

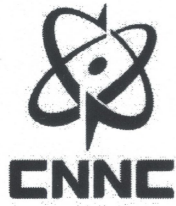


密 级	—
版 次	A
本册编号	

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
环境影响报告书

中核通辽铀业有限责任公司

二〇一九年十二月



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
环境影响报告书



中核通辽铀业有限责任公司

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
环境影响报告书



中核通辽铀业有限责任公司

法人代表：张勇

通讯地址：内蒙古自治区通辽市科尔沁区高林屯种畜场

编制单位和编制人员情况表

项目编号	d47c42		
建设项目名称	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		
建设项目类别	50_188铀矿开采、冶炼		
环境影响评价文件类型	报告书		
一、建设单位情况			
单位名称 (盖章)	中核通辽铀业有限责任公司		
统一社会信用代码	91150500676935578F		
法定代表人 (签章)	张勇		
主要负责人 (签字)	张勇		
直接负责的主管人员 (签字)	胥建军		
二、编制单位情况			
单位名称 (盖章)	中核第四研究设计工程有限公司		
统一社会信用代码	911301001043361316		
三、编制人员情况			
1. 编制主持人			
姓名	职业资格证书管理号	信用编号	签字
谢占军	2016035130350000003510130352	BH018156	
2. 主要编制人员			
姓名	主要编写内容	信用编号	签字
杨冰	运行期非放射性环境影响分析、地下水环境影响评价、环境管理及监测计划	BH018176	
杜娟	施工期环境影响、事故环境影响分析	BH017428	
路晓卫	辐射环境影响预测与评价、退役治理与长期监护	BH018158	
李梦姣	概述、工程分析、环境质量状况、环境保护措施及可行性论证、结论与建议	BH018175	

葛佳亮	评价区域环境概况、环境影响经济损益 分析	BH018159	葛佳亮
-----	-------------------------	----------	-----

前 言

天然铀在国民经济中占有重要的地位，有鲜明的军、民两用的特点。我国是一个有重要影响的核大国，天然铀的重要性是不言而喻的，同时天然铀又是核电的基本燃料，天然铀的储备和生产是我国国防安全与发展核电的基本保障。因此，天然铀的持续稳定生产既是国防建设的需要，也是我国能源结构调整的需要。

中核通辽铀业有限责任公司（以下简称通辽铀业公司）是中核集团公司所属的中核金原铀业有限责任公司与中国石油天然气集团公司辽河石油勘探局共同出资的合资公司，主要负责东北片区的铀矿采冶及相关资源开发，经过多年的理论研究及实践积累，通辽铀业公司在浸砂岩型铀矿采冶工艺方面取得了长足发展，对地浸采铀多项关键技术进行了攻克并取得了多项创新性技术，逐步形成并完善了 CO_2+O_2 地浸采铀工艺体系。

根据中核集团战略发展规划，通辽铀业公司将在“十三五”期间建成千吨级铀矿生产基地，建成我国首批三个千吨级铀矿山之一，为我国国防和核电发展提供保障。通辽大基地作为铀矿生产基地之一，具有资源储量大、开采条件好、经济效益高等优势。

通辽钱家店铀矿床共包括钱 II 块、钱 III 块、钱 IV 块和钱 V 块四个矿床。自 2009 年至今，通辽铀业公司在钱 II 块开展了两期原地浸出采铀工程建设，掌握了地浸采铀生产的核心技术，能够为钱家店后续铀矿资源的开发利用提供有力的技术保障。本项目开展钱 IV 块铀矿床项目的建设，对于通辽大基地的形成和我国天然铀生产能力的提高是十分必要的。2019 年 11 月，国防科工局以科工计[2019]1394 号文“国防科工局关于中核通辽铀业有限责任公司钱家店铀矿床 IV 块地浸采铀工程项目建议书的批复”对该项目进行了批复。

根据《中华人民共和国环境影响评价法》、《建设项目环境保护管理条例》等有关法律法规的要求，通辽铀业公司委托中核第四研究设计工程有限公司承担该项目的环评工作。接受委托后，环境影响评价小组即赴现场进行了实地踏勘，收集了项目的工程资料和环境资料，委托有资质部门开展了两期环境质量现状监测，并于 2019 年 12 月完成了报告书的编制工作，现

提交生态环境部审查。

本报告书环境监测工作由核工业东北分析测试中心承担，通辽铀业公司负责提供环评工作所需的工程基础资料以及开展公众参与并单独成本上报。

目 录

1	概述	1
1.1	项目基本情况.....	1
1.2	主要建设内容及规划.....	1
1.3	编制依据.....	2
1.4	评价范围.....	4
1.5	评价因子.....	7
1.6	评价控制指标.....	8
1.7	环境保护目标.....	11
1.8	本项目与现有工程关系.....	12
2	评价区域环境概况	14
2.1	地理位置.....	14
2.2	地形地貌.....	14
2.3	地质.....	15
2.4	气候与气象.....	22
2.5	水文.....	26
2.6	土地和水体利用.....	34
2.7	生态和资源开发利用.....	34
2.8	人口分布.....	35
3	工程分析	40
3.1	工程概况.....	40
3.2	项目前期试验情况.....	41
3.3	项目地质资源及开采规划.....	42
3.4	项目主要建设内容.....	43
3.5	总平面布置.....	45
3.6	工艺流程.....	46
3.7	主要技术方案.....	55
3.8	生产辅助及仓储设施.....	60
3.9	公用工程.....	60

3.10	主要原辅材料来源、消耗.....	63
3.11	运行期污染物产生及处理.....	64
3.12	废物最小化.....	72
4	环境质量状况.....	73
4.1	监测目的.....	73
4.2	监测方案.....	73
4.3	调查结果与分析.....	80
4.4	小结.....	89
5	施工期环境影响.....	91
5.1	环境影响因素.....	91
5.2	环境影响分析.....	92
5.3	小结.....	94
6	辐射环境影响预测与评价.....	95
6.1	排放源项.....	95
6.2	环境影响途径.....	95
6.3	辐射评价基本参数设置.....	95
6.4	估算结果与分析.....	96
6.5	公众辐射环境影响评价.....	101
6.6	小结.....	102
7	地下水环境影响评价.....	103
7.1	运行期井场地下水环境影响评价.....	103
7.2	关停期井场地下水环境影响分析.....	116
7.3	蒸发池地下水环境影响分析.....	119
8	运行期非放射性环境影响分析.....	120
8.1	大气环境影响分析.....	120
8.2	水环境影响分析.....	121
8.3	固体废物环境影响分析.....	121
8.4	声环境影响分析.....	121
8.5	生态影响分析.....	123

9	事故环境影响分析	127
9.1	事故的环境影响.....	127
9.2	环境风险评价.....	132
9.3	小结.....	136
10	环境保护措施及其可行性论证	137
10.1	施工期环境保护措施及其可行性论证.....	137
10.2	运行期环境保护措施及其可行性论证.....	139
11	环境影响经济损益分析	157
11.1	环境影响经济损益分析.....	157
11.2	环境保护投资分析.....	158
11.3	小结.....	159
12	环境管理及监测计划	160
12.1	环境管理.....	160
12.2	监测计划.....	162
12.3	采样及测量方法.....	164
12.4	监测机构及设备配置.....	166
12.5	监测质量保证.....	167
12.6	环境保护“三同时”验收一览表.....	168
13	退役治理与长期监护	170
13.1	退役治理.....	170
13.2	长期监护.....	179
14	结论与建议	182
14.1	结论.....	182
14.2	建议.....	189

附件：

附件 1：环评委托书；

附件 2：内蒙古自治区环境保护厅《关于确认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执行标准的函》；

附件 3：《钱 IV 块地浸采铀工程环境质量现状监测》（DB17-119-2），核工业东北分析测试中心，2017 年 9 月 15 日；

附件 4：《钱 IV 块地浸采铀工程环境质量现状监测》（DB:19-023），核工业东北分析测试中心，2019 年 4 月 30 日。

附图：

附图 1：总平面布置图；

附图 2：井场总平面布置图；

附图 3：水冶厂总平面布置图；

附图 4：生活区总平面布置图；

附图 5：首采区井场布置图。

1 概述

1.1 项目基本情况

1) 项目名称：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。

2) 建设性质：本项目为新建项目，属铀矿采冶行业，最终产品为“111”。

3) 建设单位：中核通辽铀业有限责任公司。

4) 生产规模、服务年限及工作制度

生产规模：本项目布置 29 个分采区，设置生产钻孔 3053 个，其中抽出井 789 个，注入井 2159 个，监测井 105 个。井场年浸出液抽出量为 1684 万 m^3/a ，年产“111”金属量为 XXt/a ；

服务年限：项目服务年限为 17a，其中项目建设期 4a，达产期 1a，正常生产期 11a，减产期 1a；

工作制度：年工作 350d。井场及水冶厂 3 班/d，8h/班；其余生产辅助工作岗位 1 班/d，8h/班。

5) 建设地点：内蒙古自治区通辽市白兴吐苏木境内。

6) 项目投资：本项目总建设投资 49670 万元，其中环保投资 2800 万元，环保投资占工程总投资的 5.63%。

1.2 主要建设内容及规划

1.2.1 主要建设内容

钱家店铀矿床钱 IV 块地浸采铀工程建设内容包括井场、水冶厂、生活区及场外工程。

井场：主要包括井场钻孔（含生产钻孔和补充勘探钻孔）、集液罐及集配液泵房、过滤间、变电所、井场集控室、井场气体站、井场综合管网等。

水冶厂：主要包括浸出液处理厂房（含化工原料库、中心化验室、空压机房、反渗透处理区）、产品库及固体废物库、盐酸库、生产区辅助设施（含消防泵房、供水设施间、生产区供热站及变电所）、淋浴室及洗衣房、综合楼、生产资料库、柴油发电机房、变电站、蒸发池、柴油库、值班室等。

生活区：主要包括职工宿舍、综合设施、生活区辅助设施（含生活区车库、变电所、供热站）、生活区值班室等。

场外工程：主要包括场外道路、弱电工程等。

1.2.2 总体规划

本项目各项建设内容之间基本上互不影响，按照设计规模，本项目水冶厂、生活区、场外工程均为一次性建设；根据矿体的赋存情况以及项目设计规模，井场划分为首采段和备采段分批建设，总体上沿着矿层走向方向开拓。

1.3 编制依据

1.3.1 法规和标准

1.3.1.1 法规

- 1) 《中华人民共和国环境保护法》2015 年 1 月 1 日；
- 2) 《中华人民共和国放射性污染防治法》2003 年 10 月 1 日；
- 3) 《中华人民共和国环境影响评价法》2016 年 9 月 1 日；
- 4) 《建设项目环境保护管理条例》2017 年 10 月 1 日；
- 5) 《建设项目环境影响评价分类管理名录》2018 年 4 月 28 日；
- 6) 《环境影响评价公众参与办法》2018 年 7 月 16 日。

1.3.1.2 标准规范

- 1) 《建设项目环境影响评价技术导则 总纲》(HJ 2.1-2016)；
- 2) 《环境影响评价技术导则 大气环境》(HJ 2.2-2018)；
- 3) 《环境影响评价技术导则 地表水环境》(HJ 2.3-2018)；
- 4) 《环境影响评价技术导则 地下水环境》(HJ 610-2016)；
- 5) 《环境影响评价技术导则 声环境》(HJ 2.4-2009)；
- 6) 《环境影响评价技术导则 生态影响》(HJ 19-2011)；
- 7) 《建设项目环境风险评价技术导则》(HJ169-2018)；
- 8) 《环境影响评价技术导则 铀矿冶》(HJ1015.1-2019)；
- 9) 《电离辐射防护与辐射源安全基本标准》(GB18871-2002)；
- 10) 《铀矿冶辐射防护和环境保护规定》(GB23727-2009)；
- 11) 《铀矿冶辐射环境监测规定》(GB23726-2009)；

- 12) 《核工业铀矿冶工程设计规范》(GB50521-2009);
- 13) 《铀、钍矿冶放射性废物安全管理技术规定》(GB14585-1993);
- 14) 《土壤侵蚀分类分级标准》(SL190-2007);
- 15) 《核燃料循环放射性流出物归一化排放量管理限值》(GB13695-1992);
- 16) 《食品中放射性物质限制浓度标准》(GB14882-1994);
- 17) 《环境空气质量标准》(GB3095-2012);
- 18) 《地下水质量标准》(GB14848-2017);
- 19) 《声环境质量标准》(GB3096-2008);
- 20) 《土壤环境质量 农用地土壤污染风险管控标准》(试行)(GB15618-2018);
- 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);
- 22) 《大气污染物综合排放标准》(GB16297-1996);
- 23) 《建筑施工场界环境噪声排放标准》(GB12523-2011);
- 24) 《工业企业厂界环境噪声排放标准》(GB12348-2008)。

1.3.2 相关文件

- 1) 《中核通辽铀业有限责任公司钱家店铀矿床钱 IV 块地浸采铀工程项目建议书》，中核第四研究设计工程有限公司，2019 年 4 月；
- 2) 《中核通辽铀业有限责任公司钱家店铀矿床钱 IV 块地浸采铀工程可行性研究报告》，中核第四研究设计工程有限公司，2019 年 11 月；
- 3) 《内蒙古通辽市钱家店钱 IV 块(25~32 线)详查地质报告》，辽河石油勘探局，2016 年；
- 4) 《中核北方铀业有限公司钱家店钱 II 块铀矿床原地浸出采铀工程环境影响报告书》，中核第四研究设计工程有限公司，2014 年 8 月；
- 5) 《内蒙古自治区环境保护厅关于确认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执行标准的函》，内蒙古自治区环境保护厅，2018 年 7 月 5 日；
- 6) 《钱 IV 块地浸采铀工程环境质量现状监测》(DB17-119-2)，核工业东北分析测试中心，2017 年 9 月 15 日；

7) 《钱 IV 块地浸采铀工程环境质量现状监测》(DB:19-023), 核工业东北分析测试中心, 2019 年 4 月 30 日;

8) 环境影响评价委托书。

1.4 评价范围

1.4.1 辐射环境

本项目辐射环境评价范围为以对居民影响最大的气载流出物集液罐为中心, 半径 20km 的地域范围。子区划分方法为以集液罐为圆心, 以 1、2、3、5、10、20km 为半径画 6 个同心圆, 与圆心角 22.5° 的 16 个方位相交划分扇形区, 共 96 个评价子区。

根据项目所在地水文地质条件, 地下水评价范围为北侧延伸 520m, 南侧延伸 1230m, 东侧延伸约 860m, 西侧延伸 1050m, 模拟总面积 6.17km²。

1.4.2 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 个污染物的最大地面浓度, $\mu\text{g}/\text{m}^3$;

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

本项目产生的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 环境空气质量标准为 $50\mu\text{g}/\text{m}^3$ 。

评价工作等级按表 1-1 的分级判据进行划分。

表 1-1 大气评价工作等级划分判据

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

采用导则推荐的 AERSCREEN 估算模式，估算 HCl 的下风向轴线浓度，源项及估算结果见表 1-2 和表 1-3。

表 1-2 估算模式参数一览表

名称	污染物	源强 (kg/h)	排气量 (m ³ /h)	排放高度 (m)	出口内径 (m)	温度 (°C)
盐酸库 盐酸储罐	HCl	0.005	9043	3.5	0.18	51

表 1-3 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)
盐酸库	HCl	1.65	50	3.29	34

由上表可以看出，本项目主要大气污染物 HCl 最大占标率 P_{max} 为 3.29%。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：以盐酸库为中心，边长 5km 的评价范围。

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、洗井废水和生活污水。其中，工艺废水经处理后部分回用于配置浸出剂，浓水排入蒸发池；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；生活污水部分排入蒸发池，部分经化粪池处理后统一外运。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

根据《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；根据 HJ 610-2016 中表 1 地下水环境敏感程度分级，本项目为不敏感区域，根据评价工作等级分级表，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地下水评价范围为以井场为中心，在地下水水流平行方向北侧延伸 520m，南侧延伸 1230m，平行地下水流向方

向东侧延伸约 860m，西侧延伸 1050m，模拟总面积 6.17km²。

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 1-4，行业及生产工艺、危险物质及工艺系统危险性分级见表 1-5；各环境要素的环境敏感程度 (E) 分级见表 1-6，各环境要素的环境风险潜势划分及评价工作等级的确定见表 1-7。

表 1-4 危险物质的临界量、危险物质及工艺系统危险性分级相关参数

项目	临界量 (t)	最大存量 (t)	物质总量与临界量比值 Q	Q 划分
盐酸(工业级)	7.5 (≥37%)	150	20.016	10≤Q<100
柴油	2500	40		

表 1-5 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	5/套 (罐区)	10<M≤20	P2
石油天然气	柴油库	10	M2	

表 1-6 各环境要素环境敏感程度分级

环境要素	环境敏感性	分级
大气	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，剩余部分排入蒸发池，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 10km 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；根据该地地勘资料，该地包气带厚度远大于 1m， $1.0 \times 10^{-6} \text{cm/s} \leq K \leq 1.0 \times 10^{-4} \text{cm/s}$ ，且分布连续、稳定，包气带防污性能属于 D2 级，地下水环境敏感程度为 E3。	E3

表 1-7 各环境要素的环境风险潜势划分及评价工作等级

环境要素	环境敏感度 (E)	危险性等级 (P)	环境风险潜势	评价工作等级
大气	E3	P2	III	二级
地表水	/		/	/
地下水	E3		III	二级

综上,本项目大气风险评价等级为二级,评价范围为建设项目边界外 5km 范围。

6) 生态评价等级与范围

本项目占地面积共计约 0.16km², 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。

1.5 评价因子

1.5.1 环境影响因素识别

为明确本项目建设可能对自然环境、生态环境、社会环境和公众健康产生的影响, 根据项目工程特点、规模和污染物排放规律, 结合评价区域的环境特征, 进行项目对环境的影响识别, 结果见表 1-8。

表 1-8 本项目环境影响要素识别

阶段	影响	自然环境					社会环境						
		大气环境	地表水环境	地下水环境	声环境	辐射环境	生态环境	农业发展	工业发展	交通	就业	公众健康	社会经济
施工期	场地清理	-1					-1				+1		
	建筑施工	-1			-2				+1		+1		+2
	材料运输	-1			-1					+1	+1		
	钻井施工	-1		-1	-2		-1				+1		
运营期	废气排放	-1				-1						-1	
	废水处理			-1									
	固体废物处置			-1		-1						-1	
	设备噪声				-1								
	井场生产			-2									
	产品生产								+2		+2		+2

注: 表中+为正效应, -为负效应; 1 为一般(轻微、不显著的)影响, 2 为中等影响, 3 为较(重)大影响。

从上表可以看出，本项目的实施对周边环境的影响要素，施工期主要是施工扬尘、机械噪声、地表开挖等活动对大气环境、声环境及生态环境的影响；运营期主要是生产过程中的废气、固废、原地浸出和噪声对大气环境、地下水环境及声环境的影响；而项目的建设及投产，将对该地区的社会经济产生积极影响。

1.5.2 评价因子筛选

根据本项目施工期特点、运行期生产工艺与污染物排放特点以及关停期特点，确定本项目评价因子见表 1-9。

表 1-9 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
	废水污染源		生活污水 COD、BOD、SS
	固废污染源		钻井泥浆、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
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	$U_{\text{天然}}$
		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	钻井泥浆、浸出液处理残渣、洗井废渣、蒸发池残渣以及废旧管道、设备
		非放射性污染物	生活垃圾
	噪声污染源		Leq (A)
	风险源		盐酸库
关停期	废水污染源（井场残余液流散）		$U_{\text{天然}}$

1.6 评价控制指标

1.6.1 剂量约束值

根据《铀矿冶辐射防护和环境保护规定》(GB23727-2009)：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 20km 评价范围内存在其它两处铀矿冶设施，即钱家店铀矿床原地浸出采铀工程和钱家店钱 II 块铀矿床地浸采铀工程。因此，考虑这两

处铀矿冶设施和本项目的叠加影响后，公众剂量不应超过 0.5mSv/a，即确定区域公众剂量约束值为 0.5mSv/a。

1.6.2 非放射性环境质量和排放标准

1) 本项目执行的非放射性环境质量标准如下：

(1) 《环境空气质量标准》(GB3095-2012) 二级标准；

(2) 《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。

(3) 潜水含水层执行《地下水质量标准》(GB14848-2017) III 类标准，Fe、Mn 和 COD 执行 IV 类标准；含矿含水层执行《地下水质量标准》(GB14848-2017) III 类标准，pH、As、Mo 执行 IV 类标准，F⁻、TDS 执行 V 类水体标准；

(4) 《声环境质量标准》(GB3096-2008) 2 类标准；

(5) 《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；

(6) 《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。

2) 本项目执行的非放射性污染物排放标准如下：

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

(2) 施工期场界噪声执行《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。

非放评价采用的标准值见表 1-10。

表 1-10 本项目非放评价采用的标准值

类别	污染物名称	标准值		标准来源	
环境质量标准	大气	TSP	日平均 300 μ /m ³		《环境空气质量标准》(GB3095-2012) 中二级标准
		HCl	一次浓度: 0.05 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
	地下水	pH	6.5~8.5		潜水含水层执行《地下水质量标准》(GB14848-2017) III 类标准, Fe、Mn 和 COD 执行 IV 类标准; 含矿含水层执行《地下水质量标准》(GB14848-2017) III 类标准, pH、As、Mo 执行 IV 类标准, F ⁻ 、TDS 执行 V 类水体标准。
		As	0.01mg/L		
		Zn	1.0mg/L		
		Pb	0.01mg/L		
		Cd	0.005mg/L		
		Cr ⁶⁺	0.05mg/L		
		Fe	2mg/L		
		Mn	1.5mg/L		
		Hg	0.001mg/L		
		Cu	1.0mg/L		
		Ni	0.02mg/L		
		Mo	0.07mg/L		
		SO ₄ ²⁻	250mg/L		
		Cl ⁻	250mg/L		
		F ⁻	1.0mg/L		
		TDS	1000mg/L		
		总硬度	450 mg/L		
	硝酸盐	20mg/L			
	亚硝酸盐	1.0mg/L			
	氨氮	0.5mg/L			
	COD _{Mn}	3mg/L			
	土壤	pH	6.5~7.5		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。
		As	60mg/kg		
		Cd	65mg/kg		
		Hg	38mg/kg		
Pb		800mg/kg			
Cr*		250mg/kg			
Zn*		300mg/kg			
Ni		900mg/kg			
Cu		18000mg/kg			
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			

类别	污染物名称		标准值		标准来源
		Cr	200mg/kg	250mg/kg	《声环境质量标准》(GB3096-2008)中2类
		Zn	250mg/kg	300mg/kg	
		Ni	100mg/kg	190mg/kg	
		Cu	100mg/kg	100mg/kg	
	噪声	昼间	60dB (A)		
		夜间	50dB (A)		
排放标准	废气	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
	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	运行期	昼间	60dB (A)	《工业企业厂界环境噪声排放标准》(GB12348-2008)中2类
			夜间	50dB (A)	

注：*参照 GB15618-2018 土壤污染风险筛选值。

1.7 环境保护目标

根据工程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周围居住区的大气环境；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。本项目具体环境保护目标见表 1-11。

表 1-11 环境保护目标一览表

要素	保护对象	方位	距离 (km)	性质	人口	保护目标
大气环境	珠日干格勒嘎查	SW	1.6	居住区	902	《环境空气质量标准》 (GB3095-2012) 二级,《铀矿冶 辐射防护 and 环境保护规定》 (GB23727-2009) 公众剂量约束 值。
	二龙山嘎查	SSW	1.5		950	
	后德日很格勒嘎查	E	2.0		917	
	前德日很格勒嘎查	ESE	2.2		650	
	三分场	S	4.8		103	
	白音那村	WSW	4.9		830	
水环境	矿区周围潜水层地下水及含矿含水层地下水。					地下水潜水含水层中 Fe、 Mn 和 COD 执行《地下水质量标准》 (GB/T14848-2017) 中 IV 类 标准, 其它执行 III 类标准; 含矿含水层中 F-和溶解性总 固体执行《地下水质量标准》 (GB/T14848-2017) V 类标准, pH、As、Mo 执行 IV 类标准, 其 它执行 III 类标准。
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					本项目确定的公众剂量约束 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。

1.8 本项目与现有工程关系

本项目为钱家店钱 IV 块铀矿床原地浸出采铀工程, 该项目所在区域内已
有两期现有工程, 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”)。

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。本项目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。

本项目运行后井场均为单独的井场，与原有工程无关系，新建井场运行产生设施亦全部新建，从生产来说，本工程是独立的，与原有工程无关。本项目位于现有工程的东南方向，开采范围距钱 II 块一期工程的最近距离约为 9.2km，距离钱 II 块二期工程的最近距离约为 11.2km，与原有项目开采范围示意图见图 1-1。

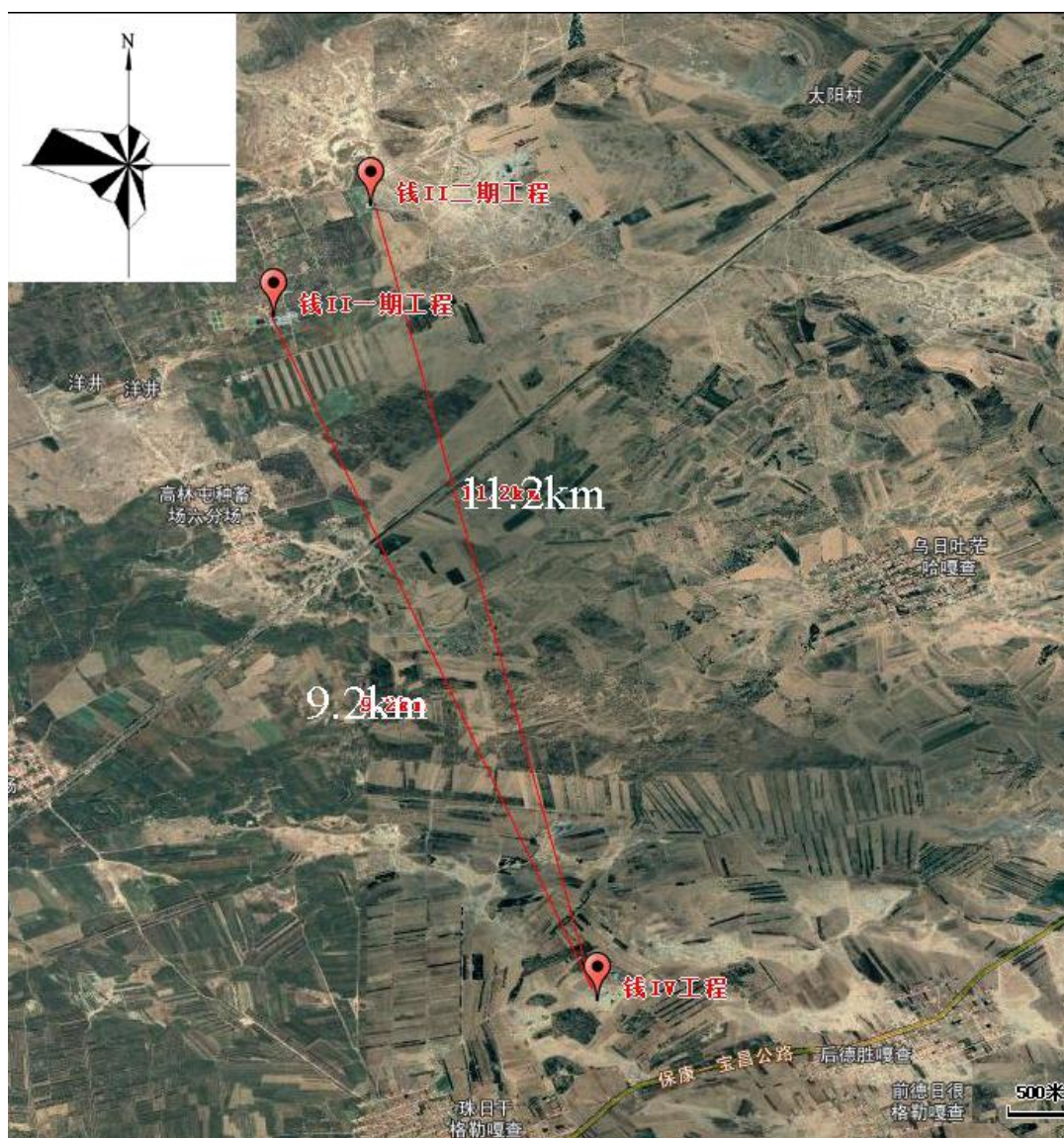


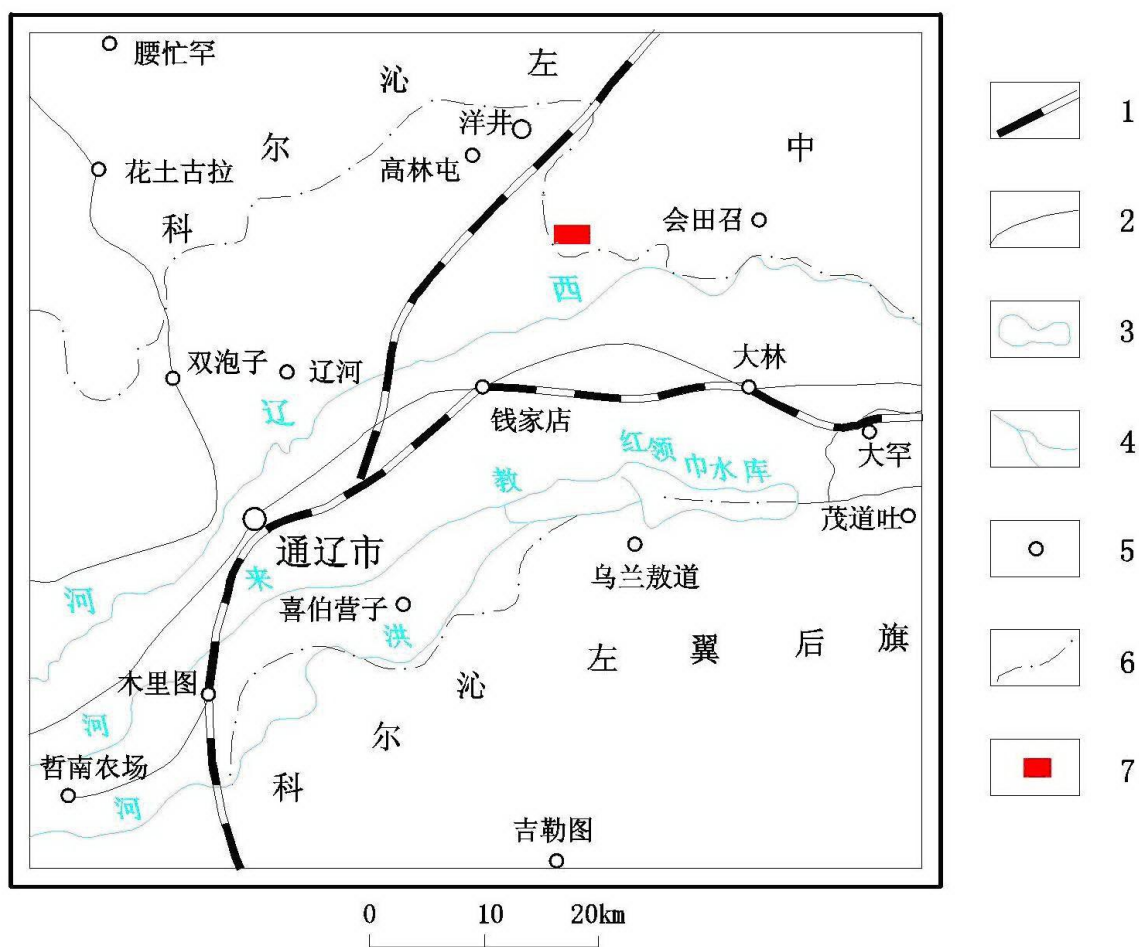
图 1-1 本项目与现有工程位置关系

2 评价区域环境概况

2.1 地理位置

钱家店铀矿床钱 IV 块地浸采铀工程位于内蒙古自治区通辽市科尔沁左翼中旗白兴吐苏木二龙山嘎查东北 2.5km 处，矿区面积约 40km²，地理范围为：东经 122°31'40"~122°39'05"，北纬：43°47'36"~43°55'12"。

矿区距通辽市约 35km，区内交通较为便利，与通辽市有公路和铁路相通，省道 304 从矿区南部通过。本项目地理位置及交通图见图 2-1。



1、铁路 2、公路 3、水库 4、河流 5、居民点 6、旗（县）界 7、铀矿床

图 2-1 矿区地理位置及交通情况示意图

2.2 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，地势由西南向东北逐渐倾斜，地形标高一般为 158~166m，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。评价区域地形地貌见图 2-2。

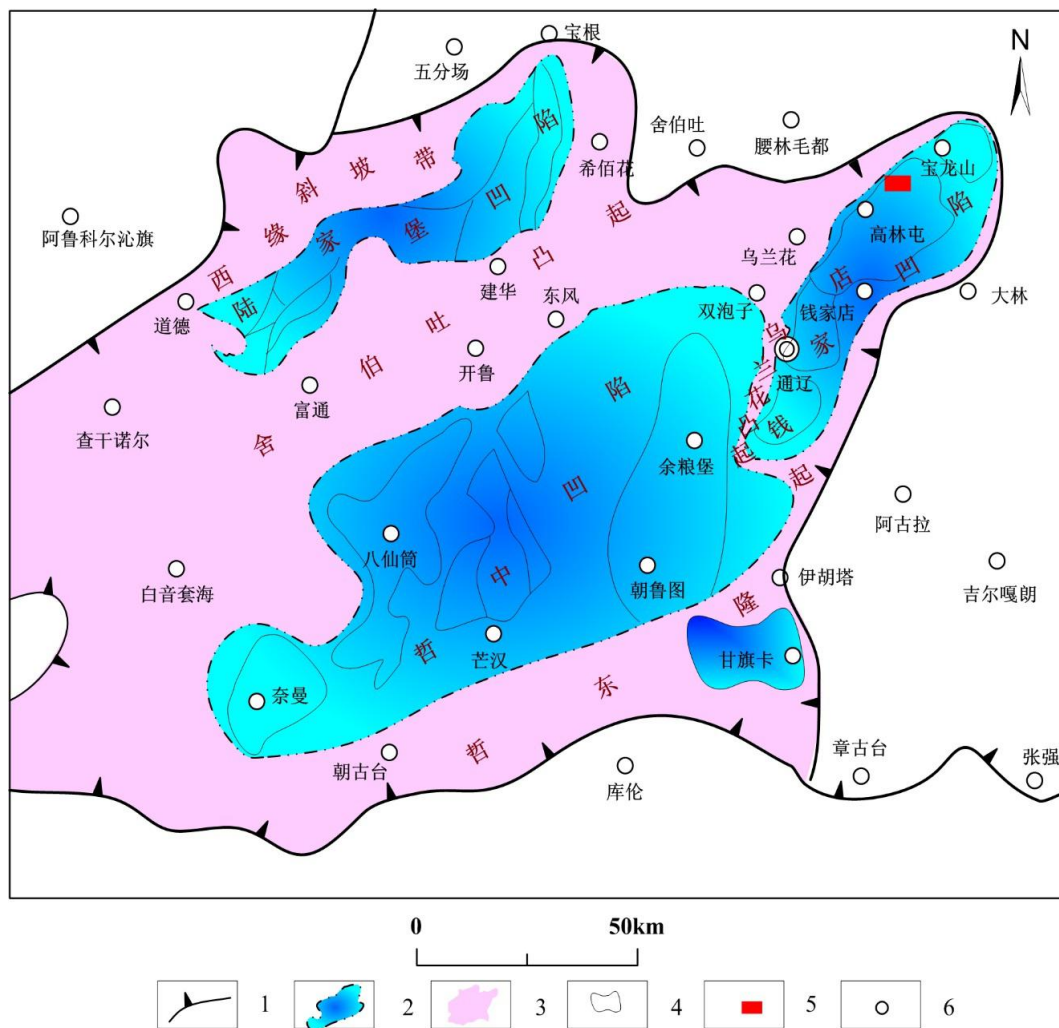


图 2-2 评价区地形地貌情况

2.3 地质

2.3.1 区域地质

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 2-3。基底埋深一般 1500~3500m，最大埋深 4000m，最小埋深 60m。



1-盆地及拗陷分界；2-凹陷；3-凸起；4-次级凹陷；5-铀矿床；6-地名

图 2-3 松辽盆地开鲁拗陷中新世代构造分区示意图

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。钱家店铀矿床位于胡力海洼陷中。胡力海洼陷位于钱家店凹陷北中部，见图 2-4，呈北东—北北东向展布，面积 450km²。洼陷呈西断东超的半地堑结构，平面上分为西部陡坡带、中部洼陷带、东部缓坡带；钱家店铀矿床位于胡力海洼陷中部的洼陷带内。

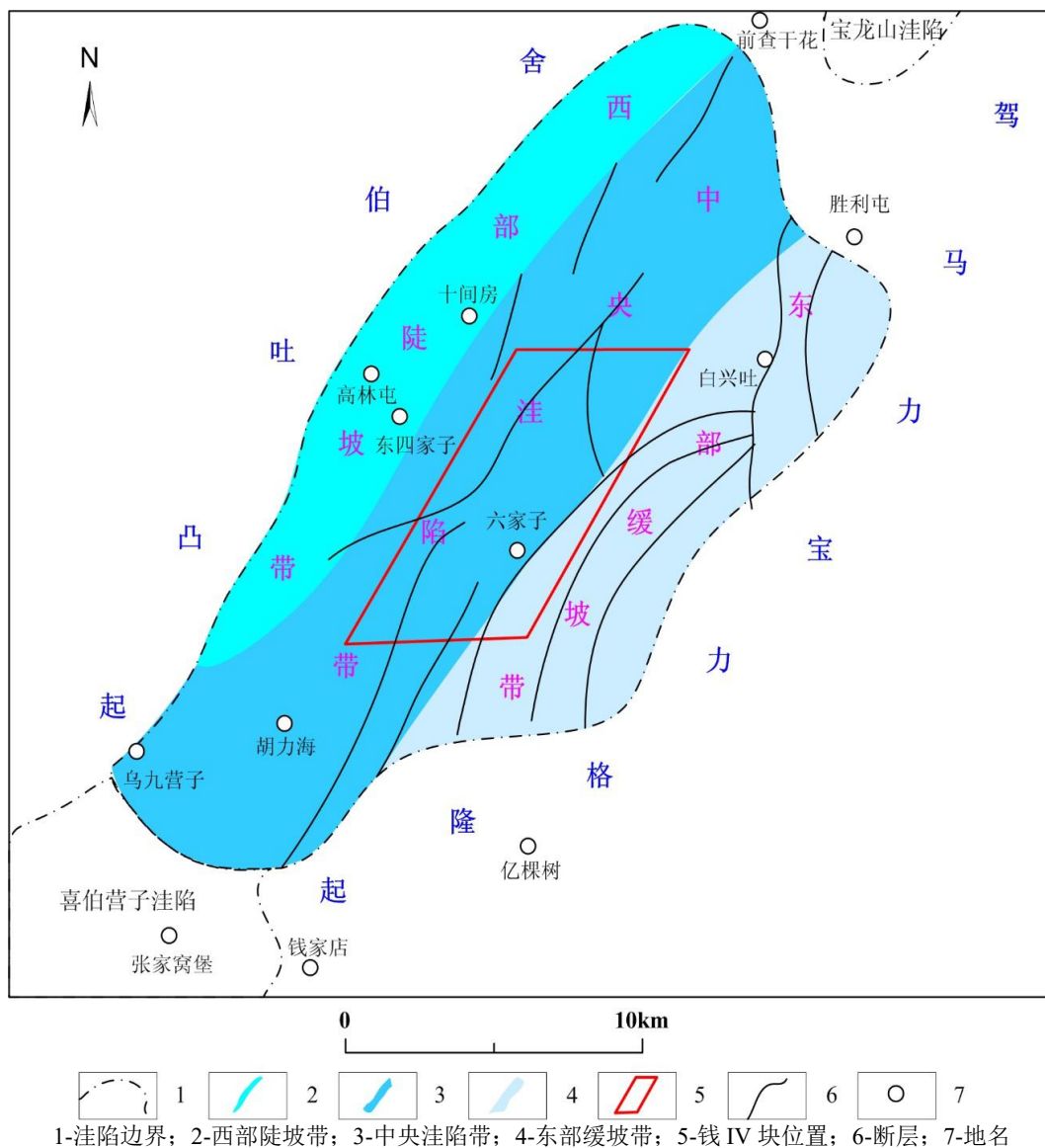


图 2-4 钱家店凹陷胡力海洼陷白垩系构造分区示意图

2.3.2 矿床构造特征

钱 IV 块位于开鲁拗陷钱家店凹陷的次级构造胡力海洼陷中部的洼陷带中，该区下白垩统为断陷发育期，北东向或北北东向断裂构造发育，岩心中常见压性、压扭性结构面，具构造擦痕、磨擦镜面等构造现象。

上白垩统为拗陷发育期，断裂构造不发育；矿区为南西—北东向展布的河谷洼地，西、北部为乌兰花隆起，东部为驾马力宝力格隆起，北东部为乌日吐茫哈隐伏隆起；谷底具北东高、南西低的特征。

根据该区域地震解释成果，钱 IV 块内部构造平缓，断裂构造并不发育，但钱 IV 块外围，尤其是西部，断裂构造发育。

2.3.3 矿床地层特征

钱家店铀矿床出露的地层有上白垩统青山口组 (K_2qn)、姚家组 (K_2y)、嫩江组 (K_2n) 和第四系 (Q)。缺失四方台—古近系。姚家组是本区的主要含矿层位, 青山口组为次要含矿层位。本节重点对姚家组岩性、岩相特征进行分析研究, 对其它层位进行概略性描述。

1) 白垩系

出露或钻探揭露的地层包括上白垩统青山口组、姚家组、嫩江组。

(1) 青山口组

在钱 IV 块南部蚀源区附近出露, 钱 IV 块钻孔内仅揭露至青山口组顶部, 岩性主要为紫红色厚层状砂质砾岩夹紫红色泥岩, 下粗上细, 构成一个完整的正旋回沉积。水平层理发育。

(2) 姚家组

钱 IV 块南东部大面积出露, 北西部被上新统泰康组覆盖, 可分 6 个岩性段, 其中姚一段 (K_2y^1)、姚二段 (K_2y^2)、姚三段 (K_2y^3) 为主要含矿层位, 见图 2-5。

①地层结构

姚家组下伏青山口组, 上覆嫩江组, 为辫状河沉积的红色砂泥岩建造。岩性以细砂为主, 常见灰、灰白、紫红、褐红色; 砂体中较多泥岩夹层, 除各段顶界面泥岩厚度相对稳定外, 其它夹层厚度变化较大, 走、倾向连续性差, 多为透镜体; 薄层泥岩多为灰色、灰白色, 厚度较大的泥岩多为紫红色; 各段一般由 3~6 个正(半)韵律组成, 韵律底部可见河道滞留沉积的砂砾岩; 分选性较好, 成岩度低, 磨圆度中等。具块状构造、交错层理、波状层理、平行层理等。

姚家组为干热—半干热气候环境下的辫状河沉积, 表现为砂体多出现在深切谷的位置, 具有填平补齐的沉积特征。该组在区内分布广泛, 砂体中间厚两边薄, 沿河道走向各段砂体具较好的连通性, 河道断面呈非对称的“U 字”型, 具西缓东陡特征。

②厚度及埋深变化特征

姚家组揭露厚度 181.20~214.20m, 平均 197.88m; 平面上, 姚家组总体呈现西厚东薄、南厚北薄的特征, 厚度较稳定, 变化梯度小, 每公里约 10m; 南西部最厚, 可达 210m 以上, 南东部较薄, 在 190m 以下; 厚矿体主要产于 200~205m 等值线内。

姚家组顶面埋深 122.50~250.0m, 平均埋深 222.30m; 平面上, 姚家组埋深呈东西浅、中部深及北浅南深的特征; 东部等值线较密, 西部等值线稀疏, 表明东部变化梯度大, 西部变化梯度小, 具东陡西缓的特征; 东部 1 号勘探线以北地区, 地层抬升幅度较大, 埋深仅为 130m 左右, 部分剖面显示嫩江组几乎全部剥蚀。北浅南深, 但总体变化幅度较小, 每公里约 10m。底面埋深 311.30~455.00m, 平均 420.18m; 底面埋深与顶面埋深变化具有一致性。

姚家组顶面标高 36.20~-88.50m, 平均-61.78m; 平面上, 姚家组标高总体呈东西高、中间低及北高南低的格局; 东部标高变化较大, 最大值大于 30m, 西部标高变化较缓, 最大值-40m 左右, 与中间低洼处落差 40m。南北标高差别较小。底面标高-152.62~-294.38m, 平均-259.94m; 顶、底标高具有相似性。

③岩石学特征

砂岩类以长石质石英砂岩和石英砂岩为主, 少量长石砂岩。砾石主要为泥砾、岩砾及石英长石矿物碎屑。

长石质石英砂岩: 细粒和中细粒砂状结构, 分选较好, 次棱角状; 碎屑物 80.00%~90.00%, 石英以单晶为主, 见多晶石英; 长石由斜长石、正长石(泥化强烈)及少许微斜长石组成; 胶结物为后生粗晶(>0.50mm)方解石, 连生式胶结砂屑。

石英砂岩: 中细粒砂状结构, 分选较好, 次棱角状; 碎屑物 80.00%~85.00%, 石英多为单晶石英; 见少许长石(斜长石、微斜长石); 杂基为伊利石、高岭石; 胶结物为后生他形一半自形方解石, 大小 0.10~0.20mm, 相当细晶级。见少许黄铁矿, 大小小于 0.001 至 0.10mm, 多为 0.01~0.02mm, 星散于填隙物中或泥岩碎屑中, 多显示近立方体晶形切面, 应为后生期形成。

粉砂岩、泥岩: 由伊利石和高岭石组成, 含少许(2%)石英粉砂, 少许(<1%)黄铁矿、有机炭。干裂隙中充填的砂屑为中粗粒, 主要由石英和少许长石(正长石为主)组成, 局部为细粒砂屑。

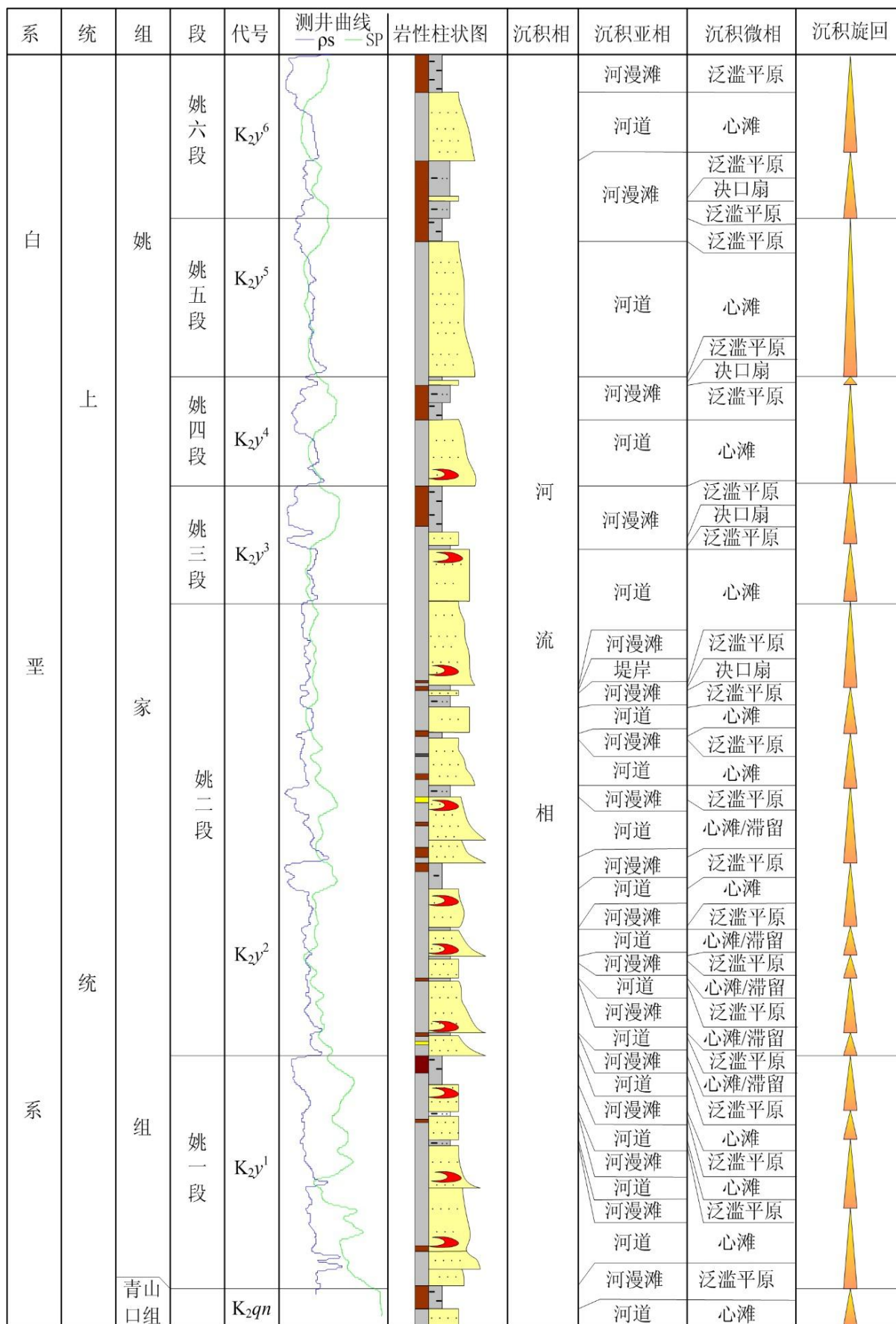


图 2-5 钱 IV 块姚家组地层结构示意图

(3) 嫩江组

钱 IV 块嫩江组未见顶,厚度一般为 30~60m,与下伏姚家组呈整合接触。

下部为细粒砂岩、粉砂岩夹泥岩;上部以灰、深灰色泥岩为主,夹粉砂岩。自下而上粒度变细,砂岩颗粒为次圆状,分选好。含贝类化石,泥岩中夹有薄层鲕粒灰岩。嫩江组岩性以细粒(泥岩)为主,颜色暗,水平层理发育,代表沉积环境相对稳定的滨浅湖相沉积环境。

2) 第四系

第四系为砂、粉砂、砾石等松散碎屑堆积,厚度 100~130m,上覆于嫩江组之上,具填平补齐的特征。

2.3.4 矿床岩石地球化学特征

1) 岩石化学成分

根据《内蒙古通辽市钱家店钱 IV 块(25~32 线)详查地质报告》,岩石化学成分见表 2-1,由表可知,各类岩性 SiO₂ 含量较高,变化范围在 73%~78%左右;烧失量较低,表明各岩性有机质含量较少;Al₂O₃、TiO₂ 含量与岩石的粒度成正比,其它成分 TFe₂O₃、FeO、MnO、CaO、MgO、P₂O₅、K₂O、Na₂O 则变化不大或无明显规律。

表 2-1 钱 IV 块 25-32 线岩石化学全分析结果统计表

岩性	样品数	化学分析结果(%)											
		烧失量	SiO ₂	FeO	TFe ₂ O ₃	Al ₂ O ₃	TiO ₂	MnO	CaO	MgO	P ₂ O ₅	K ₂ O	Na ₂ O
粉砂质泥岩	1	3.10	75.76	1.38	2.61	9.37	0.26	0.12	1.93	0.70	0.09	3.12	2.46
泥砾岩	1	3.15	75.97	0.69	2.03	9.58	0.15	0.03	2.73	0.48	0.05	3.40	2.00
泥质细砂岩	4	2.63	77.57	0.68	2.16	10.35	0.37	0.05	0.77	0.52	0.08	3.06	1.87
细砂岩	32	4.33	73.68	0.88	2.56	10.44	0.38	0.10	2.04	0.59	0.08	3.16	2.01

2) 岩石地球化学环境特征

根据钱 IV 块(25~32 线)详查地质报告,姚家组岩性以细砂岩为主,通过对岩石地球化学环境指标样品统计分析,其中有 103 个样品进行了各项环境指标的分析测试,这些样品均分布在铀矿体的上、下围岩中,岩石地球化学环境指标样分析结果见表 2-2。由表可知,还原岩石中 Fe²⁺、CO₂、S 全含量较高,氧化岩石中 Fe³⁺、C 有含量较高。

表 2-2 钱 IV 块 25-32 线岩石地球化学环境指标样分析结果统计表

序号	岩性	样数	分析结果(%)				
		个	FeO	Fe ₂ O ₃	C _有	CO ₂	S _全
1	红色细砂岩	4	0.64	3.67	0.16	0.88	0.01
2	浅红色细砂岩	2	0.77	1.57	0.16	1.43	0.01
3	黄色细砂岩	1	1.04	1.25	0.20	2.58	0.01
4	浅灰色细砂岩	3	1.00	1.61	0.12	1.25	0.03
5	灰色细砂岩	93	1.25	2.01	0.10	1.42	0.13

2.4 气候与气象

2.4.1 区域气候特征

评价区域位于内蒙古东部，地处中纬度，属中温带、干旱和半干旱、大陆性季风气候。春季干旱大风多，夏季炎热降雨集中，秋季凉爽短促、气温下降快、霜冻北早南晚，冬季漫长少雪寒冷。当地多年年平均气温 9.3℃，极端最高气温为 38.9℃，极端最低气温-31.6℃。境域日照丰富，年日照时数 2868~3111h。5~10 月以南风为主，11~4 月以西北风为主，全年平均风速 3.2m/s，最大风速 31m/s。全年无霜期 140~160d；相对湿度 51%~55%。本项目所在地多年平均降水量 381mm，其中 7 月降水量最大，6 月、8 月次之；多年平均蒸发量约为 1900mm。

2.4.2 气象资料

本次大气辐射环境影响评估所需的气象资料包括常规地面气象观测资料和高空气象探测资料。常规地面气象资料和高空气象探测资料均来自于科尔沁区通辽气象观测站 2016 年连续三年的观测数据，通辽气象观测站站点编号为 54135，地理坐标为东经 122°16'、北纬 43°36'，距矿区直线距离约 43km，气象站所在区域与本项目评估范围内地理特征基本一致，气象扩散条件相似，其气象数据满足本次辐射影响预测扩散模式使用要求。本项目所在区域各类型气象资料基本参数见表 2-3。

表 2-3 气象参数一览表

资料类型	气象参数
基础参数	站点编号、地理坐标、观测时间
地面气象资料	风向、风速、总云、低云、温度、降雨量
高空气象资料	探空层、气压、高度、温度、风向、风速

根据通辽气象观测站 2016 年地面气象数据，当地全年平均温度 8.01℃，平均风速 2.47m/s，WSW 方位、W 方位和 WNW 方位全年风频之和为 34.92%，是当地主导风向。本项目所在区域温度、风速的月平均变化情况见表 2-4 和图 2-6，季小时平均风速的日变化情况见表 2-5，全年和各季风向风频玫瑰见图 2-7，本次气象数据预处理时采用的地表参数见表 2-6。

表 2-4 温度、风速的月平均变化值

月份	1 月	2 月	3 月	4 月	5 月	6 月
温度(°C)	-13.93	-6.77	2.97	9.84	18.25	22.74
风速/(m/s)	2.32	2.56	2.7	2.97	3.25	2.23
月份	7 月	8 月	9 月	10 月	11 月	12 月
温度(°C)	25.48	24.26	17.81	6.95	-3.87	-7.63
风速/(m/s)	2.26	2.24	1.91	2.3	2.41	2.39

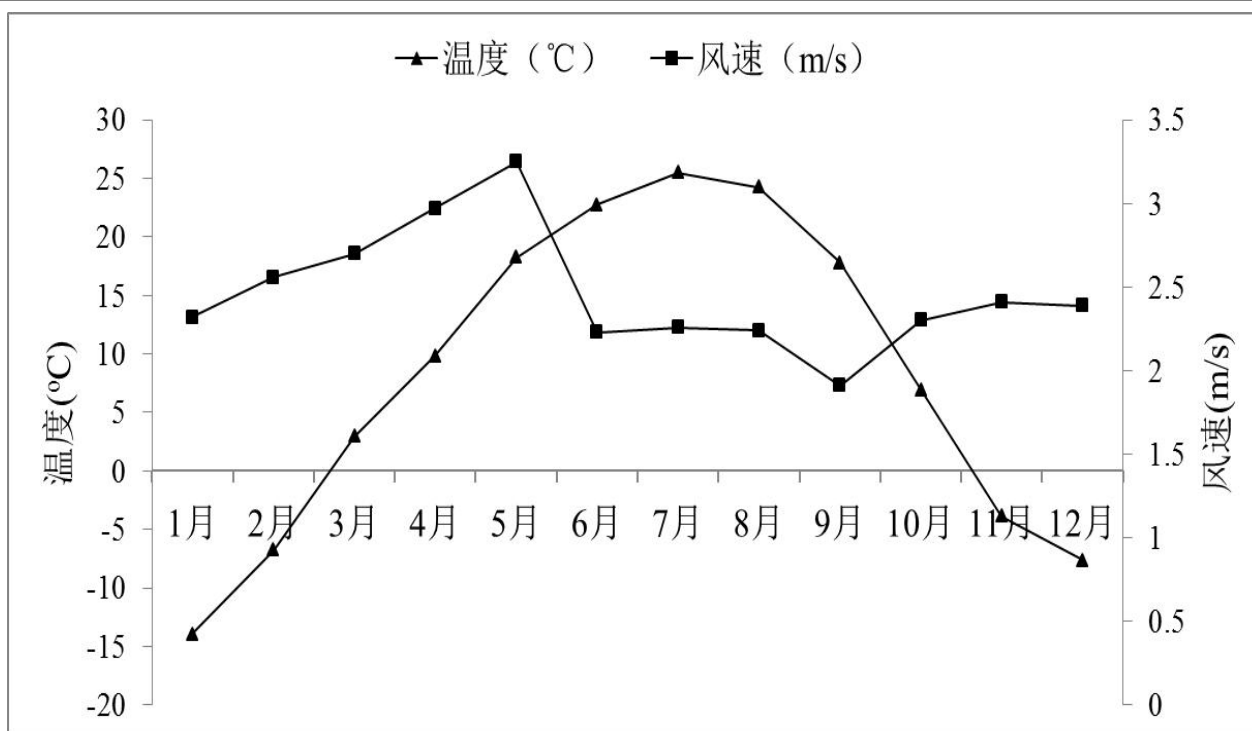


图 2-6 温度、风速的月平均变化情况

表 2-5 季小时平均风速的日变化情况 (m/s)

小时/h	0	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11
春季	2.39	2.31	2.41	2.26	2.24	2.22	2.47	2.75	3.11	3.37	3.62	3.78
夏季	1.56	1.66	1.65	1.69	1.68	1.65	1.8	2.06	2.35	2.45	2.68	2.76
秋季	1.89	1.91	1.98	1.94	1.86	1.91	1.89	1.88	2.19	2.51	2.69	2.78
冬季	2.18	2.15	2.05	2.09	2.11	2.21	2.1	2.03	2.15	2.41	2.77	3.02
小时/h	12	13	14	15	16	17	18	19	20	21	22	23
春季	3.94	3.98	3.82	3.83	3.64	3.48	3.03	2.66	2.73	2.42	2.54	2.45
夏季	2.89	2.94	3.04	2.95	2.84	2.65	2.49	2.31	2.08	2.04	1.89	1.76
秋季	2.82	2.88	2.96	2.76	2.51	2.11	1.87	1.97	1.91	2.05	1.96	1.95
冬季	3.2	3.3	3.22	3.16	2.72	2.29	2.18	2.07	2.19	2.18	2.17	2.15

表 2-6 气象预处理地表参数取值

季节	反照率	BOWEN 率	地表粗糙度 (m)
春季	0.18	1	0.05
夏季	0.18	2	0.1
秋季	0.2	2	0.01
冬季	0.6	2	0.01
全年	0.29	1.75	0.04

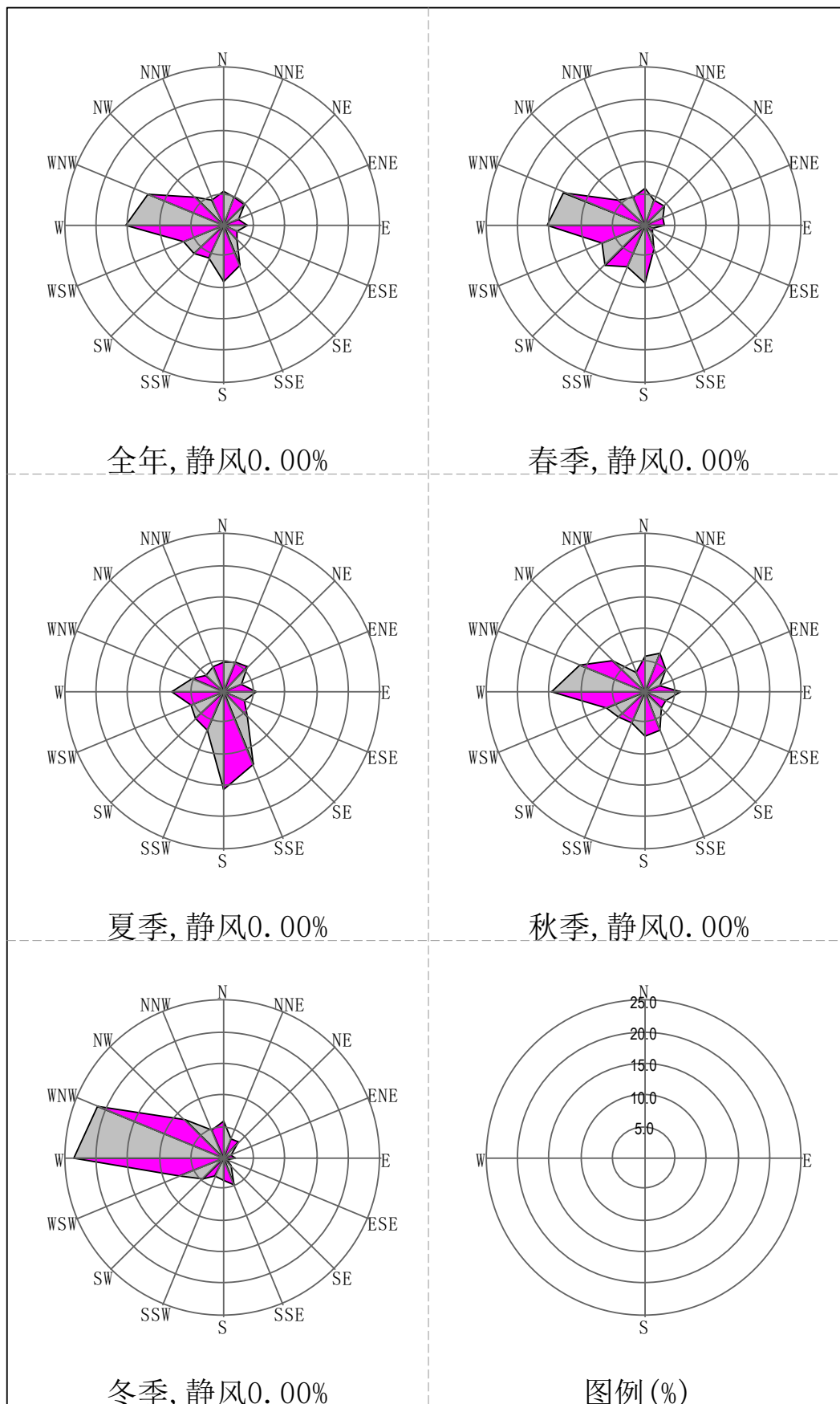


图 2-7 全年及四季风向玫瑰图

2.5 水文

2.5.1 地表水

根据《通辽市志》(1999~2008年),评价区域年降水 240~420mm,年蒸发量 447.1~2339.2mm,水资源比较缺乏,保水性较差的风砂土占 43%左右。矿区地表水系属辽河水系。矿区北部有三八水库,距项目位置直线距离约 10km,主要用于灌溉、养殖与生态保护,但自 2001 年开始干涸。矿区北部 17km 有新开河,河流总长 383.6km,在矿区东南汇入西辽河,该河道槽蓄能力很强,流域不产生迳流。矿区南部 16km 有西辽河,西辽河受人类活动影响大,河道有很强的槽蓄能力,流域产水量很少,年平均实测径流量 9.51 亿 m³。这两条河流均为季节性河流。本项目所在区域地表水系分布情况见图 2-8。

2.5.2 地下水

2.5.2.1 矿区地下水类型及分布

钱 IV 块 25~32 线赋存的地下水类型主要有松散岩类孔隙水和碎屑岩类裂隙孔隙水。

1) 松散岩类孔隙水

钱 IV 块 25~32 线第四系松散层孔隙潜水,水量丰富,水质较好;含水层厚度一般为 110~165m,主要受大气降水补给;地下水水位埋深浅,一般 1.32~7.04m,单井出水量一般 1000~2000m³/d。

地下水的水化学成分较简单,总硬度 29.24~369.80mg/L(以 CaCO₃计),矿化度 0.26~0.71g/L, pH 值 6.94~7.82,大多为中性水,水化学类型主要为 HCO₃-Na.Ca、HCO₃-Na 型水。

2) 碎屑岩类裂隙孔隙水

该类地下水在钱 IV 块 25~32 线广泛分布,主要包括上白垩统嫩江组、姚家组及青山口组三个含水岩组。

(1) 上白垩统嫩江组碎屑岩类孔隙裂隙水

上白垩统嫩江组含水层位于第四系与上白垩统姚家组含水层之间。底部岩性以灰色细砂岩、灰色粉砂岩、泥质粉砂岩为主;上部岩性以灰、深灰色泥岩为主,夹粉砂岩,自下而上粒度变细,砂岩颗粒为次圆状,分选性好。

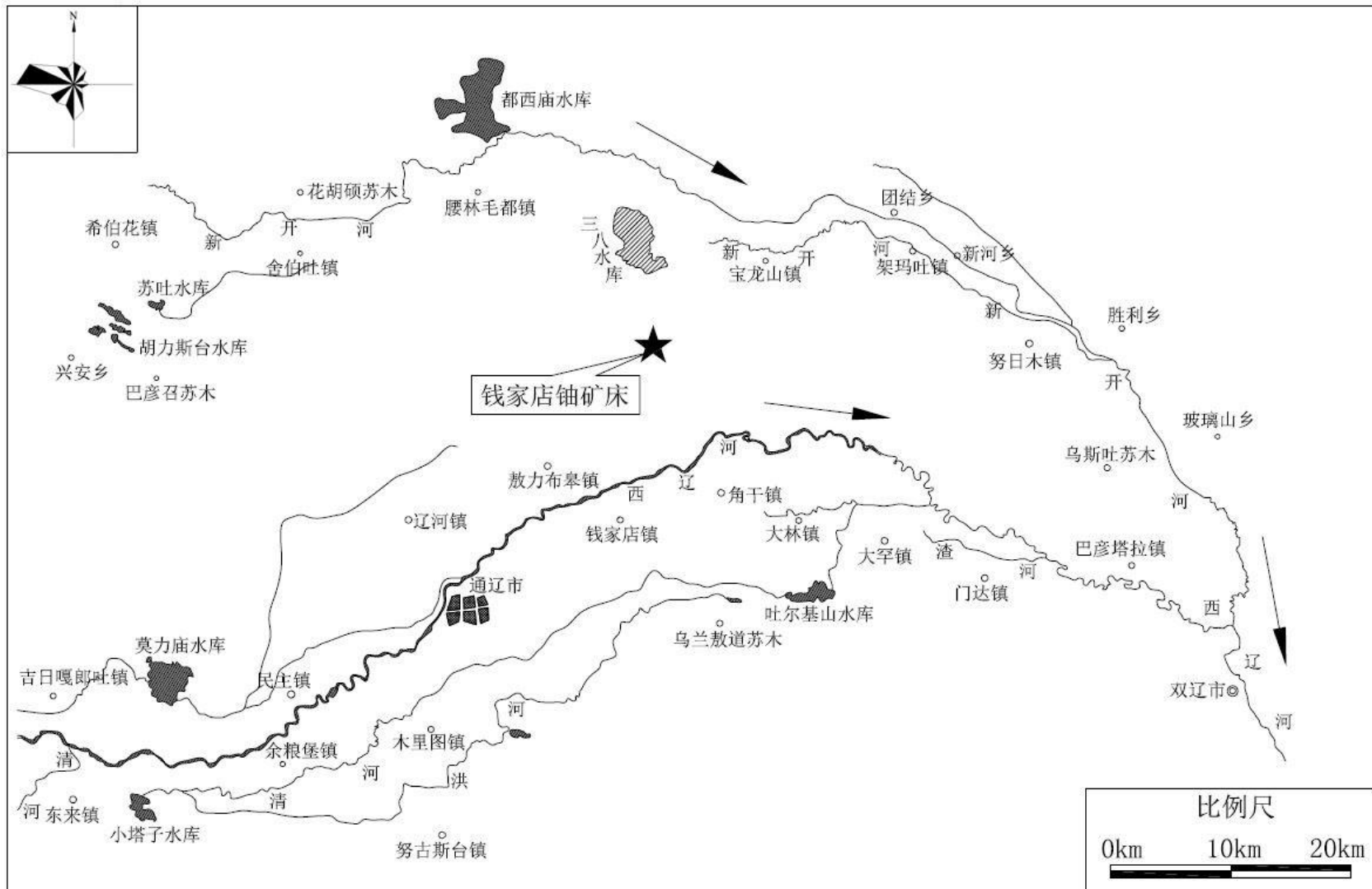


图 2-8 项目所在区域地表水系图

该层埋深一般 154~312m，厚度 69~72m，平均厚度 68m，部分地段因构造影响，埋深、厚度变化较大，该含水层含水性、富水性较差。

(2) 上白垩统姚家组碎屑岩类孔隙裂隙水

上白垩统姚家组含水层处于上白垩统嫩江组含水层(k_{2n})与上白垩统青山口组含矿含水层之间。该含水层岩性以浅灰色、灰色细砂岩为主，局部含薄层灰色、紫红色泥岩、粉砂质泥岩及灰色泥质粉砂岩。该组地层在矿床内埋深一般 296~445m，厚度一般 210~240m，平均 230m。

该含水层含水岩石的矿物成分以钾长石为主，少量斜长石或微斜长石，其颗粒多为次棱角—次圆状，分选性一般。岩屑多为沉积碎屑，填隙物以泥质为主，次为粉砂质，见少量铁质、硅质和钙质。一般泥质分布不均，以颗粒支撑，孔隙式胶结为主，局部见泥质呈团块状，杂基支撑基底式胶结，较疏松。

(3) 上白垩统青山口组碎屑岩类孔隙裂隙水

上白垩统青山口组含水层下伏于上白垩统姚家组含水层之下，上覆于上白垩统泉头组之上，区域上分布稳定，地下水类型为层间承压水，属曲流河沉积体系，砂体厚度较薄。

2.5.2.2 矿床含水层划分

钱 IV 块 25~32 线可划分出第四系及上白垩统嫩江组、姚家组四至六段、姚家组一至三段及青山口组五个含水层，含水层分布见图 2-9。其中，姚家组一至三段、青山口组含水层为含矿含水层。

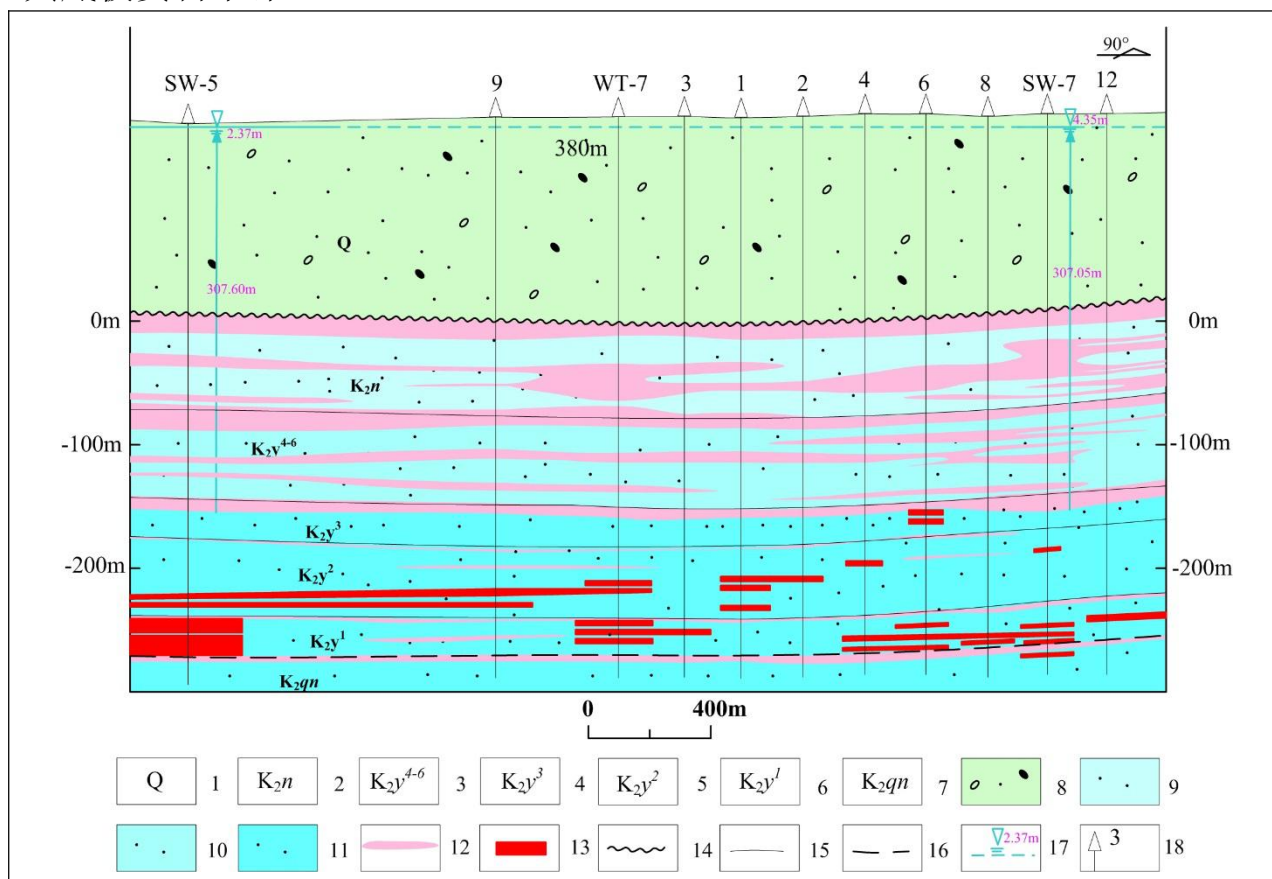
第四系含水层上覆于嫩江组之上，隔水层底板以泥岩为主，厚度大且稳定，为区域性隔水层；初步研究认为第四系含水层与下伏地层无水力联系。

嫩江组含水层上覆于姚家组之上，隔水底板为姚家组六段洪泛沉积的泥岩，厚度大且稳定，为区域性隔水层；初步研究认为嫩江组含水层与上覆、下伏地层无水力联系。

姚家组四至六段含水层（即钱 II 块详查报告中的姚家组上段），其顶板为姚家组六段洪泛沉积的泥岩，底板为姚家组三段洪泛沉积的泥岩，厚度大且稳定，区域上为一个独立的含水层，初步研究认为姚家组四至六段含水层与上覆、下伏地层无水力联系。

姚家组一至三段含水层，即钱 II 块详查报告中的姚家组下段，其顶、底板发育，顶板为姚家组三段顶部洪泛沉积的泥岩，底板为青山口组顶部的泥岩，泥岩隔水顶、底板厚度稳定。姚家组三段与姚家组二段、姚家组二段与姚家组一段之间存在局部隔水层，其隔水层厚度较薄且不稳定。

青山口组含水层顶板稳定，为同组洪泛沉积的泥岩；受钻探深度影响，其底板资料不详。



1-第四系；2-嫩江组；3-姚家组四至六段；4-姚家组三段；5-姚家组二段；6-姚家组一段；7-青山口组；8-第四系含水层；9-嫩江组含水层；10-姚家组四至六段含水层；11-含矿含水层；12-泥岩；13-工业铀矿体；14-地层角度不整合界线；15-地层界线；16-地层平行不整合界线；17-地下水水位线；18-钻孔及编号

图 2-9 钱 IV 块 25~32 线含水层划分剖面示意图

2.5.2.3 含矿含水层特征

本项目的主含矿含水层为姚家组，姚一段 (K_{2y}^1)、姚二段 (K_{2y}^2)、姚三段 (K_{2y}^3) 为主要含矿段，本节重点描述姚家组含矿含水层特征。

(1) 岩性特征

含矿含水层岩性主要由河流相沉积的红色、灰色细砂岩及少量的中粗、粗砂岩构成，多泥岩、粉砂岩夹层，结构疏松，以泥质胶结为主，固结程度低，分选性好，次棱角状，富水性好，渗透性弱。在垂向上，含矿含水层由

多个正（半）韵律层叠置而成；平面上，在矿床内含矿含水层岩性粒级无明显变化。

（2）厚度特征

含矿含水层厚度明显受河流相砂体控制，与砂体厚度空间展布相一致，河道砂体呈北东—南西向展布，厚度一般为 102.00~139.40m，厚度变化小，见表 2-7，稳定性较好，具由河道中心向两侧逐渐变薄的特点。

含矿含水层中间存在两个局部隔水层，在矿体产出部位相对连续，将姚家组含矿含水层分隔成三个局部含矿含水层（岩段），其中，姚一段砂体厚度 27.50~46.60m，姚二段砂体厚度 50.20~69.80m，姚三段砂体厚度 12.40~41.00m。因各岩段非渗透层的数量及厚度变化较大，砂体厚度变化也较大。

表 2-7 钱 IV 块 25-32 线姚家组一至三段含矿含水层特征统计表

参数项	含矿含水层顶板埋深 (m)	隔水顶板厚度 (m)	含矿含水层厚度 (m)	隔水底板厚度 (m)
平均值	294.6	7.03	125.59	4.03
最小值	187.2	0.5	102	0.40
最大值	330.4	21.5	139.4	11.9
标准差	24.11	3.70	4.9	2.65
变异系数(%)	8.18	52.62	3.9	65.74
统计个数	302	302	302	302

（3）水力性质特征

含矿含水层下伏于姚家组四至六段含水层之下，上覆于青山口组含水层之上；矿床内稳定分布，埋深大，赋存的地下水为承压水，地下水位埋深 2.18~5.87m，承压水头 285.82~313.82m。姚家组含矿含水层隔水顶板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。含矿含水层间分布有两个不稳定的局部隔水层。姚家组含矿含水层底板为青山口组曲流河沉积的泥岩，厚度大且稳定，绝大部分具多层特征。

（4）富水性和渗透性特征

含矿含水层岩性以细粒为主，结构疏松，粉、泥含量占约 10%左右，孔隙较发育。从水文地质孔抽水试验成果见表 2-8，含矿含水层富水性略有变化见图 2-10，根据水文地质孔实测结果，大致可划分出两个区，西部区富水性

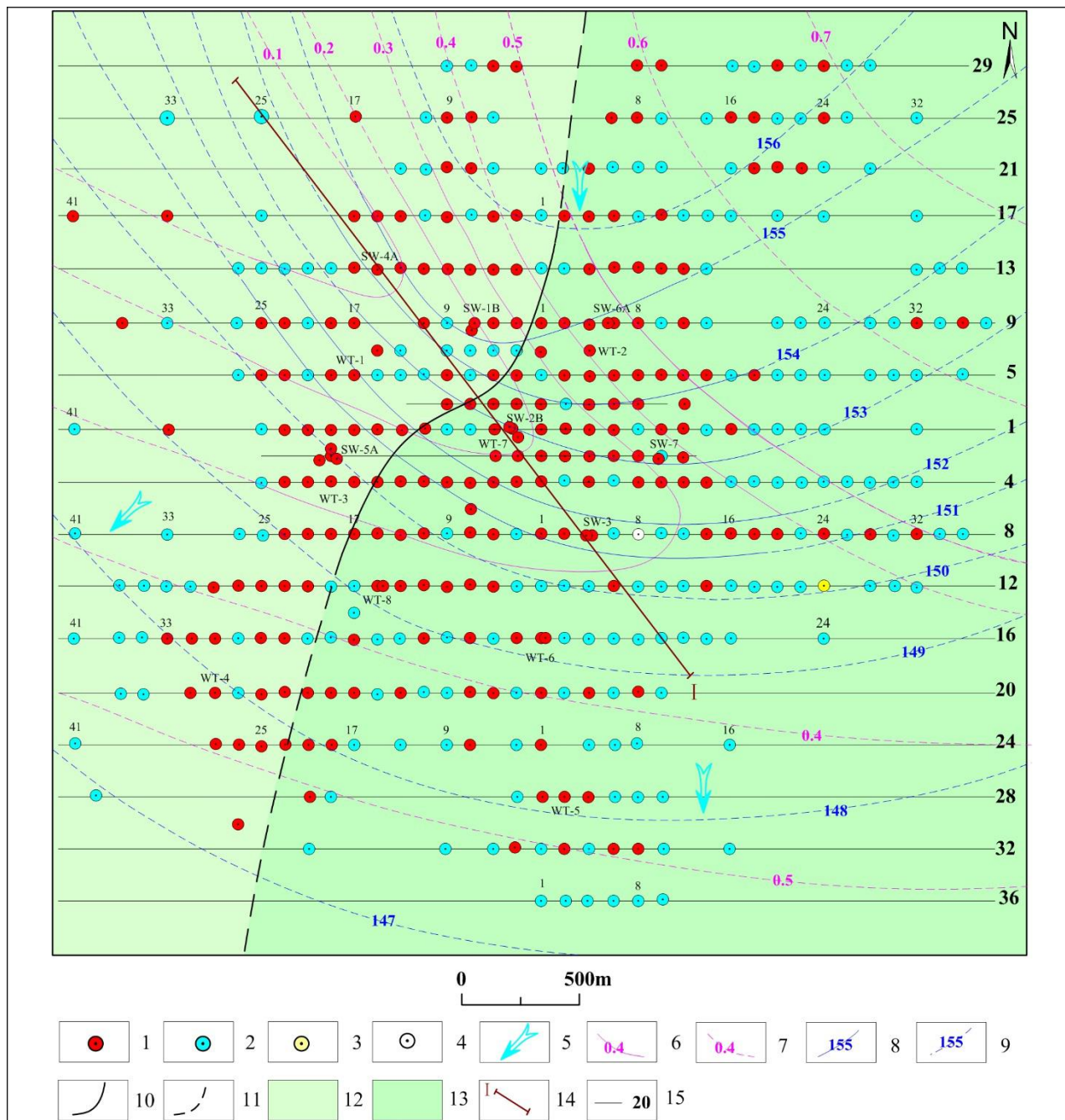
略差，东部区富水性较好，分区界线的展布方向与河道砂体展布方向基本一致；涌水量为 0.96~3.82 L/s，水位降深 8.17~75.30 m，单位涌水量为 0.029~0.133 L/s·m，含矿含水层渗透系数为 0.08~0.49m/d，从平面图上看，渗透系数具北西低南东高的特征；导水系数 3.27~51.06m²/d；地下水等水压线具有北大南小的特点，其特征与现代地层埋深基本吻合。

表 2-8 钱 IV 块 25~32 线水文地质孔抽水试验成果表

序号	钻孔编号	降深(m)	涌水量(L/s)	单位涌水量(L/s·m)	导水系数(m ² /d)	渗透系数(m/d)	
1	1A	56.69	1.89	0.0333	3.27	0.143	0.14
		38.56	1.30	0.0337		0.148	
		29.55	0.96	0.0325		0.139	
2	2A	26.98	3.43	0.127	13.17	—	0.19
		17.27	2.17	0.126		—	
		11.53	1.52	0.132		—	
3	3A	27.94	3.33	0.119	22.31	—	0.22
		21.80	2.40	0.110		—	
		8.17	0.96	0.117		—	
4	4A	75.30	2.17	0.029	5.60	—	0.08
		50.52	1.35	0.027		—	
		34.09	0.96	0.028		—	
5	5A	57.63	3.33	0.058	28.91	—	0.29
		38.22	2.32	0.061		—	
		23.90	1.31	0.055		—	
6	6A	24.98	3.33	0.133	51.06	—	0.49
		13.01	1.70	0.131		—	
		8.54	1.09	0.128		—	
7	7A	30.72	3.82	0.128	12.11	0.38	0.38
		16.57	1.89	0.114		0.42	
		12.05	1.40	0.116		0.34	

(5) 埋深特征

含矿含水层顶面埋深 198.80~337.70m，平均埋深 302.02m；埋深总体特征为东、西两端浅，中间深，呈现出北东向展布的河谷洼地；含矿含水层底面埋深 311.30~455.00 m，平均埋深 420m；底面与顶面埋深平面上具有相似特征。受地质构造影响，顶、底埋深总体表现出由北东向南西逐渐增大的特征。



1-工业铀矿孔；2-铀矿化孔；3-铀异常孔；4-无铀矿孔； 5-地下水流向；6-实测渗透系数等值线；7-推测渗透系数等值线；8-实测地下水等水压线；9-推测地下水等水压线；10-实测富水性分区界线；11-推测富水性分区界线；12-单位涌水量 (<0.1L/s·m)；13-单位涌水量 (>0.1L/s·m)；14-水文地质 I 号剖面位置；15-勘探线及编号

图 2-10 钱 IV 块 25-32 线姚家组含矿含水层水文地质示意图

2.5.2.4 隔水层特征

1) 姚家组含矿含水层隔水顶板特征

姚家组主要含矿层位为一至三段，其中，姚家组三段隔水顶板比较稳定，岩性为泥岩、粉砂岩，其厚度一般为 0.50~21.50m，平均为 7.03 m，厚度变异系数为 52.62%，厚度变化小，稳定性较好。姚家组一段与姚二段、姚二段

与姚三段之间隔水顶板不稳定，局部有缺失现象，岩性为泥岩、粉砂岩，其厚度一般为 0.0~11.0m，平均为 6.66m，厚度变化较大。

2) 姚家组含矿含水层隔水底板特征

姚家组主含矿层隔水底板为青山口组洪泛沉积的泥岩、粉砂岩，为青山口组含矿含水层的顶板。其厚度一般为 0.40~11.90 m，平均为 4.03 m，厚度变异系数为 65.74%，厚度变化小，稳定性较好。从底板厚度平面分布图上看，工业矿体产出部位底板厚度多大于 2m，少部分隔水底板厚度为 1m；隔水底板厚度小于 1m 的区域上呈团块状零星分布，并且多分布在无矿范围内。

局部隔水底板为姚一段与姚二段、姚二段与姚三段之间的泥岩，从目前研究的结果看，姚一段与姚二段之间的局部隔水层要好于姚二段与姚三段之间的隔水层，并且铀矿体最富集的部位，局部隔水层底板连续性越好；姚三段局部隔水层底板连续性差，但铀资源量较少。

2.5.2.5 地下水补径排特征

钱 IV 块含矿含水层赋存孔隙承压水，地下水在静水压力作用下，从高处向低处流动，即地下水总体流向近南北向径流。由于地层倾角较小，含矿含水层埋藏深，补给、排泄条件差，地下水径流缓慢，水动力相对较弱。

2.5.2.6 地下水动态

根据观测孔资料，姚家组姚家组一至三段承压水在观测期内的变幅为 0.28~0.76m，且 7-9 月份动态变化波动较大，水位波动明显。根据观测孔水位动态变化特征，结合有关资料分析，矿区姚家组一至三承压水水位年变幅约 $\pm 0.80\text{m}$ 。

2.5.2.7 地下水水化学特征

含矿含水层中，地下水埋深大、补给条件差、水交替缓慢，矿化度相对较高。上白垩统姚家组含矿含水层水矿化度一般为 1.88~2.34g/L，其等值线总体近北东—南西向展布，且中间低，向北西及南东向有增大趋势；pH 值 8.16~8.34，水化学类型为 $\text{HCO}_3\text{-Na}$ 型；为弱碱性，水温 14°C。水中铀 0.151~0.442mg/L，根据水化学特征分析，该铀矿床水文地球化学环境处于半开启的氧化环境。

2.6 土地和水体利用

2.6.1 土地利用

根据《科尔沁左翼中旗志》，科尔沁左翼中旗总土地面积 9646.4km²，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 km²，约占全旗面积的 24.7%；草地面积 1518.1 km²，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 km²，约占 25.6%，林地以灌木为主；其它土地 2893.1 km²，约占 30.0%，其它土地为空闲地、盐碱地、沙地等。本项目评价中心半径 5km 范围内土地利用现状主要为林地和耕地。

2.6.2 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 m³，地下水可开采量为 56001.17 万 m³，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 m³/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，居民生活用水及灌溉用水为井水，且水井集中于居民点内，基本以家庭为单位打井，井深约 5~20m，取水为孔隙潜水。

2.7 生态和资源开发利用

2.7.1 自然资源

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。由于评价区域生态环境脆弱，存在比较严重的土地沙漠化问题，因此本项目在设计和施工过程中应加强对当地生态环境的保护。

2.7.2 生态敏感区

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。

2.8 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《通辽市国民经济和社会发展统计公报》（2018 年），通辽市范围内总人口约为 313.32 万人，人口密度 52.36 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，以及通辽市区敖力布皋镇、胡力海镇和钱家店镇共 4 个乡镇。根据实地调查和统计资料，2018 年评价范围内总人口为 94177 人，平均人口密度 74.98 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 2-11 和表 2-9，20km 范围评价子区划分和子区人口分布见图 2-12。

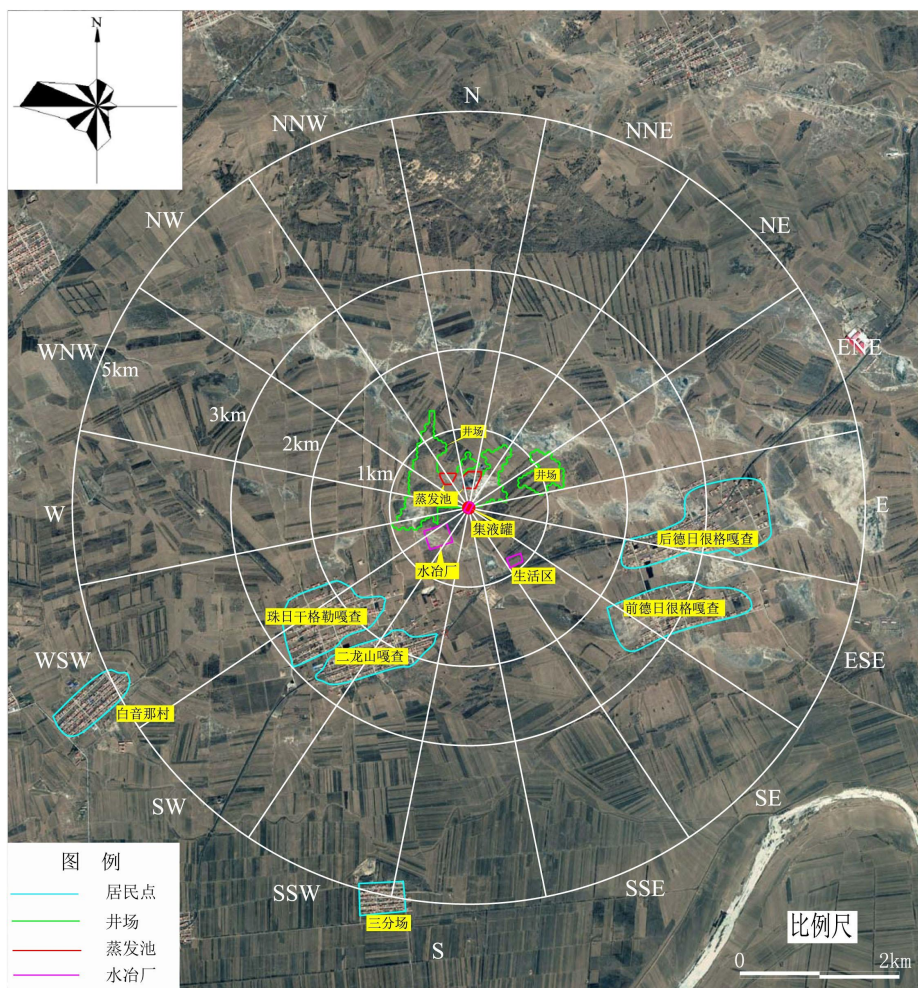


图 2-11 评价中心半径 5km 居民点分布图

表 2-9 评价中心半径 5km 范围内各居民点分布情况

评价中心	居民点	方位	距离 (km)	人数 (人)
集液罐	珠日干格勒嘎查	SW	1.6	902
	二龙山嘎查	SSW	1.5	950
	后德日很格勒嘎查	E	2.0	917
	前德日很格勒嘎查	SE	2.2	650
	三分场	S	4.8	103
	白音那村	WSW	4.9	830

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。

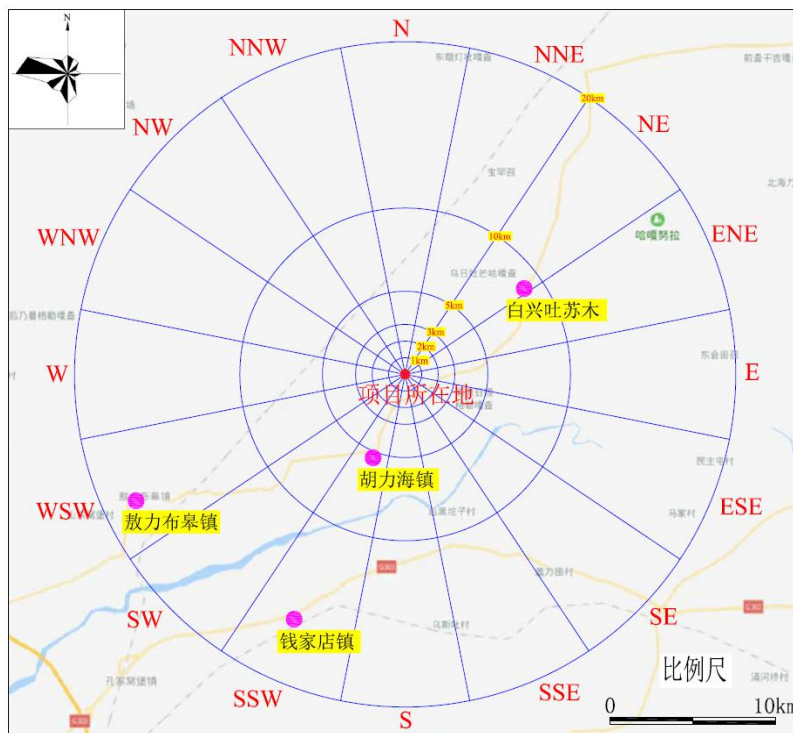


图 2-12 评价中心半径 20km 评价子区分布图

本项目评价生产期代表年份选定为 2031 年（即运行正常生产最后一年），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 2-10。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：

$$N = N_0 e^{r \cdot t} \tag{2-1}$$

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 2-10 内蒙古自治区 2019~2031 年人口自然增长率

时间（年）	2019	2020	2021	2022	2023	2024	2025
年人口自然增长率（‰）	6.02	5.72	5.39	5.17	4.84	4.59	4.31
时间（年）	2026	2027	2028	2029	2030	2031	
年人口自然增长率（‰）	4.07	3.91	3.71	3.59	3.50	3.34	

2018 年评价中心 20km 半径范围子区人口分布情况见表 2-11，2031 年评价中心 20km 半径范围子区人口预测情况见表 2-12。

表 2-11 评价中心半径 20km 范围内各子区人口分布（2018 年）

半径	年龄组	N	NNE	NE	ENE	E	ESE	SE	SSE	S	SSW	SW	WSW	W	WNW	NW	NNW
0~1km	婴儿	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
	幼儿	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
	少年	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
	成人	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
1~2km	婴儿	0	0	0	0	0	0	0	0	0	7	6	2	0	0	0	0
	幼儿	0	0	0	0	0	0	0	0	0	66	63	24	0	0	0	0
	少年	0	0	0	0	0	0	0	0	0	133	128	48	0	0	0	0
	成人	0	0	0	0	0	0	0	0	0	428	412	152	0	0	0	0
2~3km	婴儿	0	0	0	0	3	2	0	0	0	1	3	1	0	0	0	0
	幼儿	0	0	0	0	32	23	0	0	0	8	30	9	0	0	0	0
	少年	0	0	0	0	65	46	0	0	0	14	62	19	0	0	0	0
	成人	0	0	0	0	206	146	0	0	0	49	198	61	0	0	0	0
3~5km	婴儿	0	0	0	0	6	4	0	0	0	0	0	8	0	0	0	0
	幼儿	0	0	0	0	64	45	0	0	3	0	0	86	0	0	0	0
	少年	0	0	0	0	129	91	0	0	8	0	0	175	0	0	0	0
	成人	0	0	0	0	412	293	0	0	20	0	0	561	0	0	0	0
5~10km	婴儿	2	12	5	7	5	11	6	14	22	2	4	26	10	7	13	3
	幼儿	19	121	53	69	52	113	63	145	225	22	38	270	100	77	137	29
	少年	39	246	108	141	105	230	127	293	457	44	76	547	204	156	277	60
	成人	124	789	344	449	334	734	406	938	1463	139	243	1749	651	500	886	190
10~20km	婴儿	25	25	66	14	22	61	40	79	86	98	78	53	39	13	26	26
	幼儿	259	261	684	147	224	639	420	817	897	1015	806	547	411	137	274	271
	少年	526	529	1388	298	455	1297	852	1657	1820	2060	1636	1111	833	278	555	549
	成人	1683	1694	4441	953	1454	4151	2727	5302	5824	6590	5232	3553	2665	889	1777	1755

表 2-12 评价中心半径 20km 范围内各子区人口分布（2031 年）

半径	年龄组	N	NNE	NE	ENE	E	ESE	SE	SSE	S	SSW	SW	WSW	W	WNW	NW	NNW
0~1km	婴儿	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
	幼儿	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
	少年	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
	成人	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
1~2km	婴儿	0	0	0	0	0	0	0	0	0	7	6	2	0	0	0	0
	幼儿	0	0	0	0	0	0	0	0	0	70	67	25	0	0	0	0
	少年	0	0	0	0	0	0	0	0	0	141	136	51	0	0	0	0
	成人	0	0	0	0	0	0	0	0	0	454	437	161	0	0	0	0
2~3km	婴儿	0	0	0	0	3	2	0	0	0	1	3	1	0	0	0	0
	幼儿	0	0	0	0	34	24	0	0	0	8	32	10	0	0	0	0
	少年	0	0	0	0	69	49	0	0	0	15	66	20	0	0	0	0
	成人	0	0	0	0	218	155	0	0	0	52	210	65	0	0	0	0
3~5km	婴儿	0	0	0	0	6	4	0	0	0	0	0	8	0	0	0	0
	幼儿	0	0	0	0	68	48	0	0	3	0	0	91	0	0	0	0
	少年	0	0	0	0	137	96	0	0	8	0	0	185	0	0	0	0
	成人	0	0	0	0	437	311	0	0	21	0	0	595	0	0	0	0
5~10km	婴儿	2	13	5	7	5	12	6	15	23	2	4	28	11	7	14	3
	幼儿	20	128	56	73	55	120	67	154	238	23	40	286	106	82	145	31
	少年	41	261	114	149	111	244	135	311	484	47	81	580	216	165	294	64
	成人	131	836	365	476	354	778	430	994	1551	147	258	1854	690	530	939	201
10~20km	婴儿	26	26	70	15	23	65	42	84	91	104	83	56	41	14	28	28
	幼儿	275	277	725	156	237	677	445	866	951	1076	854	580	436	145	290	287
	少年	557	561	1471	316	482	1375	903	1756	1929	2183	1734	1178	883	295	588	582
	成人	1784	1795	4707	1010	1541	4400	2890	5620	6173	6985	5545	3766	2825	942	1883	1860

3 工程分析

3.1 工程概况

3.1.1 项目名称

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。

3.1.2 建设单位

中核通辽铀业有限责任公司。

3.1.3 建设地点

钱 IV 块铀矿床拟建井场、水冶厂、生活区、场外工程位于内蒙古自治区通辽市科尔沁左翼中旗白兴吐苏木境内。

3.1.4 建设内容

本项目建设内容包括井场、水冶厂、生活区及场外工程，各子项主要建设内容见表 3-1。

表 3-1 项目建设内容一览表

序号	子项	建设内容
1	井场	主要包括钻孔（含生产钻孔和补充勘探钻孔）、集液罐及集配液泵房、过滤间、变电所、集控室、气体站、井场综合管网等。
2	水冶厂	主要包括浸出液处理厂房、产品库及固体废物库、盐酸库、生产区辅助设施、淋浴室及洗衣房、综合楼、生产资料库、柴油发电机房、变电站、称量站、蒸发池、柴油库、水冶厂值班室等。
3	生活区	主要包括职工宿舍、综合设施、生活区辅助设施、生活区值班室等。
4	场外工程	主要包括场外道路、弱电工程等。

3.1.5 开采方式

本项目为原地浸出采铀工程，采用 CO_2+O_2 的中性浸出工艺，井型以七点型为主，在矿体较窄或边角部位，辅以五点型、行列式布置。

3.1.6 生产规模

井场年浸出液抽出量为 1684 万 m^3/a ，年产“111”金属量为 XXt/a 。

3.1.7 服务年限

服务年限：项目服务年限为 17a，其中项目建设期 4a，达产期 1a，正常生产期 11a，减产期 1a。

3.2 项目前期试验情况

3.2.1 试验情况

2012年-2013年，核工业北京化工冶金研究院对钱IV块岩心开展了酸法浸出、碱法浸出和 CO_2+O_2 浸出等室内试验研究，初步确定了采用 CO_2+O_2 浸出的可行性。2014年至今，开展了现场地浸试验，试验证明 CO_2+O_2 中性浸出工艺适宜钱IV块铀矿床试验块段的地浸开采，目前试验效果良好，待本工程开始后，试验部分纳入整个生产工程。

3.2.2 试验阶段监测井数据分析

现场试验共设置抽出井6个、注入井16个，自试验开始至今累积抽出浸出液 2618617m^3 ，累积注入浸出液 2609223m^3 ，抽大于注总体比例为0.36%，满足环评抽大于注比例0.3%的要求。

自现场试验开展以来，中核通辽铀业有限责任公司委托有资质单位对钱IV试验区监测井进行监测，监测因子包括pH、 Cl^- 、 HCO_3^- 、 $\text{U}_{\text{天然}}$ 、 ^{226}Ra ，监测频次2次/a。钱IV试验区监测井布置图见图3-1。2018年各监测井监测数据见表3-2。

由该表可知，各监测井中pH、 Cl^- 、 HCO_3^- 、 $\text{U}_{\text{天然}}$ 、 ^{226}Ra 值变化不明显，基本处于本底范围内。

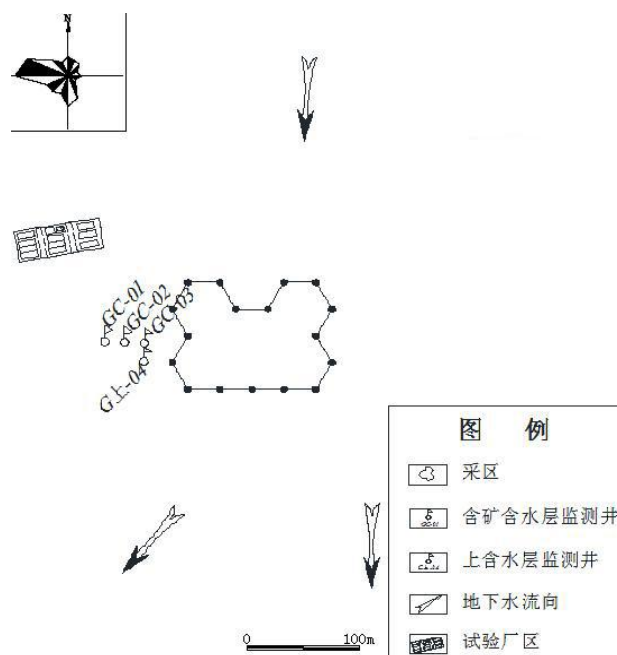


图 3-1 钱 IV 试验区监测井布置图

表 3-2 2018 年钱 IV 矿区采区监测井委托监测情况

监测项目	时间	GC-01	GC-02	GC-03	G 上-04
pH	6 月份	8.07	7.77	8.66	8.54
	9 月份	8.05	7.56	8.39	8.47
	本底值	8.93	8.56	8.42	8.61
Cl ⁻ (mg/L)	6 月份	117	145	135	121
	9 月份	120	151	134	127
	本底值	129	116	123	112
HCO ₃ ⁻ (mg/L)	6 月份	1550	1688	1648	1617
	9 月份	1509	1628	1605	1698
	本底值	1757	1702	1659	1607
U _{天然} (mg/L)	6 月份	0.088	0.130	0.140	0.053
	9 月份	0.089	0.139	0.134	0.051
	本底值	0.254	0.196	0.105	0.076
²²⁶ Ra (mBq/L)	6 月份	110.00	140.00	90.00	30.00
	9 月份	110.00	140.00	94.00	37.00
	本底值	120.00	110.00	100.00	30.00

3.3 项目地质资源及开采规划

3.3.1 地质资源

钱家店铀矿床于 1997 年由辽河石油勘探局发现，随后在此开展了铀矿评价、勘查、科研等一系列工作，2008~2012 年发现钱 IV 块铀矿床，施工钻孔 112 个。后于 2013~2015 年对钱 IV 块 25~32 线进行了重点加密控制，累计施工钻孔 414 个，完成地质勘查、物探、水文地质勘察等工作，并于 2016 年 4 月提交了《内蒙古通辽市钱家店铀矿床钱 IV 块（25~32 线）详查地质报告》，基本摸清了钱 IV 块砂岩型铀矿的资源量、地质结构、水文地质条件等特征。

对钱 IV 块铀矿床 25~32 线开展的详细勘察表明：钱 IV 块 25~32 线矿体发育规模、形态连续性和矿化连续性等均有所不同。主矿体 YI-1 南北长约 3250m，东西矿 150~1100m。厚度变化范围 2.20~30.40m，平均厚度 6.25m，变异系数 78%，厚度交稳定。矿体品位变化范围 0.0150%~0.0340%，平均品位 0.0262%，变异系数 72%；详查范围内赋存有较为可观的铀资源，已具大型规模，并具备形成特大型可地浸砂岩铀矿床的资源潜力，铀矿体主要赋存在上白垩统姚家组一至三段及青山口组，主要矿体平面上近北东-南西向展布，形态较为复杂。含矿含水层具有稳定的区域性隔水顶、底板，含水层砂体以细碎屑岩为主，渗透性低，涌水量始终，地下水位埋深大，具有较强承压性，

含矿含水层与其它含水层无水力联系，含水层厚度适中，地浸水文地质条件为有利—较有利。

3.3.2 地浸开采总体规划

本项目开采范围为钱 IV 块 25~32 勘探线控制的铀矿块，根据矿体的赋存情况，本项目首采勘探程度高、资源量大，矿体连续性好的 Y I -1-1、Y I -1-2 矿块。首采段开拓 17~16 勘探线之间的块段，约 0.71km²。随着生产的进行，以首采段为中心，开拓 16~32 勘探线之间的块段，新采区开拓总体上沿着矿层走向方向布置。垂向上首先开采姚一、姚二段矿体，根据补勘情况在生产后期考虑青山口组和姚三段铀资源的回收和利用。

3.4 项目主要建设内容

本项目为原地浸出采铀工程，建设内容主要包括井场、水冶厂、生活区及场外工程。

本项目主要建设内容见表 3-3。

表 3-3 本项目建设内容一览表

类别	项目	建设内容
井场	钻孔工程	本项目布置 29 个分采区，设置生产钻孔 3053 个，其中抽出井 789 个，注入井 2159 个，监测井 105 个。 施工期补充勘探工程量 2550m/a，生产期补充勘探工程量约 8200m/a。
	集控室	集控室采用可移动形式，通过集装箱进行改造拼装而成。单座集控室长 13m，宽 5m，高 2.71m。
	集液罐	采用搪瓷设备，地上共布置 4 台 DN9170×6000 集液罐，罐体直径 9.17m，罐高 6m，罐体上部设自然常压排气孔，排气孔内径 0.3m；集液罐区设事故围堰，围堰长×宽为 27m×27m，高 1.5m。
	泵房	地上布置，长×宽为 42m×11m，单层，层高 5m。泵房内布置 4 台集液泵，单台设备流量 1005m ³ /h，扬程 80m，功率 315kW，2 用 2 备；布置 5 台配液泵，单台设备流量 800m ³ /h，扬程 175m，功率 560kW，3 用 2 备。泵类设备电机均采用变频电机，通过变频器控制泵的流量和扬程。
	气体站	井场气体站露天布置，生产类别为乙类，占地长×宽为 37m×15m，设 2.5m 高围栏，站内布置 3 台液态氧气贮罐和配套气化、调稳压、设备以及 3 台液态二氧化碳贮罐和配套气化、复热、缓冲、调稳压设备。气体站至井场铺设氧气主管、氧气支管

类别	项目	建设内容
		及二氧化碳主管。
	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，负责整个厂区浸出液的输送；注液系统由注液总管道、注液主管道、注液支管等组成，负责整个厂区注入液的输送。
	过滤间	包括原液过滤间和尾液过滤间，尺寸均为长 22m，宽 12.5m，单层，层高 5.0m。
水冶厂	浸出液处理厂房	厂房长 108m，宽 40m，整体单层，层高 12.5m，局部二层，其中一层层高 7.5m，二层层高 5m。厂房一层按照工艺流程、功能等分为吸附区、淋洗转型区、贮罐区、试剂配制区、沉淀区、沉降分离区、化工原料库区、反渗透处理区、空压机房区、产品过滤区、检修区等。局部二层主要布置化验室、配电室、通风机房等。同时考虑设置参观走廊等。
	化工原料库	与浸出液处理厂房合建，长 23.6m，宽 10m，主要用于贮存生产中需要的碳酸氢钠、氯化钠、氢氧化钠等化工原料。
	产品库	库房长 48m，宽 18m，单层，层高 4.5m，主要用于重铀酸钠产品，同时布置产品分析的相关实验室。
	中心化验室	与浸出液处理厂房合建，布置在浸出液处理厂房局部二层，化验室面积约 200m ² ，主要负责井场、水冶厂分析及剂量监测等。
	生产资料库	库房长 30m，宽 12m，单层，层高 4.5m，主要存放生产资料和劳保用品等。
	固体废物库	与产品库合建，长 30m，宽 18m，单层，层高 4.5m，主要存放生产产生的废旧滤布、更换的管件管道等。
	盐酸库	露天布置，长 18m，宽 13m，四周设置 1m 高围堰，库内设 3 个 70m ³ 盐酸贮罐。
	生产区辅助设施	包括柴油库、变电站、称量站、消防水池、消防泵房、供水设施间、生产区供热站、变电所、淋浴室、洗衣房等。
	蒸发池	新建 9 座蒸发池，净蒸发面积 47870m ² ，蒸发池深 1.5m，有效池深 0.8m，采用梯形断面。蒸发池四周设置围堤，避免地面雨水进入蒸发池。 池底及边坡铺设钠基膨润土垫及 HDPE 土工膜进行防渗，土工膜上部铺设 0.5m 厚回填土作为保护层，池壁利用粘土砖进行护砌，蒸发池设置渗漏在线检测装置。
生活区	位于二龙山嘎查东侧 1500m 处，省道 S304 北侧，包括职工宿舍、综合设施、值班室、辅助设施等。	
场外工程	新建、扩建厂区内道路，新修省道至水冶厂厂外道路 1.5km。	

3.5 总平面布置

3.5.1 布置原则

1) 本项目由井场、水冶厂、公共辅助三大模块组成，在三大模块的基础上，充分利用自然地形，将模块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) 本项目围绕水冶主厂房（浸出液处理厂房），将生产性质相同、功能相近，工艺联系密切的设施（如化工原料库、化验室、空压机房、反渗透处理等）集成为整体设施，减少物料运输距离及环境污染风险，同时降低占地面积，从而做到功能单元集成化。

3) 根据地形特点，采用平坡式竖向布置形式，利用地形高差实现物料自流运输的原则，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。

4) 综合考虑矿区交通运输、环境保护及土地利用等外部条件。

3.5.2 总平面布置方案

根据井场、水冶厂和生活区等设施的相对位置，贯彻流线短捷、管理方便以及安全、环保、卫生等要求的设计原则，由北向南依次布置井场、水冶厂和生活区，原有二龙山村通往井场的道路拓宽改造后作为各设施之间联系的纽带，将各相对独立设施紧密构成为一个整体。

1) 井场总平面布置

井场按各设施的功能划分为地浸采铀钻孔区和集配液区两个分区。其中，地浸采铀钻孔区主要包括生产钻孔、监测井和集控室；集配液区包括集液罐及集配液泵房、过滤间、变电所及气体站等设施。

本项目首先开拓 17~16 勘探线之间的块段，随后以首采段为中心，沿地下水下游方向向南开拓 16~32 勘探线之间的块段，减少开采对地下水的影响。首采段设置 10 个分采区，自西南向东北方向展布。每个采区设置一个移动式集控室，通过集控室，将浸出液输送到相关设施。集液罐及集配液泵房、过滤间、变电所、井场气体站等组成集配液区，布置在首采段中心部位的矿体天窗上，与每个集控室通过管道连接。井场平均海拔高程在 158m~160m 之间，

地势平坦，利用管道泵余压将浸出液输送至集液罐，再统一输送至水冶厂。

2) 水冶厂

水冶厂区主要分为厂前区、生产区和辅助设施区三部分，从风向上看，厂前区和辅助设施整体位于生产区的上风向，水冶厂各功能分区如下：

(1) 厂前区：位于水冶厂西南部，布置有综合办公楼及淋浴室、洗衣房，淋浴室及洗衣房布置在办公楼北侧，与办公楼连接。

(2) 生产区：位于水冶厂东部，其中浸出液处理厂房体量最大，位于生产区南部中心位置；固体废物库、产品库和盐酸库布置在主厂房的北侧，便于物料的输送；生产供热站、消防泵房、供水设施间、生产资料库等设施与浸出液处理厂房联系紧密，将其紧邻布置在浸出液处理厂房北侧。

(3) 辅助设施区：位于水冶厂西北部，将 66kV 变电站、柴油发电机房、柴油库及生产区车库等设施布置在此区域，远离其他设施，避免对其他设施工作环境的影响。

3) 生活区

生活区位于二龙山嘎查东侧 1.5km，在通往水冶厂的道路与省道 S304 交汇处，地势较为平缓，与各井场、水冶厂距离适中，且在主矿体范围以外，又临近外部公路，交通方便。生活区主要建筑为职工宿舍、办公楼和综合设施等建筑。职工宿舍布置在生活区北侧，综合设施位于职工宿舍西南侧，生活区辅助设施位于职工宿舍东南侧。

本项目总平面布置见附图 1，井场总平面布置图见附图 2，水冶厂总平面布置图见附图 3，生活区总平面布置图见附图 4，首采区井场布置图见附图 5。

3.6 工艺流程

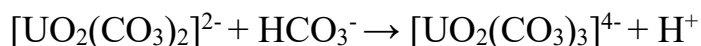
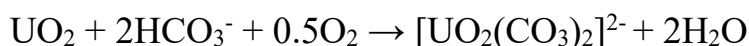
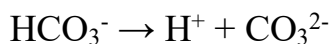
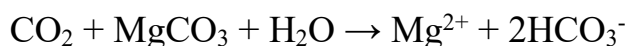
3.6.1 井场工艺

本项目采用 CO_2+O_2 的中性浸出工艺，该工艺是在地下水加入 CO_2 气体和 O_2 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。

3.6.1.1 浸出原理

1) 浸出反应方程式

本项目浸出工艺为中性浸出，浸出剂为 $\text{CO}_2 + \text{O}_2$ 。在一定压力下， CO_2 易于溶解，在水中有较大的溶解度，溶解在水中的 CO_2 在中性环境和 O_2 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：



3.6.1.2 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、浸出剂在含矿含水层的注入、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

来自水冶厂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 CO_2 补充水冶吸附造成的浸出剂中碳酸氢根的流失，补加 CO_2 的浸出剂通过泵增压后经注液总管道输送至井场各分采区集控室。

2) 集控室混氧

浸出剂输送至集控室后，通过集控室内注液分配器把吸附尾液按抽注平衡的原则分配至各个注入井支管，并在注液支管中进行氧气的加入与混合，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，各抽出井单独运行，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控室外集液主管，再经集液总管汇集至集液罐，最后经集液泵输送至水冶厂。

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水冶厂浸出液过滤系统，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。

本项目井场工艺流程见图 3-2。

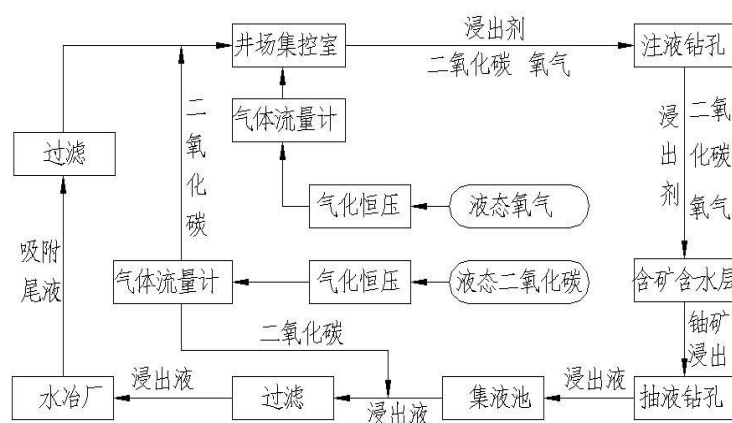


图 3-2 井场工艺流程图

3.6.1.3 主要技术指标

井场主要技术经济指标见表 3-4。

表 3-4 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	5.34	开采范围平均值
2	原地浸出率	%	75	开采范围平均值
3	平均单孔抽液量	m ³ /h	6.93	
4	平均单孔抽液量	m ³ /h	2.91	
5	抽出井数量	个	789	
6	注入井数量	个	2159	
7	抽注井数量比例		1:2.7	
8	监测井数量	个	105	
9	井场浸出液量	万 m ³ /a	~1684	

3.6.1.4 主要设备材料

井场（首采段）主要设备见表 3-5。

表 3-5 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	备注
一	集液罐及集配液 泵房、过滤间				
1	集液泵	Q=1005m ³ /h,H=80m P=315kW	4	台	变频电机, 304 不锈钢
2	集液罐	φ9170×6000	4	台	搪玻璃
3	配液泵	Q=800m ³ /h,H=175m P=560kW	5	台	变频电机, 304 不锈钢
4	污水坑	1000×1000×1500	2	台	砵衬玻璃钢
5	排污泵	Q=20m ³ /h H=15m P=1.5kW	1	台	铸铁
6	排污泵	Q=15m ³ /h H=30m P=2.2kW	1	台	铸铁
7	快开袋式过滤器	24P2S 1.0MPa	8	台	304 不锈钢, 吸附尾液用
8	快开袋式过滤器	24P2S 1.0MPa	12	台	304 不锈钢, 吸附原液用
9	工业洗衣机	P=3kW	1	台	
二	井场气体站				

序号	设备名称	主要技术（性能）指标 或规格要求	数量	单位	备注
1	液氧储罐	50m ³ /0.8MPa	3	台	S30408/Q235B; 自带安全阀、压力表(可远传)、液位计(可远传)
2	低温液体泵	1000L/h 3.0MPa P=7.5kW	3	台	自带安全阀、压力表、变频电机
3	氧气空温式汽化器	800Nm ³ /h 3.0MPa	2	台	
4	氧气储气罐	20m ³ /3.0MPa	1	台	Q235B; 自带安全阀、压力表(可远传)
5	氧气减压稳压装置	DN50 双路	1	套	P _入 =2.8MPa, P _出 =2.1MPa; 自带安全阀、压力表(可远传)
6	二氧化碳储罐, 3.0MPa)	50m ³ /2.4MPa	3	套	16MnDR/Q235B; 储罐附电加热式储罐增压器 50Nm ³ /h P=12kW; 储罐自带安全阀、电控阀(可远传控制)、压力表(可远传)、液位计(可远传); 增压器自带液位计(可远传)、温度计。
7	二氧化碳空温式汽化器	1000Nm ³ /h 3.0MPa	2	台	
8	电加热水浴式汽化器	300Nm ³ /h, 3.0MPa P=72kW	1	台	自带液位计(可远传)、温度计
9	二氧化碳储气罐	20m ³ /3.0MPa	1	台	Q235B; 自带安全阀、压力表(可远传)
10	二氧化碳减压稳压装置	DN50 双路	1	套	P _入 =2.4MPa, P _出 =2.0MPa; 自带安全阀、压力表(可远传)
11	二氧化碳减压稳压装置	DN32 双路	1	套	P _入 =2.4MPa, P _出 =1.1MPa; 自带安全阀、压力表(可远传)

3.6.2 浸出液处理工艺

3.6.2.1 工艺流程

本项目水冶工艺流程为地浸浸出液→过滤→吸附→淋洗→酸化→沉淀→压滤、洗涤→“111”产品。

1) 过滤工序

来自井场集液设施的浸出液，在进入袋式过滤器之前加入 CO₂ 气体调节

浸出液 pH 值,经袋式过滤器脱除其中较大的固体颗粒后,再输送至吸附工序,过滤产生的沉渣定期运至蒸发池暂存。

2) 吸附工序

来自过滤工序的浸出液直接送入 2 个串联的离子交换塔内,然后自上而下与塔内树脂层接触吸附铀,吸附尾液由塔底部排出,直接返回井场配液设施配制浸出剂,少量吸附尾液用于树脂转型,剩余部分排入蒸发池。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。

3) 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 2 个串联的淋洗塔内,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(首塔)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。转型尾液送入反渗透设施处理,经反渗透装置处理产生的淡水返回井场配液设施配制浸出剂,而浓缩液排至蒸发池。

4) 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。沉淀母液部分返回配制淋洗剂,其余排至蒸发池。

5) 压滤、洗涤工序

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,滤液返回沉淀工序,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 3-3。

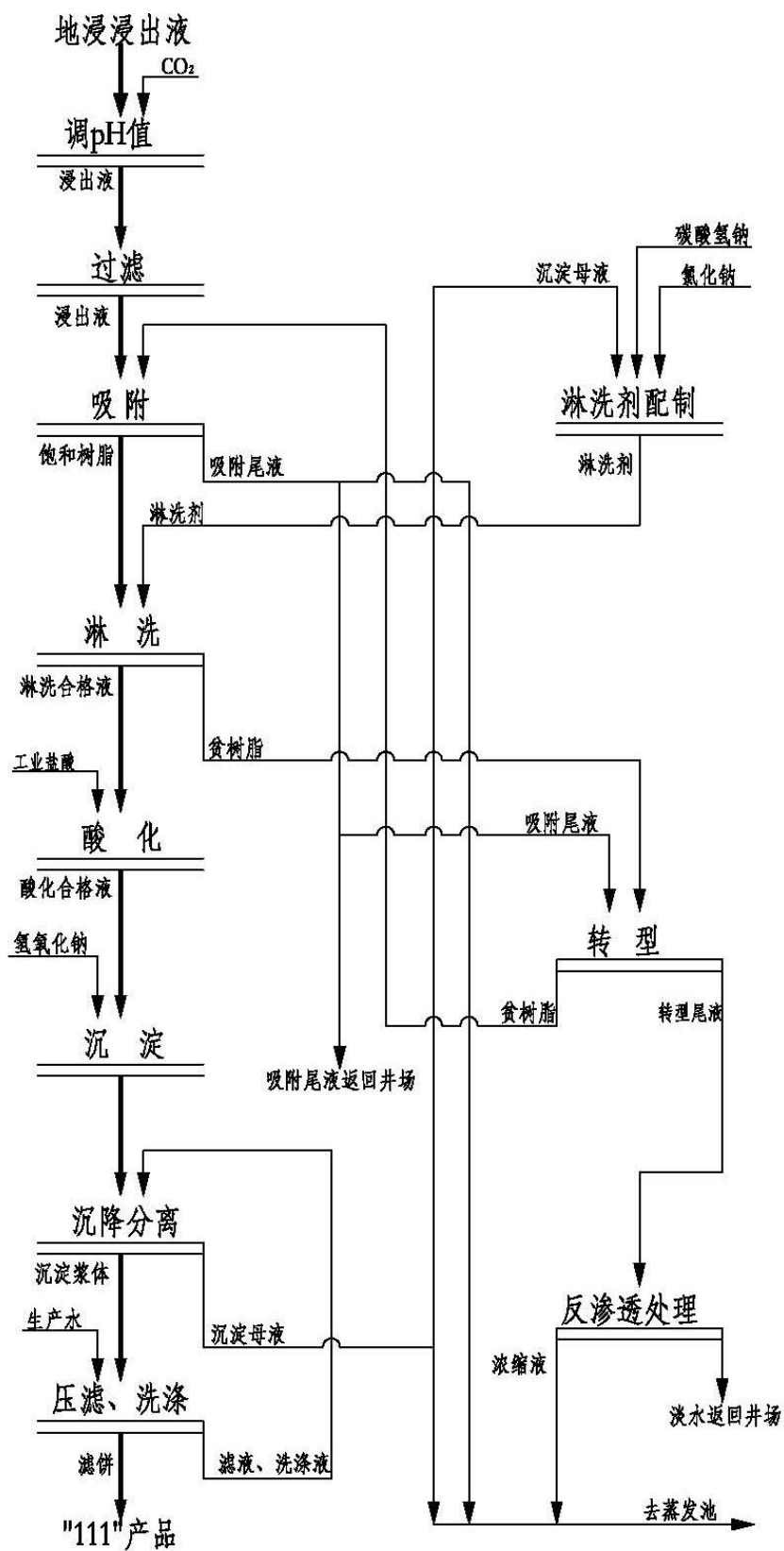


图 3-3 水冶工艺流程图

3.6.2.2 主要技术指标

本项目浸出液处理工艺的主要技术指标见表 3-6。

表 3-6 浸出液处理主要工艺参数

序号	工序/参数	参数值	备注
一	过滤		设备布置在井场
1	过滤精度	50 μ m	
二	加入 CO ₂ 调节 pH 值		
1	加入 CO ₂ 前 pH 值	8.5	
2	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	树脂吸附容量	100 mg/mL 湿 R	
4	尾液铀浓度	≤0.5 mg/L	
四	淋洗		
1	淋洗剂用量	2.5~3BV	
2	淋洗操作方式	两塔串联淋洗	
3	淋洗剂组成	(80~100) g/LNaCl+ (16~20) g/LNaHCO ₃	
4	淋洗剂 pH 值	9.5~10.0	
5	淋洗合格液铀浓度	~40 g/L	
五	贫树脂转型		
1	转型用吸附尾液量	30 BV	
2	转型空塔线速度	8 m/h	
六	合格液酸化		
1	合格液酸化终点 pH 值	4.5~5.0	
七	沉淀		
1	沉淀方式	间歇沉淀	
2	沉淀剂	片碱 (固态 NaOH)	
3	沉淀温度	常温	
4	NaOH 沉淀的终点 pH 值	13	
八	产品过滤		
1	过滤压力	0.3 MPa ~0.5 MPa	
2	洗水用量	1:1	
3	滤饼含水率	≤30%	
4	金属总回收率	≥95%	

3.6.2.3 主要工艺设备

本项目浸出液处理主要工艺设备见表 3-7。

表 3-7 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
1	吸附塔	DN4200×4000	16	台
2	淋洗转型塔	DN3600×5000	8	台
3	振动筛	单层筛面面积 0.6×1.8m P=2×0.55kW	2	台
4	淋洗剂配制罐	DN3600×4500, P=30kW	3	台
5	离心泵	Q=100m ³ /h H=20m P=11kW	2	台
6	淋洗剂贮罐	DN3600×8400	4	台
7	离心泵	Q=16.3m ³ /h H=48m P=7.5kW	3	台
8	淋洗合格液贮罐	DN3600×8400	4	台
9	离心泵	Q=100m ³ /h H=20m P=11kW	2	台
10	沉淀母液贮罐	DN3600×8400	2	台
11	离心泵	Q=100m ³ /h H=20m P=11kW	2	台
12	吸附尾液缓冲贮罐	DN3600×8400	1	台
13	离心泵	Q=70~100m ³ /h H=52~50m P=30kW	2	台
14	合格液酸化罐	DN3600×4500 P=30kW	3	台
15	离心泵	Q=100m ³ /h H=20m P=11kW	2	台
16	沉淀搅拌罐	DN3600×4500 P=30kW	2	台
17	料浆泵	Q=80m ³ /h H=30m P=22kW	2	台
18	沉降分离罐	DN3200 (2400)	4	台
19	料浆泵	Q=50m ³ /h H=60m P=18.5kW	4	台
20	厢式隔膜压滤机	F=100m ² , P=(4+0.55) kW	2	台
21	滤液缓冲罐	DN2800×2200	1	台
22	料浆泵	Q=40m ³ /h H=20m P=7.5kW	2	台
23	转型尾液贮罐	DN3600×8400	1	台
24	树脂转运罐	DN2500×1500	2	台
25	污水坑	1.3m×0.8m×1.5m	3	个
26	污水坑	4.175m×0.9m×1.5m	1	个
27	液下泵	Q=20m ³ /h H=30m L _{液下深度} =1.5m P=5.5kW	1	台
28	液下泵	Q=5m ³ /h H=25m L _{液下深度} =1.5m P=2.2kW	3	台
29	电动单梁悬挂起重机	Q=2t H=12m S=8m P=(3+2×0.4) kW	1	台

序号	设备名称	主要技术（性能）指标或规格要求	数量	单位
30	化工原料输送系统，其中：		2	套
1)	X0102A 包含：		1	套
(1)	管链机	L= (38.1+7.05) m, 输送能力 (3-6) m ³ /h P=11kW	1	台
(2)	投料斗		1	台
(3)	管链机卸料自控阀门		2	台
2)	X0102B 包含：		1	套
(1)	管链机	L= (27.8+7.05) m, 输送能力 (3-6) m ³ /h P=7.5kW	1	台
(2)	投料斗		1	台
(3)	管链机卸料自控阀门		3	台
31	剪叉式高空作业平台	SJY0.3-12 P=4kW	1	台
32	洗滤布池	1500×1500×1000	1	台

3.7 主要技术方案

3.7.1 钻孔工程

3.7.1.1 生产钻孔

1) 钻孔布置

本工程为原地浸出采铀工程，矿体浸出是通过按一定间距排列、布置的钻孔来实现的。钻孔既是溶液进出矿层、实现铀原地浸出的通道，也是监测和控制浸出状态的必要途径，同时还具有探矿和开拓矿体的作用。直接参与浸出作业的工艺钻孔有两类，即抽出井和注入井。在项目基建期，首先进行首采段中各分采区生产钻孔的施工，钻孔施工完毕后开始正式投入生产。在首采段正常生产的同时，为了保持后续生产的持续开展，每年继续施工一定数量的生产钻孔，并根据采区生产能力和生产钻孔浸出液的浓度水平，不断地停产一批生产钻孔，同时投入备采段的部分生产钻孔，如此循环，直至整个开采范围内的矿体开发完毕。

本项目对矿层渗透性、矿石品位、矿体厚度、单孔抽液能力，浸出液铀浓度、矿山建设规模等因素进行了综合考虑，确定本项目井场钻孔布置形式

为：以七点型布置为主，井距为 30m。在矿体较窄或边角部位，辅以五点型、行列式布置。钻孔平面间距布置示意图 3-4。

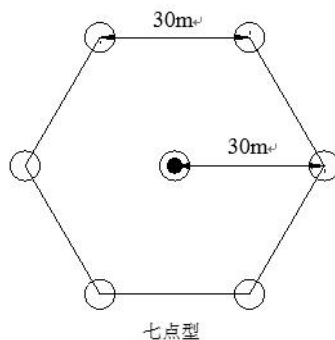


图 3-4 抽液单元钻孔平面布置图

2) 钻孔工程量

本项目共设置生产采区 29 个，其中首采区布置 10 个分采区，备采区布置 19 个分采区。本项目共布置生产钻孔 3053 个，其中抽出井 789 个，注入井 2159 个，布置监测井 105 个。

其中，首采区共布置钻孔 1025 个，其中抽出井 290 个，注入井 690 个，监测井 45 个；备采区共布置钻孔 2028 个，其中抽出井 499 个，注入井 1469 个，监测井 60 个。

3) 钻孔结构

钱家店钱 IV 块铀矿床主矿体埋藏深度一般为 388.15m~445.15m 之间，扩孔式可更换防砂钻孔施工工艺采用 215mm 牙轮钻头开孔，钻进至含矿含水层顶板上部，更换 151mm 牙轮钻头钻进至设计深度，综合物探测井后，孔内安装 $\Phi 148 \times 10\text{mm}$ PVC 套管，套管采用管箍连接，利用逆向注浆进行固井封孔，再将可更换过滤器和沉沙管安装至设计矿层段，过滤器采用隔塞固定，最后清洗钻孔，完成钻孔施工成井。

3.7.1.2 补充勘探钻孔

1) 补充勘探钻孔布置

本着先探后采、探采结合的原则，为合理布置生产钻孔，需在详查工作基础上对主要矿体进行补充勘探工作，进一步加密钻孔控制，查明矿体的边界及矿化连续性，以满足生产孔布置的需要。钻孔布置原则为在详查工作的基础上，将已有钻孔间距为 $200\text{m} \times 100\text{m}$ 的勘探区域加密到 $100\text{m} \times 100\text{m}$ 。

2) 勘探工程量

根据地浸开采的特点，补充勘探采用钻探手段，分两个阶段实施。第一阶段在施工期开展，根据现有地质资料，主要对首采范围内的 Y I 层的矿体进行勘探，同时对其上的 Y II 层等其他层位铀矿化的勘查和取样，补充勘探工程量共计 10200m (2550m/a)，测井结束后进行水泥全段封孔。第二阶段在生产期开展，对备采区拟采矿体进行补充勘探，预计补充勘探工作量为 8200m/a，勘探钻孔除转为生产钻孔的情况外，其余钻孔用水泥全段封孔。

3) 勘探钻孔结构

使用 $\Phi 105\text{mm}$ 复合片钻头裸孔钻进，采用泥浆护壁，一径到底的井身结构。钻探至目标层位时，采用单管投球干钻取芯法提取岩芯，泵压退芯方法取芯，岩芯按先后顺序摆放在岩芯箱内。钻探结束后采用水泥进行全孔封闭，将水泥经注浆管注入井筒内，置换出井筒内的钻井泥浆，完成固井封孔。

3.7.2 井场管网布置

井场工艺管线由集液系统和注液系统组成，其中集液系统负责井场浸出液的抽出和输送，注液系统负责井场浸出剂的输送和注入。

3.7.2.1 集液系统

在浸出过程中，各抽出井单独运行，由潜水泵将浸出液通过各抽出井提升至抽液支管，在集控室经计量后汇集到集液主管，再通过集液主管自流入集液总管道，再流入集液罐。经集液罐沉淀之后通过集液泵将浸出液送至水冶厂处理。集液系统主要管线设施见表 3-8。

表 3-8 集液管网主要管线设施一览表

序号	管道	说明
1	抽液支管	各抽出井孔口至集液主管之间的抽液支管采用 $\Phi 55 \times 4$ 的 PE 管
2	集液主管	浸出液由各个集控室通过集液主管自流汇入集液总管上，每个集控室采用 1 根 DN350 PN1.0 钢骨架塑料复合管作为集液主管，管道采用直埋方式铺设。
3	集液总管	采用管井为 DN500 的钢骨架复合管，铺设 2 条集液总管。采区各集控室浸出液汇集到集液总管后，自流至集液罐，集液罐至水冶厂集液总管采用 2 根 DN500 PN1.0 钢骨架塑料复合管，管道采用直埋方式铺设。

3.7.2.2 注液系统

水冶厂吸附尾液通过注液总管输送至各采区集控室，在注液总管上加注一定量的二氧化碳气体，在集控室的每个注液支管上加注一定量的氧气，每个支管上的注液量经计量后分配到注入井。注液系统主要管线设施见表 3-9。

表 3-9 注液设施管道及设施一览表

序号	管道	说明
1	注液总管	注液总管采用 2 根 DN500 PN2.0 钢骨架塑料复合管，管道采用直埋方式铺设。
2	注液主管	注液主管采用 DN350, PN2.0 的钢骨架复合管，管道采用直埋方式铺设。
3	注液支管	从集控室分散到各注入井的注液支管采用 $\Phi 42 \times 4.5$ 的 PE 管。通过集控室内注液分配器把浸出剂分配给采区的每个注入井，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注入每个注入井，保证氧气充分溶解。

3.7.3 集液罐

采用搪瓷设备，地上共布置 4 台 DN9170 \times 6000 集液罐，罐体直径 9.17m，罐高 6m，罐体上部设有自然常压排气孔，排气孔内径为 0.3m；集液罐区设事故围堰，围堰长 \times 宽为 27m \times 27m，高 1.5m。

3.7.4 溶浸范围的控制

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

井场生产时严格控制各分采区和整个井场抽、注液量，总的抽液量大于总注液量 0.3%以上，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，生产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

本项目共设置监测井 105 个，其中，首采段设置监测井 45 个，含矿含水层 31 个，上含水层 10 个，下含水层 4 个。后续采区监测井的设置数量为生产钻孔的 2~10%，设置范围包括井场外围及上下含水层等区域。通过定期观测地下水水位、pH、 HCO_3^- 、 $U_{\text{天然}}$ 、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。

监测井点位布置图见附图 2，点位布置原则如下：

(1) 含矿含水层：本项目在首采段外部距离采场边界 200m 范围内，围绕采区边界一周布置 31 个含矿含水层监测井；

(2) 上含水层：每个独立采区内部上含水层各布置不少于 1 个监测井，共布置 10 个上含水层监测井，每个监测井监测范围不大于 20000m²；

(3) 下含水层：由于开采过程中，生产钻孔只施工至含矿含水层，不会穿过含矿含水层延伸至下含水层，因此采区内部监测井主要布置在上含水层，下含水层分散布置 4 个监测井。

5) 合理安排开采顺序

为了有效的控制浸出剂的范围，按照从地下水的上游向下游布置的原则进行井场布置，首先在地下水上游布置井场，然后随着生产的开展，依次在

下游陆续开拓新的井场。

6) 关停期间溶浸范围控制措施

本项目生产结束后，从关停到退役期间，启用井场下游抽出井，只抽不注，维持降落漏斗的形成，控制残余液外溢，同时开展监测井的水位监测，若发现异常，及时通过调节抽出量来实现残余液的控制。

3.8 生产辅助及仓储设施

本项目的生产辅助及仓储设施主要包括化工原料库、中心化验室、产品库、固体废物库、盐酸库、生产资料库等。

1) 化工原料库：与浸出液处理厂房合建，其长×宽为 21m×10m，主要用于贮存生产中需要的碳酸氢钠、氯化钠、氢氧化钠等化工原料，贮存周期约 15d。

2) 中心化验室：与浸出液处理厂房合建，布置在浸出液处理厂房局部二层，面积合计约 200m²，主要负责井场、水冶、产品分析以及剂量监测等。

3) 产品库：长 48m，宽 18m，单层，层高 5m，生产类别为戊类，主要贮存重铀酸钠产品，贮存周期约 6 个月。

4) 固体废物库：与产品库合建，长 30m，宽 18m，单层，层（净）高 5m，生产类别为戊类，主要存放生产产生的废旧滤布、更换的管件管道等。固体废物库设顶棚和 2m 高围墙。

5) 盐酸库：露天布置，长 18m，宽 13m，四周设 1m 高围堰。生产类别戊类。盐酸库内设 3 个 70m³ 盐酸贮罐，盐酸库的贮存周期约 30d。

6) 生产资料库：长 30m，宽 12m，单层，层高 4.5m，生产类别为丁类，主要存放生产资料和劳保用品等。

3.9 公用工程

3.9.1 给排水设施

1) 给水设施

(1) 供水水源

本项目生产过程中用水主要为职工生活用水、工艺生产用水、淋浴用水、洗衣房用水以及未预见用水等，最高日用水量约 114.48m³/d。

本项目生产区和生活区相距较远，各自独立设置水源和供水设施，分别在水冶厂及生活区内采用管井取地下水作为水源。

(2) 给水系统

水冶厂及生活区水源井均设置潜水泵，将水源井中地下水加压送至中间水箱，经气压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 381mm，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、反渗透浓水及部分沉淀母液，废水总量为 142.36m³/d，经收集后排入蒸发池，自然蒸发。

(3) 非放射性排水

本项目非放射性废水主要为生产区和生活区职工生活污水，水冶厂废水量 18.32m³/d，生活区废水量 25.56 m³/d，总废水量为 43.88m³/d。其中，水冶厂淋浴水和洗衣废水 13.99 m³/d 经泵加压至蒸发池蒸发处理，其余废水经化粪池后统一外运处理，不外排。

3.9.2 供热通风工程

1) 供热工程

本项目处于严寒地区，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”的电替代战略等因素，本项目采用蓄热式电锅炉技术为主，电暖器为辅的采暖方案，电锅炉选择安全可靠、清洁环保的真空热水锅炉为各建筑提供热源。

根据各建筑物热负荷情况，水冶区设总供热量为 2×1.4MW 的锅炉房，生活区设总供热量为 2×0.24MW 的锅炉房。

2) 通风工程

本项目部分工艺设备，如配制罐、沉淀罐、缓冲槽等，设局部机械排风系统（自然补风）维持设备负压，以控制有害物不扩散外逸。

部分工艺设备（如：通风柜、配制槽、缓冲槽等）设局部机械排风系统，对产生腐蚀性气体、放射性气溶胶、余热、余湿的封闭场所，当不能采用局部通风，或采用局部通风后达不到卫生标准要求时，设全面通风系统，总排风量为 221800m³/h；采取通风措施后，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，其余厂房一般直排室外大气扩散。

3.9.3 供配电工程

1) 电源

根据地浸生产的特点，集液泵、注液泵和井场抽液泵，浸出液处理厂房内空压机、照明、供热装置等以及生产和生活水源、生产辅助设施内的电锅炉及配套用电设备，产品库安全防范系统用电设备为二级负荷，其它均为三级负荷。

本项目拟从会田（白兴吐）66kV 变电站 66kV 线路侧“T”接，架线距离约 10km。另外，本项目设一柴油发电机房，内设 2×2000kW 10kV 柴油发电机组，作为二级负荷的备用电源。工作电源与备用电源设置防治并列运行措施。

2) 供电系统

本项目在厂区内设置一座 66kV 变电站，采用单母线接线，内设两台 6300kVA66/10kV 变压器，10kV 采用单母线分段接线，采用放射、树干及环网等方式向厂区内各设施供电。

3.9.4 自动化监测与控制工程

本项目全面考虑自动化控制，设置 DCS 系统，以自动化、信息化、网络化、智能化为基础，实现作业自动化、信息数字化、数据集成化、传输网络化、管控智能化、决策科学化。项目建成后，水冶主工艺实现自动计量、监测、报警和连锁控制。

其中，井场自动化控制主要涉及井场集控室、集液罐及集配液泵房、井场综合管线等工艺过程和设施的参数采集、监测与控制；水冶厂自动化控制主要涉及浸出液处理厂房离子交换系统、产品沉淀设施、淋洗剂配制等工艺过程检测控制。井场和水冶厂自动化系统互联，以保证生产调度和管理。

自动化系统采用现场仪表、PLC 控制站、工程师站三级结构，PLC 和各分布站采用现场总线联网，工程师站和操作员站采用工业以太网互联，并预留管理网络接口，站站链接采用光纤网络。通过分层、分布式结构实现生产管理和生产过程自动控制一体化，辅以工业电视系统进行视频监控，实现在水冶厂房主控室和调度中心进行集中监控。

3.9.5 总图运输工程

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

厂内道路采用水泥混凝土路面、立道牙，棋盘型布置方式，主干道路面宽度为 6m，次干道路路面宽度为 4m，道路转弯半径不小于 9m。结构形式为水泥混凝土路面面层厚 20cm，水泥稳定粒料基层厚 15cm，天然砂砾垫层厚 15cm。厂外道路采用四级道路标准，路基宽 8.0m，路面宽 6.0m，路面型式采用沥青路面，在穿过公路边沟处修筑涵洞，两侧修筑边沟。新建厂区外 304 省道至水冶厂的道路，长约 1.5km。

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 2 量，中型客车 1 辆，生活保障车 1 辆，装载机 1 台，地中衡 1 台。

3.9.6 绿化

为美化环境、减轻污染、改善局部环境质量，项目新增绿化面积约 22485m²。

3.10 主要原辅材料来源、消耗

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 3-10。

表 3-10 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）	32%	t/a	1200
2	氢氧化钠	99%	t/a	400
3	碳酸氢钠	99%	t/a	200
4	液态氧		t/a	7200
5	液态二氧化碳		t/a	5200
6	树脂	D261	t/a	20
7	氯化钠	96%	t/a	800
8	滤布		m ² /a	100
9	柴油		t	40（年储存量）

3.11 运行期污染物产生及处理

3.11.1 含放射性核素的污染物

3.11.1.1 含放射性核素的气载流出物

本项目含放射性核素的气载流出物主要来自蒸发池、浸出液处理厂房和集液罐。

1) 蒸发池

蒸发池废液蒸发时，其中溶解的 ^{222}Rn 随之挥发，析出一定量的 ^{222}Rn ，生产期间，蒸发池中 ^{222}Rn 释放主要来自生产废水蒸发时水中吸附的 ^{222}Rn 的释放。在生产期间每年蒸发池的有效蒸发时间为 12 个月，在此期间内可将蒸发池中废水蒸干。本项目蒸发池蒸发工艺废水量为 $49826\text{m}^3/\text{a}$ ，废水中 ^{222}Rn 浓度约为 392Bq/L ，则尾液蒸发释放的 ^{222}Rn 量为 $1.95 \times 10^{10}\text{Bq/a}$ 。

2) 厂房废气

本项目浸出液处理厂房废气主要为吸附区、淋洗转型区、贮罐区、试剂配制区、沉淀区、沉降分离区等生产区以及反渗透处理区、化验室等辅助生产区产生的放射性气溶胶（ $U_{\text{天然}}$ ）、氦及其子体，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。

浸出液处理厂房总排风量为 $221800\text{m}^3/\text{h}$ ，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，则浸出液处理厂房氦气释放量约为 $7.62 \times 10^{11}\text{Bq/a}$ 。

3) 集液罐

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

根据钱家店钱 II 块铀矿床原地浸出采铀工程的实际监测数据，封闭的集液池开口处测得的平均氡浓度为 61.66kBq/m^3 。该区域平均风速 3.2m/s ，排气口直径为 0.3m ，则生产过程中单个集液罐年排放 ^{222}Rn 量约为 $4.40\times 10^{11}\text{Bq}$ 。本项目共集中建设 4 个集液罐，则生产过程中年排放 ^{222}Rn 量共 $1.76\times 10^{12}\text{Bq}$ 。

3.11.1.2 含放射性核素的液态流出物

1) 工艺废水

(1) 废水的产生

本项目工艺废水主要包括吸附尾液、转型尾液、沉淀母液。

① 吸附尾液

本项目吸附尾液产生量共计约 $48120.3\text{m}^3/\text{d}$ ， $U_{\text{天然}}\leq 0.5\text{mg/L}$ ，其中大部分吸附尾液 $47713.05\text{m}^3/\text{d}$ （约 99.13%）经井场过滤间袋式过滤器过滤后，返回配置浸出剂，一部分吸附尾液约 $363.09\text{m}^3/\text{d}$ 用于贫树脂转型，剩余 $44.16\text{m}^3/\text{d}$ 的吸附尾液排入蒸发池。

② 转型尾液

本项目淋洗后的贫树脂用吸附尾液进行转型，产生的转型尾液送入反渗透设施处理，处理后的淡水约 $272.32\text{m}^3/\text{d}$ ，返回井场配液设施配制浸出剂；产生的浓水约 $90.77\text{m}^3/\text{d}$ ，浓水中 $U_{\text{天然}}$ 浓度约为 $1\sim 2\text{mg/L}$ ，排至蒸发池。

③ 沉淀母液

淋洗合格液通过酸化、沉淀分离后，产生沉淀母液量约为 $40.88\text{m}^3/\text{d}$ ， $U_{\text{天然}}$ 浓度约为 $1\sim 3\text{mg/L}$ ，大部分沉淀母液返回配制淋洗剂，剩余 $7.43\text{m}^3/\text{d}$ 排至蒸发池。

本项目生产过程中水平衡图见图 3-5。

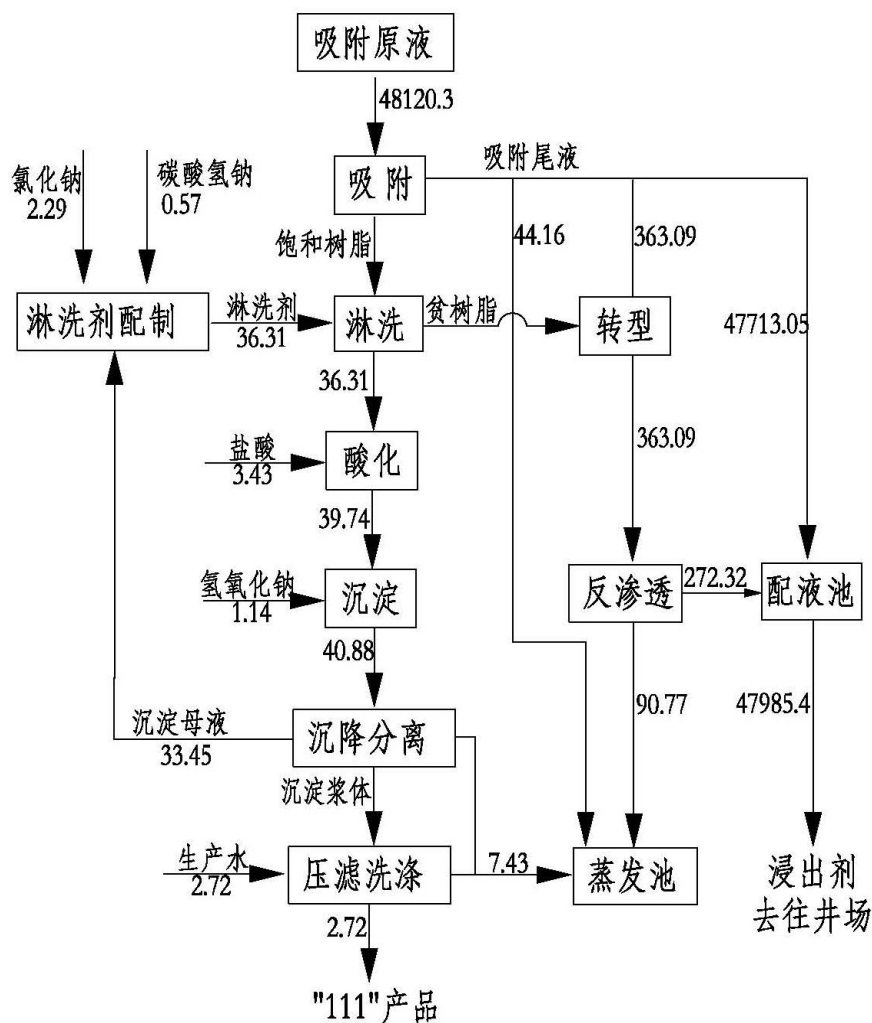


图 3-5 本项目水平衡图 (单位: m³/d)

(2) 废水处理措施

① 反渗透处理工艺

为了减少废水的产生量，最大限度的实现废水的回收利用和废物最小化，本项目对转型尾液进行反渗透处理。本项目转型尾液产生量为 363.09m³/d，反渗透废水处理装置处理规模为 100m³/h，水回用率为 75%。

反渗透处理工艺为：转型废水首先进行加药除氧预处理，预处理后的废水依次经过精度为 55μm 的机械过滤器、20μm 的袋式过滤器、5μm 的袋式过滤器过滤，过滤后的废水进入反渗透装置进行反渗透处理，处理后的浓水输送至蒸发池自然蒸发，淡水回用配置浸出剂。

反渗透废水处理工艺见图 3-6。

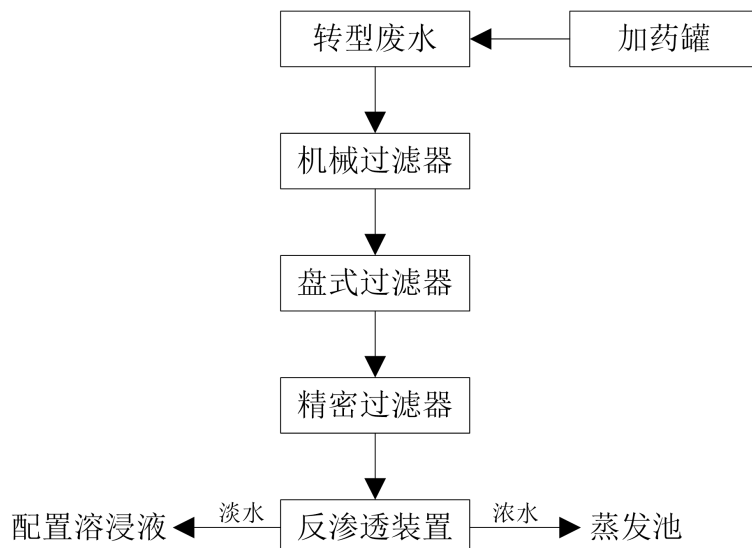


图 3-6 反渗透工艺流程图

②蒸发池

本项目排入蒸发池蒸发的废水量为 $142.36\text{m}^3/\text{d}$ ，蒸发池年需处理的废水量为 $49826\text{m}^3/\text{a}$ 。

本项目新建 9 座蒸发池，蒸发面积 47870m^2 ，蒸发池深 1.5m ，有效池深 0.8m ，采用梯形断面。四周设置围堤，外部设有护坡及围栏，避免地面雨水进入蒸发池。蒸发池池底及边坡铺设钠基膨润土垫及 HDPE 土工膜进行防渗，土工膜上部铺设 0.5m 厚回填土作为保护层，池壁利用粘土砖进行护砌，蒸发池设置渗漏在线检测装置。此外，该项目 9 座蒸发池集中分布在两片区域，在两片蒸发池区域的四周（距边界约 50m 处）各设置 1 个地下水监测井，定期对监测井中的地下水进行取样监测。

2) 流散浸出液

(1) 废水的产生

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。

(2) 防治措施

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：

①严格控制抽注液的区域平衡，抽大于注的比例不小于 0.3%，保障区域地下水由注入井向抽出井流动。

②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。

③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。

在采取了有效的措施后，浸出液的流散可得到有效的控制。

3) 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。

洗井废水采用移动式环保洗孔工作站处理，该洗孔工作站是专门用于收集、处理洗井废水的环保设备，由气液分离装置、过滤装置、集液装置、排污装置、提升装置等系统组成。主要包括货车（载重 12t）、储液罐（容量 8m³）、洗孔孔口装置等。其工作原理是在钻孔洗孔过程中，将洗孔孔口装置安装在井口，该装置与井口连接并保证井口封闭，只保留 3-5 个出口用塑料管与储液罐相连，洗孔时，洗孔废水全部进入储液罐用货车拉至集液罐，然后澄清，澄清液回收至集液罐进行处理，废渣倒入蒸发池集中处理。钻孔洗孔抽液能力为 5-8m³/h，洗孔车能保证 1 小时以上的洗孔废水储存能力，钻孔洗孔采用间歇式洗孔，一般连续洗孔 30-50 分钟需要停止 1 小时以上，因此单套设备能同时满足 1-2 孔的洗井要求。

3.11.1.3 含放射性核素的固体废物

1) 钻井泥浆

本项目运行期生产井的施工过程和补充勘探钻孔的施工过程均中会产生一定量的钻井泥浆，处置措施与施工期处置措施相同，详见 5.2.4 节。

钻井泥浆经处理后产生的固体废物包括岩屑和泥饼，产生量约为 18491m³，其中，生产钻孔产生岩屑和泥饼总量 18252m³，勘探钻孔产生岩屑

和泥饼总量 239m³，根据钱 IV 勘查过程泥浆的监测数据，其 U_{天然} 浓度约为 12.76mg/kg。统一运至泥饼池进行集中处理，然后覆土植草，恢复地貌。

2) 浸出液处理残渣和洗井废渣

本项目生产过程中浸出液过滤过程中产生少量的残渣，环保洗孔工作站处理洗井废水时产生少量的废渣，均为放射性固体废物，残渣产生量约为 0.6t/a，残渣中核素水平与含矿段品位相当。对于产生的废渣，由于其产量少，生产期产生量约为 7.8t，统一运至蒸发池堆存，待退役时一并处理。

3) 蒸发池残渣

蒸发池残渣是蒸发池蒸发放射性废水后遗留在池底的固体废物，其中放射性核素来源主要为废水中核素残留、浸出液处理残渣和洗井废渣。蒸发池放射性残渣由两部分组成。一是土工膜以上的蒸发池构筑物，主要为 50cm 厚的回填土，蒸发池底面积为 47870m²，则回填土量为 23935m³，残渣比重按 1.5t/m³ 计，计算得到残渣质量约为 35903t；二是浸出液处理残渣，产生量约为 7.8t。

根据钱 IV 试验过程中蒸发池底泥的监测数据，其 U_{天然} 活度约为 37mg/kg，相当于铀矿冶行业表外废石中的铀含量水平，可见放射性水平并不高，其退役治理可按照铀矿冶行业常规放射性固废开展，如集中挖除统一填埋或分别就地掩埋等。

4) 废旧管道、设备

本项目生产过程中检修会产生一定量的废旧管道、阀门、水泵、过滤器等放射性固体废物，年产生量约为 4t/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。

3.11.2 非放射性污染物

3.11.2.1 非放射性废气

本项目浸出液处理厂房在酸化、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，厂房

中的 HCl 气体排放量较小。

盐酸库 HCl 气体主要来源于盐酸库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。

本项目盐酸库放置的盐酸储罐为常规固定顶罐，罐区 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 3-1、3-2 和 3-3。

1) 固定顶罐呼吸排放量

$$LB = 0.191 \times M \left(\frac{P}{100910 - P} \right)^{0.68} \times D^{1.73} \times H^{0.51} \times \Delta T^{0.45} \times FP \times C \times KC \quad (3-1)$$

式中：LB—固定顶罐的呼吸排放量，kg/a；

M—储罐内蒸气的分子量；

P—在大量液体状态下，真实的蒸汽压力，Pa；

D—罐的直径，m；

H—平均蒸气空间高度，m；

ΔT —一天之内的平均温度差， $^{\circ}\text{C}$ ；

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

$$LW = 4.188 \times 10^{-7} \times M \times P \times KN \times KC \quad (3-2)$$

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： $K \leq 36$ ，KN=1；

$36 < K \leq 220$, $KN = 11.467 \times K^{-0.7026}$; $K > 220$, $KN = 0.26$ 。

$$\text{工作损失无组织排放量} = LW \times \text{投入量} \div \text{相对密度} \quad (3-3)$$

本项目使用规格为 70m³ 的盐酸储罐 3 台，常温常压储存，实际存储量为 150t。经计算，盐酸储罐呼吸排放量 4.86kg/a（折合 5.79×10^{-4} kg/h）；工作损失排放量为 0.0044kg/h；两种方式排放量合计为 0.005kg/h。具体参数见表 3-11。

表 3-11 盐酸储罐呼吸排放估算参数

参数	M	P	D	H	ΔT	FP	C	KC	周转次数	KN	投入量 t/a	密度 g/m ³
取值	36.5	1000	3	0.3	12	1.25	0.5572	1	12	0.82	1200	1.16

3.11.2.2 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，总废水量约为 43.88m³/d。其中，水冶厂生活污水主要为职工生活污水、淋浴废水以及未预见排水，污水总量约 18.32m³/d，其中淋浴和洗衣废水 13.99m³/d，经泵加压至蒸发池蒸发处理，其余废水 4.32m³/d，经化粪池处理后定期外运至通辽市统一处理；生活区废水主要为职工生活污水以及未预见排水，污水总量为 25.56m³/d，经化粪池处理后定期外运至通辽市统一处理。

3.11.2.3 非放射性固体废物

本项目运行期非放射性固体废物主要为非矿段岩芯和生活垃圾。

补充勘探钻孔施工过程中需要提取岩芯，主要包括非矿段岩芯和矿段岩芯。其中，矿段岩芯取样、全部外送分析。非矿段岩芯由岩芯箱暂存，最终置于泥饼池进行掩埋处理，运行期岩芯产生量估算约 115m³。

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 80 人，按每人 0.8kg/d 定额计算，则生活垃圾产生量约为 22.4t/a，定期由垃圾处理车外运处理。

3.11.2.4 噪声

本项目噪声源主要为井场和水冶厂的潜水泵、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 $\leq 60\text{dB(A)}$,夜间 $\leq 50\text{dB(A)}$ 。

3.11.3 归一化排放量相符性分析

经计算,本项目放射性流出物 ^{222}Rn 归一化排放量为 $6.7 \times 10^{11}\text{Bq}/100\text{t(U)}$,《核燃料循环放射性流出物归一化排放量管理限值》(GB13695-1992)中表 2 水冶厂放射性流出物归一化排放量管理限值为 $7 \times 10^{12}\text{Bq}/100\text{t(U)}$,本项目满足该标准的限值要求。

3.12 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 $\text{CO}_2 + \text{O}_2$ 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) 相比于传统集液池,集液罐可以有效的减少放射性废气的析出。

3) 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。

4) 工艺废水处理采用反渗透处理工艺,废水经处理后 75%淡水返回配制浸出剂,仅剩余 25%浓水排入蒸发池自然蒸发,大大减少排入蒸发池的废水量。

5) 通过科学设置生产钻孔、严格施工确保质量、采用 0.3%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。

6) 生产区及灌区地面全部水泥硬化,盐酸库区四周设导流沟和 1m 高围堰,地表各种钢筋混凝土池体内部均内衬玻璃钢防腐蚀面层,防止料液泄漏入渗地下水。

7) 蒸发池采用土工膜+粘土的复合防渗结构,并在底部设置检漏装置,可有效防止蒸发池的渗漏入渗地下水。

8) 加强生产管理、设备管理和安全操作,预防污染。

4 环境质量状况

4.1 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。

4.2 监测方案

4.2.1 监测内容

本项目监测由中核通辽铀业有限责任公司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 2017 年 8 月 4 日~9 月 10 日，第二次监测时间为 2019 年 3 月 19 日~5 月 14 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，所出具的监测报告是有效的。

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：氡及其子体浓度、TSP。
- 2) γ 辐射空气吸收剂量率；
- 3) 氡析出率。
- 4) 地下水：pH、 $U_{\text{天然}}$ 、 ^{226}Ra 、 ^{210}Pb 、 ^{210}Po 、Cl⁻、F⁻、As、Zn、Pb、Cd、Cr⁶⁺、Fe、Mn、Hg、Cu、Ni、Mo、HCO₃⁻、TDS、COD、总硬度、硫酸盐、硝酸盐、亚硝酸盐、氨氮。
- 5) 土壤： $U_{\text{天然}}$ 、 ^{226}Ra 、pH、As、Cd、Hg、Pb、Cr、Zn、Ni、Cu。
- 6) 生物： $U_{\text{天然}}$ 、 ^{226}Ra 。
- 7) 声环境：等效声级 L_{Aeq} 。

本项目放射性指标监测方案见表 4-1，监测布点图见图 4-1；非放射性指标监测方案见表 4-2，监测布点见图 4-2。

表 4-1 放射性指标监测方案

环境介质	监测项	监测位置	监测频次
空气	氡及其子体	①矿区拟建井场 2 个监测点位, 拟建蒸发池、水冶厂各 1 个监测点位; ②二龙山嘎查、前德日很格勒嘎查居民点各 1 个监测点; ③对照点: 东四家子分场居民点 1 个监测点位。	每日 1 次, 连续监测 3 天。
		珠日干格勒嘎查、后德日很格勒嘎查各 1 个监测点。	每日 24h, 连续监测 3 天。
氡析出率		矿区拟建井场 2 个监测点位, 拟建蒸发池、水冶厂各 1 个监测点位。	每日 1 次, 连续监测 3 天。
γ辐射空气吸收剂量率		①矿区拟建井场 2 个监测点位; 拟建蒸发池、水冶厂各一个监测点位; ②珠日干格勒嘎查、二龙山嘎查、后德日很格勒嘎查、前德日很格勒嘎查各 1 个监测点; ③对照点: 东四家子分场居民点 1 个监测点位。	监测 1 次。
地下水	$U_{\text{天然}}$ 、 ^{226}Ra 、总 α 、总 β	①含矿含水层 (W-矿): 井场内部 SW-1B、SW-3A、SW-4A、SW-5A、SW-5C、SW-6A、SW-7A、SW-7B 含矿含水层段水文孔各 1 个 (SW-5 加测 ^{210}Pb 、 ^{210}Po); ②上含水层 (W-上): SW-5D 监测井 (加测 ^{210}Pb 、 ^{210}Po); ③民井(W-民): 珠日干格勒嘎查(加测 ^{210}Pb 、 ^{210}Po)、后德日很格勒嘎查 (加测 ^{210}Pb 、 ^{210}Po)、二龙山嘎查各 1 个监测点; ④对照点: 乌日吐芒哈嘎查居民点 1 个监测点位。	监测 1 次。
土壤	$U_{\text{天然}}$ 、 ^{226}Ra	①矿区拟建井场 2 个监测点位; 拟建蒸发池、水冶厂各 1 个监测点位; ②珠日干格勒嘎查、后德日很格勒嘎查各 1 个监测点; ③对照点: 乌日吐芒哈嘎查居民点 1 个监测点位。	每个监测点位取 1 个混合样。
生物	$U_{\text{天然}}$ 、 ^{226}Ra	①矿区拟建井场 2 个监测点; 蒸发池 1 个监测点位; ②珠日干格勒嘎查、后德日很格勒嘎查各 1 个监测点。	玉米、牧草
		珠日干格勒嘎查 1 个监测点。	鸡

表 4-2 非放射性指标监测方案

环境介质	监测项目	监测位置	监测频次
空气	TSP	珠日干格勒嘎查、后德日很格勒嘎查各布置 1 个监测点。	连续监测 3 天，每天 1 次。
地下水	pH、As、Zn、Pb、Cd、Cr ⁶⁺ 、Fe、Mn、Hg、Cu、Ni、Mo、HCO ₃ ⁻ 、硫酸盐、氯化物、氟化物、总溶解性固体、总硬度、氨氮、亚硝酸盐、硝酸盐、高锰酸盐指数	①含矿含水层（W-矿）：井场内部 SW-1B、SW-3A、SW-4A、SW-5A、SW-5C、SW-6A、SW-7A、SW-7B 含矿含水层段水文孔各 1 个（SW-5 加测 ²¹⁰ Pb、 ²¹⁰ Po）； ②上含水层（W-上）：SW-5D 监测井（加测 ²¹⁰ Pb、 ²¹⁰ Po）； ③民井（W-民）：珠日干格勒嘎查（加测 ²¹⁰ Pb、 ²¹⁰ Po）、后德日很格勒嘎查（加测 ²¹⁰ Pb、 ²¹⁰ Po）、二龙山嘎查各 1 个监测点； ④对照点：乌日吐芒哈嘎查居民点 1 个监测点位。	监测 1 次。
土壤	pH、As、Cd、Hg、Pb、Cr、Zn、Ni、Cu	①矿区拟建井场 2 个监测点位； ②珠日干格勒嘎查、后德日很格勒嘎查各 1 个监测点； ③对照点：乌日吐芒哈嘎查居民点 1 个监测点位。	每个监测点位取 1 个混合样。
声环境	等效声级 LAeq	珠日干格勒嘎查、后德日很格勒嘎查各布置 1 个监测点位。	每日昼夜各 1 次，连续监测 2 天。

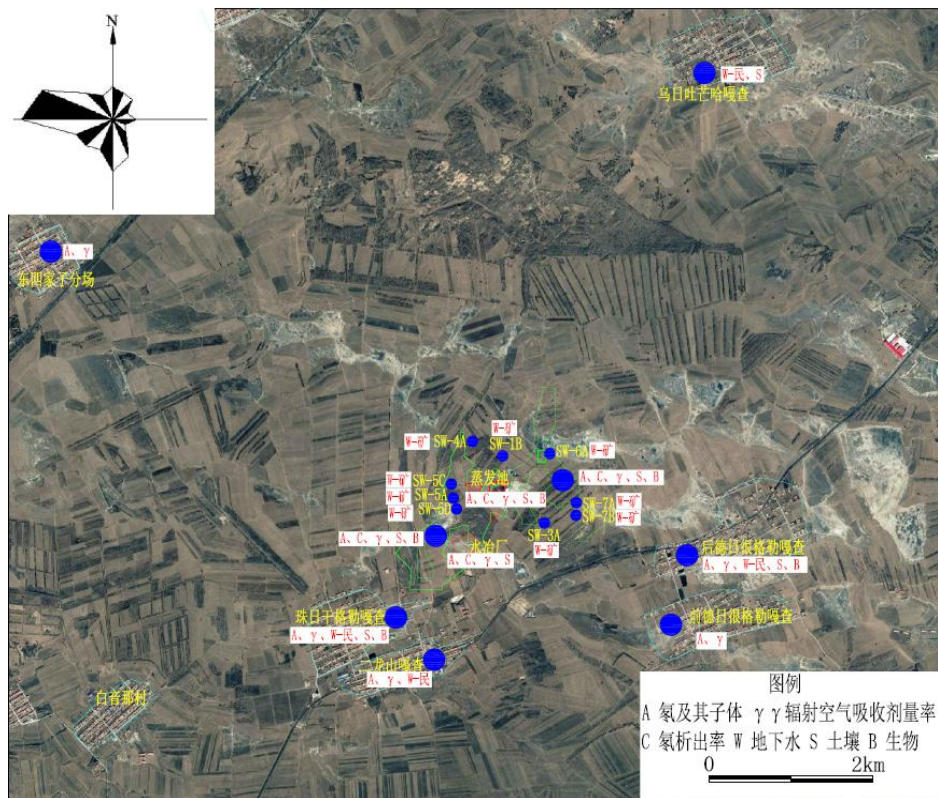


图 4-1 放射性指标监测布点图

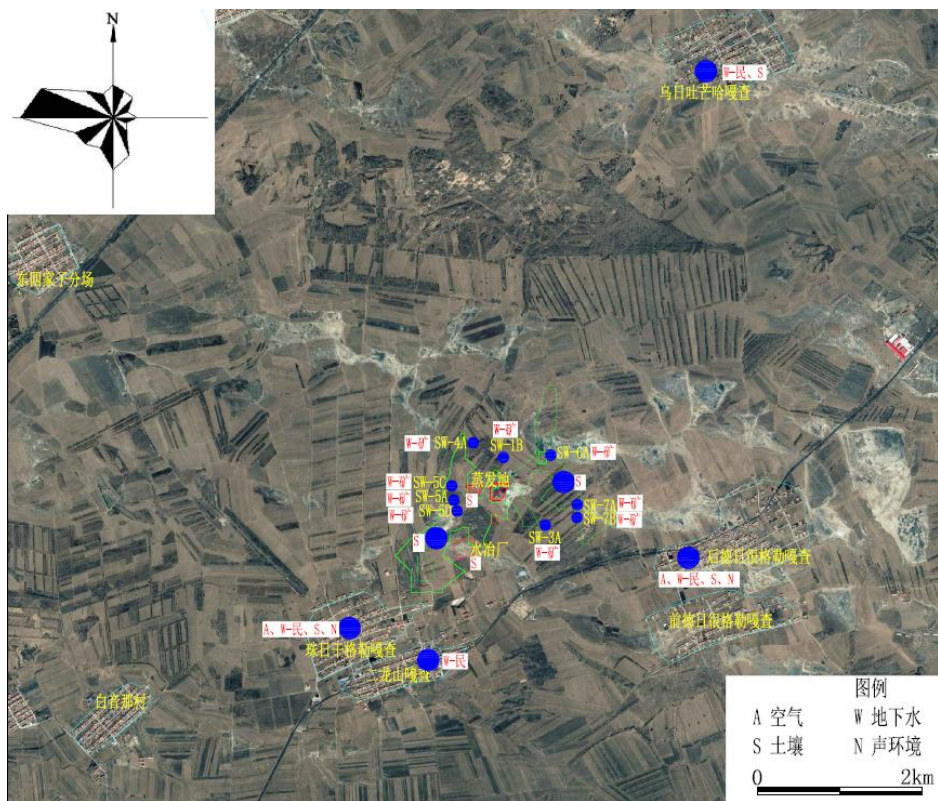


图 4-2 非放射性指标监测布点图

4.2.2 监测方法和测量仪器

为保证测量数据的准确性，测量方法采用国家和核工业领域颁布或推荐的标准测量方法。本项目监测内容和测量分析方法及监测仪器见表 4-3。

4.2.3 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 4-3 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
	TSP	重量法	BS124S 电子天平	1.0 ug/m ³	GB/T15432-1995 环境空气 总悬浮颗粒物的测定 重量法
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
工业场地	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	U _{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	0.37m Bq/L	GB/T11214-1989 水中镭-226 的分析测定
	²¹⁰ Po	α能谱法	BH1324Dα能谱仪	0.1mBq/L	HJ813-2016 水中钋-210 的分析方法
	²¹⁰ Pb	β计数法	BH1216α/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	
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 4-3 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	23dB	GB3096-2008 声环境质量标准 第 6 部分 环境噪声监测要求

4.3 调查结果与分析

4.3.1 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 4-4。

表 4-4 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	
		范围值	均值	范围值	均值	范围值	均值	范围值	均值
1	拟建井场东侧	5.44~7.66	6.38	4.16~5.69	4.97	15.6~23.92	19.38	9.22~14.85	12.23
2	拟建井场西侧	5.91~6.72	6.26	4.62~5.21	4.87	17.29~18.92	18.21	10.25~15	11.94
3	拟建蒸发池	5.91~6.91	6.36	4.15~5.76	4.98	18.77~21.28	19.81	10.34~16.97	13.27
4	拟建水冶厂	7.16~7.74	7.43	5.22~6.53	5.89	21.2~23.56	22.58	13.3~18.82	16.40
5	二龙山嘎查	5.08~7.73	6.78	4.73~6.45	5.44	17.98~22.45	19.77	14.42~19.65	16.59
6	前德日很格勒嘎查	5.19~6.57	5.84	4.2~5.54	4.76	15.64~19.62	17.59	12.81~16.88	14.67
7	珠日干格勒嘎查	7.32~7.83	7.58	5.18~6.29	5.66	21.42~24.39	22.98	15.21~19.17	17.14
8	后德日很格勒嘎查	5.79~6.63	6.16	4.68~5.95	5.33	16.66~19.63	18.40	14.24~17.15	16.10
9	东四家子分场(对照点)	5.21~5.80	5.49	4.39~5.04	4.78	15.72~17.17	16.42	13.39~15.35	14.57
《中国环境天然放射性水平》(2015)		3.3~40.8				15.4~114			

由该表可知，项目所在位置及周边居民点的氡浓度为 $4.15\sim 7.83\text{Bq}/\text{m}^3$ 、氡子体为 $9.22\sim 24.39\text{nJ}/\text{m}^3$ ，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) TSP 浓度

本项目周边环境空气中 TSP 浓度监测结果见表 4-5。

表 4-5 空气中 TSP 浓度监测结果 单位: $\mu\text{g}/\text{m}^3$

监测点	监测结果		GB3095-2012 标准限值
	第一次	第二次	
珠日干格勒嘎查	85.37~93.25	89.25~94.25	120
后德日很格勒嘎查	87.81~96.12	88.64~95.23	120

由该表可知, 珠日干格勒嘎查和后德日很格勒嘎查的 TSP 日均浓度监测结果均满足《环境空气质量准》(GB3095-2012) 中二级标准限值要求。

4.3.2 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 4-6。

表 4-6 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
1	拟建井场东侧	82	83
2	拟建井场西侧	81	82
3	拟建蒸发池	81	80
4	拟建水冶厂	78	77
5	珠日干格勒嘎查	75	74
6	二龙山嘎查	76	75
7	后德日很格勒嘎查	75	76
8	前德日很格勒嘎查	74	75
9	东四家子分场 (对照点)	75	74
《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。

由表可知, 本项目所在地及周边居民点天然贯穿辐射剂量率为 74~83nGy/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 30.5~96nGy/h, 与其相比, 本项目及周边 γ 剂量率处于正常本底水平。

4.3.3 氡析出率

本项目拟建场址地表氡析出率监测结果见表 4-7。由该表可知, 拟建场址

地表氡析出率为 2.58~3.52 mBq/m²·s。

表 4-7 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	拟建井场东侧	3.13	2.63
2	拟建井场西侧	3.52	2.96
3	拟建蒸发池	3.13	2.91
4	拟建水冶厂	3.11	2.58

4.3.4 地下水环境质量

1) 潜水含水层

本项目矿区周边居民点地下水监测结果见表 4-8。

表 4-8 矿区周边居民点地下水监测结果

项目		地点		珠日干格勒嘎查地下水		后德日很格勒嘎查地下水		二龙山嘎查地下水		乌日吐芒哈嘎查地下水(对照点)		标准(本底)限值*
		第一次	第二次	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}	ug/L	0.46	0.64	0.23	0.81	2.23	1.17	0.58	0.41	0.38~101.6		
²²⁶ Ra	mBq/L	2.12	2.25	1.45	1.84	3.55	1.98	2.32	2.25	1.55~203.9		
²¹⁰ Po	mBq/L	2.02	1.84	1.32	1.54	—	—	—	—	—		
²¹⁰ Pb	mBq/L	1.98	1.75	1.28	1.38	—	—	—	—	—		
pH	—	7.37	7.84	7.24	7.56	7.32	7.86	7.12	7.54	6.5~8.5		
As	ug/L	3.09	4.01	2.07	6.22	2.77	0.85	1.1	0.76	≤10		
Zn	ug/L	21.17	5.74	0.37	2.59	1.04	1.75	0.86	1.32	≤1000		
Pb	ug/L	0.11	0.10	0.06	0.072	0.19	0.22	0.42	0.33	≤10		
Cd	ug/L	0.14	0.039	0.24	0.049	0.29	0.08	0.22	0.058	≤5		
Cr ⁶⁺	ug/L	4.62	2.63	4.13	2.35	4.19	2.72	4.43	2.24	≤50		
Fe	ug/L	189	90.31	232	129	277	91.97	685	325	≤2000 (IV类)		
Mn	ug/L	80.15	79.55	161	155	52.29	107	213	120	≤1500 (IV类)		
Hg	ug/L	0.056	0.066	0.053	0.054	0.052	0.056	0.052	0.055	≤1		
Cu	ug/L	2.49	0.62	1.3	1.97	2.08	1.91	2.09	0.62	≤1000		
Ni	ug/L	0.067	0.17	0.056	0.086	0.047	0.085	0.043	0.06	≤20		
Mo	ug/L	0.002	0.03	0.002	0.02	0.011	0.01	0.002	0.02	≤70		

项目		地点		珠日干格勒嘎查地下水		后德日很格勒嘎查地下水		二龙山嘎查地下水		乌日吐芒哈嘎查地下水(对照点)		标准(本底)限值*
		第一次	第二次	第一次	第二次	第一次	第二次	第一次	第二次			
HCO ₃ ⁻	mg/L	427	375	397	394	284	496	403	321	—		
SO ₄ ²⁻	mg/L	10.33	8.44	4.06	4.47	39.63	19.03	26.11	16.65	≤250		
Cl ⁻	mg/L	35.45	34.88	44.31	35.48	54.95	53.13	90.4	69.29	≤250		
F ⁻	mg/L	0.34	0.69	0.72	0.86	0.83	0.78	0.54	0.80	≤1		
TDS	mg/L	390	388	331	331	391	476	730	578	≤1000		
总硬度	mg/L	242	311	314	261	268	282	402	377	≤450		
硝酸盐	mg/L	0.39	0.28	0.34	0.27	8.3	2.12	0.56	0.47	≤20		
亚硝酸盐	mg/L	0.002	0.001	0.002	0.002	0.01	0.005	0.002	0.002	≤1		
氨氮	mg/L	0.069	0.052	0.065	0.051	0.087	0.053	0.054	0.040	≤0.5		
COD	mg/L	3.2	3.19	2.56	1.80	2.28	4.06	4.48	2.32	≤10 (IV类)		

由该表可知，项目周边居民点潜水含水层地下水中 $U_{\text{天然}}$ 浓度范围为 0.23~2.23 $\mu\text{g/L}$ ， ^{226}Ra 浓度范围为 1.45~3.55 mBq/L ，根据《中国环境天然放射性水平》(中国原子能出版社，2015)，内蒙古自治区地下水 $U_{\text{天然}}$ 本底浓度范围为 0.38~101.6 $\mu\text{g/L}$ ， ^{226}Ra 本底浓度范围为 1.55~203.9 mBq/L ，与其相比，项目周边潜水含水层地下水核素浓度处于正常本底水平。非放射性因子中 Fe、Mn 和 COD 满足《地下水质量标准》(GB/T14848-2017) IV 类标准；其它非放因子均满足 III 类标准。

2) 含矿含水层

本项目矿区含矿含水层地下水监测结果见表 4-9。

由该表可知，矿区含矿含水层地下水中 $U_{\text{天然}}$ 浓度为 0.11~0.48 mg/L 、 ^{226}Ra 浓度为 0.39~1.25 Bq/L 、 ^{210}Po 浓度为 0.24~0.82 Bq/L 、 ^{210}Pb 浓度为 0.27~0.99 Bq/L 。非放射性因子中 F⁻、TDS 满足《地下水质量标准》(GB/T14848-2017) V 类水体标准，pH、As、Mo 满足 IV 类标准，其它非放因子均满足 III 类标准。

表 4-9 矿区含矿含水层地下水监测结果

项目		地点		含矿含水层段水文孔								标准（本底） 限值		
				SW-1B		SW-3A		SW-4A		SW-5A			SW-5C	
				第一次	第二次	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	0.3	0.35	0.17	0.22	0.11	0.18	0.46	0.48	0.14	0.21	—		
²²⁶ Ra	Bq/L	0.85	0.75	0.62	0.60	0.53	0.39	1.25	1.14	0.4	0.39	—		
²¹⁰ Po	Bq/L	—	—	—	—	—	—	0.82	0.73	—	0.24	—		
²¹⁰ Pb	Bq/L	—	—	—	—	—	—	0.99	0.78	—	0.27	—		
pH	/	8.6	8.63	8.45	8.15	8.64	8.53	8.55	8.58	8.44	8.39	8.5~9.0（IV类）		
As	mg/L	0.019	0.022	0.01	0.014	0.013	0.016	0.019	0.023	0.015	0.016	≤0.05（IV类）		
Zn	ug/L	7.62	4.54	0.44	1.16	5	7.00	0.44	0.35	0.84	0.78	≤5000		
Pb	ug/L	1	0.20	0.35	0.98	0.17	0.14	0.089	0.18	0.1	0.47	≤10		
Cd	ug/L	0.18	0.016	0.11	0.020	0.07	0.009	0.19	0.026	0.07	0.011	≤5		
Cr ⁶⁺	ug/L	7.8	4.57	10.7	6.95	7.37	4.45	7.79	4.19	5.34	4.35	≤50		
Fe	ug/L	58.14	28.16	61.52	30.38	41.1	28.27	34.71	63.98	19.22	22.65	≤300		
Mn	ug/L	0.91	1.13	0.76	1.71	0.26	1.25	0.29	1.91	0.01	1.27	≤100		
Hg	ug/L	0.12	0.13	0.13	0.14	0.09	0.086	0.052	0.045	0.066	0.068	≤1		
Cu	ug/L	1.18	1.05	0.9	1.19	0.75	0.62	0.58	0.63	0.91	1.93	≤1000		
Ni	ug/L	0.12	0.15	0.11	0.45	0.05	0.11	0.031	0.24	0.12	0.30	≤20		
Mo	ug/L	124	100	90.97	83.38	58.92	52.16	138	138	60.96	50.96	≤150（IV类）		
HCO ₃ ⁻	mg/L	1922	2136	2136	2326	2075	2206	1861	1739	2014	2220	—		
SO ₄ ²⁻	mg/L	62.01	69.41	69.61	66.66	35.76	38.43	76.41	78.59	47.43	41.34	≤250		
Cl ⁻	mg/L	124	120	106	108	122	123	124	124	121	118	≤250		
F ⁻	mg/L	23.54	19.04	26.25	21.58	25.43	21.23	26.68	23.03	28.01	23.65	>2（V类）		
TDS	mg/L	2389	2433	2486	2492	2515	2548	2239	2271	2447	2476	>2000（V类）		
总硬度	mg/L	29.02	30.02	44.04	29.02	21.02	16.01	40.03	14.01	20.02	17.01	≤450		
硝酸盐	mg/L	2.33	0.15	1.25	0.20	2.14	0.15	1.04	0.21	2.84	0.15	≤20		
亚硝酸盐	mg/L	0.001	0.002	0.002	0.002	0.002	0.001	0.002	0.002	0.002	0.002	≤1		
氨氮	mg/L	0.028	0.024	0.027	0.023	0.028	0.024	0.023	0.020	0.033	0.029	≤0.5		
COD	mg/L	0.88	1.32	1.32	2.08	0.8	0.96	1.6	1.15	0.96	1.99	≤3		

续表 4-9 矿区含矿含水层地下水监测结果

项目 \ 地点		含矿含水层段水文孔						上含水层		标准限值
		SW-6A		SW-7A		SW-7B		SW-5D		
		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	0.26	0.17	0.23	0.24	0.16	0.10	0.06	0.091	—
²²⁶ Ra	Bq/L	0.45	0.89	0.68	0.33	0.026	0.029	0.085	0.064	—
²¹⁰ Po	Bq/L	/	/	/	/	/	/	0.065	0.051	—
²¹⁰ Pb	Bq/L	/	/	/	/	/	/	0.059	0.049	—
pH	/	8.66	8.62	8.65	8.84	8.86	8.74	8.5	8.39	8.5~9.0 (IV类)
As	mg/L	0.02	0.008	0.025	0.021	0.008	0.006	0.002	0.004	≤0.05 (IV类)
Zn	ug/L	9.04	3.90	1.83	2.84	1.31	2.32	1.93	1.04	≤5000
Pb	ug/L	0.061	1.86	0.18	1.94	0.18	1.58	0.19	0.56	≤10
Cd	ug/L	0.13	0.030	0.14	0.024	0.1	0.018	0.14	0.020	≤5
Cr ⁶⁺	ug/L	8.94	4.00	5.04	4.56	9.76	4.03	5.4	3.96	≤50
Fe	ug/L	20.07	49.11	93.62	45.21	100	27.34	22.66	5.57	≤300
Mn	ug/L	0.22	1.57	0.19	0.58	1.01	0.31	0.32	1.53	≤100
Hg	ug/L	0.06	0.053	0.07	0.075	0.094	0.10	0.14	0.15	≤1
Cu	ug/L	0.56	0.70	0.69	0.72	0.37	0.51	0.28	4.75	≤1000
Ni	ug/L	0.05	0.39	0.062	0.25	0.24	0.25	0.062	0.39	≤20
Mo	ug/L	95.66	90.61	108	124	94.1	101	106	91.09	≤150 (IV类)
HCO ₃ ⁻	mg/L	1922	1648	1770	1811	1526	1519	1464	1794	—
SO ₄ ²⁻	mg/L	68.26	65.60	70.86	76.85	73.47	70.42	69.29	62.24	≤250
Cl ⁻	mg/L	115	116	101	103	115	121	128	127	≤250
F ⁻	mg/L	27.26	19.22	24.48	19.34	28.66	23.79	33.66	27.48	>2 (V类)
TDS	mg/L	2291	2005	2336	2288	2168	1974	2027	2079	>2000 (V类)
总硬度	mg/L	24.02	30.02	40.03	27.02	23.02	27.02	31.02	25.02	≤450
硝酸盐	mg/L	2.04	0.15	2.04	0.15	1.16	0.16	1.9	0.15	≤20
亚硝酸盐	mg/L	0.002	0.002	0.001	0.001	0.001	0.001	0.002	0.002	≤1
氨氮	mg/L	0.032	0.029	0.026	0.022	0.029	0.024	0.054	0.044	≤0.5
COD	mg/L	0.72	1.78	0.88	0.56	0.92	0.57	0.92	1.21	≤3

4.3.5 土壤环境质量

1) 放射性

矿区及周边土壤中放射性核素监测结果见表 4-10。

项目周边土壤 $U_{\text{天然}}$ 浓度范围值为 0.78~1.25mg/kg, ^{226}Ra 浓度范围值为 9.62~16.32 Bg/kg。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 13.75~35.14 Bg/kg 和 7.38~34.66 Bg/kg, 可知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 4-10 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)	
		第一次	第二次	第一次	第二次
1	拟建井场东侧	1.08	1.25	15.38	16.32
2	拟建井场西侧	1.08	1.03	15.37	15.28
3	拟建蒸发池	0.87	0.88	9.62	9.61
4	拟建水冶厂	0.78	0.82	9.96	9.87
5	珠日干格勒嘎查	0.88	0.91	10.95	11.02
6	后德日很格勒嘎查	0.82	1.11	11.15	11.24
7	乌日吐芒哈嘎查(对照点)	1.05	0.96	13.40	12.90
《中国环境天然放射性水平》(2015)		1.20~1.36		13.2~19.4	

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 4-11 和表 4-12。

由表 4-11 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 4-12 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 4-11 拟建场址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 场东侧	拟建井场 西侧	拟建蒸发 池	拟建水 冶厂	GB36600-2018 第二类用地 污染风险筛选值	
pH	/	第一次	8.01	8.25	9.04	9.12	/	
		第二次	7.96	8.39	9.03	9.05		
As	mg/kg	第一次	5.49	5.48	2.93	2.59	60	
		第二次	5.70	5.37	3.07	2.55		
Cd	mg/kg	第一次	0.091	0.091	0.12	0.34	65	
		第二次	0.093	0.10	0.13	0.33		
Hg	ug/kg	第一次	80.43	80.95	81.38	83.14	38000	
		第二次	79.21	79.11	78.79	82.04		
Pb	mg/kg	第一次	12.78	13.61	11.67	12.03	800	
		第二次	12.39	14.29	11.58	11.51		
Cr	mg/kg	第一次	10.61	26.99	24.98	20.39	250*	
		第二次	10.78	28.10	24.64	20.14		
Zn	mg/kg	第一次	17.84	22.23	16.57	16.23	300*	
		第二次	17.07	21.80	17.09	15.92		
Ni	mg/kg	第一次	55.88	12.96	8.83	13.01	900	
		第二次	56.90	13.49	8.74	12.61		
Cu	mg/kg	第一次	6.85	4.83	5.38	4.29	18000	
		第二次	7.06	4.73	5.45	4.49		

注：参照 GB15618-2018 土壤污染风险筛选值。

表 4-12 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	珠日干格 勒嘎查	后德日很 格勒嘎查	乌日吐芒哈嘎 查（对照点）	GB15618-2018 土壤污染风险筛选值	
pH	/	第一次	8.82	7.34	8.42	6.5~7.5	>7.5
		第二次	8.54	7.56	8.64		
As	mg/ kg	第一次	3.63	3.32	2.33	30	25
		第二次	3.76	3.17	2.35		
Cd	mg/ kg	第一次	0.13	0.092	0.11	0.3	0.6
		第二次	0.14	0.091	0.11		
Hg	ug /kg	第一次	81.23	77.31	84.97	2400	3400
		第二次	81.77	74.41	88.02		

地点 项目	单 位	监测 时间	珠日干格 勒嘎查	后德日很 格勒嘎查	乌日吐芒哈嘎 查（对照点）	GB15618-2018 土壤污染风险筛选值	
Pb	mg/	第一次	11.10	12.20	11.06	120	170
	kg	第二次	11.17	12.78	11.09		
Cr	mg/	第一次	4.84	11.81	25.75	200	250
	kg	第二次	4.81	12.22	24.99		
Zn	mg/	第一次	17.16	14.44	22.23	250	300
	kg	第二次	17.09	14.38	21.95		
Ni	mg/	第一次	44.78	14.27	18.89	100	190
	kg	第二次	46.56	14.58	18.46		
Cu	mg/	第一次	7.24	4.80	5.36	100	100
	kg	第二次	7.44	4.72	5.28		

4.3.6 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 4-13。由该表可知，矿区及周边生物样品中 $U_{\text{天然}}$ 、 ^{226}Ra 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 4-13 矿区及周边生物样品中放射性核素含量监测结果

序号	监测地点	玉米		牧草		鸡肉	
		$U_{\text{天然}}$	^{226}Ra	$U_{\text{天然}}$	^{226}Ra	$U_{\text{天然}}$	^{226}Ra
		ug/kg, 鲜重	Bq/kg, 鲜重	ug/kg, 鲜重	Bq/kg, 鲜重	ug/kg, 鲜重	Bq/kg, 鲜重
1	拟建井场东侧	0.46	0.045	0.60	0.031	—	—
2	拟建井场西侧	0.47	0.042	0.67	0.040	—	—
3	拟建蒸发池	0.41	0.043	0.70	0.035	—	—
4	后德日很格勒嘎查	0.43	0.046	0.70	0.036	—	—
5	珠日干格勒嘎查	0.43	0.038	0.70	0.031	0.52	0.046
GB14882-94 标准限值		$U_{\text{天然}}$: 1900 $\mu\text{g}/\text{kg}$		^{226}Ra : 14Bq/kg		$U_{\text{天然}}$: 5400 $\mu\text{g}/\text{kg}$ ^{226}Ra : 38Bq/kg	

4.3.7 声环境质量

本项目周边居民点环境噪声监测结果见表 4-14。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 4-14 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	珠日干格勒嘎查	53~54	54~55	43	44
2	后德日很格勒嘎查	52~55	53~55	43~44	43~44
3	GB3096-2008 标准限值	60		50	

4.4 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) 空气中 TSP 浓度：珠日干格勒嘎查和后德日很格勒嘎查的 TSP 日均浓度监测结果均满足《环境空气质量准》(GB3095-2012) 中二级标准限值要求。

4) 地表氡析出率：拟建场址地表氡析出率为 2.58~3.52 mBq/m²·s。

5) 地下水环境质量现状：矿区周边居民点地下水中放射性核素浓度位于区域本底水平；非放射性因子中 Fe、Mn 和 COD 满足《地下水质量标准》(GB/T14848-2017) IV 类标准；其它非放因子均满足 III 类标准。

矿区含矿含水层地下水中 U_{天然}浓度为 0.11~0.48mg/L、²²⁶Ra 浓度为 0.39~1.25Bq/L、²¹⁰Po 浓度为 0.24~0.82Bq/L、²¹⁰Pb 浓度为 0.27~0.99Bq/L。

非放射性因子中 F⁻、TDS 满足《地下水质量标准》(GB/T14848-2017) V 类水体标准，pH、As、Mo 满足 IV 类标准，其它非放因子均满足 III 类标准。

6) 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 建设用地区域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。

7) 生物样品：矿区及周边生物样品中 $U_{\text{天然}}$ 、 ^{226}Ra 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。

8) 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。

5 施工期环境影响

5.1 环境影响因素

5.1.1 大气环境影响因素

施工期大气环境影响因素主要包括施工扬尘和机械废气。

在整个项目的建设阶段，要进行平整土地、挖土填方、建造建构筑物、装饰装修等工程，在各项工程的施工过程中，都存在着扬尘的污染。施工场地的扬尘主要包括汽车行驶及其它机械运行时的扬尘、挖填方扬尘、堆料场的起风扬尘及装卸水泥、砂石料等作业扬尘。

在拟建井场区域进行生产井钻井施工作业和补充勘探钻孔施工作业使用的钻井柴油机运行时会产生烟气；此外，其他工程机械在施工过程中也会排放烟气。机械排放烟气中主要污染物为 SO_2 。此外，重型施工车辆在施工区域进行运输作业时，会产生汽车尾气。

5.1.2 地表水环境影响因素

施工期的废水排放主要来自于施工人员的生活污水和施工废水。其中施工废水主要为泥浆废水、设备冲洗废水，排放量较小，主要污染因子为 SS。施工期生活废水主要来自于施工工作人员产生的生活杂用水及盥洗用水。废水中主要污染物为 COD、BOD、SS，其浓度分别为 300mg/L、220mg/L、250mg/L。

5.1.3 噪声环境影响因素

施工期噪声主要来源于钻机、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)。

5.1.4 固体废物环境影响因素

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。

5.2 环境影响分析

5.2.1 大气环境影响分析

施工扬尘主要产生在平整土地、挖土填方、建造建构筑物、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。

5.2.2 地表水环境影响分析

施工期使用临时防渗旱厕，并设置简易防渗化粪池，生活污水经化粪池处理后全部外运处理，不会对项目周边地表水产生不良影响。

5.2.3 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，如钻井机、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。

5.2.4 固体废物环境影响分析

1) 钻井泥浆

本项目生产钻孔和补充勘探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，钻井机台设置沉淀槽、泥浆槽及废渣槽，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废渣槽，然后运至泥饼池进行集中处理，泥浆进入泥浆槽回用于钻井。

钻井施工完成后，最终产生的钻井泥浆及洗井废水再经上述工艺处理后，岩屑运至泥饼池进行集中处理，泥浆槽中的泥浆部分加入特定原料后转化为固井液回用于固井，剩余泥浆运至井场统一设置的压滤设施，经压滤脱水后，泥饼运至泥饼池进行集中处理，滤液运至新钻井机台配置钻井液。

钻井泥浆处理工艺流程见图 5-1。

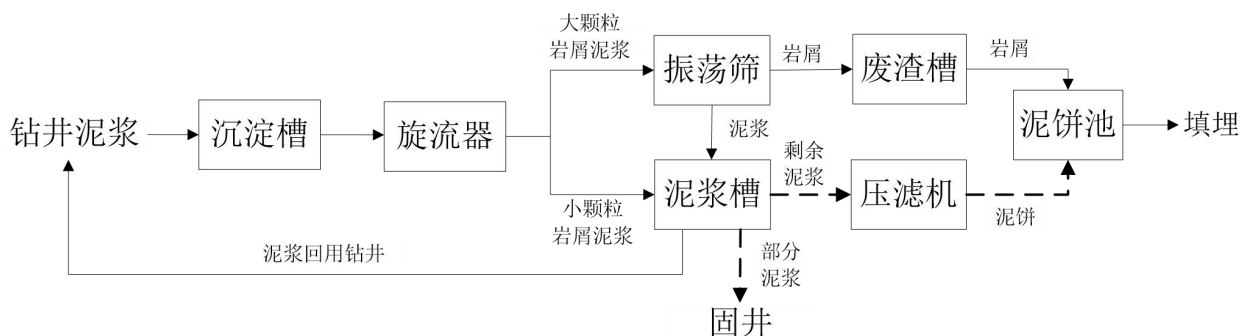


图 5-1 钻井泥浆处理工艺流程图

综上，本项目钻井泥浆处理过程中产生的固体废物包括岩屑和泥饼，施工期产生钻井泥浆固体废物总量约为 9284m³，其中，生产钻孔产生岩屑和泥饼总量 9225m³，勘探钻孔产生岩屑和泥饼总量 59m³。根据钱 IV 勘查过程泥浆的监测数据，其 U_{天然} 浓度约为 12.76mg/kg。全部钻井泥浆固体废物运至泥饼池集中处理，然后覆土植草，恢复地貌。

2) 非矿段岩芯

补充勘探钻孔施工过程中需要提取岩芯，主要包括非矿段岩芯和矿段岩芯。其中，矿段岩芯取样、全部外送分析。非矿段岩芯由岩芯箱暂存，最终置于泥饼池进行掩埋处理，施工期岩芯产生量估算约 28m³。

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。

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。

5.3 小结

综上所述，项目施工期对周围环境的影响较小，基本不会影响到本项目的环境保护目标，因此本项目施工期的环境影响是可以接受的，且施工期的环境影响只是暂时的，随着施工期的结束，影响会消失。

6 辐射环境影响预测与评价

6.1 排放源项

本项目生产过程中对公众产生附加照射剂量的途径主要为气态流出物的释放，气态放射性源项主要为蒸发池、浸出液处理厂房和集液罐，各气态流出物源强见表 6-1。从表中可见，生产期集液罐污染物排放量大，蒸发池排放量较小。本项目气态源项排放参数见表 6-2。

表 6-1 本项目放射性废气的排放情况一览表

序号	设施	产生量 (Bq/a)
1	浸出液处理厂房	7.62E+11
2	蒸发池	1.95E+10
3	集液罐	1.76E+12

表 6-2 本项目气态源项排放参数

序号	排放点名称	排放量 (m ³ /h)	出口内径 (m)	排放高度 (m)	等效半径 (m)	源项类型
1	浸出液处理厂房	221800	1.8	15.5	—	点源
2	蒸发池	—	—	—	117.5	面源
3	集液罐	3255.55	0.3	6	—	点源

6.2 环境影响途径

根据项目特点，本次预测仅包括气载放射性流出物所致辐射环境影响。

本次评价所考虑的气态照射途径为吸入内照射，核素为 ²²²Rn。

6.3 辐射评价基本参数设置

6.3.1 评价方法

本次辐射环境影响评价的基本评价指标是以集液罐为中心的周围居民最大个人有效剂量当量和半径 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 评价范围内包括钱 II 块地浸采铀工程，因此本次评价考虑该工程对本项目附近居民点的叠加影响。

6.3.2 评价中心

本次评价选取集液罐为评价中心。

6.3.3 评价子区及年龄组设置

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

6.3.4 评价年份

本项目评价代表年份选定为 2031 年。

6.3.5 评价计算模式及参数

本项目预测采用中核第四研究设计工程有限公司开发的 UAIR-FINE 软件，该软件基于最新大气边界层理论和剂量估算方法创建，内置的大气扩散模型为美国 EPA 开发的法规扩散模式 AERMOD，剂量计算模式根据 IAEA 和 ICRP 最新剂量模式和参数创建，具体模式与参数详见附录一。

6.4 估算结果与分析

6.4.1 生产期气态源项所致辐射环境影响

6.4.1.1 居民点辐射环境影响

1) 氡浓度及公众个人剂量

本项目生产期气态源项释放的 ^{222}Rn 所致 5km 范围内各居民点 ^{222}Rn 浓度分布情况如表 6-3 所示。由表可知，各居民点地面空气中 ^{222}Rn 浓度最大贡献值出现在后德日很格勒嘎查，其 ^{222}Rn 浓度贡献值为 $1.39 \times 10^{-1} \text{Bq/m}^3$ ；气态源项对周围各居民点中影响最大的是位于评价中心 E 方位、2~3km 处的后德日很格勒嘎查，公众最大个人剂量为 $2.96 \times 10^{-3} \text{mSv/a}$ 。

表 6-3 生产期气态源项所致 5km 范围内各居民点 ^{222}Rn 浓度

居民点	^{222}Rn 浓度, Bq/m^3	公众个人剂量, mSv/a
前德日很格勒嘎查	5.18E-02	1.11E-03
后德日很格勒嘎查	1.39E-01	2.96E-03
珠日干格勒嘎查	3.01E-02	6.44E-04
二龙山嘎查	1.90E-02	4.06E-04
白音那村	7.18E-03	1.53E-04
三分场	8.57E-03	1.83E-04

2) 个人剂量

本项目生产期各污染源项释放的²²²Rn对后德日很格勒嘎查个人有效剂量的贡献见表 6-4。由该表可知，集液罐对后德日很格勒嘎查的最大个人有效剂量贡献率最大，为 92%。

表 6-4 各气态源项对后德日很格勒嘎查的贡献值

排放点	氡浓度, Bq/m ³	个人剂量, mSv/a	份额 (%)
浸出液处理厂房	2.15E-03	4.59E-05	1.6
集液罐	1.28E-01	2.73E-03	92.0
蒸发池	8.83E-03	1.89E-04	6.4
合计	1.39E-01	2.96E-03	100.0%

6.4.1.2 评价区域辐射环境影响

1) 氡浓度

本项目生产期气态源项释放的²²²Rn所致各子区²²²Rn浓度分布情况如表 6-5 所示。从表中可见，评价范围内空气中²²²Rn浓度最大贡献值出现在 E 方位，0~1km 子区，²²²Rn浓度贡献值为 $2.40 \times 10^{-1} \text{Bq/m}^3$ ，该子区无人居住。在有人居住的子区内，²²²Rn浓度最大贡献值 $1.39 \times 10^{-1} \text{Bq/m}^3$ ，出现在 E 方位，2~3km 的子区内。

表 6-5 生产期气态源项所致各子区 ^{222}Rn 浓度 (Bq/m^3)

方位	距离 (km)					
	0~1	1~2	2~3	3~5	5~10	10~20
N	1.62E-01	3.30E-02	2.30E-02	1.51E-02	8.49E-03	4.30E-03
NNE	1.38E-01	2.55E-02	1.55E-02	9.79E-03	5.33E-03	2.64E-03
NE	1.53E-01	3.34E-02	1.87E-02	1.23E-02	6.59E-03	3.08E-03
ENE	1.55E-01	7.50E-02	4.89E-02	3.37E-02	1.96E-02	9.18E-03
E	2.40E-01	1.51E-01	1.39E-01	9.19E-02	5.68E-02	2.74E-02
ESE	1.84E-01	1.09E-01	8.83E-02	6.90E-02	4.32E-02	2.07E-02
SE	9.96E-02	4.82E-02	3.38E-02	2.49E-02	1.58E-02	8.00E-03
SSE	6.81E-02	2.74E-02	1.74E-02	1.22E-02	7.39E-03	3.99E-03
S	4.86E-02	1.87E-02	1.16E-02	7.50E-03	4.09E-03	2.34E-03
SSW	5.34E-02	2.55E-02	1.79E-02	1.24E-02	6.88E-03	3.42E-03
SW	6.43E-02	3.00E-02	1.92E-02	1.29E-02	7.33E-03	3.84E-03
WSW	4.15E-02	1.62E-02	1.05E-02	6.79E-03	3.80E-03	2.29E-03
W	2.53E-02	1.12E-02	7.09E-03	5.31E-03	4.07E-03	2.68E-03
WNW	2.47E-02	8.65E-03	6.01E-03	4.52E-03	3.10E-03	1.84E-03
NW	4.24E-02	7.58E-03	5.10E-03	3.77E-03	3.09E-03	2.31E-03
NNW	1.61E-01	3.75E-02	2.57E-02	1.76E-02	1.07E-02	5.86E-03

注：表中阴影子区为无人子区。

2) 个人剂量

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

由该表可知，评价范围内各子区内最大个人有效剂量为 $5.14 \times 10^{-3} \text{mSv/a}$ ，出现在 E 方位，0~1km 子区内，该子区无人居住。在有人居住的子区内，最大个人有效剂量为 $2.96 \times 10^{-4} \text{mSv/a}$ ，出现在 E 方位，2~3km 的子区内。

表 6-6 生产期评价范围各子区公众个人剂量 (mSv/a)

方位	距离 (km)					
	0~1	1~2	2~3	3~5	5~10	10~20
N	3.45E-03	7.04E-04	4.91E-04	3.23E-04	1.81E-04	9.20E-05
NNE	2.94E-03	5.46E-04	3.31E-04	2.09E-04	1.14E-04	5.64E-05
NE	3.28E-03	7.13E-04	3.99E-04	2.62E-04	1.41E-04	6.59E-05
ENE	3.31E-03	1.60E-03	1.05E-03	7.20E-04	4.19E-04	1.96E-04
E	5.14E-03	3.23E-03	2.96E-03	1.96E-03	1.21E-03	5.85E-04
ESE	3.94E-03	2.32E-03	1.89E-03	1.47E-03	9.23E-04	4.42E-04
SE	2.13E-03	1.03E-03	7.23E-04	5.32E-04	3.39E-04	1.71E-04
SSE	1.45E-03	5.86E-04	3.71E-04	2.60E-04	1.58E-04	8.52E-05
S	1.04E-03	3.99E-04	2.47E-04	1.60E-04	8.75E-05	4.99E-05
SSW	1.14E-03	5.44E-04	3.83E-04	2.65E-04	1.47E-04	7.31E-05
SW	1.37E-03	6.41E-04	4.11E-04	2.77E-04	1.57E-04	8.22E-05
WSW	8.87E-04	3.46E-04	2.25E-04	1.45E-04	8.13E-05	4.90E-05
W	5.40E-04	2.39E-04	1.52E-04	1.13E-04	8.71E-05	5.74E-05
WNW	5.28E-04	1.85E-04	1.28E-04	9.66E-05	6.62E-05	3.94E-05
NW	9.06E-04	1.62E-04	1.09E-04	8.06E-05	6.60E-05	4.93E-05
NNW	3.44E-03	8.03E-04	5.48E-04	3.77E-04	2.29E-04	1.25E-04

注：表中阴影子区为无人子区。

3) 居民集体有效剂量

本项目生产期间气态源项对评价区域内居民产生的集体剂量见表 6-7。由表可知，气态源项对评价区域居民产生的集体剂量为 1.78×10^{-2} 人·Sv/a。

表 6-7 生产期气态源项所致 20km 范围内的集体有效剂量

距离 (km)	0~1	0~2	0~3	0~5	0~10	0~20
集体剂量 (人·Sv/a)	0.00E+00	8.62E-04	2.41E-03	4.50E-03	8.02E-03	1.78E-02
份额 (%)	0.0	4.9	13.5	25.4	45.1	100.0

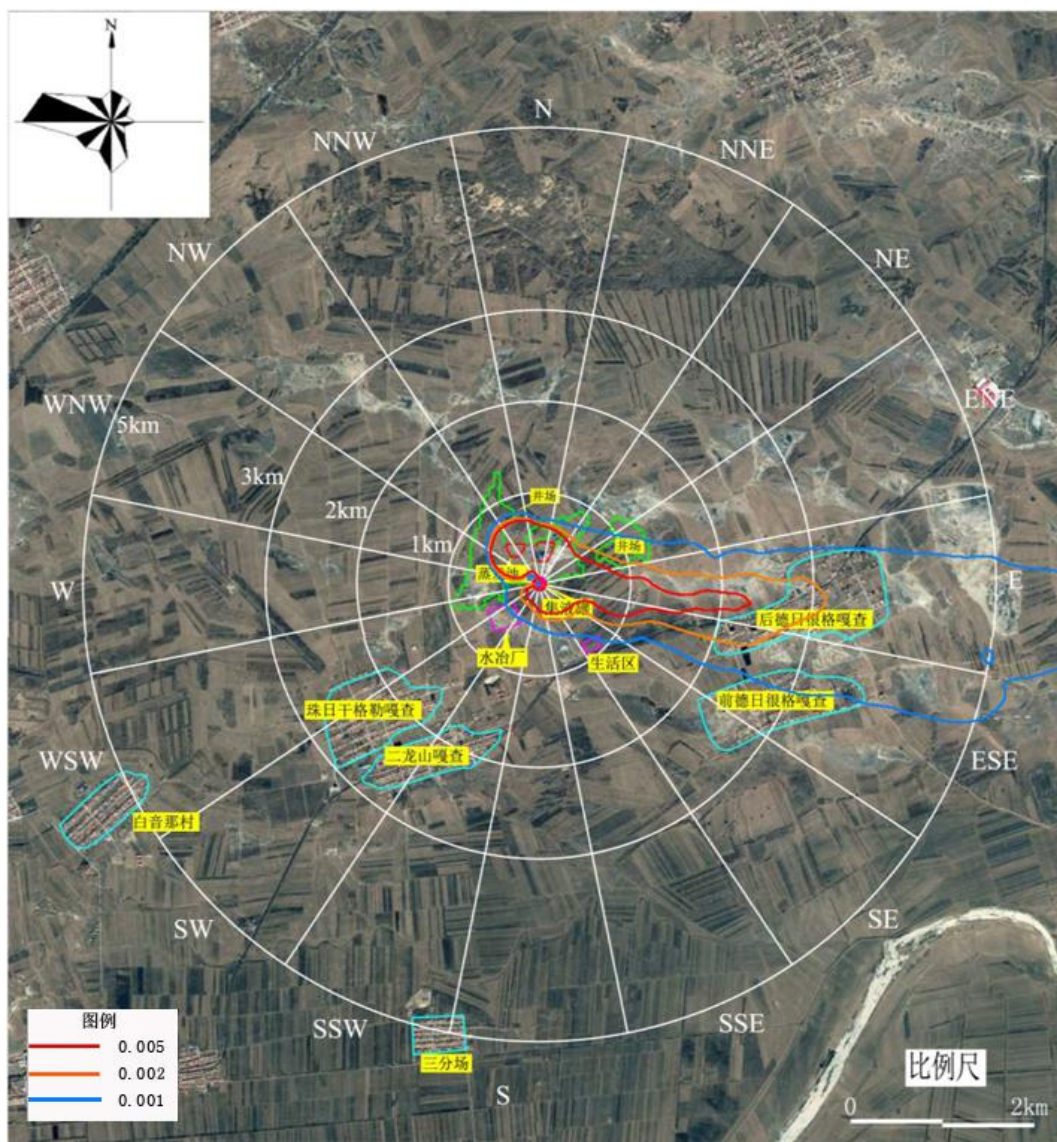


图 6-1 生产期气态流出物所致的区域个人剂量等值线图（单位：mSv/a）

6.4.2 气态源项所致氡浓度及个人有效剂量、集体有效剂量比较

本项目生产期气态源项所致 ^{222}Rn 浓度、个人有效剂量和出现子区以及集体剂量详见表 6-8 所示。由此可知，本项目气态源项所致的最大个人有效剂量低于本项目个人剂量约束值 0.5mSv/a 。表 6-8 本项目生产期评价结果对比一览表

^{222}Rn	有人子区最大 ^{222}Rn 浓度 (Bq/m^3)	1.39×10^{-1}
	所在子区	E 方位, 2~3km 子区
个人剂量	有人子区最大个人有效剂量 (mSv/a)	2.96×10^{-3}
	所在子区	E 方位, 2~3km 子区
20km 范围内集体有效剂量 ($\text{人} \cdot \text{Sv}/\text{a}$)		1.78×10^{-2}

6.5 公众辐射环境影响评价

6.5.1 本项目所致公众剂量分析

本项目生产期气态源项主要是蒸发池、水冶厂浸出液处理厂房及集液罐释放的 ^{222}Rn ，照射途径为吸入内照射。

本项目生产期气态源项所致评价区域最大个人有效剂量为 $2.96 \times 10^{-3} \text{mSv/a}$ ，出现在 E 方位、2~3km 子区，关键居民点为后德日很格勒嘎查。最大个人剂量占个人剂量约束值 0.5mSv/a 的 0.592%，远小于本项目设定的剂量约束值。20km 范围内的集体剂量为 $1.78 \times 10^{-2} \text{人} \cdot \text{Sv/a}$ 。

6.5.2 本项目叠加钱 II 工程（含一期工程）所致公众剂量分析

根据《中核北方铀业有限公司钱家店钱 II 块铀矿床原地浸出采铀工程环境影响报告书》中钱 II 全矿（含一期工程）生产时期辐射环境影响预测与评价内容，本项目 5km 范围内居民点叠加钱 II 工程全矿生产期间子区的氡浓度及个人剂量的结果见表 6-9。

表 6-9 本项目 5km 范围内居民点叠加钱 II 全矿（含一期工程）剂量结果

居民点名称	本项目	钱 II 全矿（含一期工程）			叠加后剂量值 (mSv/a)
	气态所致剂量 (mSv/a)	方位	距离 (km)	气态所致剂量 (mSv/a)	
前德日很格勒嘎查	1.11E-03	SSE	10~20	1.31E-04	1.24E-03
后德日很格勒嘎查	2.96E-03	SSE	10~20	1.31E-04	3.09E-03
珠日干格勒嘎查	6.44E-04	S	10~20	1.36E-04	7.80E-04
二龙山嘎查	4.06E-04	S	10~20	1.36E-04	5.42E-04
白音那村	1.53E-04	SSW	10~20	1.47E-04	3.00E-04
三分场	1.83E-04	S	10~20	1.36E-04	3.19E-04

由表 6-9 可知，关键居民点为后德日很格勒嘎查，位于钱 II 工程的 SSE 方位，10~20km 子区，该子区 ^{222}Rn 浓度为 $6.11 \times 10^{-3} \text{Bq/m}^3$ ，公众个人剂量 $1.31 \times 10^{-4} \text{mSv/a}$ 。叠加钱 II 工程全矿气态源项后，生产期所致关键居民点后德日很格勒嘎查个人剂量为 $3.09 \times 10^{-3} \text{mSv/a}$ ，最大个人剂量占个人剂量约束值 0.5mSv/a 的 0.618%，远小于本项目公众剂量约束值。

6.6 小结

本项目生产期气态源项所致的个人有效剂量较小，低于相应的剂量约束值，且本项目周围人口稀少，集体有效剂量也较小，本项目气态流出物对环境的影响在可接受范围之内。叠加钱 II 工程（含一期工程）气态源所致剂量后，所致周围公众附加剂量满足剂量约束值要求，对周围公众和环境的影响也是可接受的。

7 地下水环境影响评价

本项目对地下水环境产生影响的主要途径有：①地浸井场在生产运行过程中，浸出剂向矿体浸出范围之外流散污染地下水；②生产结束后，地浸井场从关停到退役期间，浸出剂向矿体浸出范围之外流散污染地下水；③蒸发池渗漏污染地下水。

7.1 运行期井场地下水环境影响评价

钱 IV 矿区采用原地浸出采铀工艺，该工艺是通过抽、注入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。

7.1.1 水文地质概念模型

7.1.1.1 模型范围的确定

本模型建模范围为通辽钱家店钱 IV 块地浸采铀工程及其周边地区，根据《水文地质概念模型概化导则》，由于研究区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，确定本模型的模拟范围为：以井场为中心，在地下水上游方向北侧延伸 520m，下游方向南侧延伸 1230m，平行地下水流向方向东侧延伸 860m，西侧延伸 1050m，模拟总面积 6.17km²。模拟范围示意图见图 7-1。

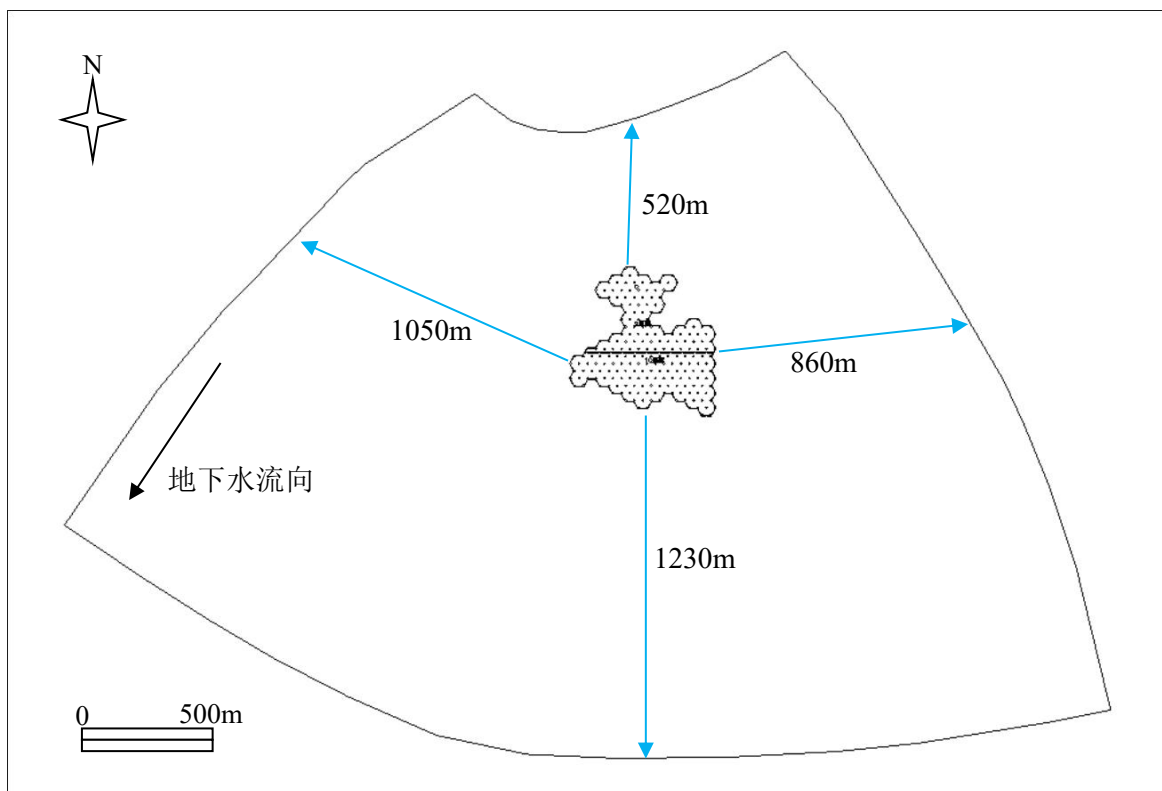


图 7-1 模拟区边界范围示意图

7.1.1.2 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。

7.1.1.3 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)、姚二段 (K_2y^2)、姚三段 (K_2y^3) 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。

根据收集的模拟区地质勘探孔和水文孔等相关孔井资料，结合模拟区以

往地质、水文地质、地形地貌等资料，获取含矿含水层顶底板高程值，通过差值方法将各含水层顶底板高程数据赋值到数值模型中，刻画的模拟区含矿含水层顶底板高程等高线图见图 7-2 和图 7-3。

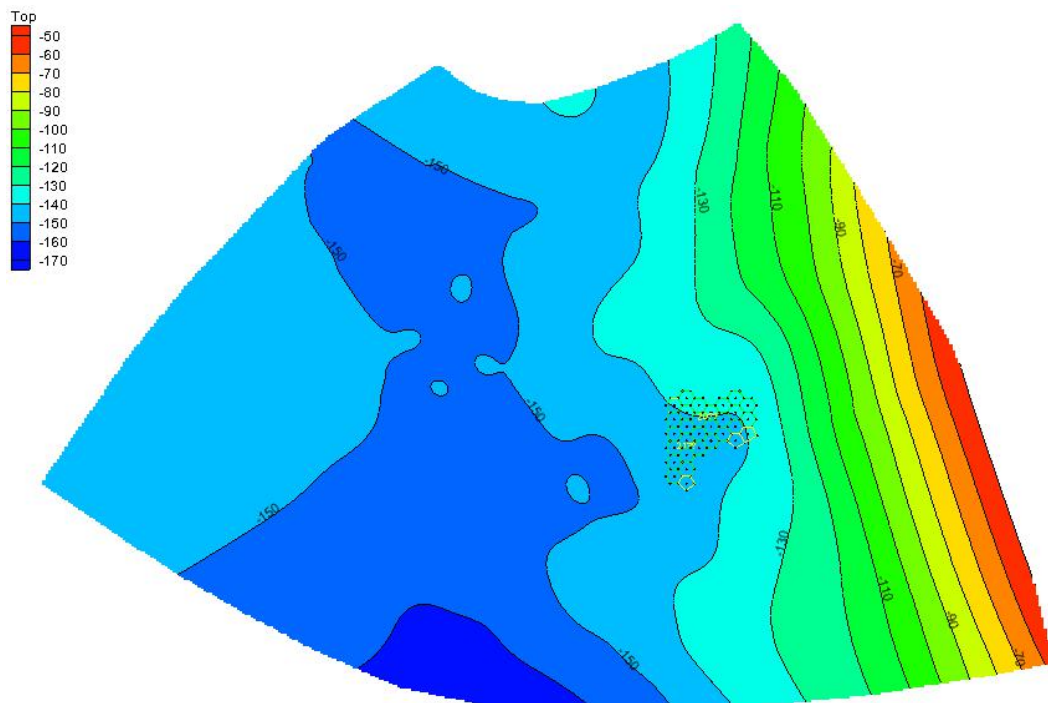


图 7-2 含矿含水层顶板高程等值线图

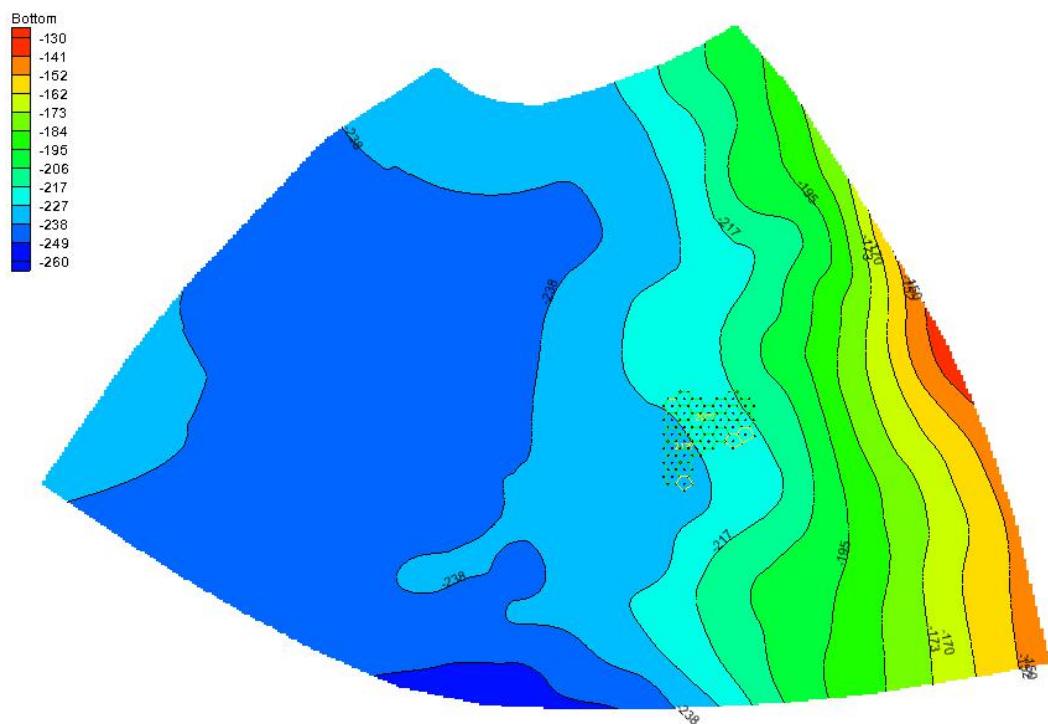


图 7-3 含矿含水层底板高程等值线图

7.1.1.4 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。根据本项目工艺参数，单孔平均注液量为 $2.91\text{m}^3/\text{h}$ ，单孔抽液量 $6.93\text{m}^3/\text{h}$ ，将生产数据赋值到概念模型中，作为本模拟的主要源汇项。本次地下水环境影响预测选取下游典型代表采区 9 采区和 10 采区为模拟采区，其位于首采区东侧，相比于其他生产采区，与其它采区相比，该块位置相对独立，受其它采区影响较小，其溶质运移向四周的迁移距离基本可代表整个生产区的溶质迁移情况。典型采区的生产井布置情况见图 7-4。

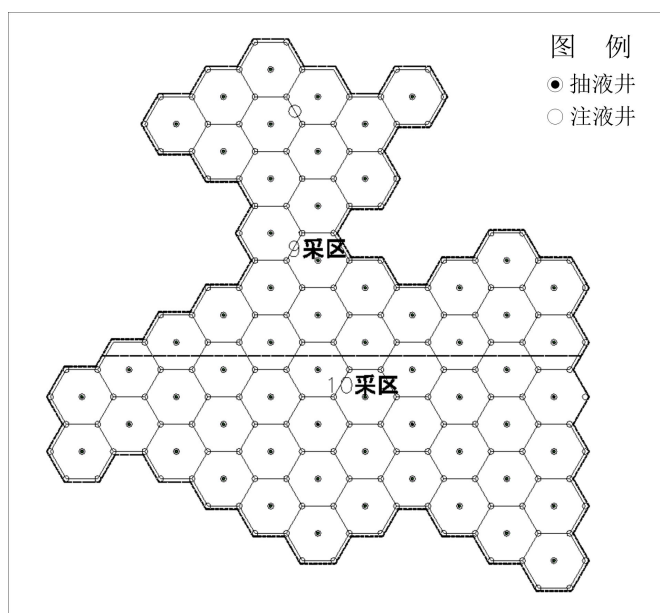


图 7-4 模拟采区抽注入井布置图

7.1.1.5 水文地质参数

本模型水文地质参数主要来自钱 IV 块铀矿床详查地质报告及水文地质试验报告，部分参数（孔隙度、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 7-1。

表 7-1 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	0.49
2	孔隙度, %	20
3	纵向弥散度, m	10
4	横向弥散度, m	2

7.1.2 数学模型

7.1.2.1 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7-2。

表 7-2 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流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，从而实现对概念模型编辑、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。

7.1.2.2 计算模式

1) 地下水水流模型

(1) 水流控制方程

地下水运动基本微分方程:

$$\frac{\partial}{\partial x}\left(K_{xx}\frac{\partial h}{\partial x}\right)+\frac{\partial}{\partial y}\left(K_{yy}\frac{\partial h}{\partial y}\right)+\frac{\partial}{\partial z}\left(K_{zz}\frac{\partial h}{\partial z}\right)-\omega=S_s\frac{\partial h}{\partial t} \quad (7-1)$$

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。

(2) 边界条件

① 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:

$$H(x, y, z) = H_0(x, y, z) \quad (x, y, z) \in s \quad (7-2)$$

$$H(x, y, z, t) = H_0(x, y, z, t) \quad (x, y, z) \in s \quad (7-3)$$

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。

② 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:

$$q_n = q \cdot n = -q_b(x, y, z) \quad (x, y, z) \in s \quad (7-4)$$

$$\text{或 } q_n = q \cdot n = -q_b(x, y, z, t) \quad (x, y, z) \in s \quad (7-5)$$

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。

③ 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：

$$\frac{\partial h}{\partial n} + \lambda(x, y, z)h = f(x, y, z) \quad (x, y, z) \in S \quad (7-6)$$

式中：

λ ——交换系数；

f ——已知函数；

第三类边界条件成为 Cauchy 条件。

2) 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。

(1) 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：

$$\frac{\partial(\theta C^k)}{\partial t} = \frac{\partial}{\partial x_i} \left(\theta D_{ij} \frac{\partial C^k}{\partial x_j} \right) - \frac{\partial}{\partial x_i} (\theta v_i C^k) + q_s C_s^k + \sum R_n \quad (7-7)$$

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/m^3 ；

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， m^2/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/m^3 ；

$\sum R_n$ ——化学反应项， g/m 。

其中：

$$\sum R_n = -\rho_b \frac{\partial \bar{C}}{\partial t} - \lambda_1 \theta C^k - \lambda_2 \rho_b \bar{C}^k \quad (7-8)$$

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；

（2）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：

$$D_{xx} = \alpha_L \frac{v_x^2}{|v|} + \alpha_T \frac{v_y^2}{|v|} + \alpha_T \frac{v_z^2}{|v|} + D^* \quad (7-9)$$

$$D_{yy} = \alpha_L \frac{v_y^2}{|v|} + \alpha_T \frac{v_x^2}{|v|} + \alpha_T \frac{v_z^2}{|v|} + D^* \quad (7-10)$$

$$D_{zz} = \alpha_L \frac{v_z^2}{|v|} + \alpha_T \frac{v_x^2}{|v|} + \alpha_T \frac{v_y^2}{|v|} + D^* \quad (7-11)$$

$$D_{xy} = D_{yx} = (\alpha_L - \alpha_T) \frac{v_x v_y}{|v|} \quad (7-12)$$

$$D_{xz} = D_{zx} = (\alpha_L - \alpha_T) \frac{v_x v_z}{|v|} \quad (7-13)$$

$$D_{yz} = D_{zy} = (\alpha_L - \alpha_T) \frac{v_y v_z}{|v|} \quad (7-14)$$

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 ； $|v| = \sqrt{v_x^2 + v_y^2 + v_z^2}$ 。

7.1.3 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。

7.1.3.1 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对井场区域进行了加密，加密网格的大小为 $13.57 \times 9.17\text{m}$ ，外围非加密网格的大小为 $40.7 \times 27.5\text{m}$ 。本模型一共剖分 25404 个网格。网格剖分情况见图 7-5。

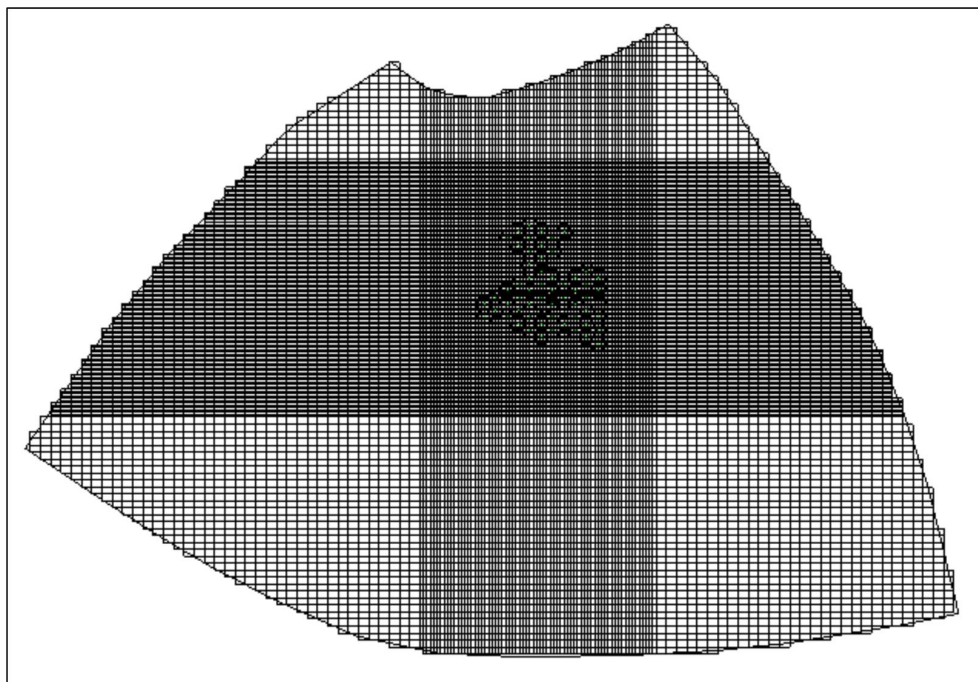


图 7-5 模型网格剖分图

7.1.3.2 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 13a。

本项目采用 $\text{CO}_2 + \text{O}_2$ 浸出工艺，根据浸出特点，确定评价因子为 $U_{\text{天然}}$ 和 Cl^- 和 SO_4^{2-} 。

7.1.3.3 溶质运移参数

溶质运移参数主要为评价因子浓度。其中， $U_{\text{天然}}$ 浓度采用钱 IV 块地浸采铀工程浸出液平均铀浓度的设计值，为 25mg/L ； Cl^- 与 SO_4^{2-} 浓度选用钱家店钱 II 块某采区抽液井实测浓度值，分别为 751mg/L 和 1420mg/L 。

7.1.4 地下水模拟预测及评价

7.1.4.1 流场预测结果及分析

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 7-6。从等水位线图中可知，从采区外部向内部延伸，水位线呈持续下降趋势，形成了地下水降落漏斗。

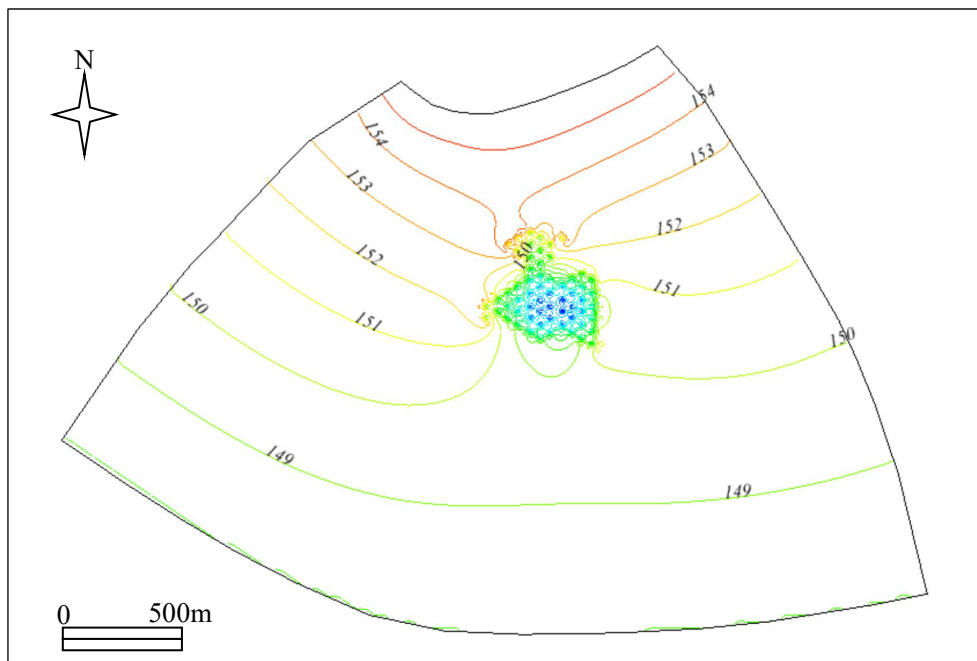


图 7-6 采区等水位线示意图（单位：m）

在数值模拟计算的基础上，提取了井场内外水位的模拟数据，绘制了水位降落漏斗示意图，见图 7-7，由该图可知，采区可形成比较明显的降落漏斗，可有效的实现浸出剂的控制。

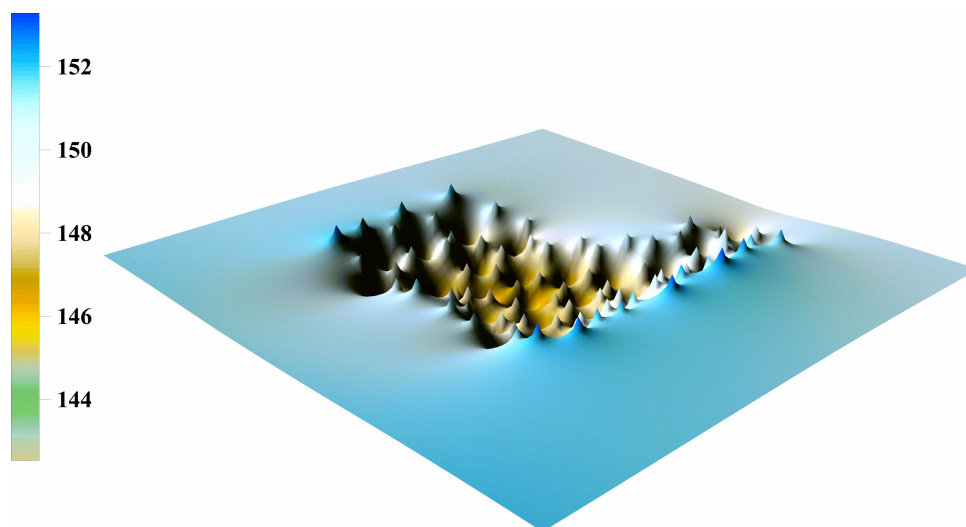


图 7-7 采区降落漏斗示意图

7.1.4.2 溶质运移结果分析

1) $U_{\text{天然}}$

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，以本底值 0.05mg/L 为边界浓度，分别绘制了第 1a、第 5a、第 10a 和第 13a 的 $U_{\text{天然}}$ 浓度分布图，浓度分布晕见图 7-8。

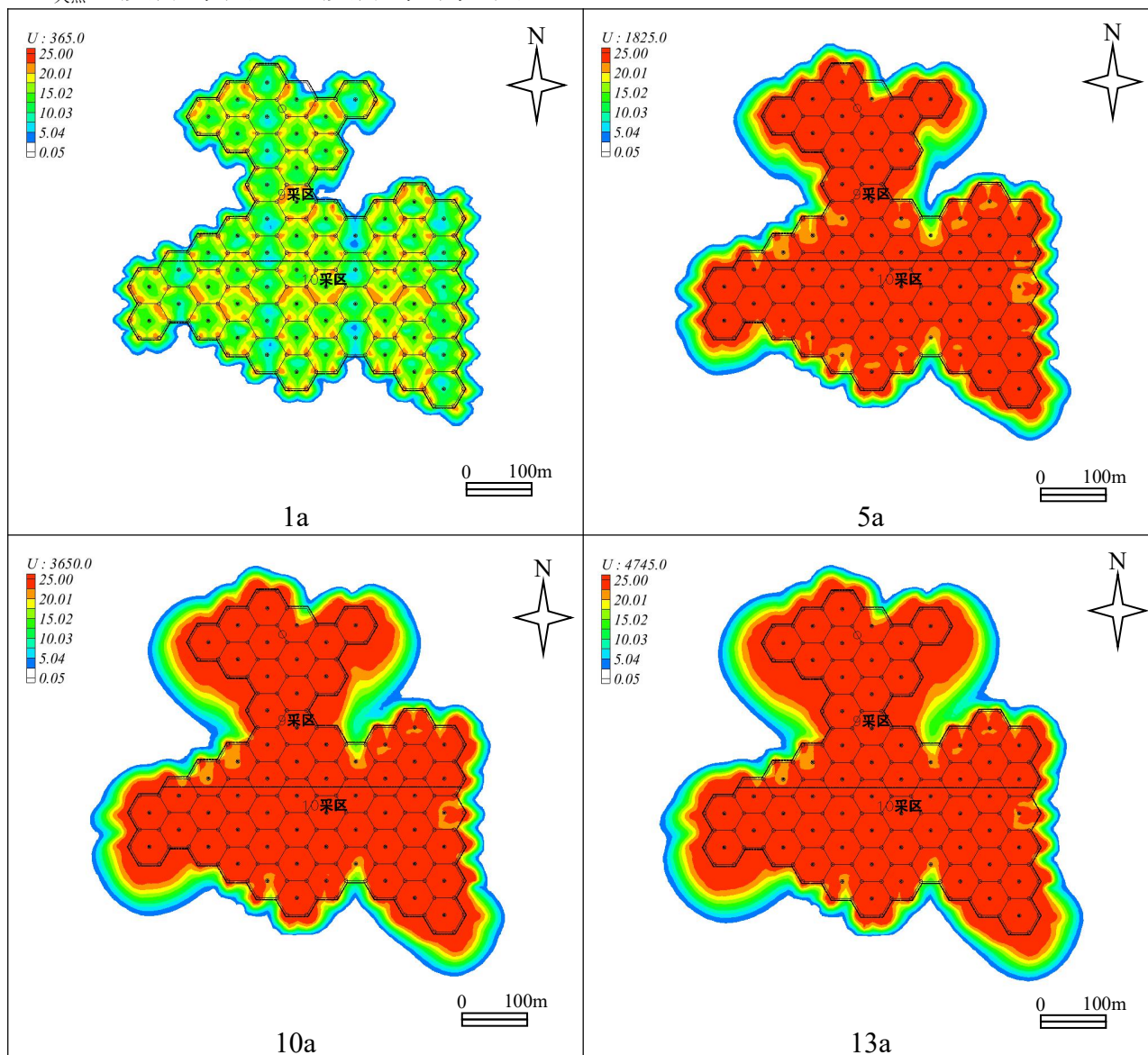


图 7-8 $U_{\text{天然}}$ 在含矿含水层中的浓度分布图

由图 7-8 可知：

- (1) 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。
- ①第 1a 时， $U_{\text{天然}}$ 向下游迁移了约 26m，向上游迁移了 22m，侧向迁移了 24m（均为距采区边界生产井的距离）；

- ②第 5a 时， $U_{\text{天然}}$ 向下游迁移约 56m，向上游迁移 34m，侧向迁移 44m；
- ③第 10a 时， $U_{\text{天然}}$ 向下游迁移约 76m，向上游迁移 45m，侧向迁移 56m；
- ④生产期末第 13a 时， $U_{\text{天然}}$ 向下游迁移约 89m，向上游迁移 49m，侧向迁移 57m。

2) 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 7-9，以地下水 III 类水质标准 250mg/L 为边界浓度，分别绘制了第 1a、第 5a、第 10a 和第 13a 的 Cl^- 浓度分布图。

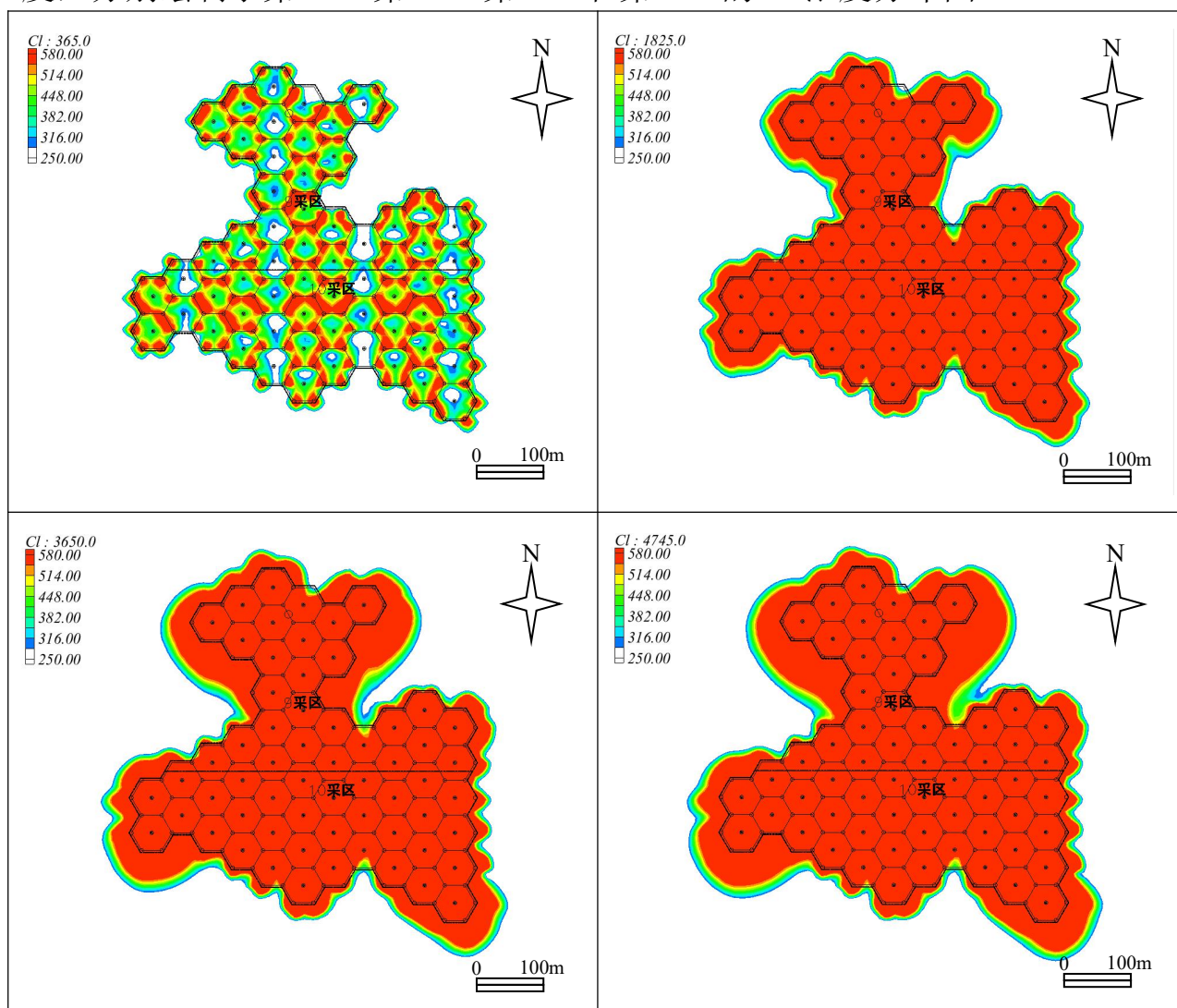


图 7-9 Cl^- 在含矿含水层中的浓度分布图

从浓度分布图中可知：

- (1) 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。

- ①第 1a 时，Cl⁻向下游迁移约 15m，向上游迁移 11m，侧向迁移 14m；
- ②第 5a 时，Cl⁻向下游迁移约 34m，向上游迁移 23m，侧向迁移 31m；
- ③第 10a 时，Cl⁻向下游迁移约 61m，向上游迁移 27m，侧向迁移 42m；
- ④生产期末第 13a 时，Cl⁻向下游迁移 68m，向上游迁移 36m，侧向迁移 46m。

3) SO₄²⁻

本次评价对井场生产期含矿含水层中的 SO₄²⁻的迁移扩散进行了模拟预测，预测得到的浓度分布晕见图 7-10，以地下水 III 类水质标准 250mg/L 为边界浓度，分别绘制了第 1a、第 5a、第 10a 和第 13a 的 SO₄²⁻浓度分布图。

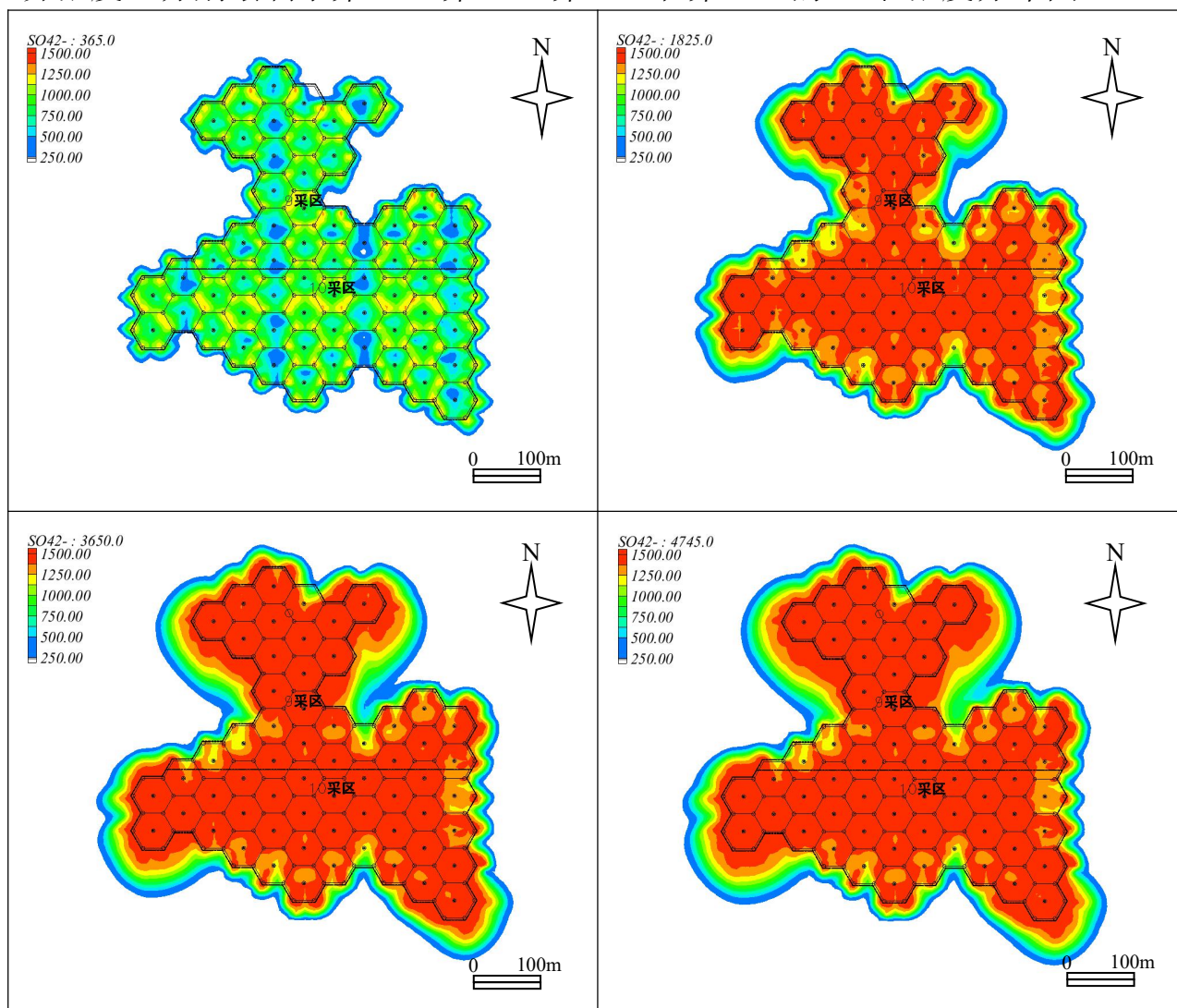


图 7-10 SO₄²⁻在含矿含水层中的浓度分布图

从浓度分布图中可知：

(1) 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。

①第 1a 时， SO_4^{2-} 向下游迁移了约 23m，向上游迁移了 17m，侧向迁移了 22m；

②第 5a 时， SO_4^{2-} 向下游迁移了约 53m，向上游迁移了 28m，侧向迁移了 40m；

③第 10a 时， SO_4^{2-} 向下游迁移了约 72m，向上游迁移了 35m，侧向迁移了 49m；

④生产期末第 13a 时， SO_4^{2-} 向下游迁移了 80m，向上游迁移了 38m，侧向迁移了 55m。

综上所述，本节对特征污染物 $\text{U}_{\text{天然}}$ 、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： $\text{U}_{\text{天然}}$ 在生产期末第 13a 时， $\text{U}_{\text{天然}}$ 在地下水水流方向向下游的迁移距离约为 89m，89m 以外基本处于本底水平；Cl⁻在生产期末第 13a 时，Cl⁻在地下水水流方向向下游的迁移距离约为 68m， SO_4^{2-} 在地下水水流方向向下游的迁移距离约为 80m，80m 以外满足《地下水质量标准》（GB14848-2017）III 类标准；由于本项目含矿含水层位于地下 400m 左右，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。

7.2 关停期井场地下水环境影响分析

随着生产的进行，含矿含水层中铀的品位逐渐降低，各采区达到设计年限后会陆续关停，最终井场需要进行退役治理。关停期间，生产井不再持续运行，人为形成的向井场中心的降落漏斗在天然补给、径流条件下将逐渐恢复，井场区域含水层地下水中残留的溶解组份会随着天然的水力梯度向下游发生迁移。

本次评价从钱 IV 块地浸采铀工程所在区域水文地质条件、 CO_2+O_2 中性浸出工艺特点、井场采区布置以及抽出控制效果等方面，对关停期井场地下

水环境影响进行分析。

7.2.1 水文地质条件分析

1) 垂向特征

姚家组含矿含水层隔水顶板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；底板为姚家组三段洪泛沉积的泥岩，厚度大且稳定。因此含矿含水层与上覆、下伏地层无水力联系。当井场不再运行时，人为造成的上、下含水层间的附加水力梯度消失，含矿含水层在垂向上不会出现越流的情况。

2) 水平特征

含矿含水层岩性以细粒为主，结构疏松，粉、泥含量占约 10%左右，孔隙较发育。从水文地质孔抽水试验成果看，含矿含水层渗透系数为 0.08~0.49m/d，属于低渗透性砂岩。关停期间，按 2‰的水力坡度、0.2 的有效孔隙度计算得到地下水的实际流速约为 $8 \times 10^{-4} \sim 4.9 \times 10^{-3} \text{m/d}$ ，即地下水的移动距离约为 0.29~1.79m/a。因此，在关停期的有限时间内，含矿含水层中残余液依靠天然水力坡度向含水层下游迁移的范围十分有限。

7.2.2 CO₂+O₂ 中性浸出工艺特点

CO₂+O₂ 浸出工艺在生产过程中主要添加物质为 CO₂、O₂，没有添加其它氧化剂或酸性试剂，对矿床的地球化学干扰程度较小，重金属等有害元素较难溶出。另外，关停期残余液在向含水层下游及外围迁移过程中会受到含水介质吸附、新鲜地下水的稀释以及还原沉淀等一系列水文地球化学作用的阻滞，含矿含水层地下水中溶解组分的迁移范围会因含水层本身的理化作用限制在一定的范围内。

7.2.3 井场开拓顺序

首采段中各采区达到设计年限后会陆续关停，但由于首采段位于备采段的地下水上游，因此关停期间采区残余液会迁移至新开拓采区，从而避免首采段关停期对地下水的影响。

7.2.4 抽出控制效果

由以上分析可知，本项目关停期间对地下水环境影响范围有限，但出于保守考虑，本项目整个井场关停期间，井场下游将持续运行部分抽出井，使

抽出井所在位置成为井场区域新的势汇，将受天然流场影响而流至下游的残余液抽出地表，阻止其进一步向含矿含水层下游迁移。同时定期开展监测井的水位监测，若发现异常，及时通过调节抽出量来实现残余液的控制。

抽出井运行时再次降低其周边含矿含水层的测压水位，当其低于天然测压水位时，井场下游的地下水会改变其天然流向，向井场方向流动，进而阻止井场残余液向含水层下游方向扩散。经抽出井抽出的地下水可排入蒸发池进行蒸发处理。人工抽液时形成的局部势汇情况示意图见图 7-11。

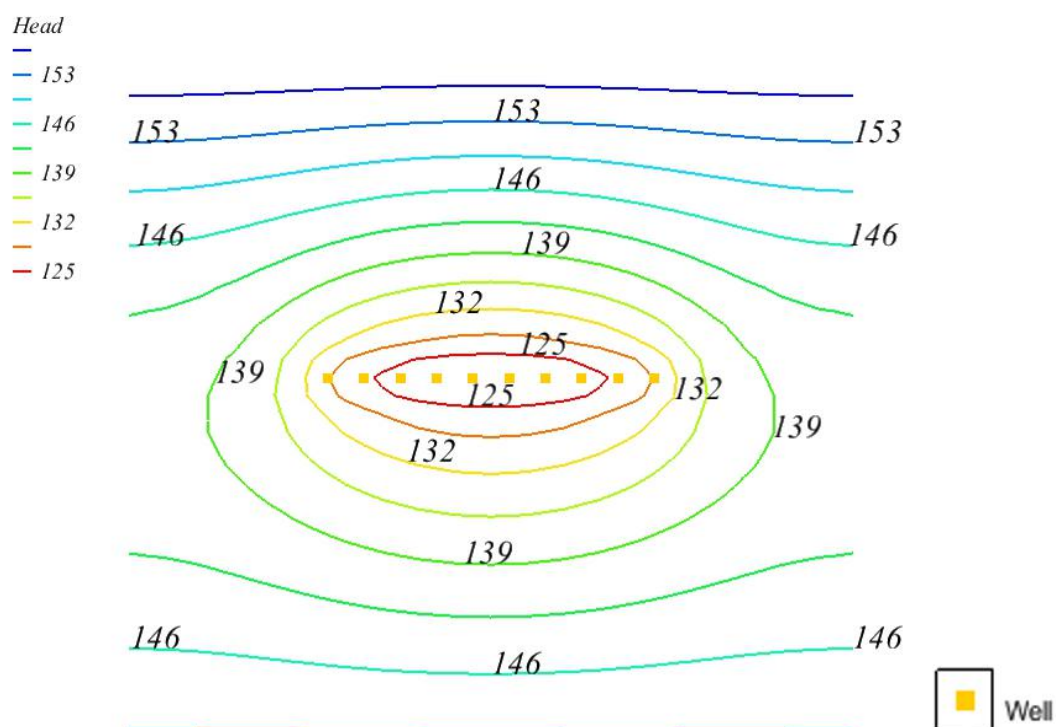


图 7-11 关停期抽出控制效果示意图

综上所述，钱 IV 块地浸采铀工程所在区域含矿含水层属于低渗透性砂岩岩性，井场关停期间井场残余液主要依靠天然水力坡度向下游迁移，由于含水层渗透性差、水力坡度小，依靠天然水力坡度而发生的残余液迁移距离十分有限； CO_2+O_2 中性浸出工艺环境更加友好，井场停产后，地下水中残余的溶解物质受含水层自身阻滞作用的影响，溶解组分的迁移会限制在一定范围内；另外，首采段位于备采段的地下水上游，关停期间首采段残余液会迁移至新开拓采区，避免对地下水的影响；最后，通过抽出控制的方式，可以形成新的低水位区，进而有效控制井场残余液的迁移范围。

7.3 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，蒸发池的底部从下到上依次为钠基膨润土垫及 HDPE 土工膜、50cm 厚的压实粘土组成的人工防渗层，其渗透系数分别为 $1 \times 10^{-12} \text{cm/s}$ 、 $1 \times 10^{-7} \text{cm/s}$ 。蒸发池中废水在生产期间下渗距离的计算方法如下：

$$X = K_s \times \frac{(h + L)}{L} \times t \quad (7-15)$$

$$K_s = \frac{M_1 + M_2}{M_1 / K_1 + M_2 / K_2} \quad (7-16)$$

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 1.2m；

L——等效渗透厚度，m，取 0.5m；

M_1 ——下层钠基膨润土垫及 HDPE 土工膜的厚度，m，取 0.0015m；

M_2 ——上层压实粘土的厚度，m，取 0.5m；

K_1 ——下层钠基膨润土垫及 HDPE 土工膜渗透系数，m/a，取 $3.15 \times 10^{-7} \text{m/a}$ ；

K_2 ——上层压实粘土渗透系数，m/a，取 $3.15 \times 10^{-2} \text{m/a}$ ；

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 $1.05 \times 10^{-4} \text{m/a}$ ，蒸发池中废水在生产期 13a 的时间内垂直入渗的距离约为 0.005m，穿透复合防渗结构的时间约为 1416a，远大于 13a 的生产期限。因此，在生产期间，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，采用复合土工膜的施工工艺，可有效地实现对土工膜的保护。此外，在该项目两片蒸发集中池区域的四周（距边界约 50m 处）各设置 1 个地下水监测井，定期对监测井中的地下水进行取样监测。通过以上多重防御系统，蒸发池对地下水产生污染的可能非常小。

8 运行期非放射性环境影响分析

8.1 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浸出液处理厂房产生的少量 HCl 废气以及盐酸库产生的 HCl 废气。

浸出液处理厂房中的 HCl 气体排放量较小，可忽略不计；盐酸库 HCl 废气排放量为 0.005kg/h。盐酸库 HCl 废气源项参数见表 8-1。

表 8-1 盐酸库 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 (°C)
盐酸库 盐酸储罐	HCl	0.005	9043	3.5	0.18	20

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，详细参数见附录二。

8.1.1 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 在水冶厂边界处的浓度见表 8-2。

表 8-2 盐酸库 HCl 无组织排放厂界分析

厂界	距离 (m)	贡献值 (μg/m ³)	标准值 (μg/m ³)
东厂界	30	1.59	200
南厂界	158	0.64	
西厂界	233	0.49	
北厂界	105	0.90	

由该表可知，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 0.20mg/m³，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。

8.1.2 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 8-3。

表 8-3 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 (%)
珠日干格勒嘎查	1420	0.14	50	0.28
二龙山嘎查	1710	0.13		0.26
后德日很格勒嘎查	1980	0.13		0.26
前德日很格勒嘎查	2110	0.12		0.24
三分场	4820	0.08		0.16
白音那村	4870	0.08		0.16

由该表可知，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，可见对厂区周围居民点的环境空气质量影响较小。

8.2 水环境影响分析

项目生产区和生活区产生的生活废水分别进入化粪池处理后外运至通辽市进行统一处理，因此不会对项目周边水环境产生影响。

8.3 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。

8.4 声环境影响分析

8.4.1 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，主要集中在浸出液处理厂房内，均属于室内声源。其中，风机和空压机噪声 $\leq 90\text{dB}(\text{A})$ ，泵类、搅拌设备电机等设备噪 $\leq 80\text{dB}(\text{A})$ 。

8.4.2 敏感点确定

经调查，水冶厂边界外围 200m 范围内无村庄敏感点。浸出液处理厂房距水冶厂东、南、西、北四侧厂界的距离见表 8-4。

表 8-4 噪声源距水冶厂边界距离一览表

方位	东北厂界	东南厂界	西北厂界	西南厂界
距离 (m)	25	50	108	132

8.4.3 预测方法

本项目利用三捷环境工程咨询有限公司开发的 BREEZE NOISE 软件进行噪声环境影响预测。该软件以《环境影响评价技术导则声环境》(HJ2.4-2009)中的相关模式要求编制,具有与导则严格一致性的特点,适用于噪声领域的各个级别的评价。

根据水冶厂具体特征,厂区内除浸出液处理厂房外,还有产品库及固体废物库、柴油库、办公楼等其他建筑物,其在噪声传播过程中起到反射和屏障的作用。厂区内道路和场地均为坚实地面,在噪声传播过程中起到地面衰减的作用。根据以上内容通过 BREEZE NOISE 软件进行模型构建、噪声源设置和场景设置,进行噪声影响预测和评价。

8.4.4 预测结果

经预测软件分析,各厂界噪声预测结果详见表 8-5。

表 8-5 运行期开关站厂界噪声预测结果一览表

预测结果	东北厂界	东南厂界	西北厂界	西南厂界
贡献值	38.19	34.04	20.22	24.52
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

可图表可知,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 (昼间 60dB(A)、夜间 50dB(A)) 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。

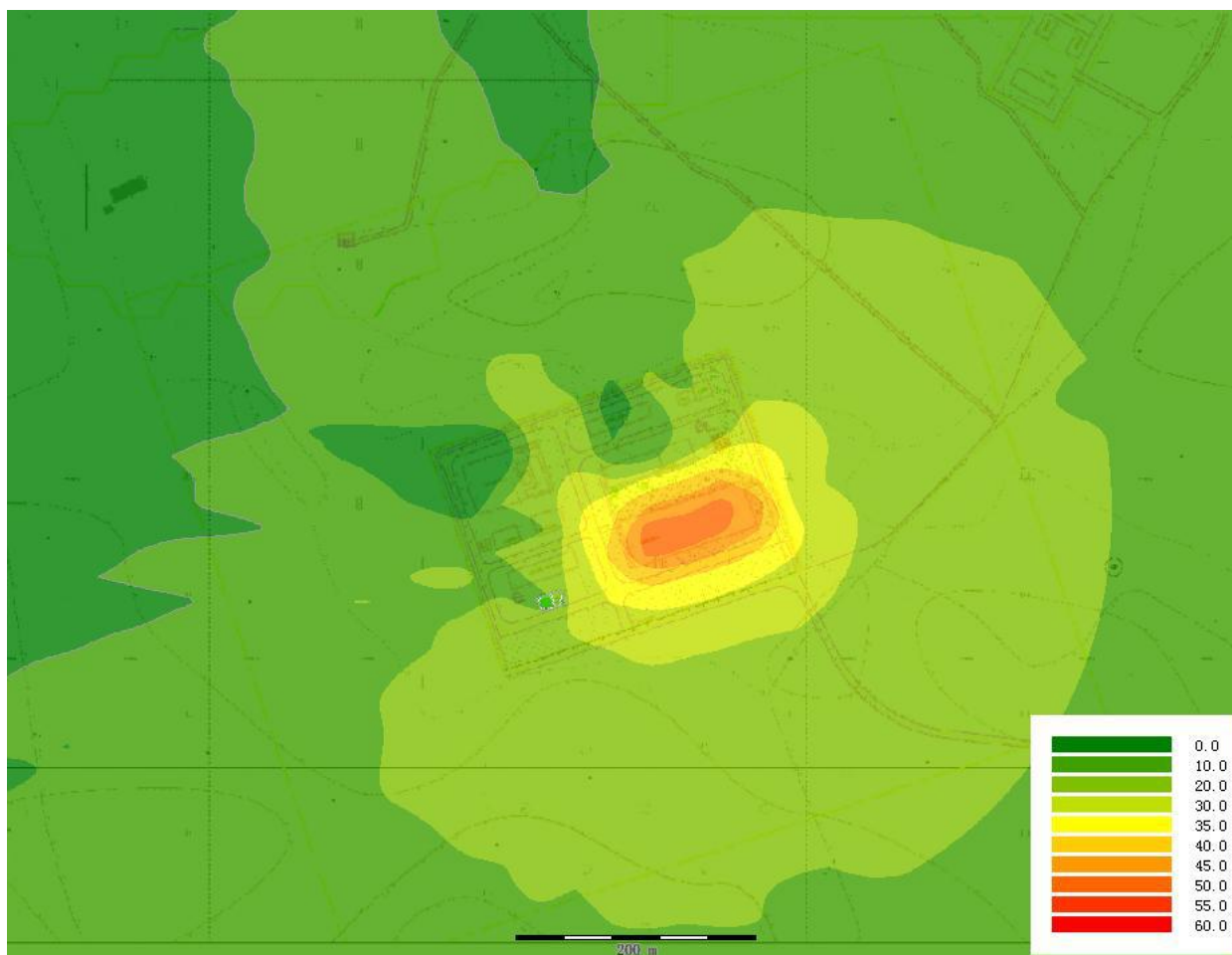


图 8-1 噪声影响预测等声级线图

8.5 生态影响分析

8.5.1 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疏林地、草地、耕地以及未利用地（荒地）。其中，未利用地主要为裸土地及沙地，容易受到大风侵蚀。项目区地处我国北方地区，天气干旱，降雨量小，地势开阔，多大风天气。根据《土壤侵蚀分类分级标准》（SL190-2007），项目所在区属于“风力侵蚀类型区”中的“沙地风沙区”。

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。

8.5.2 生态影响分析

8.5.2.1 生态影响的途径

本项目为原地浸出采铀项目。根据工程特点，项目的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。

8.5.2.2 项目生态影响

本项目施工占地主要包括首采段及后备采段井场以及蒸发池等。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 8-6。

表 8-6 项目占地情况表

序号	用地名称	占地面积 hm ²	占地百分比，%	占地类型
1	井场	0.31	2.00%	林地、耕地和其它土地
2	集配液区	0.94	6.06%	其它土地
3	蒸发池	7.02	45.23%	其它土地
4	水冶区	5.16	33.25%	其它土地
5	生活区	2.10	13.53%	其它土地
总计		15.53	100%	—

由上表可以看出，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。根据地浸采矿的特点，井场内主要设施为抽、注入井，其他新建的构筑物面积很少，对地表植被破坏很小。综上所述，项目对区域生态环境影响较小。

8.5.3 水土流失影响分析

8.5.3.1 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、风沙大，土壤贫瘠，植被覆盖率不高，导致含蓄水土能力较弱。根据《土壤侵蚀分类分级标准》（SL190-2007）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。

8.5.3.2 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；

8.5.3.3 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、控制室及泵房以及蒸发池。由于井场内抽、注入井的建设不会大面积的开挖表土，其他构筑物及蒸发池的建设面积较小，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。

8.5.4 生态恢复措施及方案

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。

8.5.4.1 生态恢复方案

本项目闭井后，需进行生态恢复的重点为井场、水冶厂及蒸发池。生态恢复前先测定氡析出率，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，使氡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。

8.5.4.2 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) 本项目闭井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。

9 事故环境影响分析

9.1 事故的环境影响

9.1.1 事故识别

本项目放射性气态流出物主要来自于浸出液处理厂房和蒸发池中²²²Rn的排放，²²²Rn的排放量较小，且浸出液处理厂房中各设备、管线均处于密闭状态，气态流出物处于可控状态，不会发生较大的事故。因此，在事故情况下，本项目仅考虑液态流出物的影响。

根据地浸采铀工程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) 井场管道断裂事故；
- 5) 钻孔密封不良；
- 6) 蒸发池破裂，造成池内放射性液体流散。

9.1.2 事故环境影响分析

9.1.2.1 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。

9.1.2.2 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。

本项目正常生产过程中，每年的生产期为 350d，一年中有 15d 的停产检

修期，但是该停产检修期仅是个别钻井的检修和注入井的洗井等时间的累加值，整个井场为全年运行，因此已作为生产期的正常排放进行了评价，且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。

9.1.2.3 事故性跑、冒、滴、漏

浸出液处理厂可能发生的事故为出现冒槽或管道的跑、冒、滴、漏等，本项目浸出液处理厂房内的各类储池、储罐、管道均设有液位、压力或流量自动检测、报警与连锁控制系统，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。

9.1.2.4 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℃，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 的聚四氟乙烯，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，即使管道断裂，其影响相对来说也是比较小的。

9.1.2.5 钻孔密封不良

由于地浸钻孔施工过程中采取了严格的质量保证，确保钻孔的质量，一般情况下不存在钻孔密封不良造成浸出剂或浸出液泄露而污染上、下含水层的事故发生。尽管如此，也有可能因人为失误引起的施工质量不良造成钻孔密封不良使浸出剂或浸出液泄露而污染上、下含水层。当发现一个注入井的注液量出现增加，并且注液的压力明显降低时，通过连锁控制装置立即停止该孔的注液，进行检查，因此钻孔密封不良对环境的影响可得到及时控制。

9.1.2.6 蒸发池泄露事故

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

9.1.3 最大可信事故

蒸发池是地浸采铀工程的重要构筑物，根据事故情景分析可知，若蒸发池池底土工膜断裂，可能造成蒸发池内吸附尾液发生泄漏，废水下渗可能对地下水环境造成污染，虽然发生渗漏后可及时通过检测发现并进行漏点修补，但泄露一旦发生地下水较难修复。因此，本次事故环境影响评价将蒸发池泄漏作为最大可信事故，对其泄露导致的地下水环境影响进行预测与评价。

9.1.4 蒸发池泄露事故地下水预测及评价

9.1.4.1 水文地质概念模型

1) 边界条件

根据蒸发池所在区域水文地质条件，潜水含水层与承压含水层之间隔水层稳定且连续，蒸发池泄漏基本不会对承压含水层产生影响，因此本次模拟

的目标层位为第四系松散层孔隙潜水。根据厂区水文地质条件及地下水流动特征，将水流上、下游方向离蒸发池各 1000m 处边界概化为通用水头边界；模型两侧平行于地下水流向方向概化为零流量边界。模型总面积 6.03km²。

2) 模型主要参数

本次模拟预测的水文地质参数主要来自详查地质报告及水文地质试验报告，部分参数（孔隙度、弥散度）选取了经验值，详见表 9-1。源项参数主要为评价因子浓度， $U_{\text{天然}}$ 浓度采用钱 IV 块蒸发池废水平均铀浓度。

表 9-1 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	1
2	孔隙度, %	20
3	年平均降雨量(mm/a)	381
4	降雨入渗系数	0.05
5	纵向弥散度, m	20
6	横向弥散度, m	2
7	$U_{\text{天然}}$ 浓度, mg/L	1.8

3) 评价年限和评价因子

本次评价分别对蒸发池泄露 13a（服务期）及 100a 后的蒸发池对地下水的影响进行预测评价，评价因子为 $U_{\text{天然}}$ 。

4) 预测源强

事故工况下，假定蒸发池土工膜断裂，防渗层被破坏，废水通过裂缝泄露进入地下造成污染。废水泄露计算如下式所示：

$$Q = K \times I \times A \quad (9-1)$$

式中：

- Q — 污染物泄漏量 (m³/d)；
- K — 垂向渗透系数，取 0.80m/d；
- I — 垂向水力坡度，此处取 1；
- A — 各计算分区面积，假设两片蒸发池土工膜沿对角线断裂，裂缝面积取 5m²。

综上，通过计算得出废水沉降池因防渗层破损发生非正常状况泄漏，泄漏量为 $4\text{m}^3/\text{d}$ 。

9.1.4.2 数学模型

本次模拟预测采用的模拟软件及水流、溶质运移数学模型同含矿含水层地下水环境影响评价，详见章节 7.1.2。

9.1.4.3 地下水数值模型

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蒸发池附近的运移情况，在网格剖分的过程中对蒸发池区域进行了加密，加密网格的大小为 $5\text{m}\times 5\text{m}$ ，外围非加密网格的大小为 $20\times 20\text{m}$ 。本模型一共剖分 63798 个网格。网格剖分情况见图 9-1。

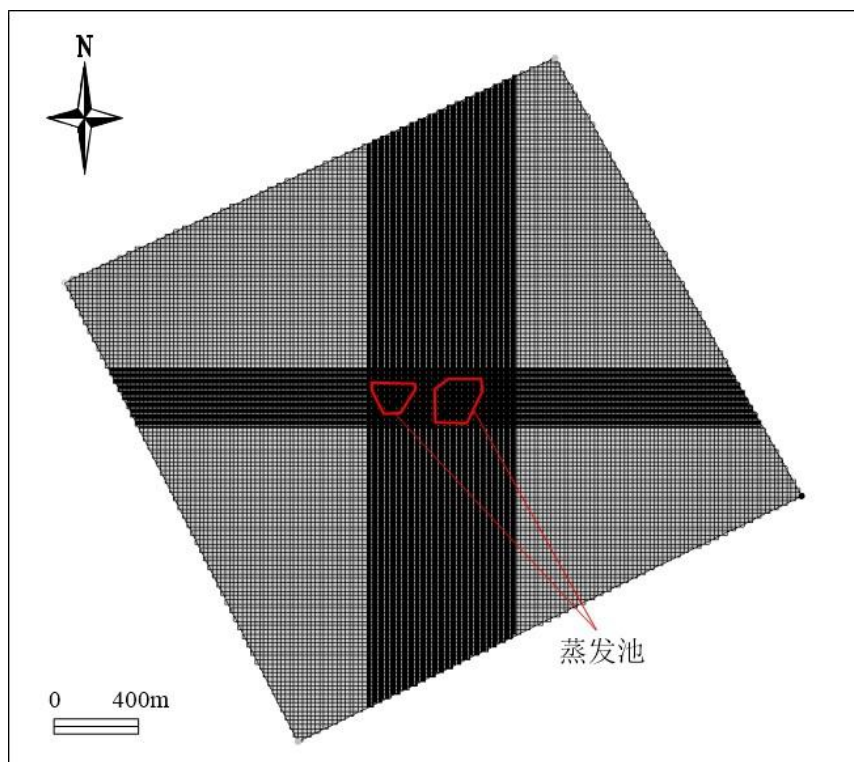
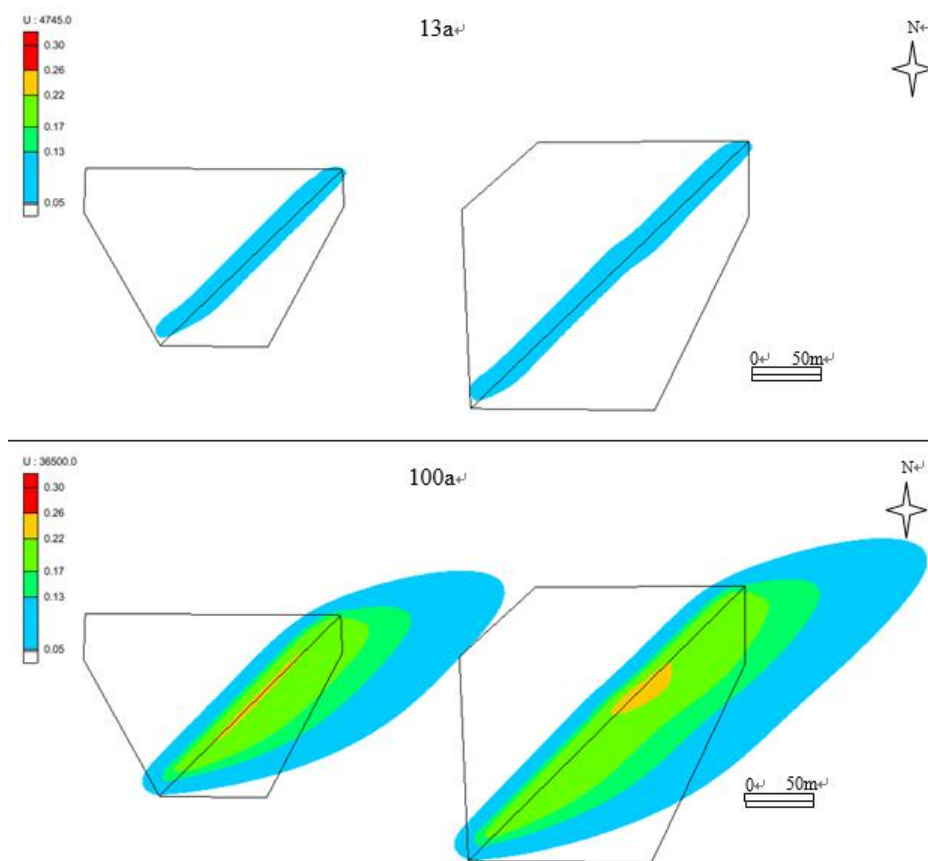


图 9-1 模型剖分情况

9.1.4.4 预测结果分析

本次评价对生产期由于蒸发池泄漏所致区域浅层地下水中 $U_{\text{天然}}$ 的迁移扩散进行了模拟预测，根据模拟结果，分别绘制了第 13a 和第 100a 的 $U_{\text{天然}}$ 浓度分布图，浓度分布晕见图 9-2。

图 9-2 $U_{\text{天然}}$ 浓度分布图

由图 9-2 可知，随着泄露时间的延长，污染晕逐渐向蒸发池周围扩散，在蒸发池下游迁移相对较快。生产期末第 13a 时，蒸发池泄露核素 $U_{\text{天然}}$ 向地下水下游最大迁移距离约为 6m。第 100a 时，蒸发池泄漏造成 $U_{\text{天然}}$ 向下游最大迁移距离为 145m，侧向最大迁移距离约为 97m。

9.2 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）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、行业及生产工艺、危险物质及工艺系统危险性分级、各环境要素的环境敏感程度（E）分级以及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 1.4 节相关内容。

本项目生产中使用盐酸作为水冶的酸化剂，使用量较大且其具有一定的腐蚀性，人体接触容易引起眼、口、鼻等灼烧，项目专门建有露天盐酸库布置盐酸储罐，其一旦泄漏，挥发的酸雾会对周围大气环境造成影响。因此，

本次评价对盐酸泄漏进行预测与评价。

9.2.1 盐酸储罐泄漏事故预测与评价

9.2.1.1 事故景象分析

本项目拟在储罐区露天布置 3 台 DN3000×10430 卧式盐酸贮罐，本项目在罐区周围做一个整体围堰，尺寸为 18m×13m×1.0m。本次评价按一个罐发生泄漏计算，按照 $1 \times 10^{-4}/a$ 的常压单包容储罐泄漏孔径 10mm 的泄漏模式假设，按照泄漏时间 10min 考虑。盐酸在常压下是液体，常温储存，在发生泄漏事故时不会发生闪蒸及热量蒸发，因此，重点考虑事故泄漏后的质量蒸发。假设盐酸贮罐泄漏后将整个围堰铺满，则围堰有效蒸发面积为围堰内面积减去盐酸罐基础所占面积，如下：

$$S_{有} = S_{围堰} - S_{基础} = 18 \times 13 - 3 \times 10.43 = 202.7 \text{m}^2, \text{核算为液池半径为 } 8.0 \text{m}。$$

采用以下公式可计算出具有挥发性的盐酸的挥发量。

$$Q_3 = a \times p \times M / (R \times T_0) \times u^{(2-n)/(2+n)} \times r^{(4+n)/(2+n)} \quad (9-2)$$

式中：

Q_3 —质量蒸发速度，kg/s；

M —摩尔质量，kg/mol，盐酸取 0.03646；

a, n —大气稳定度系数，根据导则采用最不利稳定度，见表 9-2；

p —液体表面蒸气压，Pa；取 2134 Pa；

R —气体常数；8.314J/mol·k；

T_0 —环境温度，298.4k；

u —风速，盐酸于露天专用区储存，取当地年均风速，即 3.2m/s；

r —液池半径，m，取 8.0m。

表 9-2 液池蒸发模式参数

稳定度条件	n	a
稳定 (E, F)	0.3	5.285×10^{-3}

通过计算可知，在不同稳定度下的物料排放量见表 9-3。

表 9-3 最不利条件稳定度下的物料挥发量 (kg/s)

物料	稳定 (E, F)
盐酸	0.019

9.2.1.2 事故影响评价

本次事故评价大气扩散模式采用国家环保部推荐的环境风险评价多烟团模型。假设一旦发现泄漏，将迅速采取堵漏、导液等应急措施，将液体导入事故罐或事故池中。根据导则泄漏时间设定为 10min，蒸发时间设定为 30min，预测泄漏后 10min、20min 和 30min 时下风向地面空气中 HCl 的一次浓度，气象参数根据导则选取最不利气象条件：F 稳定度，1.5m/s 风速，温度 25℃，相对湿度 50%。预测结果见表 9-4，预测分析见表 9-5。

表 9-4 盐酸储罐泄漏事故时下风向地面空气中 HCl 的一次浓度 (mg/m^3)

距离 (m)	10min	20min	30min	距离 (m)	10min	20min	30min
	F	F	F		F	F	F
0	0.0000	0.0000	0.0000	250	0.0000	5.3170	26.2973
20	742.9909	742.9909	742.9909	300	0.0000	0.0154	19.7262
40	337.1173	337.1173	337.1173	350	0.0000	0.0000	8.8446
60	202.7613	202.7613	202.7613	400	0.0000	0.0000	0.5225
80	138.4332	138.4332	138.4332	450	0.0000	0.0000	0.0060
100	100.7134	101.7884	101.7884	500	0.0000	0.0000	0.0000
120	29.5746	78.6207	78.6207	600	0.0000	0.0000	0.0000
140	0.7716	62.9062	62.9062	700	0.0000	0.0000	0.0000
160	0.0048	51.6896	51.6896	800	0.0000	0.0000	0.0000
180	0.0000	43.3662	43.3665	900	0.0000	0.0000	0.0000
200	0.0000	36.7944	36.9985	1000	0.0000	0.0000	0.0000

表 9-5 盐酸泄漏事故不利气象条件 (F 稳定度) 下的预测后果分析

因子	项目	F 稳定度结果
HCl	最近敏感点 (1340m) 最大浓度 (mg/m^3)	1.8 (128.1min)
	围堰边界处 (8m) 最大浓度 (mg/m^3)	2120.7 (80.5s)
	短间接接触容许浓度 (mg/m^3)	15
	接触容许浓度超标距离 (m)	328.7
	半致死浓度 (mg/m^3)	4600
	半致死浓度影响范围 (m)	4.3
	最大落地浓度 (mg/m^3)	25307.7
	最大落地浓度出现距离 (m)	1.9

由计算数据可以看出，在最不利气象条件下，半致死浓度的影响范围为 4.3m，在围堰范围内；最大落地浓度出现在围堰范围内，短间接接触容许浓度的范围为 328.7m，该范围内无居民点。根据《建设项目环境风险评价技术导则》（HJ169-2018），按照常压单包容储罐孔径 10mm 泄漏模式的概率 1.0×10^{-4} /年考虑；根据本次风险评价计算结果，本项目不会出现半致死浓度，因此事故的危害程度取值为 0，事故风险值计算结果也为 0，小于化工行业风险值 8.33×10^{-5} 人/a，属于可接受水平。

在发生事故下，盐酸库区围堰边界处的盐酸浓度较高，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。

9.2.2 事故防范及应急措施

9.2.2.1 事故防范措施

1) 本项目在盐酸库区周围设置整体围堰，尺寸为 18m×13m×1.0m，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) 围堰内设置备用罐及泵、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，将泄漏的液态及时回收至备用罐内。

3) 盐酸库区设置水冲洗装置；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。

9.2.2.2 环境防范管理措施

1) 建立健全安全生产责任制，把安全生产责任落实到岗位和人头。定期组织安全检查，及时消除事故隐患，强化对事故源的监控。

2) 定期检查储罐、阀门和管道，防止储罐破裂或阀门泄漏产生有毒气体的无组织排放。

3) 危险品储运采用槽车或桶装运输，经常检查阀门，防止泄漏。

4) 建立污染事故应急处理组织，负责污染事故的指挥和处理。

5) 发生泄露后，公司立即积极主动采取果断措施，如停止供料，关闭相应的阀门，严格控制电源、火源，及时报警，特别要配合消防部门，提供相关物料的理化性质等，做好协助工作。

6) 加强对从业人员开展安全宣传、教育和培训，严格实行从业人员资格和持证上岗制度，促使其提高安全防范意识，掌握预防和处置事故的技能，杜绝违规操作。

9.3 小结

由事故工况下环境影响分析可知，本项目运行工况下可能造成的辐射影响事故为非控制性抽注失衡、事故性停产、跑冒滴漏、管道断裂、钻孔密封不良、蒸发池泄漏等，但事故工况下对环境的影响较小。

蒸发池在事故工况下，随着泄露时间的延长，污染晕逐渐向蒸发池周围扩散，在蒸发池下游迁移相对较快。生产期末第 13a 时，蒸发池泄露核素 $U_{\text{天然}}$ 向地下水下游最大迁移距离约为 6m。第 100a 时，蒸发池泄漏造成 $U_{\text{天然}}$ 向下游最大迁移距离为 145m，侧向最大迁移距离约为 97m。

盐酸储罐泄漏后环境影响预测结果表明：在任何气象条件下，都不会出现半致死浓度，最大落地浓度出现在围堰范围内，短间接接触容许浓度范围内无居民点；储罐泄露后的最大落地浓度均小于半致死浓度，不会造成人员伤亡，事故风险值为 0，小于化工行业风险值 8.33×10^{-5} 人/a，属于可接受水平。

总体来看，本项目发生的环境事故在可接受范围内，且项目生产中均会采取相应的事故预防措施，确保生产安全稳定运行。因此，在确保事故防范措施和应急措施全部落实的情况下，从事事故风险评价的角度分析，本项目是可行的。

10 环境保护措施及其可行性论证

10.1 施工期环境保护措施及其可行性论证

10.1.1 施工期环境保护措施

10.1.1.1 施工期大气污染防治措施

施工期大气污染包括施工扬尘和少量的机械烟气，其中，施工扬尘防治措施包括洒水抑尘、围挡、施工场地保持清洁并进行覆盖、避免大风作业、及时清运垃圾等对策，同时包括提高管理水平，加强现场施工管理等，具体措施详见5.2.1节。

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。

10.1.1.2 施工期水污染防治措施

施工期产生施工废水和施工人员生活污水，使用临时防渗旱厕，并设置简易防渗化粪池，生活污水经化粪池处理后统一外运。

10.1.1.3 施工期噪声污染防治措施

施工期降噪措施包括：选择低噪设备，并及时对其进行保养，从源头上降低声源；对于噪声较高的设备，采取加装减震设备或隔音罩的方法降噪，另加强管理，尽量避免夜间施工。

10.1.1.4 施工期固体废物污染防治措施

施工期固体废物包括钻井泥浆、非矿段岩芯、施工废物以及施工人员生活垃圾等。非矿段岩芯与处理后的钻井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。工程弃土及建筑垃圾等尽量回填回用，无法利用的送至指定的建筑垃圾堆放处，最终送至指定的建筑垃圾处理场；施工人员生活垃圾集中堆放，最终送环卫部门处理。

10.1.2 施工期环境保护措施可行性论证

10.1.2.1 施工期大气污染防治措施可行性分析

施工扬尘的多少及影响程度的大小与施工场地条件、管理水平、机械化程度和天气条件等诸多因素有关；本评价根据施工现场扬尘实测资料，对其

进行综合分析。某地施工现场的扬尘实际监测结果见下表：

表 10-1 施工现场扬尘监测结果 单位： mg/m^3

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

由上表可知，建筑施工扬尘的影响范围主要集中在工地下风向 150m 范围内，150m 范围外影响较小；施工现场采取场地洒水措施，可以明显地降低施工场地周围环境空气的粉尘浓度，通过洒水降尘，散料覆盖、围挡、加强管理，厂界可以满足《大气污染物综合排放标准》（GB16297-1996）无组织排放监控浓度限值 $1\text{mg}/\text{m}^3$ 的要求。以上施工期工程措施已在多个施工场地中得到广泛应用，其措施是可行的。

10.1.2.2 施工期水污染防治措施可行性分析

通过上述防治措施可以看出，施工期废水不直接外排，经化粪池处理后统一外运，因此，施工废水处理措施可行，不会当地地表水或地下水产生不利影响。

10.1.2.3 施工期噪声污染防治措施可行性分析

建筑施工通常分为四个阶段，即土方阶段、基础阶段、结构阶段和装修阶段，每一阶段所采用的施工机械不同，对外界环境造成的噪声污染水平也不同，各阶段主要高噪声设备污染源及预测结果见表 10-2。

由表可知，施工噪声因施工机械不同，影响的范围相差很大，但通常距离 180m 即可满足 GB12523-2011 标准要求；为进一步降低噪声污染，应选择优质的低噪声设备，并加强保养，对个别的噪声设备较高的设备加装消声器及减震设备等，并加强管理，避免大噪音设备夜间施工，经采取上述措施后，在施工场界处噪声可以满足昼间 $\leq 70\text{dB}(\text{A})$ ，夜间 $\leq 55\text{dB}(\text{A})$ 的要求；且施工场地距离周围敏感点均有 1km 以上的距离，施工噪声基本不会对周围敏感点产生明显影响，因此施工期噪声防治措施是可行的。

表 10-2 施工噪声源及不同距离的噪声级 单位: dB (A)

序号	施工阶段	设备名称	预测点距离 (m)					达标距离 (m)	
			5	10	20	50	100	昼间	夜间
1	打桩	冲击式打桩机	100	94	88	80	74	158	禁止 施工
2		冲击式钻井机	90	84	78	70	64	50	
3	结构	混凝土搅拌机	80	74	68	60	52	16	89
4		混凝土输送泵	80	74	68	60	54	16	89
5		混凝土振捣机	86	80	74	66	60	32	178
6	土石方	装载机	85	79	73	65	59	28	158
7		挖掘机	84	78	72	64	58	25	141
8		平地机	85	79	73	65	59	28	158
9		推土机	84	78	72	64	58	25	141
11		压路机	80	74	68	60	54	16	89
14	装修	电锯	86	80	74	66	60	32	178
15		空压机	84	78	72	64	58	25	141

10.1.2.4 施工期固体废物污染防治措施可行性分析

施工期固体废物加强管理, 专人收集、定点堆放, 钻井泥浆处理后与非矿段岩芯运至泥饼池进行集中处理, 建筑垃圾送建筑垃圾填埋场或一般固体废物填埋场, 生活垃圾送环卫处集中处理, 各处置去向合理, 处置措施可行。

10.2 运行期环境保护措施及其可行性论证

10.2.1 运行期环境保护措施

10.2.1.1 运行期大气污染防治措施

本项目浸出液处理厂房生产过程中产生少量的放射性气溶胶 ($U_{\text{天然}}$)、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。另外, 盐酸库产生 HCl 气体, 主要靠大气稀释排放。

运行期蒸发池产生的废气污染物主要为废液蒸发产生气体中的 ^{222}Rn , 主要靠大气稀释排放。

10.2.1.2 运行期水污染防治措施

1) 工艺废水

本项目生产过程中转型尾液经反渗透深度处理后的淡水返回井场配置浸出剂, 产生的浓水、部分吸附尾液以及沉淀母液等 $142.36\text{m}^3/\text{d}$, 年产生量为 $49826\text{m}^3/\text{a}$, 全部输送至蒸发池蒸发处理, 此外, 部分生活污水运送至蒸发池

处理，处理量约为 $4897\text{m}^3/\text{a}$ ，因此，本项目运送至蒸发池的废水量共计 $54723\text{m}^3/\text{a}$ 。蒸发池蒸发面积 47870m^2 ，年实际蒸发量约为 $56343\text{m}^3/\text{a}$ ，可全部蒸发掉本项目产生的废水。另外，蒸发池四周设置围堤，避免地面雨水进入蒸发池；蒸发池池底及边坡底部铺设防渗层，防渗层底部设置渗漏在线检测装置。

2) 流散浸出液

为了避免浸出液在含矿含水层中的逸散，本项目在生产过程应严格控制抽注液的区域平衡，抽大于注的比例不小于 0.3% ，以便使抽出井和注入井之间形成规则的水位降落漏斗；设置监测井，随时发现可能的水平扩散和垂直泄漏，从而减少地下水污染。

3) 洗井废水

洗井废水采用移动式环保洗孔工作站处理，处理后的澄清液回收至集液罐，废渣倒入蒸发池。

4) 生活污水

本项目非放射性废水主要为生产区和生活区职工生活污水，水冶厂废水量 $18.32\text{m}^3/\text{d}$ ，生活区废水量 $25.56\text{m}^3/\text{d}$ ，总废水量为 $43.88\text{m}^3/\text{d}$ 。其中，水冶厂淋浴水和洗衣废水 $13.99\text{m}^3/\text{d}$ 经泵加压至蒸发池蒸发处理，其余废水经化粪池后统一外运处理，不外排。

10.2.1.3 运行期固体废物污染防治措施

1) 钻井泥浆、非矿段岩芯

本项目钻井泥浆采取统一收集、集中处理的方式。在钻井过程中，泥浆经过除砂后回用于钻井，产生的岩屑运至泥饼池进行集中处理；钻井施工完成后，最终产生的钻井泥浆经除砂后部分回用于固井，剩余泥浆运至井场统一设置的压滤设施，经压滤脱水后，泥饼运至泥饼池进行集中处理，滤液运至新钻井机台配置钻井液，需运至泥饼池的岩屑和泥饼总量约为 18491m^3 ， $U_{\text{天然}}$ 浓度约为 $12.76\text{mg}/\text{kg}$ 。矿段岩芯全部外送分析，非矿段岩芯由岩芯箱暂存，运行期岩芯产生量估算约 115m^3 ，置于泥饼池进行掩埋处理，泥饼池最终覆土植草，恢复地貌。

2) 蒸发池残渣、浸出液处理残渣、洗井废渣

蒸发池的废水蒸发后的残渣、浸出液处理残渣、洗井废渣均暂存于蒸发

池中，废渣量约 32895.8t， $U_{\text{天然}}$ 活度约为 37mg/kg，最终集中挖除统一填埋或分别就地掩埋等。

3) 废旧管道、设备

废旧管道、阀门、水泵、过滤器等放射性固体废物，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。

4) 生活垃圾

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，年产生量约为 22.4t/a，定期由垃圾处理车外运处理。

本项目运行期固体废物污染防治措施具体详见“3.11”小节。

10.2.1.4 运行期噪声污染防治措施

本项目噪声源主要为井场和水冶厂的潜水泵、离心泵、风机等，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。

10.2.1.5 运行期其它环保措施

1) 防止跑冒滴漏的措施

(1) 生产区及灌区地面全部水泥硬化，集液罐区和盐酸库区四周设导流沟和事故围堰，地表各种钢筋混凝土池体内部均内衬玻璃钢防腐蚀面层，可起到有效的防渗漏作用。

(2) 潜水泵提升浸出液的过程中，平缓无剧烈搅动，浸出液的传输均在封闭系统内进行，避免了氢气的释放及浸出液的泄漏；浸出液从集控室到集液罐采用自流无压力输送，减小了跑冒滴漏发生的可能。

(3) 管道、阀门及仪表全部选用高质量、易连接的产品，在管道安装完成后进行压力试验，确保管道无泄漏。

(4) 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；蒸发池底敷设防渗层及检漏装置，可有效防止蒸发池的渗漏。

(5) 本项目全面考虑自动化控制，设置 DCS 系统，水冶主工艺实现自

动计量、监测、报警和连锁控制，减小了跑冒滴漏发生的可能。

(6) 抽注液管管道采用填埋方式铺设，埋深在当地冻土层以下，裸露处采用外保温处理，防止管道冻裂。

2) 防止钻孔泄漏的措施

本项目抽注液孔的平均深度达 410m，为了防止浸出剂和浸出液抽注过程中泄漏对其它含水层地下水产生影响，本项目采取了如下措施：

(1) 抽注液管选用优质的 PVC 管，PVC 管直接与井下潜水泵连接，抽注液在抽注液管中流动，除非发生抽注液管破裂，否则不会发生浸出液泄漏；由于抽注液管流量均在自动化系统的监控下，一旦发生管道破裂，可及时发现、补救。

(2) 抽注液管位于钻孔套管内，套管材质为 PVC，套管与套管接口处用管箍连接，为封闭结构，是防止抽注液管泄漏后浸出液进入其它含水层的另一道防御。

(3) 套管与抽注液孔之间的孔隙采用水泥进行密封，凝固后的水泥的渗透系数很小，也可对浸出液实现阻隔。

通过以上多重防御系统，抽注液孔在运行过程中对其它含水层地下水产生污染的可能非常小。

3) 井场施工环保措施

(1) 井场钻孔施工的过程中，钻井泥浆采取统一收集、集中处理的方式。

(2) 认真检查每根抽注液孔管的质量状况，确定每个井管联结丝扣处有密封圈及密封胶。

(3) 严格执行设计工艺，确保钻孔止水层位于含矿含水层上隔水底板内。

(4) 生产钻孔施工过程中严禁揭露下隔水板底板泥岩层。

(5) 钻孔注浆完毕后采用物探温度测井技术，来确定止水层稳定状况及水泥浆固孔质量。

(6) 钻孔施工完毕将钻孔注满水后，采用物探电流测井来检测井管质量。

4) 管线施工环保措施

(1) 地面管网的注液总管、注液主管和原液总管施工采用地下敷设；井口采用砼井封闭，对井场的各种仪表、阀门集中控制，以便于日常的管理。

(2) 管道、阀门及仪表全部选用高质量、易连接、耐腐蚀的产品，并在管网安装完成后进行压力试验，防止发生溶液的跑、冒、滴、漏等现象。

(3) 钻孔的井管连接丝扣由锥形改为方形扣连接，连接处加密封胶或密封胶带，以增强井管的密封性。

5) 蒸发池土工膜施工环保措施

本项目蒸发池土工膜是重要的环保措施，在施工时应按照标准要求施工：

(1) 按照施工组织设计制定施工方案，按要求选购优质的土工膜材料。

(2) 清除场内妨碍土工膜安全的各种杂物。

(3) 施工前对土工膜进行检验，经检验质量不合格或不符合设计要求的，不得投入使用。

(4) 土工膜的运输和贮存应符合相关规定要求。

(5) 土工膜支持层应平整光滑，基底应密实均匀。

(6) 土工膜室外施工宜在气温 5℃ 以上、风力 4 级以下并无雨、无雪天气进行。

(7) 土工膜铺设过程中应进行搭接宽度和焊缝的质量控制。

(8) 施工中保护土工膜不受破坏，车辆不得直接在土工膜上碾压。

6) 蒸发池防洪措施

为避免地面雨水进入蒸发池，本项目蒸发池四周设置围堤，矿区 50a 一遇最高洪水位为 158.5m，设计蒸发池外侧围堤顶标高为 159.8m。

7) 蒸发池恶臭防治措施

本项目中部分生活污水（淋浴和洗衣废水）排入蒸发池蒸发处理，含有一定氮磷的废水排入蒸发池后，经过长期的静置与蒸发，废水中的有机物、氮磷等化合物质量浓度逐渐升高，在适当的温度与光照条件下，可能会产生一定量的藻类。藻类在生长繁殖过程中，会释放恶臭气体，使蒸发池散发恶臭气味。本项目采用曝气+二氧化氯+絮凝剂的组合方法去除恶臭。

10.2.2 运行期环境保护措施可行性论证

10.2.2.1 运行期大气污染防治措施可行性论证

1) 放射性废气

放射性废气中，浸出液处理厂房生产过程中产生的氡采取全面通风措施，

由排气筒排至大气扩散稀释；蒸发池运行过程有氡释放，靠大气稀释扩散；根据正常生产工况下的辐射环境影响预测与评价，所有气载源项所致最大公众剂量为 $2.96 \times 10^{-3} \text{mSv/a}$ ，远低于本项目公众照射剂量约束值 0.5mSv/a ，因此，上述各项气态放射性污染物处理措施是可行的。

2) 非放射性废气

非放射性废气中，浸出液处理厂房内酸化、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，且装置设备管线连接处采用密封垫片，以减少 HCl 的无组织排放，总体来看厂房中的 HCl 气体排放量较小，可忽略不计。

盐酸库 HCl 气体主要来源于盐酸库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。根据预测结果来看，在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，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，可见对环境空气质量影响较小。

因此，上述非放射性废气的处理措施是可行的。

10.2.2.2 运行期水污染防治措施可行性论证

1) 工艺废水处理措施可行性分析

本项目转型尾液采用反渗透深度处理，其产生的淡水返回井场配置浸出剂，产生的浓水和部分吸附尾液以及沉淀母液输送至蒸发池的处理方式。

(1) 反渗透深度处理可行性分析

反渗透技术 (RO) 是上世纪六十年代初发展起来的以压力为驱动力的膜分离技术，利用膜的选择透过性而使不同的物质得到分离。我国上世纪八十年代开始进行反渗透复合膜的研究开发，并逐步开始产业化。近年来，反渗透技术已广泛应用于海水、苦咸水淡化，纯水、超纯水制备，化工分离、浓缩、提纯等领域，工程应用遍布电力、电子、化工、轻工、煤炭、环保、医药、食品等各行业。反渗透水处理技术比较成熟，工程应用十分广泛，具有优良的脱盐、脱色性能，对总硬度、氯化物、总碱度、硫酸根以及钠离子的

去除率可达 95%，该技术在工业废水回用中的已得到了广泛的应用，在技术上是可行的。

在铀矿冶行业，中核通辽铀业有限公司在钱家店钱 II 块地浸采铀工程中，采用反渗透废水处理技术处理采铀工艺废水，其地浸采铀废水反渗透处理效果见表 10-3。

表 10-3 反渗透废水处理效果一览表

序号	污染物	处理前浓度 (mg/L)	处理后浓水 (mg/L)	处理后淡水 (mg/L)	处理效率 (%)
1	Cl ⁻	751	2300	14.6	98.06
2	SO ₄ ²⁻	58.8	173	<0.5	99.15
3	F ⁻	3.11	11.4	<0.2	93.57
4	Se	<0.01	<0.01	<0.01	—
5	Cd	<0.005	<0.01	<0.005	—
6	Mn	<0.01	<0.01	<0.01	—
7	As	0.021	0.061	<0.002	90.48
8	pH*	7.59	7.66	7.59	—
9	U	0.14	0.54	0.002	98.57
10	²²⁶ Ra**	1.06	5.79	0.03	97.17

注：* pH 无单位；**单位为 Bq/L

从表中数据可见，废水中各种污染物的处理效率均可达 90%以上，处理后淡水中放射性核素 U_{天然}<0.05mg/L，²²⁶Ra<1.1Bq/L，满足《铀矿冶辐射防护和环境保护规定》(GB23727-2009)中第一取水点水质的要求，多年实践证明：反渗透技术处理采铀工艺废水技术成熟，设备稳定性较好，出水水质稳定，水处理效果较好，且本项目产生的淡水返回井场配置浸出剂，因此该技术用于处理本项目转型尾液是可行的，且有利于废水的循环利用。

(2) 工艺废水蒸发池可行性分析

①蒸发池蒸发量可行性分析

根据内蒙古通辽市气象局提供的资料，项目所在地的近年来的平均蒸发量为 1900mm，平均降水量为 381mm。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，本项目新建蒸发池净蒸发面积为 47870m²。据此计算蒸发池年实际蒸发水量计算公式如下：

$$E = (e \times \alpha - r) \times s \times t \quad (10-1)$$

式中：

E ——年蒸发量， m^3/a ；

e ——年均蒸发量，取 1900mm；

α ——折算系数，取 0.82；

r ——降水量，取 381mm；

s ——蒸发池净蒸发面积，取 47870 m^2 ；

t ——时间，a

经过计算可知，本项目蒸发池年实际蒸发量约为 56343 m^3/a ，运送至蒸发池的废水量共计 54723 m^3/a ，因此，蒸发池可全部蒸发掉本项目产生的废水。可全部蒸发掉本项目产生的放射性废水和部分非放射性废水。综合以上分析可知，本项目新建蒸发池可以满足工艺废水蒸发处理的要求。

②蒸发池防渗可行性

为防止蒸发池内的放射性废水渗入地下污染地下水，在蒸发池底及边坡铺设钠基膨润土垫及 HDPE 土工膜，膜厚 1.5mm，双面加糙，渗透系数小于 $10^{-12}cm/s$ ；土工膜上部铺设 0.5m 厚的回填土作为保护层，池壁利用粘土砖进行护砌，土工膜四周固定在锚固槽中，土工膜的使用寿命可达 100a，远大于本项目生产期。正常情况下，蒸发池设置的防渗措施可有效防止生产期间蒸发池中废水的下渗。防渗结构示意图见图 10-1。

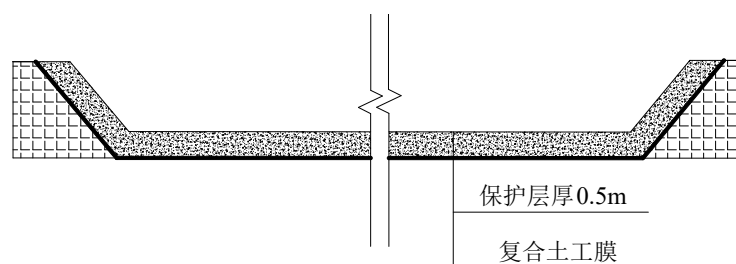


图 10-1 蒸发池防渗结构示意图

③蒸发池检漏及处置可行性

本项目蒸发池设置了渗漏在线检测装置，通过定期检测检漏设施两端的电导率可及时发现蒸发池是否发生渗透，此外，在该项目 9 座蒸发池集中分布在两片区域，在两片蒸发池区域的四周（距边界约 50m 处）各设置 1 个地

下水监测井，定期对监测井中的地下水进行取样监测，一旦发现单个蒸发池泄漏后，可及时将蒸发池中的废水泵至其他蒸发池，及时对泄漏的蒸发池进行处理。

本次评价通过蒸发池月蒸发量和废水月产生量的关系，对单个蒸发池泄漏后处置的可行性进行分析：

a) 地区月均蒸发量和降水量

本地区气象部门统计的月均蒸发量和降水量见表 10-4。

表 10-4 项目所在地月均蒸发量和降水量 (mm)

月份	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12
蒸发量	34.0	71.6	97.7	209.5	279.3	261.8	244.4	226.9	221.7	130.9	78.5	43.6
降水量	1.8	0.5	4.3	15.6	19.8	66.4	70.5	84.8	19.1	15.9	7.9	2.4

b) 月均蒸发量和废水产生量

根据通辽地区月均蒸发量和降水量，利用蒸发废水量计算公式，计算可得到本项目新建蒸发池月蒸发废水量见表 10-5，同时将蒸发池废水月接受量列于表中，蒸发池废水月排入量与月蒸发废水量之差即为蒸发池中的剩余废水量，可根据剩余废水量估算蒸发池容积的使用情况。

表 10-5 蒸发池月蒸发废水量和废水产生量 (m³)

月份	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12
蒸发废水量	1152.7	2573.0	3351.0	6903.6	9247.8	6553.8	5741.9	4475.6	7191.1	4041.6	2496.0	1474.2
废水产生量	4152.0	4152.0	4152.0	4152.0	4152.0	4152.0	4152.0	4152.0	4152.0	4152.0	4152.0	4152.0
蒸发池剩余水量 (第 1a)	2999.3	4578.3	5379.3	2627.7	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	110.4	1766.5	4444.3
蒸发池剩余水量 (第 2a)	7443.6	9022.6	9823.6	7072.0	1976.2	0.0	0.0	0.0	0.0	110.4	1766.5	4444.3
.....	7443.6	9022.6	9823.6	7072.0	1976.2	0.0	0.0	0.0	0.0	110.4	1766.5	4444.3
蒸发池剩余水量 (第 Na)	7443.6	9022.6	9823.6	7072.0	1976.2	0.0	0.0	0.0	0.0	110.4	1766.5	4444.3

从表中可见，所有蒸发池中剩余总水量最大值为 9823.6m³，此时单个蒸发池平均水量为 1091.5m³，出现在每年的三月份，原因主要是冬季的蒸发量相比降水量小。本项目 9 座蒸发池有效容积为 38296m³，保守考虑某个蒸发池泄漏发生在池内剩余水量最大的 3 月份，此时将其池内废水量通过潜水泵输送至其它 8 个蒸发池，其它 8 个蒸发池有效容量约 34041m³，有足够的容量容纳所有蒸发池中遗留的 9823.6m³ 废水量，可为泄漏蒸发池的维修提供时间上和空间上的保障。

④蒸发池运行管理措施

蒸发池是本项目重要的环境保护措施，在运行过程中拟采取如下管理措施保障蒸发池的正常运行：

a) 蒸发池只接受工艺废水和少量放射性固体废物（浸出液过滤残渣等），严禁排入其它杂物和生活废水等；

b) 蒸发池采用一次建成、分批投入运行的生产方式。在前期井场未达产时，根据生产达产和废水排放情况分批次投入运行蒸发池，单个蒸发池投入运行后，保证蒸发池中长期有水。若发现蒸发池中废水不足，可及时将厂区和生活区的回用水或清水补充至蒸发池，确保蒸发池不干涸；

c) 在雨水汛期或溶雪期间，对蒸发池四周排水沟进行定期巡查和检修，保证排水沟畅通，避免雨水（雪水）进入蒸发池；

d) 蒸发池四周树立安全警示标语牌；

e) 蒸发池四周设置围堤并定期维护，防止人畜坠入，引起安全事故；

f) 每日不定期对蒸发池进行巡检，发现异常及时上报处理；

g) 井场停产后，蒸发池及时进行退役治理，减小污染；

h) 定期维护蒸发池检漏设施，一旦发生泄漏报警，应立即查明原因，及时用潜水泵将泄漏的蒸发池中的废水抽至其它蒸发池，废水抽干后对泄漏蒸发池进行维修，泄漏点修复后重新启用蒸发池。

2) 流散浸出液防治措施可行性分析

(1) 防护措施可行性分析

在生产过程中，为了避免浸出液在含矿含水层中的逸散，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，从而形成第一道防御。本项目抽大于注的比例不小于 0.3%，根据地下水数值模拟情况来看，从采区外部向内部延伸，水位线呈持续下降趋势，形成了降落漏斗，浸出液在地下水水流方向向下游的迁移距离为 89m。具体详见“7 地下水环境影响评价”章节。

另外，本项目在井场外围和矿床上下含水层中设置了监测井，定期对监测井中的地下水进行监测，掌握地下水水质变化动态，并实时调整抽注液的平衡，是防止浸出液流散的另一道防御。

通过以上多重防御系统，可有效控制浸出液的流散。设置抽大于注比例和设置监测井是国内外地浸采铀矿山控制浸出液流散的最有效的常规措施。由此可见，该防治措施是可行的。

（2）同类工程可行性分析

本项目为钱家店钱 IV 块铀矿床原地浸出采铀工程，该项目所在区域内已有钱家店钱 II 块铀矿床原地浸出采铀工程，两期工程开采层位一致，区域水文地质条件基本相同，钱 II 块地浸采铀工程自 2007 年开展以来，中核通辽铀业有限责任公司持续对井场范围内上游、下游、两侧及上下含水层中的监测井进行了数据监测，下面选取各方位典型监测井对钱 II 块地浸采铀工程自生产以来的浸出液流散控制效果进行分析。

① 上游监测井

GC-01 为钱 II 块地浸工程上游监测井，距离采区边界注液钻孔 100m，生产期间其 $U_{\text{天然}}$ 监测数据见图 10-2。

从图中可知：GC-01 监测井 $U_{\text{天然}}$ 浓度 2013 年 11 月之前基本处于本底，之后有所波动，主要原因是附近 3 号采区补充采区开始生产，3 号采区补充采区边界距 GC-01 小于 30m，出现铀浓度波动是合理的，但最终处于本底水平范围内，可见上游浸出液扩散范围控制在 100m 以内。

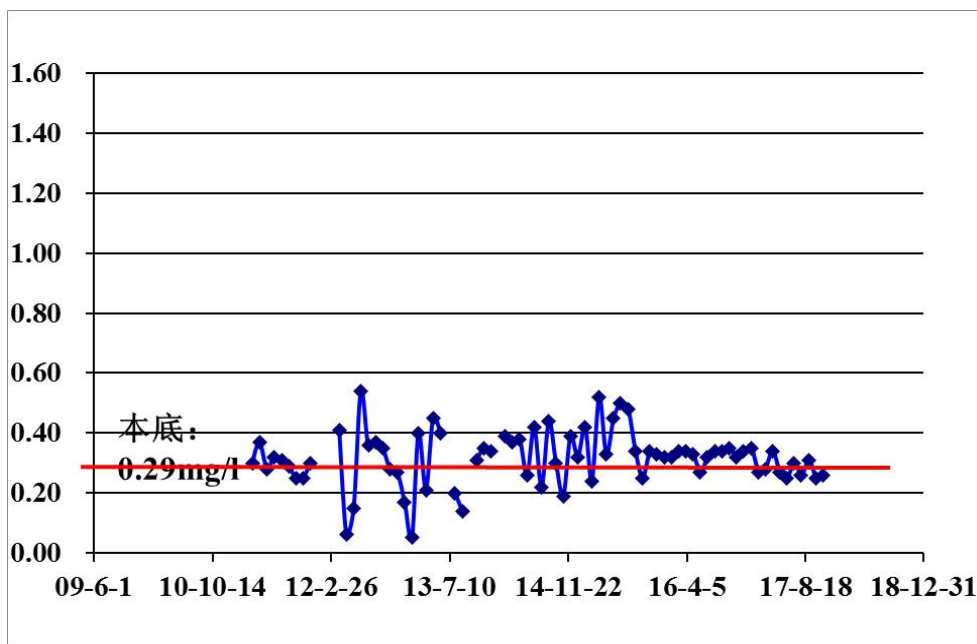


图 10-2 上游监测井 GC-01 监测数据

② 下游监测井

钱 II 块地浸工程下游选取为 GC-11、GC-15 和 GC-16 监测井。其中，随着采区开拓，原 GC-11 监测井变为生产孔，并新增了监测井，新增监测孔号仍为 GC-11；GC-11、GC-15、GC-16 距离采区分别为 90m、50m、120m。监测井生产期间监测数据见图 10-3~10-5。

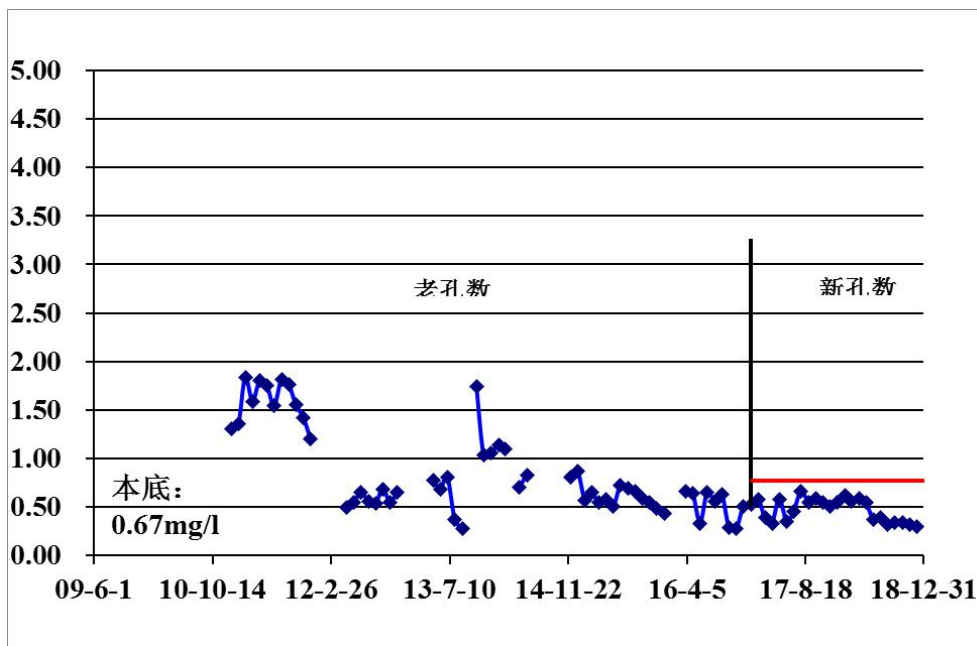


图 10-3 下游监测井 GC-11 监测数据

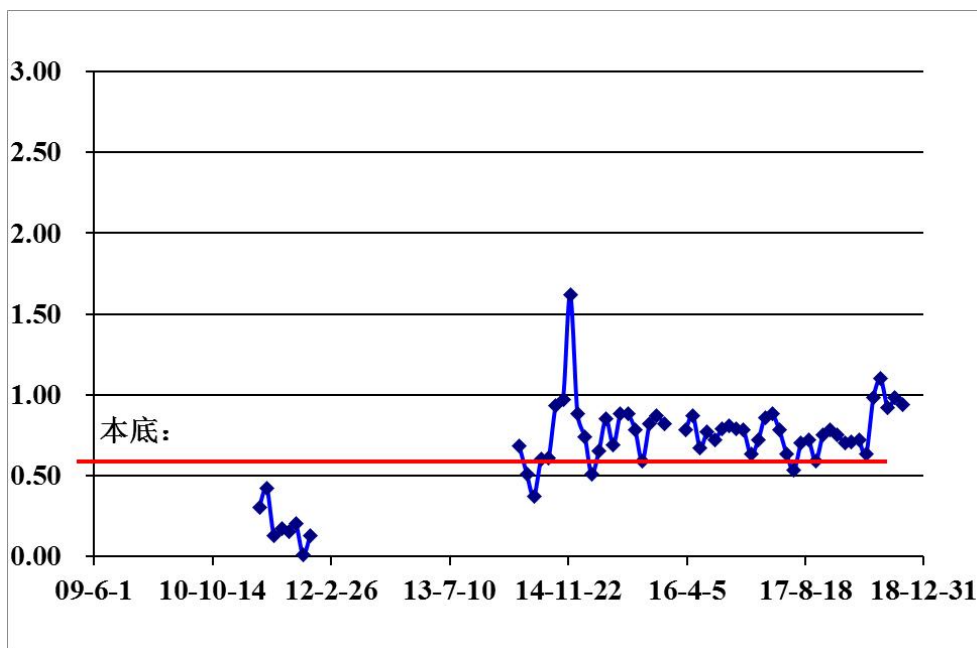


图 10-4 下游监测井 GC-15 监测数据

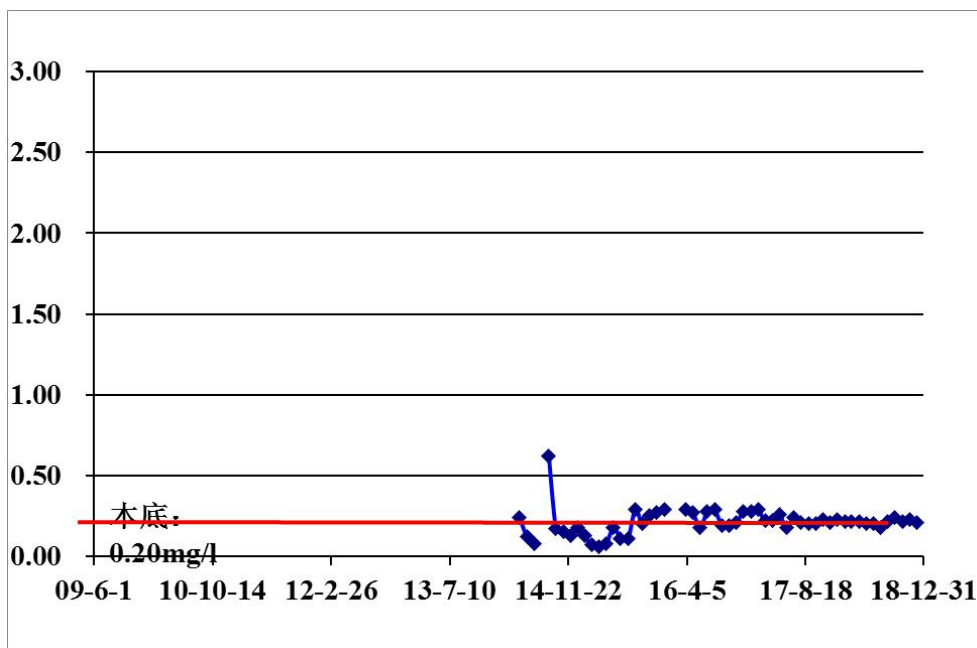


图 10-5 下游监测井 GC-16 监测数据

从图中可知：GC-15 监测井距采区较近，水中铀浓度有所起伏，但发现铀浓度波动后，随着生产工艺参数的调整，又能够趋于本底水平。GC-11、GC-16 监测井距采区较远，水中铀浓度基本处于本底水平，可见下游浸出液扩散范围控制在 120m 以内。

③ 两侧监测井

两侧监测井分别选取了 GC-10 和 GC-06 监测井，GC-10 位于采区北翼，

距离采区边界 50m，GC-06 位于采区南翼，距离采区边界为 50m。监测井生产期间监测数据见图 10-6、图 10-7。

从图中可知：GC-06 和 GC-17 监测井铀浓度基本处于本底水平，可见两侧浸出液扩散范围控制在 50m 以内。

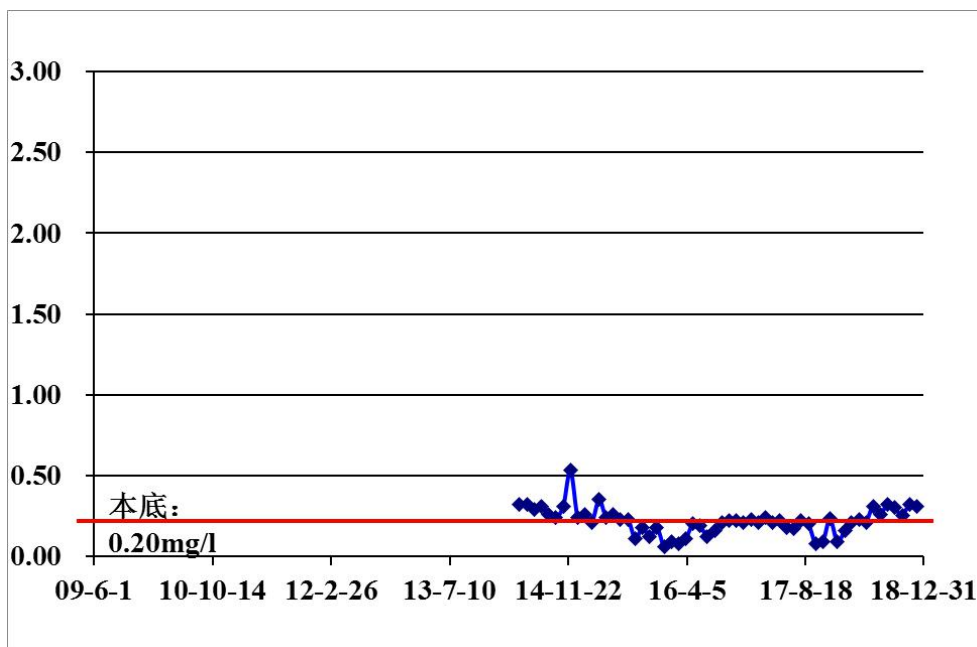


图 10-6 两侧监测井 GC-17 监测数据

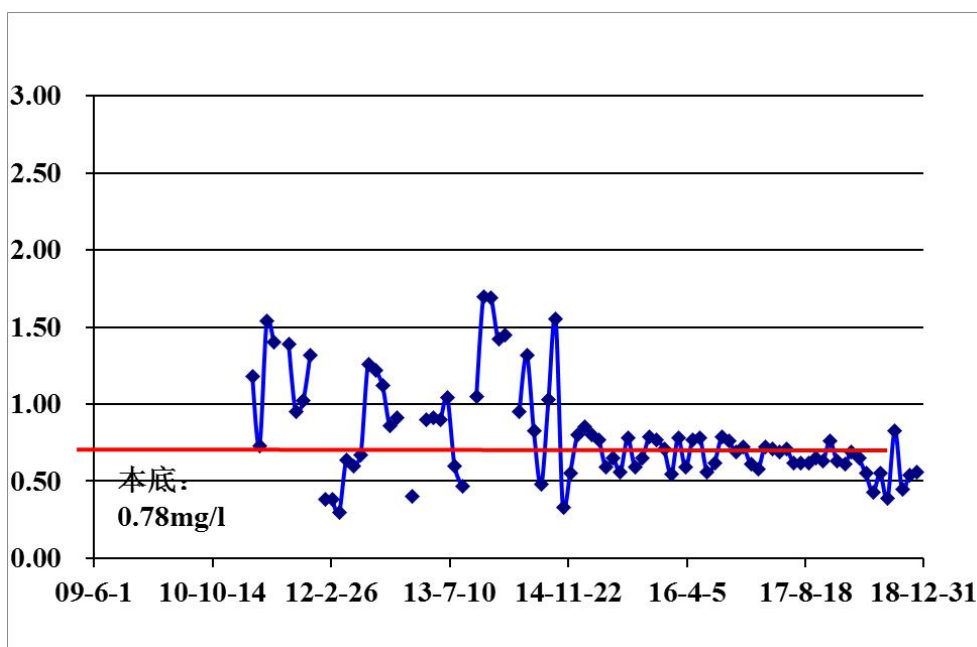


图 10-7 两侧监测井 GC-06 监测数据

④ 上下含水层监测井

上含水层分别选取的 GC-08 和 GC-09 监测井，其中 GC-08 监测井为上层

含水层监测井，GC-09 监测井为下峰含水层监测井，生产期间监测数据见图 10-8、图 10-9。

从图中可知：GC-08 和 GC-09 监测井铀浓度处于本底水平，可见钱 II 块地浸采铀工程未对上下含水层产生影响。

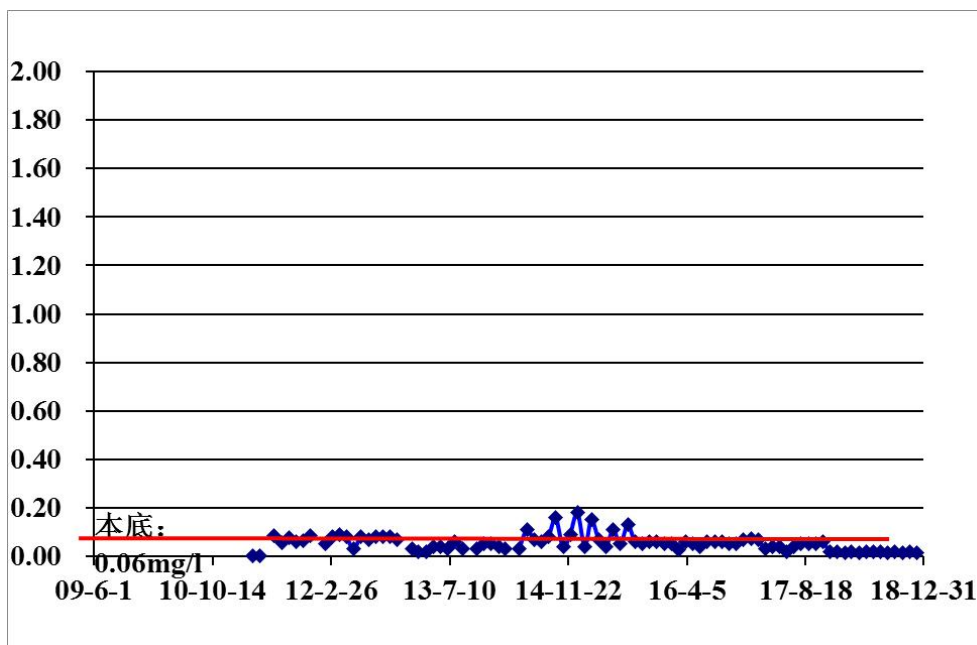


图 10-8 上层监测井 GC-08 监测数据

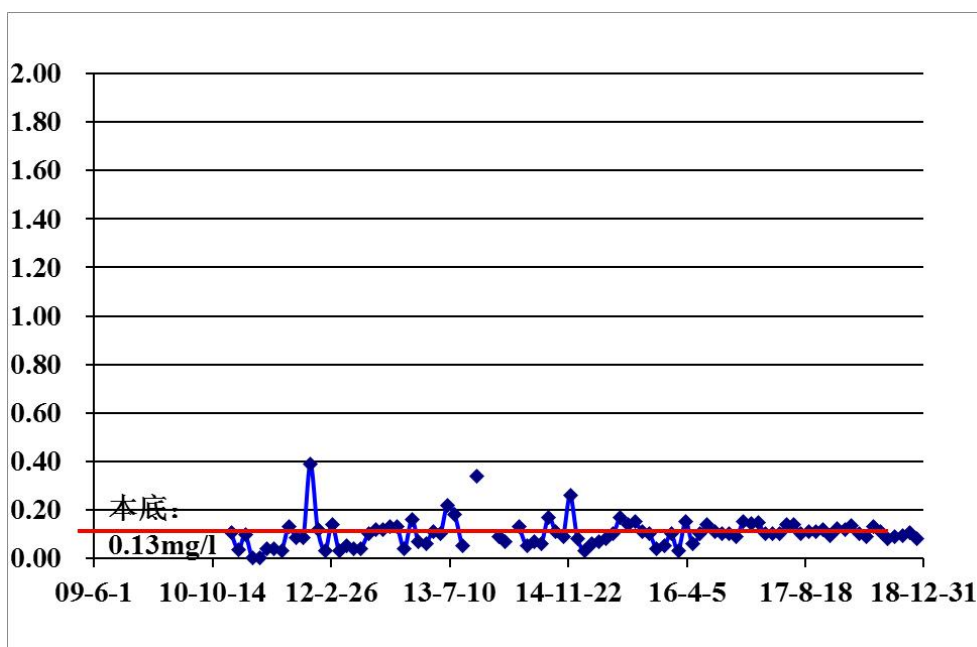


图 10-9 下层监测井 GC-09 监测数据

由以上分析可知，钱 II 块地浸采铀工程监测期间各监测井的污染物浓度基本与本底值持平，由监测数据可知，采区污染物迁移距离至少控制在上游

100m、下游 120m、侧向 50m 范围以内，且未对上下层含水层地下水产生影响。本项目与钱 II 块铀矿床原地浸出采铀工程的矿床开采层位一致，区域水文地质条件基本相同，且二者采取的抽大于注比例及其他溶浸液控制措施一致，因此，类比分析，由钱 II 块监测数据可知，钱 IV 块地浸采铀工程的浸出液流散控制措施和控制效果是可行的。

3) 洗井废水处理措施可行性分析

洗井废水采用移动式环保洗孔工作站处理，该洗孔工作站是专门用于收集、处理洗井废水的环保设备，从其工作原理来看，该设备起到了收集、储存、运输、澄清等功能，最终废渣倒入蒸发池处理，澄清液回收至集液罐。

10.2.2.3 运行期固体废物污染防治措施可行性论证

1) 钻井泥浆、非矿段岩芯处理措施可行性分析

本项目钻井泥浆、非矿段岩芯采取统一收集、集中处理的方式。其中，钻井过程中钻井泥浆循环利用，最终产生的泥浆部分回用于固井，剩余泥浆经压滤脱水后，运至泥饼池集中处置。

该处理方式是油田钻井泥浆的常规处理方法，根据建设及设计单位实际调查，胜利油田博友泥浆技术有限责任公司、辽宁辽河油田泰利达建设集团有限公司等均采用此种方法处理钻井泥浆，处理后的岩屑泥饼含水率小于 50%，可进行填埋处置。此方法可大大减少钻井泥浆处置量，从而减小对环境的影响。因此，钻井泥浆采取统一收集、集中处理的方式是可行的。

2) 蒸发池残渣、浸出液处理残渣、洗井废渣处理措施可行性分析

蒸发池的废水蒸发后的残渣、浸出液处理残渣、洗井废渣均暂存于蒸发池中，其中放射性核素来源主要为废水中核素残留、浸出液处理残渣和洗井废渣。生产结束后蒸发池残渣量及残渣放射性水平分析如下：

(1) 蒸发池残渣量

蒸发池放射性残渣由两部分组成。一是土工膜以上的蒸发池构筑物，主要为 50cm 厚的回填土，蒸发池底面积为 47870m²，则回填土量为 23935m³，残渣比重按 1.5t/m³ 计，计算得到残渣质量约为 35903t；二是浸出液处理残渣和洗井废渣，产生量约为 7.8t。

(2) 蒸发池残渣 $U_{\text{天然}}$ 总活度

① 废水蒸发所致蒸发池底残渣比活度

根据蒸发池蒸发的水量及蒸发池结构，估算了生产结束后由于放射性废水蒸发遗留在蒸发池底的 $U_{\text{天然}}$ 总活度，计算方法如下：

$$Q = W \times C_w \times 25.2 \times 1000 \quad (10-2)$$

式中：

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

W ——生产期间蒸发的总水量， m^3 ，本项目为 $142.36 \times 350 \times 13 = 647738 m^3$ ；

C_w ——蒸发废水中 $U_{\text{天然}}$ 的浓度，mg/L，取吸附尾液浓度 1.5mg/L；

25.2——1mg $U_{\text{天然}}$ 对应的活度，Bq/1mg $U_{\text{天然}}$ ；

计算可知，本项目蒸发池放射性废水蒸发遗留的 $U_{\text{天然}}$ 的总活度为 2.45×10^{10} Bq。

② 浸出液处理残渣和洗井废渣

浸出液处理残渣和洗井废渣产生量为 7.8t，其中 $U_{\text{天然}}$ 比活度为 6628Bq/kg，则 $U_{\text{天然}}$ 总活度为 5.17×10^7 Bq。

综合以上可知，生产结束后蒸发池中 $U_{\text{天然}}$ 放射性总活度为 2.46×10^{10} Bq，放射性固废废物量约为 32896t。

(3) 残渣比活度

根据上述分析得到的生产结束后蒸发池残渣质量和残渣总活度，计算可得到蒸发池残渣中 $U_{\text{天然}}$ 的比活度为 748Bq/kg，与实际监测值基本处于同一水平，换算为质量浓度，约为 $2.97 \times 10^{-5} \text{kg}(U_{\text{天然}})/\text{kg}$ （土壤），相当于铀矿冶行业表外废石中的铀含量水平，可见放射性水平并不高，其退役治理可按照铀矿冶行业常规放射性固废开展，如集中挖除统一填埋或分别就地掩埋等。

另外，针对地浸铀矿山，蒸发池一般作为最终受纳场所，可将受污染的建筑垃圾、污染土壤以及其他非金属的放射性污染物统一运至蒸发池进行处理，最终蒸发池作为有限制开放使用场所。总体来看，蒸发池残渣的处置方式是可行的。

3) 废旧管道、设备处理措施可行性分析

本项目生产运行期间合计约产生废旧管道、设备约 52t，运行期间暂存于

固体废物库内，固体废物库有效容积约 2700m³，库容满足要求。固体废物库作了防渗处理，防止污染物下渗污染土壤及地下水；固体废物库设置工业电视监控系统，可及时发现事故隐患，避免环境风险事故发生，措施可行。

项目终产后，放射性金属固体废物运至审管部门认可的废旧金属处理中心处理，最终处置去向为目前铀矿冶行业的通用作法，处置措施可行。

4) 生活垃圾处理措施可行性分析

本项目产生的生活垃圾集中堆存和处置，堆放点进行防渗处理，并有专人进行收集，定期由垃圾处理车外运处理，处理方式不会对周围大气及水体产生不利影响，处置去向明确，因此处理措施可行。

10.2.2.4 运行期噪声污染防治措施可行性论证

噪声的污染控制措施包括室内隔声，隔声罩隔声，加装消声器、减震器，距离衰减等措施，各种措施适应不同的噪声源；本项目空压机、通风机、各种水泵等均安装于室内，并采取必要地隔声、减震措施；通过采取上述降噪措施和距离衰减，根据预测结果，厂界噪声满足《工业企业厂界环境噪声排放标准》（GB12348-2008）2 类标准限值（昼间 60dB（A），夜间 50dB（A））。

另外，距离本项目噪声源最近的居民点为珠日干格勒嘎查，噪声源项为浸出液处理厂房通风机和空压机，两者之间距离约 1340m。根据预测结果，叠加该居民点噪声监测值后，该居民点所受噪声影响很小，环境噪声可以满足《声环境质量标准》（GB3096-2008）中 2 类区昼间≤60dB（A）、夜间≤50dB（A）的标准限值要求。由此可见，运行期噪声防治措施是可行的。

11 环境影响经济损益分析

11.1 环境影响经济损益分析

1) 正面影响分析

随着国民经济的迅速发展，国家对能源的需求不断增加，这就要求加快我国能源的发展，尤其是高效、环保能源的发展。众所周知，核能是目前国内外公认的清洁能源，因此核电的发展必将促进国家大气环境质量的提高，有利于节约国家资源，有利于国家生态环境的改善。

铀矿冶行业的天然铀产品，是核电发展不可或缺的原料，目前中核集团已经部署通辽铀矿冶基地的建设，其中钱家店铀矿床钱 IV 块是通辽铀矿冶基地的重要组成部分，该工程的建设不仅可保证天然铀供给，保障核电业的发展，同时也会带动当地相关产业的发展，对支持国民经济可持续发展和国家清洁能源政策发展以及生态环境的改善具有极其深远的意义。

除此之外，钱 IV 块采用地浸采铀方法，与常规采矿方法比较，有较好的环境优势，主要表现在：

(1) 不产生废石、废渣：地浸采铀工艺从根本上区别于常规铀矿开采工艺，不产生废石，且尾渣产生量较少，从而避免了废石、尾渣堆积地表而影响环境。

(2) 工艺废水产生量少：地浸采铀技术浸出液处理采用吸附、淋洗、酸化、沉淀工艺流程，其产生的吸附尾液可大部分返回地浸，减少了废水排放量，且本项目采用反渗透处理工艺废水，大部分返回配制浸出剂，仅少量浓水排入蒸发池自然蒸发。

(3) 排氡量少：常规采铀方法的矿井通风排氡量及废石堆、尾矿（渣）库的氡析出量都较高，而地浸采铀抽出的浸出液溶解的氡气量和蒸发池内残渣地表释放的氡气量远小于同等规模常规开采矿山。

(4) 不破坏当地的自然景观：地浸采铀地表设施简单，只有抽注钻孔和输液管道，同时废物排放量少，因此对当地的自然生态影响较小。

2) 负面影响分析

任何一个建设项目基本均会对环境造成一定的负面影响，但本项目通过采用切实可行的环保措施，使排入周围环境的污染物大大减少，有效的降低了环境负面影响，主要体现如下：

(1) 本项目各工序采用了密闭设备和管线，并在装置设备管线连接处采用密封垫片以及管线上设置了流量计，抑制了废气的无组织排放。

从气载途径剂量估算结果来看，本项目生产期气载放射性流出物所致周边居民点空气中的 ^{222}Rn 贡献浓度最大为 0.139Bq/m^3 ，与周边居民点 ^{222}Rn 浓度现状监测值 $4.2\sim 7.83\text{Bq/m}^3$ 相比，贡献率较小，对周围居民点公众剂量值最大为 $2.96\times 10^{-3}\text{mSv/a}$ ，占公众剂量约束值 0.5mSv/a 的 0.592% 。可见，本项目产生的气载放射性流出物对大气环境的负面影响较小。

(2) 本项目工艺废水处理采用反渗透处理工艺，废水经处理后 75% 淡水返回配制浸出剂，仅剩余 25% 浓水排入蒸发池自然蒸发，大大减少了地表蒸发池的建设面积，减轻了对环境的影响。

(3) 本项目通过科学设置生产钻孔、严格施工确保质量、采用 0.3% 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。从溶质运移预测结果来看，生产期末 $U_{\text{天然}}$ 向下游的迁移距离约为 89m ，以外区域基本处于本底水平。

(4) 蒸发池采用土工膜+粘土的复合防渗结构，并在底部设置检漏装置，可有效防止蒸发池的渗漏，经预测废水穿透复合防渗结构的时间约为 1416a ，远大于 13a 的生产期限。

(5) 本项目各液体储池以及管道均设自动检测、报警装置，自动化水平较高，一旦出现泄漏，可及时发现并修复。

(6) 采取降噪隔音等措施后，可降低噪声设备的噪声污染物排放量，实现厂界噪声的达标。

(7) 厂区的绿化也可起到的降低污染，美化环境的作用。

11.2 环境保护投资分析

本项目环境保护设施主要由以下部分组成：

1) 凡属污染防治和环境保护所需的设施和装置；

- 2) 生产工艺需要为环境保护服务的设施;
- 3) 为保证生产有良好的环境所采取的通风、防尘、绿化设施等。

本项目主要环境保护设施投资详见表 11-1。

表 11-1 本项目环境保护设施投资一览表

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	207
废水	工艺废水、生活污水、事故废水	蒸发池、化粪池	1072
地下水	浸出剂扩散	监测井	1212
固废	生活垃圾	分类收集、处理, 外运生活垃圾填埋场	15
	钻井泥浆, 废旧设备、管线	泥浆压滤设施、泥饼池, 固体废物库	110
噪声	风机、泵类	选用低噪声设备, 减振, 加装消声器等	92
生态	绿化	植树种草	74
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	16
合 计			2800

本项目建设投资 49670 万元; 其中环保投资约 2800 万元, 占工程建设总投资的 5.63%。其中用于废水污染治理和浸出剂扩散的费用占环保投资的 85.5%, 由此可见, 该项目环保投资主要集中于防止水体污染, 符合该项目污染治理的特点, 因此, 本项目的环境保护投资及其比例较为合理。

11.3 小结

总体来看, 本项目是通辽铀矿冶基地的重要组成部分, 项目建设对支持国民经济可持续发展、国家清洁能源政策发展以及生态环境的改善具有极其深远的意义, 环境效益显著, 且在生产中采取切实可行的环保措施后, 可显著的降低对环境的负面影响; 另外, 本项目的环境保护投资及其比例较为合理, 项目建设时严格执行“三同时”, 严格资金管理, 保证环保投资和环保设施正常投入与运行, 确保项目在取得经济效益的同时, 具有环境效益。

12 环境管理及监测计划

12.1 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。

12.1.1 环境管理机构

本项目的环境管理主要集中在施工期、运行期以及关停期阶段。

本项目施工期为 4a，施工期环境管理可实行分级管理制度，由公司管理层设置 1~2 名环保主管，负责总体布置和监管工作；井场建设、土石方、结构、设备安装、运输等各施工阶段，负责人同时承担环境管理工作的具体实施，采取各种环保措施减少大气、废水、固体废弃物和噪声排放，减少施工期对环境的影响。

运行期和关停期由建设单位负责具体的环境管理和监测工作，我国实行环境保护总经理负责制，因此，总经理对矿山及周围的环保问题负责。另外，本项目设置专门的环境保护和辐射防护管理机构，配有专职安全环保管理人员负责本项目的环境管理和辐射防护监测任务，并负责制定各种维护管理制度，进行定期的检查和监督，以保证环保设施的正常进行。

12.1.2 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》及相关法律法规，按照国家的环保政策，环境标准及环境监测要求，制定环境管理规章制度，并监督执行。

2) 编制、提出项目的施工期、运营期和关停期的环境保护计划和污染防治计划以及全厂环境保护工作的长远规划。

3) 制定全厂环境管理规章制度以及各种污染物排放控制指标。

4) 在工程建设阶段负责监督环保措施的施工、安装、调试等，落实工程

的“三同时”计划，工程投产后，定期检查环保设施的运行情况，并根据存在的问题提出改进意见。

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

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

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

8) 与政府辐射环保机构密切配合，接受检查和指导。

12.1.3 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项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环保执法情况，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，若发现严重污染及影响环境的情况，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，使项目在良好的环境中运行。

2) 运行期和关停期的环境管理

(1) 运行期和关停期均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，随时掌握厂区周围环境质量的变化趋势。

(2) 明确环境监测的职责，建立健全的各项规章制度；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。

12.2 监测计划

12.2.1 监测目的

监测的目的主要是为了及早发现和获取可能发生的污染征兆，防止对环境产生不利影响，为采取相应的环境保护措施提供必要的依据；同时，监测数据为生产运行阶段的环境现状评价提供参考资料；与本底数据进行对照，可以分析工程投产后对当地环境的影响。

12.2.2 监测点位、项目及频度

1) 施工期监测计划

本项目施工期环境监测主要包括大气、噪声等常规介质的监测，监测计划见表 12-1。

表 12-1 施工期环境监测方案

监测对象	监测位置	监测频次	监测项目
空气	厂界四周、珠日干格勒嘎查	1 次/季度	TSP
噪声	厂界四周、珠日干格勒嘎查	1 次/季度	昼夜等效连续 A 声级

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 12-2。

表 12-2 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	浸出液处理 厂房排风口	^{222}Rn 及其子体浓度	1次/月

3) 常规环境监测

对环境中各相关介质内有害物的浓度、水平进行监测，及时了解、掌握环境污染状况和污染变化趋势，并与对照点比较判断环境污染来源和可能造

成的危害，同时可积累监测数据，为环境管理提供依据。

常规环境监测包括大气、地下水、土壤、生物等介质的监测，常规环境监测计划详见表 12-3，常规环境监测布点图见图 12-1。

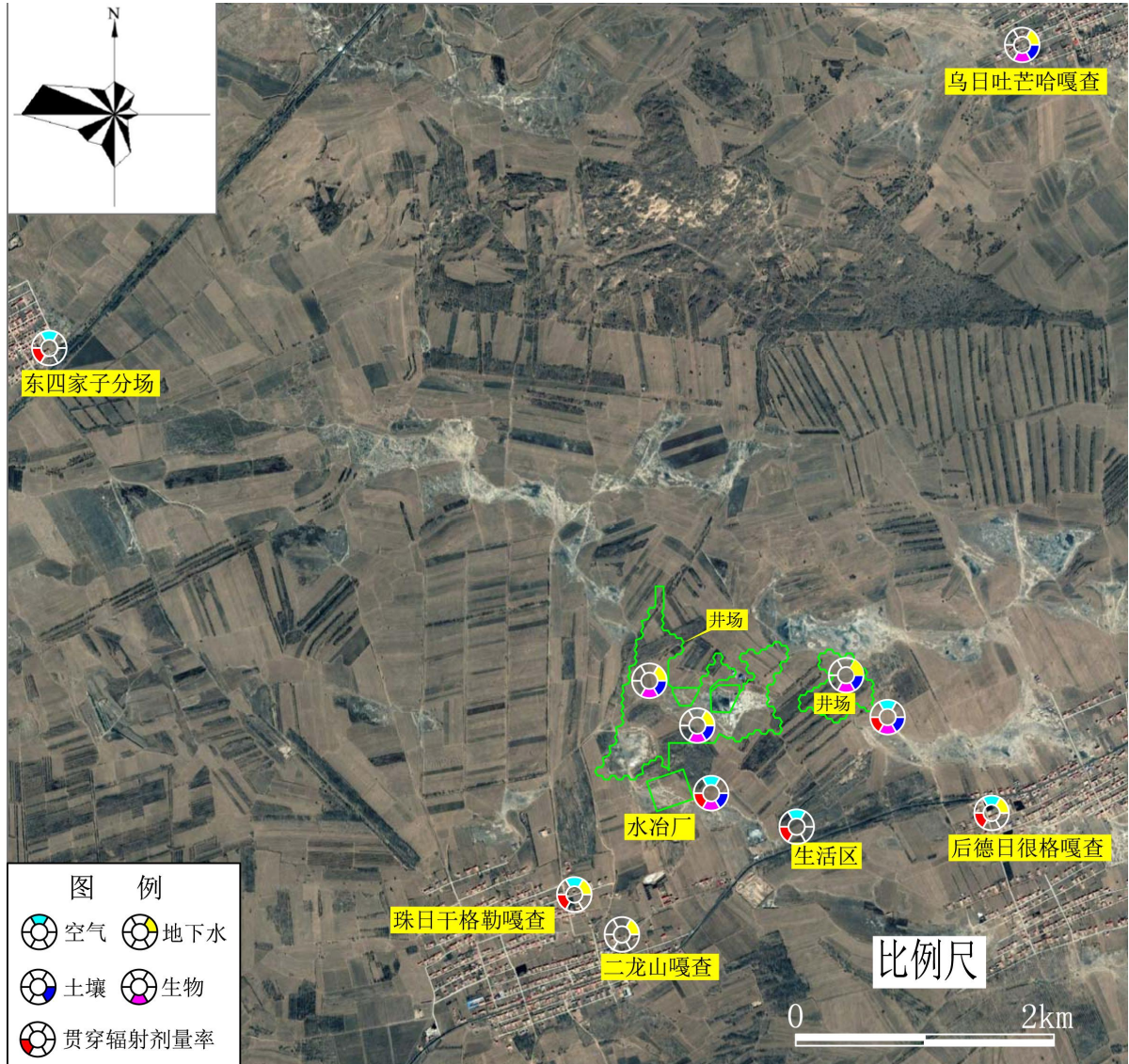


图 12-1 常规环境监测布点图

表 12-3 常规环境监测计划

序号	监测介质	监测点位	测量分析项目	监测频次
1	空气	①厂区边界：水冶厂、井场下风向各 1 个点； ②生活区 1 个点； ③居民点：珠日干格勒嘎查、后德日很格勒嘎查； ④对照点：东四家子分场。	^{222}Rn 及其子体	1 次/季
2	贯穿辐射剂量率	同上。	γ 辐射空气吸收剂量率	1 次/半年
3	地下水	①珠日干格勒嘎查、后德日很格勒嘎查、二龙山嘎查。 ②对照点：乌日吐芒哈嘎查。	$\text{U}_{\text{天然}}$ 、 ^{226}Ra 、 ^{210}Pb 、 ^{210}Po 、 总 α 、总 β	1 次/半年
		采区地下水监测井	$\text{U}_{\text{天然}}$ 、 HCO_3^- 、 SO_4^{2-} 、 Cl $^-$ 、pH	1 次/2 个月
			^{226}Ra 、 ^{210}Pb 、 ^{210}Po	1 次/半年
4	土壤	①井场周边农田布置 2 个采样点、井场内布置 3 个采样点。 ②对照点：乌日吐芒哈嘎查	$\text{U}_{\text{天然}}$ 、 ^{226}Ra 、Cd、As	植物生长期监测 1 次
5	生物	①井场周边农田布置 2 个采样点、井场内布置 3 个采样点，玉米或牧草。 ②对照点：乌日吐芒哈嘎查，玉米或牧草和羊肉。	$\text{U}_{\text{天然}}$ 、 ^{226}Ra 、Cd、As	植物生长期监测 1 次

4) 事故监测

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。

12.3 采样及测量方法

12.3.1 采样

1) 空气

(1) 在保证测量和分析探测限的前提下优先采用低流量采样，采样口距地面 1.5m，当需要大流量采样时，采样高度可适当提高。

(2) 瞬时空气采样每次应连续采样 4~5d，每天采 4 次，首次采样起始

时间为上午 8 时。各测点可同步采样时，则应采用同步采样。

(3) 用以分析氡、氡子体的空气样品还需有一定数量的全天 24h 的连续采样，连续采 3d 以上，作为全天 24h 氡、氡子体浓度日变化分析。

(4) 居民监测点的空气采样，除室外空气样品外还包括一定数量的室内空气样品，室内空气、氡和氡子体样品采样，采样头应尽量放置在房间中央，离地板 1.5m 处。

2) 水

(1) 水样品采集应尽可能完全地代表取样点的性质，并应采取一切措施，保证从取样到分析这段时间内样品不起任何变化或变化极小。

(2) 水井或钻孔的地下水采样应记录采样深度（距地面）或采集不同深度的水样，用以分析水质分层情况。

3) 土壤和生物

(1) 在农田的采样点应采集次表面土壤样。采样深度为 1m，按 0~15cm、15~60cm 分层采取。

(2) 对由于场地挖掘、平整或围道等扰动过的每一个取样地点都应重复采集土壤本底调查样品。对环境 γ 辐射量率和氡析出率同样适用。

(3) 土壤样品经处理后除留作分析外，对本底样品及部分常规样品应留一部分平行样长期保存。

(4) 陆生生物采样一般可选择当地居民食用的主要食物和有代表性的指示生物，并应采集可食部分和生物敏感部位。

12.3.2 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 12-4。

表 12-4 主要监测方法依据

监测项目		监测方法	仪器设备
空气	氦气浓度	《环境空气中氦的标准测量方法》 GB/T14582-1993	ERS-2-S 氦钍分析仪及氦钍射气析出率仪
	氦子体浓度	《铀矿山空气中氦及氦子体测定方法》EJ378-1989	BWLM-PLUS-S 氦子体测量仪
γ辐射空气吸收剂量率		《环境地表γ辐射剂量率测定规范》GB/T14583-1993	HD2005 X-γ剂量率仪
地下水	$U_{\text{天然}}$	《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
	^{226}Ra	《水中镭-226 的分析测定》 GB/T11214-1989	PC2100 镭氡分析仪
	^{210}Po	《水中钋-210 的分析方法》 GB12376-1990	Mini20 多道α、β计数器
	^{210}Pb	《水中放射性核素的γ能谱分析方法》 GB/T16140-1995	GMX50P483 高纯锗γ能谱仪
	pH	《地下水水质检验方法 玻璃电极法测定 pH 值》DZ/T 0064.5-1993	PHS-3C 酸度计
	总α	《水中总α放射性浓度的测定后源法》EJ/T 1075-1998	BH1227 四路低本底α、β测量仪
	总β	《水中总β放射性测定 蒸发法》 EJ/T 900-1994	BH1227 四路低本底α、β测量仪
土壤	$U_{\text{天然}}$	《土壤、岩石等样品中铀的测定激光荧光法》EJ/T550-2000	MUA 激光荧光铀分析仪
	^{226}Ra	《岩石样品 ^{226}Ra 的测定》 GB/T13073-2010	PC2100 镭氡分析仪
生物	$U_{\text{天然}}$	《生物样品灰中铀的测定》 GB11223.2-1989	MUA 激光荧光铀分析仪
	^{226}Ra	《岩石样品 ^{226}Ra 的测定》 GB/T13073-2010	PC2100 镭氡分析仪

12.4 监测机构及设备配置

本项目由中核通辽铀业有限责任公司总体负责本项目的辐射防护和环境保护管理与监测工作，设置专门的环境保护和辐射防护管理机构，并配置管理人员和监测人员。自 2009 年至今，通辽铀业公司在钱 II 块开展了两期原地浸出采铀工程建设，已配备了较为完善的监测设备及监测能力，能够为本项目的环境管理及环境监测提供有力的技术保障。对本单位无监测能力的项目，由本单位委托具有相应资质的单位进行监测。

12.5 监测质量保证

环境监测质量保证是环境监测计划的必不可少的重要组成部分，为了保证监测数据准确可靠，监测过程严格执行《辐射环境监测技术规范》（HJ/T61-2001），以保证获得的测量结果和评价结论使当时的和以后的主管部门和使用部门确信是正确的。

针对本项目特点，在监测过程中应注意：

1) 人员

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

2) 采样的质量控制

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

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

3) 样品的分析测试

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

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

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

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

采集的样品要有一部分长期保留，以便随时抽检；监测结果要永久保存。

4) 实验室分析质量的内部控制中包括空白试验、校正曲线核查、仪器设备校正、平行样测定、加标样和密码样测定、质量控制图编制。外部控制包

括实验室之间的分析比对或交叉核查，参加可以溯源到国家标准的实验室间的比对。

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

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

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

12.6 环境保护“三同时”验收一览表

根据建设项目管理办法，环保设施必须与主体工程同时设计、同时施工、同时投入使用，在建设项目完成后，应对环境保护设施进行验收。本项目环境保护“三同时”验收一览表见表 12-5。

表 12-5 环境保护“三同时”验收一览表

类别	防治对象		防治措施	数量,	要求及效果	验收标准
大气污染物	浸出液处理 厂房	氡气、放射性 气溶胶、酸雾	全面通风系统	1 套	—	—
水污染物	流散浸出剂	U _{天然} 、Cl ⁻ 、SO ₄ ²⁻	监测井	105 个（首 采段 45 个）	监测井布置完成	
	工艺废水	U _{天然} 、 ²²⁶ Ra 等	反渗透废水处理装置	1 套	处理规模为 100m ³ /h，水回用率为 75%。	—
			蒸发池	9 座	蒸发面积 47870m ² ，有效池深 0.8m，池底采用 1.5mmHDPE 土工膜、膜上 50cm 厚粘土层的防渗措施， 膜下铺设渗漏在线检测装置。	
	生活废水	SS、COD、 氨氮等	化粪池	2 处	—	—
固体废弃物	钻井泥浆		泥浆处理设施	1 套	钻井过程中泥浆循环利用	
	非矿段岩芯		泥饼池	—	集中处理	
	浸出液处理残渣		蒸发池	9 座	暂存至蒸发池、不外排	
	蒸发池残渣		蒸发池监测井		集中挖除、统一掩埋	
	废旧管道、设备		固体废物库	1 座	暂存	
	生活垃圾		统一清运	—	定期外运处理	—
噪声	空压机、泵等设备噪声		减振、墙体隔声，距离 衰减等	—	昼间≤60dB（A），夜间≤50dB（A）	GB12348-2008 中 2 类标准
环境 风险	盐酸储罐区		设置围堰	—	设置整体围堰，尺寸为 18m×13m×1.0m，围堰内侧壁及地面 均按照规范作防渗、防腐处理。	—
其它环 保措施	抽、注液管道泄漏		设流量和压力自动检测、 报警装置	—	设施安装完毕，运行正常	
	集液罐		液位自动检测、报警装置	—	设施安装完毕，运行正常	

13 退役治理与长期监护

13.1 退役治理

13.1.1 设计阶段便于退役的方案

13.1.1.1 设计上采取的便于退役的方案

1) 在设计中, 根据矿区地形、地势, 形成井场、水冶厂、公共辅助三大模块, 并将模块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, 便于将来的退役治理。

2) 设计中围绕水冶主厂房, 将生产性质相同、功能相近, 工艺联系密切的设施集成为整体设施, 减少物料运输距离及环境污染风险, 同时降低占地面积, 减少退役时清污范围。

3) 根据地形特点, 采用平坡式竖向布置形式, 利用地形高差实现物料自流运输的原则, 减少环境污染。

4) 设计中充分考虑含矿含水层地下水的流向, 选择在井场上游方向布设首采段, 备采段位于首采段下游, 减少开采对地下水的影响, 便于矿山退役后地下水的修复。

5) 设计选用抗震、抗压、高强度钢骨架复合管, 管与管壁之间的环状间隙及钻孔底部采用防渗、抗震的混凝土填充与密封, 使矿层段与其上、下的所有含水层隔绝; 钻孔施工过程中, 严禁揭露含矿含水层的隔水底板; 设计抽液量大于注液量 0.3%, 使溶浸范围内形成降落漏斗等措施严格控制溶浸范围。

6) 设计中从防渗、产品质量选择、密闭管线以及全面自动化控制等方面采取了多种有效的防止跑冒滴漏措施, 可减少退役时清污范围。

13.1.1.2 设计中的退役治理安排

矿区退役采用集中统一退役方式, 待全部井场生产完毕后, 一次性实施退役。井场各采区停产顺序的确定, 应充分考虑矿区周围天然状态下的地下水流向, 应尽量优先停产处于流场上游的采区; 确实需要优先停产又处于流场下游的, 应保留部分抽出井继续运行, 以免采区内的地下水逸散到外围含水层。

目前，我国正在开展酸法地浸采铀地下水修复实践，其实践成果有助于我国地浸地下水修复技术的突破；本项目采用 CO_2+O_2 中性浸出工艺，虽然国外已有成熟的地下水修复技术，但是否适用于我国还需探索，目前中性地浸矿山地下水修复研究正处于前期申报阶段，后续的研究成果可为本项目地下水修复奠定基础。

13.1.2 运行期便于退役的措施

13.1.2.1 组织管理措施

运行期由建设单位组建专门的安防机构，设置专职安全环保管理人员负责全矿的环境管理、污染治理和环境监测管理等工作，其针对退役管理的主要职责有：

1) 负责制定各种环境管理、维护管理等制度，编制环境保护计划和污染防治计划，并监督执行。

2) 维护环保设施正常运转，做好污染物达标排放，进行定期检查和监督，保证污染不对外扩散，以减少减轻后续退役治理的范围和深度。

3) 组织全矿的辐射环境监测工作，制定监测计划并监督实施，建立源项监测档案，为退役治理奠定基础。

通过建立环境保护和辐射防护组织机构，在运行期开展上述各项环境管理工作，有利于后续退役治理工作的顺利开展。

13.1.2.2 生产管理措施

1) 加强对集液管道、抽液管道、各类管道接口和阀门以及蒸发池的检查，防止发生液体泄漏，污染周边环境。

2) 生产期严格控制抽注液的区域平衡，抽大于注的比例不小于 0.3%，保障溶浸范围内形成降落漏斗，从而控制溶浸范围。

3) 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，并根据分析情况实时调整抽注液的平衡，实现溶浸范围的控制，从而缩小退役治理范围。

4) 生产期工艺废水、洗井废水等收集处理后，回用于生产或排入蒸发池自然蒸发法，减少对周围土地的污染，缩小退役治理范围。

5) 生产过程中产生的废旧管道、污染设备等废旧金属，经简单去污后暂

存于固体废物库，待退役时统一处理。

6) 生产过程中实行严格管理，控制放射性废物的流失和扩散，尽量减少表面污染，减少退役时的清污工作量。

13.1.3 关停期退役准备

13.1.3.1 退役准备工作

关停期应根据源项档案资料，积极开展源项调查工作；源项调查的潜在范围是井场、水冶厂全部设施及污染的周围环境，主要治理源项类型包括钻孔、地浸井场地下水、工业场地、蒸发池、污染建（构）筑物、污染设备和管线等。

根据《铀矿冶辐射防护和环境保护规定》（GB23727-2009）、《铀矿冶辐射环境监测规定》（GB23726-2009）、《铀矿冶设施退役环境管理技术规定》（GB/T14586-93）以及《铀矿冶设施退役治理源项调查技术规范》等标准规范开展源项调查工作。

13.1.3.2 关停期的三废处理设施运行

1) 废气治理措施：水冶厂关停后，不再产生废气，通风措施将停止使用；关停期，由于有部分抽出井保持抽液，还需排入蒸发池蒸发处理，但部分蒸发池处于干涸状态，会析出 ^{222}Rn ，应及时进行简易覆盖。

2) 废水处理设施：水冶厂关停后，不再产生工艺废水，因此工艺废水处理设施将停止使用。

3) 固废处理处置设施：关停期，部分蒸发池处于干涸状态，固体废物主要为蒸发池残渣，应及时进行简易覆盖；废旧管道、设备仍暂存于固体废物库，应进行严格看护，待退役时进行统一处理。

13.1.3.3 关停期污染防治及环境保护措施

1) 关停期，通辽铀业公司制定企业关停期环境保护工作方案，明确责任，落实到位，切实保障关停期人员、资金和物资，并加强监督检查。

2) 关停期间，设立专门的环境保护组织机构和人员，负责关停期的安全环保工作。

3) 加强关停期环境保护工作，继续做好环保设施运行管理：

(1) 持续运行井场下游部分抽出井，阻止残余液向含矿含水层下游迁移。

同时定期开展监测井的水位监测，若发现异常，及时通过调节抽出量来实现残余液的控制。

(2) 加强固体废物库管理及巡视，防止污染设备、材料的流失；及时进行干涸蒸发池的简易覆盖，避免氡的析出。

(3) 加强对闲置工业场地的管理，在未完成治理前禁止工业场地及构筑物转为他用。

(4) 对设备和材料进行清理，集中看护。

4) 严格按照《铀矿冶辐射环境监测规定》(GB23726-2009) 以及环评文件中提出的环境监测方案，并根据实际情况进行调整，继续做好流出物和环境质量监测工作。

5) 积极开展关停期环境安全隐患排查治理，消除环境安全隐患。

13.1.4 退役治理源项及目标

13.1.4.1 源项调查

1) 源项调查的原则

(1) 调查范围应全面，应包括所有生产及相关辅助配套设施、场所，以及所有可能被污染的环境介质，以确保不漏项。

(2) 调查内容的选择应具有代表性，应能够准确反映源项的实际辐射水平或被污染现状。

(3) 调查应考虑时效性，应在源项已确定处于最终状态的情况下进行源项调查。

(4) 调查结果应真实有效，调查中的源项监测分析结果是退役源项数据的基本依据，是退役设施现状和对周围环境影响的客观反映，其结果必须真实、可靠。

2) 源项调查方法

(1) 根据源项调查内容，确定各类源项的具体调查方法。

(2) 由有资质的单位采用采用国家规定的标准测量方法进行测量监测。

(3) 调查方法采取现场实地勘查、测绘测量、监测分析与查阅资料相结合的方法。大部分调查内容，应通过现场实地勘查、测绘测量、监测分析等手段获得；少数调查内容，在现场勘测不易获得的情况下，可通过查阅相关

文件、历史资料等手段获得。

3) 调查对象

调查对象应包括所有生产及相关辅助配套设施、场所，以及所有可能被污染的环境介质等，该项目调查对象主要包括：地浸井场钻孔和地下水、工业场地、蒸发池、污染建（构）筑物、污染设备和管线等。

4) 各源项调查初步方案

(1) 钻孔

调查内容——数量、类型、孔深、孔径、孔口坐标、抽液量以及完损情况等现状。

(2) 地浸井场地下水

①调查内容——污染面积，污染水平。

②监测项目——pH、 $U_{\text{天然}}$ 、 ^{226}Ra 、 ^{210}Pb 、 ^{210}Po 、 HCO_3^- 、 SO_4^{2-} 、 Cl^- 。

③监测布点——生产钻孔和监测井。

(3) 工业场地、蒸发池等。

①调查内容——数量、位置及范围、污染面积；被污染场地受污染原因；污染道路的结构型式及其各结构层厚度、长度、宽度等。

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

③监测布点

贯穿辐射剂量率：工业场地及其它受污染的场地等按照 $10\text{m}\times 10\text{m}$ 网格布点，每个设施（或场地）不少于 5 个监测点位，根据设施具体情况可适度调整网格布置。

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

(4) 污染建构筑物

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

②监测项目——贯穿辐射剂量率、 α 、 β 表面污染水平等。

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

(5) 被污染设备、器材、管线

①调查内容——名称、规格型号、来源、数量、单件重量、管线长度及退役去向等。

②监测项目—— α 、 β 表面污染水平等。

③监测布点——每个被污染设施 α 、 β 表面污染水平不少于 3 个测点。

(6) 其它：贯穿辐射剂量率监测范围应比源项边界外延 30m~50m。

13.1.4.2 退役治理源项

铀矿属放射性矿山，具有其特殊性，根据本项目的开采方式、工艺特点以及本次建设内容，初步确定本项目的退役治理源项如下：

1) 钻孔：共计 3053 个，包括抽出井 789 个，注入井 2159 个，监测井 105 个。

2) 地浸井场地下水：地浸井场及外围核素迁移范围。

3) 污染工业场地 2 处：井场的集配液区和水冶厂工业场地，合计约 6.85hm²。

4) 蒸发池 9 座：总占地面积约 7.02hm²。

5) 污染建构筑物：约 19 座，占地面积约 11750m²，建筑垃圾约 1.0 万 m³。

6) 污染设备管线：污染设备约 450 台，污染管线约 450000m。

13.1.4.3 退役管理目标值

退役管理目标值主要根据《铀矿冶辐射防护和环境保护规定》（GB23727-2009）确定，目前该标准正在修订，新版标准发布后，按照新标准执行。

1) 公众剂量约束值

根据《铀矿冶辐射防护和环境保护规定》（GB23727-2009）规定，对于退役治理后的公众照射的剂量约束值为 0.3mSv/a。

2) 地表 ²²²Rn 析出率的管理限值

根据《铀矿冶辐射防护和环境保护规定》(GB23727-2009), 本项目工业场地、蒸发池等设施经退役治理与环境整治后, 所有场址表面 ^{222}Rn 析出率不大于 $0.74\text{Bq}/\text{m}^2\cdot\text{s}$ 。

3) 土壤中 ^{226}Ra 残留量控制值

根据《铀矿冶辐射防护和环境保护规定》(GB23727-2009), 本期退役治理土地去污后, 移走废渣后土地中 ^{226}Ra 含量, 按照平均值不超过 $0.56\text{Bq}/\text{g}$ 控制, 其它土地去污后, 土壤中 ^{226}Ra 含量平均值按照不超过 $0.18\text{Bq}/\text{g}$ 控制。

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《铀矿冶辐射防护和环境保护规定》(GB23727-2009), 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 $\leq 40\text{Bq}/\text{cm}^2$ 。

13.1.4.4 退役治理深度

本项目各设施的退役治理深度见表 13-1。

表 13-1 各设施的退役治理深度

源项		退役治理目标及深度	
		主要方法	退役深度
地浸井场	钻孔	有效封堵, 切断与地下地浸井场的连通	严禁随意打开和破坏, 地浸井场无限制开放使用
	地下水	地下水修复, 采用抽出处理法	
工业场地 (2 处)		全部清挖至蒸发池集中处置	无限制开放使用
蒸发池 (9 座)		原地覆盖治理, 恢复植被	有限制开放使用
污染建构筑物		去污后拆除, 放射性废物运至蒸发池集中处置, 一般建筑垃圾运至建筑垃圾填埋场处理	原址与工业场地退役深度相同
污染设备、管线		非金属设备拆除、解体后运至蒸发池集中处置; 金属材质设备管线经拆除、解体、去污后送至核工业铀矿冶放射性污染金属熔炼处理中心	污染设备管线或材料处于可控状态

13.1.5 退役治理方案及可行性分析

13.1.5.1 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) 进行地下水水质稳定性监测，地下水修复结束后，填实封闭所有钻孔。

2) 井场钻孔的封闭：拆除各井孔上的设备，对钻孔进行清理，最后用水玻璃、混凝土注浆封堵。地浸井场地下水修复完成和钻孔封闭后，达到无限制开放使用深度。

3) 工业场地退役治理：采取完全挖除、迁移和集中方案，污染物运至蒸发池集中处置，清挖后覆土、植被，恢复生态环境，实施后达到无限制开放使用深度。

4) 蒸发池的治理与废渣处置：建设初期即对该蒸发池池底及池壁进行防渗处理。生产期间和终产期，各部位产生和堆存的沉渣及蒸干残渣，随时挖运至蒸发池集中堆存。在终产后的退役期间，蒸发池作为废物最终处置场所，各种放射性废物均运至蒸发池集中处置，最终覆盖治理，设置截排洪沟，并恢复生态环境，达到有限制开放使用的深度。

5) 污染构筑物治理：采取去污后整体拆除方案，先进行构筑物去污，放射性废物运至蒸发池集中处置，然后对地上建筑拆除以及对地面及基础进

行拆除，拆除后作为一般建筑垃圾运至垃圾填埋场处理。

6) 污染设备管线治理：非金属材质设备管线拆除、分解后，运至蒸发池集中处置；金属材质设备管线或材料，拆除破解去污后，运至核工业铀矿冶放射性污染金属熔炼处理中心进行熔炼回收金属。治理后的污染设备管线或材料，均达到可控状态，防止污染设备流失、造成二次污染。

以上列为有限制开放使用的场所或设施，退役治理后不得盗掘废物，不得随意变动、削弱或破坏有关的退役整治设施（如覆盖层、截排洪沟等损毁活动），不得用于与食物链有关的生产活动，不得长时间居留（如建房居住等），并按照国家有关规定及要求要求进行长期监护。

13.1.5.2 退役治理方案可行性

1) 地下水治理方案可行性

根据国外经验，一般在采取上述步骤并抽取约 10 个孔隙体积的水后，地下水可得到有效的修复。由于本项目浸出剂为 CO_2+O_2 ，铀以外的元素的浸出程度以及地下水的污染程度较酸性浸出小得多。在生产时，利用氧化剂将矿层中的四价铀氧化成易溶于水的六价铀，实现铀元素的浸出，在地下水修复时，由于加入了还原剂，矿层中的氧化还原状态将发生变化，水化学环境由氧化环境转化为还原环境，绝大多数的六价铀会被再次还原为四价铀，从水相中转入固相，继续停留在矿层中。因此，采取上述地下水修复工作后，地下水中的铀可以得到较好的去除，使水质恢复到接近开采之前的水平。

本项目的开采计划为按地下水方向顺序开采，后续井场具有截留前端井场流散废水的作用，因此，修复方案待井场生产全部完毕后统一实施。

2) 其它治理方案可行性

本项目退役治理拟采用的治理方案或处置方法，在铀矿冶系统退役治理中已广泛采用，并有多个厂矿已经竣工验收，取得了丰富的经验。按目前采用的退役治理方法和退役要求进行各种源项的治理，能够达到退役治理要求。

13.1.6 退役治理效果综述

退役治理工程实施后，各类治理源项均得到了程度不同的处置与治理，从而使工程所在区域的环境质量得到较大程度的改善，也使当地居民因未治理的放射性污染区域而引起的社会不稳定因素得以解决：

从国内外对原地浸出采铀场地及设施的治理经验来看，井场的地下水经过治理后，能够较大程度的降低对周围地下水环境的影响，满足相关环保要求；经过封堵处理的井孔与地表隔离，外界物质不会进入地下水层；项目实施后地浸井场将达到无限制开放使用深度。

污染工业场地治理后，恢复植被逐渐融入周边环境，项目实施后原址均将达到无限制开放使用深度。

蒸发池进行覆盖治理，治理后氡析出率 $<0.74\text{Bq}/(\text{m}^2\cdot\text{s})$ ，满足管理限值要求，并通过在覆土表面种草植树，生态逐渐得以恢复。

污染构筑物彻底拆除清除后，原址恢复重建，治理后将达到无限制开放使用深度。

非金属材质污染设备管线或材料，经拆除分解后运至蒸发池集中处置；金属材质污染设备管线或材料等运往核工业铀矿冶放射性污染金属熔炼处理中心熔炼回收金属；污染设备管线或材料处于可控状态。

13.1.7 退役治理经费

本项目退役治理资金来源为中央预算内军工核设施退役及放射性废物专项资金。

13.2 长期监护

13.2.1 监护对象及目的

本项目退役治理工程竣工验收后，蒸发池为有限制开放使用。由于有限制开放使用的设施仍存有大量铀的衰变产物，一旦受到自然因素或人为因素影响易于扩散，可能带来一定程度的放射性危害，因此在其退役治理后，必须对其进行长期的监督维护和监测，以便及时对出现的影响安全和环境的隐患和问题进行治理，确保蒸发池设施的长期安全稳定，保护公众和环境安全。

13.2.2 监护责任主体及职责

项目退役治理后监护责任主体为中核通辽铀业有限责任公司。应配备3~4名专（兼）职工作人员，其职责包括：

- 1) 做好各种退役治理文件资料的保管工作；
- 2) 对有限制使用区域进行定期监护，严禁进行土建施工开挖、放牧、耕种、开洞等人为破坏。
- 3) 对表面植被，截排洪沟等进行维护和保养；定期检验各治理设施的完

好性，并及时进行修复；发现隐患及时排除，发现较大损毁事故及时上报；

4) 开展辐射监测，进行日常巡视和定期辐射安全监测。

5) 制定事故应急计划，当发生人为侵扰和自然灾害事故时，能够迅速做出反应并采取相应的处置对策。

6) 负责将监测报告、维修记录报告及事故处置报告等上报。

13.2.3 监护内容及频次

根据本项目监护对象的特征，监护工作内容主要为两项，第一项为巡视监护，第二项为辐射安全监测。

巡视监护是定期对蒸发池的稳定性、完好性进行巡视检查，发现隐患及时排除，发现较大损毁事故及时上报，并形成现场巡视的影像资料和文字记录。

辐射安全监测是对蒸发池设施进行日常监测和定期监测，目的主要是为了及早发现可能发生污染与危害的征兆，确保工程的安全稳定，及时发现问题，解决问题，防止对环境及周围公众产生有害影响。

13.2.3.1 巡视监护方案

1) 监护内容

(1) 对蒸发池截排洪沟完好性进行检查，发现工程遭到局部破坏时及时对其进行清除和修复，对排洪设施及时进行清淤。

(2) 对覆盖层及其植被进行维护和保养，同时设置警示标志，防止人误入破坏植被。

2) 巡视监护频率

每月至少巡视 2 次，在暴雨（设施所处地区 24 小时内降水量超过 50mm）、地震（地震烈度达到 5 度以上）后，应立即去现场巡查。

13.2.3.2 辐射监测方案

1) 日常巡视监测

日常巡视过程中不定期巡视，主要对蒸发池的 γ 辐射剂量率监测，重点对其开裂受损、风蚀、雨蚀较明显、覆盖层厚度减少的部位进行监测，其他无明显变化的部位可根据具体情况进行抽测。

主要通过监护人员携带 X- γ 剂量率仪进行不定期监测，每个监护设施的

监测点位数不少于 5 个。

2) 定期监测

^{222}Rn 析出率原则按 40m×40m 网格布点， γ 辐射剂量率原则按 20m×20m 网格布点。

按照《铀矿冶辐射防护监测规定》(GB23726-2009) 中的监测频次规定：“竣工验收后前 2 年监测频次为 1 次/a，以后每年降低监测频次”，因此项目完成退役竣工验收后，建议前两年监测频次为 1 次/a，之后每隔两年监测 1 次。

14 结论与建议

14.1 结论

14.1.1 项目基本情况

钱家店钱 IV 块铀矿床位于内蒙古自治区通辽市白兴吐苏木境内，是中核通辽铀业有限责任公司在内蒙古通辽新开发的矿点之一，属可地浸砂岩铀矿，该铀矿床的建设，对于通辽大基地的形成和我国天然铀生产能力的提高是十分必要的。

本项目属于铀矿采冶行业，最终产品为“111”，服务年限为 17a。项目建设内容主要包括井场、水冶厂、生活区及场外工程。本项目总建设投资 49670 万元，其中环保投资 2800 万元，环保投资占工程总投资的 5.63%。

14.1.2 环境质量状况

本次评价分别于 2017 年 8 月 4 日~9 月 10 日和 2019 年 3 月 19 日~5 月 14 日，委托核工业东北分析测试中心进行了两次环境质量现状监测工作；对项目场址及周边居民点的环境空气、地下水、土壤、生物、声环境等介质中的相关污染因子进行了调查，根据监测结果，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其子体浓度监测值位于环境本底范围内。

3) 空气中 TSP 浓度：珠日干格勒嘎查和后德日很格勒嘎查的 TSP 日均浓度监测结果均满足《环境空气质量标准》(GB3095-2012) 中二级标准限值要求。

4) 地表氡析出率：拟建场址地表氡析出率为 $2.58\sim 3.52\text{mBq}/\text{m}^2\cdot\text{s}$ 。

5) 地下水环境质量现状：矿区周边居民点地下水中放射性核素浓度位于区域本底水平；非放射性因子中 Fe、Mn 和 COD 满足《地下水质量标准》(GB/T14848-2017) IV 类标准；其它非放因子均满足 III 类标准。

矿区含矿含水层地下水中 $U_{\text{天然}}$ 浓度为 $0.11\sim 0.48\text{mg}/\text{L}$ 、 ^{226}Ra 浓度为 $0.39\sim$

1.25Bq/L、 ^{210}Po 浓度为 0.24~0.82Bq/L、 ^{210}Pb 浓度为 0.27~0.99Bq/L。非放射性因子中 F⁻、TDS 满足《地下水质量标准》(GB/T14848-2017) V 类水体标准, pH、As、Mo 满足 IV 类标准, 其它非放因子均满足 III 类标准。

6) 土壤环境质量: 矿区及其周边各监测点土壤中 $U_{\text{天然}}$ 和 ^{226}Ra 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。

7) 生物样品: 矿区及周边生物样品中 $U_{\text{天然}}$ 、 ^{226}Ra 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。

8) 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。

14.1.3 工程分析

14.1.3.1 井场

本项目为原地浸出采铀工艺, 采用 CO_2+O_2 的中性浸出技术, 井型以七点型布置为主, 在矿体较窄或边角部位, 辅以五点型、行列式布置。生产过程中, 二氧化碳气体经计量后注入各采区集控室注液主管上。溶于水中的二氧化碳气体与水结合生成碳酸, 使水中的 HCO_3^- 、 CO_3^{2-} 浓度增高, 增大形成碳酸铀酰的可能性, 二氧化碳气体的不断加入可以补充地下水系统中 HCO_3^- 、 CO_3^{2-} 的消耗。在分采区集控室中的每个注液支管上加注一定量的 O_2 , 每个支管上的注氧量经计量后注入采区各个注液孔内, 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, 浸出液由提升泵提升至地表的浸出液处理厂房处理。

本项目井场区共布置 29 个分采区, 首采段布置 10 个分采区, 备采段布置 19 个分采区, 共布置钻井 3053 个, 其中抽出井 789 个, 注入井 2159 个, 监测井 105 个。首采段共布置生产钻孔 1025 个, 其中抽出井 290 个, 注入井 690 个, 监测井 45 个。井距确定为 30m, 抽液量大于注液量的 0.3%, 年总抽

液量 1684 万 m^3/a (350d 工作日)。在施工期和生产期均需开展补充勘探，其中，施工期补充勘探工程量 2550 m^3/a ，生产期补充勘探工程量约 8200 m^3/a 。

井场工艺流程主要包括：浸出剂配制及输送、集控室混氧、浸出剂在含矿含水层的注入、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。

14.1.3.2 水冶厂

本项目水冶工艺流程为地浸浸出液→过滤→吸附→淋洗→酸化→沉淀→压滤、洗涤→“111”产品。

14.1.3.3 运行期污染物的产生及处理

1) 废气

(1) 蒸发池废气：本项目蒸发池蒸发废水量为 49826 m^3/a ，生产期尾液蒸发释放的 ^{222}Rn 量为 $1.95 \times 10^{10}\text{Bq}$ 。

(2) 水冶厂废气：本项目水冶车间产生的主要放射性废气为氦气，年释放量为 $7.62 \times 10^{11}\text{Bq}$ 。

(3) 集液罐废气：集液罐释放的放射性废气为氦气，年排放量为 $1.76 \times 10^{12}\text{Bq}$ 。

(4) 盐酸库废气：盐酸库 HCl 气体主要来源于盐酸库储罐的呼吸排放和物料装卸过程中的少量泄露，废气排放量为 0.005 kg/h 。

2) 废水

(1) 放射性废水：本项目生产过程中转型尾液经反渗透深度处理后的淡水返回井场配置浸出剂，产生的浓水、部分吸附尾液以及沉淀母液等 142.36 m^3/d ，年产生量为 49826 m^3/a ，全部输送至蒸发池蒸发处理。部分生活污水运送至蒸发池处理，处理量约为 4897 m^3/a 。因此，本项目运送至蒸发池的废水量共计 54723 m^3/a 。本项目设 9 座蒸发池，蒸发面积 47870 m^2 ，年实际蒸发量约为 56343 m^3/a ，设置了防渗措施及检渗设施，满足放射性废水的处理要求。

(2) 流散浸出液：本项目在生产过程应严格控制抽注液的区域平衡，抽大于注的比例不小于 0.3%，以便使抽出井和注入井之间形成规则的水位降落漏斗；设置监测井，随时发现可能的水平泄漏和垂直泄漏，从而避免浸出液

在含矿含水层中的逸散。

(3) 洗井废水：采用移动式环保洗孔工作站处理，处理后的澄清液回收至集液罐，废渣倒入蒸发池。

(4) 生活污水：本项目非放射性废水主要为生产区和生活区职工生活污水，水冶厂废水量 18.32m³/d，生活区废水量 25.56 m³/d，总废水量为 43.88m³/d。其中，水冶厂淋浴水和洗衣废水 13.99m³/d 经泵加压至蒸发池蒸发处理，其余废水经化粪池后统一外运处理，不外排。

3) 固体废物

(1) 钻井泥浆：本项目运营期生产井的施工过程和补充勘探钻孔的施工过程均会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。钻井泥浆处理后产生的固体废物包括岩屑和泥饼，产生量约为 18491m³，统一运至泥饼池进行集中处理，然后覆土植草，恢复地貌。

(2) 蒸发池残渣、浸出液处理残渣、洗井废渣：蒸发池的废水蒸发后的残渣、浸出液处理残渣、洗井废渣均暂存于蒸发池中，废渣量约 32895.8t，U_{天然}浓度约为 37mg/kg，最终集中挖除统一填埋或分别就地掩埋等。

(3) 废旧管道、设备：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。

(4) 非矿段岩芯：运行期补充勘探钻孔施工过程中需要提取岩芯，矿段岩芯全部外送分析，非矿段岩芯由岩芯箱暂存，产生量估算约 115m³，置于泥饼池进行掩埋处理。

(5) 生活垃圾：年产生量约为 22.4t/a，定期由垃圾处理车外运处理。

4) 噪声

本项目噪声源主要为井场和水冶厂的空压机、潜水泵、离心泵、风机等，单机噪声源强均小于 90dB (A)。经处理后在厂界可以达标《工业企业厂界环境噪声排放标准》(GB12348-2008) 中 2 类标准要求。

14.1.4 施工期环境影响

施工期产生的污染物主要是施工扬尘、生活污水、施工废水、施工噪声以及钻井泥浆、非矿段岩芯、建筑废物和生活垃圾。

施工扬尘采用洒水、围挡等抑尘措施；施工期使临时防渗旱厕，并设置

简易防渗化粪池，生活污水经化粪池处理后全部外运处理；施工噪声采用低噪声设备、减震、隔声等降噪措施；非矿段岩芯运至泥饼池，建筑废物送至指定的建筑垃圾处理场，生活垃圾集中堆放在指定地点；另外，通过施工管理，减少水土流失，植被绿化等措施，减少生态环境影响。

在钻井施工过程中，泥浆经过除砂后回用于钻井，产生的岩屑运至泥饼池进行集中处理；钻井施工完成后，最终产生的钻井泥浆经除砂后部分回用于固井，剩余泥浆运至井场统一设置的压滤设施，经压滤脱水后，滤液运至新钻井机台配置钻井液，泥饼运至泥饼池进行集中处理。

总体来看，项目施工期对周围环境的影响较小，基本不会影响到本项目的环境保护目标，因此本项目施工期的环境影响是可以接受的，且施工期的环境影响只是暂时的，随着施工期的结束，影响会消失。

14.1.5 公众辐射环境影响评价

本项目对公众产生照射的主要途径为生产设施释放的 ^{222}Rn 对周围公众产生的吸入内照射，对本项目和全矿设施的公众剂量分别进行了评价。

1) 本项目生产设施所致公众剂量

生产期气态源项所致评价区域最大个人有效剂量为 $2.96 \times 10^{-3} \text{mSv/a}$ ，出现在E方位、2~3km子区，最大个人剂量占个人剂量约束值 0.5mSv/a 的0.592%，远小于本项目设定的剂量约束值。20km范围内的集体剂量为 $1.78 \times 10^{-2} \text{人} \cdot \text{Sv/a}$ 。

2) 全矿生产设施所致公众剂量

叠加钱II全矿气态源项后，生产期所致评价区域最大个人有效剂量为 $3.09 \times 10^{-3} \text{mSv/a}$ ，最大个人剂量占个人剂量约束值 0.5mSv/a 的0.618%，远小于本项目公众剂量约束值。

本项目生产期气态源项所致的个人有效剂量较小，均低于相应的剂量约束值，且本项目周围人口稀少，集体有效剂量也较小。因此，本项目各时期气态流出物对环境的影响在可接受范围之内。叠加钱II工程全矿气态源所致剂量后，所致周围公众附加剂量满足剂量约束值要求，对周围公众和环境的影响也是可接受的。

14.1.6 地下水环境影响评价

分别对原地浸出井场运行期和生产结束后关停期地下水环境影响、蒸发池地下水环境影响进行了分析。

1) 运行期井场地下水环境影响评价

应用 GMS 地下水迁移数值模拟软件对生产期间井场地下水环境影响进行了预测评价。

$U_{\text{天然}}$ 在生产期末第 13a 时, $U_{\text{天然}}$ 在地下水水流方向向下游的迁移距离约为 89m, 89m 以外基本处于本底水平; Cl⁻ 在生产期末第 13a 时, Cl⁻ 在地下水水流方向向下游的迁移距离约为 68m, SO₄²⁻ 在地下水水流方向向下游的迁移距离约为 80m, 80m 以外满足《地下水质量标准》(GB14848-2017) III 类标准; 由于本项目含矿含水层位于地下 400m 左右, 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。

2) 关停期井场地下水环境影响分析

钱 IV 块地浸采铀工程所在区域含矿含水层属于低渗透性砂岩岩性, 井场关停期间井场残余液主要依靠天然水力坡度向下游迁移, 由于含水层渗透性差、水力坡度小, 依靠天然水力坡度而发生的残余液迁移距离十分有限; CO₂+O₂ 中性浸出工艺环境更加友好, 井场停产后, 地下水中残余的溶解物质受含水层自身阻滞作用的影响, 溶解组分的迁移会限制在一定范围内; 另外, 首采段位于备采段的地下水上游, 关停期间首采段残余液会迁移至新开拓采区, 避免对地下水的影响; 最后, 通过抽出控制的方式, 可以形成新的低水位区, 进而有效控制井场残余液的迁移范围。因此在关停期, 井场残余液对地下水环境的影响较小。

3) 蒸发池地下水环境影响分析

蒸发池采用土工膜+粘土的防渗结构, 蒸发池中废水少量穿透复合防渗结构的时间约为 1416a, 因此在正常生产期间, 蒸发池废水不会污染地下水。

14.1.7 非放射性大气环境影响评价

1) 大气

盐酸库无组织排放的 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。

2) 水环境

生活污水分别进入生产区及生活区化粪池处理后统一运至通辽市进行处理,不外排,因此不会对项目周边的水环境产生影响。

3) 噪声

本项目噪声源强小,经采取降噪措施后,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。

4) 固体废物

固体废物处理均得到了有效的处置,不会对环境产生明显的影响。

14.1.8 事故环境影响分析

运行工况下可能造成的辐射影响事故为非控制性抽注失衡、事故性停产、跑冒滴漏、管道断裂、钻孔密封不良、蒸发池泄漏等,但事故工况下对环境的影响较小。

盐酸储罐泄漏后环境影响预测结果表明:在任何气象条件下,都不会出现半致死浓度,最大落地浓度出现在围堰范围内,短间接触容许浓度范围内无居民点;储罐泄露后的最大落地浓度均小于半致死浓度,不会造成人员伤亡,事故风险值为 0,小于化工行业风险值 8.33×10^{-5} 人/a,属于可接受水平。

蒸发池泄露后环境影响预测结果表明,随着泄露时间的延长,污染晕逐渐向蒸发池周围扩散,生产期末第 13a 时,蒸发池泄露核素 $U_{\text{天然}}$ 向地下水下游最大迁移距离约为 6m。第 100a 时, $U_{\text{天然}}$ 向下游最大迁移距离为 145m,侧向最大迁移距离约为 97m。

总体来看,本项目发生的环境事故在可接受范围内,且项目生产中均会采取相应的事故预防措施,确保生产安全稳定运行。因此,在确保事故防范措施和应急措施全部落实的情况下,从事故风险评价的角度分析,本项目是可行的。

14.1.9 公众参与结论

中核通辽铀业有限责任公司在本报告编制期间，共开展两次公示、一次公众参与调查，发放调查表 50 份，回收 50 份，有效回收率为 100%。由公众参与结果可知，当地公众对本项目的建设是持积极态度的，对于制定的辐射环境保护措施，当地公众给与了充分的肯定。

14.1.10 环境管理与监测计划

本项目环境管理中核通辽铀业有限责任公司的管理机构，实行环境保护总经理负责制，且本项目设置专门的环境保护和辐射防护管理机构，配有专职安全环保管理人员负责环境管理和辐射防护监测任务，并负责制定各种维护管理制度，进行定期的检查和监督，以保证环保设施的正常进行。

本项目根据设施的性质、规模及运行情况，制定了流出物监测计划和常规环境监测计划，由中核通辽铀业有限责任公司环境保护和辐射防护管理机构负责，并配置了部分监测设备，对本单位无监测能力的项目，委托具有相应资质的单位进行监测。

14.1.11 总结论

综上所述，钱家店铀矿床钱 IV 块的开发建设符合国家产业政策和集团公司规划，场址选择合理，生产过程中产生的污染物均采取了有效的防治措施，污染物可实现达标排放，生态保护措施可行。项目生产过程中对地下水、大气、声环境、生态环境的影响可接受，公众受照剂量满足剂量约束值的要求，项目正常运行情况下环境影响较小，事故情况下环境影响可接受。因此，从环境保护角度来讲，本项目的实施是可行的。

14.2 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。

附录一 气态途径辐射环境影响预测模式与参数

一、大气扩散模式

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

AERMOD 中既适用于 CBL 也适用于 SBL 的通用浓度公式为：

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

式中：

Q—源强，即污染物单位时间排放量；

u—有效风速；

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

1) 对流条件下 CBL 中的浓度

对于本项目来说，主要考虑地面直接源对下风向浓度的影响，其浓度计算公式为：

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

式中：

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

u—排气筒出口处风速；

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

j=1 或 2，分别代表上升和下沉部分。

2) 稳定条件下 SBL 中的浓度

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

式中：

z_{ieff} —有效机械混合层高度；

h_{es} —烟羽高度（烟囱高度加烟气抬升高度）；

F_y —横向分布函数（有迂回）。

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

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

当 $z_r \geq z_{ieff}$ 时，不考虑有效反射面。

3) 污染物扩散过程中的衰减作用

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

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

$$\text{或 } D = 1 \quad (\psi = 0)$$

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

式中：

ψ —污染物的衰减系数；

$T_{1/2}$ —污染物的半衰期，s。

4) 面源计算模式

对于面源，AERMOD 采用数值积分的处理方法，计算公式如下：

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

式中：

Q_A —面源释放率， $g/m^2 \cdot s$ ；

K —单位转换系数；

D —污染物衰减项；

σ_y —水平扩散系数，m；

σ_z —垂直扩散系数，m；

u_s —排放源高度处的风速，m/s；

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

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

二、剂量估算模式

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

1) 公众个人剂量

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

式中：

C_{Rn} — ^{222}Rn 浓度， Bq/m^3 ；

T —受照时间，h，全年取 8760h；

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

2) 公众集体剂量

集体剂量估算与评价范围及评价范围内的人口数有关，计算公式如下：

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

式中：

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

E_i — i 子区的个人剂量代表值， Sv/a ；

R_i — i 子区的人口数，人。

附录二 AERSCREEN 估算模式相关参数

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 排放造成的环境影响进行预测和评价，详细参数如下：

AERSCREEN 估算模式相关参数选择			
	参数名称	参数选择	备注
土地利用	类型	草地	AERMET 通用地表类型
	地表扇区	1	
源项	类型	面源	
	名称	HCl	
	标准值, $\mu\text{g}/\text{m}^3$	50	
	排放高度, m	3.5	
	出口内径, m	0.18	
	温度, $^{\circ}\text{C}$	20	
	烟气流量, m^3/h	9043	
	排放量, kg/h	0.005	
受体	珠日干格勒嘎查距离, m	1420	
	二龙山嘎查距离, m	1710	
	后德日很格勒嘎查距离, m	1980	
	前德日很格勒嘎查距离, m	2110	
	三分场距离, m	4820	
	白音那村距离, m	4870	
气象参数	历史最低温度, $^{\circ}\text{C}$	-31.6	
	历史最高温度, $^{\circ}\text{C}$	38.9	
	最小风速, m/s	0.5	
	风速计高度, m	10	最小风速高度
	区域湿度条件	干燥	

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》和中华人民共和国国务院令 第 253 号《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《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报告表》的编制工作，请根据国家法律法规要求尽快开展工作。

特此委托。

中核通辽铀业有限责任公司

2019 年 5 月 15 日



ᠠᠨᠢᠭᠤᠯᠤᠯᠤᠰ ᠤᠨ ᠤᠨᠤᠯᠤᠰ ᠤᠨ ᠤᠨᠤᠯᠤᠰ ᠤᠨ ᠤᠨᠤᠯᠤᠰ ᠤᠨ ᠤᠨᠤᠯᠤᠰ ᠤᠨ ᠤᠨᠤᠯᠤᠰ ᠤᠨ ᠤᠨᠤᠯᠤᠰ

内蒙古自治区环境保护厅

内环函〔2018〕254号

内蒙古自治区环境保护厅 关于确认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 环境影响评价执行标准的函

中核通辽铀业有限责任公司：

你公司《关于确认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执行标准的申请函》收悉。经审核，对项目环境影响评价执行标准确认如下：

一、环境质量标准

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

（二）地表水环境执行《地表水环境质量标准》（GB3838-2002）中Ⅲ类标准；

(三) 声环境执行《声环境质量标准》(GB3096-2008)中2类标准;

(四) 土壤环境质量标准执行《土壤环境质量标准》(GB15618-1995)中二级标准。

二、污染物排放标准

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

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

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

三、辐射环境标准

(一) 《电离辐射防护与辐射源安全基本标准》(GB18871-2002);

(二) 《铀矿冶辐射防护与环境保护规定》(GB23727-2009);

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

内蒙古自治区环境保护厅

2018年7月25日



2014001425V

第1页 共13页

核工业东北分析测试中心



检测报告

报告编号：DB17-119-2

委托单位：中核通辽铀业有限公司

项目名称：钱IV块地浸出采铀工程环境质量现状监测

监(检)测项目：U、²²⁶Ra、²¹⁰Pb、²¹⁰Po 等

监(检)测日期：2017.08.04~2017.09.10

报告总页数：13页

中心主任(签章)：



报告签发人：

签发日期：

2017年9月15日

职务：主任

职称：研高

说 明

- 1、结果报告无“分析测试中心公章”和“分析测试报告专用章”无效；
- 2、结果报告无“报告签发人”签字无效；
- 3、结果报告不能随意改动，未经审核批准而更改的报告无效；
- 4、分析测试报告仅对所委托的样品负责；
- 5、未经本中心书面批准，不得部分复制报告；
- 6、若对报告有异议，应于收到报告之日起 15 日之内向我中心提出；
- 7、检测余样、副样按收样时商定的事宜处理，一般情况下副样保存三个月；
- 8、结果报告副本和检测原始记录在本中心保存六年。

单位名称：核工业东北分析测试中心

单位地址：辽宁省沈阳市皇姑区岐山东路 4 号

通讯地址：沈阳市 760 信箱

邮编：110032

业务电话：024—62264295，13019387686

投诉电话：13019387686，024-86276510

传真：024—62264200

E-mail: wangyux9@163.com

核工业东北分析测试中心 检测报告

监测项目： 空气中²²²Rn及子体 监测依据： GB/T14582-1993 报告编号： DB17-119-2
 监测日期： 2017.08.04~2017.08.12 监测点数： 9

序号	监测点 编号	监测地点	GPS 坐标	第 1 天				第 2 天				第 3 天			
				风 向	风 速	²²² Rn (Bq/m ³)	氡子体 α 潜 能 (nJ/m ³)	风 向	风 速	²²² Rn (Bq/m ³)	氡子体 α 潜 能 (nJ/m ³)	风 向	风 速	²²² Rn (Bq/m ³)	氡子体 α 潜 能 (nJ/m ³)
1	气-1	钱IV矿区拟建 井场东侧	N:43°51' 27.69" E:122°37' 11.06"	南	3.2	7.66	23.92	南	3.3	5.44	15.60	南	2.9	6.04	18.61
2	气-2	钱IV矿区拟建 井场西侧	N:43°51' 25.23" E:122°37' 7.07"	南	3.9	5.91	18.42	南	3.2	6.16	17.29	南	3.1	6.72	18.92
3	气-3	钱IV矿区拟建 蒸发池	N:43°51' 22.93" E:122°37' 10.48"	南	3.9	5.91	19.38	南	3.2	6.25	18.77	南	2.9	6.91	21.28
4	气-4	钱IV矿区拟建 水冶厂	N:43°50' 57.81" E:122°36' 50.74"	南	0.7	7.74	22.99	南	1.2	7.16	21.20	南	1.3	7.39	23.56
5	气-5	二龙山嘎查	N:43°50' 18.75" E:122°36' 45.94"	西南	1.9	7.73	22.45	南	1.8	6.79	18.89	南	1.6	5.80	17.98
6	气-6	前德日很格勒 嘎查	N:43°50' 35.93" E:122°39' 16.55"	南	1.4	6.57	19.62	南	1.3	5.76	17.52	南	1.2	5.19	15.64
7	气-7	东四家子分场	N:43°52' 40.43" E:122°32' 51.91"	南	1.2	5.46	15.72	南	0.9	5.21	17.17	南	1.1	5.80	16.37
8	气-8	珠日干格勒嘎 查	N:43°50' 22.36" E:122°36' 2.24"	南	0.6	7.58	23.12	南	0.6	7.32	21.42	南	0.7	7.83	24.39
9	气-9	后德日很格勒 嘎查	N:43°51' 20.07" E:122°39' 25.51"	南	1.0	6.63	18.90	南	1.9	5.79	16.66	南	1.8	6.07	19.63

打印：祁峰

校核：付林

核工业东北分析测试中心

检测报告

报告编号: DB17-119-2

EJT/979-1995

监测依据:

2017.08.04~2017.08.06

场地氡析出率

监测日期:

监测点数: 4

序号	监测点编号	监测地点	GPS 坐标	第 1 天			第 2 天			第 3 天		
				风向	风速	^{222}Rn 析出率 [Bq/(m ² ·s)]	风向	风速	^{222}Rn 析出率 [Bq/(m ² ·s)]	风向	风速	^{222}Rn 析出率 [Bq/(m ² ·s)]
1	析出-1	钱IV矿区拟建井场东侧	N:43°51' 27.69" E:122°37' 11.06"	南	3.2	3.20E-03	南	3.3	2.84E-03	南	2.9	3.35E-03
2	析出-2	钱IV矿区拟建井场西侧	N:43°51' 25.23" E:122°37' 7.07"	南	3.9	3.52E-03	南	3.2	3.76E-03	南	3.1	3.28E-03
3	析出-3	钱IV矿区拟建蒸发池	N:43°51' 22.93" E:122°37' 10.48"	南	3.9	3.75E-03	南	3.2	3.43E-03	南	2.9	2.22E-03
4	析出-4	钱IV矿区拟建水冶厂	N:43°50' 57.81" E:122°36' 50.74"	南	0.7	3.59E-03	南	1.2	2.15E-03	南	1.3	3.60E-03

打印: 祁峰

校核: 付琳

157, 2017

核工业东北分析测试中心

检测报告

报告编号: DB17-119-2

监测项目: 地表 γ 辐射空气吸收剂量率 监测依据: GB/T14583-1993

监测日期: 2017.08.04~2017.08.06 监测点数: 9

序号	监测点编号	监测地点	GPS 坐标	地表 γ 辐射空气 吸收剂量率 (均值)
				nGy/h
1	γ -1	钱IV矿区拟建井场东侧	N:43°51' 27.69" E:122°37' 11.06"	82
2	γ -2	钱IV矿区拟建井场西侧	N:43°51' 25.23" E:122°37' 7.07"	81
3	γ -3	钱IV矿区拟建蒸发池	N:43°51' 22.93" E:122°37' 10.48"	81
4	γ -4	钱IV矿区拟建水冶厂	N:43°50' 57.81" E:122°36' 50.74"	78
5	γ -5	珠日干格勒嘎查	N:43°50' 22.36" E:122°36' 2.24"	75
6	γ -6	二龙山嘎查	N:43°50' 18.75" E:122°36' 45.94"	76
7	γ -7	后德日很格勒嘎查	N:43°51' 20.07" E:122°39' 25.51"	75
8	γ -8	前德日很格勒嘎查	N:43°50' 35.93" E:122°39' 16.55"	74
9	γ -9	东四家子分场	N:43°52' 40.43" E:122°32' 51.91"	75

打印: 祁峰

校核: 付琳

核工业东北分析测试中心 检测报告

样品名称: 地下水 样品数量: 9 检测类别: 委托 报告编号: DB17-119-2
 采样日期: 2017.08.04~2017.08.10 检测日期: 2017.08.11~2017.09.10
 检测项目或参数: U 天然、²²⁶Ra、²¹⁰Po、²¹⁰Pb、pH、As、Zn、Pb、Cd、Cr⁶⁺、Fe、Mn、Hg、Cu、Ni、Mo、HCO₃⁻、SO₄²⁻、CL⁻、F⁻、TDS、总硬度、
 硝酸盐、亚硝酸盐、氨氮、耗氧量
 检测依据: HJ840-2017; GB/T11214-1989; HJ813-2016; EJ/T859-1994; GB/T6920-1986 ; HJ700-2014; HJ694-2014; GB/T 7467-1987; DZ/T0064.49-1993;
 HJ84-2016 ; DZ/T0064.9-1993; DZ/T0064.15-1993; HJ536-2009 ; DZ/T0064.68-1993

序号	监测点编号	样品名称	U 天然		²²⁶ Ra	²¹⁰ Po	²¹⁰ Pb		pH	As	Zn	Pb	Cd	Cr ⁶⁺	Fe	Mn	Hg	Cu	Ni
			mg/L	Bq/L	Bq/L	Bq/L													
1	SW-1B	含矿含水层段水文孔	0.30	0.85	/	/	/	8.60	0.019	7.62	1.00	0.18	7.80	58.14	0.91	0.12	1.18	0.12	
2	SW-3A	含矿含水层段水文孔	0.17	0.62	/	/	/	8.45	0.010	0.44	0.35	0.11	10.70	61.52	0.76	0.13	0.90	0.11	
3	SW-4A	含矿含水层段水文孔	0.11	0.53	/	/	/	8.64	0.013	5.00	0.17	0.07	7.37	41.10	0.26	0.094	0.75	0.050	
4	SW-5A	含矿含水层段水文孔	0.46	1.25	0.82	0.99	/	8.55	0.019	0.44	0.089	0.19	7.79	34.71	0.29	0.052	0.58	0.031	
5	SW-6A	含矿含水层段水文孔	0.26	0.45	/	/	/	8.66	0.020	9.04	0.061	0.13	8.94	20.07	0.22	0.060	0.56	0.050	
6	SW-7A	含矿含水层段水文孔	0.23	0.68	/	/	/	8.65	0.025	1.83	0.18	0.14	5.04	93.62	0.19	0.070	0.69	0.062	
7	SW-5D	监测孔水样-上含水层	0.060	0.085	0.065	0.059	/	8.50	0.002	1.93	0.19	0.14	5.40	22.66	0.32	0.14	0.28	0.062	
8	SW-5C	监测孔水样	0.14	0.40	/	/	/	8.44	0.015	0.84	0.10	0.07	5.34	19.22	0.01	0.066	0.91	0.12	
9	SW-7B(GC-06)	监测孔水样	0.16	0.026	/	/	/	8.86	0.008	1.31	0.18	0.10	9.76	100	1.01	0.094	0.37	0.24	

打印: 祁峰

校核: 付林

核工业东北分析测试中心

检测报告

样品名称: 地下水 样品数量: 9 检测类别: 2017.08.11~2017.09.10 报告编号: DB17-119-2
 委托
 采样日期: 2017.08.04~2017.08.10 检测日期: 2017.08.11~2017.09.10
 检测项目或参数: U 、 ^{226}Ra 、 ^{210}Po 、 ^{210}Pb 、pH、As、Zn、Pb、Cd、 Cr^{6+} 、Fe、Mn、Hg、Cu、Ni、Mo、 HCO_3^- 、 SO_4^{2-} 、 Cl^- 、F⁻、TDS、总硬度、硝酸盐、亚硝酸盐、氨氮、耗氧量
 检测依据: HJ840-2017; GB/T11214-1989; HJ813-2016; EJT859-1994; GB/T6920-1986 ; HJ700-2014; HJ694-2014; GB/T 7467-1987; DZ/T0064.49-1993; HJ84-2016 ; DZ/T0064.9-1993; DZ/T0064.15-1993; HJ536-2009 ; DZ/T0064.68-1993

序号	监测点编号	样品名称	Mo ug/L	HCO ₃ ⁻ mg/L	SO ₄ ²⁻ mg/L	Cl ⁻ mg/L	F ⁻ mg/L	TDS mg/L	总硬度 (以CaCO ₃ 计) mg/L	硝酸盐 (以N计) mg/L	亚硝酸盐 (以N计) mg/L	氨氮 (以N计) mg/L	耗氧量 (COD _{Mn} 以O ₂ 计) mg/L
1	SW-1B	含矿含水层段水文孔	124	1922	62.01	124	23.54	2389	29.02	2.33	0.001	0.028	0.88
2	SW-3A	含矿含水层段水文孔	90.97	2136	69.61	106	26.25	2486	44.04	1.25	0.002	0.027	1.32
3	SW-4A	含矿含水层段水文孔	58.92	2075	35.76	122	25.43	2515	21.02	2.14	0.002	0.028	0.80
4	SW-5A	含矿含水层段水文孔	138	1861	76.41	124	26.68	2239	40.03	1.04	0.002	0.023	1.61
5	SW-6A	含矿含水层段水文孔	95.66	1922	68.26	115	27.26	2291	24.02	2.04	0.002	0.032	0.72
6	SW-7A	含矿含水层段水文孔	108	1770	70.86	101	24.48	2336	40.03	2.04	0.001	0.026	0.88
7	SW-5D	监测孔水样-上含水层	106	1464	69.29	128	33.66	2027	31.02	1.90	0.002	0.054	0.92
8	SW-5C	监测孔水样	60.96	2014	47.43	121	28.01	2447	20.02	2.84	0.002	0.033	0.96
9	SW-7B(GC-06)	监测孔水样	94.10	1526	73.47	115	28.66	2168	23.02	1.16	0.001	0.029	0.92

打印: 祁峰

校核: 付林

核工业东北分析测试中心 检测报告

样品名称: 民井水 样品数量: 4 检测类别: 委托 报告编号: DB17-119-2
 采样日期: 2017.08.04~2017.8.10 检测日期: 2017.08.11~2017.09.10
 检测项目或参数: $U_{天然}$ 、 ^{226}Ra 、 ^{210}Po 、 ^{210}Pb 、pH、As、Zn、Pb、Cd、 Cr^{6+} 、Fe、Mn、Hg、Cu、Ni、Mo、 HCO_3^- 、 SO_4^{2-} 、CL⁻、F⁻、TDS、
 总硬度、硝酸盐、亚硝酸盐、氨氮、耗氧量
 检测依据: HJ840-2017; GB/T11214-1989; HJ813-2016; EJ/T859-1994; GB/T6920-1986; HJ700-2014; HJ694-2014; GB/T 7467-1987; DZ/T0064.49-1993;
 HJ84-2016 ; DZ/T0064.9-1993; DZ/T0064.15-1993; HJ536-2009; DZ/T0064.68-1993

序号	监测点编号	样品名称	$U_{天然}$		^{226}Ra		^{210}Po		^{210}Pb		pH	As	Zn	Pb	Cd	Cr^{6+}	Fe	Mn	Hg	Cu	Ni	Mo
			ug/L	mBq/L	mBq/L	mBq/L	ug/L	ug/L	ug/L	ug/L												
1	民井 1	珠日干格勒嘎查民井水	0.46	2.12	2.02	1.98	7.37	3.09	21.17	0.11	0.14	4.62	189	80.15	0.056	2.49	0.067	0.002				
2	民井 2	后德日很格勒嘎查民井水	0.23	1.45	1.32	1.28	7.24	2.07	0.37	0.06	0.24	4.13	232	161	0.053	1.30	0.056	0.002				
3	民井 3	二龙山嘎查民井水	2.23	3.55	/	/	7.32	2.77	1.04	0.19	0.29	4.19	277	52.29	0.052	2.08	0.047	0.011				
4	民井 4	乌日吐芒哈嘎查民井水 (对照点)	0.58	2.32	/	/	7.12	1.10	0.86	0.42	0.22	4.43	685	213	0.052	2.09	0.043	0.002				

打印: 祁峰

校核: 付琳

核工业东北分析测试中心 检测报告

样品名称: 民井水 样品数量: 4 检测类别: 报告编号: DBI7-119-2
 委托
 采样日期: 2017.08.04~2017.08.10 检测日期: 2017.08.11~2017.09.10
 检测项目或参数: $U_{天然}$ 、 ^{226}Po 、 ^{210}Po 、pH、As、Zn、Pb、Cd、 Cr^{6+} 、Fe、Mn、Hg、Cu、Ni、Mo、 HCO_3^- 、 SO_4^{2-} 、 Cl^- 、F⁻、TDS、
 总硬度、硝酸盐、亚硝酸盐、氨氮、耗氧量
 检测依据: HJ840-2017; GB/T11214-1989; HJ813-2016; EJT859-1994; GB/T6920-1986; HJ700-2014; HJ694-2014; GB/T 7467-1987; DZ/T0064.49-1993;
 HJ84-2016; DZ/T0064.9-1993; DZ/T0064.15-1993; HJ536-2009; DZ/T0064.68-1993

序号	监测点编号	样品名称	HCO ₃ ⁻		SO ₄ ²⁻	Cl ⁻	F ⁻	TDS	总硬度 (以CaCO ₃ 计)	硝酸盐 (以N计)	亚硝酸盐 (以N计)	氨氮 (以N计)	耗氧量 (COD _{Mn} 以O ₂ 计)
			mg/L	mg/L									
1	民井 1	珠日干格勒嘎 查民井水	427	10.33	35.45	0.34	390	242	0.39	0.002	0.069	3.20	
2	民井 2	后德日很格勒 嘎查民井水	397	4.06	44.31	0.72	331	314	0.34	0.002	0.065	2.56	
3	民井 3	二龙山嘎查民 井水	284	39.63	54.95	0.83	391	268	8.30	0.010	0.087	2.28	
4	民井 4	乌日吐芒哈嘎 查民井水 (对照点)	403	26.11	90.40	0.54	730	402	0.56	0.002	0.054	4.48	

打印: 祁峰

校核: 付琳

核工业东北分析测试中心

检测报告

监测项目： TSP
 监测日期： 2017.08.04~2017.08.06
 监测依据： GB/T15432-1995
 监测点数： 2
 报告编号： DB17-119-2

序号	监测点编号	监测地点	GPS 坐标	第 1 天			第 2 天			第 3 天		
				风向	风速	TSP (ug/m ³)	风向	风速	TSP (ug/m ³)	风向	风速	TSP (ug/m ³)
1	T-1	珠日干格勒嘎查	N:43°50' 22.36" E:122°36' 2.24"	南	0.6	85.37	南	0.6	93.25	南	0.7	90.21
2	T-2	后德日很格勒嘎查	N:43°51' 20.07" E:122°39' 25.51"	南	1.0	92.16	南	1.9	96.12	南	1.8	87.81

打印：祁峰

审核：付琳

核工业东北分析测试中心 检测报告

样品名称: 土壤 样品数量: 7 检测类别: 委托 报告编号: DB17-119-2
 采样日期: 2017.08.04~2017.08.10 检测日期: 2017.08.11~2017.09.10
 检测项目或参数: U_{天然}, ²²⁶Ra, pH, As, Cd, Hg, Pb, Cr, Zn, Ni, Cu
 检测依据: HJ840-2017; GB/T13073-2010; GB7859-1987; GB/T22105-2008; GB/T14506.30-2010

序号	监测点编号	监测地点	GPS 坐标	U _{天然}	²²⁶ Ra	pH	As	Cd	Hg	Pb	Cr	Zn	Ni	Cu
				ug/g	Bq/kg									
1	土-1	钱IV矿区拟建井场东侧	N:43°51' 27.69" E:122°37' 11.06"	1.08	15.38	8.01	5.49	0.091	80.43	12.78	10.61	17.84	55.88	6.85
2	土-2	钱IV矿区拟建井场西侧	N:43°51' 25.23" E:122°37' 7.07"	1.08	15.37	8.25	5.48	0.091	80.95	13.61	26.99	22.23	12.96	4.83
3	土-3	钱IV矿区拟建蒸发池	N:43°51' 22.93" E:122°37' 10.48"	0.87	9.62	9.04	2.93	0.12	81.38	11.67	24.98	16.57	8.83	5.38
4	土-4	钱IV矿区拟建水冶厂	N:43°50' 57.81" E:122°36' 50.74"	0.78	9.96	9.12	2.59	0.34	83.14	12.03	20.39	16.23	13.01	4.29
5	土-5	珠日干格勒嘎查	N:43°50' 22.36" E:122°36' 2.24"	0.88	10.95	8.82	3.63	0.13	81.23	11.10	4.84	17.16	44.78	7.24
6	土-6	后德日很格勒嘎查	N:43°51' 20.07" E:122°39' 25.51"	0.82	11.15	7.34	3.32	0.092	77.31	12.20	11.81	14.44	14.27	4.80
7	土-7	乌日吐芒哈嘎查(对照点)	N:43°54' 2.75" E:122°38' 52.59"	1.05	13.40	8.42	2.33	0.11	84.97	11.06	25.75	22.23	18.89	5.36

打印: 祁峰

校核: 付林

核工业东北分析测试中心 检测报告

样品名称: 生物样品 样品数量: 5 报告编号: DB17-119-2
 采样日期: 2017.08.04~2017.08.10 检测类别: 委托
 检测项目或参数: $U_{天然}$, ^{226}Ra , ^{226}Ra 检测日期: 2017.08.11~2017.09.10
 检测依据: HI840-2017; GB14883.6-2016

序号	监测点编号	监测地点	GPS 坐标	玉米		牧草		鸡肉	
				$U_{天然}$ ug/kg, 鲜重	^{226}Ra Bq/kg, 鲜重	$U_{天然}$ ug/kg, 鲜重	^{226}Ra Bq/kg, 鲜重	$U_{天然}$ ug/kg, 鲜重	^{226}Ra Bq/kg, 鲜重
1	BI-1	钱IV矿区拟建井场东侧	N:43°51' 27.69" E:122°37' 11.06"	0.46	0.045	0.60	0.031	/	/
2	BI-2	钱IV矿区拟建井场西侧	N:43°51' 25.23" E:122°37' 7.07"	0.47	0.042	0.67	0.040	/	/
3	BI-3	钱IV矿区拟建蒸发池	N:43°51' 22.93" E:122°37' 10.48"	0.41	0.043	0.70	0.035	/	/
4	BI-4	后德日很格勒嘎查	N:43°51' 20.07" E:122°39' 25.51"	0.43	0.046	0.70	0.036	/	/
5	BI-5	珠日干格勒嘎查	N:43°50' 22.36" E:122°36' 2.24"	0.43	0.038	0.70	0.031	0.52	0.046

打印: 祁峰

审核: 付琳



核工业东北分析测试中心 检测报告

监测项目： 噪声 监测依据： GB3096-2008 报告编号： DB17-119-2
监测日期： 2017.08.04~2017.08.05 监测点数： 2

序号	监测点编号	监测地点	GPS 坐标	第 1 天		第 2 天	
				Ld	Ln	Ld	Ln
1	N-1	珠日干格勒嘎查	N:43°50' 22.36" E:122°36' 2.24"	dB(A) 53	dB(A) 43	dB(A) 54	dB(A) 43
2	N-2	后德日很格勒嘎查	N:43°51' 20.07" E:122°39' 25.51"	55	43	52	44

以下空白

以下空白

打印：祁峰

校核：付琳



核工业东北分析测试中心



检测报告

报告编号： DB19-023A

委托单位： 中核通辽铀业有限公司

项目名称： 钱家店铀矿床钱 IV 块地浸出采铀工程旱季环境质量现状监测

监 (检)测项目： U、²²⁶Ra、²¹⁰Pb、²¹⁰Po 等

监 (检)测日期： 2019-3-19~2019-4-30

报告总页数： 14 页

中心主任 (签章)：



报告签发人：

签发日期：

王学印
2019年 4月 30日

职务：

日期

主任

职称：

研究员

说 明

- 1、结果报告无“分析测试中心公章”和“分析测试报告专用章”无效；
- 2、结果报告无“报告签发人”签字无效；
- 3、结果报告不能随意改动，未经审核批准而更改的报告无效；
- 4、分析测试报告仅对所委托的样品负责；
- 5、未经本中心书面批准，不得部分复制报告；
- 6、若对报告有异议，应于收到报告之日起 15 日之内向我中心提出；
- 7、检测余样、副样按收样时商定的事宜处理，一般情况下副样保存三个月；
- 8、结果报告副本和检测原始记录在本中心保存六年。

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

检测报告

报告编号: DB19-023A

监测项目: 空气中²²²Rn及子体 监测依据: GB/T14582-1993

监测日期: 2019-3-19~2019-3-26 监测点数: 9

序号	监测点编号	监测地点	GPS 坐标	第 1 天				第 2 天				第 3 天			
				风向	风速	²²² Rn (Bq/m ³)	氡子体 α 潜能 (nJ/m ³)	风向	风速	²²² Rn (Bq/m ³)	氡子体 α 潜能 (nJ/m ³)	风向	风速	²²² Rn (Bq/m ³)	氡子体 α 潜能 (nJ/m ³)
1	气-1	钱IV矿区拟建井场东侧	N:43°51' 27.69" E:122°37' 11.06"	东北	6.1	5.69	12.62	西北	6.4	4.16	9.22	西北	2.8	5.06	14.85
2	气-2	钱IV矿区拟建井场西侧	N:43°51' 25.23" E:122°37' 7.07"	东北	6.5	4.78	10.59	西北	6.3	4.62	10.25	西北	3.0	5.21	15.00
3	气-3	钱IV矿区拟建蒸发池	N:43°51' 22.93" E:122°37' 10.48"	东北	4.9	4.15	10.34	西北	5.8	5.04	12.58	西北	2.6	5.76	16.91
4	气-4	钱IV矿区拟建水冶厂	N:43°50' 57.81" E:122°36' 50.74"	东北	3.7	6.53	18.82	西北	5.7	5.22	13.30	西北	2.8	5.93	17.08
5	气-5	二龙山嘎查	N:43°50' 18.75" E:122°36' 45.94"	东北	2.2	6.45	19.65	西北	2.7	5.15	15.69	西北	1.8	4.73	14.42
6	气-6	前德日很格勒嘎查	N:43°50' 35.93" E:122°39' 16.55"	东北	2.4	5.54	16.88	西北	3.1	4.20	12.81	西北	1.7	4.54	14.34
7	气-7	东四家子分场	N:43°52' 40.43" E:122°32' 51.91"	东北	2.7	4.91	14.97	西北	2.6	4.39	13.39	西北	1.8	5.04	15.35
8	气-8	珠日干格勒嘎查	N:43°50' 22.36" E:122°36' 2.24"	东北	2.6	5.50	17.05	西北	3.3	5.18	15.21	西北	1.5	6.29	19.17
9	气-9	后德日很格勒嘎查	N:43°51' 20.07" E:122°39' 25.51"	东北	3.5	5.95	17.15	西北	2.7	4.68	14.24	西北	1.5	5.35	16.89

打印: 祁峰

审核: *张*



核工业东北分析测试中心

检测报告

监测项目: 场地氡析出率 监测依据: EJT/979-1995 报告编号: DB19-023A
 监测日期: 2019-3-19~2019-3-26 监测点数: 4

序号	监测点编号	监测地点	GPS 坐标	第 1 天			第 2 天			第 3 天		
				风向	风速	^{222}Rn 析出率 [Bq/(m ² ·s)]	风向	风速	^{222}Rn 析出率 [Bq/(m ² ·s)]	风向	风速	^{222}Rn 析出率 [Bq/(m ² ·s)]
1	析出-1	钱IV矿区拟建井场东侧	N:43°51' 27.69" E:122°37' 11.06"	东北	6.1	2.27E-03	西北	6.4	2.62E-03	西北	2.8	2.99E-03
2	析出-2	钱IV矿区拟建井场西侧	N:43°51' 25.23" E:122°37' 7.07"	东北	6.5	2.87E-03	西北	6.3	3.34E-03	西北	3.0	2.65E-03
3	析出-3	钱IV矿区拟建蒸发池	N:43°51' 22.93" E:122°37' 10.48"	东北	4.9	2.79E-03	西北	5.8	2.79E-03	西北	2.6	3.15E-03
4	析出-4	钱IV矿区拟建水冶厂	N:43°50' 57.81" E:122°36' 50.74"	东北	3.7	2.97E-03	西北	5.7	1.79E-03	西北	2.8	2.97E-03

打印: 祁峰

校核: 

核工业东北分析测试中心

检测报告

报告编号: DB19-023A

监测项目: 地表 γ 辐射空气吸收剂量率 监测依据: GB/T14583-1993
 监测日期: 2019-3-21~2019-3-25 监测点数: 9

序号	监测点编号	监测地点	GPS 坐标	地表 γ 辐射空气 吸收剂量率 (均值)
				nGy/h
1	γ -1	钱IV矿区拟建井场东侧	N:43°51' 27.69" E:122°37' 11.06"	83
2	γ -2	钱IV矿区拟建井场西侧	N:43°51' 25.23" E:122°37' 7.07"	82
3	γ -3	钱IV矿区拟建蒸发池	N:43°51' 22.93" E:122°37' 10.48"	80
4	γ -4	钱IV矿区拟建水冶厂	N:43°50' 57.81" E:122°36' 50.74"	77
5	γ -5	珠日干格勒嘎查	N:43°50' 22.36" E:122°36' 2.24"	74
6	γ -6	二龙山嘎查	N:43°50' 18.75" E:122°36' 45.94"	75
7	γ -7	后德日很格勒嘎查	N:43°51' 20.07" E:122°39' 25.51"	76
8	γ -8	前德日很格勒嘎查	N:43°50' 35.93" E:122°39' 16.55"	75
9	γ -9	东四家子分场	N:43°52' 40.43" E:122°32' 51.91"	74

打印: 祁峰

校核: 

核工业东北分析测试中心 检测报告

样品名称: 地下水 样品数量: 9 检测类别: 委托 报告编号: DB19-023A
 采样日期: 2019-3-19-2019-3-26 检测日期: 2019-3-26-2019-4-30
 检测项目或参数: U 天然、²²⁶Ra、²¹⁰Pb、pH、As、Zn、Pb、Cd、Cr⁶⁺、Fe、Mn、Hg、Cu、Ni、Mo、HCO₃⁻、SO₄²⁻、CL⁻、F⁻、TDS、总硬度、硝酸盐、亚硝酸盐、氨氮、耗氧量
 检测依据: HJ840-2017; GB/T11214-1989; HJ813-2016; EJT859-1994; GB/T6920-1986; HJ700-2014; HJ694-2014; GB/T 7467-1987; DZ/T0064.49-1993; HJ84-2016; DZ/T0064.9-1993; DZ/T0064.15-1993; HJ536-2009; DZ/T0064.68-1993

序号	监测点编号	样品名称	U 天然	²²⁶ Ra	²¹⁰ Po	²¹⁰ Pb	PH	As	Zn	Pb
			mg/L	Bq/L	Bq/L	Bq/L				
1	SW-1B	含矿含水体水	0.35	0.75	/	/	8.63	0.022	4.54	0.20
2	SW-3A	含矿含水体水	0.22	0.60	/	/	8.15	0.014	1.16	0.98
3	SW-4A	含矿含水体水	0.18	0.39	/	/	8.53	0.016	7.00	0.14
4	SW-5A	含矿含水体水	0.48	1.14	0.73	0.78	8.58	0.023	0.35	0.18
5	SW-5C	含矿含水体水	0.21	0.39	0.24	0.27	8.39	0.016	0.78	0.47
6	SW-6A	含矿含水体水	0.17	0.89	/	/	8.62	0.008	3.90	1.86
7	SW-7A	含矿含水体水	0.24	0.33	/	/	8.84	0.021	2.84	1.94
8	SW-7B	含矿含水体水	0.10	0.029	/	/	8.74	0.006	2.32	1.58
9	SW-5D	上含水体水	0.091	0.064	0.051	0.049	8.39	0.004	1.04	0.56

打印: 祁峰

审核: 

核工业东北分析测试中心

检测报告

样品名称: 地下水 样品数量: 9 检测类别: 委托 报告编号: DB19-023A
 采样日期: 2019-3-19~2019-3-26 检测日期: 2019-3-26~2019-4-30
 检测项目或参数: $U_{天然}$, ^{226}Ra , ^{210}Po , ^{210}Pb , pH, As, Zn, Pb, Cd, Cr^{6+} , Fe, Mn, Hg, Cu, Ni, Mo, HCO_3^- , SO_4^{2-} , Cl^- , F⁻, TDS, 总硬度, 硝酸盐、亚硝酸盐、氨氮、耗氧量
 检测依据: HJ840-2017; GB/T11214-1989; HJ813-2016; EJT859-1994; GB/T6920-1986; HJ700-2014; HJ694-2014; GB/T 7467-1987; DZ/T0064.49-1993; HJ84-2016; DZ/T0064.9-1993; DZ/T0064.15-1993; HJ536-2009; DZ/T0064.68-1993

序号	监测点编号	样品名称	Cd ug/L	Cr^{6+} ug/L	Fe ug/L	Mn ug/L	Hg ug/L	Cu ug/L	Ni ug/L	Mo ug/L	HCO_3^- mg/L	SO_4^{2-} mg/L
1	SW-1B	含矿含水资源水	0.016	4.57	28.16	1.13	0.13	1.05	0.15	100	2136	69.41
2	SW-3A	含矿含水资源水	0.020	6.95	30.38	1.71	0.14	1.19	0.45	83.38	2326	66.66
3	SW-4A	含矿含水资源水	0.009	4.45	28.27	1.25	0.086	0.62	0.11	52.16	2206	38.43
4	SW-5A	含矿含水资源水	0.026	4.19	63.98	1.91	0.045	0.63	0.24	138	1739	78.59
5	SW-5C	含矿含水资源水	0.011	4.35	22.65	1.27	0.068	1.93	0.30	50.96	2220	41.34
6	SW-6A	含矿含水资源水	0.030	4.00	49.11	1.57	0.053	0.70	0.39	90.61	1648	65.60
7	SW-7A	含矿含水资源水	0.024	4.56	45.21	0.58	0.075	0.72	0.25	124	1811	76.85
8	SW-7B	含矿含水资源水	0.018	4.03	27.34	0.31	0.10	0.51	0.25	101	1519	70.42
9	SW-5D	上含水资源水	0.020	3.96	5.57	1.53	0.15	4.75	0.39	91.09	1794	62.24

打印: 祁峰

校核: 

核工业东北分析测试中心

检测报告

样品名称: 地下水 样品数量: 9 检测类别: 委托 报告编号: DB19-023A
 采样日期: 2019-3-19~2019-3-26 检测日期: 2019-3-26~2019-4-30
 检测项目或参数: $U_{天然}$, ^{226}Ra , ^{210}Po , pH, As, Zn, Pb, Cd, Cr^{6+} , Fe, Mn, Hg, Cu, Ni, Mo, HCO_3^- , SO_4^{2-} , CL⁻, F⁻, TDS, 总硬度、硝酸盐、亚硝酸盐、氨氮、耗氧量
 检测依据: HJ840-2017; GB/T11214-1989; HJ813-2016; EJ/T859-1994; GB/T6920-1986 ; HJ700-2014; HJ694-2014; GB/T 7467-1987; DZ/T0064.49-1993; HJ84-2016 ; DZ/T0064.9-1993; DZ/T0064.15-1993; HJ536-2009 ; DZ/T0064.68-1993

序号	监测点编号	样品名称	CL ⁻ mg/L	F ⁻ mg/L	TDS mg/L	总硬度 (以 CaCO ₃ 计) mg/L	硝酸盐 (以 N 计) mg/L	亚硝酸盐 (以 N 计) mg/L	氨氮 (以 N 计) mg/L	耗氧量 (COD _{Mn} ,以 O ₂ 计) mg/L
2	SW-3A	含矿含水体水	108	21.58	2492	29.02	0.20	0.002	0.023	2.08
3	SW-4A	含矿含水体水	123	21.23	2548	16.01	0.15	0.001	0.024	0.96
4	SW-5A	含矿含水体水	124	23.03	2271	14.01	0.21	0.002	0.020	1.15
5	SW-5C	含矿含水体水	118	23.65	2476	17.01	0.15	0.002	0.029	1.99
6	SW-6A	含矿含水体水	116	19.22	2005	30.02	0.15	0.002	0.029	1.78
7	SW-7A	含矿含水体水	103	19.34	2288	27.02	0.15	0.001	0.022	0.56
8	SW-7B	含矿含水体水	121	23.79	1974	27.02	0.16	0.001	0.024	0.57
9	SW-5D	上含水体水	127	27.48	2079	25.02	0.15	0.002	0.044	1.21

打印: 祁峰

审核: *WJH*

核工业东北分析测试中心 检测报告

样品名称: 民井水 样品数量: 4 检测类别: 委托 报告编号: DB19-023A
 采样日期: 2019-3-19-2019-3-26 检测日期: 2019-3-26-2019-4-30
 检测项目或参数: U_{天然}、²²⁶Ra、²¹⁰Po、²¹⁰Pb、pH、As、Zn、Pb、Cd、Cr⁶⁺、Fe、Mn、Hg、Cu、Ni、Mo、HCO₃⁻、SO₄²⁻、CL⁻、F⁻、TDS、总硬度、
 硝酸盐、亚硝酸盐、氨氮、耗氧量
 检测依据: HJ840-2017; GB/T11214-1989; HJ813-2016; EJ/T859-1994; GB/T6920-1986 ; HJ700-2014; HJ694-2014; GB/T 7467-1987; DZ/T0064.49-1993;
 HJ84-2016 ; DZ/T0064.9-1993; DZ/T0064.15-1993; HJ536-2009 ; DZ/T0064.68-1993

序号	监测点编号	样品名称	U _{天然}	²²⁶ Ra	²¹⁰ Po	²¹⁰ Pb	PH	As	Zn	Pb
			ug/L	mBq/L	mBq/L	mBq/L				
1	民井 1	珠日干格勒嘎查地下水	0.64	2.25	1.84	1.75	7.84	4.01	5.74	0.10
2	民井 2	后德日很格勒嘎查地下水	0.81	1.84	1.54	1.38	7.56	6.22	2.59	0.072
3	民井 3	二龙山嘎查地下水	1.17	1.98	/	/	7.86	0.85	1.75	0.22
4	民井 4	乌日吐芒嘎查地下水 (对照点)	0.41	2.25	/	/	7.54	0.76	1.32	0.33

打印: 祁峰

校核: 

核工业东北分析测试中心 检测报告

样品名称: 民井水 样品数量: 4 检测类别: 委托 报告编号: DB19-023A
 采样日期: 2019-3-19-2019-3-26 检测日期: 2019-3-26-2019-4-30
 检测项目或参数: U_{天然}、²²⁶Ra、²¹⁰Po、²¹⁰Pb、pH、As、Zn、Pb、Cd、Cr⁶⁺、Fe、Mn、Hg、Cu、Ni、Mo、HCO₃⁻、SO₄²⁻、CL⁻、F⁻、TDS、总硬度、硝酸盐、亚硝酸盐、氨氮、耗氧量
 检测依据: HJ840-2017; GB/T11214-1989; HJ813-2016; EJ/T859-1994; GB/T6920-1986 ; HJ700-2014; HJ694-2014; GB/T 7467-1987; DZ/T0064.49-1993; HJ84-2016 ; DZ/T0064.9-1993; DZ/T0064.15-1993; HJ536-2009 ; DZ/T0064.68-1993

序号	监测点编号	样品名称	Cd ug/L	Cr ⁶⁺ ug/L	Fe ug/L	Mn ug/L	Hg ug/L	Cu ug/L	Ni ug/L	Mo ug/L	HCO ₃ ⁻ mg/L	SO ₄ ²⁻ mg/L
1	民井 1	珠日干格勒嘎查地下水	0.039	2.63	90.31	79.55	0.066	0.62	0.17	0.03	375	8.44
2	民井 2	后德日很格勒嘎查地下水	0.049	2.35	129	155	0.054	1.97	0.086	0.02	394	4.47
3	民井 3	二龙山嘎查地下水	0.080	2.72	91.97	107	0.056	1.91	0.085	0.01	496	19.03
4	民井 4	乌日吐芒哈嘎查地下水(对照点)	0.058	2.24	325	120	0.055	0.62	0.06	0.02	321	16.65

打印: 祁峰

校核: *Handwritten Signature*

核工业东北分析测试中心

检测报告

样品名称: 民井水 样品数量: 4 检测类别: 委托 报告编号: DB19-023A
 采样日期: 2019-3-19~2019-3-26 检测日期: 2019-3-26~2019-4-30
 检测项目或参数: U_{天然}, ²²⁶Ra, ²¹⁰Po, ²¹⁰Pb, pH, As, Zn, Pb, Cd, Cr⁶⁺, Fe, Mn, Hg, Cu, Ni, Mo, HCO₃⁻, SO₄²⁻, Cl⁻, F⁻, TDS, 总硬度, 硝酸盐, 亚硝酸盐, 氨氮, 耗氧量
 检测依据: HJ840-2017; GB/T11214-1989; HJ813-2016; EJ/T859-1994; GB/T6920-1986; HJ700-2014; HJ694-2014; GB/T 7467-1987; DZ/T0064.49-1993; HJ84-2016; DZ/T0064.9-1993; DZ/T0064.15-1993; HJ536-2009; DZ/T0064.68-1993

序号	监测点编号	样品名称	CL ⁻	F ⁻	TDS	总硬度 (以CaCO ₃ 计)	硝酸盐 (以N计)	亚硝酸盐 (以N计)	氨氮 (以N计)	耗氧量 (COD _{Mn} 以O ₂ 计)
			mg/L	mg/L	mg/L	mg/L	mg/L	mg/L	mg/L	mg/L
1	民井 1	珠日干格勒嘎查地下水	34.88	0.69	388	311	0.28	0.001	0.052	3.19
2	民井 2	后德日很格勒嘎查地下水	35.48	0.86	331	261	0.27	0.002	0.051	1.80
3	民井 3	二龙山嘎查地下水	53.13	0.78	476	282	2.12	0.005	0.053	4.06
4	民井 4	乌日吐芒哈嘎查地下水(对照点)	69.29	0.80	578	377	0.47	0.002	0.040	2.32

打印: 祁峰

校核: 

核工业东北分析测试中心

检测报告

报告编号: DB19-023A

监测依据: GB/T15432-1995

TSP

2019-3-19~2019-3-22

2

监测项目:

监测日期:

监测依据:

监测点数:

序号	监测点编号	监测地点	GPS 坐标	第 1 天			第 2 天			第 3 天		
				风向	风速	TSP (ug/m ³)	风向	风速	TSP (ug/m ³)	风向	风速	TSP (ug/m ³)
1	T-1	珠日干格勒嘎查	N:43°50' 22.36" E:122°36' 2.24"	东北	2.6	94.25	西北	3.3	89.68	西北	1.5	89.25
2	T-2	后德日很格勒嘎查	N:43°51' 20.07" E:122°39' 25.51"	东北	3.5	95.23	西北	2.7	91.24	西北	1.5	88.64

打印: 祁峰

校核: 

核工业东北分析测试中心 检测报告

样品名称: 土壤 样品数量: 7 检测类别: 委托 报告编号: DBI9-023A
 采样日期: 2019-3-19-2019-3-26 检测日期: 2019-3-26-2019-4-30
 检测项目或参数: U_{天然}、²²⁶Ra、pH、As、Cd、Hg、Pb、Cr、Zn、Ni、Cu
 检测依据: HJ840-2017; GB/T13073-2010; GB7859-1987; GB/T22105-2008; GB/T14506.30-2010

序号	监测点编号	监测地点	GPS 坐标	U _{天然} ug/g	²²⁶ Ra Bq/kg	pH	As ug/g	Cd ug/g	Hg ng/g	Pb ug/g	Cr ug/g	Zn ug/g	Ni ug/g	Cu ug/g
1	土-1	钱IV矿区拟建井场东侧	N:43°51'27.69" E:122°37'11.06"	1.03	15.28	8.39	5.37	0.10	79.11	14.29	28.10	21.80	13.49	4.73
2	土-2	钱IV矿区拟建井场西侧	N:43°51'25.23" E:122°37'7.07"	0.88	9.61	9.03	3.07	0.13	78.79	11.58	24.64	17.09	8.74	5.45
3	土-3	钱IV矿区拟建蒸发池	N:43°51'22.93" E:122°37'10.48"	0.82	9.87	9.05	2.55	0.33	82.04	11.51	20.14	15.92	12.61	4.49
4	土-4	钱IV矿区拟建水冶厂	N:43°50'57.81" E:122°36'50.74"	0.91	11.02	8.54	3.76	0.14	81.77	11.17	4.81	17.09	46.56	7.44
5	土-5	珠日干格勒嘎查	N:43°50'22.36" E:122°36'2.24"	1.11	11.24	7.56	3.17	0.091	74.41	12.78	12.22	14.38	14.58	4.72
6	土-6	后德日很格勒嘎查	N:43°51'20.07" E:122°39'25.51"	0.96	12.90	8.64	2.35	0.11	88.02	11.09	24.99	21.95	18.46	5.28
7	土-7	乌日吐芒哈嘎查 (对照点)	N:43°54'2.75" E:122°38'52.59"											

打印: 祁峰

审核: 

核工业东北分析测试中心 检测报告

监测项目: 噪声 监测依据: GB3096-2008 报告编号: DB19-023A
 监测日期: 2019-3-21~2019-3-26 监测点数: 2

序号	监测点编号	监测地点	GPS 坐标	第 1 天		第 2 天	
				Ld dB(A)	Ln dB(A)	Ld dB(A)	Ln dB(A)
1	N-1	珠日干格勒嘎查	N:43°50'22.36" E:122°36'2.24"	54	44	55	44
2	N-2	后德日很格勒嘎查	N:43°51'20.07" E:122°39'25.51"	55	43	53	44

以下空白

以下空白

打印: 祁峰

校核: *祁峰*