



密 级	非密
版 次	B
本册编号	/

中核内蒙古矿业有限公司
巴彦乌拉铀矿床巴润及巴彦乌拉东部
矿段采区开拓工程
环境影响报告书

中核内蒙古矿业有限公司
二〇二五年四月



中核内蒙古矿业有限公司
巴彦乌拉铀矿床巴润及巴彦乌拉东部
矿段采区开拓工程
环境影响报告书

中核内蒙古矿业有限公司



中核内蒙古矿业有限公司
巴彦乌拉铀矿床巴润及巴彦乌拉东部
矿段采区开拓工程
环境影响报告书

中核内蒙古矿业有限公司

法人代表：阳奕汉

通讯地址：内蒙古自治区呼和浩特市西蒙奈伦广场 7 号楼 A 座

邮政编码：010000



编制单位和编制人员情况表

项目编号	a53luf		
建设项目名称	中核内蒙古矿业有限公司巴彦乌拉铀矿床巴润及巴彦乌拉东部矿段采区开拓工程		
建设项目类别	55--169铀矿开采、冶炼; 其他方式提铀		
环境影响评价文件类型	报告书		
一、建设单位情况			
单位名称 (盖章)	中核内蒙古矿业有限公司		
统一社会信用代码	91150100075581380W		
法定代表人 (签章)	阳奕汉		
主要负责人 (签字)	阳奕汉		
直接负责的主管人员 (签字)	赵海军		
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
曹凤波	11351343510130222	BH018161	曹凤波
2. 主要编制人员			
姓名	主要编写内容	信用编号	签字
曹凤波	第1、2、12、13章	BH018161	曹凤波
尹冉	第9、10、11章	BH059857	尹冉
田玉斌	第6、7章	BH018157	田玉斌
葛佳亮	第3、4、5、8章	BH018159	葛佳亮

前 言

核工业是国家安全的重要基石，是我国建设社会主义现代化强国的战略支撑，而天然铀是核工业最重要的基础原料，是核工业发展的物质基础，是无可替代的国家战略资源，天然铀的生产和储备是我国国防安全与核电发展的基本保障。根据中国核工业集团有限公司发展规划，在内蒙古将建成以地浸采铀为主的天然铀生产大基地，巴彦乌拉铀矿床是内蒙古天然铀生产大基地的重要组成部分。

中核内蒙古矿业有限公司（以下简称“中核内蒙古矿业”）成立于 2013 年 8 月，是中国核工业集团有限公司所属的全资子公司，主要承担着内蒙古地区铀资源的开发任务。目前，中核内蒙古矿业在锡林郭勒盟设有苏尼特左旗分公司（以下简称“左旗分公司”），负责内蒙古巴彦乌拉铀矿床地浸采铀一期工程（以下简称“巴彦乌拉一期工程”）和内蒙古巴彦乌拉铀矿床原地浸出采铀二期（芒来矿段）工程（以下简称“巴彦乌拉二期工程”）的建设和运行。

巴彦乌拉一期工程 2014 年 12 月取得国防科工局立项批复（科工计〔2014〕1625 号），2016 年 10 月投入试运行，目前已基本完成主体矿段内可地浸铀资源的生产开拓，铀矿资源已经濒临枯竭，生产能力逐年下降。2020 年 7 月，中国铀业有限公司下达了《关于巴彦乌拉铀矿床巴润矿段地浸采铀工业性试验研究实施方案的批复》（中铀发〔2020〕289 号），中核内蒙古矿业在巴彦乌拉铀矿床巴润矿段开展了地浸采铀工业性试验（以下简称“巴润试验”），旨在探索利用巴彦乌拉一期工程已建成的水冶设施对周边零星铀资源进行回收利用的数字化开采模式，该试验已取得良好的试验效果，为外围采区开拓提供了技术支持和设计依据。

本项目为中核内蒙古矿业有限公司巴彦乌拉铀矿床巴润及巴彦乌拉东部矿段采区开拓工程，将充分利用巴彦乌拉一期工程现有生产和生活设施，同时通过巴润试验获取的数字化开采模式对巴彦乌拉铀矿床外围的巴润矿段、巴彦乌拉东部矿段（包括巴东矿段和小白杨矿段）铀资源进行开采，建成后既可以实现周边零星铀资源的经济开发和综合利用，又可维持巴彦乌拉一期

工程的天然铀生产能力。

2025 年 4 月 7 日，国家国防科工局对本项目进行了批复。根据《中华人民共和国环境影响评价法》、《建设项目环境保护管理条例》等有关法律法规的要求，该项目需开展环境影响评价并编制环境影响报告书。中核内蒙古矿业有限公司委托中核第四研究设计工程有限公司承担本项目的环评工作。接受委托后，环境影响评价小组赴现场进行了实地踏勘，收集了项目的工程资料和环境资料，委托有资质单位开展了环境质量监测，最终于 2025 年 4 月完成了环境影响报告书的编制，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负责，中核内蒙古矿业有限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	本项目与现有工程关系	3
1.4	编制依据	5
1.5	评价范围	8
1.6	评价因子	10
1.7	评价控制指标	11
1.8	主要环境保护目标	14
2	评价区域环境概况	16
2.1	地理位置	16
2.2	地形地貌	16
2.3	地质	18
2.4	水文	25
2.5	气候与气象	22
2.6	土地和水体利用	25
2.7	生态和资源开发利用	29
2.8	产业政策与“三线一单”符合性	30
2.9	社会环境	36
3	工程分析	41
3.1	现有工程概况	41
3.2	项目前期试验情况	45
3.3	本项目工程概况	46
3.4	项目地质资源及开采规划	46
3.5	项目主要建设内容	47
3.6	总平面布置	49
3.7	工艺流程	49
3.8	主要技术方案	55
3.9	主要辅助设施	60

3.10	公用工程	61
3.11	主要原辅材料来源、消耗	62
3.12	运行期污染物产生及处理	62
3.13	“三本账”	66
3.14	以新带老”分析	67
3.15	废物最小化	68
4	环境质量状况	69
4.1	本底数据	69
4.2	监测目的	70
4.3	监测方案	70
4.4	调查结果与分析	78
5	施工期环境影响	90
5.1	环境影响因素	90
5.2	环境影响分析	92
6	辐射环境影响预测与评价	100
6.1	排放源项	100
6.2	环境影响途径	101
6.3	辐射评价基本参数设置	101
6.4	估算结果与分析	102
6.5	公众辐射环境影响评价	105
7	地下水环境影响评价	106
7.1	水文地质概念模型	106
7.2	数学模型	108
7.3	数值模型	111
7.4	地下水模拟预测及评价	113
8	运行期非放射性环境影响分析	117
8.1	大气环境影响分析	117
8.2	水环境影响分析	117
8.3	固体废物环境影响分析	117

8.4	声环境影响分析	121
9	事故环境影响分析	122
9.1	事故的环境影响	122
9.2	环境风险评价	124
10	环境保护措施及其可行性论证	125
10.1	施工期环境保护措施及其可行性论证	125
10.2	运行期环境保护措施及其可行性论证	129
11	环境影响经济损益分析	136
11.1	环境影响经济损益分析	136
11.2	环境保护投资分析	137
12	环境管理及监测计划	139
12.1	环境管理	139
12.2	监测计划	141
12.3	采样及测量方法	144
12.4	监测机构及设备配置	146
12.5	监测质量保证	147
12.6	环境保护“三同时”验收一览表	148
13	退役治理与长期监护	150
13.1	退役治理	150
13.2	长期监护	156
14	结论与建议	159
14.1	结论	159
14.2	建议	164

附件：

附件 1：环评委托书；

附件 2：《关于中核内蒙古矿业有限公司苏尼特左旗分公司生态红线的复函》，
苏尼特左旗自然资源局，2024 年 4 月 1 日；

附件 3：《内蒙古自治区生态环境厅关于巴彦乌拉铀矿床巴润矿段地浸采铀工业性试验项目环境影响评价执行标准的复函》，内蒙古自治区生态环境厅，2020 年 9 月 11 日；

附件 4：《巴彦乌拉铀矿床巴润及巴彦乌拉东矿段采区开拓工程环境质量现状监测报告（2023-1209）》，2024 年 1 月 10 日；

附件 5：《巴彦乌拉铀矿床巴润及巴彦乌拉东矿段采区开拓工程环境质量现状监测报告（2024-1011）》，2024 年 3 月 24 日。

附图：

附图 1：总平面布置图；

附图 2：首采区井场总平面布置图。

1 概述

1.1 项目基本情况

1) 项目名称：中核内蒙古矿业有限公司巴彦乌拉铀矿床巴润及巴彦乌拉东部矿段采区开拓工程。

2) 建设性质：扩建，属铀矿采冶行业，最终产品为“111”。

3) 建设单位：中核内蒙古矿业有限公司。

4) 生产规模

本项目共布置 17 个采区（包括已建成的巴润试验采区 BC-1 和 BC-2），新建 15 个采区（BC-3~BC-17），新建钻孔 1366 个，包括抽出井 570 个，注入井 740 个，监测井 56 个；本项目首采区共布置 11 个采区（包括已建成的巴润试验采区 BC-1 和 BC-2），新建 9 个采区（BC-3~BC-11），新建钻孔 809 个，其中抽出井 343 个，注入井 432 个，监测井 34 个。

本项目井场年浸出液抽出量为 855.36 万 m^3/a ，年产“111”铀金属量为 XXt/a。

5) 服务年限：9a，其中建设期 1a，正常生产期 7a，减产期 1a。

6) 工作制度：年工作 330d。井场及水冶厂 4 班/d，6h/班；其余生产辅助工作岗位 1 班/d，8h/班。

7) 建设地点：内蒙古自治区锡林郭勒盟苏尼特左旗巴彦乌拉苏木境内。

8) 项目投资：本项目建设投资 13927 万元，其中环保投资 571 万元，环保投资占建设投资的 4.10%。

1.2 主要建设内容及规划

1.2.1 主要建设内容

本项目主要建设内容为井场（扩建）和水冶厂（改造）。其中，井场（扩建）包括井场钻孔、集控室和综合管网。水冶厂（改造）包括吸附淋洗塔过滤器更换、树脂转移管线更换和淋洗工艺管线更换。

1.2.2 总体规划

本项目将充分利用巴彦乌拉一期工程现有的生产和生活设施，对一期工

程周边的巴润、巴东和小白杨矿段蕴含的铀资源进行开采，弥补现有工程面临的产能缺失。根据矿体的赋存情况、资源勘探程度、开发条件及现有水冶厂设计规模，将按照先开采巴润矿段、再开采巴东矿段、最后开采小白杨矿段的整体思路，逐步推进开拓巴彦乌拉铀矿床的外围铀资源。

本项目井场划分为首采区和备采区分批建设。其中，首采区布置 11 个采区，为巴润矿段 BC-1~BC-11 采区（包括已建成的巴润试验采区 BC-1 和 BC-2）；备采区布置 6 个采区，分别为巴东矿段 BC-12 和 BC-13 采区及小白杨矿段 BC-14~BC-17。本项目与巴彦乌拉一期工程位置关系见图 1.2-1。



图 1.2-1 本项目与巴彦乌拉一期工程位置关系图

1.3 本项目与现有工程关系

1.3.1 本项目与现有工程的位置关系

巴彦乌拉铀矿床现有工程包括巴彦乌拉一期工程和巴彦乌拉二期工程，本项目属于巴彦乌拉一期工程的接续资源开发，投产后即作为巴彦乌拉一期工程的组成部分。巴彦乌拉二期工程目前处于建设期，其位于一期工程西南方位 40km 的芒来矿段，相互位置关系见图 1.3-1。



图 1.3-1 区域地浸采铀工程的相互位置关系示意图

1.3.2 本项目与现有工程依托关系

本项目仅扩建地浸井场，其浸出剂的配制和浸出液的水冶处理均依托于巴彦乌拉一期工程的水冶厂。本项目抽液总管和注液总管分别与巴彦乌拉一期工程井场的抽注液总管对接，浸出液进入巴彦乌拉一期工程抽液总管，输送至巴彦乌拉一期工程集液池，在水冶厂进行后续提铀处理。处理后的吸附尾液在水冶厂配制为浸出剂，分别输送至本项目各采区集控室后再分配至各注液钻孔。

除水冶厂外，本项目的辅助生产仓储设施，如化工原料库、固体废物库、

中心化验室等也依托巴彦乌拉一期工程。本项目不新增劳动定员，调用巴彦乌拉一期工程现有工作人员，工作人员的生活起居仍依托现有生活区。

本项目与巴彦乌拉一期工程的依托利旧关系见表 1.3-1。

表 1.3-1 本项目与巴彦乌拉一期工程的依托利旧关系

类别	项目	现有工程主要设施现状	依托利旧关系
井场	采区	目前投产 14 个采区，1022 个生产井，其中抽出井 435 个，注入井 542 个，监测井 42 个。	不依托 本项目在巴润、巴东和小白杨矿段新建采区。
	集液池及泵房	现有集液池 1 座，为密闭式钢筋混凝土结构，长 30m、宽 20m、池深 3m，容积为 1800m ³ 。集液池旁布置集液泵房。	依托
	硫酸供应站	现有硫酸储罐 4 个，总容积 12000m ³ ，硫酸储罐周围设有围堰，并配备 2 台卸酸泵。	依托
	综合管网	现有井场综合管线主要由注液管线和抽液管线组成，抽液管线负责浸出液的输送，注液管线负责浸出剂的输送。	不依托 本项目新建井场综合管网。
水冶厂	吸附淋洗厂房	现有吸附淋洗厂房 1 座，为钢结构，长 55m，宽 25m，建筑面积 3259.8m ² ，主要布置吸附塔、淋洗塔、解毒塔、饱和树脂储罐、贫树脂储罐等设备，用于浸出液吸附、吸附饱和树脂的解吸和处理以及贫树脂的解毒。地面设有沟槽和集水坑，收集跑冒滴漏废液。	依托 本项目仅进行过滤器、部分管线的更换。
	萃取沉淀厂房	现有萃取沉淀厂房 1 座，为钢筋混凝土框架结构，长 55m，宽 13m，建筑面积为 1422.68m ² ，包括萃取沉淀车间及产品库，内设澄清槽、反萃槽、沉淀搅拌槽和板框压滤机，用于淋洗合格液的萃取、反萃取和合格液的沉淀以及成品装桶。地面设有沟槽和集水坑，收集跑冒滴漏废液。	依托
	蒸发池	现有蒸发池 4 座，单座面积 6000m ² ，总面积 24000m ² ，蒸发池为夯土式结构，池底池壁采用 60cm 厚压实粘土垫层，土层上铺设两层无纺布夹一层防渗膜作为防渗衬里，衬里之上铺 30cm 厚粘土，表面铺砌 120 厚砖作为防护面层。蒸发池池底设渗漏检测设施，四周设截洪排水沟。蒸发池附近设有监测井 3 个。	依托
生产辅助	化工原料库	现有化工原料库为单层钢结构，建筑面积 693.75m ² ，主要用于储存滤布、氢氧化钠、碳酸氢钠等生产所需的化工原料。	依托
	废品库	现有废品库由试验厂房、分析室及库房改造而	依托

类别	项目	现有工程主要设施现状	依托利旧关系
设施		成,总建筑面积 659m ² ,用于存放非放射性固体废物以及去污后豁免的放射性固体废物。	
	固体废物库	现有固体废物库为钢结构,长 14m,宽 5m,建筑面积为 70m ² ,用于存放去污后未豁免的放射性废物。	依托
	危险废物库	现有危险废物库为钢结构,长 14m,宽 5m,建筑面积为 70m ² ,设有专职安全管理人员,并采取了防渗、通风、防盗、视频监控、危废标识牌等措施。	依托
	机修车间	现有机修车间为单层钢结构,建筑面积 612.44m ² ,主要负责矿区井场和水冶厂房机械设备、电气设备、叉车等设备的维修工作。	依托
	中心化验室及备品备件库	现有中心化验室及备品备件库为单层砖混结构,建筑面积 479.75m ² 。中心化验室内设天平室、分析室等,主要负责浸出液处理厂的日常化学分析工作;备品备件库主要储存设备和零配件、五金工具和电器、劳保杂品等。	依托
生活区		现有生活区包括办公室、宿舍、车库和食堂等。	依托

1.4 编制依据

1.4.1 法规和标准

1.4.1.1 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》2018 年 12 月 29 日;
- 4) 《中华人民共和国大气污染防治法》2018 年 10 月 26 日;
- 5) 《中华人民共和国水污染防治法》2018 年 1 月 1 日;
- 6) 《中华人民共和国固体废物污染环境防治法》2020 年 9 月 1 日;
- 7) 《中华人民共和国环境噪声污染防治法》2022 年 6 月 5 日;
- 8) 《中华人民共和国土壤污染防治法》2019 年 1 月 1 日;
- 9) 《中华人民共和国水土保持法》2011 年 3 月 1 日;
- 10) 《中华人民共和国草原法》2021 年 4 月 29 日;
- 11) 《中华人民共和国土地管理法》2020 年 1 月 1 日;

- 12) 《国家危险废物名录（2025 年版）》2025 年 1 月 1 日；
- 13) 《建设项目环境保护管理条例》2017 年 10 月 1 日；
- 14) 《建设项目环境影响评价分类管理名录》2021 年 1 月 1 日；
- 15) 《环境影响评价公众参与办法》2019 年 1 月 1 日；
- 16) 《产业结构调整指导目录（2024 年本）》（中华人民共和国国家发展和改革委员会令 第 7 号）2023 年 12 月 27 日；
- 17) 《内蒙古自治区“十四五”生态环境保护规划》2021 年 9 月；
- 18) 《内蒙古自治区国家重点生态功能区产业准入负面清单》（试行）（内政发〔2018〕11 号文）；
- 19) 《内蒙古自治区人民政府关于实施“三线一单”生态环境分区管控的意见》（内政发〔2020〕24 号）；
- 20) 《内蒙古自治区生态环境保护条例》2025 年 3 月 1 日；
- 21) 《内蒙古自治区大气污染防治条例》2019 年 3 月 1 日；
- 22) 《内蒙古自治区水污染防治条例》2020 年 1 月 1 日；
- 23) 《内蒙古自治区土壤污染防治条例》2021 年 1 月 1 日；
- 24) 《内蒙古自治区地下水保护和管理条例》2022 年 1 月 1 日；
- 25) 《内蒙古自治区固体废物污染环境防治条例》2023 年 1 月 1 日；
- 26) 《内蒙古自治区草原管理条例》2005 年 1 月 1 日；
- 27) 《内蒙古自治区草原管理条例实施细则》2006 年 5 月 1 日；
- 28) 《内蒙古自治区水土保持条例》2024 年 9 月 1 日；
- 29) 《锡林郭勒盟“十四五”生态环境保护规划》2021 年 11 月；
- 30) 《锡林郭勒盟生态环境准入清单（2023 年版）》2023 年 7 月；
- 31) 《锡林郭勒盟生态环境保护委员会关于实施“三线一单”生态环境分区管控的意见》修改单（2023 年版）（锡环委办发〔2024〕1 号）2024 年 1 月 31 日。

1.4.1.2 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 2.4-2021) ;
- 6) 《环境影响评价技术导则 生态影响》(HJ 19-2022) ;
- 7) 《建设项目环境风险评价技术导则》(HJ 169-2018) ;
- 8) 《环境影响评价技术导则 铀矿冶》(HJ 1015.1-2019) ;
- 9) 《电离辐射防护与辐射源安全基本标准》(GB 18871-2002) ;
- 10) 《铀矿冶辐射防护和辐射环境保护规定》(GB 23727-2020) ;
- 11) 《铀矿冶辐射环境监测规定》(GB 23726-2009) ;
- 12) 《核工业铀矿冶工程技术标准》(GB 50521-2023) ;
- 13) 《铀、钍矿冶放射性废物安全管理技术规定》(GB 14585-1993) ;
- 14) 《环境空气质量标准》(GB 3095-2012) ;
- 15) 《地下水质量标准》(GB/T 14848-2017) ;
- 16) 《声环境质量标准》(GB 3096-2008) ;
- 17) 《土壤环境质量 农用地土壤污染风险管控标准》(试行)(GB15618-2018) ;
- 18) 《大气污染物综合排放标准》(GB16297-1996) ;
- 19) 《建筑施工场界环境噪声排放标准》(GB12523-2011) ;
- 20) 《工业企业厂界环境噪声排放标准》(GB12348-2008) ;
- 21) 《危险废物贮存污染控制标准》(GB18597-2023) 。

1.4.2 相关文件

- 1) 《中核内蒙古矿业有限公司内蒙古巴彦乌拉铀矿床地浸采铀工程外围资源开发方案》，中核内蒙古矿业有限公司，2024 年 7 月；
- 2) 《内蒙古苏尼特左旗巴彦乌拉铀矿床(B415-B319)线详查地质报告》，核工业二〇八大队，2012 年 9 月；
- 3) 《内蒙古苏尼特左旗巴彦乌拉铀矿床巴润地段(B511~B471 线)详查地质报告》，核工业二〇八大队，2015 年 8 月；
- 4) 环境影响评价委托书。

1.5 评价范围

1.5.1 辐射环境

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

1.5.2 非放射性环境

1) 大气环境影响评价等级与评价范围

巴彦乌拉一期工程运行期涉及的主要非放射性废气为锅炉烟气和硫酸雾，由于本项目仅开拓新采区，不涉及锅炉和硫酸供应站的改造，投产前后该废气排放量不变，因此对大气环境的影响程度不变。此外，根据近三年流出物和环境监测报告，锅炉烟气中颗粒物为 (29.4~43.5) mg/m³，二氧化硫为 (102~237) mg/m³，氮氧化物为 (130~261) mg/m³，汞及其化合物为 (0.0003~0.0271) mg/m³，烟气黑度小于 1，均可满足《锅炉大气污染物排放标准》(GB 13271-2014) 的要求。因此，本次评价不再针对运行期非放射性大气进行环境影响评价等级判定，仅进行简单分析。

2) 地表水环境影响评价等级与评价范围

本项目废水不外排，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

《环境影响评价技术导则 地下水环境》(HJ 610-2016) 未对铀矿冶行业进行地下水环境影响评价项目类别分类，参照其附录 A—地下水环境影响评价行业分类表中行业类别“H 有色金属中第 48 项(冶炼)”，本项目属于 I 类项目；本项目不涉及集中式水源地，且分散式地下水水源地(牧民水井)距离本项目水冶厂较远(500m)，故本项目属不敏感区域。参照 HJ 610-2016 中表 2 评价工作等级分级表，本项目地下水评价等级确定为二级。根据本项目所在区域的水文地质条件，评价范围为以井场为中心，在垂直地下水流向的上游方向(东北侧)延伸 0.5km、下游方向(西南侧)延伸 1km，平行地下

水流向方向各延伸 0.5km，总面积 2.54km²。

4) 土壤环境影响评价等级与范围

参照《环境影响评价技术导则 土壤环境（试行）》（HJ964-2018）中土壤环境影响识别相关要求及内容，本项目土壤环境影响类型为污染性影响，主要影响途径为浸出液管线泄漏造成的垂直入渗影响。

《环境影响评价技术导则 土壤环境（试行）》（HJ964-2018）未对铀矿冶行业进行土壤环境影响评价项目类别分类，考虑到本项目土壤环境影响途径主要为井场管线泄漏，参照其附录 A 中“表 A.1 土壤环境影响评价项目类别”中项目类别“石油及成品油的输送管线”，本项目属于 II 类项目；本项目周边存在土壤环境敏感目标牧草地，参照 HJ964-2018 中“表 3 污染影响型敏感程度分级表”，本项目敏感程度为敏感。此外，本项目占地小于 5hm²，规模为小型项目。因此，参照 HJ 610-2016 中“表 2 污染影响型评价工作等级划分表”，本项目土壤评价工作等级确定为二级；参照 HJ 610-2016 中“表 5 现状调查范围”，本项目土壤环境调查评价范围为占地范围及周边 200m。

5) 声环境影响评价等级与范围

本项目所处区域为声环境 2 类功能区，根据《环境影响评价技术导则 声环境》（HJ2.4-2021）原则，确定声环境影响评价工作等级为二级，声环境影响评价范围为钻孔施工（施工期）及集控室（运行期）外 200m。

6) 环境风险评价等级与范围

巴彦乌拉一期工程运行期的主要危险物质为工业硫酸，来自现有硫酸供应站，由于本项目投产使用后，进入水冶厂内的浸出液总量不变，硫酸的使用量不变。因此，其对环境风险的影响程度不发生改变，本次评价不再对硫酸供应站进行风险评价等级判定，仅进行简单分析。

7) 生态评价等级与范围

根据《环境影响评价技术导则 生态影响》（HJ 19-2022），本项目不涉及国家公园、自然保护区、自然公园、生态保护红线等生态敏感区，总占地面积 1.068km²<20km²，且不属于其 6.1.2 条中“a)~f)”内容，因此确定生态评价为三级，评价范围为本项目占地区域。

1.6 评价因子

1.6.1 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 1.6-1。

表 1.6-1 本项目环境影响要素识别

影 响 阶 段		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		
	材料运输	-1			-1					+1	+1		+1
	钻井施工	-1		-1	-1		-1				+1		+1
	拆除改造				-1	-1					+1		+1
运 营 期	废气排放					-1						-1	
	废水处理			-1									
	固体废物处置			-1		-1							
	设备噪声				-1								
	井场生产			-1									
	产品生产								+2		+1		+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。

由该表可知，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、燃油废气、机械噪声、钻井施工、拆除改造等活动对大气环境、声环境、地下水环境及生态环境的影响；运行期主要是生产过程中的废气、固废、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。

1.6.2 评价因子筛选

根据本项目施工期特点以及运行期生产工艺与污染物排放特点，确定本项目评价因子见表 1.6-2。

表 1.6-2 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		施工扬尘：TSP；燃油废气：SO ₂ 、NO _x 、颗粒物
	废水污染源		施工废水：SS；生活污水：氨氮、BOD ₅ 等
	固废污染源		废旧管道及设备、钻井泥浆、废机油和生活垃圾
	噪声污染源		Leq (A)
	生态评价		土地利用、水土流失、植被恢复等
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	锅炉烟气和硫酸雾
	废水污染源	放射性污染物	工艺废水：U _{天然} 、 ²²⁶ Ra 等
		非放射性污染物	工艺废水：pH、SO ₄ ²⁻ 、Cl ⁻ 、Mn、As、Fe、Mo 等； 生活污水：氨氮、BOD ₅ 等。
	固废污染源	放射性污染物	浸出液吸附残渣、洗井废渣、废旧设备及零配件
		非放射性污染物	钻井泥浆、废机油、生活垃圾
	噪声污染源		Leq (A)
	风险源		硫酸供应站

1.7 评价控制指标

1.7.1 剂量约束值

1) 正常工况下公众剂量约束值

根据《铀矿冶辐射防护和辐射环境保护规定》（GB23727-2020）：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。

根据《中核韶关金宏铀业有限责任公司内蒙古巴彦乌拉铀矿床地浸采铀工程环境影响报告书》（2015 年 1 月）中相关内容，巴彦乌拉一期工程开发利用所致公众剂量约束值为 0.5mSv/a。

本项目为巴彦乌拉一期工程的扩建工程项目，属于巴彦乌拉一期工程的组成部分。本扩建工程投产后与巴彦乌拉地浸一期工程作为一个整体考虑，统一制定公众剂量约束值，即 0.5mSv/a。

2) 事故工况下公众剂量控制值

巴彦乌拉一期工程运行至今未发生辐射事故，且根据项目特点，本项目事故工况下环境影响较小，项目所在地周边地广人稀，不会直接对公众产生

辐射剂量。因此，本项目不再确定事故工况下的公众剂量控制值。

1.7.2 归一化排放量限值

根据《铀矿冶辐射防护和辐射环境保护规定》（GB 23727-2020），地浸采铀矿山 ^{222}Rn 的归一化排放量不超过 $7 \times 10^{12} \text{Bq}/100\text{t}(\text{U})$ 。

1.7.3 非放射性环境质量和排放标准

本项目环境质量和排放标准参照《内蒙古自治区生态环境厅关于巴彦乌拉铀矿床巴润矿段地浸采铀工业性试验项目环境影响评价执行标准的复函》（内蒙古自治区生态环境厅，2020年9月11日）执行，具体如下：

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》（GB 3095-2012）二级标准；
- （2）《地下水质量标准》（GB/T 14848-2017）III类标准；
- （3）《声环境质量标准》（GB 3096-2008）2类标准；
- （4）《土壤环境质量 农用地土壤污染风险管控标准》（试行）（GB 15618-2018）土壤污染风险筛选值；

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》（GB 16297-1996）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》（GB 12523-2011）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》（GB 12348-2008）中2类标准。

非放射性污染物评价采用的标准值见表 1.6-1。

表 1.6-1 本项目非放射性污染物评价采用的标准值

类别	污染物名称		标准值	标准来源
环境 质量 标准	大 气	TSP	24h 平均浓度 300μ/m³	《环境空气质量标准》 （GB 3095-2012）中二级标准
		SO₂	1h 平均浓度 0.50mg/m³	
		NO _x	1h 平均浓度 0.25mg/m³	
	地 下 水	pH	6.5~8.5	地下水环境总体执行《地下水质量标准》 （GB/T 14848-2017）III 类标准。
		Na ⁺	200mg/L	
		Cl ⁻	250mg/L	
		SO ₄ ²⁻	250mg/L	

类别	污染物名称	标准值	标准来源
		F ⁻	1mg/L
		As	0.01mg/L
		Hg	0.001mg/L
		Cr ⁶⁺	0.05mg/L
		Zn	1.0mg/L
		Cu	1.0mg/L
		Pb	0.01mg/L
		Cd	0.005mg/L
		Mn	0.1mg/L
		Mo	0.07mg/L
		Fe	0.3mg/L
		硝酸盐	20mg/L
		亚硝酸盐	1mg/L
		氨氮	0.5mg/L
		总硬度	450 mg/L
		TDS	1000mg/L
		COD _{Mn}	3mg/L
		总 α	0.5Bq/L
		总 β	1.0Bq/L
	土壤	pH	>7.5
		As	25mg/kg
		Cd	0.6mg/kg
		Hg	3.4mg/kg
		Pb	170mg/kg
		Cr	250mg/kg
		Zn	300mg/kg
		Ni	190mg/kg
		Cu	100mg/kg
	噪声	昼间	60dB (A)
		夜间	50dB (A)
排放标	废气	颗粒物	1.0mg/m ³
		二氧化硫	0.40mg/m ³
		氮氧化物	0.12mg/m ³

农用土地执行《土壤环境质量 农用地土壤污染风险管控标准（试行）》（GB 15618-2018）中的土壤污染风险筛选值的标准要求。

《声环境质量标准》（GB 3096-2008）
2 类

《大气污染物综合排放标准》
（GB16297-1996）表 2 中
无组织排放监控浓度值

类别	污染物名称			标准值	标准来源
准	噪 声	施 工 期	昼间	70dB (A)	《建筑施工场界环境噪声排放标准》 (GB 12523-2011)
			夜间	55dB (A)	
		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)	

1.8 主要环境保护目标

根据项目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水冶厂周围 5km 范围内居住区的大气环境；水环境保护目标为扩建井场及周围潜水层地下水、上下含水层地下水及井场外围含矿含水层地下水；生态环境保护目标为项目建设占地区域；声环境保护目标为施工钻孔及集控室外 200m 范围；辐射环境保护目标为现有集液池周围 20km 范围内居住区的辐射环境。本项目具体环境保护目标见表 1.8-1。

表 1.8-1 环境保护目标一览表

要素	保护对象		方位	距离 (km)	性质	人口	环境保护要求
大气环境	苏和巴特尔家		N	0.6	居民点	9	《环境空气质量标准》 (GB3095-2012) 二级
	阿拉腾格日勒家		NE	2.1		6	
	萨仁毕力格家		NE	4.3		4	
	斯琴巴雅尔家		E	0.5		7	
	额尔登朝鲁家		ESE	4.3		5	
	陶德忙来家		SE	4.4		3	
	呼日查毕力格家		SW	4.2		4	
	南登毕力格家		W	2.2		4	
	额尔登吉日嘎拉家		NW	4.2		3	
水环境	采区周围含矿含水层、 采区及周围潜水层和上下含水层地下水					总体执行 《地下水质量标准》 (GB/T 14848-2017) III 类标准。	
声环境	额尔登巴 特尔家	施工期	NNE~SSW	77m	居民点	4	《声环境质量标准》 (GB3096-2008) 2 类
		运行期	E	141m			
生态	建设项目占地区域					防止生态环境破坏、	

要素	保护对象	方位	距离 (km)	性质	人口	环境保护要求
环境						水土流失等。
辐射环境	集液池周围 20km 评价范围内公众，详见 2.9.2 节。					本项目确定的公众剂量约束值。

2 评价区域环境概况

2.1 地理位置

巴彦乌拉铀矿床位于内蒙古锡林郭勒盟苏尼特左旗巴彦乌拉苏木境内，西距二连浩特市 150km，南距满都拉图镇（旗政府所在地）35km，东距锡林郭勒盟 220km。矿床西南部有“集二线”铁路、区内有公路 208 国道和 S111 省道通过，呼和浩特-锡林郭勒公路、锡林郭勒-二连浩特公路横过境内，并有 6 条公路通往苏木。各旗（县）、苏木（乡）均有沙石路或柏油路通过，各居民点都有草原便道相通，交通日趋方便，地理位置见图 2.1-1。



图 2.1-1 地理位置图

2.2 地形地貌

巴彦乌拉铀矿床所在苏尼特左旗境内地貌 90%以上为草原，其余为丘陵、沙地和湖盆低地。矿区内地势较高，海拔 1040~1255m 之间，构成北东向的梯形洼地。矿床地处二连盆地的中北部，夹持在巴音宝力格隆起与苏尼特隆起之间，处于乌兰察布坳陷与马尼特坳陷的交接部位，属内蒙古高原的一部分。矿区内地势平坦，评价区典型地形地貌见图 2.2-1，根据区域地形高程数

据形成的三维地形图见图 2.2-2。



图 2.2-1 矿区典型地形地貌

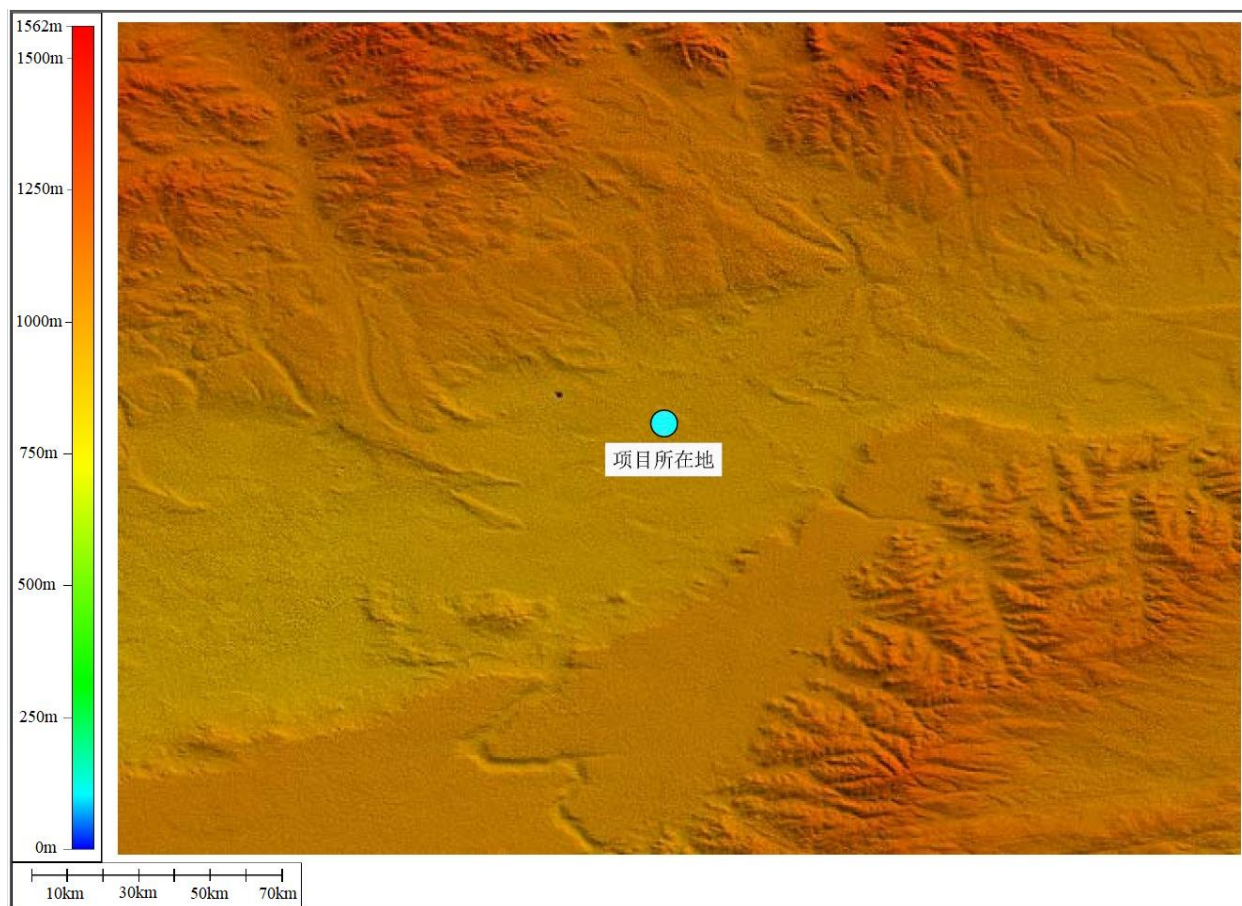


图 2.2-2 本项目所在地三维地形图

2.3 地质

2.3.1 区域地质

2.3.1.1地质构造

本项目位于二连盆地马尼特坳陷西部的塔北次级凹陷西缘。马尼特坳陷基底主要由古元古界和古生界地层组成，其中古元古界岩性为石英岩、板岩、大理岩等；早古生界主要为一套受到中等—浅变质作用的海相碎屑岩、碳酸盐岩夹中基性火山岩建造，晚古生界由一套受到浅变质作用浅海相、海陆交互碎屑岩、碳酸盐岩及海相火山岩、局部为陆相火山岩组成。

根据地表及剖面特征显示，本项目铀矿床具有河谷型底板“两侧高中间低”的特征。矿床地层分布稳定，地质构造稳定性好，断裂构造不发育，无岩浆岩侵入，无切穿含矿含水层隔水顶、底板的断裂及地裂缝等不良环境地质现象。

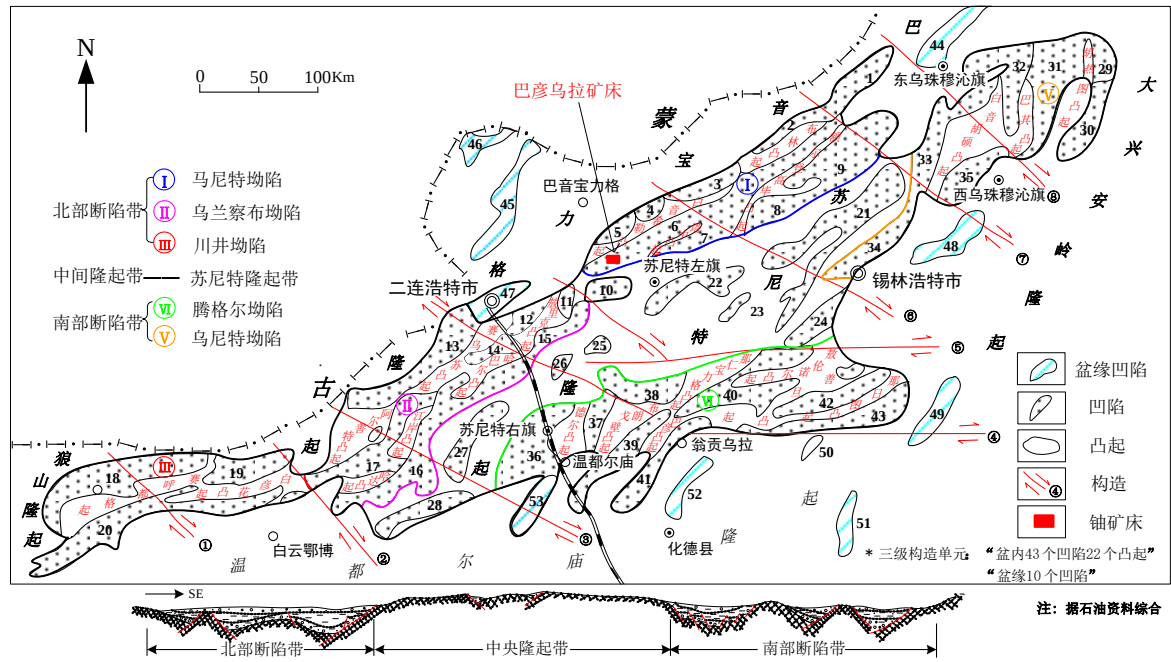


图 2.3-1 二连盆地构造分区略图

2.3.1.2地层划分

二连盆地马尼特坳陷内沉积了一套巨厚的陆相碎屑沉积构造，其沉积盖层中发育的地层包括白垩系，古、新近系和第四系。其中，白垩系分为下白垩统和上白垩统，上白垩统在本项目区域缺失，下白垩统为坳陷的沉积主体，在区内发育完整，自下而上依次为阿尔善组（K₁ba）、腾格尔组（K₁bt）、赛

汉组(K_1bs)；古近系包括始新统伊尔丁曼哈组(E_{2y})和渐新统呼尔井组(E_{3h})；新近系包括中新统通古尔组(N_{1t})和上新统宝格达乌拉组(N_{2b})，古近系及新近系在本区发育不全。二连盆地盖层岩性特征见表 2.3-1。

表 2.3-1 二连盆地盖层岩性特征

界	系	统	组	代号	厚度 (m)	岩 性	主要出露范围
新 生 界	第四系	/	/	Q	0~30	黄褐砂砾层、含砂质黄土、风成砂	盆内广泛出露
	新近系	上新统	宝格达乌拉组	N_{2b}	0~50	棕红泥岩夹黄色砂砾、砂	主要出露于盆内中部地区
		中新统	通古尔组	N_{1t}	0~50	紫红色粉砂岩、泥岩夹杂色砂、砂砾	主要出露于盆内中西部地区
	古近系	渐新统	呼尔井组	E_{3h}	>10	灰白色砂岩，粉砂岩夹杂色泥岩	主要出露于盆内中西部地区
		始新统	伊尔丁曼哈组	E_{2y}	50~100	灰白砂砾、砂岩夹棕红色泥岩	主要出露于盆内中西部地区
中 生 界	白垩系	上统	二连组	K_{2e}	0~80	灰、灰绿色砂、砂砾及黄、红色泥岩	零星出露于盆内西部地区
		下统	赛汉组	K_{1bs}	100~500	杂色砂、砂砾及灰色粉砂岩、泥岩夹煤层	盆内零星出露
			腾格尔组	K_{1bt}	500~2000	灰、深灰色泥岩粉砂岩	
			阿尔善组	K_{1ba}	>100	杂色砂砾岩夹灰绿色泥岩	

2.3.2 矿床地质

1) 底层划分

根据铀矿钻孔揭露资料，自下而上揭露地层有：下白垩统赛汉组下段(K_{1s}^1)、赛汉组上段(K_{1s}^2)、古近系伊尔丁曼哈组(E_{2y})、第四系(Q)，其中赛汉组上段(K_{1s}^2)是巴彦乌拉铀矿床主要赋铀层位，地层分布图见图 2.3-2。

赛汉组下段(K_{1s}^1)揭露到灰色、深灰色泥岩夹灰黑色炭质泥岩、黑色褐煤层，顶部与赛汉组上段(K_{1s}^2)接触面附近见到与炭屑共生的黄铁矿结核，以及较稳定的黄铁矿细脉、薄层。泥岩层分布广泛且稳定，构成本区含矿含水层区域性隔水底板。

赛汉组上段 (K_1s^2) 为主要赋铀层位, 与上部的伊尔丁曼哈组 (E_{2y}) 呈角度不整合接触, 与下部的赛汉组下段 (K_1s^1) 呈平行不整合接触, 其在南西部厚度大, 向北东部逐渐变小。

伊尔丁曼哈组 (E_{2y}) 由褐红色、浅灰绿色、浅灰色泥岩、含砂泥岩与黄色、灰白色砂岩互层组成, 常见钙质结核、铁锰质斑点。

第四系 (Q) 由黄褐色砂砾、含砂质黄土、风成砂组成。

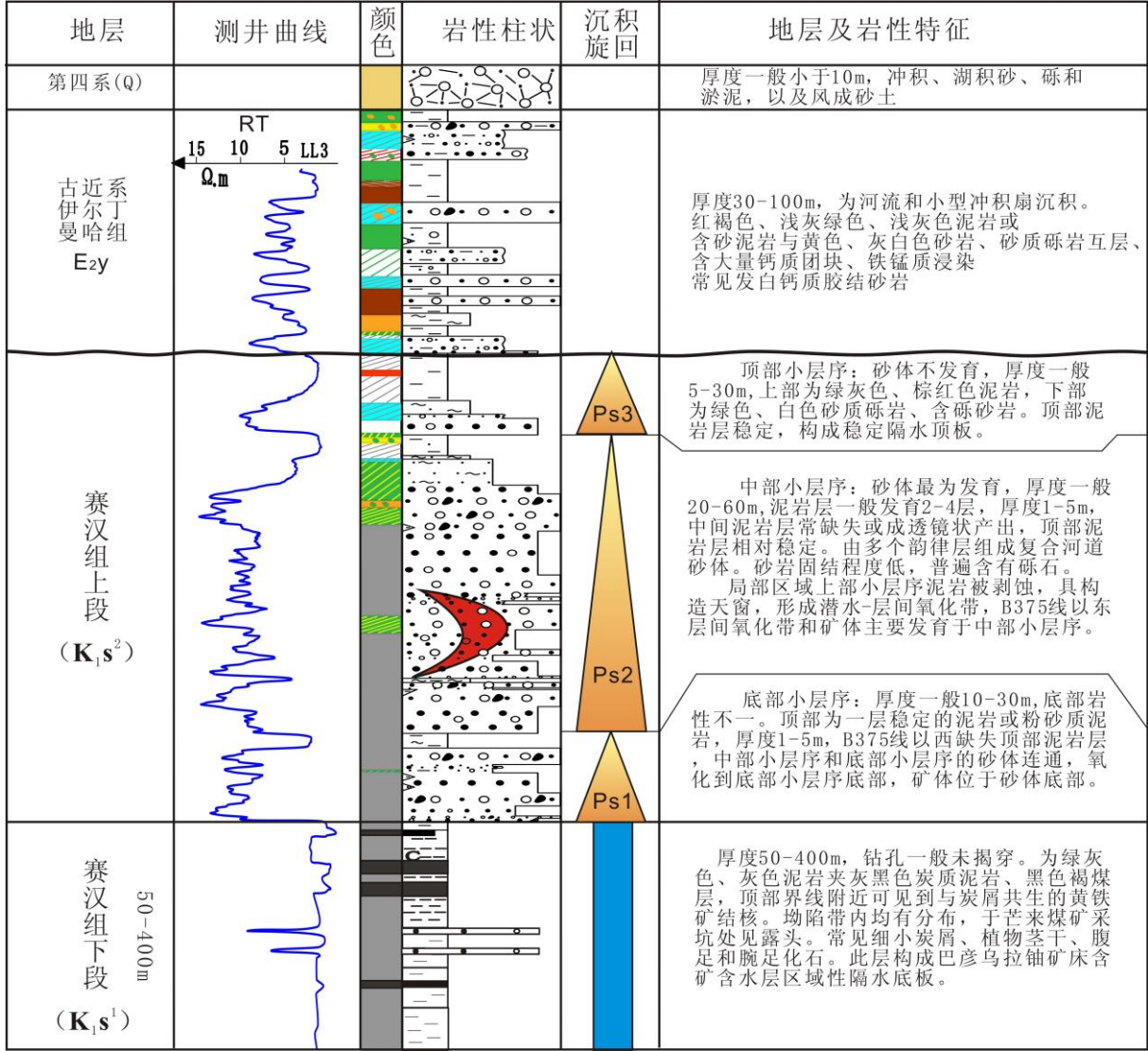
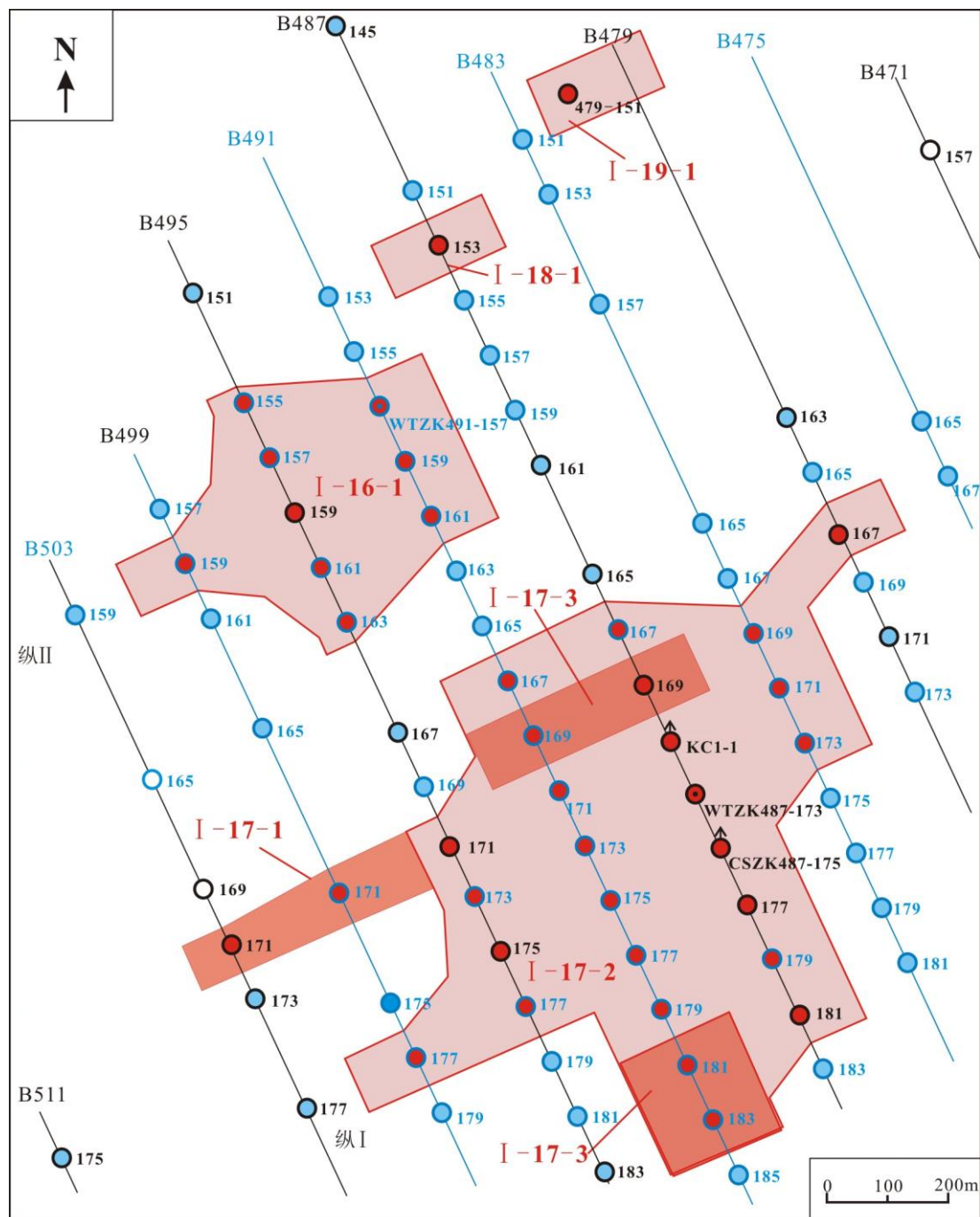


图 2.3-2 巴彦乌拉铀矿床地层分布图

2) 矿体分布特征

本项目首采区为巴润矿段 B475-B511 线范围内的I-17 矿体, 该矿体顶板埋深为 75.86~108.56m, 平均 94.64m, 总体顶面埋深浅, 变化小。矿体底面埋深为 90.76~115.66m, 平均 104.23m, 总体埋深浅。矿体沿北东-南西轴线部位底板埋深较大, 沿轴线向北西和南东两侧方向矿体底面埋深变浅。矿体

厚度为 1.50~14.40m，平均 6.46m，其中矿块I-17-1 和矿块I-17-1 较厚，其余相对较薄。矿体的平面分布情况见图 2.3-3。



1-旧勘探线、编号及钻孔；2-新开勘探线、编号及钻孔；3~5-工业铀矿孔、铀矿化孔、无矿孔；

6-物探参数孔；7-水文地质孔；8-矿体及块段编号。

图 2.3-3 首采区矿段矿体平面示意图

2) 矿石物质组分

巴彦乌拉铀矿床含矿砂体岩性分为砾岩和砂岩 2 大类，主要由碎屑物和杂基组成，胶结物含量少。砂岩类岩石碎屑物以石英、长石为主，岩屑次之，云母极少量；砾岩类岩石碎屑物成分以岩屑为主，石英、长石次之。巴彦乌拉铀矿床矿石中铀的存在形式有吸附态铀和含铀矿物，以吸附态铀为主，铀的吸附剂主要为杂基（粘土矿物），次为有机碳（炭屑），胶黄铁矿（显微球粒状黄铁矿、白铁矿）。含矿主岩的化学全分析见表 2.4-1。

表 2.4-1 含矿主岩的化学全分析统计表

岩 性	分析结果（%）											
	SiO ₂	FeO	Fe ₂ O ₃	Al ₂ O ₃	TiO ₂	MnO	CaO	MgO	P ₂ O ₅	K ₂ O	Na ₂ O	烧失量
砾岩类	77.12	0.82	2.49	9.34	0.49	0.02	0.97	0.66	0.10	3.63	2.25	2.61
砂岩类	76.19	0.88	2.41	10.07	0.37	0.02	0.82	0.58	0.07	3.60	2.35	3.06
总体	76.58	0.86	2.44	9.76	0.42	0.02	0.89	0.62	0.08	3.61	2.31	2.87

2.3.3 地质风险

根据《内蒙古苏尼特左旗巴彦乌拉铀矿床详查地质报告》（核工业二〇八大队，2012 年 9 月），据历史资料记载，本区地震活动较弱，发震次数少，震级小。根据国家地震局《中国地震烈度区划度》（GB19306-2001），本区地震动峰值加速度为 0.15，对照烈度为 7.2 度。矿区地质构造稳定性好，地层分布稳定，无断裂。历史亦无发生滑坡、崩塌、山洪、泥石流等自然灾害。

2.4 气候与气象

2.4.1 区域气候特征

项目所在区域以干旱、半干旱大陆性气候为主。根据苏尼特左旗近 20 年气象统计资料，该地年平均气温 2.8℃，多年最低温度为-39℃，多年最高温度为 42℃。年平均降水量为 185.2mm。年平均相对湿度 52.1%，年平均蒸发量 2449.6mm。该地的年平均风速为 4.0m/s，风频最大的风向为西风和西南风。

2.4.2 气象数据统计

本次预测的地面气象数据采用距离最近的苏尼特左旗气象站逐时气象数据。该站站点编号 53195，地理坐标为东经 113.63°，北纬 43.87°，为一般站，与本项目距离为 46.7km，地形和气象特征基本一致。地面气象参数为逐时数

据，包括观测时间、风向、风速和温度等。

本次预测采用的高空气象数据采用中尺度气象模拟软件 WRF 模拟得到，模拟区域中心的地理坐标为东经 113.85°、北纬 43.90°，与本项目距离约 61.3km。高空气象要素包括日期、气压、高度、干球温度、露点温度、风向和风速等，模拟时间段为每日 8 时、20 时两次。

根据苏尼特左旗气象站逐时气象数据，项目所在地区全年温度、风速月平均变化情况见表 2.4-1、图 2.4-1、图 2.4-2，全年各风向风频见表 2.4-2，各季和全年风向玫瑰图见图 2.4-3。由表 2.4-1 和表 2.4-2 可知，评价区域年平均温度为 5.1℃，年平均风速为 3.4m/s，风向以 SW~W 为主，年静风频率为 3.1%。

表 2.4-1 温度、风速月平均变化值

月份	1 月	2 月	3 月	4 月	5 月	6 月
温度 (°C)	-15.2	-15.1	-2.4	8.6	15.0	21.1
风速 (m/s)	3.9	3.1	4.4	4.1	4.3	3.5
月份	7 月	8 月	9 月	10 月	11 月	12 月
温度 (°C)	23.9	19.9	18.9	5.7	-4.4	-14.7
风速 (m/s)	3.2	3.0	2.7	3.3	3.1	2.4

表 2.4-2 全年各风向风频

风向	N	NNE	NE	ENE	E	ESE	SE	SSE	S
频率 (%)	3.1	2.9	4.4	4.7	6.2	6.2	3.3	2.7	4.4
风向	SSW	SW	WSW	W	WNW	NW	NNW	C	/
频率 (%)	9.6	9.9	9.1	10.4	9.6	6.7	3.7	3.1	

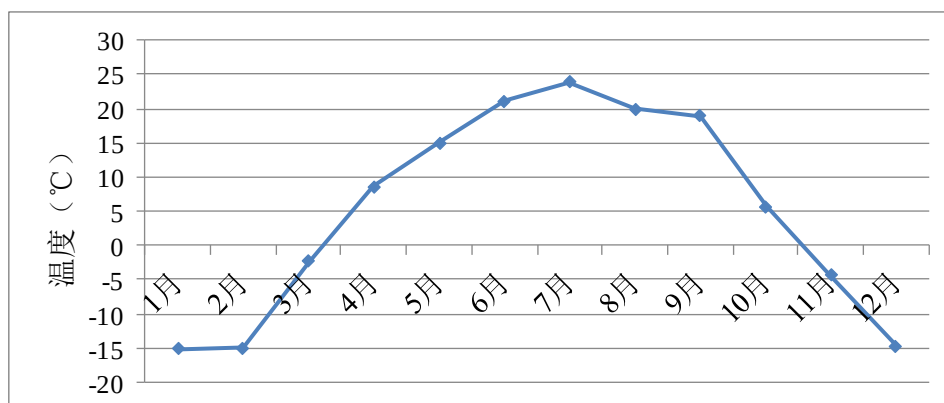


图 2.4-1 各月温度变化图

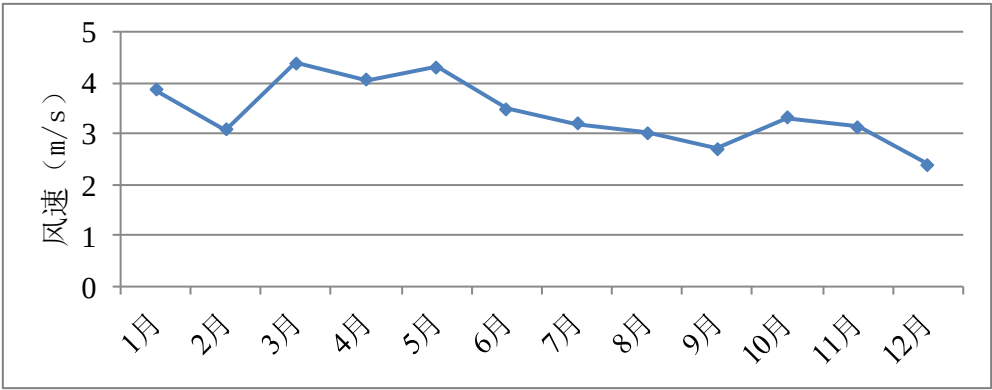


图 2.4-2 各月平均风速图

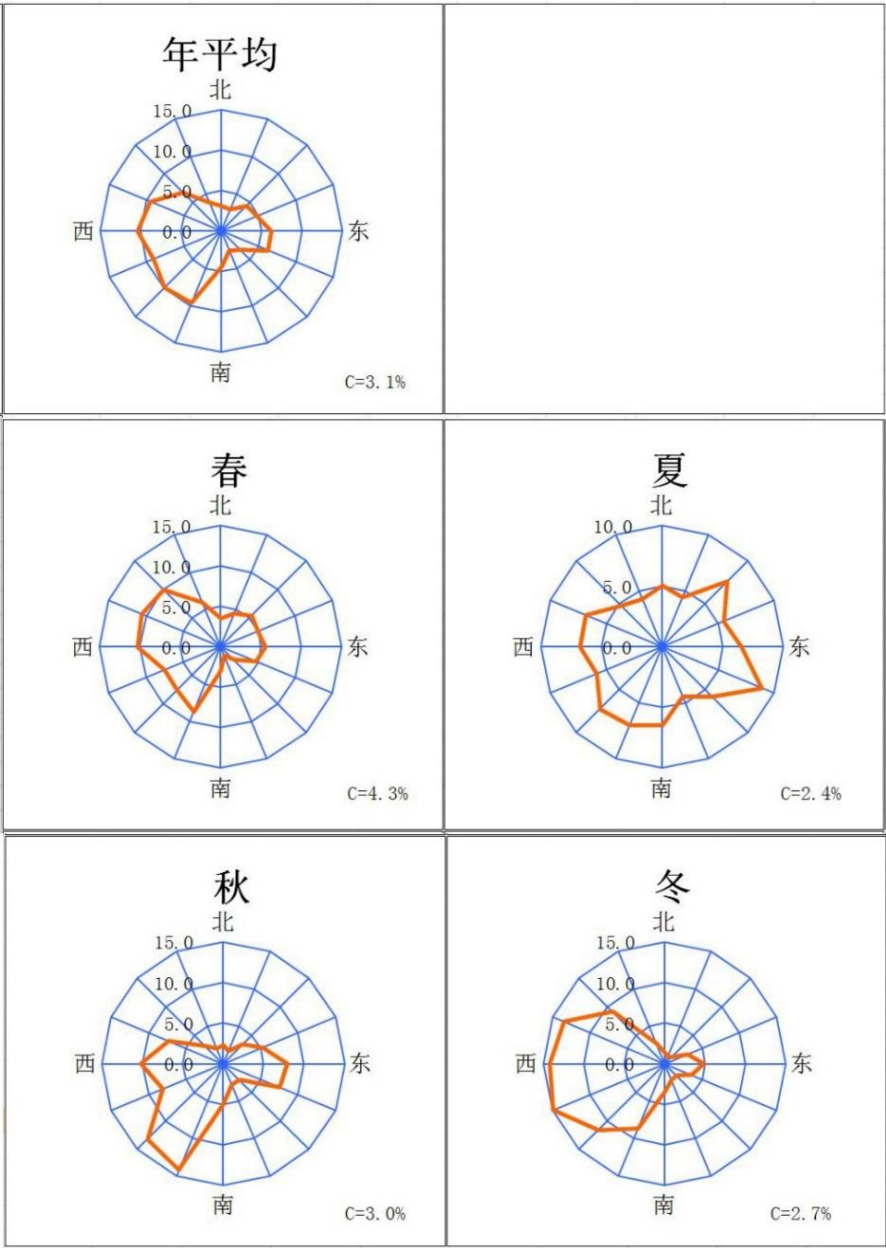


图 2.4-3 全年和各季风向玫瑰图

2.5 水文

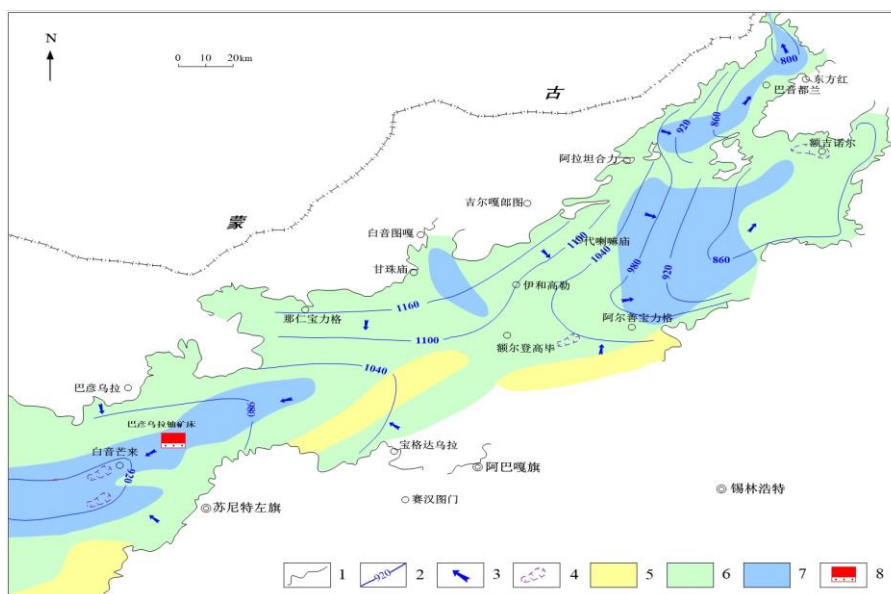
2.5.1 地表水

苏尼特左旗境内地表水系不发达，仅在南部有一条河流-恩格尔河，距离本项目约 125km，常年性有水的淖尔距本项目西南侧约 100km。根据《苏尼特左旗志》，恩格尔河全旗境内径流长度 65km，径流量 0.45~0.55m³/s，流域面积 1239.46km²，径流形成库尔查干淖尔，水域面积 0.96 万亩。此外，境内还零星分布着有水的淖尔 11 个，湖泊面积 15.75km²，总蓄水量可达 1450 万 m³。本项目评价范围内无常年性地表水体及地下水露头，仅有干谷和季节性沼泽洼地。

2.5.2 地下水

2.5.2.1 区域水文地质

二连盆地为一级水文地质单元，马尼特坳陷为二级水文地质单元，本项目位于马尼特坳陷南西部三级水文地质单元中。马尼特坳陷周边隆起区赋存基岩裂隙水，一般水量较贫；坳陷内赋存碎屑岩类裂隙孔隙水，水量变化较大，局部赋存松散岩类孔隙水。地下水总体从坳陷周边向坳陷内径流。马尼特坳陷水文地质图见图 2.5-1。



1-蚀源区边界; 2-地下水等水位线及标高 (m); 3-地下水流向; 4-自流水区; 5-涌水量 $<30\text{m}^3/\text{d}$;

6-涌水量 30-100m³/d; 7-涌水量>100m³/d; 8-巴彦乌拉铀矿床

图 2.5-1 马尼特坳陷水文地质图

2.5.2.2 矿床水文地质

1) 含水层划分

巴彦乌拉铀矿床钻孔揭露的含水层自下而上依次为下白垩统赛汉组上段 (K_1s^2) 和古近系始新统伊尔丁曼哈组 (E_2y) 含水层, 各含水层的详细特征如下:

(1) 古近系始新统伊尔丁曼哈组 (E_2y) 含水层

始新统伊尔丁曼哈组 (E_2y) 含水层由河流、洪泛沉积的砂岩、砂质砾岩、泥质砂砾岩、含砂砾泥岩和泥岩组成。含水层厚度 20~75m, 地下水多为承压水, 局部存在潜水, 水位埋深 15~40m。该含水层地下水较丰富, 单孔涌水量可达 200m³/d, 为当地居民和牲畜饮用水源。

(2) 下白垩统赛汉组上段 (K_1s^2) 含水层

下白垩统赛汉组上段 (K_1s^2) 含水层岩性为砂岩、砂砾岩, 含水层厚度大, 一般 30~80m, 分布稳定, 连续性好, 地下水为承压水, 富水性、渗透性好, 涌水量一般 100~1000m³/d。该含水层为 I 含矿含水层, 其含(隔)水层及地下水特征将在“含矿含水层特征”一节中详细论述。

2) 含矿含水层特征

(1) 岩性特征

含矿含水层由赛汉组上段 (K_1s^2) 辫状河砂体组成, 其岩性为砂质砾岩、含砾粗砂岩、中细砂岩及少量含粉砂细砂岩, 砾岩-砂质砾岩占有比例为 46.69%; 中-粗砂岩占有比例为 33.59%, 中细砂-细砂岩占有比例为 19.71%。

(2) 厚度特征

含矿含水层厚度一般为 20~80m, 平均为 54.8m。首采区巴润矿段含矿含水层厚度一般 20~30m, 平均 26.76m, 整体厚度变化不大, 其北部边缘较厚, 东、西部和南侧稍薄。

(3) 水文地质参数

含矿含水层地下水水位埋深较浅, 具有较强承压水头, 且涌水量大、矿层渗透性较强、导水能力和连通性均好。据水文地质孔抽水试验资料, 首采区巴润矿段含矿含水层水位埋深 16.23~19.67m, 承压水头 60.83~92.07m, 单位涌水量 1.26~1.847L/s·m, 渗透系数 8.94~10.00m/d, 导水系数 221.98~

259.00m²/d。

(4) 补径排特征

含矿含水层地下水主要接受北东邻区地下水的侧向补给，地下水总体从北东向南西缓慢径流，水力梯度较小，为 0.3‰~1.4‰，最终泄于南西部的准达来、巴润达来一带。

(5) 水化学特征

含矿含水层水化学类型主要有 Cl-Na、Cl·HCO₃-Na、Cl·SO₄-Na 和阴离子多组分-Na 型水，地下水中 Cl⁻含量为 411.96~517.60mg/L，SO₄²⁻含量为 179.82~423.00mg/L，HCO₃⁻含量为 357.32~512.00mg/L，Na⁺含量为 425.27~516.81mg/L，Ca²⁺含量为 27.09~63.00mg/L，Mg²⁺含量为 19.46~55.00mg/L，矿化度为 1.32~1.40g/L。

3) 含矿含水层顶、底板特征

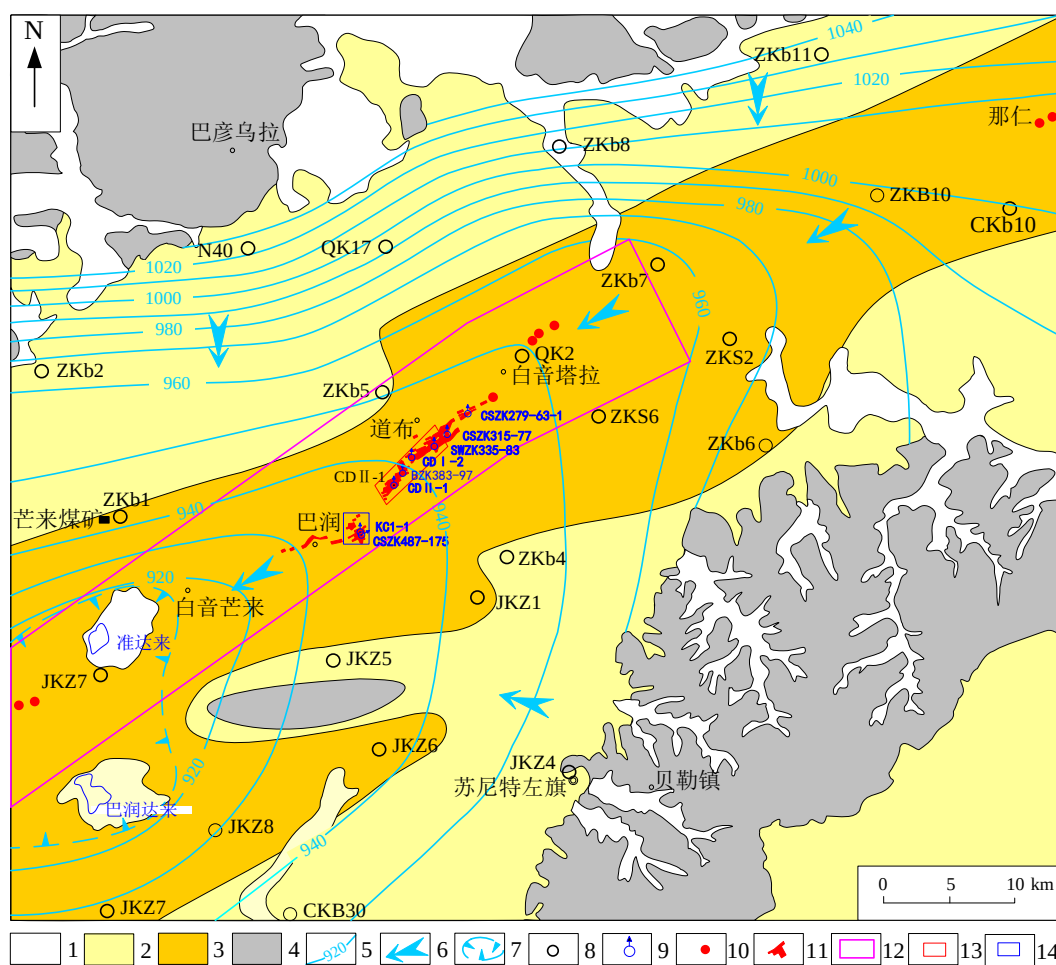
(1) 隔水顶板特征

含矿含水层隔水顶板主要由赛汉组上段顶部的绿灰色夹红色泥岩、浅黄色泥岩、含砂砾泥岩、粉砂质泥岩等组成，属辫状河沉积体系末期的泛滥平原沉积。局部与伊尔丁曼哈组洪泛沉积的红色泥岩、灰绿色泥岩、含砂砾泥岩、粉砂质泥岩等共同组成。厚度一般 5~20m，分布连续、稳定，隔水性能良好。

(2) 隔水底板特征

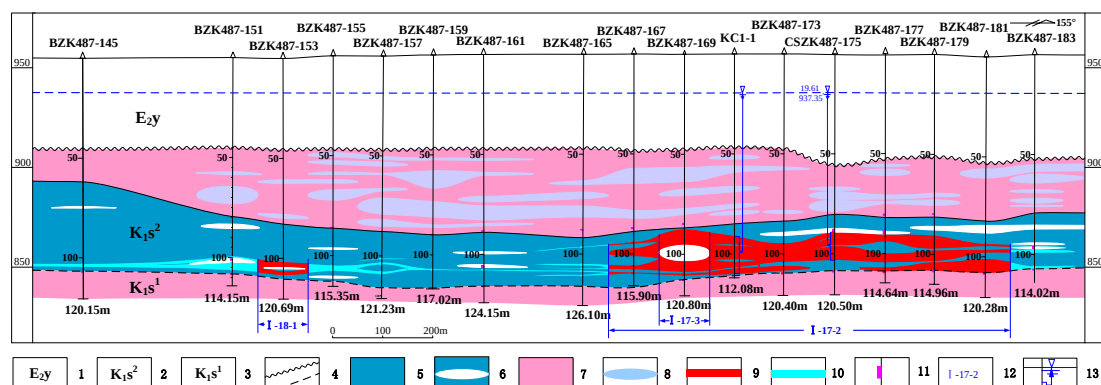
含矿含水层隔水底板由赛汉组下段湖沼相沉积的绿灰色、灰色、深灰色泥岩、含粉砂泥岩组成。铀矿勘探钻孔均未揭穿，据周边煤田孔资料，厚度可达 400m 以上，分布连续、稳定，隔水性能良好。

巴彦乌拉铀矿区综合水文地质图见图 2.5-2，首采区水文地质剖面图见图 2.5-3。



1-松散岩类孔隙水区；2-单孔涌水量 $<100\text{m}^3/\text{d}$ 碎屑岩类孔隙水区；3-单孔涌水量 $>100\text{m}^3/\text{d}$ 碎屑岩类孔隙水区；4-基岩裂隙水区；5-地下水等水位线及标高（m）；6-地下水流向；7-地下水排泄区；8-收集水文孔；9-水文地质孔；10-工业铀矿孔；11-铀矿体；12-巴彦乌拉矿区；13-巴彦乌拉主矿段；12-巴润矿段。

图 2.5-2 巴彦乌拉铀矿区综合水文地质略图



1-伊尔丁曼哈组；2-赛汉组上段；3-赛汉组下段；4-地层角度/平行不整合界线；5-含矿含水层；6-局部或透镜状隔层；7-隔水层；8-薄层状或透镜状含水层；9-铀矿体；10-铀矿化体；11-泥岩铀异常段；12-矿体及块段编号；13-抽水试段位置及含矿含水层承压水水位线

图 2.5-3 首采区 B487 号勘探线水文地质剖面示意图

2.6 土地和水体的利用

2.6.1 土地利用

苏尼特左旗总土地面积为 34251.7km²。其中，牧草地面积为 33795.0km²，林地面积为 110.3km²，耕地面积仅 2.5km²，村地、交通用地、水域及工矿用地面积分别为 11.0km²、24.0km²、171.2km² 及 0.3km²；其它土地面积为 137.5km²，主要为盐碱地、沙地等。

本项目周边 5km 范围内土地利用类型以牧草地为主，并分布少量农村宅基地和农村道路，少部分钻孔占地涉及基本草原。

2.6.2 水体利用

苏尼特左旗属于内陆河流域区，水资源可开采总量欠丰富。苏尼特左旗水资源总量为 35979 万 m³，其中地下水资源量为 34244 万 m³，富水区主要位于塔木钦塔拉古河道，年可开采量为 2714 万 m³；恩格尔河是境内唯一一条常年性河流，位于旗东南部，境内长度为 65km，年径流量 14000 万 m³，现建有库容量为 1200 万 m³ 水库，年可供水量为 351 万 m³。

根据现场查勘，评价中心半径 5km 范围内无地表水和地下水集中式饮用水源地，居民生活用水均为自家井水，井深约 50m~80m，取水层位为伊尔丁曼哈组碎屑岩含水层，取水量较少。

2.7 生态和资源开发利用

2.7.1 生态环境状况

苏尼特左旗处于我国北方草原带的典型草原与荒漠草原过渡地带，草场面积占 90%以上，大部分为荒漠草原和半荒漠草原型，地表植被共有草原植被、荒漠植被和低湿植被三大类型。地表植被多为草木科、大百合科植物为主的牧草，如多节植物蒿、碱葱、沙葱、冰草等；区内野生动物主要有狐狸、蒙古兔、田鼠、沙蜥等；区域内土壤类型有栗钙土、棕钙土、风沙土、灰色草甸土等，有机质含量低，稳固性差。

通过现场走访调查，项目占地区域内植被类型以荒漠草原植被为主，地表植被多为牧草，多样性较差，覆盖度较低。评价区常见的野生动物主要有蒙古兔、田鼠、沙蜥等，居民养殖动物以羊和牛为主，无珍稀动植物资源。

经建设单位与苏尼特左旗自然资源局核实，本项目评价范围不在生态红线范围内，且不涉及水源保护区、永久基本农田、各类自然保护地、国家地质公园等生态敏感区，详见附件 2。

2.7.2 资源开发利用状况

苏尼特左旗以畜牧业为主体经济，畜牧业资源丰富。牲畜品种包括苏尼特羊、苏尼特山羊、苏尼特驼、蒙古牛、蒙古马等在内的地方优良品种；苏尼特左旗矿产资源丰富，截至 2020 年底，已发现矿产 35 种和矿产地 46 处，有煤炭（褐煤和烟煤）、铀等能源矿产和金、银、铜、钼、铅、锌等金属矿产和非金属矿产；全旗各类矿山共 32 家，其中能源矿山 2 家，金属矿山 7 家，非金属矿山 13 家，建筑用砂石矿山 5 家；全旗矿业从业人员 480 人，矿业产值达 3.6 亿，矿业产值占全旗工业产值的 36%。

本项目周边 5km 范围内无其他矿产资源开发利用企业。

2.8 产业政策与“三线一单”符合性

2.8.1 产业政策符合性分析

本项目属于铀矿采冶项目，对照《产业结构调整指导目录（2024 年本）》（中华人民共和国国家发展和改革委员会令 第 7 号），本项目不属于产业政策指导目录规定的限制类和淘汰类项目，属于鼓励类“六、核能”中“1、铀矿地质勘查和铀矿采冶、铀精制、铀转化”，符合我国现行产业政策。

2.8.2 “三线一单”相符性分析

1) 与《锡林郭勒盟生态环境保护委员会关于实施“三线一单”生态环境分区管控的意见》修改单（2023 年版）符合性分析

锡林郭勒盟实施生态环境分区管控，共划定环境管控单元 154 个，包括优先保护单元、重点管控单元、一般管控单元三类。根据本项目占地与锡林郭勒盟环境管控单元叠图（图 2.8-1），本项目所在环境管控单元类别分别为：优先保护单元（苏尼特左旗一般生态空间-防风固沙生态功能重要区域）和一般管控单元（苏尼特左旗一般管控单元），单元编码分别为 ZH15252310008 和 ZH15252330001。对比《锡林郭勒盟生态环境准入清单（2023 年版）》中要求，本项目与其相符性分析见 2.8-1。

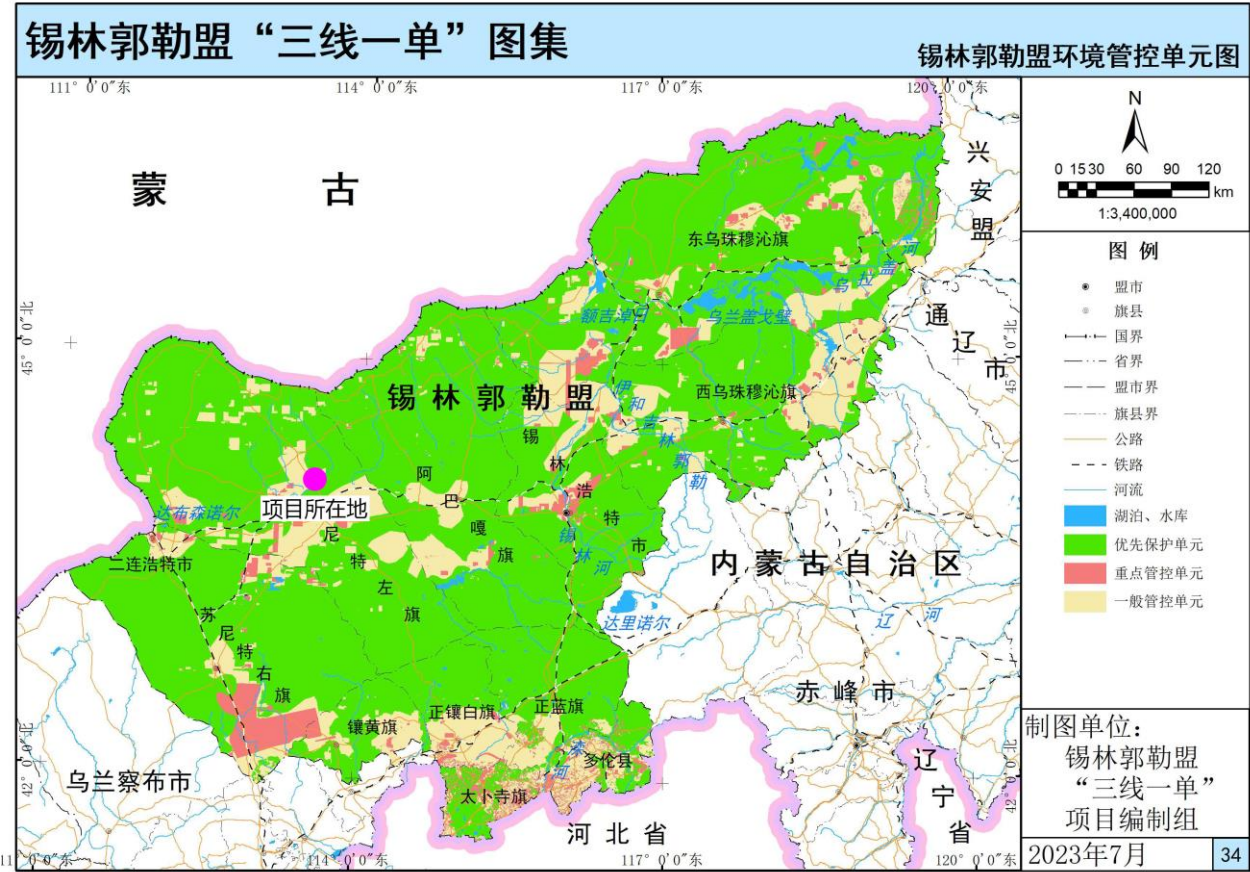


图 2.8-1 锡林郭勒盟环境管控单元图

表 2.8-1 本项目与所属管控单元符合性分析

名称	管控要求		项目情况	相符性
苏尼特左旗 一般生态空间- 防风固沙生态 功能重要区域	空间 布局约束	1.执行锡林郭勒盟总体准入要求中第十三条关于生态区位重要的沙化土地空间布局约束的准入要求。	1.总体准入要求中第十三条对“防风固沙林网、林带”、“沙化土地封禁保护区”和“高耗水工业”等方面做出了空间布局约束准入要求，本项目不涉及以上区域或行业。	满足
		2.禁止在二十五度以上陡坡地开垦种植农作物。	2.本项目不涉及开垦种植农作物。	
		3.禁止在崩塌、滑坡危险区和泥石流易发区从事取土、挖砂、采石等可能造成水土流失的活动。	3.本项目不涉及取土、挖砂、采石等可能造成水土流失的活动。	
苏尼特左旗 一般管控单元	空间 布局约束	1.执行锡林郭勒盟总体准入要求中第一条关于空间布局约束的准入要求。	1.总体准入要求中第一条对“化工园区”、“地下水超采区”和“饮用水源保护区”等区域，及“‘两高’项目”、“工业炉窑”和“涉气重污染项目”等项目做出了空间布局约束准入要求。本项目不涉及以上区域或行业。	满足
	污染物 排放管控	1.执行锡林郭勒盟总体准入要求中第二条关于污染物排放管控的准入要求。	1.总体准入要求中第二条与本项目相关的要求有：强化矿山开采、储存、装卸、运输过程的污染防治，确保粉尘达标排放。本项目施工期采取了洒水、遮盖等抑尘措施，运行期无粉尘产生及排放，可以满足该管控要求。	满足
		2.火电、有色、建材、热力生产及供应等重点行业粉状物料堆场必须进行全封闭，块状物料必须安装抑尘设施。	2.本项目非火电、有色、建材、热力生产及供应等重点行业项目。	
		3.现有火电项目完成超低排放改造。	3.本项目非火电项目。	

	环境 风险防控	1.执行锡林郭勒盟总体准入要求中第三条关于环境风险防控的准入要求；	1.总体准入要求中第三条对“建立重污染天气预警体系”、“淘汰替代高风险化学品生产”、“严格高能耗、高物耗和产能过剩、低水平重复建设项目审批”、“控制有毒有害物质排放”及“实施土壤污染隐患排查制度”等方面做出了风险防控准入要求。本项目各类污染物达标排放或合理处理处置，定期开展大气、地下水、土壤等环境监测，上报生态环境主管部门，并接受监督检查，可以满足该环境风险防控的准入要求。	满足
		2.加强重大环境风险源的风险管控，构建区域环境风险联防联控机制，建立突发环境事故状态下的应急监测与人员疏散联动机制。	2.本项目为地浸采区开拓工程，不涉及重大环境风险源。本项目编制了《中核内蒙古矿业有限公司苏尼特左旗分公司突发环境事件应急预案》，制定了事故应急监测方案，建立了人员应急疏散程序，可以满足该环境风险防控要求。	
	资源利用 效率要求	1.执行锡林郭勒盟总体准入要求中第四条关于资源开发效率的准入要求。	1.总体准入要求中第四条对“地下水禁采区”、“火力发电、钢铁、纺织、造纸、石化和化工等高耗水工业项目”及“锡林郭勒盟用水总量控制目标”做出了准入要求，本项目不属于高耗水工业，不涉及地下水禁采区，项目用水主要为少量生活用水，且本采区开拓工程前后用水量不变，可以满足该资源开发效率的准入要求。	满足
		2.禁止用地下水发展非节水旱作农业；电厂脱硫废水单独处理后回用，原则上工业废水零排放；禁止开采深层承压地下水；禁止农业、工业建设项目和服务业新增取用地下水，并逐步削减超采量；对于地下水超采漏斗区严禁新凿井。	2.本项目为非农业项目，不涉及地下水开采，项目未处于地下水超采漏斗区；本项目用水主要为生活污水，本采区开拓工程实施前后用水量不变。本项目工艺废水排入蒸发池处理，不外排，可以满足该资源利用效率要求。	

		3.严控地下水超采。严格执行《地下水超采区和重要地下水水源地水位与水量双控方案》，落实压减灌溉面积、节水改造、水源置换及监测等各项措施，超采区内不予审批工农业生产及服务业新增取用地下水；加强超采区压采和替代水源建设，确保按治理方案落实压减灌溉面积、节水改造、水源置换及监测等各项措施；实行地下水“五控”制度。“五控”即严格管控地下水开发利用总量、水位、用途、水质及机电井数量。	3.本项目不涉及地下水开采，未处于地下水超采区，不涉及地下水“五控”制度。	
		4.加强城镇节约用水。推广节水器具和节水产品，加强城镇供水管网改造、降低公共供水管网漏损率。推进城镇生活、绿化、水景观及第三产业节水改造。城镇园林绿化要选用节水耐旱型植物，注重雨水的回收利用，提倡使用再生水浇灌，采用微喷、滴灌等节水设施。积极开展公共机构节水型单位创建工作。	4.本项目为地浸采区开拓工程，不涉及城镇区域，不涉及城镇节约用水。本采区开拓工程实施前后生活用水量不变，产生的生活污水经地埋式一体化污水处理设施处理后回用于厂区绿化和抑尘，不外排，可以满足该资源利用效率要求。	
		5.严格落实节水“三同时”制度。	5.本项目为地浸采区开拓工程，不涉及节水“三同时”。	

2) “三线一单”符合性分析

(1) 生态保护红线符合性

本项目位于内蒙古自治区锡林郭勒盟苏尼特左旗境内，经建设单位与苏尼特左旗自然资源局核实，本项目不在生态保护红线内。此外，本项目也不涉及自然保护区、风景名胜区、国家级森林公园、地质公园、湿地公园、饮用水源保护区、基本农田保护区和其他需要特别保护的区域，符合生态保护红线的要求。

(2) 资源利用上线符合性

本项目建设运行过程中，主要资源消耗有水、土地、能源（电能）。项目占地面积约 1.068km^2 ，占用土地资源较少；本项目不涉及使用高耗电设备，巴彦乌拉一期工程现有供电设备可满足本项目负荷要求；项目设置独立水源和供水设施，分别在水冶厂和倒班宿舍区内采用管井取地下水作为水源，可满足本项目生产生活用水需求。因此，本项目水、土地、能源（电能）使用符合资源配置要求，总体符合资源利用上线的要求。

(3) 环境质量底线符合性

根据《2023 年内蒙古自治区生态环境状况公报》，锡林郭勒盟 2023 年 SO_2 、 NO_2 、 $\text{PM}_{2.5}$ 和 PM_{10} 年均浓度、 CO 第 95 百分位数日均浓度， O_3 第 90 百分位数日最大 8h 平均浓度均小于《环境空气质量标准》（GB3095-2012）的二级标准要求，为空气达标区。

本项目施工期、运行期废气均达标排放；废水不外排，不会对周边环境产生影响；固体废物得到合理处理处置；噪声经采用低噪声设备、合理安排作业时间等措施后影响较小。总体而言，本项目“三废”排放对周围环境影响较小，运行后不会出现环境质量降级。因此，本项目的建设符合环境质量底线要求。

(4) 负面清单符合性

本项目位于内蒙古自治区锡林郭勒盟苏尼特左旗，未被列入《内蒙古自治区国家重点生态功能区产业准入负面清单》（试行）（内政发〔2018〕11 号文）中规定“苏尼特左旗国家重点生态功能区产业准入负面清单”中的限制类和禁止类，符合负面清单控制要求。

综上分析，本项目符合国家及地方产业政策和环保政策的相关要求，满足国家“三线一单”要求，在采取评价提出的污染控制措施及生态恢复措施后，满足所在环境管控单元的要求。

2.9 社会环境

2.9.1 社会经济

根据《苏尼特左旗 2023 年国民经济和社会发展统计公报》，2023 年苏尼特左旗地区生产总值 47.36 亿元，比上年增长 3.1%。其中，第一产业增加值 10.32 亿元，增长 5.0%；第二产业增加值 23.18 亿元，下降 2.0%；第三产业增加值 13.86 亿元，增长 6.6%。第一、二、三产业比例为 21.8：48.9：29.3，对增长的贡献率分别为 44.8%、-23.1%和 78.3%。人均地区生产总值达 135889 元，增长 2.1%。

2.9.2 人口分布

根据《苏尼特左旗 2023 年国民经济和社会发展统计公报》，全旗总人口为 3.48 万人。其中，城镇人口 2.18 万人，占 62.6%，牧区人口 1.30 万人，占 37.4%。全旗总面积 34251.7km²，人口密度为 1.02 人/km²。

1) 5km 范围内人口分布

根据 2023 年实地调查，评价中心（集液池）5km 范围内人口稀少且居住分散，总人口为 45 人，平均人口密度 0.57 人/km²。评价中心 5km 范围内居民点分布情况见表 2.9-1，居民点分布图见图 2.9-1。

表 2.9-1 评价中心 5km 方位内居民点分布人口

序号	居民点	方位	距离，km	人口数
1	苏和巴特尔家	N	0.6	9
2	阿拉腾格日勒家	NE	2.1	6
3	萨仁毕力格家	NE	4.3	4
4	斯琴巴雅尔家	E	0.5	7
5	额尔登朝鲁家	ESE	4.3	5
6	陶德忙来家	SE	4.4	3
7	呼日查毕力格家	SW	4.2	4
8	南登毕力格家	W	2.2	4
9	额尔登吉日嘎拉家	NW	4.2	3
合计				45

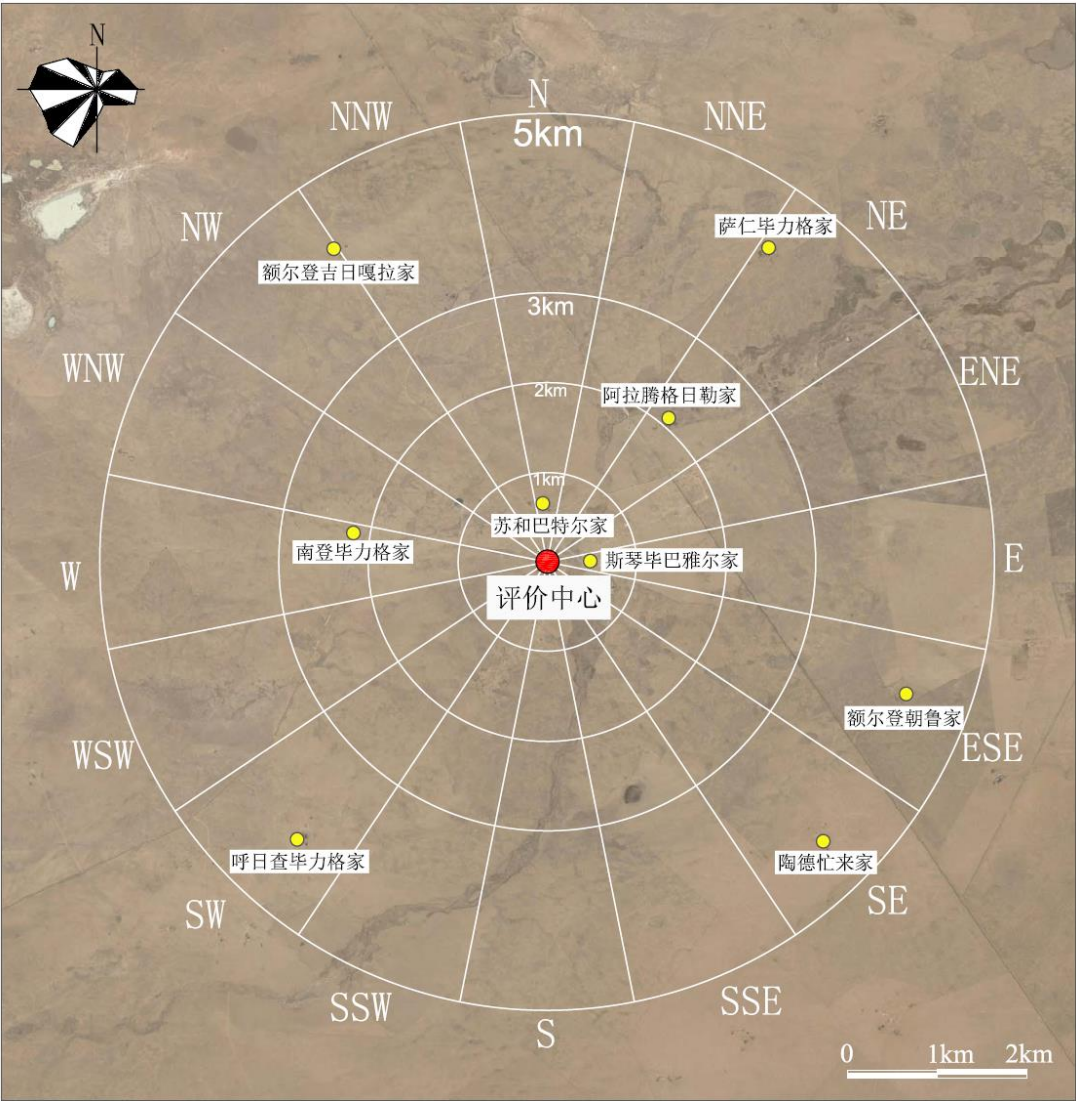


图 2.9-1 评价中心 5km 范围内居民点分布

2) 20km 范围内人口分布

根据 2024 年实地调查，评价中心 20km 范围涉及巴彦乌拉苏木、满都拉图镇和赛罕高毕苏木，总人口 1115 人，平均人口密度 0.89 人/km²。评价区域内各年龄组的人口比例约为：婴儿（≤1 岁）1%，幼儿（1~7 岁）6%，少年（7~17 岁）16%，成人（>17 岁）77%。2018 年~2022 年《苏尼特左旗国民经济和社会发展统计公报》中人口自然增长率数据如表 2.9-2 所示，本项目取近 5 年人口自然增长率均值 2.9‰作为预测参数。评价中心 20km 范围内各子区人口统计情况见表 2.9-3 和图 2.9-2。

表 2.9-2 苏尼特左旗 2018~2022 年人口自然增长率

年份	2018	2019	2020	2021	2022
人口自然增长率（‰）	5.2	2.5	1.0	2.8	2.8

本项目预计 2024 年开始施工，施工期 1 年，预计 2025 年投入运行。2025 年各评价子区人口预测以 2024 年人口数为基础，利用马尔萨斯人口计算模型（公式 2.9-1）计算得到 2025 年各评价子区人口分布情况见表 2.9-4。

$$N = N_0 e^{r \cdot t} \quad (\text{式 2.9-1})$$

式中：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；

tN 与 N_0 之间的时间间隔（年）。



图 2.9-2 评价中心 20km 评价子区分布图

表 2.9-3 评价中心 20km 范围内各子区人口（2024 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	2	0	0	0	2	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
	成人	7	0	0	0	5	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
1~2km	婴儿	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
	幼儿	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
	少年	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
	成人	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
2~3km	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	2	0	0	0	0	0	0	0	0	0	2	0	0	0
	成人	0	0	4	0	0	0	0	0	0	0	0	0	2	0	0	0
3~5km	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	1	1	0	0	0	1	0	0	0	1	0
	成人	0	0	4	0	0	4	2	0	0	0	3	0	0	0	2	0
5~10km	婴儿	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	0	0	0	0
	幼儿	1	1	1	0	1	0	0	2	1	2	2	5	1	1	1	2
	少年	1	2	3	1	2	1	0	6	2	6	6	13	2	2	2	6
	成人	7	8	14	4	9	6	1	28	9	27	31	63	12	9	11	28
10~20km	婴儿	0	0	1	0	1	0	1	0	0	0	1	0	0	0	1	0
	幼儿	2	3	7	2	4	3	4	2	3	2	4	1	1	3	4	1
	少年	5	7	19	6	10	7	10	5	7	4	12	2	3	7	10	4
	成人	25	35	92	27	46	34	46	23	32	22	55	9	15	32	46	18

表 2.9-4 评价中心 20km 范围内各子区人口（2025 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	2	0	0	0	2	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
	成人	7	0	0	0	5	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
1~2km	婴儿	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
	幼儿	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
	少年	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
	成人	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
2~3km	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	2	0	0	0	0	0	0	0	0	0	2	0	0	0
	成人	0	0	4	0	0	0	0	0	0	0	0	0	2	0	0	0
3~5km	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	1	1	0	0	0	1	0	0	0	1	0
	成人	0	0	4	0	0	4	2	0	0	0	3	0	0	0	2	0
5~10km	婴儿	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	0	0	0	0
	幼儿	1	1	1	0	1	0	0	2	1	2	2	5	1	1	1	2
	少年	1	2	3	1	2	1	0	6	2	6	6	13	2	2	2	6
	成人	7	8	14	4	9	6	1	28	9	27	31	64	12	9	11	28
10~20km	婴儿	0	0	1	0	1	0	1	0	0	0	1	0	0	0	1	0
	幼儿	2	3	7	2	4	3	4	2	3	2	4	1	1	3	4	1
	少年	5	7	19	6	10	7	10	5	7	4	12	2	3	7	10	4
	成人	25	35	93	27	46	34	46	23	32	22	55	9	15	32	47	18

3 工程分析

3.1 现有工程概况

3.1.1 现有工程基本情况

巴彦乌拉铀矿床 2013 年完成地浸采铀条件试验, 2014 年完成地浸采铀扩大试验。巴彦乌拉一期工程项目于 2014 年 12 月取得国防科工局立项批复(科工计〔2014〕1625 号), 2015 年 2 月取得原环境保护部环评批复(环审〔2015〕33 号), 2015 年 6 月开工建设, 2016 年 9 月工程竣工, 2017 年 8 月 21 日取得了原环境保护部环境保护竣工验收批复(环验〔2017〕35 号)。

巴彦乌拉一期工程浸出工艺为酸法浸出, 浸出剂为 H_2SO_4 。其工艺流程为浸出液→过滤→吸附→转移脱水→淋洗→萃取→反萃取→沉淀→压滤→“111”产品。

巴彦乌拉一期工程主要设施包括井场(生产井、监测井、井场综合管线、集控室、集液池及泵房、硫酸供应站等)、水冶厂(吸附淋洗厂房、萃取沉淀厂房、蒸发池等)、生产辅助设施(化工原料库、废品库、固体废物库、机修车间、中心化验室、备品备件库等)及生活区, 具体内容见表 1.3-1。

3.1.2 现有工程污染物排放情况

3.1.2.1 废气

1) 气载流出物

(1) 集液池废气

集液池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, 经管道集中于集液池时, ^{222}Rn 气体通过集液池顶棚两侧的门窗释放于大气, 集液池内 ^{222}Rn 实测浓度为 20530Bq/m^3 , 根据浸出液输送速率计算, 集液池 ^{222}Rn 释放量为 $2.54 \times 10^{11}\text{Bq/a}$ 。

(2) 吸附淋洗厂房废气

吸附淋洗厂房内吸附塔区、淋洗塔区等生产区在生产过程中会产生氦气, 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。吸附淋洗厂房整体通风量为 $97243\text{m}^3/\text{h}$, 根据近三年流出物和

环境监测报告，吸附淋洗厂房排气筒处氡浓度为 $39.0\sim 45.7\text{Bq/m}^3$ ，按照最高 45.7Bq/m^3 考虑，则吸附淋洗厂房氡气释放量约为 $3.89\times 10^{10}\text{Bq/a}$ 。

（3）萃取沉淀厂房废气

萃取沉淀厂房包括萃取沉淀车间及产品库，生产过程中会产生氡气，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。萃取沉淀厂房整体通风量为 $43738\text{m}^3/\text{h}$ ，根据近三年流出物和环境监测报告，萃取沉淀厂房排气筒内氡浓度为 $42.0\sim 57.4\text{Bq/m}^3$ ，按照最高 57.4Bq/m^3 考虑，则萃取沉淀厂房氡气释放量约为 $2.20\times 10^{10}\text{Bq/a}$ 。

（4）蒸发池废气

蒸发池废液蒸发时，其中溶解的 ^{222}Rn 随之挥发，析出一定量的 ^{222}Rn ，巴彦乌拉一期工程现有蒸发池 4 座，总面积 24000m^2 。根据生态环境部核基地项目对蒸发池水面氡析出率的监测数据，地浸矿山蒸发池水面氡析出率范围值为 $0.035\text{Bq/m}^2\cdot\text{s}\sim 0.060\text{Bq/m}^2\cdot\text{s}$ ，按最大值 $0.060\text{Bq/m}^2\cdot\text{s}$ 考虑，则蒸发池 ^{222}Rn 释放量为 $4.54\times 10^{10}\text{Bq/a}$ 。

2）非放射性废气

非放射性废气主要为锅炉烟气，巴彦乌拉一期工程现有锅炉房内设 1 台 0.35MW 和 1 台 1.4MW 燃煤热水锅炉，锅炉燃煤产生的烟气经高效脱硫湿式除尘器处理后排放，除尘效率 95%，脱硫效率 70%，脱氮效率 40%，汞去除率 62%。根据近三年流出物和环境监测报告，锅炉烟气中颗粒物为 $(29.4\sim 43.5)\text{mg/m}^3$ ，二氧化硫为 $(102\sim 237)\text{mg/m}^3$ ，氮氧化物为 $(130\sim 261)\text{mg/m}^3$ ，汞及其化合物为 $(0.0003\sim 0.0271)\text{mg/m}^3$ ，烟气黑度小于 1，均可满足《锅炉大气污染物排放标准》（GB 13271-2014）的要求。

3.1.2.2 废水

1）放射性废水

（1）工艺废水

巴彦乌拉一期工程工艺废水主要为解毒尾液和贫树脂洗涤废水、萃余尾液和饱和树脂洗涤废水。

①解毒尾液和贫树脂洗涤废水

巴彦乌拉一期工程的大部分（约 99.7%）吸附尾液直接返回配制浸出剂，

剩余吸附尾液约 $112.3\text{m}^3/\text{d}$ （约 0.3%）用作解毒剂配制及贫树脂洗水，产生的解毒尾液和洗涤废水（约 $112.3\text{m}^3/\text{d}$ ）排入蒸发池进行自然蒸发处理。

②萃余尾液和饱和树脂洗涤废水

萃取工序产生的萃余尾液和饱和树脂洗涤工序产生的洗涤废水共计约 $3.6\text{m}^3/\text{d}$ ，排入蒸发池处理。

（2）实验废水

巴彦乌拉一期工程设有中心化验室，负责浸出液处理厂的日常化学分析工作，中心化验室废水产生量约 $5\text{m}^3/\text{d}$ ，排入蒸发池处理。

综上所述，巴彦乌拉一期工程排入蒸发池的废水量合计 $120.9\text{m}^3/\text{d}$ （ $39897\text{m}^3/\text{a}$ ）。巴彦乌拉一期工程现有蒸发池 4 座，总蒸发面积为 24000m^2 ，实际蒸发量约为 $42587.52\text{m}^3/\text{a}$ ，可满足放射性废水的处理需求。巴彦乌拉一期工程自生产以来，蒸发池运行良好，无液体外溢现象，可全部蒸发该工程产生的放射性废水。蒸发池底部铺设防渗层，防渗层下设置检漏设施，自生产以来未发生蒸发池泄漏事故。

（3）流散浸出液

为了避免浸出液在含矿含水层中向井场外围逸散，巴彦乌拉一期工程在生产过程中采取抽大于注控制措施，抽大于注的比例为 0.3%，使地下水由注入井向抽出井流动。此外，在井场外围和矿床上层含水层中设有监测井，定期对监测井中的地下水进行监测，并对水中的元素及化学成分变化情况进行分析，掌握地下水水质变化动态。

根据近三年流出物和环境监测报告，监测井中放射性水平未出现明显变化，可见地下溶浸范围受控，矿山生产运行未对周围地下水造成影响。

（4）洗井废水

巴彦乌拉一期工程井场运行过程中，需要定期对钻孔进行洗井工作，产生的洗井废水经洗孔工作站处理，处理后的澄清液重新注入井下，洗井残渣运至蒸发池集中处理

2）非放射性废水

非放射性废水主要为生活区职工产生的生活污水，总产生量为 $30\text{m}^3/\text{d}$ ，通过地埋式一体化污水处理设施进行处理，经处理后回用于厂区绿化、抑尘，

不外排。

3.1.2.3 固体废物

1) 废旧管道及设备

巴彦乌拉一期工程生产至今，共计产生废旧管道及设备约 40m³，经简单去污后，大部分设备的 α 、 β 表面污染水平可以满足 $\leq 0.08\text{Bq/cm}^2$ 和 0.8Bq/cm^2 标准，存放于废品库。极少数不满足以上标准，存放在固体废物库。

2) 锅炉灰渣

水冶厂区锅炉燃煤会产生锅炉灰渣，产生量约 228t/a，外运至苏尼特左旗建材厂制砖。

3) 危险废物

危险废物为生产过程中设备维护保养产生的少量废机油，暂存在危险废物库，定期由内蒙古盛世东润废旧物资回收有限公司回收处理，已签订危险废物委托处置合同。

4) 生活垃圾

生活垃圾产生量约 8.25t/a，集中堆放垃圾池，定期运至苏尼特左旗环卫中心集中处理。

3.1.2.4 噪声

巴彦乌拉一期工程的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)。巴彦乌拉一期工程的各种设备均选用低噪声环保设备，对风机、水泵及空压机等均采取了有效的隔声、减振措施。噪声源强经处理后在厂界可以满足《工业企业厂界环境噪声排放标准》（GB12348-2008）中 2 类标准。

3.1.3 现有工程环境影响现状

根据巴彦乌拉一期工程近三年流出物和环境监测报告，矿区及周边环境的 γ 辐射空气吸收剂量率与锡林郭勒盟地区处于同一水平；氡浓度与全国室外氡浓度水平相当；矿区周围土壤中核素活度处于锡林郭勒盟本底水平；矿区周围牧草中核素活度浓度处于《食品中放射性物质限制浓度标准》（GB14882-1994）范围内。

巴彦乌拉一期工程现有地下水监测井 45 个（井场监测井 42 个，蒸发池

监测井 3 个)。监测井主要布设在采区外围上游、下游及两侧,下游较为密集,并在采区内部上含水层也布设若干监测井。根据巴彦乌拉一期工程近三年流出物和环境监测报告,井场外围及上含水层监测井中地下水中放射性核素活度和非放射性特征因子浓度均处于本底水平。矿区周围牧民取水井中地下水中放射性核素活度处于锡林郭勒盟地区地下水本底水平,非放射性特征因子浓度均处于本底水平。

3.2 项目前期试验情况

为了稳定巴彦乌拉一期工程的天然铀产能,巴润矿段将作为巴彦乌拉铀矿床下一步向西南方向延伸开发的接续点。2020 年 11 月中国铀业有限公司以中铀发〔2020〕289 号文“关于巴彦乌拉铀矿床巴润矿段地浸采铀工业性试验研究实施方案的批复”对巴润试验项目进行了批复,旨在探索利用巴彦乌拉一期工程已建成的水冶设施,实现对周边零星铀资源进行回收利用的数字化开采模式,为工业化开发周边铀矿资源提供设计依据。

巴润试验于 2021 年 5 月取得生态环境部环评批复(环审〔2021〕41 号),该试验仅建设试验井场、集控室及综合管网,无水冶设施,其浸出剂的配制和浸出液的水冶处理均依托巴彦乌拉一期工程的水冶厂。2023 年 9 月完成竣工环境保护验收,根据《巴彦乌拉铀矿床巴润矿段地浸采铀工业性试验竣工环境保护验收监测报告表》(中核内蒙古矿业有限公司,2023 年 9 月),巴润试验环保设施运行状况良好,井场及周边环境的 γ 辐射空气吸收剂量率、氡浓度处于当地本底范围;监测井和周围牧民取水井中地下水放射性核素活度处于本底水平,地下水影响范围稳定可控;土壤和生物中核素活度浓度处于当地本底范围。

目前,巴润试验正常运行,试验效果良好,试验获取了巴润矿段的浸出工艺及工艺参数,实现了利用现有水冶设施对周边零星铀资源进行回收利用的数字化开采模式,为本项目的开发提供了设计依据和技术支持。待本项目投产后,巴润试验采区将纳入本项目的首采区一并运行及管理。

3.3 本项目工程概况

3.3.1 项目名称

中核内蒙古矿业有限公司巴彦乌拉铀矿床巴润及巴彦乌拉东部矿段采区开拓工程。

3.3.2 建设单位

中核内蒙古矿业有限公司。

3.3.3 建设地点

内蒙古自治区锡林郭勒盟苏尼特巴彦乌拉苏木。

3.3.4 建设内容

本项目建设内容包括井场（扩建）和水冶厂（改造），建设内容见表 3.3-1。

表 3.3-1 本项目建设内容一览表

子项	建设内容
井场（扩建）	包括井场钻孔（含生产钻孔和监测井）、集控室和综合管网。
水冶厂（改造）	包括吸附淋洗塔过滤器更换、树脂转移管线更换和淋洗工艺管线更换。

3.3.5 开采方式

本项目为原地浸出采铀工程，采用 H_2SO_4 浸出工艺，井型为五点型。

3.3.6 生产规模

本项目井场年浸出液抽出量为 855.36 万 m^3/a ，年产“111”铀金属量为 XXt/a。

3.3.7 服务年限

项目服务年限为 9a，其中项目建设期 1a，正常生产期 7a，减产期 1a。

3.4 项目地质资源及开采规划

3.4.1 地质资源

2006 年至 2008 年，核工业二〇八大队在巴彦乌拉铀矿床 B415~B255 线进行了铀矿地质普查，提交《内蒙古苏尼特左旗巴彦乌拉铀矿床 B415~B255 线普查报告》，落实了巴彦乌拉铀矿床的资源储量；2009~2012 年，二〇八大队在矿床 B415~B319 线间开展了铀矿详查工作，2012 年提交了《内蒙古苏尼特左旗巴彦乌拉铀矿床 B415~B319 线详查报告》；2015 年 1 月~8 月，

二〇八大队在巴润地段 B511~B471 线间开展了铀矿详查工作，2015 年提交了《内蒙古苏尼特左旗巴彦乌拉铀矿床巴润地段（B511~B471 线）详查地质报告》。

巴彦乌拉铀矿床巴润矿段 B511~B471 线的详细勘察表明：详查范围内赋存有较为可观的铀资源，其资源量已达到控制程度，资源/储量基本可靠；矿床含矿含水层具有稳定的隔水顶底板，含水层砂体以粗碎屑岩为主，渗透性好，涌水量较大，地下水位埋深浅，具较强承压性，与其它含水层无水力联系，含水层厚度大，地浸水文地质条件简单；矿床无切穿含矿含水层断裂，地质构造稳定性好，地浸工程地质、环境地质条件简单。

3.4.2 开采规划

本项目开采范围为巴彦乌拉铀矿床巴润矿段、巴东矿段和小白杨矿段控制的铀资源。根据矿体的赋存情况，本项目首采区开拓勘探程度高、资源量大、矿体连续性好的巴润矿段，其次开拓巴东矿段，最后开拓小白杨矿段。

本项目新开拓井场划分为首采区和备采区分批建设。其中，首采区布置 11 个采区，分别为巴润矿段 BC-1~BC-11 采区，其中试验采区 BC-1 和 BC-2 已建成，BC-3~BC-11 为新建采区；备采区布置 6 个采区，分别为巴东矿段 BC-12~BC-13 及小白杨矿段 BC-14~BC-17，均为新建采区。

3.4.3 终采区地下水修复规划

地下水修复是指采用合适的物理、化学以及生态等方法，使环境得到恢复或接近原有水平。本项目在生产过程中，将同步开展巴彦乌拉酸法原地浸出矿山地下水修复前期研究工作，定期将新施工采区和浸出后期采区矿层中铀浓度等的对比分析，综合地浸单元或采区的浸出率、铀浓度等条件，研究确定采区的终采条件。在此基础上开展临近终采采区地下水源项特征研究，确定采区地下水中污染物种类、浓度及污染空间分布特征，参考目前地下水修复科研试验可能采取的措施，在技术上可行、经济上合理的条件下，综合应用抽出地表治理、地下原位治理、自然净化、微生物治理修复等可能采取的措施，策划各项污染物清除方案，并在现场开展相关试验研究，探寻适合巴彦乌拉酸法原地浸出矿山的地下水治理修复技术方案。支持。此外，本项目还将适时跟进国内地浸采铀地下水修复的相关研究进展，及时制定地下水

修复规划。

在开展地下水修复前，终采区会继续保持相应的抽注比，持续维持一个总体上流向井场中心的降落漏斗，以控制浸出液迁移扩散范围，并严格按照相关环保要求，保留并维持所有环境保护设施正常运行，直至地下水修复工作完成。

3.5 项目主要建设内容

本项目建设内容包括井场扩建和水冶厂改造。巴彦乌拉一期工程自试运行至今生产状况良好，生产设施运行正常，但有部分生产设施在使用过程中出现耗损、功能待提升等问题，本项目将对该部分设施进行维修或改造，保障巴彦乌拉一期工程生产工作的正常高效运行。本项目具体内容见表 3.5-1。

表 3.5-1 本项目建设内容一览表

类别	项目	建设内容
井场 (扩建)	钻孔工程	本项目共布置 17 个采区（包括已建成的巴润试验采区 BC-1 和 BC-2），新建 15 个采区（BC-3~BC-17）。新建钻孔 1366 个，包括抽出井 570 个，注入井 740 个，监测井 56 个。 本项目首采区共布置 11 个采区（包括已建成的巴润试验采区 BC-1 和 BC-2），新建 9 个采区（BC-3~BC-11），新建钻孔 809 个，其中抽出井 343 个，注入井 432 个，监测井 34 个。
	集控室	首采区新建 9 座集控室，采用模块化集控室，由两个可移动集装箱模块构成，单个箱体尺寸约 10.0m×3.6m×3.2m。
	井场综合管网	由集液系统和注液系统组成，集液系统由抽液主管道及抽液支管组成，负责整个井场浸出液的输送；注液系统由注液主管道和注液支管等组成，负责整个井场注入液的输送。
水冶厂 (改造)	吸附淋洗塔过滤器更换	当前现有吸附塔内过滤器为 PE 材质，由于设备老化常出现熔接管件脱落、法兰断裂等现象，导致塔内过滤器损坏频率过高。 改造内容：吸附塔塔内过滤器由 PE 管件更换为 316L 管件，并更换树脂帽。
	树脂转移管线更换	当前现有树脂转移管道为 PE 材质，采用热熔对接方式连接。在使用过程中受温度、压力、重力、酸碱性等物理化学作用影响出现一定程度的延展、弯曲、变形等。 改造内容：树脂转移管道由 PE 管线更换为 PE 钢骨架复合管。

	淋洗工艺管线更换	当前现有淋洗工艺管道和检修阀门为 UPVC 材质，采用胶粘承插方式连接。在使用过程中受温度、压力、重力、硫酸溶液氧化腐蚀等物理化学作用，管道及胶粘部位出现一定程度的老化。 改造内容：淋洗工艺管道由 UPVC 管线更换为 PPR 热水管，检修阀门由 UPVC 球阀更换为碳钢衬四氟球阀。
--	----------	--

3.6 总平面布置

本项目井场位于巴彦乌拉铀矿床巴润、小白杨及巴东矿段矿体位置，首采区位于巴润矿段，长约 900m、宽 700m，自西北向东南方向展布。在充分考虑单采区控制的资源储量及用电负荷的基础上，将首采区设置为 9 个分采区，每个分采区中心部位设置一个集控室，并在集控室和各生产井之间布设抽注管网。

3.7 工艺流程

3.7.1 井场工艺

3.7.1.1 浸出原理

本项目地浸井场浸出工艺为酸性浸出，溶浸剂为 H_2SO_4 。硫酸浸出时，随着地下水在水力梯度作用下的运移，改变矿层的地球化学环境，使 pH 值变化，随着 pH 值的变化，铀从沉淀态变为溶解态，生成硫酸铀酰，进而将形成的浸出液通过抽出井提升至地表并输送至水冶厂。

3.7.1.2 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、集控室注液分配、浸出剂在含矿含水层的注入、浸出液提升及地表输送等几部分。。具体如下：

1) 浸出剂配制及输送

在巴彦乌拉一期工程水冶厂，吸附后的尾液进入注液总管，通过管线加酸配制所需的硫酸浓度。通过泵增压后经注液管道输送至本项目各新建采区集控室。

2) 集控室注液分配

浸出剂输送至集控室后，通过集控室内注液分配器把浸出剂按抽注流量要求分配至各个注入井支管。

3) 浸出剂在含矿含水层的注入

从集控室输出的浸出剂在注液增压泵的作用下通过注液支管和注液钻孔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，并在抽注形成的水动力条件下由注液井向抽液井渗透，在渗透过程中逐渐溶浸矿石中的铀，生成硫酸铀酰，形成浸出液。

4) 浸出液提升及地表输送

各抽液井中的浸出液经潜水泵提升至井口，再通过抽液支管输送至集控室，经电磁流量计计量后汇集至集控室外抽液主管，通过抽液主管汇集至抽液总管，然后经抽液总管输送至巴彦乌拉一期工程水冶厂进行铀的回收处理，吸附后产生的吸附尾液（99.7%）返回配制浸出剂。

本项目井场工艺流程见图 3.7-1。

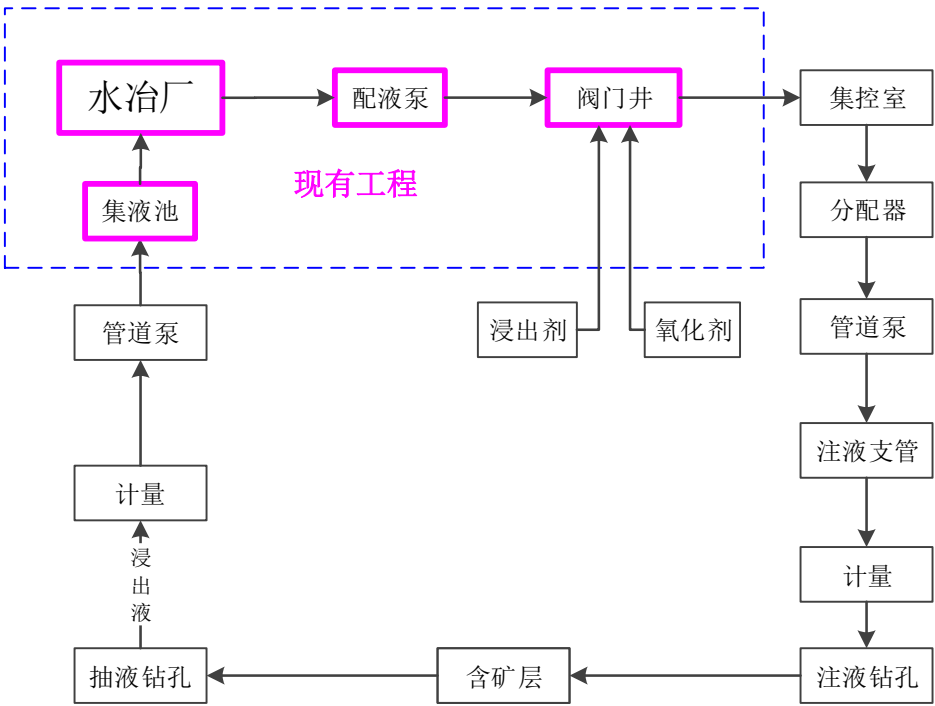


图 3.7-1 井场工艺流程图

3.7.1.3 主要技术指标

井场主要技术指标见表 3.7-1。

表 3.7-1 井场（首采区）主要技术经济指标

序号	指标名称	单位	指标
1	矿层平均厚度	m	6.75
2	含矿含水层平均厚度	M	26.76
3	平均单孔抽液量	m ³ /h	5~6
4	整体抽大于注比例	%	0.3
5	抽出井数量	个	343
6	注入井数量	个	432
7	监测井数量	个	34（新建）
8	井场浸出液量	万 m ³ /a	855.36

3.7.1.4 主要设备材料

井场（首采区）主要设备见表 3.7-2。

表 3.7-2 井场（首采区）主要设备、材料表

序号	设备/材料名称	规格型号	单位	数量	备注
1	井场				
1.1	钻孔工程				
	抽液钻孔	Φ148×10mm	个	343	
	注液钻孔	Φ100×10mm	个	432	
	监测钻孔	/	个	34	
1.2	井场专用设备				
	不锈钢潜水泵	流量：≥8m ³ /h，扬程：≥50m， 材质：316L	台	343	
1.3	井场综合管线				
	抽、注液主管	DN250/ DN3000 钢骨架复合管	m	2500	
	抽、注液支管	Φ50×4.6mm PE 管	m	19500	
	潜水泵提升管	Φ63×10.5mm 加强 PE	m	5200	
2	集控室				
	模块化集控室	含工艺管线等	间	9	
	集液加压泵	流量：112~160m ³ /h，扬程： 112~100m，功率：75kw	台	9	
	事故潜水泵	流量：8~10m ³ /h，扬程：25~20m， 功率：1.1kw	台	9	
	备用泵	流量：112~160m ³ /h，扬程： 112~100m，功率：75kw	台	1	
3	电气自动化设备				
	箱式变压器	315kVA	台	9	
	开关柜	低压开关柜	台	6	

	变频器	5.5kw	台	343	
	电磁流量计	DN50	台	775	
	压力变送器	/	台	9	
	调速电动机	交流变频调速电动机	台	18	
	电源柜	/	套	9	
	PLC 控制柜	/	套	9	
	视频监控系统	摄像头	套	9	

3.7.2 浸出液处理工艺

本项目投产使用后，新建采区的浸出液输送至巴彦乌拉一期工程现有水冶厂，水冶工艺流程包括：浸出液→过滤→吸附→转移脱水→淋洗→萃取→反萃取→沉淀→压滤→“111”产品，其水冶工艺流程图见图 3.7-2。

1) 过滤

水冶厂集液池中的浸出液首先经过袋式过滤器进行过滤，清液送至吸附工序。

2) 吸附

浸出液清液进入离子交换塔进行树脂吸附，吸附方式为密实固定床三塔串联吸附。浸出液由首塔塔顶进入，吸附尾液由尾塔塔底排出，吸附尾液铀浓度 $\leq 0.5\text{mg/L}$ ，少部分吸附尾液用于配制淋洗剂，大部分泵至配液池配制浸出剂。首塔饱和后，用压缩空气将整塔饱和树脂从塔底转移至饱和树脂中转槽。

3) 淋洗

由树脂中转槽转移来的树脂在淋洗塔中进行淋洗，每组淋洗塔由 3 个串联的淋洗塔组成。淋洗剂由首塔塔顶进入，淋洗合格液由尾塔塔底排出，进入合格液贮池。首塔淋洗完毕后，用压缩空气将贫树脂从塔底转移至脱水筛脱水，脱除的溶液自流至饱和树脂中转槽，贫树脂则进入贫树脂中转槽。

4) 解毒

饱和树脂淋洗完成后由贫树脂中转槽转移至解毒塔采用氢氧化钠溶液进行解毒，解毒后的树脂用吸附尾液进行洗涤，洗涤后的贫树脂用压缩空气转移至贫树脂中转槽，解毒液和洗液排入蒸发池。

5) 萃取

淋洗合格液用泵送入混合澄清槽进行萃取，萃取剂为 5%P204+10%TBP+

磺化煤油。萃取完成后，萃余液和负载有机相洗涤液进入除油池除油后部分送至淋洗工序配制淋洗剂，部分排入蒸发池，除油池回收的萃取剂返回萃取工序循环使用；负载有机相流入负载有机相贮槽。

6) 负载有机相洗涤

负载有机相用泵送入混合澄清槽洗涤，洗涤后的负载有机相自流至反萃取槽；洗涤后的水相与萃余液合并除油后部分送至淋洗工序配制淋洗剂，部分排入蒸发池。

7) 反萃取

洗涤后的负载有机相流入反萃槽段进行反萃取，反萃取剂采用 $100\text{g/LNa}_2\text{CO}_3$ 。反萃取完成后，合格液流入反萃取合格液贮槽；贫有机相则流入贫有机相槽，然后返回萃取工序，重新进行铀的萃取。

8) 反萃取合格液沉淀

来自合格液贮槽的反萃取合格液在沉淀搅拌槽中加片碱搅拌沉淀，沉淀母液排至沉淀母液槽输送至反萃取配制槽，沉淀浆液保留在沉淀槽中进行下一次循环沉淀，经约 20 次循环后进行产品洗涤与过滤。

9) 产品洗涤与过滤

产品洗涤采用制浆洗涤，若干次循环后得到的沉淀浆体，然后进行洗涤，洗涤后的产品经压滤机压滤得到“111”产品，装入产品桶，外运。

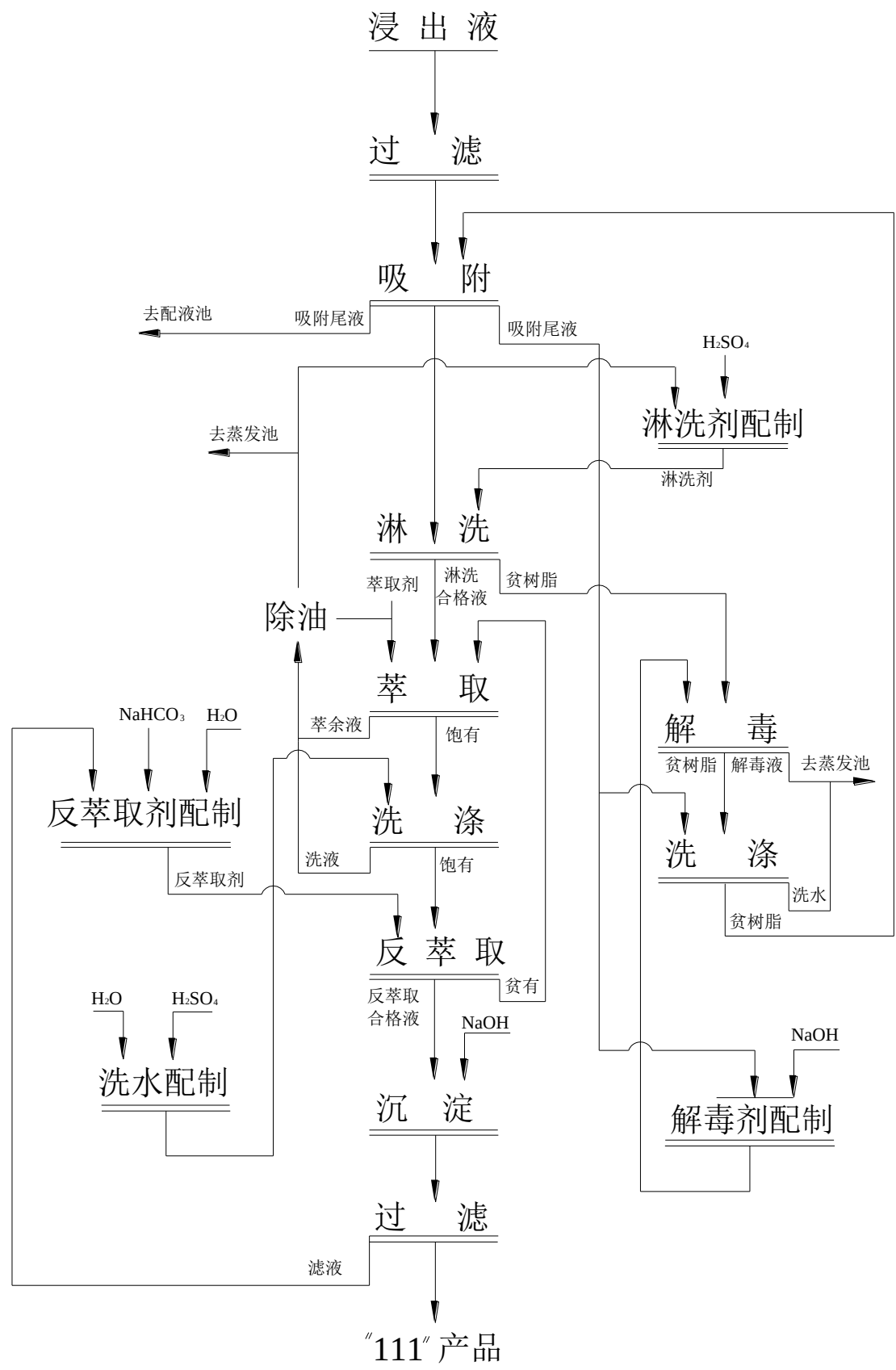


图 3.7-2 浸出液处理工艺流程图

3.8 主要技术方案

3.8.1 钻孔工程

1) 钻孔布置

本项目主要采用五点型井型，井距 27m。抽液单元钻孔平面布置示意图 3.8-1。

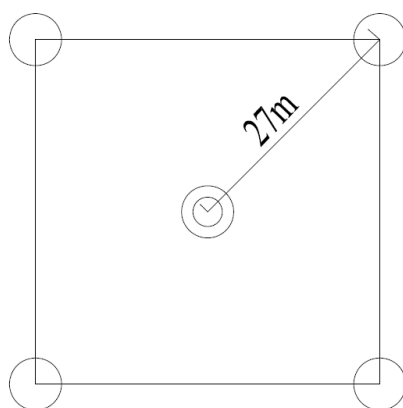


图 3.8-1 抽液单元钻孔平面布置图

2) 钻孔工程量

本项目共设置生产采区 17 个（新建 15 个），其中首采区布置 11 分采区（新建 9 个）；本项目共新建生产钻孔 1366 个，其中抽出井 570 个，注入井 740 个，监测井 56 个。首采区新建钻孔 809 个，其中抽出井 343 个，注入井 432 个，监测井 34 个。首采区新建钻孔工程量共计 96730m。监测井布设详见“3.8.4 溶浸范围的控制”小节。

3) 钻孔结构

本项目采用了“数字建井”工艺，通过构建精准的三维地质模型和水文地质模拟，在流场定量优化的基础之上确定全采区过滤器长度和位置。“数字建井”工艺分成三个独立的工艺过程：钻井工程、成建井设计和成建井施工三个步骤。

(1) 钻井工程

钻井工程阶段，采用大功率钻机完成裸眼孔钻进、下套管和逆向注水泥浆三个工序。在裸眼钻进阶段，井下管柱为三牙轮钻头+钻铤+钻杆；完成裸眼，完成裸眼孔钻进后，根据测井结果和施工设计下放 PVC 套管到指定深度；

最后利用钻杆充当注浆管，采用滑套式逆向注浆装置完成注浆作业。

（2）成建井设计

对钻井工程阶段收集的大量单井测井数据进行精细解释，利用专业数值模拟软件建立井场三维地质模型和三维水文流场模型，以浸出量、有效浸染范围等指标定量优化过滤器长度、位置等关键成井信息，在全采区尺度下开展过滤器位置和长度等关键信息优化，指导现场实施。

（3）成建井工程

根据数值模拟设计的切割位置，采用切割器+钻杆完成切割作业，后用扩孔器清理切割段井壁；切割完成后，利用投砾管下放内置过滤器和反向投砾装置到切割位置，利用小功率泵完成投砾作业，所投砾石为人造砾石；完成投砾作业后，进行空压机洗孔作业。

3.8.2 井场管网布置

井场工艺管线由抽液系统和注液系统组成，其中抽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。

1) 总管

首采区抽注液采用集中控制的方式，浸出液自采区集控室经抽液总管输送至水冶厂集液池，浸出剂由水冶厂配液泵经注液总管输送至采区集控室。

本项目首采区与水冶厂之间现有长约 9.81km 的埋地式抽注液总管管道，管道采用 DN400，PN10 的钢骨架复合管。

2) 主管

连接抽注液总管阀门井和各采区集控室的抽液主管均选用 DN250 钢骨架复合管，注液主管选用 DN300 钢骨架复合管，均为埋地式铺设。

3) 支管

浸出液从各抽出井经抽液支管汇集到抽液集控室，地表抽液支管采用 $\Phi 50 \times 4.6\text{mm}$ PE 管；浸出剂从集控室经注液支管分散到各注入井，注液支管也采用 $\Phi 50 \times 4.6\text{mm}$ 的 PE 管。井场地表支管均采用埋地敷设。

4) 浸出液提升管

浸出液提升采用潜水泵提升的方式，提升管采用加强 PE 管，规格为 $\Phi 63 \times 10.5\text{mm}$ 。

3.8.3 水冶厂改造工程

3.8.3.1 改造工程概况

1) 吸附塔内过滤器改造

拆除现有 PE 材质的过滤器管件,更换为性能更好的 DN200 的 316L 管件,并更换树脂帽,增强过滤器在生产过程的稳定性。涉及改造的吸附塔共计 27 个,每塔需更换五通 1 个、过滤器 1 个、弯头 1 个、DN200 的 316L 管件 2.5m、法兰 7 片、螺栓 48 套和带孔四氟垫片 6 片。

2) 树脂转移管线更换

拆除现有 PE 材质的树脂转移管道,更换为抗压、防腐性能更好的 PE 钢骨架复合管。需要更换的管道约 450m,管径为 $\Phi 110$,所需配套组件有 PE 电熔承插法兰 80 个、PE 电熔承插弯头 40 个、PE 电熔承插直通 20 个、碳钢螺栓 640 套、氟橡胶密封垫 80 个。

3) 淋洗工艺管线更换

拆除现有 UPVC 材质的淋洗工艺管线和检修阀门,更换为 PPR 热水管和碳钢衬四氟球阀,承插方式由胶粘改为热熔,增加连接处的密封性和稳定性。更换管线约 300m,球阀 63 个。

3.8.3.2 改造过程中污染物产生情况

本项目改造过程中的污染物主要为水冶厂房废旧设备及零配件等固体废物。具体见表 3.8-1。

表 3.8-1 改造过程中污染物产生情况

序号	项目	污染物产生情况
1	吸附淋洗塔过滤器更换	PE 管件和树脂帽 27 套,体积约 5m^3 。
2	树脂转移管线更换	树脂转移管道 450m,体积 5m^3 。
3	淋洗工艺管线更换	UPVC 淋洗管线 300m, UPVC 球阀 60 个,体积约 2m^3 。

3.8.3.3 改造过程中污染物处理情况

拆卸的废旧设备及零配件首先需监测其 α 、 β 表面污染水平,其 α 、 β 表面污染水平分别达到 $\leq 0.08\text{Bq}/\text{cm}^2$ 和 $0.8\text{Bq}/\text{cm}^2$ 标准的废弃设备及管件,按照普通工业废物处置或暂存在废品库。高于该标准的废旧设备及零配件进行简单擦拭去污,去污后再次进行表面污染水平监测,低于标准要求的按照普通

工业废物处置或暂存在废品库。经去污后监测高于该标准的放射性固体废物暂存于固体废物库，待退役后统一处理。

由表 3.8-1 可知，本项目改造过程中固体废物产生量约 12m^3 ，现有固体废物库库容为 989m^3 ，目前剩余库存 960m^3 。现有废品库库容为 140m^3 ，目前剩余 120m^3 。可见，现有固体废物库和废品库均可满足改造产生固体废物的处理。

3.8.4 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

本项目扩建井场生产时严格控制各分采区和整个井场抽、注液量，在每个采区设置集控室，集控室根据所控制的生产井数量配置相应数量的流量计，对每一眼生产井的流量进行计量、记录。设施运行时，根据抽液总量确定注液总量。本项目设置井场整体抽注比为 0.3% 以上，其中边界抽注单元抽注比不小于 0.5%，使开采范围内形成负压区，井场形成一个局部降落漏斗，从而抑制浸出剂的流散，使溶液最终流回抽出井。为保证降落漏斗的形成，生产中采取的主要措施是：严格按照设计进行施工和运行，同时定期进行监测井水质监测，监测井水质一旦出现异常，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。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 58 个，包括 56 个新建，2 个利旧。本项目首采区设置监测井 36 个，包括 34 个新建，2 个利旧。其中，含矿含水层 25 个（全部新建），上层含水层 11 个（9 个新建，2 个利旧）。首采区监测井点位布设图见图 3.8-2，具体如下：

(1) 含矿含水层

本项目首采区含矿含水层共 25 个，在首采区外部距离采场边界 100~150m 范围内（上游 100m，侧向 120m，下游 150m）围绕边界一周布置 23 个含矿含水层监测井（均为新建监测井），同时在下游 300m 处布设 2 个含矿含水层监测井（均为新建监测井）。

(2) 上层含水层

每个独立采区内部上含水层各布置 1 个监测井，共布置 11 个上含水层监测井。其中，2 个监测井（BGN01、BGN02）为现有巴润试验监测井，9 个为新建监测井。

(3) 下层含水层

根据《内蒙古苏尼特左旗巴彦乌拉铀矿床巴润地段（B511~B471 线）详查地质报告》，本项目所在区域含矿含水层的隔水底板较厚，铀矿钻孔未揭穿，据周边煤田钻孔资料，隔水底板厚度可达 400m 以上。此外，地浸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层含水层。因此，本项目不会对下层含水层产生影响，在下层含水层不再布置监测井。

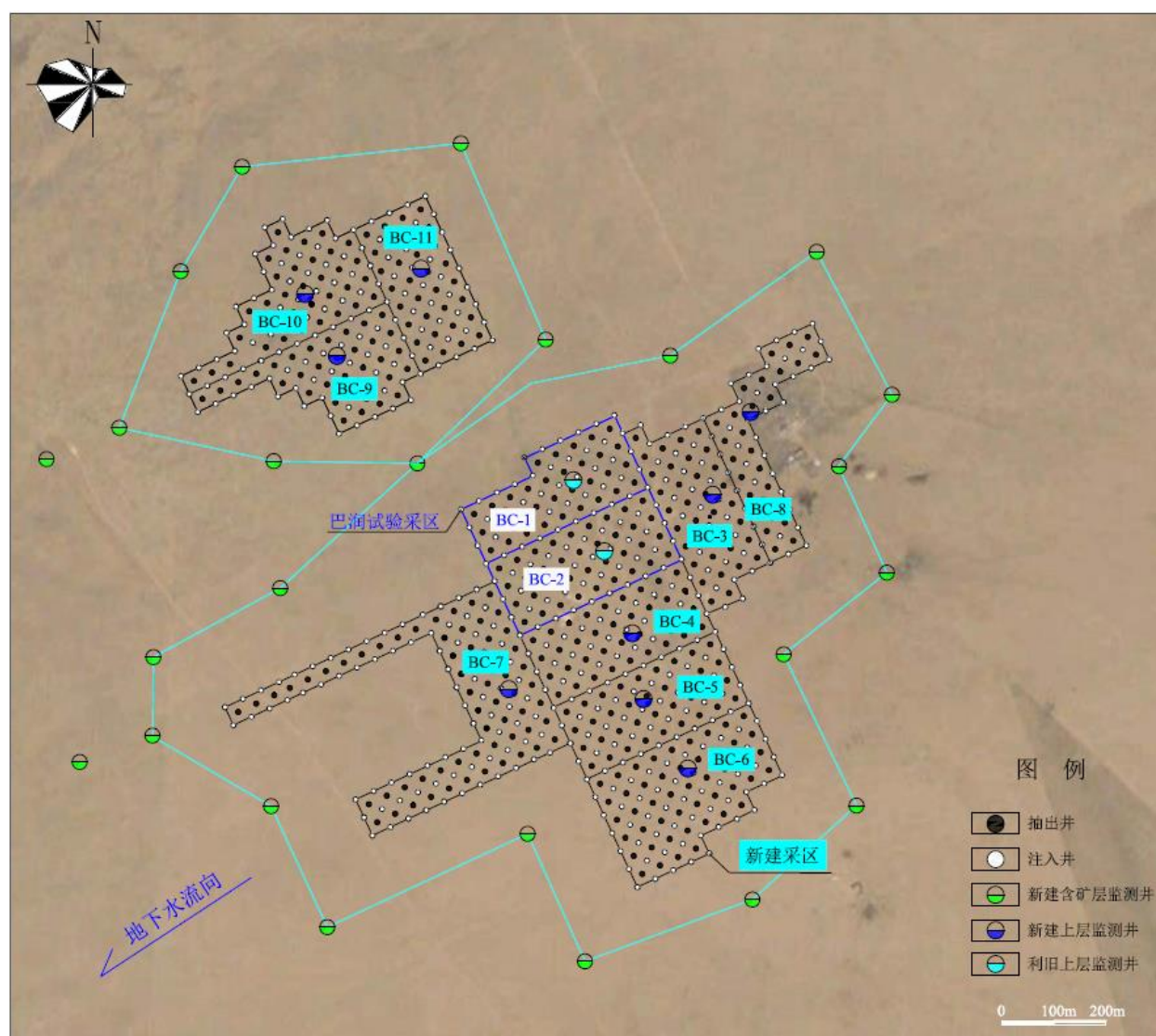


图 3.8-2 首采区监测井布置图

通过定期观测地下水水位、pH、 $U_{\text{天然}}$ 、 SO_4^{2-} 、Mn 等物质的浓度等，掌握地下水状态，及时发现溶液可能的水平与垂直迁移扩散，并及时调整抽液量与注液量，实现溶浸范围的控制。

3.9 主要辅助设施

本项目机修车间、中心化验室、产品库、化工原料库和备品备件库等生产辅助设施全部利用巴彦乌拉一期工程现有设施，具体内容见表 1.3-1。巴彦乌拉一期工程运行至今各辅助设施运行状况良好，定期进行维护，可满足本项目生产需求。

3.10 公用工程

3.10.1 供配电工程

本项目供配电工程主要是井场内生产及辅助设备设施的供配电、照明及防雷接地等。本项目首采区井场采用巴润试验现有 10kv 架空高压线路，并在各采区集控室附近分别架设 1 台 500KV·A 箱式变压器，外围设置安全护栏，可以满足项目用电需求。

3.10.2 自动化监测与控制工程

巴彦乌拉一期工程水冶厂和井场自动化控制水平较高，已实现对全厂工艺过程的自动监视和自动控制。现有自动化系统采用现场仪表和执行机构、PLC 控制站、工程师（操作员）站三级结构，各子站 PLC 之间采用工业以太网联网与水冶厂房控制系统互联，实现集控室、泵房、配电室等生产单元无人值守。此外，位于呼和浩特市的中核内蒙古矿业总部设置了远程控制中心，其具备数据分析、视频监控、远程操控的功能，可远程实现对本项目的管理。

本项目新开拓采区各安装自动化控制与监测系统一套，实现井场无人值守。主要设备包括：自动化控制柜、变频器、电磁流量计、压力变送器、电动阀门、液位计等，具体如下：

1) 自动化系统

各新建采区集控室内安装自动化监测与控制系统一套。主要设备包括：自动化控制柜、变频器、电磁流量计、压力变送器、电动阀门及后台控制系统等的安装与调试。主要实现以下目标：

（1）抽液自动化：抽液主管安装电动调节阀，实现远程关停和开启抽液主管及调节采区总抽液流量；潜水泵通过变频器控制，实现远程调节抽液孔流量；抽液支管安装电磁流量计，实现抽液孔流量信息监测；抽液主管安装压力变送器，实现抽液压力信息实时监测。

（2）注液自动化：注液主管安装电动调节阀，实现远程关停、开启注液主管及调节采区总注液流量；注液支管安装电动调节阀，实现远程关停、开启注液孔及调节注液孔流量；注液支管安装电磁流量计，注液孔流量信息监

测；注液主管安装压力变送器，实现注液压力信息实时监测。

2) 视频监控系统

每个采区均设置高清摄像机，通过采区视频监控系统对集控室及试验采区运行进行实时监控，实现采区无人值守。

3) 渗漏监测系统

为及时发现处理井场跑冒滴漏现象，在生产井口及阀门井内安装渗漏监测装置，信号接入采区集控室，实时监测运行情况。

3.11 主要原辅材料来源、消耗

本项目建成投产后，原采区的浸出液量同步降低，保持进入水冶厂的浸出液总量不变，原辅材料种类及消耗量不变。现有水冶厂生产过程中所需的主要原辅材料包括硫酸、碳酸氢钠、氢氧化钠、树脂、滤布、磺化煤油、P204、TBP 等，详见表 3.11-3。

表 3.11-3 主要原辅材料消耗表

序号	名 称	规格	单位	年用量	来源
1	硫酸	92.5%	t	35387	外购
2	碳酸氢钠	/	t	240	外购
3	氢氧化钠	/	t	296	外购
4	树脂	201×7	t	20	外购
5	滤布	/	m ²	360	外购
6	磺化煤油	/	t	48	外购
7	P204	/	t	4	外购
8	TBP	/	t	7	外购

3.12 运行期污染物产生及处理

本项目新建内容仅涉及采区开拓，其浸出液输送至巴彦乌拉一期工程抽液总管，与巴彦乌拉一期工程的浸出液混合一同进入水冶厂，进行后续水冶提铀处理。随着资源枯竭，巴彦乌拉一期工程现有采区抽液量逐渐降低。本项目投产后，将根据本项目新开拓采区的新增浸出液量，逐渐减小巴彦乌拉一期工程采区浸出液量，最终进入水冶厂的浸出液总处理量和产能保持不变。因此，本项目投产后为巴彦乌拉一期工程的组成部分，将巴彦乌拉一期工程

作为一个整体分析其产生的污染物。

3.12.1放射性污染物

1) 气载流出物

根据地勘资料，本项目首采区巴润矿段含矿层地下水中氡浓度为382~783Bq/L，低于巴彦乌拉主矿体含矿层地下水中氡浓度2022Bq/L。此外，本项目投产后，将通过调控各新旧采区抽液流量，维持现有水冶厂的浸出液总处理量不超过原环评的855.36万m³/a，因此气载流出物最大释放量不变。本项目气载流出物主要来自集液池、吸附淋洗厂房、萃取沉淀厂房和蒸发池，本项目投产后²²²Rn释放量分别为2.54×10¹¹Bq/a、3.89×10¹⁰Bq/a、2.20×10¹⁰Bq/a和4.54×10¹⁰Bq/a，详见3.1.2节。

2) 放射性废水

本项目放射性废水主要为工艺废水、流散浸出液和洗井废水。

(1) 工艺废水

本项目投产后，现有水冶厂产生的工艺废水不变，主要包括解毒树脂洗水、解毒液以及萃余洗涤液，产生量分别为108.7m³/d、3.6m³/d和3.6m³/d，共计115.9m³/d，排入蒸发池处理，详见3.1.2节。工艺废水平衡图见图3.12-1。

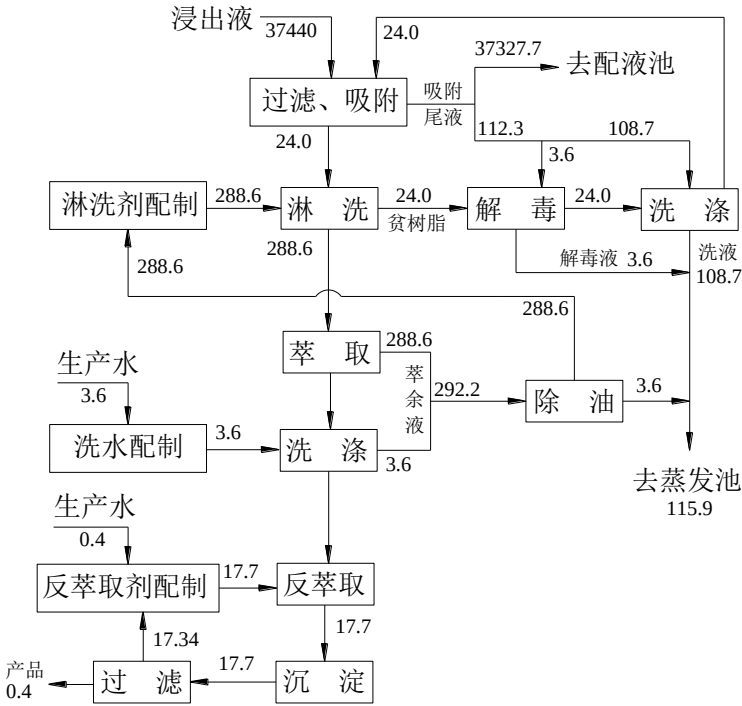


图 3.12-1 工艺废水平衡图 (单位: m³/d)

本项目现有 4 座蒸发池，单座面积 6000m^2 ，总面积 24000m^2 。蒸发池为夯土式结构，池底池壁采用 60cm 厚压实粘土垫层，土层上铺设两层无纺布夹一层防渗膜作为防渗衬里，衬里之上铺 30cm 厚粘土，表面铺砌 120 厚砖作为防护面层。蒸发池池底设渗漏检测设施，并在附近设有地下水监测井 3 个。

（2）流散浸出液

在正常的生产过程中，由于井场抽液量大于注液量，井场的抽出井和注入井之间形成规则的水位降落漏斗，浸出剂及浸出液在含矿含水层中由注入井向抽出井流动，一般不会发生向井场外流散的现象。但由于地质条件的复杂性和地下水动力的影响，不可避免地会出现部分浸出剂流散至井场外。本项目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，新建采区的整体抽大于注的比例不小于 0.3%，边界抽大于注比例不小于 0.5%，保障区域地下水由注入井向抽出井流动。

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层含水层中设置监测井，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分变化情况进行分析，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。

在采取上述有效的措施后，浸出液的流散可得到有效的控制。

（3）洗井废水

生产过程中，注入井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，因此需要对注入井采取反复的机械洗井工作，会产生一定的洗井废水，单孔产生量约 $10\text{m}^3/\text{a}$ 。

本项目洗井废水采用现有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，澄清液回注含矿含水层，废渣排入蒸发

池处理。

3) 含放射性核素的固体废物

本项目产生的含放射性核素的固体废物主要是浸出液过滤残渣、洗井残渣和废旧设备及零配件等。

(1) 浸出液过滤残渣

本项目浸出液过滤工序会产生少量浸出液过滤残渣，产生量约 0.2t/a，装桶收集在现有固体废物库，待退役时一并处理。

(2) 洗井残渣

本项目环保洗孔工作站处理洗井废水时产生少量的洗井残渣，产生量约 0.8t/a，其中现有采区产生量 0.6t/a，新建采区产生量 0.2t/a，装桶收集在现有固体废物库，待退役时一并处理。

(3) 废旧设备及零配件

本项目生产过程中检修会产生一定量的废旧管道、阀门、水泵等放射性固体废物，产生量约 6m³/a，其中现有工程产生量 5m³/a，本项目产生量 1m³/a。对于产生的废旧设备及零配件等，进行简单擦拭去污达到 α 、 β 表面污染水平 $\leq 0.08\text{Bq/cm}^2$ 和 0.8Bq/cm^2 ，则暂存于现有废品库。若高于该标准，则暂存于现有固体废物库，待退役后统一处理。

3.12.2 非放射性污染物

1) 非放射性废气

本项目运行期涉及的主要非放射性废气为锅炉烟气和硫酸雾，由于本项目不涉及锅炉和硫酸供应站的改造，投产前后该废气排放量不变，因此对大气环境的影响程度不变。

2) 非放射性废水

本项目新建采区在运行期可实现无人值守，仅需现有工作人员驾车自水冶厂至新建采区进行日常检查及维护，因此本项目不产生生活污水。

3) 非放射性固体废物

(1) 钻井泥浆

本项目运行期备采区生产井的施工过程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。

本项目开采矿段与巴彦乌拉一期工程开采主矿段的埋深和品位基本一致，类比巴彦乌拉一期工程生产井施工过程中钻井泥浆监测数据，泥浆中 $U_{天然}$ 含量为 19.3mg/kg 。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 3231m^3 ，统一运至泥饼池进行集中处理，然后覆土植草，恢复地貌。

(2) 废机油

本项目生产过程中设备维护保养会产生的少量废机油，产生的废机油尽量回收利用，仍有剩余时分类暂存于现有危险废物库，定期交由具备危险废物处置资质单位处置，目前已与内蒙古盛世东润废旧物资回收有限公司签订危险废物委托处置合同。

(3) 生活垃圾

本项目新建采区可实现无人值守，仅需日常巡检维护，因此不产生生活污水。

4) 噪声

本项目噪声源主要为集控室的管线泵等，单机噪声源强均小于 90dB(A) 。

对于噪声的防治，各种设备均选用低噪声环保设备，对泵类等均采取了有效的隔声、减振措施。噪声源强经处理后在厂界可以达到《工业企业厂界环境噪声排放标准》（GB12348-2008）中 2 类标准，即昼间 $\leq 60\text{dB(A)}$ ，夜间 $\leq 50\text{dB(A)}$ 。

3.12.3 归一化排放量符合性分析

经计算，本项目投产后，巴彦乌拉一期工程放射性流出物 ^{222}Rn 归一化排放量为 $1.80 \times 10^{11}\text{Bq}/100\text{t(U)}$ ，满足《铀矿冶辐射防护和辐射环境保护规定》（GB23727-2020）中地浸采铀矿山 ^{222}Rn 归一化排放量不超过 $7 \times 10^{12}\text{Bq}/100\text{t(U)}$ 的限值要求。

3.13 “三本账”

1) 废气

本项目现有工程氡释放源项主要为集液池、吸附淋洗厂房、萃取沉淀厂房和蒸发池，本项目投产后，随着现有工程资源枯竭，现有各采区的年总抽液量相应降低，保持水冶厂总产能不变，因此各设施的 ^{222}Rn 释放量不变。

2) 废水

本项目投产后，使新旧采区总抽液量维持不变，因此产生的工艺废水不变。

3) 固体废物

本项目投产后，浸出液过滤残渣产生量不变，洗井残渣产生量增加 0.2t/a，废旧管道及设备产生量增加 1m³/a；本项目运行期需开展备采区生产孔的施工，施工产生钻井泥浆量为 3231m³。

本项目污染物排放“三本账”见表 3.13-1。

表 3.13-1 污染物排放“三本账”

类别	污染物名称		现有工程 排放量	扩建工程 排放量	本项目建成后 全厂排放量	变化量
废气	²²² Rn 排放量， Bq/a	集液池	2.54×10 ¹¹	/	2.54×10 ¹¹	0
		吸附淋洗厂房	3.89×10 ¹⁰	/	3.89×10 ¹⁰	0
		萃取沉淀厂房	2.20×10 ¹⁰	/	2.20×10 ¹⁰	0
		蒸发池	4.54×10 ¹⁰	/	4.54×10 ¹⁰	0
		合计	2.61×10 ¹²	/	2.61×10 ¹²	0
废水	工艺废水，m ³ /a		39897	/	39897	0
固体废物	浸出液过滤残渣，t/a		0.2	/	0.2	0
	洗井残渣，t/a		0.4	0.2	0.6	+0.2
	钻井泥浆，m ³		0	3231	3231	+3231
	废旧管道及设备，m ³ /a		5	1	6	+1

3.14 以新带老”分析

本项目充分利用巴彦乌拉一期工程现有生产和生活设施，并将扩建和改造的设施与原有设施进行系统性匹配，此外建设过程中通过提高生产自动化、信息化水平，并通过改造现有的水冶管道，确保老矿山更安全、更高效、更经济、更智能，最终通过充分利用现有设施的优势，以最小的环境代价争取最大的社会效益，进一步提高新中核内蒙古矿业有限公司的天然铀生产能力，促进内蒙古天然铀生产大基地建设。主要包括：

1) 本项目将充分利用现有工程，只建设井场，不建设水冶设施，减少了污染源项。

2) 改良了钻孔施工工艺，采用“数字建井”工艺，通过构建精准的三维

地质模型和水文地质模拟，在流场定量优化的基础之上确定全采区过滤器长度和位置，极大确保了整个井场的连通性。

3) 巴彦乌拉一期工程现有吸附淋洗塔过滤器老化，部分管线及阀门腐蚀、老化，本项目对吸附淋洗厂房内部管线和阀门升级改造，可排除安全隐患，降低环境风险。

3.15 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，最大可能地减少废气、废水、固体废物的产生，具体体现在：

1) 集控室全部采用便捷的集装箱式，减少了原有抽注液集控室现场工程建设，最大限度降低地表开挖影响，同时集装箱式的集控室可以根据生产实际情况进行吊装和回收利用，减少了固体废物量。

2) 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，有效地减小了物料的跑冒滴漏，抑制了废气的无组织排放。

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

3) 通过科学设置生产钻孔、严格施工确保质量、新进采区采用整体 0.3% 和边界 0.5% 的抽大于注比例以及设置监测井等措施，实现溶浸范围的控制。

4) 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 本底数据

4.1.1 区域天然放射性本底

根据《中国环境天然放射性水平》（中国原子能出版社，2015 年），内蒙古自治区及锡林郭勒盟地区的天然放射性本底值见表 4.1-1 和表 4.1-2。

表 4.1-1 环境天然贯穿辐射剂量率监测结果

序号	区域	室外剂量率(nGy/h)	
		范围	均值
1	锡林郭勒盟地区	66.3~154.1	95.4
2	内蒙古自治区	48.9~225.5	93.8

表 4.1-2 地区水体、土壤及底泥天然放射性本底值

项目		$U_{\text{天然}}$	^{226}Ra
地下水	锡林郭勒盟地区	10.4~101.6 $\mu\text{g/L}$	0~178mBq/L
土壤	锡林郭勒盟地区	0.37~3.22mg/kg	8.33~42.87Bq/kg

另外，根据《中国环境天然放射性水平》（中国原子能出版社，2015 年），全国室外氡平均浓度变化范围为 3.3~40.8Bq/m³。

4.1.2 建矿前本底

根据《中核韶关金宏铀业有限责任公司内蒙古巴彦乌拉铀矿床地浸采铀工程环境影响报告书》（中核韶关金宏铀业有限责任公司，2015 年 1 月）和《巴彦乌拉铀矿床巴润矿段地浸采铀工程工业性试验环评报告表》（中核内蒙古矿业有限公司，2021 年 4 月），巴彦乌拉铀矿床建矿前 γ 辐射空气吸收剂量率、氡浓度及土壤的本底监测数据见表 4.1-3，地下水建矿前本底详见 4.4 节。

表 4.1-3 建矿前本底数据汇总表

序号	监测项目		范围值
1	γ 辐射空气吸收剂量率 (nGy/h)		74.9~118.0
2	空气	氡浓度 (Bq/m ³)	9.39~36.8
3	土壤	$U_{\text{天然}}$ (mg/kg)	0.832~2.890
		^{226}Ra (Bq/kg)	10.2~25.6

4.2 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。

4.3 监测方案

4.3.1 监测内容

本项目监测由核工业东北分析测试中心完成，共计开展了两次监测。第一次监测时间为2023年12月，第二次监测时间为2024年3月。核工业东北分析测试中心具有计量认证合格证的环境监测机构，CMA证书编号为240021349822，有效期至2030年4月7日，所出具的监测报告是有效的。

本次环境质量现状监测内容主要包括以下内容：

- 1) 空气：氡及其氡子体浓度、TSP、SO₂、NO_x；
- 2) 氡析出率；
- 3) γ辐射空气吸收剂量率；
- 4) 地下水：U_{天然}、²²⁶Ra、²¹⁰Pb、²¹⁰Po、总α、总β、pH、K⁺、Na⁺、Ca²⁺、Mg²⁺、CO₃²⁻、HCO₃⁻、Cl⁻、SO₄²⁻、氨氮、NO₃⁻、NO₂⁻、As、Hg、Cr⁶⁺、Zn、Cu、Pb、Cd、Fe、Mn、Mo、总溶解性固体、总硬度、F⁻、COD_{Mn}；
- 5) 土壤：U_{天然}、²²⁶Ra、pH、As、Cd、Hg、Pb、Cr、Cr⁶⁺、Zn、Ni、Cu；
- 6) 生物：U_{天然}、²²⁶Ra、²¹⁰Pb、²¹⁰Po；
- 7) 声环境：等效声级 L_{Aeq}。

本项目周边环境质量监测方案见表4.3-1，监测布点图见图4.3-1。

表 4.3-1 环境质量监测方案

环境介质	监测项目	监测位置	点位数量 (个)	监测频次 及要求
空气	氡及其子体	①首采区、备采区井场各布置 1 个监测点位； ②额尔登巴特尔家、其其格家、乌那家、阿拉腾格日勒家、萨仁毕力格家、阿拉达日图家各布置1个监测点； ③对照点：赛罕塔拉嘎查。	9	连续监测 3 天，额尔登巴特尔家和阿拉腾格日勒家每日 24h，其余点位每日 1 次。
	TSP、SO ₂ 、NO _x	①额尔登巴特尔家和阿拉腾格日勒家各布置 1 个监测点。	2	连续监测 3 天，TSP 取 24h 平均值。其余取 1h 平均值。
氡析出率		①首采区、备采区井场各布置 1 个监测点位。	2	连续监测 3 天，每日 1 次。
γ 辐射空气吸收剂量率		同氡及其子体监测点位一致	9	监测 1 次
地下水	U _{天然} 、 ²²⁶ Ra、 ²¹⁰ Pb、 ²¹⁰ Po、总 α、总 β、pH、K ⁺ 、Na ⁺ 、Ca ²⁺ 、Mg ²⁺ 、CO ₃ ²⁻ 、HCO ₃ ⁻ 、Cl ⁻ 、SO ₄ ²⁻ 、氨氮、NO ₃ ⁻ 、NO ₂ ⁻ 、As、Hg、Cr ⁶⁺ 、Zn、Cu、Pb、Cd、Fe、Mn、Mo、总溶解性固体、总硬度、F ⁻ 、COD _{Mn} 。	①浅层地下水：额尔登巴特尔家、格日勒巴特尔家、乌那家、阿拉腾格日勒家、萨仁毕力格家、阿拉达日图家和赛罕塔拉嘎查各布设1个监测点； ②含矿含水层：水文孔 W-BC、W-BD1、W-BD2。	浅层水：7 含矿层：3	监测 1 次
土壤	U _{天然} 、 ²²⁶ Ra、pH、As、Cd、Hg、Pb、Cr、Cr ⁶⁺ 、Zn、Ni、Cu	①首采区、备采区井场各布置 1 个监测点位； ②额尔登巴特尔家和阿拉腾格日勒家各布置 1 个监测点；	5	每个监测点位取 1 个混合样。

环境 介质	监测项目	监测位置	点位数量 (个)	监测频次 及要求
		③对照点：赛罕塔拉嘎查。		
生物	$U_{\text{天然}}$ 、 ^{226}Ra 、 ^{210}Pb 、 ^{210}Po	①首采区、备采区井场各布置 1 个监测点位； ②额尔登巴特尔家和阿拉腾格日勒家布置 1 个监测点； ③对照点：赛罕塔拉嘎查。	5	牧草
噪声	等效声级 L_{Aeq}	①首采区、备采区井场各布置 1 个监测点位； ②额尔登巴特尔家和阿拉腾格日勒家布置 1 个监测点 位。	4	连续监测 2 天，每日昼夜 各 1 次。

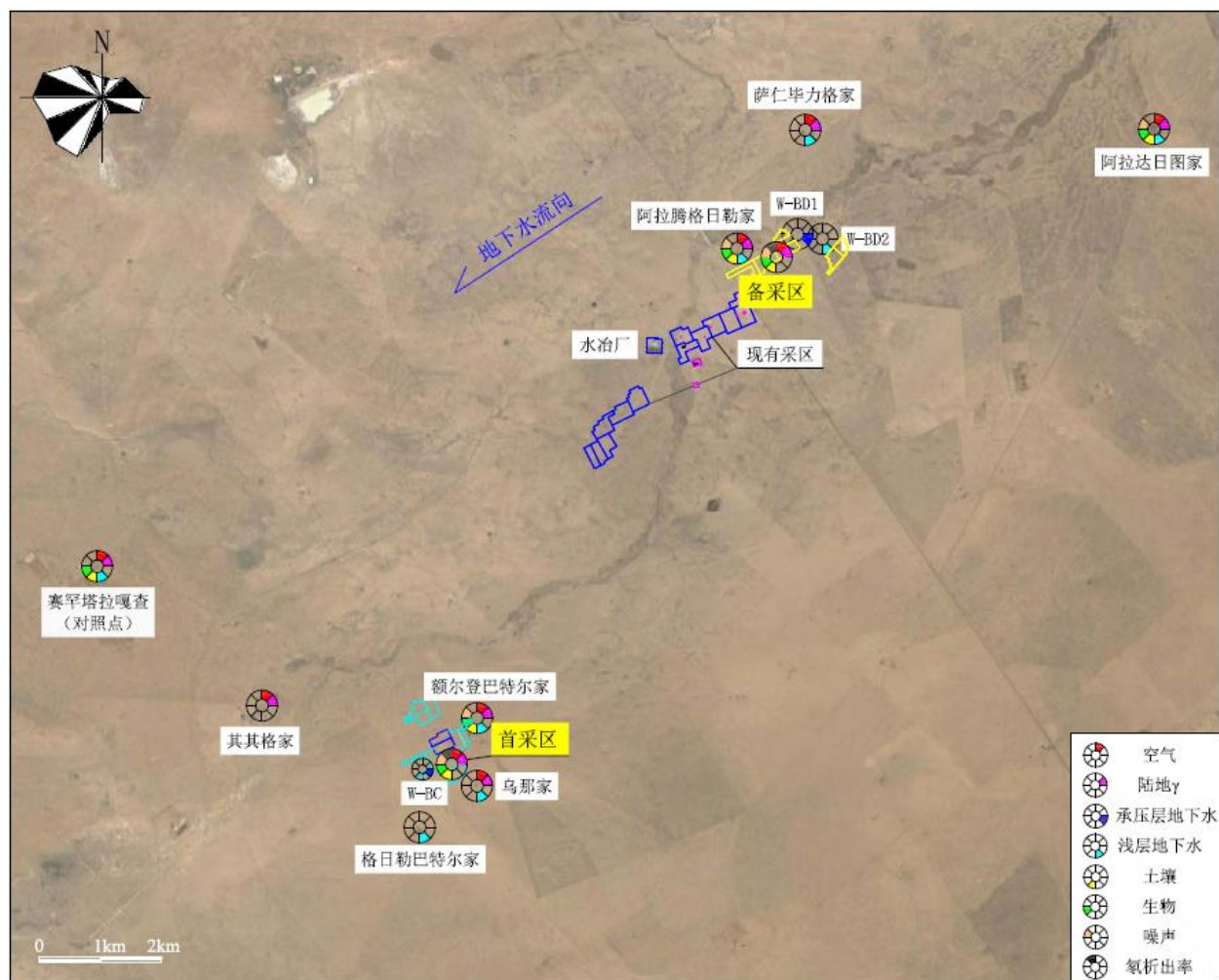


图 4.3-1 监测布点图

4.3.2 监测方法和测量仪器

为保证测量数据的准确性，测量方法采用国家和核工业领域颁布或推荐的标准测量方法。本项目监测内容和测量分析方法及监测仪器见表 4.3-3。

4.3.3 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、对比分析记录、记录保管等方面的内容。

表 4.3-2 环境监测方法和测量仪器

监测介质	监测项目	监测方法依据	监测仪器	检出限
空气	^{222}Rn	《环境空气中氡的测量方法》HJ 1212-2021	电子氡气检测仪	3.7Bq/m ³
	^{222}Rn 子体	《铀矿山空气中氡及氡子体测定方法》EJ378-1989	氡/钍子体个人剂量仪	10.2nJ/m ³
	TSP	《环境空气 总悬浮颗粒物的测定 重量法》HJ1263-2022	滤膜半自动称重系统	7ug/m ³
	二氧化硫	《环境空气 二氧化硫的测定 甲醛吸收-副玫瑰苯胺分光光度法》HJ 482-2009	分光光度计	0.004mg/m ³
	氮氧化物	《环境空气 氮氧化物(一氧化氮和二氧化氮)的测定 盐酸萘乙二胺分光光度法》HJ 479-2009	分光光度计	0.003mg/m ³
氡析出率	氡析出率	《表面氡析出率测定积累法》EJ/T 979-1995	氡析出率仪	0.001Bq/(m ² •S)
γ 剂量率	γ 辐射剂量率	《环境 γ 辐射剂量率测量技术规范》HJ1157-2021	x- γ 剂量率仪	10nGy/h
水质	U _{天然}	《水质 65 种元素的测定 电感耦合等离子体质谱法》HJ700-2014	电感耦合等离子体质谱仪	0.04μg/L
	^{226}Ra	《水中镭-226 的分析测定》GB/T11214-1989	镭氡分析仪	2mBq/L
	^{210}Po	《水中钋-210 的分析方法》HJ813-2016	α 能谱仪	1mBq/L
	^{210}Pb	《水中铅-210 的分析方法 冠醚树脂分离- β 计数器法》HJ1323-2023	二路低本底 α 、 β 测量仪	2mBq/L
	^{210}Pb	《水中铅-210 的分析方法》EJ/T859-1994		2mBq/L
	总 α	《水质 总 α 放射性的测定 厚源法》HJ898-2017		0.005Bq/L
	总 β	《水质 总 β 放射性的测定 厚源法》HJ899-2017		0.01Bq/L
	CO_3^{2-}	《水和废水监测分析方法》(第四版) 3.1.12 (1) -2002	滴定管	5mg/L
	HCO_3^-			5mg/L
	SO_4^{2-}	《水质 无机阴离子 (F^- 、 Cl^- 、 NO_2^- 、 Br^- 、 NO_3^- 、 PO_4^{3-} 、 SO_3^{2-} 、 SO_4^{2-}) 的测定 离子色谱法》HJ84-2016	离子色谱仪	0.018mg/L
	Cl^-			0.007mg/L
	F^-			0.006mg/L
	NO_3^-			0.016mg/L
	NO_2^-			0.016mg/L

续表 4.3-2 环境监测方法和测量仪器

监测介质	监测项目	监测方法依据	监测仪器	检出限
水质	K ⁺	《水质 32 种元素的测定 电感耦合等离子体发射光谱法》HJ776-2015	电感耦合等离子发射光谱仪	0.07mg/L
	Na ⁺			0.03mg/L
	Ca ²⁺			0.02mg/L
	Mg ²⁺			0.02mg/L
	Fe			0.01mg/L
	As	《水质 65 种元素的测定 电感耦合等离子体质谱法 》HJ700-2014		0.12μg/L
	Cu			0.08μg/L
	Pb			0.09μg/L
	Cd			0.05μg/L
	Mn			0.12μg/L
	Mo			0.06μg/L
	Zn			0.67μg/L
	Hg	《水质 汞、砷、硒、锑和铋的测定 原子荧光法》HJ694-2014	原子荧光光度计	0.04μg/L
	Cr ⁶⁺	《水质 六价铬的测定 二苯碳酰二肼分光光度法》GB/T 7467-1987	可见分光光度计	4μg/L
	TDS	《水质 全盐量的测定 重量法》HJ/T51-1999	电子天平	10mg/L
	COD _{Mn}	《水质 高锰酸盐指数的测定》GB/T 11892-1989	滴定管	0.5mg/L
	总硬度	《水质 钙和镁总量的测定 EDTA 滴定法》GB 7477-1987	滴定管	5mg/L
	氨氮	《水质 氨氮的测定 纳氏试剂分光光度法》HJ535-2009	分光光度计	0.025mg/L
pH	《水质 pH 值的测定 电极法》 HJ1147-2020	pH 计	/	
土壤	U	《硅酸盐岩石化学分析方法第 30 部分：44 个元素量测定》GB/T14506.30-2010	电感耦合等离子体质谱仪	0.003μg/g
	²²⁶ Ra	《岩石样品 ²²⁶ Ra 的测定 射气法》GB/T13073-2010	镭氡分析仪	5Bq/kg
	Hg	《土壤质量 总汞、总砷、总铅的测定 原子荧光法》GB/T22105-2008	原子荧光光度计	0.002mg/kg
	As			0.01mg/kg

续表 4.3-2 环境监测方法和测量仪器

监测介质	监测项目	监测方法依据	监测仪器	检出限
土壤	Cr	《土壤和沉积物 铜、锌、铅、镍、铬的测定 火焰原子吸收分光光度法》HJ491-2019	原子吸收分光光度计	4mg/kg
	Cr ⁶⁺	《土壤和沉积物 六价铬的测定 碱溶液提取-火焰原子吸收分光光度法》 HJ 1082-2019	原子吸收分光光度计	0.5μg/g
	Cd	《硅酸盐岩石化学分析方法第 30 部分：44 个元素量测定》GB/T14506.30-2010	电感耦合等离子体质谱仪	0.02μg/g
	Pb			0.1μg/g
	Cu			0.2μg/g
	Ni			1μg/g
	Zn			2μg/g
	pH	《土壤 pH 值的测定 电位法》HJ962-2018	pH 计	/
生物	U _{天然}	《环境样品中微量铀的分析方法》HJ840-2017	微量铀分析仪	0.1μg/kg
	²²⁶ Ra	《食品安全国家标准 食品中放射性物质镭-226 和镭-228 的测定》GB14883.6-2016	镭氡分析仪	10mBq/kg
	²¹⁰ Pb	《环境及生物样品中放射性核素的 γ 能谱分析方法》GB/T 16145-2022	高纯锗 γ 能谱仪	10mBq/kg
	²¹⁰ Po	《食品安全国家标准 食品中放射性物质钋-210 的测定》GB14883.5-2016	二路低本底 α、β 测量仪	5mBq/kg
噪声	噪声	《声环境质量标准 第 6 部分 环境噪声监测要求》GB3096-2008	多功能声级计	23dB

4.4 调查结果与分析

4.4.1 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见表 4.4-1。由该表可知，项目所在位置及周边居民点的氡浓度为（8.07~8.77）Bq/m³，氡子体为（18.9~21.3）nJ/m³，与建矿前本底相当，处于全国水平范围内。

表 4.4-1 氡及氡子体浓度监测结果

序号	监测地点	氡浓度（Bq/m ³ ）		氡子体浓度（nJ/m ³ ）	
		第一次	第二次	第一次	第二次
1	额尔登巴特尔家	8.49~8.70	8.60~8.74	20.4~21	20.6~21.3
2	其其格家	8.14~8.35	8.29~8.46	18.9~20.6	19.2~20.8
3	乌那家	8.27~8.39	8.12~8.40	19.7~20.7	19.3~20.4
4	阿拉腾格日勒家	8.32~8.77	8.44~8.62	19.5~20.3	19.4~20.6
5	萨仁毕力格家	8.16~8.28	8.17~8.28	19.6~19.8	19.2~20.1
6	阿拉达日图家	8.21~8.25	8.07~8.25	19.3~20.4	18.9~20.6
7	首采区井场	8.39~8.55	8.36~8.50	20.4~20.8	20.0~20.9
8	备采区井场	8.12~8.27	8.16~8.22	19.9~20.5	19.8~20.4
9	赛罕塔拉嘎查（对照点）	8.43~8.55	8.57~8.74	19.3~19.7	19.3~19.4
本底数据		9.39~36.8		15.3~72.9	
《中国环境天然放射性水平》（2015）全国		3.3~40.6		15.4~114.0	

监测点额尔登巴特尔家和阿拉腾格日勒家两次监测氡浓度变化规律情况见图 4.4-1 和图 4.4-2，由图可知，额尔登巴特尔家和阿拉腾格日勒家氡浓度在 24h 内大致呈现先升高后降低再升高的趋势。具体为凌晨至上午 8 点左右氡浓度呈现缓慢升高趋势，从 8 点至中午 12 点左右呈现降低趋势，12 点至下午 24 点再次呈现缓慢升高趋势。

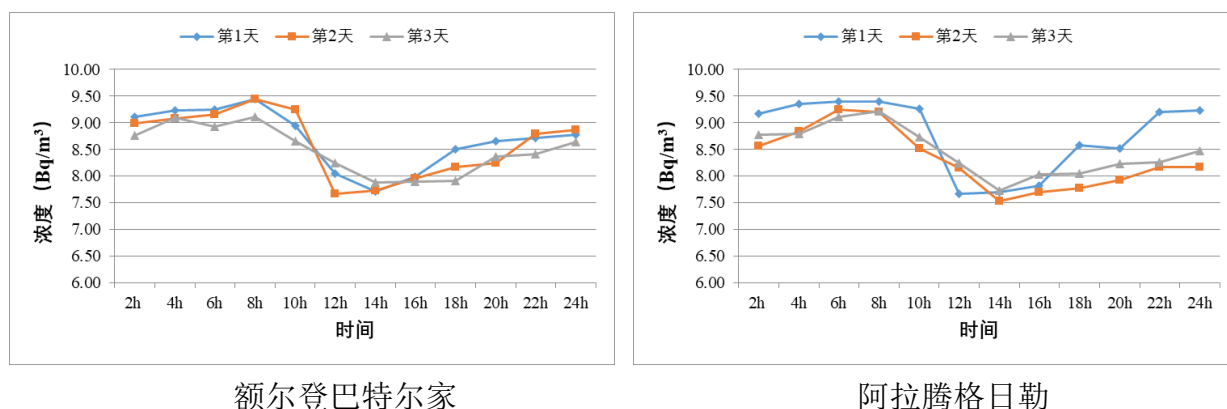


图 4.4-1 第一次监测

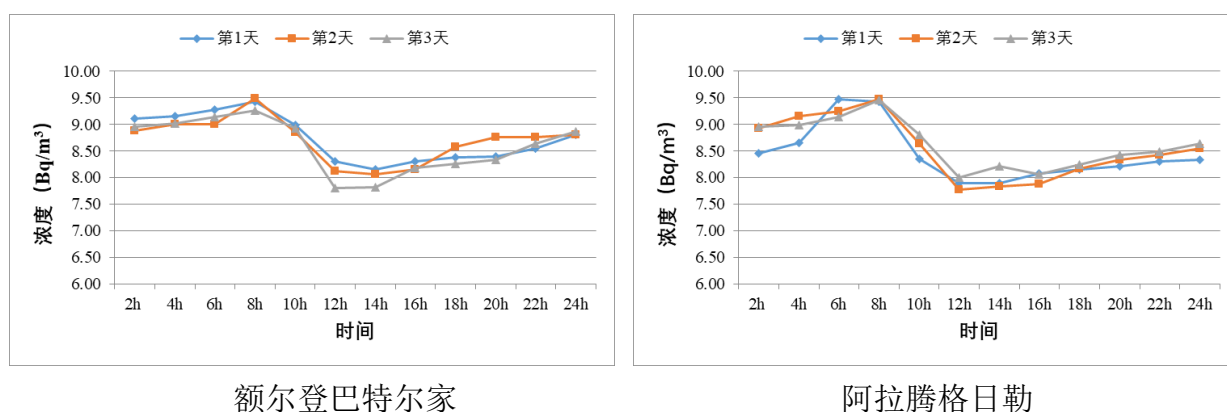


图 4.4-2 第二次监测

2) TSP、SO₂ 和 NO_x 浓度

本项目周边环境空气中 TSP、SO₂ 和 NO_x 浓度监测结果见表 4.4-2。由该表可知，项目周边居民点的 TSP 浓度范围值为 (101~106) μg/m³，SO₂ 浓度范围值为 (8~11) μg/m³，NO_x 浓度范围值为 (8~10) μg/m³，满足《环境空气质量标准》(GB3095-2012) 中二级标准限值要求。

表 4.4-2 空气中 TSP、SO₂ 和 NO_x 浓度监测结果 单位: μg/m³

监测点	TSP		SO ₂		NO _x	
	第一次	第二次	第一次	第二次	第一次	第二次
额尔登巴特尔家	102~105	101~103	9~10	9~11	8~9	9~10
阿拉腾格日勒家	102~105	104~106	8~9	8~10	8~9	8~9
《环境空气质量标准》 (GB3095-2012) 中 二级标准	300		500		250	

4.4.2 γ 辐射空气吸收剂量率

本项目天然贯穿辐射剂量率监测结果见表 4.4-3。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 88~110nGy/h，与建矿前本底相当，与锡林郭勒盟地区处于同一水平。

表 4.4-3 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	额尔登巴特尔家	95~105	96~108
2	其其格家	93~102	90~103
3	乌那家	90~98	93~99
4	阿拉腾格日勒家	97~103	99~104
5	萨仁毕力格家	96~103	95~103
6	阿拉达日图家	89~99	88~101
7	首采区井场	91~101	91~107
8	备采区井场	92~105	91~106
9	赛罕塔拉嘎查（对照点）	91~109	92~110
本底数据		74.9~118.0	
《中国环境天然放射性水平》（2015 年）锡盟		66.3~154.1	

注：监测数据未扣除宇宙射线的响应。

4.4.3 氡析出率

本项目拟建场址地表氡析出率监测结果见表 4.4-4。由该表可知，拟建场址地表氡析出率为 0.00893~0.00981Bq/m²·s。

表 4.4-4 氡析出率监测结果 单位：Bq/m²·s

序号	监测点位	第一次	第二次
1	首采区井场	0.00973~0.00981	0.00947~0.00971
2	备采区井场	0.00903~0.00951	0.00893~0.00981

4.4.4 地下水环境

1) 放射性指标

(1) 浅层地下水（伊尔丁曼哈组含水层）

项目所在地及周边孔隙潜水零星分布，规模较小，无法形成稳定含水层，周围牧民水井取水层位为伊尔丁曼哈组含水层，该层位多为承压水，局部存在潜水。本项目附近伊尔丁曼哈组含水层地下水放射性核素监测结果见表

4.4-5。由表可知，地下水中 $U_{\text{天然}}$ 浓度为 $(10.2\sim57.6) \mu\text{g/L}$ ， ^{226}Ra 浓度为 $(41.56\sim78.28) \text{mBq/L}$ ， ^{210}Po 浓度为 $(6.33\sim8.15) \text{mBq/L}$ ， ^{210}Pb 浓度为 $(5.4\sim8.8) \text{mBq/L}$ ，与建矿前本底数据结果基本处于同一水平，且处于锡林郭勒盟本底范围内。总 α 浓度为 $(0.34\sim1.52) \text{Bq/L}$ ，总 β 浓度为 $(0.395\sim0.698) \text{Bq/L}$ 。

(2) 含矿含水层

本项目含矿含水层地下水监测结果见表 4.4-6。由表可知，含矿含水层地下水中 $U_{\text{天然}}$ 浓度为 $(10.0\sim18.7) \mu\text{g/L}$ ， ^{226}Ra 浓度为 $(533\sim569) \text{mBq/L}$ ， ^{210}Po 浓度为 $(24.06\sim45.69) \text{mBq/L}$ ， ^{210}Pb 浓度为 $(27.2\sim48.5) \text{mBq/L}$ ，与建矿前本底数据结果基本处于同一水平。总 α 浓度为 $(0.98\sim1.53) \text{Bq/L}$ ，总 β 浓度为 $(0.359\sim3.138) \text{Bq/L}$ 。

表 4.4-5 浅层地下水放射性核素含量监测结果

监测点位	U _{天然} (μg/L)		²²⁶ Ra (mBq/L)		²¹⁰ Po (mBq/L)		²¹⁰ Pb (mBq/L)		总 α (Bq/L)		总 β (Bq/L)	
	第一次	第二次	第一次	第二次	第一次	第二次	第一次	第二次	第一次	第二次	第一次	第二次
额尔登巴特尔家	10.9	10.6	46.24	47.00	6.87	6.97	8.8	8.7	0.38	0.34	0.452	0.491
格日勒巴特尔	10.2	10.4	44.50	44.21	6.76	6.77	8.7	8.6	0.37	0.37	0.486	0.467
乌那家	11.6	11.5	41.70	41.56	7.80	8.05	6.8	6.8	0.35	0.34	0.457	0.480
阿拉腾格日勒家	42.3	43.4	75.21	76.11	6.56	6.33	7.5	7.6	1.20	1.22	0.652	0.698
萨仁毕力格家	57.6	56.8	78.05	78.28	7.49	7.37	6.7	6.9	1.49	1.52	0.560	0.600
阿拉达日图家	33.7	33.7	47.98	48.84	6.70	6.59	5.5	5.4	0.90	0.88	0.395	0.405
赛罕塔拉嘎查	47.6	47.7	51.25	49.11	7.99	8.15	7.4	7.3	1.28	1.29	0.496	0.523
本底数据	3.3~36.9		ND~66		ND~13.8		ND~9.86		/		/	
《中国环境天然放射性水平》 (2015 年) 锡盟	10.40~101.6		2~178		/		/		/		/	
III类标准	/		/		/		/		0.5		1.0	

表 4.4-6 含矿含水层地下水放射性核素含量监测结果

监测点位	U _{天然} (μg/L)		²²⁶ Ra (mBq/L)		²¹⁰ Po (mBq/L)		²¹⁰ Pb (mBq/L)		总 α (Bq/L)		总 β (Bq/L)	
	第一次	第二次	第一次	第二次	第一次	第二次	第一次	第二次	第一次	第二次	第一次	第二次
W-BC	10.1	10.0	533	534	25.23	25.15	27.3	27.2	0.98	0.98	0.37	0.36
W-BD1	10.2	10.1	565	569	45.69	45.34	48.2	48.5	1.29	1.30	3.10	3.14
W-BD2	18.7	18.64	543	549	24.06	24.21	28.1	28.4	1.53	1.51	2.41	2.45
本底数据	3.4~85.83		12.5~5370		19~94		ND~70		/		/	
III类标准	/		/		/		/		0.5		1.0	

注：本底数据来自《中核韶关金宏铀业有限责任公司内蒙古巴彦乌拉铀矿床地浸采铀工程环境影响报告书》（2015 年 1 月）和《巴彦乌拉铀矿床巴润矿段地浸采铀工程工业性试验环评报告表》（2021 年 4 月）。

2) 非放射性指标

(1) 浅层地下水

本项目附近牧民水井中地下水非放射性指标监测结果见表 4.4-7。由表可知,地下水中非放射性指标总体满足《地下水质量标准》(GB/T14848-2017)中Ⅲ类标准,个别因子背景值较高,包括 Na^+ 、 Cl^- 、 SO_4^{2-} 、 F^- 、 NO_3^- 、As、TDS 和总硬度。

根据巴彦乌拉铀矿床地勘报告,项目所在区域伊尔丁曼哈组地下水水化学类型主要有 $\text{Cl}\cdot\text{HCO}_3\text{-Na}$ 、 $\text{Cl}\cdot\text{SO}_4\text{-Na}$ 、 Cl-Na 、阴离子多组分-Na 型水,矿化度 1~3g/L。地下水中 Na^+ 、 Cl^- 、 SO_4^{2-} 和 TDS 含量较高。此外,根据《中核韶关金宏铀业有限责任公司内蒙古巴彦乌拉铀矿床地浸采铀工程环境影响报告书》(2015 年 1 月)和《巴彦乌拉铀矿床巴润矿段地浸采铀工程工业性试验环评报告表》(2021 年 4 月),项目所在区域伊尔丁曼哈组地下水中 Cl^- 、 SO_4^{2-} 、 F^- 、TDS 和总硬度等背景值较高,与本次地下水监测结果一致。

(2) 含矿含水层

本项目含矿含水层地下水非放射性指标监测结果见表 4.4-8。由表可知,含矿含水层地下水中非放射性指标总体满足《地下水质量标准》(GB/T14848-2017)中Ⅲ类标准,个别因子背景值较高,包括 pH、 Na^+ 、 Cl^- 、 SO_4^{2-} 、Mn 和 TDS。

根据巴彦乌拉铀矿床地勘报告,含矿层地下水中阳离子主要为 Na^+ ,阴离子主要为 Cl^- ,其次为 HCO_3^- 和 SO_4^{2-} ,地下水化学类型为 Cl-Na 、 $\text{Cl}\cdot\text{HCO}_3\text{-Na}$ 、 $\text{Cl}\cdot\text{SO}_4\text{-Na}$ 和阴离子多组分-Na 型水。地下水中 Na^+ 含量为 425.27~516.81mg/L, Cl^- 含量为 411.96~517.60mg/L, SO_4^{2-} 含量为 179.82~423.00mg/L, TDS 为 1.32~1.40g/L。此外,根据《中核韶关金宏铀业有限责任公司内蒙古巴彦乌拉铀矿床地浸采铀工程环境影响报告书》(2015 年 1 月)和《巴彦乌拉铀矿床巴润矿段地浸采铀工程工业性试验环评报告表》(2021 年 4 月),巴彦乌拉铀矿床含矿含水层中 pH、 Na^+ 、 Cl^- 、 SO_4^{2-} 、Mn 和 TDS 等背景值较高,与本次含矿含水层地下水监测结果一致。

表 4.4-7 伊尔丁曼哈组含水层地下水非放射性指标分析结果

监测项目	监测次数	额尔登巴 特尔家	格日勒巴 特尔	乌那家	阿拉腾格 日勒家	萨仁毕力 格家	阿拉达日 图家	赛罕塔拉 嘎查	本底数据	III 类标准
pH	第一次	7.89	7.83	7.82	7.98	7.94	7.90	7.92	7.69~8.61	6.5~8.5
	第二次	7.85	7.83	7.78	8.01	7.93	7.92	7.95		
K ⁺ (mg/L)	第一次	8.09	5.53	6.61	4.69	5.36	4.43	7.69	/	/
	第二次	8.16	5.61	6.68	4.72	5.36	4.37	7.80		
Na ⁺ (mg/L)	第一次	375	437	341	710	537	445	406	/	200
	第二次	382	435	343	721	528	450	411		
Ca ²⁺ (mg/L)	第一次	61.6	55.0	68.4	64.9	70.8	81.4	60.6	/	/
	第二次	62.7	55.8	67.8	65.8	71.8	79.9	61.6		
Mg ²⁺ (mg/L)	第一次	54.64	46.75	54.26	59.85	72.28	78.06	69.82	/	/
	第二次	54.69	45.97	54.39	60.05	71.48	77.88	68.48		
CO ₃ ²⁻ (mg/L)	第一次	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	/
	第二次	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND		
HCO ₃ ⁻ (mg/L)	第一次	357	551	363	454	570	466	521	351~701	/
	第二次	364	558	362	447	564	467	524		
Cl ⁻ (mg/L)	第一次	415	366	369	788	551	483	362	262~830	250
	第二次	409	366	369	801	546	492	355		
SO ₄ ²⁻ (mg/L)	第一次	317	302	297	439	384	418	351	237~449	250
	第二次	320	296	302	440	387	420	353		
F ⁻ (mg/L)	第一次	0.739	0.145	1.31	0.959	1.30	1.11	1.97	0.27~1.74	1
	第二次	0.727	0.147	1.32	0.950	1.31	1.13	1.95		
NO ₃ ⁻ (mg/L)	第一次	5.18	5.14	9.34	21.6	12.0	6.71	25.2	/	20
	第二次	5.16	5.12	9.30	21.4	12.1	6.63	25.6		
NO ₂ ⁻ (mg/L)	第一次	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	/	1
	第二次	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND		
As (μg/L)	第一次	6.77	8.85	7.23	19.7	11.1	12.9	6.28	ND~3.72	10
	第二次	6.73	9.02	7.18	19.7	10.9	13.1	6.36		

Hg (μg/L)	第一次	0.05	ND	ND	ND	0.07	ND	ND	ND~0.1	1
	第二次	0.05	ND	ND	ND	0.07	ND	ND		
Cr ⁶⁺ (μg/L)	第一次	ND	5.69	ND	ND	ND	ND	5.20	ND	50
	第二次	ND	5.60	ND	ND	ND	ND	5.22		
Zn (μg/L)	第一次	29.8	1.53	1.04	6.65	5.73	7.19	16.2	ND~3.31	1000
	第二次	30.2	1.54	1.02	6.64	5.68	7.12	16.3		
Cu (μg/L)	第一次	1.56	0.79	0.85	1.81	1.37	1.27	5.72	ND~0.486	1000
	第二次	1.54	0.79	0.84	1.81	1.35	1.27	5.64		
Pb (μg/L)	第一次	0.25	0.26	0.20	0.28	0.16	0.37	0.27	ND~2	10
	第二次	0.24	0.26	0.20	0.28	0.16	0.37	0.28		
Cd (μg/L)	第一次	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND~1	5
	第二次	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND		
Mn (μg/L)	第一次	5.22	25.2	1.93	3.81	3.06	2.57	2.56	ND~90	100
	第二次	5.29	25.4	1.92	3.87	3.04	2.59	2.57		
Mo (μg/L)	第一次	7.26	6.08	8.35	11.1	13.5	11.9	8.01	1.7~10.2	70
	第二次	7.37	6.03	8.24	10.9	13.7	12.0	8.05		
Fe (mg/L)	第一次	0.047	0.059	0.020	0.031	0.028	0.022	0.037	ND~0.12	0.3
	第二次	0.047	0.058	0.019	0.030	0.028	0.021	0.038		
氨氮 (mg/L)	第一次	ND	0.44	ND	ND	ND	ND	0.08	ND~2.26	0.5
	第二次	ND	0.43	ND	ND	ND	ND	0.08		
TDS (mg/L)	第一次	1415	1493	1327	2315	1917	1750	1543	977~2378	1000
	第二次	1424	1490	1334	2337	1904	1765	1544		
总硬度 (mg/L)	第一次	379	330	394	409	474	525	439	/	450
	第二次	382	329	393	412	474	520	436		
COD _{Mn} (mg/L)	第一次	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	1.02~2.81	3
	第二次	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND		

注：本底数据来自《中核韶关金宏铀业有限责任公司内蒙古巴彦乌拉铀矿床地浸采铀工程环境影响报告书》（2015年1月）和《巴彦乌拉铀矿床巴润矿段地浸采铀工程工业性试验环评报告表》（2021年4月）。

表 4.4-8 含矿含水层地下水非放射性指标含量监测结果

监测项目	监测次数	W-BC	W-BD1	W-BD2	本底数据	III 类标准
pH	第一次	9.32	8.20	7.97	7.14~9.35	6.5~8.5
	第二次	9.30	8.18	7.98		
K ⁺ (mg/L)	第一次	12.4	99.3	80.0	/	/
	第二次	12.6	101	79.5		
Na ⁺ (mg/L)	第一次	435	395	601	425.27~516.81	200
	第二次	436	391	607		
Ca ²⁺ (mg/L)	第一次	4.49	41.1	28.4	27.09~63.00	/
	第二次	4.51	41.3	28.6		
Mg ²⁺ (mg/L)	第一次	9.50	30.4	79.1	19.46~55.00	/
	第二次	9.61	30.8	79.2		
CO ₃ ²⁻ (mg/L)	第一次	107	ND	ND	57~88	/
	第二次	109	ND	ND		
HCO ₃ ⁻ (mg/L)	第一次	176	564	953	292~512	/
	第二次	176	555	972		
Cl ⁻ (mg/L)	第一次	363	287	423	366~517.6	250
	第二次	360	282	416		
SO ₄ ²⁻ (mg/L)	第一次	168	323	440	168~423	250
	第二次	168	327	440		
F ⁻ (mg/L)	第一次	0.204	0.622	0.204	0.29~1.42	1
	第二次	0.205	0.618	0.205		
NO ₃ ⁻ (mg/L)	第一次	1.08	13.9	1.17	ND~0.1	20
	第二次	1.08	14.0	1.16		
NO ₂ ⁻ (mg/L)	第一次	ND	ND	ND	/	1
	第二次	ND	ND	ND		
As (μg/L)	第一次	4.20	5.15	6.26	ND~2.5	10
	第二次	4.27	5.08	6.20		

Hg (μg/L)	第一次	ND	ND	ND	ND	1
	第二次	ND	ND	ND		
Cr ⁶⁺ (μg/L)	第一次	4.23	ND	ND	ND~11	50
	第二次	4.17	ND	ND		
Zn (μg/L)	第一次	1.82	54.3	60.3	ND	1000
	第二次	1.83	54.2	60.8		
Cu (μg/L)	第一次	1.04	1.30	3.14	ND~0.19	1000
	第二次	1.04	1.31	3.19		
Pb (μg/L)	第一次	0.32	0.47	7.62	ND~9	10
	第二次	0.33	0.47	7.50		
Cd (μg/L)	第一次	ND	ND	ND	ND~2	5
	第二次	ND	ND	ND		
Mn (μg/L)	第一次	1.98	32.1	205	ND~340	100
	第二次	2.01	32.7	209		
Mo (μg/L)	第一次	11.2	7.17	5.77	ND~18.6	70
	第二次	11.1	7.14	5.68		
Fe (mg/L)	第一次	0.084	0.031	0.022	ND~0.50	0.3
	第二次	0.084	0.031	0.022		
氨氮 (mg/L)	第一次	0.46	0.18	0.08	0.189~10.838	0.5
	第二次	0.47	0.17	0.08		
TDS (mg/L)	第一次	1188	1472	2129	1202~1931	1000
	第二次	1189	1465	2137		
总硬度 (mg/L)	第一次	50.57	228	397	/	450
	第二次	51.03	230	398		
COD _{Mn} (mg/L)	第一次	ND	ND	ND	1.23~4.14	3
	第二次	ND	ND	ND		

注：本底数据来自《中核韶关金宏铀业有限责任公司内蒙古巴彦乌拉铀矿床地浸采铀工程环境影响报告书》（2015年1月）和《巴彦乌拉铀矿床巴润矿段地浸采铀工程工业性试验环评报告表》（2021年4月）。

4.4.5 土壤环境

本项目周边土壤中 $U_{\text{天然}}$ 和 ^{226}Ra 监测结果见表 4.4-11, 非放射性因子监测结果见表 4.4-12。由表可知, 项目周边居民点和拟建井场处土壤中 $U_{\text{天然}}$ 范围值为 $(1.10\sim 1.54)\text{ mg/kg}$, ^{226}Ra 范围值为 $(22.32\sim 36.06)\text{ Bq/kg}$, 与建矿前本底相当, 与锡林郭勒盟地区处于同一水平; 项目场址及周边居民点土壤中非放监测指标监测结果均满足《土壤环境质量 农用地土壤污染风险管控标准 (试行)》(GB15618-2018) 中的污染风险筛选值标准。

表 4.4-11 土壤放射性核素含量监测结果

序号	采样地点	$U_{\text{天然}}$ (mg/kg)		^{226}Ra (Bq/kg)	
		第一次	第二次	第一次	第二次
1	额尔登巴特尔家	1.13	1.10	22.32	22.85
2	阿拉腾格日勒家	1.42	1.47	29.76	31.14
3	首采区井场	1.23	1.28	32.29	33.49
	备采区井场	1.48	1.54	36.06	35.97
4	赛罕塔拉嘎查 (对照点)	1.18	1.16	26.83	27.51
本底数据		1.10~3.27		10.2~25.6	
《中国环境天然放射性水平》(2015 年) 锡盟		0.37~3.22		8.33~42.87	

表 4.4-12 土壤非放射性因子含量监测结果

监测项目	监测次数	额尔登巴特尔家	阿拉腾格日勒家	首采区井场	备采区井场	赛罕塔拉嘎查 (对照点)	农用地标准
pH	第一次	8.32	7.93	8.36	7.96	8.48	>7.5
	第二次	8.26	7.93	8.30	7.95	8.42	
As (mg/kg)	第一次	5.38	4.82	5.65	6.83	5.50	25
	第二次	5.12	4.59	5.50	6.51	5.72	
Cd (mg/kg)	第一次	0.049	0.081	0.056	0.086	0.088	0.6
	第二次	0.053	0.088	0.058	0.091	0.088	
Hg ($\mu\text{g/kg}$)	第一次	20.60	25.44	15.98	27.95	17.29	3400
	第二次	20.63	25.28	16.33	27.82	17.86	
Pb (mg/kg)	第一次	13.38	14.55	12.80	18.80	15.59	170
	第二次	13.70	14.25	12.40	17.91	15.41	
Cr (mg/kg)	第一次	17.88	25.78	18.79	34.58	18.34	250
	第二次	18.42	24.83	19.45	34.68	17.90	
Zn (mg/kg)	第一次	26.78	33.45	21.38	35.27	33.99	300
	第二次	27.64	33.80	20.59	35.50	33.24	

监测项目	监测次数	额尔登巴特尔家	阿拉腾格日勒家	首采区井场	备采区井场	赛罕塔拉嘎查（对照点）	农用地标准
Ni (mg/kg)	第一次	25.25	23.87	23.86	28.85	11.34	190
	第二次	25.05	25.07	22.82	29.13	10.86	
Cu (mg/kg)	第一次	17.48	19.73	10.45	21.49	11.48	100
	第二次	16.93	18.79	10.89	21.55	11.25	

4.4.6 生物

本次生物样品为牧草，监测结果见表 4.4-13。由监测数据可知，本项目周边居民点和拟建井场处牧草中 $U_{\text{天然}}$ 范围值为 $(1.59\sim 1.82) \mu\text{g/kg}$ ， ^{226}Ra 范围值为 $(0.094\sim 0.10) \text{Bq/kg}$ ， ^{210}Po 范围值为 $(0.13\sim 0.16) \text{Bq/kg}$ ， ^{210}Pb 范围值为 $(0.13\sim 0.18) \text{Bq/kg}$ ，与对照点赛罕塔拉嘎查均位于同一水平。

表 4.4-13 生物放射性核素含量监测结果

样品名称	$U_{\text{天然}}$ ($\mu\text{g/kg}$)		^{226}Ra (Bq/kg)		^{210}Po (Bq/kg)		^{210}Pb (Bq/kg)	
	第一次	第二次	第一次	第二次	第一次	第二次	第一次	第二次
额尔登巴特尔家	1.66	1.60	0.097	0.099	0.15	0.15	0.14	0.16
阿拉腾格日勒家	1.74	1.82	0.098	0.100	0.14	0.15	0.16	0.18
首采区井场	1.64	1.59	0.095	0.094	0.14	0.16	0.15	0.14
备采区井场	1.75	1.74	0.100	0.098	0.14	0.13	0.13	0.14
赛罕塔拉嘎查（对照点）	1.68	1.65	0.084	0.088	0.15	0.13	0.13	0.12

4.4.7 声环境

本项目周边居民点环境噪声监测结果见表 4.4-14。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 4.4-14 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	额尔登巴特尔家	45~47	46~47	40~41	41~42
2	阿拉腾格日勒家	46~47	45~46	39	39~40
3	首采区井场	44	43~44	37~38	37~38
4	备采区井场	43~44	42~45	38~39	37~39
GB3096-2008 标准限值		60		50	

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

本项目施工期主要废气污染源主要包括施工扬尘和燃油废气。

1) 施工扬尘

在井场建设过程中，需要清除地表植被、开挖表土，同时。在施工材料的运输过程中，也会产生一定扬尘。

2) 燃油废气

本项目施工期在进行钻孔作业和管沟施工分别采用钻机和钩机，均以柴油作为燃料，因此在施工过程中会产生燃油废气。管线开挖和回填施工工序简单，管线开挖和回填施工仅需 3~4 天，当地空气流通、扩散条件好，产生的少量燃油废气不会对项目周边环境产生明显的影响。因此，燃油废气主要来自钻孔施工。

钻孔施工以柴油发电机为动力，本项目施工期预计最多有 6 台柴油发电机同时运行，运行时将产生燃油废气，主要污染物为 SO_2 、 NO_x 和颗粒物。本项目柴油发电机功率为 170kw，单位时间耗油体积约 9.2L/h，柴油密度按 0.85kg/L 计，则单台发电机单位时间耗油量约 7.82kg/h。

根据《环境影响评价工程师执业资格登记培训教材（社会区域）》，每升柴油的 SO_2 、 NO_x 和颗粒物的排放系数分别为 4g/L、2.56g/L 和 0.714g/L，故单台柴油发电机 SO_2 、 NO_x 和颗粒物的排放速率分别为 36.8g/h、23.6g/h 和 6.57g/h。单台发电机单位耗油废气产生量约 20m³/kg，耗油量约 7.82kg/h，则单台发电机单位时间排气量约 156.4m³/h，故 SO_2 、 NO_x 和颗粒物的排放浓度分别为 235mg/m³、151mg/m³ 和 42mg/m³。

5.1.2 地表水环境影响因素

本项目施工期废水主要包括生产废水和作业人员生活污水。

1) 生产废水

施工期生产废水主要为设备清洗水，产生量较小，主要污染因子为悬浮

物、泥沙等，用于施工场地的洒水抑尘。

2) 生活污水

施工期作业人员会产生的生活污水，施工期同时施工人数最多为 60 人，生活用水按 20L/人天计算，排污系数取 0.80，则施工期生活污水最大产生量为 $0.96\text{m}^3/\text{d}$ ，主要污染物包括 COD 和氨氮等，浓度分别约 300mg/L 和 40mg/L。钻探施工人员配备寝车，所有生活污水经寝车收集后运至巴彦乌拉一期工程生活区统一处理。

5.1.3 固体废物环境影响因素

本项目施工期固体废物主要为钻孔施工时产生的钻井泥浆、废机油、废旧设备及零配件、施工人员产生的生活垃圾。

1) 钻井泥浆

本项目生产钻孔和监测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。本项目钻井泥浆中 $U_{\text{天然}}$ 含量为 19.3mg/kg，单个钻孔产生钻井泥浆量约为 5.8m^3 ，产生总量约为 4692m^3 。

2) 废机油

本项目在施工过程中可能会产生少量废机油，产生量约为 0.5kg/孔，产生总量约为 0.4t。根据《国家危险废物名录》（2021 年版），废机油属于危险废物，其废物类别 HW08，本项目废机油由专用桶收集，定期交由具备危险废物处置资质的单位处置。

3) 废旧设备及零配件

施工期将更换水冶厂内现有的吸附淋洗塔过滤器、树脂转移管线和淋洗工艺管线等相关设备，共产生废旧设备和管件 12m^3 。

4) 生活垃圾

施工期会产生少量生活垃圾，按照每人 0.5kg/d 计算，最大同时施工人数 60 人，则最大产生量约为 $30\text{kg}/\text{d}$ 。现场施工人员配有寝车，生活垃圾在寝车垃圾箱收集后定期运送至巴彦乌拉一期工程生活区统一处理。

5.1.4 声环境影响因素

本项目施工期噪声主要来自钻孔施工，钻孔施工噪声源主要为柴油发电机、钻机以及泥浆泵等，各设备产生的单台最大噪声值不超过 100dB（A）。

5.1.5 生态环境影响因素

本项目施工期生态影响主要来自以下几方面：1) 项目施工对土地的占用，以及由此带来的与被占用土地相关的生态系统的破坏；2) 项目施工过程中涉及土方开挖，可能会带来一定的水土流失；3) 项目施工会不同程度地破坏地表植被，使得地表现有植物资源受到一定的负面影响，同时影响区域自然体系的生产力；4) 项目施工会对周边野生动物栖息地产生一定负面影响。

5.2 环境影响分析

5.2.1 大气环境影响分析

1) 施工扬尘

本项目施工期会产生少量施工扬尘，随着距离的增加，扬尘浓度迅速减小，其影响范围一般仅在下风向 150m 范围内，在 200m 处基本能够恢复到背景值。由于施工扬尘粒径较大，飘移距离短，因此影响范围有限。随着施工期的结束，影响将会消失。针对施工扬尘，本项目拟采取以下防治措施：

- (1) 临时弃土集中堆放在背风侧，在顶部加盖篷布防止起尘；
- (2) 合理安排施工计划，尽量减少开挖过程中土方裸露时间，施工现场土方开挖后应尽快回填，若不能及时回填的裸露场地应及时覆盖；
- (3) 施工现场采用洒水、围挡等措施降低扬尘的产生；
- (4) 在施工初期合理规划设备、材料等运输路线，尽量利用现有路网；运料车辆在运料顶部加盖篷布，不得装载过满，以防洒落在地，形成二次扬尘。

施工区所在区域空气流通性强、扩散条件好，且施工场地周边居民点距离较远，在采取以上措施后对居民生活的影响较小。综上所述，施工扬尘对环境的影响是短暂的，随施工的结束而消失，不会对周围环境空气质量造成明显的影响。

2) 燃油废气

本项目施工期非放大气污染物主要为钻孔施工过程中产生的燃油废气，主要污染物为 SO_2 、 NO_x 和颗粒物。根据源项分析可知，本项目单台柴油发电机 SO_2 、 NO_x 和颗粒物的排放速率分别为 0.0368kg/h 、 0.0236kg/h 和 0.0066kg/h ，排放浓度分别为 235mg/m^3 、 151mg/m^3 和 42mg/m^3 ，满足《大气污染物综合排

放标准》（GB16297-1996）新污染源最高允许排放浓度限值 $550\text{mg}/\text{m}^3$ 、 $240\text{mg}/\text{m}^3$ 和 $120\text{mg}/\text{m}^3$ 的要求，对环境的影响程度较小。

5.2.2 地表水环境影响分析

1) 施工废水

在施工场地内对废水进行收集，施工废水中污染物种类较为简单，在收集后回用于喷洒降尘。

2) 生活污水

施工期配备寝车，施工人员产生的生活污水在寝车收集后，依托巴彦乌拉水冶厂现有生活污水处理设施处理。

因此，本项目施工期废水不外排，不会对项目周边的地表水环境产生不良影响。

5.2.3 固体废物环境影响分析

1) 钻井泥浆

本项目钻孔施工时产生一定量的钻井泥浆，钻井泥浆采取统一收集、集中处理的方式。

钻孔机台设置泥浆循环槽、沉淀池、泥浆循环池及泥浆坑，各池体及坑体均做 HDPE 膜防渗、防溢处理。泥浆从钻孔涌出通过泥浆循环槽进入沉淀池中的除砂机，将含岩屑量少的泥浆分选出来排入泥浆循环池回用于钻探，含岩屑量较多的泥浆经振动脱水后岩屑排入泥浆坑，泥浆坑最终覆土掩埋恢复植被。

本项目钻井泥浆中 $U_{\text{天然}}$ 含量为 $19.3\text{mg}/\text{kg}$ ，根据《可免于辐射防护监管的物料中放射性核素活度浓度》（GB27742-2011）标准中规定，天然放射性核素免管浓度限值为 $1\text{Bq}/\text{g}$ 。因此，本项目钻井泥浆放射性水平处于豁免水平，可作一般固体废物处理处置。待钻孔施工结束后，将泥浆饼及废弃岩芯置于泥浆坑内，覆土掩埋，在顶部铺设剥离的表层土，并翻松土层，按原始地形地貌平整场地；最后进行植被恢复工作，选择的复垦植被与周边环境相协调。

2) 废机油

本项目在施工过程中可能会产生少量废机油，产生总量约为 0.4t 。

根据《国家危险废物名录》（2021 年版），废机油属于危险废物，其废

物类别 HW08。为避免油污散落地表，在机械维修过程中，在底部铺设高强度塑料布承接油污，并在操作完成后由废机油专用桶收集，定期交由具备危险废物处置资质的单位处置。

3) 废旧设备及零配件

改造过程中产生的废弃设备和管件经擦拭去污后，表面 α 、 β 放射性水平低于《铀矿冶辐射防护和辐射环境保护规定》（GB23727-2020）中规定的 $\alpha \leq 0.8 \text{Bq/cm}^2$ 、 $\beta \leq 0.08 \text{Bq/cm}^2$ 时，按照普通工业废物处置或暂存在现有废品库。去污后表面 α 、 β 放射性水平仍高于 GB23727 规定的设备管件，运送至现有固体废物库暂存，待水冶厂退役时统一处置。

本项目现有废品库和固体废物库剩余库容分别为 960m^3 和 120m^3 ，改造过程产生的放射性固体废物总计 12m^3 。因此，废品库和固体废物库能够容纳本项目的需求。

4) 生活垃圾

本项目施工场地寝车设置生活垃圾收集箱，对产生的各类生活垃圾按照相关要求进行分类收集后，定期运送至巴彦乌拉生活区统一处理。

综上所述，本项目施工期产生的固体废物均得到妥善处置，不会对环境造成明显影响。

5.2.4 声环境影响分析

1) 预测模式

本项目利用三捷环境工程咨询有限公司开发的 BREEZE NOISE 软件进行噪声环境影响预测，该软件以《环境影响评价技术导则声环境》（HJ2.4-2009）中的相关模式要求编制。本次评价采用工业噪声预测计算模式，考虑点源几何发散衰减和地面反射。噪声预测参数见表 5.2-3。

表 5.2-3 噪声预测参数

源强 dB (A)			声源高度 (m)	声场种类
钻机	柴油发电机	泥浆泵		
90	100	90	1.0	半自由声场

2) 预测场景

预测情景为距离居民点最近的 6 个钻孔同时施工，该场景下的钻孔施工

布置与图 5.2-1 中一致。

3) 预测结果分析

由表 5.2-4 可知，噪声贡献值随着距施工井场距离增大而明显衰减，距离施工场地 8.8m 处噪声贡献值为 70dB(A)，满足《建筑施工场界环境噪声排放标准》（GB12523-2011）中昼间噪声排放标准要求。

表 5.2-4 距离施工井场周边 200m 处噪声贡献值

序号	距离	噪声贡献值, dB (A)
1	8.8m	70.0
2	77m (额尔登巴特尔家)	40.6
3	200m	32.1

本项目施工期对居民点（额尔登巴特尔家，77m）的噪声贡献值为 32.6 dB(A)，根据现状监测结果，该居民点昼间最大噪声为 47.0dB(A)，夜间最大噪声为 42.0dB(A)，叠加本项目贡献值后的昼间噪声为 47.9dB(A)，夜间噪声为 44.4dB(A)，均满足《声环境质量标准》（GB3096-2008）中的 2 类标准要求，施工噪声不会对周边居民点产生影响。施工噪声影响等值线分布情况见图 5.2-2。

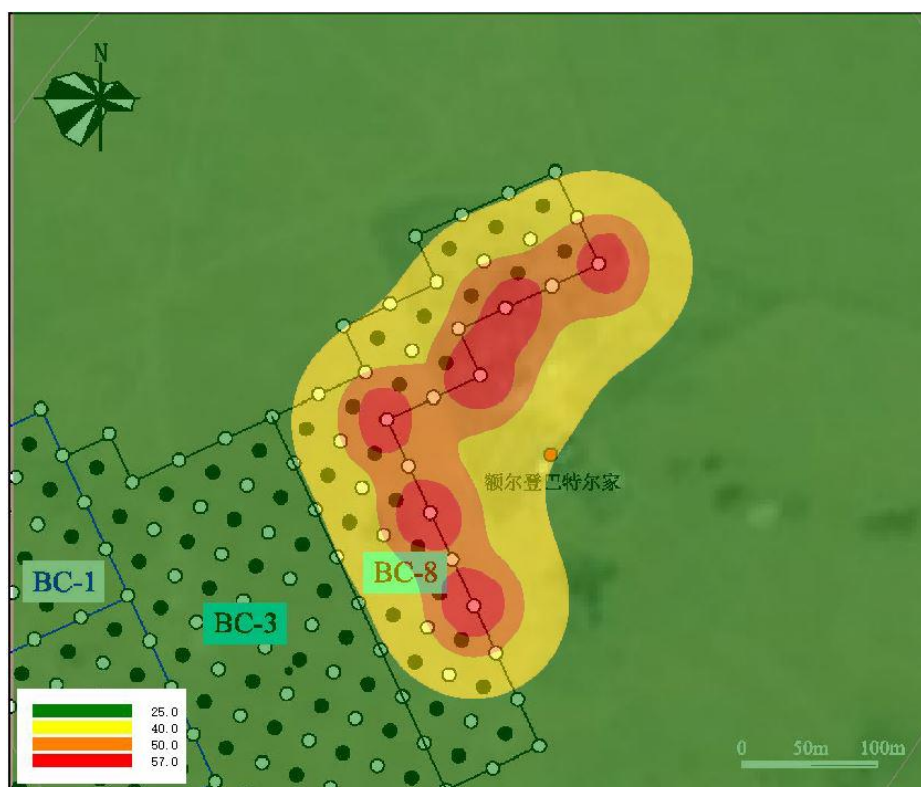


图 5.2-2 施工期噪声等值线分布图

4) 施工期噪声防控措施

同时，施工期采用以下方法降低施工噪声的产生：

- 1) 选择低噪声设备，并及时对其进行保养，从源头上降低声源；
- 2) 对于噪声较高的设备，如搅拌机等，采取加装减振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，减少由于设备部件之间的不正常碰撞产生的噪声。

在采取以上措施后，经过空气的吸收作用及地面效应引起声能衰减，噪声大大降低。同时，由于施工期时间不长，在施工期结束后，相应的噪声影响将会消失，因此施工期机械噪声不会对项目所在区域内的居民产生影响。

5.2.5 生态环境影响分析

5.2.5.1 生态环境影响分析

1) 占地影响分析

本项目占地影响主要体现为临时占地，主要包括钻孔施工及管线开挖临时占地等，总占地面积为 1.068km²。

本项目占地范围内植被稀疏，以草地植被为主，生物量较低，在施工各个时段严格管理临时用地，并且在各钻孔施工结束后，及时对临时占地区域恢复草原植被，及时做好生态恢复和环境保护工作，项目施工对生态系统的影响是有限的、局部的。

2) 对植物资源的影响分析

本项目土地占用会不同程度地破坏地表植被，使得地表现有植物资源受到一定的负面影响。本项目在施工设备的搬迁和车辆运输，严禁随意新开路面，尽量在原有便道上行驶。钻探施工开挖结束后，及时对占地区域恢复地表植被。

本项目占地区域的植被均为当地一般常见种，生长范围广泛，适应性强，不存在因局部植被破坏而导致植物种群灭绝或消失。由于施工影响植被范围、影响面积相对于整个区域的面积很小，施工结束后，将对施工扰动的地表进行植被恢复，选用植被为当地土生自然植被，随时间推移，植被的逐步恢复，不会改变区域植被状况。因此，本项目基本不会对区域内的净生产力和生物

量产生影响。

3) 对动物资源的影响分析

本项目临时占地将破坏沿线动物的生存环境，施工活动的进行会对动物正常生活产生干扰，导致了沿线动物栖息地环境缩小，失去部分觅食地、栖息场所和活动区域等。

本项目周边主要为牧场，周边动物主要为牧民养殖的牛和羊，且草场范围大，施工期与周边牧民沟通，尽量使养殖动物远离施工场地，产生的噪声和振动对于地面动物活动的影响有限。

本项目周边野生动物数量较少，无珍稀动植物资源。野生动物为啮齿类动物、爬行动物等一般常见物种，工程影响区域外有大面积适宜的生境，野生动物会迁徙栖息地，且施工结束后随着沿线绿化、临时占地的恢复，可一定程度上恢复野生动物的栖息地。因此工程的建设不会对沿线野生动物的数量和种群多样性造成较大影响。

4) 水土流失的影响分析

本项目对区域水土流失状况的影响主要发生在施工期。项目施工将扰动地表，破坏原有水土保持设施，由此引起的人为加速土壤流失将改变周边环境，使水土资源流失，可能加剧土地荒漠化，对生态环境造成不良影响。

针对水土流失及土地荒漠化的影响，本项目将采取以下措施：在施工期采取分层开挖、分层堆放、分层回填的方式。在开挖前先剥离表层比较肥沃的表土，依次将开挖土层向上堆存，最后对土层进行喷洒保湿、加布遮盖，防止风蚀或水蚀造成的土壤流失；在施工完毕后，及时按次序分层覆土回填，压实土壤，防止因降水、径流造成地表下陷和水土流失。在顶部铺设剥离的表层土，并翻松土层，按原始地形地貌平整场地；最后进行植被恢复工作，定期检查恢复效果。

此外，管道施工应采取分段作业，采取边铺设管线边分层覆土的措施，减少裸地的暴露时间，尽可能避免造成水土流失；在临时堆土场周围及容易发生水土流失地段设置防护栏或玻璃纤维布围栏等措施，减少对水土流失的影响。施工期加强管理，严格控制人员和机械的活动区域，尽量避免施工人员进入施工范围以外活动，减少对施工场地外土壤与植被的破坏。同时，施

工过程中还应合理安排施工进度，避免在大风天和雨季施工。提高工程施工效率，缩短施工时间，减少土地荒漠化发生的可能。

总体来讲，施工期水土流失是暂时的，且本项目施工期较短，在施工完毕后对临时占地进行植被恢复工作，水土流失会逐渐减少，不会造成土地荒漠化加剧。

5) 生态敏感区的影响分析

经建设单位与苏尼特左旗自然资源局核实，本项目未在生态保护红线内。评价区域附近无自然保护区、风景名胜区等需要特别保护的区域。

5.2.5.2 生态环境保护措施

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

1) 基本草原环境保护方案

(1) 合理选择施工方式：采用机械施工与人工施工相结合的方式，减少对施工范围内植被的破坏，同时也有利于施工期结束后植被的恢复；

(2) 施工人员、施工车辆以及各种设备应按规定的路线行驶、操作，严禁在草地上随意新开路面，尽量在原有便道上行驶；

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

(4) 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。

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

2) 其它生态环境管理措施

(1) 施工期与周边牧民沟通，提前告知施工计划，使养殖的动物远离施工场地。

(2) 在本项目的施工期实行监理制度，监督设计单位和施工单位具体落实环保措施的实施，控制项目施工过程的环境污染和生态破坏。

(3) 施工开始前，对施工人员进行生态环境保护业务培训；并要求施工方配备现场生态环境管理监督人员；加强生态环境的管理措施，提高施工人员的环保意识。

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

综上所述，项目施工期对周围环境的影响较小，且施工期的环境影响只是暂时的，随着施工期的结束，影响会消失。

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，关键核素为氡，氡释放源项主要为集液池、蒸发池和浸出液处理厂房，各气态流出物源强见表 6.1-1，各气态源项排放参数见表 6.1-2，源项分布图见图 6.1-1。

表 6.1-1 本项目放射性废气的排放情况一览表

序号	设施		氡释放量（Bq/a）
1	集液池		2.54E+11
2	水冶厂房	淋洗吸附厂房	3.89E+10
3		萃取沉淀厂房	2.20E+10
4	蒸发池		4.54E+10

表 6.1-2 本项目气态源项排放参数

序号	排放点名称	坐标		出口内径 (m)	排放高度 (m)	等效半径 (m)	源项类型
		X, m	Y, m				
1	集液池	0	0	—	1.5	0.69	面源
2	淋洗吸附厂房	-78.5	-5.5	0.6	10	—	点源
3	萃取沉淀厂房	-78.5	-54.5	0.6	10	—	点源
4	蒸发池	-78.5	-212.5	—	—	87.43	面源

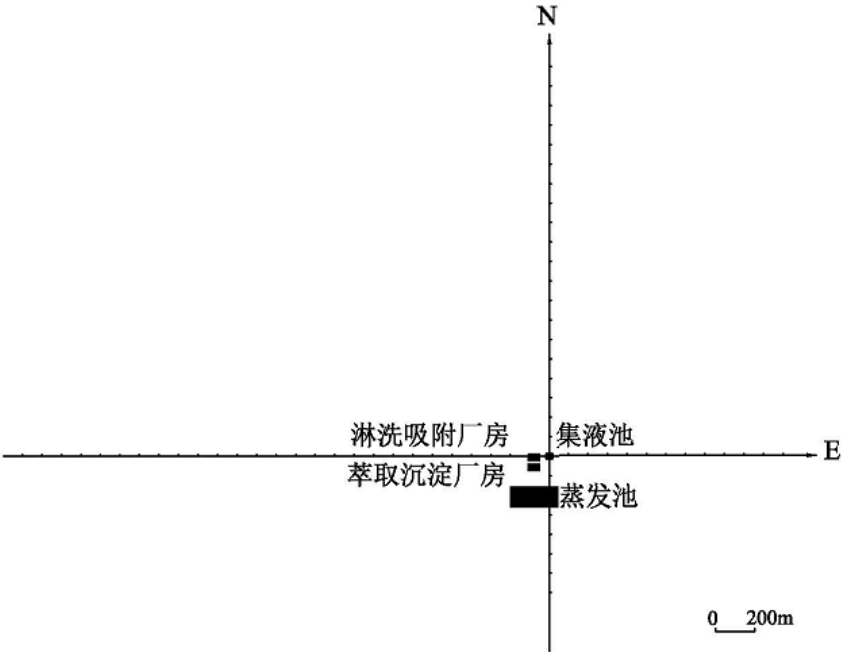


图 6.1-1 源项分布图

6.2 环境影响途径

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

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

6.3.2 评价中心

本次评价选取集液池为评价中心。

6.3.3 评价子区及年龄组设置

本次评价以集液池为中心，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

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

6.3.5 评价计算模式及参数

按照《环境影响评价技术导则 大气环境》（HJ/T2.2-2008）要求，本项目大气辐射环境影响预测采用基于最新大气边界层理论和剂量估算参数的预测程序 UAIR-FINE。该程序内嵌的大气扩散模型为导则推荐的大气预测模式之一、美国 EPA 开发的法规扩散模式 AERMOD（Version 09292），剂量计算模式根据 IAEA 和 ICRP 最新剂量模式和参数创建。UAIR-FINE 气载流出物大气扩散和剂量估算模式及参数见附录一。

6.4 估算结果与分析

6.4.1 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 6.4-1 所示。

由该表可知，气态源项对各居民点的最大辐射影响出现在斯琴巴雅尔家，其 ^{222}Rn 浓度贡献值为 0.114Bq/m^3 ，公众最大个人剂量为 $2.43\times 10^{-3}\text{mSv/a}$ 。

表 6.4-1 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
苏和巴特尔家	4.31E-02	9.20E-04
阿拉腾格日勒家	1.26E-02	2.69E-04
萨仁毕力格家	3.82E-03	8.17E-05
斯琴巴雅尔家	1.14E-01	2.43E-03
额尔登朝鲁家	3.35E-03	7.16E-05
陶德忙来家	2.95E-03	6.31E-05
呼日查毕力格家	1.40E-03	2.99E-05
南登毕力格家	2.16E-02	4.61E-04
额尔登吉日嘎拉家	1.63E-03	3.48E-05

2) 个人剂量

本项目生产期各污染源项释放的 ^{222}Rn 对斯琴巴雅尔家个人有效剂量的贡献见表 6.4-2。由该表可知，集液池对斯琴巴雅尔家的最大个人有效剂量贡献率最大，为 76.61%。

表 6.4-2 各气态源项对斯琴巴雅尔家的贡献值

排放点	氡浓度, Bq/m^3	个人剂量, mSv/a	份额 (%)
集液池	8.7E-02	1.86E-03	76.61
淋洗吸附厂房	2.2E-03	4.79E-05	1.97
萃取沉淀厂房	1.5E-03	3.18E-05	1.31
蒸发池	2.3E-02	4.89E-04	20.11
合计	0.114	2.43E-03	100.00

6.4.2 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 ^{222}Rn 所致各子区 ^{222}Rn 浓度分布情况见表

6.4-3。

由该表可知，气态源项对周边各子区 ^{222}Rn 贡献值最大值出现在 W 方位、0~1km 子区， ^{222}Rn 贡献值为 $1.39\times 10^{-1}\text{Bq/m}^3$ ，该子区为无人子区；在有人子区内， ^{222}Rn 贡献值最大值出现在 E 方位、0~1km 子区， ^{222}Rn 贡献值为 $1.14\times 10^{-1}\text{Bq/m}^3$ 。

表 6.4-3 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	4.31E-02	1.58E-02	6.31E-03	2.89E-03	1.02E-03	1.08E-04
NNE	1.05E-01	2.52E-02	1.01E-02	4.65E-03	1.71E-03	3.32E-04
NE	8.97E-02	2.10E-02	1.26E-02	3.82E-03	1.53E-03	4.24E-04
ENE	7.41E-02	1.68E-02	6.69E-03	3.18E-03	1.16E-03	3.58E-04
E	1.14E-01	1.76E-02	7.12E-03	3.30E-03	1.19E-03	3.68E-04
ESE	8.66E-02	2.03E-02	8.33E-03	3.35E-03	1.48E-03	4.38E-04
SE	8.66E-02	1.99E-02	8.01E-03	2.95E-03	1.45E-03	4.28E-04
SSE	5.18E-02	9.34E-03	3.78E-03	1.77E-03	6.78E-04	2.02E-04
S	3.50E-02	7.57E-03	3.12E-03	1.53E-03	5.94E-04	1.90E-04
SSW	3.15E-02	6.49E-03	2.63E-03	1.22E-03	4.60E-04	1.48E-04
SW	4.40E-02	8.59E-03	3.39E-03	1.40E-03	6.04E-04	1.90E-04
WSW	7.38E-02	1.30E-02	5.09E-03	2.45E-03	9.52E-04	3.18E-04
W	1.39E-01	3.35E-02	2.16E-02	6.31E-03	2.37E-03	6.92E-04
WNW	1.11E-01	2.54E-02	1.05E-02	4.80E-03	1.81E-03	4.12E-04
NW	6.42E-02	1.52E-02	5.88E-03	1.63E-03	8.74E-04	7.40E-05
NNW	4.99E-02	1.17E-02	4.69E-03	2.10E-03	6.62E-04	7.00E-05

注：表中阴影子区为无人子区。

2) 个人剂量

本项目生产期气态源项所致评价区域内各子区的个人剂量见表 6.4-4，评价范围内公众个人剂量等值线分布见图 6.4-1。

由该表可知，评价范围内各子区内最大个人有效剂量为 $2.97\times 10^{-3}\text{mSv/a}$ ，出现在 W 位，0~1km 子区内，该子区为无人子区。在有人子区内，最大个人有效剂量为 $2.43\times 10^{-3}\text{mSv/a}$ ，出现在 E 方位，0~1km 的子区内。

表 6.4-4 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	9.20E-04	3.37E-04	1.35E-04	6.17E-05	2.18E-05	2.31E-06
NNE	2.24E-03	5.39E-04	2.17E-04	9.93E-05	3.66E-05	7.10E-06
NE	1.92E-03	4.49E-04	2.69E-04	8.17E-05	3.27E-05	9.06E-06
ENE	1.58E-03	3.59E-04	1.43E-04	6.80E-05	2.47E-05	7.65E-06
E	2.43E-03	3.76E-04	1.52E-04	7.06E-05	2.54E-05	7.87E-06
ESE	1.85E-03	4.33E-04	1.78E-04	7.16E-05	3.16E-05	9.36E-06
SE	1.85E-03	4.26E-04	1.71E-04	6.31E-05	3.10E-05	9.15E-06
SSE	1.11E-03	2.00E-04	8.08E-05	3.78E-05	1.45E-05	4.32E-06
S	7.49E-04	1.62E-04	6.67E-05	3.26E-05	1.27E-05	4.06E-06
SSW	6.72E-04	1.39E-04	5.62E-05	2.60E-05	9.83E-06	3.16E-06
SW	9.40E-04	1.84E-04	7.25E-05	2.99E-05	1.29E-05	4.06E-06
WSW	1.58E-03	2.78E-04	1.09E-04	5.23E-05	2.03E-05	6.80E-06
W	2.97E-03	7.15E-04	4.61E-04	1.35E-04	5.06E-05	1.48E-05
WNW	2.38E-03	5.42E-04	2.23E-04	1.03E-04	3.87E-05	8.81E-06
NW	1.37E-03	3.26E-04	1.26E-04	3.48E-05	1.87E-05	1.58E-06
NNW	1.07E-03	2.49E-04	1.00E-04	4.48E-05	1.41E-05	1.50E-06

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 6.4-5。
由表可知，气态源项对评价区域居民产生的集体剂量为 4.17×10^{-5} 人·Sv/a。

表 6.4-5 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)	2.53E-05	2.53E-05	2.87E-05	2.98E-05	3.69E-05	4.17E-05
份额 (%)	60.7	60.7	69.0	71.6	88.6	100

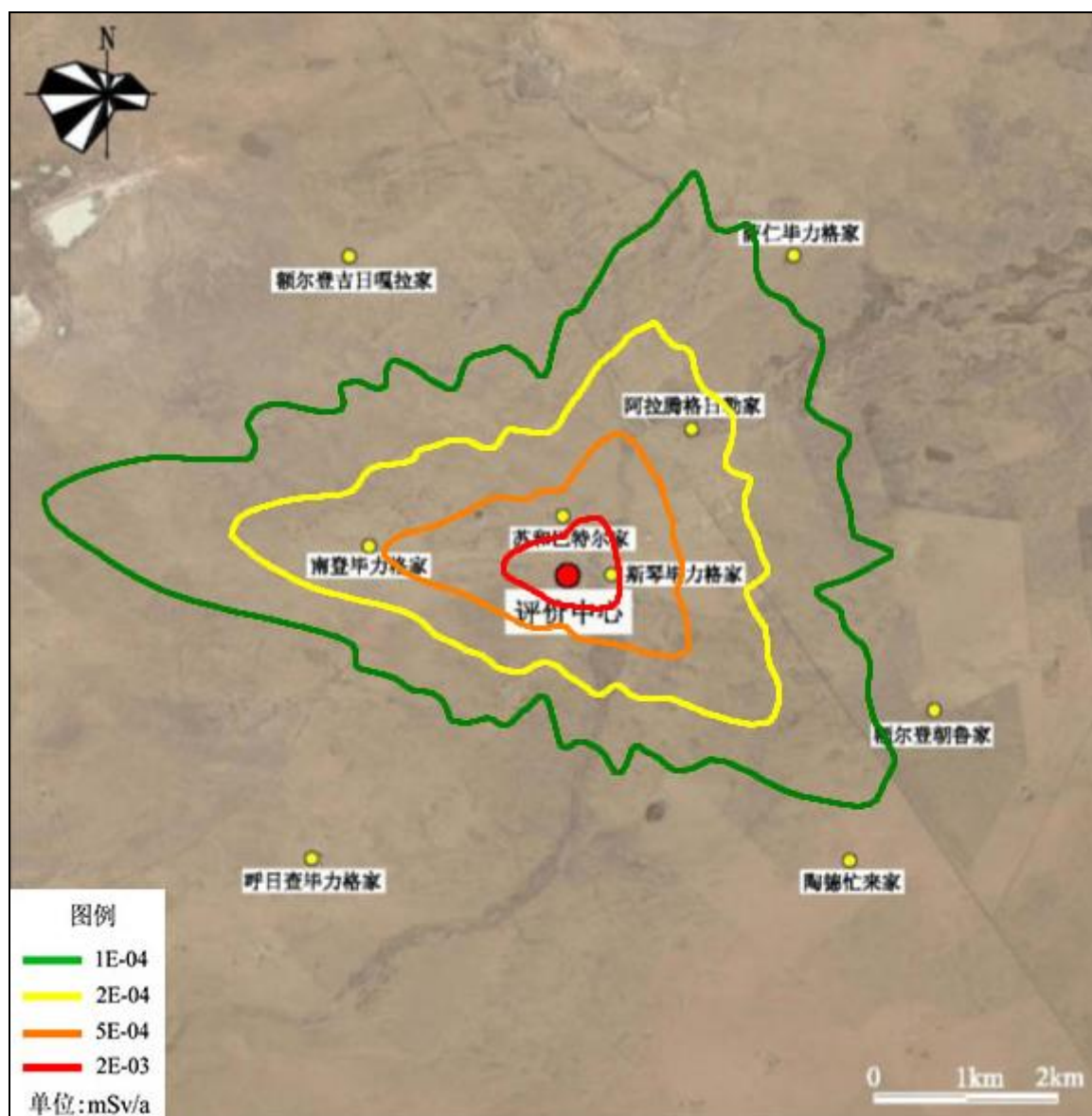


图 6.4-1 生产期气态流出物所致的区域个人剂量等值线图（单位：mSv/a）

6.5 公众辐射环境影响评价

本项目生产期气态源项主要是集液池、淋洗吸附厂房、萃取沉淀厂房和蒸发池释放的 ^{222}Rn ，照射途径为吸入内照射。

本项目生产期气态源项所致评价区域最大个人有效剂量为 $2.97 \times 10^{-3} \text{mSv/a}$ ，出现在 W 方位、0~1km 子区，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 $2.43 \times 10^{-3} \text{mSv/a}$ ，出现在 E 方位、0~1km 子区，最大个人剂量占个人剂量约束值 0.5mSv/a 的 0.486%，小于本项目剂量约束值。20km 范围内的集体剂量为 $4.17 \times 10^{-5} \text{人} \cdot \text{Sv/a}$ 。

7 地下水环境影响评价

本项目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，不可避免地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 水文地质概念模型

7.1.1 模型范围的确定

根据《水文地质概念模型概化导则》，由于评价区所在的完整水文地质单元范围很大，自然边界距离研究区较远，因此需根据区域流场人为圈定评价范围。根据水文地质条件，结合地浸工程地下水环境影响特点，确定模拟范围为：以井场为中心，在地下水下游方向西南侧延伸 1km，上游方向东北侧延伸 0.5km，概化为通用水头边界，两侧延伸 0.5km 概化为零流量边界，模拟总面积 2.54km²。

7.1.2 边界条件的概化

侧向边界：根据地下水流向，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：上边界为赛汉组上段上部泥岩、含砂砾泥岩、粉砂质泥岩组成的隔水顶板；下边界为赛汉组下段湖沼相沉积泥岩、含粉砂泥岩组成的隔水底板。

7.1.3 含水层结构特征确定

根据地质勘探结果，本项目含矿含水层为赛汉组上段，含矿含水层顶、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，可不考虑越流的影响。由于含矿含水层埋藏较深，模拟范围内的大气降水入渗与大气蒸发对含矿含水层的影响几乎可忽略不计。综上所述，本次模拟层位赛汉组上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。

7.1.4 源汇项处理

本项目源汇项为典型采区生产井，包括抽出井和注入井，将其赋值到概念模型中，模拟采区整体抽大于注比例为 0.3%，外围边界处抽大于注比例为 0.5%，作为本模拟的主要源汇项。本次预测选取首采区 BC-10~BC-12 采区作为预测模拟采区，该区块位置相对独立，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。此外，该区块赋存的矿块相对较厚，品位相对较高，选取其作为预测模拟采区具有一定保守性。模拟采区生产井布置情况见图 7.1-1。

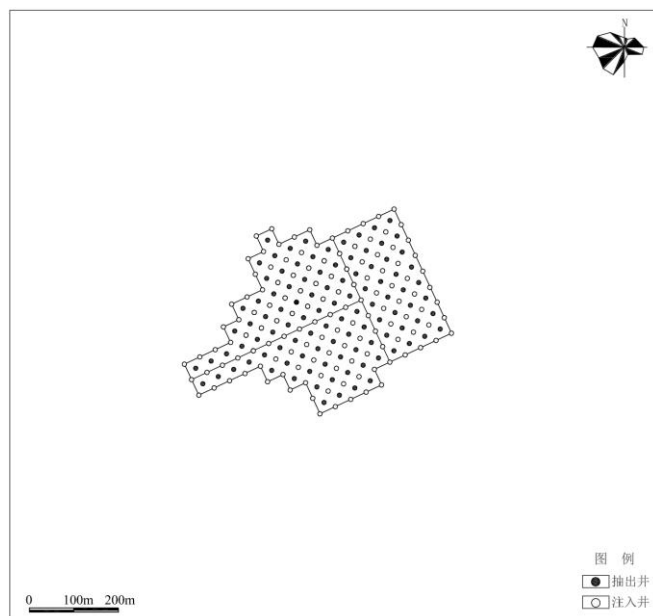


图 7.1-1 模拟采区生产井布置图

7.1.5 水文地质参数

本模型水文地质参数主要来自《内蒙古苏尼特左旗巴彦乌拉铀矿床芒来地段勘探地质报告》等地勘资料，有效孔隙度选取经验值 0.25，参考 Gelhar L W 等（1992）关于纵向弥散度与观测尺度关系的理论计算，纵向弥散度可根据以下经验公式计算：

$$\alpha_m = 0.83 (\log L_s)^{2.414} \tag{7.2-1}$$

$$L_s = \alpha \times K \times I \times T / n_e \tag{7.2-2}$$

式中：

- α_m —纵向弥散度，m；
- L_s —下游迁移距离，m；
- α —变化系数，取 2；
- K —渗透系数，保守取最大值 10m/d；
- I —水力坡度，根据区域水文地质条件，约为 0.7‰；
- T —质点迁移参数，取值不小于 5000d，保守取 5000d；
- n_e —有效孔隙度，取经验值 0.25。

经计算， L_s 为 280m， α_m 为 7.2m。此外，横向弥散度的取值通常比纵向弥散度小一个数量级，因此横向弥散度参数值取 0.72m。计算中输入的主要水文地质参数详见表 7.1-1。

表 7.1-1 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	10
2	有效孔隙度，%	25
3	纵向弥散度，m	7.20
4	横向弥散度，m	0.72

7.2 数学模型

7.2.1 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：

$$\frac{\partial}{\partial x} \left(K_{xx} \frac{\partial h}{\partial x} \right) + \frac{\partial}{\partial y} \left(K_{yy} \frac{\partial h}{\partial y} \right) + \frac{\partial}{\partial z} \left(K_{zz} \frac{\partial h}{\partial z} \right) - \omega = S_s \frac{\partial h}{\partial t} \quad (7.2-3)$$

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:

$$H(x, y, z) = H_0(x, y, z) \quad (x, y, z) \in s \quad (7.2-4)$$

$$H(x, y, z, t) = H_0(x, y, z, t) \quad (x, y, z) \in s \quad (7.2-5)$$

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:

$$q_n = q \cdot n = -q_b(x, y, z) \quad (x, y, z) \in s \quad (7.2-6)$$

$$\text{或 } q_n = q \cdot n = -q_b(x, y, z, t) \quad (x, y, z) \in s \quad (7.2-7)$$

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, 称为混

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：

$$\frac{\partial h}{\partial n} + \lambda(x, y, z)h = f(x, y, z) \quad (x, y, z) \in s \quad (7.2-8)$$

式中：

λ ——交换系数；

f ——已知函数；

第三类边界条件称为 Cauchy 条件。

7.2.2 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：

$$\frac{\partial(\theta C^k)}{\partial t} = \frac{\partial}{\partial x_i} \left(\theta D_{ij} \frac{\partial C^k}{\partial x_j} \right) - \frac{\partial}{\partial x_i} (\theta v_i C^k) + q_s C_s^k + \sum R_n \quad (7.2-9)$$

式中：

θ ——地下介质的孔隙度，无量纲；

C^k ——核素 k 的溶解浓度，g/m³；

t ——时间，s；

x_i 、 x_j ——分别为沿坐标轴 x 轴和 y 轴的距离，m；

D_{ij} ——水动力弥散系数张量，m²/s；

v_i ——渗流或线性孔隙水流速度，与单位流量或达西流量 q_i 有关，

$v_i = q_i / \theta$ ，m/s；

q_s ——单位体积含水层源和汇的体积流量；

C_s^k ——源汇流中物质 k 的浓度，g/m³；

$\sum R_n$ ——化学反应项，g/m。

其中：

$$\sum R_n = -\rho_b \frac{\partial \bar{C}}{\partial t} - \lambda_1 \theta C^k - \lambda_2 \rho_b \bar{C}^k \quad (7.2-10)$$

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：

$$D_{xx} = \alpha_L \frac{v_x^2}{|v|} + \alpha_T \frac{v_y^2}{|v|} + \alpha_T \frac{v_z^2}{|v|} + D^* \quad (7.2-11)$$

$$D_{yy} = \alpha_L \frac{v_y^2}{|v|} + \alpha_T \frac{v_x^2}{|v|} + \alpha_T \frac{v_z^2}{|v|} + D^* \quad (7.2-12)$$

$$D_{zz} = \alpha_L \frac{v_z^2}{|v|} + \alpha_T \frac{v_x^2}{|v|} + \alpha_T \frac{v_y^2}{|v|} + D^* \quad (7.2-13)$$

$$D_{xy} = D_{yx} = (\alpha_L - \alpha_T) \frac{v_x v_y}{|v|} \quad (7.2-14)$$

$$D_{xz} = D_{zx} = (\alpha_L - \alpha_T) \frac{v_x v_z}{|v|} \quad (7.2-15)$$

$$D_{yz} = D_{zy} = (\alpha_L - \alpha_T) \frac{v_y v_z}{|v|} \quad (7.2-16)$$

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

7.3 数值模型

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。

7.3.1 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 模块建立地下水流动场预测,应用 MT3DMS 模块进行溶质运移预测。GMS 各模块主要功能见表 7.3-1。

表 7.3-1 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运动规律的计算机程序。通过把研究区在区间和时间上的离散,建立研究区每个网络的水均衡方程式,所有网络方程连接成为一组大型的线性方程组,迭代求解方程组可以得到每个网络的水头值。MODFLOW 可以模拟水井、河流、潜流、排泄、湖泊、蒸散和人工补给对非均质和复杂边界条件的水流系统的影响。
2	MT3D	模拟地下水中单项溶解组分对流、弥散、源/汇和化学反应的三维溶质运移模型,能够有效处理各种边界条件和外部源汇项。化学反应主要是一些比较简单的单组分反应,包括平衡和非平衡状态的线性和非线性吸附作用、一阶不可逆反应(如放射性衰变)和可逆的动态反应等。模拟计算时,MT3D 需和 MODFLOW 一起使用。
3	MODPATH	是确定给定时间内稳定或非稳定流中质点运移路径的三维质点示踪模型。和 MODFLOW 一起使用,根据 MODFLOW 计算的流场,在指定各质点的位置后,MODPATH 可进行正向示踪和反向示踪,计算三维水流路径,从而成为水井截获区和井位警戒研究理想工具。
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。

7.3.2 模拟区剖分

本次预测将模拟区域离散成正交网格,为了更加精确地刻画核素在井场附近的运移情况,在网格剖分的过程中对井场区域进行了加密,加密网格的大小为 5×5m,外围非加密网格的大小为 10×10m。本模型一共剖分 53853 个网格。网格剖分情况见图 7.3-1。

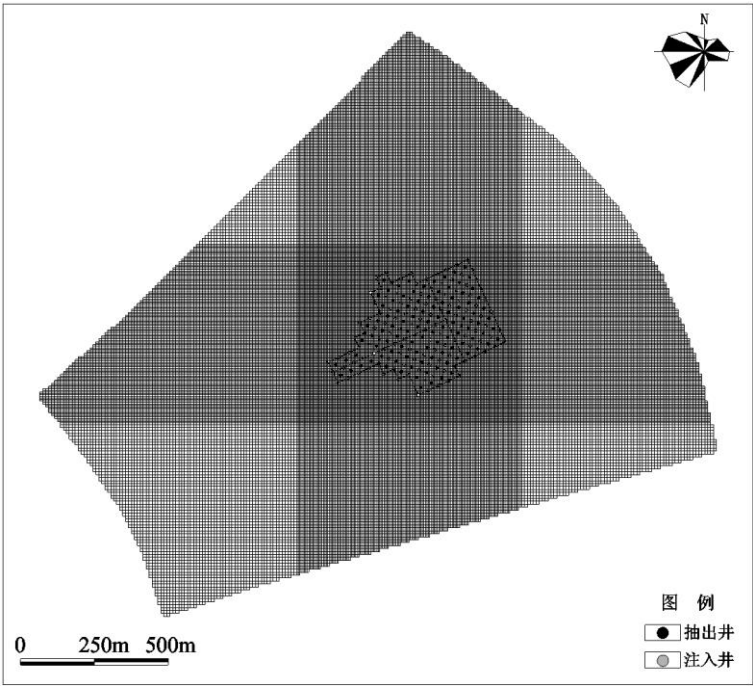


图 7.3-1 模型网格剖分图

7.3.3 评价因子

根据巴彦乌拉工程的浸出液监测数据（表 7.3-2），按照放射性核素、非放射性污染物进行分类确定预测因子。其中，根据地浸原地浸出采铀工程特点，放射性核素选取特征核素 $U_{\text{天然}}$ ；通过将非放射因子监测结果与《地下水质量标准》（GB/T 14848-2017）III类标准进行对比，取超过水质标准倍数较大的因子作为预测因子，最终确定非放射性预测因子为和 Mn。 $U_{\text{天然}}$ 源项浓度采用本项目预期技术指标值 15mg/L， SO_4^{2-} 和 Mn 源项浓度采用巴彦乌拉一期工程的浸出液监测数据，分别为 20760mg/L 和 31.5mg/L。

表 7.3-2 浸出液样品监测结果

监测项目	pH	U(mg/L)	$^{226}\text{Ra}(\text{Bq/L})$	$\text{Fe}^{3+}(\text{mg/L})$	Mn(mg/L)	As(mg/L)
浓度	1.34	13.95	0.66	78.77	31.5	2.12
监测项目	$\text{Ca}^{2+}(\text{mg/L})$	$\text{Mg}^{2+}(\text{mg/L})$	Mo(mg/L)	$\text{SO}_4^{2-}(\text{mg/L})$	$\text{Cl}^{-}(\text{mg/L})$	/
浓度	528.84	738.45	2.01	20760	597.21	

7.4 地下水模拟预测及评价

7.4.1 流场预测结果及分析

以设计的生产井流量为依据，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 7.4-1。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。

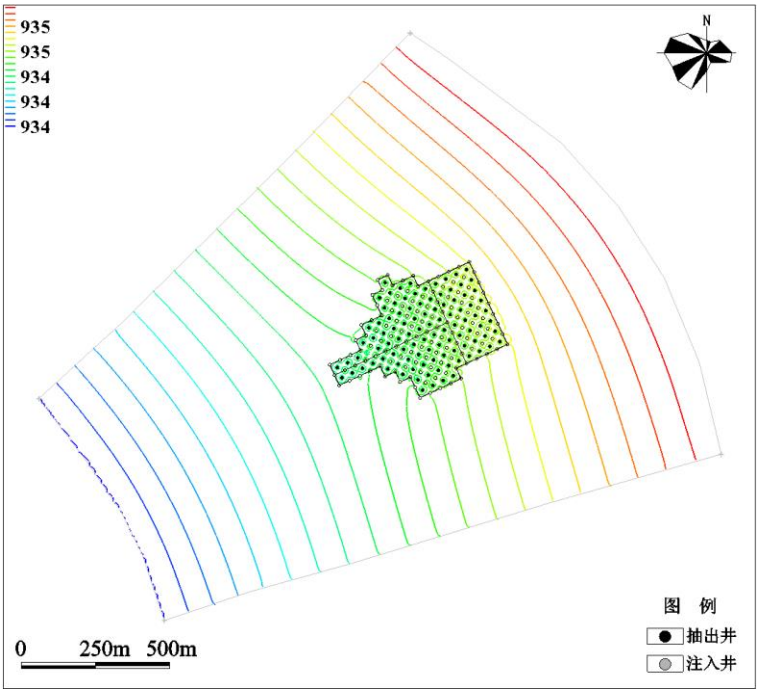


图 7.4-1 采区等水位线示意图

7.4.2 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，分别绘制了生产期 3a 和 6a（单个采区生产期末）的 $U_{\text{天然}}$ 浓度分布图，浓度分布晕见图 7.4-2。

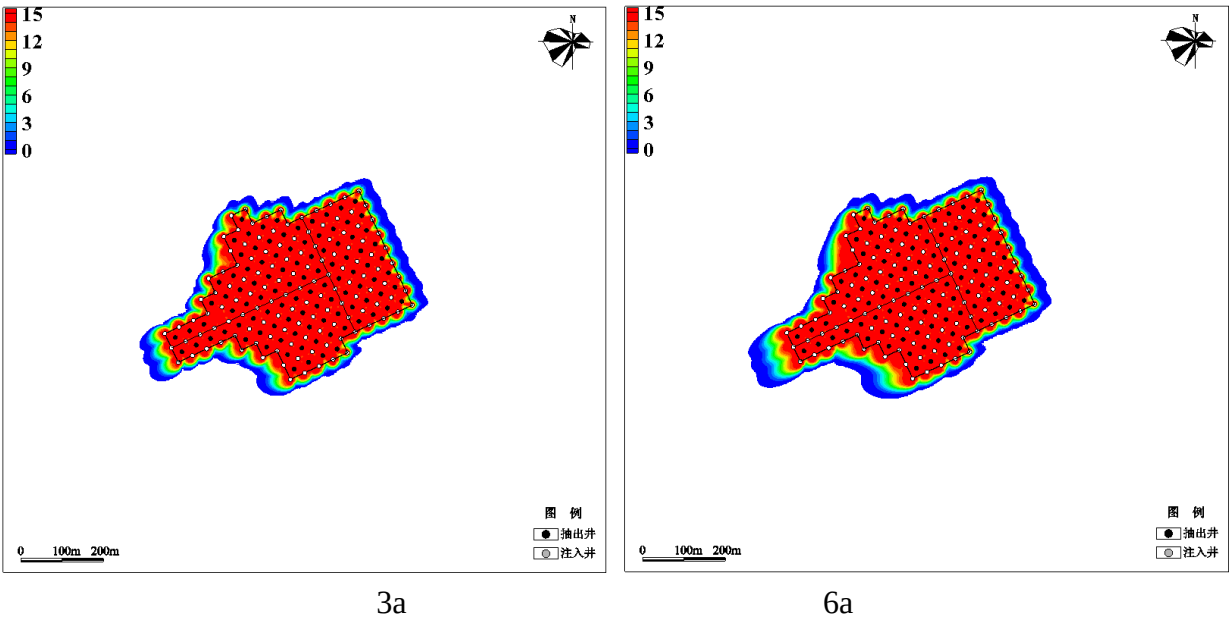


图 7.4-2 $U_{\text{天然}}$ 在含矿含水层中的浓度分布图

由图 7.4-2 可知，随着生产进行，污染晕逐渐向井场外围扩散，在下游迁移相对较远。从浓度分布图中可知：

(1) 第 3a 时， $U_{\text{天然}}$ 向下游迁移约 74m，向上游迁移 49m，侧向迁移 75m（以本项目贡献值 0mg/L 为边界浓度）；

(2) 第 6a 时， $U_{\text{天然}}$ 向下游迁移约 108m，向上游迁移 59m，侧向迁移 83m；

2) SO_4^{2-}

本次评价对井场生产期含矿含水层中的 SO_4^{2-} 的迁移扩散进行了模拟预测，分别绘制了生产期 3a 和 6a（单个采区生产期末）的 SO_4^{2-} 浓度分布图，见图 7.4-3。

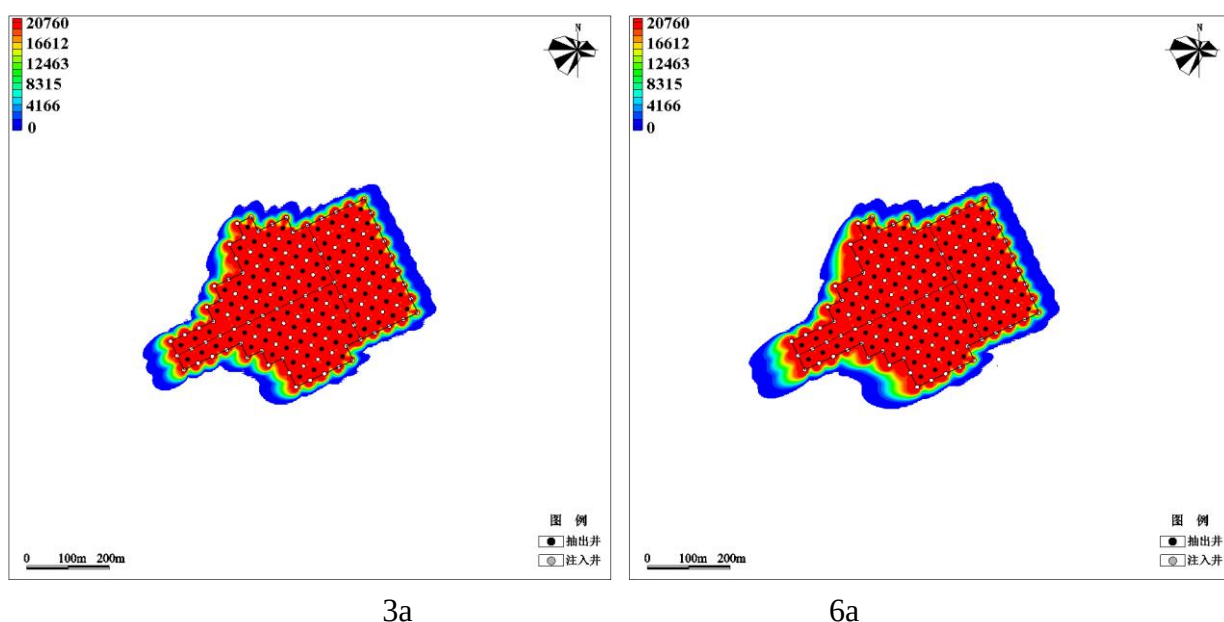


图 7.4-3 SO_4^{2-} 在含矿含水层中的浓度分布图

由图 7.4-3 可知，随着生产的进行，污染晕逐渐向井场周围扩散，在井场下游迁移相对较快，从浓度分布图中可知：

(1) 第 3a 时， SO_4^{2-} 向下游迁移约 87m，向上游迁移 53m，侧向迁移 76m（以本项目贡献值 0mg/L 为边界浓度）；

(2) 第 6a 时， SO_4^{2-} 向下游迁移约 121m，向上游迁移 64m，侧向迁移 88m；

3) Mn

本次评价对井场生产期含矿含水层中的 Mn 的迁移扩散进行了模拟预测，分别绘制了生产期 3a 和 6a（单个采区生产期末）的 Mn 浓度分布图，见图 7.4-4。

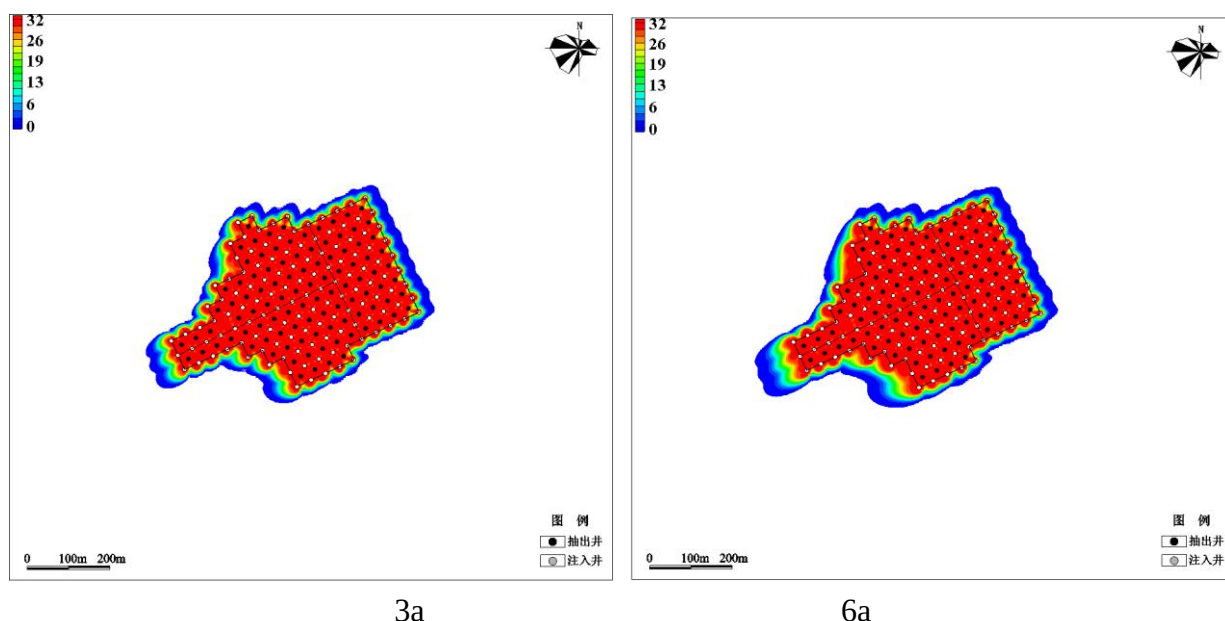


图 7.4-4 Mn 在含矿含水层中的浓度分布图

由图 7.4-4 可知，随着生产的进行，污染晕逐渐向井场周围扩散，在井场下游迁移相对较快。从浓度分布图中可知：

（1）第 3a 时，Mn 向下游迁移约 75m，向上游迁移 51m，侧向迁移 77m（以本项目贡献值 0mg/L 为边界浓度）；

（2）第 6a 时，Mn 向下游迁移约 112m，向上游迁移 61m，侧向迁移 84m；

综上所述，本节对特征污染物 $U_{\text{天然}}$ 、 SO_4^{2-} 及 Mn 不同时间阶段在含矿含水层中迁移扩散预测的结果表明：以本项目贡献值 0mg/L 为边界浓度，在第 6a 时， $U_{\text{天然}}$ 、 SO_4^{2-} 及 Mn 在地下水水流方向向下游的迁移距离分别为 108m、121m 和 112m；由于本项目含矿含水层埋深较大，且含矿含水层的顶底板均相对稳定，含矿含水层中地下水越流至潜水层或其他承压水层的可能性很小，对其他层地下水环境的影响不大，也不会对公众造成附加照射剂量。

8 运行期非放射性环境影响分析

8.1 大气环境影响分析

本项目运行期间不涉及新增大气污染物排放，不会对大气环境产生额外影响。

8.2 水环境影响分析

本项目新建采区在运行期可实现无人值守，仅需现有员工定期巡检维护，因此不产生生活污水，不会对周围水环境产生影响。

8.3 土壤环境影响分析

参照《环境影响评价技术导则 土壤环境（试行）》（HJ964-2018）中土壤环境影响识别相关要求及内容，本项目土壤环境影响类型为污染性影响，主要影响途径为浸出液管线泄漏造成的垂直入渗影响，本次评价重点开展该情景下的土壤环境影响预测分析与评价。

1) 预测情景

本项目抽注液支管采用具有足够强度的 PE 管，抽注液主管和总管采用钢丝网塑料复合管，各管道材质在选型上留有充分的压力余量，具有足够的抗压能力，不会因受压而断裂。本项目地表管线埋于冻土层之下，以防止管道冻裂。在管线铺设完成后，开展压力测试以保证管线整体的密封性。因此，正常工况下不会发生废水泄漏，不会对项目区域土壤产生影响。

非正常工况下，假设井场管线连接处发生破损，管线中浸出液泄漏至包气带地层造成土壤污染，预测评价其对土壤环境的影响。

2) 预测源强

(1) 泄漏量

本项目浸出液管道为 DN300 钢丝网塑料复合管，根据《环境影响评价技术导则 地下水环境》（HJ610-征求意见稿）中附录 F 的表 F.5，DN300 有压钢管的允许泄漏量为 $0.85\text{L}/\text{min}\cdot\text{km}$ ，非正常工况为该允许泄漏量的 10~100 倍，保守取 100 倍，即 $85\text{L}/\text{min}\cdot\text{km}$ 。本项目设有自动化控制系统，在抽注液主管的进口和出口处装有压力变送器和电动调节阀，可以远程实时监控管线流量

和压力情况，一旦流量和压力达到预警值，将会触动报警装置，在 10min 内可远程控制关停管线。此外，本项目首采区抽液主管长度约 2.5km，则浸出液最大泄漏量为 $Q=85\text{L}/\text{min}\cdot\text{km}\times 10\text{min}\times 2.5\text{km}=2125\text{L}$ 即 2.125m^3 。

(2) 预测因子及浓度

根据巴彦乌拉工程的浸出液监测数据（见表 7.3-2），本项目浸出液中含量较高的因子包括 SO_4^{2-} 、 Cl^- 、 Mn 、 Fe 、 As 、 Mo 等，选取其中具有农用地土壤的风险筛选值的 As 作为预测评价因子，其浓度为 $2.12\text{mg}/\text{L}$ 。

3) 预测模型

本次事故工况入渗土壤污染预测方法采用 HJ964-2018 附录 E 中推荐的预测方法二，即一维非饱和溶质运移模型预测方法。

(1) 土壤水流运动模型-Richards 方程

包气带水流运动模型为一维垂向饱和-非饱和土壤水中水分运动方程，如下：

$$\frac{\partial \theta(h)}{\partial t} = \frac{\partial}{\partial z} \left[K(h) \left(\frac{\partial h}{\partial z} + 1 \right) \right] - s \quad (8.3-4)$$

式中：

$\theta(h)$ ——土壤体积含水率；

h ——压力水头，饱和带大于零，非饱和带小于零；

z 、 t ——分别为垂直方向坐标变量、时间变量；

$K(h)$ ——垂直方向的水力传导度；

s ——源汇项。

(2) 土壤溶质运移模型

根据多孔介质溶质运移理论，土壤溶质运移选取一维非饱和溶质运移的数学模型为：

$$\frac{\partial(\theta c)}{\partial t} + \frac{\partial(\rho s)}{\partial t} = \frac{\partial}{\partial z} \left(\theta D \frac{\partial c}{\partial z} \right) - \frac{\partial}{\partial z} (cq) - A_{sc} \quad (8.3-5)$$

式中：

c ——土壤水中污染物浓度；

s ——土壤吸附态污染物浓度；

ρ ——土壤容重；
 θ ——土壤体积含水率；
 D ——土壤水动力弥散系数；
 q ——垂直渗流速率；
 Asc ——化学反应项。

4) 预测软件

HYDRUS 可用于模拟水、热、溶质运动在二维和三维非饱和带介质的软件，它可以进行 Richards 非饱和带水流方程及对流-弥散方程的数值计算。一般认为，水在包气带中运移符合活塞流模式。污染物的弥散、吸附和降解作用所产生的侧向迁移距离远远小于垂向迁移距离。本次评价利用 HYDRUS 软件建立垂向一维模型模拟污染物在包气带中的垂向运移情况。

5) 预测参数

土壤水力特征参数的确定是研究土壤水分运移的基础，根据项目地勘资料，本项目包气带主要为第四系地层，厚度约为 15m。本项目包气带土壤水分特征参数来自巴彦乌拉矿区现场双环渗水试验以及项目周边（约 11km）的《中煤芒来 2×660MW 高效超超临界燃煤发电机组工程环境影响报告书》（中煤锡林郭勒芒来发电有限公司，2023 年 5 月）包气带（同为第四系地层，且岩性基本一致）调查工作成果，具体见表 8.3-1。此外，出于保守考虑，不考虑地层对污染物的迁移阻滞作用。

表 8.3-1 土壤水分特征曲线参数一览表

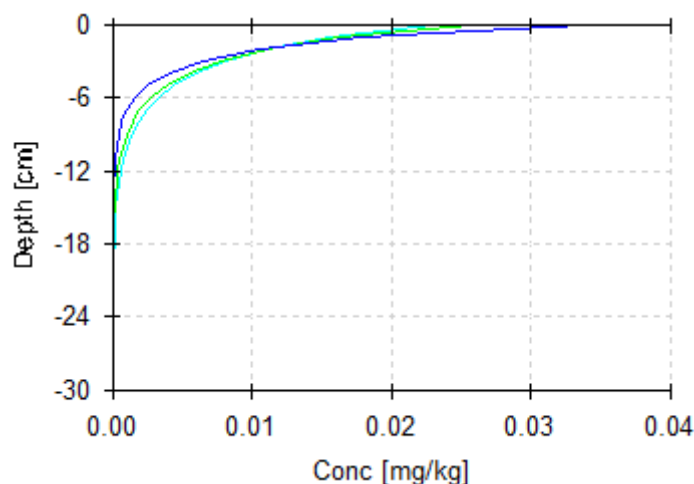
项目	土层类型	H (m)	K_s (cm/d)	θ_r	θ_s	α (1/cm)	n	l	ρ
数据	第四系地层	15	253	0.07	0.36	0.005	1.09	0.5	1.4g/cm ³
来源	地勘资料		渗水试验	周边环评包气带调查工作成果					

6) 预测结果及评价

将以上参数代入模型计算，时间节点选取 100d、1000d 和 3285d(试验期)，预测各时间节点下污染物入渗深度。具体预测结果如下：

非正常工况，废水管道破损后 As 在土壤中迁移预测结果见图 8.3-1。由模拟结果可知，污染物发生泄漏后，As 随时间不断向土壤深部迁移，100d、1000d 及 3285d 迁移深度依次为 12cm、15cm 和 18cm，未穿透包气带进入地

下水。土壤中 As 最大贡献浓度为 0.032mg/kg，叠加场址处土壤中 As 监测浓度(4.59mg/kg~6.83mg/kg)后为(4.622mg/kg~6.862mg/kg)，低于 GB36600-2018 中第二类用地筛选值 25mg/kg，环境影响可接受。



T0: 初始; T1: 100d; T2: 1000d; T3: 3285d

图 8.3-1 As 模拟预测结果

7) 小节

综上所述，本项目发生井场管线泄漏后，对项目周边土壤环境产生一定程度的影响，但影响程度和影响范围有限，且未穿透包气带进入地下水，也不会对区域地下水环境产生的影响。

8.4 固体废物环境影响分析

本项目生产运行期间产生的非放射性固体废物主要为钻井泥浆和废机油。

1) 钻井泥浆

本项目运行期开展备采区生产井的施工会产生钻井泥浆，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脱水后滤液运至新钻井机台配制钻井液，泥饼运至泥饼池进行集中处理，最终覆土植草，恢复地貌。

2) 废机油

本项目生产过程中设备维护保养会产生少量废机油，产生的废机油尽量回收利用，仍有剩余时分类收集后暂存于现有危险废物库，定期按订购协

议返还供货单位或交由具备危险废物处置资质单位处置。

8.5 声环境影响分析

本项目运行期噪声设备为集控室内的管线泵，属于室内声源。管线泵均选用低噪声环保设备，并配置减振基座。

本项目所处区域为声环境 2 类功能区，根据《环境影响评价技术导则 声环境》（HJ2.4-2021）原则确定声环境影响评价工作等级为二级，声环境影响评价范围为集控室外 200m。

1) 预测模式

本项目利用杭州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。

2) 噪声源强

本项目集控室内设置有 2 台管线泵，噪声源强均 $\leq 90\text{dB}(\text{A})$ 。

3) 预测结果分析

运行期对距离最近的居民点（额尔登巴特尔家，约 141m）处噪声贡献值为 $17.8\text{dB}(\text{A})$ ，叠加环境背景值后昼间环境噪声为 $47.0\text{dB}(\text{A})$ ，夜间环境噪声为 $42.0\text{dB}(\text{A})$ ，均满足《声环境质量标准》（GB3096-2008）中 2 类标准要求。运行期噪声等值线图见图 8.4-1。

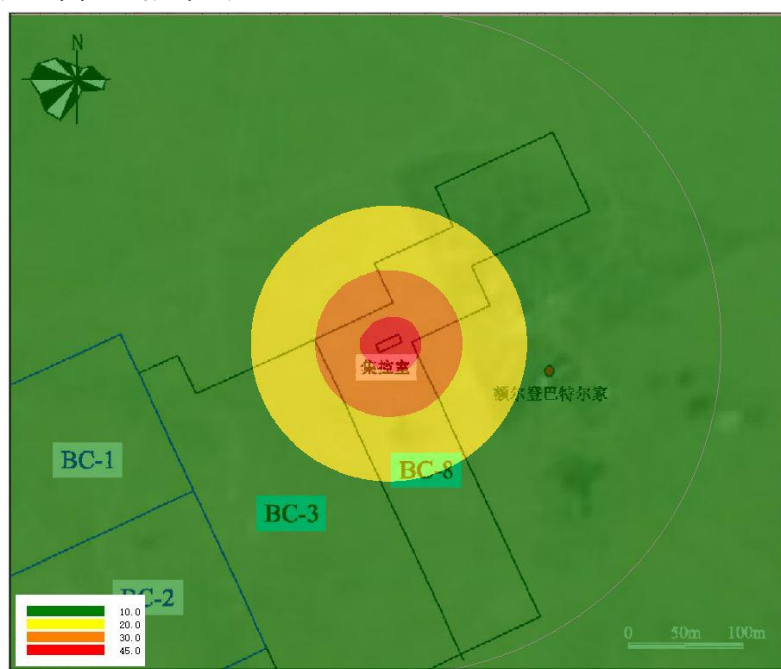


图 8.4-1 运行期噪声等值线图

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

本项目气态流出物只有 ^{222}Rn ，当发生任何事故导致生产停止时， ^{222}Rn 的排放也随即停止，且本项目所在地周边地广人稀。因此，气载流出物基本不存在环境风险。因此，在事故情况下，本项目仅考虑放射性废水的影响。根据地浸采铀工程特点及当地环境条件，确定放射性废水的事故排放可能存在以下几种情况：

- 1) 事故性的停产，导致含矿含水层浸出剂流散；
- 2) 含矿含水层内非控制性抽注失衡，导致含矿含水层浸出剂流散；
- 3) 事故性跑、冒、滴、漏，造成放射性液体流散；
- 4) 井场管道断裂，造成放射性液体流散；
- 5) 上层含水层污染，导致浸出剂进入上层含水层。

9.1.2 事故环境影响分析

1) 事故性的停产

由于临时停电、设备故障等事故不可避免还会造成暂时性、非正常性停止生产。巴彦乌拉一期工程配备应急柴油发电机，可保证应急电力供应。根据生产经验统计，单次因临时停电、设备故障维修等暂时性停止运行时间最长一般不超 4h，全年累计停产时间不超过 5d。在长期“抽大于注 0.3%”的运行过程中，采区地下水已形成地下水降落漏斗。因此，暂时性停止生产，采区地下水位处于恢复阶段，采区地下水降落漏斗依然存在，抢修时间内基本可以控制浸出剂不向外迁移。

2) 非控制性的抽注失衡

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。首先，本项目抽、注液管线设有流量和压力的自动检测装置，一旦出现抽注失衡可及时发现。其次，在区域地下水降落漏斗的水力

控制下，短暂的抽注失衡不会使得浸出液流散，即使发生少量的浸出液流散到井场外，也可通过及时增大边界处的抽液量收回流散液。因此，此类事故完全可以在短时间内得到控制，对周围地下水环境影响较小。

3) 事故性的跑、冒、滴、漏

本项目井场的抽注液总管与巴彦乌拉一期工程井场总管对接，浸出液通过抽液管线输送至巴彦乌拉一期工程水冶厂进行提铀处理，浸出剂通过注液管线输送至集控室后再分配至各注液孔。在输送液体的过程中可能发生的事故为管线的跑、冒、滴、漏等，本项目在管线上设有压力和流量自动检测系统，同时配备工作人员定期对相关区域进行巡视。一旦发生管线的跑、冒、滴、漏等情况可及时发现并得到有效控制，漏失的液体集中收集后，排入巴彦乌拉水冶厂蒸发池，因此在事故性的冒槽或跑、冒、滴、漏情况下，浸出液对外环境的影响很小。

4) 管道破裂事故

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

本项目所在地区冰冻期较长，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 $8^{\circ}\text{C}\sim 9^{\circ}\text{C}$ ，且各类输送总管道埋深位于最大冻土深度以下，所以冰冻期不会因冰冻造成地下管道破裂。

(2) 受压断裂和破坏断裂

本项目井下管道安装在钻孔中，孔内的管材采用增强聚乙烯材质，孔壁与管壁之间用水泥砂浆充填。钻孔特定的设计结构使钻孔管道不存在被破坏的可能。另外，对于承受压力较小的提升管、集液支管和注液支管等采用具有足够强度的 PE 管，对于承受较大压力的主管采用高强度的钢骨架聚乙烯塑料复合管。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。另外，发生泄漏后，井场自控中心也会很快检测到，并进行联锁控制，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，根据土壤环境影响分析章节，即使发生管道破裂事故，其影响相对来说也是比较小的。

5) 上层含水层污染事故

本项目地浸钻孔施工过程中采取了严格的质量保证，仅在含矿段安装滤水管，并将滤水管以上环状间隙全段水泥封堵，在施工完毕后，将通过物探检测等手段，保证井管的完整性和水泥封堵的可靠性。因此，一般情况下不存在由于钻孔密封不良造成泄漏事故发生。在生产过程中，若发现某注入井的注液量出现增加，且注液压力明显降低时，则立即停止该生产孔的抽注活动，进行钻孔检查并及时进行修复或全孔封闭。

9.2 环境风险评价

本项目利用旧现有露天硫酸供应站布置硫酸储罐，其一旦泄漏，挥发的酸雾会对周围大气环境造成影响。本项目投产使用后，原采区的浸出液量同步降低，进入水冶厂内的浸出液总量不变，由于浸出液的酸度基本稳定，故硫酸的使用量不变，因此对环境风险的影响程度不发生改变。针对硫酸储罐泄漏风险，本项目采取以下措施：

在发生事故下，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，硫酸雾即停止外排，再通过大气稀释扩散，其产生的影响将会在短时间内得到消散，对周围环境和人员造成的影响是可以接受的。

此外，硫酸库周围设置整体围堰，围堰尺寸为 $54.5\text{m} \times 11.9\text{m} \times 0.8\text{m}$ ，围堰容积 518m^3 ，扣除硫酸罐基础所占面积后，有效容积约为 350m^3 ，可以满足单台硫酸储罐（ 300m^3 ）的泄漏量，且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，不会对周围地下水环境造成明显影响。

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

本项目在施工期的大气污染包括施工扬尘和少量的燃油废气。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；燃油废气防治措施包括选择使用工况良好的机械，加强日常维护及检修，采用节能环保型柴油动力设备，选择高品质的燃料等。

10.1.1.2 施工期水污染防治措施

施工期施工废水和生活污水污染物种类简单，含量较低。项目施工废水主要为设备清洗水，该部分废水集中收集，经沉淀后用于场地洒水降尘，不外排；

施工期钻探施工人员配备寝车，其生活污水经寝车收集后运至巴彦乌拉一期工程生活区统一处理。本项目制定施工环境保护管理制度，加强生活污水处理。

10.1.1.3 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、废机油、废旧设备及零配件、施工人员生活垃圾等。

1) 钻井泥浆

钻井泥浆经压滤设施处理后运至泥饼池进行集中处理；泥饼池在开挖前剥离表土，并对表土层进行单独剥离并单独堆存，待植被恢复时使用；在泥饼池底部及四周铺设 HDPE 防渗膜防止土壤及地下水污染；待钻孔施工结束后，将泥浆饼置于泥饼池内，覆土掩埋，在顶部铺设剥离的表层土，并翻松土层，按原始地形地貌平整场地；最后进行植被恢复工作，选择的复垦植被与周边环境相协调。

2) 废机油

施工过程中可能会产生少量废机油，由施工单位设专用桶收集，用于钻机设备传动、润滑等，尽量回收利用，废机油仍有剩余时，交由具备危险废物处置资质的单位处置。

3) 废旧设备及零配件

废弃设备和管件经擦拭去污后，表面 α 、 β 放射性水平低于《铀矿冶辐射防护和辐射环境保护规定》（GB23727-2020）中规定的 $\alpha \leq 0.8\text{Bq/cm}^2$ 、 $\beta \leq 0.08\text{Bq/cm}^2$ 时，按照普通工业废物处置或暂存在现有废品库。对于表面 α 、 β 放射性水平高于GB23727规定的设备管件，拆除后全部运送至现有固体废物库暂存，待水冶厂退役时统一处置。

4) 生活垃圾

现场施工人员配有寝车，生活垃圾在寝车垃圾箱收集后定期运送至巴彦乌拉一期工程生活区统一处理。

10.1.1.4 施工期噪声污染防治措施

本项目施工期噪声主要来自钻孔施工，钻孔施工噪声源主要为柴油发电机、钻机以及泥浆泵等。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，采取加装减振设备或隔音罩的方法降噪。

10.1.1.5 施工期生态环境保护措施

本项目临时占地区域主要为半干旱、干旱的草原和荒地，采取如下生态环境保护措施：

（1）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。

（2）在施工期采取分层开挖、分层堆放、分层回填的方式，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。

(3) 对于项目使用中的大型机械，安装必要的减振降噪设施，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。

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

10.1.2 施工期环境保护措施可行性分析

10.1.2.1 施工期大气污染防治措施可行性分析

在施工期井场建设时可能产生局部扬尘。施工扬尘的多少及影响程度的大小与施工场地条件、管理水平、机械化程度和天气条件等诸多因素有关。我国北方某地施工现场的扬尘实际监测结果见下表 10.1-1。

表 10.1-1 施工现场扬尘监测结果 单位: mg/m^3

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

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。

柴油发电机等设备在采取相关措施后， SO_2 、 NO_x 和颗粒物的排放浓度均满足《大气污染物综合排放标准》（GB16297-1996）新污染源最高允许排放浓度限值要求。

以上施工期大气污染防治措施均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

施工期生产废水和生活污水污染物种类简单，含量较低，施工期间物料运输以及钻孔施工需要洒水降尘，施工期的设备清洗废水经澄清后可完全回用于洒水降尘；钻探施工人员生活污水经寝车收集后运至巴彦乌拉一期工程

生活区统一处理。上述措施可避免生活污水随意排入外环境，在以往施工时具有良好的经验。因此，施工期地表水污染防治措施是可行的。

10.1.2.3 施工期固体废物污染防治措施可行性分析

1) 钻井泥浆

本项目钻井泥浆采取统一收集、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。该处理方式当前普遍应用于铀矿床地浸采铀工程，处理后的岩屑泥饼含水率小于 50%，可进行填埋处置，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) 废机油

本项目废机油产生量较少，由施工单位设专用桶收集，尽量回收利用于钻机设备传动、润滑等。废机油仍有剩余时，交由具备危险废物处置资质的单位处置。同时，施工单位严格落实危险废物分类、收集、暂存、转移和处置管理等措施，建设单位履行监督管理责任，确保产生的废机油不会流入周围环境中，其处理措施是可行的。

3) 废旧设备及零配件

本项目现有废品库和固体废物库剩余库容分别为 960m³ 和 120m³，改造过程产生的放射性固体废物总计 12m³。因此，废品库和固体废物库能够容纳本项目的需求。

4) 生活垃圾

本项目施工场地寝车设置生活垃圾收集箱，对产生的各类生活垃圾按照相关要求进行分类收集后，定期运送至巴彦乌拉生活区统一处理，其处理措施是可行的。

本项目施工期加强固体废物管理，专人收集、定点堆放。各固体废物处置去向合理，处置措施可行。

10.1.2.4 施工期噪声污染防治措施可行性分析

施工期主要噪声为井场施工噪声，在联合作业情况下，距离施工场地 8.8m 处噪声贡献值为 70dB(A)，满足《建筑施工场界环境噪声排放标准》

(GB12523-2011) 中昼间 $\leq 70\text{dB(A)}$ 的要求; 距离本项目噪声源最近的居民点为额尔登巴特尔家, 该处噪声预测值满足《声环境质量标准》(GB3096-2008) 中 2 类声环境标准要求。因此, 施工期噪声防治措施是可行的。

10.1.2.5 施工期生态环境保护措施可行性分析

本项目占地类型为半干旱、干旱的草原和荒地; 占地范围内植被稀疏, 以草地植被为主, 植被覆盖率和生物量较低; 区内没有大型野生动物, 没有珍稀濒危野生动物栖息。本项目所占土地与区域内同类型土地面积相比, 比例较低, 同时, 由于项目占地主要为井场区域, 设施为抽、注液井, 无新建构筑物, 对土壤和地表植被的干扰有限。因此, 本项目建设对评价区域内的土地利用、地表植被和动植物等生态环境影响较小。本项目钻孔施工周期较短, 施工结束后及时采取复垦措施, 对周围生态环境产生的影响较小, 土地利用类型无变化。因此, 生态环境保护措施是可行的。

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

本项目淋洗吸附厂房和萃取沉淀厂房生产过程中产生少量的氦气, 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; 蒸发池以及集液池排放的 ^{222}Rn 为无组织排放, 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

本项目现有水冶厂生产过程中产生的工艺废水主要包括解毒树脂洗水、解毒液以及萃余洗涤液, 最大产生量为 $115.9\text{m}^3/\text{d}$ 。此外, 现有中心化验室废水产生量为 $5\text{m}^3/\text{d}$, 由蒸发池蒸发处理。因此, 排入蒸发池的废水量为 $120.9\text{m}^3/\text{d}$ ($39897\text{m}^3/\text{a}$)。

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%, 其中边界抽注单元的抽液

量不小于注液量 0.5%，以便使抽出井和注入井之间形成规则的水位降落漏斗；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

洗井废水采用现有移动式环保洗孔工作站处理，处理后的澄清液回注含矿含水层，残渣运至蒸发池。

10.2.1.3 运行期固体废物污染防治措施

1) 浸出液过滤残渣、洗井残渣

浸出液过滤工序产生的少量浸出液过滤残渣和环保洗孔工作站处理洗井废水时产生的少量洗井残渣，暂存于现有蒸发池内，待退役时一并处理。

2) 废旧设备及零配件

废旧管道、阀门、水泵等放射性固体废物经擦拭去污后，表面 α 、 β 放射性水平低于《铀矿冶辐射防护和辐射环境保护规定》（GB23727-2020）中规定的 $\alpha \leq 0.8 \text{Bq/cm}^2$ 、 $\beta \leq 0.08 \text{Bq/cm}^2$ 时，按照普通工业废物处置或暂存在现有废品库。对于表面 α 、 β 放射性水平高于 GB23727 规定的，全部运送至现有固体废物库暂存，待暂存的放射性废旧设备达到一定量后，统一送至审管部门认可的废旧金属处理中心处理。

3) 钻井泥浆

本项目运行期开展备采区生产孔的施工，钻井泥浆处理措施与施工期一致，详见 10.1.1.3 节。

4) 废机油

本项目废机油尽量回收利用，仍有剩余时暂存于危险废物库，定期按订购协议返还供货单位或交由具备危险废物处置资质单位处置。

10.2.1.4 运行期噪声污染防治措施

本项目噪声源主要为集控室内的管线泵等，属于室内声源，单机噪声源强均 $\leq 90 \text{dB (A)}$ 。管线泵均选用低噪声环保设备，并配置减振基座。

10.2.1.5 运行期其他环保措施

1) 防止跑冒滴漏的措施

(1) 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。

(2) 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。

(3) 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，有效地减小了物料的跑冒滴漏。

(4) 本项目全面考虑自动化控制，设置 DCS 系统，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。

(5) 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

为了防止浸出剂和浸出液抽注过程中泄漏对其他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 PE 管，PE 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他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他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，确定每个井管连接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) 井场管网采用地下敷设,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。

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) 气载流出物

吸附淋洗厂房和萃取沉淀厂房生产过程中产生的氦气采取全面通风措施,由排气筒排至大气扩散稀释;集液池和蒸发池运行过程释放氦,经大气稀释扩散;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 $2.43 \times 10^{-3} \text{mSv/a}$,远低于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

本项目投产使用后,原采区的浸出液量同步降低,减少的浸出液量与本项目产生的浸出液量相同,因此进入水冶厂内的浸出液总量不变,由于浸出液的酸度基本稳定,故硫酸的使用量不变。硫酸全部来自水冶厂内的硫酸罐,由于硫酸的使用量不变,因此不会改变硫酸雾的产生和排放情况,对环境的影响程度不发生改变。因此,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

本项目现有蒸发池 4 座,总蒸发面积为 24000m^2 ,实际蒸发量约为 $42587.52 \text{m}^3/\text{a}$,可满足本项目废水 ($39897 \text{m}^3/\text{a}$) 的处理。巴彦乌拉一期工程自生产以来,蒸发池运行良好,无液体外溢现象,可全部蒸发掉产生的放射性废水。蒸发池底部铺设防渗层,防渗层下设置检漏设施,自生产以来未发生

蒸发池泄漏事故。另外，蒸发池周围设有潜水含水层监测井，根据巴彦乌拉一期工程近三年流出物和环境监测报告，巴彦乌拉一期工程蒸发池监测井中放射性水平未出现明显变化现象，可见蒸发池未对周围地下水造成影响。因此，本项目现有蒸发池可以满足工艺废水蒸发处理的要求。

2) 流散浸出液防治措施可行性分析

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。

本项目新建采区整体抽大于注的比例不小于 0.3%，边界抽大于注比例不小于 0.5%。在集控室根据所控制的生产井数量配置相应数量的流量计，对每一眼生产井的流量进行计量、记录。设施运行时，根据流量计有效控制抽注液量及抽注比例。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。

本项目根据《铀矿冶辐射防护和辐射环境保护规定》（GB23727-2020），结合本次地下水预测结果，在井场外围和矿床上下含水层中设置了监测井。此外，本项目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，一旦发现监测井浓度异常，及时调整抽注液平衡。若含矿含水层监测井浓度异常升高，通过增大边界生产井抽液量来实现溶浸范围的控制，若上下含水层监测井浓度异常，通过停止注入井或减小注液量来实现溶浸范围的控制。

根据巴彦乌拉一期工程近三年流出物和环境监测报告，现有监测井中各特征因子浓度水平未出现明显变化现象；根据《巴彦乌拉铀矿床巴润矿段地浸采铀工业性试验竣工环境保护验收监测报告表》（中核内蒙古矿业有限公司，2023 年 9 月），试验采区监测井中地下水各特征因子水平与环境本底处于同一水平。可见地下溶浸范围受控，矿山生产运行未对周围地下水造成影响。由此可见，该防治措施是可行的。

综上所述，通过以上多重防御系统，可有效控制浸出液的流散。

3) 洗井废水处理措施可行性分析

洗井废水采用现有移动式洗孔工作站处理，该设备起到了收集、储存、

运输、澄清等功能，最终废渣运至蒸发池处理，澄清液回注含矿含水层。

10.2.2.3 运行期固体废物污染防治措施可行性论证

1) 浸出液过滤残渣、洗井废渣处理措施可行性分析

浸出液处理残渣和洗井废渣产生量约 0.8t/a，收集在现有蒸发池。根据过滤残渣量及残渣放射性水平分析，生产结束后浸出液过滤残渣中 $U_{\text{天然}}$ 活度相当于铀矿冶行业表外废石中的铀含量水平，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。总体来看，蒸发池残渣的处置方式是可行的。

2) 钻井泥浆处理措施可行性分析

本项目运行期开展备采区生产孔的施工，钻井泥浆处理措施与施工期一致，详见 10.1.2.3 节。

3) 废旧设备及零配件处理措施可行性分析

本项目生产运行期间产生的废旧管道、设备暂存于现有废品库或固体废物库内，确保处于受控状态，不流失至外环境。固体废物库储存的放射性废旧设备达到一定量后，统一送至审管部门认可的废旧金属处理中心处理。

巴彦乌拉一期工程现有废品库可存储非放射性固体废物约 989m³，剩余贮存量约 960m³。固体废物库可存储放射性固体废物约 140m³，剩余贮存量约 120m³。本项目固体废物最大总产生量约 48m³，叠加水冶厂改造产生固体废物 12m³后，固体废物总产生量为 60m³，小于本项目现有废品库和固体废物库贮存量。因此，该处理处置措施是可行的。

4) 废机油处理措施可行性分析

本项目废机油尽量回收利用，仍有剩余时暂存于现有危险废物库，定期交由具备危险废物处置资质单位（内蒙古盛世东润废旧物资回收有限公司）处置。本项目运行期废机油产生量较少，危险废物库长 14m，宽 5m，建筑面积为 70m²，可满足本项目危险废物贮存需求。同时，本项目将严格落实危险废物分类、收集、暂存、转移和处置管理等措施，建立危险废物管理台账，并根据危险废物产生、贮存、利用、处置等环节的动态流向，如实更新各环节的危险废物管理台账，确保产生的废机油不会流入周围环境中。

5) 生活垃圾处理措施可行性分析

本项目产生的生活垃圾在厂区内集中收集，定期由垃圾处理车外运处理。

本项目固体废物的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，加装减振基座，距离衰减等措施，各种措施适应不同的噪声源；本项目管线泵等均安装于室内，并采取必要的隔声、减振措施。另外，距离本项目噪声源最近的居民点为额尔登巴特尔家，根据预测结果，该居民点噪声值可以满足《声环境质量标准》（GB3096-2008）中 2 类区昼间 $\leq 60\text{dB}(\text{A})$ 、夜间 $\leq 50\text{dB}(\text{A})$ 的标准限值要求。因此，运行期噪声的防治措施是可行的。

11 环境影响经济效益分析

11.1 环境影响经济效益分析

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，中核集团提出了实施铀矿大基地战略，建设资源节约型和环境友好型绿色铀矿山。本项目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，本项目采用原地浸出采铀，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、尾渣：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、萃取、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。

(3) 排氦量少：常规采铀方法的矿井通风排氦量及废石堆、尾矿库的氦析出量都较高，而地浸采铀抽出的浸出剂溶解的氦气量和蒸发池内残渣地表释放的氦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，有效地降低了环境负面影响，主要体现如下：

(1) 本项目浸出液和浸出剂处于密闭设备和管线中，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 0.114Bq/m^3 ，与周边居民点 ^{222}Rn 浓度现状监测值 ($8.07\sim 8.77$) Bq/m^3 相比，贡献率较小，对周围居民点公众剂量值最大为 $2.43\times 10^{-3}\text{mSv/a}$ ，占剂量约束值 0.5mSv/a 的 0.486% 。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) 本项目通过科学设置生产钻孔、严格施工确保质量、采用整体 0.3% 、外围 0.5% 的抽大于注比例以及设置监测井等措施，实现溶浸范围的控制。

(3) 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，对周围环境影响较小。

11.2 环境保护投资分析

本项目环保投资具体见表 11.2-1。

表 11.2-1 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	施工扬尘、燃油废气	洒水、围护等防尘措施； 施工机械、车辆维护等措施	5
地下水	浸出剂扩散	井场监测井（首采区新建 34 个）	311
固体废物	钻井泥浆	泥浆压滤设施、泥饼池	80
	废机油	施工期废机油暂存及处置	10
噪声	泵类	选用低噪声设备、隔声减振等	50
生态	植被恢复	施工场地植恢复	50
环境风险	施工期柴油桶泄漏	围堰、防渗膜	5
监测	施工期环境监测、运行期流出物及环境监测		60
合计			517

本项目建设投资 13927 万元，其中环保投资共计 517 万元，占建设投资的 4.10% 。其中用于废水污染治理的费用占环保投资的 65.13% 。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，本项目的环保投资及其比例较为合理。

综上所述，本项目环境效益显著，环保投资合理，从环境角度来说本项目是可行的。

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以及运行期阶段。

本项目施工期为 1a，在中核内蒙古矿业有限公司现有管理机构的基础上，施工期环境管理可实行分级管理制度，由左旗分公司管理层设置 1~2 名环保主管，负责本扩建工程的总体布置和监管工作；各施工阶段配有专职安全环保管理人员承担环境管理工作的具体实施工作，采取各种环保措施减少大气、废水和噪声排放，减少施工期对环境的影响。

运行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，总经理对矿山及周围的环保问题负责。另外，中核内蒙古矿业有限公司安全环保处总体负责辐射防护和环境保护管理与监测工作，左旗分公司设有环境保护和辐射防护管理机构（安环科），负责本项目的环境管理和辐射防护监测任务，并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、提出项目的施工期和运行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、县生态环境局解答和处理公众提出的环境保护方面的意见和问题。

6) 组织开展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) 与政府生态环境主管机构密切配合, 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, 若发现严重影响及污染环境情况, 建设单位应及时制止并要求改进。

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

2) 运行期的环境管理

(1) 运行期应定期监测各类污染物的排放情况, 确保放射性污染物的达标排放, 并开展相应的流出物监测、常规环境监测等, 随时掌握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 监测计划

1) 施工期监测计划

本项目施工期环境监测主要包括大气、噪声、地下水等常规介质的监测。其中，开展监测井地下水监测的目的是更准确地掌握本区域地下水环境本底值，保留矿山运行前监测井的本底数据，为项目运行期日常监管提供对比数据。本项目监测计划见表 12.2-1。

表 12.2-1 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	施工场界四周		额尔登巴特尔家	1 次/季度（施工时）	TSP、NO _x 、SO ₂
	额尔登巴特尔家				
噪声	施工场界四周		额尔登巴特尔家	1 次/季度（施工时）	昼夜等效连续 A 声级
	额尔登巴特尔家				
地下水	生产井	每个采区选择 5 个代表性生产井。	施工结束后，开展第一次地下水取样监测。		U _{天然} 、pH、SO ₄ ²⁻ 、Cl ⁻ 、Mn、As、Fe、Mo。
			投产前，开展第二次地下水取样监测，与第一次至少间隔 1 个月。		U _{天然} 、 ²²⁶ Ra、 ²¹⁰ Pb、 ²¹⁰ Po、总 α、总 β、pH、K ⁺ 、Na ⁺ 、Ca ²⁺ 、Mg ²⁺ 、CO ₃ ²⁻ 、HCO ₃ ⁻ 、Cl ⁻ 、SO ₄ ²⁻ 、氨氮、NO ₃ ⁻ 、NO ₂ ⁻ 、As、Hg、Cr ⁶⁺ 、Zn、Cu、Pb、Cd、Fe、Mn、Mo、总溶解性固体、总硬度、F ⁻ 、COD _{Mn} 。
	监测井	所有监测井	施工结束后，开展第一次地下水取样监测。		U _{天然} 、pH、SO ₄ ²⁻ 、Cl ⁻ 、Mn、As、Fe、Mo。
			投产前，开展第二次地下水取样监测，与第一次至少间隔 1 个月。		U _{天然} 、 ²²⁶ Ra、 ²¹⁰ Pb、 ²¹⁰ Po、总 α、总 β、pH、K ⁺ 、Na ⁺ 、Ca ²⁺ 、Mg ²⁺ 、CO ₃ ²⁻ 、HCO ₃ ⁻ 、Cl ⁻ 、SO ₄ ²⁻ 、氨氮、NO ₃ ⁻ 、NO ₂ ⁻ 、As、Hg、Cr ⁶⁺ 、Zn、Cu、Pb、Cd、Fe、Mn、Mo、总溶解性固体、总硬度、F ⁻ 、COD _{Mn} 。

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废气和噪声的排放量和对环境的影响。流出物的监测主要包括气载流出物、锅炉烟气和噪声监测。

本项目投产后属于巴彦乌拉一期工程的组成部分。因此，根据巴彦乌拉一期工程和巴润试验现有的流出物监测计划，并考虑到扩建工程内容组成，统一制定巴彦乌拉一期工程的流出物监测计划。具体见表 12.2-2。

表 12.2-2 流出物的监测计划

序号	监测内容	监测点位	监测项目	监测频次
1	气载流出物	吸附淋洗厂房排气筒	^{222}Rn 及其子体浓度	1次/季
2		萃取沉淀厂房排气筒		
3		集液池门窗处		
4	锅炉烟气	锅炉排气筒	PM_{10} 、 SO_2 、 NO_x 、汞及其化合物浓度、烟气黑度。	1次/年
5	噪声	水冶厂界四周	昼夜等效连续 A 声级	1次/年

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。

本项目常规环境监测包括大气、地下水、土壤、生物等介质的监测，由于本项目属于巴彦乌拉一期现有工程的组成部分，因此本次评价根据现有的环境监测计划，并考虑到扩建工程内容组成，制定整个巴彦乌拉一期工程的环境监测计划。具体见表 12.2-3 和图 12.2-1。

表 12.2-3 环境监测方案

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、集液池及蒸发池下风向设施边界处； ②居民点：斯琴巴雅尔家、阿拉腾格日勒家、苏和巴特尔家、南登毕力格； ③对照点：赛罕塔拉嘎查。	^{222}Rn 及其子体	1 次/季
2	贯穿辐射剂量率	①厂区边界：同上； ②居民点：同上； ③抽注总管：起点、终点和拐点接头处； ④对照点：赛罕塔拉嘎查。	γ 辐射空气吸收剂量率	1 次/半年

3	地下水	①居民点：斯琴巴雅尔家、阿拉腾格日勒家、苏和巴特尔家、额尔登巴特尔家。 ②对照点：赛罕塔拉嘎查。	$U_{\text{天然}}$ 、 ^{226}Ra 、 ^{210}Pb 、 ^{210}Po 、总 α 、总 β	1 次/半年
		①采区含矿含水层监测井； ②采区含矿含水层上层监测井； ③蒸发池监测井。	$U_{\text{天然}}$ 、pH、 SO_4^{2-} 、 Cl^- 、 Mn 、 As 、 Fe 、 Mo	1 次/季
			^{226}Ra 、 ^{210}Pb 、 ^{210}Po	1 次/半年
4	土壤	①居民点土壤：斯琴巴雅尔家、苏和巴特尔家； ②对照点土壤：赛罕塔拉嘎查。	$U_{\text{天然}}$ 、 ^{226}Ra 、 Cd 、 As	1 次/半年
5	生物	①居民点牧草：斯琴巴雅尔家、苏和巴特尔家； ②对照点牧草：赛罕塔拉嘎查。	$U_{\text{天然}}$ 、 ^{226}Ra 、 ^{210}Pb 、 ^{210}Po	植物生长期监测 1 次



注：由于含矿含水层及上层含水层地下水监测井数量较多，因此在图中未标注地下水监测井，其点位详见采区平面布置图。

图 12.2-1 常规环境监测布点图

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，并将结果汇报上级部门。

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) 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的敏感部位。

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

12.3-1。

表 12.3-1 主要监测方法依据

监测项目		监测方法	仪器设备
空气	^{222}Rn	《环境空气中氡的测量方法》HJ 1212-2021	电子氡气检测仪
	^{222}Rn 子体	《铀矿山空气中氡及氡子体测定方法》EJ378-1989	氡/钍子体个人剂量仪
	TSP	《环境空气 总悬浮颗粒物的测定 重量法》 HJ1263-2022	滤膜半自动称重系统
	二氧化硫	《环境空气 二氧化硫的测定 甲醛吸收-副玫瑰苯胺 分光光度法》HJ 482-2009	分光光度计
	氮氧化物	《环境空气 氮氧化物(一氧化氮和二氧化氮)的测定 盐酸萘乙二胺分光光度法》HJ 479-2009	分光光度计
	汞及其 化合物浓度	《固定污染源废气 汞的测定 冷原子吸收分光光度 法》HJ543-2009	原子荧光光度计
	烟气黑度	《固定污染源排放烟气黑度的测定》HJ/T398-2007	林格曼测烟望远镜
γ 辐射空气吸收剂量率		《环境 γ 辐射剂量率测量技术规范》HJ1157-2011	X- γ 剂量率仪
地下水	U 天然	《水质 65 种元素的测定 电感耦合等离子体质谱法 》 HJ700-2014	电感耦合等离子体质 谱仪
	^{226}Ra	《水中镭-226 的分析测定》GB/T11214-1989	镭氡分析仪
	^{210}Po	《水中钋-210 的分析方法》HJ813-2016	α 能谱仪
	^{210}Pb	《水中铅-210 的分析方法 冠醚树脂分离- β 计数器 法》HJ1323-2023	二路低本底 α 、 β 测量 仪
	^{210}Pb	《水中铅-210 的分析方法》EJ/T859-1994	
	总 α	《水质 总 α 放射性的测定 厚源法》HJ898-2017	
	总 β	《水质 总 β 放射性的测定 厚源法》HJ899-2017	
	CO_3^{2-}	《水和废水监测分析方法》(第四版)3.1.12(1)-2002	滴定管
	HCO_3^-		
	SO_4^{2-}	《水质 无机阴离子(F^- 、 Cl^- 、 NO_2^- 、 Br^- 、 NO_3^- 、 PO_4^{3-} 、 SO_3^{2-} 、 SO_4^{2-}) 的测定 离子色谱法》HJ84-2016	离子色谱仪
	Cl^-		
	F^-		
	NO_3^-		
	NO_2^-		
	K^+	《水质 32 种元素的测定 电感耦合等离子体发射光谱 法》HJ776-2015	电感耦合等离子发射 光谱仪
	Na^+		
	Ca^{2+}		
	Mg^{2+}		
	Fe		
	As	《水质 65 种元素的测定 电感耦合等离子体质谱法 》 HJ700-2014	
	Cu		
	Pb		
	Cd		
	Mn		
	Mo		

监测项目		监测方法	仪器设备
	Zn		
	Hg	《水质 汞、砷、硒、锑和铋的测定 原子荧光法》 HJ694-2014	原子荧光光度计
	Cr ⁶⁺	《水质 六价铬的测定 二苯碳酰二肼分光光度法》 GB/T 7467-1987	可见分光光度计
	TDS	《水质 全盐量的测定 重量法》 HJ/T51-1999	电子天平
	COD _{Mn}	《水质 高锰酸盐指数的测定》 GB/T 11892-1989	滴定管
	总硬度	《水质 钙和镁总量的测定 EDTA 滴定法》 GB 7477-1987	滴定管
	氨氮	《水质 氨氮的测定 纳氏试剂分光光度法》 HJ535-2009	分光光度计
	pH	《水质 pH 值的测定 电极法》 HJ1147-2020	pH 计
土壤	U	《硅酸盐岩石化学分析方法第 30 部分：44 个元素量测定》 GB/T14506.30-2010	电感耦合等离子体质谱仪
	²²⁶ Ra	《岩石样品 ²²⁶ Ra 的测定》 GB/T13073-2010	镭氡分析仪
	As	《土壤质量 总汞、总砷、总铅的测定 原子荧光法》 GB/T22105-2008	原子荧光光度计
	Cd	《硅酸盐岩石化学分析方法 第 30 部分：44 个元素量测定》 GB/T14506.30-2010	电感耦合等离子体质谱仪
噪声	昼夜等效连续 A 声级	《声环境质量标准 第 6 部分 环境噪声监测要求》 GB3096-2008	多功能声级计
生物	U _{天然}	《环境样品中微量铀的分析方法》 HJ840-2017	微量铀分析仪
	²²⁶ Ra	《食品安全国家标准 食品中放射性物质镭-226 和镭-228 的测定》 GB14883.6-2016	镭氡分析仪
	²¹⁰ Po	《环境及生物样品中放射性核素的 γ 能谱分析方法》 GB/T 16145-2022	高纯锗 γ 能谱仪
	²¹⁰ Pb	《食品安全国家标准 食品中放射性物质钋-210 的测定》 GB14883.5-2016	二路低本底 α 、 β 测量仪

12.4 监测机构及设备配置

中核内蒙古矿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，安全环保处为公司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，负责对本项目进行定期的检查和监督，保证环保设施的运行正常。

本项目现有分析测试中心拟申报“中国合格评定国家认可委员会（CNAS）”认可。该实验室资质认定之前，本项目外委第三方有监测资质单位进行监测。获得证书认可后，能力认可范围涵盖的监测项目由建设单位分析测试中心监测，能力认可范围未涵盖的监测项目外委第三方有监测资质单

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 61-2021），以保证获得的测量结果和评价结论使当时的和以后的主管部门和使用部门确信是正确的。

针对本项目特点，在监测过程中应注意：

1) 人员

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

2) 采样的质量控制

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

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

3) 样品的分析测试

分析测量方法尽量采用国家已颁布的标准方法；没有国家标准的，采用行业通用方法或经实际样品考核成熟的分析方法，并用标准物质进行校验；分析测量仪器和设备按规定定期送计量部门进行校验和刻度。对于监测仪器，若发现异常情况，随时进行校验；对有质疑的样品，进行双样分析测定或重新取样测定；为提高分析结果的可靠性，定期或不定期与其他权威实验室进行样品分析比对；有的样品必要时送出外检，以保证样品分析测量结果的质量和准确性；分析结果均用专用表格填报，分析数据报表均经采样人员、制样人员、分析测量人员签字，最后经审核人签字后留存和上报；采集的样品要有一部分长期保留，以便随时抽检；监测结果要永久保存。

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

的比对。

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

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 12.6-1。

表 12.6-1 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
水污染防治	流散浸出剂	U _{天然} 、SO ₄ ²⁻ 等	首采区监测井	36 个	34 个新建监测井，2 个利旧监测井	
固体废物污染防治	钻井泥浆		泥饼池	/	钻井泥浆处理	—
噪声污染防治	泵等设备噪声		减振、墙体隔声	/	昼间≤60dB（A），夜间≤50dB（A）	GB12348-2008 2 类标准
其他环保措施	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。	

13 退役治理与长期监护

本项目投产后属于巴彦乌拉一期工程的组成部分，其退役治理与长期监护统一考虑，具体如下。

13.1 退役治理

13.1.1 设计阶段便于退役的方案

1) 井场管网设计中选用抗震、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；设计井场整体抽液量大于注液量 0.3%，边界抽大于注比例不小于 0.5%，使溶浸范围内形成降落漏斗等措施严格控制溶浸范围。

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

13.1.2 运行期便于退役的措施

13.1.2.1 组织管理措施

本项目在运行期设置专职安全环保管理人员负责巴彦乌拉一期工程全厂的环境管理、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) 组织全厂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

本项目投产后，采取以下生产管理措施：

1) 加强对各类管道接口和阀门的检查,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,采区整体抽大于注的比例不小于 0.3%,边界抽大于注比例不小于 0.5%,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分变化情况进行分析,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) 生产期吸附尾液、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,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废品库或固体废物库,固体废物库暂存的放射性废旧金属、设备达到一定量后,统一送至审管部门认可的废旧金属处理中心处理。

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 退役治理源项及目标

13.1.3.1 源项调查

1) 源项调查的原则

(1) 根据《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》(GB14586-93)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。

(2) 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。

(3) 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。

(4) 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。

(5) 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

本项目为采区开拓工程, 调查对象主要包括地浸井场钻孔和地下水、污染设备(包括集控室)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—— $U_{\text{天然}}$ 、 ^{226}Ra 、pH、 SO_4^{2-} 、Mn 等。

③监测布点——生产钻孔和监测井。

(3) 被污染设备和管线

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。

(4) 其他: 贯穿辐射剂量率监测范围应比源项边界外延 30m~50m。

13.1.3.2 退役治理源项

铀矿山属放射性矿山, 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: 包括抽出井、注入井和监测井。

2) 地浸井场地下水：地浸井场及外围核素迁移范围。

3) 污染设备管线：包括污染集控室、污染设备和管线等。

4) 蒸发池：蒸发池 4 座。

13.1.3.3 退役管理目标值

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

1) 公众剂量约束值

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

2) 土壤中 ^{226}Ra 残留量控制值

根据《铀矿冶辐射防护和辐射环境保护规定》（GB23727-2020），本期退役治理土地去污后，任何平均 100m² 范围内土层中 ^{226}Ra 的比活度扣除当地本底值后不超过 0.18Bq/g。

3) 地下水修复目标值

本项目地浸井场地下水修复后，地下水水质达到地下水修复相关要求。

4) 放射性表面污染控制水平

根据《铀矿冶辐射防护和辐射环境保护规定》（GB23727-2020），本项目中无利用价值的金属设备、管线等经去污处理后，其表面 α 、 β 放射性水平分别降低至 0.08Bq/cm² 和 0.8Bq/cm² 时，经防护部门监测许可后，可在一般工业中使用（食品工业除外）。

对于去污治理后，仍不能满足上述限值时，统一送相关部门许可的放射性废旧金属处理单位处理。设备、管线在运输过程中，参照《铀矿冶辐射防护和辐射环境保护规定》（GB23727-2020），其包装容器和运输车辆外 α 表面污染水平 $\leq 4\text{Bq/cm}^2$ 、 β 表面污染水平 $\leq 40\text{Bq/cm}^2$ 。

13.1.3.4 退役治理深度

本项目各设施的退役治理深度由退役时国家相关标准或主管部门批复确定，见表 13.1-1。

表 13.1-1 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。	
污染设备、管线		非金属设备拆除、解体后运至废物集中堆放场所集中处置；金属材质设备管线经拆除、解体、去污处理，满足 GB23727 中表面放射性水平限值后解控处理；去污后无法满足解控标准，则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。

13.1.4 退役治理方案及可行性分析

13.1.4.1 退役治理方案

1) 地下水的治理方案

地下水治理主要为地下水的修复，本项目将在生产过程中同步开展巴彦乌拉酸法原地浸出矿山地下水修复的前期研究工作，并适时跟进国内地浸采铀地下水修复的相关研究进展，探寻适合巴彦乌拉酸法原地浸出矿山的地下水治理修复技术方案。

根据国内外地浸采铀地下水修复研究成果及类似工程的实践，本矿床可采用的地下水修复方案拟为：“地下水抽出一地表处理一处理后的清洁水回灌一抽注入井交替抽注一还原剂注入一修复后观察”。具体如下：

- (1) 将残留的地下浸出液抽出，抽出水用来配制浸出剂，注入新的井场或排入蒸发池蒸发；
- (2) 抽出的地下水经地表处理后，重新注入井场，以加速地下水修复；
- (3) 根据需要，添加适当还原试剂，使含矿含水层的水文地球化学环境由氧化环境变成还原环境；
- (4) 将抽出井改为注液运行，将注入井改为抽液运行，进行抽注井的交替循环；
- (5) 地下水修复后，进行地下水水质稳定性监测，在确保地下水水质修复稳定后，填实封闭所有钻孔。

2) 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、混凝土注浆由

下往上进行全孔封堵。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) 污染设备管线治理

非金属材质设备管线拆除、分解后，运至废物集中堆放场所集中处置；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。

13.1.4.2 退役治理方案可行性

1) 地下水治理方案可行性

云南 381 矿床是我国第一个地浸采铀试验基地，2016 年 7 月开始 381 矿床地下水退役治理工程，2023 年 1 月结束。其采用抽出处理+原位还原修复工艺进行地下水修复，共分为五个阶段：①只抽不注，抽出污染地下水经过离子交换吸附铀—石灰乳中和吸附尾液—固液分离—滤液达标排放；②边抽边注，抽出污染地下水经过离子交换吸附铀—尾液活性炭吸附—反渗透处理—浓缩液石灰乳中和—固液分离—返回井场再注入地下；③抽注互换，使地下水修复更均匀、更全面、更彻底。④注入还原剂硫化钠，使地下水从氧化状态转变成还原状态，进一步创造与稳定地下水的修复环境；⑤稳定观察，进行为期一年的稳定观测。

根据《云南地浸采铀科研试验基地退役治理工程竣工环境保护验收监测报告》（2023.5），通过为期五年半的地下水修复及一年的稳定观测，381 矿地浸井场地下水中放射性核素（ $U_{\text{天然}}$ 、 ^{226}Ra ）浓度达到周围含矿含水层的背景水平，非放射性污染物浓度满足《地下水质量标准》（GB/T14848-2017）IV 类标准要求。云南 381 矿地下水治理实践成果提供了一套地浸地下水修复工艺技术路线，推动了我国地浸地下水修复技术的突破，对当前国内其他地浸铀矿山的退役治理具有重要的借鉴意义。此外，当前在内蒙古钱 II 块铀矿床以及新疆 512 铀矿床正在开展地浸地下水修复试验研究，其研究成果也可为本项目地下水修复奠定基础。

根据国内外类似工程的实践，本项目地下水修复拟采用“地下水抽出一地表处理—处理后的清洁水回灌—抽注入井交替抽注—还原剂注入—修复后

观察”的修复方案，该技术在国 381 矿床已得到成功验证，相关技术正在进行进一步攻关，可满足退役治理的要求。

2) 其他治理方案可行性

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，并有多家厂矿已经竣工验收，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。

13.1.5 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地改善，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，能够较大程度地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。

非金属材质污染设备管线或材料，经拆除分解后运至废物集中堆放场所集中处置；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。

13.1.6 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应按照《铀矿冶辐射防护和辐射环境保护规定》（GB23727）和《铀矿冶设施退役环境管理技术规定》（GB14586）相关要求，以废物最小化和集中化为原则，通过工程技术手段尽可能减少放射性固体废物的产生量，对于最终产生的少量放射性固体废物争取在区域尺度上集中堆存和处置。若经论证确实需就地建设废物集中堆放场所，则其为有限制开放使用场所，需进行长期监护。

由于有限制开放使用的设施仍存有铀的衰变产物，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，确保废物集中堆放场所的长期安全稳定，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内蒙古矿业有限公司。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。

巡视监护是定期对废物集中堆放场所的稳定性、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 and 文字记录。

辐射安全监测是对废物集中堆放场所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。

10.2.2.5 巡视监护方案

1) 监护内容

(1) 对废物集中堆放场所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。

10.2.2.6 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,主要对废物集中堆放场所的 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《铀矿冶辐射环境监测规定》(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

本项目为巴彦乌拉铀矿床巴润及巴彦乌拉东部矿段采区开拓工程，建成后可进一步提高新中核内蒙古矿业有限公司的天然铀生产能力，促进内蒙古天然铀生产大基地建设。本项目符合国家、地方产业政策和环保政策的相关要求，满足国家“三线一单”要求。

本项目属于铀矿采冶行业，最终产品为“111”，服务年限为 9a；项目建设内容主要包括井场（扩建）和水冶厂（改造）。井场首采区布置 11 个分采区（包括已建成的试验采区 BC-1 和 BC-2），新建钻孔 809 个，包括抽出井 343 个，注入井 432 个，监测井 34 个；巴彦乌拉一期水冶厂年浸出液抽出量为 855.36 万 m^3/a ，年产“111”铀金属量为 XXt/a ；

本项目总投资 13927 万元，其中环保投资 571 万元，环保投资占工程总投资的 4.10%。

14.1.2 环境质量状况

1) 环境空气

(1) 氡浓度：项目所在地及周边居民点的氡浓度与建矿前本底相当，处于全国水平范围内；

(2) TSP、 SO_2 和 NO_x 浓度：项目所在地及周边居民点的 TSP、 SO_2 和 NO_x 浓度监测结果均满足 GB3095-2012 中二级标准限值要求；

2) γ 辐射空气吸收剂量率：项目所在地及周边居民点的 γ 辐射空气吸收剂量率与建矿前本底相当，与锡林郭勒盟地区处于同一水平。

3) 地表氡析出率：拟建场址地表氡析出率为 $(0.00893 \sim 0.00981) \text{Bq/m}^2 \cdot \text{s}$ 。

4) 地下水环境：项目周边居民点浅水层地下水中放射性核素浓度与区域本底基本处于同一水平；矿区含矿含水层地下水中 $\text{U}_{\text{天然}}$ 浓度为 $(10.03 \sim 18.67) \mu\text{g/L}$ 、 ^{226}Ra 浓度为 $(533 \sim 569) \text{mBq/L}$ 、 ^{210}Po 浓度为 $(24.06 \sim 45.69) \text{mBq/L}$ 、 ^{210}Pb 浓度为 $(27.19 \sim 48.54) \text{mBq/L}$ 。

地下水中非放射性因子总体满足 GB/T 14848-2017 中 III 类标准，个别因子背景值较高。浅水层包括 Na^+ 、 Cl^- 、 SO_4^{2-} 、 F^- 、 NO_3^- 、As、TDS 和总硬度；含矿含水层包括 pH、 Na^+ 、 Cl^- 、 SO_4^{2-} 和 TDS。

5) 土壤环境：项目所在地及周边居民点土壤中 $\text{U}_{\text{天然}}$ 和 ^{226}Ra 含量与建矿前本底相当，与锡林郭勒盟地区处于同一水平；项目及周边土壤中各项非放监测指标均低于 GB15618-2018 中的土壤污染风险筛选值的标准要求。

6) 生物样品：项目所在地及周边居民点生物样品与对照点处于同一水平。

7) 声环境：项目所在地及周边居民点环境噪声值满足 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 H_2SO_4 浸出工艺，井型以五点型布置为主，井距为 27m。井场工艺流程主要包括浸出剂配制及输送、集控室注液分配、浸出剂在含矿含水层的注入、浸出液提升及地表输送等几部分。

本项目共布置 17 个分采区，其中首采区布置 11 个采区（包括已建成的试验采区 BC-1 和 BC-2），备采区布置 9 个采区；本项目新建钻孔 1366 个，包括抽出井 570 个，注入井 740 个，监测井 56 个；本项目首采区新建钻孔 809 个，其中抽出井 343 个，注入井 432 个，监测井 34 个。新建采区整体抽液量大于注液量的 0.3%，边界抽大于注比例不小于 0.5%。

本项目井场年浸出液抽出量为 855.36 万 m^3/a ，年产“111”铀金属量为 XXt/a。

14.1.3.2 水冶厂

本项目现有水冶厂的水冶工艺流程为浸出液→过滤→吸附→转移脱水→淋洗→萃取→反萃取→沉淀→压滤→“111”产品。

14.1.3.3 运行期污染物的产生及处理

1) 废气

(1) 集液池废气：集液池释放的放射性废气为氡气，年排放量为 $2.54 \times 10^{11} \text{Bq/a}$ ，通过集液池顶棚两侧的门窗缝隙自由释放于大气。

(2) 吸附淋洗厂房废气：浸出液处理厂房产生的放射性废气为氡气，年

释放量为 $3.89 \times 10^{10} \text{Bq}$ ，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。

(3) 萃取沉淀厂房废气：浸出液处理厂产生的放射性废气为氡气，年释放量为 $2.20 \times 10^{10} \text{Bq}$ ，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。

(4) 蒸发池废气：本项目现有蒸发池废液蒸发时，其中溶解的 ^{222}Rn 随之挥发，析出一定量的 ^{222}Rn ， ^{222}Rn 释放量为 $4.54 \times 10^{10} \text{Bq}$ 。

2) 废水

(1) 工艺废水：本项目现有水冶厂生产过程中产生的工艺废水主要包括解毒树脂洗水、解毒液以及除油后的萃余液和负载有机相洗涤液，产生量为 $115.9 \text{ m}^3/\text{d}$ ($38247 \text{ m}^3/\text{a}$)，输送至蒸发池蒸发处理。本项目现有 4 座蒸发池，蒸发面积 24000 m^2 ，年实际蒸发量约为 $42587.52 \text{ m}^3/\text{a}$ ，并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%，边界抽大于注比例不小于 0.5%，以便使抽出井和注入井之间形成规则的水位降落漏斗；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，处理后的澄清液回注含矿含水层，废渣倒入蒸发池。

(4) 生活污水：本项目不新增劳动定员，不额外增加生活污水量，经污水处理设施处理后用于厂区绿化和降尘，废水不外排。

3) 固体废物

(1) 钻井泥浆：本项目在备采区生产孔施工过程中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 3231 m^3 ，统一运至泥饼池进行集中处理，然后覆土植草，恢复地貌。

(2) 浸出液过滤残渣、洗井残渣：浸出液过滤残渣和洗井废渣产生总量约 0.4 t/a ，暂存在现有蒸发池，待退役时统一处理。

(3) 废旧管道及设备：经简单去污后暂存于废品库或固体废物库，固体

废物库内暂存的放射性废旧设备达到一定量后，统一送至审管部门认可的废旧金属处理中心处理。

(4) 废机油：本项目废机油尽量回收利用，仍有剩余时暂存于危险废物库，定期按订购协议返还供货单位或交由具备危险废物处置资质单位处置。

(5) 生活垃圾：本项目不新增劳动定员，不额外增加生活垃圾，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集控室内的管线泵等，单机噪声源强均 $\leq 90\text{dB}(\text{A})$ ，经处理后在厂界可以达标 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、燃油废气、生活污水、施工废水、钻井泥浆、废机油、废旧设备及零配件、生活垃圾以及施工噪声。

施工扬尘采用洒水、围挡等抑尘措施；燃油废气通过选择工况良好机械和节能环保型设备、选择高品质燃料和加强日常维护等措施；生活污水在寝车收集后运往现有生活区处理；施工废水用于场地洒水抑尘；废机油尽量回用，废旧设备及零配件运往废品库或固体废物库；生活垃圾在寝车垃圾箱收集后定期外运处理；施工噪声采用低噪声设备、减振、隔声等降噪措施；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制钻井液，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，对本项目设施的公众剂量分别进行了评价。

生产期气态源项所致评价区域最大个人有效剂量为 $2.97 \times 10^{-3} \text{mSv/a}$ ，出现在 W 方位、0~1km 子区，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 $2.43 \times 10^{-3} \text{mSv/a}$ ，出现在 E 方位、0~1km 子区，最大个人剂量占个人剂量约束值 0.5mSv/a 的 0.486%，小于本项目剂量约束值。20km 范围内的集体剂量为 $4.17 \times 10^{-5} \text{人} \cdot \text{Sv/a}$ 。

本项目生产期气态源项所致的个人有效剂量较小，均低于相应的个人剂量约束值，且本项目周围人口稀少，集体有效剂量也较小。因此，本项目气态流出物对环境的影响在可接受范围之内。

14.1.6地下水环境影响评价

在采区生产期末第 6a 时， $U_{\text{天然}}$ 、 SO_4^{2-} 及 Mn 在地下水水流方向下游的迁移距离分别为 108m、121m 和 112m；由于本项目含矿含水层埋深较大，且含矿含水层的顶底板均相对稳定，含矿含水层中地下水越流至潜水层或其他承压水层的可能性很小，不会对公众造成附加照射剂量。

14.1.7非放射性大气环境影响评价

1) 大气

本项目不涉及锅炉和硫酸供应站的改造，投产前后锅炉烟气和硫酸雾排放量不变，因此对大气环境的影响程度不变。

2) 水环境

本项目不增加劳动定员，生活污水产生量不变，通过现有地埋式一体化污水处理设施进行处理，处理后用于厂区绿化和降尘，不会对水环境造成明显影响。

3) 噪声

本项目噪声源强小，经采取降噪措施后，对周围环境影响较小。

4) 固体废物

钻井泥浆、废机油和生活垃圾等固体废物处理均得到了有效处置，不会对环境产生明显的影响。

14.1.8事故环境影响分析

运行期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、事故性跑冒滴漏、管道破裂事故、上层含水层污染事故等，但事故工况下对环

境的影响较小；本项目硫酸储罐严格按照安全标准化有关要求管理，硫酸储罐泄漏的风险是可控的，可以接受的。

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

中核内蒙古矿业有限公司在本报告编制期间，共开展两次公众参与。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，对于制定的环境保护措施，当地公众给予了充分的肯定。

14.1.10 环境管理与监测计划

本项目环境管理中核内蒙古矿业有限公司的管理机构，实行环境保护法人负责制，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，制定了巴彦乌拉一期工程的流出物监测计划和常规环境监测计划，由中核内蒙古矿业有限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，巴彦乌拉铀矿床巴润及巴彦乌拉东部矿段采区开拓工程符合国家产业政策和集团公司规划，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) 按照制定的施工期监测计划，开展施工期的地下水水质监测工作，以

便更准确地把握区域地下水本底范围。

2) 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：

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

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/m²·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/m³；

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 $2.44 \times 10^{-6} \text{mSv/Bq} \cdot \text{h} \cdot \text{m}^{-3}$ 。

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，Sv·人/a；

E_i — i 子区的个人剂量代表值，Sv/a；

R_i — i 子区的人口数，人。

环 评 委 托 书

中核第四研究设计工程有限公司：

根据《中华人民共和国环境保护法》、《中华人民共和国环境影响评价法》和《建设项目环境保护管理条例》的有关规定，现委托贵单位承担《中核内蒙古矿业有限公司巴彦乌拉铀矿床巴润及巴彦乌拉东部矿段采区开拓工程环境影响报告书》的编制工作，请根据国家法律法规要求尽快开展工作。

特此委托。

中核内蒙古矿业有限公司

2024年2月3日



中核内蒙古矿业有限公司苏尼特左旗分公司

关于中核内蒙古矿业有限公司苏尼特左旗分公司 生态红线的查询请示

苏尼特左旗自然资源局：

我公司计划在苏尼特左旗巴彦乌拉苏木赛罕塔拉、巴彦塔拉境内开展《巴彦乌拉铀矿床巴润及巴彦乌拉东部矿段采区开拓工程》环境影响评价，目前正在开展报告编制，根据报告编制要求需提供相关国土信息。

项目区端点坐标见附件。

特此查询该项目区是否属生态红线区，请贵局拨冗予答复为盼。

中核内蒙古矿业有限公司苏尼特左旗分公司

2024年3月5日



苏尼特左旗自然资源局

蘇尼特左旗自然資源局

关于《中核内蒙古矿业有限公司苏尼特左旗分公司生态红线的》的复函

中核内蒙古矿业有限公司苏尼特左旗分公司：

你公司《关于中核内蒙古矿业有限公司苏尼特左旗分公司生态红线的查询请示》已收悉。根据你公司提供坐标，经核实：该项目不涉及生态保护红线。

此函

苏尼特左旗自然资源局

2024年4月1日



ᠠᠨᠤᠯᠤᠰ ᠤᠨ ᠤᠯᠤᠰ ᠤᠨ ᠤᠯᠤᠰ ᠤᠨ ᠤᠯᠤᠰ ᠤᠨ ᠤᠯᠤᠰ ᠤᠨ ᠤᠯᠤᠰ ᠤᠨ ᠤᠯᠤᠰ

内蒙古自治区生态环境厅

关于巴彦乌拉铀矿床巴润矿段地浸采铀 工业性试验项目环境影响评价 执行标准的复函

中核内蒙古矿业有限公司：

你单位《关于确认巴彦乌拉铀矿床巴润矿段地浸采铀工业性试验环境影响评价执行标准的申请函》收悉。经研究，对该项目环境影响评价执行标准批复如下：

一、环境质量标准

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

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

二、污染物排放标准

1. 废气污染物排放执行《大气污染物综合排放标准》（GB16297-1996）中新污染源二级标准；
2. 废水污染物排放执行《污水综合排放标准》（GB8978-1996）一级标准；
3. 施工期场界噪声执行《建筑施工场界环境噪声排放标准》（GB12523-2011）中相关要求，运行期厂界噪声执行《工业企业厂界环境噪声排放标准》（GB12348-2008）中 2 类标准。

三、辐射环境执行下列标准

1. 《电离辐射防护与辐射源安全基本标准》（GB18871-2002）；
2. 《铀矿冶辐射防护与辐射环境保护规定》（GB23727-2020）；
3. 《铀、钍矿冶放射性废物安全管理技术规定》（GB14585-1993）。

内蒙古自治区生态环境厅

2020年9月11日





第 1 页 共 11 页

核工业东北分析测试中心 监 测 报 告

报告编号: 2023-1209

客户名称: 中核第四研究设计工程有限公司

项目名称: 巴彦乌拉铀矿床巴润及巴彦乌拉东矿段采区开拓工程环境质量现状监测

客户地址: 石家庄市体育南大街 261 号

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

取样日期: 2023-11-15~2023-11-17

报告页数: 11 页

中心主任 (签章):



报告签发人:

王学印

签发日期: 2024 年 1 月 10 日

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、监测报告仅对监测时段所采集、委托的样品或现场监测的数据负责；
- 5、未经本中心书面批准，不得部分复制报告；
- 6、若对报告有异议，应于收到报告之日起 15 日之内向我中心提出；
- 7、生态环境常规监测和应急监测的结果报告副本和原始记录在本中心永久保存；其他类别检测的结果报告副本和原始记录在本中心保存六年

检测机构名称：核工业东北分析测试中心

检测机构地址：辽宁省沈阳市沈北新区孝信街 12 号

邮编：110135

业务电话：024-89759525，13019387686

投诉电话：13019387686

传真：024-89759560

E-mail: 13019387686@163.com

核工业东北分析测试中心

监 测 报 告

监测项目：环境空气中氡(²²²Rn)、氡(²²²Rn)子体 α 潜能、TSP、SO₂、NO_x 报告编号：2023-1209
监测日期：2023-11-15~2023-11-17 监测依据：HJ1212-2021；EJ378-1989；HJ1263-2022；HJ482-2009；HJ 479-2009
气象参数：晴；-8~-10℃；西北-西风，2.1~4.1 m/s；92.3~92.7kPa

序号	监测 编号	监测地点	氡 (²²² Rn)			氡 (²²² Rn) 子体 α 潜能			TSP			SO ₂			NO _x		
			第一 天	第二 天	第三 天	第一 天	第二 天	第三 天	第一 天	第二 天	第三 天	第一 天	第二 天	第三 天	第一 天	第二 天	第三 天
1	DQ-K1	额尔登巴特尔家	Bq/m ³ 8.70	Bq/m ³ 8.61	Bq/m ³ 8.49	nJ/m ³ 20.9	nJ/m ³ 20.4	nJ/m ³ 21.0	μg/m ³ 102	μg/m ³ 104	μg/m ³ 105	mg/m ³ 0.010	mg/m ³ 0.009	mg/m ³ 0.009	mg/m ³ 0.008	mg/m ³ 0.009	mg/m ³ 0.009
2	DQ-K2	其其格家	8.25	8.14	8.35	19.3	18.9	20.6	/	/	/	/	/	/	/	/	/
3	DQ-K3	乌那家	8.39	8.27	8.32	20.7	19.7	19.8	/	/	/	/	/	/	/	/	/
4	DQ-K4	苗采区	8.42	8.55	8.39	20.5	20.4	20.8	/	/	/	/	/	/	/	/	/
5	DQ-K5	阿拉腾格日勒家	8.77	8.32	8.47	20.3	19.5	19.9	105	102	103	0.009	0.009	0.008	0.009	0.009	0.008
6	DQ-K6	萨仁毕力格家	8.24	8.28	8.16	19.6	19.6	19.8	/	/	/	/	/	/	/	/	/
7	DQ-K7	阿拉达日图家	8.23	8.25	8.21	19.3	20.4	19.3	/	/	/	/	/	/	/	/	/
8	DQ-K8	苗采区	8.12	8.23	8.27	19.9	20.0	20.5	/	/	/	/	/	/	/	/	/
9	DQ-K9	赛平塔拉嘎查	8.55	8.43	8.44	19.7	19.4	19.3	/	/	/	/	/	/	/	/	/

编制：魏 65,

校核：888-

核工业东北分析测试中心

监测报告

监测项目：环境 γ 辐射剂量率 报告编号：2023-1209
监测日期：2023-11-16 监测依据：HJ1157-2021

序号	监测编号	监测地点	环境 γ 辐射剂量率*，nGy/h			
			最小值	最大值	平均值 (n=20)	标准偏差
1	γ -1	额尔登巴特尔家	95	105	99	3
2	γ -2	其其格家	93	102	98	2
3	γ -3	乌那家	90	98	95	2
4	γ -4	首采区	91	101	96	3
5	γ -5	阿拉腾格日勒家	97	103	100	2
6	γ -6	萨仁毕力格家	96	103	99	2
7	γ -7	阿拉达日图家	89	99	95	3
8	γ -8	备采区	92	105	96	3
9	γ -9	赛罕塔拉嘎查	91	109	97	5

*备注：监测数据未扣除宇宙射线的响应。

编制：魏志军

校核：何明

核工业东北分析测试中心
监 测 报 告

监测项目：环境噪声 报告编号：2023-1209
监测日期：2023-11-15~2023-11-16 监测依据：GB3096-2008
气象参数：晴；-8~-10℃；西北-西风，3.0~3.4m/s；92.4~92.7kPa

序号	监测编号	监测地点	第一天		第二天	
			L_d	L_n	L_d	L_n
			dB(A)	dB(A)	dB(A)	dB(A)
1	ZS-1	额尔登巴特尔家	45	40	47	41
2	ZS-2	阿拉腾格日勒家	46	39	47	39
3	ZS-3	首采区	44	38	44	37
4	ZS-4	备采区	44	39	43	38

编制：魏代东

校核：何明

核工业东北分析测试中心
监 测 报 告

监测项目： 场地氡析出率 报告编号： 2023-1209
监测日期： 2023-11-15~2023-11-17 监测依据： EJ/T979-1995

序号	监测编号	监测地点	氡 (^{222}Rn) 析出率		
			第一天	第二天	第三天
			Bq/(m ² ·S)	Bq/(m ² ·S)	Bq/(m ² ·S)
1	DX-01	首采区	9.78E-03	9.81E-03	9.73E-03
2	DX-02	备采区	9.03E-03	9.51E-03	9.23E-03

编制：魏代吉

校核：何明

核工业东北分析测试中心

监测报告

样品名称：地下水 原样状态：液 样品包装：桶 样品数量：10 检测类别：委托 报告编号：2023-1209
取样日期：2023-11-17 检测日期：2023-11-20 ~2024-01-10
检测依据：HJ700-2014；GB/T11214-1989；HJ813-2016；EJ/T859-1994；HJ898-2017；HJ899-2017；HJ776-2015；《水和废水监测分析方法》（第四版）
3.1.12 (1) -2002；HJ84-2016；HJ535-2009；HJ694-2014；GB/T 7467-1987；GB/T 11892-1989；GB 7477-1987；HJ/T51-1999；HJ1147-2020

序号	样品名称	监测编号	采样地点	U _{eq} μg/L	²²⁶ Ra mBq/L	²¹⁰ Po mBq/L	²¹⁰ Pb mBq/L	总 α Bq/L	总 β Bq/L	K mg/L	Na mg/L	Ca mg/L	Mg mg/L	CO ₃ ²⁻ mg/L
1	地下水	DXS-1	阿拉腾格日勒家	42.3	75.21	6.56	7.5	1.20	0.652	4.69	710	64.9	59.9	<5
2	地下水	DXS-2	萨仁毕力格家	57.6	78.05	7.49	6.7	1.49	0.560	5.36	537	70.8	72.3	<5
3	地下水	DXS-3	阿拉达日图家	33.7	47.98	6.70	5.5	0.898	0.395	4.43	445	81.4	78.1	<5
4	地下水	DXS-4	额尔登巴特尔家	10.9	46.24	6.87	8.8	0.376	0.452	8.09	375	61.6	54.6	<5
5	地下水	DXS-5	格日勒巴特尔家	10.2	44.50	6.76	8.7	0.373	0.486	5.53	437	55.0	46.8	<5
6	地下水	DXS-6	乌那家	11.6	41.70	7.80	6.8	0.354	0.457	6.61	341	68.4	54.3	<5
7	地下水	DXS-7	赛罕塔拉嘎查	47.6	51.25	7.99	7.4	1.28	0.496	7.69	406	60.6	69.8	<5
8	地下水	DXS-8	W-BC	10.1	533	25.23	27.3	0.978	0.372	12.4	435	4.49	9.50	107
9	地下水	DXS-9	W-BD1	10.2	565	45.69	48.2	1.29	3.10	99.3	395	41.1	30.4	<5
10	地下水	DXS-10	W-BD2	18.7	543	24.06	28.1	1.53	2.41	80.0	601	28.4	79.1	<5

编制：魏心宇

校核：MM

核工业东北分析测试中心

监测报告

样品名称：地下水 原样状态：液 样品包装：桶 样品数量：10 检测类别：委托 报告编号：2023-1209
取样日期：2023-11-17 检测日期：2023-11-20 ~ 2024-01-10
检测依据：HJ700-2014; GB/T11214-1989; HJ813-2016; EJT859-1994; HJ898-2017; HJ899-2017; HJ776-2015; 《水和废水监测分析方法》(第四版)
3.1.12 (1) -2002; HJ84-2016; HJ535-2009; HJ694-2014; GB/T 7467-1987; GB/T 11892-1989 ; GB 7477-1987; HJ/T51-1999; HJ1147-2020

序号	样品名称	监测编号	采样地点	HCO ₃ ⁻ mg/L	Cl ⁻ mg/L	SO ₄ ²⁻ mg/L	NH ₃ -N mg/L	NO ₃ ⁻ mg/L	NO ₂ ⁻ mg/L	As μg/L	Hg μg/L	Cr ⁶⁺ μg/L	Zn μg/L	Cu μg/L
1	地下水	DXS-1	阿拉腾格日勒家	454	788	439	<0.025	21.6	<0.016	19.7	<0.04	<4	6.65	1.81
2	地下水	DXS-2	萨仁毕力格家	570	551	384	<0.025	12.0	<0.016	11.1	0.07	<4	5.73	1.37
3	地下水	DXS-3	阿拉达日图家	466	483	418	<0.025	6.71	<0.016	12.9	<0.04	<4	7.19	1.27
4	地下水	DXS-4	额尔登巴特尔家	357	415	317	<0.025	5.18	<0.016	6.77	0.05	<4	29.8	1.56
5	地下水	DXS-5	格日勒巴特尔家	551	366	302	0.44	5.14	<0.016	8.85	<0.04	5.69	1.53	0.79
6	地下水	DXS-6	乌那家	363	369	297	<0.025	9.34	<0.016	7.23	<0.04	<4	1.04	0.85
7	地下水	DXS-7	赛罕塔拉嘎查	521	362	351	0.076	25.2	<0.016	6.28	<0.04	5.20	16.2	5.72
8	地下水	DXS-8	W-BC	176	363	168	0.46	1.08	<0.016	4.20	<0.04	4.23	1.82	1.04
9	地下水	DXS-9	W-BD1	564	287	323	0.18	13.9	<0.016	5.15	<0.04	<4	54.3	1.30
10	地下水	DXS-10	W-BD2	953	423	440	0.077	1.17	<0.016	6.26	<0.04	<4	60.3	3.14

编制：魏心宇、

审核：何明、

核工业东北分析测试中心

监测报告

样品名称：地下水 原样状态：液 样品包装：桶 样品数量：10 检测类别：委托 报告编号：2023-1209
取样日期：2023-11-17 检测日期：2023-11-20 ~ 2024-01-10
检测依据：HJ700-2014；GB/T11214-1989；HJ813-2016；EJ/T859-1994；HJ898-2017；HJ899-2017；HJ776-2015；《水和废水监测分析方法》（第四版）
3.1.12 (1) -2002；HJ84-2016；HJ535-2009；HJ694-2014；GB/T 7467-1987；GB/T 11892-1989；GB 7477-1987；HJ/T51-1999；HJ1147-2020

序号	样品名称	监测编号	采样地点	Pb	Cd	Fe	Mn	Mo	TDS	总硬度	F ⁻	COD _{Mn}	pH
				μg/L	μg/L	mg/L	μg/L	μg/L	mg/L	mg/L	mg/L	mg/L	
1	地下水	DXS-1	阿拉腾格日勒家	0.28	<0.05	0.03	3.81	11.1	2315	409	0.959	<0.5	8.0
2	地下水	DXS-2	萨仁毕力格家	0.16	<0.05	0.03	3.06	13.5	1917	474	1.30	<0.5	7.9
3	地下水	DXS-3	阿拉达日图家	0.37	<0.05	0.02	2.57	11.9	1750	525	1.11	<0.5	7.9
4	地下水	DXS-4	额尔登巴特家	0.25	<0.05	0.05	5.22	7.26	1415	379	0.739	<0.5	7.9
5	地下水	DXS-5	格日勒巴特家	0.26	<0.05	0.06	25.2	6.08	1493	330	0.145	<0.5	7.8
6	地下水	DXS-6	乌那家	0.20	<0.05	0.02	1.93	8.35	1327	394	1.31	<0.5	7.8
7	地下水	DXS-7	赛罕塔拉嘎查	0.27	<0.05	0.04	2.56	8.01	1543	439	1.97	<0.5	7.9
8	地下水	DXS-8	W-BC	0.32	<0.05	0.08	1.98	11.2	1188	50.57	0.204	<0.5	9.3
9	地下水	DXS-9	W-BD1	0.47	<0.05	0.03	32.1	7.17	1472	228	0.622	<0.5	8.2
10	地下水	DXS-10	W-BD2	7.62	<0.05	0.02	205	5.77	2129	397	0.204	<0.5	8.0

编制：魏心宇

校核：何明

核工业东北分析测试中心

监测报告

样品名称：土壤 原样状态：固 样品包装：袋 样品数量：5 检测类别：委托 报告编号：2023-1209
取样日期：2023-11-17 检测日期：2023-11-20 ~ 2024-01-10
检测依据：GB/T14506.30-2010; GB/T13073-2010; GB/T22105-2008; HJ491-2019; HJ1082-2019; HJ962-2018

序号	样品名称	监测编号	采样地点	U ₂₃₈ μg/g	²²⁶ Ra Bq/kg	As mg/kg	Cd μg/g	Hg mg/kg	Pb μg/g	Cr mg/kg	Cr ⁶⁺ μg/g	Zn μg/g	Ni μg/g	Cu μg/g	pH
1	土壤	TU-1	额尔登巴特尔家	1.13	22.32	5.38	0.049	0.0206	13.38	18	<0.5	26.78	25.25	17.48	8.32
2	土壤	TU-2	阿拉腾格日勒家	1.42	29.76	4.82	0.081	0.0254	14.55	26	<0.5	33.45	23.87	19.73	7.93
3	土壤	TU-3	燕罕塔拉嘎查	1.18	26.83	5.50	0.088	0.0173	15.59	18	<0.5	33.99	11.34	11.48	8.48
4	土壤	TU-4	苜蓿区	1.23	32.29	5.65	0.056	0.0160	12.80	19	<0.5	21.38	23.86	10.45	8.36
5	土壤	TU-5	备采区	1.48	36.06	6.83	0.086	0.0279	18.80	35	<0.5	35.27	28.85	21.49	7.96

编制：魏小芳

校核：[Signature]

核工业东北分析测试中心

监测报告

样品名称：牧草 原样状态：固 样品包装：袋 样品数量：5 检测类别：委托 报告编号：2023-1209
取样日期：2023-11-17 检测日期：2023-11-20 ~ 2024-01-10
检测依据：HJ840-2017; GB14883.6-2016; GB/T16145-2022; GB14883.5-2016

序号	样品名称	监测编号	采样地点	U _{Am}	²²⁶ Ra	²¹⁰ Pb	²¹⁰ Po
				μg/kg (干)	Bq/kg (干)	Bq/kg (干)	Bq/kg (干)
1	牧草	MC-1	额尔登巴特尔家	1.66	0.097	0.14	0.15
2	牧草	MC-2	阿拉腾格日勒家	1.74	0.098	0.16	0.14
3	牧草	MC-3	赛平塔拉嘎查	1.68	0.084	0.13	0.15
4	牧草	MC-4	晋采区	1.64	0.095	0.15	0.14
5	牧草	MC-5	备采区	1.75	0.10	0.13	0.14

以下空白

编制：魏公奇

校核：hmy





第 1 页 共 11 页

核工业东北分析测试中心 监 测 报 告

报告编号: 2024-1011

客户名称: 中核第四研究设计工程有限公司

项目名称: 巴彦乌拉铀矿床巴润及巴彦乌拉东矿段采区开拓工程环境质量现状监测

客户地址: 石家庄市体育南大街 261 号

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

取样日期: 2024-02-20~2024-02-22

报告页数: 11 页

中心主任 (签章):



报告签发人:

JX

签发日期:

2024 年 3 月 24 日

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、监测报告仅对监测时段所采集、委托的样品或现场监测的数据负责；
- 5、未经本中心书面批准，不得部分复制报告；
- 6、若对报告有异议，应于收到报告之日起15日之内向我中心提出；
- 7、生态环境常规监测和应急监测的结果报告副本和原始记录在本中心永久保存；其他类别检测的结果报告副本和原始记录在本中心保存六年

检测机构名称：核工业东北分析测试中心

检测机构地址：辽宁省沈阳市沈北新区孝信街12号

邮编：110135

业务电话：024-89759525，13019387686

投诉电话：13019387686

传真：024-89759560

E-mail: 13019387686@163.com

核工业东北分析测试中心

监 测 报 告

监测项目：环境空气中氡(²²²Rn)、氡(²²²Rn)子体 α 潜能、TSP、SO₂、NO_x 报告编号：2024-1011
监测日期：2024-02-20~2024-02-22 监测依据：HJ1218-2021；EJ378-1989；HJ1263-2022；HJ482-2009；HJ479-2009
气象参数：晴；-12~-18℃；东北风，2.3~3.8 m/s；92.4~92.9kPa

序号	监测 编号	监测地点	氡 (²²² Rn)			氡 (²²² Rn) 子体 α 潜能			TSP			SO ₂			NO _x		
			第一 天	第二 天	第三 天	第一 天	第二 天	第三 天	第一 天	第二 天	第三 天	第一 天	第二 天	第三 天	第一 天	第二 天	第三 天
1	DQ-K1	额尔登巴特尔家	Bq/m ³ 8.74	Bq/m ³ 8.70	Bq/m ³ 8.60	nJ/m ³ 20.6	nJ/m ³ 20.7	nJ/m ³ 21.3	μg/m ³ 103	μg/m ³ 101	μg/m ³ 103	mg/m ³ 0.010	mg/m ³ 0.009	mg/m ³ 0.011	mg/m ³ 0.009	mg/m ³ 0.010	mg/m ³ 0.009
2	DQ-K2	其其格家	8.46	8.29	8.34	19.2	19.7	20.8	/	/	/	/	/	/	/	/	/
3	DQ-K3	乌里家	8.25	8.12	8.40	20.4	19.3	19.5	/	/	/	/	/	/	/	/	/
4	DQ-K4	首采区	8.36	8.50	8.39	20.5	20.0	20.9	/	/	/	/	/	/	/	/	/
5	DQ-K5	阿拉腾吉日勒家	8.44	8.53	8.62	20.6	19.4	20.2	104	106	104	0.009	0.010	0.008	0.008	0.009	0.008
6	DQ-K6	萨仁毕力格家	8.28	8.19	8.17	19.7	19.2	20.1	/	/	/	/	/	/	/	/	/
7	DQ-K7	阿拉达日图家	8.12	8.25	8.07	19.3	20.6	18.9	/	/	/	/	/	/	/	/	/
8	DQ-K8	备采区	8.16	8.18	8.22	19.8	19.9	20.4	/	/	/	/	/	/	/	/	/
9	DQ-K9	赛罕塔拉嘎查	8.68	8.57	8.74	19.4	19.3	19.3	/	/	/	/	/	/	/	/	/

编制：魏心宇

校核：WY

核工业东北分析测试中心

监测报告

监测项目：环境 γ 辐射剂量率 报告编号：2024-1011
监测日期：2024-02-21 监测依据：HJ1157-2021

序号	监测编号	监测地点	环境 γ 辐射剂量率*，nGy/h			
			最小值	最大值	平均值 ($n=20$)	标准偏差
1	γ -1	额尔登巴特尔家	96	108	100	3
2	γ -2	其其格家	90	103	98	3
3	γ -3	乌那家	93	99	96	2
4	γ -4	首采区	91	107	97	4
5	γ -5	阿拉腾格日勒家	99	104	101	2
6	γ -6	萨仁毕力格家	95	103	98	2
7	γ -7	阿拉达日图家	88	101	94	3
8	γ -8	备采区	91	106	95	3
9	γ -9	赛罕塔拉嘎查	92	110	99	5

*备注：监测数据未扣除宇宙射线的响应。

编制：魏代飞

校核：张明

核工业东北分析测试中心

监测报告

监测项目：环境噪声 报告编号：2024-1011
监测日期：2024-02-20~2024-02-21 监测依据：GB3096-2008
气象参数：晴；-15~-18℃；东北风，2.3~3.3 m/s；92.6~92.9kPa

序号	监测编号	监测地点	第一天		第二天	
			L_{eq}	L_{α}	L_{eq}	L_{α}
			dB(A)	dB(A)	dB(A)	dB(A)
1	ZS-1	额尔登巴特尔家	46	41	47	42
2	ZS-2	阿拉腾格日勒家	45	39	46	40
3	ZS-3	首采区	43	37	44	38
4	ZS-4	备采区	45	39	42	37

编制：魏心宇

校核：何明

核工业东北分析测试中心

监测报告

样品名称：地下水 原样状态：液 样品包装：桶 样品数量：10 检测类别：委托 报告编号：2024-1011
取样日期：2024-02-22 检测日期：2024-02-24 ~ 2024-03-24
检测依据：HJ700-2014；GB/T11214-1989；HJ813-2016；HJ1323-2023；HJ898-2017；HJ776-2015；《水和废水监测分析方法》（第四版）
3.1.12 (1) -2002；HJ84-2016；HJ535-2009；HJ694-2014；GB/T 7467-1987；GB/T 11892-1989；GB 7477-1987；HJ/T51-1999；HJ1147-2020

序号	样品名称	监测编号	采样地点	U ₅₀ μg/L	²²⁶ Ra mBq/L	²¹⁰ Po mBq/L	²¹⁰ Pb mBq/L	总 α Bq/L	总 β Bq/L	K mg/L	Na mg/L	Ca mg/L	Mg mg/L	CO ₃ ²⁻ mg/L
1	地下水	DXS-1	阿拉腾格日勒家	43.4	76.11	6.33	7.6	1.22	0.698	4.72	721	65.8	60.1	<5
2	地下水	DXS-2	萨仁毕力格家	56.8	78.28	7.37	6.9	1.52	0.600	5.36	528	71.8	71.5	<5
3	地下水	DXS-3	阿拉达日图家	33.7	48.84	6.59	5.4	0.883	0.405	4.37	450	79.9	77.9	<5
4	地下水	DXS-4	额尔登巴特尔家	10.6	47.00	6.97	8.7	0.340	0.491	8.16	382	62.7	54.7	<5
5	地下水	DXS-5	格日勒巴特尔家	10.4	44.21	6.77	8.6	0.372	0.467	5.61	435	55.8	46.0	<5
6	地下水	DXS-6	乌那家	11.5	41.56	8.05	6.8	0.337	0.480	6.68	343	67.8	54.4	<5
7	地下水	DXS-7	赛罕塔拉嘎查	47.7	49.11	8.15	7.3	1.29	0.523	7.80	411	61.6	68.5	<5
8	地下水	DXS-8	W-BC	10.0	534	25.15	27.2	0.976	0.359	12.6	436	4.51	9.61	109
9	地下水	DXS-9	W-BD1	10.1	569	45.34	48.5	1.30	3.14	101	391	41.3	30.8	<5
10	地下水	DXS-10	W-BD2	18.6	549	24.21	28.4	1.51	2.45	79.5	607	28.6	79.2	<5

编制： 魏 宇 宇

校核： 叶 叶 叶

核工业东北分析测试中心

监测报告

样品名称：地下水 原样状态：液 样品包装：桶 样品数量：10 检测类别：委托 报告编号：2024-1011
取样日期：2024-02-22 检测日期：2024-02-24 ~ 2024-03-24
检测依据：HJ700-2014; GB/T11214-1989; HJ813-2016; HJ1323-2023; HJ898-2017; HJ776-2015; 《水和废水监测分析方法》(第四版)
3.1.12 (1) -2002; HJ84-2016; HJ535-2009; HJ694-2014; GB/T 7467-1987; GB/T 11892-1989 ; GB 7477-1987; HJ/T51-1999; HJ1147-2020

序号	样品名称	监测编号	采样地点	HCO ₃ ⁻ mg/L	Cl ⁻ mg/L	SO ₄ ²⁻ mg/L	NH ₃ -N mg/L	NO ₃ ⁻ mg/L	NO ₂ ⁻ mg/L	As μg/L	Hg μg/L	Cr ⁶⁺ μg/L	Zn μg/L	Cu μg/L
1	地下水	DXS-1	阿拉腾格日勒家	447	801	440	<0.025	21.4	<0.016	19.7	<0.04	<4	6.64	1.81
2	地下水	DXS-2	萨仁毕力格家	564	546	387	<0.025	12.1	<0.016	10.9	0.07	<4	5.68	1.35
3	地下水	DXS-3	阿拉达日图家	467	492	420	<0.025	6.63	<0.016	13.1	<0.04	<4	7.12	1.27
4	地下水	DXS-4	额尔登巴特尔家	364	409	320	<0.025	5.16	<0.016	6.73	0.05	<4	30.2	1.54
5	地下水	DXS-5	格日勒巴特尔家	558	366	296	0.43	5.12	<0.016	9.02	<0.04	5.60	1.54	0.79
6	地下水	DXS-6	乌那家	362	369	302	<0.025	9.30	<0.016	7.18	<0.04	<4	1.02	0.84
7	地下水	DXS-7	赛罕塔拉嘎查	524	355	353	0.081	25.6	<0.016	6.36	<0.04	5.22	16.3	5.64
8	地下水	DXS-8	W-BC	176	360	168	0.47	1.08	<0.016	4.27	<0.04	4.17	1.83	1.04
9	地下水	DXS-9	W-BD1	555	282	327	0.17	14.0	<0.016	5.08	<0.04	<4	54.2	1.31
10	地下水	DXS-10	W-BD2	972	416	440	0.081	1.16	<0.016	6.20	<0.04	<4	60.8	3.19

编制：张心宁

校核：HJM

核工业东北分析测试中心

监测报告

样品名称：地下水 原样状态：源 样品包装：桶 样品数量：10 检测类别：委托 报告编号：2024-1011
取样日期：2024-02-22 检测日期：2024-02-24 ~ 2024-03-24
检测依据：HJ700-2014；GB/T11214-1989；HJ813-2016；HJ323-2023；HJ898-2017；HJ899-2017；HJ776-2015；《水和废水监测分析方法》（第四版）
3.1.12（1）-2002；HJ84-2016；HJ535-2009；HJ694-2014；GB/T 7467-1987；GB/T 11892-1989；GB 7477-1987；HJ/T51-1999；HJ1147-2020

序号	样品名称	监测编号	采样地点	Pb	Cd	Fe	Mn	Mo	TDS	总硬度	F ⁻	COD _{Mn}	pH
				μg/L	μg/L	mg/L	μg/L	μg/L	mg/L	mg/L	mg/L	mg/L	
1	地下水	DXS-1	阿拉腾格日勒家	0.28	<0.05	0.03	3.87	10.9	2337	412	0.950	<0.5	8.0
2	地下水	DXS-2	萨仁毕力格家	0.16	<0.05	0.03	3.04	13.7	1904	474	1.31	<0.5	7.9
3	地下水	DXS-3	阿拉达日图家	0.37	<0.05	0.02	2.59	12.0	1765	520	1.13	<0.5	7.9
4	地下水	DXS-4	额尔登巴特尔家	0.24	<0.05	0.05	5.29	7.37	1424	382	0.727	<0.5	7.9
5	地下水	DXS-5	格日勒巴特尔家	0.26	<0.05	0.06	25.4	6.03	1490	329	0.147	<0.5	7.8
6	地下水	DXS-6	乌那家	0.20	<0.05	0.02	1.92	8.24	1334	393	1.32	<0.5	7.8
7	地下水	DXS-7	赛罕塔拉嘎查	0.28	<0.05	0.04	2.57	8.05	1544	436	1.95	<0.5	7.9
8	地下水	DXS-8	W-BC	0.33	<0.05	0.08	2.01	11.1	1189	51.03	0.205	<0.5	9.3
9	地下水	DXS-9	W-BD1	0.47	<0.05	0.03	32.7	7.14	1465	230	0.618	<0.5	8.2
10	地下水	DXS-10	W-BD2	7.50	<0.05	0.02	209	5.68	2138	398	0.205	<0.5	8.0

编制：魏心宇

校核：张明

核工业东北分析测试中心

监测报告

样品名称：土壤 固样状态：固 样品包装：袋 样品数量：5 检测类别：委托 报告编号：2024-1011
取样日期：2024-02-22 检测日期：2024-02-24 ~ 2024-03-24
检测依据：GB/T14506.30-2010; GB/T13073-2010; GB/T22105-2008; HJ491-2019; HJ 1082-2019; HJ962-2018

序号	样品名称	监测编号	采样地点	U ²³⁸ μg/g	²²⁶ Ra Bq/kg	As mg/kg	Cd μg/g	Hg mg/kg	Pb μg/g	Cr mg/kg	Cr ⁶⁺ μg/g	Zn μg/g	Ni μg/g	Cu μg/g	pH
1	土壤	TU-1	额尔登巴特尔家	1.10	22.85	5.12	0.053	0.0206	13.70	18	<0.5	27.64	25.05	16.93	8.26
2	土壤	TU-2	阿拉腾格日勒家	1.47	31.14	4.59	0.088	0.0253	14.25	25	<0.5	33.80	25.07	18.79	7.93
3	土壤	TU-3	赛罕塔拉嘎查	1.16	27.51	5.72	0.088	0.0179	15.41	18	<0.5	33.24	10.86	11.25	8.42
4	土壤	TU-4	首采区	1.28	33.49	5.50	0.058	0.0163	12.40	19	<0.5	20.59	22.82	10.89	8.30
5	土壤	TU-5	备采区	1.54	35.97	6.51	0.091	0.0278	17.91	35	<0.5	35.50	29.13	21.55	7.95

编制：张心宇

校核：KM

核工业东北分析测试中心

监测报告

样品名称: 牧草 原样状态: 固 样品包装: 袋 样品数量: 5 检测类别: 委托 报告编号: 2024-1011
取样日期: 2024-02-22 检测日期: 2024-02-24 ~ 2024-03-24
检测依据: HJ840-2017; GB14883.6-2016; GB/T16145-2022; GB14883.5-2016

序号	样品名称	监测编号	采样地点	U _{eq}	²³⁰ Ra	²¹⁰ Pb	²¹⁰ Po
				μg/kg (干)	Bq/kg (干)	Bq/kg (干)	Bq/kg (干)
1	牧草	MC-1	额尔登巴特尔家	1.60	0.099	0.16	0.15
2	牧草	MC-2	阿拉腾格日勒家	1.82	0.10	0.18	0.15
3	牧草	MC-3	赛罕塔拉嘎查	1.65	0.088	0.12	0.13
4	牧草	MC-4	苗梁区	1.59	0.094	0.14	0.16
5	牧草	MC-5	备梁区	1.74	0.098	0.14	0.13

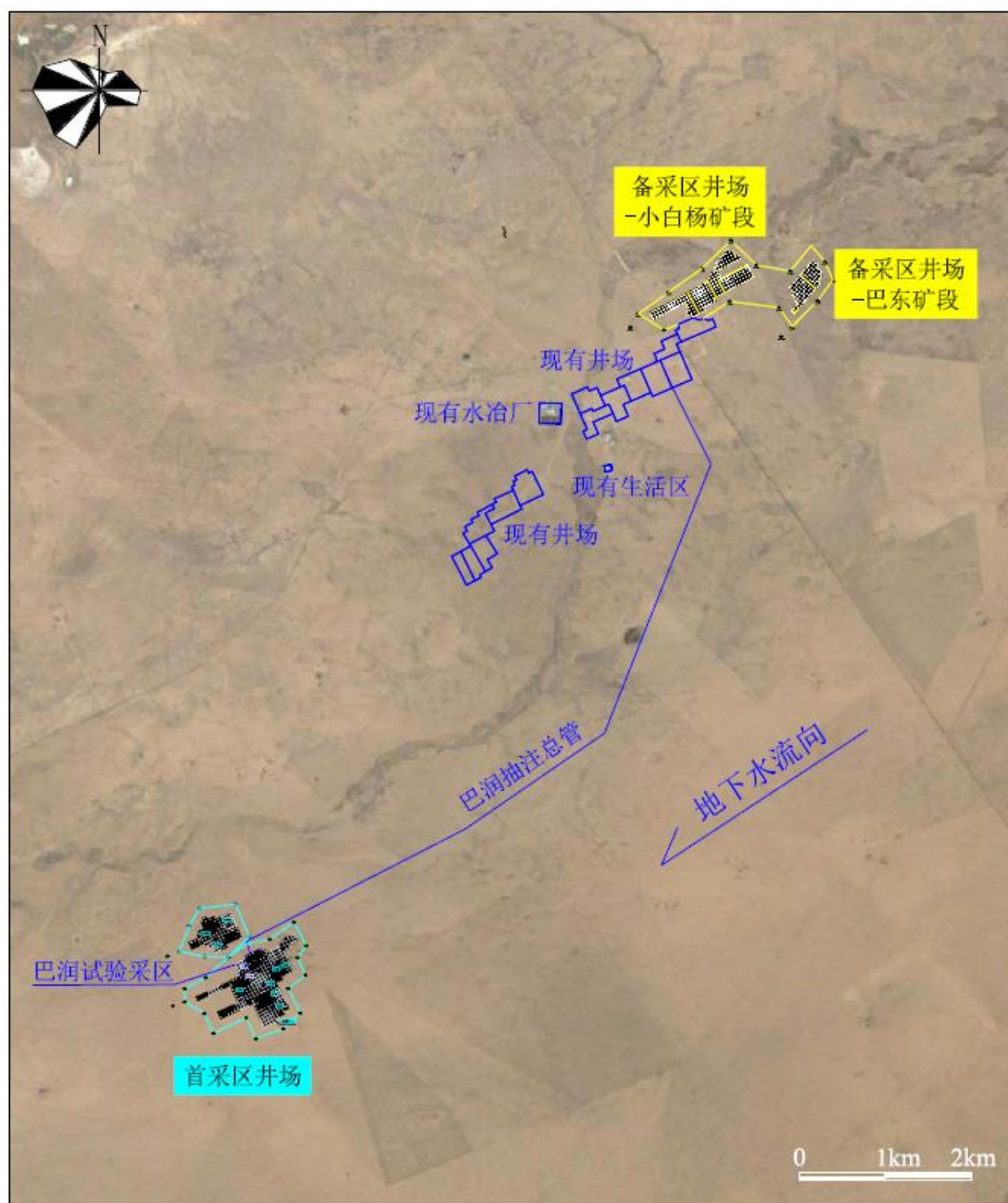
以下空白

编制: 魏志宇

校核: 62117-



附图 1 总平面布置图



附图 2 首采区钻孔布置图

