒙古自治区生态环境厅关于核工业北京化工冶金研究院地浸采铀科研创新基地建设项目环境影响评价执行标准的复函》(2021年8月25日)；</p> <p>4) 《中核矿业科技集团有限公司地浸提铀创新基地环境调查》(2020-040)，核工业东北分析测试中心，2019年6月10日；</p> <p>5) 《中核矿业科技集团有限公司地浸提铀创新基地环境调查》(2020-1047)，核工业东北分析测试中心，2020年10月20日；</p> <p>6) 环境影响评价委托书。</p>

3 建设项目所在地自然和社会环境简况

自然环境简况(地形、地貌、地质、气候、气象、水文、植被、生物多样性等):

1、地理位置

核工业北京化工冶金研究院地浸采铀科研创新基地项目位于内蒙古通辽市科尔沁左翼中旗白兴吐苏木，基地建设依托宝龙山铀矿床（钱V），宝龙山铀矿床处于松辽盆地开鲁拗陷钱家店凹陷东北部，矿区面积约 18.60km²，坐标位于东经 122°44'11"~122°48'13"，北纬 43°52'22"~43°54'57"之间。基地距离通辽市直线距离约 60km。基地所在区域交通较为便利，铁路有大—郑线、通—让线分别从南、北边通过，303 国道从南部经过，保通线从西北部通过，基地附近有机耕道路纵横相连（图 3-1）。但 7~8 月份雨季时期，沙化、沼泽地带道路泥泞，会给生产运输带来一定困难。另外，通辽市民用机场有国内航班起降，通向全国各地，使得出行更为便利。

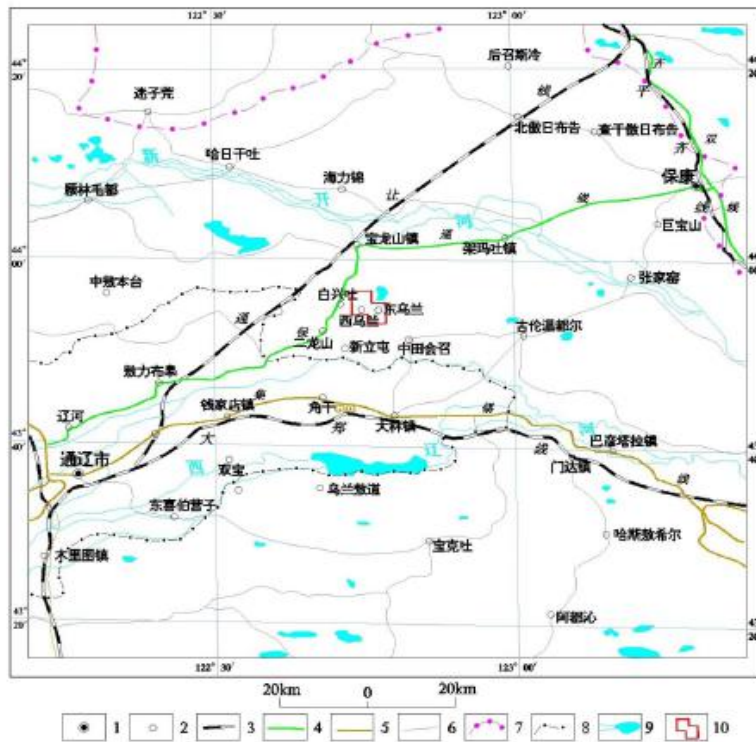


图 3-1 矿区交通位置图

1-地市级、旗县级驻地；2-乡镇级驻地；3-铁路；4-国道；5-省道；6-乡镇公路；7-省界；8-旗、县界；9-河流、湖泊；10-矿区范围

2、地形地貌

评价区域地处松辽平原西端，内蒙古自治区东南部，属西辽河、新开河冲积平原。矿区周围地表为第四系部分沙化的草原，地形标高一般为 140~170m，地面坡度小于 6°。地貌组合以平川地为主体，高度不超过 10m 的固定、半固定沙丘、坨沼甸相间，见图 3-2。



图 3-2 评价区域地形地貌情况

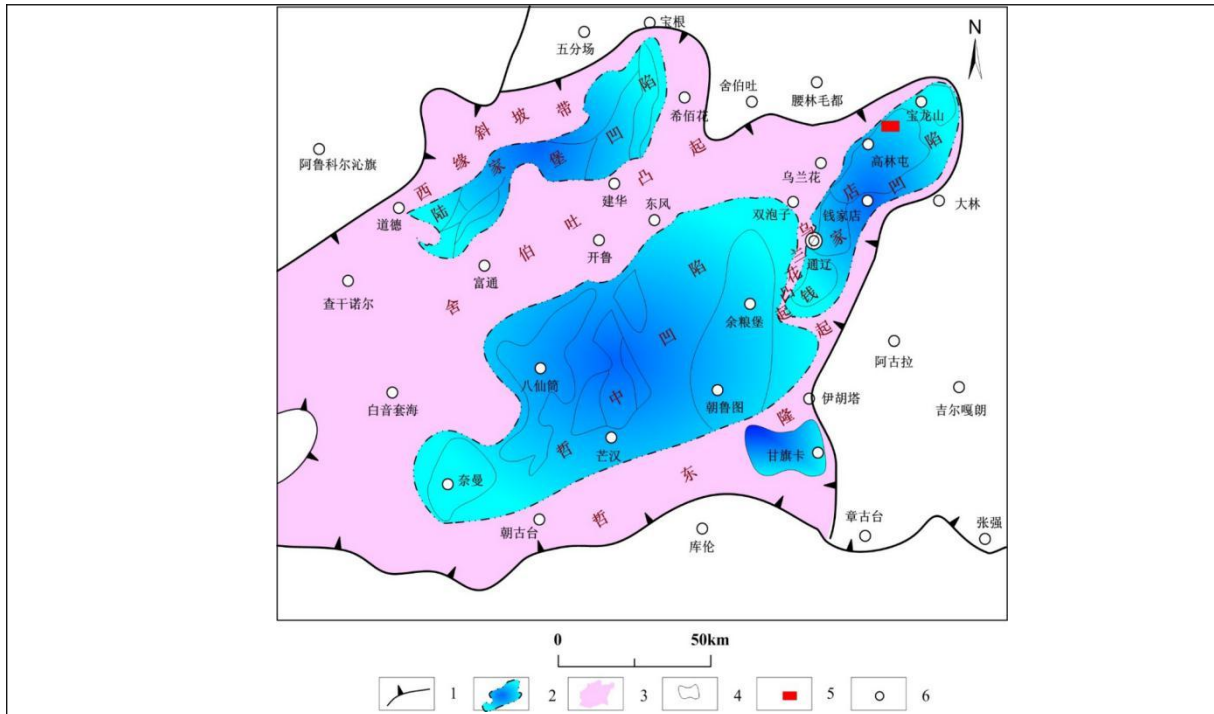
3、地质

1) 区域地质

矿区位于松辽盆地西南部，处于开鲁拗陷次级构造单元钱家店凹陷的北段。区内目前已发现了钱家店（钱 II 块）铀矿床、钱 III 块、钱 IV 块及宝龙山铀矿床，含矿层位上白垩统姚家组。

开鲁拗陷位于松辽盆地南西部，面积约 3.1 万 km²。拗陷内以舍伯吐凸起和乌兰花凸起分割为陆家堡、钱家店、哲中三个次级凹陷带，各凹陷又进一步划分为多个次级凹陷和次级凸起，总体呈北东向凸凹相间排列，见图 3-3。基底埋深一般 1500~3500m，最大埋深 4000m，最小埋深 60m。

钱家店凹陷位于开鲁拗陷的北东部，呈北东—南西向带状展布，长约 100km，宽约 9~20km，面积 1280km²。据区域资料又可进一步划分（由北向南）为宝龙山、胡力海、喜伯营子、衡门盖子四个次级洼陷。由于嫩江末期构造反转作用使得宝龙山地区沉积盖层反转隆升，形成宝龙山姚家组构造剥蚀天窗（图 3-4），从而在宝龙山地区发育一个轴向为 NE 向，倾向 SW 的向斜，向斜西翼为宝龙山构造剥蚀天窗，东翼为架玛吐隆起。该区铀成矿作用受剥蚀天窗、架玛吐隆起及断裂控制。



1-盆地及拗陷分界；2-凹陷；3-凸起；4-次级凹陷；5-轴矿床；6-地名

图 3-3 松辽盆地开鲁拗陷中新代构造分区示意图

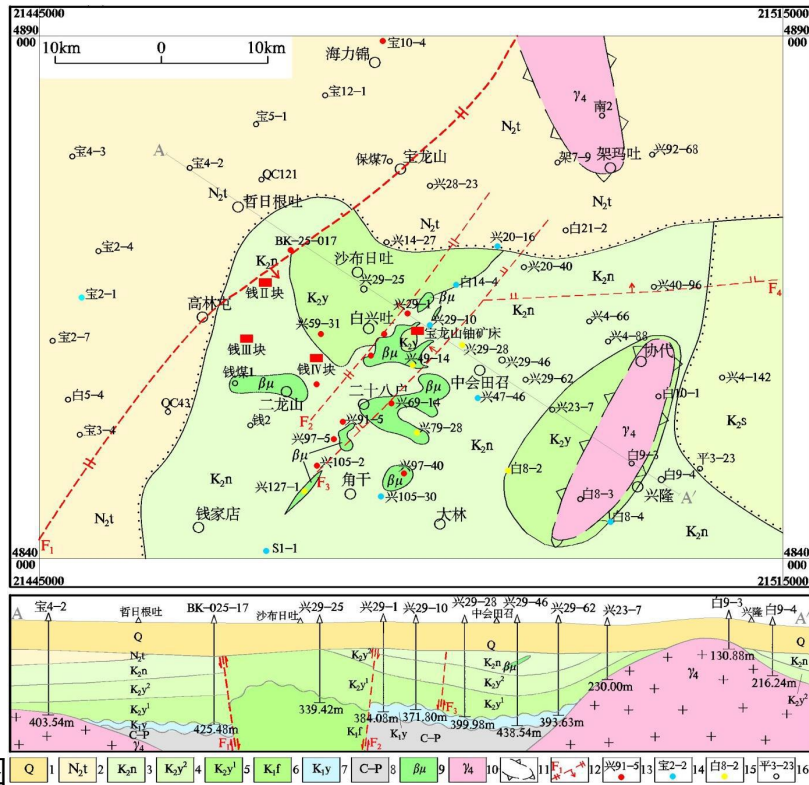
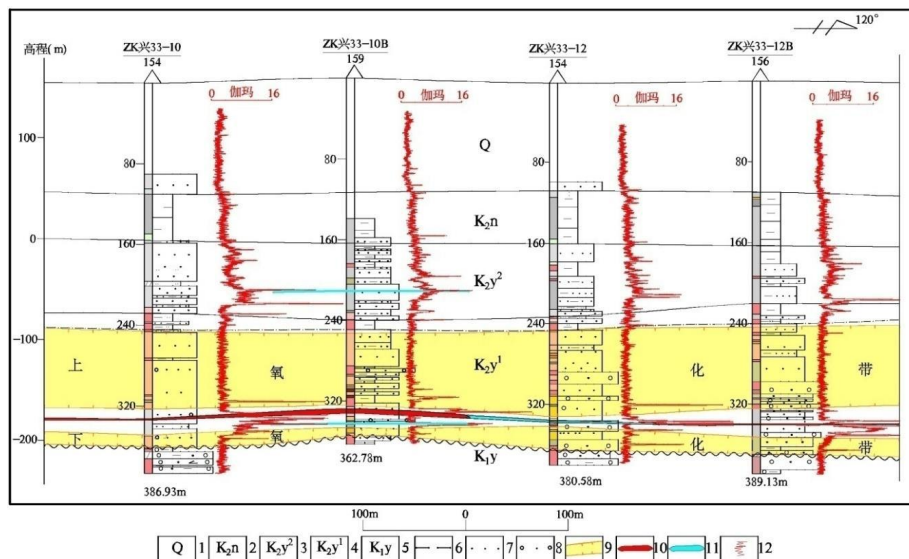


图 3-4 宝龙山地区构造纲要图

- 1-第四纪；2-上新统泰康组；3-上白垩统嫩江组；4-上白垩统姚家组下段；5-上白垩统姚家组下段；
6-下白垩统阜新组；7-下白垩统义县组；8-石炭—二叠系；9-辉绿岩；10-海西期花岗岩；11-古隆起边界；
12-断层位置及编号；13-工业铀矿孔；14-铀矿化孔；15-铀异常孔；16-无矿孔

2) 矿床地质

宝龙山铀矿体赋存在构造剥蚀天窗东翼姚家组灰色砂体中，平面上分布在兴21—兴39线。姚家组下段工业铀矿体平面上主要分布于F2与F3断裂夹持区域，受SW—NE向发育的氧化带控制，其中兴29线—兴33线氧化带前锋线附近的工业铀矿体是本区的主矿体；垂向上位于上、下氧化带之间的灰色砂体中，见图3-5。矿体呈板状、似层状，产状与地层产状一致，倾角一般小于5°。含矿岩性为灰色中砂岩、细砂岩，砂体中富含炭屑及有机质条带，局部可见星点状黄铁矿。矿体埋深254~350m，自NE向SW埋深逐渐变大。姚家组上段工业铀矿体主要分布于矿区东部F3断裂东侧，矿体连续性、稳定性稍差。



- 1-第四系；2-上白垩统嫩江组；3-上白垩统姚上段；4-上白垩统姚下段；5-下白垩统义县组；6-泥岩；
7-砂岩；8-砂质砾岩；9-层间氧化带；10-铀矿体；11-铀矿化；12-伽玛测井曲线。

图 3-5 宝龙山地区兴 33 勘探线地质剖面图

I -1 号矿体连续性及其稳定性较好，规模较大，为该区的主矿体。分布于兴 27—兴 39 线，由 48 个工业孔控制，整体呈 NW—EW—SN 向弧形展布，受氧化带前锋线控制。矿体长约 4.20km，宽 100~500m。矿体顶板埋深 305.75~348.75m，平均 331.62m；矿体底板埋深 308.85~351.95m，平均 334.16m；品位 0.0111%~0.1231%，平均 0.0238%；厚度 1.10~24.75m，平均 6.73m；平米铀量 1.00~13.49kg/m²，平均 3.33kg/m²。含矿岩性主要为灰色中、细砂岩、砂质砾岩，矿体呈板状分布。

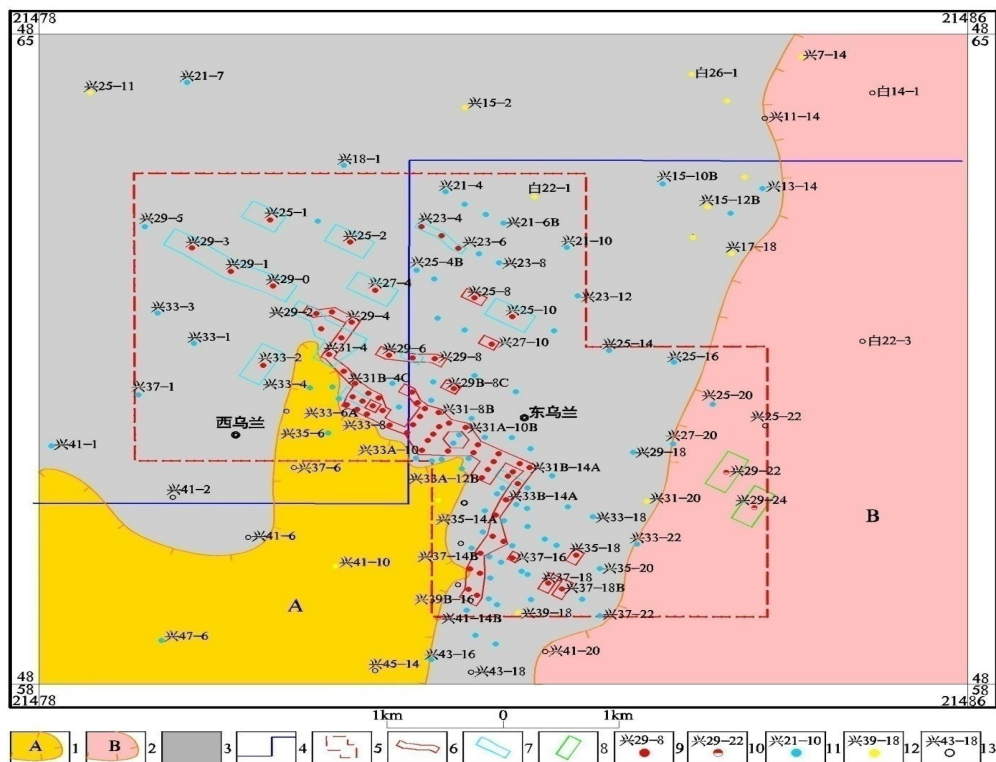


图 3-6 宝龙山矿区矿体分布示意图

II号矿层矿体主要分布于兴23—兴29线西段，由21个钻孔控制，整体呈近NW向展布，长约180~1200m，宽100~200m。矿体顶板埋深253.65~325.85m，平均296.70m；矿体底板埋深255.45~333.75m，平均299.39m；品位0.0154%~0.0750%，平均0.0268%；厚度1.90~12.80m，平均4.49m；平米铀量1.00~6.50kg/m²，平均2.30kg/m²。含矿岩性主要为灰色中、细砂岩夹砂质砾岩。该矿段总体控制程度较低，工程间距一般为800m×400m。

III~IV号矿层矿体赋存于姚家组上段，主要分布于兴29线东段（F3断裂东侧），埋深207.35~232.05m，品位0.0162~0.0747%，厚0.80~3.30m，平米铀量1.11~1.24kg/m²，岩性为灰色砂质砾岩、中细砂岩，具有厚度小、品位高的特点。

姚家组下段灰色砂体总体呈NE向带状分布，南起双宝，北至架玛吐，长约75km，宽2~10km。顶板埋深一般250~320m，底板埋深315~368m，由NW向SE逐渐增大。砂体厚度一般10~44.0m，平均30m，总体具有由北向南厚度逐渐减小的特点，最厚可达137.0m。铀成矿有利的部位为灰色砂体厚度变化较大的部位。含矿砂体主要为辫状河相心滩沉积，岩性主要为灰色细砂岩、中砂岩，局部夹灰色含砾粗砂岩、砂

砾岩及泥岩薄层。垂向由 3~6 个下粗上细的正粒序组成，个别旋回底部能见有泥砾，泥砾一般为 2~10mm 大小。砂岩以中细砂状结构为主，常见交错层理和平行层理。碎屑物含量占 90%以上，泥质杂基含量小于 5%。晶屑主要为石英，含量 45%~50%，长石含量 35%~45%，主要为钾长石、更长石，岩屑含量 15%~20%，成分主要为酸性岩，大部分具有显微晶质结构。碎屑分选较好，次棱角状，孔隙式胶结，砂体中钙质含量较低，砂体疏松。常见炭化植物茎秆或沿层面分布的炭化植物碎屑，植物茎秆吸附有大量分散状细晶黄铁矿。

矿化岩性有砂质砾岩、粗砂岩、中砂岩、细砂岩，分别占 10.44%、5.04%、40.67% 和 43.85%，以中砂岩、细砂岩为主。矿石类型可分为岩屑长石砂岩、砂砾岩两类，其中岩屑长石砂岩类型占矿床资源量的 79.51%。矿石多为中粒结构，部分为细粒、粗粒结构，块状构造，疏松，渗透性好。姚家组下段灰色砂体中 $C_{有}$ 含量 0.033%~0.177%，平均 0.079%； $S_{全}$ 含量为 0.014%~83 0.229%，平均 0.055%； CO_2 含量 0.296%~1.910%，平均 0.707%。

4、气象

1) 气候特征

本项目区域地处中温带大陆性季风气候区，四季分明。春季回暖快，风沙大且干燥，温差大，降水量少；夏季炎热，雨量集中，雨热同步；秋季雨少降温快；冬季干冷且漫长。根据通辽市近二十年气象统计数据，当地年平均气温 7.6℃，极端最高气温为 38.9℃，极端最低气温-31.6℃。年日照时数 2238~3062h，年平均日照总数 2770h。5~10 月以南风为主，11~4 月以西北风为主，年平均风速 3.4m/s，年平均降水量 327mm，年平均蒸发量约为 1814mm；极端单次最大降雨量发生在 2006 年 8 月，降雨量达到 174.4mm。

2) 风向、风速、联合频率

与试验区距离最近的气象台站为通辽市气象站，距矿区直线距离约 35 km。通辽市气象站所在地与该试验区同处西辽河、新开河冲积平原上，周围地势开阔无阻挡，地形、地貌接近，气象特征类似。因此，本评价采用通辽市气象站 2017 年的观测资料。通辽市气象站的地理坐标为东经 122°16′，北纬 43°36′，地面标高为 178.7 m。

大气稳定度分类采用 P-T 分类法，由地面风速、云量及太阳高度角确定稳定度和大气稳定度的频率。混合层高度实质是表征污染物在垂直方向被热力湍流稀释的范围，即低层空气热力与湍流所能达到的高度，它与大气稳定度有密切关系，而风速则直接影响动力湍流的发展。目前，求混合层高度的方法主要有干绝热法、罗氏法、查 σ_z 法和国标法。在环评中通常采用国标法，求取方法如下：

(1) 当大气稳定度为不稳定或中性 (A、B、C 或 D 类) 时，

$$h = \alpha_s U_{10} / f$$

(2) 当大气稳定度为稳定 (E 或 F 类) 时，

$$h = b_s (U_{10} / f)^{1/2}$$

$$f = 2\Omega \sin \varphi$$

式中，h——混合层高度，m；

U_{10} ——10 m 的高度处平均风速，m/s，大于 6 m/s 时取为 6 m/s；

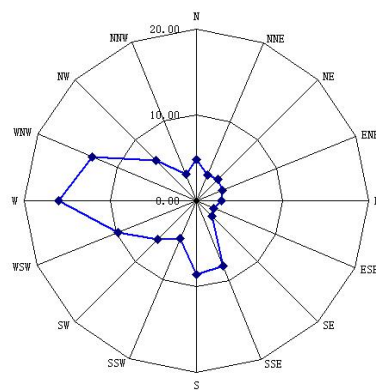
α_s 、 b_s ——边界层系数，选自 2005 版《环境影响评价技术方法》p50 表 3；

f ——地转参数；

Ω ——地转角速度，取 $=7.8 \times 10^{-5}$ rad/s；

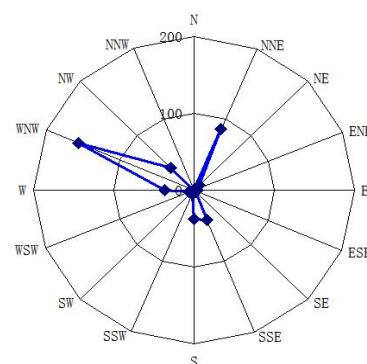
φ ——地理纬度，deg。

根据 2017 年气象资料统计，大气稳定度频率及不同稳定度下的混合层高度见表 3-1，不同风向平均降雨量见表 3-2，风向、风速、稳定度联合频率见表 3-3。图 3-7 给出了年风频玫瑰图，图 3-8 给出了年降雨风玫瑰图，图 3-9 给出了各季风频玫瑰图。



C=0.82%

图 3-7 年风频玫瑰图



C=0mm

图 3-8 年降雨玫瑰图

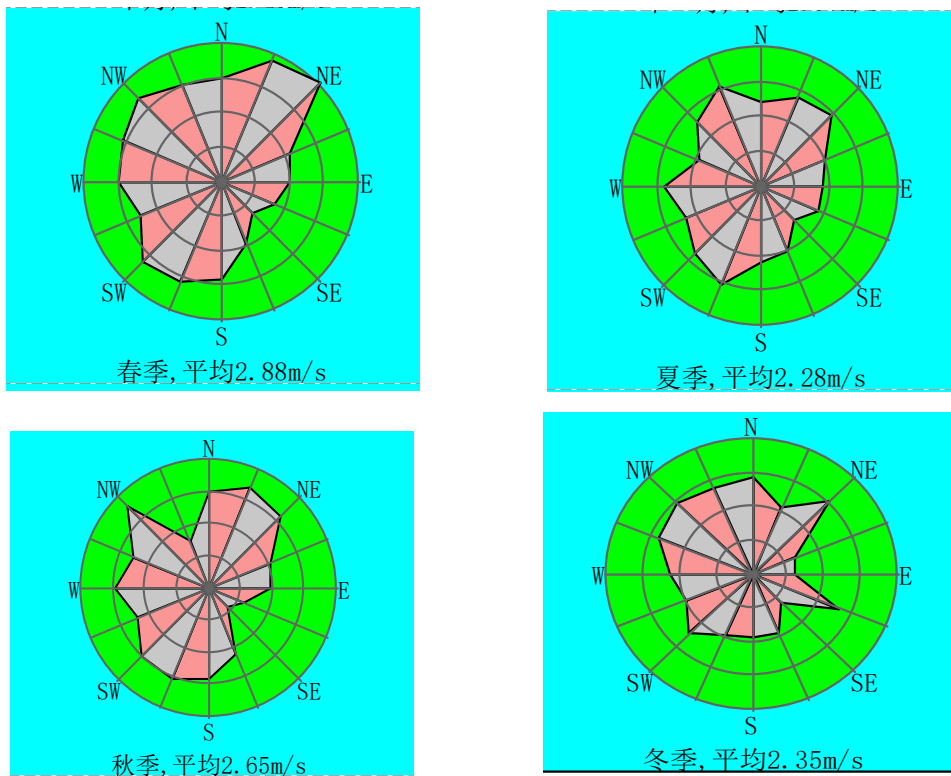


图 3-9 各季风玫瑰图

表 3-1 大气稳定度频率和混合层高度

稳定度类别	A	B	C	D	E	F
频率 (%)	0.82	9.86	13.63	29.11	18.36	28.22
平均风速 (m/s)	1.41	2.44	3.47	3.23	2.37	1.57
混合层高度 (m)	1517.9	1728.2	1700.3	1035.9	302.1	104.1

表 3-2 各风向年降雨量

风向	N	NNE	NE	ENE	E	ESE	SE	SSE	S
降雨量 (mm/a)	1	86.2	9.1	0.1	4.6	0.5	3.7	41.7	37.5
风向	SSW	SW	WSW	W	WNW	NW	NNW	C	
降雨量 (mm/a)	5.8	0.1	6	36.1	156.8	41	0	0	

表 3-3 风向、风速、稳定度联合频率表 (%)

稳定度	风速组 (m/s)	平均风速 (m/s)	方										位					
			N	NNE	NE	ENE	E	EES	ES	SES	S	SSW	SW	WSW	W	WNW	NW	NNW
A	≤1	0.90	0.00	0.07	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
	1-1.9	1.58	0.00	0.07	0.07	0.07	0.00	0.00	0.00	0.07	0.07	0.00	0.07	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
	2-2.9	/	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
	3-4.9	/	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
	5-5.9	/	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
	≥6	/	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
B	≤1	0.87	0.00	0.00	0.00	0.07	0.00	0.00	0.00	0.00	0.07	0.00	0.00	0.14	0.00	0.00	0.00	0.00
	1-1.9	1.56	0.21	0.13	0.14	0.27	0.21	0.14	0.21	0.07	0.27	0.07	0.14	0.20	0.27	0.48	0.21	0.14
	2-2.9	2.49	0.20	0.14	0.06	0.07	0.00	0.07	0.00	0.07	0.07	0.07	0.13	0.62	0.89	0.62	0.47	0.27
	3-4.9	3.82	0.14	0.07	0.14	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.07	0.07	0.20	0.42	0.06	0.35	0.07
	5-5.9	/	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
	≥6	/	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
C	≤1	/	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
	1-1.9	/	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
	2-2.9	2.44	0.27	0.07	0.21	0.20	0.00	0.06	0.13	0.20	0.14	0.20	0.21	0.48	0.42	0.68	0.48	0.14
	3-4.9	3.86	0.69	0.55	0.41	0.14	0.20	0.07	0.00	0.55	0.54	0.55	0.61	0.96	1.42	1.58	0.89	0.48
	5-5.9	5.23	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.07	0.00	0.21	0.07	0.00	0.00
	≥6	/	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
D	≤1	0.75	0.34	0.07	0.00	0.07	0.14	0.14	0.00	0.14	0.27	0.00	0.21	0.00	0.07	0.00	0.00	0.07
	1-1.9	1.53	0.13	0.14	0.20	0.41	0.54	0.40	0.41	0.88	0.90	0.14	0.40	0.41	0.34	0.48	0.13	0.13
	2-2.9	2.02	0.49	0.41	0.35	0.14	0.21	0.01	0.07	0.42	0.40	0.20	0.76	0.62	0.54	0.27	0.15	0.14
	3-4.9	3.66	0.68	0.33	0.82	0.34	0.07	0.14	0.00	0.68	1.45	0.89	0.82	0.48	0.90	1.24	1.16	0.34
	5-5.9	5.39	0.14	0.21	0.07	0.00	0.00	0.00	0.00	0.14	0.20	0.28	0.55	0.34	0.41	0.62	0.06	0.14
	≥6	6.24	0.07	0.27	0.21	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.07	0.21	0.27	0.00	0.62	0.21	0.27	0.14
E	≤1	0.77	0.07	0.00	0.00	0.07	0.07	0.13	0.07	0.20	0.14	0.21	0.06	0.13	0.20	0.07	0.00	0.07
	1-1.9	1.51	0.21	0.14	0.00	0.34	0.14	0.29	0.20	0.69	0.61	0.13	0.22	0.83	0.97	0.82	0.41	0.14
	2-2.9	2.39	0.34	0.06	0.20	0.07	0.20	0.06	0.01	0.41	0.55	0.28	0.33	0.82	0.96	0.96	0.20	0.06
	3-4.9	4.47	0.34	0.28	0.21	0.00	0.14	0.13	0.00	0.07	0.48	0.20	0.22	0.07	1.44	1.30	0.96	0.28
	5-5.9	/	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.01	0.00	0.01	0.00	0.01	0.00
	≥6	/	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
F	≤1	0.73	0.62	0.07	0.00	0.27	0.27	0.28	0.41	0.41	0.34	0.20	0.21	0.28	0.76	0.27	0.14	0.20
	1-1.9	1.48	0.41	0.13	0.07	0.48	0.75	0.13	0.96	2.33	1.03	0.69	0.61	2.39	3.42	1.99	0.14	0.28
	2-2.9	2.37	0.27	0.08	0.41	0.14	0.00	0.14	0.00	0.82	0.96	0.41	0.49	0.82	1.71	1.37	0.68	0.21
	3-4.9	/	0.00	0.00	0.00	0.00	0.01	0.00	0.00	0.00	0.00	0.01	0.01	0.00	0.00	0.00	0.00	0.01
	5-5.9	/	0.00	0.01	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.01	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
	≥6	/	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
合计			5.62	3.28	3.57	3.15	2.95	2.19	2.47	8.15	8.56	4.80	6.43	9.79	15.96	13.09	6.71	3.29

由上述图表可见，该区全年以 W 和 WNW 的风向频率较大，分别为 15.96% 和 13.08%，其次为 WSW 和 S 风向，风向频率分别为 9.79% 和 8.56%，其它风向频率较小；该区大气稳定度以中性（D 类）为主，比例为 29.11%，其次为 F 类，强不稳定 A 类最少，比例仅为 0.82%。

5、水文

1) 地表水

矿区位于辽河水系范围内。矿区西北部有三八水库，距试验点直线距离约 25 km。矿区东北部约 20 km 是新开河，河流总长 383.6 km。矿区东南约 8 km 是西辽河。西辽河受人类活动影响较大，流域产水量较少，年均径流量约 $9.513 \times 10^8 \text{ m}^3$ 。新开河和西辽河均为季节性河流。地表水系分布见图 3-10。

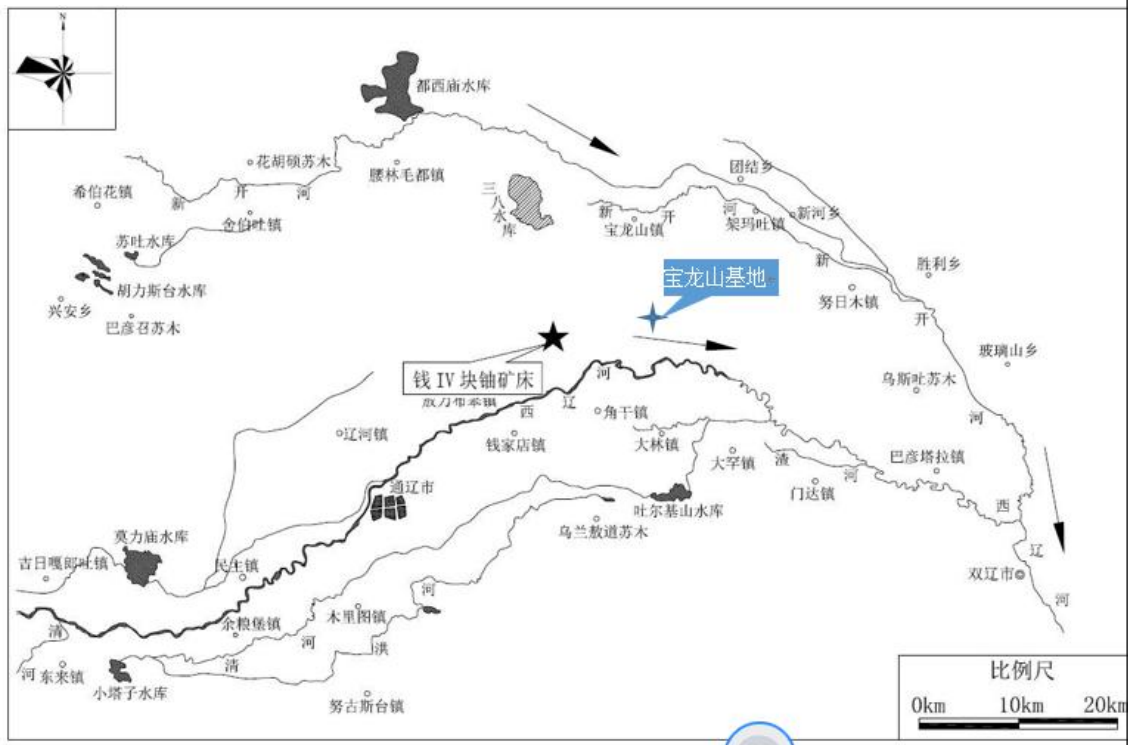


图 3-10 评价区范围及附近地表水系分布示意图

拟建项目无废水排放至上述地表水体。

2) 地下水

宝龙山地区含水层有第四系松散岩类含水层、姚家组上段中细砂岩含水层、姚家组下段中粗砂岩含水层。隔水层有嫩江组泥岩隔水层、姚家组下段顶部紫红色泥岩隔

水层及下白垩统义县组的凝灰岩、凝灰质粉砂岩基底隔水层。见图 3-11。

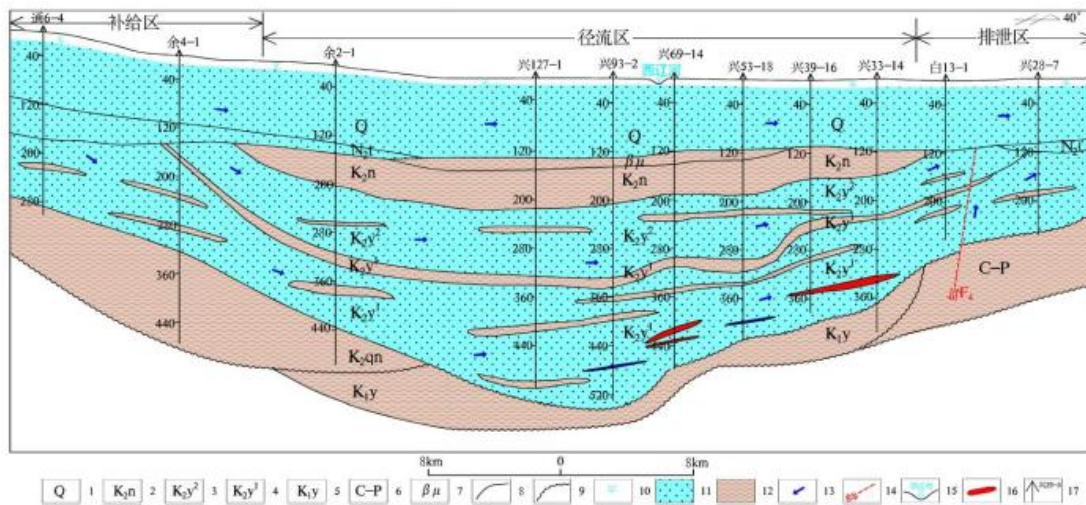


图 3-11 宝龙山地区纵向水文地质剖面图

- 1-第四系；2-上白垩系嫩江组；3-上白垩系姚家组上段；4-上白垩系姚家组下段；5-下白垩统义县组；6-石炭-二叠系；7-辉绿岩；8-整合接触界线；9-不整合接触界线；10-潜水面；11-含水层；12-隔水层；13-地下水流方向；14-断裂；15-西辽河；16-轴矿体；17-钻孔位置及编号。

第四系含水层赋存于松散岩类孔隙中，分布遍及全区，地下水以潜水为主，局部为孔隙承压水，整体由SW向NE方向径流。含水层厚度62~129m，水位埋深3~7m，局部埋深大于9m。民用单井涌水量500~3000t/d，局部地段大于3000t/d。地下水主要接受大气降水补给，其次为白垩系含水层越流补给，水化学类型以HCO₃-Ca·Mg、HCO₃-Ca·Na水为主，矿化度<1.0g/L，pH值一般7.1~8.0，地下水中铀含量一般在1.0~6.0×10⁻⁶g/L，最大值在架玛吐为148.0×10⁻⁶g/L，局部低于1.0×10⁻⁶g/L。底板隔水层为上白垩统嫩江组泥岩，与姚家组上段含水层无水力联系。

姚家组上段是次要含矿含水层，岩性以浅灰色、灰色细砂岩、粉细砂岩为主，次为灰色中细粒砂岩、细中粒砂岩、灰色中砂岩和少量的细粉砂岩、粉砂岩，夹薄层灰色、紫红色泥岩、粉砂质泥岩，底部常见薄层泥砾岩，夹薄层状紫红色、灰色粉砂质泥岩、泥质粉砂岩透镜体。区内埋深一般在151~220m，厚度67~72m，平均厚69m，其间夹有透镜状隔水层3~5层，岩性为灰色、紫红色泥质粉砂岩、粉砂质泥岩和泥岩。砂屑成分主要为石英、长石，孔隙式胶结，较疏松，胶结物主要为泥质，其次为钙质，泥质含量5%~20%，渗透性中等-好；单井涌水量一般500~2000t/d。水化学

类型以 $\text{HCO}_3\text{-Ca}\cdot\text{Mg}$ 、 $\text{HCO}_3\text{-Ca}\cdot\text{Na}$ 型水为主，矿化度 $<0.5\text{g/L}$ 。顶板隔水层为嫩江组滨浅湖相沉积的灰色泥岩，底板隔水层为姚下段顶部泛滥平原沉积的紫红色泥岩、泥质粉砂岩。除在 F2、F3 断层附近与姚家组下段含水层有少量越流外，其他部位与姚下段含水层无水力联系。

姚家组下段是主要含矿含水层。岩性主要为浅黄、褐黄色、褐红色砂岩，灰色细砂岩、中砂岩和粗砂岩夹薄层砂质砾岩，含水层顶界埋深 140~330m，底界埋深 270~430m，厚 115~191m，单层砂体厚 10~65m。含水层中见有不连续薄层灰色或紫红色、灰紫色泥岩透镜体，底部常发育薄层砂砾岩，主要为泥砾，偶见基底灰岩、花岗岩砾。含水层主要接受地下水的侧向补给，整体由 SW 往 NE 向径流，在东部协代花岗岩古隆起一带接受第四系潜水的补给，其径流方向为 SE 向 NW，从构造剥蚀天窗—西拉木伦河东沿断裂（F4）排泄，其中 F2、F3 断裂也起到局部排泄的作用。含水层顶部紫红色粉砂质泥岩、泥岩为姚上段与姚下段的隔水层，分布稳定，厚 8~15m。在宝龙山剥蚀天窗和花岗岩隆起区缺失。底板隔水层为下白垩统义县组的紫红色含砾砂质泥岩，灰绿色凝灰岩，厚度一般为 3~20m。

在 I 号主矿体中部 ZK 兴 33-6 孔与 ZK 兴 31C-6 孔之间施工了 2 个水文地质孔，SC-02 为抽水孔，SZ-04 观测孔，钻孔间距为 30m。抽水试验钻孔中姚家组下段含水层地下水水位埋深 5.31m，承压水头 308.91m，渗透系数为 0.149m/d，最大涌水量为 2.552L/s，单位涌水量 0.056L/s·m。孔隙度 35.36~42.62%，地下水 pH 为 7.06~7.65，矿化度 4.98~5.36g/L，水化学类型主要为 $\text{HCO}_3\text{-Na}$ 型，Eh 值 109~193mv，溶解氧 0.78~3.53mg/L， H_2S 含量 0~0.29mg/L，水中氡含量 106~365Bq/L，铀含量 497~561 $\mu\text{g/L}$ 之间，水温为 18.0 $^{\circ}\text{C}$ 。

6、土地和水体利用

1) 土地利用

科尔沁左翼中旗总土地面积 9646.4 km^2 ，土地利用主要以耕地、草地、林地和其它土地为主。其中耕地面积 2344.3 km^2 ，约占全旗面积的 24.7%；草地面积 1518.1 km^2 ，约占全旗面积 25.6%，存在部分草地退化、碱化和沙漠化现象；林地面积 2466.1 km^2 ，约占 25.6%，林地以灌木为主；其它土地 2893.1 km^2 ，约占 30.0%，其它土地为空闲地、

盐碱地、沙地等。

本项目周边 5km 范围内规划土地利用类型主要有耕地、林地、建设用地区。项目周边 5km 范围内主要经济作物主要为玉米。本项目评价中心半径 5km 范围内土地利用规划见图 3-12，本项目基地建设用地类型为建设用地，井场用地类型为一般农用地。

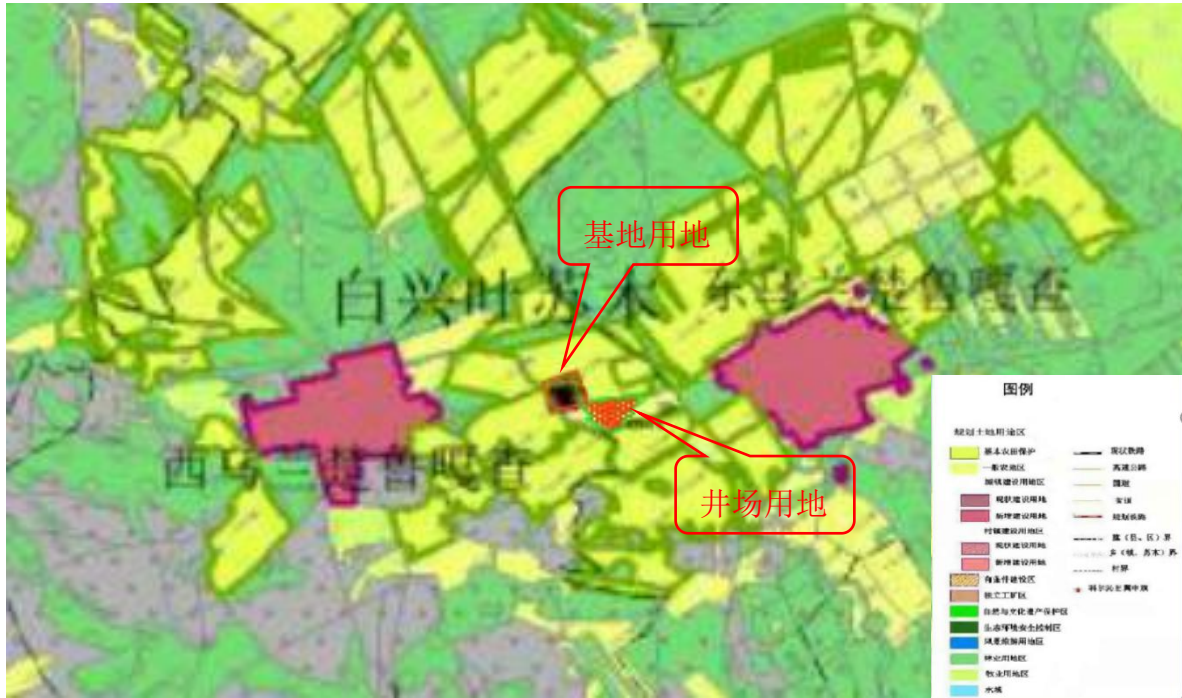


图 3-12 土地利用图

2) 水体利用

科尔沁左翼中旗降水大部分渗入，其余蒸发，降水在旗内基本不会产生径流。旗内有三条河流：西辽河、新开河和乌力吉木仁河，旗内只有新开河被利用，是旗内西中部地区的灌溉水和 5 座水库的水源。目前新开河已经 10 多年无水，5 座水库已为干库。项目所在区已无地表水体利用。

科尔沁左翼中旗普遍埋藏地下水，是全旗工农业生产及生活用水的主要水源。根据《内蒙古自治区水资源及其开发利用调查评价》结果，全旗多年平均地下水资源量为 70491.1 万 m^3 ，地下水可开采量为 56001.17 万 m^3 ，全旗的地下水分布不均匀，中西部多而东北部少，单井出水量为 20~100 m^3/h 。

根据现场查勘，评价中心半径 5km 范围内无集中式工农业生产用水，居民生活用水为井水，水井集中于居民点内，取水层位为孔隙潜水。

7、生态和资源开发利用

1) 动植物资源

科尔沁左翼中旗野生生物资源相对丰富，有野兽 11 科、野禽 8 目、鱼类 10 亚科以及昆虫 112 目、317 种。其中野兽主要有狼、狐狸、草原黄鼠、田鼠等鼠类、蒙古兔、黄羊等，野禽主要有啄木鸟、百灵、云雀、家燕、大天鹅、小天鹅、大山雀等，鱼类主要有鲫鱼、鲤鱼、青鱼、马口鱼等，评价区域内多为一般野生动物。

科尔沁左翼中旗处于森林和草原的过度地带，原始景观为榆树疏林草原，植被类型以草原植被为主，深林植被次之。其中，天然乔灌木有榆、蒙古栎、黑桦、山杏等；天然草本植物有 112 科、446 属、1169 种，主要有羊草、针茅、隐子草、野古草、碱草等。

本项目评价区域内多为一般野生动植物，动物主要有田鼠、蒙古兔、啄木鸟、云雀等，植物主要有羊草、针茅、榆木、蒙古栎等，无珍贵野生动物植物。

2) 矿产资源

评价区域内除铀矿与石油资源外，并无其他矿产资源。石油资源埋深超过 1600m，且储量小、稠度大，开采难度大。即使将来开采石油，也将避开该铀矿床采区进行，且石油开采采用防渗钻孔开采，不会对该采区造成影响。本项目铀矿开采范围较小，不会影响到对其他资源的开采。

评价区域内无珍稀动植物及自然保护区、风景名胜区等需要特别保护的区域。

社会环境简况

1、社会经济

根据《通辽市 2019 年国民经济和社会发展统计公报》，2019 年通辽市全市全市完成地区生产总值 1267.26 亿元，比上年增长 4.0%，其中：第一产业增加值 282.48 亿元，增长 0.9%，第二产业增加值 390.02 亿元，增加 5.0%，第三产业增加值 594.76 亿元，增长 5.0%。三次产业比重为 22.3:30.8:46.9，按常住人口计算人均地区生产总值为 40410 亿元。

评价区域是以牧业为主，农牧并举地区。牧业以牛羊为主，主要经济作物包括玉

米、高粱等。其中距本项目约 20.5km 处的高林屯种畜场始建于 1955 年，建场以来共向全国 17 个省（市）自治区提供优良种 2 万余头（只），为我国畜牧业发展做出了突出贡献。目前，该场主要承担从西德和法国引进的乳肉兼用型西门塔尔牛原种繁育任务。

2、人口分布

评价区域属于多民族居住地区，主要包括汉族、蒙古族、回族、满族、朝鲜族等，其中汉族占 48.73%，蒙古族占 47.62%，其它少数民族占 3.65%。居民点分布较为分散，人口密度较小。根据《通辽市 2019 年国民经济和社会发展统计公报》，通辽市范围内总人口约为 313.88 万人，人口密度 52.47 人/km²。评价区域内各年龄组的人口比例约为：婴儿 1.0%，幼儿 10.4%，少年 21.1%，成人 67.5%。

评价中心 20km 半径范围涉及科尔沁左翼中旗的白兴吐苏木、宝龙山镇、架玛吐镇、协代苏木、科尔沁区大林镇。根据实地调查和统计资料，2018 年评价范围内总人口为 76129 人，平均人口密度 59.16 人/km²。

评价中心 5km 范围内的居民点人口数据来源于建设单位实地调查，5-20km 范围各子区内人口数据由全国第六次人口普查数据及通辽市 2011-2018 年自然增长率统计获得。评价中心 5km 范围内居民点情况见图 3-13 和表 3-4，20km 范围评价子区划分和子区人口分布见图 1-1。

表 3-4 评价中心 5km 范围内村庄分布

居民点	距评价中心		人数（人）
	方位	距离（m）	
西乌兰楚嘎查	W	706	716
东乌兰楚嘎查	E	864	625
巴彦艾勒嘎查	SSW	4457	545
白兴吐嘎查	W	4064	938
苏尼吐嘎查	NNW	4498	619



图 3-13 5km 范围内村庄

本项目评价生产期代表年份选定为首期 2022 年（即运行正常生产第一年），终期 2024 年，采用《迈向小康社会的中国人口（内蒙古卷）》中高方案（即考虑全面实施二胎政策方案）预测人口自然结果，见表 3-5。人口预测以 2018 年人口数为基础，利用马尔萨斯人口计算模型：

$$N = N_0 e^{r \cdot t} \quad (3-1)$$

公式（2-1）中： N ：预期人口数（人）；

N_0 ：现有人口数（人）；

r ：预测时段保守人口增长率；

t ： N 与 N_0 之间的时间间隔（年）。

表 3-5 内蒙古自治区 2019~2034 年人口自然增长率

时间（年）	2019	2020	2021	2022	2023	2024	2025	2026
年人口自然增长率（‰）	6.02	5.72	5.39	5.17	4.84	4.59	4.31	4.07

2018 年评价中心 20km 半径范围子区人口分布情况见表 3-6，2022 年评价中心 20km 半径范围子区人口预测情况见表 3-7，2024 年评价中心 20km 半径范围子区人口预测情况见表 3-8。

从表 3-4 可知，距离宝龙山基地评价中心 5 km 范围内居住人群较少，仅有东乌兰楚嘎查、西乌兰楚嘎查、巴彦艾勒嘎查、白兴吐嘎查、苏尼吐嘎查。

3、生活习性

根据建设单位与评价单位的调查结果，评价范围内居民饮食主要以粮食、奶类和牛、羊肉为主，奶类和肉类主要来自居民自己喂养的牛羊，食用蔬菜和水果较少。本项目无废水排放和尾矿、废石产生，所致公众辐射剂量的贡献主要为气体氡吸入内照射，无食入内照射。

4、本项目与钱 II、钱 III、钱 IV 的关系

本项目依托宝龙山铀矿床（钱V）建设地浸采铀科研创新基地。项目地质上位于松辽盆地开鲁凹陷钱家店凹陷的北东部。松辽盆地是中、新生代大型陆相克拉通内转化型盆地，面积约 26 万 km²。目前已发现钱家店（钱II块）、钱、III块、钱IV块及宝龙山矿床。

项目所在区域内已有两期现有工程和一期拟建工程，现有工程分别为钱家店铀矿床原地浸出采铀工程及钱家店钱 II 块铀矿床原地浸出采铀工程（以下分别简称为“钱 II 块一期工程”和“钱 II 块二期工程”）。拟建工程为钱家店铀矿床钱IV块地浸采铀工程。拟建试验研究一处，为钱家店钱 III 块地浸采铀试验（以下简称“钱 III 块试验”）。钱 II 块一期工程开采范围为 06~07 勘探线之间的铀资源，钱 II 块二期工程开采的范围为 05~13 及 02~33 勘探线间的铀资源，钱 II 块二期工程是钱 II 块一期工程的延续，两期工程井场相邻，所开采的矿产资源均属钱 II 块铀矿床，开采层位均为姚家组下段。钱 III 块试验是在钱 III 块铀矿床开展的试验研究，试验层位均为姚家组下段。钱IV块所开采的矿产资源属于钱 IV 块铀矿床，开采范围采 25~32 勘探线控制的铀矿块，开采层位亦为姚家组下段。

本项目依托宝龙山（钱V）铀矿床，运行后井场为单独的井场，一期水冶设施只建设吸附厂房，淋洗沉淀委托通过铀业，二期在原有吸附设施基础上建设淋洗沉淀设施，工艺废水集中收集后运至钱II块蒸发池蒸发处理。

钱家店铀矿床范围内的钱II、钱III、钱IV和钱V四块矿体的相对位置见图 3-14。

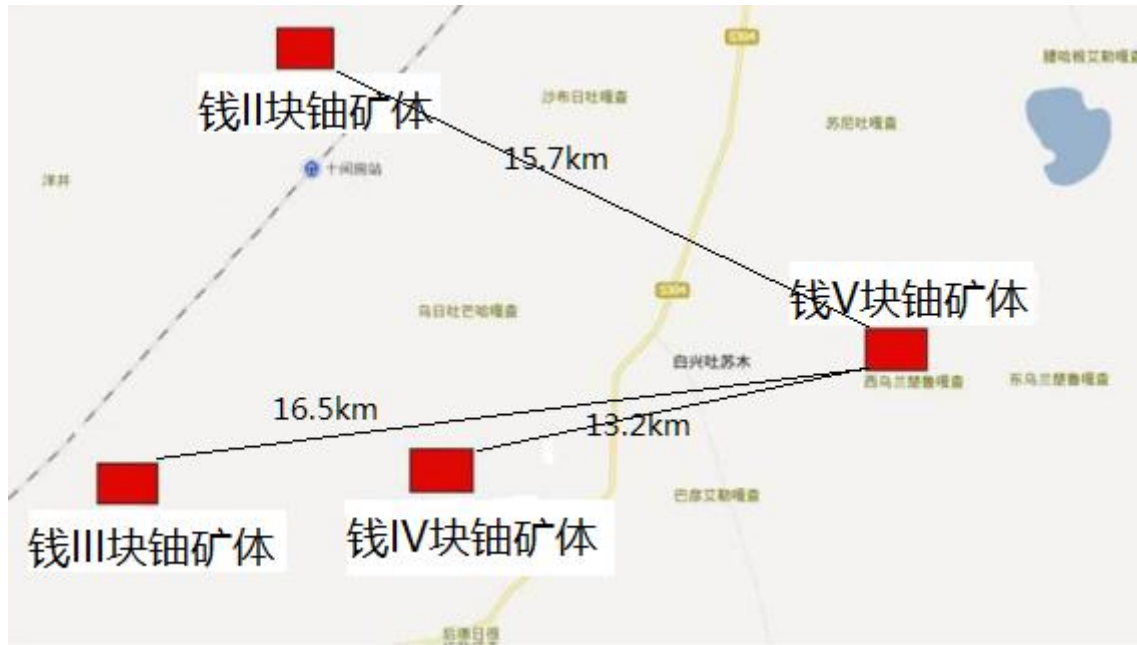


图 3-14 钱家店铀矿床各矿体平面位置示意图

表 3-6 各子区不同年龄组人口分布（2018）

距厂区距离 (km)	年龄组	方 位															
		N	NNE	NE	NEE	E	SEE	SE	SSE	S	SSW	SW	SWW	W	NWW	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	2	4	2	0	0	0	0	0	4	10	4	0	0
	少年	0	0	0	4	8	4	0	0	0	0	0	9	19	9	0	0
	成人	0	0	0	10	19	10	0	0	0	0	0	23	43	22	0	0
1~2	婴儿	0	0	0	2	2	2	0	0	0	0	0	2	2	2	0	0
	幼儿	0	0	0	15	37	14	0	0	0	0	0	16	38	14	0	0
	少年	0	0	0	36	73	34	0	0	0	0	0	37	75	35	0	0
	成人	0	0	0	91	170	87	0	0	0	0	0	92	173	87	0	0
2~3	婴儿	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
	幼儿	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
	少年	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
	成人	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
3~5	婴儿	0	0	0	0	0	0	0	0	0	2	0	0	3	2	0	0
	幼儿	0	0	0	0	0	0	0	0	0	29	0	0	50	22	0	0
	少年	0	0	0	0	0	0	0	0	0	64	0	0	110	49	0	0
	成人	0	0	0	0	0	0	0	0	0	178	0	0	306	135	0	0
5~10	婴儿	1	2	1	2	0	2	5	11	2	1	10	1	3	0	3	4
	幼儿	16	23	9	25	0	27	48	85	30	14	106	11	36	0	30	41
	少年	32	48	17	57	0	62	123	171	59	28	216	22	74	0	62	86
	成人	101	153	56	173	0	145	292	548	188	90	691	73	238	0	197	277
10~20	婴儿	66	43	50	18	37	40	45	98	77	47	20	36	20	6	18	47
	幼儿	691	443	520	185	381	413	473	1017	799	487	207	374	209	65	189	483
	少年	1401	898	1056	375	774	837	960	2064	1621	988	420	759	423	132	383	979
	成人	4483	2874	3377	1200	2370	3377	3073	6602	5184	3161	1342	2428	1355	422	1226	3133

表 3-7 各子区不同年龄组人口分布（2022）

距厂区距离 (km)	年龄组	方 位															
		N	NNE	NE	NEE	E	SEE	SE	SSE	S	SSW	SW	SWW	W	NWW	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	2	4	2	0	0	0	0	0	4	10	4	0	0	0
	少年	0	0	4	8	4	0	0	0	0	0	9	19	9	0	0	0
	成人	0	0	10	19	10	0	0	0	0	0	23	44	22	0	0	0
1~2	婴儿	0	0	2	2	2	0	0	0	0	0	2	2	2	0	0	0
	幼儿	0	0	15	38	14	0	0	0	0	0	16	39	14	0	0	0
	少年	0	0	37	75	35	0	0	0	0	0	38	77	36	0	0	0
	成人	0	0	93	174	89	0	0	0	0	0	94	177	89	0	0	0
2~3	婴儿	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
	幼儿	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
	少年	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
	成人	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
3~5	婴儿	0	0	0	0	0	0	0	0	2	0	0	3	2	0	0	0
	幼儿	0	0	0	0	0	0	0	0	30	0	0	51	22	0	0	0
	少年	0	0	0	0	0	0	0	0	65	0	0	112	50	0	0	0
	成人	0	0	0	0	0	0	0	0	182	0	0	312	138	0	0	0
5~10	婴儿	2	1	2	0	2	5	11	2	1	10	1	3	0	3	4	2
	幼儿	23	9	26	0	28	49	87	31	14	108	11	37	0	31	42	23
	少年	49	17	58	0	63	126	175	60	29	221	22	76	0	63	88	49
	成人	156	57	177	0	148	298	559	192	92	705	75	243	0	201	283	156
10~20	婴儿	44	51	18	38	41	46	100	79	48	20	37	20	6	18	48	44
	幼儿	452	531	189	389	422	483	1038	816	497	211	382	213	66	193	493	452
	少年	917	1078	383	790	854	980	2107	1655	1009	429	775	432	135	391	999	917
	成人	2934	3448	1225	2420	3448	3137	6740	5292	3227	1370	2479	1383	431	1252	3198	2934

表 3-8 各子区不同年龄组人口分布（2024）

距厂区距离 (km)	年龄组	方 位															
		N	NNE	NE	NEE	E	SEE	SE	SSE	S	SSW	SW	SWW	W	NWW	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	2	4	2	0	0	0	0	0	4	10	4	0	0
	少年	0	0	0	4	8	4	0	0	0	0	0	9	20	9	0	0
	成人	0	0	0	10	20	10	0	0	0	0	0	24	44	23	0	0
1~2	婴儿	0	0	0	2	2	2	0	0	0	0	0	2	2	2	0	0
	幼儿	0	0	0	15	38	14	0	0	0	0	0	16	39	14	0	0
	少年	0	0	0	37	75	35	0	0	0	0	0	38	77	36	0	0
	成人	0	0	0	94	175	89	0	0	0	0	0	95	178	89	0	0
2~3	婴儿	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
	幼儿	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
	少年	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
	成人	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
3~5	婴儿	0	0	0	0	0	0	0	0	0	2	0	0	3	2	0	0
	幼儿	0	0	0	0	0	0	0	0	0	30	0	0	51	23	0	0
	少年	0	0	0	0	0	0	0	0	0	66	0	0	113	50	0	0
	成人	0	0	0	0	0	0	0	0	0	183	0	0	315	139	0	0
5~10	婴儿	1	2	1	2	0	2	5	11	2	1	10	1	3	0	3	4
	幼儿	16	24	9	26	0	28	49	87	31	14	109	11	37	0	31	42
	少年	33	49	17	59	0	64	126	176	61	29	222	23	76	0	64	88
	成人	104	157	58	178	0	149	300	563	193	93	710	75	245	0	203	285
10~20	婴儿	68	44	51	19	38	41	46	101	79	48	21	37	21	6	19	48
	幼儿	710	455	535	190	392	425	486	1045	821	501	213	384	215	67	194	496
	少年	1440	923	1085	385	796	860	987	2122	1666	1016	432	780	435	136	394	1006
	成人	4608	2954	3471	1234	2436	3471	3159	6786	5329	3249	1379	2496	1393	434	1260	3220

4 评价适用标准

环境质量标准	1、环境空气质量 执行《环境空气质量标准》(GB3095-2012)二级标准及其修改单,具体标准值见表 4-1。		
	表 4-1 环境空气质量标准		
	污染物名称	标准值	标准来源
	TSP	日平均: 300 μm^3 年平均: 200 μm^3	《环境空气质量标准》 (GB3095-2012) 中二级标准
	SO ₂	小时平均: 500 μm^3 24h 平均: 150 μm^3 年平均: 60 μm^3	
	NO _x	小时平均: 250 μm^3 24h 平均: 100 μm^3 年平均: 50 μm^3	
	HCl	小时浓度: 0.05mg/m ³ 日均值: 0.015 mg/m ³	《环境影响评价技术导则 大气环境》(HJ 2.2-2018) 中 附录 D
	2、地下水环境 地下水环境执行《地下水质量标准》(GB/T14848-2017) III类标准,见表 4-2。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,背景值范围见 5.3.4 节。		
	表 4-2 地下水执行标准		
	地下水	项目	III类
	pH	6.5~8.5	
	As (mg/L)	≤0.01	
	Zn (mg/L)	≤1	
	Pb (mg/L)	≤0.01	
	Cd (mg/L)	≤0.005	
	Cr ⁶⁺ (mg/L)	≤0.05	
	Fe (mg/L)	≤0.3	
	Mn (mg/L)	≤0.05	
	Hg (mg/L)	≤0.001	
	Cu (mg/L)	≤1	
	Ni (mg/L)	≤0.02	
	Mo (mg/L)	≤0.07	

SO ₄ ²⁻ (mg/L)	≤250
Cl ⁻ (mg/L)	≤250
F ⁻ (mg/L)	≤1
TDS (mg/L)	≤1000
总硬度 (mg/L)	≤450
硝酸盐 (mg/L)	≤20
亚硝酸盐 (mg/L)	≤1
氨氮 (mg/L)	≤0.5
COD _{Mn} (mg/L)	≤3

3、声环境质量

执行《声环境质量标准》(GB3096-2008)2类区标准：昼间≤60dB(A)，夜间≤50dB(A)。

4、土壤

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)中的第二类用地污染风险筛选值的标准要求；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)中的土壤污染风险筛选值的标准要求。分别见表4-3、4-4。

表4-3 建设用地第二类用地污染风险筛选值

As	60mg/kg
Cd	65mg/kg
Hg	38mg/kg
Pb	800mg/kg
Cr*	250mg/kg
Zn*	300mg/kg
Ni	900mg/kg
Cu	18000mg/kg

注：*参照GB15618-2018土壤污染风险筛选值。

表4-4 农用地土壤污染风险管控标准

pH	6.5~7.5	>7.5
As	30mg/kg	25mg/kg
Cd	0.3mg/kg	0.6mg/kg
Hg	2.4mg/kg	3.4mg/kg
Pb	120mg/kg	170mg/kg

Cr	200mg/kg	250mg/kg
Zn	250mg/kg	300mg/kg
Ni	100mg/kg	190mg/kg
Cu	100mg/kg	100mg/kg

污染物排放标准	1、废气			
	废气排放执行《大气污染物综合排放标准》（GB16297-1996）表			
	2 新污染源大气污染物排放限值二级标准，具体标准值见表 4-5。			
	表 4-5 废气污染物排放标准			
	污染物名称	标准值		标准来源
	HCl	无组织排放监控浓度值 0.20 mg/m ³		《大气污染物综合排放标准》 （GB16297-1996）中新污染源二级标准
	SO ₂	最高排放浓度	550	
		周界外浓度最高点	0.4	
	NO _x	最高排放浓度	240	
		周界外浓度最高点	0.12	
颗粒物	最高排放浓度	120		
	周界外浓度最高点	1.0		
2、噪声				
施工期噪声排放参照执行《建筑施工场界环境噪声排放标准》				
（GB12523-2011），运行期噪声参照执行《工业企业厂界环境噪声排放标准》（GB12348-2008），具体见表 4-6。				
表 4-6 噪声执行标准				
噪声	施工期	昼间	70dB（A）	《建筑施工场界环境噪声排放标准》 （GB12523-2011）
		夜间	55dB（A）	

	运行 期	昼间 夜间	60dB (A) 50dB (A)	《工业企业厂界环境噪声排放标准》 (GB12348-2008) 中 2 类
辐射控制指标	<p>3、辐射剂量</p> <p>1) 正常工况下公众剂量约束值</p> <p>根据《铀矿冶辐射防护和环境保护规定》(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。本项目规模较小, 由于试验规模与钱III相当, 参照已报批的钱III块地浸采铀试验环评报告书, 并结合本项目气载流出物所致公众剂量预测结果, 本项目执行的公众年平均有效剂量约束值不超过 0.05mSv。</p> <p>2) 事故工况下公众剂量约束值</p> <p>本项目为地浸采铀科研试验项目, 根据原地浸出采铀工程特点, 无废石堆、尾渣堆、尾渣库等设施, 本项目不设蒸发池。在饱和树脂和废水转运过程中发生运输事故, 及时收集处理, 对周围公众影响较小。</p> <p>气载途径事故工况为集液罐泄露, 气载途径事故工况为集液罐泄露, 集液罐容积约 15m³, 浸出液中 ²²²Rn 浓度取 1168.05Bq/L, 浸出液自抽液孔抽出在集液罐汇集时, 保守假设 ²²²Rn 在集液罐全部释放, 则集液罐发生事故时, 氡释放量约 1.75×10⁷Bq, 此种事故工况对公众造成的剂量为 2.89×10⁻⁷mSv/次, 因此, 设定事故剂量约束值为 0.001mSv/次。</p>			

5 环境质量状况

1、监测目的

环境现状监测的目的是为了解项目实施前评价区内环境质量状况，保留环境现状资料，以便项目完成并投入使用后，为制定常规环境监测方案和评价项目在正常运行时和事故排放时的放射性物质及环境影响提供对比依据。

2、监测方案

1) 监测内容

本项目氦及氦子体、连续氦、 γ 剂量率、氦析出率、矿周围潜水、土壤、生物和声环境本底监测委托核工业东北分析测试中心进行，共计开展了两次监测。第一次监测时间为2020年5月13日~5月16日，第二次监测时间为2020年9月15日~9月17日。核工业东北分析测试中心具有计量认证合格证的环境监测机构，CMA证书编号为180021181425，所出具的监测报告是有效的。基地项目矿区地下水、拟建井场含矿含水层及上含矿含水层地下水由核工业北京化工冶金研究院分析测试中心承担，同样开展了2次监测，其中矿区地下水取样时间分别为2020年5月14日，2020年9月1日，拟建井场地下水取样时间分别为2021年5月31日、2021年7月2日。核工业北京化工冶金研究院分析测试中心具有计量认证合格证的环境监测机构，CMA证书编号为160021183086。

本次环境监测的介质主要有环境空气、地下水、土壤、生物、声环境。监测内容主要包括：

- (1) 空气：氦及其子体浓度、连续氦；
- (2) γ 辐射空气吸收剂量率；
- (3) 氦析出率；
- (4) 地下水： $U_{\text{天然}}$ 、 ^{226}Ra 、 ^{210}Po 、 ^{210}Pb 、pH、 SO_4^{2-} 、 F^- 、 Cl^- 、 NO_3^- 、Fe、Cu、Zn、Mn、Hg、Cd、 Cr^{6+} 、As、Pb、Ni、Ba、Be、Mo、Co、溶解性总固体、总硬度、氨氮、亚硝酸盐、高锰酸钾指数；
- (5) 土壤： $U_{\text{天然}}$ 、 ^{226}Ra 、 ^{210}Po 、 ^{210}Pb 、Fe、Cd、As、Hg、Cr、Cu、Zn、Pb、Ni、pH；

(6) 生物: $U_{\text{天然}}$ 、 ^{226}Ra 、 ^{210}Po 、 ^{210}Pb ;

(7) 声环境: 等效声级 L_{Aeq} ;

本项目放射性指标监测方案见表 5-1, 非放射性指标监测方案见表 5-2, 监测布点见图 5-1。

表 5-1 放射性本底监测方案

监测介质	监测点位	监测项目	监测频率
土壤	宝龙山铀矿床试验井场内 1 个监测点、井场外 4 个监测点 (东、南、西、北各 1 个监测点), 东乌兰楚、西乌兰楚农田 1 个点。	$U_{\text{天然}}$ 、 ^{226}Ra 、 ^{210}Po 、 ^{210}Pb 、 ^{222}Rn 析出率	2 次
地下水	①废弃养老院、东乌兰楚、西乌兰楚水井; ②上含矿含水层; ③含矿含水层;	总 α 、总 β 、 $U_{\text{天然}}$ 、 ^{226}Ra 、 ^{210}Po 、 ^{210}Pb	2 次
空气	宝龙山铀矿床试验井场范围内、最小风频下风向 500m、试验井场主导风向下风向 500m、主导风频风向垂直方向 500m、最近居民点 1 个点, 共 7 个点。	^{222}Rn 及其子体	2 次
	主导风向上风向 500m、西乌兰楚, 各 1 点, 共 2 点。	连续 ^{222}Rn	连续 3 天, 每天 24 小时
陆地 γ	宝龙山铀矿床井场范围内及井场边界外 200m 范围内适当布点, 空气采样布点处。	γ 辐射剂量率	2 次
牧草	宝龙山铀矿床试验井场范围内、东乌兰楚、西乌兰楚, 共 3 个点。	$U_{\text{天然}}$ 、 ^{226}Ra 、 ^{210}Po 、 ^{210}Pb	2 次
生物	西乌兰楚玉米、白菜、羊肉	$U_{\text{天然}}$ 、 ^{226}Ra 、 ^{210}Po 、 ^{210}Pb	2 次

表 5-2 非放射性本底监测方案

监测介质	监测点位	监测项目	监测频率
土壤	宝龙山铀矿床试验井场内 1 个监测点、井场外 4 个监测点, 东乌兰楚、西乌兰楚	Fe、Cd、As、Hg、Cr、Cu、Zn、Pb、Ni、pH	2 次
地下水	①废弃养老院、东乌兰楚、西乌兰楚水井; ②上含矿含水层; ③含矿含水层;	pH、 SO_4^{2-} 、 F^- 、 Cl^- 、 NO_3^- 、Fe、Cu、Zn、Mn、Hg、Cd、 Cr^{6+} 、As、Pb、Ni、Ba、Be、Mo、Co、溶解性总固体、总硬度、氨氮、亚硝酸盐、高锰酸钾指数	2 次
噪声	宝龙山试验井场内 1 个点, 场界外东南西北各 1 个监测点, 西乌兰楚嘎查, 共 6 个监测点	等效连续 A 声级	昼夜间各 1 次

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。

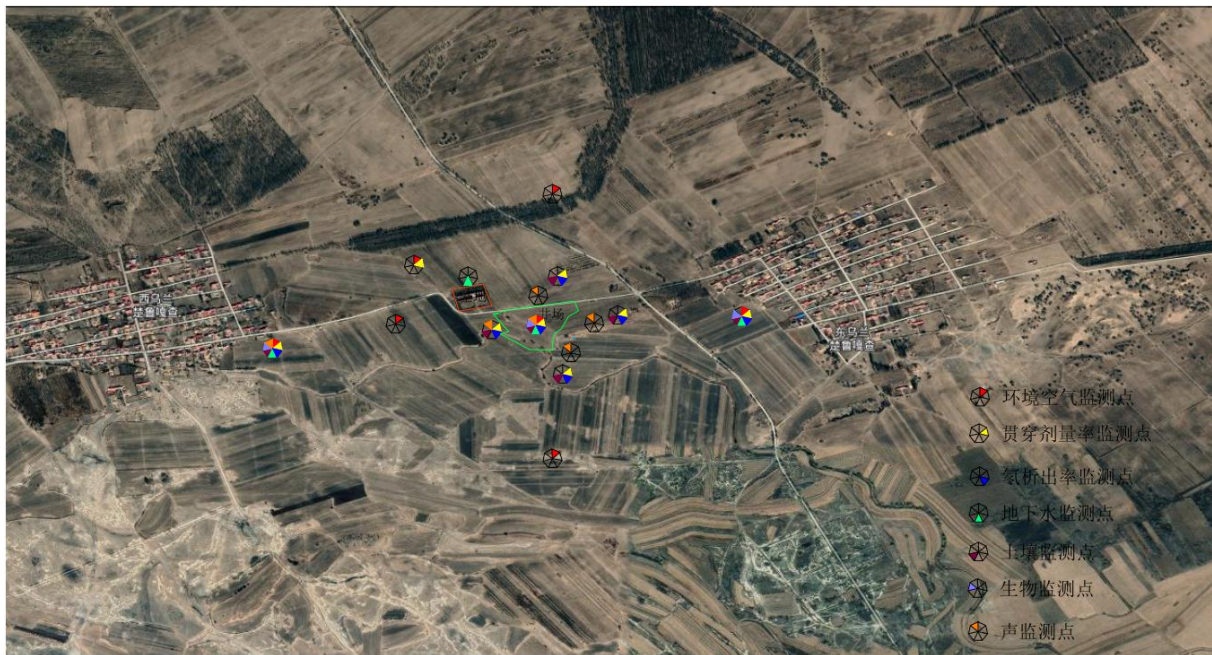


图 5-1 监测布点图

3) 监测质量保证

(1) 参加监测单位是经过国家认证的单位；所有参加监测的技术人员均参加过专业培训，经过上级部门考核，取得合格证书，并持证上岗操作。

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

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

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

(5) 样品分析结果的质量采用标样检查、重复检查等方法进行控制。分析所用的标准物质溯源到国家或国际标准。

(6) 为保障监测结果的可靠性，实行全过程监测记录，包括采用记录、监测记录、质量控制记录、核查核对比分析记录、记录保管等方面的内容。

表 5-3 环境监测方法和测量仪器

监测对象	监测项目	监测分析方法	监测分析仪器	检测下限	监测标准名称
环境空气	^{222}Rn 及子体	双滤膜法及三段法	FT-648 绝对测氡仪	^{222}Rn : 3.30 Bq/m ³ 子体: 10nJ/m ³	GB/T14582-1993 环境空气中氡的标准测量方法
环境贯穿辐射	γ 辐射剂量率	直读	6150AD x- γ 剂量率仪	10nGy/h	GB/T14583-1993 环境地表 γ 辐射剂量率测定规范
土壤	氡析出率	积累直读	REM-III氡析出率仪	0.001Bq/m ² ·S	EJT/979-1995 表面氡析出率测定 积累法
水质	$\text{U}_{\text{天然}}$	激光荧光法	MUA 微量铀分析仪	0.1ug/L	HJ840-2017 环境样品中微量铀的分析方法
	^{226}Ra	射气法	PC2100 镭氡分析仪	0.37mBq/L	GB/T11214-1989 水中镭-226 的分析测定
	^{210}Po	α 能谱法	BH1324D α 能谱仪	0.1mBq/L	HJ813-2016 水中钋-210 的分析方法
	^{210}Pb	β 计数法	BH1216 α/β 测量仪	1mBq/L	EJ/T859-1994 水中铅-210 的分析方法
	pH	玻璃电极法	PHS-25 酸度计	/	GB/T6920-1986 水质 pH 值的测定 玻璃电极法
	As	质谱法	NexION 350D 电感耦合等离子体质谱仪	0.12ug/L	HJ700-2014 水质 65 种元素的测定 电感耦合等离子体质谱法
	Zn	质谱法		0.10ug/L	
	Pb	质谱法		0.05ug/L	
	Cd	质谱法		0.005ug/L	
	Fe	质谱法		0.82ug/L	
	Mn	质谱法		0.01ug/L	
	Cu	质谱法		0.08ug/L	
	Ni	质谱法		0.03ug/L	
	Mo	质谱法		0.001ug/L	
	Hg	原子荧光法	AFS230E 原子荧光光度计	0.04ug/L	HJ694-2014 水质 汞、砷、硒、锑和铋的测定 原子荧光法
Cr^{6+}	比色法	722N 可见分光光度计	4ug/L	GB/T 7467-1987 水质六价铬的测定 二苯碳酰二肼分光光度法	
HCO_3^-	容量法	滴定管	5mg/L	DZ/T0064.49-1993 地下水水质检验方法	

续表 5-3 环境监测方法和测量仪器

监测对象	监测项目	分析方法	监测分析仪器	检测下限	监测标准名称
水质	SO ₄ ²⁻	离子色谱法	CIC-D160 离子色谱仪	0.018mg/L	HJ84-2016 水质 无机阴离子 (F ⁻ 、Cl ⁻ 、NO ₂ ⁻ 、Br ⁻ 、NO ₃ ⁻ 、PO ₄ ³⁻ 、SO ₃ ²⁻ 、SO ₄ ²⁻) 的测定 离子色谱法
	CL ⁻	离子色谱法		0.007mg/L	
	F ⁻	离子色谱法		0.006mg/L	
	硝酸盐	离子色谱法		0.016mg/L	
	亚硝酸盐	离子色谱法		0.001mg/L	
	TDS	重量法	BS124S 电子天平	5mg/L	DZ/T0064.9-1993 地下水水质检验方法 溶解性固体总量的测定
	总硬度	容量法	滴定管	5mg/L	DZ/T0064.15-1993 地下水水质检验方法 乙二胺四乙酸二钠滴定法
	氨氮	比色法	722N 可见分光光度计	0.016mg/L	HJ536-2009 水质 氨氮的测定 水杨酸分光光度法
	COD	容量法	滴定管	0.4mg/L	DZ/T0064.68-1993 地下水水质检验方法 酸性高锰酸钾法
土壤	U _{天然}	激光荧光法	MUA 微量铀分析仪	0.10 ug/g	HJ840-2017 环境样品中微量铀的分析方法
	²²⁶ Ra	射气法	PC2100 镭氡分析仪	5.0 Bq/kg	GB/T13073-2010 样品中 ²²⁶ Ra 的测定
	pH	玻璃电极法	PHS-25 酸度计	/	GB7859-1987 土壤 pH 值的测定
	As	原子荧光法	AFS230E 原子荧光光度计	0.1ug/g	GB/T22105-2008 土壤质量 总汞、总砷、总铅的测定 原子荧光法
	Cd	质谱法	NexION 350D 电感耦合等离子体质谱仪	0.02ug/g	GB/T14506.30-2010 硅酸盐岩石化学分析方法第 30 部分: 44 个元素量测定
	Hg	原子荧光法	AFS230E 原子荧光光度计	2ng/g	GB/T22105-2008 土壤质量 总汞、总砷、总铅的测定 原子荧光法
	Pb	质谱法	NexION 350D 电感耦合等离子体质谱仪	0.1ug/g	GB/T14506.30-2010 硅酸盐岩石化学分析方法第 30 部分: 44 个元素量测定
	Cr	质谱法		0.1ug/g	
	Zn	质谱法		0.1ug/g	
	Ni	质谱法		0.1ug/g	
	Cu	质谱法		0.1ug/g	
生物	U _{天然}	激光荧光法	MUA 微量铀分析仪	0.10ug/kg(鲜)	HJ840-2017 环境样品中微量铀的分析方法
	²²⁶ Ra	射气法	PC2100 镭氡分析仪	0.01 Bq/kg(鲜)	GB14883.6-2016 食品安全国家标准 食品中放射性物质镭-226 和镭-228 的测定
噪声	噪声	直读法	AWA6228+多功能声级计	/	GB3096-2008 声环境质量标准 第 6 部分 环境噪声监测要求

3、监测结果

1) 环境空气

(1) 氡及氡子体浓度

本项目环境空气中氡及氡子体浓度监测结果分别见表 5-4。

表 5-4 氡及氡子体浓度监测结果

编号	监测地点	^{222}Rn (Bq/m^3)		^{222}Rn 子体 (nJ/m^3)	
		第一次	第二次	第一次	第二次
1	最小风频下风向 500m	7.45	6.87	18.70	18.80
2	主导风向下风向 500m	8.33	7.72	23.04	20.20
3	西乌兰楚鲁	8.39	7.23	23.01	17.99
4	东乌兰楚鲁	8.93	7.60	23.74	20.60
5	宝龙山铀矿床试验井场	7.36	6.51	16.89	17.96
6	主导风频风向垂直方向两侧 500m-南侧	8.96	8.13	24.40	22.48
7	主导风频风向垂直方向两侧 500m-北侧	8.17	7.37	21.22	16.74
《中国环境天然放射性水平》(2015)		3.3~40.8		15.4~114	

由表 5-4 可知,项目所在位置及周边居民点的氡浓度为 $6.51\sim 8.96\text{Bq}/\text{m}^3$ 、氡子体为 $16.74\sim 24.40\text{nJ}/\text{m}^3$,根据《中国环境天然放射性水平》(中国原子能出版社,2015)调查的全国 20 个城市室外空气中氡及氡子体浓度,氡浓度范围值为 $3.3\sim 40.8\text{Bq}/\text{m}^3$,氡子体浓度范围为 $15.4\sim 114\text{nJ}/\text{m}^3$ 。由此可知,本项目空气氡及氡子体浓度均在全国正常本底水平内。

(2) 连续氡

在井场主导风向上风向及西乌兰楚嘎查居民室外布设了连续氡监测点,连续监测 3 天,每小时监测 1 次,监测结果见表 5-5。

表 5-5 连续氡监测结果

序号	监测地点	监测日期	^{222}Rn (Bq/m^3)	监测日期	^{222}Rn (Bq/m^3)
1	主导风向上 风向 500m	2020-5-14	8.29	2020-9-15	7.16
		2020-5-15	7.54	2020-9-16	6.65
		2020-5-16	8.35	2020-9-17	7.59
2	西乌兰楚鲁	2020-5-14	7.71	2020-9-15	7.09
		2020-5-15	8.30	2020-9-16	7.53

		2020-5-16	8.32	2020-9-17	7.10
--	--	-----------	------	-----------	------

由表 5-4 及表 5-5 可知，无论是瞬时氡浓度还是连续氡浓度都与《中国环境天然放射性水平》（中国原子能出版社，2015）调查的全国 20 个城市室外空气中氡浓度范围值为 3.3~40.8Bq/m³ 一致。

2) 天然贯穿辐射剂量率水平

本项目天然贯穿辐射剂量率监测结果见表 5-6。

表 5-6 天然贯穿辐射剂量率监测结果

编号	监测地点	监测结果 (nGy/h)			
		第一次		第二次	
		范围值	均值	范围值	均值
1	宝龙山铀矿床试验井场范围	42~84	60	40~83	58
2	井场外东侧 200m	33~68	51	32~67	52
3	井场外西侧 200m	52~69	60	50~69	62
4	井场外南侧 200m	48~65	58	48~66	57
5	井场外北侧 200m	33~60	43	33~58	45
6	东乌兰楚鲁	40~69	55	41~69	52
7	西乌兰楚鲁	54~74	64	55~75	65
8	最小风频下风向 500m	40~69	56	42~67	54
9	主导风向下风向 500m	54~74	63	56~76	64
《中国环境天然放射性水平》（2015）		30.9~96			

注：监测结果包括宇宙射线。

由表 5-6 可知，本项目所在地及周边居民点天然贯穿辐射剂量率为 33~84nGy/h，根据《中国环境天然放射性水平》（中国原子能出版社，2015），通辽市本底水平为 30.9~96nGy/h，与其相比，本项目及周边γ剂量率处于正常本底水平。

3) 氡析出率

本项目拟建场址地表氡析出率监测结果见表 5-7。由表 5-7 可知，拟建场址地表氡析出率为 2.92~4.95 mBq/m²·s，两次监测结果处于同一水平。

表 5-7 氡析出率监测结果 单位：mBq/m²·s

编号	监测地点	²²² Rn 析出率	
		第一次	第二次
1	宝龙山铀矿床试验井场	4.95	4.58
2	井场外东侧	3.13	3.39
3	井场外西侧	4.38	4.41
4	井场外南侧	4.94	4.14
5	井场外北侧	3.18	3.51
6	东乌兰楚鲁（主导风向向下风向最近农田）	3.89	4.35
7	西乌兰楚鲁	3.57	2.92

4) 地下水

(1) 潜水

本项目矿区周边居民点潜水含水层地下水监测结果见表 5-8。

(2) 含矿含水层及上含水层

宝龙山铀矿床含矿含水层及上含水层水质监测结果见表 5-9。

表 5-8 矿区周边居民点地下水监测结果

地点 项目		敬老院（废弃）		东乌兰楚鲁		西乌兰楚鲁		标准(本底) 限值*
		第一次	第二次	第一次	第二次	第一次	第二次	
U _{天然}	ug/L	10.40	3.57	4.14	1.17	2.15	0.56	0.38~101.6
²²⁶ Ra	mBq/L	21.22	7.36	9.11	6.67	6.94	3.09	1.55~203.9
²¹⁰ Po	mBq/L	11.49	4.32	5.51	3.60	4.44	1.85	—
²¹⁰ Pb	mBq/L	13.10	4.22	6.18	3.51	4.81	1.94	—
pH	—	7.98	8.59	7.89	8.12	8.16	8.24	6.5~8.5
As	μg/L	8.37	2.62	2.68	2.08	1.12	1.38	≤10
Zn	μg/L	2.76	12.75	11.29	27.70	4.07	14.95	≤1000
Pb	μg/L	0.25	0.30	0.14	0.046	0.21	0.032	≤10
Cd	μg/L	<0.01	<0.01	<0.01	<0.01	0.025	<0.01	≤5
Cr ⁶⁺	μg/L	<1	<1	<1	<1	<1	<1	≤50
Fe	μg/L	98.05	131	22.04	57.15	34.00	67.21	≤300
Mn	μg/L	94.76	22.49	189	49.89	119	84.62	≤100
Hg	μg/L	0.018	0.042	0.13	0.032	0.030	0.027	≤1
Cu	μg/L	0.72	0.22	0.94	1.12	0.63	1.29	≤1000
Ni	μg/L	3.02	1.78	4.77	2.87	2.53	4.95	≤20

Mo	μg/L	0.03	0.042	7.83	3.34	2.97	0.17	≤70
Ba	μg/L	72.43	68.95	119	121	124	248	≤700
Co	μg/L	0.22	0.14	0.23	0.26	0.17	0.35	≤50
Be	μg/L	<0.01	<0.01	<0.01	<0.01	<0.01	<0.01	≤2
HCO ₃ ⁻	mg/L		566		248		641	—
SO ₄ ²⁻	mg/L	1.33	1.87	90.01	73.73	25.61	40.00	≤250
Cl ⁻	mg/L	21.88	12.59	164	82.40	53.93	44.97	≤250
F ⁻	mg/L	0.68	0.84	1.06	0.97	0.85	0.59	≤1.0
TDS	mg/L	514	480	686	543	514	502	≤1000
总硬度	mg/L	426	354	364	307	235	221	≤450
硝酸盐	mg/L	0.054	0.39	11.19	9.51	0.083	0.33	≤20
亚硝酸盐	mg/L	<0.01	2.69	0.17	0.50	<0.01	5.09	≤1.0
氨氮	mg/L	0.24	10.26	0.038	1.04	0.092	6.03	≤0.5
COD	mg/L	4.80	3.18	0.48	0.48	0.97	2.38	≤3.0

注：U_{天然}、²²⁶Ra 取《中国环境天然放射性水平》（中国原子能出版社，2015）区域本底值，其他因子为《地下水质量标准》（GB14848-2017 中Ⅲ类标准限值）。

表 5-9 矿区含矿含水层及上含水层地下水监测结果

项目地点		上含矿含水层				含矿含水层			
		矿区 GC-04		拟建井场		矿区 7266		拟建井场	
		第一次	第二次	第一次	第二次	第一次	第二次	第一次	第二次
U _{天然}	mg/L	0.0526	0.0527	0.107	0.11	0.512	0.512	0.277	0.288
²²⁶ Ra	Bq/L	<0.009	<0.010	0.06	0.111	0.192	0.195	0.661	0.556
²¹⁰ Po	mBq/L	22.8	22.4	8.45	8.85	20.9	21.2	9.03	4.82
²¹⁰ Pb	mBq/L	69.9	70.5	<6.3	<6.3	18.5	17.8	122	109
pH	/	7.08	7.1	8.63	8.66	7.4	7.38	9.09	9.02
As	μg/L	99.6	102	14.4	14	22.9	22.8	97.4	98.4
Zn	μg/L	17.4	19.8	<5	<5	<1.0	<1.0	<5	<5
Pb	μg/L	6.94	8.26	<0.5	<0.5	<0.5	<0.5	<0.5	<0.5
Cd	μg/L	<0.2	<0.2	0.09	0.09	<0.2	<0.2	0.07	<0.05
Cr ⁶⁺	μg/L	26	31	14	9	15	12	4	4
Fe	μg/L	108	111	37.5	34.5	62.7	61.8	<5	<5
Mn	μg/L	6.88	7.19	2.96	3.03	6.34	5.16	0.58	4.07
Hg	μg/L	<0.1	<0.1	<0.1	<0.1	<0.1	<0.1	<0.1	<0.1

Cu	μg/L	1.2	1.28	<0.1	0.1	0.34	0.26	0.1	0.14
Ni	μg/L	0.78	0.94	0.25	0.28	0.24	0.2	0.12	0.22
Mo	μg/L	76	80.8	288	288	204	157	210	213
HCO ₃ ⁻	mg/L	760	795	2220	2280	1460	1440	2290	2370
SO ₄ ²⁻	mg/L	54.3	55.3	315	308	72.7	72.4	434	447
Cl ⁻	mg/L	81.9	84.5	178	170	110	114	206	223
F ⁻	mg/L	13.3	14	8.57	9.61	20.4	21.4	16.7	20.2
TDS	mg/L	2030	2020	2940	3005	2560	2550	3850	3859
总硬度	mg/L	124	124	190	192	96	96	790	790
硝酸盐	mg/L	833	843	3.7	0.845	801	805	20.4	20
亚硝酸盐	mg/L	0.018	0.02	<0.02	<0.02	0.004	0.003	<0.2	<0.2
氨氮	mg/L	5.96	5.94	0.11	0.12	3.47	3.49	0.4	0.39
COD	mg/L	2.51	2.41	1.32	1.21	1.24	1.06	0.66	0.86

2) 含矿含水层及上含水层

宝龙山铀矿床含矿含水层及上含水层水质监测结果见表 5-9。

由表 5-9 可知，含矿含水层地下水中 U_{天然}浓度为 0.277~0.512mg/L、²²⁶Ra 浓度为 0.192~0.661Bq/L、²¹⁰Po 浓度为 4.82~21.2Bq/L、²¹⁰Pb 浓度为 17.8~122Bq/L。非放射性因子总体满足《地下水质量标准》（GB/T14848-2017）III类标准，个别因子背景值较高，pH 背景值为 7.38~9.09、As 背景值为 22.8~98.4μg/L、Mo 背景值为 157~213μg/L、硫酸根背景值为 72.4~447mg/L、F 背景值为 16.7~21.4mg/L、TDS 背景值为 2550~3859mg/L、总硬度背景值为 96~790mg/L、硝酸盐背景值为 20~805mg/L、氨氮背景值为 0.39~3.49mg/L。

上含水层地下水中 U_{天然}浓度为 0.0526~0.11mg/L、²²⁶Ra 浓度<0.009~0.111Bq/L、²¹⁰Po 浓度为 8.45~22.8mBq/L、²¹⁰Pb 浓度为<6.3~70.5mBq/L。非放射性因子总体满足《地下水质量标准》（GB/T14848-2017）III类标准，个别因子背景值较高，其中：pH 背景值为 7.08~8.66、硫酸盐背景值为 54.3~315mg/L，As 背景值为 14~102μg/L、Mo 背景值为 76~288μg/L、F背景值为 8.57~14mg/L、TDS 背景值为 2020~3005mg/L、硝酸盐背景值为 0.845~843mg/L、氨氮背景值为 0.11~5.96mg/L。

5、土壤

1) 放射性

矿区及周边土壤中放射性核素监测结果见表 5-10。由表 5-10 可知，项目周边土壤 $U_{\text{天然}}$ 浓度范围值为 0.52~4.83mg/kg， ^{226}Ra 浓度范围值为 16.34~55.69Bg/kg，与区域内已建工程及拟建工程的本底监测结果基本位于同一水平。根据《中国环境天然放射性水平》（中国原子能出版社，2015），内蒙通辽地区土壤中 ^{238}U 、 ^{226}Ra 浓度本底水平分别为 13.75~35.14Bg/kg 和 7.38~34.66Bg/kg，项目周边土壤中核素浓度与内蒙通辽地区处于同一水平。

表 5-10 土壤放射性核素监测结果

序号	监测点	监测项目							
		$U_{\text{天然}}$ (mg/kg)		^{226}Ra (Bg/kg)		^{210}Po (Bg/kg)		^{210}Pb (Bg/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
1	拟建井场	0.84	0.61	18.32	19.42	9.03	8.14	8.77	9.02
2	拟建井场外东侧	0.68	0.66	21.73	20.40	9.26	9.94	12.15	10.95
3	拟建井场外西侧	0.82	1.08	33.57	32.69	16.24	17.49	19.91	21.73
4	拟建井场外西侧	1.30	0.90	33.53	34.85	17.40	16.97	19.82	21.60
5	拟建井场外西侧	0.58	0.64	17.82	19.58	8.82	9.56	9.61	10.28
6	东乌兰楚	0.69	0.52	16.42	16.34	7.52	7.59	9.27	9.70
7	西乌兰楚	1.01	0.95	30.52	32.96	16.20	15.27	16.79	16.29
《中国环境天然放射性水平》（2015）		1.12~2.86		7.38~34.66		-		-	

2) 非放射性

拟建场址及其周边土壤中非放射性核素监测结果见表 5-11 和表 5-12。

由表 5-11 可知，本项目拟建场址土壤中各项非放监测指标均低于《土壤环境质量建设用地土壤污染风险管控标准（试行）》（GB36600-2018）中的第二类用地污染风险筛选值的标准要求。由表 5-12 可知，本项目周边土壤中各项非放监测指标均低于《土壤环境质量农用地土壤污染风险管控标准（试行）》（GB15618-2018）中的土壤污染风险筛选值的标准要求。

表 5-11 拟建场址周边土壤中非放射性核素监测结果

地点项目	单位	监测时间	拟建井场	拟建井场外东侧	拟建井场外西侧	拟建井场外南侧	拟建井场外北侧	GB36600-2018 第二类用地污染风险筛选值
pH	/	第一次	7.82	8.02	8.58	8.84	8.05	/
		第二次	7.95	7.56	9.56	8.72	7.77	
As	mg/kg	第一次	3.39	2.16	3.60	5.32	1.67	60
		第二次	2.87	2.76	4.97	5.47	2.78	
Cd	mg/kg	第一次	0.037	0.063	0.061	0.11	0.046	65
		第二次	0.03	0.04	0.06	0.06	0.05	
Hg	ug/kg	第一次	8.14	19.13	5.89	22.89	9.59	38000
		第二次	16.04	6.94	21.14	7.54	9.62	
Pb	mg/kg	第一次	13.25	13.27	15.67	18.26	11.42	800
		第二次	10.82	12.22	14.37	16.21	11.19	
Cr	mg/kg	第一次	18.03	13.33	23.98	34.82	10.62	250*
		第二次	8.88	17.19	27.55	28.59	10.81	
Zn	mg/kg	第一次	28.74	25.24	32.44	58.27	26.78	300*
		第二次	17.48	14.67	32.92	28.33	14.94	
Ni	mg/kg	第一次	8.72	5.24	9.00	15.39	3.74	900
		第二次	3.33	8.60	11.55	10.08	3.80	
Cu	mg/kg	第一次	7.12	5.31	8.27	14.07	4.25	18000
		第二次	5.21	5.28	10.64	11.13	5.15	

注：参照 GB15618-2018 土壤污染风险筛选值。

表 5-12 周边居民点土壤中非放射性核素监测结果

地点项目	单位	监测时间	东乌兰楚嘎查	西乌兰楚嘎查	GB15618-2018 土壤污染风险筛选值	
pH	/	第一次	8.28	9.04	6.5~7.5	>7.5
		第二次	7.77	8.80		
As	mg/kg	第一次	2.22	3.97	30	25
		第二次	2.39	5.04		
Cd	mg/kg	第一次	0.037	0.058	0.3	0.6
		第二次	0.03	0.05		
Hg	ug/kg	第一次	4.67	6.36	2400	3400

		第二次	5.77	5.26		
Pb	mg/kg	第一次	12.73	16.74	120	170
		第二次	11.17	14.76		
Cr	mg/kg	第一次	16.08	25.77	200	250
		第二次	16.91	22.30		
Zn	mg/kg	第一次	27.26	37.61	250	300
		第二次	12.25	31.97		
Ni	mg/kg	第一次	5.90	10.55	100	190
		第二次	10.05	12.25		
Cu	mg/kg	第一次	5.84	9.68	100	100
		第二次	3.93	10.38		

6、生物样品

矿区及周边生物样品中放射性核素浓度监测结果见表 5-13。由该表可知，矿区及周边生物样品中 $U_{\text{天然}}$ 、 ^{226}Ra 、 ^{210}Po 放射性核素的含量均满足《食品中放射性物质限制浓度标准》（GB14882-94）中的要求。

表 5-13 矿区及周边生物样品中放射性核素含量监测结果

序号	取样地点	样品名称		$U_{\text{天然}}$	^{226}Ra	^{210}Pb	^{210}Po
				ug/kg (鲜)	Bq/kg (鲜)	Bq/kg (鲜)	Bq/kg (鲜)
1	西乌兰楚鲁嘎查	玉米	第一次	0.52	0.048	0.031	0.042
			第二次	0.56	0.034	0.027	0.041
		白菜	第一次	1.11	0.036	0.040	0.038
			第二次	1.32	0.042	0.040	0.034
		羊肉	第一次	0.43	0.035	0.037	0.053
			第二次	0.35	0.037	0.043	0.049
2	宝龙山铀矿床试验井场	牧草	第一次	0.68	0.030	0.024	0.034
			第二次	0.75	0.037	0.030	0.026
3	西乌兰楚	牧草	第一次	0.65	0.034	0.028	0.039
			第二次	0.58	0.031	0.027	0.037
4	东乌兰楚	牧草	第一次	0.70	0.038	0.032	0.045
			第二次	0.69	0.031	0.040	0.052
《食品中放射性物质限制浓度标准》 (GB14882-94)		粮食		1900	14	-	6.4
		肉类		5400	38	-	1.3

7、声环境质量

本项目周边居民点环境噪声监测结果见表 5-14。由该表可知，周边居民点环境噪声值满足《声环境质量标准》（GB3096-2008）中 2 类声环境功能区噪声标准。

表 5-14 环境噪声监测结果

序号	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
1	宝龙山铀矿床试验井场	48	49	43	44
2	井场外东侧	49	50	43	43
3	井场外西侧	50	51	42	42
4	井场外南侧	50	51	42	43
5	井场外北侧	47	48	41	42
6	最近居民点（西乌兰楚鲁）	54	53	44	44
GB3096-2008 标准限值		60		50	

8、小结

根据本项目现状监测结果，区域环境现状调查结论如下：

1) 贯穿辐射剂量水平：项目建设区域及周边居民点的天然贯穿辐射剂量率处于环境本底水平。

2) 空气中氡及其子体浓度：项目所在位置及周边居民点的氡及子体浓度监测值位于环境本底范围内。

3) 地表氡析出率：拟建场址地表氡析出率为 2.92~8.26mBq/m²·s。

4) 地下水环境质量现状：矿区周边居民点地下水、上含矿含水层、含矿含水层中放射性核素浓度位于区域本底水平；非放射性因子整体满足《地下水质量标准》（GB/T14848-2017）III类标准，其中：潜水含水层个别因子（pH、Mn、F⁻、COD、亚硝酸盐、氨氮）背景值较高；上含矿含水层及含矿含水层个别因子（pH、SO₄²⁻、As、Mo、F⁻、TDS、NO₃⁻、NH₃-N、总硬度）背景值较高。

5) 土壤环境质量：矿区及其周边各监测点土壤中 U_{天然} 和 ²²⁶Ra 含量处于区域本底水平；拟建场址土壤中各项非放监测指标均低于《土壤环境质量 建设用地土壤污染风险管控标准（试行）》（GB36600-2018）中的第二类用地污染风险筛选值的标准要

求；本项目周边土壤中各项非放监测指标均低于《土壤环境质量 农用地土壤污染风险管控标准（试行）》（GB15618-2018）中的土壤污染风险筛选值的标准要求。

6) 生物样品：矿区及周边生物样品中 $U_{\text{天然}}$ 、 ^{226}Ra 、 ^{210}Po 放射性核素的含量均满足《食品中放射性物质限制浓度标准》（GB14882-94）中的要求。

7) 声环境质量：周边居民点环境噪声值满足《声环境质量标准》（GB3096-2008）中 2 类声环境功能区噪声标准。

主要环境保护目标

根据项目建设性质和周围环境特征，确定本次环境评价的大气环境保护目标为项目 5km 评价范围内居民点的大气环境；水环境保护对象为厂址区域及周围潜水层地下水及含矿含水层地下水；声环境保护对象为厂界外 200m 声环境；生态环境保护对象为项目建设占地区域，辐射影响保护对象为 20km 评价范围内的居民。本项目具体环境保护目标见表 5-15。

表 5-15 环境保护目标一览表

要素	保护对象	保护目标
大气环境	5km 评价范围内居民点	《环境空气质量标准》（GB3095-2012）二级，《铀矿冶辐射防护和环境保护规定》（GB23727-2020）公众剂量管理目标值。
水环境	矿区周围潜水层地下水及含矿含水层地下水。	地下水环境总体执行《地下水质量标准》（GB/T14849-2017）III类标。
声环境	厂界外 200m。	《声环境质量标准》（GB3096-2008）2 类。
生态环境	建设项目占地区域。	防止生态环境破坏、水土流失等。
辐射环境	20km 评价范围内居民点	本项目确定的公众剂量管理目标值。

注：表内方位和距离为居民点与评价中心最近点处的方位与距离。

6 建设项目工程分析

本项目主要建设内容包括井场开拓试验设施、浸出液处理试验设施、配套设施三部分内容。

1、工艺流程

1) 井场施工工艺

①抽注液孔

抽液钻孔采用大口径填砾式结构，裸眼孔径 $\Phi 311\text{mm}$ ，护壁套管和沉砂管为 $\Phi 152\times 12\text{mmUPVC}$ 管， $\Phi 160\times 15\text{mmUPVC}$ 管做接箍料方扣联接。过滤器用 $\Phi 160\times 15\text{mmUPVC}$ 管加工，外套环形骨架。过滤器正对主矿层安装，一般长度8m，沉砂管长度3.2m，过滤器段充填2-5mm纯净石英质砾石，构筑人工隔塞后，全孔水泥浆封孔，经洗孔成井。

注液钻孔采用大口径填砾式结构，便于浸出过程中抽注液钻孔交换使用，钻孔结构与施工成井工艺与抽液钻孔相同。试验采区边缘注液钻孔采用小口径填砾式结构，成井裸眼孔径 $\Phi 215\text{mm}$ ，井内套管、过滤管、沉砂管同径，材质 $\Phi 100\times 10\text{mmUPVC}$ 管，用 $\Phi 110\times 15\text{mmUPVC}$ 管制作接箍，过滤器外套环形骨架，正对主矿层安装，一般长度8m，沉砂管长度3.2m，过滤器段充填2-5mm纯净石英质砾石，构筑人工隔塞后，全孔水泥浆封孔，经洗孔成井。

观测孔钻孔结构与施工工艺同注液钻孔。

②综合管线系统

抽液系统：抽液管网采用集中控制方式，抽液孔孔口至集控室的抽液支管采用 $\Phi 50\times 3.7\text{mm}$ 的PE管。浸出液由各抽液支管道汇集后经集液主管，集液主管为DN315，PN1.0的PE管，汇入水冶厂集液罐。

注液系统：注液管网采用集中控制方式，集控室至各注液孔孔口的注液支管采用 $\Phi 50\times 3.7\text{mm}$ 的PE管。注液总管采用DN200的钢骨架复合管。

本项目的抽、注液主管线埋藏于冻土层以下，埋深不小于1.8m，进、出口的连接裸露部位采用外保温防冻措施。

浸出液提升：浸出液采用潜水泵提升，潜水泵与提升管连接采用316L材质的密

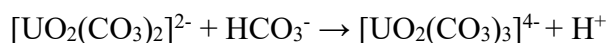
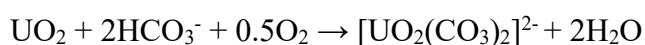
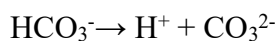
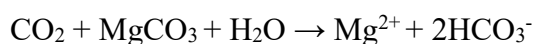
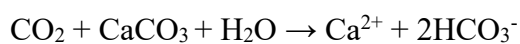
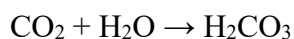
封接头。潜水泵下放位置为自孔口向下 85m 处，提升管采用Φ63×8mm 的 PE 管。井口采用不锈钢 U 型夹板固定提升管，提升管与抽液支管的连接方式为法兰连接，法兰均采用不锈钢材质。

2) 井场浸出工艺流程

本项目采用 CO₂+O₂ 的中性浸出工艺，该工艺是在地下水加入 CO₂ 气体和 O₂ 气体配制浸出剂，通过注入井将浸出剂注入天然埋藏条件下的砂岩型铀矿层，改变铀沉积成矿时地球化学环境，用氧气将四价铀氧化成六价铀，用重碳酸根与六价铀络合而溶解铀，形成含铀浸出液，并通过抽出井提升至地表并输送至水冶车间，经过吸附、淋洗和沉淀等过程加工成“111”产品。

(1) 浸出原理

本项目浸出工艺为中性浸出，浸出剂为 CO₂ + O₂。在一定压力下，CO₂ 易于溶解，在水中有较大的溶解度，溶解在水中的 CO₂ 在中性环境和 O₂ 的氧化作用下，将矿石中的四价铀氧化成后六价铀酰离子，在水动力的驱动下由提升井提至地表，主要反应方程式如下：



(2) 工艺流程

本项目井场工艺流程主要包括：浸出剂配制及输送、集控室混氧、浸出剂在含水层的注入、浸出液提升及地表输送、浸出液过滤、浸出液二氧化碳混合等几部分。

①浸出剂配制及输送

来自浸出液处理系统的吸附尾液首先经过滤后输送至注液泵房，并在注液管道中加入 CO₂ 补充水冶吸附造成的浸出剂中碳酸氢根的流失，补加 CO₂ 的浸出剂通过泵

增压后经注液管道输送至集控室。

②集控室混氧

浸出剂输送至集控室后，在集控室各注液支管上加压注入 O_2 ，氧气浓度根据钻孔注液量的大小及要求配制，通过单钻孔气体流量计控制向注液支管中加入所需的氧气，并由注入井上安装的水力切割混氧装置进行氧气和浸出剂的混合。

③浸出剂在含矿含水层的注入

集控室输出的浸出剂经混氧后在注液增压泵的作用下通过注液支管和注入井注入到地下含矿含水层中，对含矿含水层中的矿石进行溶浸，并在抽大于注形成的降落漏斗水动力条件下由注入井向抽出井渗透，在渗透过程中逐渐溶浸矿石中的铀。在此过程中，溶解氧把矿石中的四价铀氧化成六价铀，六价铀同地下水中的碳酸氢根反应生成碳酸铀酰络合离子并在溶液中稳定存在，形成浸出液。由于本项目采用了 CO_2+O_2 的溶浸技术，矿石中除铀以外的其它核素及重金属的浸出十分有限，对地下水产生影响的污染物相对较少。

④浸出液提升及地表输送

在浸出过程中，浸出液经潜水泵提升至井口。浸出液经潜水泵抽出后通过抽液支管输送集控室，经电磁流量计计量后汇集至集液罐，最后经集液泵输送至浸出液处理系统。

⑤浸出液二氧化碳混合

来自井场的浸出液在进行过滤之前加入 CO_2 调节 pH。浸出液在地表输送过程中由于释压并与空气中的氧气接触，引起浸出液的 pH 升高，为了避免 pH 改变造成浸出液中钙镁等离子的化学沉淀析出，在进行水冶吸附前加入 CO_2 以控制浸出液中的 pH。

⑥浸出液过滤

与二氧化碳混合后的浸出液用泵送入浸出液过滤系统，经袋式过滤器过滤后，脱除其中较大的固体颗粒，避免在吸附塔的树脂床层形成堵塞，经过滤后的浸出液再输送至吸附工序。

本项目工艺流程见图 6-1。

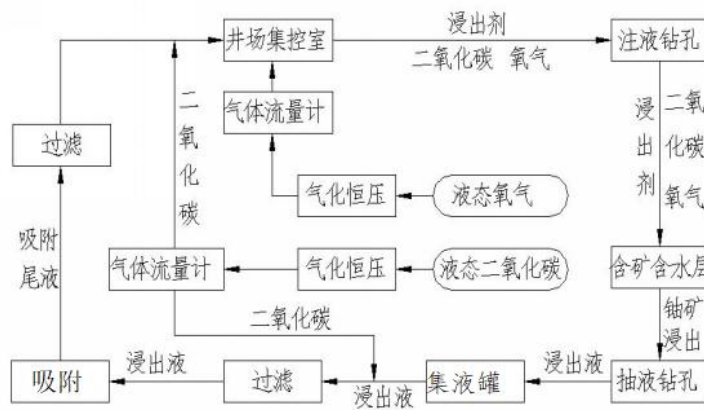


图 6-1 地浸采铀创新基地井场工艺流程示意图

本项目主管道不经过环境敏目标，抽、注液主管线埋藏于冻土层以下，埋深不小于 1.8 m，进、出口的连接裸露部位采用外保温防冻措施。

(3) 主要经济技术指标

井场主要技术经济指标见表 6-1。

表 6-1 井场主要技术经济指标

序号	指标名称	单位	指标	备注
1	矿层厚度	m	6.73	平均值
2	原地浸出率	%	75	平均值
3	平均单孔抽液量	m ³ /h	6.0	
4	抽出井数量	个	一期 7 个，二期 21 个	
5	注入井数量	个	一期 24 个，二期 55 个	
7	监测井数量	个	6	
8	井场浸出液量	万 m ³ /a	72	

(4) 主要设备材料

井场主要设备见表 6-2。

表 6-2 井场主要设备一览表

序号	设备名称	主要技术（性能）指标或规格要求	数量	单位
一、	井场钻孔			
1	抽液井	Ø148×10mm	7/21	个
2	注液井	Ø148×10mm	24/55	个
3	监测井	Ø100×10mm	6	个

4	不锈钢潜水泵	Q=5 m ³ /h, H=200 m, P=5.5 kw	7/21	个
二	集配液设施			
1	集液泵	Q=60m ³ /h, H=70m, 变频电机, 材质: 304	2	台
2	集液罐	玻璃钢, DN2200×4150	1	台
3	配液泵	Q=60 m ³ /h, H=180 m, 变频电机, 材质: 304	2	台
三	集控室	2个集装箱 L 型拼接, 13.4×2.6m	1	个

(5) 溶浸范围控制

溶浸范围的控制是地浸项目工艺生产的重点,一方面为了最大限度的实现浸出液抽出至地表进入生产工序,而一方面也是减少地下水环境影响的重要举措,本项目地浸生产中对于溶浸范围的控制主要采取以下措施:

①科学设置生产钻孔

依据矿体形态和抽注液量平衡合理布置抽注液钻孔,充分发挥抽注液钻孔的抽注液能力,在抽液、注液管道上安装压力表和流量计,严格计量抽液量和注液量,并根据抽出井的抽液能力调节其周围注孔的分布及注液量,控制浸出剂的流失。

②抽大于注

本项目井场试验时严格控制井场抽、注液量,设置集控室,集控室根据所控制的钻孔数量配置相应的流量计,对每一眼试验井的流量进行计量、记录。设施运行时,根据抽液总量确定注液总量。本项目设置总的抽液量大于总注液量 0.4%,其中边界抽注单元的抽液量不小于注液量 0.5%,使开采范围内形成负压区,井场形成一个局部降落漏斗,从而抑制浸出剂的流散,使溶液最终流回抽出井。为保证降落漏斗的形成,试验中采取的主要措施是:严格按照设计进行施工和运行,同时持续进行采取监测井水位和水质的监测工作,保持监测井水位低于生产前,监测井井水水质维持在正常水平,一旦出现异常,及时通过调节区域井孔抽大于注水平来实现浸出液的控制。

③严格施工,确保质量

在钻孔施工过程中,要求每百米矫正钻孔井斜,保证钻孔垂直度,裸孔钻进深度小于含矿含水层隔水底板埋深,利用综合物探测井确定含矿含水层位置及岩性,对矿层段进行扩孔,清除孔壁泥皮,减小对含水层过水能力的影响。在钻孔成井过程中,严格把控套管质量,套管连接处采用生料带或密封胶等材料密封,利用逆向注浆技术,

在套管与孔壁的环形空间内充填水泥浆，采用物探测井检测套管是否存在漏点、水泥浆充填是否均匀，确保钻孔井身无泄漏。

④设置监测井

根据《铀矿冶辐射防护和环境保护规定》（GB23727-2020）及《地浸采铀环境保护技术规定》（EJ/T1007-2018），本项目共设置监测井 6 眼，通过定期观测地下水水位、pH、 $U_{\text{天然}}$ 、 HCO_3^- 、Cl⁻、硫酸盐等物质的浓度等，掌握地下水状态，及时发现溶液可能的水平与垂直迁移扩散，并及时调整抽液量与注液量，实现溶浸范围的控制。

3) 浸出液处理工艺流程

(1) 首期

一期将只建设吸附厂房，安装吸附塔、集液灌、废水储罐、事故储罐等，试验设施具备 100m³/h 处理能力，初期对应 7 组钻孔只运行约 50m³/h。吸附厂房布置在废弃敬老院东侧空地，饱和树脂和工艺废水送通辽铀业钱 II 块处理。

吸附区共布置吸附塔 6 台，单台尺寸为 DN1800×5000，一期运行 3 台，浸出液采用双塔串联吸附，一台备用。当首塔出口铀浓度接近于进液铀浓度时，表明树脂已经饱和。树脂饱和后，关闭本塔的进液与出液阀门，打开备用塔的进液与出液阀门，完成吸附塔之间的切换，继续两塔串联吸附。饱和树脂吸附塔从吸附工序中切出后，开始树脂更换工序。将饱和树脂吸附塔的树脂排放口与电动隔膜泵相连，通过电动隔膜泵将饱和树脂泵入树脂转运车（如图 6-2）内。当塔内树脂全部泵完后，由树脂转运车将饱和树脂运至钱家店钱 II 块地浸采铀工程水冶厂处理。处理完毕后的贫树脂，再由树脂转运车运至试验吸附区，再次通过电动隔膜泵泵入吸附塔内，完成本次树脂更换工序。浸出液经吸附工序后得到的吸附尾液 99.6 % 进入注液泵房，经注液泵加压后，经过袋式过滤器过滤，进入集控室。过滤残渣收集后送钱 II 蒸发池暂存。来自供氧系统的氧气通过氧气分配器，经气体流量计计量后流入每个注液钻孔支管道上的混氧装置，使氧气与吸附尾液充分混合溶解，形成溶浸液，通过集控室内注液分配器将溶浸液按抽、注平衡的原则分配给采区内的每个注液井，回注进入含矿含水层。0.4 % 的吸附尾液利用出塔余压，通过吸附线末端的排放口排入废水储罐，由废水转运车转运

至钱家店钱Ⅱ块地浸采铀工程的蒸发池内。吸附饱和树脂由树脂转运车转运至钱家店钱Ⅱ块地浸采铀工程水冶厂进行后续处理（依托钱Ⅱ块地浸采铀工程淋洗沉淀可行性见“4、依托设施可行性分析”一节。）处理后的贫树脂，返回吸附区使用。首期吸附区主要工艺设备见表 6-3。吸附工艺参数见表 6-4。



图 6-2 地浸采铀试验项目树脂转运车

表 6-3 吸附工艺设备表

序号	设备名称及技术规格	材质	数量	单位	备注
一	吸附厂房				
1	集液泵 Q=60m ³ /h, H=70m	304	2	台	变频电机
2	集液罐 DN2200×4150	玻璃钢	1	台	
3	配液泵 Q=60 m ³ /h, H=180 m	304	2	台	变频电机
4	浸出液过滤器（快开式，4 袋）	304	2	台	
5	尾液过滤器（快开式，4 袋）	304	2	台	
6	离子交换塔 DN1800×5000	钢衬 PO	6	台	
7	隔膜泵 Q=16m ³ /h, H=30m		1	台	
8	事故贮罐 DN2200×4150	玻璃钢	1	台	
9	废水贮罐 DN2200×4150	玻璃钢	4	台	
10	离心泵 Q=25m ³ /h, H=20m		2	台	
11	液下泵 Q=5m ³ /h, H=15m		1	台	

表 6-4 吸附工艺参数一览表

序号	工序/参数	参数值	单位
一	过滤		

1	过滤精度	50	μm
二	加入 CO ₂ 调节 pH 值		
1	加入 CO ₂ 前 pH 值	8.5	
2	CO ₂ 加入量	50~150	mg/L
3	加入 CO ₂ 后浸出液 pH 值	7.2	
三	吸附		
1	吸附操作方式	密实固定床两塔串联	
2	树脂型号	D261 大孔强碱性阴离子交换树脂	
3	浸出液平均铀浓度	15	mg/L
4	吸附空塔线速度	27	m/h
5	树脂吸附容量	100	mg/mL 湿 R
6	树脂床层高度	3	m
7	尾液铀浓度	≤0.5	mg/L
8	操作压力	≤0.6	MPa
四	注液压力		
1	注液压力	1.6MPa	

(2) 二期

二期在二期一期吸附厂房的基础上，在废弃敬老院西侧预留场地建设淋洗沉淀设施。当串联吸附首塔内树脂达到饱和状态时，切换离子交换塔，通入压缩空气将塔内饱和树脂压送至淋洗工序淋洗塔。

淋洗、转型工序：淋洗剂由氯化钠、碳酸氢钠和沉淀母液配制而成。淋洗剂由泵直接送入淋洗塔内，然后自上而下与塔内饱和树脂层接触淋洗回收铀，淋洗合格液由塔底部排出，然后进入酸化工序。淋洗后的贫树脂先通入压缩空气排出其中淋洗液，贫树脂再用吸附尾液进行转型。转型尾液暂存至废水贮罐中，送至钱Ⅱ块蒸发池蒸发处理。

酸化、沉淀：淋洗合格液通过泵输送至酸化罐内，加入盐酸，将淋洗合格液 pH 值调节至 4.5~5.0，酸化结束后，由泵输送至沉淀搅拌罐，然后投加固体氢氧化钠进行沉淀，沉淀浆体由输送泵转至沉降分离罐，静置澄清后，罐体上部沉淀母液排至沉淀母液贮罐，下部浆体送至压滤工序。沉淀母液返回配制淋洗剂。

压滤、洗涤工序：沉降分离罐底层沉淀浆体由输送泵送入板框压滤机进行过滤、

洗涤、压榨，滤液收集到废水贮罐送钱II蒸发池处理，滤饼（“111”产品）装入产品桶称重，运至产品库贮存。

本项目水冶工艺流程图见图 6-3。

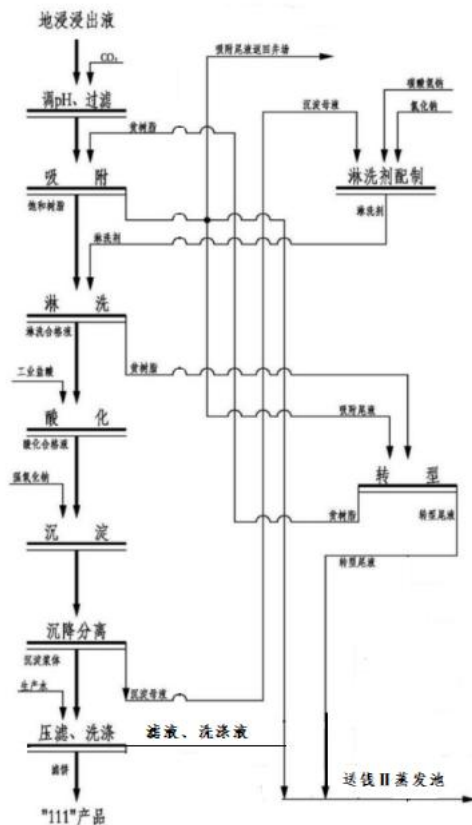


图 6-3 水冶工艺流程图

淋洗沉淀主要工艺参数详见表 6-5。

表 6-5 淋洗沉淀主要工艺参数表

序号	参数名称	参数值
一	淋洗	
1	淋洗方式	固定床
2	淋洗剂	120g/L NaCl+20g/L NaHCO ₃
3	淋洗空塔线速度	0.5m/h ~1m/h
4	淋洗剂倍数	6BV
5	淋洗合格液体积	3BV
6	串塔个数	2
7	淋洗合格液铀浓度	~25 g/L
8	单塔淋洗接触时间	1.4 h ~2.8h
二	转型	
1	转型方式	固定床

2	转型剂	20g/L NaHCO ₃
3	转型剂用量	6BV
4	转型空塔线速度	1 m/h ~1.5m/h
5	单塔转型接触时间	1.4 h ~2.8h
6	串塔个数	单塔转型
四	酸化	
1	酸化剂	工业盐酸
2	酸化 pH	2
3	酸化剂耗量	5 t/tU
五	沉淀	
1	沉淀剂	氢氧化钠
2	沉淀剂耗量	0.8t/tU
3	沉淀方式	间歇式沉淀
4	沉淀母液铀浓度	<10mg/L
5	洗水体积	1:1
6	沉淀澄清时间	12h ~24h
7	滤饼含水率	<30%
8	总回收率	92.5%

本项目浸出液处理系统主要工艺设备见表 6-6。

表 6-6 浸出液处理主要工艺设备

序号	设备名称	主要技术（性能）指标或规格要求	数量	单位
一、	吸附厂房			
1	浸出液过滤器（快开式，4袋）	304	2	台
2	尾液过滤器（快开式，4袋）	304	2	台
3	离子交换塔 DN1800×5000	钢衬 PO	6	台
4	隔膜泵 Q=16m ³ /h, H=30m		1	台
5	事故贮罐 DN2200×4150	玻璃钢	1	台
6	废水贮罐 DN2200×4150	玻璃钢	4	台
7	离心泵 Q=25m ³ /h, H=20m		2	台
8	离子交换塔 DN1800×5000	钢衬 PO	4	台
9	淋洗剂配制罐 DN2400×3000	Q235B 衬 PO	2	台
10	离心泵 Q=65m ³ /h H=17m		2	台
11	转型剂配制罐 DN2400×3000	Q235B 衬 PO	2	台
12	离心泵 Q=65m ³ /h H=17m		2	台
13	合格液酸化罐 DN2400×3000	Q235B 衬 PO	2	台

14	离心泵 Q=65m ³ /h H=17m		2	台
15	盐酸计量罐 DN1000×1500	Q235B 衬 PO	1	台
16	沉淀搅拌罐 DN2500×3000	Q235B 衬 PO	2	台
17	料浆泵 Q=20m ³ /h H=60m		2	台
18	淋洗塔 DN2400×6500	Q235B 衬 PO	2	台
19	转型塔 DN2400×6500	Q235B 衬 PO	1	台
19	离心泵 Q=65m ³ /h H=27.5m		2	台
20	淋洗合格液贮罐 DN2400×6500	Q235B 衬 PO	1	台
21	离心泵 Q=65m ³ /h H=17m		2	台
22	转型尾液贮罐 DN2400×6500	Q235B 衬 PO	1	台
23	离心泵 Q=65m ³ /h H=17m		2	台
24	淋洗剂贮罐 DN2400×6500	Q235B 衬 PO	1	台
25	离心泵 Q=8.2m ³ /h H=45m		2	台
26	沉降分离罐 DN2400 (2800)	Q235B 衬 PO	2	台
27	料浆泵 Q=20m ³ /h H=60m		2	台
28	事故罐 DN2400×6500	Q235B 衬 PO	2	台
29	离心泵 Q=65m ³ /h H=17m		2	台
30	厢式隔膜压滤机 XAZG50/800-UK	增强聚丙烯	1	台
31	缓冲罐 DN1250×1250	Q235B 衬 PO	1	台
32	离心泵 Q=8.2m ³ /h H=45m		2	台
33	液下泵 Q=5m ³ /h H=25m		1	台
34	移动空压机 1m ³ /min		1	台

4) 配套设施

(1) 气体站

露天布置，井场气体站占地长×宽为 17m×12m（轴线尺寸）。井场气体站周围设围栏，高 2.5m，门宽 2.5m。井场气体站布置 1 台 15m³ 的液氧储罐、1 台 15m³ 的液态二氧化碳储罐以及配套的气化调压等设备。

气体站主要工艺设备详见表 6-7。

表 6-7 气体站主要工艺设备表

序号	设备名称及技术规格	材质	数量	单位	备注
1	液氧储罐 15m ³ /0.8MPa		1	台	

2	低温液体泵		1	台	变频电机
3	氧气空温汽化器 200 Nm ³ /h, 3.0 MPa		1	台	
4	氧气减压稳压装置 DN25 双路, P _入 =2.8 MPa, P _出 =2.0 MPa		1	台	
5	氧气储气罐 15m ³ /3.0MPa		1	台	
6	液态二氧化碳储罐 15m ³ /2.4MPa		1	台	
7	二氧化碳空温式汽化器 200 Nm ³ /h, 3.0 MPa		1	台	
8	电加热水浴式汽化器 50 Nm ³ /h, 3.0 MPa		1	台	
9	二氧化碳减压稳压装置 DN25 双路 (P _入 =2.4MPa, P _出 =2.0MPa)		1	台	
10	二氧化碳减压稳压装置 DN25 双路, (P _入 =2.4MPa, P _出 =0.8MPa)		1	台	
11	二氧化碳储气罐 15m ³ /3.0MPa		1	台	

(2) 集控室

主要由工艺箱体和自控箱体组成。工艺箱体外形长宽 13m×2.6m, 自动箱体外形长宽 7m×2.6m, 呈“L”型布置。预装 15 个抽孔、46 个注孔的光华电磁流量计, 不锈钢阀门、变频器、控制柜、抽注液支管下进液、注液支管上加 O₂ 转子流量计。

(3) 盐酸储罐

由 1 台 DN2400mm×2600mm 盐酸储罐组成, 设置围堰, 围堰长×宽×高为 4m×3m×1m (长×宽×高)。

(4) 固体废物库

固体废物库长 8m, 宽 8m, 单层, 层高 4.5m, 设顶棚和高 2m 围墙。

(5) 辅助设施

主要布置柴油发电机房、电锅炉房、车库等。

2、公用工程

1) 给排水工程

(1) 给水设施

①供水水源

本项目用水主要为职工生活用水、职工淋浴用水、洗衣房用水、工艺生产用水以及未预见水量, 最高日用水量 2.7m³/d。本项目独立设置水源和供水设施, 水源采用

地下水，采用管井取水。

②给水系统

水源井设置潜水泵，地下水由潜水电泵加压送至中间水箱，经变频供水设备加压供生产、生活用水和消防水池补水。消防用水采用临时高压消防供水系统，发生火灾时启动消防泵加压灭火。

(2) 排水设施

本项目排水系统为雨污分流制，生活污水、生产废水和雨水各自独立排放。

①雨水

本项目位于内蒙古地区，区域干旱少雨，年降雨量仅为 327mm，雨水采用顺地势自流处理。

②) 放射性废水

放射性排水主要为抽大于注产生的吸附尾液、部分转型尾液及产品洗涤水，废水总量为 9.89m³/d，经废水贮罐暂存后运至钱II块蒸发池蒸发处理。

③非放射性排水

本项目生活排水主要为职工生活污水、淋浴废水、洗衣房废水以及部分未预见排水，污水总量 2.16m³/d，经处理后排入污水池定期外运处置。

(3) 场地防洪及排雨设施

本项目距西辽河的距离约 8km，距新开河约 20km，附近无大的河流和冲沟，项目区内有季节性沱沼甸，经过走访当地相关人员，一般积水深度在 1m 以下，而基地试验区所在位置地形标高均为+155m 以上，高于最高积水水位 1m 以上，可确定场地无积水淹没之虞。基地试验区场地内排水采用明沟及盖板沟有组织的排水方式，雨水经汇集后统一排出试验区。

2) 供热通风工程

(1) 供热工程

本项目处于严寒地区，年平均气温约 6.6℃，采暖期近 6 个月，由于无外部热源接入，故需自建热源中心，考虑国家大气污染防治政策、“煤改电”的电能替代战略等因素，本项目采用采用电阻式真空热水机组制热为主，电暖气为辅的采暖方式。在电

锅炉房内布置 2 台电阻式真空热水机组及配套供热设施，单台供热量 60kW。吸附厂房日常生产时无工作人员长期逗留，因此设铜铝复合散热器作为值班采暖系统，并设以暖风机供暖作为检修时的临时采暖。日常生产时，暖风机不开启。采暖系统设计总热负荷为 56.1kW，其中热风热负荷为 34kW。采暖系统热媒为 75℃/50℃热水，接自厂区室外管网。

(2) 通风工程

吸附厂房吸附和贮罐区设全面排风系统，排除房间的余热和异味，换气次数取 5 次/h。

泵房和过滤区设全面排风兼事故排风系统，风机与二氧化碳浓度报警装置联锁。平时开启一台风机，用于排除房间的余热和异味；事故时，二氧化碳浓度超标报警后，风机全部强制开启，快速排除室内二氧化碳气体，事故时，换气次数 ≥ 12 次/h。事故风机分别在室内及靠近外门的外墙上设置电气开关。

吸附和贮罐区设局部排风系统，排风系统末端风管与各工艺贮罐的排气口相连接，使设备内部处于微负压状态，以控制有害物不扩散外逸。

3) 供配电工程

本项目拟从会田(白兴吐)66kV 变电站备用 10kV 出线间隔引出，架线距离约 10km。设一座 10/0.4kV 箱式变压器。设一柴油发电机房，内设 250kW 柴油发电机组，作为二级负荷的备用电源。当外部供电电源故障或检修停电时启动备用电源。备用电源与工作电源采取防止并列运行措施。

4) 自动化监测与控制工程

根据工艺及相关专业设计条件及现场实际情况，本设计采用 DCS 系统，以分散控制，集中操作、管理的方式为主，辅以必要的就地显示仪表，完成对主要工艺过程的检测。

(1) 集控室流量、压力、氧气浓度等检测、抽液泵转速调节、超限时与对应风机、阀门联锁；通过 DCS 分站远传至成果展示及多功能培训设施指示及报警；

(2) 气体站液位、压力、温度、氧气浓度、二氧化碳浓度等检测、超限时与对应阀门联锁；通过 DCS 分站远传至成果展示及多功能培训设施指示及报警；

(3) 液位、流量、压力、铀浓度、二氧化碳浓度等检测、超限时与对应泵、阀门连锁；树脂倒运过程控制，物料配制、输送等工艺过程顺序控制，送、排风系统的检测控制等；

3、原辅材料用量

本项目生产过程中所需的主要原辅材料包括液氧、液态二氧化碳、碳酸氢钠、工业盐酸、氢氧化钠、树脂、滤布等。根据当地的运输及物资供应情况，原材料采用供方送货或委托当地运输公司的协作方式。

本项目主要原辅材料及工艺动力消耗分别见表 6-8。

表 6-8 主要原辅材料消耗表

序号	名称	规格	单位	年用量
1	盐酸（工业级）	37%	t/a	90
2	氢氧化钠	99%	t/a	15
3	碳酸氢钠	99%	t/a	10
4	液态氧		t/a	500
5	液态二氧化碳		t/a	300
6	树脂	D261	t/a	2
7	氯化钠	96%	t/a	30
8	滤布		m ² /a	10
9	柴油		t	10（年储存量）

4、总平面布置及运输

1) 总图布置原则

(1) 本项目由井场开拓试验设施、浸出液处理试验设施、配套设施三部分内容，在此基础上，充分利用自然地形，划分为不同的功能区块，各功能区按照工艺操作划分为不同单元，实现总体布局模块化，做到功能区分合理，满足工艺、运输、安全、环保、卫生、消防及绿化的要求。

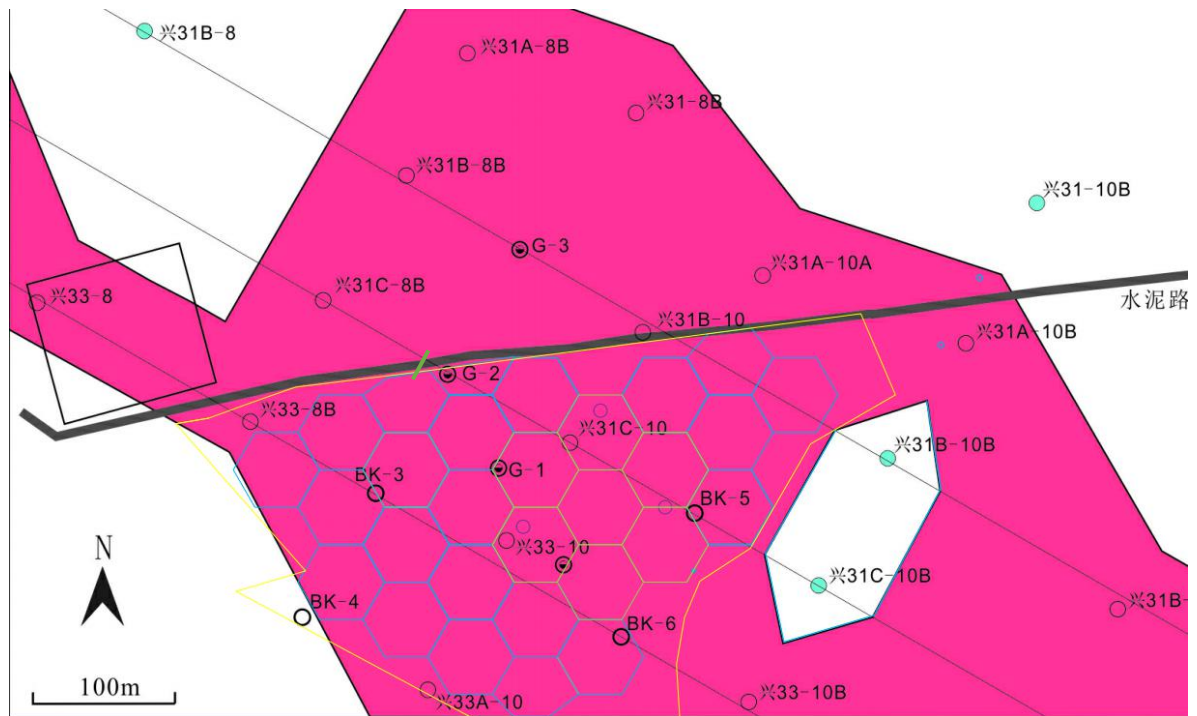
(2) 尽量减少交叉和污染，减少土石方工程量及支档防护工程量。

(3) 综合考虑矿区交通运输、环境保护及土地利用等外部条件。

2) 总平面布置方案

(1) 井场开拓设施

井场钻孔设置在 I -1 号矿体纵 8B 和纵 10 勘探线控制区，一期钻孔利用通辽宝龙山铀矿重点地段水文地质勘察孔，水文地质勘察孔在布设时考虑了地浸井场的常用钻孔布置型式，一期工程利用其中 31 组水文地质孔，7 眼抽孔，24 眼注孔，呈七点型布置，共 7 组，另外施工 3 眼浸出率观测井、6 眼监测井；二期施工 21 组钻孔，21 眼抽液孔，55 眼注液孔，根据试验情况和地质情况，保持不超过 15 组工艺钻孔运行规模，七点型布置，井场布置见图 6-4。



注：绿色为一期利旧水文地质钻孔，紫色为浸出率观测井，蓝色为二期新增钻孔。

图 6-4 井场布置图

(2) 浸出液处理区

浸出液处理设施拟建在白兴吐苏木废弃敬老院内，一期在东南角建设吸附厂房，二期在西南角建设淋洗沉淀厂房。

一期吸附厂房长×宽为 28.5 m×9.5 m（轴线尺寸），单层，层高 9m，轻钢结构，主要包括吸附和贮罐区、泵房和过滤区。其中吸附和贮罐区主要布置包括吸附试验的离子交换塔、贮罐；泵房和过滤区主要布置包括浸出液过滤器、尾液过滤器和集配液泵等。

吸附厂房共布置 6 台规格为 DN1800×5000 的吸附塔以及配套的贮罐、泵、过滤器

等设备。废水贮罐 4 台，规格为 DN2200×4150，若按照抽大于注 0.4%的量，贮存周期约 10d。吸附厂房内布置事故贮罐 1 台，规格为 DN2200×4150，厂房内设置地沟和集水坑，发生泄漏事故时由地沟汇集到集水池，由离心泵输送到事故储罐中。保守假设 1 台废水储罐发生泄漏，泄漏量不大于 15m³，事故储罐容积为 15m³，能够满足事故情况下废水收集容量要求。

满足吸附厂房内工艺设备在事故情况下的倒罐。一期吸附厂房平面布置图见图 6-5。

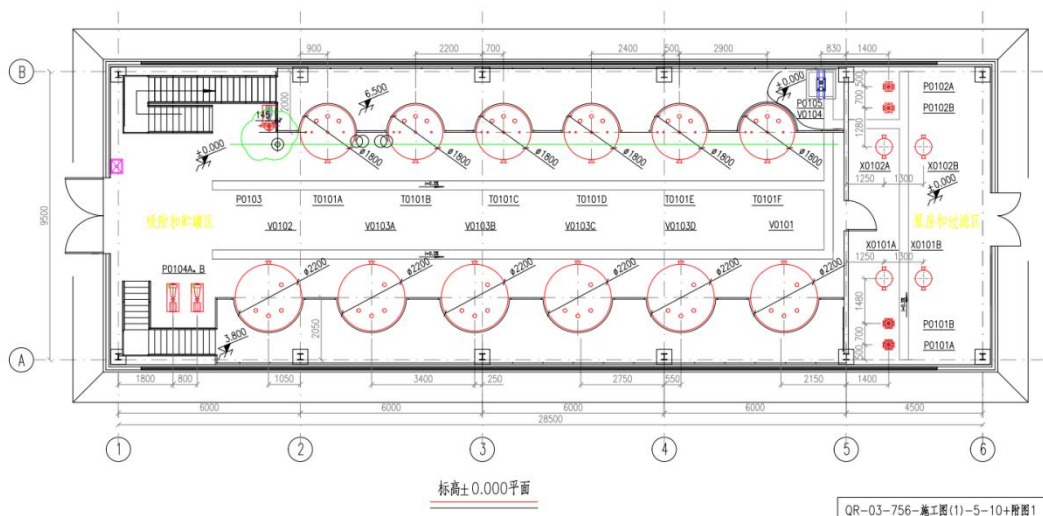


图 6-5 一期吸附厂房平面布置图

二期淋洗厂房厂房长×宽为 33 m×18.5 m（轴线尺寸），单层，层高 9m，轻钢结构，主要包括淋洗转型、试剂配制、过滤和贮罐区。其中淋洗转型区主要布置淋洗转型塔；试剂配制区主要布置淋洗剂与转型剂配制罐、酸化罐、沉淀搅拌罐；贮罐区主要布置淋洗合格液、转型尾液、沉淀母液等各类贮罐；过滤区主要布置布置产品过滤用的板框压滤机和产品装桶区等。转型尾液储罐 1 台，规格为 DN2400×6500，淋洗沉淀厂房内设置事故储罐 2 台，规格为 DN2400×6500，厂房内设置地沟和集水坑，发生泄漏事故时由地沟汇集到集水池，由离心泵输送到事故储罐中。保守假设转型尾液储罐发生泄漏，泄漏量不大于 30m³，事故储罐容积为 60m³，能够满足事故情况下废水收集容量要求。

二期淋洗沉淀厂房平面布置见图 6-6。

（3）配套设施区

气体站：布置在废弃敬老院东南墙外，露天布置，井场气体站占地长×宽为

17m×12m（轴线尺寸）。井场气体站周围设围栏，高 2.5m，门宽 2.5m。

集控室：新建，主要由工艺箱体和自控箱体组成。工艺箱体外形长宽 13m×2.6m，自动箱体外形长宽 7m×2.6m，呈“L”型布置。

辅助设施：主要布置柴油发电机房、电锅炉、车库，长×宽为 21m×7m（轴线尺寸），单层，层高 4m，砖砌体结构。

工艺废水贮池：埋地布置，废水贮池长宽深为 2m×2m×1.8m，钢筋混凝土水池，内衬防腐，主要用于贮存各实验室分析过程中排放的废水。工艺废水贮池布置在租用院落现有住房的北侧。

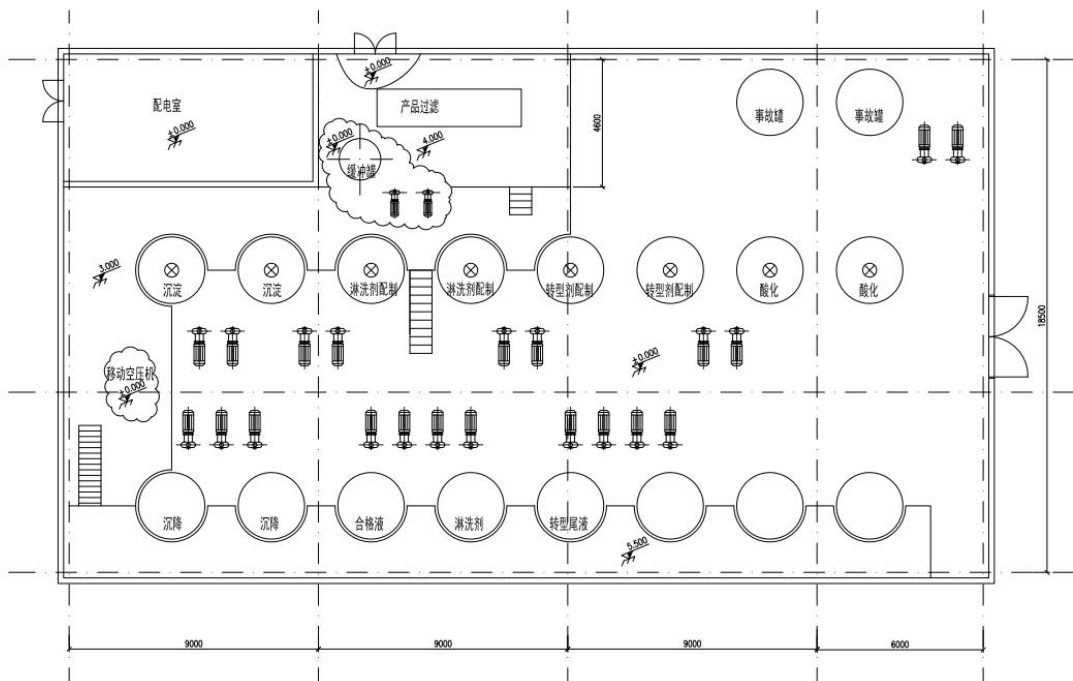


图 6-6 淋洗沉淀厂房平面布置图

固体废物库：固体废物库长 8m，宽 8m，单层，层高 4.5m，生产类别为戊类，主要存放废旧滤布、更换管道等，为轻钢结构，设顶棚和高 2m 围墙，地面采用环氧砂浆自流平防腐。

厂区内部的生活污水、淋浴水等考虑外委当地环卫部门处理，仅考虑生活污水相关收集设施；室外污水贮池（3m×3m×2m）为钢筋混凝土水池，埋地布置，覆土深度 1.5m，布置在租用院落现有住房的北侧。

基地平面布置图见图 6-7。

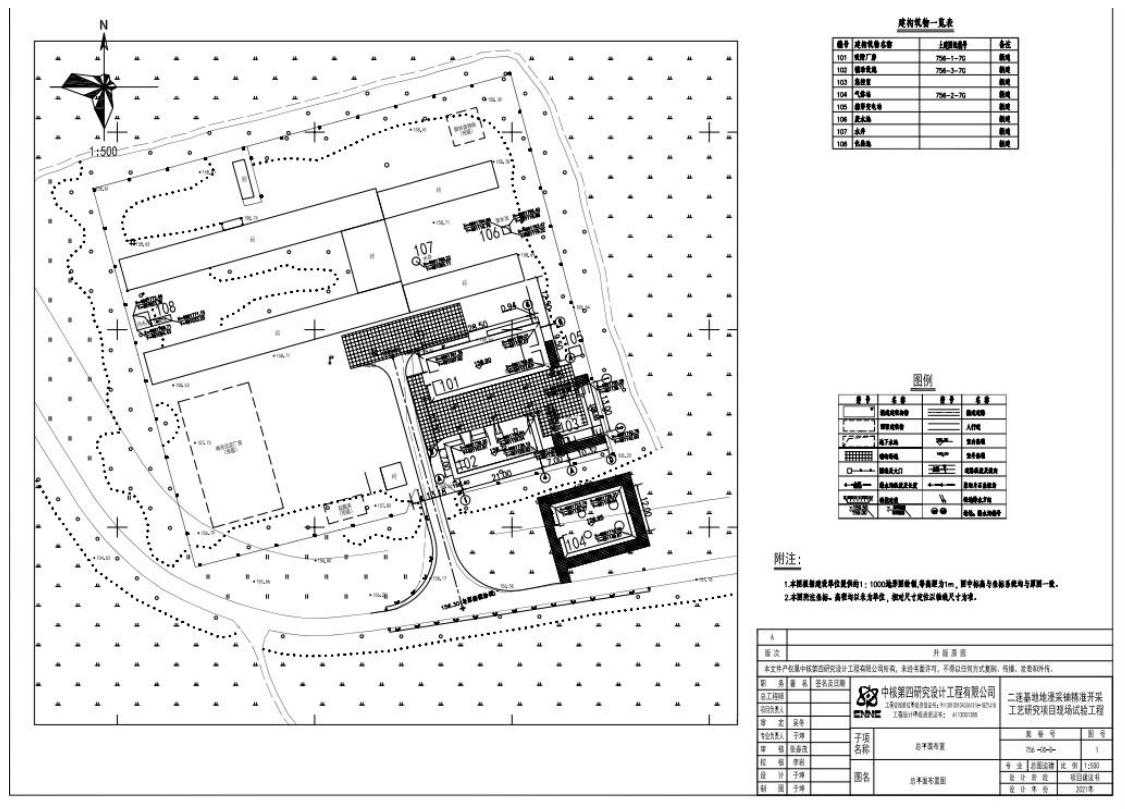


图 6-7 基地平面布置图

3) 运输

(1) 运输方式

本项目原辅材料运输方式采用汽车运输。

(2) 运输道路

本项目利用原有乡间道路进行运输, 不新建道路工程。一期饱和树脂及一期二期工艺废水运输路线见图 6-8, 运输距离约 25km。沿途经过东乌兰楚嘎查、苏尼吐嘎查、沙布日吐嘎查、宝罕召、太阳村等敏感点。

(3) 主要运输及称量设备

本项目新增运输及称量设备主要为现场指挥车 1 辆, 现场巡视车 1 量, 生活保障车 1 辆, 饱和树脂和工艺废水转运委托通辽铀业负责。

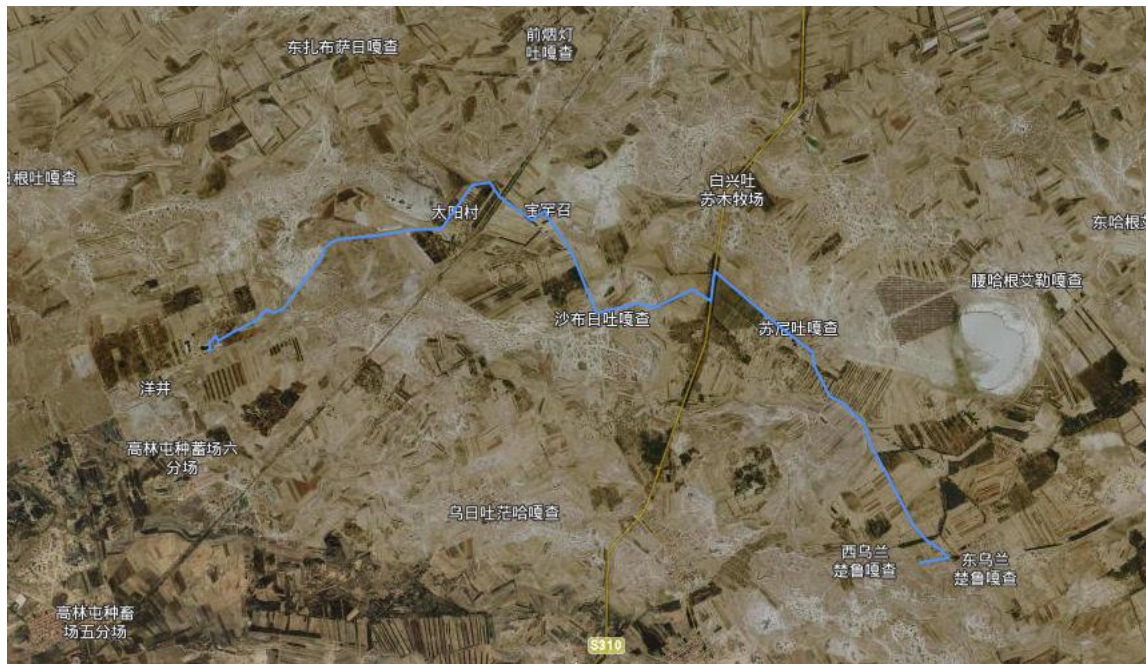


图 6-8 一期饱和树脂和一期二期工艺废水运输路线图（约 25km）

污染物的产生及治理

1、施工期

1) 大气

施工扬尘主要产生在钻前场地平整、泥浆池开挖及场地恢复环节，钻井过程柴油发电机燃油废气。

施工扬尘：北京市环境保护科学研究院曾对 6 个建筑工程施工工地的扬尘情况进行测定，监测结果见表 6-9。

表 6-9 建筑工程施工工地扬尘监测结果 (mg/m³)

项目名称	工地上风向	工地内	工地下风向			备注
	50m		50m	100m	150m	
劲松小区 5#楼工地	0.303	0.409	-	-	0.314	测定时风速： 2.4m/s
劲松小区 11#楼工地	0.303	-	0.538	-	0.314	
劲松小区 12#楼工地	0.303	-	-	0.465	0.314	
金属材料总公司工地	0.325	0.618	0.472	0.356	0.332	
广播电视部工地	0.311	0.596	0.434	0.372	0.309	
侨办工地	0.328	0.759	0.502	0.367	0.336	
平均值	0.317	0.596	0.487	0.390	0.322	

由表 6-9 可知：

当风速为 2.4m/s 时，工地内 TSP 浓度为上风向对照点的 1.35~2.31 倍，平均为 1.88 倍，相当于《环境空气质量标准》（GB3095-2012）二级标准中 24 小时平均浓度值的 1.36~2.53 倍，平均为 1.99 倍。建筑施工扬尘的影响范围主要为其下风向 150m 内，距施工场地越近，空气中扬尘浓度越大，被影响区的 TSP 浓度平均值为 0.4mg/m³，为上风向对照点的 1.26 倍，相当于《环境空气质量标准》GB3095-2012）二级标准中 24 小时平均浓度值的 1.33 倍。钻井过程采用湿法钻探，钻探过程中喷淋泥浆降温的同时，能够有效降低粉尘浓度。因此，本项目可满足《大气污染物综合排放标准》（GB16297-1996）第二时段无组织排放监控浓度限值 1.0mg/m³ 要求。

本项目主要采取如下方式抑尘：对场地进行定期洒水；堆放的土方遮挡覆盖并定期洒水；避免大风天气挖填土方。

柴油发电机废气：本项目柴油发电机型号为 HLGf-120，功率为 120kw，燃油采用含硫率低于 0.2%的轻质柴油，柴油密度按 0.85kg/L 计。通常每天耗油 220L 左右，单位时间耗油量 9.17L/h，单位耗油废气产生量约 20m³/kg，排气量约 155.83m³/h，SO₂、NO_x 和颗粒物的排放系数分别为 4g/L、2.56g/L 和 0.714g/L。经估算，SO₂、NO_x 和颗粒物的排放浓度分别为 235.29mg/m³、0.037kg/h；150.57mg/m³、0.023kg/h、；41.99mg/m³、0.0065kg/h。总耗油量约 230t，SO₂、NO_x 和颗粒物的排放量分别为 1.08t；0.70t；0.20t。

SO₂、NO_x 和颗粒物的排放浓度满足《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 mg/m³、240 mg/m³、120 mg/m³ 的要求。

2) 地表水

本项目施工期废水主要包括生产废水、作业人员生活废水、钻井过程中的洗井废水。施工期生产废水主要为设备清洗、水泥养护排水和洗井废水，主要污染物质为泥沙，产生量很少，约 35m³，施工过程中设置废渣池，沉淀后用作绿化用水。施工期作业人员产生的生活杂用水及盥洗废水，施工人数约 40 人，生活用水按 60L/人天定额计算，排污系数取 0.80，则日用水量为 2.4m³/d，废水产生量为 1.92m³/d。主要污染物包括 BOD、COD、SS 和 NH₃-N，经废弃敬老院院内化粪池处理后定期外运。

3) 噪声

施工期噪声主要来源于钻井机、挖掘机、搅拌机、打桩机以及施工车辆等在运行、作业过程中产生的各种噪声。各设备产生的单台最大噪声值不超过 90dB (A)。

4) 固体废弃物

施工期固体废物主要为钻孔施工时产生的钻井泥浆、非矿段岩芯及厂房建设时土方挖掘、基础施工产生的工程弃土，建筑施工废物和建筑垃圾以及施工人员产生的生活垃圾以及柴油发电机维修保养时产生的废机油。

钻井泥浆：本项目利用宝龙山铀矿重点地段水文地质勘察孔 31 眼，施工 3 眼浸出率观测孔，施工 6 眼监测井，二期施工 76 眼钻孔，本项目共施工 85 眼钻孔，钻孔泥浆的平均产生量约 14.5 m³/孔，泥浆产生总量 1232.5m³，脱水后的泥饼量约 5.8 m³/孔，总量约 493m³。本项目钻井泥浆采用循环利用技术，单个钻孔钻进过程中的泥浆循环使用，在每个钻孔机台均设置有沉淀池、泥浆循环池及泥浆桶，各池体及坑体均做 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。钻探过程中的泥浆及封孔泥浆从钻孔涌出经泥浆循环槽进入泥浆沉淀池，在沉淀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。矿体平均厚度为 6.66m，平均埋深 306m，品位为 0.0242%，由此计算，脱水后泥浆中 U_{天然} 13.17mg/kg，下部大颗粒岩屑经振动脱水后排入进入泥浆桶，泥浆桶送通钍业，施工结束后对沉淀池和泥浆循环池进行覆土掩埋并恢复植被。

非矿段岩芯：矿体平均埋深 306m，矿体深度为 6.66m，裸孔孔径为 311mm，则非矿段岩芯产生量为 1938m³。

废机油：柴油发电机定期保养，滤芯更换时会产生少量的废机油，产生量约 0.65t。废机油使用专用桶收集，主要回用于钻井工具润滑保养，剩余部分交危险废物处置资质单位处置。

5) 辐射影响

施工期放射性源项主要来自两部分，一部分是钻孔氡气的释放，可能导致潜在的公众吸入内照射，另一部分是地表处置的钻井泥浆，可能导致潜在在外照射和析出氡导致的吸入内照射。本项目钻孔施工期较短，孔口直径很小，施工过程中产生氡气较少。

钻井泥浆大部分可循环使用，剩余少量泥浆掩埋，钻井泥浆中 $U_{\text{天然}}$ 含量为 0.33Bq/g ，处于豁免水平。综合考虑项目辐射源项小。

2、运行期

1) 放射性污染物

(1) 气载流出物

本项目含放射性核素的气载流出物主要来自吸附厂房及淋洗沉淀厂房。对于气载流出物而言，在工艺参数相同的条件下，与浸出液处理量成正比，因此，保守起见，采用终期浸出液处理规模预测气载流出物对周边环境的影响。

试验期间主要气态污染物吸附厂房、淋洗沉淀厂房产生的氦及其子体、放射性气溶胶。设置全面排风系统，产生的放射性废气通过全面排风系统排出室外，排气筒分别建在吸附厂房和淋洗沉淀厂房楼顶，距地面高度 12m ，高出吸附厂房和淋洗沉淀厂房屋脊 3m 。根据通辽钱 II 块地浸采铀工程水冶厂氦气监测结果，水冶厂排气口氦气浓度范围为 $59.8\sim 409\text{Bq/m}^3$ ，按照最高 409Bq/m^3 考虑。

吸附厂房总排风量为 $11542.5\text{m}^3/\text{h}$ （吸附厂房容积计算，每小时换气 5 次计算），吸附厂房氦排放量为 $3.4\times 10^{10}\text{Bq/a}$ 。集液罐也位于吸附厂房中，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。根据《内蒙古通辽市宝龙山铀矿床（兴 23-兴 39 线）普查地质报告》（核工业二四三大队，2017 年 11 月），含矿含水层中地下水水文地球化学监测数据，区域地下水中的 ^{222}Rn 为 $18.98\sim 1168.05\text{Bq/L}$ 之间。保守考虑，浸出液中 ^{222}Rn 浓度取 1168.05Bq/L ，浸出液自抽液孔抽出在集液罐汇集时，部分 ^{222}Rn 在集液罐释放，其余残余在溶浸液中，保守起见，按照浸出液中氦全部释放。本项目年总抽液量不超过 $720000\text{m}^3/\text{a}$ ，则生产过程中集液罐年排放 ^{222}Rn 量约为 $8.41\times 10^{11}\text{Bq/a}$ 。因此，吸附厂房氦排放量总计 $8.75\times 10^{11}\text{Bq/a}$ 。

淋洗沉淀厂房总排风量为 $27472.5\text{m}^3/\text{h}$ （吸附厂房容积计算，每小时换气 5 次计算），厂房氦浓度按照 409Bq/m^3 计算，则浸出液处理系统氦气释放量约为 $8.1\times 10^{10}\text{Bq/a}$ 。

(2) 液态流出物

① 液载流出物的产生情况：

本项目液载流出物包括工艺废水、流散浸出液、洗井废水。

A. 工艺废水

本项目工艺废水主要包括吸附尾液、转型尾液及实验室废水。

本项目吸附尾液产生量不超过 2400m³/d，U_{天然}浓度≤0.5mg/L，²²⁶Ra 浓度约 1~3Bq/L。其中大部分吸附尾液 2390.4m³/d（约 99.6%）经井场过滤间袋式过滤器过滤后，返回配置浸出剂。剩余一部分吸附尾液约 2.86m³/d 用于贫树脂转型，另外一部分 6.74m³/d 的吸附尾液在废水贮罐中暂存后运至钱II蒸发池处理。

本项目淋洗后的贫树脂用吸附尾液转型，转型尾液 U_{天然}浓度约为 1~2mg/L，²²⁶Ra 浓度约 1~3Bq/L。转型尾液约 2.86m³/d，在废水贮罐中暂存后运至钱II蒸发池处理。

沉降分离罐底层沉淀浆体由输送泵送入厢式隔膜压滤机进行过滤、洗涤、压榨，产生产品洗涤水约为 0.29m³/d，其 U_{天然}浓度约为 1~3mg/L，²²⁶Ra 浓度约 3~10Bq/L，在废水贮罐中暂存后运至钱II蒸发池处理。

实验室年产生废水量不超过 10m³，参照核化冶院现有水冶工艺废水水质情况，实验室废水水质情况，实验室废水中天然铀含量小于 5mg/L，²²⁶Ra 含量小于 10Bq/L，实验室产生的废水集中收集后送钱 II 块蒸发池处理。

本项目生产过程中水平衡图见图 6-9。工艺废水排放参数表见表 6-9。

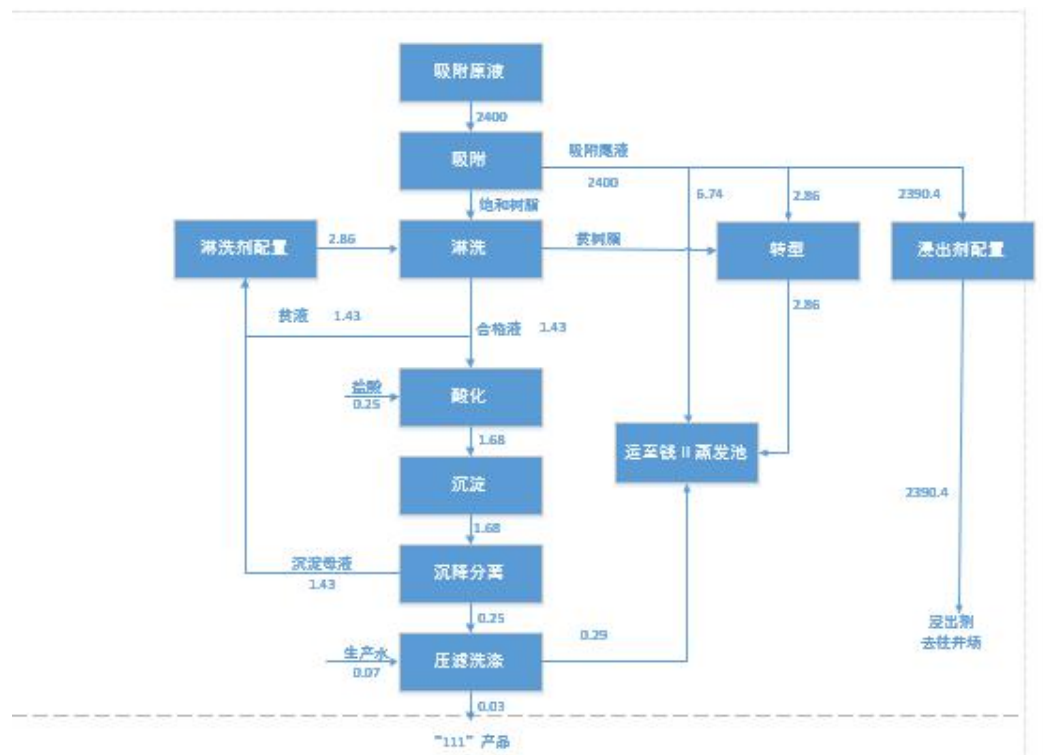


图 6-9 本项目水平衡图（单位：m³/d）

表 6-9 液态流出物参数表

序号	类别	排放量 (m ³ /d)	核素种类	U _{天然} 浓度 (mg/L)	²²⁶ Ra 浓度 (Bq/L)	排放途径
1	吸附尾液	6.74	U _{天然} 、 ²²⁶ Ra	<0.5	1~3	运往钱II蒸发池
2	转型尾液	2.86		1~2	1~3	
3	产品洗涤水	0.29		1~3	3~10	
3	实验室废水	0.03		<5	<10	

B.流散浸出液

在正常的生产过程中，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。

C.洗井废水

生产过程中，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，因此需要对钻孔采取反复的机械洗井工作，会产生一定的洗井废水。洗井废水集中收集后泵入集液罐，不外排。

②液载流出物治理措施

A. 工艺废水

本项目需要处理的废水包括：吸附尾液、转型尾液，排放量为 9.6m³/d，按年排放 365d 计算，年排放量为 3504m³/a；产品洗涤水排放量为 0.29m³/d，年排放量为 87m³/a；实验室废水年产生量为 10m³/a，废水集中收集后运至钱 II 块蒸发池蒸发处理，产生的废水量约 3601m³/a（依托钱 II 块蒸发池蒸发处理的可行性见“4、依托设施可行性分析”一节）。

本项目吸附尾液产生量约 6.74m³/d，设有 4 个 DN2200×4150 废水贮罐，可存放约 9d 废水；转型废水产生量约 2.86m³/d，产品洗涤水 0.29m³/d，共 3.15m³/d，设有 1 个 DN2400×6500 转型尾液贮罐，存储容量约 9d 转型尾液及产品洗涤水。实验室废水产生量约 0.03m³/d，工艺废水贮池为 2m×2m×1.8m，保守按照贮存废水深度为 1.5m

计算，能容纳约 200d 废水。

综上所述，本项目废水约 9d 运转一次。

B.流散浸出液

为了避免流散浸出液在含矿含水层中的逸散，在项目生产过程采取了如下的技术措施：

严格控制抽注液的区域平衡，整体抽大于注的比例不小于 0.4%，边界抽大于注比例不小于 0.5%，保障区域地下水由注入井向抽出井流动。

加大含矿含水层地质勘查，增强地质条件的熟悉程度，可减少出现溶浸死角或浸出剂逸散的可能。

在井场外围和矿床上下含水层中设置了监测井，随时发现可能的水平扩散和垂直泄漏，避免含铀溶液的流失，减少金属损失和地下水污染；将生产数据与本底值比较，分析生产状态并进行优化；定期对监测井中的地下水进行抽样监测，并对水中的元素及化学成份变化情况进行分析，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。根据地下水环境影响评价一节，服务期末浸出液 $U_{\text{天然}}$ 在地下水水流方向向下游的迁移距离约 105m。

在采取了有效的措施后，浸出液的流散可得到有效的控制。

C.洗井废水

洗井废水采用集中收集后过滤泵入集液罐，不外排。

(3) 放射性固体废弃物

本项目产生的放射性固体废弃物主要有本项目产生的主要放射性固废为废旧管道和设备及实验室废物，其中废旧管道和设备年产生量约为 0.2t/a，经简单去污后暂存于固体废物库，待退役时运至审管部门认可的废旧金属处理中心处理。实验室废物主要为废矿石、废旧离子交换树脂、废旧试验器皿、手套、滤纸等，产生量约 0.5t/a，暂存在固体废物库中，待退役时集中处理。

综上所述，本项目含放射性核素的固体废物参数见表 6-10。

表 6-10 固体废物参数表

序号	种类	排放量	核素种类	排放途径
----	----	-----	------	------

1	废旧管道、设备	0.2t/a	U _{天然}	暂存于固体废物库，待退役时处理
2	实验室废物	0.5t/a	U _{天然}	

2) 非放射性污染物

(1) 非放射性废气

本项目浸出液处理系统在酸化、沉淀工序以及盐酸库会产生 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，HCl 气体排放量较小。

HCl 气体主要来源于盐酸储罐的呼吸排放和物料装卸过程中的少量泄露。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。

本项目盐酸储罐为常规固定顶罐，HCl 的排放采用固定顶罐呼吸排放量算法，其排放量包括固定顶罐的呼吸排放量和工作损失的排放量两部分，估算式分别见公式 6-2、6-3 和 6-4。

① 固定顶罐呼吸排放量

$$LB = 0.191 \times M \left(\frac{P}{100910 - P} \right)^{0.68} \times D^{1.73} \times H^{0.51} \times \Delta T^{0.45} \times FP \times C \times KC \quad (6-2)$$

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；

P—在大量液体状态下，真实的蒸汽压力，9266Pa；

D—罐的直径，1.2m；

H—平均蒸气空间高度，0.3m；

ΔT —一天之内的平均温度差，12℃；

FP—涂层因子，无量纲，根据油漆状况取值在 1~1.5 之间；

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 $C = 1$ ；

KC—产品因子，石油原油 KC 取 0.65，其它有机液体取 1.0。

②工作损失排放量

$$LW = 4.188 \times 10^{-7} \times M \times P \times KN \times KC \quad (6-3)$$

式中：LW—固定顶罐的工作损失，kg/m³投入量；

M—储罐内蒸气的分子量；

P—在大量液体状态下，真实的蒸汽压力，Pa；

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≤36，KN=1；36<K≤220，KN=11.467×K^{-0.7026}；K>220，KN=0.26。

$$\text{工作损失无组织排放量} = LW \times \text{投入量} \div \text{相对密度} \quad (6-4)$$

本项目使用规格为 10m³ 的盐酸储罐 1 台，常温常压储存。经计算，盐酸储罐呼吸排放量 1.05kg/a（折 0.12g/h）；工作损失排放量为 11kg/a（折）1.26g/h；两种方式排放量合计为 1.38g/h。具体参数见表 6-11。

表 6-11 盐酸储罐呼吸排放估算参数

参数	M	P	D	H	△T	FP	C	KC	周转次数	KN	投入量 t/a	密度 g/cm ³
取值	36.5	9266	1.2	0.3	12	1.25	0.25	1	9	1	90	1.16

③排气量

盐酸罐容量为 10m³，当储罐内剩余约 1.5m³ 时向储罐内补充盐酸，盐酸的补充速率为 10m³/h，在盐酸液体补充过程中，盐酸罐内的气体经排气孔排出，其排气量与液体补充速率一致，为 10m³/h。

(2) 非放射性废水

本项目非放射性废水主要为水冶厂及生活区的生活污水等，本项目劳动定员 20 人，根据《城市居民生活用水量标准》（GB/T50331-2002），内蒙古地区生活用水日用水量最大为 135L/人/d，排水量按用水量的 80% 计算，则总废水量约为 2.16m³/d。生活污水经化粪池处理进入污水池暂存，定期外运处理。

(3) 非放射性固体废弃物

本项目运行期非放射性固体废物主要为生活垃圾和各类风机、泵类维修保养、备用柴油发电机检修产生少量的废机油。

本项目非放射性固体废物为工作人员日常生活产生的生活垃圾。本项目劳动定员约 20 人，按每人 0.8kg/d 定额计算，则生活垃圾产生量约为 4.8t/a，定期由垃圾处理车外运处理。

根据《国家危险废物名录》，废机油属于危险废物类别中的废矿物油（HW08），废物代码为 900-249-08。年产生量约 0.1t/a，由专用桶收集，送至交由有危险废物处置资质单位处置。

（4）噪声

本项目噪声源主要为井场和综合试验设施的潜水泵、离心泵、风机等，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≤60dB（A），夜间≤50dB（A）。

3、废物最小化

本项目在原地浸出、浸出液处理过程中，从管理和技术措施等方面采取多种方式，最大可能的减少废气、废水、固体废物的产生，具体体现在：

1) 采用了先进的 CO₂+O₂ 中性浸出工艺，对非铀物质的浸出率极小，因此工艺本身对于地下水的干扰和影响程度较小。

2) 生产线采用密闭设备和管线，抽液管道、注液管道等均设有流量和压力的自动检测和报警装置，确保物料始终处于安全控制中，并在装置设备管线连接处采用密封垫片，有效的减小了物料的跑冒滴漏，抑制了废气的无组织排放。

3) 本项目工艺废水大部分循环利用，其中，99.6%吸附尾液经处理后返回配置浸出剂回用于地浸生产。

4) 通过科学设置生产钻孔、严格施工确保质量、采用整体 0.4%和边界 0.5%的抽大于注比例以及设置监测井等措施，实现溶浸范围的控制。

5) 生产区及罐区地面全部水泥硬化，防止料液泄漏入渗地下水。

6) 加强生产管理、设备管理和安全操作，预防污染。

4、依托设施可行性分析

建设单位与通辽铀业签署了《科研创新基地饱和树脂核工艺废水处理框架协议》，本项目产生的饱和树脂和工艺废水均委托通辽铀业处理，框架协议见附件 5。

1) 饱和树脂淋洗可行性分析

钱 II 块地浸采铀工程现有 1 个清洗塔与 3 个淋洗塔处于待用状态。3 个淋洗塔规格为 DN2500×8000 mm，随时可以用于处理饱和树脂。淋洗塔单塔每次可处理饱和树脂 15 t，单塔年处理饱和树脂能力 1000 t，3 个淋洗塔年处理饱和树脂能力约 3000 t，现实际年处理能力为 2160 t 树脂，剩余年处理能力为 840 t 树脂。钱 III 试验每次转运饱和树脂约 15 t，每年转运饱和树脂 6 次，年转运树脂量约 90 t，本项目首期工程单次转运饱和树脂 30t，每年转运 6 次，年转运树脂量约 180t，所以，钱 II 块地浸采铀工程水冶厂饱和树脂处理能力远大于试验的饱和树脂产生量，能满足试验转运饱和树脂的要求。

2) 废水蒸发可行性分析

项目所在地的近年来的平均蒸发量为 1814mm，平均降水量为 327mm。在进行大面积水体水面蒸发量计算时需要考虑折算系数，根据通辽地区水文站测得的多年多面蒸发折算系数为 0.82。

本项目产生的废水运至通辽铀业钱 II 块蒸发池处理。根据中核通辽铀业有限责任公司提供关于内蒙古通辽钱家店铀矿床原地浸出采铀工程（钱 II 一期）和钱家店钱 II 块铀矿床原地浸出采铀工程（钱 II 二期）蒸发池的规模、排放量及按式（6-5）计算的蒸发量，核算利用钱 II 块蒸发池蒸发本项目产生放射性废水的可行性见表 6-12。

$$E = (e \times \alpha - r) \times s \times t \quad (6-5)$$

式中：

E —一年蒸发量， m^3/a ；

e —一年均蒸发量，取 1814mm；

α —折算系数，取 0.82；

r——降水量，取 327mm；

s——蒸发池净蒸发面积；

t——时间，a

表 6-12 依托钱II块蒸发池蒸发处理本项目放射性废水的可行性分析

钱II一期蒸发池参数			钱II二期蒸发池参数			排放量/m ³ /a		蒸发量 /m ³ /a	钱III排放 量 ^{*2} /m ³ /a	本项 目 排 放 量 /m ³ /a
面 积 /m ²	池 深 /m	容 积 /m ³	面 积 /m ²	池 深 /m	容 积 /m ³	年 份	合 计			
14570	1.5	21855	24000	2.1	50010	2019	36272	44760	500	3601
						2020	37183			
						2021 ^{*1}	36511			

注：*1：2021年1~7月份统计数据为21298m³，据此推算全年排放量为36511m³/a。

*2：钱III环评预测排放量为1540m³/a，从投产后实际来看，抽液量达不到设计指标，从而造成每年废水排放量不超过500m³/a。

由表6-12可知，通辽铀业钱II块（一期和二期）每年排放水量基本稳定在37000m³/a左右，按照2020年排放量计算，预计本项目投产后每年排入蒸发池的水量为41284m³/a，而蒸发量为44760m³/a，由此可知，本项目投产后钱II块蒸发池能够处理本项目的放射性废水。

钱II一期（内蒙古通辽钱家店铀矿床原地浸出采铀工程）于2010年9月开始试生产，按照13年服务年限，预计2023年终采，目前已开始逐步关停开采价值低的采区，排入蒸发池废水呈逐年降低趋势。终采结束后，逐步实施蒸发池的退役工作。钱II二期（钱家店钱II块铀矿床原地浸出采铀工程）于2016年开始试运行，按照13年服务年限，预计2029年终采。终采结束后逐步实施蒸发池的退役工作。本项目在钱II蒸发池退役之前，依托钱II蒸发池处理本项目放射性废水，在钱II蒸发池退役之后，自建蒸发池处理本项目产生的放射性废水。



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	施工场地	颗粒物	最大落地浓度: <math> < 1.0\text{mg}/\text{m}^3 </math>	洒水抑尘, 达标排放	
		柴油发电机	SO ₂	产生浓度: 235.29mg/m ³ 排放量: 1.08t	排放浓度: 235.29mg/m ³ 排放量: 1.08t	
			NO _x	产生浓度: 150.57mg/m ³ 排放量: 0.70t	排放浓度: 150.57mg/m ³ 排放量: 0.70t	
			颗粒物	产生浓度: 41.99mg/m ³ 排放量: 0.20t	排放浓度: 41.99mg/m ³ 排放量: 0.20t	
	运行期	放射性废气	吸附厂房	²²² Rn	产生量: 8.75×10 ¹¹ Bq/a	排放量: 8.75×10 ¹¹ Bq/a
			淋洗沉淀厂房	²²² Rn	产生量: 8.10×10 ¹⁰ Bq/a	排放量: 8.10×10 ¹⁰ Bq/a
	非放射性废气	酸罐	HCl	产生量: 9.98g/h 产生浓度: 4.16mg/m ³	排放量: 9.98g/h 排放浓度: 4.16mg/m ³	
水污染物	施工期	洗井废水、设备清洗、水泥养护		SS	产生量: 35m ³	沉淀后用作场地绿化用水
		生活污水		BOD、COD、SS 和 NH ₃ -N	产生量约 1.92m ³ /d	经废弃敬老院内化粪池处理后定期外运。
	运行期	放射性	吸附尾液	U _{天然} 、 ²²⁶ Ra	产生量: 2400 m ³ /d U _{天然} 浓度≤0.5mg/L, ²²⁶ Ra 浓度约 1~3Bq/L	排放量: 6.74m ³ /d U _{天然} 浓度≤0.5mg/L, ²²⁶ Ra 浓度约 1~3Bq/L, 运至钱II蒸发池, 不外排
			转型尾液	U _{天然} 、 ²²⁶ Ra	排放量: 2.86m ³ /d U _{天然} 浓度约为 1~2mg/L, ²²⁶ Ra 浓度约 1~3Bq/L	排放量: 2.86m ³ /d U _{天然} 浓度约为 1~2mg/L, ²²⁶ Ra 浓度约 1~3Bq/L, 运至钱II蒸发池, 不外排
			产品洗涤	U _{天然} 、 ²²⁶ Ra	排放量约 0.29m ³ /d U _{天然} 浓度约为 1~3mg/L, ²²⁶ Ra 浓度约 3~10Bq/L	排放量约 0.29m ³ /d U _{天然} 浓度约为 1~3mg/L, ²²⁶ Ra 浓度约 3~10Bq/L

			实验室废水	$U_{\text{天然}}$ 、 ^{226}Ra	产生量: $10\text{m}^3/\text{a}$ $U_{\text{天然}}$ 浓度约为 5mg/L , ^{226}Ra 浓度约 10Bq/L	排放量: $10\text{m}^3/\text{a}$ $U_{\text{天然}}$ 浓度约为 5mg/L , ^{226}Ra 浓度约 10Bq/L , 运至钱II蒸发池, 不外排	
		非放	生活污水	BOD、COD、SS、氨氮	产生量: $2.7\text{m}^3/\text{d}$	排放量: $2.16^3/\text{d}$, 经化粪池处理后定期外运	
固体废物	施工期		钻井泥浆	$U_{\text{天然}}$	产生量: 493m^3 产生浓度: 13.17mg/kg	排放量: 493m^3 排放浓度: 13.17mg/kg , 进入泥浆桶, 送通辽铀业	
			非矿段岩芯	非矿段岩芯	产生量: 1938m^3	排放量: 1938m^3 , 置于钻井平台废渣池内掩埋, 掩埋后地表恢复。	
			废机油	废机油	产生量: 0.65t	排放量: 0.65t , 废机油使用专用桶收集, 主要回用于钻井工具润滑保养, 剩余部分交危险废物处置资质单位处置。	
	运行期	放射性		废旧管道	表面污染	产生量 0.2t/a 表面污染 $<0.5\text{Bq/cm}^2$	排放量 0.2t/a 表面污染 $<0.5\text{Bq/cm}^2$, 暂存于固体废物库退役时送往废旧金属处理中心。
				实验室废物	表面污染	产生量约 0.5t/a	排放量 0.2t/a , 暂存于固体废物库退役时送往废旧金属处理中心。
		非放		生活垃圾	生活垃圾	产生量: 4.8t/a	定期外运处理。
				废机油	废机油	产生量: 0.1t/a	排放量: 0.1t , 废机油使用专用桶收集, 主要回用于钻井工具润滑保养, 剩余部分交危险废物处置资质单位处置。
	噪声	本项目噪声源主要为井场和综合试验设施的潜水泵、离心泵、风机等, 单机噪声源强均小于 90dB (A) 。					
其他	无						
<p>主要生态影响</p> <p>根据本工程特点, 生态影响主要来自于对土地的占用, 以及由此带来的与被占用土地相关的生态系统的破坏。因此, 本项目的生态影响评价, 重点是对工程的占地情况进行分析, 从而确定由于土地利用格局改变、植被破坏而造成的生态系统功能、结构的影响以及对生态系统完整性的干扰。</p>							

8 环境影响分析

施工期环境影响分析

1、大气环境影响分析

(1) 施工扬尘:

施工扬尘主要产生在平整土地、挖土填方、建造构筑物、车辆运输时,将造成施工场地局部扬尘产生。采取如下方式抑制扬尘产生:①在施工过程中,要合理安排施工计划,避免在大风天气下进行大面积的开挖作业;②在施工场地采用洒水、围挡等抑尘措施;③施工车辆运行过程中,保持合理车速,减少道路扬尘。对运输车辆进行遮盖,减少施工车辆飘洒扬尘对周围环境空气质量的影响。

钻探过程以柴油发电机为动力,将产生燃油废气,采取如下方式减少燃油机械运行产生的烟气: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。

采取以上措施后,可有效的降低大气污染物的排放量。此外,由于施工区所在区域,地形开阔,空气流通、扩散条件好,因此施工期产生的扬尘和机械废气不会对项目周边环境产生明显的影响。

(2) 钻井燃油废气

本项目钻孔施工过程中,柴油发电机 SO_2 、 NO_x 和颗粒物的排放速率分别为 0.037kg/h 、 0.023kg/h 和 0.0065kg/h , SO_2 、 NO_x 和颗粒物的排放浓度分别为 235.29mg/m^3 、 150.57mg/m^3 和 41.99mg/m^3 。 SO_2 、 NO_x 和颗粒物落地浓度估算值见表 8-1。

表 8-1 SO_2 、 NO_x 、颗粒物浓度随距离变化

离源距离(m)	SO_2 (mg/m^3)	颗粒物(mg/m^3)	NO_x (mg/m^3)
10	0.0148	0.0026	0.0092
25	0.0348	0.0061	0.0216
44	0.0392	0.0069	0.0244
50	0.0382	0.0067	0.0237
75	0.0289	0.0051	0.0180
100	0.0241	0.0042	0.0150
150	0.0193	0.0034	0.0120
200	0.0157	0.0028	0.0098

250	0.0132	0.0023	0.0082
300	0.0115	0.0020	0.0071
350	0.0101	0.0018	0.0063
400	0.0090	0.0016	0.0056
450	0.0081	0.0014	0.0050
500	0.0073	0.0013	0.0045

距离钻孔约 44m 处时，SO₂、NO_x 和颗粒物的落地浓度最大，分别为 0.0392mg/m³、0.0244mg/m³ 和 0.0069 mg/m³。满足《大气污染物综合排放标准》（GB16297-1996）表 2 新污染源大气污染物排放限值二级标准要求。

根据 2019 年内蒙古自治区生态环境状况公报中通辽市环境空气质量数据，通辽市环境空气中 SO₂ 和 NO₂ 的年均值分别为 11μg/m³ 和 20μg/m³；《中核通辽铀业有限责任公司钱家店铀矿床钱 IV 块地浸采铀工程环境影响评价》环境质量现状监测报告空气中 TSP 日均浓度最大监测值 95.23μg/m³，叠加后 SO₂、NO_x 和颗粒物的浓度分别为 0.0502mg/m³、0.0443mg/m³ 和 0.1021mg/m³，满足《环境空气质量标准》（GB3095-2012）二级标准。

本项目施工期较短（通常每个钻孔施工期一般在 10~12 日），废气排放时段较为集中，属于阶段性排放源，随着钻井结束而停止排放。因此，本项目产生的大气环境影响较小。

2、地表水环境影响分析

施工期生产废水和生活污水污染物种类简单，含量较低，统一收集后用于场地的喷洒降尘。此外，对施工期用水量进行控制，在保证正常生产和生活的情况下，从源头控制废水的产生，并对于喷洒水尽量用处理后的废水代替新鲜水。采取上述措施后，施工场地废水产生量相对较小，加之施工区域蒸发量很大，施工期废水不会对项目周边的地表水环境产生不良影响。

3、噪声环境影响分析

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、打桩机、搅拌机等，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。

采取以上措施后，可使噪声源强大大减小。此外，传播过程中空气和地面吸收效应可使噪声衰减。且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；本项目周围居民点稀少，距离较远。因此，施工期噪声不会对项目所在区域内的居民产生明显的影响。

4、固体废物影响分析

1) 钻井泥浆

本项目钻孔施工时产生一定量的钻井泥浆，钻井泥浆采取统一收集、集中处理的方式。钻井施工过程中，钻井泥浆循环利用，钻井机台设置沉淀池、沉淀池及沉淀池，首先泥浆从钻孔涌出进入沉淀槽中的除砂机（除砂机上部为旋流器，下部为振动筛），泥浆经旋流器分选，上部含岩屑量少的泥浆排入泥浆槽回用于钻井，下部含岩屑量较多的泥浆进入振动筛，经振动脱水后岩屑排入进入废渣池。钻孔泥浆 $U_{\text{天然}}$ 浓度约为 13.17mg/kg，施工结束后对废渣池进行覆土掩埋并恢复植被。

2) 非矿段岩芯

非矿段岩心置于沉淀池和泥浆循环池中掩埋后恢复地表植被。

3) 建筑、生活垃圾

本项目工程弃土用于地基回填、地面平整；厂房建设产生的建筑施工废物送至指定的建筑垃圾堆存处，最终统一送建筑垃圾处理场；在施工营地内设置生活垃圾收集处，对产生的各类生活垃圾按照相关要求进行分类收集后，交由环卫部门统一处理。

4) 废机油

钻孔施工过程中一般不产生废机油，柴油发电机定期保养，滤芯更换时会产生少量的废机油，产生量约 0.65t。根据《国家危险废物名录》，废机油属于危险废物类别中的废矿物油与含矿物油废物（HW08），废物代码为 900-201-08。产生的废机油由专用桶收集，主要回用于钻孔施工钻具、钻杆丝扣润滑保养，无法回用的均送至交由有危险废物处置资质单位处置。

在采取适当的处理处置措施后，项目施工期固体废物不会对周围环境产生明显不利影响。

5、辐射影响

施工期放射性源项主要来自两部分，一部分是钻孔氡气的释放，可能导致潜在的公众吸入内照射，另一部分是地表处置的钻井泥浆，可能导致潜在在外照射和析出氡导致的吸入内照射。本项目钻孔施工期较短，孔口直径很小，施工过程中产生氡气较少。钻井泥浆大部分可循环使用，剩余少量泥浆掩埋，钻井泥浆中 $U_{\text{天然}}$ 含量为 0.33Bq/g ，处于豁免水平。综合考虑项目辐射源项小。

运行期环境影响分析

1、辐射环境影响分析

1) 源项

本项目运行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，氡释放源项主要为蒸发池、浸出液处理系统（含实验室）和集液罐，各气态流出物源强见表 8-2。本项目气态源项排放参数见表 8-3。

表 8-2 本项目放射性废气的排放情况一览表 (Bq/a)

序号	设施	氡释放量 (Bq/a)
1	吸附厂房	8.75×10^{11}
2	淋洗沉淀厂房	8.1×10^{10}

表 8-3 本项目气态源项排放参数

序号	排放点名称	坐标/km	排放量 (m ³ /h)	出口内径 (m)	出口流速 (m/s)	排放高度 (m)	源强 (Bq/a)
1	吸附厂房	0.0	11542.5	0.3	11.4	12	8.75×10^{11}
2	淋洗沉淀厂房	-0.05, 0.007	27472.5	0.4	15.2	12	8.1×10^{10}

2) 影响途径分析

本次评价所考虑的气态照射途径为吸入内照射，核素为 ^{222}Rn ，其余放射性核素释放量很小，可忽略不计。

3) 评价参数设置与选取

(1) 评价方法

本次辐射环境影响评价的基本评价指标是以吸附厂排气筒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。另外，本项目 20km 评价范围内有钱 II 块地浸采铀工程、钱 III 块地浸采铀试验和钱 IV 块采铀工程，因此本次评价考虑其对本项目附近居民点的叠加影响。

(2) 评价子区及年龄组设置

本次评价以吸附厂房排气筒为中心，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。

(3) 评价代表年份

考虑到终期生产规模对周边环境的影响最大，因此，本项目评价代表年份选定为 2024 年，即正式投产后第 1 年。

(4) 评价模式

考虑当地的气象、水文、地形、人口分布等具体情况，选用平原地区评价模式，进行公众剂量估算。

①地面连续点源（气态源项）释放的浓度分布

采用高斯扩散模式，见式 8-1：

$$X(x, y, o) = \frac{Q}{\pi \cdot \sigma_y \cdot \sigma_z \cdot u} \exp\left(-\frac{y^2}{2\sigma_y^2}\right) \dots\dots\dots (8-1)$$

式中：X (x, y, o) ——点 (x, y, o) 处空气的核素浓度，Bq/m³；

x——下风向离源的距离，m；

y——横截风向的距离，m；

Q——释放速率，Bq/s；

σ_y——侧向的扩散参数，m；

σ_z——铅直向的扩散参数，m；

u——有效排放高度的风速，m/s。

②静风条件下污染物的扩散

在静风条件下不利于污染物的扩散，不过该地区静风频率较低，评价计算中使用了有静风影响的长期扩散因子，见公式 8-2。对于较长距离的迁移，烟羽扩散将受到混合层的抑制，考虑静风及混合层影响的长期扩散因子，其计算公式为式 8-3。

$$\left(\frac{X}{Q}\right)_i = \frac{2.032}{x} \sum_{j=1}^6 \frac{1}{\sigma_{zj}} \left(\frac{c P_{ij}}{0.5} + \sum_{j=2}^6 \frac{w P_{ijk}}{U_{jk}} \right) \quad (8-2)$$

$$\left(\frac{X}{Q}\right)_i = \frac{8}{\pi x} \sum_{j=1}^6 \frac{1}{H_{mj}} \left(\frac{c P_{ij}}{0.5} + \sum_{j=2}^6 \frac{w P_{ijk}}{U_{jk}} \right) \quad (x \geq 2x_L) \quad (8-3)$$

式中：cP_{ij}—对应静风时的天气频率；

(X/Q)_i—为 i 风向的下风向扇形内的长期扩散因子，s/m³；

wP_{ijk}—有风的天气频率，即 i 风向、j 稳定度、k 风速组的频率；

H_{mj}—j 稳定度所对应的混合层高度；

U_{jk}—j 稳定度、k 风速组下的平均风速；

σ_{zj}—为垂直方向扩散参数，m；

x—为下风向离源的距离，m；

x_L—为对应σ_z=H_{mj}/2.15 的下风向距离，m。

③氡及其子体吸入内照射有效剂量估算

采用氡子体的吸入剂量转换因子，并由空气中氡浓度及其子体的平衡比直接计算氡子体的吸入有效剂量，见式 8-4：

$$E_{Rn} = f \times C_{Rn} \times g \quad (8-4)$$

式中：E_{Rn}—吸入氡及其子体所致个人有效剂量，mSv/a；

f—一年中受照时间，8.76×10³ h/a；

C_{Rn}—地面空气氡浓度，Bq/m³；

g—氡子体吸入剂量转换因子，2.44×10⁻⁶ mSv/(h·Bq/m³)，平衡因子 0.4。

④集体有效剂量

评价范围内的集体有效剂量由下式计算：

$$D_h = \sum_p \sum_a D_{hp}^a \cdot p_p^a \quad (8-5)$$

式中： D_h —为因吸入氡子体的集体有效剂量，人•Sv/a；

D_{hp}^a —为 P 子区内 a 年龄组吸入氡及其子体的平均个人有效剂量，Sv/a；

p_p^a —为 P 子区内 a 年龄组的人口总数，人。

4) 评价结果

①各子区剂量

表 8-4~8-6 分别给出了正常试验期间气载途径所致集体剂量、各子区地面氡浓度及各子区公众个人有效剂量。从表中看出，评价半径 20 km 范围的集体有效剂量为 3.29×10^{-3} 人.Sv/a；正常试验期间气载途径所致最大地面氡浓度增量为 0.198 Bq/m^3 ，出现在井场中心 E 方位 0~1 km 子区；考虑到有人子区，最大个人有效剂量为 $4.24 \times 10^{-3} \text{ mSv/a}$ ，出现在井场中心 E 方位 0~1km 子区，远小于个人有效剂量管理限值 0.05 mSv/a 。

表 8-4 正常试验气载途径所致集体剂量

评价范围, km	0-1	0-2	0-3	0-5	0-10	0-20
集体有效剂量人.Sv/a	3.88E-04	1.49E-03	1.49E-03	1.58E-03	1.85E-03	3.29E-03

表 8-5 正常试验气载途径所致各子区地面氡浓度分布, Bq/m³

方位	距评价中心的距离					
	0~1km	1~2km	2~3km	3~5km	5~10km	10~20km
N	1.31E-01	4.56E-02	2.25E-02	1.13E-02	4.41E-03	1.33E-03
NNE	6.44E-02	2.38E-02	1.20E-02	6.16E-03	2.43E-03	7.32E-04
NE	9.19E-02	2.89E-02	1.40E-02	6.97E-03	2.66E-03	7.90E-04
ENE	1.33E-01	5.28E-02	2.70E-02	1.39E-02	5.55E-03	1.66E-03
E	1.98E-01	8.46E-02	4.38E-02	2.28E-02	9.16E-03	2.72E-03
ESE	1.64E-01	5.80E-02	2.91E-02	1.49E-02	5.89E-03	1.77E-03
SE	7.98E-02	2.18E-02	1.04E-02	5.13E-03	1.97E-03	6.08E-04
SSE	4.33E-02	1.49E-02	7.41E-03	3.76E-03	1.47E-03	4.40E-04

S	8.18E-02	3.06E-02	1.54E-02	7.83E-03	3.05E-03	9.07E-04
SSW	4.33E-02	1.09E-02	5.06E-03	2.44E-03	9.05E-04	2.74E-04
SW	4.57E-02	1.06E-02	4.82E-03	2.28E-03	8.40E-04	2.46E-04
WSW	5.12E-02	1.90E-02	9.55E-03	4.86E-03	1.90E-03	5.71E-04
W	4.98E-02	2.07E-02	1.05E-02	5.40E-03	2.12E-03	6.28E-04
WNW	4.03E-02	1.57E-02	7.90E-03	4.01E-03	1.56E-03	4.83E-04
NW	3.93E-02	2.10E-02	1.12E-02	5.91E-03	2.38E-03	6.95E-04
NNW	1.22E-01	5.36E-02	2.76E-02	1.43E-02	5.69E-03	1.68E-03

表 8-6 正常试验气载途径所致各子区公众个人有效剂量, Sv/a

方位	年龄组	距评价中心的距离					
		0~1km	1~2km	2~3km	3~5km	5~10km	10~20km
N	婴儿	2.80E-06	9.76E-07	4.82E-07	2.43E-07	9.44E-08	2.84E-08
	幼儿	2.80E-06	9.76E-07	4.82E-07	2.43E-07	9.44E-08	2.84E-08
	少年	2.80E-06	9.76E-07	4.82E-07	2.43E-07	9.44E-08	2.84E-08
	成人	2.80E-06	9.76E-07	4.82E-07	2.43E-07	9.44E-08	2.84E-08
NNE	婴儿	1.38E-06	5.10E-07	2.57E-07	1.32E-07	5.20E-08	1.57E-08
	幼儿	1.38E-06	5.10E-07	2.57E-07	1.32E-07	5.20E-08	1.57E-08
	少年	1.38E-06	5.10E-07	2.57E-07	1.32E-07	5.20E-08	1.57E-08
	成人	1.38E-06	5.10E-07	2.57E-07	1.32E-07	5.20E-08	1.57E-08
NE	婴儿	1.97E-06	6.20E-07	3.00E-07	1.49E-07	5.70E-08	1.69E-08
	幼儿	1.97E-06	6.20E-07	3.00E-07	1.49E-07	5.70E-08	1.69E-08
	少年	1.97E-06	6.20E-07	3.00E-07	1.49E-07	5.70E-08	1.69E-08
	成人	1.97E-06	6.20E-07	3.00E-07	1.49E-07	5.70E-08	1.69E-08
ENE	婴儿	2.84E-06	1.13E-06	5.77E-07	2.98E-07	1.19E-07	3.54E-08
	幼儿	2.84E-06	1.13E-06	5.77E-07	2.98E-07	1.19E-07	3.54E-08
	少年	2.84E-06	1.13E-06	5.77E-07	2.98E-07	1.19E-07	3.54E-08
	成人	2.84E-06	1.13E-06	5.77E-07	2.98E-07	1.19E-07	3.54E-08
E	婴儿	4.24E-06	1.81E-06	9.38E-07	4.88E-07	1.96E-07	5.83E-08

	幼儿	4.24E-06	1.81E-06	9.38E-07	4.88E-07	1.96E-07	5.83E-08
	少年	4.24E-06	1.81E-06	9.38E-07	4.88E-07	1.96E-07	5.83E-08
	成人	4.24E-06	1.81E-06	9.38E-07	4.88E-07	1.96E-07	5.83E-08
ESE	婴儿	3.50E-06	1.24E-06	6.23E-07	3.18E-07	1.26E-07	3.79E-08
	幼儿	3.50E-06	1.24E-06	6.23E-07	3.18E-07	1.26E-07	3.79E-08
	少年	3.50E-06	1.24E-06	6.23E-07	3.18E-07	1.26E-07	3.79E-08
	成人	3.50E-06	1.24E-06	6.23E-07	3.18E-07	1.26E-07	3.79E-08
SE	婴儿	1.71E-06	4.67E-07	2.22E-07	1.10E-07	4.22E-08	1.30E-08
	幼儿	1.71E-06	4.67E-07	2.22E-07	1.10E-07	4.22E-08	1.30E-08
	少年	1.71E-06	4.67E-07	2.22E-07	1.10E-07	4.22E-08	1.30E-08
	成人	1.71E-06	4.67E-07	2.22E-07	1.10E-07	4.22E-08	1.30E-08
SSE	婴儿	9.28E-07	3.18E-07	1.59E-07	8.04E-08	3.14E-08	9.42E-09
	幼儿	9.28E-07	3.18E-07	1.59E-07	8.04E-08	3.14E-08	9.42E-09
	少年	9.28E-07	3.18E-07	1.59E-07	8.04E-08	3.14E-08	9.42E-09
	成人	9.28E-07	3.18E-07	1.59E-07	8.04E-08	3.14E-08	9.42E-09
S	婴儿	1.75E-06	6.55E-07	3.30E-07	1.68E-07	6.52E-08	1.94E-08
	幼儿	1.75E-06	6.55E-07	3.30E-07	1.68E-07	6.52E-08	1.94E-08
	少年	1.75E-06	6.55E-07	3.30E-07	1.68E-07	6.52E-08	1.94E-08
	成人	1.75E-06	6.55E-07	3.30E-07	1.68E-07	6.52E-08	1.94E-08
SSW	婴儿	9.27E-07	2.34E-07	1.08E-07	5.22E-08	1.94E-08	5.87E-09
	幼儿	9.27E-07	2.34E-07	1.08E-07	5.22E-08	1.94E-08	5.87E-09
	少年	9.27E-07	2.34E-07	1.08E-07	5.22E-08	1.94E-08	5.87E-09
	成人	9.27E-07	2.34E-07	1.08E-07	5.22E-08	1.94E-08	5.87E-09
SW	婴儿	9.77E-07	2.28E-07	1.03E-07	4.89E-08	1.80E-08	5.27E-09
	幼儿	9.77E-07	2.28E-07	1.03E-07	4.89E-08	1.80E-08	5.27E-09
	少年	9.77E-07	2.28E-07	1.03E-07	4.89E-08	1.80E-08	5.27E-09
	成人	9.77E-07	2.28E-07	1.03E-07	4.89E-08	1.80E-08	5.27E-09

WSW	婴儿	1.10E-06	4.07E-07	2.04E-07	1.04E-07	4.07E-08	1.22E-08
	幼儿	1.10E-06	4.07E-07	2.04E-07	1.04E-07	4.07E-08	1.22E-08
	少年	1.10E-06	4.07E-07	2.04E-07	1.04E-07	4.07E-08	1.22E-08
	成人	1.10E-06	4.07E-07	2.04E-07	1.04E-07	4.07E-08	1.22E-08
W	婴儿	1.07E-06	4.44E-07	2.26E-07	1.16E-07	4.54E-08	1.34E-08
	幼儿	1.07E-06	4.44E-07	2.26E-07	1.16E-07	4.54E-08	1.34E-08
	少年	1.07E-06	4.44E-07	2.26E-07	1.16E-07	4.54E-08	1.34E-08
	成人	1.07E-06	4.44E-07	2.26E-07	1.16E-07	4.54E-08	1.34E-08
WNW	婴儿	8.61E-07	3.37E-07	1.69E-07	8.58E-08	3.35E-08	1.03E-08
	幼儿	8.61E-07	3.37E-07	1.69E-07	8.58E-08	3.35E-08	1.03E-08
	少年	8.61E-07	3.37E-07	1.69E-07	8.58E-08	3.35E-08	1.03E-08
	成人	8.61E-07	3.37E-07	1.69E-07	8.58E-08	3.35E-08	1.03E-08
NW	婴儿	8.40E-07	4.50E-07	2.39E-07	1.26E-07	5.10E-08	1.49E-08
	幼儿	8.40E-07	4.50E-07	2.39E-07	1.26E-07	5.10E-08	1.49E-08
	少年	8.40E-07	4.50E-07	2.39E-07	1.26E-07	5.10E-08	1.49E-08
	成人	8.40E-07	4.50E-07	2.39E-07	1.26E-07	5.10E-08	1.49E-08
NNW	婴儿	2.62E-06	1.15E-06	5.90E-07	3.05E-07	1.22E-07	3.59E-08
	幼儿	2.62E-06	1.15E-06	5.90E-07	3.05E-07	1.22E-07	3.59E-08
	少年	2.62E-06	1.15E-06	5.90E-07	3.05E-07	1.22E-07	3.59E-08
	成人	2.62E-06	1.15E-06	5.90E-07	3.05E-07	1.22E-07	3.59E-08

注：阴影部分为无人居住的子区

②敏感点剂量评价

正常试验期间气载途径对 5km 内居民点个人有效剂量贡献见表 8-7，创新基地试验过程对 5km 范围内居民点中东乌兰楚嘎查的个人有效剂量最大为 $4.24 \times 10^{-3} \text{mSv/a}$ ，远小于个人有效剂量管理限值 0.05mSv/a 。

表 8-7 正常试验气载途径对 5km 范围内居民点个人有效剂量贡献

序号	居民点	方位	距离(m)	有效剂量 (mSv/a)
----	-----	----	-------	--------------

1	西乌兰楚嘎查	W	706	1.07E-03
2	东乌兰楚嘎查	E	864	4.24E-03
3	巴彦艾勒嘎查	SSW	4457	5.22E-04
4	白兴吐嘎查	W	4064	1.16E-04
5	苏尼吐嘎查	NNW	4498	1.22E-04

③ 试验区内居民生产活动辐射环境影响分析

考虑到试验区内居民从事放牧、庄稼种植等生产活动，偏保守估计假设居民每天在井场附近停留 3h、每年 150 天（通辽植物生长季为每年的 5 月至 9 月（共 5 个月，150 天），根据走访调查，居民在井场附近从事庄稼种植和放牧时间每天不超过 3h）。参考钱 II 块地浸工程监测数据井场附近的氡浓度进行计算，取其平均值 33.1Bq/m³，由式（6-4）可知，其所受有效剂量为 0.027mSv/a，小于个人有效剂量管理限值 0.05mSv/a。

④ “三关键”分析

关键核素：²²²Rn。

关键照射途径：通过工程分析可知本项目试验期间未向地表水体排放废水，试验过程中产生的浸出液会有氡排放到大气中，故正常情况下气载流出物辐射环境影响评价仅考虑气载污染物氡吸入内照射的影响，关键照射途径为氡吸入内照射。

关键居民组：评价半径 5km 范围的公众最大个人有效剂量出现在评价中心 NE 方位 0~1km 子区的东乌兰楚嘎查，个人有效剂量最大为 4.24×10⁻³mSv/a，满足 GB23727-2020《铀矿冶辐射防护和辐射环境保护规定》中的要求，最大个人剂量占个人剂量目标管理值 0.05mSv/a 的 54.4%。20km 范围内的集体剂量为 3.29×10⁻³ 人•Sv/a。

2、叠加影响

考虑本项目 20km 评价范围内存在钱 II 块地浸采铀工程、钱 III 块地浸采铀试验、钱 IV 块地浸采铀工程等多个源项，分布情况见图 8-1。为考虑多个源项叠加对本项目评价范围内环保目标的影响，根据《通辽铀业公司辐射环境现状调查与评价报告》（钱 II 一期）、《钱家店钱 II 块铀矿床原地浸出采铀工程环境影响报告书》（钱 II 二期）、《通辽钱家店铀矿床钱 III 块地浸采铀试验研究环境影响报告书》、《钱家店铀矿床钱 IV 块地浸采铀工程环境影响报告书》及本项目相关源项，见表 8-8。钱 II 一期、钱 II 二期、钱

III试验、钱IV多个源项对 20km 评价范围内的叠加影响见表 8-9。

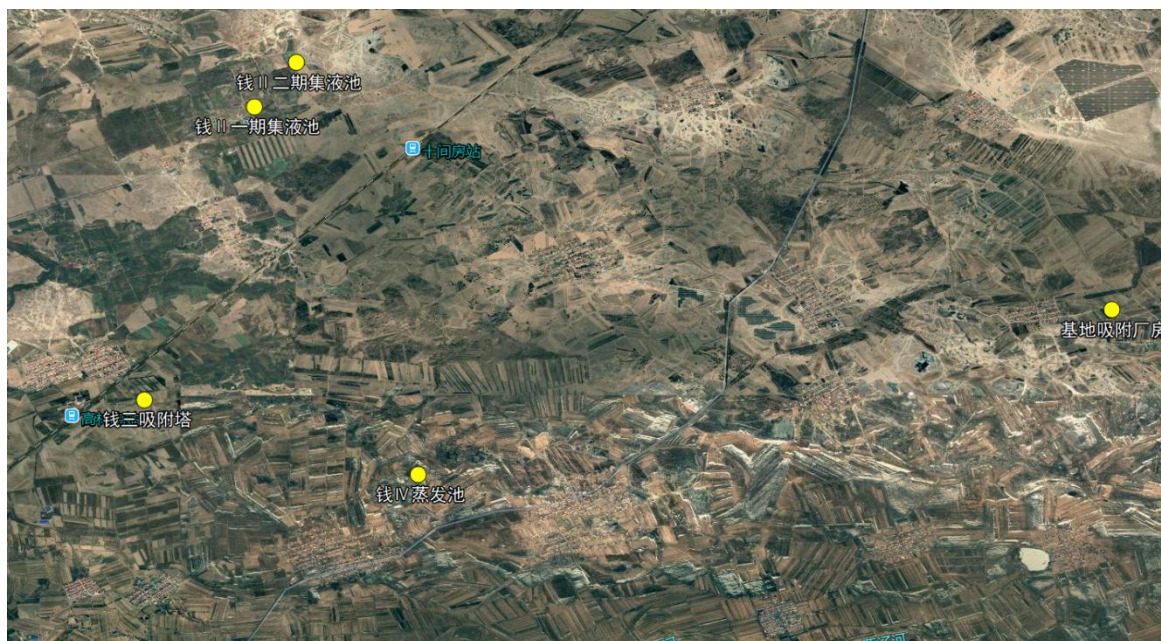


图 8-1 周边主要源强分布情况

表 8-8 钱 II、钱 III、钱 IV 多个源项参数一览表

序号	排放点名称	坐标/km	出口内径 (m)	出口流速 (m/s)	排放高度 (m)	等效半径 (m)	源强 (Bq/a)	备注
1	吸附厂房	0.0	0.3	11.4	12	-	8.75×10 ¹¹	本项目
2	淋洗沉淀厂房	-0.05, -0.007	0.4	15.2	12	-	8.1×10 ¹⁰	
1	集液池	-14.51, 4.90	-	-	-	17	6.47E+12	钱II一期
2	水冶厂	-14.54, 4.54	-	-	-	27	2.75E+11	
3	配液池	-14.54, 4.56	-	-	-	18	3.83E+12	
4	蒸发池	-14.80, 4.52	-	-	-	62.3	1.90E+10	
1	集液池	-13.75, 6.01	-	-	-	30	1.74E+13	钱II二期
2	蒸发池	-14.63, 4.75	-	-	-	175	1.08E+10	
3	水冶厂	-14.29, 4.58	-	-	-	29	4.86E+11	
1	水冶厂	-12.05, -4.43	1.25	11.5	18.3	-	7.03E+11	钱IV
2	蒸发池	-11.74, -3.74	-	-	-	119.1	8.43E+10	

3	集液罐	-11.64, -3.87	0.3	3.4	6	-	2.65E+13	
1	集液罐	-16.36, -1.90	0.075	4	5	-	1.78E+9	钱III

表 8-9 钱 II 一期、钱 II 二期、钱 III 试验、钱 IV 多个源项对 20km 评价范围内的叠加影响

方位	距评价中心的距离					
	0~1km	1~2km	2~3km	3~5km	5~10km	10~20km
N	5.65E-06	3.78E-06	3.49E-06	2.84E-06	2.41E-06	1.11E-06
NNE	4.18E-06	3.16E-06	3.01E-06	3.06E-06	2.05E-06	1.02E-06
NE	4.72E-06	3.16E-06	2.88E-06	2.82E-06	2.23E-06	1.46E-06
ENE	5.57E-06	3.61E-06	2.84E-06	2.50E-06	2.15E-06	1.48E-06
E	6.98E-06	4.28E-06	3.19E-06	2.47E-06	1.76E-06	1.64E-06
ESE	6.26E-06	3.77E-06	2.95E-06	3.11E-06	2.24E-06	1.52E-06
SE	4.50E-06	3.10E-06	3.62E-06	3.12E-06	2.39E-06	1.02E-06
SSE	3.78E-06	3.11E-06	3.88E-06	3.53E-06	1.72E-06	1.02E-06
S	4.66E-06	3.64E-06	4.52E-06	3.89E-06	2.20E-06	5.79E-07
SSW	3.90E-06	3.41E-06	4.89E-06	4.73E-06	3.33E-06	7.06E-07
SW	4.00E-06	3.57E-06	3.85E-06	5.90E-06	5.66E-06	2.92E-06
WSW	4.14E-06	3.84E-06	4.13E-06	4.36E-06	8.33E-06	3.51E-06
W	4.11E-06	3.87E-06	4.13E-06	4.94E-06	3.94E-06	4.35E-06
WNW	3.88E-06	3.67E-06	3.88E-06	3.04E-06	4.37E-06	4.43E-05
NW	3.81E-06	3.62E-06	3.64E-06	3.04E-06	4.38E-06	2.59E-06
NNW	5.53E-06	4.13E-06	3.93E-06	3.30E-06	3.14E-06	1.08E-06

由表 8-9 可以看出：20km 评价范围内钱 II 块地浸采铀工程（一期、二期）、钱 III 块地浸采铀试验、钱 IV 块地浸采铀工程及本项目对 20km 评价范围影响最大的是 WNW 方位 10~20km 子区，个人剂量最大值为 4.43×10^{-2} mSv/a，满足 GB23727-2020《铀矿冶辐射防护和环境保护规定》中“公众照射的剂量控制值取连续 5 年的年平均有效剂量不超过 0.5mSv/a”的要求。

2、井场地下水评价

核化冶院地浸采铀科研创新基地采用 CO₂+O₂ 浸出采铀工艺，该工艺是通过抽、注

井来实现铀的提取的，即通过注入井将浸出剂注入到含矿含水层中，然后通过抽出井将浸出液提升至地表进行处理，达到回收天然铀的目的。在生产过程中，为了有效地控制溶浸范围，需保持抽液量大于注液量，在含矿含水层形成降落漏斗，保证井场中心相较于外围含水层处于低水头的状态，维持一个总体上流向井场中心的流场，使浸出液始终流向抽出井。但由于地质条件的复杂性和地下水动力的影响，不可避免的会出现少量浸出剂逸散至井场外的情况。因此，有必要进行井场浸出剂地下水环境影响预测与评价。

本次地下水预测在整理分析采区地勘报告、水文地质试验报告的基础上，结合井场设计，建立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）水文地质概念模型

①模型范围的确定

本模型建模范围为核化冶院地浸采铀科研创新基地井场及周边区域，根据《水文地质概念模型概化导则》，由于研究区域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。结合地浸工程地下水影响范围及区域水文地质条件，及井场钻孔布置情况，确定本模型的模拟范围为：以井场为中心，在南西向延伸 700m，北东向延伸 800m，垂直地下水流向北西向延伸 500m，南东向延伸 500m，模拟总面积 1.5km²。模拟范围示意图见图 8-1。

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：模拟区上边界为嫩江组泥岩隔水层底板，嫩江组含水层与姚家组含水层之间水量交换微弱，基本可忽略不计；下边界为姚家组下段泥岩顶板，为隔水底板。

③含水层结构特征确定

本项目的主含矿含水层为姚家组，姚一段（K_{2y}¹）为主要含矿段。根据地质勘探结果，含矿含水层顶、底板致密，顶、底板均为稳定连续展布的泥岩或泥质粉砂岩，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。此外，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，本次模拟层位为姚下段含矿含水层，可概化为三维水动力流场和三维溶质弥散场。

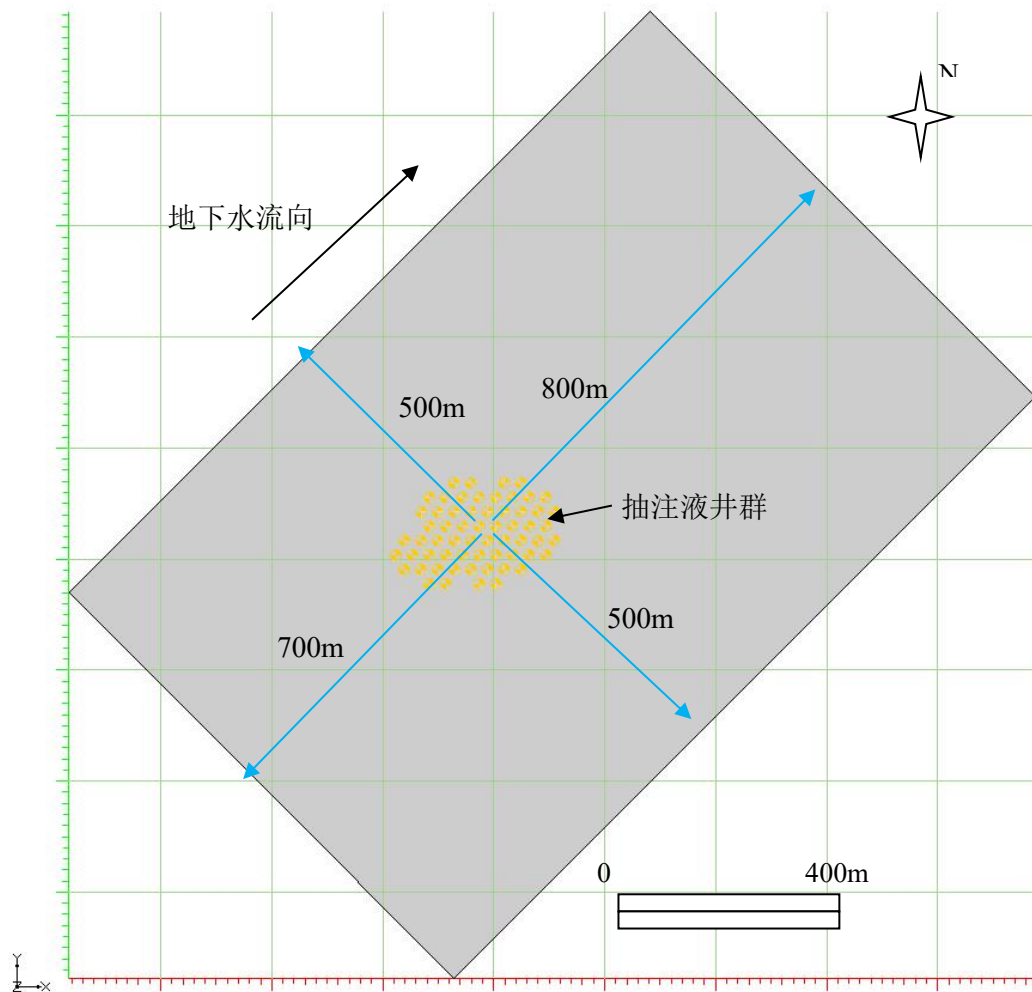


图 8-1 模拟区边界范围示意图

④源汇项处理

本项目源汇项为研究区域内的生产井，包括抽液井和注液井，将其赋值到概念模型中，模拟采区整体抽大于注比例为 0.4%，边界 0.5%，作为本模拟的主要源汇项。典型采区的生产井布置情况见图 8-2。

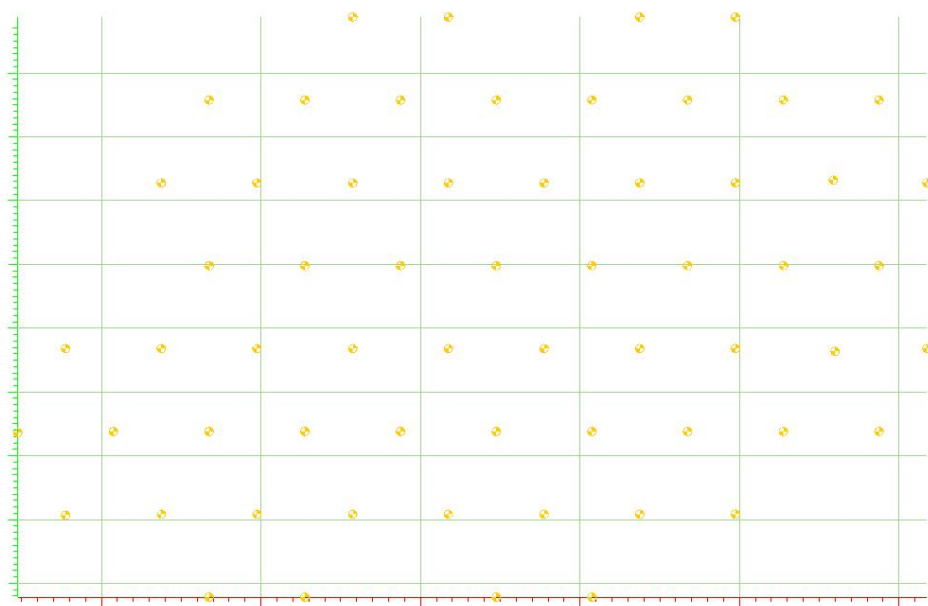


图 8-2 模拟采区抽注入井布置图

表 8-9 主要输入参数一览表

序号	参数名称及单位	数值
1	渗透系数, m/d	0.51
2	孔隙度, %	0.25
3	纵向弥散度, m	10
4	横向弥散度, m	1
5	U 浓度, mg/L	15
6	Ra 浓度, Bq/L	3
7	Cl ⁻ 浓度, mg/L	542
8	SO ₄ ²⁻ , mg/L	1420

⑤ 水文地质参数

本模型水文地质参数主要来自宝龙山铀矿床详查地质报告及水文地质试验报告，部分参数（弥散度）选取了经验值。为了保证计算的保守性，在参数选取过程中，采取了选用有利于地下水中核素迁移扩散的参数原则，进行计算。计算中输入的主要水文地质参数详见表 8-9。

（2）数学模型

① 模拟软件介绍

本研究不仅要对地下水流场进行模拟刻画以研究地浸开采对区域地下水水位的影响，还需要进行溶质运移模拟研究，基于以上目的，选取适用的数值模拟软件-GMS，主要应用 GMS 中的 MODFLOW 模块建立地下水流场预测，应用 MT3DMS 模块进行溶质运移预测。GMS 各模块主要功能见表 8-10。

表 8-10 GMS 各模块功能一览表

序号	模块名称	模块功能
1	MODFLOW	美国地质调查局于 20 世纪 80 年代开发出的一套专门用于孔隙介质中地下水流动的三维有限差分数值模拟软件，是世界上使用最广泛的三维地下水水流模型，它是一种应用基于网络的有限差分方法来描述地下水运动规律的计算机程序。通过把研究区在区间和时间上的离散，建立研究区每个网络的水均衡方程式，所有网络方程连接成为一组大型的线性方程组，迭代求解方程组可以得到每个网络的水头值。MODFLOW 可以模拟水井、河流、潜流、排泄、湖泊、蒸散和人工补给对非均质和复杂边界条件的水流系统的影响。
2	MT3D	模拟地下水中单项溶解组分对流、弥散、源/汇和化学反应的三维溶质运移模型，能够有效处理各种边界条件和外部源汇项。化学反应主要是一些比较简单的单组分反应，包括平衡和非平衡状态的线性和非线性吸附作用、一阶不可逆反应（如放射性衰变）和可逆的动态反应等。模拟计算时，MT3D 需和 MODFLOW 一起使用。
3	MODPATH	是确定给定时间内稳定或非稳定流中质点运移路径的三维质点示踪模型。和 MODFLOW 一起使用，根据 MODFLOW 计算的流场，在指定各质点的位置后，MODPATH 可进行正向示踪和反向示踪，计算三维水流路径，从而成为水井截获区和井位警戒研究的理想工具。
4	MAP	是快速建立概念模型及相应数值模型的工具。即以 TIFF、JPEG、DXF 等栅格图文件作为底图，在图上确定点、线、多边形的空间位置，直接分配边界条件及参数。点位置用于确定井的抽水数据或污染源点源；线可以确定河流、排泄等模型边界；多边形可以确定面数据，如湖、不同补给区或水力传导系数区。通过 MAP 建立概念模型后，GMS 可自动建立模拟网络，并将参数分配到相应的网络，从而实现概念模型编辑、运行的目的。
5	Grid	用来建立三维计算网络，其中 3D Grid 模块的使用范围最为广泛，MODFLOW、RT3D、MODPATH 和 UTCHEM 等计算模块都要用到。
6	Scatter Points	是为模型插入散点的模块，可以根据需要将二维或三维散点转入 Mesh 和 Grid 中。

② 计算模式

A. 地下水水流模型

a. 水流控制方程

地下水运动基本微分方程：

$$\frac{\partial}{\partial x}\left(K_{xx}\frac{\partial h}{\partial x}\right)+\frac{\partial}{\partial y}\left(K_{yy}\frac{\partial h}{\partial y}\right)+\frac{\partial}{\partial z}\left(K_{zz}\frac{\partial h}{\partial z}\right)-\omega=S_s\frac{\partial h}{\partial t} \quad (8-6)$$

式中，

K_{xx} —— x 方向的渗透系数，m/s；

K_{yy} —— y 方向的渗透系数，m/s；

K_{zz} —— z 方向的渗透系数，m/s；

h ——水头，m；

ω ——源汇项，单位体积含水层在单位时间流出或流入地下水的体积， m^3/s ；

S_s ——储水系数，含水层地下水水头降低一个单位，由于含水层垂向压缩和地下水的弹性膨胀从单位体积含水层释放（或储存）的水的体积。

b.边界条件

第一类边界条件：已知水头边界条件，在边界的所有点上水头是给定的，对于三维情况有：

$$H(x, y, z) = H_0(x, y, z) \quad (x, y, z) \in s \quad (8-7)$$

$$H(x, y, z, t) = H_0(x, y, z, t) \quad (x, y, z) \in s \quad (8-8)$$

式中：

s ——三维区域的边界曲面。

含水层与河流、湖泊或者海洋之间直接接触的边界，当有充分补给来源时，可能满足第一类边界条件，第一类边界条件也称 Dirichlet 条件。

第二类边界条件：已知通量的边界条件，即垂直于边界面的流量是给定的。表示为：

$$q_n = q \cdot n = -q_b(x, y, z) \quad (x, y, z) \in s \quad (8-9)$$

$$\text{或 } q_n = q \cdot n = -q_b(x, y, z, t) \quad (x, y, z) \in s \quad (8-10)$$

式中：

q ——边界面上沿法线方向的单位面积流入量；

n ——边界外法线的单位矢量。

第二类边界条件也称 Neumann 边界条件。在求解实际地下水问题时，经常遇到一部分边界满足 Dirichlet 条件，另一部分满足 Neumann 条件，成为混合边界问题。

第三类边界条件：已知边界水头和水头的法向导数的组合，即：

$$\frac{\partial h}{\partial n} + \lambda(x, y, z)h = f(x, y, z) \quad (x, y, z) \in s \quad (8-11)$$

式中：

λ —— 交换系数；

f —— 已知函数；

第三类边界条件成为 Cauchy 条件。

B. 污染物运移方程

本次评价中对于污染物的运移主要考虑对流、离散等机制。

a. 运移方程

污染物在三维地下水水流系统中的运移方程如下：

$$\frac{\partial(\theta C^k)}{\partial t} = \frac{\partial}{\partial x_i} \left(\theta D_{ij} \frac{\partial C^k}{\partial x_j} \right) - \frac{\partial}{\partial x_i} (\theta v_i C^k) + q_s C_s^k + \sum R_n \quad (8-12)$$

式中：

θ —— 地下介质的孔隙度，无量纲；

C^k —— 核素 k 的溶解浓度，g/m³；

t —— 时间，s；

x_i 、 x_j —— 分别为沿坐标轴 x 轴和 y 轴的距离，m；

D_{ij} —— 水动力弥散系数张量，m²/s；

v_i —— 渗流或线性孔隙水流速度，与单位流量或达西流量 q_i 有关， $v_i = q_i / \theta$ ，m/s；

q_s —— 单位体积含水层源和汇的体积流量；

C_s^k —— 源汇流中物质 k 的浓度，g/m³；

$\sum R_n$ —— 化学反应项，g/m。

其中：

$$\sum R_n = -\rho_b \frac{\partial \bar{C}}{\partial t} - \lambda_1 \theta C^k - \lambda_2 \rho_b \bar{C}^k \quad (8-13)$$

式中： ρ_b —— 地下介质的体积密度；

\bar{C}^k —— 地下固相吸附物质 k 的浓度；

λ_1 ——溶解项的第一反应速率；

λ_2 ——吸附项（固）的第一反应速率；

b. 弥散

对于均质有孔介质，根据 Bear 对水动力弥散系数张量 D_{ij} 的定义，其各分量形式如下：

$$D_{xx} = \alpha_L \frac{v_x^2}{|v|} + \alpha_T \frac{v_y^2}{|v|} + \alpha_T \frac{v_z^2}{|v|} + D^* \quad (8-14)$$

$$D_{yy} = \alpha_L \frac{v_y^2}{|v|} + \alpha_T \frac{v_x^2}{|v|} + \alpha_T \frac{v_z^2}{|v|} + D^* \quad (8-15)$$

$$D_{zz} = \alpha_L \frac{v_z^2}{|v|} + \alpha_T \frac{v_x^2}{|v|} + \alpha_T \frac{v_y^2}{|v|} + D^* \quad (8-16)$$

$$D_{xy} = D_{yx} = (\alpha_L - \alpha_T) \frac{v_x v_y}{|v|} \quad (8-17)$$

$$D_{xz} = D_{zx} = (\alpha_L - \alpha_T) \frac{v_x v_z}{|v|} \quad (8-18)$$

$$D_{yz} = D_{zy} = (\alpha_L - \alpha_T) \frac{v_y v_z}{|v|} \quad (8-19)$$

式中： D_{xx} 、 D_{yy} 、 D_{zz} ——弥散系数张量的主分量， m^2/s ；

D_{xy} 、 D_{xz} 、 D_{yx} 、 D_{yz} 、 D_{zx} 、 D_{zy} ——弥散系数张量的交叉项， m^2/s ；

α_L ——纵向弥散度， m ；

α_T ——横向弥散度， m ；

D^* ——有效分子扩散系数， m^2/s ；

v_x 、 v_y 、 v_z ——流速矢量 x 、 y 、 z 轴的分量， m/s ；

$|v|$ ——流速矢量的绝对值， m/s ； $|v| = \sqrt{v_x^2 + v_y^2 + v_z^2}$ 。

(3) 数值模型的建立

在概念模型和数学模型的基础上，运用地下水模拟软件建立地下水流数值模型，开展地下水水位及溶质运移预测。

① 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网格的大小为 $10\times 10\text{m}$ 。本模型一共剖分 15000 个网格。网格剖分情况见图 8-3。

②评价年限和评价因子

本次评价对生产期间井场浸出剂对地下水的影响进行预测评价。生产期间即生产服务年限 30a。

本项目采用 CO_2+O_2 浸出工艺,重金属不易浸出,由于有 O_2 的加入,会对开采地层中的低价硫化物如硫铁矿等矿物造成氧化,硫元素会以 SO_4^{2-} 的形式出现在地下水中,在淋洗沉淀过程中加入盐酸,因此,确定评价因子为 $\text{U}_{\text{天然}}$ 、 ^{226}Ra 、 Cl^- 、 SO_4^{2-} 。

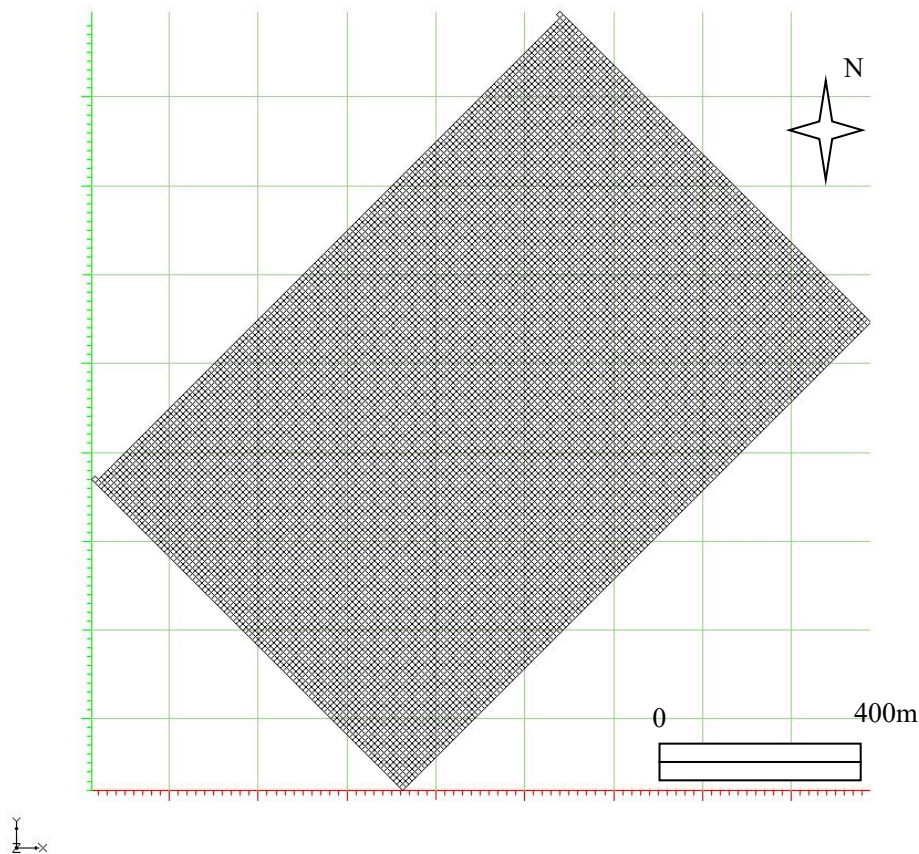


图 8-3 模型网格剖分图

③溶质运移参数

溶质运移参数主要为评价因子浓度。其中, $\text{U}_{\text{天然}}$ 浓度采用《核工业北京化工冶金研究院地浸采铀科研创新基地项目建设方案》中浸出液平均铀浓度的设计值,为 15mg/L ; ^{226}Ra 浓度吸附尾液浓度值,为 3Bq/L ; 钱 II 铀矿床与宝龙山铀矿床同属松辽盆地钱家店

凹陷，含矿层均位于白垩统姚家组，含矿砂体矿物成分相似，浸出工艺均采用 CO_2+O_2 中性浸出，因此， Cl^- 、 SO_4^{2-} 浓度采用钱家店钱 II 块某采区抽液井实测浓度值，分别为 542mg/L 和 1420mg/L 。

(4) 地下水预测与评价

① 流场预测结果分析

以设计的抽注入井流量为依据，应用软件模拟计算得到的生产过程中含矿含水层等水位线见图 8-4。从等水位线图中可知，采区附近的流场基本在 1 年之后已经稳定，这说明由于采用抽注比控制，可以使地下水流场趋于稳定，注液基本可以回流到抽液。

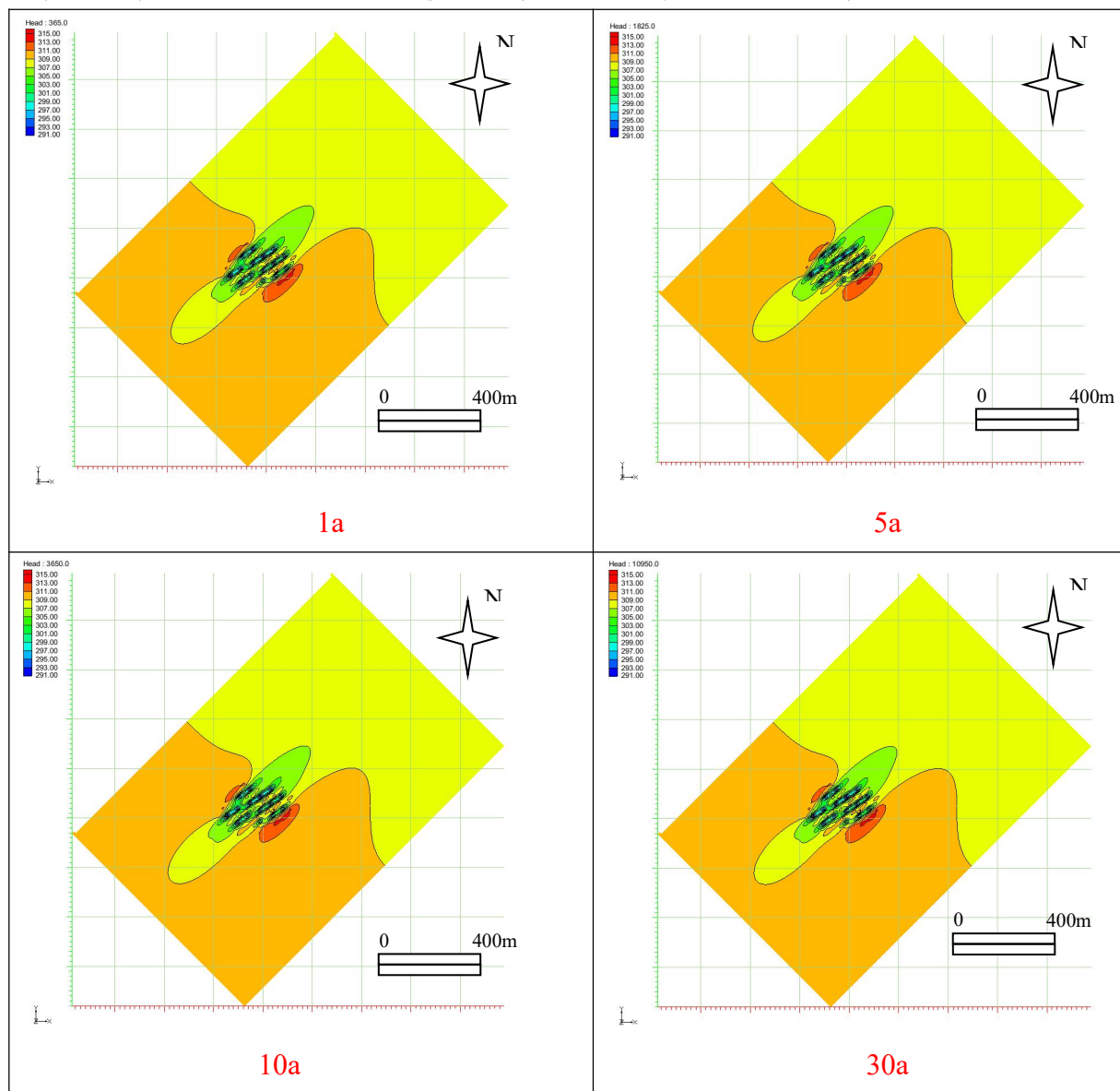


图 8-4 采区等水位线示意图

②溶质运移结果分析

本次评价对井场生产期含矿含水层中的 $U_{\text{天然}}$ 的迁移扩散进行了模拟预测，以 0.05mg/L 为边界浓度，分别绘制了第 1a、第 5a、第 10a 和生产期末第 30a 的 $U_{\text{天然}}$ 浓度分布图，浓度分布晕见图 8-5。

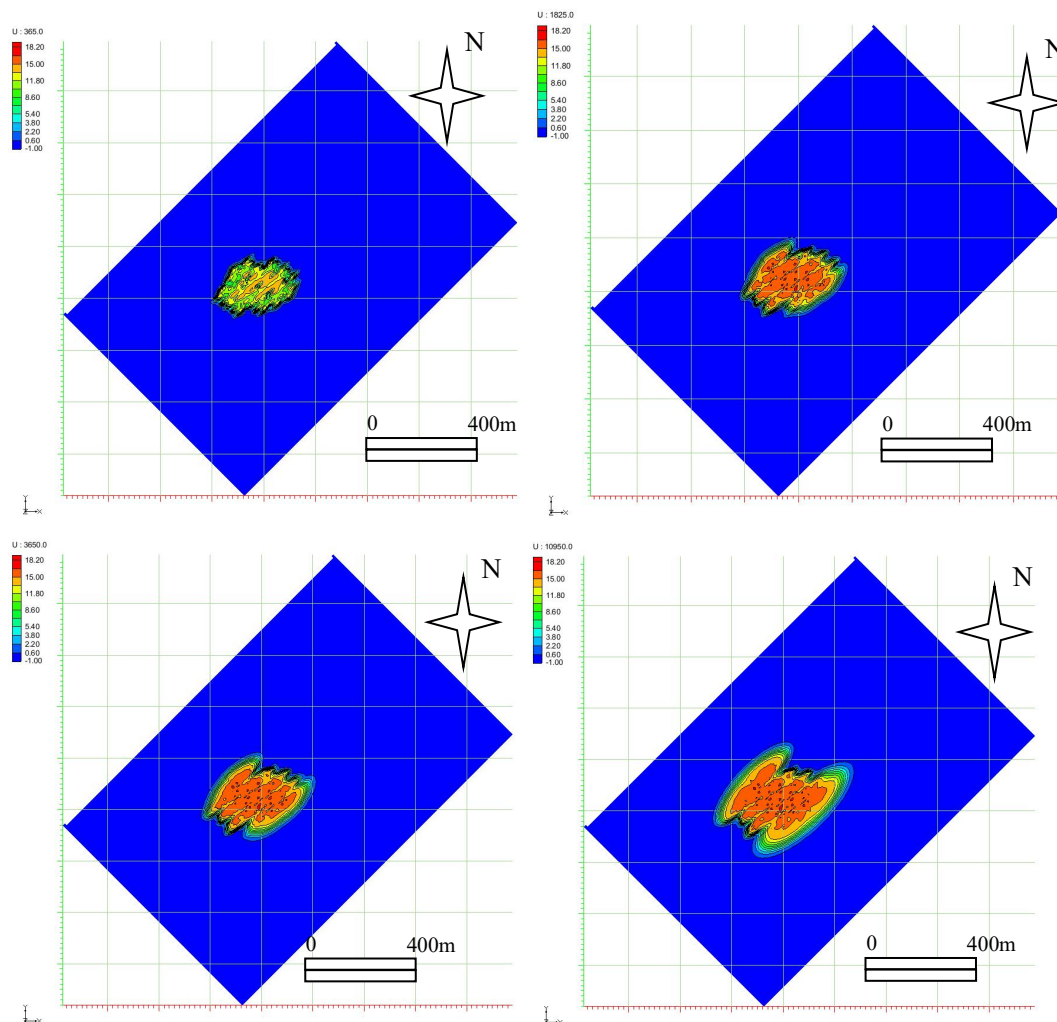


图 8-5 $U_{\text{天然}}$ 在含矿含水层中的浓度分布图

由图 8-5 可知，随着生产进行，污染晕逐渐向井场外围扩散，在下游迁移相对较远。从浓度分布图中可知：

(1) 第 1 年时， $U_{\text{天然}}$ 向下游迁移了约 18.61m，向上游迁移了 16.66m，侧向迁移了 17.12m；

(2) 第 5 年时， $U_{\text{天然}}$ 向下游迁移约 41.10m，向上游迁移 30.54m，侧向迁移 35.58m；

(3) 第 10 年时， $U_{\text{天然}}$ 向下游迁移约 51.48m，向上游迁移 38.56m，侧向迁移 46.28m；

(4) 第 30 年时， $U_{\text{天然}}$ 向下游迁移约 105.11m，向上游迁移 62.34m，侧向迁移 75.30m。

B.Ra

本次评价对井场生产期含矿含水层中的 ^{226}Ra 的迁移扩散进行了模拟预测，分别绘制了第 1a、第 5a、第 10a 和生产期末第 30a 的 ^{226}Ra 浓度分布图，浓度分布晕见图 8-6。

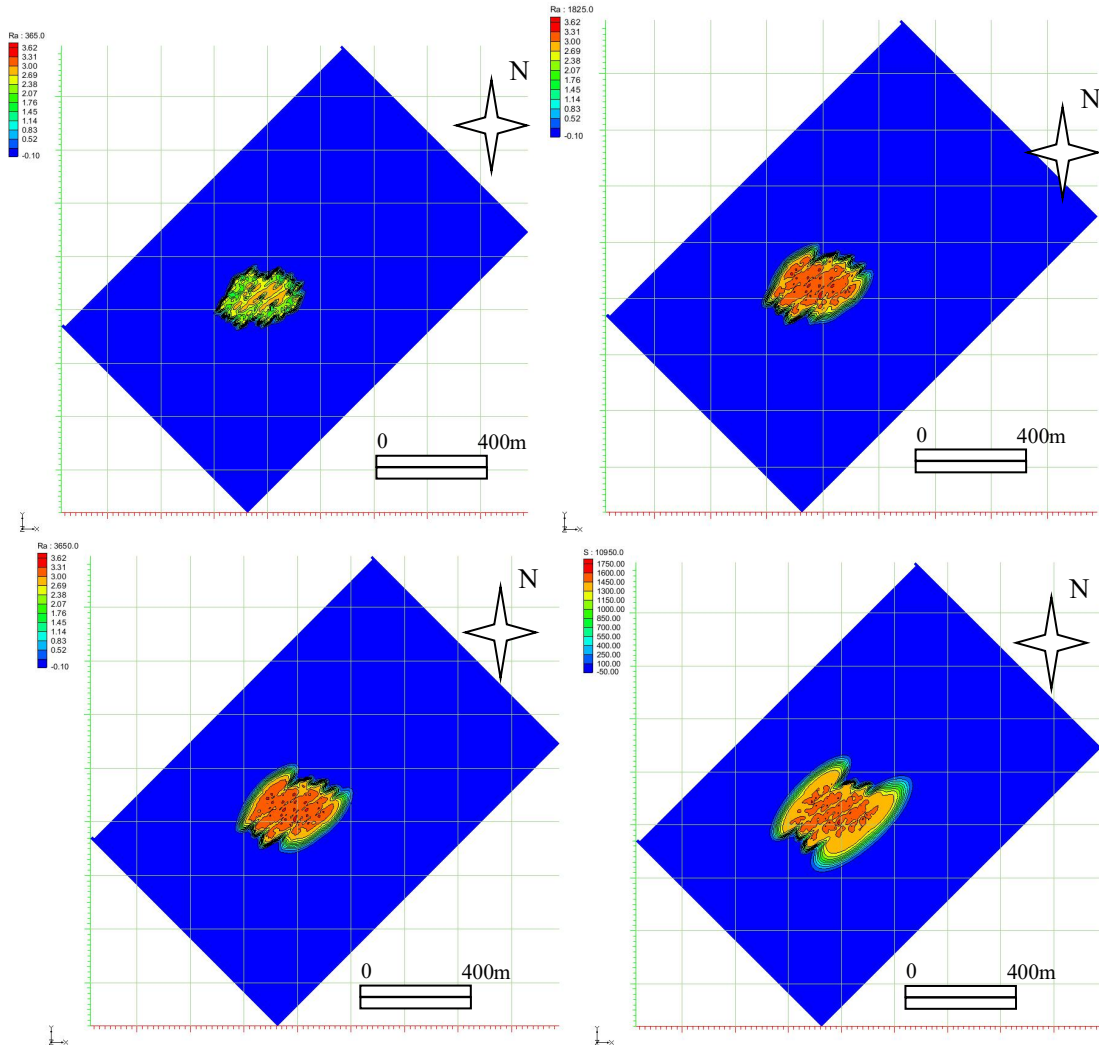


图 8-6 ^{226}Ra 在含矿含水层中的浓度分布图

由图 8-6 可知，随着生产进行，污染晕逐渐向井场外围扩散，在下游迁移相对较远。

从浓度分布图中可知：

- (1) 第 1a 时， ^{226}Ra 向下游迁移了约 17.52m，向上游迁移了 15.22m，侧向迁移了 16.27m；
- (2) 第 5a 时， ^{226}Ra 向下游迁移约 40.50m，向上游迁移 30.24m，侧向迁移 35.22m；
- (3) 第 10a 时， ^{226}Ra 向下游迁移约 50.55m，向上游迁移 37.52m，侧向迁移 45.35m；
- (4) 第 30a 时， ^{226}Ra 向下游迁移约 102.26m，向上游迁移 65.52m，侧向迁移 71.27m。

C.Cl⁻

本次评价对井场生产期含矿含水层中的 Cl⁻ 的迁移扩散进行了模拟预测，预测得到的浓度分布晕见图 8-7，分别绘制了第 1a、第 5a、第 10a 和第 13a 的 Cl⁻ 浓度分布图。

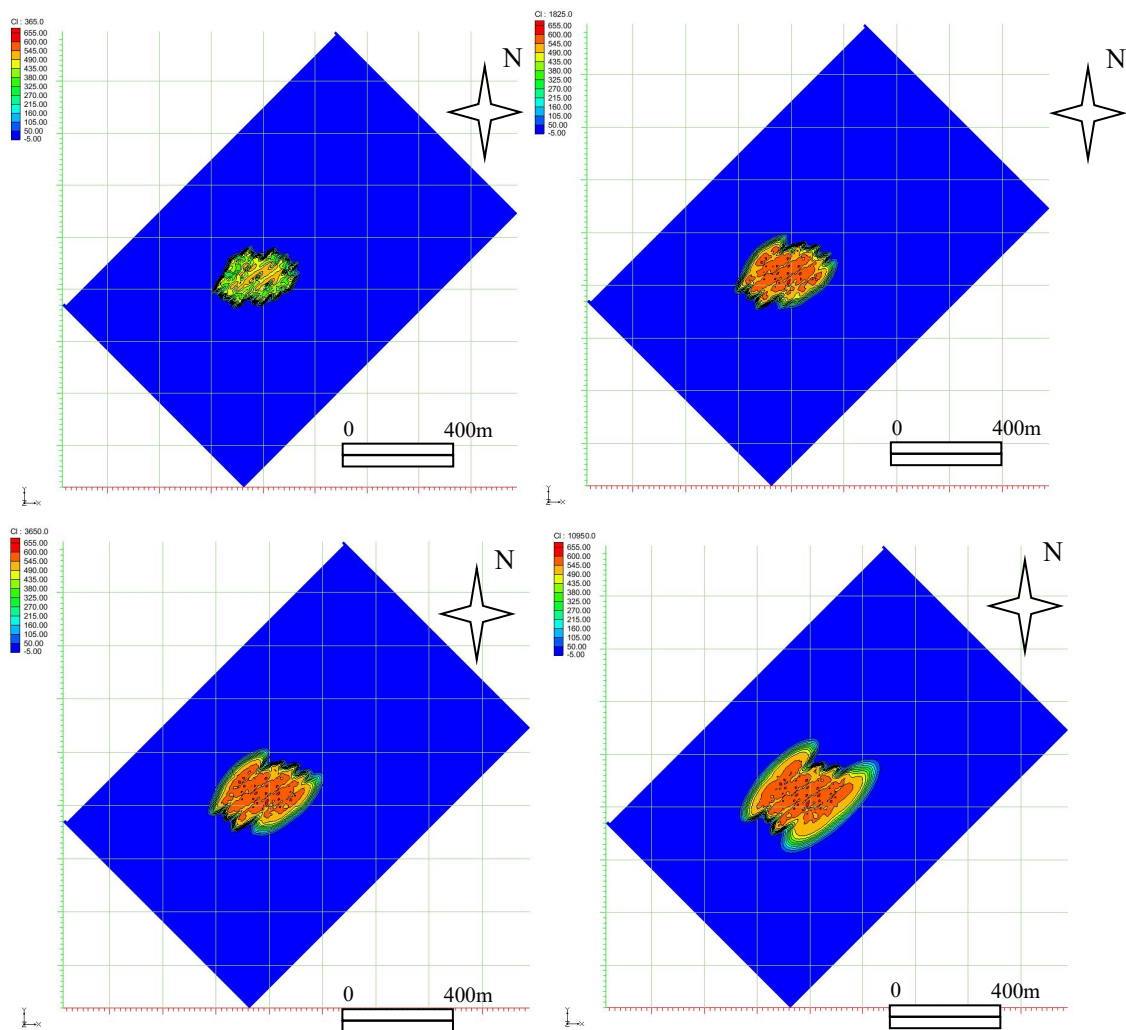


图 8-7 Cl⁻在含矿含水层中的浓度分布图

由图 8-7 可知，随着生产的进行，污染晕逐渐向井场周围扩散，在井场下游迁移相对较快，从浓度分布图中可知：

- (1) 第 1a 时，Cl⁻向下游迁移了约 19.76m，向上游迁移了 16.27m，侧向迁移了 17.56m；
- (2) 第 5a 时，Cl⁻向下游迁移约 44.25m，向上游迁移 35.42m，侧向迁移 37.59m；
- (3) 第 10a 时，Cl⁻向下游迁移约 57.21m，向上游迁移 42.76m，侧向迁移 50.67m；
- (4) 生产期末第 30a 时，Cl⁻向下游迁移约 115.52m，向上游迁移 66.27m，侧向迁移 75.05m。

D.SO₄²⁻

本次评价对井场生产期含矿含水层中的 SO_4^{2-} 的迁移扩散进行了模拟预测，预测得到的浓度分布晕见图 8-8，分别绘制了第 1a、第 5a、第 10a 和第 30a 的 SO_4^{2-} 浓度分布图。

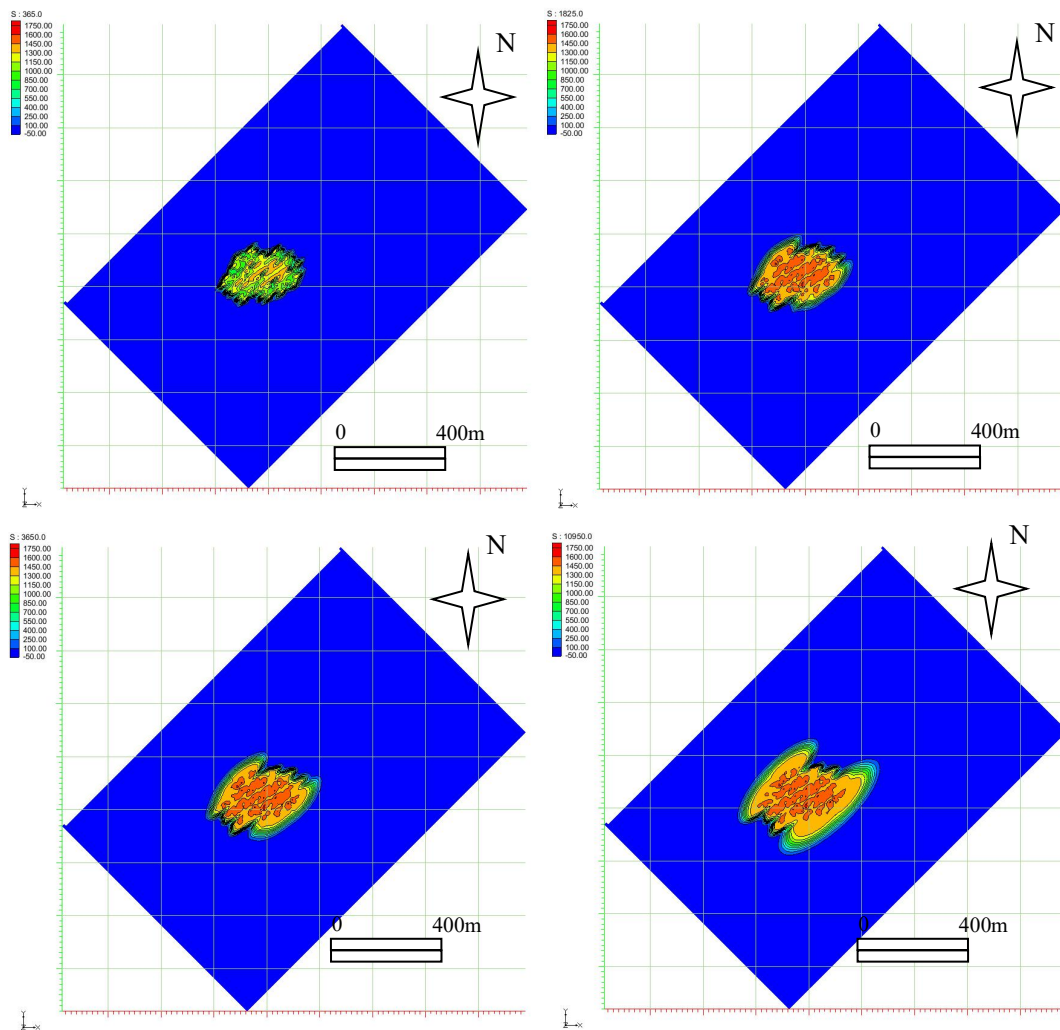


图 8-8 SO_4^{2-} 在含矿含水层中的浓度分布图

由图 8-8 可知，随着生产的进行，污染晕逐渐向井场周围扩散，在井场下游迁移相对较快。从浓度分布图中可知：

- (1) 第 1a 时， SO_4^{2-} 向下游迁移了约 18.76m，向上游迁移了 15.97m，侧向迁移了 16.25m；
- (2) 第 5a 时， SO_4^{2-} 向下游迁移约 42.22m，向上游迁移 32.45m，侧向迁移 35.12m；
- (3) 第 10a 时， SO_4^{2-} 向下游迁移约 56.05m，向上游迁移 41.42m，侧向迁移 48.79m；
- (4) 生产期末第 30a 时， SO_4^{2-} 向下游迁移约 112.71m，向上游迁移 60.11m，侧向迁移 71.75m。

综上所述，本节对特征污染物 $\text{U}_{\text{天然}}$ 、Ra、Cl⁻ 及 SO_4^{2-} 不同时间阶段在含矿含水层中

迁移扩散预测的结果表明： $U_{\text{天然}}$ 在生产期末第30a时，在地下水水流方向向下游的迁移距离约为105.11m； ^{226}Ra 在生产期末第30a时，在地下水水流方向向下游的迁移距离约为71.27m；在生产期末第30a时，Cl⁻在地下水水流方向向下游的迁移距离分别为115.52m； SO_4^{2-} 在地下水水流方向向下游的迁移距离分别为112.71m。且四种物质在抽采后期，其迁移距离趋于稳定，不会有较为剧烈的迁移，说明设计抽注比能够较好的控制迁移。由于本项目含矿含水层位于地下较深，且含矿含水层的顶底板均相对稳定，在此距离内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。

3、蒸发池地下水环境影响分析

为了防止废水渗透而污染地下水，蒸发池池底、池壁做防渗漏处理，钱II蒸发池的底部从下到上依次为60cm粘土垫层、两布一膜（0.0003m厚）、30cm厚的粘土垫层组成的人工防渗层。

蒸发池中废水在生产期间下渗距离的计算方法如下：

$$X = K_s \times \frac{(h + L)}{L} \times t \quad (8-20)$$

$$K_s = \frac{M_1 + M_2 + M_3}{M_1 / K_1 + M_2 / K_2 + M_3 / K_3} \quad (8-21)$$

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，m/a；

h——蒸发池中废水水深，m，保守取1.5m；

L——等效渗透厚度，m，取0.9m；

M1——下层粘土厚度，取0.6m；

M2——两布一膜厚度，取0.0003m；

M3——上层回填土土的厚度，m，取0.3m；

K1——下层粘土层的渗透系数，m/a，取 $3.15 \times 10^{-2} \text{m/a}$ （ $1 \times 10^{-7} \text{cm/s}$ ）；

K2——两布一膜的渗透系数，m/a，取 $3.15 \times 10^{-7} \text{m/a}$ （ $1 \times 10^{-12} \text{cm/s}$ ）；

K3——上层粘土层渗透系数，m/a，取 $3.15 \times 10^{-2} \text{m/a}$ （ $1 \times 10^{-7} \text{cm/s}$ ）；

通过计算可知：蒸发池复合防渗结构的等效渗透系数 K_s 为 $9.18 \times 10^{-4} \text{m/a}$ 。钱 II 二期蒸发池中废水水深不超过 1.5m，本项目废水排入钱 II 蒸发池后水位上升不超过 0.15m，根据式 (8-21) 可知，蒸发池中废水在剩余服务年限内（约 11a）的时间内垂直入渗的距离约为 0.03m，远小于复合防渗层厚度，因此，在钱 II 二期蒸发池服务年限内，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。

HDPE 土工膜使用寿命可长达上百年，强度高，断裂拉伸强度可达 28Mpa 以上，抗戳穿力强，耐低温，冷脆温度 -60°C 以下，在项目所在地最低低温之下。施工过程中，采用两布一膜的施工工艺，可有效的实现对土工膜的保护。

3、固体废弃物影响分析

本项目产生的主要放射性固废为废旧管道和设备，年产生量约为 0.2t/a。对于产生的上述废旧金属，经简单去污后暂存于固体废物库，待退役时运至审管部门认可的废旧金属处理中心处理。

实验室废物主要为废矿石、废旧离子交换树脂、废旧试验器皿、手套、滤纸等，产生量约 0.5t/a，暂存在固体废物库中，待退役时集中处理。

4、非放射性环境影响分析

1) 大气环境影响分析

本项目产生的非放射性大气污染物主要是盐酸罐排放的 HCl 气体，源项参数见表 8-11。

表 8-11 盐酸罐 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 ($^\circ\text{C}$)
盐酸库 盐酸储罐	HCl	0.00138	10	3.0	0.07	30

根据《环境影响评价技术导则 大气环境》(HJ2.2-2018)，本项目大气环境影响评价为二级，采用 AERSCREEN 估算模式对 HCl 废气排放造成的环境影响进行预测和评价。

(1) 无组织排放厂界分析

根据估算结果，本项目盐酸库无组织排放的 HCl 在基地边界处的浓度见表 8-12。

表 8-12 盐酸库 HCl 无组织排放厂界分析

厂界	距离 (m)	贡献值 ($\mu\text{g}/\text{m}^3$)	标准值 ($\mu\text{g}/\text{m}^3$)
东厂界	13	2.20	200
南厂界	23	2.50	
西厂界	116	0.77	
北厂界	90	1.06	

由表 8-12 可知，本项目盐酸库无组织排放的 HCl 在东、南、西、北厂界处的贡献值均小于 $0.20\text{mg}/\text{m}^3$ ，可满足《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，对周围环境影响较小。

(2) 大气环境影响分析

根据估算结果，本项目盐酸库无组织排放对 5km 范围内居民点环境空气中 HCl 影响结果见表 8-13。

表 8-13 HCl 废气排放环境影响结果分析

居民点	距离 (m)	贡献值 ($\mu\text{g}/\text{m}^3$)	标准值 ($\mu\text{g}/\text{m}^3$)	贡献率 (%)
西乌兰楚嘎查	706	0.065	50	0.13
东乌兰楚嘎查	864	0.049		0.10
巴彦艾勒嘎查	4457	0.005		0.01
白兴吐嘎查	4064	0.006		0.01
苏尼吐嘎查	4498	0.005		0.01

由表 8-14 可知，本项目生产运行期间，HCl 废气排放对周边居民点空气中 HCl 的贡献值较小，满足《环境影响评价技术导则 大气环境》（HJ 2.2-2018）中附录 D 其他污染物空气质量浓度参考限值要求，对厂区周围居民点的环境空气质量影响较小。

2) 水环境影响分析

项目产生的生活废水分别进入化粪池处理后外运至污水处理厂进行统一处理，因此不会对项目周边水环境产生影响。

3) 固体废物环境影响分析

本项目运行期产生的生活垃圾首先收集至垃圾站、定期统一清运。由于产生量不大，且采取了可行有效的处理措施，对周边环境不会产生明显影响。

各类风机、泵类维修保养、备用柴油发电机检修产生少量的废机油，根据《国家危险废物名录》，废机油属于危险废物类别中的废矿物油(HW08)，废物代码为 900-249-08。年产生量约 0.1t/a，由专用桶收集，送至交由有危险废物处置资质单位处置。

4) 声环境影响分析

(1) 噪声源强分析

本项目生产期噪声设备主要为各种风机、空压机、水泵、搅拌电机等，主要集中在吸附厂房内，均属于室内声源。其中，风机和空压机噪声 $\leq 90\text{dB(A)}$ ，泵类设备噪 $\leq 80\text{dB(A)}$ 。噪声源强见表 8-14。

表 8-14 噪声源强一览表

厂房类型	声源	台数	单台源强/dB (A)
吸附厂房	泵类	8	80
淋洗沉淀厂房	泵类	23	80
	空压机	1	90

由于吸附厂房尺寸 28.5m×9.5m，淋洗沉淀厂房尺寸 33m×18.5m，噪声设备集中，因此，将吸附厂房产噪设备等效为一个声源，淋洗沉淀厂房产噪设备等效为一个声源，则吸附厂房产噪设备声级为 89dB (A)，淋洗沉淀厂房噪声级为 95.2dB (A)，噪声分布情况见图 8-8。



图 8-8 吸附厂房和淋洗沉淀厂房声源情况

(2) 敏感点确定

经调查，基地边界外围 200m 范围内无村庄敏感点。

吸附厂房、淋洗沉淀厂房距东、南、西、北四侧厂界的距离见表 8-15。

表 8-15 噪声源距水冶厂边界距离一览表

类型	距离 (m)			
	东厂界	南厂界	西厂界	北厂界
吸附厂房	30	30	80	68
淋洗沉淀厂房	80	23	30	75

(3) 预测方法

本项目利用 EIAProN 软件进行噪声环境影响预测。

(4) 预测结果

经预测软件分析，各厂界噪声预测结果详见表 8-16，声等值线图见图 8-9。

表 8-16 运行期开关站厂界噪声预测结果一览表

预测结果	东厂界	南厂界	西厂界	北厂界
贡献值	42.12	50.45	40.36	40.60
执行标准	《工业企业厂界环境噪声排放标准》（GB12348-2008）2 类标准（昼间 60dB(A)、夜间 50dB(A)）			
达标情况	达标	达标	达标	达标

可表 8-16 及图 8-9 可知，在正常运行情况下，四周厂界处噪声贡献值均能满足《工业企业厂界环境噪声排放标准》（GB12348-2008）2 类标准要求，由于预测时考虑了最不利情况，即所有设备同时开启，在实际情况下较少会出现这种情况，即实际厂界值会比预测值偏小。且地面厂界外 200m 范围内无声环境敏感目标，因此，工程建成运行后，对周围声环境影响较小。

4、生态环境影响分析

1) 生态系统现状

根据现场调查，本项目不涉及生态保护区，项目区土地类型主要包括一般农业用地区、林业用地区。

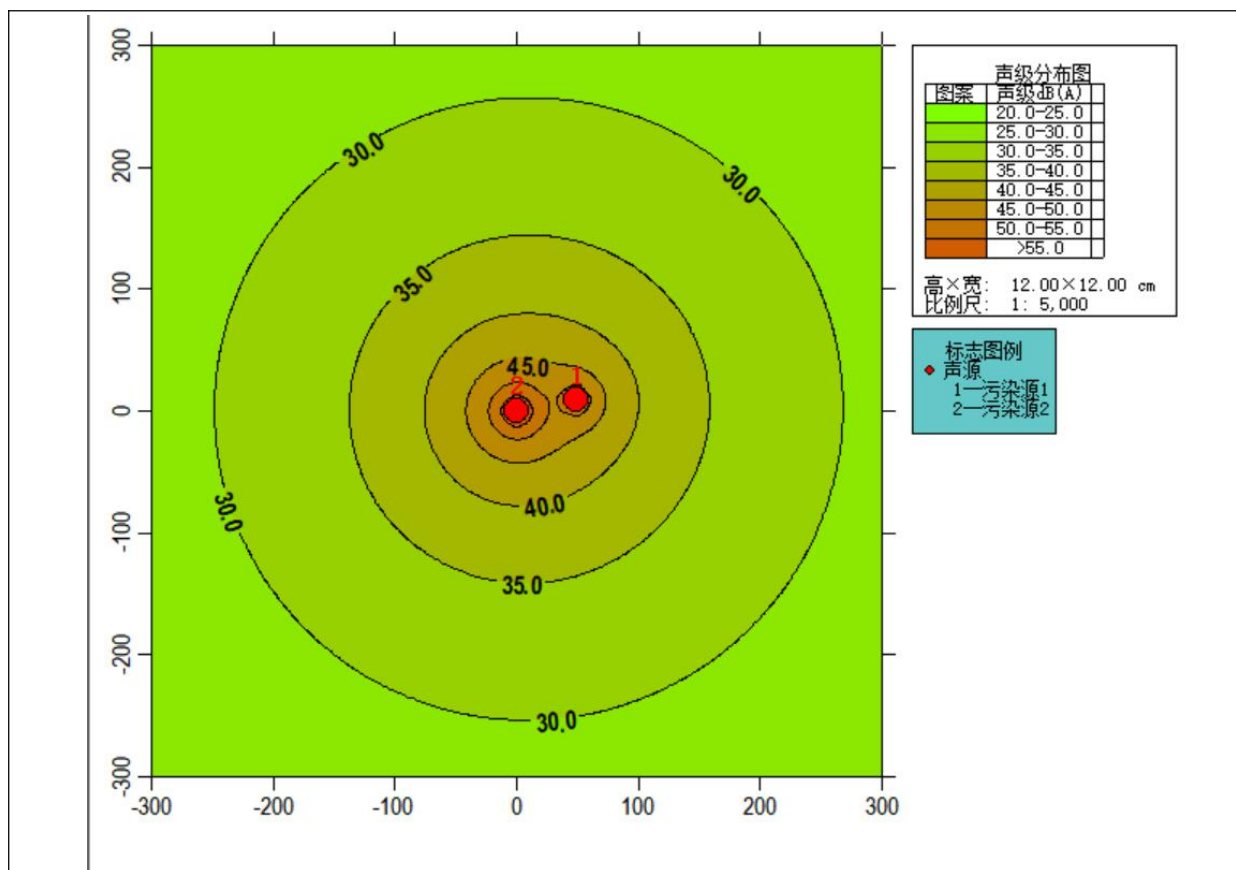


图 8-9 噪声影响预测等声级线图

从现场踏勘结果来看，区域中各类土地的边界不明显，往往呈现出相间分布的特征。劣质草地和疏林地、农田为区域内的主要植被类型。区域内土地较为贫瘠，植被较为稀疏，植被覆盖率和生物量不高。区域内地表水资源不丰富，现场踏勘情况显示，项目区周边没有大的地表水体，如河流、湖泊分布。

总体来说，区域内生态系统结构较为简单，植被类型较少，生物量不大，生态系统自我调节能力和稳定性较差，比较容易受到外界因素的干扰。

2) 生态影响分析

(1) 生态影响途径

本项目为原地浸出采铀相关试验建设项目。根据工程特点，生态影响主要来自于对土地的占用，以及由此带来的与被占用土地相关的生态系统的破坏。因此，本项目的生态影响评价，重点是对工程的占地情况进行分析，从而确定由于土地利用格局改变、植被破坏而造成的生态系统功能、结构的影响以及对生态系统完整性的干扰。

(2) 生态影响

本项目施工占地主要包括井场及基地建设设施等。结合现场踏勘，对项目实施范围内的工程占地情况进行了统计，相关统计结果见表 8-17。

表 8-17 项目占地情况表

序号	用地名称	占地面积 m ²	占地百分比, %	占地类型
1	井场	66667	84.4	一般农用地
2	基地	12300	15.6	建设用地
总计		78966	100	—

由表 8-17 可以看出，项目所占各类型土地面积较小，且不涉及基本农田等敏感区域，因此不会对区域的生态环境产生明显影响。同时，由于项目主要占地位于新建井场区域；项目实施占地多为施工期临时占地，实际施工结束后相应的生态影响也会结束。根据地浸采铀的特点，井场内主要设施为抽、注入井，对地表植被破坏较小。综上所述，项目对区域生态环境影响较小。

3) 水土流失分析

(1) 水土流失现状

本项目区地处平原地带，土壤类型以风沙土和栗钙土为主；地表植被以劣质草、农业植物以及稀疏林木为主。生态系统以草原和农业生态系统为主，由于区域内降雨量小，植被覆盖率不高，含蓄水土能力较弱。根据《土壤侵蚀分类分级标准》（SL1 90-2007）项目区土壤侵蚀类型为“风力侵蚀类型区”中的“三北戈壁沙漠及沙地风沙区”，属内蒙古高原草原中度风蚀水蚀区。

(2) 水土流失影响途径

项目建设对水土保持造成的影响主要表现在以下两个方面：

① 工程设施建设、运输、打孔等活动中会对施工区内的植被产生破坏，使地表土壤失去植被的覆盖，增加了土壤受风力侵蚀的可能性；

② 工程建设过程中会大量挖掘土壤并重新堆积，钻井泥浆、碎屑在地表堆积，如覆盖、处理不及时，会受到侵蚀；

(3) 水土流失影响分析

本项目为地浸采铀项目，对区域水土流失状况的影响主要发生在项目建设阶段。项目新建设施主要是井场内的抽、注入井、厂房建设。由于井场内抽、注入井的建设不会大面积的开挖表土，其他建构物的建设面积较小，因此施工过程中不会大面积的破坏地表原始状态，项目区内水土流失强度不会发生明显的变化。

4) 生态恢复方案

为了使工程开发导致的生态环境破坏程度得到有效的控制，植被有效的恢复，项目建设期、运营期及退役期应采取相应的生态修复措施，使资源开发与区域生态建设和环境保护协调发展的目的。本项目的生态恢复主要通过退役治理和生态复垦来完成。

(1) 生态恢复方案

本项目服务期结束后，需进行生态恢复的重点为井场和厂房。生态恢复前先测定氮析出率，对不满足管理限值要求的区域，在覆土实验的基础上进行表土清挖；清挖后，对区域进行覆土和植被复种，使氮析出率达到管理限值要求。覆土植被应当选择当地的优势植物进行栽种，防止水土流失，改善生态环境。

(2) 其他生态措施

①对管沟开挖产生的土方，采取加覆盖层的方式防止风蚀或水蚀造成的土壤流失；在管道铺设完毕后，对管沟及时回填，压实土壤，并在表面种植当地草本植物，恢复地表植被。

②对于项目使用中的大型机械，安装必要的减震降噪设施，减小噪声的源强。运输车辆选择合理的运输路线及运输时段，减少对居民生活及动物活动的影响。

③施工期加强施工管理，对各种施工活动严格控制在施工区域内，尽可能地不破坏原有的地表植被和土壤，并将临时占地面积控制在最低限度。对施工人员进行生态保护意识教育，严禁对周围植被进行随意破坏。

④本项目服务期结束后及时进行退役治理和生态复垦，恢复项目区内的植被和生态环境。

事故环境影响分析

1、事故的环境影响

1) 事故识别

本项目放射性气态流出物主要来自于吸附和淋洗沉淀厂房 ^{222}Rn 的排放， ^{222}Rn 的排放量较小，且吸附、淋洗沉淀厂房中各设备、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。

根据地浸试验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) 含矿含水层内非控制性抽注失衡，导致矿体内浸出剂流散失控；
- (2) 事故性停止生产，造成含矿含水层内浸出剂流散加剧；
- (3) 事故性跑、冒、滴、漏；
- (4) 井场管道断裂；
- (5) 上层含水层污染；
- (6) 实验室废水遗撒。
- (7) 饱和树脂转运事故；
- (8) 废水转运事故。

2) 事故影响分析

(1) 非控制性抽注失衡

正常运行工况下，地浸采铀采用抽液量一般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，项目运行中短暂的抽注失衡是存在的，可能发生少量的浸出液由于抽注不平衡而流散到井场外的事故，非控制性抽注失衡已作为生产期的正常排放进行了评价。

另外，本项目抽、注液管道均设有流量和压力的自动检测和报警装置，一旦出现泄漏，可及时发现并修复，其影响要小于正常生产时的影响，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。

(2) 事故性停产

由于意外事故发生，造成非计划性生产停止，这将会造成含矿含水层内浸出剂向溶浸范围之外流散。

本项目采用抽大于注工艺，使地下水在采区范围内形成降落漏斗。在停产检修期，井场内的浸出液首先恢复降落漏斗，然后才向下游迁移，由于钻井的检修和注入井洗井

时间较短，短暂停产对地下水的影响远小于正常性停产的影响。因此，本次评价不再进行事故性生产停产情况的影响分析。

（3）事故性跑、冒、滴、漏

吸附和淋洗沉淀厂房可能发生的事故为出现冒槽或管道的跑、冒、滴、漏等，本项目厂房内的各类储池、储罐、管道均设有液位、压力或流量自动检测、报警与连锁控制系统，一旦发生冒槽或管道的跑、冒、滴、漏等情况可及时发现并得到有效控制，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。

①冰冻影响

本项目所在地区每年有4~5个月的冰冻期，因此冰冻可能造成井场管道断裂和“跑液”事故。但是本项目开采的含矿含水层埋藏较深，浸出液水温可达15°C，且各类输送总管道埋深位于最大冻土深度以下，所以冰冻期不会因冰冻造成地下管道破裂。

②受压断裂和破坏断裂

本项目井下管道安装在钻孔中，孔内的管材用壁厚8~10mm的聚四氯乙烯，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。另外，对于承受压力较小的集液主管、集液支管和注液支管则采用具有足够强度的PVC管和PE管，而对于承受较大压力的集液总管、注液总管和注液主管采用高强度的钢塑复合管。因此，各管道具有足够的抗压能力，不会因受压而断裂。

在正常生产时均定期检查各类管道，即使因意外原因造成管道泄漏，也可及时发现与更换，泄漏液不会泄漏至周边环境。另外，发生泄漏后，井场自控中心也会很快检测到，并进行连锁控制，采取相应的处理措施。

综上所述，井场管道断裂的可能性较小。

（5）上层含水层污染事故

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，一般情况下不存在由于钻孔密封不良造成浸出剂泄露事故发生。

在生产过程中，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，本项目在采区内部上含水层布置监测井，一旦监测数据异常，通过停止附近抽、注液井，将破损的生产井进行修复或全孔封闭。

6) 饱和树脂运输事故

从本项目水冶厂房到钱Ⅱ水冶厂，运输距离较长约 25km，其中途经敏感点有东乌兰楚嘎查、苏尼吐嘎查、沙布日吐嘎查、宝罕召、太阳村。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。

树脂转运车采用单层常压卧式储罐，进、出口管道均设置阀门密封措施，出现泄漏的可能性较小。饱和树脂转运委托中核通辽铀业公司（通辽铀业）进行，通辽铀业制定了《树脂运输泄漏事故专项应急预案》，如果发生交通事故致使意外泄漏时，启动应急预案立即将泄漏的饱和树脂及泥土统一收集，运至钱Ⅱ块地浸采铀工程水冶厂处理。在钱Ⅱ块地浸采铀工程水冶厂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。

7) 废水转运车运输事故

本试验项目产生的废水主要是维持采场抽、注动态平衡所需的 0.4% 的抽、注余量及实验室废水，年废水产生总量约 3601m³，日均废水量 9.92m³/d，本项目计划利用 2 台废水转运车（一用一备），将项目产生的废水全部转运到钱家店钱Ⅱ块地浸采铀工程的蒸发池处理，废水转运车由运输卡车改造形成，罐体材质为碳钢，厚度为 5 mm，内衬 3 mm 橡胶防腐层，储罐容积 20m³，储罐内涂刷 3mm 后橡胶防腐层，转运频率约 10 天/次。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。运输卡车四周安装防撞防护栏，罐体与车头车位连接处设置防撞减震装置，最大程度保护罐体在发生碰撞时不发生泄漏。极端情况下，运输过程中罐体经碰撞发生泄漏，若泄漏尺寸较小，通过随车携带的堵漏器材如巴泄漏密封墙、外封式堵漏袋、捆绑式堵漏袋、堵

漏密封胶、磁压堵漏系统、注入式堵漏器材、黏贴式堵漏器材等立即封堵，立即封堵，同时就地设置围堰，收集泄漏出来的废水；若泄漏尺寸比较大，就地设置围堰，收集泄漏出来的废水，同时派出另外一台废水转运车，将收集的废水抽至备用废水转运车，继续完成转运任务，同时将废水污染的土壤集中收集后运至钱Ⅱ蒸发池。

2、环境风险评价

本项目生产过程中涉及的主要危险物质包括盐酸、柴油等，根据《建设项目环境风险评价技术导则》（HJ169-2018），本项目盐酸和柴油存量较小，仅对环境风险做简要分析。

1) 环境风险分析

在发生事故下，盐酸罐周边的盐酸浓度较高，会对人体造成一定影响，因此，一旦发生盐酸泄漏事故，首先要采取堵漏、导液等应急措施，尽量控制液体的外泄量，操作人员必须佩戴防毒面具，防护服等；由于有围堰的阻挡，及时将泄漏液体收集后，盐酸雾即停止外排，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。

本项目柴油密封保存，施工期严格按照安全标准化有关要求施工和管理，在柴油取用过程中规范小心操作，断绝火源，严格执行防火、防爆、防雷击等相应的防火工作，该风险是可控的，可以接受的。

2) 事故防范及应急措施

(1) 盐酸泄露事故防范措施

①盐酸罐周边设置围堰，围堰长×宽×高为 4m×3m×1m，容积为 12m³，盐酸储罐容积为 11.76m³，一旦酸罐发生泄漏，围堰能够容纳酸罐中的盐酸。围堰内侧壁及地面均按照规范作防渗、防腐处理，防止污染地下水；同时厂内应贮足必要的石灰、片碱等碱性药剂，以防酸性物质泄漏时的应急处理之需。

②围堰内设置泵、管道等收集设施，一旦发生泄漏事故，即刻启动液体回收系统，将泄漏的盐酸收集。

③盐酸罐附近设置水冲洗装置；在接触有毒有害物料工作岗位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。

(2) 柴油泄露防范措施

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制定突发环境事故发生应急预案，加强职工安全教育，提高安全防范风险意识以及应急响应能力，若发生泄露事故后，立即采取应急补救措施，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，立即采取应急补救措施清挖受污染土壤，并将污染土壤交由有危险废物处置资质单位处理。

9 建设项目拟采取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	
大气污染物	施工期	施工扬尘	颗粒物	洒水抑尘、遮盖土方、避免大风期间施工等	满足《大气污染物综合排放标准》(GB16297-1996)新污染源浓度限值要求。周围居民点满足《环境空气质量标准》(GB3095-2012)二级标准。
		钻井燃油废气	SO ₂ 、NO _x 、颗粒物	使用符合国家标准的清洁燃料、达标排放。	
	运行期	浸出液处理系统	氡及其子体HCl气体	采取全面通风措施后,由高出周围50m内最高建筑物屋脊3m的排气筒排至大气扩散稀释	气载途径所致最大地面氡浓度增量为0.198Bq/m ³ ,最大个人有效剂量为4.24×10 ⁻³ mSv/a,满足个人有效剂量管理限值0.05mSv/a。
水污染物	施工期	洗井废水	SS	洗井废水经收集后排入泥浆池,在泥浆池内自然蒸发或洒水抑尘,不外排。	不外排
		生活废水	COD、NH ₃ -N	场地洒水抑尘、绿化;	
	运行期	工艺废水	U _{天然} 、 ²²⁶ Ra	蒸发池蒸发处理	不外排
		流散浸出液	U _{天然} 、 ²²⁶ Ra	严格控制抽大于注的比例不小于0.4%,其中边界抽注单元的抽液量不小于注液量0.5%;设置监测井	不扩散
		生活污水	COD、NH ₃ -N	经化粪池处理后外运	不外排
固体废物	施工期	钻井泥浆	—	排入泥浆坑,施工结束后覆土掩埋,恢复植被。	妥善处置
		废弃岩心	—	进行掩埋处理,掩埋后地表恢复原貌。	
		柴油发电机	废机油	建设单位收集后交有资质单位处置。	妥善处置
		施工人员	生活垃圾	统一收集,定期清运。	妥善处置
	运行期	废旧管道、设备	表面污染	后暂存于固体废物库,待退役时运至审管部门认可的废旧金属处理中心处理	妥善处置

	生活垃圾	生活垃圾	定期外运	不外排
	废机油	废机油	建设单位收集后交有资质单位处置。	不外排
	实验室固体废物	实验室固体废物	后暂存于固体废物库，待退役时运至审管部门认可的废旧金属处理中心处理	不外排
噪声	<p>本项目噪声源主要为吸附厂房和淋洗沉淀厂房风机和泵类等，单机噪声源强均小于 90dB (A)。本项目在选取设备时尽量选用低噪声的设备。噪声较大的设备安装在室内，采取墙体隔声的措施来降低噪声。空压机、风机等均采取隔声、减震措施。</p> <p>项目周边居民点满足《声环境质量标准》(GB3096-2008) 中的 2 类标准要求。</p>			
其它	—			
<p>生态保护措施及预期效果:</p> <p>为了使工程开发导致的生态环境破坏程度得到有效的控制，植被有效的恢复，项目建设期、运营期及退役期应采取相应的生态修复措施，使资源开发与区域生态建设和环境保护协调发展的目的。本项目的生态恢复主要通过退役治理和生态复垦来完成。</p> <p>(1) 生态恢复方案</p> <p>本项目服务期结束后，需进行生态恢复的重点为井场、水冶厂。生态恢复前先测定氮析出率，对不满足管理限值要求的区域，在覆土实验的基础上进行表土清挖；清挖后，对区域进行覆土和植被复种，使氮析出率达到管理限值要求。覆土植被应当选择当地的优势植物进行栽种，防止水土流失，改善生态环境。</p> <p>(2) 其他生态措施</p> <p>①对管沟开挖产生的土方，采取加覆盖层的方式防止风蚀或水蚀造成的土壤流失；在管道铺设完毕后，对管沟及时回填，压实土壤，并在表面种植当地草本植物，恢复地表植被。</p> <p>②对于项目使用中的大型机械，安装必要的减震降噪设施，减小噪声的源强。运输车辆选择合理的运输路线及运输时段，减少对居民生活及动物活动的影响。</p> <p>③施工期加强施工管理，对各种施工活动严格控制在施工区域内，尽可能地不破坏原有的地表植被和土壤，并将临时占地面积控制在最低限度。对施工人员进行生态保护意识教育，严禁对周围植被进行随意破坏。</p> <p>④本项目服务期结束后及时进行退役治理和生态复垦，恢复项目区内的植被和生态环境。</p>				

10 环境保护设施及环境保护投资一览表

本项目总投资为 5100 万元，环保投资共为 138 万元，占总投资的 2.71%，项目环保投资明细表见表 10-1。

表 10-1 环保投资一览表

类别	污染源	环保设施	投资 (万元)
废气	工作场所放射性气溶胶及非放废气	厂房通风系统	12
废水	工艺废水、生活污水、事故废水	化粪池、外运委托处置	50
地下水	浸出剂扩散	监测井	20
固废	生活垃圾	分类收集、处理，外运生活垃圾填埋场	5
	钻井泥浆，废旧设备、管线	泥浆压滤设施、泥饼池，固体废物库	5
噪声	风机、泵类	选用低噪声设备，减振，加装消声器等	13
生态	绿化	植树种草	1
环境 风险	盐酸储罐泄露	围堰	2
监测 设备	监测	辐射及环境监测设备	30
合 计			138

11 环境管理与监测计划

1、环境管理

建设项目环境管理是指工程在施工期、运行期执行和遵守国家、省、市有关环境保护法律、法规、政策和标准，对建设项目的运行实行有效监控，及时掌握和了解污染治理与控制措施的执行效果，以及周围地区环境质量的变化，及时调整工程运行方式和环境保护措施，并接受地方环境主管部门的环境监督，最终达到保护环境的目的，取得更好的综合环境效益。

1) 环境管理机构

核工业北京化工冶金研究院总体负责本项目的辐射防护和环境保护管理与监测工作，安全质量部为专门的环境保护和辐射防护管理机构，配有 5 名专职安全环保管理人员，负责对本项目进行定期的检查和监督，保证环保设施的运行正常。基地配置 1 名专职安全环保管理人员，负责现场的安全环保管理工作。日常环境监测工作由核工业北京化工冶金研究院分析检测中心承担，配置 2 名流出物与辐射环境监测人员。

2) 环境管理机构的职责

(1) 贯彻执行《中华人民共和国环境保护法》等相关法律、法规。按照环境保护政策、环境标准及监测要求，制定相应的规章制度，并监督执行。

(2) 编制施工期、试验期和关停期的环境保护和污染防治计划。

(3) 制定污染物排放控制指标及控制标准值。

(4) 在建设阶段负责监督环保设施的施工、安装和调试等；落实“三同时”的执行情况。项目试验期间，定期检查环保设施的运行情况，根据存在的问题，及时提出有效的整改方案。

(5) 保证污染物达标排放，维护环保设施的正常运转，协同环保主管部门处理公众提出的环境保护方面的问题。

(6) 组织开展全体职工的辐射防护教育和工作人员的技术培训，提高工作人员的业务素质和自我保护意识。

(7) 组织进行辐射环境监测，建立源项监测档案，定期向行业主管部门和环保主管部门上报监测报表。

3) 环境管理计划

(1) 施工期的环境管理

①项目施工前应认真编制施工组织计划，做到文明施工。

②将环保要求体现在工程施工承包合同中，对施工方法、施工机械、施工速度、施工时段等要充分考虑环境保护要求，特别是施工过程中产生废水、噪声、固体废弃物等对周围环境的影响，要有行之有效的处理措施，并建议建设单位将此内容作为工程施工考核的重要指标之一。

③**建设单位在工程施工期间，要认真监督施工单位施工期间环保管理及环保措施落实情况**，了解施工过程中设备、物料堆置、临时工棚搭建、便道及施工方法对生态造成的影响，若发现严重影响及污染环境情况，建设单位应及时制止并要求改进。

④工程竣工时，要全面检查施工现场环境状况，施工单位应及时清理临时占用的土地，拆除临时设施，清除各类垃圾，采取覆土绿化等措施，恢复被破坏的地面，使项目良好的环境中运行。

(2) 运行期的环境管理

①运行期应定期监测各类污染物的排放情况，确保放射性污染物的达标排放，并开展相应的流出物监测、常规环境监测等，随时掌握基地及井场周围环境质量的变化趋势。

②明确环境监测的职责，建立健全各项规章制度；根据国家辐射环境标准，对矿山重点污染源和污染物开展日常监测，尤其要重视对地下水的监测，避免对地下水环境造成污染，并将监测数据编制表格和报表，定期上报有关主管部门，建立监测档案。

③严格落实合理的地下水修复方案，并在地下水修复期间观察地下水治理的稳定状态，检查地下水治理效果。

2、监测计划

1) 施工期监测计划

本项目施工期环境监测主要包括大气、噪声、地下水等常规介质的监测。为了更准确地把握区域地下水本底范围，本项目将重点加强钻井施工期的地下水水质监测工作，主要分别为监测孔及试验钻孔两部分。其中，开展施工期的监测孔的本底监测，目的是更准确地掌握本区域地下水环境本底值，保留矿山运行前监测孔的本底数据，为项目运

行期地下水环境影响评价及日常监管提供对比数据。开展施工期的试验钻孔的本底监测，目的是保留矿山运行前的生产钻孔本底数据，为本项目制定终采后的地下水修复目标值提供参考依据。监测计划见表 11-1。

表 11-1 施工期监测计划

监测对象	监测位置	监测频次	监测项目
空气	井场厂界四周、东乌兰楚、西乌兰楚	1 次/季度	TSP、SO ₂ 、NO _x 、颗粒物
噪声	井场厂界四周、东乌兰楚、西乌兰楚	1 次/季度	昼夜等效连续 A 声级
地下水	所有试验孔和监测孔	建设单位自行开展第 1 次取样监测	pH、U _{天然} 、 ²²⁶ Ra、Cl ⁻
	选取 5 个代表性试验孔和所有监测孔	建设单位自行开展第 2 次取样监测，与第 1 次取样至少间隔 1 个月	pH、U _{天然} 、 ²²⁶ Ra、Cl ⁻
	选取 5 个代表性试验孔和所有监测孔（点位同上）	委托有资质的第三方开展第 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 Po、 ²¹⁰ Pb、pH、SO ₄ ²⁻ 、F ⁻ 、Cl ⁻ 、NO ₃ ⁻ 、Fe、Cu、Zn、Mn、Hg、Cd、Cr ⁶⁺ 、As、Pb、Ni、Ba、Be、Mo、Co、溶解性总固体、总硬度、氨氮、亚硝酸盐、高锰酸钾指数

2) 运行期监测计划

(1) 常规环境监测

对环境各相关介质进行监测，及时掌握环境质量状况和变化趋势；与对照点对比，判断环境污染物的来源和可能造成的危害，积累环境监测数据，为环境管理提供依据。

常规环境监测包括大气、地下水、土壤、生物等。

(2) 流出物监测

根据设施的性质、规模及运行情况，在产生放射性流出物的设施、部位实施监测，以便及时掌握和控制气、液态流出物的排放量和对环境的影响。流出物的监测包括气载流出物、液态流出物等的监测，监测计划详见表 11-2，监测布点见图 11-1。



图 11-1 运行期常规监测布点图

(3) 事故应急监测

事故应急监测项目、监测点位、监测频度，根据事故发生的性质、时间、地点、可能污染范围等因素，及时进行有关项目追踪监测，取得事故现场监测数据和有关资料，并进行事故评价，并将结果汇报核工业集团公司的事故应急中心。

表 11-2 常规环境监测计划

序号	监测介质	监测点	监测对象	监测或分析项目	监测频次
1	空气	东乌兰楚嘎查、西乌兰楚嘎查 基地试验设施、井场的下风向 边界处	环境空气	氡及其子体	1 次/季
		对照点，基地试验设施最小风 频下风向 500m			
2	陆地 γ	同上		γ 辐射空气吸收剂量率	1 次/半年
3	地下水	东乌兰楚嘎查、西乌兰楚嘎查	潜水井	$U_{\text{天然}}$ 、 ^{226}Ra 、 ^{210}Po 、 ^{210}Pb 、 pH 、 SO_4^{2-} 、 Cl^- 、总 α 、 总 β 等	1 次/半年
		试验采区周边	监测井	$U_{\text{天然}}$ 、 pH 、 SO_4^{2-} 、 Cl^- 、 总 α 、总 β 等	1 次/2 个月
				^{226}Ra 、 ^{210}Po 、 ^{210}Pb 、	1 次/半年
4	土壤	井场周边农田布置 2 个采样 点、井场内布设 3 个采样点	农田	$U_{\text{天然}}$ 、 ^{226}Ra	1 次/半年 或植物生长

		对照点（西乌兰楚嘎查）			
5	生物	井场周边农田布置 2 个采样点、井场内布设 3 个采样点	玉米或牧草	U _{天然} 、 ²²⁶ Ra	1 次/年
		对照点（西乌兰楚嘎查）	玉米或牧草		
注：每次监测的点位一致					

表 11-2 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	吸附厂房排气筒	²²² Rn及其子体浓度	1次/月
2	气载流出物	淋洗沉淀厂房排气筒	²²² Rn及其子体浓度	1次/月

注：集液罐位于吸附厂房内，集液罐逸散出来的氡气通过吸附厂房的通风系统由吸附厂房屋顶排气筒排放，因此，气态流出物排放口布设在吸附厂房排气筒。

4、测量方法及仪器设备

监测方法应优先选用国家标准监测方法，监测方法及仪器设备见表 11-3。

表 11-3 监测方法及仪器设备

监测项目		监测方法	仪器设备	检出限
空气	氡浓度	《环境空气中氡的标准测量方法》（GB/T14582-1993）	RAD7α 能谱氡气检测仪	0.1pCi/L
	氡子体	《环境空气中氡的标准测量方法》（GB/T14582-1993）	KF608 智能氡子体测量仪	10nJ/m ³
γ辐射空气吸收剂量率		《环境γ辐射剂量率测量技术规范》（HJ 1157-2021）	BH3103B 便携式 X-γ剂量率仪	1.0nGy/h
地下水	U _{天然}	《环境样品中微量铀的分析方法》（HJ 840-2017）	MUA 激光荧光铀分析仪	0.1ug/L
			HD3025 微量铀分析仪	2ng/L
	²²⁶ Ra	《水中镭-226 的分析测定》 GB/T11214-1989	PC2100 镭氡分析仪	0.37mBq/L
	²¹⁰ Po	《水中钋-210 的分析方法》 HJ813-2016	BH1324Dα 能谱仪	0.1mBq/L
	²¹⁰ Pb	《水中铅-210 的分析方法》 EJ/T859-1994	BH1216α/β 测量仪	1mBq/L
	pH	《水质 pH 值的测定 玻璃电极法》GB/T6920-1986	PHS 酸度计	/
	总α	《水中总 α 放射性浓度的测定后源法》EJ/T 1075-1998	BH1216α/β 测量仪	2.0mBq/L
	总β	《水中总 β 放射性测定 蒸发法》EJ/T 900-1994	BH1216α/β 测量仪	5.0mBq/L
Cl ⁻ SO ₄ ²⁻	《水质 无机阴离子（F ⁻ 、Cl ⁻ 、NO ₂ ⁻ 、Br ⁻ 、NO ₃ ⁻ 、PO ₄ ³⁻ 、SO ₃ ²⁻ 、SO ₄ ²⁻ ）的	CIC-D160 离子色谱仪	0.007mg/L 0.018mg/L	

		测定 离子色谱法》(HJ84-2016)		
土壤	U _{天然}	《环境样品中微量铀的分析方法》 (HJ 840-2017)	MUA 激光荧光铀分析仪	0.10 ug/g
	²²⁶ Ra	《水中镭-226 的分析测定》 GB/T11214-1989	PC2100 镭氡分析仪	5.0 Bq/kg
生物	U _{天然}	《环境样品中微量铀的分析方法》 (HJ 840-2017)	MUA 激光荧光铀分析仪	0.10ug/kg (鲜)
	²²⁶ Ra	《食品安全国家标准 食品中放射性物质镭-226 和镭-228 的测定》 (GB14883.6-2016)	PC2100 镭氡分析仪	0.01 Bq/kg (鲜)

12 退役治理与长期监护

1、退役治理

1) 退役治理目标

退役管理目标值主要根据《铀矿冶辐射防护和辐射环境保护规定》（GB23727-2020）确定。

（1）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低于正常试验时的剂量约束值，即 0.05mSv/a。

（2）地表 ^{222}Rn 析出率的管理限值

根据《铀矿冶辐射防护和辐射环境保护规定》（GB23727-2020），本项目工业场地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 $0.74\text{Bq}/\text{m}^2\cdot\text{s}$ 。

（3）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 $0.18\text{Bq}/\text{g}$ 。

（4）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。

（5）放射性表面污染控制水平

本项目中，无利用价值的金属设备、管线等经去污处理后，统一送生态环境主管部门许可的放射性废旧金属处理单位处理。

设备、管线在运输过程中，参照《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

（1）地下水的治理：地下水治理主要为地下水的修复，根据国内外类似工程的实践，本矿床地下水修复拟采用“地下水抽出—地表处理—处理后的清洁水回灌—抽

注入井交替抽注—修复后观察”的修复方案。

具体如下：

①将残留的地下浸出液抽出，抽出水用来配置浸出剂，注入新的井场或排入蒸发池蒸发，抽出水的体积约为 2 个孔隙体积；

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，抽出水的体积约为 6 个孔隙体积；

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将抽出井改为注液运行，将注入井改为抽液运行，进行抽注孔的交替循环，约需 2 个孔隙体积的水；

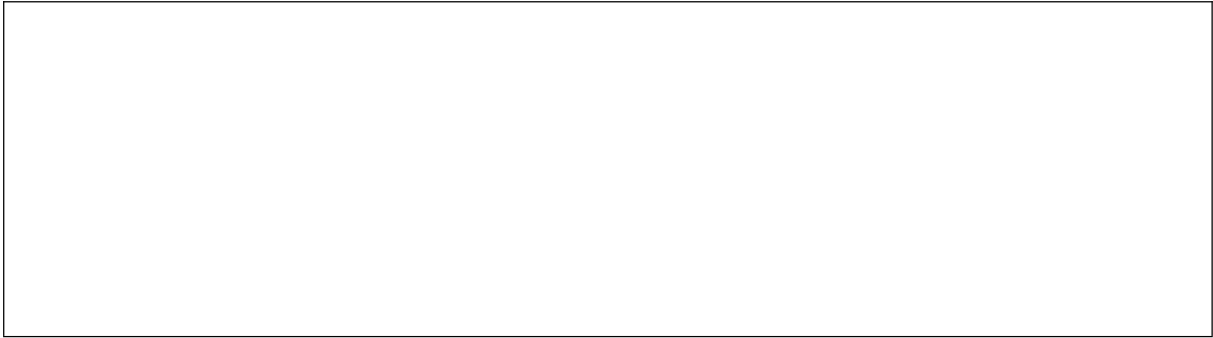
⑤地下水修复后，进行不少于一年的地下水水质稳定性监测，在确保地下水水质修复稳定后，填实封闭所有钻孔。

(2) 地表工程退役治理采用拆除、去污、清挖、覆土植被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，最后用水玻璃、混凝土等注浆封堵。井场与试验场地治理采用原地覆盖技术，种植植被，确保达到控制水平。地表设备和管道，遵循相关标准和规范的规定进行物理、化学去污等方法进行去污治理。

(3) 根据《铀矿冶辐射防护和辐射环境保护规定》(GB23727-2020)第 9.1.5 条：地浸采场关停期间，仍需要采取抽大于注和地下水监测措施，确保浸出液迁移扩散范围满足 6.2.4.2 的要求。而《铀矿冶辐射防护和辐射环境保护规定》(GB23727-2020)关于关停的定义为：铀矿冶设施因某些非例行原因停止使用并在某些条件下恢复使用前，或在终止生产后、退役治理实施前所采取的行动。运行 15 组单元之外的其他钻孔在退役治理前可维持抽大于注和地下水监测措施，控制浸出液迁移扩散范围。待基地服务期结束时统一开展退役治理。

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

1、结论

1) 项目概况

(1) 核工业北京化工冶金研究院地浸采铀科研创新基地位于内蒙古自治区通辽市白兴吐苏木境内，通过本项目的建设将建成集地浸科研共性技术研发中心、科研成果转化平台、人才培养基地等功能为一体的地浸采铀科研试验基地。

本项目服务年限为 30a。项目建设内容主要包括井场开拓试验设施、浸出液处理试验设施、配套设施三部分内容。本项目总建设投资 5100 万元，其中环保投资 138 万元，环保投资占工程总投资的 2.71%。

(3) 本项目采用 CO_2+O_2 浸出工艺，一期钻孔利用通辽宝龙山铀矿重点地段水文地质勘察孔（7 组，七点型布置），同时施工 3 眼浸出率观测井和 6 眼监测井，浸出液处理能力不超过 $50\text{m}^3/\text{h}$ ，只建设吸附设施和相关配套设施，淋洗沉淀委托通辽铀业进行处理，预计 2021 年 12 月开工建设，建设周期 0.5 年；二期在一期的基础上施工 21 组钻孔，终期浸出液处理能力不超过 $100\text{m}^3/\text{h}$ ，在一期吸附设施的基础上，建设淋洗沉淀设施，二期计划 2023 年 6 月开工建设，建设期 1 年。

2) 污染物的产生及处理

(1) 放射性废物的产生及处理

废气：试验期间主要气态污染物吸附厂房、淋洗沉淀厂房产生的氦及其子体、放射性气溶胶，吸附厂房氦气释放量约为 $8.75\times 10^{11}\text{Bq/a}$ ，淋洗沉淀厂房氦气释放量为 $8.1\times 10^{10}\text{Bq/a}$ ，自排风筒排出后进入大气稀释扩散。

废水：主要为吸附尾液和试验室废水，年产生量为 $3601\text{m}^3/\text{a}$ ，通过废水转运车，转运至钱 II 块蒸发池，蒸发处理。

固废：钻孔泥浆统一运至泥饼池进行集中处理，然后覆土植草，恢复地貌；对于检修过程中产生的废旧金属，经简单去污后暂存于固体废物库，待退役时运至审管部门认可的废旧金属处理中心处理。

(2) 非放射性废物的产生及处理

废气：盐酸无组织排放的 HCl 在东、南、西、北厂界处的贡献值均小于 $0.20\text{mg}/\text{m}^3$ ，

可满足《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，对周围环境影响较小。

生活污水经化粪池处理后统一运至污水处理厂进行处理，不外排，因此不会对项目周边的水环境产生影响。

本项目噪声源强小，经采取厂房隔声、降噪措施后，厂界可以满足《工业企业厂界环境噪声排放标准》（GB12348-2008）2类区标准。

生活垃圾定期清运。

3) 环境质量现状

根据本项目现状监测结果，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；声环境满足《声环境质量标准》（GB3096-2008）中2类标准要求。

矿区周边居民点地下水、上含矿含水层、含矿含水层中放射性核素浓度位于区域本底水平；非放射性因子整体满足《地下水质量标准》（GB/T14848-2017）III类标准，其中：潜水含水层个别因子（pH、Mn、F⁻、COD、亚硝酸盐、氨氮）背景值较高；上含矿含水层及含矿含水层个别因子（pH、SO₄²⁻、As、Mo、F⁻、TDS、NO₃⁻、NH₃-N、总硬度）背景值较高。

4) 环境影响分析

(1) 施工期环境影响分析

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

(2) 运行期环境影响分析

①本项目对公众产生照射的主要途径为抽出井释放的²²²Rn对周围公众产生的吸入内照射，运行期气态源项所致评价区域最大个人有效剂量为 $4.24 \times 10^{-3} \text{mSv/a}$ ，出现在E方位、0~1km子区，关键居民点为东乌兰楚嘎查，最大个人剂量占个人剂量约束值 0.05mSv/a 的54.4%。20km范围内的集体剂量为 $3.29 \times 10^{-3} \text{人.Sv/a}$ 。本项目运行期气态源项所致的个人有效剂量较小，均低于相应的个人剂量管理目标值，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。20km 评价范围内钱 II 块地浸采铀工程（一期、二期）、钱 III 块地浸采铀试验、钱 IV 块地浸采铀工程及本项目对 20km 评价范围影响最大的是 WNW 方位 10~20km 子区，个人剂量最大值为 4.43×10^{-2} mSv/a，满足 GB23727-2020《铀矿冶辐射防护和环境保护规定》中“公众照射的剂量控制值取连续 5 年的年平均有效剂量不超过 0.5mSv/a”的要求。

②地下水环境影响分析

井场地下水 $U_{\text{天然}}$ 在生产期末第 30a 时，在地下水水流方向向下游的迁移距离约为 105.11m；Cl⁻在地下水水流方向向下游的迁移距离分别为 115.52m；Ra 在地下水水流方向向下游的迁移距离分别为 102.26m，SO₄²⁻在地下水水流方向向下游的迁移距离分别为 112.71m。

③钻孔泥浆统一运至泥饼池进行集中处理，然后覆土植草，恢复地貌。对于检修过程中产生的废旧金属，经简单去污后暂存于固体废物库，实验室产生的固体废物也暂存域固体废物库，待退役时运至审管部门认可的废旧金属处理中心处理。

④盐酸罐无组织排放的 HCl 在东、南、西、北厂界处的贡献值均满足《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，对周围环境影响较小。且对周边居民点空气中 HCl 的贡献值较小，满足《环境影响评价技术导则 大气环境》（HJ 2.2-2018）中附录 D 其他污染物空气质量浓度参考限值的要求，可见对厂区周围居民点的环境空气质量影响较小。

⑤噪声：厂界噪声值可达到《工业企业厂界环境噪声排放标准》（GB12348-2008）中 2 类标准的要求，不会对周边声环境产生明显影响。

综上所述，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

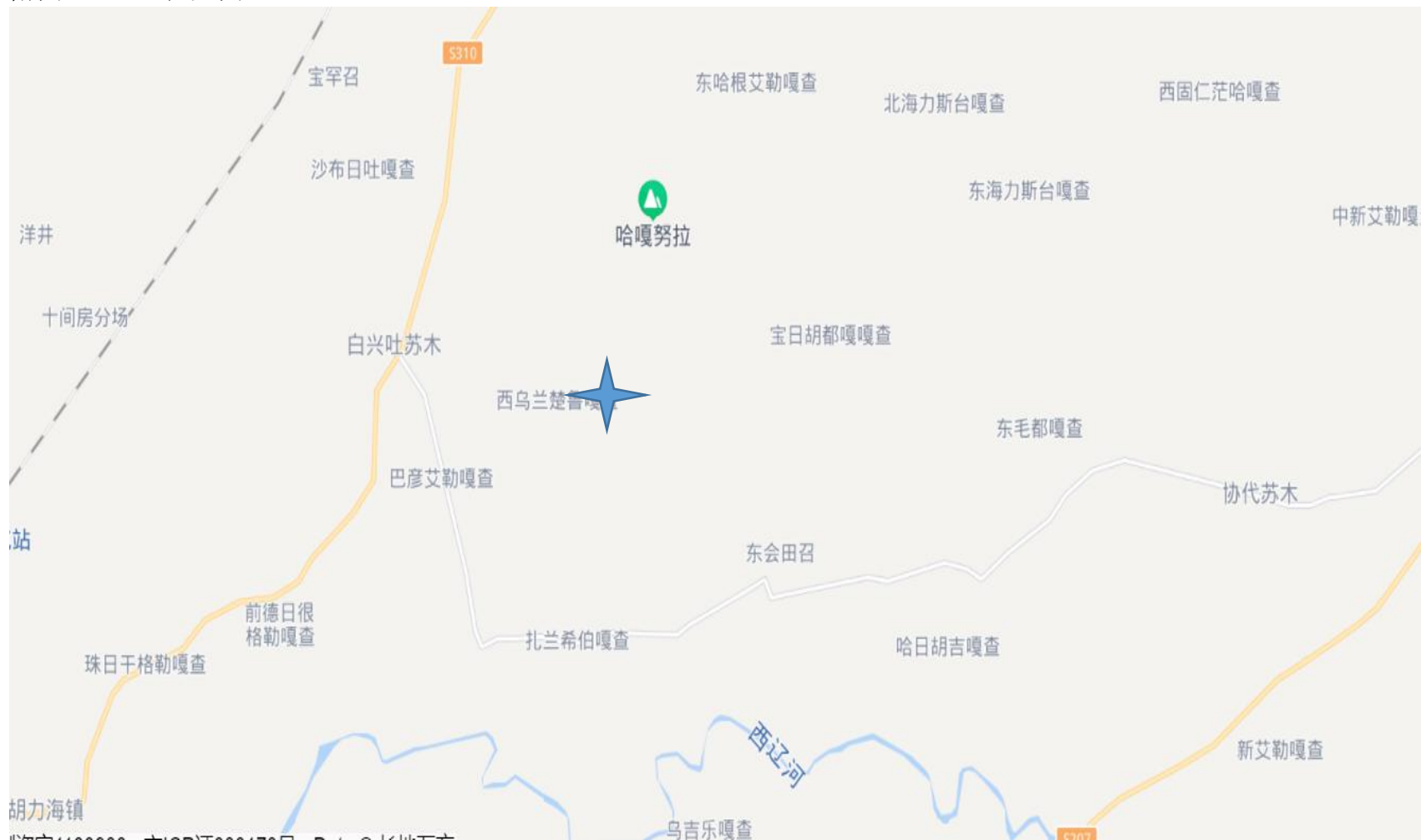
2) 建议

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

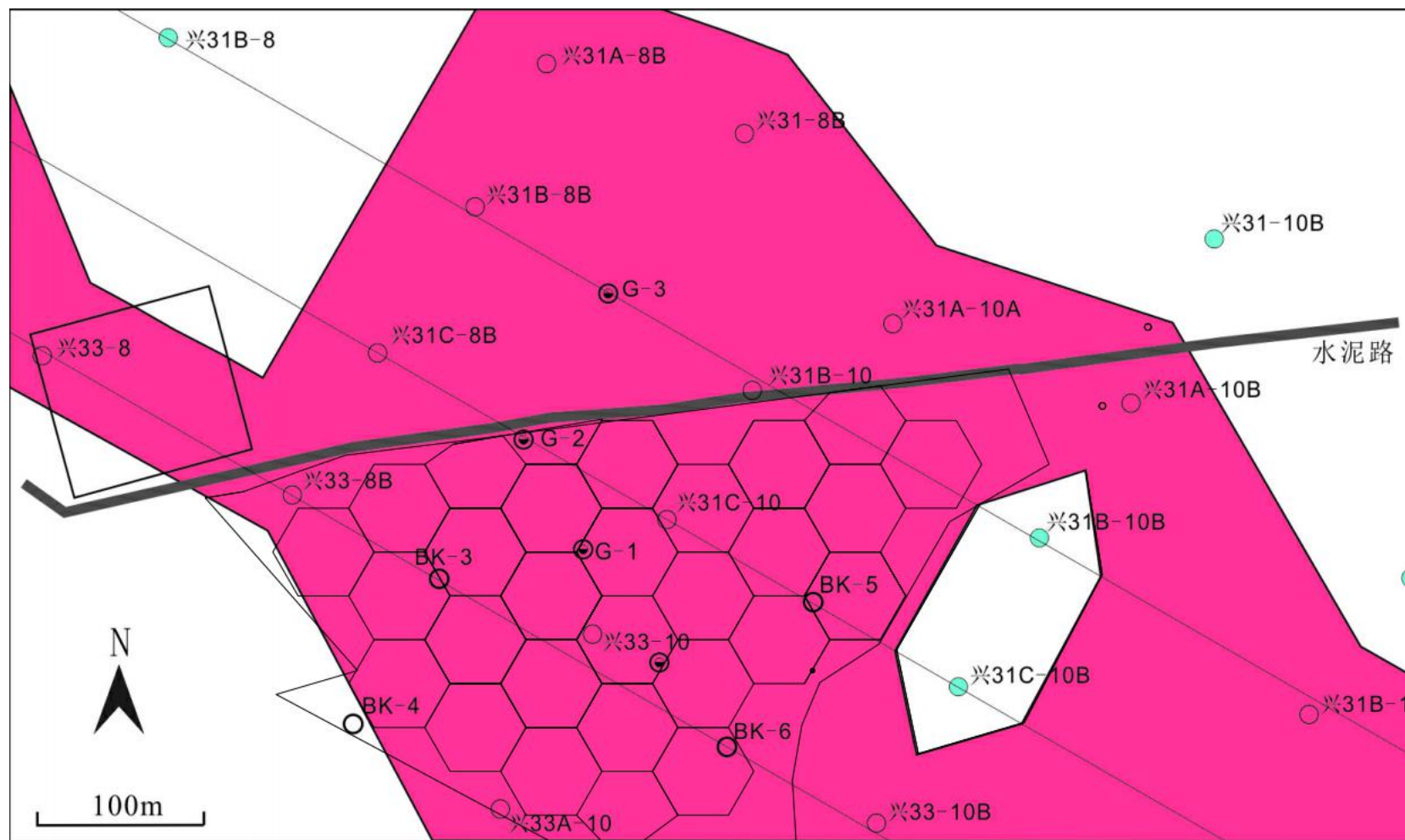
(2) 施工过程中严格按照钻井泥浆处理措施实施，并加强钻井泥浆的管理，从而减少对环境的影响。

(3) 按照设计要求，实施监测井的施工，在生产过程中，确保抽大于注并定期对监测井进行取样监测，发现地下水异常立即采取相应措施。

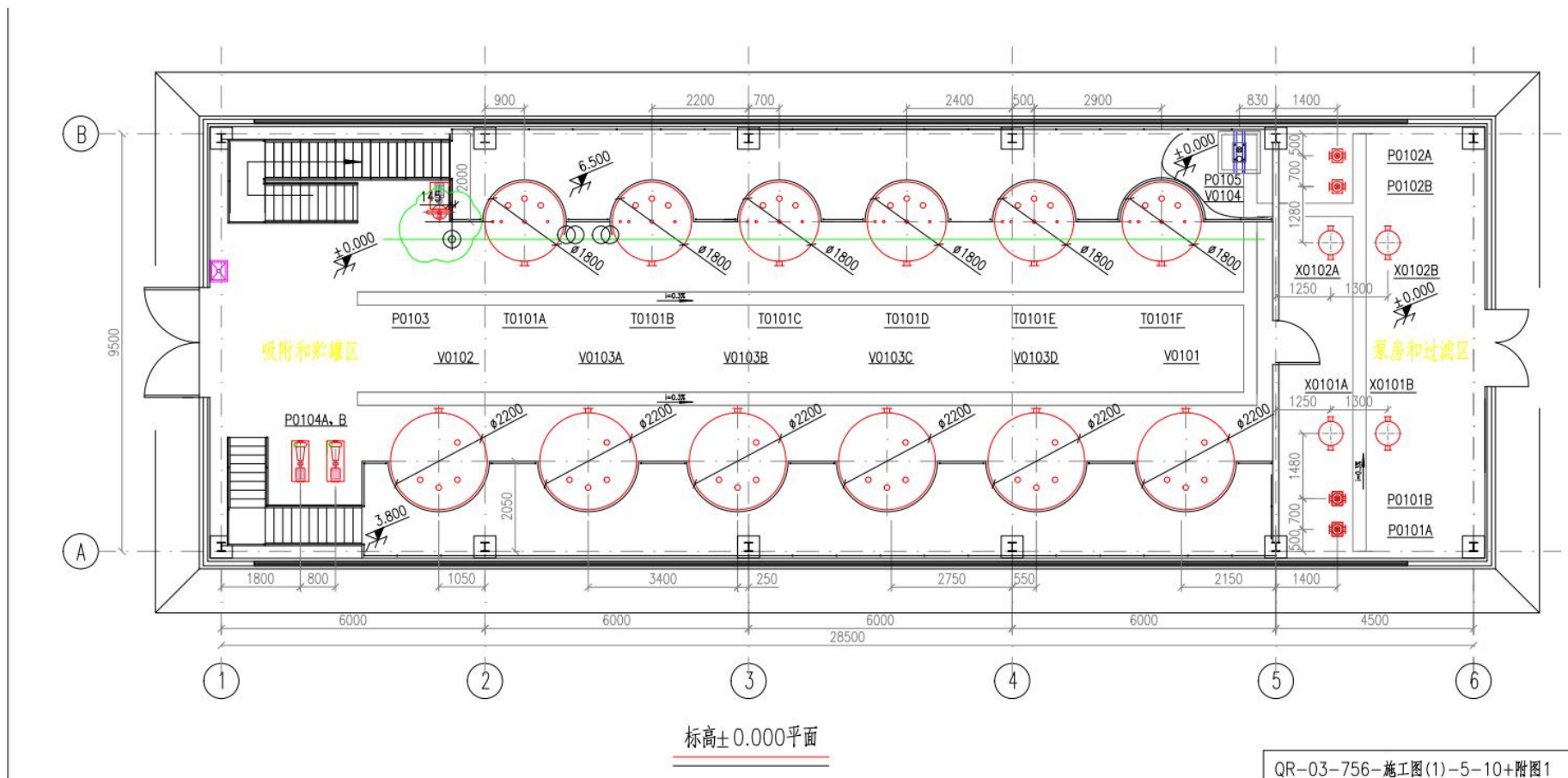
附图 1 地理位置图



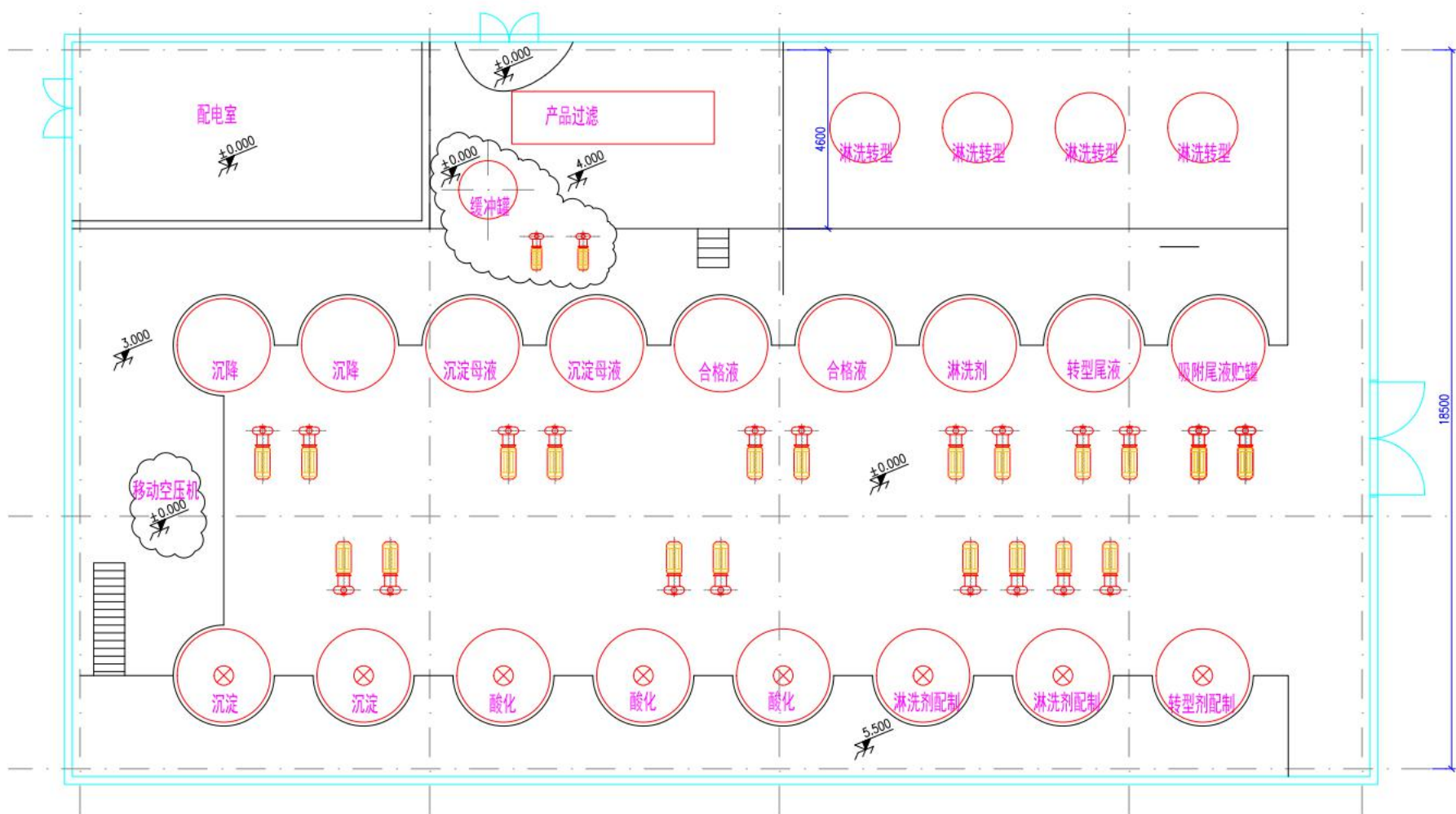
附图2 井场平面布置图



附图 4 吸附厂房平面布置图



附图 5 淋洗沉淀厂房布置图



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《核工业北京化工冶金研究院地浸采铀科研创新基地环境影响报告表》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。

核工业北京化工冶金研究院

2020 年 12 月

核工业北京化工冶金研究院

关于“地浸采铀科研创新基地”项目立项的通知

铀矿地浸技术研究所：

根据《国防科技工业中长期科学和技术发展规划纲要》（2016-2030）和中核铀发[2020]436 号文件精神，结合核工业北京化工冶金研究院“十三五”总体规划建设项目的要求，我院拟在通辽盆地建设一个集地浸共性技术研发、科研成果转化、人才培养等功能为一体的“地浸采铀科研创新基地”。经研究决定：

一、铀矿地浸技术研究所牵头开展基地建设并进行宝龙山铀矿床地浸条件试验研究，评价试验结果，论证可行性，完成相关手续审批。

二、建设地点：内蒙古自治区通辽市科尔沁左翼中旗白兴吐苏木境内宝龙山铀矿床。

三、建设内容：包括井场开拓试验设施、浸出液处理试验设施、配套设施三部分。其中：井场开拓试验设施布设 15 组七点型抽注液钻孔，设计总抽液量 100m³/h，浸出液处理试验设施具备 100m³/h 处理能力，初期对应 7 组钻孔只运行约 50m³/h，配套设施包括集控室、气体站、盐酸罐、机修间、柴油发电机房、电锅炉房、实验室等。

四、项目总投资：人民币 5100 万。

五、服务期：30 年。

核工业北京化工冶金研究院

2021 年 1 月 29 日



ᠠᠨᠤᠯᠤᠭ ᠤᠨᠤᠯᠤᠰ ᠤᠨᠤᠯᠤᠰ ᠤᠨᠤᠯᠤᠰ ᠤᠨᠤᠯᠤᠰ ᠤᠨᠤᠯᠤᠰ ᠤᠨᠤᠯᠤᠰ ᠤᠨᠤᠯᠤᠰ ᠤᠨᠤᠯᠤᠰ ᠤᠨᠤᠯᠤᠰ ᠤᠨᠤᠯᠤᠰ

内蒙古自治区生态环境厅

内蒙古自治区生态环境厅 关于核工业北京化工冶金研究院地浸采铀 科研创新基地建设项目环境影响评价 执行标准的复函

核工业北京化工冶金研究院：

你单位《关于申请确认“核工业北京化工冶金研究院地浸采铀科研创新基地建设项目”环境影响评价执行标准的函》收悉。经研究，对该项目环境影响评价执行标准确认如下：

一、环境质量标准

1. 环境空气执行《环境空气质量标准》(GB3095-2012)中二级标准；
2. 地表水环境执行《地表水环境质量标准》(GB3838-2002)中Ⅲ类标准；
3. 地下水环境执行《地下水质量标准》(GB/T14848-2017)中Ⅲ类标准；
4. 声环境执行《声环境质量标准》(GB3096-2008)中2类标准；
5. 土壤环境农用地执行《土壤环境质量 农用地土壤污

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

二、污染物排放标准

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

2. 废水污染物排放执行《污水综合排放标准》（GB8978-1996）一级标准；

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

三、辐射环境执行下列标准

1. 《电离辐射防护与辐射源安全基本标准》（GB18871-2002）；

2. 《铀矿冶辐射防护与辐射环境保护规定》（GB23727-2020）；

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

内蒙古自治区生态环境厅

2021年8月25日

附件 4 监测报告

附件3: 监测报告



第1页 共9页

核工业东北分析测试中心 监测报告

报告编号: 2020-040

委托单位: 核工业北京化工冶金研究院

项目名称: 中核矿业科技集团有限公司核工业创新基地环境调查

监测参数: U_{AM} 、 ^{226}Ra 、 ^{210}Pb 、 ^{210}Po 等

取样日期: 2020-5-13~2020-5-16

监测类别: 委托

报告页数: 9 页

中心主任 (签章):



报告签发人: 孙玉

职务: 主任

职称: 研究员

签发日期: 2020年6月10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

样品名称: 土壤+泥炭 原样状态: 固 样品包装: 袋 样品数量: 8 检测类别: 委托 报告编号: 2020-040
 取样日期: 2020-05-15 检测日期: 2020-05-17 ~ 2020-06-07
 检测依据: GB/T14506.30-2010, GB/T13073-2010, GB/T16141-1995, GB/T11743-2013, GB/T22105-2008 等

序号	监测编号	取样地点	样品名称	U _{xs} ug/g	²³⁸ Ra Bq/kg	²³² Th Bq/kg	²¹⁰ Pb Bq/kg	Fe wt%	Cd ug/g	As ug/g	Hg ng/g	Cr ug/g	Cu ug/g	Zn ug/g	Pb ug/g	Ni ug/g	pH
1	T-1a	宝龙山铀矿床试验井场	土壤	0.84	18.32	9.03	8.77	1.10	0.037	3.39	8.14	18.03	7.12	28.74	13.25	8.72	7.82
2	T-2a	井场外东侧	土壤	0.68	21.73	9.26	12.15	0.92	0.063	2.16	19.13	13.33	5.31	25.24	13.27	5.24	8.02
3	T-3a	井场外西侧	土壤	0.82	33.57	16.24	19.91	1.26	0.061	3.60	5.89	23.98	8.27	32.44	15.67	9.00	8.58
4	T-4a	井场外南侧	土壤	1.30	33.53	17.40	19.82	1.83	0.11	5.32	22.89	34.82	14.07	58.27	18.26	15.39	8.84
5	T-5a	井场外北侧	土壤	0.58	17.82	8.82	9.61	0.59	0.046	1.67	9.59	10.62	4.25	26.78	11.42	3.74	8.05
6	T-6a	东乌兰楚鲁(主导风向向下风向最近农田)	土壤	0.69	16.42	7.52	9.27	0.81	0.037	2.22	4.67	16.08	5.84	27.26	12.73	5.90	8.28
7	T-7a	西乌兰楚鲁(最近居民点)	土壤	1.01	30.52	16.20	16.79	1.46	0.058	3.97	6.36	25.77	9.68	37.61	16.74	10.55	9.04
8	T-8a	泥浆池	泥浆	4.83	53.01	23.12	29.19	1.88	0.14	9.86	13.41	38.54	14.20	73.09	18.51	13.66	8.51

打印: 祁峰

审核: 



核工业东北分析测试中心 监测报告

监测项目：氡 (^{222}Rn) 析出率 报告编号：2020-040
 监测日期：2020-05-13 ~ 2020-05-16 监测依据：EJ/T979-1995
 气象参数：晴，18-22 ℃；西南风，3.8-4.7m/s；气压，101.3KPa

序号	监测编号	监测地点	^{222}Rn 析出率
			[Bq/(m ² ·s)]
1	RE-1a	宝龙山铀矿床试验井场	4.95E-03
2	RE-2a	井场外东侧	3.13E-03
3	RE-3a	井场外西侧	4.38E-03
4	RE-4a	井场外南侧	4.94E-03
5	RE-5a	井场外北侧	3.18E-03
6	RE-6a	东乌兰楚鲁（主导风向向下风向最近农田）	3.89E-03
7	RE-7a	西乌兰楚鲁（最近居民点）	3.57E-03
8	RE-8a	泥浆池	7.41E-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: 3 检测类别: 委托 报告编号: 2020-040
 取样日期: 2020-05-15 检测日期: 2020-05-17 ~ 2020-06-07
 检测依据: HJ700-2014; HJ776-2015; GB/T11214-1989; HJ813-2016; EJT859-1994; EJT1075-1998; EJT900-1994; HJ694-2014; HJ84-2016; DZ/T0064.9-1993; DZ/T0064.15-1993; GB/T6920-1986; DZ/T0064.49-1993 等

序号	监测编号	取样地点	样品名称	U _{eq} ug/L	226Ra mBq/L	210Po mBq/L	210Pb mBq/L	总α Bq/L	总β Bq/L	pH	SO ₄ ²⁻ mg/L	F ⁻ mg/L	CL ⁻ mg/L	NO ₃ ⁻ (以 N 计)		Fe ug/L	Cu ug/L	Zn ug/L
														mg/L	<0.01			
1	DW-1a	闲置敬老院	地下水 (井深 60 米)	10.40	21.22	11.49	13.10	0.31	0.37	7.98	1.33	0.68	21.88	0.054	<0.01	98.05	0.72	2.76
2	DW-2a	东乌兰楚鲁	地下水	4.14	9.11	5.51	6.18	0.13	0.19	7.89	90.01	1.06	164	11.19	0.17	22.04	0.94	11.29
3	DW-3a	西乌兰楚鲁	地下水	2.15	6.94	4.44	4.81	0.070	0.088	8.16	25.61	0.85	53.93	0.083	<0.01	34.00	0.63	4.07

序号	监测编号	取样地点	样品名称	Mn ug/L	Hg ug/L	Cd ug/L	Cr ⁶⁺ ug/L	As ug/L	Pb ug/L	Ni ug/L	Ba ug/L	Be ug/L	Mo ug/L	Co ug/L	TDS mg/L	总硬度 mg/L	NH ₄ -N mg/L	COD _{Mn} mg/L	HCO ₃ ⁻ mg/L
1	DW-1a	闲置敬老院	地下水 (井深 60 米)	94.76	0.018	<0.01	<1	8.37	0.25	3.02	72.43	<0.01	0.038	0.22	514	426	0.24	4.80	583
2	DW-2a	东乌兰楚鲁	地下水	189	0.13	<0.01	<1	2.68	0.14	4.77	119	<0.01	7.83	0.23	686	364	0.038	0.48	338
3	DW-3a	西乌兰楚鲁	地下水	119	0.03	0.025	<1	1.12	0.21	2.53	124	<0.01	2.97	0.17	514	235	0.092	0.97	663

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: 空气中氡、氡子体 报告编号: 2020-040
 监测日期: 2020-05-13 ~ 2020-05-16 监测依据: GB/T 14582-1993
 气象参数: 晴, 18-22 ℃; 西南风, 3.8-4.7m/s; 气压: 101.3KPa

序号	监测编号	监测地点	²²² Rn	²²² Rn 子体
			Bq/m ³	nJ/m ⁵
1	KQ-1a	最小风频下风向 500m	7.45	18.70
2	KQ-2a	主导风向下风向 500m	8.33	23.04
3	KQ-3a	最近居民点室外 (西乌兰楚鲁)	8.39	23.01
4	KQ-4a	东乌兰楚鲁	8.93	23.74
5	KQ-5a	宝龙山轴矿床试验井场	7.36	16.89
6	KQ-6a	主导风频风向垂直方向两侧 500m-南侧	8.96	24.40
7	KQ-7a	主导风频风向垂直方向两侧 500m-北侧	8.17	21.22

序号	监测编号	监测地点	监测日期	²²² Rn
				Bq/m ³
1	LKQ-1a	主导风向上风向 500m	2020/5/14	8.29
			2020/5/15	7.54
			2020/5/16	8.35
2	LKQ-2a	最近居民点室外 (西乌兰楚鲁)	2020/5/14	7.71
			2020/5/15	8.30
			2020/5/16	8.32

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： 地表 γ 辐射空气吸收剂量率 报告编号： 2020-040
 监测日期： 2020-05-13 ~ 2020-05-16 监测依据： GB/T14583-1993

序号	监测编号	监测地点	地表 γ 辐射空气吸收剂量率(nGy/h)	
			均值	范围
1	γ 1a	宝龙山铀矿床试验井场范围	60	42~84
2	γ 2a	井场外东侧 200m	51	33~68
3	γ 3a	井场外西侧 200m	60	52~69
4	γ 4a	井场外南侧 200m	58	48~65
5	γ 5a	井场外北侧 200m	43	33~60
6	γ 6a	东乌兰楚普	55	40~69
7	γ 7a	最近居民点室外(西乌兰楚普)	64	54~74
8	γ 8a	最小风频下风向 500m	56	40~69
9	γ 9a	主导风向下风向 500m	63	54~74

打印：祁峰

 校核：

核工业东北分析测试中心

监测报告

报告编号: 2020-040

样品名称: 生物+牧草 原样状态: 固 样品包装: 袋 样品数量: 3+3 检测类别: 委托


取样日期: 2020-05-13 ~2020-05-14 检测日期: 2020-05-17 ~2020-06-07

检测依据: HJ840-2017; GB14883.6-2016; GB14883.5-2016; GB/T16145-1995 等

序号	监测编号	取样地点	样品名称	^{238}U	^{226}Ra	^{210}Pb	^{210}Po
				ug/kg (鲜)	Bq/kg (鲜)	Bq/kg (鲜)	Bq/kg (鲜)
1	SW-1a	最近居民点(西乌兰楚鲁)	玉米	0.32	0.048	0.031	0.042
			白菜	1.11	0.036	0.040	0.038
			羊肉	0.43	0.035	0.037	0.053

序号	监测编号	取样地点	样品名称	^{238}U	^{226}Ra	^{210}Pb	^{210}Po
				ug/kg (鲜)	Bq/kg (鲜)	Bq/kg (鲜)	Bq/kg (鲜)
1	MC-1a	宝龙山铀矿床试验井场	牧草	0.68	0.030	0.024	0.034
2	MC-2a	西乌兰楚鲁(最小风频下风向 500m)	牧草	0.65	0.034	0.028	0.039
3	MC-3a	东乌兰楚鲁(主导风向下风向 500m)	牧草	0.70	0.038	0.032	0.045

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: 噪声 报告编号: 2020-040
 监测日期: 2020-05-13 ~ 2020-05-15 监测依据: GB3096-2008
 气象参数: 晴; 西南风, 3.8-4.7m/s; 气压, 101.3KPa

序号	监测编号	监测地点	L_{eq}	L_{90}
			dB(A)	dB(A)
1	N-1	宝龙山铀矿床试验井场	48	43
2	N-2	井场外东侧	49	43
3	N-3	井场外西侧	50	42
4	N-4	井场外南侧	50	42
5	N-5	井场外北侧	47	41
6	N-6	最近居民点(西乌兰楚鲁)	54	44

以下空白

打印: 祁峰

校核: 



核工业东北分析测试中心 监测报告

报告编号: 2020-1047

委托单位: 核工业北京化工冶金研究院

项目名称: 中核矿业科技集团有限公司地浸提铀创新基地环境调查

监测参数: U 系、²²⁶Ra、²¹⁰Pb、²¹⁰Po 等

取样日期: 2020-9-15-2020-9-17

监测类别: 委托

报告页数: 9 页

中心主任 (签章):



报告签发人:

职务:

职称:

签发日期: 2020 年 10 月 20 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

样品名称: 土壤+泥浆 原样状态: 固 样品包装: 袋 样品数量: 8 检测类别: 委托 报告编号: 2020-1047
 取样日期: 2020-9-16 检测日期: 2020-09-18 ~ 2020-10-18
 检测依据: GB/T14506.30-2010, GB/T13073-2010, GB/T16141-1995, GB/T11743-2013, GB/T22105-2008 等

序号	监测编号	取样地点	样品名称	U _{eq} ug/g	²²⁶ Ra Bq/kg	²¹⁰ Po Bq/kg	²¹⁰ Pb Bq/kg	Fe wt%	Cd ug/g	As ug/g	Hg ng/g	Cr ug/g	Cu ug/g	Zn ug/g	Pb ug/g	Ni ug/g	pH
1	T-1b	宝龙山铀矿床试验井场	土壤	0.61	19.42	8.14	9.02	0.83	0.03	2.87	16.04	8.88	5.21	17.48	10.82	3.33	7.95
2	T-2b	井场外东侧	土壤	0.66	20.40	9.94	10.95	1.00	0.04	2.76	6.94	17.19	5.28	14.67	12.22	8.60	7.56
3	T-3b	井场外西侧	土壤	1.08	32.69	17.49	21.73	1.40	0.06	4.97	21.14	27.55	10.64	32.92	14.37	11.55	9.56
4	T-4b	井场外南侧	土壤	0.90	34.85	16.97	21.60	1.43	0.06	5.47	7.54	28.59	11.13	28.33	16.21	10.08	8.72
5	T-5b	井场外北侧	土壤	0.64	19.58	9.56	10.28	0.82	0.05	2.78	9.62	10.81	5.15	14.94	11.19	3.80	7.77
6	T-6b	东乌兰慧鲁(主导风向向下风向最近农田)	土壤	0.52	16.34	7.59	9.70	0.64	0.03	2.39	5.77	16.91	3.93	12.25	11.17	10.05	7.77
7	T-7b	西乌兰慧鲁(最近居民点)	土壤	0.95	32.96	15.27	16.29	1.41	0.05	5.04	5.26	22.30	10.38	31.97	14.76	12.25	8.80
8	T-8b	泥浆池	泥浆	4.52	55.69	22.17	27.16	1.75	0.15	10.12	14.29	39.43	12.97	72.11	18.43	12.52	8.49

打印: 祁峰

校核: *[Signature]*

核工业东北分析测试中心 监测报告

监测项目： 氡 (^{222}Rn) 析出率 报告编号： 2020-1047
 监测日期： 2020-09-15 ~ 2020-09-16 监测依据： EJ/T979-1995
 气象参数： 晴，17-19℃；西南风，2.5-3.9m/s；气压，99.7KPa

序号	监测编号	监测地点	^{222}Rn 析出率
			[$\text{Bq}/(\text{m}^2 \cdot \text{s})$]
1	RE-1b	宝龙山铀矿床试验井场	4.58E-03
2	RE-2b	井场外东侧	3.39E-03
3	RE-3b	井场外西侧	4.41E-03
4	RE-4b	井场外南侧	4.14E-03
5	RE-5b	井场外北侧	3.51E-03
6	RE-6b	东乌兰楚鲁（主导风向向下风向最近农田）	4.35E-03
7	RE-7b	西乌兰楚鲁（最近居民点）	2.92E-03
8	RE-8b	泥浆池	8.26E-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: 3 检测类别: 委托 报告编号: 2020-1047
 取样日期: 2020-9-16 检测日期: 2020-09-18 ~ 2020-10-18
 检测依据: HJ700-2014; HJ776-2015; GB/T11214-1989; HJ813-2016; EJ/T859-1994; EJ/T1075-1998; EJ/T900-1994; HJ694-2014; HJ84-2016; DZ/T0064.9-1993; DZ/T0064.15-1993; GB/T6920-1986; DZ/T0064.49-1993 等

序号	监测编号	取样地点	样品名称	U ₂₃₈		²²⁶ Ra		²¹⁰ Po		²¹⁰ Pb		总α		总β		pH	SO ₄ ²⁻	F ⁻	Cl ⁻	NO ₃ ⁻ (以 N 计)		Fe	Cu	Zn	Mn
				ug/L	mBq/L	mBq/L	mBq/L	mBq/L	mBq/L	Bq/L	Bq/L	Bq/L	Bq/L	mg/L	mg/L					mg/L	ug/L				
1	DW-1b	闲置敬老院	地下水(井深60米)	3.57	7.36	4.32	4.22	0.18	0.27	8.59	1.87	0.84	12.59	0.39	2.69	131	0.22	12.75	22.49						
2	DW-2b	东乌兰楚鲁	地下水	1.17	6.67	3.60	3.51	0.11	0.16	8.12	9.51	0.50	57.15	1.12	27.70	49.89									
3	DW-3b	西乌兰楚鲁	地下水	0.56	3.09	1.85	1.94	0.051	0.11	8.24	40.00	0.59	44.97	0.33	5.09	67.21	1.29	14.95	84.62						

序号	监测编号	取样地点	样品名称	Hg		Cd	Cr ⁶⁺	As	Pb	Ni	Ba	Be	Mo	Co	TDS	总硬度	NH ₄ -N	COD _{Mn}	HCO ₃ ⁻
				ug/L	ug/L														
1	DW-1b	闲置敬老院	地下水(井深60米)	0.042	<1	2.62	0.30	1.78	68.95	<0.01	0.042	0.14	480	354	10.26	3.18	566		
2	DW-2b	东乌兰楚鲁	地下水	0.032	<1	2.08	0.046	2.87	121	<0.01	3.34	0.26	543	307	1.04	0.48	248		
3	DW-3b	西乌兰楚鲁	地下水	0.027	<1	1.38	0.032	4.95	248	<0.01	0.17	0.35	502	221	6.03	2.38	641		

打印: 祁峰

校核: *LMS*



核工业东北分析测试中心

监测报告

监测项目: 空气中氦、氡子体 报告编号: 2020-1047
 监测日期: 2020-09-15 ~ 2020-09-17 监测依据: GB/T14582-1993
 气象参数: 晴, 15-19℃; 西南风, 2.5-3.9m/s; 气压, 99.7KPa

序号	监测编号	监测地点	²²² Rn	²²² Rn 子体
			Bq/m ³	nJ/m ³
1	KQ-1b	最小风频下风向 500m	6.87	18.80
2	KQ-2b	主导风向下风向 500m	7.72	20.20
3	KQ-3b	最近居民点室外 (西乌兰楚鲁)	7.23	17.99
4	KQ-4b	东乌兰楚鲁	7.60	20.60
5	KQ-5b	宝龙山铀矿床试验井场	6.51	17.96
6	KQ-6b	主导风频风向垂直方向两侧 500m-南侧	8.13	22.48
7	KQ-7b	主导风频风向垂直方向两侧 500m-北侧	7.37	16.74

序号	监测编号	监测地点	监测日期	²²² Rn
				Bq/m ³
1	LKQ-1b	主导风向上风向 500m	2020/9/15	7.16
			2020/9/16	6.65
			2020/9/17	7.59
2	LKQ-2b	最近居民点室外 (西乌兰楚鲁)	2020/9/15	7.09
			2020/9/16	7.53
			2020/9/17	7.10

打印: 祁峰

 校核: 

 15.9.2020
 祁峰

核工业东北分析测试中心

监测报告

监测项目: 地表 γ 辐射空气吸收剂量率

报告编号: 2020-1047

监测日期: 2020-09-16

监测依据: GB/T14583-1993

序号	监测编号	监测地点	地表 γ 辐射空气吸收剂量率(nGy/h)	
			均值	范围(n=30)
1	γ 1b	宝龙山铀矿床试验井场范围	58	40~83
2	γ 2b	井场外东侧 200m	52	32~67
3	γ 3b	井场外西侧 200m	62	50~69
4	γ 4b	井场外南侧 200m	57	48~66
5	γ 5b	井场外北侧 200m	45	33~58
6	γ 6b	东乌兰楚鲁	52	41~69
7	γ 7b	最近居民点室外(西乌兰楚鲁)	65	55~75
8	γ 8b	最小风频下风向 500m	54	42~67
9	γ 9b	主导风向下风向 500m	64	56~76

打印: 祁峰

校核: 

核工业东北分析测试中心

监测报告

报告编号: 2020-1047

样品名称: 生物+牧草 原样状态: 固 样品包装: 袋 样品数量: 3+3 检测类别: 委托


取样日期: 2020-09-16 检测日期: 2020-09-18 ~2020-10-18

检测依据: HJ840-2017; GB14883.6-2016; GB14883.5-2016; GB/T16145-1995 等

序号	监测编号	取样地点	样品名称	^{238}U	^{226}Ra	^{210}Pb	^{210}Po
				ug/kg (鲜)	Bq/kg (鲜)	Bq/kg (鲜)	Bq/kg (鲜)
1	SW-1b	最近居民点(西乌兰楚鲁)	玉米	0.56	0.034	0.027	0.041
			白菜	1.32	0.042	0.040	0.034
			羊肉	0.35	0.037	0.043	0.049

序号	监测编号	取样地点	样品名称	^{238}U	^{226}Ra	^{210}Pb	^{210}Po
				ug/kg (鲜)	Bq/kg (鲜)	Bq/kg (鲜)	Bq/kg (鲜)
1	MC-1b	宝龙山铀矿床试验井场	牧草	0.75	0.037	0.030	0.026
2	MC-2b	西乌兰楚鲁(最小风频下风向 500m)	牧草	0.58	0.031	0.027	0.037
3	MC-3b	东乌兰楚鲁(主导风向向下风向 500m)	牧草	0.69	0.031	0.040	0.052

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: 噪声 报告编号: 2020-1047
 监测日期: 2020-09-15 ~ 2020-09-16 监测依据: GB3096-2008
 气象参数: 晴, 西南风, 2.5-3.9m/s; 气压, 99.7KPa

序号	监测编号	监测地点	L_d	L_n
			dB(A)	dB(A)
1	N-1	宝龙山轴矿床试验井场	49	44
2	N-2	井场外东侧	50	43
3	N-3	井场外西侧	51	42
4	N-4	井场外南侧	51	43
5	N-5	井场外北侧	48	42
6	N-6	最近居民点 (西乌兰楚鲁)	53	44

以下空白

打印: 祁峰

校核: 



中国认可
国际互认
检测
TESTING
CNAS L1806

检测报告

编号：2020HYYFX-00914

送样单位：核工业北京化工冶金研究院环安所

样品名称：水样

检测类别：委托检测

签发

审核

编制



核工业北京化工冶金研究院分析测试中心

中核化学计量检测中心

签发日期：2021年5月21日

第1页共4页

注意事项

1. 原始记录在本中心只保存六年。
2. 报告无检测专用章无效。
3. 复制报告未重新加盖检测专用章无效。
4. 报告无签发人签字无效。
5. 对报告若有异议，应于收到报告之日起十五日内向本中心提出。
6. 报告仪对委托样品负责。

单位名称：核工业北京化工冶金研究院分析测试中心
中核化学计量检测中心

单位地址：北京市通州区九棵树 145 号

通讯地址：北京 234 信箱 102 分箱

邮政编码：101149

单位网址：www.fenxilab.com

联系人：孙雪云 龚明明 李梁

电话：(010) 51674576、51674334、51675354

传真：(010) 51674371



核工业北京化工冶金研究院分析测试中心
中核化学计量检测中心

送样单位	核工业北京化工冶金研究院环安所		样品数量	2			
样品名称	水样		样品描述	液体			
抽样地点	无		其他说明	无			
收样日期	2020.5.14		检测日期	2020.5.14-5.20			
检测结果汇总							
检测项目	检测方法		仪器型号	仪器编号			
总 α	EJ/T1075-1998		LB6008	YQ-KY-0026			
总 β	EJ/T900-1994		LB6008	YQ-KY-0026			
总硬度	GB7477-1987		10 mL 滴定管	FX10-18			
NH ₃ -N	GB/T5750.5-2006(9.3)		722G	YQ-KY-0092			
pH	GB/T6920-1986		PHS-3E	YQ-KY-0010			
HCO ₃ ⁻	JS/FX/8.2-04/N/2004		10 mL 滴定管	FX10-02			
F ⁻ 、Cl ⁻ 、SO ₄ ²⁻ 、NO ₃ ⁻	GB/T5750.5-2006(3.2)		ICS-5000+	YQ-SP-0114			
As、Hg	HJ694-2014		AFS-230E	YQ-KY-0091			
U、Cd、Pb、Cu、Zn、Ni、Cr、Mn、Co、Ba、Be、Fe、Mo	HJ700-2014		NexION 350X	YQ-SP-0115			
TDS	GB/T5750.4-2006(8.1)		BS224S	YQ-KY-0003			
²²⁶ Ra	GB11214-89		FD125	YQ-KY-0025			
NO ₂ -N	GB/T5750.5-2006(10.1)		722G	YQ-KY-0092			
COD	GB/T5750.7-2006(1.2)		10 mL 滴定管	FX10-2			
Cr ⁶⁺	GB7467-1987		722G	YQ-KY-0092			
²¹⁰ Po	HJ813-2016		Alpha Ensemble	YQ-KY-0015			
²¹⁰ Pb	EJ/T859-1994		LB6008	YQ-KY-0026			
序号	样品编号	检测结果					
		总 α (Bq/L)	总 β (Bq/L)	总硬度 (mmol/L)	NH ₃ -N (mg/L)	pH	HCO ₃ ⁻ (g/L)
1	矿层水 7266	23.5	4.67	0.96	3.47	7.40	1.46
2	上含水层 GC-04	1.51	1.24	1.24	5.96	7.08	0.760
序号	样品编号	F ⁻ (mg/L)	Cl ⁻ (mg/L)	SO ₄ ²⁻ (mg/L)	NO ₃ ⁻ (mg/L)	As (μ g/L)	Hg (μ g/L)
1	矿层水 7266	20.4	110	72.7	801	22.9	<0.1

序号	样品编号	F ⁻ (mg/L)	Cl ⁻ (mg/L)	SO ₄ ²⁻ (mg/L)	NO ₃ ⁻ (mg/L)	As (μg/L)	Hg (μg/L)
2	上含水层 GC-04	13.3	81.9	54.3	833	99.6	<0.1
序号	样品编号	U (μg/L)	Cd (μg/L)	Pb (μg/L)	Cu (μg/L)	Zn (μg/L)	Ni (μg/L)
1	矿层水 7266	512	<0.2	<0.5	0.34	<1.0	0.24
2	上含水层 GC-04	52.6	<0.2	6.94	1.20	17.4	0.78
序号	样品编号	Cr (μg/L)	Mn (μg/L)	Co (μg/L)	Ba (μg/L)	Be (μg/L)	Fe (μg/L)
1	矿层水 7266	0.45	6.34	0.12	52.9	<0.05	62.7
2	上含水层 GC-04	0.92	6.88	0.14	27.9	<0.05	108
序号	样品编号	Mo (μg/L)	TDS (g/L)	²²⁶ Ra (Bq/L)	NO ₂ -N (mg/L)	COD (mg/L)	Cr ⁶⁺ (mg/L)
1	矿层水 7266	204	2.56	0.192	0.004	1.24	0.015
2	上含水层 GC-04	76.0	2.03	<0.009	0.018	2.51	0.026
序号	样品编号	²¹⁰ Po (mBq/L)	²¹⁰ Pb (mBq/L)	/	/	/	/
1	矿层水 7266	2.09E+1	1.85E+1	/	/	/	/
2	上含水层 GC-04	2.28E+1	6.99E+1	/	/	/	/

附加信息：HCO₃⁻、总硬度非认可项目，Hg 检出限 0.01μg/L，Cd 检出限 0.05μg/L，Pb 检出限 0.09μg/L，Zn 检出限 0.67μg/L，Be 检出限 0.04μg/L，²²⁶Ra 探测下限 0.009Bq/L。以下空白。



中国认可
国际互认
检测
TESTING
CNAS L1606

检测报告

编号：2020HYYFX-04429

送样单位：核工业北京化工冶金研究院环安所

样品名称：水样

检测类别：委托检测

签发

审核

编制

核工业北京化工冶金研究院分析测试中心

中核化学计量检测中心

签发日期：2021年9月9日

第1页共4页



注意事项

1. 原始记录在本中心只保存六年。
2. 报告无检测专用章无效。
3. 复制报告未重新加盖检测专用章无效。
4. 报告无签发人签字无效。
5. 对报告若有异议，应于收到报告之日起十五日内向本中心提出。
6. 报告仅对委托样品负责。

单位名称：核工业北京化工冶金研究院分析测试中心

中核化学计量检测中心

单位地址：北京市通州区九棵树 145 号

通讯地址：北京 234 信箱 102 分箱

邮政编码：101149

单位网址：www.fenxilab.com

联系人：孙雪云 龚明明 李梁

电话：(010) 51674576、51674334、51675354

传真：(010) 51674371



核工业北京化工冶金研究院分析测试中心
中核化学计量检测中心

送样单位	核工业北京化工冶金研究院环安所	样品数量	2				
样品名称	水样	样品描述	液体				
抽样地点	无	其他说明	无				
收样日期	2020.9.1	检测日期	2020.9.1-9.8				
检测结果汇总							
检测项目	检测方法	仪器型号	仪器编号				
总 α	EJ/T1075-1998	LB6008	YQ-KY-0026				
总 β	EJ/T900-1994	LB6008	YQ-KY-0026				
总硬度	GB7477-1987	10 mL 滴定管	FX10-18				
NH ₃ -N	GB/T5750.5-2006(9.3)	722G	YQ-KY-0092				
pH	GB/T6920-1986	PHS-3E	YQ-KY-0010				
HCO ₃ ⁻	JS/FX/8.2-04/N/2004	10 mL 滴定管	FX10-02				
F ⁻ 、Cl ⁻ 、SO ₄ ²⁻ 、NO ₃ ⁻	GB/T5750.5-2006(3.2)	ICS-5000+	YQ-SP-0114				
As、Hg	HJ694-2014	AFS-230E	YQ-KY-0091				
U、Cd、Pb、Cu、Zn、Ni、Cr、Mn、Co、Ba、Be、Fe、Mo	HJ700-2014	NexION 350X	YQ-SP-0115				
TDS	GB/T5750.4-2006(8.1)	BS224S	YQ-KY-0003				
²²⁶ Ra	GB11214-89	FD125	YQ-KY-0025				
NO ₂ -N	GB/T5750.5-2006(10.1)	722G	YQ-KY-0092				
COD	GB/T5750.7-2006(1.2)	10 mL 滴定管	FX10-2				
Cr ⁶⁺	GB7467-1987	722G	YQ-KY-0092				
²¹⁰ Po	HJ813-2016	Alpha Ensemble	YQ-KY-0015				
²¹⁰ Pb	EJ/T859-1994	LB6008	YQ-KY-0026				
序号	样品编号	检测结果					
		总 α (Bq/L)	总 β (Bq/L)	总硬度 (mmol/L)	NH ₃ -N (mg/L)	pH	HCO ₃ ⁻ (g/L)
1	矿层水 7266	23.6	4.79	0.96	3.49	7.38	1.44
2	上含水层 GC-04	1.59	1.29	1.24	5.94	7.10	0.795
序号	样品编号	F ⁻ (mg/L)	Cl ⁻ (mg/L)	SO ₄ ²⁻ (mg/L)	NO ₃ ⁻ (mg/L)	As (μ g/L)	Hg (μ g/L)
		1	矿层水 7266	21.4	114	72.4	805

2020HYFYX-04429

序号	样品编号	F ⁻ (mg/L)	Cl ⁻ (mg/L)	SO ₄ ²⁻ (mg/L)	NO ₃ ⁻ (mg/L)	As (μg/L)	Hg (μg/L)
2	上含水层 GC-04	14.0	84.5	55.3	843	102.0	<0.1
序号	样品编号	U (μg/L)	Cd (μg/L)	Pb (μg/L)	Cu (μg/L)	Zn (μg/L)	Ni (μg/L)
1	矿层水 7266	512	<0.2	<0.5	0.26	<1.0	0.20
2	上含水层 GC-04	52.7	<0.2	8.26	1.28	19.8	0.94
序号	样品编号	Cr (μg/L)	Mn (μg/L)	Co (μg/L)	Ba (μg/L)	Be (μg/L)	Fe (μg/L)
1	矿层水 7266	0.36	5.16	0.12	44.9	0.07	61.8
2	上含水层 GC-04	0.78	7.19	0.17	28.0	0.11	111
序号	样品编号	Mo (μg/L)	TDS (g/L)	²²⁶ Ra (Bq/L)	NO ₂ -N (mg/L)	COD (mg/L)	Cr ⁶⁺ (mg/L)
1	矿层水 7266	157	2.55	0.195	0.003	1.06	0.012
2	上含水层 GC-04	80.8	2.02	<0.010	0.020	2.41	0.031
序号	样品编号	²¹⁰ Po (mBq/L)	²¹⁰ Pb (mBq/L)	/	/	/	/
1	矿层水 7266	2.12E+1	1.78E+1	/	/	/	/
2	上含水层 GC-04	2.24E+1	7.05E+1	/	/	/	/

附加信息：HCO₃⁻、总硬度非认可项目，Hg 检出限 0.01μg/L，Cd 检出限 0.05μg/L，Pb 检出限 0.09μg/L，Zn 检出限 0.67μg/L，Be 检出限 0.04μg/L，²²⁶Ra 探测下限 0.009Bq/L。
以下空白。



中国认可
国际互认
检测
TESTING
CNAS L1608

检测报告

编号：2021HYYFX-03329

送样单位：核工业北京化工冶金研究院环安所

样品名称：水样

检测类别：委托检测

签发

审核

编制

核工业北京化工冶金研究院分析测试中心

中核化学计量检测中心

签发日期：2021年6月17日

第1页共4页



注意事项

1. 原始记录在本中心只保存六年。
2. 报告无检测专用章无效。
3. 复制报告未重新加盖检测专用章无效。
4. 报告无签发人签字无效。
5. 对报告若有异议，应于收到报告之日起十五日内向本中心提出。
6. 报告仅对委托样品负责。

单位名称：核工业北京化工冶金研究院分析测试中心

中核化学计量检测中心

单位地址：北京市通州区九棵树 145 号

通讯地址：北京 234 信箱 102 分箱

邮政编码：101149

单位网址：www.fenxilab.com

联系人： 孙雪云 龚明明 李梁

电话：（010）51674576 、51674334、51675354

传真：（010）51674371



核工业北京化工冶金研究院分析测试中心
中核化学计量检测中心

送样单位	核工业北京化工冶金研究院环安所		样品数量	2			
样品名称	水样		样品描述	液体			
抽样地点	无		其他说明	无			
收样日期	2020.5.31		检测日期	2021.5.31-6.15			
检测结果汇总							
检测项目	检测方法		仪器型号	仪器编号			
总 α	EJ/T1075-1998		LB6008	YQ-KY-0026			
总 β	EJ/T900-1994		LB6008	YQ-KY-0026			
总硬度	GB7477-1987		10 mL 滴定管	FX10-18			
NH ₃ -N	GB/T5750.5-2006(9.3)		722G	YQ-KY-0092			
pH	GB/T6920-1986		PHS-3E	YQ-KY-0010			
HCO ₃ ⁻	JS/FX/8.2-04/N/2004		10 mL 滴定管	FX10-02			
F ⁻ 、Cl ⁻ 、SO ₄ ²⁻ 、NO ₃ ⁻	GB/T5750.5-2006(3.2)		ICS-5000+	YQ-SP-0114			
As、Hg	HJ694-2014		AFS-230E	YQ-KY-0091			
U、Cd、Pb、Cu、Zn、Ni、Cr、Mn、Co、Ba、Be、Fe、Mo	HJ700-2014		NexION 350X	YQ-SP-0115			
TDS	GB/T5750.4-2006(8.1)		BS224S	YQ-KY-0003			
²²⁶ Ra	GB11214-89		FD125	YQ-KY-0025			
NO ₂ -N	GB/T5750.5-2006(10.1)		722G	YQ-KY-0092			
COD	GB/T5750.7-2006(1.2)		10 mL 滴定管	FX10-2			
Cr ⁶⁺	GB7467-1987		722G	YQ-KY-0092			
²¹⁰ Po	HJ813-2016		Alpha Ensemble	YQ-KY-0015			
²¹⁰ Pb	EJ/T859-1994		LB6008	YQ-KY-0026			
序号	样品编号	检测结果					
		总 α (Bq/L)	总 β (Bq/L)	NH ₃ -N (mg/L)	pH	CO ₃ ²⁻ (g/L)	HCO ₃ ⁻ (g/L)
1	上含矿含水层-1	2.97	0.44	0.12	8.63	0.115	2.22
2	上含矿含水层-2	2.00	0.54	0.11	8.66	0.115	2.28
序号	样品编号	F ⁻ (mg/L)	Cl ⁻ (mg/L)	SO ₄ ²⁻ (mg/L)	NO ₃ ⁻ (mg/L)	As (μ g/L)	Hg (μ g/L)
		1	上含矿含水层-1	8.57	178	315	3.70

序号	样品编号	F ⁻ (mg/L)	Cl ⁻ (mg/L)	SO ₄ ²⁻ (mg/L)	NO ₃ ⁻ (mg/L)	As (μg/L)	Hg (μg/L)
2	上含矿含水层-2	9.61	170	308	0.845	14.0	<0.1
序号	样品编号	U (μg/L)	Cd (μg/L)	Pb (μg/L)	Cu (μg/L)	Zn (μg/L)	Ni (μg/L)
1	上含矿含水层-1	107	0.09	<0.5	<0.1	<5	0.25
2	上含矿含水层-2	110	0.09	<0.5	0.10	<5	0.28
序号	样品编号	Cr (μg/L)	Mn (μg/L)	Co (μg/L)	Ba (μg/L)	Be (μg/L)	Fe (μg/L)
1	上含矿含水层-1	<0.5	2.96	0.15	18.1	<0.1	37.5
2	上含矿含水层-2	<0.5	3.03	0.19	17.8	<0.1	34.5
序号	样品编号	Mo (μg/L)	溶解性总 固体 (mg/L)	²²⁶ Ra (Bq/L)	NO ₂ -N (mg/L)	COD (mg/L)	Cr ⁶⁺ (mg/L)
1	上含矿含水层-1	288	2940	0.060	<0.02	1.32	0.014
2	上含矿含水层-2	288	3005	0.111	<0.02	1.21	0.009
序号	样品编号	²¹⁰ Po (mBq/L)	²¹⁰ Pb (mBq/L)	总硬度 (mmol/L)	/		
1	上含矿含水层-1	8.45	<6.3	1.90			
2	上含矿含水层-2	8.85	<6.3	1.92			
<p>附加信息：HCO₃⁻、总硬度非认可项目，Hg 检出限 0.01μg/L，Cr 检出限 0.2μg/L，NO₂⁻ 检出限 0.02mg/L，²¹⁰Pb 探测下限<6.3mBq/L，Be 检出限 0.04μg/L，Cu 检出限 0.08μg/L，Zn 检出限 0.67μg/L，Pb 检出限 0.09μg/L。</p> <p>以下空白。</p>							



中国认可
国际互认
检测
TESTING
CNAS L1606

检测报告

编号：2021HYYFX-03946

送样单位：核工业北京化工冶金研究院环安所
样品名称：水样
检测类别：委托检测



签发

审核

编制

核工业北京化工冶金研究院分析测试中心
中核化学计量检测中心

签发日期：2021年8月4日

第1页共4页

注意事项

1. 原始记录在本中心只保存六年。
2. 报告无检测专用章无效。
3. 复制报告未重新加盖检测专用章无效。
4. 报告无签发人签字无效。
5. 对报告若有异议，应于收到报告之日起十五日内向本中心提出。
6. 报告仅对委托样品负责。



单位名称：核工业北京化工冶金研究院分析测试中心

中核化学计量检测中心

单位地址：北京市通州区九棵树 145 号

通讯地址：北京 234 信箱 102 分箱

邮政编码：101149

单位网址：www.fenxilab.com

联系人：孙雪云 龚明明 李梁

电话：(010) 51674576、51674334、51675354

传真：(010) 51674371

核工业北京化工冶金研究院分析测试中心
中核化学计量检测中心

送样单位	核工业北京化工冶金研究院环安所		样品数量	2			
样品名称	水样		样品描述	液体			
抽样地点	无		其他说明	无			
收样日期	2020.7.7		检测日期	2021.7.7-7.20			
检测结果汇总							
检测项目	检测方法		仪器型号	仪器编号			
总 α	EJ/T1075-1998		LB6008	YQ-KY-0026			
总 β	EJ/T900-1994		LB6008	YQ-KY-0026			
总硬度	GB7477-1987		10 mL 滴定管	FX10-18			
NH ₃ -N	GB/T5750.5-2006(9.3)		722G	YQ-KY-0092			
pH	GB/T6920-1986		PHS-3E	YQ-KY-0010			
HCO ₃ ⁻	JS/FX/8.2-04/N/2004		10 mL 滴定管	FX10-02			
F ⁻ 、Cl ⁻ 、SO ₄ ²⁻ 、NO ₃ ⁻	GB/T5750.5-2006(3.2)		ICS-5000+	YQ-SP-0114			
As、Hg	HJ694-2014		AFS-230E	YQ-KY-0091			
U、Cd、Pb、Cu、Zn、Ni、Cr、Mn、Co、Ba、Be、Fe、Mo	HJ700-2014		NexION 350X	YQ-SP-0115			
TDS	GB/T5750.4-2006(8.1)		BS224S	YQ-KY-0003			
²²⁶ Ra	GB11214-89		FD125	YQ-KY-0025			
NO ₂ -N	GB/T5750.5-2006(10.1)		722G	YQ-KY-0092			
COD	GB/T5750.7-2006(1.2)		10 mL 滴定管	FX10-2			
Cr ⁶⁺	GB7467-1987		722G	YQ-KY-0092			
²¹⁰ Po	HJ813-2016		Alpha Ensemble	YQ-KY-0015			
²¹⁰ Pb	EJ/T859-1994		LB6008	YQ-KY-0026			
序号	样品编号	检测结果					
		总 α (Bq/L)	总 β (Bq/L)	NH ₃ -N (mg/L)	pH	CO ₃ ²⁻ (g/L)	HCO ₃ ⁻ (g/L)
1	含矿含水层-1	6.31	2.12	0.40	9.09	0.394	2.29
2	含矿含水层-2	4.96	1.73	0.39	9.02	0.358	2.37
序号	样品编号	F ⁻ (mg/L)	Cl ⁻ (mg/L)	SO ₄ ²⁻ (mg/L)	NO ₃ ⁻ (mg/L)	As (μ g/L)	Hg (μ g/L)
1	含矿含水层-1	16.7	206	434	20.4	97.4	<0.1

序号	样品编号	F ⁻ (mg/L)	Cl ⁻ (mg/L)	SO ₄ ²⁻ (mg/L)	NO ₃ ⁻ (mg/L)	As (μg/L)	Hg (μg/L)
2	含矿含水层-2	20.2	223	447	20.0	98.4	<0.1
序号	样品编号	U (μg/L)	Cd (μg/L)	Pb (μg/L)	Cu (μg/L)	Zn (μg/L)	Ni (μg/L)
1	含矿含水层-1	277	0.07	<0.5	0.10	<5	0.12
2	含矿含水层-2	288	<0.05	<0.5	0.14	<5	0.22
序号	样品编号	总硬度 (mmol/L)	Mn (μg/L)	Co (μg/L)	Ba (μg/L)	Be (μg/L)	Fe (μg/L)
1	含矿含水层-1	0.79	0.58	<0.1	15.6	<0.1	<5
2	含矿含水层-2	0.79	4.07	0.12	15.6	0.11	<5
序号	样品编号	Mo (μg/L)	溶解性总 固体 (mg/L)	²²⁶ Ra (Bq/L)	NO ₂ -N (mg/L)	COD (mg/L)	Cr ⁶⁺ (mg/L)
1	含矿含水层-1	210	3850	0.661	<0.2	0.66	0.004
2	含矿含水层-2	213	3859	0.556	<0.2	0.86	0.004
序号	样品编号	²¹⁰ Pb (mBq/L)	²¹⁰ Pb (mBq/L)	/			
1	含矿含水层-1	9.03	1.22E+2				
2	含矿含水层-2	4.82	1.09E+2				
<p>附加信息：HCO₃⁻、总硬度非认可项目，Hg 检出限 0.01μg/L，NO₂-N 检出限 0.2mg/L，Cd 检出限 0.05μg/L，Zn 检出限 0.67μg/L，Pb 检出限 0.09μg/L，Fe 检出限 0.82 μg/L，Be 检出限 0.04μg/L。</p> <p>以下空白。</p>							

	
<h1>检验检测机构 资质认定证书</h1>	
编号：180021181425	
名称：核工业东北分析测试中心	
地址：辽宁省沈阳市沈北新区孝信街 12 号(110135)	
经审查，你机构已具备国家有关法律、行政法规规定的基本条件和能力，现予批准，可以向社会出具具有证明作用的数据和结果，特发此证。资质认定包括检验检测机构计量认证。	
检验检测能力及授权签字人见证书附表。	
你机构对外出具检验检测报告或证书的法律责任由 核工业二四〇研究所 承担。	
许可使用标志	发证日期：2018 年 05 月 29 日
 180021181425	有效期至：2024 年 05 月 28 日
	发证机关： 
本证书由国家认证认可监督管理委员会监制，在中华人民共和国境内有效。	



检验检测机构 资质认定证书

编号：160021183086

名称：中核化学计量检测中心

地址：北京市通州区九棵树 145 号 (101149)

经审查，你机构已具备国家有关法律、行政法规规定的基本条件和能力，现予批准，可以向社会出具具有证明作用的数据和结果，特发此证。资质认定包括检验检测机构计量认证。

检验检测能力及授权签字人见证书附表。

你机构对外出具检验检测报告或证书的法律责任由 核工业北京化工冶金研究院 承担。

许可使用标志



发证日期：2016 年 09 月 09 日

有效期至：2022 年 09 月 08 日

发证机关：



本证书由国家认证认可监督管理委员会监制，在中华人民共和国境内有效。



中国合格评定国家认可委员会 实验室认可证书

(注册号: CNAS L1606)

兹证明:

核工业北京化工冶金研究院分析测试中心

北京市通州区九棵树 145 号, 101149

符合 ISO/IEC 17025: 2005《检测和校准实验室能力的通用要求》
(CNAS-CL01《检测和校准实验室能力认可准则》)的要求, 具备承担本
证书附件所列服务能力, 予以认可。

获认可的能力范围见标有相同认可注册号的证书附件, 证书附件是
本证书组成部分。

签发日期: 2016-09-12

有效期至: 2022-10-21

初次认可: 2004-09-13



中国合格评定国家认可委员会授权人

中国合格评定国家认可委员会 (CNAS) 经国家认证认可监督管理委员会 (CNCA) 授权, 负责实施合格评定国家认可制度。
CNAS 是国际实验室认可合作组织 (ILAC) 和亚太实验室认可合作组织 (APLAC) 的互认协议成员。
本证书的有效性可登陆 www.cnas.org.cn 获认可的机构名录查询。

科研创新基地饱和树脂和工艺废水处理框架协议

甲方：核工业北京化工冶金研究院

乙方：中核通辽铀业有限责任公司

甲方委托乙方对地浸采铀科研创新基地所产生的饱和树脂、工艺废水进行处理，经过甲、乙双方的友好协商签订本协议：

- 1、甲方负责将饱和树脂以及工艺废水运至乙方水冶厂和蒸发池，将处理后的树脂运回甲方基地。
- 2、乙方负责对饱和树脂进行淋洗、对工艺废水进行处理。
- 3、树脂淋洗、废水处理相关费用由甲方承担，处理价格在服务合同签订时确定。
- 4、本协议一式四份（甲方三份乙方一份），自签订之日起生效，有效期限十年。

甲方（公章）：核工业北京化工冶金研究院

法人代表或其委托人（签字）：



2021年8月6日

乙方（公章）：中核通辽铀业有限责任公司

法人代表或其委托人（签字）：



2021年8月6日