

| | |
|------|----|
| 密 级 | —— |
| 版 次 | A |
| 本册编号 | |

新疆中核天山铀业有限公司
七三七、七三九地浸采铀延续工程
环境影响报告书

新疆中核天山铀业有限公司

二〇二三年二月



| | |
|------|----|
| 密 级 | —— |
| 版 次 | A |
| 本册编号 | |

新疆中核天山铀业有限公司
七三七、七三九地浸采铀延续工程
环境影响报告书



新疆中核天山铀业有限公司

新疆中核天山铀业有限公司
七三七、七三九地浸采铀延续工程
环境影响报告书



新疆中核天山铀业有限公司

法人代表：黄群英

通讯地址：新疆伊宁市斯大林街4巷28号

邮政编码：835000

打印编号: 1648799388000

编制单位和编制人员情况表

| | | | |
|------------------|---|----------|---|
| 项目编号 | h6cbph | | |
| 建设项目名称 | 新疆中核天山铀业有限公司七三七、七三九地浸采铀延续工程 | | |
| 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) | 新疆中核天山铀业有限公司 | | |
| 统一社会信用代码 | 9165400074220482XH | | |
| 法定代表人 (签章) | 黄群英  | | |
| 主要负责人 (签字) | 黄群英  | | |
| 直接负责的主管人员 (签字) | 吴黎武  | | |
| 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 |
| 曹风波 | 11351343510130222 | BH018161 |  |
| 2. 主要编制人员 | | | |
| 姓名 | 主要编写内容 | 信用编号 | 签字 |
| 陈帅瑶 | 第2、7章 | BH018169 |  |
| 李梦姣 | 第7、10、12、13章 | BH018175 |  |
| 张云涛 | 第4、5、6、8、9章 | BH018149 |  |
| 曹风波 | 第1、3、11、14章 | BH018161 |  |

前 言

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

2019年4月，国防科工局下达《国防科工局关于中国核工业集团有限公司天然铀产能布局调整方案的批复》（科工二司〔2019〕431号），国内天然铀开发重点建设新疆伊犁、内蒙古鄂尔多斯和内蒙古通辽3个千吨级绿色铀矿大基地。

新疆中核天山铀业有限公司的前身为国营七三一矿，自1985年开始，先后在新疆伊犁盆地512矿床、511矿床、513矿床、510矿床和吐哈盆地十红滩516矿床开展了室内条件试验、半工业试验和工业试验，逐步建成七三七厂、七三九厂和七三五厂三个军品生产单位和七三八厂地浸采铀半工业性试验单位，成为国内生产规模最大的天然铀生产基地。2002年7月七三一矿实施政策性关闭，军品部分从母体剥离，经原国防科工委批准成立了新疆中核天山铀业有限公司，隶属于中国铀业有限公司，是中国核工业集团有限公司在新疆境内唯一从事铀矿采冶、销售及科研的综合性国有企业，是我国采用原地浸出技术开采天然铀的最大生产基地，也是国土资源部、财政部批准的全国首批40家矿产资源综合利用示范基地之一。

七三七厂是我国第一座采用原地浸出工艺进行工业化生产的铀矿山，开采矿床为库捷尔太铀矿床，目前产能为XXtU/a；七三九厂是继七三七厂后开拓的我国第二座地浸铀矿山，开采矿床为扎吉斯坦铀矿床，目前产能为XXtU/a。开采至今两个矿床保有铀资源已经濒临枯竭，生产能力逐年下降。

本项目为七三七、七三九地浸采铀延续工程（以下简称“七三七延续工程”、“七三九延续工程”），项目建设充分利用七三七厂、七三九厂现有生产和生活设施，并遵循绿色现代化铀矿山的建设理念，建成后可进一步提高新疆中核天山铀业有限公司的天然铀生产能力，继续维持新疆伊犁盆地千吨级

铀矿大基地的平稳运行，从而确保一段时间内军工铀资源供应的万无一失，可以应对复杂的国际形势，充分发挥我国天然铀产业“压舱石”作用，可以切实巩固国家赋予天然铀产业的“军工基石、核电粮仓”的发展定位。

2022年XX月，国防科工局以科工计（XXXX）XXX号文“国防科工局关于新疆中核天山铀业有限公司七三七、七三九地浸采铀延续工程项目申请报告的批复”对该项目进行了批复。

根据《中华人民共和国环境影响评价法》、《建设项目环境保护管理条例》等有关法律法规的要求，新疆中核天山铀业有限公司委托中核第四研究设计工程有限公司承担该项目的环境影响评价工作。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，委托有资质部门开展了环境质量现状和本底监测，于2023年2月完成了报告书的编制工作，现提交生态环境部审查。

本报告书环境监测工作由核工业二一六大队检测研究院负责，新疆中核天山铀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..... | 2 |
| 1.3 | 本项目与现有工程关系..... | 2 |
| 1.4 | 编制依据..... | 7 |
| 1.5 | 评价范围..... | 9 |
| 1.6 | 评价因子..... | 13 |
| 1.7 | 评价控制指标..... | 14 |
| 1.8 | 主要环境保护目标..... | 18 |
| 1.9 | 区域地浸采铀工程的相互位置关系..... | 18 |
| 2 | 评价区域环境概况 | 20 |
| 2.1 | 地理位置..... | 20 |
| 2.2 | 地形地貌..... | 20 |
| 2.3 | 地质..... | 21 |
| 2.4 | 水文..... | 28 |
| 2.5 | 气候与气象..... | 38 |
| 2.6 | 地表水..... | 42 |
| 2.7 | 土地和水体利用..... | 44 |
| 2.8 | 生态和资源开发利用..... | 44 |
| 2.9 | 产业政策与“三线一单”符合性..... | 45 |
| 2.10 | 社会环境..... | 49 |
| 3 | 工程分析 | 57 |
| 3.1 | 现有工程基本情况..... | 57 |
| 3.2 | 本项目工程概况..... | 72 |
| 3.3 | 七三七地浸采铀延续工程分析..... | 73 |
| 3.4 | 七三九地浸采铀延续工程分析..... | 96 |
| 3.5 | 三本账..... | 121 |
| 3.6 | “以新带老”分析..... | 122 |

| | | |
|-----------|----------------------|------------|
| 3.7 | 废物最小化 | 123 |
| 4 | 环境质量状况 | 124 |
| 4.1 | 本底数据 | 124 |
| 4.2 | 监测目的 | 126 |
| 4.3 | 监测方案 | 126 |
| 4.4 | 调查结果与分析 | 132 |
| 5 | 施工期环境影响 | 147 |
| 5.1 | 环境影响因素 | 147 |
| 5.2 | 环境影响分析 | 148 |
| 6 | 辐射环境影响预测与评价 | 155 |
| 6.1 | 排放源项 | 155 |
| 6.2 | 环境影响途径 | 157 |
| 6.3 | 辐射评价基本参数设置 | 157 |
| 6.4 | 估算结果与分析 | 158 |
| 6.5 | 公众辐射环境影响评价 | 170 |
| 7 | 地下水环境影响评价 | 171 |
| 7.1 | 井场地下水环境影响评价 | 171 |
| 7.2 | 蒸发池地下水环境影响分析 | 187 |
| 8 | 运行期非放射性环境影响分析 | 189 |
| 8.1 | 大气环境影响分析 | 189 |
| 8.2 | 水环境影响分析 | 190 |
| 8.3 | 固体废物环境影响分析 | 190 |
| 8.4 | 声环境影响分析 | 190 |
| 9 | 事故环境影响分析 | 193 |
| 9.1 | 事故的环境影响 | 193 |
| 9.2 | 环境风险评价 | 199 |
| 10 | 环境保护措施及其可行性论证 | 203 |
| 10.1 | 施工期环境保护措施及其可行性论证 | 203 |
| 10.2 | 运行期环境保护措施及其可行性论证 | 206 |

| | | |
|-----------|-------------------------|------------|
| 11 | 环境影响经济损益分析 | 216 |
| 11.1 | 环境影响经济损益分析 | 216 |
| 11.2 | 环境保护投资分析 | 217 |
| 12 | 环境管理及监测计划 | 220 |
| 12.1 | 环境管理 | 220 |
| 12.2 | 监测计划 | 222 |
| 12.3 | 采样及测量方法 | 227 |
| 12.4 | 监测机构及设备配置 | 229 |
| 12.5 | 监测质量保证 | 229 |
| 12.6 | 环境保护“三同时”验收一览表 | 230 |
| 13 | 退役治理与长期监护 | 233 |
| 13.1 | 退役治理 | 233 |
| 13.2 | 长期监护 | 241 |
| 14 | 结论与建议 | 243 |
| 14.1 | 结论 | 243 |
| 14.2 | 建议 | 250 |

附件：

附件 1：环评委托书；

附件 2：关于七三七地浸采铀延续工程建设范围是否占用生态保护红线的复函，第四师可克达拉市自然资源和规划局，2022 年 3 月 29 日；

附件 3：关于七三九地浸采铀延续工程建设范围是否占用生态保护红线的复函，察布查尔县自然资源局，2022 年 3 月 24 日。

附图：

七三七延续工程：

附图 1：七三七延续工程总体布置图；

附图 2：七三七延续工程吸附区平面布置图；

附图 3：七三七现有工程水冶厂平面布置图；

附图 4：七三七延续工程井场布置图。

七三九延续工程：

附图 5：七三九延续工程总体布置图；

附图 6：七三九延续工程吸附区平面布置图；

附图 7：七三九现有工程水冶厂平面布置图；

附图 8：七三九延续工程井场布置图。

1 概述

1.1 项目基本情况

1) 项目名称：新疆中核天山铀业有限公司七三七、七三九地浸采铀延续工程。

2) 建设性质：本项目为改扩建项目，属铀矿采冶行业，最终产品为“111”。

3) 建设单位：新疆中核天山铀业有限公司。

4) 生产规模

本项目将洪海沟铀矿床、蒙南铀矿床分别作为七三七（库捷尔太铀矿床）和七三九（扎吉斯坦铀矿床）延续资源，本项目投产后，总体生产规模为XXtU/a，其中七三七厂产能达到XXtU/a，七三九厂产能维持XXtU/a。

其中，洪海沟铀矿床共布置9个采区，设置钻孔641个，其中抽出井224个，注入井386个，监测井31个，井场年浸出液抽出量为601.45万m³/a。

蒙南铀矿床共布置10个采区，设置钻孔744个，其中抽出井245个，注入井469个，监测井30个，井场年浸出液抽出量为182.28万m³/a。

5) 服务年限

七三七延续工程服务年限为20a，其中项目建设期2a，生产期18a。

七三九延续工程服务年限为15a，其中项目建设期2a，生产期13a。

6) 工作制度：年工作350d，井场、浸出液吸附和处理厂房工作人员为3班/d、8h/班；其余为1班/d、8h/班。

7) 建设地点：七三七延续工程位于新疆生产建设兵团第四师可克达拉市六十七团境内；七三九延续工程位于新疆维吾尔自治区伊犁哈萨克自治州察布查尔县加尕斯台镇境内。

8) 项目投资：本项目建设投资34928万元，其中环保投资1917万元，环保投资占建设投资的5.49%。

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包括井场、水冶设施以及厂外工程，主要建设内容见表 1.2-1。

表 1.2-1 本项目建设内容一览表

| 矿点 | 子项 | 建设内容 |
|---------|------|---|
| 七三七延续工程 | 井场 | 包括井场钻孔（含生产钻孔和监测井）、集配液设施、井场集控室、氧气站、硫酸库、综合管网等，全部新建。 |
| | 水冶设施 | 包括浸出液吸附厂房和蒸发池（井场新建）、原浸出液处理厂房（改造）、新建变配电站。 |
| | 厂外工程 | 包括厂外道路、供电线路、通信线路等。 |
| 七三九延续工程 | 井场 | 包括井场钻孔（含生产钻孔和监测井）、集配液设施、井场集控室、气体站、综合管网等，全部新建。 |
| | 水冶设施 | 包括浸出液吸附厂房和蒸发池（井场新建）、原浸出液处理厂房（扩建，包含扩建淋洗转型设施、综合沉淀设施）、化工原料库（扩建，主要为试剂集中配制设施）、酸库（扩建，增设盐酸贮罐）、新建产品库以及消防泵房及供水设施间、消防水池等。 |
| | 厂外工程 | 包括厂外道路、供电线路、通信线路等。 |

1.2.2 总体规划

本项目为七三七、七三九地浸采铀延续工程，项目充分利用七三七厂、七三九厂现有生产和生活设施，并遵循绿色现代化铀矿山的建设理念，提高生产机械化、自动化、数字化和信息化水平，实现老矿山更安全、更环保、更高效、更经济、更智能的生产目标。

此外，按照设计规模，本项目水冶设施、厂外工程均为一次性建设；另外，根据矿体的赋存情况以及项目设计规模，井场划分为首采段和备采段分批建设，总体上沿着矿层走向方向开拓。

1.3 本项目与现有工程关系

1.3.1 本项目与七三七现有工程的关系

本项目是在七三七现有工程的基础上，对库捷尔太铀矿床西北侧的洪海沟铀矿床蕴含的铀资源进行开采，弥补七三七厂产能的缺失。

其中，本延续工程开采范围为洪海沟矿床 K28~K35 勘探线内的资源，位于七三七现有工程水冶厂西北侧约 6.7km 处，新建井场、蒸发池、吸附区

（包括浸出液吸附厂房、集配液设施、氧气站、硫酸库）等。

另外，本延续工程浸出液经吸附厂房处理后的饱和树脂由树脂倒运车送至七三七现有工程的水冶厂进行后续处理，因此本项目充分利用七三七现有工程的水冶厂、生产辅助设施，仅对水冶厂浸出液处理厂房内的部分工艺设备进行新增或更换。

七三七延续工程与现有工程的依托利旧关系见表 1.3-1，七三七延续工程与七三七现有工程位置关系图详见图 1.3-1。

表 1.3-1 七三七延续工程与现有工程的依托利旧关系

| 类别 | 项目 | 七三七现有工程主要设施现状 | 本延续工程依托利旧关系 |
|--------|---------|---|---|
| 井场 | 采区 | 七三七厂生产至今共设置采区 19 个。其中 5 个采区属于关停维护期，目前共投入 14 个采区，935 个生产井，其中抽出井 242 个，注入井 693 个，监测井 100 个。 | 不依托 本项目新建采区、集配液区和硫酸库 |
| | 集配液罐及泵房 | 现有 6 台集液罐总容积 690 m ³ ，6 台配液罐总容积 690m ³ ，集配液罐旁布置集配液泵房。 | |
| | 硫酸库 | 现有 4 个硫酸储罐总容积 400m ³ ，硫酸储罐区设有围堰。 | |
| 水冶厂 | 浸出液处理厂房 | 建筑面积 1854m ² ，用于井场浸出液的处理。建筑结构为四层（局部二层）钢筋混凝土框架结构。包括吸附区、沉淀区以及空压机房等；另外，厂房外侧布置 2 座 50m×25m×2.2m 母液回收蒸发池。 | 部分依托 本项目新建浸出液吸附厂房，饱和树脂运至现有浸出液处理厂房进行后续处理，并更新部分设备。 |
| | 蒸发池 | 现有蒸发池 7 座，总面积 18200m ² ，蒸发池采用梯形断面，有效池深 1.2m，池底铺设复合土工膜，膜上铺 30cm 厚的夯实粘土作为保护层。 | 不依托 本项目在井场附近新建蒸发池 |
| 生产辅助设施 | 产品库 | 主要贮存“111”金属产品，建筑面积 216m ² ，产品库设置由防盗报警系统及监视系统组成的实物保护系统。 | 依托 |
| | 化工原料库 | 单层砖混结构，建筑面积 48m ² ，用于储存滤布、氢氧化钠等生产所需的原料。 | 依托 |
| | 固体废物贮存库 | 固体废物贮存库尺寸为 76m×50m，库内入口处设 24h 电视监控系统，库底作防渗处理。 | 依托 |
| 生活区 | | 包括办公室、宿舍、车库和食堂等。 | 依托 |

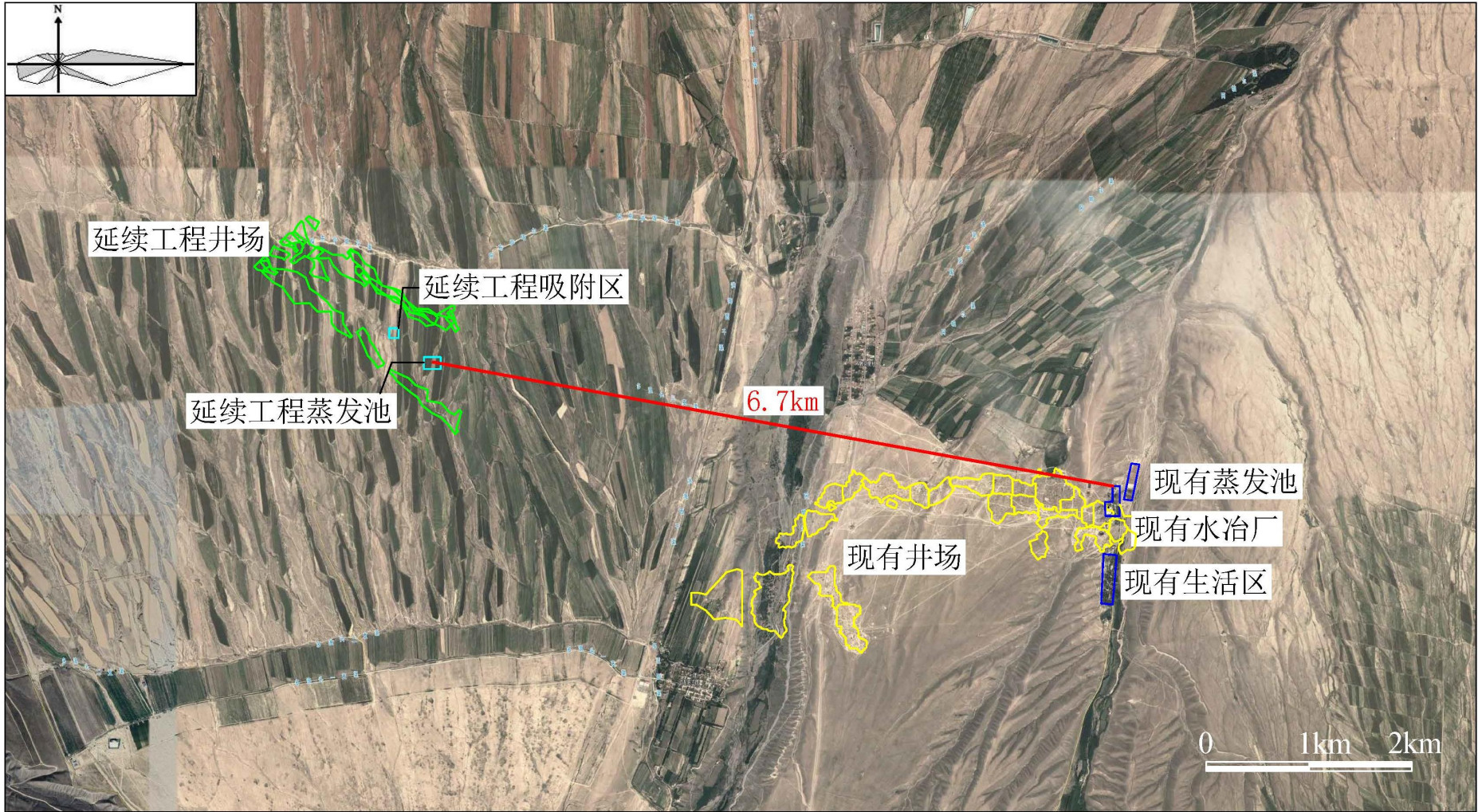


图 1.3-1 七三七延续工程与七三七现有工程位置关系图

1.3.2 本项目与七三九现有工程的关系

本项目是在七三九现有工程的基础上，对扎吉斯坦铀矿床南侧的蒙南铀矿床蕴含的铀资源进行开采，弥补七三九厂产能的缺失。

其中，本延续工程开采范围为蒙南矿床 P0 线以西的资源，位于七三九现有工程水冶厂西南侧 1.55km 处，新建井场、蒸发池、吸附区（包括吸附处理厂房、气体站）等。

另外，本延续工程浸出液经吸附厂房处理后的饱和树脂由树脂倒运车送至七三九现有工程水冶厂进行后续处理，由于蒙南铀矿床采用 CO_2+O_2 地浸工艺，而七三九现有工程采用酸法地浸工艺，饱和树脂后续处理工艺不同，因此对七三九现有工程浸出液处理厂房进行扩建，即在现有厂房东侧贴建新厂房，并新增淋洗转型设施和沉淀综合改造设施等。

除此之外，本项目充分利用七三九现有工程的生产辅助设施和生活区，仅对生产辅助设施不足部分进行填平补齐。

七三九延续工程与现有工程的依托利旧关系见表 1.3-2，七三九延续工程与七三九现有工程位置关系图详见图 1.3-2。

表 1.3-2 七三九延续工程与现有工程的依托利旧关系

| 类别 | 项目 | 七三九现有工程主要设施现状 | 本延续工程依托利旧关系 |
|-----|---------|--|---|
| 井场 | 采区 | 七三九厂生产至今共设置采区 18 个。其中 5 个采区属于关停维护期，目前共投入 13 个生产采区，598 个生产井，其中抽出井 203 个，注入井 307 个，监测井 88 个。 | 不依托 本项目新建采区、吸附区（含集配液设施），且本项目采用 CO_2+O_2 地浸工艺，故在吸附区设置气体站。 |
| | 集配液池及泵房 | 集液池共计 5 座，总容积 780m ³ ，每个集液池旁边布置一个集液泵房。 配液池共计 2 座，总容积为 430m ³ ，配液泵房布置在配液池的旁边。 | |
| 水冶厂 | 浸出液处理厂房 | 建筑面积 2174m ² ，用于井场浸出液的处理。建筑结构为三层（局部二层）钢筋混凝土框架结构。包括吸附区、沉淀区及产品库。另外，厂房外侧布置 2 座 30m×40m×2m 母液回收蒸发池。 | 部分依托 本项目新建浸出液吸附厂房，并在现有浸出液处理厂房旁扩建淋洗转型设施和沉淀综合改造设施等厂房。仅共用母液回收蒸发池。 |
| | 蒸发池 | 现有蒸发池 8 座，总面积 19200m ² ，蒸发池采用梯形断面，有效池深 1.2m，池底铺设复合土工膜作为防渗层，膜上铺 30cm 厚的夯实粘土作为保护层。 | 不依托 本项目在井场附近新建蒸发池 |

| 类别 | 项目 | 七三九现有工程主要设施现状 | 本延续工程依托利旧关系 |
|----------------|------------------|--|---|
| 生产 辅助 设施 | 产品库 | 主要贮存“111”金属产品，建筑面积136m ² 。产品库设置由防盗报警系统及监视系统组成的实物保护系统。 | 不依托 本项目新建产品库 |
| | 化工原料库 | 单层砖混结构，建筑面积224.96m ² ，主要用于储存氢氧化钠等生产所需的化工原料。 | 依托 在该库基础上扩建试剂集中配制设施 |
| | 固体废物贮存库 | 固体废物贮存库尺寸为40m×20m，库内入口处设电视监控系统，库底作防渗处理。 | 依托 |
| | 硫酸库 | 现有硫酸储罐2个，容积共计215m ³ ；硫酸罐区设有围堰。 | 不依托 本项目在该库基础上扩建，设置盐酸库 |
| | 供热设施 | 采用空气源热泵，为生活区和生产区提供采暖热媒。 | 依托 本项目新增空气源热泵机组，为新建井场、吸附区和改造的浸出液处理厂房供热 |
| 生活区 | 包括办公室、宿舍、车库和食堂等。 | 依托 | |

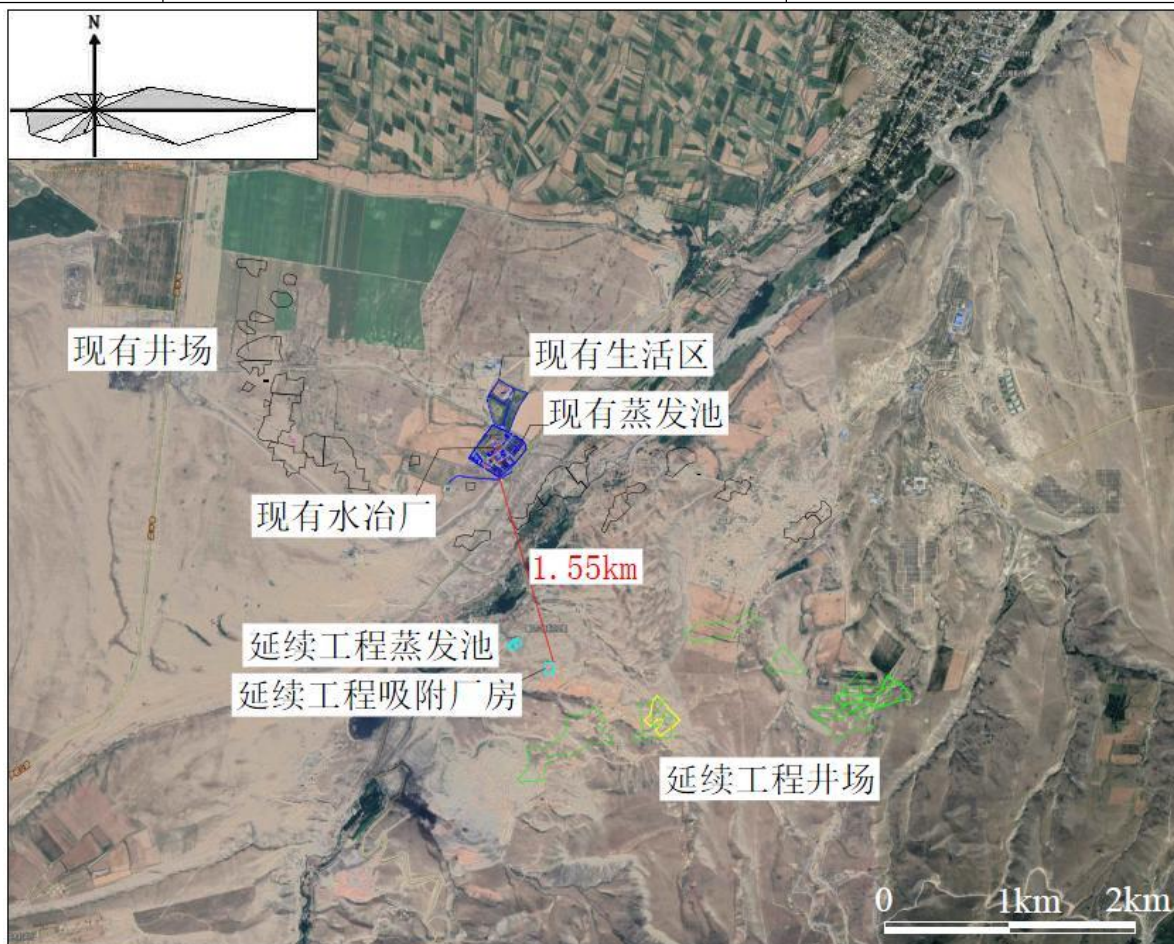


图 1.3-2 七三九延续工程与七三九现有工程位置关系图

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) 《中华人民共和国草原法》2013年6月29日；
- 5) 《建设项目环境保护管理条例》2017年10月1日；
- 6) 《建设项目环境影响评价分类管理名录》2021年1月1日；
- 7) 《环境影响评价公众参与办法》2019年1月1日；
- 8) 《产业结构调整指导目录（2019年本）》（中华人民共和国国家发展和改革委员会令 第29号）；
- 9) 《新疆生态环境保护“十四五”规划》2021年12月24日；
- 10) 《新疆生产建设兵团“十四五”生态环境保护规划》2021年12月3日；
- 11) 《新疆维吾尔自治区实施<中华人民共和国草原法>办法》2011年10月1日；
- 12) 《新疆维吾尔自治区“三线一单”生态环境分区管控方案》（新政发〔2021〕18号）；
- 13) 《新疆生产建设兵团“三线一单”生态环境分区管控方案的通知》（新兵发〔2021〕16号）；
- 14) 《新疆维吾尔自治区七大片区“三线一单”生态环境分区管控要求》新环环评发〔2021〕162号（2021年版）；
- 15) 《新疆维吾尔自治区重点行业环境准入条件（修订）》（新环发〔2017〕1号）；
- 16) 《新疆维吾尔自治区28个国家重点生态功能区县（市）产业准入负面清单（试行）》（新发改规划〔2017〕891号）；
- 17) 《新疆维吾尔自治区17个新增纳入国家重点生态功能区县（市）产业准入负面清单（试行）》（新发改规划〔2017〕1796号）；

18)《伊犁州直“三线一单”生态环境分区管控方案》(伊州政办发〔2021〕28号);

19)《第四师可克达拉市“三线一单”生态环境分区管控方案》(师市发〔2021〕48号)。

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》(HJ169-2018);
- 8)《环境影响评价技术导则 铀矿冶》(HJ1015.1-2019);
- 9)《电离辐射防护与辐射源安全基本标准》(GB18871-2002);
- 10)《铀矿冶辐射防护和辐射环境保护规定》(GB23727-2020);
- 11)《铀矿冶辐射环境监测规定》(GB23726-2009);
- 12)《核工业铀矿冶工程设计规范》(GB50521-2009);
- 13)《地浸采铀环境保护技术规定》(EJ/T1007-2018);
- 14)《铀、钍矿冶放射性废物安全管理技术规定》(GB14585-1993);
- 15)《食品中放射性物质限制浓度标准》(GB14882-1994);
- 16)《环境空气质量标准》(GB3095-2012);
- 17)《地下水质量标准》(GB/T14848-2017);
- 18)《声环境质量标准》(GB3096-2008);
- 19)《土壤环境质量 农用地土壤污染风险管控标准》(试行)(GB15618-2018);
- 20)《土壤环境质量 建设用地土壤污染风险管控标准(试行)》(GB36600-2018);
- 21)《大气污染物综合排放标准》(GB16297-1996);
- 22)《建筑施工场界环境噪声排放标准》(GB12523-2011);
- 23)《工业企业厂界环境噪声排放标准》(GB12348-2008)。

1.4.2 相关文件

- 1) 国防科工局关于新疆中核天山铀业有限公司七三七、七三九地浸采铀延续工程项目申请报告的批复，科工计（XXX）XXX号；
- 2) 《新疆中核天山铀业有限公司七三七、七三九地浸采铀延续工程项目申请报告》，中核第四研究设计工程有限公司，2022年7月；
- 3) 《新疆察布查尔县洪海沟铀矿床 K28—K35 线勘探报告》，核工业二一六大队，2018年12月；
- 4) 《新疆察布查尔县蒙其古尔铀矿床 P0 线以西详查地质报告》，核工业二一六大队，2018年12月；
- 5) 环境质量现状监测报告；
- 6) 环境影响评价委托书。

1.5 评价范围

1.5.1 辐射环境

考虑到七三七、七三九延续工程相距超过 20km，故分别进行评价。七三七、七三九延续工程辐射环境影响评价范围均为以对居民影响最大的气载流出物新建集液罐为中心，半径 20km 的地域范围；子区划分方法为以新建集液罐为圆心，以 1、2、3、5、10、20km 为半径画 6 个同心圆，与圆心角 22.5°的 16 个方位相交划分扇形区，共 96 个评价子区。

1.5.2 非放射性环境

1) 非放射性大气环境影响评价等级与评价范围

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

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

式中： P_i —第 i 个污染物的最大地面浓度占标率，%；

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

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

本项目产生的非放射性污染物主要为七三九延续工程盐酸库无组织排放产生的 HCl，执行《环境影响评价技术导则 大气环境》(HJ2.2-2018) 中附表 D.1 中其他污染物空气质量参考限值，即 HCl 环境空气质量标准为 $50\mu\text{g}/\text{m}^3$ 。

评价工作等级按表 1.5-1 的分级判据进行划分。

表 1.5-1 大气评价工作等级划分判据

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

采用导则推荐的 AERSCREEN 估算模式，估算 HCl 的下风向轴线浓度，源项及估算结果见表 1.5-2 和表 1.5-3。

表 1.5-2 估算模式参数一览表

| 名称 | 污染物 | 源强 (kg/h) | 排气量 (m^3/h) | 排放高度 (m) | 出口内径 (m) | 温度 ($^{\circ}\text{C}$) |
|-------------|-----|--------------|----------------------------------|-------------|-------------|------------------------------|
| 盐酸库 盐酸储罐 | HCl | 0.0008 | 10 | 3.5 | 0.09 | 8.3 |

表 1.5-3 拟建项目大气环境影响估算结果

| 污染源名称 | 污染物 | C_i ($\mu\text{g}/\text{m}^3$) | C_{oi} ($\mu\text{g}/\text{m}^3$) | P_i (%) | 距离 (m) |
|-------|-----|------------------------------------|---------------------------------------|-----------|--------|
| 盐酸库 | HCl | 1.41 | 50 | 2.81 | 33 |

由上表可以看出，本项目主要大气污染物 HCl 最大占标率 P_{\max} 为 2.81%。按照评价等级估算结果和相关分析，根据导则判定标准，本项目非放射性大气环境影响评价工作等级为二级。

根据导则要求，本次非放射性大气环境影响评价范围确定为：以盐酸库为中心，边长 5km 的评价范围。

2) 地表水环境影响评价等级与评价范围

本项目生产过程中产生的废水主要包括工艺废水、洗井废水和生活污水。其中，工艺废水为吸附尾液，大部分回用于配置浸出剂，剩余 0.3% 吸附尾液排入蒸发池；洗井废水经澄清后重新注入井下；本项目不新增劳动定员，调用现有工作人员，不额外增加生活污水量，现有工程产生的生活污水经处理后回用于厂区绿化、抑尘。因此，本项目废水不外排，不会对项目周边地表水产生不良影响。根据《环境影响评价技术导则 地表水环境》(HJ 2.3-2018)

判定标准，本项目地表水环境影响评价工作等级为三级 B，可不进行地表水环境影响预测。

3) 地下水环境影响评价等级与范围

参照《环境影响评价技术导则 地下水环境》(HJ 610-2016) 中附录 A 地下水环境影响评价行业分类表，参照有色金属分类，本项目涉及冶炼环节，因此属于 I 类项目；本项目不涉及集中式水源地，且七三七、七三九延续工程周边无分散式地下水水源地，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《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较大，自然边界距离评价区较远，因此根据本项目特点以及项目所在区域的水文地质条件，本次评价采用《环境影响评价技术导则 地下水环境》(HJ 610-2016) 中自定义法确定评价范围。其中，七三七延续工程以井场为中心，在地下水上游方向延伸 800m，下游方向延伸 1200m，两侧延伸 1000m，评价区总面积 6.93km²。七三九延续工程以井场为中心，在地下水上游方向延伸 800m，下游方向延伸 1200m，两侧以隔水断裂为边界分别延伸 250m 和 1100m，评价区总面积 6.17km²。

4) 声环境影响评价等级与范围

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

5) 环境风险评价等级与范围

本项目涉及的主要危险物质为七三七延续工程使用的浸出剂硫酸以及七三九延续工程使用的酸化剂盐酸。七三七延续工程新建硫酸库最大储存量为 200t；七三九延续工程新建盐酸库储存的盐酸浓度为 30%，最大储存量为 75t，根据《企业突发环境事件风险分级方法》(HJ941-2018)，折算为浓度为 37% 的盐酸后，最大储存量约为 62t。

因此，本项目涉及的主要危险物质为硫酸和盐酸，根据《建设项目环境风险评价技术导则》(HJ169-2018) 附录 B、C、D，本项目所涉及的危险物质的临界量、危险物质及工艺系统危险性分级见表 1.5-4，行业及生产工艺、危

险物质及工艺系统危险性分级见表 1.5-5；各环境要素的环境敏感程度（E）分级见表 1.5-6，各环境要素的环境风险潜势划分及评价工作等级的确定见表 1.5-7。

表 1.5-4 危险物质的临界量、危险物质及工艺系统危险性分级相关参数

| 项目 | 临界量 (t) | 最大存量 (t) | 物质总量与临界量比值 Q | Q 划分 |
|----|---------|----------|--------------|-------------------|
| 硫酸 | 10 | 200 | 20 | $10 \leq Q < 100$ |
| 盐酸 | 7.5 | 62 | 8.3 | $1 \leq Q < 10$ |

表 1.5-5 危险物质的临界量（M）、危险物质及工艺系统危险性等级（P）判断

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

表 1.5-6 各环境要素环境敏感程度分级

| 要素 | 环境敏感性 | 分级 |
|-----|---|----|
| 大气 | 七三七延续工程、七三九延续工程新建的硫酸库、盐酸库，两处周边 5km 范围内居住区、医疗卫生、文化教育、科研、行政办公等机构人口总数小于 1 万人；且周边 500m 范围内人口总数小于 500 人。 | E3 |
| 地表水 | 七三七延续工程新建硫酸库占地长×宽为 27m×7.5m，四周设 1m 高围堰，围堰内侧采用密实钾水玻璃混凝土防腐；如发生泄漏可通过泵等对硫酸进行回收，不外排，且硫酸库周围 500m 范围内无地表水水体。 七三九延续工程新建盐酸库尺寸为 12m×6m，四周设 1m 高围堰，围堰内侧采用密实钾水玻璃混凝土防腐。如发生泄漏可通过泵等对盐酸进行回收，不外排，且盐酸库周围 500m 范围内无地表水水体。 | E3 |
| 地下水 | 新建硫酸库、盐酸库均不在集中式饮用水水源地准保护区及补给径流区，分散式饮用水水源地或特殊地下水资源保护区及以外的分布区等敏感区范围内，地下水功能按照不敏感 G3 考虑；根据地勘资料，两地包气带厚度大于 1m， $1.0 \times 10^{-6} \text{cm/s} \leq K \leq 1.0 \times 10^{-4} \text{cm/s}$ ，且分布连续、稳定，包气带防污性能均属于 D2 级，地下水环境敏感程度为 E3。 | E3 |

表 1.5-7 各环境要素的环境风险潜势划分及评价工作等级

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

综上，本项目硫酸库、盐酸库环境风险潜势为 I 级，评价工作等级均为简单分析。

6) 生态评价等级与范围

本项目占地区域内不涉及自然保护区、国家公园、自然公园等生态敏感区；不在生态保护红线内；地表水评价等级为三级 B；且地下水水位和土壤影响范围内无天然林、公益林、湿地等生态保护目标的分布；此外，七三七延续工程永久占地和临时占地面积约 0.59km²，七三九延续工程永久占地和临时占地面积约 0.64km²，本项目占地面积共计约 1.23km²，占地面积≤20km²。因此，根据《环境影响评价技术导则 生态影响》（HJ19-2022），本项目生态评价为三级。评价范围以本项目占地区域的地理单元为边界。

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 | | |
| | 建筑施工 | -1 | | | -2 | | | | +1 | | +1 | | +2 |
| | 材料运输 | -1 | | | -1 | | | | | +1 | +1 | | |
| | 钻井施工 | -1 | | -1 | -2 | | -1 | | | | +1 | | |
| 运 营 期 | 废气排放 | -1 | | | | -1 | | | | | | -1 | |
| | 废水处理 | | | -1 | | | | | | | | | |
| | 固体废物处置 | | | -1 | | -1 | | | | | | | |
| | 设备噪声 | | | | -1 | | | | | | | | |
| | 井场生产 | | | -2 | | | | | | | | | |
| | 产品生产 | | | | | | | +2 | | +2 | | +2 | |

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

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、机械噪声、地表开挖等活动对大气环境、声环境及生态环境的影响；

运营期主要是生产过程中的废气、固废、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 | | TSP |
| | 废水污染源 | | 生产废水 SS、生活污水 COD、BOD、SS |
| | 固废污染源 | | 钻井泥浆、废机油、建筑垃圾、生活垃圾、更换的设备管道 |
| | 噪声污染源 | | Leq (A) |
| | 生态评价 | | 生态完整性、水土流失 |
| 运行期 | 大气污染源 | 放射性污染物 | ^{222}Rn 及其子体 |
| | | 非放射性污染物 | HCl 气体、硫酸雾 |
| | 水污染源 | 放射性污染物 | $\text{U}_{\text{天然}}$ 、 ^{226}Ra 、 ^{210}Pb 、 ^{210}Po |
| | | 非放射性污染物 | 浸出液 Mn、 SO_4^{2-} 、 NO_3^- 、Cl ⁻ 等，生活污水 COD、BOD、SS |
| | 固废污染源 | 放射性污染物 | 浸出液处理残渣、洗井废渣、蒸发池残渣以及废旧管道和设备 |
| | | 非放射性污染物 | 钻井泥浆、生活垃圾 |
| | 噪声污染源 | | Leq (A) |
| | 风险源 | | 硫酸库、盐酸库 |

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。

考虑到原地浸出采铀项目的特点，结合本项目气态流出物所致公众剂量预测结果，七三七延续工程和现有工程叠加后，整个工程公众剂量约束值确定为 0.3mSv/a；七三九延续工程和现有工程叠加后，整个工程公众剂量约束

值确定为 0.3mSv/a。

2) 事故工况下公众剂量约束值

根据原地浸出采铀工程特点，事故工况主要为蒸发池泄漏事故，根据事故工况下地下水环境影响预测结果，在其地下水影响范围内潜水层无使用途径，也没有地下水出露点，因此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约束值。

1.7.2 归一化排放量限值

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 环境质量和排放标准

1) 环境功能区划

(1) 大气环境功能区划

七三七延续工程、七三九延续工程所在地分属可克达拉市、察布查尔县，项目所在地周边 5km 范围内无自然保护区、风景名胜区及其他需要特殊保护的区域，根据《环境空气质量标准》(GB3095-2012) 中环境空气质量功能区划的分类和标准分级要求，项目所在地均属于环境空气二类区。

(2) 水环境功能区划

根据区域及项目周边地表水、地下水使用功能，七三七延续工程、七三九延续工程周边地表水、地下水均划分为III类功能区。

(3) 声环境功能区划

七三七延续工程、七三九延续工程所在地周边 3km 范围内无居民聚集区，根据《声环境质量标准》(GB3096-2008) 中声环境功能区分类要求，项目所在地均属声环境功能 2 类区。

2) 本项目执行的非放射性环境质量标准如下：

- (1) 《环境空气质量标准》(GB3095-2012) 二级标准；
- (2) 《地表水环境质量标准》(GB3838-2002) III 类标准；
- (3) 《地下水质量标准》(GB/T14848-2017) III 类标准；
- (4) 《声环境质量标准》(GB3096-2008) 2 类标准；
- (5) 《土壤环境质量 农用地土壤污染风险管控标准》(试行)(GB15618-2018) 土壤污染风险筛选值；

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

3) 本项目执行的非放射性污染物排放标准如下:

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

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

非放射性污染物评价采用的标准值见表 1.7-1。

表 1.7-1 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 |
|--------|-------------------------------|-------------------------------|--------------------------------------|
| 大气 | TSP | 日平均 300 μ /m ³ | 《环境空气质量标准》(GB3095-2012) 中二级标准 |
| | HCl | 1h 平均浓度 0.05mg/m ³ | 《环境影响评价技术导则 大气环境》(HJ 2.2-2018) 中附录 D |
| | 硫酸雾 | 1h 平均浓度 0.3mg/m ³ | |
| 环境质量标准 | pH | 6.5~8.5 | 《地下水质量标准》(GB/T14848-2017) III 类标准。 |
| | As | 0.01mg/L | |
| | Zn | 1.0mg/L | |
| | Pb | 0.01mg/L | |
| | Cd | 0.005mg/L | |
| | Cr ⁶⁺ | 0.05mg/L | |
| | Mn | 0.1mg/L | |
| | Hg | 0.001mg/L | |
| | Cu | 1.0mg/L | |
| | Ni | 0.02mg/L | |
| | Mo | 0.07mg/L | |
| | SO ₄ ²⁻ | 250mg/L | |
| | Cl ⁻ | 250mg/L | |
| | F ⁻ | 1mg/L | |
| | TDS | 1000mg/L | |
| | 总硬度 | 450 mg/L | |
| 硝酸盐 | 20mg/L | | |
| 亚硝酸盐 | 1mg/L | | |
| 氨氮 | 0.5mg/L | | |
| COD | 3mg/L | | |

| 类别 | 污染物名称 | | 标准值 | 标准来源 | |
|------|----------|------------------|-----------------------------------|---|--|
| | 地表水 | pH | 6~9 | 《地表水环境质量标准》(GB3838-2002) III类标准。 | |
| | | 氯化物 | 250mg/L | | |
| | | 硫酸盐 | 250mg/L | | |
| | | As | 0.05 mg/L | | |
| | | Cd | 0.005 mg/L | | |
| | | Mn | 0.1 mg/L | | |
| | | Pb | 0.05 mg/L | | |
| | | Cu | 1.0 mg/L | | |
| | | Zn | 1.0 mg/L | | |
| | | Cr ⁶⁺ | 0.05 mg/L | | |
| | 土壤 | As | 60mg/kg | 建设用地执行《土壤环境质量 建设用地土壤污染风险管控标准(试行)》(GB36600-2018)中的第二类用地污染风险筛选值的标准要求。 | |
| | | Cd | 65mg/kg | | |
| | | Hg | 38mg/kg | | |
| | | Pb | 800mg/kg | | |
| | | Ni | 900mg/kg | | |
| | | Cu | 18000mg/kg | | |
| | | Cr ⁶⁺ | 5.7 mg/kg | | |
| | | pH | >7.5 | | 农用地执行《土壤环境质量 农用地土壤污染风险管控标准(试行)》(GB15618-2018)中的土壤污染风险筛选值的标准要求。 |
| | | 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) | 《声环境质量标准》(GB3096-2008)中 2类 | | |
| | 夜间 | 50dB (A) | | | |
| 排放标准 | 废气 | HCl | 无组织排放监控浓度值 0.20 mg/m ³ | 《大气污染物综合排放标准》(GB16297-1996)中新污染源二级标准 | |
| | | 硫酸雾 | 无组织排放监控浓度值 1.2 mg/m ³ | | |
| | 施工期 | 昼间 | 70dB (A) | 《建筑施工场界环境噪声排放标准》(GB12523-2011) | |
| | | 夜间 | 55dB (A) | | |
| | 运行期 | 昼间 | 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

根据工程性质和周围环境特征，确定本次环境评价的辐射环境保护目标为项目周围 20km 范围内居住区的辐射环境；大气环境保护目标为项目周围 5km 范围内居住区的大气环境；水环境保护目标为厂址区域及周围潜水层地下水、含矿含水层及其上下含水层地下水；声环境保护目标为厂界外 200m 声环境；生态环境保护目标为项目建设占地区域。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 | 保护目标 |
|------|-----------------------------|-------|--------|------------|-----|------------------------------------|----------------|
| 辐射环境 | 七三七延续工程 | 墩买里 | E | 4.01 | 居住区 | 552 | 本项目确定的公众剂量约束值* |
| | | 都拉图 | SE | 3.76 | | 132 | |
| | | 边防连队 | WSW | 4.64 | | 204 | |
| | 七三九延续工程 | 阿克亚尔村 | NNE、NE | 4.70 | | 3450 | |
| 大气环境 | 以七三九延续工程新建盐酸库为中心,边长 5km 区域 | | | | | 《环境空气质量标准》(GB3095-2012) | |
| 水环境 | 矿区周围潜水层地下水、含矿含水层及其上下含水层地下水。 | | | | | 《地下水质量标准》(GB/T14848-2017) III 类标准。 | |
| 声环境 | 厂界外 200m。 | | | | | 《声环境质量标准》(GB3096-2008) 2 类。 | |
| 生态环境 | 建设项目占地区域。 | | | | | 防止生态环境破坏、水土流失等。 | |

*注：保护目标为 20km 范围内公众，此处仅列出 5km 范围内的居民点及居民人数。

1.9 区域地浸采铀工程的相互位置关系

本项目为七三七、七三九地浸采铀延续工程，属于接续开发资源，投产后即分别作为七三七厂和七三九厂的组成部分；除七三七厂和七三九厂外，该区域内还存在两个地浸采铀工程，分别为七三一厂和七三五厂。

其中，七三一厂开采的铀矿床为乌库尔奇铀矿床（513 矿区），目前为在役铀矿床，已纳入七三九厂统一管理；七三五厂分为两期建设工程，分别为蒙其古尔一期和蒙其古尔二期采铀工程，均为在役铀矿床。

区域地浸采铀工程的相互位置关系见表 1.9-1 和示意图见图 1.9-1。

表 1.9-1 区域地浸采铀工程一览表

| 序号 | 生产单位 | 开发矿点 | 与七三七厂的地理位置关系 | 与七三九厂地理位置关系 |
|----|-------|------------------------------|--------------|-------------|
| 1 | 七三七厂 | 库捷尔太 (512 矿床) 洪海沟矿床 (本项目) | / | 西北侧, 25km |
| 2 | 七三一厂* | 乌库尔奇 (513 矿床) | 东偏北, 21km | 西北侧, 8km |
| 3 | 七三九厂 | 扎吉斯坦 (511 矿床) 蒙南矿床 (本项目) | 东南侧, 25km | / |
| 4 | 七三五厂 | 蒙其古尔 (510 矿床) | 东偏南, 30km | 东北侧, 4km |

注: 七三一厂作为 513 矿区已于 2014 年纳入七三九厂统一管理。

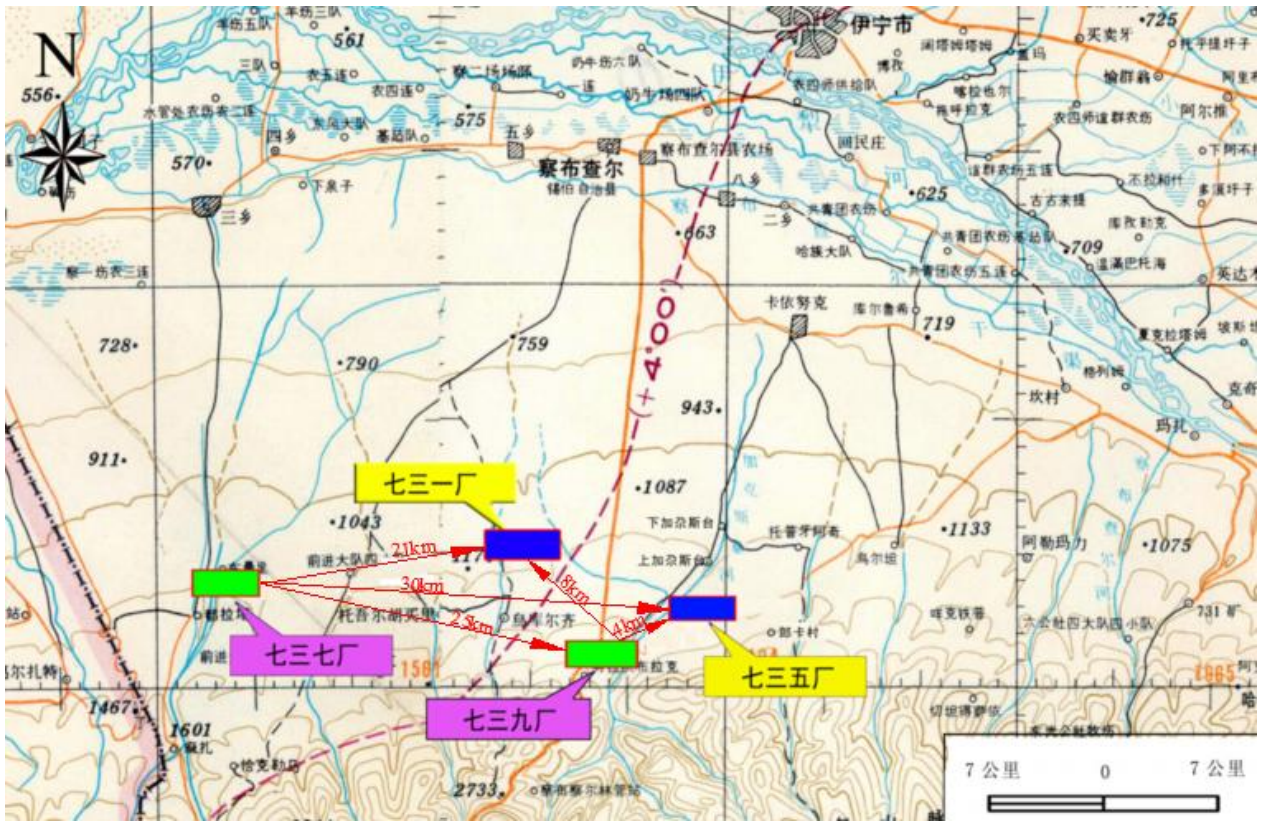


图 1.9-1 区域地浸采铀工程的相互位置关系示意图

2 评价区域环境概况

2.1 地理位置

七三七延续工程位于新疆生产建设兵团第四师可克达拉市六十七团境内，新建井场西距国境直线距离约 5km，东北方向距伊宁市直线距离约 54km，距离察布查尔县直线距离约 41km；七三九延续工程位于新疆维吾尔自治区伊犁哈萨克自治州察布查尔县加尕斯台镇境内，新建井场距察布查尔县城约 32km，距伊宁市约 42km。项目拟建井场周边均有简易公路可与外界相通，交通较为便利。

七三七、七三九延续工程地理位置及交通情况见图 2.1-1。

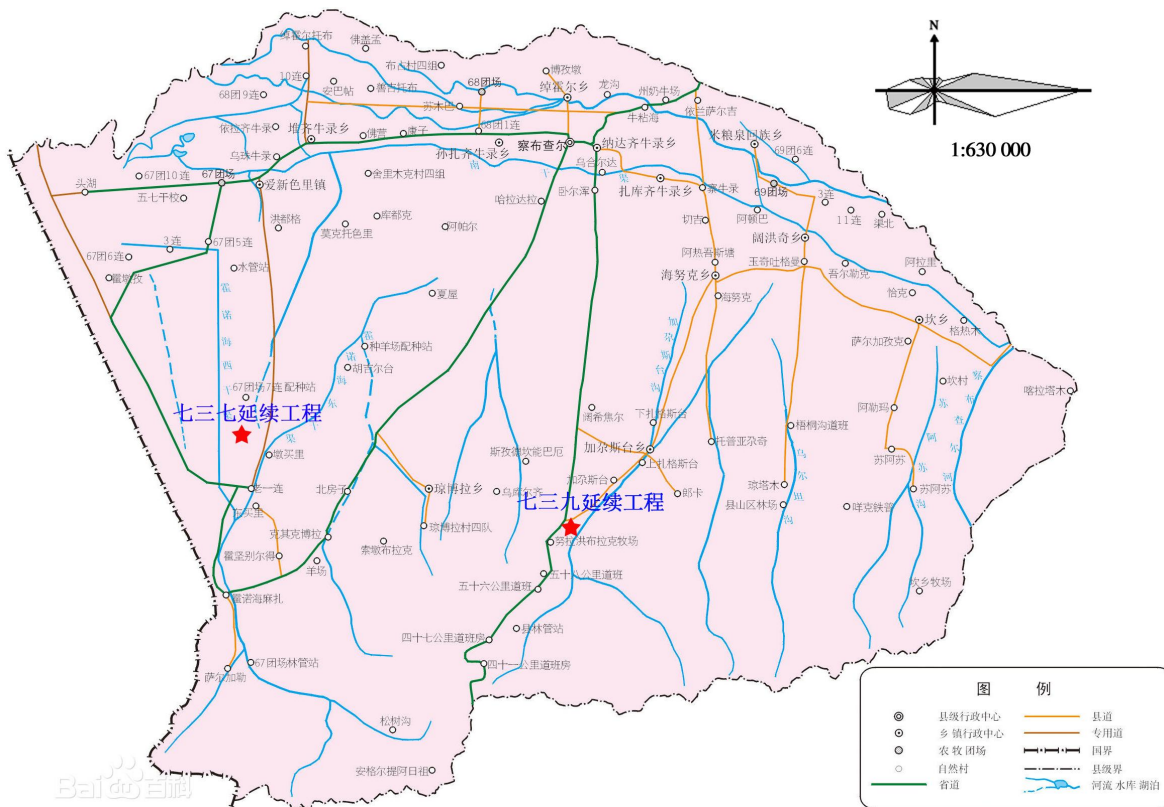


图 2.1-1 七三七、七三九延续工程地理位置

2.2 地形地貌

七三七延续工程地处伊犁河谷中国境内的西南边缘，伊犁河南部的 40 余公里处。矿区局部地势南高北低，南缘为克特敏山，自南向北依次为丘陵和洪积、冲积倾斜平原两个地貌单元。山前丘陵主要由洪积扇组成，该洪积扇

主要由洪海沟山洪暴雨冲积形成，洪积扇与洪海沟为轴心，矿区位于其东部 3~5km 处，目前该洪积扇处在上升切割阶段，地形比矿区一带高 50~70m。洪积扇与冲积平原呈过渡平缓状况，没有明显的界限。

七三九延续工程地处伊犁河谷平原的西南侧，山前冲积平原斜坡带，广泛被第四系覆盖，覆盖厚度约为 40m。总体地势为南高北低、东高西低，地势相对平缓，标高为 1260~1450m，相对高差 20~200m。由于加格斯台河河水的切割，形成近东西向的冲沟。在海拔高度 700m 以上至洪积扇顶部之间形成草原干旱地带，甚至形成戈壁半荒漠景观。

七三七、七三九延续工程所在地地形图见图 2.2-1。

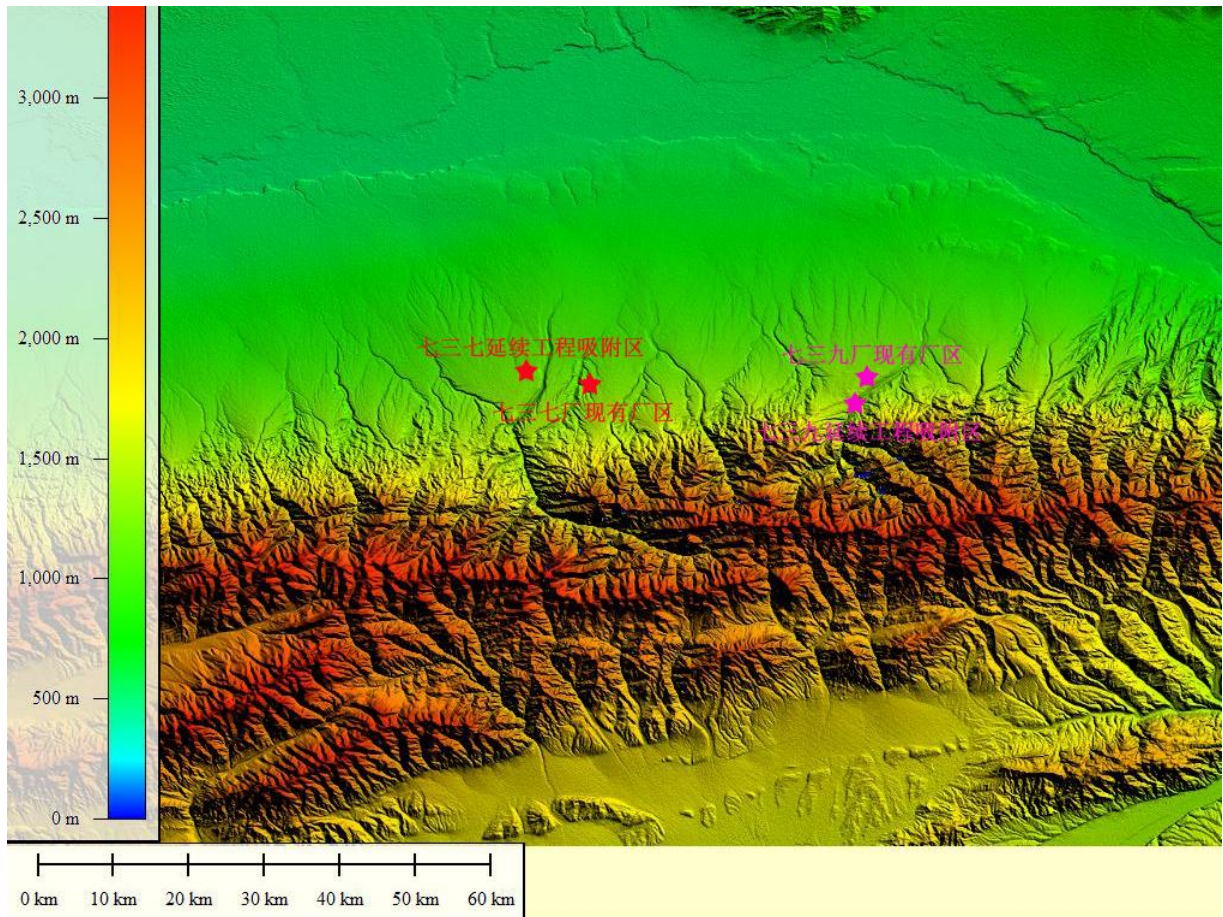


图 2.2-1 七三七、七三九延续工程所在地地形图

2.3 地质

2.3.1 区域地质

2.3.1.1 地质构造

本项目所属的伊犁盆地在大地质构造单元划分上归属于天山造山带中的伊

犁—中天山微地块，该微地块除南天山外，总体上属于准噶尔—哈萨克斯坦板块，其南侧以南天山为边界与塔里木板块相接，是在塔里木板块和哈萨克斯坦板块的南北对冲挤压应力作用下形成的大型内陆山间拗陷盆地。盆地夹持于科古琴—博罗霍洛—依连哈比尔尕陆内裂陷造山带（北天山）和哈尔克—那拉提板块俯冲碰撞造山带（南天山）之间，是在元古界和古生界基底地块基础上发展起来的裂陷—拗陷复合型盆地。盆地整体上呈西宽东窄的楔形，向西延伸入哈萨克斯坦境内，伊犁盆地构造区划及盆地结构见图 2.3-1。

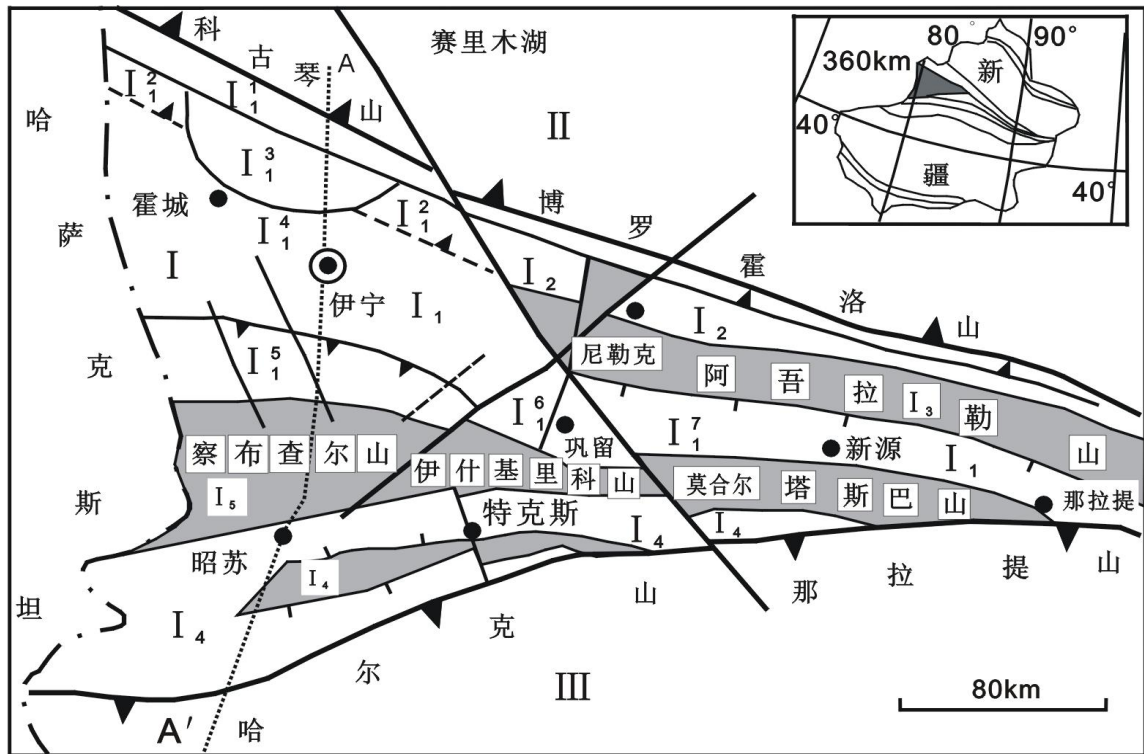


图 2.3-1 伊犁盆地构造区划及盆地结构图

2.3.1.2 地层划分

根据钻探揭露，南缘斜坡带发育的中新生代地层有：三叠系中—上统小泉沟群 (T_{2+3xq})、侏罗系中—下统水西沟群 (J_{1-2sh})、中侏罗统头屯河组 (J_{2t})、新近系 (N) 和第四系 (Q)，见图 2.3-2。

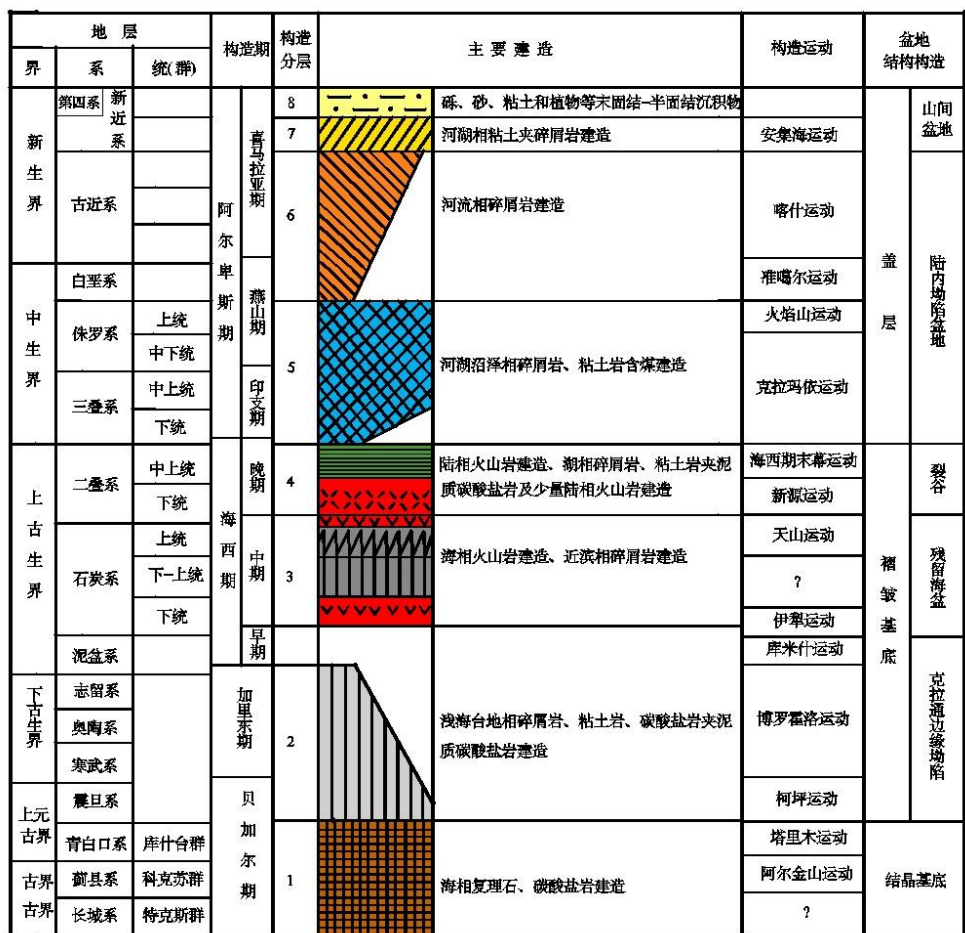


图 2.3-2 区域地层综合柱状图

2.3.2 矿床地质

2.3.2.1 七三七延续工程

七三七延续工程洪海沟铀矿床地层自下而上主要有：有三叠系、侏罗系、新近系和第四系。其中，侏罗系的中侏罗统西山窑组下段（ J_{2x1} ）和西山窑组上段（ J_{2x3} ）是铀矿体主要发育层位，矿体埋深 362.95m~669.95m，平均埋深 587.46m。

中侏罗统西山窑组下段（ J_{2x1} ）：在盆地南缘发育较为稳定，且连续性相对较好，是伊犁盆地南缘铀矿体最为发育的层位，该段砂体厚度在 9.1m~39.3m 之间，平均 24.1m，在平面上厚大砂体主要呈东西向展布，砂体在平面上的展布总体表现为南厚北薄的特征，北部的砂体厚度普遍较小，但是在局部地段亦发育有较为厚大的砂体，且主要呈“指状”朝北延展。

中侏罗统西山窑组上段（ J_{2x3} ）：在盆地南缘普遍发育，厚度在 20.1m~

123m 之间，平均厚度 61.4m。岩性主要为灰色砂砾岩、含砾粗砂岩、粗砂岩、中砂岩、细砂岩、粉砂岩和泥岩，垂向上的粒度组成变化总体上呈下粗上细的正韵律或正韵律组合产出。岩相结构在横向上的展布特征主要表现为朝北东方向，河道发育的厚度有逐渐变大再到逐渐变小的趋势；而河漫滩则相反，有逐渐变小再到逐渐变大的趋势。

新近系（N）：为干旱气候条件下形成的褐红色、红色为主的河湖相沉积，厚度约 40m~220m，上部主要由褐红色、浅褐红色等杂色钙质砂砾岩夹不等粒砂岩、泥岩组成，发育弱赤铁矿化和褐铁矿化。下部以砂质泥岩和泥质砂岩为主，泥钙质胶结，胶结致密，其底部为厚层钙质砂砾岩，以角度不整合上覆于侏罗系。

第四系（Q）：覆盖全区，一般厚 120m~253m，向北其厚度增加，主要为砂、砾、卵石和亚沙土等松散堆积，属于山麓洪积相沉积物。

洪海沟铀矿床地层综合柱状图见图 2.3-3。

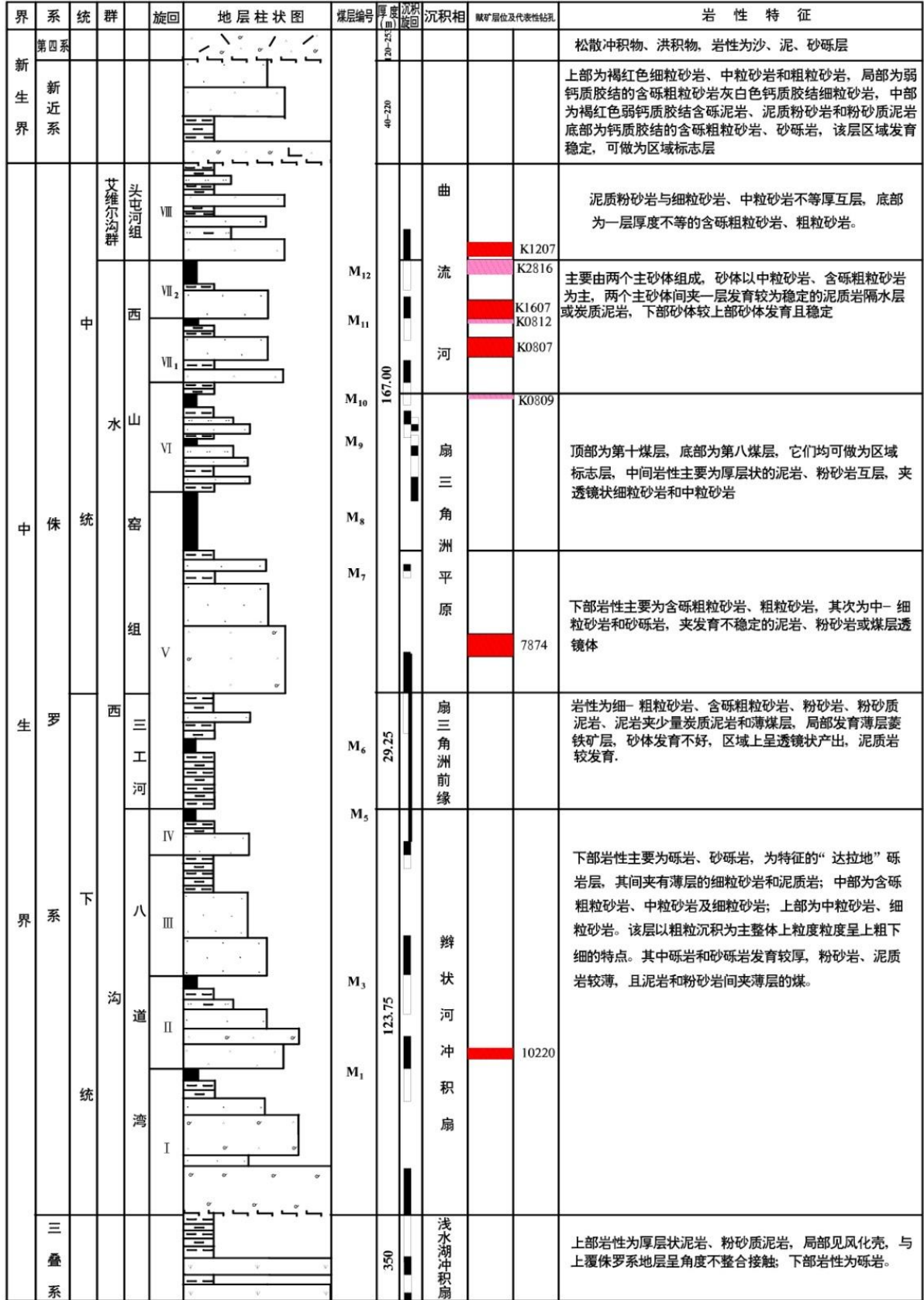


图 2.3-3 洪海沟铀矿床地层综合柱状图

2.3.2.2 七三九延续工程

七三九延续工程蒙南铀矿床地层自下而上主要有：由中一下侏罗统、新近系和第四系。其中，侏罗系的中侏罗统西山窑组（ J_{2x} ）和下侏罗统三工河组（ J_{1s} ）是铀矿体主要发育层位，矿体埋深 198.95m~484.45m，平均埋深 363.33m。

下侏罗统三工河组（ J_{1s} ）：可分为上、下两段，上段（ J_{1s}^2 ）厚度 9~28m，下部岩性以灰色、灰白色、黄色、褐黄色粗砂岩、中砂岩为主，上部为粉砂岩、粉砂质泥岩、泥岩为主夹薄层细砂岩；下段（ J_{1s}^1 ）厚度约为 6.80~32m，下部岩性以灰色、灰白色、黄色、浅黄色、浅红色粗砂岩和含砾粗砂岩为主，夹有少量中砂岩和细砂岩，上部为灰色、深灰色粉砂岩、泥质粉砂岩、泥岩、黑色炭质泥岩。

中侏罗统西山窑组（ J_{2x} ）：可分为上、中、下三段。其中，西山窑组下段（ J_{2x}^1 ）为主要含矿层，主要岩性为深灰色、灰色砂砾岩、含砾砂岩、砂岩和泥岩，呈下粗上细正韵律或全韵律产出。砂体厚度在 4.4m~46.4m 之间，平均厚度 24.6m；中段（ J_{2x}^2 ）厚度 12.60~56.60m，岩性以煤层夹粉砂岩、泥岩和薄层的中粗粒砂岩为主；上段（ J_{2x}^3 ）厚度 20.60~116.00m，岩性以灰色、灰白色、黄色、褐黄色中粗粒砂岩、细粒砂岩与粉砂岩、粉砂质泥岩、泥岩为主。

新近系（N）：为干旱气候条件下形成的褐红色、红色为主的河湖相沉积，厚度约 0~315m，上部主要由褐红色、浅褐红色等杂色钙质砂砾岩夹不等粒砂岩、泥岩组成，发育弱赤铁矿化和褐铁矿化。下部以砂质泥岩和泥质砂岩为主，泥钙质胶结，胶结致密，普遍含钙质结核和锰结核；其底部为厚层钙质砂砾岩，为区域标志层，以角度不整合上覆于侏罗系。

第四系（Q）：覆盖全区，一般厚 5~48m，主要为砂、砾、卵石和亚沙土等松散堆积，属于山麓洪积相沉积物。

蒙南铀矿床地层综合柱状图见图 2.3-4。

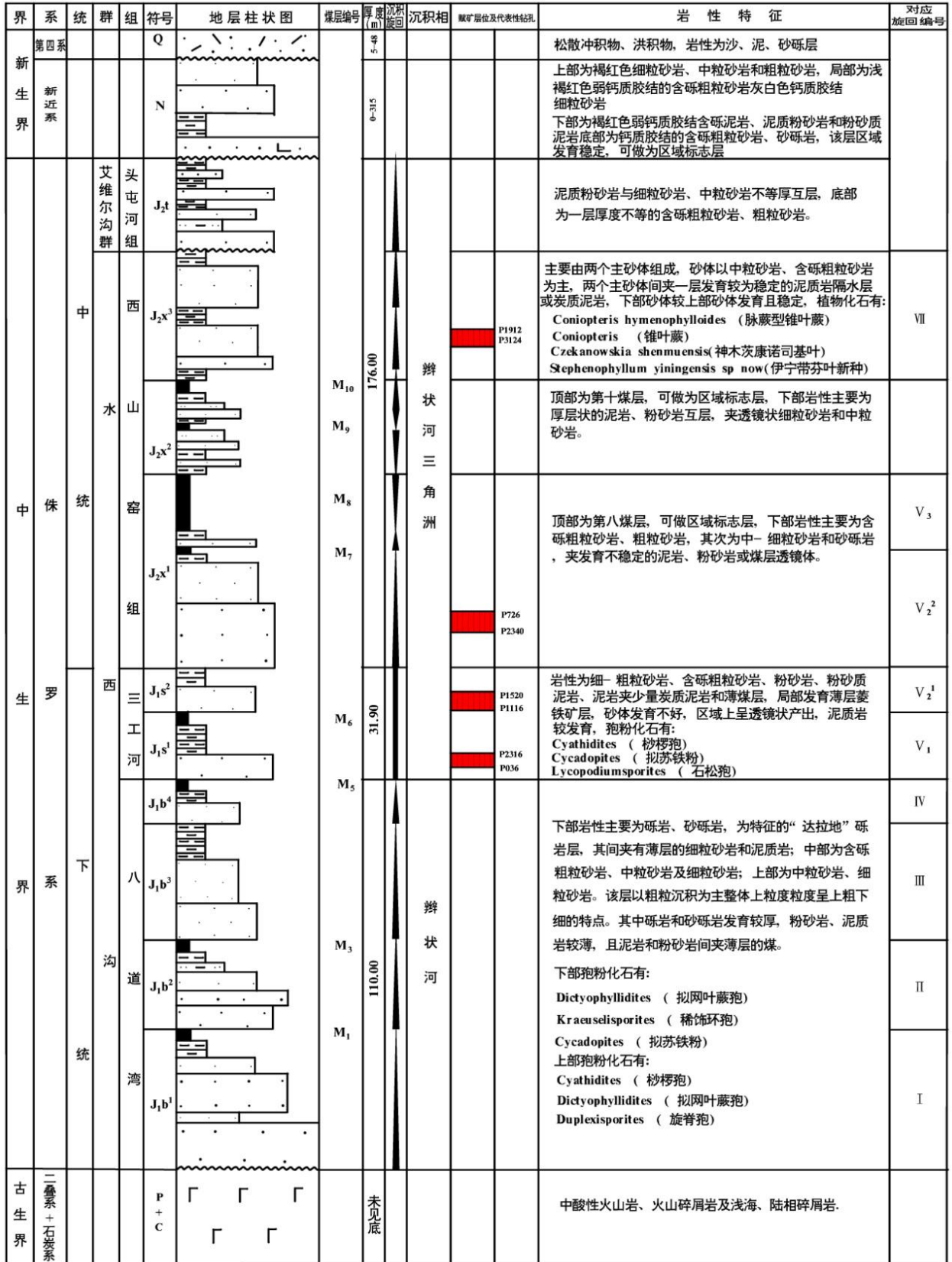


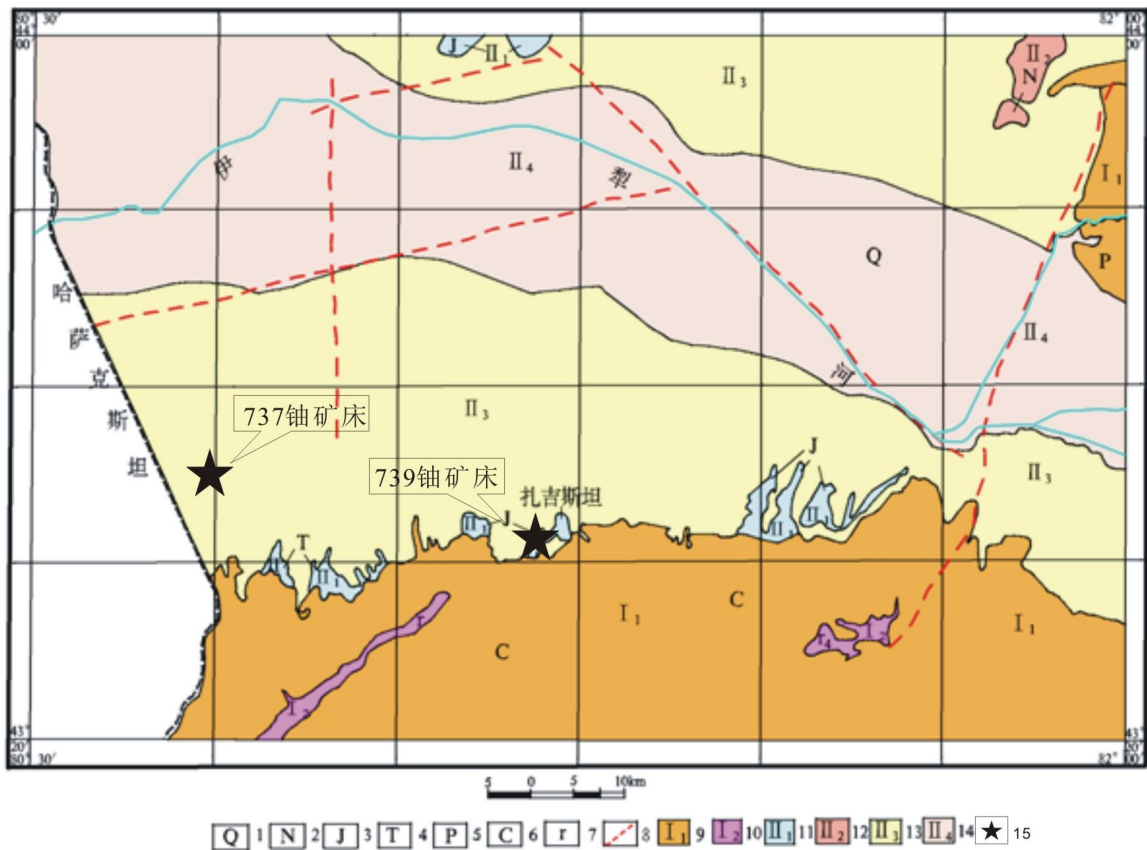
图 2.3-4 蒙南铀矿床地层综合柱状图

2.4 水文

2.4.1 区域水文地质

盆地南缘可划分为两个水文地质区和六个水文地质亚区。伊犁盆地属寒温偏湿的半干旱气候区，其中盆地南部山区气温相对较低，降水量丰富，蒸发作用弱，地形切割强烈，为盆地地下水的主要补给区；南缘斜坡地带地势平缓，水交替缓慢，为地下水的径流区；伊犁河南岸平原地区北东向断裂是深部地下水的区域排泄源，该区沼泽盐碱地比较发育，蒸发作用强烈，是盆地浅层地下水的主要排泄区。由南至北，从山区到盆地再到伊犁河，构成了完整的补给—径流—排泄的水动力体系。

伊犁盆地南缘区域水文地质分区图见图 2.4-1。



- 1.第四系 2.第三系 3.侏罗系 4.三叠系 5.二叠系 6.石炭系 7.花岗岩体 8.隐伏断裂 9.中酸性火山喷发岩裂隙潜水水文地质亚区 10.海西期侵入岩裂隙水水文地质亚区 11.低山丘陵三叠系、侏罗系褶皱带层间承压水水文地质亚区 12.第三系孔隙水水文地质亚区 13.垄岗状准平原上覆第四系潜水水文地质亚区 14.河谷潜水水文地质亚区

图 2.4-1 伊犁盆地南缘区域水文地质分区图

2.4.2 矿床水文地质

2.4.2.1 七三七延续工程

1) 矿区地下水类型

七三七延续工程洪海沟矿床赋存的地下水类型主要有第四系潜水，新近系、侏罗系、三叠系层间承压水。

2) 含水层划分

洪海沟矿床范围内第四系地层大面积覆盖于下伏地层之上，侏罗系呈多旋回的泥—砂—泥互层结构。按含水岩性组合和埋藏特征，自下而上可划分为八道湾组 (J_{1b})、三工河组 (J_{1s})、西山窑组 (J_{2x})、头屯河组 (J_{2t}) 和新近系 (N) 及上部的第四系 (Q) 潜水含水岩组。其中，侏罗系西山窑组承压含水层为主要含矿含水层，水文地质综合柱状图见图 2.4-2。

八道湾组 (J_{1b}) 含水岩组砂体形态简单，剖面上分布连续。含矿砂体埋深 184.00m~620.00m，由南东向北西方向逐渐变深。下部主要为砂砾岩、含砾粗砂岩，向上过渡为中、细砂岩。局部有细—粗—细的沉积韵律特征。

三工河组 (J_{1s}) 含水岩组在矿区只有少量的钻孔揭露到，该含水岩组砂体发育不好，厚度较小，稳定性较差。含水岩性以细砂岩、中砂岩等为主。

西山窑组 (J_{2x}) 含水岩组可分为 J_{2x_1} 、 J_{2x_2} 、 $J_{2x_3}^1$ 和 $J_{2x_3}^2$ 四个亚层。 J_{2x_2} 含水层多为透镜状，含水层沿走向和倾向连续性差，地下水流动不够通畅，成矿作用差。 J_{2x_1} 和 J_{2x_3} 为主要含矿含水层。

头屯河组 (J_{2t}) 含水岩组位于十二煤层与新近系底板之间，含水砂体总厚度为 6.40m~37.30m，总体上南厚北薄，向北西有尖灭的趋势。含水岩性为粗砂岩和砂砾岩，透水性较好。顶、底板隔水层由泥岩、泥质粉砂岩组成，稳定性较好

新近系 (N) 含水岩组的在矿区内广泛分布，与上覆第四系地层不整合接触，含水层岩性主要为褐红色中砂岩、细砂岩，泥质含量较高，透水性中等，该含水层地下水承压性较好，沟谷地段水量较为丰富。

第四系 (Q) 含水层岩组矿区内广泛分布，厚度较大，一般 84.80m~298.50m，平均 176.98m。含水岩性为砂、砾石层，河沟谷地段赋存孔隙潜水，其主要流向为东南向西北。潜水主要接受大气降水、基岩裂隙水及洪海沟河

流地表水的入渗补给，水量较为丰富。

洪海沟铀矿床水文地质综合柱状图见图 2.4-2。

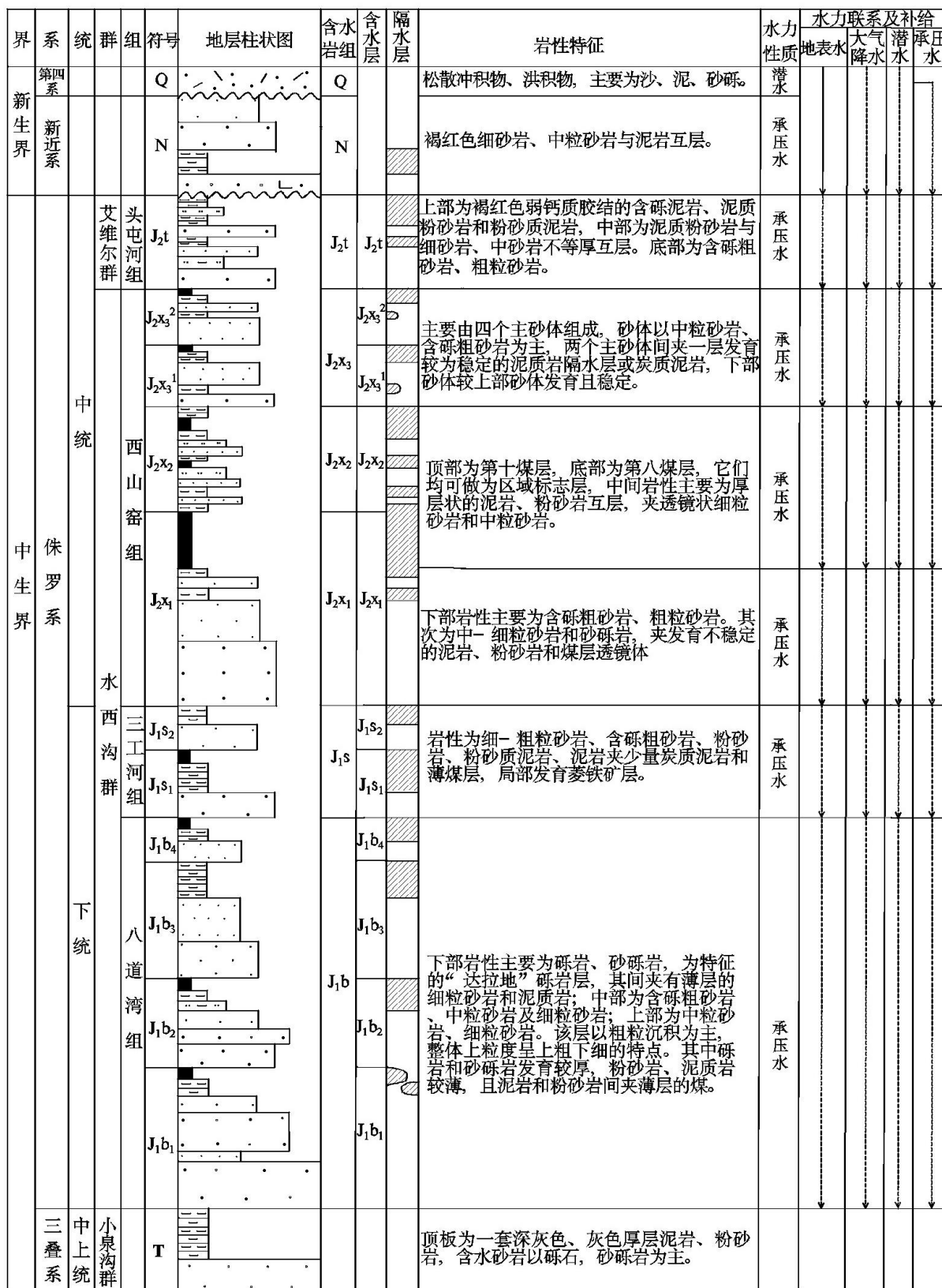


图 2.4-2 洪海沟铀矿床水文地质综合柱状图

3) 含矿含水层特征

侏罗系承压含水层为含矿层位，在空间上表现为：含水砂岩层与隔水的泥质岩层及煤层呈规律性的互层结构，并且泥质岩层在平面上分布较为稳定，构成了稳定的隔水层，使各含矿含水层具有各自独立的水力性质和水化学特征，其中 J_{2x} 含水岩组厚度较大，可细分为 J_{2x_1} 、 J_{2x_2} 、 J_{2x_3} 三个含水层。其中， J_{2x_1} 和 J_{2x_3} 为主要含矿含水层。

(1) J_{2x_1} 含矿含水岩组

J_{2x_1} 含矿含水层砂体厚度 0.65m~32.90m 之间，平均为 22.04m，变化系数为 24.28%。岩性主要为粗砂岩、中粗砂岩，分选性较好，次棱角一次圆状，以石英、岩屑为主，长石次之，平均泥质含量为 23.9%，孔隙式泥质胶结，局部为钙质胶结，岩石胶结疏松。

该含水层隔水层顶板岩性主要为泥岩、粉砂质泥岩、煤，厚度平均 24.29m，一般为 11.00m~34.60m，变化系数为 24.55%；隔水层底板岩性主要为泥岩、粉砂质泥岩，平均厚度为 11.43m，一般为 1.64m~59.80m，变化系数为 65.13%。隔水层发育较为稳定。

(2) J_{2x_3} 含矿含水岩组

该含水岩组可细分为 $J_{2x_3}^1$ 和 $J_{2x_3}^2$ 两个亚层，两个含水亚层被煤、泥岩等隔开，含水砂体以粗砂岩、含砾粗砂岩、砂砾岩为主，泥质胶结，固结疏松，透水性好。

① $J_{2x_3}^1$ 含矿含水岩组

$J_{2x_3}^1$ 含矿含水层岩性主要为粗砂岩、含砾粗砂岩，分选性较好，以石英、岩屑为主，长石次之，粗砂岩、砂砾岩泥质含量较低。含矿含水层有效厚度 2.25m~42.40m，平均厚度为 18.42m。

该含水层隔水层顶板岩性主要为煤、泥岩、粉砂质泥岩等，平均厚度为 7.66m，一般为 1.00m~15.84m，变化系数为 87.07%；隔水层底板岩性由泥岩、粉砂岩和煤层组成，厚度一般为 2.50m~26.40m，平均 9.02m，变化系数为 54.56%。隔水层发育较为稳定。

②J_{2x3}² 含矿含水岩组

该含矿含水层有效厚度一般在 21.0m~42.20m，平均厚度为 16.30m。含矿含水层岩性主要为粗砂岩、中砂岩，分选性较好，以石英、岩屑为主，长石次之，粗砂岩、砂砾岩泥质含量较低。

该含水层隔水层顶板由泥岩、粉砂岩和煤层组成，厚度一般为 2.00m~30.00m，平均 9.77m，变化系数为 64.68%，总体上隔水层顶板分布比较稳定；隔水层底板与 J_{2x3}¹ 含矿含水层隔水层顶板为同一层。

总体上含矿含水层地下水水量丰富，地下水水位埋深由南东向北西逐渐增大，一般为 52.75m~128.49m，地下水承压性较好，渗透系数为 0.17m/d~0.55m/d。

4) 地下水补径排特征

矿床内第四系、新近系覆盖分布广泛，第四系厚度一般为 84.80m~298.50m，区内洪海沟地表水、大气降水以及南部山区基岩裂隙和冰雪消融水，均入渗补给第四系和新近系含水层，总体上含水层地下水的主要补给源为第四系潜水，各含矿含水岩组在接受第四系潜水的入渗补给后，会顺地层的倾向流动，评价区地下水的流向为自东南向西北，排泄于金泉乡一带。

5) 地下水水化学特征

矿区地下水可划分为 HCO₃ 型、HCO₃·SO₄ 型、SO₄·HCO₃ 型及 SO₄·Cl 和 SO₄·Cl·HCO₃ 混合型等四个水带。其中，J_{2x1} 含矿含水层地下水水质类型为 SO₄·Cl·HCO₃-Ca·Mg·Na 型和 HCO₃-Ca·Na 型，水温 13℃~19℃，矿化度 0.19g/L~1.01g/L，pH 值 7.81~8.88，铀含量为 0.90μg/L~154μg/L；J_{2x3}¹ 含矿含水层地下水水质类型以 SO₄·Cl-Ca·Na·Mg 型为主，水温 18℃，矿化度 1.45 g/L，pH 值 7.5，铀含量为 31.8μg/L；J_{2x3}² 含矿含水层地下水水质类型以 HCO₃·SO₄-Ca·Na·Mg 型和 SO₄·HCO₃-Ca·Na 型为主，水温 14℃~19℃，矿化度 0.30g/L~2.12g/L，pH 值 7.2~8.17，铀含量一般为 18.70μg/L~107.00μg/L。

洪海沟铀矿床含矿含水层水文地质参数图见图 2.4-3。

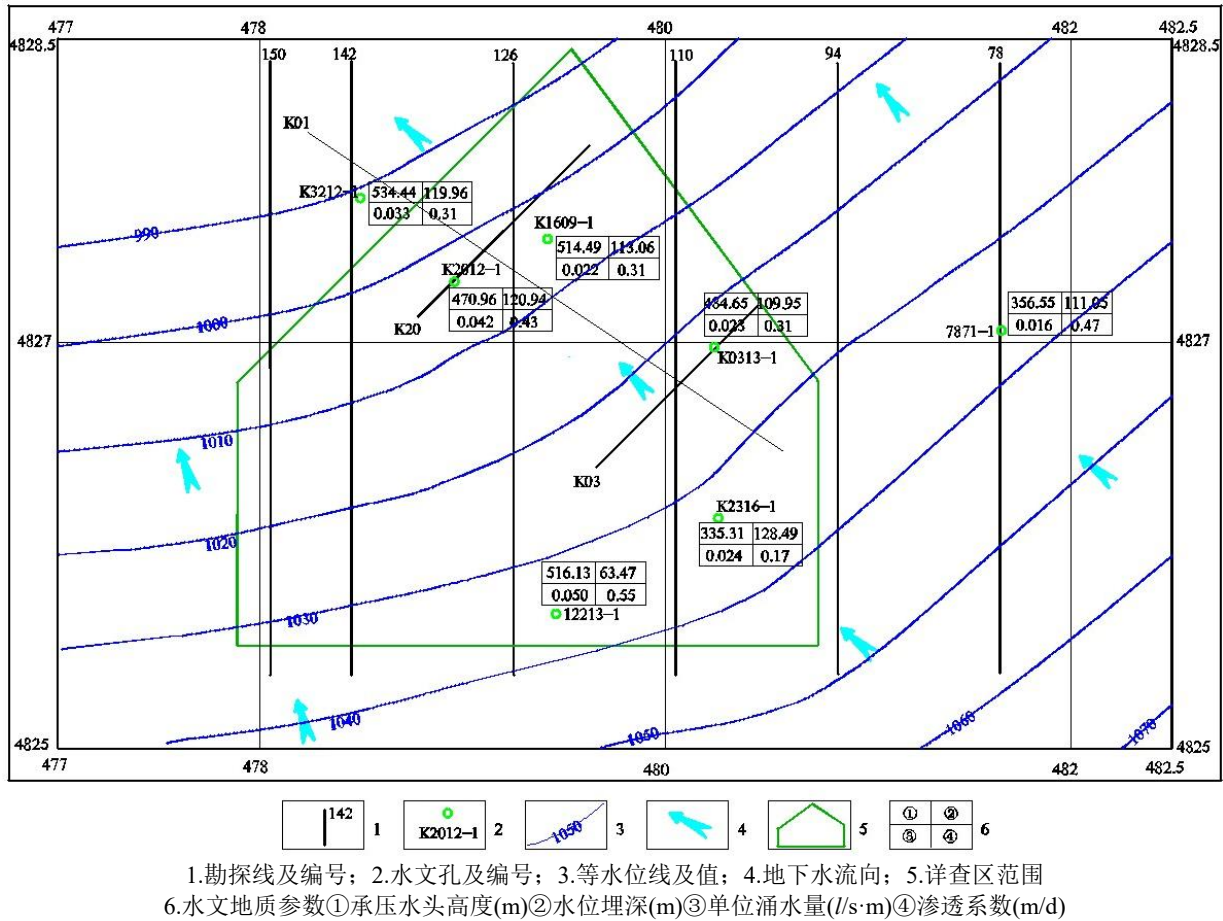


图 2.4-3 洪海沟铀矿床含矿含水层水文地质参数图

2.4.2.2 七三九延续工程

1) 矿区地下水类型

七三九延续工程蒙南矿床赋存的地下水类型主要有第四系潜水，新近系和侏罗系中下统水西沟群层间承压水。

2) 含水层划分

蒙南矿床范围内第四系地层大面积覆盖于下伏地层之上，侏罗系呈多旋回的泥—砂—泥互层结构。按含水岩性组合和埋藏特征，自下而上可划分为八道湾组 (J_{1b})、三工河组 (J_{1s})、西山窑组 (J_{2x})、新近系 (N) 及上部的第四系 (Q) 潜水含水岩组。其中，侏罗系的西山窑组和三工河组承压含水层为主要含矿含水层。

八道湾组 (J_{1b}) 含水岩组由四层砂岩层组成，总厚度为 68.40~93.00m，东厚西薄，以中、粗砂岩，含砾粗砂岩及砂砾岩为主，并夹有细砂岩透镜体。

由泥岩、粉砂质泥岩及煤层（ M_5 ）构成的顶板隔水层，厚度为 3.20~18.90m，平均为 9.70m，分布稳定，具有良好的隔水性。含水层组底板与古生界地层呈不整合接触。

三工河组（ J_{1s} ）含水岩组可分为三工河组上段（ J_{1s}^1 ）、三工河组下段（ J_{1s}^2 ）两个亚层。含水岩性以粗砂岩、砂砾岩为主，泥质胶结，疏松，透水性较好。含水层厚度平均值为 17.05m，稳定性较好。

西山窑组（ J_{2x} ）含水岩组可分为 J_{2x}^1 、 J_{2x}^2 、 J_{2x}^{3-1} 和 J_{2x}^{3-2} 四个亚层。 J_{2x}^2 含水层多为透镜状，含水层沿走向和倾向连续性差，地下水流动不够通畅，成矿作用差； J_{2x}^{3-2} 含水层砂体厚度变化大，由两层主砂体组成，但其间的隔水层发育不稳定，存在水力联系，可合并为一个含水层，含水层厚度一般为 0.5~29.4m，透水性差； J_{2x}^1 和 J_{2x}^{3-1} 两层含矿含水层为主要含矿层位。

头屯河组（ J_{2t} ）含水岩组含水砂体厚 2.6~24.4m，总体上南厚北薄，向北有尖灭的趋势。含水岩性为中粒砂岩和细粒砂岩，泥质含量较高，透水性较差，顶、底板隔水层由泥岩、泥质粉砂岩组成，稳定性较好。

新近系（N）含水岩组区内广泛分布，与上覆第四系地层不整合接触，含水层岩性主要为褐红色中砂岩、细砂岩，泥质含量较高，透水性中等，该含水层地下水承压性较好。

第四系（Q）含水层在矿区范围区内广泛分布，其厚度受地形控制，在扎基斯坦河阶地较发育。第四系潜水层厚度一般 12.0~60.4m，含水岩性为砂、砾石层，河沟谷地段赋存孔隙潜水，其主要流向为东南向西北，水量较为丰富，山间第四系表现为透水不含水的特征。

蒙南铀矿床水文地质综合柱状图见图 2.4-4。

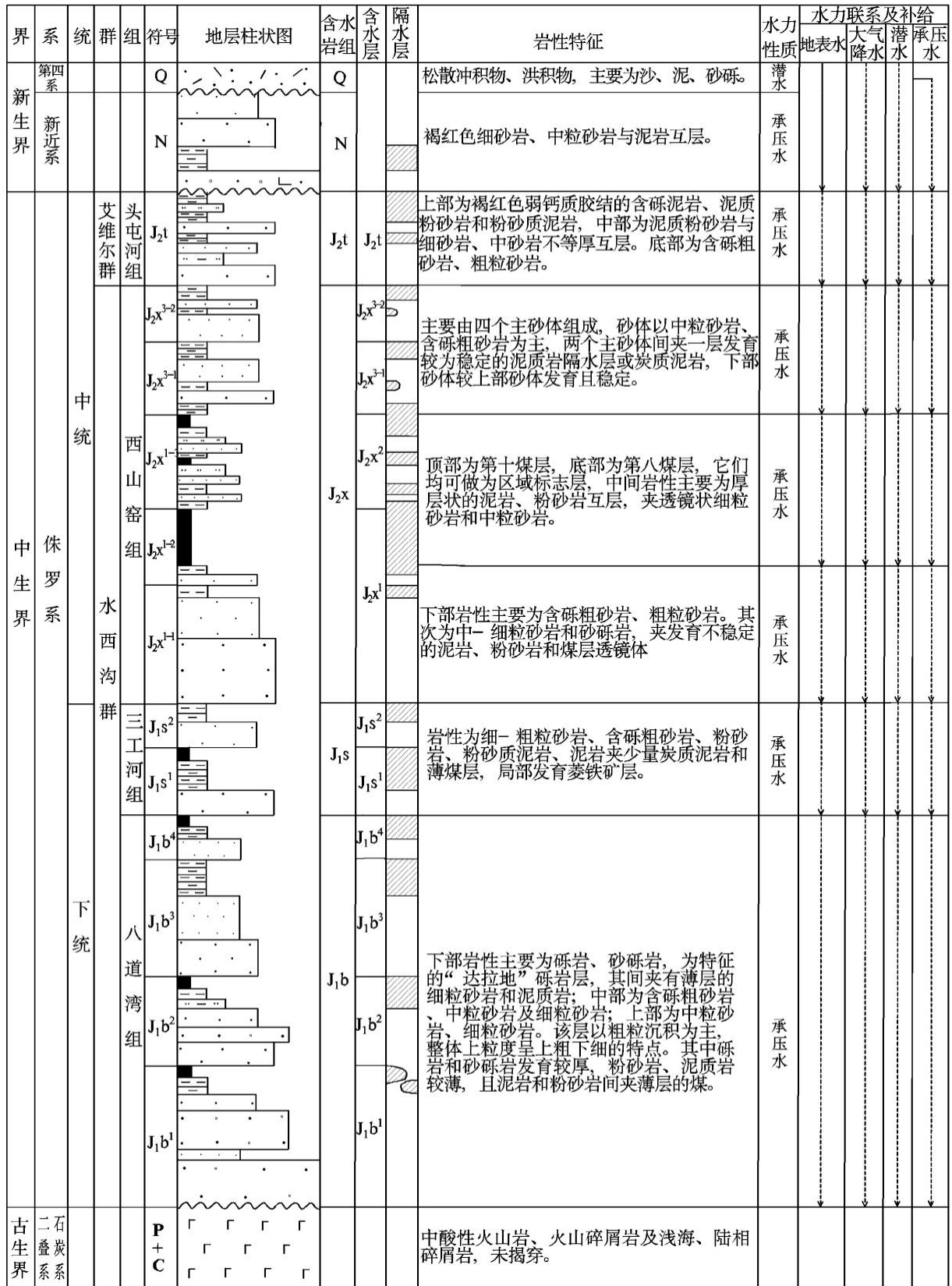


图 2.4-4 蒙南铀矿床水文地质综合柱状图

3) 含矿含水层特征

侏罗系承压含水层为含矿含水层，其在空间上表现为：含水砂岩层与隔水的泥质岩层及煤层呈规律性的互层结构，并且泥质岩层在平面上分布较为稳定，构成了稳定的隔水层，使各含矿含水层具有各自独立的水力性质和水化学特征。三工河组（ J_{1s} ）和西山窑组（ J_{2x} ）为该矿床的主要产矿层。其中三工河组 J_{1s} 可细分为 J_{1s1} 和 J_{1s2} 两个含水层； J_{2x} 含水层组厚度较大，可细分为 J_{2x}^1 、 J_{2x}^2 、 J_{2x}^{3-1} 和 J_{2x}^{3-2} 四个含水层。

(1) 三工河组（ J_{1s} ）含水岩组特征

该含水岩组可分为三工河组上段（ J_{1s}^2 ）、三工河组下段（ J_{1s}^1 ）两个亚层。

三工河组上段含矿含水层分布稳定，厚度一般 0.00~39.50m，平均 8.80m。岩性以粗砂岩和中砂岩及含砾粗砂岩为主，胶结物以泥质和粉砂质为主。含水层隔水层顶板岩性主要由泥岩、粉砂岩及薄煤层组成，分布连续稳定，由南向北渐变厚，隔水层厚度一般为 2.10~20.80m，平均 8.84m，隔水性好；隔水层底板与三工河组下段含矿含水层的顶板隔水层为同一岩层。

三工河组下段含水岩性由粗砂岩、砂砾岩组成，其次为含砾粗砂岩、中砂岩，以中粒结构和粗粒结构为主。含水层厚度为 0.0~36.10m，平均 8.25m。含水层的隔水层顶板岩性主要由泥岩、煤层等组成，一般厚度为 1.20~17.40m，平均 5.69m；隔水层底板由泥岩、粉砂岩和煤层等组成，厚度较大，一般为 3.20~18.80m，平均 9.72m，分布非常稳定。

总体上三工河组含矿含水层地下水水量丰富，地下水水位埋深较大，一般为 90.67~187.52m，地下水承压性较好，渗透系数一般为 0.15~1.40m/d。

(2) 西山窑组（ J_{2x} ）含水岩组特征

可分为 J_{2x}^1 、 J_{2x}^2 、 J_{2x}^{3-1} 和 J_{2x}^{3-2} 四个亚层。 J_{2x}^1 和 J_{2x}^{3-1} 两层含矿含水层为主要含矿层位。

J_{2x}^1 含矿含水层砂体厚度一般在 0.00~59.90m 之间，平均为 22.10m。岩性主要为粗砂岩、含砾粗砂岩，分选性较好。含水层隔水顶板岩性主要由煤、泥岩、粉砂质泥岩、粉砂岩组成，厚度一般为 2.00~15.90m，平均 5.77m，分布较稳定，隔水性较好；隔水底板与三工河组上段顶板隔水层为同一岩层。

J_{2x}³⁻¹ 含矿含水层岩性主要为粗砂岩、含砾粗砂岩，分选性较好，含水层有效厚度一般在 0.00~46.50m，平均厚度为 11.46m。含水层隔水顶板岩性主要有泥岩、粉砂质泥岩、粉砂岩组成，厚度一般为 3.00~32.90m，平均 12.19m，分布较为稳定，隔水性能良好；隔水底板由泥岩、粉砂岩和煤层组成，厚度一般为 3.00~28.80m，平均 12.28m。

总体上西山窑组含矿含水层地下水水量充沛，水位埋深为 6.29~148.93m，渗透性一般，渗透系数 0.06~1.13m/d。

4) 地下水补径排特征

根据地质构造、蓄水构造、含水岩性组合及出露特征，蒙南矿床区域地下水主要来源为工作区西南部加格斯台河上游的入渗水，径流区地下水的主要流向为 47°，整体上地下水流向为自西南向西北、东北，并向东部切金沟断裂排泄（郎卡以东）。

5) 地下水水化学特征

矿区地下水可划分为 HCO₃·SO₄ 型、SO₄·HCO₃ 型、SO₄·Cl HCO₃-SO₄·HCO₃ Cl·混合型和 SO₄·Cl 型等四个水带。

三工河组含矿含水层水质类型为 SO₄·Cl—Na·Ca 型或 SO₄·HCO₃·Na·Ca 型，水温 7.5~16.5℃，pH 值 7.00~7.70，矿化度 0.71~3.00g/L，水中铀含量为 2.43μg/L~100μg/L；西山窑组含矿含水层水质类型主要为 Cl·SO₄-Ca·Na·Mg 型或 SO₄·HCO₃·Cl-Ca·Na 型，水温 11~15.5℃，pH 值 7.0~7.50，矿化度 0.77~3.60g/L，水中铀含量为 3μg/L~610μg/L。

蒙南铀矿床含矿含水层水文地质参数图见图 2.4-5。

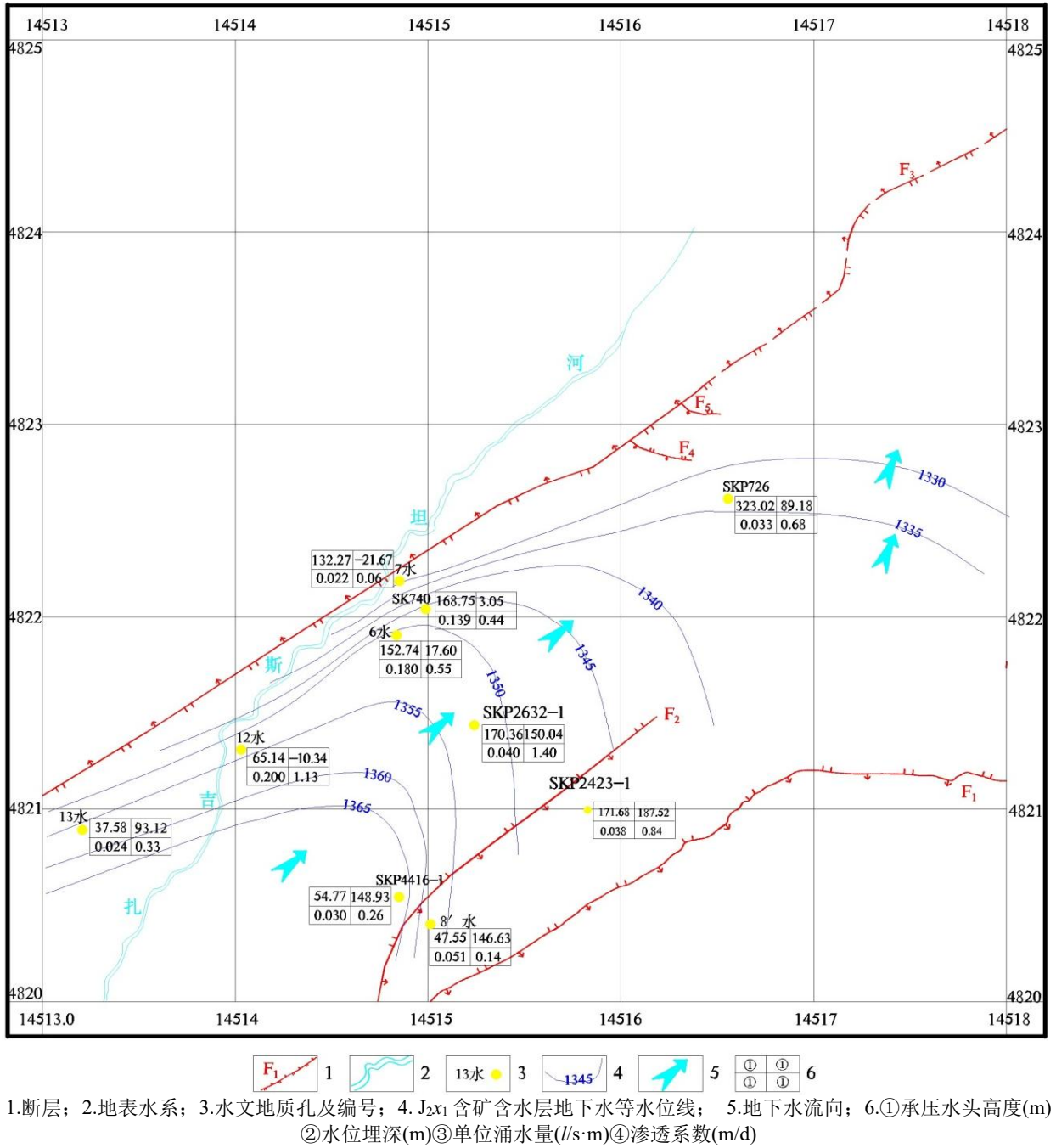


图 2.4-5 蒙南铀矿床含矿含水层水文地质参数图

2.5 气候与气象

2.5.1 区域气候特征

项目所在区域位于欧亚大陆中心，远离海洋，属大陆性温带和干旱气候，气温变化剧烈，冬夏季长而春秋季短，四季分明。根据当地多年气候统计，该区多年平均气温 8.3℃，夏季气温 22.6~23.5℃，极端最高气温 39.5℃，冬季平均气温为-9.4℃，极端最低气温为-43.2℃，最大冻土深度为 1.2m。多年

平均降雨量 300mm，春季较多、秋冬较少；多年平均蒸发量 3500mm。全年无霜期平均为 146d，最长 177d，最短 130d。风频最大的风向为东风，年平均风速 1.9m/s，最大风速为 28m/s。

2.5.2 气象数据统计

1) 地面气象数据

距离本项目厂址最近的地面气象站为察布查尔站，该气象站站点编号为 51430。该气象站地理坐标为东经 81.15°、北纬 43.833°，距离七三七延续工程直线距离约 41km，距离七三九延续工程直线距离约 33km，气象站所在地地理特征与两工程所在地基本一致。

本次评价采用的地面气象参数为察布查尔站 2019 年全年逐时数据，包括观测风向、风速、总云、低云、温度和降雨量。根据察布查尔气象站 2019 年气象数据，当地温度、风速的月平均变化情况见表 2.5-1 和图 2.5-1。季小时平均风速的日变化情况见表 2.5-2；全年和各季的风向变化见表 2.5-3，以此为依据绘制的 2019 年四季及全年风频玫瑰图见图 2.5-2。

由察布查尔气象站 2019 年全年气象数据统计结果可以看出，2019 年全年平均气温为 11.2℃，最大风频风向为 ENE~ESE 方位，其风频之和为 34.4%，为当地 2019 年主导风向。

2) 高空气象数据

高空气象数据采用 WRF-ARW 方式模拟获得，模拟点坐标为东经 81.16°、北纬 43.92°，模拟气象要素包括风、气压、温度等，年份为 2019 年。

表 2.5-1 察布查尔气象站 2019 年温度、风速月平均变化

| | | | | | | |
|----------|------|------|------|------|------|------|
| 月份 | 1 月 | 2 月 | 3 月 | 4 月 | 5 月 | 6 月 |
| 温度 (°C) | -6.5 | -0.7 | 7.3 | 15.5 | 18.5 | 22.7 |
| 风速 (m/s) | 1.0 | 1.3 | 1.8 | 1.7 | 2.1 | 1.7 |
| 月份 | 7 月 | 8 月 | 9 月 | 10 月 | 11 月 | 12 月 |
| 温度 (°C) | 26.7 | 24.1 | 18.3 | 11.3 | 1.4 | -4.4 |
| 风速 (m/s) | 1.8 | 1.6 | 1.4 | 1.1 | 1.2 | 1.0 |

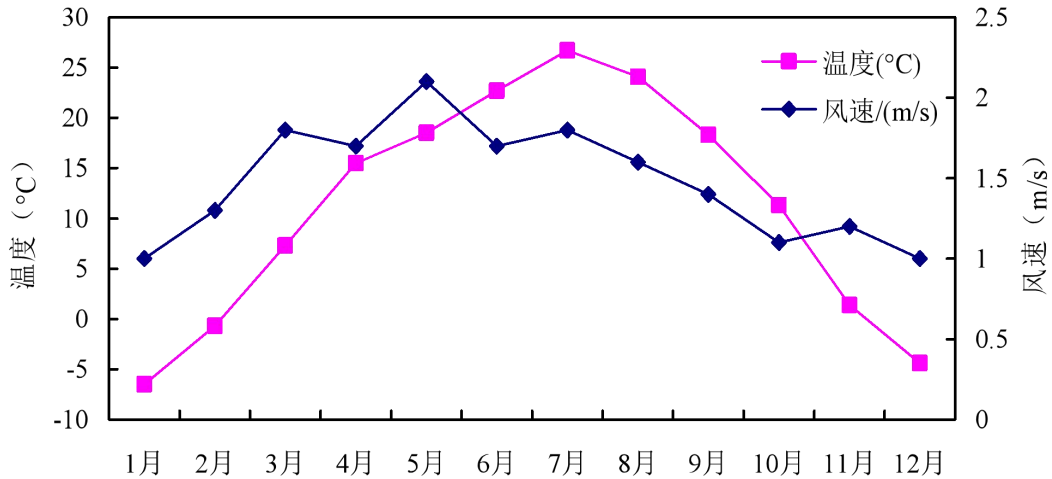


图 2.5-1 察布查尔气象站 2019 年温度、风速月平均变化图

表 2.5-2 察布查尔站 2019 年季小时平均风速的日变化情况 单位: m/s

| 小时/h | 0 | 1 | 2 | 3 | 4 | 5 | 6 | 7 | 8 | 9 | 10 | 11 |
|------|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|
| 春季 | 1.6 | 1.3 | 1.3 | 1.3 | 1.2 | 1.2 | 1.3 | 1.3 | 1.5 | 1.9 | 2.2 | 2.4 |
| 夏季 | 1.3 | 1.3 | 1.2 | 1.2 | 1.4 | 1.4 | 1.4 | 1.5 | 1.7 | 2.1 | 2.3 | 2.4 |
| 秋季 | 0.9 | 0.9 | 0.9 | 1.1 | 1.0 | 1.1 | 1.1 | 1.0 | 1.0 | 1.1 | 1.4 | 1.6 |
| 冬季 | 0.7 | 0.8 | 0.9 | 0.9 | 0.9 | 0.8 | 0.9 | 0.9 | 1.0 | 1.0 | 1.1 | 1.3 |
| 小时/h | 12 | 13 | 14 | 15 | 16 | 17 | 18 | 19 | 20 | 21 | 22 | 23 |
| 春季 | 2.5 | 2.6 | 2.6 | 2.6 | 2.6 | 2.6 | 2.5 | 2.1 | 1.5 | 1.4 | 1.6 | 1.5 |
| 夏季 | 2.3 | 2.2 | 2.1 | 2.0 | 1.9 | 1.9 | 1.7 | 1.7 | 1.5 | 1.3 | 1.4 | 1.4 |
| 秋季 | 1.9 | 1.7 | 1.8 | 1.8 | 1.8 | 1.5 | 1.3 | 1.0 | 1.0 | 1.0 | 1.0 | 1.0 |
| 冬季 | 1.4 | 1.6 | 1.6 | 1.7 | 1.7 | 1.5 | 1.2 | 1.0 | 0.8 | 0.8 | 0.8 | 0.7 |

表 2.5-3 察布查尔站 2019 年全年及各季风向变化情况 单位: %

| 季节 | N | NNE | NE | ENE | E | ESE | SE | SSE | S |
|----|-----|-----|-----|-----|------|------|-----|------|-----|
| 春季 | 3.2 | 3.8 | 2.4 | 6.2 | 15.5 | 6.4 | 2.1 | 2.1 | 4.0 |
| 夏季 | 1.4 | 1.1 | 1.8 | 7.5 | 27.3 | 14.2 | 4.2 | 1.9 | 1.2 |
| 秋季 | 1.0 | 1.1 | 1.8 | 5.5 | 18.5 | 6.9 | 1.5 | 1.2 | 0.5 |
| 冬季 | 0.1 | 0.6 | 0.7 | 3.7 | 18.3 | 7.6 | 1.9 | 0.9 | 0.9 |
| 全年 | 1.4 | 1.7 | 1.7 | 5.7 | 19.9 | 8.8 | 2.4 | 1.5 | 1.6 |
| 季节 | SSW | SW | WSW | W | WNW | NW | NNW | 静风 | |
| 春季 | 4.3 | 3.3 | 6.9 | 7.1 | 3.9 | 3.3 | 3.8 | 21.9 | |
| 夏季 | 2.7 | 4.1 | 5.6 | 4.2 | 2.2 | 1.9 | 1.5 | 17.3 | |
| 秋季 | 1.6 | 5.0 | 6.8 | 7.1 | 4.6 | 3.0 | 1.1 | 33.1 | |
| 冬季 | 1.7 | 5.7 | 6.9 | 7.5 | 3.3 | 1.0 | 0.2 | 39.0 | |
| 全年 | 2.6 | 4.5 | 6.5 | 6.4 | 3.5 | 2.3 | 1.6 | 27.8 | |

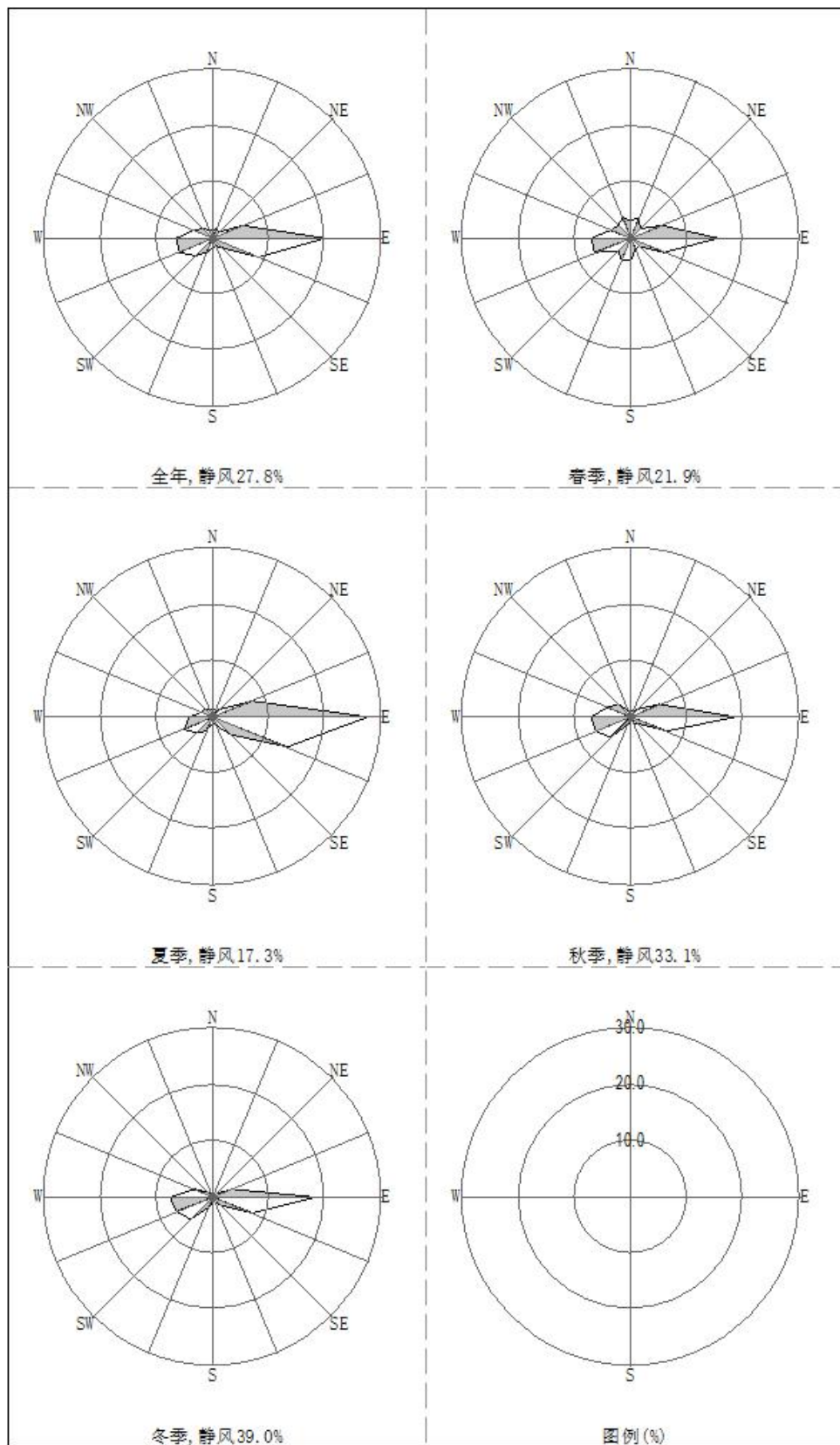


图 2.5-2 2019 年四季及全年风频玫瑰图

2.6 地表水

伊犁地区区内河流基本均流入伊犁河。伊犁河由我国境内流入哈萨克斯坦共和国的巴尔喀什湖，其水系分布于全伊犁地区，共有 120 多条河流，其密度居全疆之首，因受地形、地貌、山系走向和山地坡向制约，大河呈东西流向，小河山沟一般呈南北向。伊犁河属中亚西亚内陆河，是新疆境内一条大河，是我国西部三条国际河流之一。伊犁河大部分汇水面积在我国境内，全长 1439km，其中我国境内长 488km，我国境内伊犁河流域面积为 57467km²。伊犁河流域地表水年径流总量为 165 亿 m³，其中有境外流入的水量为 5.94 亿 m³，本区产水量为 158.65 亿 m³。

七三七延续工程周边主要地表水体均为人工开挖的沟渠，其中较大的为洪海沟、洪海沟西干渠以及阿布萨塔尔渠。各渠沿线有人工开挖的更小的渠道向周边输水，作为灌溉用水。

七三九延续工程周边主要水体为加格斯台河，加格斯台河发源于南部山区，根据《察布查尔锡伯自治县志》（2007 年），加格斯台河河谷宽约 2km，切割深度 50m~80m，全长 60km，河水年平均流量为 3.83m³/s，水质好，是当地农、牧民饮用水及灌溉用水的主要水源，河水流量在春季融雪期和夏季降雨期较大，最大为 10.47m³/s，冬季减至 0.32m³/s。

七三七延续工程周边地表水系见图 2.6-1，七三九延续工程周边地表水系见图 2.6-2。



图 2.6-1 七三七延续工程周边地表水系



图 2.6-2 七三九延续工程周边地表水系

2.7 土地和水体利用

2.7.1 土地利用

察布查尔锡伯自治县土地总面积约 44.43 万 hm^2 ，其中耕地面积为 6.4 万 hm^2 （山水灌溉耕地 1.59 万 hm^2 ，大河滩地 1.71 万 hm^2 ），荒地 8.5 万 hm^2 ，林业用地 6.29 万 hm^2 ，可利用草场 32.87 万 hm^2 。

可克达拉市土地总面积约 66.41 万 hm^2 。其中，农用地面积 42.19 万 hm^2 ，包括：耕地面积 10.22 万 hm^2 、园地面积 0.69 万 hm^2 、林地面积 5.43 万 hm^2 、牧草地面积 24.51 万 hm^2 、其他农用地面积 1.34 万 hm^2 。

七三七延续工程周边 5km 土地类型以荒地为主，并涉及少量的耕地，主要用于种植小麦、玉米和苹果，项目新增占地不涉及基本农田；七三九延续工程周边 5km 土地类型以牧草地为主。

2.7.2 水体利用

项目所在区域水资源由南部 13 条山沟河水水系、县域倾斜平原特克斯河水的南岸干渠水系、县域中部的伊犁河大河水系、河坝及平原泉水水系和地下水五个水系组成。全县水资源总量为 26.21 亿 m^3 。全县地表水资源丰富，水质良好，供水成本低。目前，全县农业、工业、生态、生活用水比例为 82%、1%、16%、1%。

七三七延续工程周边地表水体有阿布萨塔尔渠、洪海沟、洪海沟西干渠以及人工开挖的数条小型引水渠；七三九延续工程周边主要地表水体为加格斯台河及加格斯台水库。七三七、七三九延续工程周边居民点利用上述地表水体作为农业生产和生活水源，不使用地下水。

2.8 生态和资源开发利用

2.8.1 自然资源

项目所在区域矿产资源丰富，已发现的矿产资源主要分布在县境南山一带，有煤、铀、金、铜、铅、锌、锰等。区域内主要含有煤矿资源，主要赋存于中生界侏罗系中下统含煤地层，埋深相对较浅，基本处于本矿床以上 100~200m 左右。目前，矿区范围内没有进行煤矿的开采。

森林是该区域重要的生态植物资源，主要树种有新疆云杉、雪山云杉、

山杨、山柳、山楂、花楸、忍冬、野苹果、山杏等。次生林树种较为丰富，共有 18 科 60 余种，主要有沙枣、沙棘、河柳等。野生药用植物资源丰富，有贝母、紫草、大黄、防风、白芷、雪莲、甘草、红花等。延续工程周边主要植被为草地，周边没有珍稀动植物分布。

2.8.2 生态敏感区

评价区域 20km 范围内无珍稀动植物及自然保护区、风景名胜区等需要特别保护的区域。

2.9 产业政策与“三线一单”符合性

2.9.1 产业政策符合性分析

本项目属于地浸采铀项目，对照《产业结构调整指导目录（2019 年本）》（中华人民共和国国家发展和改革委员会令第 29 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。

2.9.2 “三线一单”相符性分析

1) 与《伊犁州直“三线一单”生态环境分区管控方案》符合性分析

根据《伊犁州直“三线一单”生态环境分区管控方案》（伊州政办发〔2021〕28 号），伊犁州对“三线一单”（生态保护红线、环境质量底线、资源利用上线和生态环境准入清单）实施生态环境分区管控，伊犁州共划定环境管控单元 145 个，包括优先保护单元、重点管控单元、一般管控单元三类。

优先保护单元：64 个，主要包括生态保护红线区和生态保护红线区以外的饮用水水源保护区、水源涵养区、水土流失防控区等一般生态空间管控区。生态保护红线区执行生态保护红线管理办法的有关要求；一般生态空间管控区应以生态环境保护优先为原则，开发建设活动应严格执行相关法律、法规要求，严守生态环境质量底线，确保生态功能不降低。

重点管控单元：48 个，主要包括城镇建成区、工业园区和开发强度大、污染物排放强度高的区域等。重点管控单元要着力优化空间布局，不断提升资源利用效率，有针对性地加强污染物排放管控和环境风险防控，解决生态环境质量不达标、生态环境风险高等问题。

一般管控单元：33 个，主要包括优先保护单元和重点管控单元之外的其它区域。一般管控单元主要落实生态环境保护基本要求，推动区域环境质量持续改善。

根据七三七现有工程、七三九现有及延续工程位置与伊犁州直环境管控单元分类图叠图，本项目位于重点管控单元，见图 2.9-1。

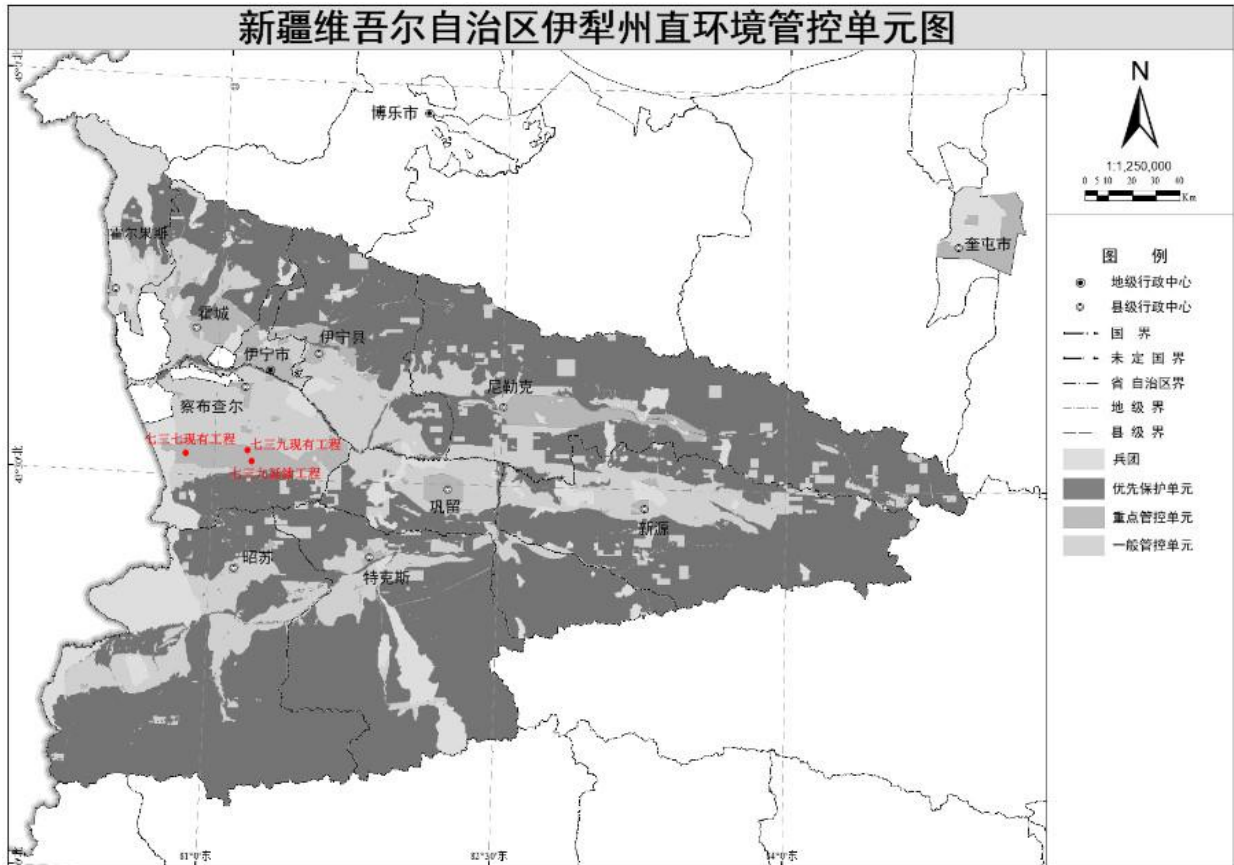


图 2.9-1 本项目与伊犁州“三线一单”生态环境分区管控方案位置关系图

2) 与《第四师可克达拉市“三线一单”生态环境分区管控方案》符合性分析

根据《第四师可克达拉市“三线一单”生态环境分区管控方案》（师市发〔2021〕48号），第四师可克达拉市对“三线一单”（生态保护红线、环境质量底线、资源利用上线和生态环境准入清单）实施生态环境分区管控，师市共划定环境管控单元 130 个，分为优先保护单元、重点管控单元、一般管控单元三类。

优先保护单元：54 个，占师市总面积的 66.19%。主要包括生态保护红线、一般生态空间，水环境优先保护区，环境空气一类功能区等区域。该区域以

生态环境保护优先为原则，开发建设活动应严格执行相关法律、法规要求，严守生态环境质量底线，确保生态功能不降低。

重点管控单元：56个，占师市总面积的18.15%。主要包括可克达拉市市区和各团部区域、霍尔果斯经济开发区兵团分区、可克达拉经济技术开发区和开发强度大、污染物排放强度高及存在环境风险的其他区域。该区域应优化空间布局，加强污染物排放控制和环境风险防控，不断提升资源利用效率，重点解决突出生态环境问题，切实推动生态环境质量持续改善。

一般管控单元：20个，占师市总面积的15.66%。主要指优先保护单元和重点管控单元之外的区域。该区域以经济社会可持续发展为导向，生态环境保护与适度开发相结合，开发建设应落实现行生态环境保护基本要求。

根据七三七延续工程占地与第四师可克达拉市环境管控单元分类图叠图，本项目位于一般管控单元，见图 2.9-2。

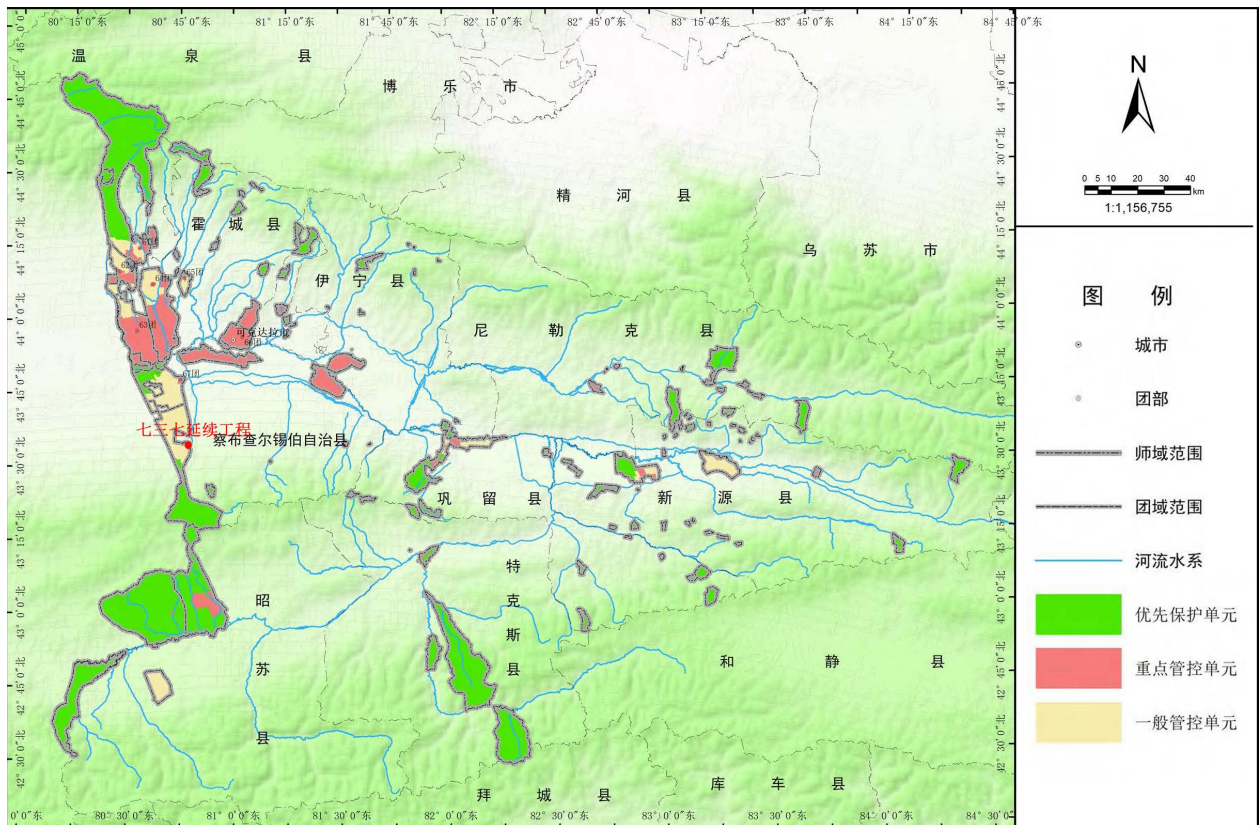


图 2.9-2 与师市“三线一单”生态环境分区管控方案位置关系图

本项目建设过程中采取了有效的污染防治措施，有针对性地加强污染物排放控制和环境风险防控，严格落实各项生态环境保护要求，可以满足重点管控单元及一般管控单元的要求。

3) “三线一单”符合性分析

针对本项目特点，“三线一单”符合性分析如下：

(1) 生态保护红线符合性

七三七现有工程、七三九现有及延续工程均位于新疆维吾尔自治区伊犁哈萨克自治州察布查尔县境内，经建设单位与察布查尔县自然资源局核实（见附件2），本项目未在生态保护红线内。七三七延续工程位于生产建设兵团第四师可克达拉市境内，经建设单位与第四师可克达拉市自然资源和规划局核实（见附件3），本项目未在生态保护红线内。

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）。项目吸附区、蒸发池建设新增占地面积约 46000m²，各类钻孔施工临时占地 1385m²，钻孔施工完毕后恢复地表原始地貌形态，占用土地资源较少；七三七厂、七三九厂及周边现有完善的供电设施，可满足本项目用电需求。本项目不涉及高耗电设备。本项目新建的井场用水采用拟采用潜层地下水（6.9m³/d），水冶厂区用水来自现有管网，劳动定员不变，不新增用水量，可见项目用水量不大，现有管网及地下水可满足用水量要求。因此，本项目水、电、土地资源使用符合资源配置要求，总体符合资源利用上线的要求。

(3) 环境质量底线符合性

根据环境空气质量模型技术支持服务系统，项目所在区域 2020 年 SO₂ 年均浓度 14μg/m³，NO₂ 年均浓度 29μg/m³，PM_{2.5} 年均浓度 43μg/m³，PM₁₀ 年均浓度 70μg/m³，CO 第 95 百分位 24h 平均浓度为 3.7mg/m³，O₃ 第 90 百分位最大 8 小时平均浓度为 119μg/m³。由此可知，本项目所在区域 SO₂、NO₂ 及 PM₁₀ 年平均、CO 第 95 百分位数 24h 平均、O₃ 第 90 百分位数日最大 8 小时平均浓度均符合《环境空气质量标准》（GB3095-2012）的二级标准要求；PM_{2.5} 年均浓度有超标现象，主要为浮尘天气所致。

本项目所在区域环境空气质量属于二类功能区，地下水属于 III 类功能区，

声环境属于 2 类功能区。本项目施工期、运行期废气达标排放；废水不外排，固体废物合理处理处置；噪声经采用低噪声设备、合理安排作业时间等措施后影响较小；本项目不涉及重大危险源，“三废”排放对周围环境影响很小。本项目运行后产生的各类污染物均能实现达标排放，可维持区域的环境质量等级，不会出现环境质量降级，本项目的建设符合环境质量底线要求。

(4) 负面清单符合性

七三七现有工程、七三九现有及延续工程位于新疆维吾尔自治区伊犁哈萨克自治州察布查尔锡伯自治县，未被列入《新疆维吾尔自治区 28 个国家重点生态功能区县（市）产业准入负面清单（试行）》（新发改规划〔2017〕891 号）和《新疆维吾尔自治区 17 个新增纳入国家重点生态功能区县（市）产业准入负面清单（试行）》（新发改规划〔2017〕1796 号）等负面清单，满足《伊犁州直“三线一单”生态环境分区管控方案》（伊州政办发〔2021〕28 号）生态环境准入清单，符合环境功能区负面清单控制要求。

七三七延续工程位于生产建设兵团第四师可克达拉市，对比《第四师可克达拉市生态环境准入清单》普适性管控要求及六十七团管控要求，空间布局约束、污染物排放管控、环境风险防控和资源利用效率方面分析，七三七延续工程满足相关管控要求，符合《第四师可克达拉市“三线一单”生态环境分区管控方案》（师市发〔2021〕48 号）生态环境准入清单要求。

综上分析，本项目建设符合国家、地方（兵团）产业政策和环保政策的相关要求，满足国家“三线一单”要求。

2.10 社会环境

2.10.1 社会经济

根据《伊犁哈萨克自治州 2020 年国民经济和社会发展统计公报》，2020 年伊犁哈萨克自治州实现地区生产总值 2338.11 亿元，比上年增长 4.4%。其中，第一产业增加值 582.52 亿元，增长 4.0%；第二产业增加值 579.41 亿元，增长 8.9%；第三产业增加值 1176.19 亿元，增长 2.3%。第一产业增加值占地区生产总值比重为 24.9%，第二产业增加值比重为 24.8%，第三产业增加值比重为 50.3%。州直属县市生产总值 1266.01 亿元，比上年增长 5.2%。其中，

第一产业增加值 227.46 亿元，增长 4.4%；第二产业增加值 324.22 亿元，增长 14.6%；第三产业增加值 714.33 亿元，增长 1.2%。第一产业增加值占地区生产总值比重为 18.0%，第二产业增加值比重为 25.6%，第三产业增加值比重为 56.4%。

根据《新疆生产建设兵团第四师可克达拉市 2020 年国民经济和社会发展统计公报》，2020 年可克达拉市实现地区生产总值 210.55 亿元，比上年下降 1.3%。其中，第一产业 54.66 亿元，增长 1.4%；第二产业 67 亿元，下降 6.1%；第三产业 88.90 亿元，增长 2.0%。三次产业结构由上年的 24.3:34.6:41.4 调整为 26.0:31.8:42.2。

2.10.2 人口分布

2.10.2.1 人口概况

1) 察布查尔锡伯自治县

察布查尔锡伯自治县辖区面积 4471.95km²，2021 年全县常住人口约 18.13 万人，人口密度约 40.26 人/km²。根据第六次全国人口普查数据，全县年龄构成中，0~14 岁人口占 20.83%，15~64 岁人口占 72.96%，65 岁及以上人口占 6.21%。

根据《察布查尔锡伯自治县国民经济和社会发展统计公报》，察布查尔锡伯自治县 2015 年~2019 年人口自然增长率见表 2.10-1，根据表中数据，2015 年~2019 年察布查尔县年均人口自然增长率为 7.79%。

评价区域内各年龄组的人口比例约为：婴儿（≤1 岁）2.0%，幼儿（1~7 岁）11%，少年（7~17 岁）30%，成人（>17 岁）57%。

表 2.10-1 察布查尔锡伯自治县人口自然增长率（2015~2019 年）

| 年份 | 2015 年 | 2016 年 | 2017 年 | 2018 年 | 2019 年 |
|------------|--------|--------|--------|--------|--------|
| 人口自然增长率（‰） | 10.98 | 9.63 | 9.05 | 6.01 | 3.29 |

2) 可克达拉市

截至 2019 年末，可克达拉市共有人口 25.65 万，较上年增长 2.1%。七三七延续工程所在地属第四师 67 团管辖。延续工程吸附区 WSW 方位 4.6km 处驻扎有边防连队，边防连队现有官兵 204 人。

2.10.2.2 5km 范围内人口分布

1) 七三七延续工程

以七三七延续工程新建集液罐为评价中心，七三七延续工程 5km 范围内居民点分布情况见表 2.10-2，居民点分布图见图 2.10-1。

表 2.10-2 七三七延续工程评价中心 5km 方位内居民点分布人口

| 居民点 | 方位 | 距离, km | 人口数 |
|------|-----|--------|-----|
| 墩买里 | E | 4.01 | 552 |
| 都拉图 | SE | 3.76 | 132 |
| 边防连队 | WSW | 4.64 | 204 |

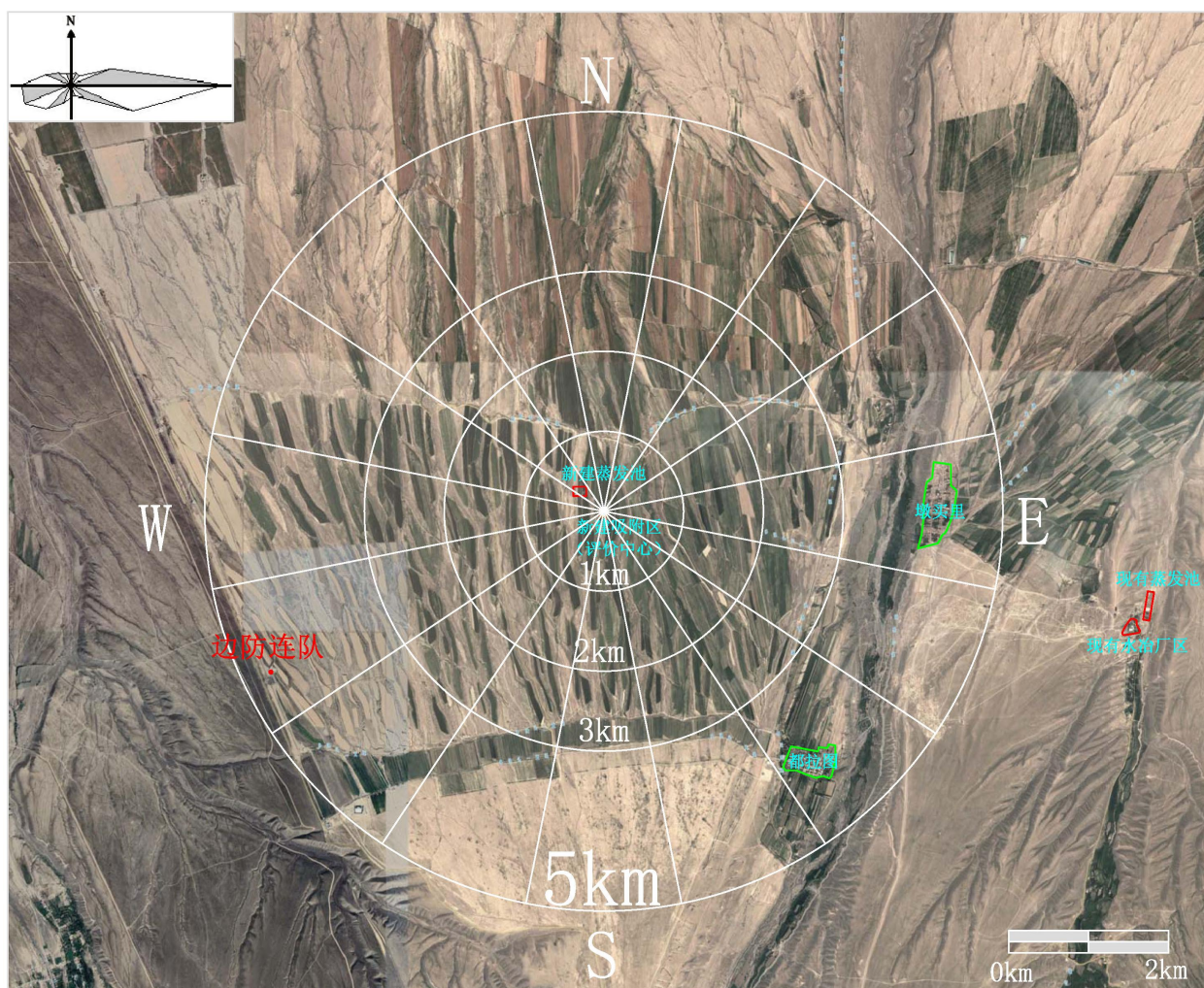


图 2.10-1 七三七延续工程评价中心 5km 范围内居民点分布

2) 七三九延续工程

以七三九延续工程新建的集液罐为评价中心，七三九延续工程 5km 范围内居民点分布情况见表 2.10-3，居民点分布图见图 2.10-2。

表 2.10-3 七三九厂延续工程评价中心 5km 方位内居民点分布人口

| 居民点 | 方位 | 距离, km | 人口数 |
|-------|--------|--------|------|
| 阿克亚尔村 | NNE、NE | 4.70 | 3450 |

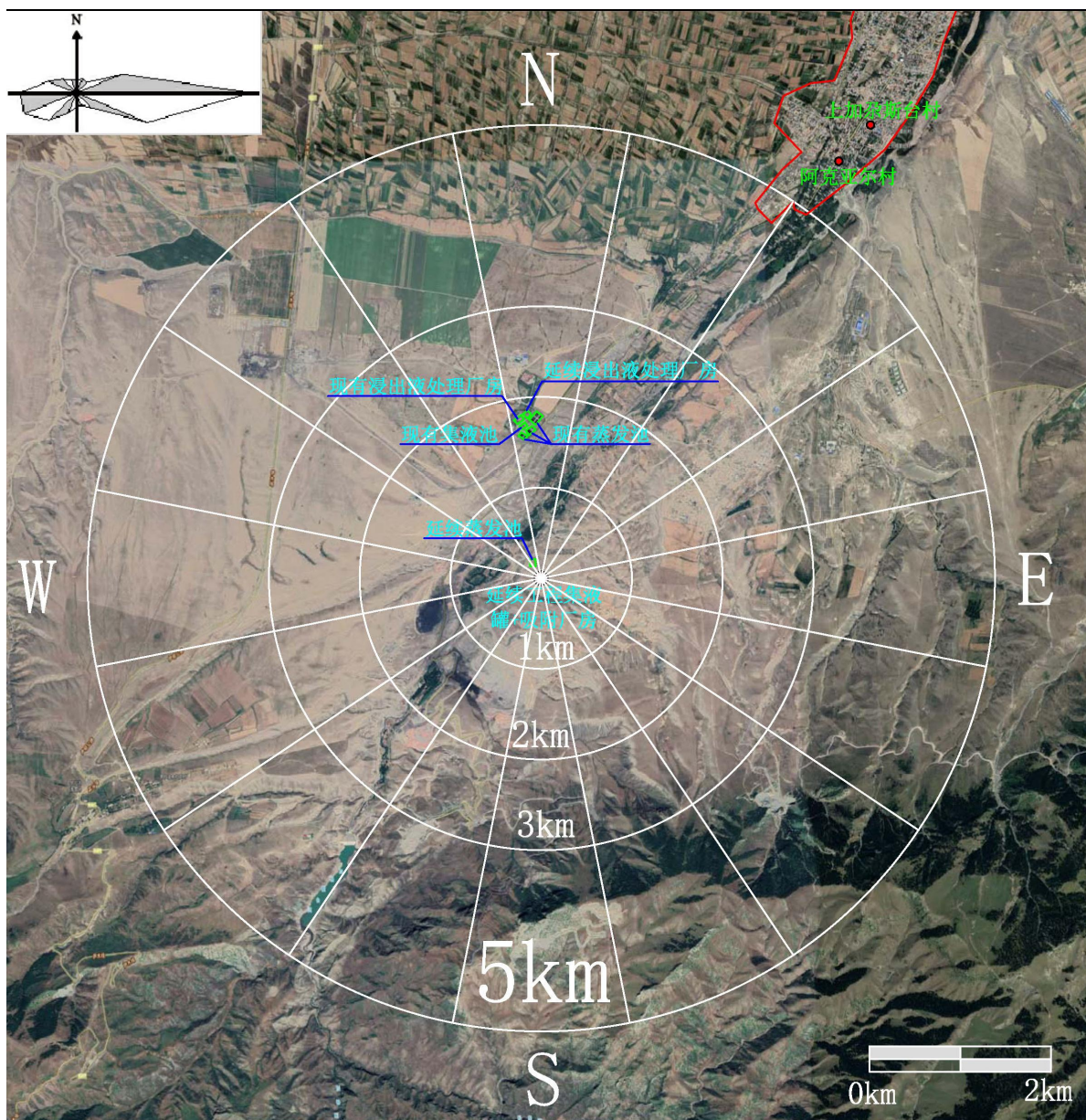


图 2.10-2 七三九延续工程评价中心 5km 范围内居民点分布

2.10.2.3 评价范围内各子区人口

七三七、七三九延续工程评价中心 20km 范围内各子区人口统计情况分别见表 2.10-4、表 2.10-5。七三七、七三九延续工程评价中心 20km 评价子区分布图分别见图 2.10-3 和图 2.10-4。

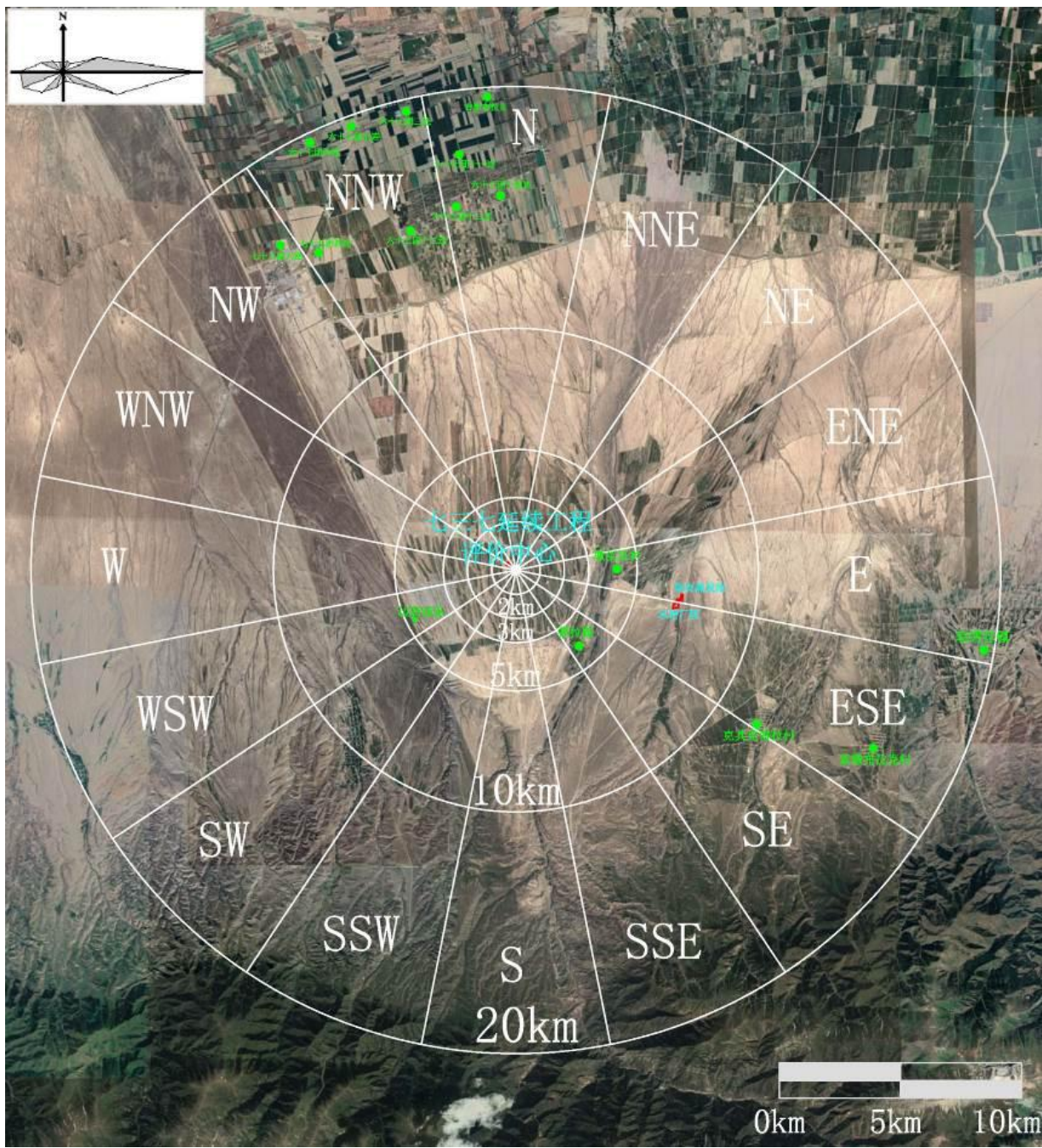


图 2.10-3 七三七延续工程评价中心 20km 评价子区分布图

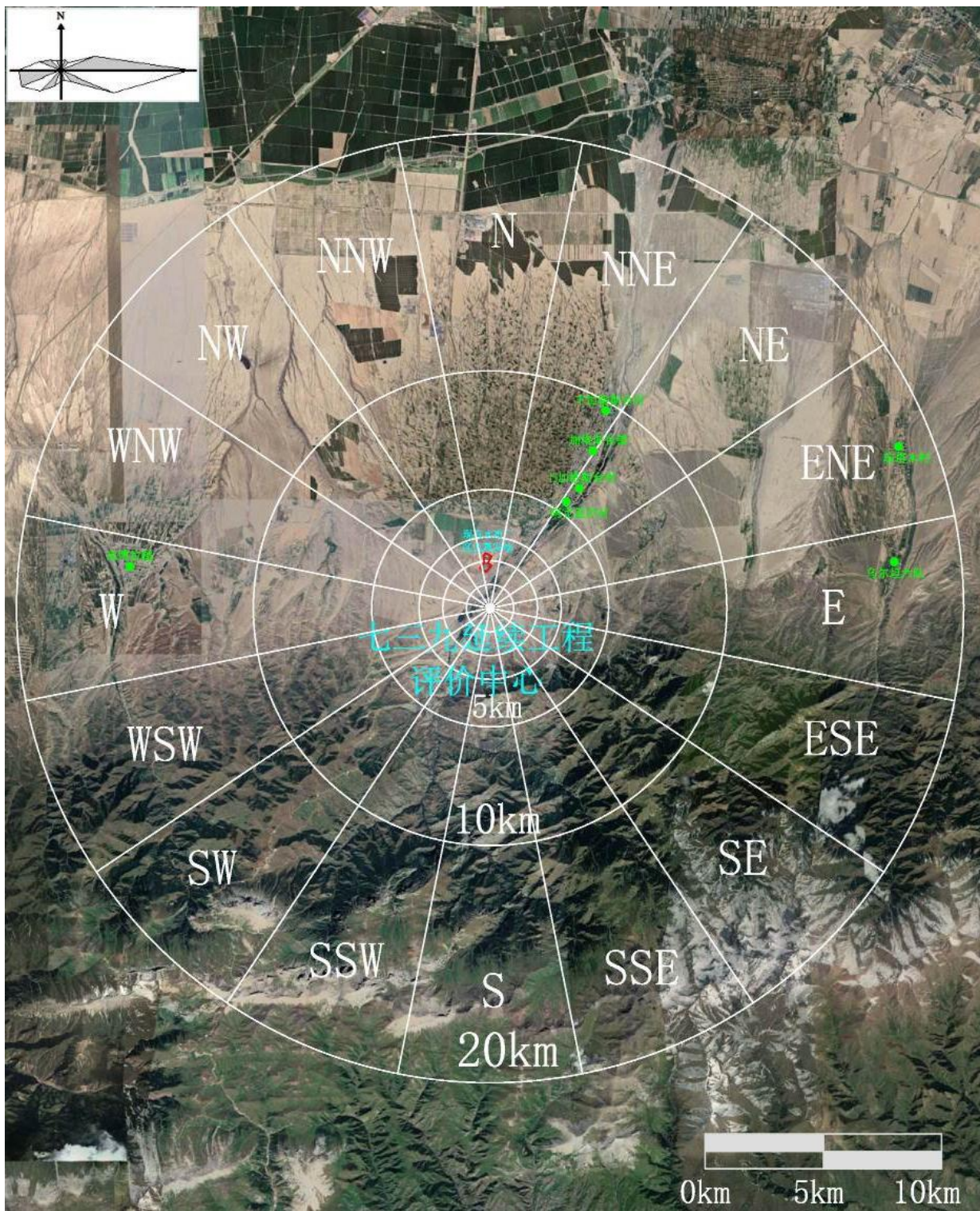


图 2.10-4 七三九延续工程评价中心 20km 评价子区分布图

表 2.10-4 七三七延续工程评价中心 20km 范围内各子区人口（2021 年）

| 半径 | 年龄组 | N | NNE | NE | ENE | E | ESE | SE | SSE | S | SSW | SW | WSW | W | WNW | NW | NNW |
|---------|-----|-----|-----|----|-----|------|------|-----|-----|---|-----|----|-----|---|-----|-----|-----|
| 0~1km | 婴儿 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 |
| | 幼儿 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 |
| | 少年 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 |
| | 成人 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 |
| 1~2km | 婴儿 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 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 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 |
| | 成人 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 |
| 3~5km | 婴儿 | 0 | 0 | 0 | 0 | 11 | 0 | 3 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 |
| | 幼儿 | 0 | 0 | 0 | 0 | 61 | 0 | 15 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 |
| | 少年 | 0 | 0 | 0 | 0 | 166 | 0 | 40 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 |
| | 成人 | 0 | 0 | 0 | 0 | 315 | 0 | 75 | 0 | 0 | 0 | 0 | 204 | 0 | 0 | 0 | 0 |
| 5~10km | 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 |
| 10~20km | 婴儿 | 25 | 0 | 0 | 0 | 40 | 66 | 16 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 5 | 21 |
| | 幼儿 | 138 | 0 | 0 | 0 | 221 | 361 | 90 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 29 | 115 |
| | 少年 | 378 | 0 | 0 | 0 | 602 | 985 | 246 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 80 | 314 |
| | 成人 | 718 | 0 | 0 | 0 | 1143 | 1871 | 467 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 151 | 596 |

表 2.10-5 七三九延续工程评价中心 20km 范围内各子区人口（2021 年）

| 半径 | 年龄组 | N | NNE | NE | ENE | E | ESE | SE | SSE | S | SSW | SW | WSW | W | WNW | NW | NNW |
|---------|-----|---|------|------|-----|----|-----|----|-----|---|-----|----|-----|------|-----|----|-----|
| 0~1km | 婴儿 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 |
| | 幼儿 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 |
| | 少年 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 |
| | 成人 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 |
| 1~2km | 婴儿 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 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 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 |
| | 成人 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 |
| 3~5km | 婴儿 | 0 | 3 | 1 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 |
| | 幼儿 | 0 | 17 | 4 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 |
| | 少年 | 0 | 45 | 11 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 |
| | 成人 | 0 | 86 | 20 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 |
| 5~10km | 婴儿 | 0 | 168 | 119 | 12 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 |
| | 幼儿 | 0 | 925 | 653 | 67 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 |
| | 少年 | 0 | 2524 | 1782 | 183 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 |
| | 成人 | 0 | 4795 | 3386 | 348 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 |
| 10~20km | 婴儿 | 0 | 0 | 1 | 9 | 2 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 78 | 0 | 0 | 0 |
| | 幼儿 | 0 | 0 | 5 | 49 | 12 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 429 | 0 | 0 | 0 |
| | 少年 | 0 | 0 | 14 | 134 | 32 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 1171 | 0 | 0 | 0 |
| | 成人 | 0 | 0 | 26 | 254 | 60 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 2225 | 0 | 0 | 0 |

3 工程分析

3.1 现有工程基本情况

3.1.1 七三七现有工程基本情况

3.1.1.1 七三七厂简介

七三七厂是我国第一座采用原地浸出工艺进行工业化生产的铀矿山，1987年512地浸试验队在512矿床（库捷尔太矿床）开展条件试验，到1990年底512矿床地浸采铀条件试验取得重大突破，为工业试验打下坚实基础。

1995年512地浸试验队更名为七三七地浸工程试验队，建设了737原地浸出采铀工业性试验基地工程，其环境影响评价工作由核工业第四研究设计院完成，并通过了原国家环境保护总局的审查。

鉴于737原地浸出采铀工业性试验取得重要成果，核工业总公司决定启动“737原地浸出采铀二期工程”，该工程于1998年9月获得了原国家环境保护总局的审批意见复函（环发〔1998〕295号文），并于2000年底建成工业化规模生产线；2002年更名为七三七厂；2005年~2010年，七三七厂分别启动了综合技术改造项目和减排技术改造项目，均取得环评批复。

七三七厂浸出工艺为酸法浸出，浸出剂为 H_2SO_4 。其水冶工艺流程为浸出液→吸附→饱和再吸附→淋洗→沉淀→过滤→洗涤→“111”产品。

目前，七三七厂主要设施包括井场、水冶厂、生产辅助设施及生活区。具体内容见表1.3-1。

3.1.1.2 七三七现有工程污染物排放情况

1) 废气

(1) 集液罐废气

根据库捷尔太、洪海沟铀矿床含矿含水层中地下水水文地球化学监测数据，区域地下水中的 ^{222}Rn 为80.89~543.93Bq/L之间。保守考虑，浸出液中 ^{222}Rn 浓度取543.93Bq/L。七三七现有工程年总抽液量约4301510m³/a，则生产过程中集液罐年排放 ^{222}Rn 量约为 2.34×10^{12} Bq/a。

(2) 浸出液处理厂房废气

七三七现有工程浸出液处理厂房总排风量为80600m³/h，根据七三七厂

2020 年监测结果，水冶厂排气口氡浓度范围为 62~455Bq/m³，按照最高 455Bq/m³ 考虑，则原浸出液处理厂房氡气释放量约为 3.21×10¹¹Bq/a。

(3) 蒸发池废气

七三七厂现有蒸发池 7 座，总面积 18200m²，根据生态环境部核基地项目，七三九厂蒸发池水面氡析出率为 0.036~0.059Bq/m²·s，保守取 0.059Bq/m²·s，氡释放量为 3.39×10¹⁰Bq/a。

此外，浸出液处理厂房外侧布置 2 座 50m×25m×2.2m 母液回收蒸发池，蒸发面积为 2500 m²，则母液回收蒸发池释放的 ²²²Rn 量为 4.65×10⁹Bq/a。

2) 废水

(1) 工艺废水

七三七现有工程产生的工艺废水主要为吸附尾液，其中吸附尾液的 99 % 返回配置浸出剂，剩余 1%的吸附尾液直接进入蒸发池。根据七三七厂统计结果，排入蒸发池的吸附尾液量约 130m³/d，即 43015m³/a。

七三七厂现有蒸发池 7 座，总蒸发面积为 18200m²，根据当地区域蒸发量及降水量，蒸发池年实际蒸发量约为 45500m³，可全部蒸发掉产生放射性废水。

七三七厂自生产以来，蒸发池运行良好，无液体外溢现象，可全部蒸发掉该厂产生的放射性废水。此外，蒸发池下游设有一个监测井，从监测结果来看，U_{天然}、pH、Cl⁻、SO₄²⁻变化不大。其中，U_{天然}位于本底水平内，非放射性指标均低于《地下水质量标准》(GB/T 14848-2017)中III类标准，且总体趋于平稳，可见蒸发池的防渗效果是比较可靠的。

(2) 流散浸出液

为了避免地下废水在含矿含水层中的逸散，七三七厂在生产过程中严格控制抽注液的区域平衡，抽大于注的比例为 1%，保障区域地下水由注入并向抽出井流动。此外，在井场外围和矿床上下含水层中设有监测井，并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《新疆中核天山铀业有限公司七三七厂流出物及周围环境监测评价 2020 年年报》，七三七厂监测井 U_{天然}、pH、SO₄²⁻、静水位近三年监测结果未出现明显变化现象，数据变化处在历史波动区间内，变化趋势总体平稳，七

三七厂地下溶浸范围受控，矿山生产运行未对周围地下水造成影响。

(3) 洗井废水

七三七厂运行过程中，需要定期对钻孔采取机械洗井工作，会产生一定的洗井废水。洗井废水经澄清后重新注入井下，沉淀的泥沙运至蒸发池集中暂存。

(4) 生活废水

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 30m³/d。废水中主要污染物为 COD、SS 及氨氮，其中污染物浓度分别约为 300mg/L、100mg/L、40mg/L，生活污水经处理后回用于厂区绿化、抑尘，不外排。

3) 固体废物

(1) 废旧管道、设备

七三七厂生产至今，经过综合技术改造工程建设以及生产过程中的检修，共计产生废旧管道、阀门、水泵、过滤器、废产品桶等放射性固体废物约 600t，放置于 固体废物贮存库贮存。

(2) 生活垃圾

生活垃圾为工作人员日常生活产生的固体废物，根据七三七厂工作人员的人数估算，生活垃圾产生量约为 25t/a，生活垃圾集中存放在垃圾池，定期由垃圾处理车外运处理。

4) 噪声

七三七厂噪声源主要为井场和水冶厂的空压机、潜水泵、离心泵、风机等，单机噪声源强均小于 90dB (A)。

对于噪声的防治，各种设备均选用低噪声环保设备，对风机、水泵及空压机等均采取了有效的隔声、减震措施。噪声源强经处理后在厂界可以达到《工业企业厂界环境噪声排放标准》(GB12348-2008)中 2 类标准，即昼间 ≤60dB (A)，夜间 ≤50dB (A)。

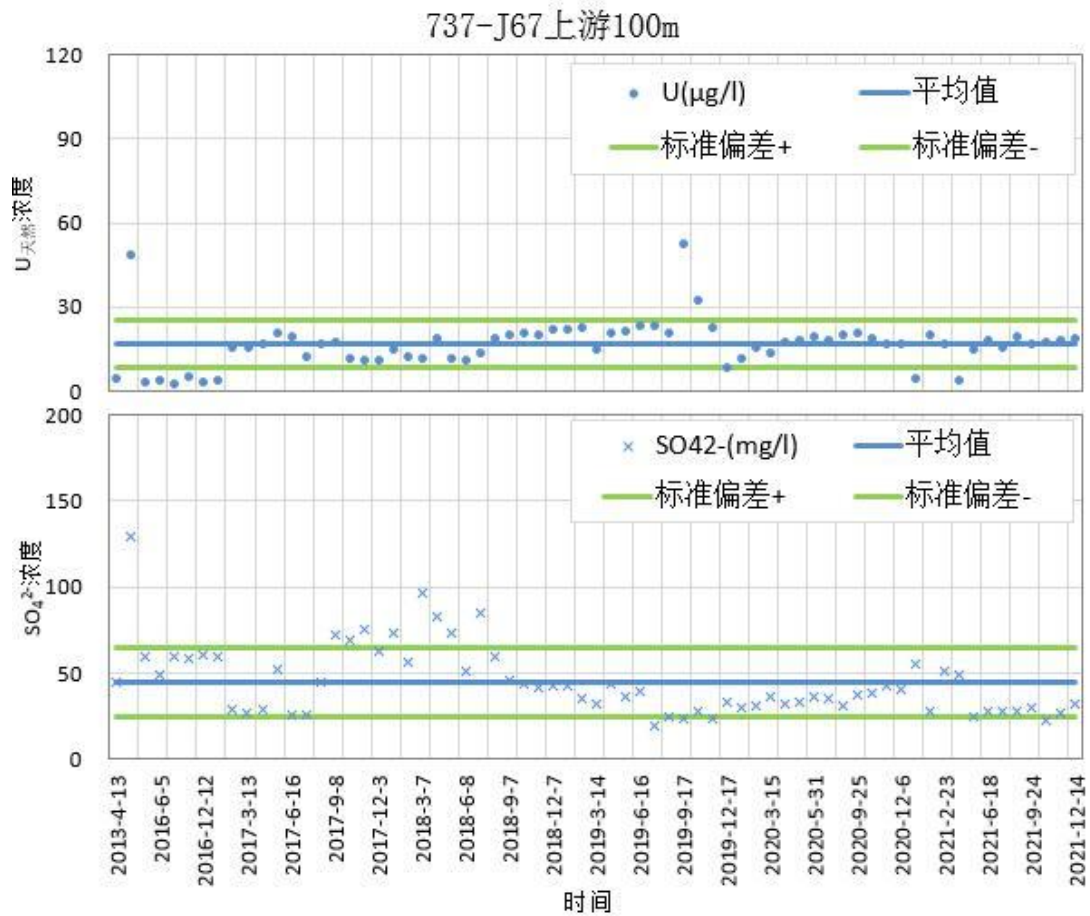
3.1.1.3 七三七现有工程环境影响现状

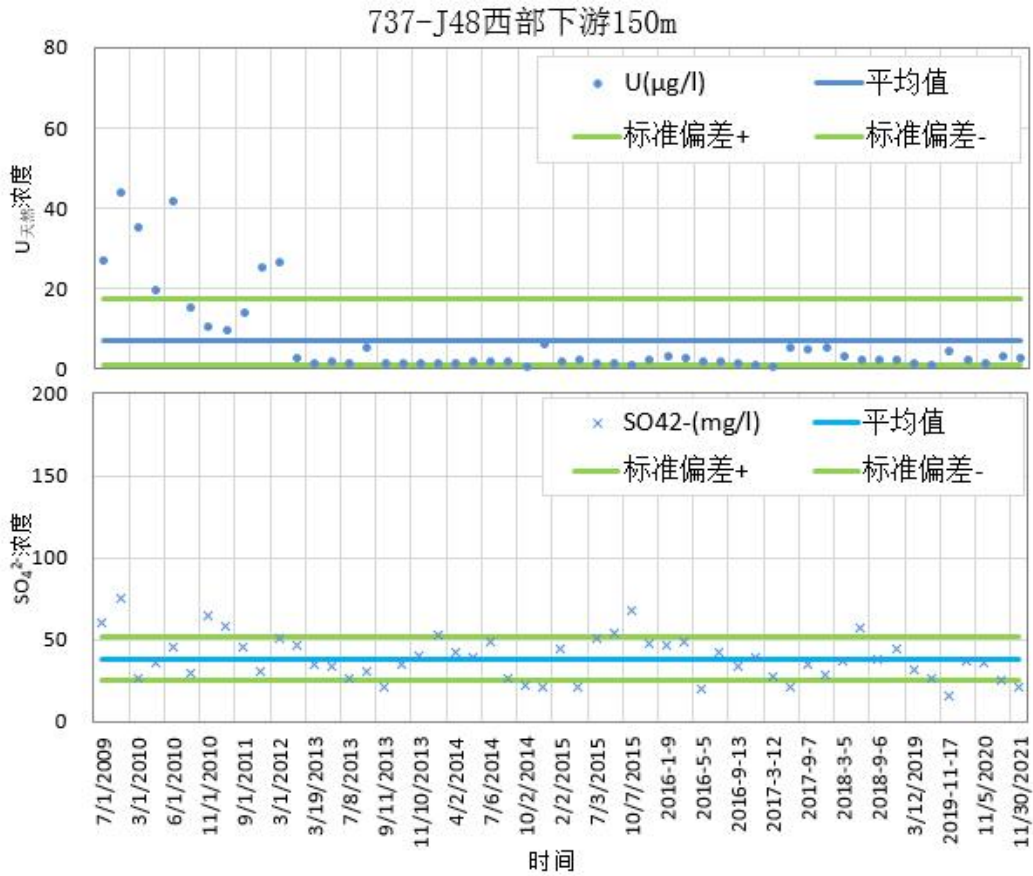
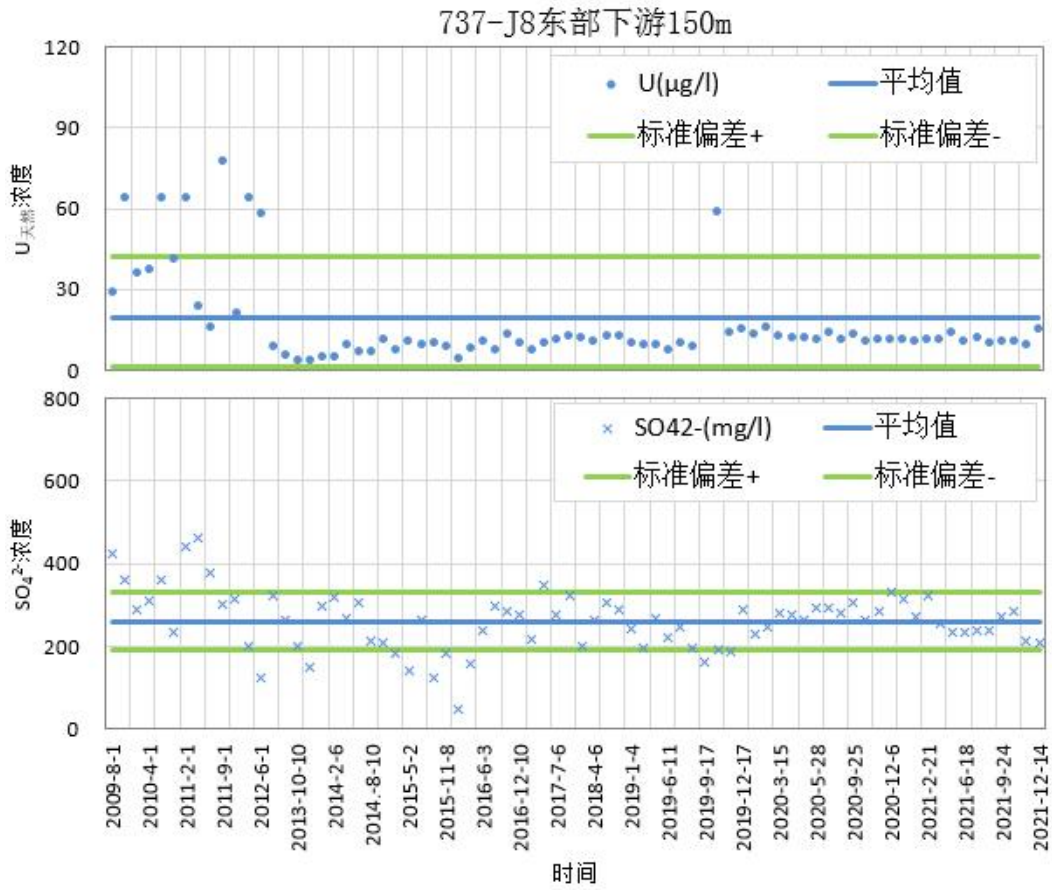
根据《新疆中核天山铀业有限公司七三七厂流出物及周围环境监测评价 2020 年年报》(2021.3.25)，七三厂生活区及附近墩买里居民点的γ辐射空气吸收剂量率监测值与《中国环境天然放射性水平》(2015 年)伊犁地区天然本底

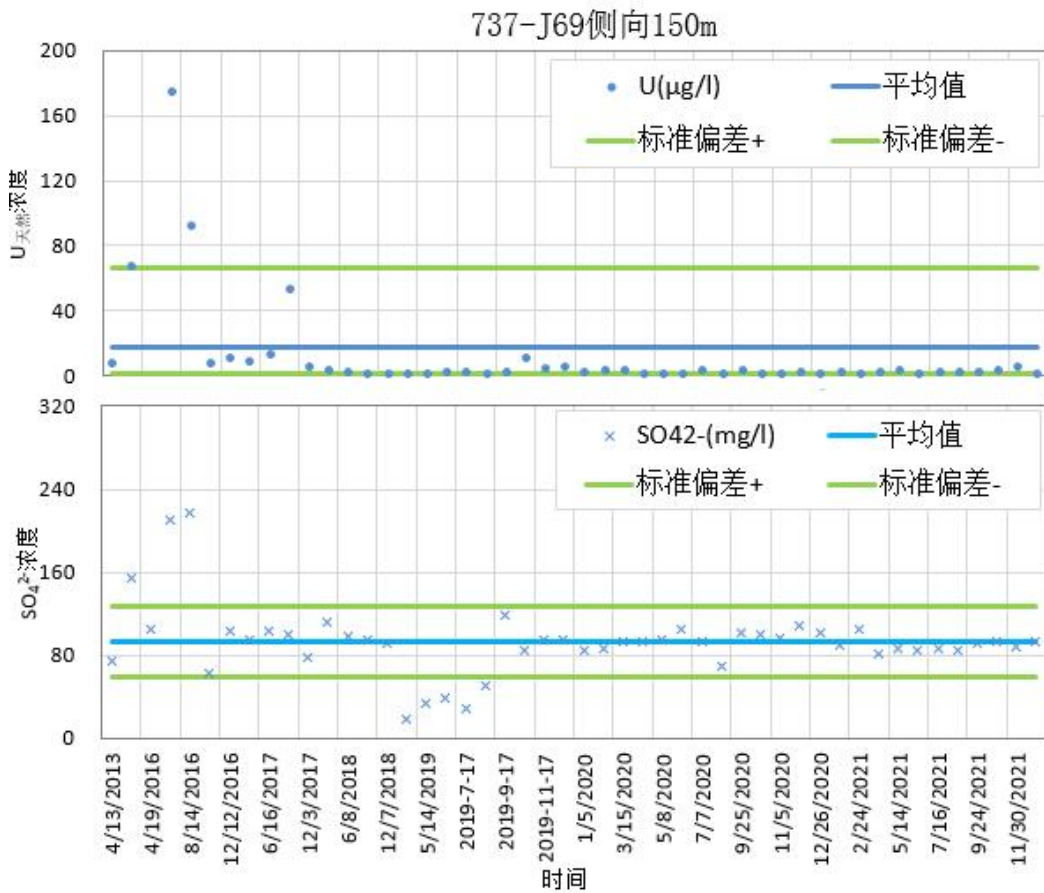
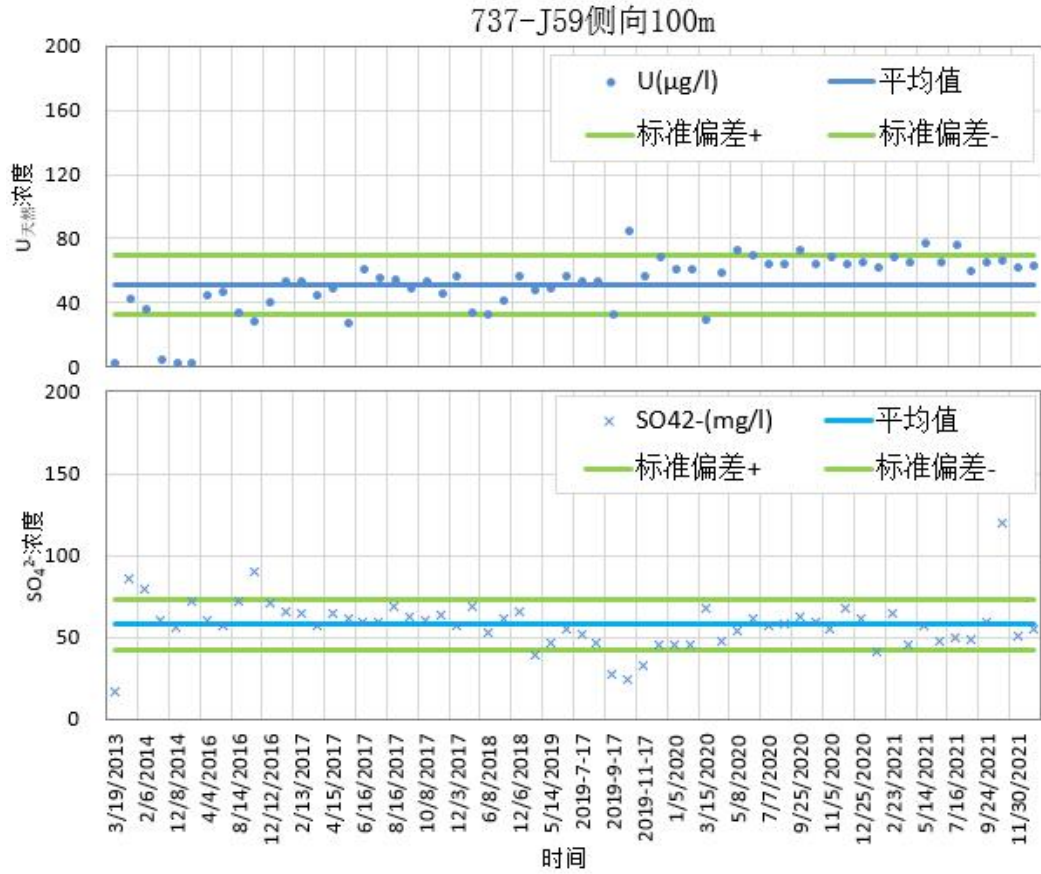
基本处于同一水平；七三七厂生活区及墩买里居民点的氡浓度监测值与《中国环境天然放射性水平》（2015年）伊宁室室外氡浓度水平相当；七三厂周边的地表水（洪海沟上、中、下游）监测数据，与建矿前相比无明显变化。

七三七厂现有地下水监测井 100 眼（包括蒸发池下游的 1 个监测井）。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，并在采区内部上下含水层也布设若干监测井，监测井布设图见图 3.1-1。

根据七三七厂 2020 年监测年报，七三七厂对照本底数据及历史数据波动区间，对每个监测井数据按月进行分析。经分析，监测井监测数据与本底数据相比总体平稳，未见异常。井场自东向西呈条带状分布，延伸较长，本报告分别选取部分上游、下游和上下含水层监测井，梳理了从监测井成孔开始至今的历年监测数据，绘制了放射性核素 $U_{\text{天然}}$ 和非放污染物 SO_4^{2-} 的变化趋势（各趋势线第一位数据均为监测孔成孔时的本底值），见图 3.1-2。







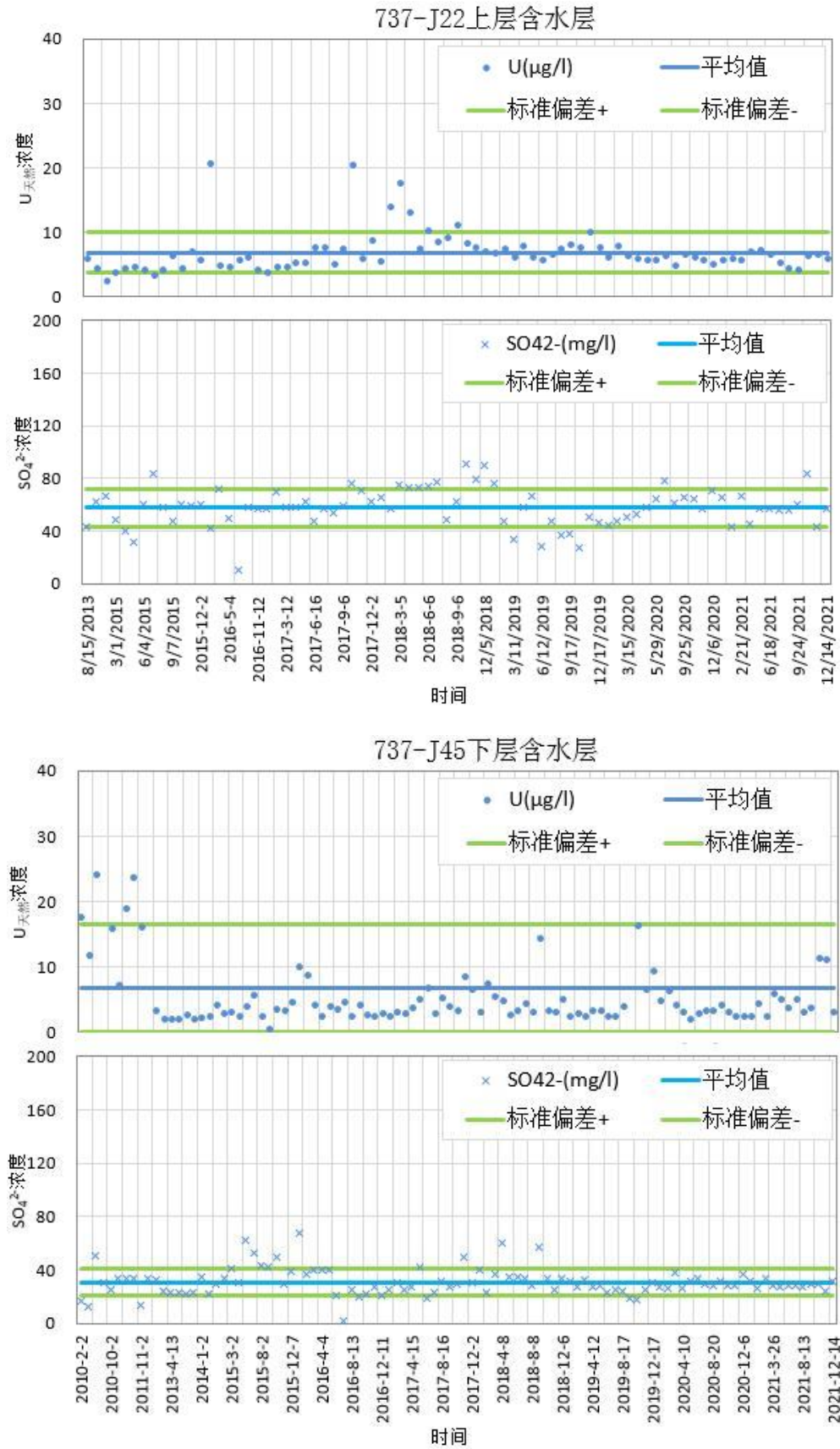


图 3.1-2 七三七厂监测井监测数据分析图

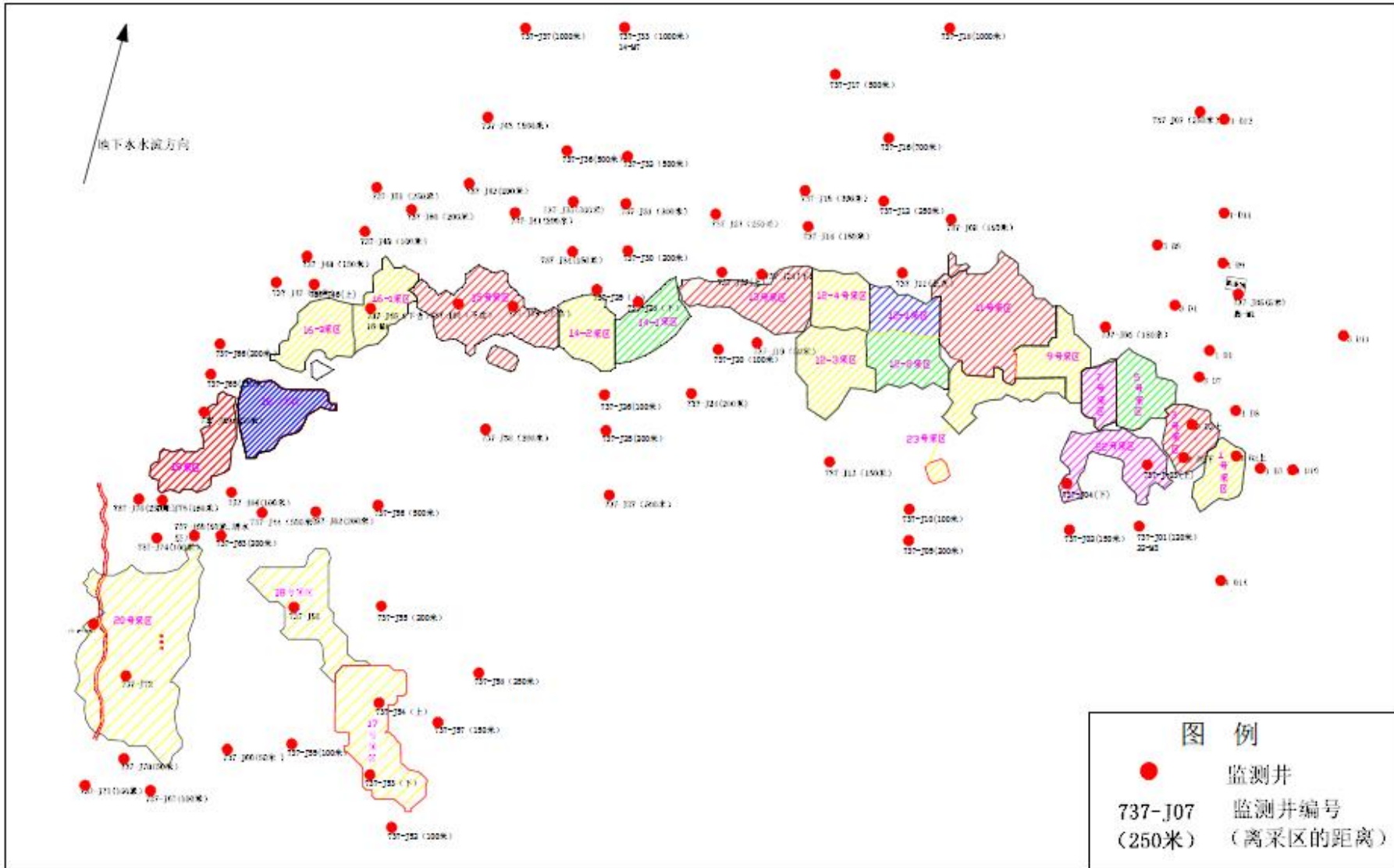


图 3.1-1 七三七厂监测井布置图

3.1.2 七三九厂现有工程基本情况

3.1.2.1 七三九厂基本情况

七三九厂是继七三七厂后开拓的国内第二座地浸铀矿山，其前身为 511 地浸工程试验队，1995 年开展了现场地浸采铀条件试验，2002 年在 511 矿床（扎吉斯坦铀矿床）开展了半工业性试验工程。

2004 年启动工程项目，该工程环境影响评价报告于 2005 年 1 月获得了原国家环境保护总局的审批意见复函（环审〔2005〕12 号文），于 2006 年 10 月建成投产。

目前，七三九厂分为 2 个矿区，511 矿区和 513 矿区。其中，513 矿区（乌库尔奇铀矿床）为原七三一厂，2014 年 12 月纳入七三九厂统一管理，与本延续工程无关联，不再评价。

七三九厂浸出工艺为酸法浸出，浸出剂为 H_2SO_4 。其水冶工艺流程为浸出液→吸附→饱和再吸附→淋洗→沉淀→过滤→洗涤→“111”产品。

目前，七三九厂主要设施包括井场、水冶厂、生产辅助设施及生活区。具体内容见表 1.3-2。

3.1.2.2 七三九现有工程污染物排放情况

1) 废气

(1) 集液池废气

根据扎吉斯坦含矿含水层中地下水水文地球化学监测数据，区域地下水中的 ^{222}Rn 为 13~305Bq/L 之间。保守考虑，浸出液中 ^{222}Rn 浓度取 305Bq/L。七三九现有工程年总抽液量约 $4621699m^3/a$ ，则生产过程中集液池年排放 ^{222}Rn 量约为 $1.41 \times 10^{12} Bq/a$ 。

(2) 浸出液处理厂房废气

七三九现有工程浸出液处理厂房总排风量为 $75600m^3/h$ ，根据七三九厂 2020 年监测结果，水冶厂排气口氡浓度范围为 $62 \sim 462Bq/m^3$ ，按照最高 $462Bq/m^3$ 考虑，则原浸出液处理厂房氡气释放量约为 $3.06 \times 10^{11} Bq/a$ 。

(3) 蒸发池废气

七三九厂现有蒸发池 8 座，总面积 $19200m^2$ ，蒸发池水面氡析出率取 $0.059Bq/m^2 \cdot s$ ，氡释放量为 $3.57 \times 10^{10} Bq/a$ 。

此外，浸出液处理厂房外侧布置 2 座 30m×40m×2m 母液回收蒸发池，蒸发面积为 2400m²，则母液回收蒸发池释放的 ²²²Rn 量为 4.47×10⁹Bq/a。

2) 废水

(1) 工艺废水

七三九现有工程产生的工艺废水主要为吸附尾液，其中吸附尾液的 99% 返回配置浸出剂，剩余 1% 的吸附尾液直接进入蒸发池。根据七三九厂统计结果，排入蒸发池的吸附尾液量约 140m³/d，即 46217m³/a。

七三九厂现有蒸发池 8 座，总蒸发面积为 19200m²，根据当地区域蒸发量及降水量，蒸发池年实际蒸发量约 48000m³，可全部蒸发掉产生的放射性废水。

七三九厂自生产以来，蒸发池运行良好，无液体外溢现象，可全部蒸发掉该厂产生的放射性废水。此外，蒸发池下游设有一个监测井，从监测结果来看，U_{天然}、pH、Cl⁻、SO₄²⁻变化不大。其中，U_{天然}位于本底水平内，非放射性指标均低于《地下水质量标准》(GB/T 14848-2017) 中 III 类标准，且总体趋于平稳，可见蒸发池的防渗效果是比较可靠的。

(2) 流散浸出液

为了避免地下废水在含矿含水层中的逸散，七三九厂在生产过程中严格控制抽注液的区域平衡，抽大于注的比例为 1%，保障区域地下水由注入井向抽出井流动。此外，在井场外围和矿床上下含水层中设有监测井，并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《新疆中核天山铀业有限公司七三九厂流出物及周围环境监测评价 2020 年年报》，七三九厂监测井 U_{天然}、pH、SO₄²⁻、静水位近三年监测结果未出现明显变化现象，数据变化处在历史波动区间内，变化趋势总体平稳，七三九厂地下溶浸范围受控，矿山生产运行未对周围地下水造成影响。

(3) 洗井废水

七三九厂运行过程中，需要定期对钻孔采取机械洗井工作，会产生一定的洗井废水。洗井废水经澄清后重新注入井下，沉淀的泥沙运至蒸发池集中暂存。

(4) 生活废水

七三九厂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20m³/d。废水中主要污染物为COD、SS及氨氮，其中污染物浓度分别约为300mg/L、100mg/L、40mg/L，生活污水经处理后回用于厂区绿化、抑尘，不外排。

3) 固体废物

(1) 废旧管道、设备

七三九厂生产至今，共计产生废旧管道、阀门、水泵、过滤器等放射性固体废物约100t，贮存于固体废物贮存库。

(2) 生活垃圾

生活垃圾为工作人员日常生活产生的固体废物，根据七三九厂工作人员的人数估算，生活垃圾产生量约为14.6t/a，生活垃圾集中存放在垃圾池，定期由垃圾处理车外运处理。

4) 噪声

七三九厂噪声源主要为井场和水冶厂的空压机、潜水泵、离心泵、风机等，单机噪声源强均小于90dB(A)。

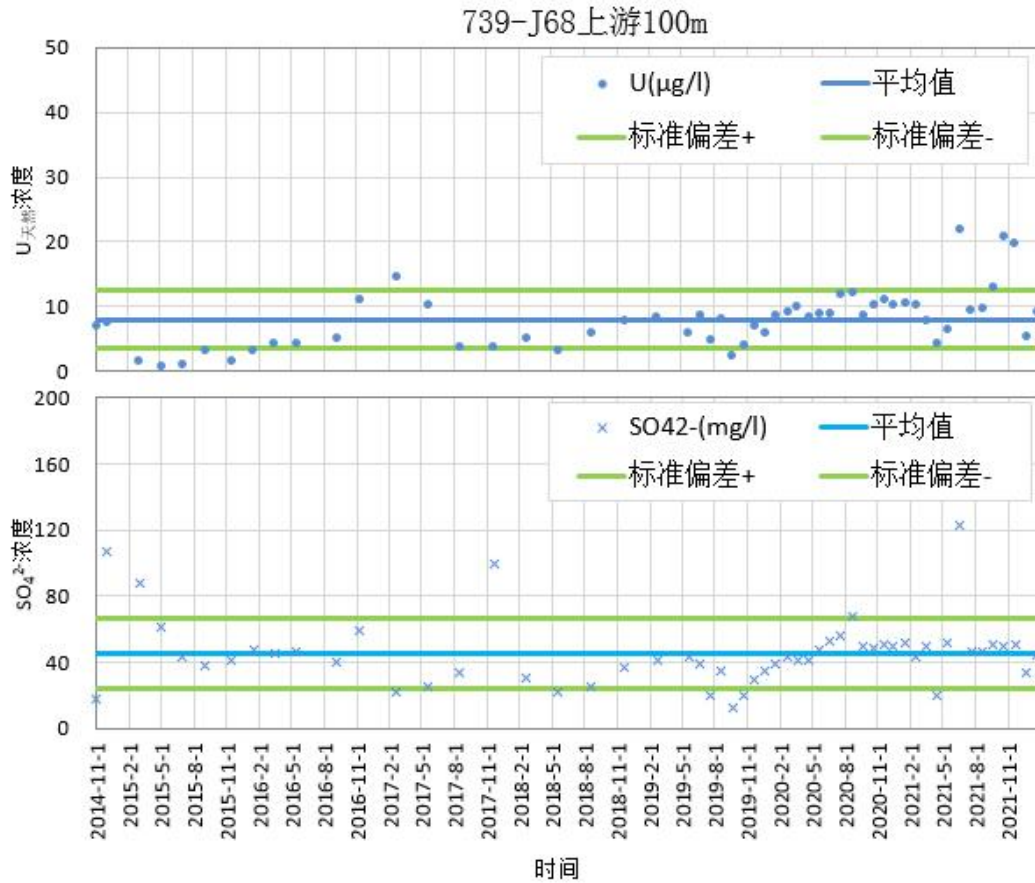
对于噪声的防治，各种设备均选用低噪声环保设备，对风机、水泵及空压机等均采取了有效的隔声、减震措施。噪声源强经处理后在厂界可以达到《工业企业厂界环境噪声排放标准》(GB12348-2008)中2类标准，即昼间≤60dB(A)，夜间≤50dB(A)。

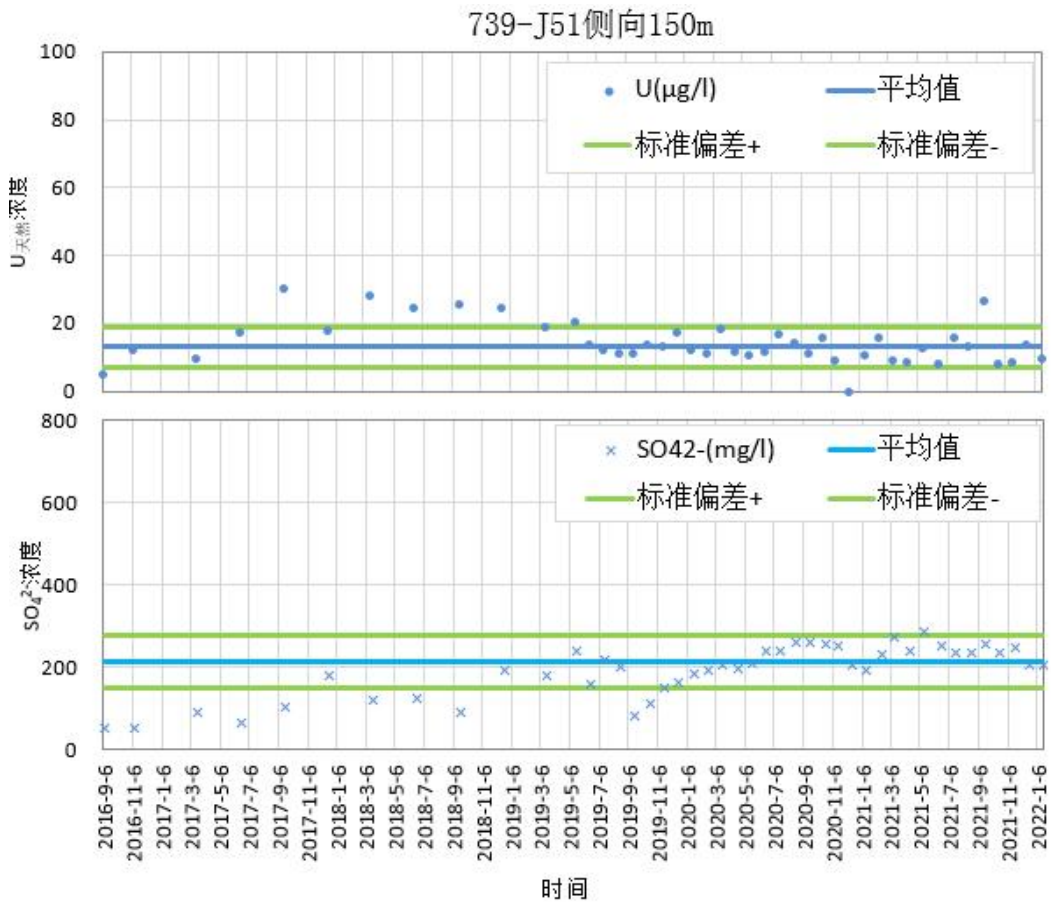
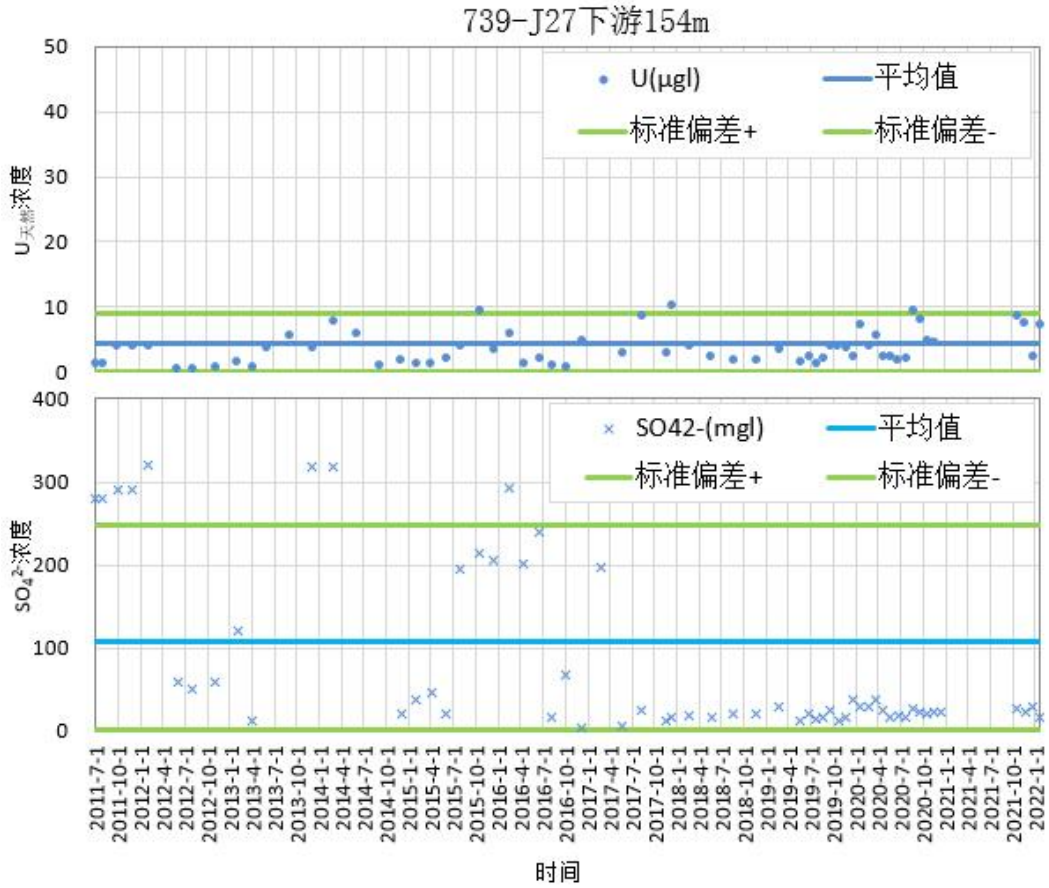
3.1.2.3 七三九现有工程环境影响现状

根据《新疆中核天山铀业有限公司七三九厂流出物及周围环境监测评价2020年年报》(2021.3.25)，七三九厂511矿区生活区及附近居民点加尕斯台的 γ 辐射空气吸收剂量率监测值与《中国环境天然放射性水平》(2015年)伊犁地区天然本底基本处于同一水平；七三七九厂生活区及加尕斯台居民点的氡浓度监测值与《中国环境天然放射性水平》(2015年)伊宁室室外氡浓度水平相当；七三九厂周边的地表水(加格斯台河上、中、下游)各项放射性核素活度平稳，基本于矿区本底水平相当，非放射元素监测结果符合《地表水环境质量标准》(GB3838-2002)中III类水质要求。

七三九厂现有地下水监测井 88 眼，主要布设在采区外围上游、下游及两侧，下游较为密集，并在采区内部上下含水层也布设若干监测井，监测井布设图见图 3.1-3。

根据七三九厂 2020 年监测年报，七三九厂对照本底数据及历史数据波动区间，对每个监测井数据按月进行分析。经分析，监测井监测数据与本底数据相比总体平稳，未见异常。由于七三九厂 511 矿床矿体较分散，本报告选取部分上游、下游和上下含水层监测井，梳理了从监测井成孔开始至今的历年监测数据，绘制了放射性核素 $U_{\text{天然}}$ 和非放污染物 SO_4^{2-} 的变化趋势（各趋势线第一位数据均为监测孔成孔时的本底值），见图 3.1-4。





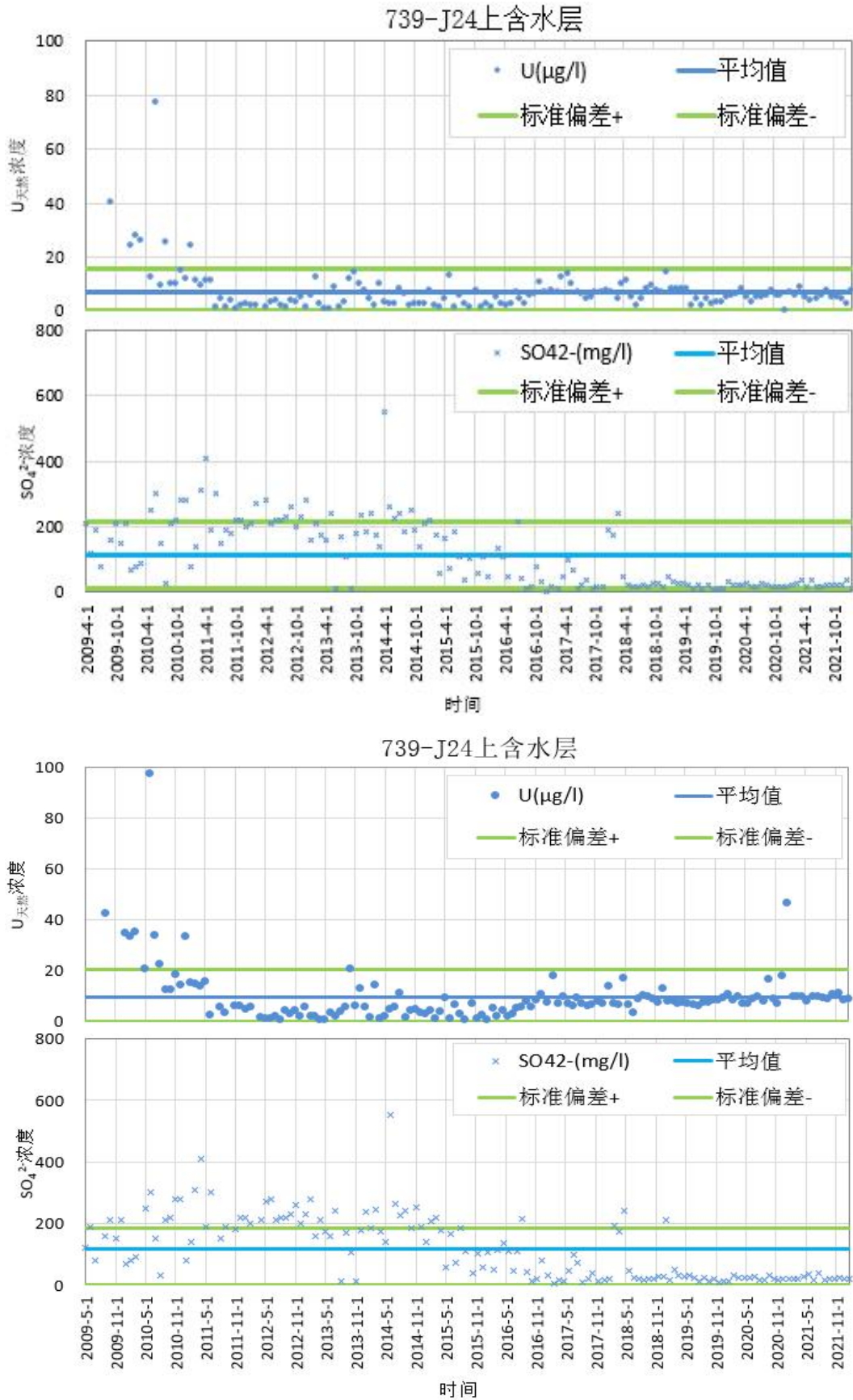


图 3.1-4 七三九厂监测井监测数据分析图

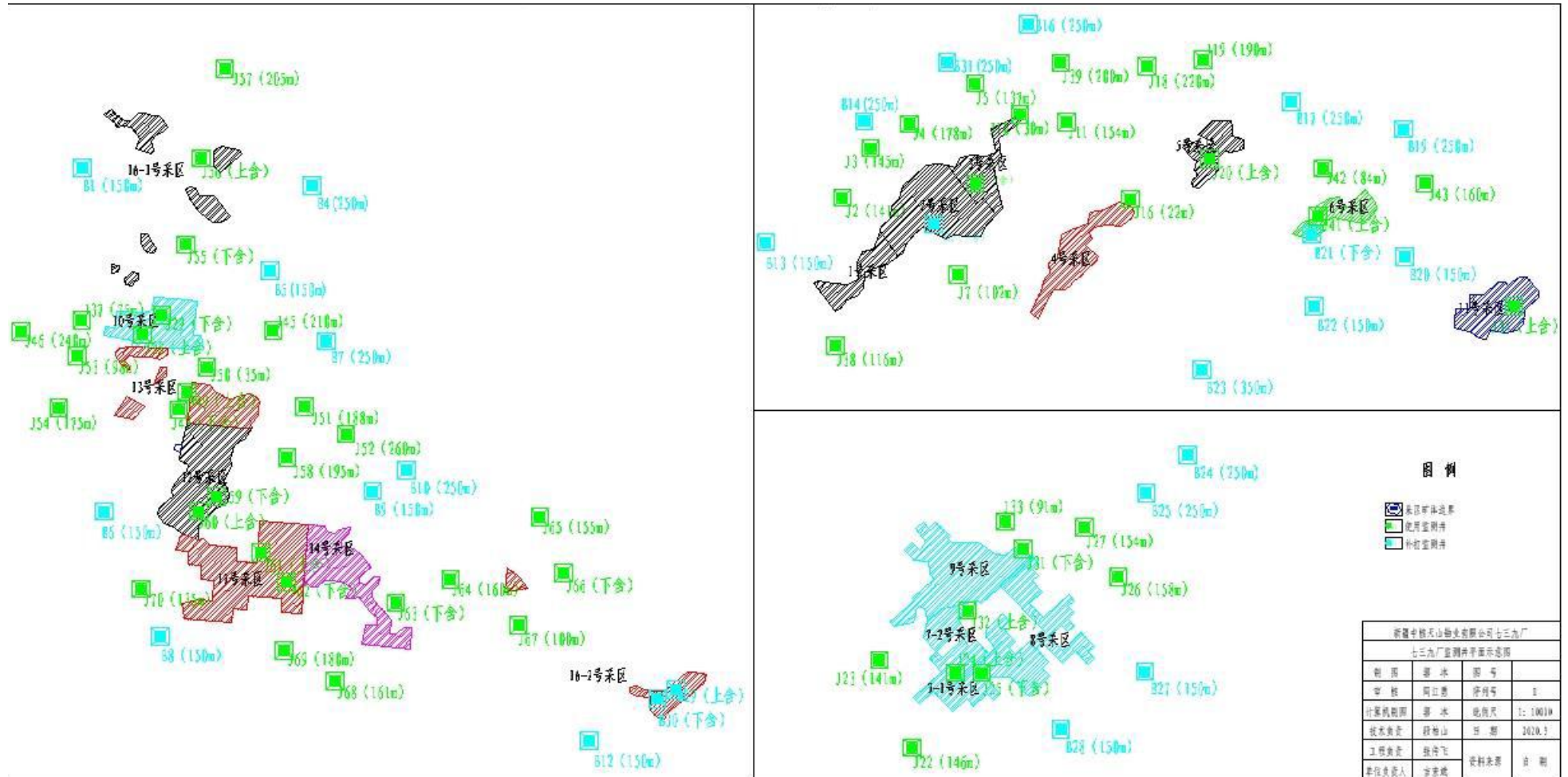


图 3.1-3 七三九厂监测井布置图

3.2 本项目工程概况

3.2.1 项目名称

新疆中核天山铀业有限公司七三七、七三九地浸采铀延续工程。

3.2.2 建设单位

新疆中核天山铀业有限公司。

3.2.3 建设地点

七三七延续工程位于新疆生产建设兵团第四师可克达拉市六十七团境内；七三九延续工程位于新疆维吾尔自治区伊犁哈萨克自治州察布查尔县加尕斯台镇境内。

3.2.4 建设内容

本项目建设内容包括井场、水冶设施及厂外工程，建设内容见表 3.2-1。

表 3.2-1 本项目建设内容一览表

| 矿点 | 子项 | 建设内容 |
|---------|------|---|
| 七三七延续工程 | 井场 | 包括井场钻孔（含生产钻孔和监测井）、集配液设施、井场集控室、氧气站、硫酸库、综合管网等，全部新建。 |
| | 水冶设施 | 包括浸出液吸附厂房和蒸发池（井场新建）、原浸出液处理厂房（改造）、新建变配电站。 |
| | 厂外工程 | 包括厂外道路、供电线路、通信线路等。 |
| 七三九延续工程 | 井场 | 包括井场钻孔（含生产钻孔和监测井）、配液设施、井场集控室、气体站、综合管网等，全部新建。 |
| | 水冶设施 | 包括浸出液吸附厂房和蒸发池（井场新建）、原浸出液处理厂房（扩建，包含扩建淋洗转型设施、综合沉淀设施）、化工原料库（扩建，主要为试剂集中配制设施）、酸库（扩建，增设盐酸贮罐）、新建产品库以及消防泵房及供水设施间、消防水池等。 |
| | 厂外工程 | 包括厂外道路、供电线路、通信线路等。 |

3.2.5 开采方式

本项目为原地浸出采铀工程，其中七三七延续工程洪海沟铀矿床采用 $\text{H}_2\text{SO}_4+\text{O}_2$ 浸出工艺，井型以五点型为主，辅以行列式布置。

七三九延续工程蒙南铀矿床采用 CO_2+O_2 的中性浸出工艺，井型以七点型为主，局部采用五点型井型。

3.2.6 生产规模

项目投产后，总体生产规模为 $XXtU/a$ ，其中七三七厂产能达到 $XXtU/a$ ，七三九厂产能维持 $XXtU/a$ 。其中，洪海沟铀矿床井场年浸出液抽出量为 601.45 万 m^3/a ；蒙南铀矿床井场年浸出液抽出量为 182.28 万 m^3/a 。

3.2.7 服务年限

七三七延续工程服务年限为 $20a$ ，其中项目建设期 $2a$ ，生产期 $18a$ ；

七三九延续工程服务年限为 $15a$ ，其中项目建设期 $2a$ ，生产期 $13a$ 。

3.3 七三七地浸采铀延续工程分析

3.3.1 洪海沟铀矿床地质资源及开采规划

3.3.1.1 地质资源

2008~2012年，核工业二一六大队在洪海沟地区实施了铀矿普查并取得了较好的找矿成果；2013~2015年，核工业二一六大队在该矿床 K28~K35 线开展了铀矿详查工作，2015年提交了《新疆察布查尔县洪海沟铀矿床 K28—K35 线详查报告》；2017~2018年，核工业二一六大队加密洪海沟铀矿床 K28—K35 线勘查程度，并于 2018 年提交了《新疆察布查尔县洪海沟铀矿床 K28—K35 线勘探报告》。

洪海沟铀矿床 K28—K35 线勘探表明：勘探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；矿床范围内构造简单，为典型的多层位砂岩型铀矿化，铀矿体分别赋存于西山窑组下段、西山窑组上段（下、上亚段）及头屯河组下段四个层位的疏松砂体中，总体上为向北倾斜的单斜构造，地层产状平缓，整体上具有有利的砂岩型铀矿成矿的环境。

3.3.1.2 开采规划

七三七延续工程开采范围为洪海沟矿床 K28~K35 勘探线控制的铀矿块，根据矿体的赋存情况，本项目首采勘探程度高、资源量大，矿体连续性好的 X₂-1-2、X₃-1-2 和 X₃-2-1 矿体。首采段开拓 K10~K28 勘探线之间的块段，约 $0.32km^2$ 。

随着生产的进行，以首采段为中心，向外围施工新的生产钻孔，新采区开拓总体上沿着矿层走向方向布置。

3.3.2 七三七延续工程主要建设内容

七三七延续工程主要建设内容包括井场、水冶设施以及厂外工程，具体内容见表 3.3-1。

表 3.3-1 七三七延续工程主要建设内容一览表

| 类别 | 项目 | 主要建设内容 |
|----------|---------|---|
| 井场(全部新建) | 钻孔工程 | 本项目布置 9 个分采区, 设置生产钻孔 641 个, 其中抽出井 224 个, 注入井 386 个, 监测井 31 个。 |
| | 集控室 | 首采段布设 4 座集控室, 采用模块化集控室, 生产类别为戊类, 集控室载体由两个独立的集装箱模块构成, 单个箱体尺寸约 11.0m×2.5m×3.0m, 分别布置注液管线以及抽液管线、变频器等。 |
| | 集配液罐 | 采用不锈钢罐体, 集配液罐各设置 2 台, 单台设备规格 DN8000×3500, 罐体直径 8m, 罐高 3.5m, 有效容积约 150m ³ , 集配液罐均设置围堰, 围堰长×宽×高分别为 24m×12m×1m 和 27m×13m×1m, 围堰内侧地面采用钾水玻璃混凝土地面, 墙面防腐蚀采用乙烯基酯玻璃鳞片涂料。 |
| | 泵房 | 长×宽为 37.5m×12m, 单层, 层高 7.5m。泵房内布置 3 台集液泵, 2 用 1 备, 单台设备流量 400m ³ /h, 扬程 50m, 功率 75kW; 布置 3 台配液泵, 2 用 1 备, 单台设备流量 400m ³ /h, 扬程 100m, 功率 75kW。泵类设备电机均采用变频电机, 通过变频器控制泵的流量和扬程。 |
| | 氧气站 | 井场氧气站露天布置, 生产类别为乙类, 占地长×宽为 25m×20m, 设 2.5m 高围栏, 站内布置 2 台 30m ³ 液态氧气储罐和配套气化、稳压设备。 |
| | 硫酸库 | 露天布置, 生产类别戊类, 占地长×宽为 27m×7.5m, 四周设 1m 高围堰, 围堰内侧采用密实钾水玻璃混凝土防腐; 硫酸库内设 5 台容积 50m ³ 的卧式贮罐和配套卸酸、输送设备, 其中 1 台为备用罐。 |
| | 井场综合管线 | 由集液系统和注液系统组成, 集液系统由集液总管道、集液主管道及抽液支管组成, 负责整个井场浸出液的输送; 注液系统由注液总管道、注液主管道、注液支管等组成, 负责整个井场注入液的输送。 |
| 水冶设施 | 浸出液吸附厂房 | 井场新建, 厂房长×宽×高为 37.5m×21m×11.5m, 钢结构, 生产类别为丁类, 建筑面积 1048m ² ; 厂房内主要布置吸附塔区, 同时布置空气源水泵间、通风机房、厂房控制室、值班室等; 厂房内设置 12 台 DN3600×9000 吸附塔和 3 台 DN3200×3000 树脂倒运罐, 吸附塔区设标高 7.5m 操作平台。 |

| 类别 | 项目 | 主要建设内容 |
|------|------------------------|--|
| 水冶设施 | 蒸发池 | 井场新建 4 座蒸发池，净蒸发面积 12600m ² ，蒸发池深 1.2m，有效池深 0.7m，采用梯形断面，蒸发池四周设置围堤。 池底及边坡铺设钠基膨润土垫及 HDPE 土工膜进行防渗，土工膜上部铺设 0.5m 厚回填土作为保护层，池壁利用耐酸砖进行护砌，蒸发池设置渗漏在线检测装置，下游布设 1 个地下水监测井。 |
| | 原浸出液处理厂房（改造） | 仅新增或更换部分工艺设备，包括新增 1 台 DN2000×2000 树脂倒运罐、2 台 DN2000×2500 沉淀搅拌槽、2 台沉淀浆体输送泵，并更换 1 台厢式隔膜压滤机。 |
| | 变配电站 | 新建 35kV 变配电站，设计容量 6300kVA，包括基础实施建设、35kV/10kV 设施建设、35kV/10kV 配电工程，以及配套无人值守监控及控制设施。 |
| | 其他均利用现有工程的水冶设施和生产辅助设施。 | |
| 厂外工程 | 包括厂外道路、供电线路、通信线路等。 | |

3.3.3 总平面布置

本项目为七三七延续工程，根据生产工艺流程，综合利用地形、风向等环境条件，充分结合并利用现有工程已有设施，有利于原地浸出采铀及水冶的生产，减少土石方开挖及填方对生态环境的影响、有利于防排洪，同时满足环境保护的相关要求。

七三七延续工程平面布置中，考虑了井场、吸附区、水冶厂等设施的相对位置，贯彻流线短捷、管理方便以及安全、卫生等要求的设计原则，在井场矿体天窗位置布置蒸发池，在矿体的位置布置井场，在井场附近布置吸附区，水冶厂利用原七三七厂设施，通过厂外道路作为各设施之间联系的纽带，将各相对独立设施紧密构成为一个整体。平面布置方案如下：

1) 井场位于洪海沟铀矿床矿体位置，其首采区长约 1000m、宽 900m，自西北向东南方向展布，共设置 4 个分采区，每个采区设置一个集控室，浸出液通过潜水泵提升至地表后，汇集到集液罐，然后输送至浸出液吸附厂房，吸附尾液大部分返回配置浸出剂，剩余部分排入蒸发池，饱和树脂运至现有浸出液处理厂房进行后续处理。

2) 吸附区位于蒸发池东南侧约 200m 处，地势平坦，主要布置吸附处理厂房及附属设施。其中，吸附处理厂房及辅助设施布置在吸附区北侧，南侧

布置气体站和消防泵房及供水设施间，中间布置铺砌场地和道路，便于管理和运输。

3) 蒸发池位于井场首采区东南侧约 230m 处的矿体天窗位置，共 4 座，面积共计 12600m²。

4) 七三七厂现有水冶厂设施齐全，本延续工程仅对原浸出液处理厂房内的部分设备进行更换。

七三七延续工程总体布置见附图 1，吸附区平面布置见附图 2，七三七现有工程水冶厂平面布置图见附图 3。

3.3.4 工艺流程

3.3.4.1 井场工艺

1) 浸出原理

洪海沟铀矿床浸出工艺为酸法浸出，浸出剂为 H₂SO₄。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抽出送至水冶厂。由于 4 价铀在硫酸溶液中的溶解速度低于 6 价铀，因此，在酸法浸出过程中必须加入氧化剂，将 4 价铀氧化为 6 价铀，氧化剂为 O₂。

2) 工艺流程

七三七延续工程井场工艺流程主要包括：浸出剂配制及输送、集控室注液分配及混氧、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。

(1) 浸出剂配制及输送

来自浸出液吸附厂房的吸附尾液首先泵送至配液罐中，按配液浓度要求加入硫酸，通过泵增压后经注液总管道输送至井场各分采区集控室。

(2) 集控室注液分配及混氧

浸出剂输送至集控室后，通过集控室内注液分配器把吸附尾液分配至各个注入井支管，并在注液支管中进行氧气的加入与混合，氧气浓度根据钻孔注液量的大小及要求配制，通过单钻孔气体流量计控制向注液支管中加入所需的氧气。

(3) 浸出剂在含矿含水层的注入

从集控室输出的浸出剂经混氧后在注液增压泵的作用下通过注液支管和注液钻孔注入地下含矿含水层中，对含矿含水层中的矿石进行溶浸，并在抽大于注形成的降落漏斗水动力条件下由注入井向抽出井渗透，在渗透过程中逐渐溶浸矿石中的铀。在此过程中，氧气把矿石中的四价铀氧化成六价铀，六价铀同地下水中的氢离子和硫酸根反应生成硫酸铀酰，形成浸出液。

(4) 浸出液提升及地表输送

在浸出过程中，各个抽出井均单独运行，各抽出井中的浸出液经潜水泵提升至井口后，通过抽液支管输送集控室，经电磁流量计计量后汇集至集控室外集液主管，再经集液总管汇集至集液罐，最后经集液泵输送至浸出液吸附厂房，吸附尾液大部分返回配置浸出剂，剩余部分排入蒸发池，饱和树脂运至七三七现有工程水冶厂进行后续处理。

本项目井场工艺流程见图 3.3-1。

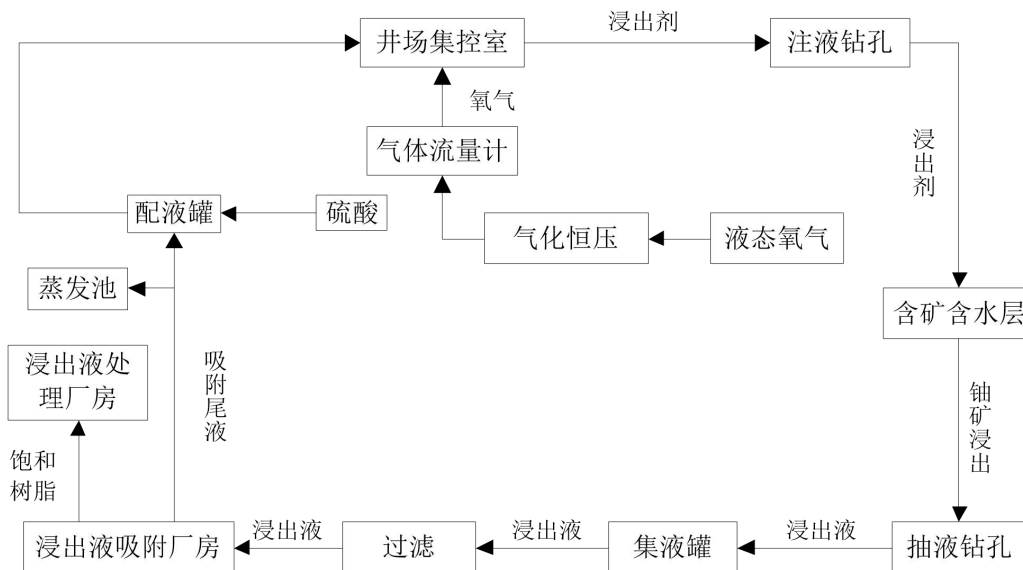


图 3.3-1 洪海沟铀矿床井场工艺流程图

3) 主要技术指标

井场主要技术指标见表 3.3-2。

表 3.3-2 井场主要技术指标

| 序号 | 指标名称 | 单位 | 指标 | 备注 |
|----|---------|---------------------|--------|---------|
| 1 | 矿层厚度 | m | 5.72 | 开采范围平均值 |
| 2 | 原地浸出率 | % | 75 | 开采范围平均值 |
| 3 | 平均单孔抽液量 | m ³ /h | 3.5 | |
| 4 | 平均单孔注液量 | m ³ /h | 2.0 | |
| 5 | 抽出井数量 | 个 | 224 | |
| 6 | 注入井数量 | 个 | 386 | |
| 7 | 抽注井数量比例 | | 1:1.7 | |
| 8 | 监测井数量 | 个 | 31 | |
| 9 | 井场浸出液量 | 万 m ³ /a | 601.45 | |

4) 主要设备材料

井场（首采段）主要设备见表 3.3-3。

表 3.3-3 井场（首采段）主要设备、材料表

| 序号 | 名称 | 规格型号 | 数量 | 单位 | 备注 |
|----|-----------------|---|-------|----|----|
| 一 | 井场专用设备 | | | | |
| 1 | 潜水泵提升装置 | | 2 | 套 | 利旧 |
| 2 | 废液回收车 | P=4.0MP, Q=7m ³ /min | 2 | 台 | 利旧 |
| 3 | 巡视车 | | 2 | 台 | 利旧 |
| 4 | 潜水泵 | 材质: 304, 扬程 300m, 流量: 4~5.5m ³ /h | 100 | 台 | |
| 二 | 井场综合管线 | | | | |
| 1 | 潜水泵提升管 | PE 管 Φ63×10.5 | 28000 | m | |
| 2 | 地表集液支管 | PE 管 Φ50×5 | 15000 | m | |
| 3 | 注液支管 | PE 管 Φ50×5 | 63000 | m | |
| 三 | 集配液设施 | | | | |
| 1 | 集液泵 | GLC200-410, Q=400m ³ /h, H=50m, P=75kW | 3 | 台 | |
| 2 | 配液泵 | 200-40, Q=400m ³ /h, H=100m, P=132kW | 3 | 台 | |
| 3 | 集液罐 | DN8000×3500 | 2 | 个 | |
| 4 | 配液罐 | DN8000×3500 | 2 | 个 | |
| 5 | 自动反冲洗浅层介质（砂）过滤器 | DN2000 | 6 | 台 | |
| 6 | 液下泵 | Q=7.5m ³ /h, H=25m | 1 | 台 | |

| 序号 | 名称 | 规格型号 | 数量 | 单位 | 备注 |
|----|------------|---|----|----|----|
| 四 | 硫酸库 | | | | |
| 1 | 硫酸罐 | 50m ³ | 5 | 台 | |
| 2 | 硫酸计量泵 | | 2 | 台 | |
| 五 | 气体站 | | | | |
| 1 | 液氧储罐 | CFL-30/0.8, 30m ³ , 0.8MPa | 2 | 台 | |
| 2 | 低温液体泵 | BPO-1000/30 1000L/h, 3.0MPa | 1 | 台 | |
| 3 | 氧气空温式汽化器 | QH-800-00 800Nm ³ /h, 3.0MPa | 1 | 台 | |
| 4 | 氧气储气罐 | LSW2016-40-00 20m ³ , 3.0MPa | 1 | 台 | |
| 5 | 氧气减压稳压装置 | JYS40-40P-00 DN40 双路 | 1 | 台 | |

3.3.4.2 浸出液处理工艺

七三七延续工程新建浸出液吸附厂房，浸出液经吸附厂房处理后的饱和树脂由树脂倒运车送至七三七现有工程水冶厂进行饱和再吸附、淋洗、沉淀、压滤等后续处理。

因此，本次评价进行工艺全流程分析，另外仅给出本延续工程新增或更换的工艺设备。

1) 工艺流程

工艺流程为浸出液→过滤→吸附→饱和再吸附→淋洗→沉淀→过滤→洗涤→“111”产品。

(1) 过滤

井场抽出的浸出液中含有悬浮泥沙，通过袋式过滤器过滤，去除浸出液中的悬浮泥沙，过滤后的清液进入吸附工序，过滤产生的沉渣定期运至蒸发池暂存。

(2) 树脂吸附

过滤后的浸出液进入吸附塔，在塔内自下而上流动，与树脂自上而下逆流接触进行吸附，吸附尾液从塔顶溢流而出，99.7%吸附尾液自流返回配液罐，0.3%的吸附尾液输送至蒸发池。吸附达到饱和的树脂经压缩空气压送至树脂倒运车，送至七三七现有工程水冶厂原浸出液处理厂房进行后续处理。

(3) 饱和再吸附

本项目饱和树脂和七三七厂现有工程浸出液经吸附后的饱和树脂，共同送至饱和再吸附塔，来自淋洗合格液高位槽的淋洗合格液在塔内自下而上流动，与树脂逆流接触进行吸附，再吸附尾液加压送入回收吸附塔，再吸附饱和树脂从塔底部流入树脂计量提升贮槽，之后压送至淋洗工序。

(4) 淋洗、转型

再吸附饱和树脂压送至淋洗塔，在塔内与淋洗剂进行三塔逆流淋洗，淋洗后的贫树脂经树脂计量提升贮槽压送到转型塔，在塔内与转型剂进行三塔逆流转型后，转型后贫树脂经树脂计量提升贮槽分水后，一部分压送至吸附塔，另一部分则压送去回收吸附塔以充分回收饱和再吸附尾液中的金属铀；转型液自流到淋洗剂配制槽配制淋洗剂；回收吸附后树脂经树脂计量提升贮槽分水后，压送到饱和再吸附塔，回收吸附尾液自流到转型剂配制槽配制转型剂。

(5) 沉淀、压滤

淋洗得到的淋洗合格液自流到合格液贮槽，然后用潜水泵将淋洗合格液一部分送饱和再吸附塔再吸附，一部分送沉淀搅拌槽经加碱沉淀后，送入浓密结晶槽浓密，浆体打至厢式压滤机过滤，滤饼即为“111”产品，

本工序产生的沉淀母液、压滤机滤液及洗涤液一部分返回配制沉淀剂，一部分泵入母液回收蒸发池，蒸发浓缩后全部返回配制淋洗剂。七三七现有工程水冶厂布置了2座母液回收蒸发池，单座尺寸为50m×25m×2.2m，总容积为5500m³。

七三七延续工程浸出液处理工艺流程详见图 3.3-2。

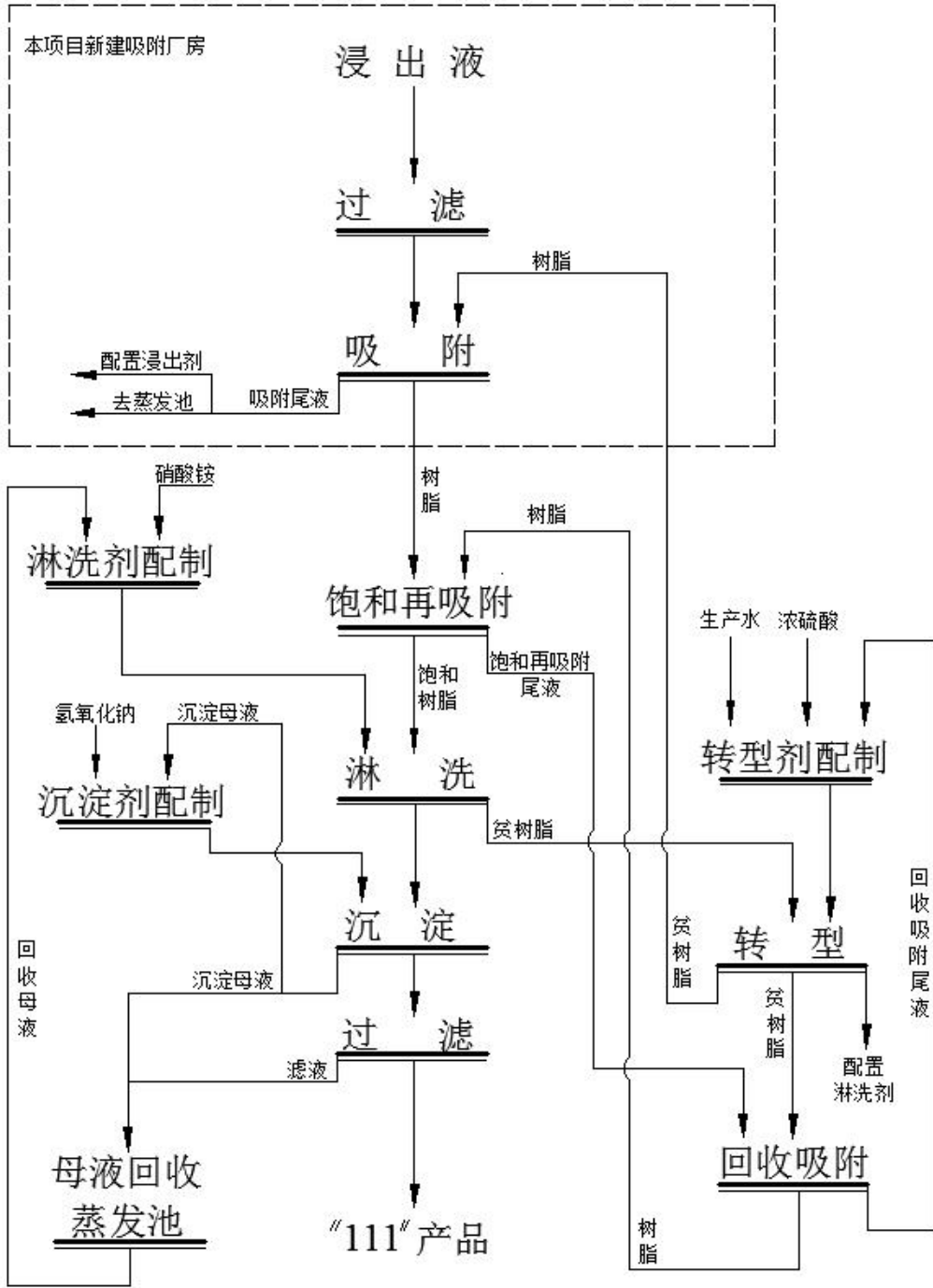


图 3.3-2 七三七延续工程浸出液处理工艺流程图

2) 主要技术指标

七三七延续工程浸出液处理工艺的主要技术指标见表 3.3-4。

表 3.3-4 七三七延续工程浸出液处理主要工艺参数

| 序号 | 工艺参数名称 | 单位 | 工艺参数指标 |
|----|-------------|-------------------|---|
| 一 | 吸附工序 | | |
| 1 | 吸附方式 | | 单塔下进液 |
| 2 | 树脂型号 | | 大孔强碱性阴离子交换树脂 |
| 3 | 吸附处理量 | m ³ /h | 716 |
| 4 | 吸附空塔线速度 | m/h | 28 |
| 5 | 吸附尾液铀浓度 | mg/L | 0.5 |
| 6 | 饱和再吸附处理量 | m ³ /h | 3~4 |
| 7 | 饱和再吸附空塔线速度 | m/h | 1~2 |
| 8 | 回收吸附处理量 | m ³ /h | 3~4 |
| 9 | 回收吸附空塔线速度 | m/h | 1~2 |
| 10 | 饱和树脂吸附容量 | mg/ml | 35 |
| 二 | 淋洗工序 | | |
| 1 | 淋洗方式 | | 三塔串联淋洗 |
| 2 | 淋洗剂组成 | g/L | NO ₃ ⁻ : 58~62g/L, H ₂ SO ₄ : 15~25g/L |
| 3 | 处理量 | m ³ /h | 3~4 |
| 4 | 空塔线速度 | m/h | 1~2 |
| 5 | 合格液铀浓度 | g/L | 36~40 |
| 三 | 转型工序 | | |
| 1 | 转型方式 | | 三塔串联转型 |
| 2 | 转型剂组成 | g/L | H ₂ SO ₄ : 42~45 g/L, SO ₄ ²⁻ : 75~95 g/L |
| 3 | 处理量 | m ³ /h | 3~4 |
| 4 | 空塔线速度 | m/h | 1~2 |
| 四 | 沉淀工序 | | |
| 1 | 沉淀方式 | | 间歇式沉淀 |
| 2 | 沉淀剂组成 | | NaOH 含量 99% |
| 3 | 沉淀终点 pH 值 | | 7.5~8.0 |
| 4 | 沉淀母液铀浓度 | mg/L | ≤5 |

3) 主要工艺设备

七三七延续工程浸出液处理工艺主要设备表见表 3.3-5。

表 3.3-5 七三七延续工程浸出液处理工艺主要设备表

| 序号 | 设备名称 | 主要技术（性能）指标 或规格要求 | 数量 | 单位 | 备注 |
|----|--------------|-------------------------------|----|----|------------------|
| 一 | 浸出液吸附厂房（新建） | | | | |
| 1 | 吸附塔 | DN3600×9000 | 12 | 台 | 密实固定床，塔体直段高~6.0m |
| 2 | 树脂倒运罐 | DN3200×3000 | 3 | 台 | |
| 3 | 泵池 | DN1000×1500 | 1 | 台 | |
| 4 | 液下泵 | Q=7.5m ³ /h, H=25m | 1 | 台 | |
| 二 | 原浸出液处理厂房（改造） | | | | |
| 1 | 树脂倒运罐 | DN4000×5000 | 1 | 台 | 新增 |
| 2 | 沉淀搅拌槽 | DN2500×2500 | 1 | 台 | 新增 |
| 3 | 沉淀浆体输送泵 | Q=3.2m ³ /h, H=80m | 2 | 台 | 新增 |
| 4 | 厢式隔膜压滤机 | F=80 m ² | 1 | 台 | 更换 |

3.3.5 主要技术方案

3.3.5.1 钻孔工程

1) 生产钻孔

(1) 钻孔布置

本项目对矿层渗透性、矿石品位、矿体厚度、单孔抽液能力，浸出液铀浓度、矿山建设规模等因素进行了综合考虑，确定七三七延续工程井场钻孔布置形式为：以五点型布置为主，井距为 35m。钻孔平面间距布置示意图 3.3-3。

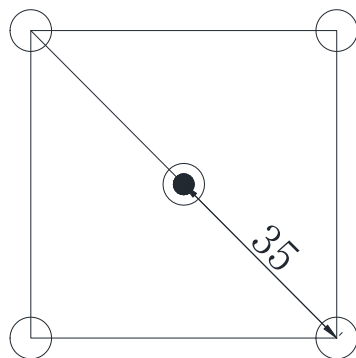


图 3.3-3 抽液单元钻孔平面布置图 单位：m

(2) 钻孔工程量

七三七延续工程共设置生产采区 9 个，其中首采区布置 4 个分采区，备采区布置 5 个分采区。本项目共布置生产钻孔 641 个，其中抽出井 224 个，注入井 386 个，布置监测井 31 个。

其中，首采区共布置钻孔 296 个，其中抽出井 100 个，注入井 180 个，监测井 16 个；备采区共布置钻孔 345 个，其中抽出井 124 个，注入井 206 个，监测井 15 个。

(3) 钻孔结构

抽出井与注入井采用同样规格施工，裸孔直径为 244mm，钻至含矿含水层顶板后变为 215mm 钻孔施工，套管规格为 $\Phi 152 \times 12.8\text{mm}$ ，固井后对过滤器段套管进行切割，安装可更换过滤器，过滤器下端为 2~3m 的沉砂管。

监测井裸孔直径为 215mm，一径到底，套管规格为 $\Phi 110 \times 15\text{mm}$ ，采用水泥正向注浆方式固井，填砾式钻孔工，过滤器下端 2~3m 的沉砂管。

3.3.5.2 井场管网布置

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

1) 集液系统

在浸出过程中，各抽出井单独运行，由潜水泵将浸出液通过各抽出井提升至抽液支管，在集控室经计量后汇集到集液主管，再通过集液主管自流入集液总管道，再流入集液罐。经集液罐沉淀之后通过集液泵将浸出液送至吸附厂房处理。集液系统主要管线设施见表 3.3-6。

表 3.3-6 集液系统主要管线设施一览表

| 序号 | 管道 | 说明 |
|----|------|---|
| 1 | 抽液支管 | 各抽出井孔口至集液主管之间的抽液支管采用 $\Phi 50 \times 5$ 的 PE 管 |
| 2 | 集液主管 | 浸出液由各个集控室通过集液主管自流汇入集液总管上，每个集控室采用 1 根 DN200 钢骨架复合管作为集液主管，管道采用直埋方式铺设。 |
| 3 | 集液总管 | 采用管径为 DN350 的钢骨架复合管，管道采用直埋方式铺设。 |

2) 注液系统

吸附厂房吸附尾液泵送至配液罐中，按配液浓度要求加入硫酸，通过泵

增压后经注液总管道输送至井场各分采区集控室，并在注液支管中进行氧气的加入与混合。注液系统主要管线设施见表 3.3-7。

表 3.3-7 注液系统主要管线设施一览表

| 序号 | 管道 | 说明 |
|----|------|---|
| 1 | 注液总管 | 注液总管采用 DN350 钢骨架复合管，管道采用直埋方式铺设。 |
| 2 | 注液主管 | 注液主管采用 DN200 的钢骨架复合管，管道采用直埋方式铺设。 |
| 3 | 注液支管 | 从集控室分散到各注入井的注液支管采用 $\Phi 40 \times 4.5$ 的 PE 管。通过集控室内注液分配器把浸出剂分配给采区的每个注入井，来自供氧系统的氧气通过氧气分配器，经气体流量计计量后注入每个注入井，保证氧气充分溶解。 |

3.3.5.3 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地实现浸出液抽出至地表进入生产工序，另一方面可减少地下水环境影响范围，本项目地浸生产中对于溶浸范围的控制主要采取以下措施：

1) 科学设置生产钻孔

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

2) 抽大于注

本项目井场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。本项目设置总的抽液量大于总注液量 0.3% 以上，其中边界抽注单元的抽液量不小于注液量 0.5%，使开采范围内形成负压区，井场形成一个局部降落漏斗，从而抑制浸出剂的流散，使溶液最终流回抽出井。为保证降落漏斗的形成，生产中采取的主要措施是：严格按照设计进行施工和运行，同时持续进行采取监测井水位和水质的监测工作，保持监测井水位低于生产前，监测井井水水质维持在正常水平，一旦出现异常，及时通过调节区域井孔抽大于注水平来实现浸出液的控制。

3) 严格施工，确保质量

在钻孔施工过程中，要求每百米矫正钻孔井斜，保证钻孔垂直度，裸孔钻进深度小于含矿含水层隔水底板埋深，利用综合物探测井确定含矿含水层位置及岩性。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

七三七延续工程共设置监测井 31 个，其中，首采段设置监测井 16 个，含矿含水层 11 个，上含水层 4 个，下含水层 1 个。后续采区监测井的设置数量为生产钻孔的 2~10%，设置范围包括井场外围及上下含水层等区域。通过定期观测地下水水位、pH、 $U_{\text{天然}}$ 、硫酸盐、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。

首采区监测井点位布置图见附图 4，点位布置原则如下：

(1) 含矿含水层：本项目在首采段外部距离采场边界 50~150m 范围内（上游 80m，侧向 100m，下游 150m），围绕采区边界一周布置 10 个含矿含水层监测井，并在下游 300m 处设 1 个含矿含水层监测井；

(2) 上含水层：每个独立采区内部上含水层各布置 1 个监测井，共布置 4 个上含水层监测井；

(3) 下含水层：由于开采过程中，生产钻孔只施工至含矿含水层，不会穿过含矿含水层延伸至下含水层，且含矿含水层与下含水层有稳定连续的隔水底板，因此采区内部下含水层布置 1 个监测井。

3.3.6 主要设施

1) 集配液罐

集液和配液设备采用不锈钢罐体，各设置 2 台，单台设备规格 DN8000×3500，罐体直径 8m，罐高 3.5m，有效容积约 150m³。集液罐设置围堰，围堰长 24m，宽 12m，高 1m；配液罐设置围堰，围堰长 27m，宽 13m，高 1m。围堰内侧地面采用钾水玻璃混凝土地面，墙面防腐蚀采用乙烯基酯玻

璃鳞片涂料。

2) 浸出液吸附厂房

本项目在洪海沟铀矿床井场附近新建浸出液吸附厂房，厂房长×宽为34.5m×21m，高11.5m，钢结构，生产类别为丁类，建筑面积988m²；厂房内主要布置吸附塔区，同时布置空气源水泵间、通风机房、厂房控制室、车库、值班室等；厂房内设置12台DN3600×9000吸附塔和3台DN3200×3000树脂倒运罐，吸附塔区设标高7.500m操作平台。由于吸附厂房位于井场附近，因此与集配液罐、气体站、硫酸库等综合布置，作为吸附区。

3) 蒸发池

本项目在洪海沟铀矿床井场附近新建4座蒸发池，单座蒸发池底净尺寸为70m×45m，净蒸发面积共计为12600m²，蒸发池深1.2m，有效池深0.7m，采用梯形断面，同时为避免地面雨水进入蒸发池，在蒸发池周围修建围堤，围堤采用挖方土压实筑成，堤顶高出地面不小于0.5m。

池底及边坡铺设钠基膨润土垫及HDPE土工膜（膜厚1.5mm，双面加糙）进行防渗，土工膜上部铺设0.5m厚回填土作为保护层，池壁利用耐酸砖进行护砌，蒸发池设置渗漏在线检测装置。

4) 原浸出液处理厂房（改造）

七三七现有工程浸出液处理厂房位于水冶厂内，建筑面积1854m²，建筑结构为四层（局部二层）钢筋混凝土框架结构。本项目利用原浸出液处理厂房进行饱和树脂的后续处理，仅新增或更换部分工艺设备，包括新增1台DN4000×5000树脂倒运罐、2台DN2500×2500沉淀搅拌槽、2台沉淀浆体输送泵，并更换1台厢式隔膜压滤机。

3.3.7 生产辅助设施

1) 吸附区生产辅助设施

吸附区生产辅助设施主要包括气体站和硫酸库。

气体站生产类别为乙类，露天布置，占地长×宽为25m×20m，设2.5m高围栏，站内布置2台30m³立式氧气储罐和配套气化、稳压设备。

硫酸库生产类别戊类，露天布置，占地长×宽为27m×7.5m，四周设1m高围堰，围堰内侧采用密实钾水玻璃混凝土防腐；硫酸库内设5台容积50m³

的卧式贮罐和配套卸酸、输送设备，其中 1 台为备用罐。

2) 原水冶厂生产辅助设施

中心化验室、化工原料库、仓储设施、机修设施等其他生产辅助设施均全部利用七三七现有工程设施。

3.3.8 公用工程

3.3.8.1 给排水设施

1) 井场

(1) 井场给水设施

七三七延续工程生产过程中用水主要为职工生活用水、工艺生产用水以及未预见用水等，最高日用水量约 $4\text{m}^3/\text{d}$ 。

井场水源拟采用地下水，水源地在井场附近，采用管井取水，管井内设潜水电泵，地下水由潜水电泵加压送至中间水箱，经变频供水设备加压供井场用水；消防用水采用临时高压消防供水系统，发生火灾时启动消防泵加压灭火。

(2) 井场排水设施

七三七延续工程排水系统为雨污分流制，生产废水和雨水各自独立排放。雨水采用明沟及盖板沟有组织的排水方式，雨水经汇集后统一排入场外一侧的冲沟中；生产废水主要为吸附尾液，废水总量为 $52\text{m}^3/\text{d}$ ，经收集后排入蒸发池，自然蒸发。

2) 水冶厂

水冶厂给排水设施均利用原有设施，本项目不进行改造。

3.3.8.2 供热通风工程

1) 供热工程

考虑国家大气污染防治政策，本延续工程在新建井场吸附区设置能源站，采用空气源热泵机组制热。空气源热泵机组设置情况见表 3.3-8。

表 3.3-8 七三七延续工程空气源热泵机组设置情况

| 区域名称 | 低温工况制热量（单台机组制热量×台数） |
|---------|-------------------------|
| 新建井场吸附区 | $52\text{kW}\times 8$ 台 |

2) 通风工程

七三七延续工程新建吸附厂房设全面通风系统，总排风量为 45280m³/h；采取通风措施后，由高出周围 50m 内最高建筑物屋脊 3m 的排气筒排至大气扩散稀释；吸附塔设局部机械排风系统（自然补风）维持设备负压，以控制有害物不扩散外逸。

七三七现有工程原浸出液处理厂房通风系统设备及风管老化，本项目按照原通风系统设计对通风设备及配套设施进行更换。

3.3.8.3 供配电工程

七三七延续工程新建 35kV 变电站，电站设计容量 6300kVA，包括基础设施建设、35kV/10kV 设施建设、35kV/10kV 配电工程，以及配套无人值守监控及控制设施，满足七三七现有工程和延续工程双向供电；并进行柴油发电机及设备改造，实现一键并机，三台发电机低压并机后，经过一台 2500kVA 变压器升压后接入配电室。

3.3.8.4 自动化监测与控制工程

七三七厂自动化控制工程选用自动化水平较高、技术成熟、应用广泛的 DCS 系统（集散控制系统）完成对全厂工艺过程的自动监视和自动控制，实现厂级集中管理和各工段分散控制的有效结合。全厂 DCS 系统由水冶厂主站和井场分站两部分组成，水冶厂主站设于浸出液处理厂房控制室，井场分站设于井场。主要工艺过程检测控制内容包括流量、压力、液位等检测、显示、记录、累计、调节，从而提高厂区环境风险的防范水平和本质安全性，增强了生产安全、稳定运行的可靠性。

七三七延续工程在新建井场和吸附区采用 DCS 系统，实现井场开采和吸附工序自动化控制，同时利用原有厂区监控网络中心设备，在吸附区和原厂区监控中心进行监控，为生产操作和生产过程实时监控提供平台。

3.3.8.5 总图工程

1) 运输方式

本项目原辅材料运输方式采用汽车运输。

2) 运输道路

厂内道路采用沥青混凝土路面、平道牙，路面宽度为 4m、道路转弯半径

不小于 9m；井场道路采用泥结碎石面层，不设路缘石，从吸附区通往井场的路基宽 5m，路面宽 4m。

厂外道路起点为吸附区，终点为现有国防公路，采用四级厂外道路的技术标准修筑：路基宽 5m，路面宽 4m，路面型式采用泥结碎石路面。

3.3.8.6 绿化

为美化环境、减轻污染、改善局部环境质量，七三七延续工程新增绿化面积约 1348m²。

3.3.9 主要原辅材料消耗

七三七延续工程主要原辅材料消耗见表 3.3-9。

表 3.3-9 七三七延续工程主要原辅材料消耗表

| 序号 | 名称 | 规格 | 单位 | 年用量 |
|----|------|-------|-----|-------|
| 1 | 硫酸 | 92.5% | t/a | 20974 |
| 2 | 液态氧 | — | t/a | 1210 |
| 3 | 硝酸铵 | 99.5% | t/a | 548 |
| 4 | 氢氧化钠 | 99% | t/a | 206 |
| 5 | 树脂 | — | t/a | 24 |

3.3.10 运行期污染物产生及处理

3.3.10.1 含放射性核素的污染物

1) 气载流出物

七三七延续工程气载流出物主要来自集液罐、浸出液吸附厂房、浸出液处理厂房和蒸发池。

(1) 集液罐废气

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

七三七延续工程年总抽液量为 6014500m³/a，根据库捷尔太、洪海沟铀矿床含矿含水层中地下水水文地球化学监测数据，区域地下水中的 ²²²Rn 为 80.89~543.93Bq/L 之间，浸出液中 ²²²Rn 浓度取 543.93Bq/L，则生产过程中集液罐年排放 ²²²Rn 量约为 3.27×10¹²Bq/a。

(2) 浸出液吸附厂房废气

七三七延续工程新建浸出液吸附厂房，仅开展吸附工序，生产过程中产生氡及其子体，采取全面通风措施后，由高出周围 50m 内最高建筑物屋脊 3m 的排气筒排至大气扩散稀释。

吸附厂房总排风量为 $45280\text{m}^3/\text{h}$ ，根据七三七厂 2020 年监测结果，水冶厂排气口氡气浓度范围为 $62\sim 455\text{Bq}/\text{m}^3$ ，按照最高 $455\text{Bq}/\text{m}^3$ 考虑，则浸出液吸附厂房氡气释放量约为 $1.80\times 10^{11}\text{Bq}/\text{a}$ 。

(3) 浸出液处理厂房废气

七三七厂原浸出液处理厂房废气主要为吸附区、淋洗转型区、贮罐区、试剂配制区、沉淀区、沉降分离区等生产区产生的氡及其子体，采取全面通风措施后，由高出周围 50m 内最高建筑物屋脊 3m 的排气筒排至大气扩散稀释。

原浸出液处理厂房总排风量为 $80600\text{m}^3/\text{h}$ ，水冶厂排气口氡浓度按照最高 $455\text{Bq}/\text{m}^3$ 考虑，则原浸出液处理厂房氡气释放量约为 $3.21\times 10^{11}\text{Bq}/\text{a}$ 。

(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 ，生产期间，蒸发池中 ^{222}Rn 释放主要来自生产废水蒸发时水中吸附的 ^{222}Rn 的释放。

根据生态环境部核基地项目，七三九厂蒸发池水面氡析出率为 $0.036\sim 0.059\text{Bq}/\text{m}^2\cdot\text{s}$ ，保守取 $0.059\text{Bq}/\text{m}^2\cdot\text{s}$ ，七三七延续工程蒸发池蒸发面积为 12600m^2 ，则本项目蒸发池释放的 ^{222}Rn 量为 $2.34\times 10^{10}\text{Bq}/\text{a}$ 。

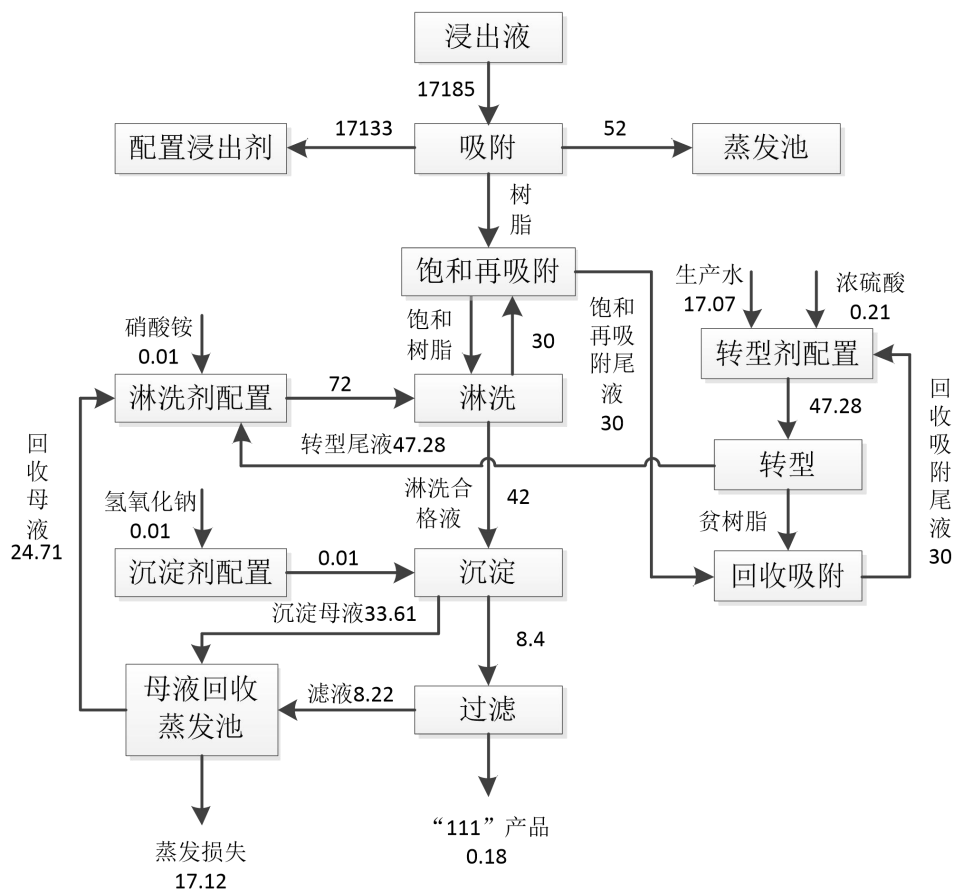
此外，七三七延续工程共用原浸出液处理厂房外侧设置的母液回收蒸发池，蒸发面积为 2500m^2 ，其 ^{222}Rn 释放量为 $4.65\times 10^9\text{Bq}/\text{a}$ 。

2) 液态流出物

(1) 工艺废水

七三七延续工程产生的工艺废水主要为吸附尾液，其中 99.7% 的吸附尾液返回配置浸出剂，剩余 0.3% 的吸附尾液直接进入蒸发池。排入蒸发池的吸附尾液量为 $52\text{m}^3/\text{d}$ ， $U_{\text{天然}}$ 浓度约 $0.5\text{mg}/\text{L}$ 。蒸发池年需处理废液量约 $18200\text{m}^3/\text{a}$ 。

七三七延续工程水平衡图见图 3.3-4。

图 3.3-4 七三七延续工程水平衡图 (单位: m^3/d)

七三七延续工程新建 4 座蒸发池，蒸发面积 12600m^2 ，蒸发池深 1.2m ，有效池深 0.7m ，留有 0.5m 裕度，防止溶液外溢。蒸发池采用梯形断面，四周设置围堤，高于周边地面，可避免外围地面雨水汇入蒸发池。蒸发池池底及边坡铺设钠基膨润土垫及 HDPE 土工膜（膜厚 1.5mm ，双面加糙）进行防渗，土工膜上部铺设 0.5m 厚回填土作为保护层，池壁利用耐酸砖进行护砌，蒸发池设置渗漏在线检测装置。此外，在蒸发池下游 10m 处设置 1 个地下水监测井，监测层位为潜水含水层，定期对监测井中的地下水进行取样监测。

(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，不可避免的会出现部分浸出剂流散至井场外。

七三七现有工程浸出液样品监测结果见表 3.3-10。

表 3.3-10 七三七现有工程浸出液样品监测结果

| | | | |
|------|-------------------------|--------------------------------------|-------------------------------------|
| 监测项目 | U(mg/L) | Mn(mg/L) | Ca ²⁺ (mg/L) |
| 浓度 | 14.2 | 86.5 | 474.7 |
| 监测项目 | Mg ²⁺ (mg/L) | SO ₄ ²⁻ (mg/L) | NO ₃ ⁻ (mg/L) |
| 浓度 | 591.7 | 13200 | 90 |

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，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下含水层中设置了监测井，随时发现可能的水平扩散和垂直泄漏，避免含铀溶液的流失，减少金属损失和地下水污染；将生产数据与本底值比较，分析生产状态并进行优化；定期对监测井中的地下水进行抽样监测，并对水中的元素及化学成份变化情况进行分析，掌握地下水水质变化动态，并实时调整抽注液的平衡，实现溶浸范围的控制。

在采取了有效的措施后，浸出液的流散可得到有效的控制。

(3) 洗井废水

生产过程中，钻孔在工作一段时间后由于杂质的累积可能导致注液量明显下降，因此需要对钻孔采取机械洗井工作，会产生一定的洗井废水。

洗井废水采用移动式洗孔水储罐处理，该储罐主要包括储液罐（容量约 30m³）、洗孔孔口装置等。其工作原理是在钻孔洗孔过程中，将洗孔孔口装置安装在井口，该装置与井口连接处保证封闭，并保证井口封闭，洗孔装置上只保留 1-2 个废水出水口，出水口用塑料管与储液罐相连，洗孔时，洗孔废水全部进入储液罐，然后澄清，澄清液将采用自流或者利用污水泵注入就近抽液钻孔，沉淀的泥沙累积到一定程度时运至蒸发池集中处理。钻孔洗孔时出液能力为 2~3m³/h，储罐能保证 7-9 小时以上的洗孔废水储存能力，钻孔洗孔采用间歇式洗孔，一般连续洗孔 30-50 分钟需要停止 2 小时以上，因此单套设备能同时满足 1-2 孔的洗井要求。

3) 含放射性核素的固体废物

七三七延续工程运行期产生的含放射性核素的固体废物主要是蒸发池残渣、钻井泥浆、废旧设备及零配件等。

(1) 蒸发池残渣

蒸发池残渣是蒸发池蒸发放射性废水后遗留在池底的固体废物，其中放射性核素来源主要为废水中核素残留、浸出液处理残渣和洗井废渣。蒸发池放射性残渣由两部分组成。一是土工膜以上的蒸发池构筑物，主要为 50cm 厚的回填土，蒸发池底面积为 12600m²，则回填土量为 6300m³，残渣比重按 1.5t/m³ 计，计算得到残渣质量约为 9450t；二是浸出液处理残渣和洗井废渣，产生量约为 0.6t/a，合计为 10.8t。

蒸发池残渣中 $U_{\text{天然}}$ 总活度计算如下：

① 废水蒸发所致蒸发池底残渣比活度

根据蒸发池蒸发的水量及蒸发池结构，估算了生产结束后蒸发池中残渣的 $U_{\text{天然}}$ 的总活度，计算方法如下：

$$Q = W \times C_w \times 25.2 \times 1000 \quad (3-1)$$

式中：

Q ——生产期间遗留在蒸发池底的 $U_{\text{天然}}$ 总活度，Bq；

W ——生产期间蒸发的总水量，m³，本项目为 $52 \times 350 \times 18 = 327600 \text{m}^3$ ；

C_w ——蒸发废水中 $U_{\text{天然}}$ 的浓度，mg/L，取 0.5mg/L；

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

计算可知，本项目蒸发池生产结束后残渣中 $U_{\text{天然}}$ 的总活度为 $4.13 \times 10^9 \text{Bq}$ 。

② 浸出液处理残渣和洗井废渣

浸出液处理残渣和洗井废渣产生量为 10.8t，其 $U_{\text{天然}}$ 比活度按照洪海沟含矿层平均品位计算，浸出液处理残渣和洗井废渣产生的 $U_{\text{天然}}$ 总活度为 $1.60 \times 10^8 \text{Bq}$ 。

综上所述，生产结束后蒸发池中 $U_{\text{天然}}$ 放射性总活度为 $4.29 \times 10^9 \text{Bq}$ ，放射性固废废物量约为 9460.8t。

③ 残渣比活度

根据上述分析得到的生产结束后蒸发池残渣质量和残渣总活度，计算可得到蒸发池残渣中 $U_{\text{天然}}$ 的比活度为 453Bq/kg ，换算为质量浓度，约为 18mg ($U_{\text{天然}}$)/ kg (土壤)，相当于铀矿冶行业表外废石中的铀含量水平，可见放射性水平并不高，其退役治理可按照铀矿冶行业常规放射性固废开展，如集中挖除统一填埋或分别就地掩埋等。

(2) 钻井泥浆

本项目运行期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。

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 8280m^3 ，根据七三七厂和七三九厂钻井泥浆的监测数据，其 $U_{\text{天然}}$ 浓度为 $1.94\sim 3.28\text{mg/kg}$ ，统一运至泥饼池进行集中处理，然后覆土植草，恢复地貌。

(3) 废旧管道、设备

七三七延续工程生产过程中检修会产生一定量的废旧管道、阀门、水泵、过滤器等放射性固体废物，年产生量约为 2t/a 。对于产生的上述废旧金属，经简单去污后暂存于固体废物贮存库，待退役时运至审管部门认可的废旧金属处理中心处理。

3.3.10.2 非放射性污染物

1) 非放射性废气

七三七厂现有浸出液处理厂房在转型剂配制工序会产生硫酸雾，转型剂配制工序硫酸密闭在罐体和管线中，且为保持硫酸管道的密闭性，管线上设流量计，确保物料始终处于安全控制中。另外，装置设备管线连接处采用密封垫片，以减少硫酸雾的无组织排放。总体来看，厂房中的硫酸雾排放量较小，可忽略不计。

2) 非放射性废水

七三七延续工程非放射性废水主要为现有水冶厂和生活区职工产生的生活污水。本项目不新增劳动定员，调用现有七三七厂工作人员，因此不额外增加生活污水量。

3) 非放射性固体废物

七三七延续工程非放射性固体废物为工作人员日常生活产生的生活垃圾

圾。本项目不新增劳动定员，因此不额外增加生活垃圾。

4) 噪声

七三七延续工程噪声源主要为潜水泵、离心泵、风机等，单机噪声源强均小于 90dB (A)。

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

3.3.10.3 归一化排放量符合性分析

经计算，七三七现有工程和延续工程放射性流出物 ^{222}Rn 归一化排放量为 $2.55 \times 10^{12}\text{Bq}/100\text{t(U)}$ ，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。

3.4 七三九地浸采铀延续工程分析

3.4.1 蒙南铀矿床地质资源及开采规划

3.4.1.1 地质资源

2013~2014 年，核工业二一六大队在蒙其古尔矿床 P0 线以西开展了铀矿普查工作，大致查明了两条次要工业铀矿体的空间展布和矿化特征；2015~2018 年，核工业二一六大队开展了新疆察布查尔县蒙其古尔铀矿床 P0 线以西勘查工作，并于 2019 年提交了《新疆察布查尔县蒙其古尔地区 P5-P48 线、扎吉斯坦地区 018-056 线铀矿勘探地质报告》。勘探表明：蒙其古尔铀矿床 P0 线以西（也称蒙南矿床）勘探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；矿床范围内构造简单，为呈北东向展布的单斜构造，铀矿体赋存于面状产出的层间砂体中，铀矿体产出范围内没有断裂活动迹象，有利于地浸采矿。

3.4.1.2 开采规划

七三九延续工程开采范围为蒙南矿床 P0 线以西勘探线控制的铀矿块，根据矿体的赋存情况，本项目首采勘探程度高、资源量大的西山窑组下段 X₁-2-1、

X₁-3-1 矿体，约 0.14km²，随着生产的进行，依次回采其它矿体。

3.4.2 七三九延续工程主要建设内容

七三九延续工程主要建设内容包括井场、水冶设施以及厂外工程，具体内容见表 3.4-1。

表 3.4-1 七三九延续工程建设内容一览表

| 类别 | 项目 | 建设内容 |
|----------|---------|---|
| 井场(全部新建) | 钻孔工程 | 本项目布置 10 个分采区，设置生产钻孔 744 个，其中抽出井 245 个，注入井 569 个，监测井 30 个。 |
| | 集控室 | 首采段布设 2 座集控室，采用模块化集控室，生产类别为戊类，集控室载体由两个独立的集装箱模块构成，单个箱体尺寸约 11.0m×2.5m×3.0m，分别布置注液管线以及抽液管线、变频器等。 |
| | 集配液罐 | 采用不锈钢罐体，集配液罐各设置 1 台，单台设备规格 DN7000×3000，罐体直径 7m，罐高 3m，有效容积约 100m ³ ，集配液罐统一布置，共同设置围堰，围堰长 12m，宽 12m，高 1m，围堰内侧地面采用钾水玻璃混凝土地面，墙面防腐蚀采用乙烯基酯玻璃鳞片涂料。 |
| | 泵房 | 长×宽为 15m×7.5m，单层，层高 6m。泵房内布置 2 台配液泵，1 用 1 备，单台设备流量 240m ³ /h，扬程 123.5m，功率 110kW。配液泵采用变频电机，通过变频器控制泵的流量和扬程。 |
| | 气体站 | 井场气体站露天布置，生产类别为乙类，占地长×宽为 26m×20m，设 2.5m 高围栏，站内布置 2 台 30m ³ 液态氧气储罐和配套增压、气化、缓冲、调稳压设备以及 2 台 30m ³ 液态二氧化碳储罐和配套气化、复热、缓冲、调稳压设备。 |
| | 井场综合管线 | 由集液系统和注液系统组成，集液系统由集液总管道、集液主管道及抽液支管组成，负责整个井场浸出液的输送；注液系统由注液总管道、注液主管道、注液支管等组成，负责整个井场注入液的输送。 |
| 水冶设施 | 浸出液吸附厂房 | 井场新建，厂房长×宽×高为 42m×15m×11.5m，钢结构，生产类别为丁类，建筑面积 801m ² ；厂房内主要布置吸附塔区，同时布置空气源水泵间、通风机房、厂房控制室、值班室等；厂房内设置 3 台 DN3600×9000 吸附塔，吸附塔区设标高 7.5m 操作平台。 |
| | 蒸发池 | 井场新建 2 座蒸发池，净蒸发面积 4000m ² ，蒸发池深 1.2m，有效池深 0.7m，采用梯形断面，蒸发池四周设置围堤。 池底及边坡铺设钠基膨润土垫及 HDPE 土工膜进行防渗，土工膜上部铺设 0.5m 厚回填土作为保护层，池壁利用耐酸砖进行护砌，蒸发池设置渗漏在线检测装置，下游布设 1 个地下水监测井。 |

| 类别 | 项目 | 建设内容 |
|------|---|--|
| | 原浸出液处理厂房（扩建） | 扩建淋洗转型设施，长×宽为 37.5m×18m，高 11.5m，钢结构，生产类别为丁类，建筑面积 861m ² ；厂房内主要布置淋洗转型塔、溶液存储罐以及辅助设施用房，包含配电室、空压机房、空气源水泵间、通风机房、厂房控制室、值班室等；塔区设标高 7.5m 操作台，贮罐区设标高 2.6m 操作台。 |
| | | 扩建沉淀压滤设施，长×宽为 15m×18m，高 7.5m，钢结构，生产类别为丁类，建筑面积 443m ² ；原有沉淀压滤及产品库区域及本次扩建区域综合布置酸法线及碱法线沉淀压滤设备。 |
| | 化工原料库（扩建） | 在原化工原料库基础上扩建试剂集中配制设施，钢结构，生产类别为甲类，建筑面积 399m ² ；主要进行淋洗剂、转型剂等试剂的集中配制。 |
| | 产品库 | 新建，厂房长×宽为 36m×18m，高 6.5m，钢结构，生产类别为戊类，主要贮存产品和包装桶，并设置安全防范系统。 |
| | 酸库（扩建） | 在原硫酸库基础上扩建，设置盐酸库，长 12m，宽 6m，四周设 1m 高围堰；盐酸库内设 1 个容积 70m ³ 的卧式贮罐和配套卸酸设备。 |
| | 另外，新建消防泵房及供水设施间、消防水池等；其他均利用现有工程的生产辅助设施。 | |
| 厂外工程 | 包括厂外道路、供电线路、通信线路等。 | |

3.4.3 总平面布置

本项目为七三九延续工程，根据生产工艺流程，综合利用地形、风向等环境条件，充分结合并利用现有工程已有设施，有利于原地浸出采铀及水冶的生产，减少土石方开挖及填方对生态环境的影响、有利于防排洪，同时满足环境保护的相关要求。

七三九延续工程平面布置中，考虑了井场、吸附区、水冶厂、生活区等设施的相对位置，贯彻流线短捷、管理方便以及安全、卫生等要求的设计原则，在井场矿体天窗位置布置蒸发池，在矿体的位置布置井场，在井场附近布置吸附区，水冶厂利用七三九现有工程设施，通过厂外道路作为各设施之间联系的纽带，将各相对独立设施紧密构成为一个整体。平面布置方案如下：

1) 井场位于蒙南铀矿床矿体位置，其首采区长约 800m、宽 400m，自西南向东北方向展布，共设置 2 个分采区，每个采区设置一个集控室，浸出液通过潜水泵提升至地表后，汇集到集液罐，然后输送至浸出液吸附厂房，吸附尾液大部分返回配置浸出剂，剩余部分排入蒸发池，饱和树脂运至七三九

现有工程水冶厂浸出液处理厂房（扩建）进行后续处理。

2) 吸附区位于井场首采区西北侧约 500m 处，地势平坦，主要布置吸附处理厂房及附属设施。其中，吸附处理厂房及辅助设施布置在吸附区南侧，北侧布置气体站和消防泵房及供水设施间，中间布置铺砌场地和道路，便于管理和运输。

3) 蒸发池位于吸附区西北侧约 70m 处的矿体天窗位置，共 2 座，面积共计 4000m²。

4) 七三九现有工程水冶厂设施齐全，本延续工程扩建现有浸出液处理厂房和化工原料库，并在厂区西侧新建产品库一座，在原有泵房西侧新建消防泵房及供水设施间一座。

5) 七三九现有工程生活区设施较为完善，且与本延续工程位置距离较近，故不再建设生活设施。

七三九延续工程总体布置见附图 5，吸附区平面布置见附图 6，七三九现有工程水冶厂平面布置见附图 7。

3.4.4 工艺流程

3.4.4.1 井场工艺

1) 浸出原理

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

2) 工艺流程

浸出剂配制及输送、集控室混氧、浸出剂在含矿含水层的注入、浸出液提升及地表输送、浸出液过滤、浸出液二氧化碳混合等几部分。

(1) 浸出剂配制及输送

来自浸出液吸附厂房的吸附尾液首先泵至配液罐中，经初步澄清后输送至注液泵房，并在注液管道中加入 CO₂ 补充水冶吸附造成的浸出剂中碳酸氢根的流失，补加 CO₂ 的浸出剂通过泵增压后经注液总管道输送至井场各分采区集控室。

(2) 集控室混氧

浸出剂输送至集控室后，通过集控室内注液分配器把吸附尾液分配至各个注入井支管，并在注液支管中进行氧气的加入与混合，氧气浓度根据钻孔注液量的大小及要求配制，通过单钻孔气体流量计控制向注液支管中加入所需的氧气，并由注入井上安装的水力切割混氧装置进行氧气和浸出剂的混合。

(3) 浸出剂在含矿含水层的注入

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

(4) 浸出液提升及地表输送

在浸出过程中，各抽出井单独运行，浸出液经潜水泵提升至井口。浸出液经潜水泵抽出后通过抽液支管输送集控室，经电磁流量计计量后汇集至集液主管，再经集液总管汇集至集液罐，最后输送至浸出液吸附厂房，吸附尾液大部分返回配置浸出剂，剩余部分排入蒸发池，饱和树脂运至现有浸出液处理厂房（扩建）进行后续处理。

(5) 浸出液二氧化碳混合

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

(6) 浸出液过滤

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

本项目井场工艺流程见图 3.4-1。

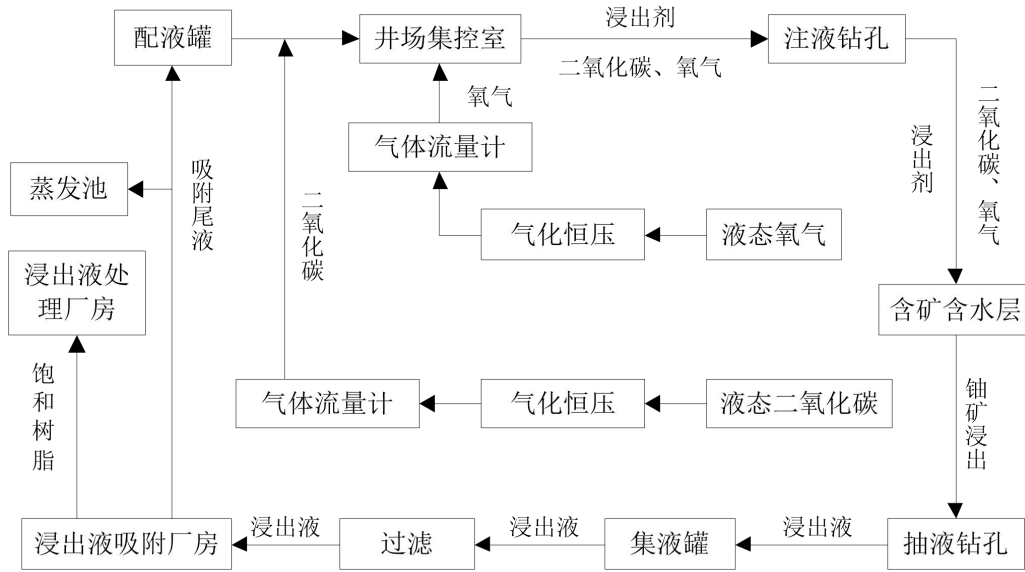


图 3.4-1 蒙南铀矿床井场工艺流程图

3) 主要技术指标

井场主要技术指标见表 3.4-2。

表 3.4-2 井场主要技术指标

| 序号 | 指标名称 | 单位 | 指标 | 备注 |
|----|---------|---------------------|--------|---------|
| 1 | 矿层厚度 | m | 4.11 | 开采范围平均值 |
| 2 | 原地浸出率 | % | 75 | 开采范围平均值 |
| 3 | 平均单孔抽液量 | m ³ /h | 3.5 | |
| 4 | 平均单孔注液量 | m ³ /h | 2.0 | |
| 5 | 抽出井数量 | 个 | 245 | |
| 6 | 注入井数量 | 个 | 469 | |
| 7 | 抽注井数量比例 | | 1:1.9 | |
| 8 | 监测井数量 | 个 | 30 | |
| 9 | 井场浸出液量 | 万 m ³ /a | 182.28 | |

4) 主要设备材料

井场（首采段）主要设备见表 3.4-3。

表 3.4-3 井场（首采段）主要设备、材料表

| 序号 | 名称 | 规格型号 | 数量 | 单位 | 备注 |
|----|---------------|---------------------------------|----|----|----|
| 一 | 井场专用设备 | | | | |
| 1 | 潜水泵提升装置 | | 2 | 套 | 利旧 |
| 2 | 洗孔空压机 | P=5.0MP, Q=5m ³ /min | 2 | 套 | 利旧 |
| 3 | 巡视车 | | 2 | 台 | 利旧 |

| 序号 | 名称 | 规格型号 | 数量 | 单位 | 备注 |
|----|-----------------|--|-------|----|------|
| 4 | 潜水泵 | 材质: 304, 扬程 300m, 流量: 4~5.5m ³ /h | 42 | 台 | |
| 二 | 井场综合管线 | | | | |
| 1 | 潜水泵提升管 | PE 管Φ63×10.5 | 10500 | m | |
| 2 | 地表集液支管 | PE 管Φ50×5 | 6300 | m | |
| 3 | 注液支管 | PE 管Φ40×4.5 | 16800 | m | |
| 三 | 集配液设施 | | | | |
| 1 | 立式多级离心泵 | Q=240m ³ /h, H=123.5m, P=110kW | 2 | 台 | 配液泵房 |
| 2 | 管道加压泵 | Q=110m ³ /h, H=145m, P=75kW | 2 | 台 | 集控室 |
| 3 | 集液罐 | DN7000×3000 | 1 | 个 | |
| 4 | 配液罐 | DN7000×3000 | 1 | 个 | |
| 5 | 自动反冲洗浅层介质(砂)过滤器 | DN2000 | 3 | 台 | |
| 6 | 液下泵 | Q=7.5m ³ /h, H=25m | 1 | 台 | |
| 四 | 气体站 | | | | |
| 1 | 液氧储罐 | CFL-30/1.6, 30m ³ , 1.6MPa | 2 | 台 | |
| 2 | 低温液体泵 | BPO-1000/30 1000L/h, 3.0MPa | 1 | 台 | |
| 3 | 氧气空温式汽化器 | QH-800-00 800Nm ³ /h, 3.0MPa | 1 | 台 | |
| 4 | 氧气减压稳压装置 | JYS40-40P-00 DN40 双路 | 1 | 台 | |
| 5 | 二氧化碳储罐 | CFL-30/2.4, 30m ³ , 2.4MPa | 2 | 台 | |
| 6 | 二氧化碳空温式汽化器 | 1000Nm ³ /h, 3.0MPa | 1 | 台 | |
| 7 | 电加热水浴式汽化器 | VWECO-300/3 | 1 | 台 | |
| 8 | 二氧化碳减压稳压装置 | JYS40-40P-00 | 1 | 台 | |

3.4.4.2 浸出液处理工艺

七三九延续工程新建浸出液吸附厂房，浸出液经吸附厂房处理后的饱和树脂由树脂倒运车送至七三九现有工程水冶厂进行后续处理；由于蒙南铀矿床采用 CO₂+O₂ 地浸工艺，而七三九现有工程采用酸法地浸工艺，饱和树脂后续处理工艺不同，因此对七三九现有工程浸出液处理厂房进行扩建，即在现有厂房东侧贴建新厂房，并新增淋洗转型设施和沉淀综合改造设施等。

1) 工艺流程

七三九延续工程浸出液处理工艺流程为浸出液→过滤→吸附→饱和树脂

淋洗→合格液酸化→沉淀→压滤等工序，最终得到“111”产品。

(1) 过滤

浸出液中含有悬浮泥沙，通过袋式过滤器过滤，去除浸出液中的悬浮泥沙，过滤后的清液进入吸附工序，过滤产生的沉渣定期运至蒸发池暂存。

(2) 树脂吸附

过滤后的浸出液由管道输送至离子交换塔进行树脂吸附，浸出液在塔内自下而上流动，与塔内树脂自上而下逆流接触进行吸附，吸附尾液从塔顶溢流而出，其中约 99.7%吸附尾液返回配液罐；0.3%的吸附尾液输送至蒸发池。吸附达到饱和的树脂经压缩空气压送至树脂倒运车，送至七三九现有工程水冶厂扩建的淋洗转型设施厂房进行后续处理。

(3) 淋洗、转型

吸附饱和树脂采用 120g/L NaCl 和 20g/L NaHCO₃ 溶液进行淋洗，淋洗合格液泵入合格液贮槽后进入酸化工序；淋洗后的贫树脂采用 20g/L NaHCO₃ 作为转型剂进行转型，转型尾液返回配置淋洗剂。

4) 酸化、沉淀、压滤

从淋洗塔得到的淋洗合格液首先进入贮罐贮存，然后泵送至淋洗合格液酸化罐，在酸化罐中加入 HCl 调节 pH 并除去合格液中多余的 CO₃²⁻后，自流至沉淀搅拌槽，加氢氧化钠搅拌沉淀，沉淀方式为间歇式沉淀，沉淀搅拌槽内沉淀母液泵至沉淀母液澄清槽澄清，沉淀母液澄清槽底部浆体送入厢式隔膜压滤机进行压滤洗涤，得到“111”产品装入产品桶。

本工序产生的沉淀母液、压滤机滤液及洗涤液泵入母液回收蒸发池，蒸发浓缩后全部返回配制淋洗剂。七三九厂现有水冶厂布置了 2 座母液回收蒸发池，单座尺寸为 30m×40m×2m，总容积为 4800m³。

七三九延续工程浸出液处理工艺流程详见图 3.4-2。

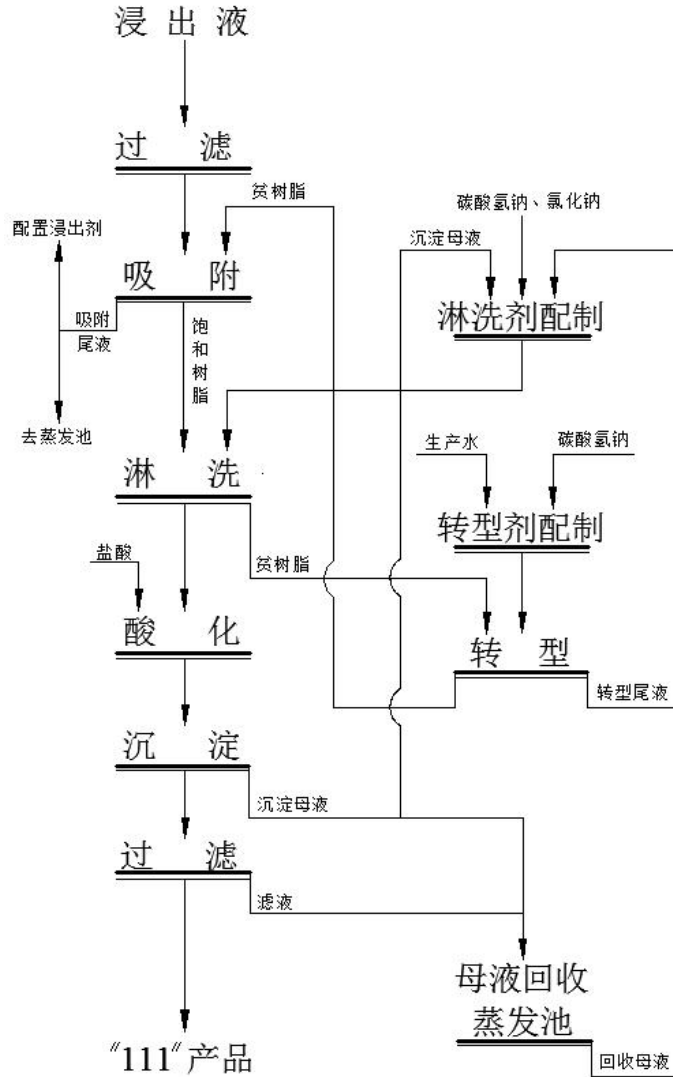


图 3.4-2 七三九延续工程浸出液处理工艺流程图

2) 主要技术指标

七三九延续工程浸出液处理工艺的主要技术指标见表 3.4-4。

表 3.4-4 七三九延续工程浸出液处理主要工艺参数

| 序号 | 工艺参数名称 | 单位 | 工艺参数指标 |
|----|-----------|--------|--------|
| 一 | 吸附 | | |
| 1 | 串塔个数 | | 2 |
| 2 | 空塔线速度 | m/h | 25~28 |
| 3 | 树脂吸附容量 | mg/mlR | 80 |
| 4 | 吸附尾液铀浓度 | mg/L | 0.5 |
| 5 | 接触时间 | min | 6~12 |
| 6 | 树脂残余容量 | mg/mlR | <1 |

| 序号 | 工艺参数名称 | 单位 | 工艺参数指标 |
|----|-----------|------|--------------------------------------|
| 二 | 淋洗 | | |
| 1 | 淋洗方式 | | 固定床 |
| 2 | 淋洗剂 | | 120g/L NaCl+20g/L NaHCO ₃ |
| 3 | 淋洗空塔线速度 | m/h | 0.5~1.0 |
| 4 | 淋洗合格液铀浓度 | g/L | 40 |
| 5 | 串塔个数 | | 2 |
| 6 | 单塔淋洗接触时间 | h | 1.4~2.8 |
| 三 | 转型 | | |
| 1 | 转型方式 | | 固定床 |
| 2 | 转型剂 | | 20g/L NaHCO ₃ |
| 3 | 转型空塔线速度 | m/h | 0.5~1.0 |
| 4 | 单塔转型接触时间 | h | 1.4~2.8 |
| 5 | 串塔个数 | | 单塔转型 |
| 四 | 酸化 | | |
| 1 | 酸化剂 | | 工业盐酸 |
| 五 | 沉淀 | | |
| 1 | 沉淀剂 | | 固体氢氧化钠 |
| 2 | 沉淀方式 | | 间歇式沉淀 |
| 3 | 沉淀母液铀浓度 | mg/L | <10 |
| 4 | 沉淀最终 pH 值 | | 12 |
| 5 | 洗水体积 | | 1:1 |
| 6 | 沉淀澄清时间 | h | 12 ~24 |

3) 主要工艺设备

七三九延续工程浸出液处理工艺主要设备表见表 3.4-5。

表 3.4-5 七三九延续工程浸出液处理工艺主要设备表

| 序号 | 设备名称 | 主要技术（性能）指标 或规格要求 | 数量 | 单位 | 备注 |
|----|----------------|------------------------------|----|----|------------------|
| 一 | 浸出液吸附厂房 | | | | |
| 1 | 吸附塔 | DN3600×9000 | 3 | 台 | 密实固定床，塔体直段高~5.0m |
| 2 | 碳酸氢铵配制罐 | DN3500×3500 | 1 | 台 | |
| 3 | 输送泵 | Q=65m ³ /h, H=17m | 2 | 台 | |
| 4 | 碳酸氢铵贮罐 | DN3500×3500 | 2 | 台 | |

| 序号 | 设备名称 | 主要技术（性能）指标 或规格要求 | 数量 | 单位 | 备注 |
|----|--------------|-------------------------------|----|----|----------------|
| 5 | 输送泵 | Q=8.2m ³ /h, H=29m | 2 | 台 | |
| 6 | 应急罐 | DN3500×3500 | 1 | 台 | |
| 7 | 输送泵 | Q=65m ³ /h, H=17m | 2 | 台 | |
| 8 | 泵池 | DN1000×1500 | 2 | 台 | |
| 9 | 液下泵 | 32YF-22 | 2 | 台 | |
| 二 | 原浸出液处理厂房（扩建） | | | | |
| 1 | 淋洗转型塔 | DN2500×9000 | 4 | 台 | 固定床，塔体直段高~5.0m |
| 2 | 淋洗剂贮罐 | DN2500×3000 | 2 | 台 | |
| 3 | 离心泵 | Q=8.2m ³ /h, H=29m | 2 | 台 | 一用一备 |
| 4 | 转型剂贮罐 | DN2500×3000 | 2 | 台 | |
| 5 | 离心泵 | Q=8.2m ³ /h, H=29m | 2 | 台 | 一用一备 |
| 6 | 淋洗合格液贮罐 | DN2500×3000 | 2 | 台 | |
| 7 | 淋洗合格液输送泵 | Q=65m ³ /h, H=17m | 2 | 台 | 一用一备 |
| 8 | 淋洗贫液贮罐 | DN2500×3000 | 2 | 台 | |
| 9 | 淋洗贫液输送泵 | Q=65m ³ /h, H=17m | 2 | 台 | 一用一备 |
| 10 | 淋洗合格液酸化罐 | DN2500×3000 | 2 | 台 | |
| 11 | 输送泵 | Q=65m ³ /h, H=17m | 2 | 台 | 一用一备 |
| 12 | 盐酸计量罐 | DN1000×1500 | 1 | 台 | |
| 13 | 转型尾液贮罐 | DN2500×3000 | 2 | 台 | |
| 14 | 转型尾液输送泵 | Q=65m ³ /h, H=17m | 2 | 台 | 一用一备 |
| 15 | 沉淀搅拌槽 | DN3500×3500 | 2 | 台 | 变频电机 |
| 16 | 沉淀浆体输送泵 | Q=6.5m ³ /h, H=80m | 2 | 台 | 一用一备 |
| 17 | 沉淀母液澄清槽 | DN3500×3500 | 2 | 台 | |
| 18 | 沉淀浆体输送泵 | Q=6.5m ³ /h, H=80m | 2 | 台 | 一用一备 |
| 19 | 厢式隔膜压滤机 | F=80m ² | 1 | 台 | |
| 20 | 液下泵 | 32YF-22 | 2 | 台 | |
| 21 | 沉淀浆体老化槽 | DN3500×3500 | 2 | 台 | 变频电机 |
| 22 | 沉淀浆体输送泵 | Q=6.5m ³ /h, H=80m | 2 | 台 | 一用一备 |
| 23 | 事故树脂贮罐 | DN3500×3500 | 1 | 台 | |
| 24 | 隔膜泵 | Q=16m ³ /h, H=30m | 2 | 台 | 一用一备 |

3.4.5 主要技术方案

3.4.5.1 钻孔工程

1) 生产钻孔

(1) 钻孔布置

七三九延续工程主要采用七点型井型，井距 35m。钻孔平面间距布置示意图见图 3.4-3。

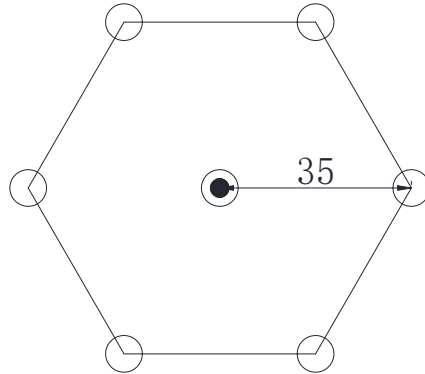


图 3.4-3 抽液单元钻孔平面布置图 单位：m

(2) 钻孔工程量

七三九延续工程共设置生产采区 10 个，其中首采区布置 2 个分采区，备采区布置 8 个分采区。本项目共布置生产钻孔 744 个，其中抽出井 245 个，注入井 469 个，布置监测井 30 个。

其中，首采区共布置钻孔 150 个，其中抽出井 42 个，注入井 98 个，监测井 10 个；备采区共布置钻孔 594 个，其中抽出井 203 个，注入井 371 个，监测井 20 个。

(3) 钻孔结构

抽出井与注入井采用同样规格施工，裸孔直径为 244mm，钻至含矿含水层顶板后变为 215mm 钻孔施工，采用水泥逆向注浆方式固井，套管规格为 $\Phi 148 \times 10\text{mm}$ ，固井后对过滤器段套管进行切割，安装可更换过滤器，过滤器下端为 2~3m 的沉砂管。

监测井裸孔直径为 215mm，一径到底，套管规格为 $\Phi 104 \times 10\text{mm}$ ，采用水泥正向注浆方式固井，填砾式钻孔工，过滤器下端为 2~3m 的沉砂管。

3.4.5.2 井场管网布置

井场工艺管线由集液系统和注液系统组成，其中集液系统负责井场浸出液的抽出和输送，注液系统负责井场浸出剂的输送和注入。集注液系统主要管线设施见表 3.4-6。

表 3.4-6 集注液系统主要管线设施一览表

| 序号 | 管道 | 说明 |
|----|------|---|
| 1 | 抽液支管 | 各抽出井孔口至集液主管之间的抽液支管采用 $\Phi 50 \times 5$ 的 PE 管 |
| 2 | 集液主管 | 浸出液由各个集控室通过集液主管自流汇入集液总管上，每个集控室采用 1 根 DN200 钢骨架复合管作为集液主管，管道采用直埋方式铺设。 |
| 3 | 集液总管 | 采用管径为 DN300 的钢骨架复合管，管道采用直埋方式铺设。 |
| 4 | 注液总管 | 注液总管采用 DN300 钢骨架复合管，管道采用直埋方式铺设。 |
| 5 | 注液主管 | 注液主管采用 DN200 的钢骨架复合管，管道采用直埋方式铺设。在每个集控室的注液主管上加注经气体流量计计量的二氧化碳气体。 |
| 6 | 注液支管 | 从集控室分散到各注入井的注液支管采用 $\Phi 40 \times 4.5$ 的 PE 管。通过集控室内注液分配器把浸出剂分配给采区的每个注入井，来自供氧系统的氧气通过氧气分配器，经气体流量计计量后注入每个注入井，保证氧气充分溶解。 |

3.4.5.3 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。本项目设置总的抽液量大于总注液量 0.3% 以上，其中边界抽注单元的抽液量不小于注液量 0.5%，使开采范围内形成负压区，井场形成一个局部降

落漏斗，从而抑制浸出剂的流散，使溶液最终流回抽出井。为保证降落漏斗的形成，生产中采取的主要措施是：严格按照设计进行施工和运行，同时持续进行采取监测井水位和水质的监测工作，保持监测井水位低于生产前，监测井井水水质维持在正常水平，一旦出现异常，及时通过调节区域井孔抽大于注水平来实现浸出液的控制。

3) 严格施工，确保质量

在钻孔施工过程中，要求每百米矫正钻孔井斜，保证钻孔垂直度，裸孔钻进深度小于含矿含水层隔水底板埋深，利用综合物探测井确定含矿含水层位置及岩性。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

七三九延续工程共设置监测井 30 个，其中，首采段设置监测井 10 个，含矿含水层 7 个，上含水层 2 个，下含水层 1 个。后续采区监测井的设置数量为生产钻孔的 2~10%，设置范围包括井场外围及上下含水层等区域。通过定期观测地下水水位、pH、 $U_{\text{天然}}$ 、Cl⁻、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。

首采区监测井点位布置图见附图 8，点位布置原则如下：

(1) 含矿含水层：本项目在首采段外部距离采场边界 50~150m 范围内（上游 80m，侧向 100m，下游 150m），围绕采区边界一周布置 6 个含矿含水层监测井，并在下游 300m 处设 1 个含矿含水层监测井；

(2) 上含水层：每个独立采区内部上含水层各布置不少于 1 个监测井，共布置 2 个上含水层监测井；

(3) 下含水层：由于开采过程中，生产钻孔只施工至含矿含水层，不会穿过含矿含水层延伸至下含水层，且含矿含水层与下含水层有稳定连续的隔水底板，因此采区内部下含水层布置 1 个监测井。

3.4.6 主要设施

1) 集配液罐

集液和配液设备采用不锈钢罐体，各设置1台，单台设备规格DN7000×3000，罐体直径7m，罐高3m，有效容积约100m³，集配液罐统一布置，共同设置围堰，围堰长12m，宽12m，高1m，围堰内侧地面采用钾水玻璃混凝土地面，墙面防腐蚀采用乙烯基酯玻璃鳞片涂料。

2) 浸出液吸附厂房

七三九延续工程在蒙南铀矿床井场附近新建浸出液吸附厂房，厂房长×宽为42m×15m，高11.5m，钢结构，生产类别为丁类，建筑面积801m²；厂房内主要布置吸附塔区，同时布置空气源水泵间、通风机房、厂房控制室、车库、值班室等；厂房内设置3台DN3600×9000吸附塔，吸附塔区设标高7.500m操作平台。由于吸附厂房位于井场附近，因此与集配液罐、气体站、硫酸库等综合布置，作为吸附区。

3) 蒸发池

七三九延续工程在蒙南铀矿床井场附近新建2座蒸发池，单座蒸发池底净尺寸为50m×40m，净蒸发面积共计为4000m²，蒸发池深1.2m，有效池深0.7m，采用梯形断面，同时为避免地面雨水进入蒸发池，在蒸发池周围修建围堤，围堤采用挖方土压实筑成，堤顶高出地面不小于0.5m。

池底及边坡铺设钠基膨润土垫及HDPE土工膜（膜厚1.5mm，双面加糙）进行防渗，土工膜上部铺设0.5m厚回填土作为保护层，池壁利用耐酸砖进行护砌，蒸发池设置渗漏在线检测装置。

4) 原浸出液处理厂房（扩建）

扩建淋洗转型设施，长×宽为37.5m×18m，高11.5m，钢结构，生产类别为丁类，建筑面积861m²；厂房内主要布置淋洗转型塔、溶液存储罐以及辅助设施用房，包含配电室、空压机房、空气源水泵间、通风机房、厂房控制室、值班室等；塔区设标高7.5m操作台，贮罐区设标高2.6m操作台。

扩建沉淀压滤设施，长×宽为15m×18m，高7.5m，钢结构，生产类别为丁类，建筑面积443m²；原有沉淀压滤及产品库区域及本次扩建区域综合布置酸法线及碱法线沉淀压滤设备。

3.4.7 生产辅助设施

1) 吸附区生产辅助设施

吸附区生产辅助设施主要为气体站。井场气体站露天布置，生产类别为乙类，占地长×宽为 26m×20m，设 2.5m 高围栏，站内布置 2 台 30m³ 液态氧气储罐和配套增压、气化、缓冲、调稳压设备以及 2 台 30m³ 液态二氧化碳储罐和配套气化、复热、缓冲、调稳压设备。

2) 原水冶厂生产辅助设施

本项目充分利用七三九厂的生产辅助设施和生活区，仅对生产辅助设施不足部分进行填平补齐，包括扩建化工原料库和酸库，新建产品库以及消防泵房及供水设施间、消防水池等。

(1) 化工原料库（扩建）：在化工原料库基础上扩建试剂集中配制设施，厂房长×宽为 24m×12m，单层，层高 5.0m，主要进行浸出液处理厂房淋洗剂、转型剂等试剂的集中配制。

(2) 产品库：新建产品库，生产类别为戊类，长×宽为 36m×18m，主要贮存产品和包装桶。

(3) 酸库：在原有硫酸库基础上扩建盐酸库，长 12m，宽 6m，生产类别戊类，露天布置，四周设 1m 高围堰，围堰内侧采用密实钾水玻璃混凝土防腐；盐酸库内设 1 个容积 70m³ 的卧式储罐和配套卸酸设备。

3.4.8 公用工程

3.4.8.1 给排水设施

1) 井场

(1) 井场给水设施

七三九延续工程生产过程中用水主要为职工生活用水、工艺生产用水以及未预见用水等，最高日用水量约 2.9m³/d。

井场水源拟采用地下水，水源地在井场附近，采用管井取水，管井内设潜水电泵，地下水由潜水电泵加压送至中间水箱，经变频供水设备加压供井场用水；消防用水采用临时高压消防供水系统，发生火灾时启动消防泵加压灭火。

(2) 井场排水设施

七三九延续工程排水系统为雨污分流制，生产废水和雨水各自独立排放。

雨水采用明沟及盖板沟有组织的排水方式，雨水经汇集后统一排入场外一侧的冲沟中；工艺废水主要为吸附尾液，废水总量为 $16\text{m}^3/\text{d}$ ，经收集后排入蒸发池，自然蒸发。

2) 水冶厂

(1) 水冶厂给水设施

七三九水冶厂主要为工艺生产用水、职工生活用水以及未预见水量，最高日用水量 $5.98\text{m}^3/\text{d}$ ；利用七三九厂现有水源，现有水源能够满足新增用水量需求；此外，本项目改造厂区供水管网。

(2) 水冶厂排水设施

水冶厂给排水设施均利用原有设施，本项目不进行改造。

3.4.8.2 供热通风工程

1) 供热工程

七三九厂原水冶厂和生活区采用 6 台空气源热泵机组供热。本延续工程在吸附区新增 5 台空气源热泵机组，为新建井场吸附区各设施供热；并在原水冶厂新增 6 台空气源热泵，为扩建的浸出液处理厂房及其他改扩建设施供热。七三九延续工程各区域能源站制热量见表 3.4-7。

表 3.4-7 七三九延续工程各区域能源站制热量

| 区域名称 | 低温工况制热量（单台机组制热量×台数） |
|---------|-------------------------|
| 新建井场吸附区 | $52\text{kW}\times 5$ 台 |
| 原水冶厂 | $52\text{kW}\times 7$ 台 |

2) 通风工程

七三九延续工程新建吸附厂房设全面通风系统，总排风量为 $36230\text{m}^3/\text{h}$ ；扩建淋洗转型设施和沉淀压滤设施等厂房设全面通风系统，总排风量为 $49000\text{m}^3/\text{h}$ ；采取通风措施后，由高出周围 50m 内最高建筑物屋脊 3m 的排气筒排至大气扩散稀释；吸附塔设局部机械排风系统（自然补风）维持设备负压，以控制有害物不扩散外逸。

3.4.8.3 供配电工程

七三九厂一回 10kV 电源接自七三五厂 35kV 变电站，长度约 5km，目前现有用电设备安装容量为 3000kW，厂区现有备用电源容量 1260kVA，仅能满足现有二级负荷用电。

本延续工程利用原有供电电源线路，并在原柴油发电机房新增一台 1×1200kW 低压柴油发电机组，通过一台 1600 kVA 油浸变压器升压至 10kV 供电。当外部供电电源故障或检修停电时启动备用电源。

3.4.8.4 自动化监测与控制工程

七三九厂自动化控制工程选用自动化水平较高、技术成熟、应用广泛的 DCS 系统（集散控制系统）完成对全厂工艺过程的自动监视和自动控制，实现厂级集中管理和各工段分散控制的有效结合。全厂 DCS 系统由水冶厂主站和井场分站两部分组成，水冶厂主站设于浸出液处理厂房控制室，井场分站设于井场。主要工艺过程检测控制内容包括流量、压力、液位等检测、显示、记录、累计、调节，从而提高厂区环境风险的防范水平和本质安全性，增强了生产安全、稳定运行的可靠性。

七三九延续工程在新建井场和吸附区采用 DCS 系统，实现井场开采和吸附工序自动化控制，同时利用原有厂区监控网络中心设备，在吸附区和原厂区监控中心进行监控，为生产操作和生产过程实时监控提供平台。

3.4.8.5 总图工程

1) 运输方式

本项目原辅材料运输方式采用汽车运输。

2) 运输道路

厂内道路采用沥青混凝土路面、平道牙，路面宽度为 4m、道路转弯半径不小于 9m；井场道路采用泥结碎石面层，不设路缘石，从吸附区通往井场的路基宽 5m，路面宽 4m。

厂外道路起点为吸附区，终点为七三九厂现有水冶厂，采用四级厂外道路的技术标准修筑：路基宽 5m，路面宽 4m，路面型式采用泥结碎石路面。

3.4.8.6 绿化

为美化环境、减轻污染、改善局部环境质量，七三九延续工程新增绿化

面积约 1230m²。

3.4.9 主要原辅材料消耗

七三九延续工程主要原辅材料消耗分别见表 3.4-8。

表 3.4-8 七三九延续工程主要原辅材料消耗表

| 序号 | 名称 | 规格 | 单位 | 年用量 |
|----|--------|-----|-----|------|
| 1 | 液态二氧化碳 | — | t/a | 1134 |
| 2 | 液态氧 | — | t/a | 993 |
| 3 | 氯化钠 | 96% | t/a | 940 |
| 4 | 盐酸 | 30% | t/a | 150 |
| 5 | 氢氧化钠 | 99% | t/a | 48 |
| 6 | 碳酸氢钠 | — | t/a | 320 |

3.4.10 运行期污染物产生及处理

3.4.10.1 含放射性核素的污染物

1) 气载流出物

七三九延续工程气载流出物主要来自集液罐、浸出液吸附厂房、浸出液处理厂房（扩建部分）和蒸发池。

(1) 集液罐废气

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

七三九延续工程年总抽液量为 1822800m³/a，根据扎吉斯坦、蒙南铀矿床含矿含水层中地下水水文地球化学监测数据，区域地下水中的 ²²²Rn 为 13~305Bq/L 之间，浸出液中 ²²²Rn 浓度取 305Bq/L，则生产过程中集液罐年排放 ²²²Rn 量约为 5.56×10¹¹ Bq/a。

(2) 浸出液吸附厂房废气

七三九延续工程新建浸出液吸附厂房，仅开展吸附工序，生产过程中产生氡及其子体，采取全面通风措施后，由高出周围 50m 内最高建筑物屋脊 3m 的排气筒排至大气扩散稀释。

吸附厂房总排风量为 36230m³/h，根据七三九厂 2020 年监测结果，水冶厂排气口氡气浓度范围为 62~462Bq/m³，按照最高 462Bq/m³ 考虑，则浸出液

吸附厂房氡气释放量约为 $1.47 \times 10^{11} \text{Bq/a}$ 。

(3) 浸出液处理厂房（扩建部分）废气

七三九延续工程扩建的淋洗转型设施和沉淀压滤设施等生产区产生氡及其子体，采取全面通风措施后，由高出周围 50m 内最高建筑物屋脊 3m 的排气筒排至大气扩散稀释。

浸出液处理厂房（扩建部分）总排风量约为 $49000 \text{m}^3/\text{h}$ ，厂房排气口氡浓度按照最高 462Bq/m^3 考虑，则浸出液处理厂房（扩建部分）氡气释放量约为 $1.98 \times 10^{11} \text{Bq/a}$ 。

(4) 蒸发池

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

根据生态环境部核基地项目，七三九厂蒸发池水面氡析出率为 $0.036 \sim 0.059 \text{Bq/m}^2 \cdot \text{s}$ ，保守取 $0.059 \text{Bq/m}^2 \cdot \text{s}$ ，七三九延续工程蒸发池蒸发面积为 4000m^2 ，则七三九延续工程蒸发池释放的 ^{222}Rn 量为 $7.44 \times 10^9 \text{Bq/a}$ 。

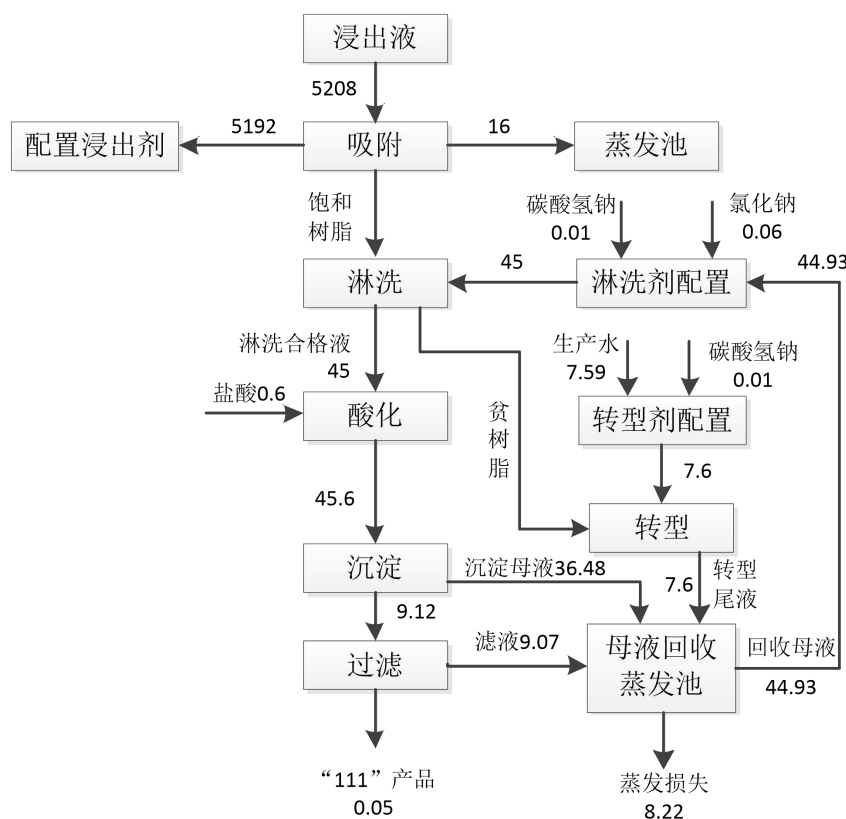
此外，七三九延续工程共用原浸出液处理厂房外侧设置的母液回收蒸发池，蒸发面积为 2400m^2 ，其 ^{222}Rn 释放量为 $4.47 \times 10^9 \text{Bq/a}$ 。

2) 液态流出物

(1) 工艺废水

七三九延续工程产生的工艺废水主要为吸附尾液，其中 99.7% 的吸附尾液返回配置浸出剂，剩余 0.3% 的吸附尾液直接进入蒸发池。排入蒸发池的吸附尾液量为 $16 \text{m}^3/\text{d}$ ， $U_{\text{天然}}$ 浓度约 0.5mg/L 。蒸发池年需处理废液量约 $5600 \text{m}^3/\text{a}$ 。

七三九延续工程水平衡图见图 3.4-4。

图 3.4-4 七三九延续工程水平衡图（单位： m^3/d ）

七三九延续工程新建 2 座蒸发池，蒸发面积 4000m^2 ，蒸发池深 1.2m，有效池深 0.7m，留有 0.5m 裕度，防止溶液外溢。蒸发池采用梯形断面，四周设置围堤，高于周边地面，可避免外围地面雨水汇入蒸发池。蒸发池池底及边坡铺设钠基膨润土垫及 HDPE 土工膜（膜厚 1.5mm，双面加糙）进行防渗，土工膜上部铺设 0.5m 厚回填土作为保护层，池壁利用耐酸砖进行护砌，蒸发池设置渗漏在线检测装置。此外，在蒸发池下游 10m 处设置 1 个地下水监测井，监测层位为潜水含水层，定期对监测井中的地下水进行取样监测。

（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。

七三九延续工程蒙南铀矿床与蒙其古尔铀矿床地质及水文地质条件基本一致，且地浸工艺相同，故类比蒙其古尔铀矿床浸出液监测结果，见表 3.4-9。

表 3.4-9 蒙其古尔铀矿床浸出液样品监测结果

| | | | |
|------|-------------------------|------------------------|--------------------------------------|
| 监测项目 | U(mg/L) | Mn(mg/L) | Ca ²⁺ (mg/L) |
| 浓度 | 15.0 | 0.08 | 186.7 |
| 监测项目 | Mg ²⁺ (mg/L) | Cl ⁻ (mg/L) | HCO ₃ ⁻ (mg/L) |
| 浓度 | 64.0 | 328 | 396.4 |

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，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下含水层中设置了监测井，随时发现可能的水平扩散和垂直泄漏，避免含铀溶液的流失，减少金属损失和地下水污染；将生产数据与本底值比较，分析生产状态并进行优化；定期对监测井中的地下水进行抽样监测，并对水中的元素及化学成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。

在采取了有效的措施后，浸出液的流散可得到有效的控制。

(3) 洗井废水

洗井废水采用移动式洗孔水储罐处理，其中澄清液重新注入井下，沉淀的泥沙运至蒸发池集中暂存。

3) 含放射性核素的固体废物

七三九延续工程运行期产生的含放射性核素的固体废物主要是蒸发池残渣、钻井泥浆、废旧设备及零配件等。

(1) 蒸发池残渣

蒸发池残渣是蒸发池蒸放射射性废水后遗留在池底的固体废物，其中放射性核素来源主要为废水中核素残留、浸出液处理残渣和洗井废渣。蒸发池放射性残渣由两部分组成。一是土工膜以上的蒸发池构筑物，主要为 50cm 厚的回填土，蒸发池底面积为 4000m²，则回填土量为 2000m³，残渣比重按 1.5t/m³ 计，计算得到残渣质量约为 3000t；二是浸出液处理残渣和洗井废渣，产生量

约为 0.3t/a，合计为 3.9t。

蒸发池残渣中 $U_{\text{天然}}$ 总活度计算如下：

①废水蒸发所致蒸发池底残渣比活度

七三九延续工程生产期间蒸发的总水量为 $16 \times 350 \times 13 = 72800 \text{m}^3$ ，蒸发废水中的 $U_{\text{天然}}$ 的浓度为 0.5mg/L ，根据公式 (3-1)，本项目蒸发池生产结束后残渣中 $U_{\text{天然}}$ 的总活度为 $9.17 \times 10^8 \text{Bq}$ 。

②浸出液处理残渣和洗井废渣

浸出液处理残渣和洗井废渣产生量为 3.9t，其 $U_{\text{天然}}$ 比活度按照洪海沟含矿层平均品位计算，浸出液处理残渣和洗井废渣产生的 $U_{\text{天然}}$ 总活度为 $4.21 \times 10^7 \text{Bq}$ 。

综上所述，生产结束后蒸发池中 $U_{\text{天然}}$ 放射性总活度为 $9.59 \times 10^8 \text{Bq}$ ，放射性固体废物量约为 3003.9t。

③残渣比活度

根据上述分析得到的生产结束后蒸发池残渣质量和残渣总活度，计算可得到蒸发池残渣中 $U_{\text{天然}}$ 的比活度为 319Bq/kg ，换算为质量浓度，约为 $13 \text{mg}(U_{\text{天然}})/\text{kg}(\text{土壤})$ ，相当于铀矿冶行业表外废石中的铀含量水平，可见放射性水平并不高，其退役治理可按照铀矿冶行业常规放射性固废开展，如集中挖除统一填埋或分别就地掩埋等。

(2) 钻井泥浆

本项目运行期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。

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 8910m^3 ， $U_{\text{天然}}$ 浓度为 $1.94 \sim 3.28 \text{mg/kg}$ ，统一运至泥饼池进行集中处理，然后覆土植草，恢复地貌。

(3) 废旧管道、设备

七三九延续工程生产过程中检修会产生一定量的废旧管道、阀门、水泵、过滤器等放射性固体废物，年产生量约为 2t/a 。对于产生的上述废旧金属，经简单去污后暂存于固体废物贮存库，待退役时运至审管部门认可的废旧金属处理中心处理。

3.4.10.2 非放射性污染物

1) 非放射性废气

七三九延续工程在淋洗转型设施厂房酸化工序以及盐酸库会产生 HCl 气体。

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

盐酸库 HCl 气体主要来源于盐酸库储罐的呼吸排放和物料装卸过程中的少量泄漏。储罐呼吸排放是由于温度和大气压力变化引起蒸汽的膨胀和收缩而产生的废气，是非人为干扰的自然排放方式。

七三九延续工程新增 1 个盐酸储罐，为常规固定顶罐，罐区 HCl 的排放采用固定顶罐呼吸排放量算法，其排放量包括固定顶罐的呼吸排放量和工作损失的排放量两部分，估算式分别见公式 3-2、3-3 和 3-4。

(1) 固定顶罐呼吸排放量

$$LB = 0.191 \times M \left(\frac{P}{100910 - P} \right)^{0.68} \times D^{1.73} \times H^{0.51} \times \Delta T^{0.45} \times FP \times C \times KC \quad (3-2)$$

式中：LB—固定顶罐的呼吸排放量，kg/a；

M—储罐内蒸气的分子量；

P—在大量液体状态下，真实的蒸汽压力，Pa；

D—罐的直径，m；

H—平均蒸气空间高度，m；

ΔT —一天之内的平均温度差， $^{\circ}\text{C}$ ；

FP—涂层因子，无量纲，根据油漆状况取值在 1~1.5 之间；

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

KC—产品因子，石油原油 KC 取 0.65，其它有机液体取 1.0。

(2) 工作损失排放量

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

式中： LW —固定顶罐的工作损失， kg/m^3 投入量；

M —储罐内蒸气的分子量；

P —在大量液体状态下，真实的蒸汽压力， Pa ；

KC —产品因子，石油原油 KC 取 0.65，其它有机液体取 1.0；

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

$$\text{工作损失无组织排放量} = LW \times \text{投入量} \div \text{相对密度} \quad (3-4)$$

七三九延续工程新增 1 台规格为 70m^3 的盐酸储罐，常温常压储存，实际存储量为 75t，当储罐内剩余约 10m^3 时向储罐内补充盐酸，盐酸的补充速率为 $10\text{m}^3/\text{h}$ ，在盐酸液体补充过程中，盐酸储罐内的气体经排气孔排出，其排气量与液体补充速率一致，为 $10\text{m}^3/\text{h}$ 。经计算，盐酸储罐呼吸排放量 0.0003kg/h ；工作损失排放量为 0.0005kg/h ；两种方式排放量合计为 0.0008kg/h 。具体参数见表 3.4-10。

表 3.4-10 盐酸储罐呼吸排放估算参数

| 参数 | M | P | D | H | ΔT | FP | C | KC | 周转次数 | KN | 投入量 t/a | 密度 g/cm^3 |
|----|------|------|---|-----|------------|------|--------|----|------|------|------------|-----------------------|
| 取值 | 36.5 | 1000 | 3 | 0.3 | 20 | 1.25 | 0.5572 | 1 | 4 | 0.82 | 300 | 1.14 |

2) 非放射性废水

七三九延续工程非放射性废水主要为现有水冶厂和生活区职工产生的生活污水等。本项目不新增劳动定员，调用现有七三九厂工作人员，因此不额外增加生活污水量。

3) 非放射性固体废物

七三九延续工程非放射性固体废物为工作人员日常生活产生的生活垃圾。本项目不新增劳动定员，因此不额外增加生活垃圾。

4) 噪声

七三九延续工程噪声源主要为潜水泵、离心泵、风机等，单机噪声源强均小于 $90\text{dB}(\text{A})$ 。

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

3.4.10.3 归一化排放量符合性分析

经计算，七三九现有工程和延续工程放射性流出物 ^{222}Rn 归一化排放量为 $1.69 \times 10^{12}\text{Bq}/100\text{t}(\text{U})$ ，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 $7 \times 10^{12}\text{Bq}/100\text{t}(\text{U})$ 的限值要求。

3.5 三本账

1) 七三七现有工程氡释放源项主要为集液罐、浸出液处理厂房和蒸发池，根据“3.1.1.2节”， ^{222}Rn 排放量共计 $2.70 \times 10^{12}\text{Bq}/\text{a}$ ；七三七延续工程新增的氡释放源项为集液罐、浸出液吸附厂房和蒸发池， ^{222}Rn 排放量共计 $3.47 \times 10^{12}\text{Bq}/\text{a}$ ；另外，本延续工程投产后，随着七三七现有工程资源枯竭，其年总抽液量由 $4301510\text{m}^3/\text{a}$ 调整为 $2339181\text{m}^3/\text{a}$ ，浸出液中 ^{222}Rn 浓度取 $543.93\text{Bq}/\text{L}$ ，则集液罐年排放 ^{222}Rn 量为 $1.27 \times 10^{12}\text{Bq}/\text{a}$ ，其它源项均不变，则本项目建成后全七三七厂 ^{222}Rn 排放量共计 $5.11 \times 10^{12}\text{Bq}/\text{a}$ 。

2) 本延续工程投产后，七三七现有工程年总抽液量由 $4301510\text{m}^3/\text{a}$ 调整为 $2339181\text{m}^3/\text{a}$ ，故排入蒸发池的废水量由 $43015\text{m}^3/\text{a}$ 调整为 $23392\text{m}^3/\text{a}$ ；七三七延续工程废水量为 $18200\text{m}^3/\text{a}$ ，则本项目建成后全厂废水量为 $35744\text{m}^3/\text{a}$ 。

3) 七三九现有工程氡释放源项主要为集液池、浸出液处理厂房和蒸发池，根据“3.1.2.2节”， ^{222}Rn 排放量共计 $1.76 \times 10^{12}\text{Bq}/\text{a}$ ；七三九延续工程新增的氡释放源项为集液罐、浸出液吸附厂房、浸出液处理厂房（扩建）和蒸发池， ^{222}Rn 排放量共计 $9.14 \times 10^{11}\text{Bq}/\text{a}$ ；另外，本延续工程投产后，随着七三九现有工程资源枯竭，其年总抽液量由 $4621699\text{m}^3/\text{a}$ 调整为 $1403509\text{m}^3/\text{a}$ ，浸出液中 ^{222}Rn 浓度取 $305\text{Bq}/\text{L}$ ，则集液池年排放 ^{222}Rn 量为 $4.28 \times 10^{11}\text{Bq}/\text{a}$ ，其它源项均不变，则本项目建成后全七三九厂 ^{222}Rn 排放量共计 $1.69 \times 10^{12}\text{Bq}/\text{a}$ 。

4) 本延续工程投产后，七三九现有工程年总抽液量由 $4621699\text{m}^3/\text{a}$ 调整

为 $1403509\text{m}^3/\text{a}$ ，故排入蒸发池的废水量由 $46217\text{m}^3/\text{a}$ 调整为 $14035\text{m}^3/\text{a}$ ；七三九延续工程废水量为 $5600\text{m}^3/\text{a}$ ，则本项目建成后全厂废水量为 $19635\text{m}^3/\text{a}$ 。

本项目污染物排放“三本账”见表 3.5-1。

表 3.5-1 本项目污染物排放“三本账”

| 名称 | 类别 | 污染物名称 | 现有工程排放量 | 延续工程排放量 | 本项目建成后全厂排放量 | 变化量 |
|---------|------|-----------------------------|----------------------|----------------------|----------------------|-----------------------|
| 七三七延续工程 | 废气 | ^{222}Rn 排放量, Bq/a | 2.70×10^{12} | 3.47×10^{12} | 5.11×10^{12} | $+2.41\times 10^{12}$ |
| | 废水 | 工艺废水, m^3/a | 43015 | 18200 | 41592 | -1423 |
| | 固体废物 | 废旧管道、设备, t/a | 2 | 2 | 4 | +2 |
| 七三九延续工程 | 废气 | ^{222}Rn 排放量, Bq/a | 1.76×10^{12} | 9.14×10^{11} | 1.69×10^{12} | -7.00×10^{10} |
| | 废水 | 工艺废水, m^3/a | 46217 | 5600 | 19635 | -26582 |
| | 固体废物 | 废旧管道、设备, t/a | 2 | 2 | 4 | +2 |

3.6 “以新带老”分析

1) 实现新老项目建设的集约化

本项目充分利用七三七厂、七三九厂现有生产和生活设施，并将新建和改扩建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，并通过改造现有的通风系统、消防系统，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，从而维持新疆伊犁盆地千吨级铀矿大基地的平稳运行。

2) 改造现有水冶厂通风系统

七三七厂现有水冶厂通风系统设备及风管老化，本项目对通风设备及配套设施进行更换，可有效的减小无组织排放，降低环境风险，并减少日常维修频率及其产生的固体废物量。

3) 本次改造更换了水冶厂部分设备的压力装置和厂区的监控设备，并对现有的供水管网、消防系统进行了改造，同时新增产品库安全防范系统，提高了本质安全度，从而大大降低了环境事故风险隐患，确保安全环保可控。

3.7 废物最小化

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

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

2) 本项目工艺废水大部分循环利用，其中，99.7%吸附尾液经处理后返回配置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、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) 生产区及灌区地面全部水泥硬化，硫酸库、盐酸库区四周设导流沟和围堰，地表各种钢筋混凝土池体内部均内衬玻璃钢防腐面层，防止料液泄漏入渗地下水。

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

6) 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》（国家环境保护总局，1995年），伊犁及新疆维吾尔自治区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 | 伊犁地区 | 77.4~150.8 | 98.2 |
| 2 | 新疆维吾尔自治区 | 50~403.5 | 102.2 |

表 4.1-2 地区水体、土壤及底泥天然放射性本底值

| 项目 | | U | ²²⁶ Ra |
|-------|----------|------------------|--------------------|
| 地表水 | 全新疆河流 | 0.15~17.18μg/L | 0.83~8.62 mBq/L |
| 地下水 | 新疆维吾尔自治区 | 0.44~20.40μg/L | 0.83~8.77 mBq/L |
| 土壤、底泥 | 新疆维吾尔自治区 | 5.17~153.71Bq/kg | 10.93~203.45 Bq/kg |

另外，根据《中国环境天然放射性水平》（国家环境保护局，1995年），伊宁市室外氡平均浓度变化范围为 2.9~65.5Bq/m³，氡子体浓度范围为 30.3~235.6nJ/m³。

4.1.2 七三七厂建矿前本底

根据新疆环境监测中心“737 原地浸出采铀工业性试验基地环境放射性本底调查”（1993年5月）。七三七厂生活区及附近居民点墩买里的室外环境贯穿辐射剂量率和 ²²²Rn 浓度本底值监测数据见表 4.1-3。

表 4.1-3 七三七厂周边环境贯穿辐射剂量率及氡浓度本底值

| 位置 | | 测点 | 范围 | 均值 |
|--------------------------|-------|----|------------|-------|
| 氡浓度 Bq/m ³ | 生活区室外 | 12 | 9.76~41.48 | 22.93 |
| | 墩买里室外 | 12 | 6.10~40.26 | 13.12 |
| 贯穿辐射剂量率 nGy/h | 生活区室外 | 28 | 83.0~100.7 | 94.9 |
| | 墩买里室外 | 44 | 79.6~102.2 | 90.6 |

七三七厂周围环境地表水、土壤、底泥、生物各核素本底值数据见表 4.1-4。

表 4.1-4 七三七厂周边地表水、土壤、底泥、生物样本底值

| 位置 | | U | ²²⁶ Ra |
|-----|------------|------------|-------------------|
| 地表水 | 洪海沟上游（都拉图） | 1.38μg/L | 1.5mBq/L |
| | 洪海沟下游（墩买里） | 1.15μg/L | 1.5mBq/L |
| 底泥 | 洪海沟上游（都拉图） | 1.11mg/kg | 23.6Bq/kg |
| | 洪海沟下游（墩买里） | 0.92mg/kg | 19.6Bq/kg |
| 土壤 | 墩买里农田 | 1.58mg/kg | 33.6Bq/kg |
| 生物 | 玉米 | 0.054Bq/kg | 0.122Bq/kg |
| | 小麦 | 0.033Bq/kg | 0.042Bq/kg |

4.1.3 七三九厂建矿前本底

新疆辐射环境监督站于 2004 年 6 月对七三九厂建矿前本底水平进行了调查。根据调查报告，贯穿辐射剂量率和 ²²²Rn 浓度本底值监测数据见表 4.1-5，周边地表水、土壤、底泥、生物各核素本底值数据见表 4.1-6。

表 4.1-5 七三九厂周边贯穿辐射剂量率及氡浓度本底值

| 位置 | | 测点 | 范围 | 均值 |
|--------------------------|---------|----|-----------|------|
| 氡浓度 Bq/m ³ | 加尕斯台乡室外 | 4 | 5.46~32.8 | 13.2 |
| 贯穿辐射剂量率 nGy/h | 生活区室外 | 89 | 88~113 | 99.6 |
| | 加尕斯台乡室外 | 10 | 72~98 | 83.0 |

表 4.1-6 七三九厂周边地表水、土壤、底泥、生物样本底值

| 位置 | | U _{天然} | ²²⁶ Ra |
|-----|-----------------|-----------------|-------------------|
| 地表水 | 加格斯台河上游 | 0.76μg/L | 痕量 |
| | 红旗渠矿区段 | 0.94μg/L | 9.2 mBq/L |
| | 加格斯台河中游 | 1.4μg/L | 5 mBq/L |
| | 加格斯台河下游 | 1.06μg/L | 3 mBq/L |
| 土壤 | 16 线块段中段 | 40.4 Bq/kg | 35.7 Bq/kg |
| | 水冶厂拟建地 | 45.4 Bq/kg | 39.4 Bq/kg |
| | 加尕斯台乡政府花园 | 29.2 Bq/kg | 31.2 Bq/kg |
| 底泥 | 加格斯台河上游（68 团煤矿） | 30.5 Bq/kg | 11.4 Bq/kg |
| | 加格斯台河中游（16 线块段） | 22.4 Bq/kg | 19.4 Bq/kg |
| | 红旗渠（16 线块段） | 25.7 Bq/kg | 20.7 Bq/kg |
| | 加格斯台河上游（加尕斯台乡段） | 15.5 Bq/kg | 19.3 Bq/kg |

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二一六大队检测研究院负责，共计开展了两次监测。第一次监测时间为2021年8月，第二次监测时间为2021年12月。核工业二一六大队检测研究院具有“检验检测机构资质认定证书”，其CMA证书编号为160021182000，有效期至2028年7月4日，所出具的监测报告是有效的。

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

- 1) 空气：氡及其氡子体浓度、TSP、HCl；
- 2) 氡析出率；
- 3) γ 辐射空气吸收剂量率；
- 4) 地表水： $U_{\text{天然}}$ 、 ^{226}Ra 、 ^{210}Pb 、 ^{210}Po 、pH、Cd、As、Mn、 Cr^{6+} 、Zn、Pb、Cu、氯化物、硫酸盐；
- 5) 底泥： $U_{\text{天然}}$ 、 ^{226}Ra ；
- 6) 地下水： $U_{\text{天然}}$ 、 ^{226}Ra 、 ^{210}Pb 、 ^{210}Po 、pH、 K^+ 、 Na^+ 、 Ca^{2+} 、 Mg^{2+} 、 HCO_3^- 、 Cl^- 、 SO_4^{2-} 、氨氮、硝酸盐、亚硝酸盐、As、Hg、 Cr^{6+} 、Zn、Cu、Pb、Cd、Mn、Mo、总溶解性固体、总硬度、氟化物、 COD_{Mn} ；
- 7) 土壤： $U_{\text{天然}}$ 、 ^{226}Ra 、pH、As、Cd、Hg、Pb、Cr、Zn、Ni、Cu、 Cr^{6+} ；
- 8) 生物监测： $U_{\text{天然}}$ 、 ^{226}Ra 、 ^{210}Pb 、 ^{210}Po ；
- 9) 噪声：等效连续A声级。

七三七、七三九延续工程周边环境监测方案见表4.3-1、表4.3-2，监测布点见图4.3-1和表4.3-2。

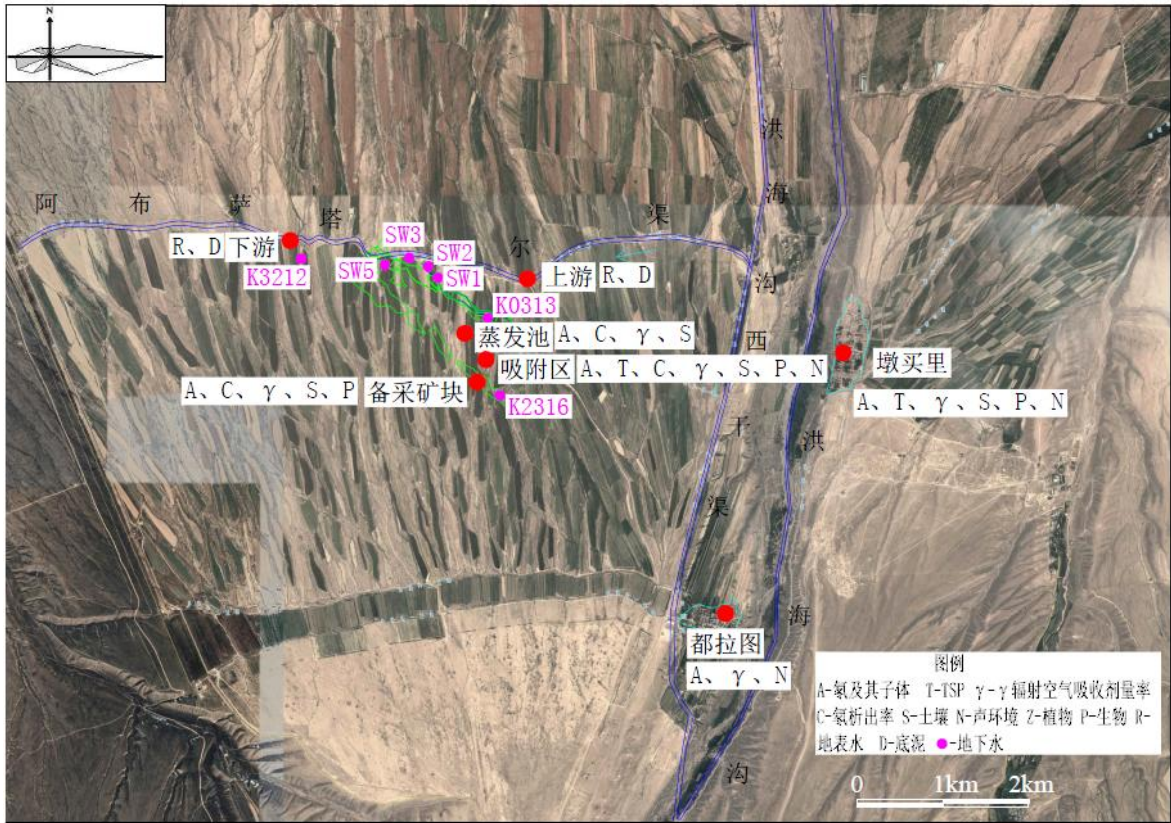


图 4.3-1 七三七延续工程周边环境监测布点图

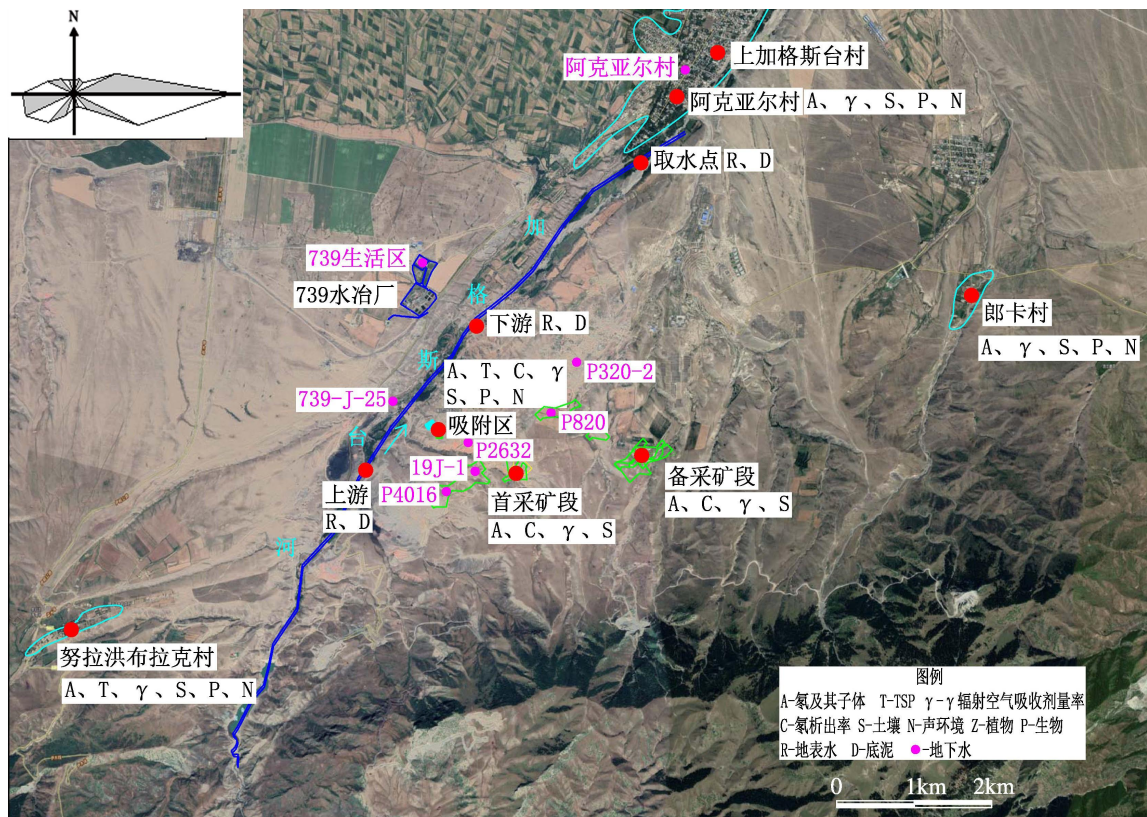


图 4.3-2 七三九延续工程周边环境监测布点图

表 4.3-1 七三七延续工程周边环境监测方案

| 环境介质 | 监测项目 | 监测位置 | 监测频次及要求 |
|------------|--|--|---|
| 空气 | 氡及其子体 | ①墩买里、都拉图各布置 1 个监测点位； ②拟建吸附区、拟建蒸发池和备采矿段各布置 1 个监测点位。 | 每日 1 次，连续监测 3 天。其中，墩买里、拟建吸附区为每日 24h，连续监测 3 天。 |
| | TSP | 墩买里、拟建吸附区各布置 1 个监测点。 | 连续监测 3 天，每天 1 次。 |
| 氡析出率 | | 拟建吸附区、拟建蒸发池、备采矿段各布置 1 个监测点位。 | 每日 1 次，连续监测 3 天。 |
| γ辐射空气吸收剂量率 | | ①墩买里、都拉图各布置 1 个监测点位； ②拟建吸附区、拟建蒸发池和备采矿段各布置 1 个监测点位； ③树脂转运车运输沿线间隔 2km 处，共 3 个。 | 监测 1 次。 |
| 地表水 | $U_{\text{天然}}$ 、 ^{226}Ra 、 ^{210}Pb 、 ^{210}Po 、pH、Cd、As、Mn、 Cr^{6+} 、Zn、Pb、Cu、氯化物、硫酸盐 | 阿布萨塔尔渠在吸附区的上游和下游各布置 1 个监测点位。 | 监测 1 次 |
| 底泥 | $U_{\text{天然}}$ 、 ^{226}Ra | 阿布萨塔尔渠在吸附区的上游和下游各布置 1 个监测点位； | 监测 1 次 |
| 地下水 | $U_{\text{天然}}$ 、 ^{226}Ra 、 ^{210}Pb 、 ^{210}Po 、pH、 K^+ 、 Na^+ 、 Ca^{2+} 、 Mg^{2+} 、 HCO_3^- 、 Cl^- 、 SO_4^{2-} 、氨氮、硝酸盐、亚硝酸盐、As、Hg、 Cr^{6+} 、Zn、Cu、Pb、Cd、Mn、Mo、总溶解性固体、总硬度、氟化物、 COD_{Mn} | ①上含水层 1 个监测点位； ②含矿含水层：矿区下游 1 个监测点位，矿区内部及周边 3 个监测点位； ③下含水层 1 个监测点位。 | 监测 1 次。 |
| 土壤 | $U_{\text{天然}}$ 、 ^{226}Ra 、pH、As、Cd、Hg、Pb、Cr、Zn、Ni、Cu、 Cr^{6+} | ①墩买里布置 1 个监测点位； ②拟建吸附区、拟建蒸发池和备采矿段各布置 1 个监测点位。 | 每个监测点位取 1 个混合样。 |
| 生物 | $U_{\text{天然}}$ 、 ^{226}Ra 、 ^{210}Pb 、 ^{210}Po | ①墩买里布置 1 个监测点位； ②拟建吸附区、备采矿段各布置 1 个监测点位。 | 牧草 |
| | | 墩买里 1 个监测点位 | 动物 |
| 噪声 | 等效声级 L_{Aeq} | ①墩买里、都拉图各布置 1 个监测点； ②拟建吸附区。 | 每日昼夜各 1 次，连续监测 2 天。 |

表 4.3-2 七三九延续工程周边环境监测方案

| 环境介质 | 监测项目 | 监测位置 | 监测频次及要求 |
|------|--|--|---|
| 空气 | 氡及其子体 | ①阿克亚尔村、努拉洪布拉克村、郎卡村各布置 1 个监测点位； ②拟建吸附区、首采矿段、备采矿段布置 1 个监测点位。 | 每日 1 次，连续监测 3 天。其中，努拉洪布拉克村、阿克亚尔村为每日 24h，连续监测 3 天。 |
| | TSP、HCl | 努拉洪布拉克村、拟建吸附区各布置 1 个监测点。 | 连续监测 3 天，每天 1 次。 |
| | 氡析出率 | 拟建吸附区、首采矿段、备采矿段各布置 1 个监测点位。 | 每日 1 次，连续监测 3 天。 |
| | γ 辐射空气吸收剂量率 | ①郎卡村、努拉洪布拉克村、阿克亚尔村各布置 1 个监测点位； ②拟建吸附区、首采矿段、备采矿段各布置 1 个监测点位； ③树脂转运车运输沿线间隔 500m 处，共 3 个。 | 监测 1 次。 |
| 地表水 | $U_{\text{天然}}$ 、 ^{226}Ra 、 ^{210}Pb 、 ^{210}Po 、pH、Cd、As、Mn、 Cr^{6+} 、Zn、Pb、Cu、氯化物、硫酸盐 | ①加格斯台河在吸附区的上游和下游各布置 1 个监测点位； ②阿克亚尔村取水点布置 1 个监测点位。 | 监测 1 次 |
| 底泥 | $U_{\text{天然}}$ 、 ^{226}Ra | ①加格斯台河在吸附区的上游和下游各布置 1 个监测点位； ②阿克亚尔村取水点布置 1 个监测点位。 | 监测 1 次 |
| 地下水 | $U_{\text{天然}}$ 、 ^{226}Ra 、 ^{210}Pb 、 ^{210}Po 、pH、 K^+ 、 Na^+ 、 Ca^{2+} 、 Mg^{2+} 、 HCO_3^- 、 Cl^- 、 SO_4^{2-} 、氨氮、硝酸盐、亚硝酸盐、As、Hg、 Cr^{6+} 、Zn、Cu、Pb、Cd、Mn、Mo、总溶解性固体、总硬度、氟化物、 COD_{Mn} | ①潜水含水层：阿克亚尔村、七三九厂生活区各 1 个监测点位； ②含矿含水层：矿区下游 1 个监测点位，矿区内部及周边 4 个监测点位； ③下含水层 1 个监测点位。 | 监测 1 次。 |
| 土壤 | $U_{\text{天然}}$ 、 ^{226}Ra 、pH、As、Cd、Hg、Pb、Cr、Zn、Ni、Cu、 Cr^{6+} | ①郎卡村、努拉洪布拉克村、阿克亚尔村各布置 1 个监测点位； ②拟建吸附区、首采矿段、备采矿段各布置 1 个监测点位； | 每个监测点位取 1 个混合样。 |
| 生物 | $U_{\text{天然}}$ 、 ^{226}Ra 、 ^{210}Pb 、 ^{210}Po | ①郎卡村、努拉洪布拉克村、阿克亚尔村各布置 1 个监测点位； ②拟建吸附区布置 1 个监测点位。 | 牧草 |
| | | 努拉洪布拉克村布置 1 个监测点位。 | 动物 |
| 噪声 | 等效声级 L_{Aeq} | ①郎卡村、努拉洪布拉克村、阿克亚尔村各布置 1 个监测点位； ②拟建吸附区。 | 每日昼夜各 1 次，连续监测 2 天。 |

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。

表 4.3-3 监测仪器及检测限

| 监测项目 | | 监测方法 | 监测仪器 | 检出限 |
|------------|-------------------|-------------------|------------------------------------|---------------------------|
| γ辐射空气吸收剂量率 | | GB/T14583-1993 | 环境监测 X-γ辐射空气吸收剂量率 FH40G+FHZ672E-10 | 10nGy/h |
| 氦析出率 | | EJ/T979-1995 | 测氦仪 RAD7 | 0.001Bq/m ² ·s |
| 空气 | 氦 | EJ/T605-1991 | 测氦仪 RAD7 | 3.7Bq/m ³ |
| | 氦子体 | | 氦子体测量仪 BWLM-PLUS-S | 0.555nJ/m ³ |
| | TSP | GB/T15432-1995 | 环境空气综合采样器 ZR-3920、电子天平 SQP | 0.001mg/m ³ |
| | HCl | HJ549-2016 | 环境空气综合采样器 ZR-3920、离子色谱仪 ICS-1100 | 0.02mg/m ³ |
| 土壤及底泥 | ²³⁸ U | GB/T11743-2013 | 高纯锗γ能谱仪 GX5019 | 7.6Bq/kg |
| | ²²⁶ Ra | | | 1.0Bq/kg |
| | ²¹⁰ Pb | EJ/T859-1994 | 四路低本底α、β测量仪 BH1227 | 0.87Bq/kg |
| | ²¹⁰ Po | HJ813-2014 | α谱仪 Alpha-ENSEMBLE-2D-1E | 0.04Bq/kg |
| | U _{天然} | GB/T14506.30-2010 | 质谱仪 ICP-MS | 0.003mg/kg |
| | Cu | | | 0.2mg/kg |
| | Pb | | | 0.1mg/kg |
| | Ni | | | 1.0mg/kg |
| | Cd | | | 0.02mg/kg |
| | Zn | | | 2.0mg/kg |
| | Cr | | | HJ803-2016 |
| | Cr ⁶⁺ | HJ687-2014 | 原子吸收分光光度计 Z-5000 | 2mg/kg |
| | As | HJ680-2013 | 原子荧光光谱仪 AFS-9750 | 0.01mg/kg |
| Hg | GB/T22105.1-2008 | 0.002mg/kg | | |
| pH | NY/T1377-2007 | PHS-3C 型 pH 计 | / | |
| 生物 | ²³⁸ U | GB/T 16145-2020 | 高纯锗多道γ谱仪 GX5019 | 7.6Bq/kg |
| | ²²⁶ Ra | | | 1.0Bq/kg |
| 地表水 | pH | 《水和废水监测分析方法》第四版 | PHBJ-260 型 pH 计 | / |
| | K | HJ776-2015 | 光谱仪 ICP-OES | 0.05mg/L |

| 监测项目 | | 监测方法 | 监测仪器 | 检出限 | | |
|-------------------|-------------------------------|------------------|-----------------------|-----------|-------------------|-----------|
| 及地下水 | Na | | | 0.12mg/L | | |
| | Ca | | | 0.02mg/L | | |
| | Mg | | | 0.003mg/L | | |
| | Fe | HJ700-2014 | 质谱仪 ICP-MS | 0.82μg/L | | |
| | Mn | | | 0.12μg/L | | |
| | Pb | | | 0.09μg/L | | |
| | Cd | | | 0.05μg/L | | |
| | Mo | | | 0.06μg/L | | |
| | Cu | | | 0.08μg/L | | |
| | Zn | | | 0.67μg/L | | |
| | As | | | 0.12μg/L | | |
| | U _{天然} | | | 0.04μg/L | | |
| | 亚硝酸盐 (以 N 计) | | | HJ84-2016 | 离子色谱仪 ICS-1100 | 0.005mg/L |
| | 硝酸盐 (以 N 计) | | | | | 0.004mg/L |
| | 硫酸盐 | 0.018mg/L | | | | |
| | 氯化物 | 0.007mg/L | | | | |
| | 氟化物 | 0.006mg/L | | | | |
| | 高锰酸钾 指数 | GB/T11892-1989 | 0-25ML 滴定管 | 0.5mg/L | | |
| | 总硬度 | GB7477-87 | | 5mg/L | | |
| | HCO ₃ ⁻ | DZ/T0064.49-2021 | | | | |
| | 氨氮 | HJ535-2009 | 可见分光光度计 UV-6300 | 0.025mg/L | | |
| | 六价铬 | GB7467-87 | | 0.004mg/L | | |
| | 溶解性总 固体 | DZ/T0064.9-2021 | 电热鼓风干燥箱 DHG-9123A | / | | |
| | 汞 | HJ694-2014 | 原子荧光光谱仪 AFS-9750 | 0.04μg/L | | |
| | ²¹⁰ Pb | EJ/T859-1994 | 四路低本底α、β测量仪 BH1227 | 0.01Bq/L | | |
| | ²²⁶ Ra | GB11214-89 | GB11214-89 | 0.002Bq/L | | |
| ²¹⁰ Po | HJ813-2016 | HJ813-2016 | 0.001Bq/L | | | |
| 等效连续 A 声级 | GB3096-2008 | AWA5688 手持噪声监测仪 | 15dB(A) | | | |

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，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) 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合格。

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

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

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

4.4 调查结果与分析

4.4.1 环境空气

1) 氡及氡子体浓度

七三七、七三九延续工程周边氡及其子体监测结果见表 4.4-1。

表 4.4-1 七三七、七三九延续工程周边氡及其子体监测结果

| 序号 | 工程名称 | 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 | 七三七 延续工程 | 墩买里 | 1.32~19.0 | 3.2~17.0 | 9.60~13.49 | 15.08~20.40 |
| 2 | | 拟建吸附区 | 6.97~44.4 | 5.72~58.7 | 11.15~20.52 | 19.58~27.20 |
| 3 | | 都拉图 | 11.7~17.5 | 9.83~14.3 | 13.49~16.23 | 19.49~23.39 |
| 4 | | 拟建蒸发池 | 11.3~17.6 | 11.9~20.7 | 8.79~15.77 | 17.56~25.05 |
| 5 | | 备采矿段 | 11.7~14.1 | 11.0~17.6 | 11.91~13.61 | 15.59~27.32 |
| 6 | 七三九 延续工程 | 阿克亚尔村 | 1.32~21.5 | 2.56~19.5 | 11.03~15.64 | 14.51~20.28 |
| 7 | | 努拉洪布拉克村 | 1.36~17.6 | 2.11~17.3 | 6.07~9.93 | 10.72~14.66 |
| 8 | | 郎卡村 | 14.7~23.4 | 12.3~19.4 | 10.05~10.51 | 13.74~18.35 |
| 9 | | 拟建吸附区 | 5.84~17.5 | 8.69~16.5 | 9.99~13.6 | 17.29~22.31 |
| 10 | | 首采矿段 | 41.1~47.0 | 33.0~40.8 | 8.54~14.88 | 14.91~20.48 |
| 11 | | 备采矿段 | 2.85~23.4 | 9.89~20.8 | 7.01~15.6 | 15.39~19.4 |
| 建矿前本底水平 | | | 5.46~41.48 | | — | |
| 伊宁市室外氡及子体浓度变化范围 | | | 2.9~65.5 | | 30.3~235.6 | |

由该表可知，项目所在位置及周边居民点氡浓度为 $1.32\sim 58.7\text{Bq}/\text{m}^3$ 、氡子体为 $6.07\sim 27.32\text{nJ}/\text{m}^3$ ，与建矿前及伊宁市本底基本处于同一水平。

2) TSP

七三七、七三九延续工程周边环境空气中 TSP 浓度监测结果见表 4.4-2。

由该表可知，项目所在位置及周边居民点的 TSP 日均浓度监测结果均满足《环境空气质量准》(GB3095-2012) 中二级标准限值要求。

表 4.4-2 七三七、七三九延续工程 TSP 监测结果

| 序号 | 工程名称 | 监测点位 | 范围值 (mg/m^3) | | | | | |
|------------------|-------------|---------|--------------------------------|-------|-------|-------|-------|-------|
| | | | 第一次监测 | | | 第二次监测 | | |
| 1 | 七三七 延续工程 | 墩买里 | 0.058 | 0.055 | 0.056 | 0.072 | 0.103 | 0.069 |
| 2 | | 拟建吸附区 | 0.073 | 0.066 | 0.065 | 0.083 | 0.121 | 0.097 |
| 3 | 七三九 延续工程 | 努拉洪布拉克村 | 0.059 | 0.11 | 0.077 | 0.031 | 0.067 | 0.049 |
| 4 | | 拟建吸附区 | 0.123 | 0.075 | 0.094 | 0.079 | 0.108 | 0.086 |
| GB3095-2012 标准限值 | | | 0.3 | | | | | |

3) HCl

七三九延续工程周边空气中 HCl 浓度监测结果见表 4.4-3。

由该表可知，项目所在位置及周边居民点的 HCl 均未检出。

表 4.4-3 七三九延续工程 HCl 监测结果

| 序号 | 工程名称 | 监测点位 | 监测结果 ($\mu\text{g}/\text{m}^3$) |
|----|---------|---------|-----------------------------------|
| 1 | 七三九延续工程 | 努拉洪布拉克村 | ND |
| 2 | | 拟建吸附区 | ND |

4.4.2 氡析出率

七三七、七三九延续工程拟建场址处氡析出率监测结果见表 4.4-4。

由该表可知，七三七延续工程拟建场址处氡析出率为 $0.0078\sim 0.27\text{Bq}/(\text{m}^2\cdot\text{s})$ ；七三九延续工程拟建场址处氡析出率为 $0.013\sim 0.248\text{Bq}/(\text{m}^2\cdot\text{s})$ ；

表 4.4-4 七三七、七三九延续工程拟建设施处氡析出率监测结果

| 序号 | 工程名称 | 监测点位 | 氡析出率 $\text{Bq}/(\text{m}^2\cdot\text{s})$ | |
|----|---------|-------|--|--------------|
| | | | 第一次 | 第二次 |
| 1 | 七三七延续工程 | 拟建吸附区 | 0.11~0.16 | 0.011~0.027 |
| 2 | | 拟建蒸发池 | 0.098~0.20 | 0.0078~0.019 |
| 3 | | 备采矿段 | 0.18~0.27 | 0.015~0.04 |

| 序号 | 工程名称 | 监测点位 | 氡析出率 Bq/ (m ² ·s) | |
|----|---------|-------|------------------------------|-------------|
| | | | 第一次 | 第二次 |
| 4 | 七三九延续工程 | 拟建吸附区 | 0.081~0.083 | 0.013~0.028 |
| 5 | | 首采矿段 | 0.219~0.248 | 0.039~0.040 |
| 6 | | 备采矿段 | 0.10~0.11 | 0.022~0.023 |

4.4.3 γ 辐射剂量率

七三七、七三九延续工程周边居民点、拟建场址处以及树脂运输沿线 γ 辐射剂量率监测结果见表 4.4-5。

由该表可知，七三七、七三九延续工程周边居民点、拟建场址以及树脂运输沿线 γ 辐射剂量率均在伊犁地区本底水平范围之内，与建矿前本底基本处于同一水平。

表 4.4-5 七三七、七三九延续工程 γ 辐射剂量率监测结果

| 序号 | 工程名称 | 监测点位 | 监测结果 (nGy/h) | |
|----------|---------|----------------------|--------------|-------|
| | | | 第一次 | 第二次 |
| 1 | 七三七延续工程 | 墩买里 | 116 | 114 |
| 2 | | 都拉图 | 130 | 127 |
| 3 | | 拟建吸附区 | 122 | 117 |
| 4 | | 拟建蒸发池 | 117 | 98.3 |
| 5 | | 备采矿段 | 133 | 105 |
| 6 | | 树脂转运车运输沿线间隔 2km 处-A | 128 | 108.0 |
| 7 | | 树脂转运车运输沿线间隔 2km 处-B | 109 | 96.6 |
| 8 | | 树脂转运车运输沿线间隔 2km 处-C | 114 | 105.0 |
| 9 | 七三九延续工程 | 郎卡村 | 122 | 126.0 |
| 10 | | 努拉洪布布拉克村 | 116 | 108.0 |
| 11 | | 阿克亚尔村 | 129 | 118.0 |
| 12 | | 拟建吸附区 | 188 | 94.7 |
| 13 | | 首采矿段 | 121 | 119.0 |
| 14 | | 备采矿段 | 144 | 134.0 |
| 15 | | 树脂转运车运输沿线间隔 500m 处-A | 112 | 107.0 |
| 16 | | 树脂转运车运输沿线间隔 500m 处-B | 105 | 92.0 |
| 17 | | 树脂转运车运输沿线间隔 500m 处-C | 131 | 93.2 |
| 建矿前本底水平 | | | 72~113 | |
| 伊犁区域本底水平 | | | 77.4~150.8 | |

4.4.4 地表水及底泥

1) 地表水

七三七延续工程周边的阿布萨塔尔渠中放射性核素及非放射性因子监测结果见表 4.4-6 和表 4.4-7。

七三九延续工程周边的加格斯台河中放射性核素及非放射性因子监测结果见表 4.4-8 和表 4.4-9。

由该表可知，阿布萨塔尔渠、加格斯台河中 $U_{\text{天然}}$ 浓度均在新疆维吾尔自治区河流本底范围内，与建矿前本底基本处于同一水平； ^{226}Ra 浓度略高于本底水平；非放射性因子均满足《地表水环境质量标准》（GB3838-2002）III 标准要求。

表 4.4-6 阿布萨塔尔渠中放射性核素监测结果

| 时间 | 监测点位 | $U_{\text{天然}}$, $\mu\text{g/L}$ | ^{226}Ra , Bq/L | ^{210}Pb , Bq/L | ^{210}Po , Bq/L |
|------------|--------|-----------------------------------|--------------------------|--------------------------|--------------------------|
| 第一次 | 吸附区段上游 | 1.69 | 0.017 | 0.01 | 0.006 |
| | 吸附区段下游 | 1.62 | 0.011 | 0.01 | 0.004 |
| 第二次 | 吸附区段上游 | 3.05 | 0.015 | 0.01 | 0.006 |
| | 吸附区段下游 | 3.05 | 0.012 | ND | 0.004 |
| 建矿前本底水平 | | 1.15~1.38 | 0.0015 | — | — |
| 新疆维吾尔自治区河流 | | 0.15~17.18 | 0.00083~0.00862 | — | — |

表 4.4-7 阿布萨塔尔渠中非放射性因子监测结果

| 时间 | 监测点位 | pH | 氯化物 | 硫酸盐 | As | Cd |
|-----------------------|--------|------|------|------|------|------------------|
| 第一次 | 吸附区段上游 | 8.01 | 2.44 | 46.1 | 0.96 | ND |
| | 吸附区段下游 | 8.23 | 2.46 | 46.0 | 0.91 | ND |
| 第二次 | 吸附区段上游 | 8.10 | 9.94 | 74.0 | 2.24 | ND |
| | 吸附区段下游 | 8.10 | 9.91 | 73.7 | 2.13 | ND |
| GB3838-2002 中III类标准限值 | | 6~9 | 250 | 250 | 50 | 5 |
| 时间 | 监测点位 | Mn | Pb | Cu | Zn | Cr^{6+} |
| 第一次 | 吸附区段上游 | 1.56 | ND | 0.76 | 3.77 | 0.005 |
| | 吸附区段下游 | 1.30 | ND | 0.69 | ND | ND |
| 第二次 | 吸附区段上游 | 2.01 | 0.18 | 0.91 | 3.25 | 0.006 |
| | 吸附区段下游 | 1.78 | 0.19 | 0.85 | 1.02 | 0.005 |
| GB3838-2002 中III类标准限值 | | 100 | 50 | 1000 | 1000 | 50 |

注：pH 无单位，氯化物、硫酸盐、 Cr^{6+} 单位为 mg/L，其余指标单位为 $\mu\text{g/L}$ 。

表 4.4-8 加格斯台中放射性核素监测结果

| 时间 | 监测点位 | U _{天然} , µg/L | ²²⁶ Ra, Bq/L | ²¹⁰ Pb, Bq/L | ²¹⁰ Po, Bq/L |
|------------|----------|------------------------|-------------------------|-------------------------|-------------------------|
| 第一次 | 吸附区段上游 | 4.03 | 0.004 | 0.01 | 0.003 |
| | 吸附区段下游 | 4.59 | 0.004 | ND | 0.003 |
| | 阿克亚尔村取水点 | 4.08 | 0.013 | ND | 0.003 |
| 第二次 | 吸附区段上游 | 3.03 | 0.006 | ND | 0.003 |
| | 吸附区段下游 | 5.12 | 0.007 | ND | 0.005 |
| | 阿克亚尔村取水点 | 1.77 | 0.012 | 0.01 | 0.005 |
| 建矿前本底水平 | | 0.76~1.4 | 0.003~0.0092 | | |
| 新疆维吾尔自治区河流 | | 0.15~17.18 | 0.00083~0.00862 | — | — |

表 4.4-9 加格斯台中非放射性因子监测结果

| 时间 | 监测点位 | pH | 氯化物 | 硫酸盐 | As | Cd |
|---------------------|----------|------|------|------|------|------------------|
| 第一次 | 吸附区段上游 | 8.28 | 21.8 | 122 | 1.08 | ND |
| | 吸附区段下游 | 8.11 | 25.5 | 124 | 1.08 | ND |
| | 阿克亚尔村取水点 | 8.16 | 24.5 | 121 | 0.94 | ND |
| 第二次 | 吸附区段上游 | 8.20 | 30.8 | 143 | 0.95 | ND |
| | 吸附区段下游 | 8.20 | 34.3 | 146 | 0.89 | ND |
| | 阿克亚尔村取水点 | 8.20 | 5.03 | 82.0 | 1.18 | ND |
| GB3838-2002 中Ⅲ类标准限值 | | 6~9 | 250 | 250 | 50 | 5 |
| 时间 | 监测点位 | Mn | Pb | Cu | Zn | Cr ⁶⁺ |
| 第一次 | 吸附区段上游 | 0.18 | ND | 0.41 | ND | ND |
| | 吸附区段下游 | 0.61 | ND | 0.43 | 5.86 | ND |
| | 阿克亚尔村取水点 | 0.20 | ND | 0.36 | 10.2 | ND |
| 第二次 | 吸附区段上游 | 2.58 | ND | 0.57 | 1.19 | ND |
| | 吸附区段下游 | 1.73 | ND | 0.52 | 1.72 | ND |
| | 阿克亚尔村取水点 | 1.04 | ND | 0.51 | 2.05 | 0.005 |
| GB3838-2002 中Ⅲ类标准限值 | | 100 | 50 | 1000 | 1000 | 50 |

*注：pH 无单位，氯化物、硫酸盐、Cr⁶⁺单位为 mg/L，其余指标单位为 µg/L。

2) 底泥

阿布萨塔尔渠和加格斯台河底泥中 U_{天然}、²²⁶Ra 含量监测结果见表 4.4-10。由该表可知，底泥中 U_{天然}、²²⁶Ra 含量均在伊犁地区土壤本底范围之内，与建矿前本底基本处于同一水平。

表 4.4-10 地表水底泥监测结果

| 河流名称 | 时间 | 监测点位 | $U_{\text{天然}}$, mg/kg | ^{226}Ra , Bq/kg |
|----------|-----|----------|-------------------------|---------------------------|
| 阿布萨塔尔渠 | 第一次 | 吸附区段上游 | 2.25 | 30.8 |
| | | 吸附区段下游 | 2.41 | 32.8 |
| | 第二次 | 吸附区段上游 | 3.05 | 32.2 |
| | | 吸附区段下游 | 2.69 | 39.4 |
| 加格斯台河 | 第一次 | 吸附区段上游 | 3.64 | 38.2 |
| | | 吸附区段下游 | 3.39 | 22.7 |
| | | 阿克亚尔村取水点 | 2.45 | 24.5 |
| | 第二次 | 吸附区段上游 | 2.83 | 42.7 |
| | | 吸附区段下游 | 3.19 | 37.3 |
| | | 阿克亚尔村取水点 | 3.10 | 35.7 |
| 建矿前本底水平 | | | 0.62~1.21 | 11.4~20.7 |
| 伊犁地区土壤本底 | | | 0.83~6.35 | 18.42~54.53 |

4.4.5 地下水

4.4.5.1 七三七延续工程

七三七延续工程含矿含水层及其上、下含水层水质分析结果见表 4.4-11。由该表可知：

1) 项目周边上含水层地下水中 $U_{\text{天然}}$ 浓度范围为 2.00~4.59 $\mu\text{g/L}$ ，下含水层地下水中 $U_{\text{天然}}$ 浓度范围为 3.05~3.60 $\mu\text{g/L}$ ，含矿含水层地下水中 $U_{\text{天然}}$ 浓度范围为 1.52~2.36 $\mu\text{g/L}$ ，均位于建矿前本底水平范围内。

2) 上含水层、下含水层及含矿含水层地下水中 ^{226}Ra 浓度范围分别为 0.012~0.043Bq/L、0.006~0.009Bq/L 及 0.014~0.053Bq/L； ^{210}Po 浓度范围分别为 0~0.01Bq/L、0~0.01Bq/L 及 0~0.04Bq/L； ^{210}Pb 浓度范围分别为 0.005~0.007Bq/L、0.004~0.005Bq/L 及 0.004~0.023Bq/L。

3) 非放射性因子均满足《地下水质量标准》(GB/T14848-2017) III 类标准。

4) 由于采区面积大，当前地下水取样钻孔数量有限，在环评阶段难以准确获取全部采区地下水本底数据。因此，本项目将在钻孔施工过程中加强施工期监测，在钻孔施工结束后、抽注生产前，开展地下水本底监测，获取每个采区的地下水环境本底值。施工期监测计划详见“12.2 监测计划”一节。

表 4.4-11 七三七延续工程地下水监测结果

| 项目 \ 点位 | | 上含水层 | | | | 下含水层 | | 含矿含水层 | | | | | | | | 地下水 III 类标准限值 |
|-------------------|------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|---------------|
| | | SW2 | | SW5 | | SW1 | | SW3 | | K2316 | | K0313 | | K3212 | | |
| | | 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 | 第一次 | 第二次 | |
| U _{天然} | µg/L | 3.63 | 4.59 | 2.00 | 2.05 | 3.05 | 3.60 | 2.20 | 2.19 | 1.77 | 2.01 | 1.52 | 1.78 | 2.36 | 2.12 | 0.9~154* |
| ²²⁶ Ra | Bq/L | 0.012 | 0.013 | 0.045 | 0.043 | 0.006 | 0.009 | 0.053 | 0.050 | 0.046 | 0.041 | 0.039 | 0.036 | 0.014 | 0.016 | — |
| ²¹⁰ Po | Bq/L | ND | 0.01 | 0.01 | 0.01 | ND | 0.01 | 0.02 | 0.01 | 0.04 | 0.01 | 0.01 | 0.02 | ND | 0.01 | — |
| ²¹⁰ Pb | Bq/L | 0.005 | 0.006 | 0.005 | 0.007 | 0.004 | 0.005 | 0.006 | 0.007 | 0.023 | 0.011 | 0.008 | 0.010 | 0.004 | 0.007 | — |
| pH | — | 7.77 | 7.40 | 7.56 | 7.60 | 7.74 | 7.30 | 7.71 | 7.70 | 7.87 | 7.80 | 7.92 | 7.90 | 7.79 | 7.80 | 6.5~8.5 |
| K ⁺ | mg/L | 1.80 | 1.88 | 2.52 | 5.59 | 2.27 | 1.98 | 2.50 | 2.40 | 2.75 | 6.13 | 1.82 | 2.42 | 2.86 | 8.74 | — |
| Na ⁺ | mg/L | 17.9 | 15.7 | 32.2 | 35.8 | 22.8 | 16.1 | 21.1 | 22.9 | 51.7 | 104 | 13.0 | 23.4 | 14.6 | 29.4 | — |
| Ca ²⁺ | mg/L | 51.6 | 52.4 | 158 | 202 | 61.1 | 61.2 | 58.6 | 57.2 | 54.0 | 68.6 | 34.3 | 3.69 | 39.5 | 13.6 | — |
| Mg ²⁺ | mg/L | 7.93 | 7.94 | 23.10 | 38.50 | 8.30 | 7.78 | 9.77 | 9.45 | 8.84 | 3.55 | 0.51 | 0.40 | 4.68 | 5.03 | — |
| As | µg/L | 0.55 | 0.87 | 2.09 | 2.12 | 0.33 | 0.44 | 0.46 | 0.49 | 0.78 | 1.16 | 0.28 | 0.49 | 0.41 | 0.81 | ≤10 |
| Zn | µg/L | 75.0 | 81.2 | 45.4 | 56.3 | 60.4 | 164 | 40.5 | 42.3 | 22.7 | 21.5 | 20.1 | 15.5 | 12.2 | 1.81 | ≤1000 |
| Pb | µg/L | 2.54 | 4.71 | ND | 0.28 | 7.78 | 2.05 | ND | 0.69 | ND | ND | ND | 0.12 | ND | 0.07 | ≤10 |
| Cd | µg/L | ND | ND | ND | ND | ND | ND | ND | 0.06 | ND | ND | ND | 0.06 | ND | 0.10 | ≤5 |
| Cr ⁶⁺ | µg/L | ND | ND | ND | ND | 4 | 5 | ND | ND | 4 | 6 | ND | ND | ND | ND | ≤50 |
| Mn | µg/L | 2.97 | 24.0 | 47.0 | 49.1 | 28.5 | 34.4 | 81.3 | 80.9 | 30.2 | 9.74 | 6.49 | 1.62 | 5.50 | 1.03 | ≤100 |
| Hg | µg/L | 0.11 | 0.09 | 0.06 | ND | 0.10 | ND | 0.07 | ND | 0.06 | ND | 0.09 | 0.10 | 0.06 | ND | ≤1 |

| 点位 | | 上含水层 | | | | 下含水层 | | 含矿含水层 | | | | | | | | 地下水 标准 |
|-------------------------------|------|---------|---------|---------|---------|---------|---------|---------|---------|---------|---------|---------|---------|---------|---------|-----------|
| | | SW2 | | SW5 | | SW1 | | SW3 | | K2316 | | K0313 | | K3212 | | |
| | | 第一 点 | 第二 点 | 第一 点 | 第二 点 | 第一 点 | 第二 点 | 第一 点 | 第二 点 | 第一 点 | 第二 点 | 第一 点 | 第二 点 | 第一 点 | 第二 点 | |
| Cu | μg/L | 1.48 | 2.54 | 0.18 | 0.76 | 1.60 | 0.93 | 0.08 | 0.61 | 0.15 | 0.48 | 0.27 | 0.16 | 0.25 | 0.26 | ≤1000 |
| Mo | μg/L | 3.30 | 3.10 | 4.80 | 2.40 | 4.21 | 3.55 | 13.18 | 12.20 | 2.94 | 9.77 | 6.41 | 12.50 | 10.33 | 19.70 | ≤70 |
| HCO ₃ ⁻ | mg/L | 150.5 | 151.7 | 144.2 | 55.4 | 190.1 | 167.5 | 195.2 | 167.5 | 102.0 | 97.6 | 89.40 | 64.8 | 111.8 | 68.0 | — |
| SO ₄ ²⁻ | mg/L | 66.4 | 60.8 | 175 | 243 | 77.0 | 60.8 | 71.9 | 57.8 | 90.6 | 180 | 28.4 | 5.85 | 29.2 | 5.34 | ≤250 |
| Cl ⁻ | mg/L | 3.37 | 4.42 | 177 | 178 | 3.81 | 3.82 | 13.3 | 12.0 | 75.1 | 136 | 4.04 | 8.36 | 21.2 | 55.8 | ≤250 |
| F ⁻ | mg/L | 0.246 | 0.306 | 0.124 | 0.249 | 0.254 | 0.302 | 0.239 | 0.274 | 0.162 | 0.083 | 0.120 | ND | 0.321 | 0.412 | ≤1 |
| TDS | mg/L | 263 | 247 | 980 | 968 | 303 | 271 | 312 | 284 | 408 | 537 | 128 | 83 | 214 | 137 | ≤1000 |
| 总硬度 | mg/L | 115 | 125 | 401 | 410 | 212 | 175 | 222 | 171 | 193 | 186 | 128 | 103 | 146 | 130 | ≤450 |
| 硝酸盐 | mg/L | 1.18 | 0.765 | ND | ND | 0.052 | 0.015 | ND | ND | 0.491 | 0.729 | 0.019 | ND | 0.600 | 0.098 | ≤20 |
| 亚硝酸盐 | mg/L | ND | 0.009 | ND | ND | ND | ND | ND | 0.005 | 0.021 | ND | 0.119 | ND | ND | ND | ≤1 |
| 氨氮 | mg/L | 0.148 | 0.152 | 0.106 | 0.118 | 0.087 | 0.068 | 0.033 | 0.087 | 0.029 | 0.048 | 0.052 | 0.068 | 0.133 | 0.116 | ≤0.5 |
| 高锰酸盐指数 | mg/L | 1.9 | 1.6 | 1.5 | 1.6 | 2.5 | 2.3 | 2.5 | 2.3 | 2.2 | 2.1 | 2.3 | 2.2 | 0.7 | 0.7 | ≤3 |

注：*为含矿含水层及上、下含水层建矿前本底水平。

4.4.5.2 七三九延续工程

七三九延续工程潜水含水层、含矿含水层及其下含水层水质分析结果见表 4.4-12。由该表可知：

1) 项目周边潜水含水层地下水中 $U_{\text{天然}}$ 浓度范围为 2.73~4.78 $\mu\text{g/L}$ ， ^{226}Ra 浓度范围为 0.002~0.005Bq/L，位于新疆维吾尔自治区地下水本底范围内 ($U_{\text{天然}}$ 为 0.44~20.4 $\mu\text{g/L}$ 、 ^{226}Ra 为 0.00083~0.00877Bq/L)； ^{210}Po 、 ^{210}Pb 浓度范围分别为 0~0.04Bq/L 和 0.003~0.041Bq/L。

2) 下含水层地下水中 $U_{\text{天然}}$ 浓度范围为 6.76~9.27 $\mu\text{g/L}$ ，含矿含水层地下水中 $U_{\text{天然}}$ 浓度范围为 1.95~4.60 $\mu\text{g/L}$ ，均位于建矿前本底水平范围内；下含水层及含矿含水层地下水中 ^{226}Ra 浓度范围分别为 0.014~0.016Bq/L 和 0.006~1.729Bq/L； ^{210}Po 浓度范围分别为 0.01~0.013Bq/L 和 0~0.02Bq/L； ^{210}Pb 浓度范围分别为 0.010Bq/L 和 0.004~0.026Bq/L。

3) 非放射性因子均满足《地下水质量标准》(GB/T14848-2017) III 类标准。

4) 由于采区面积大，当前地下水取样钻孔数量有限，在环评阶段难以准确获取全部采区地下水本底数据。因此，本项目将在钻孔施工过程中加强施工期监测，在钻孔施工结束后、抽注生产前，开展地下水本底监测，获取每个采区的地下水环境本底值。施工期监测计划详见“12.2 监测计划”一节。

表 4.4-12 七三九延续工程地下水监测结果

| 项目 | | 点位 | | 潜水含水层 | | | | 下含水层 | | 含矿含水层 | | | | | | | | 地下水 III类标 准限值 |
|-------------------|------|---------|---------|-------------|---------|-------------|---------|----------|---------|---------|---------|---------|---------|---------|---------|---------|---------|---------------------|
| | | | | 阿克亚村地 下水 | | 七三九厂地下 水 | | 739-J-25 | | 19J-1 | | P820 | | P2632 | | P320-2 | | |
| | | 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 | 第一 次 | 第二 次 | 第一 次 | 第二 次 | |
| U _{天然} | μg/L | 4.13 | 4.78 | 2.73 | 3.77 | 6.76 | 9.27 | 2.27 | 1.95 | 3.56 | 4.60 | 2.81 | 3.03 | 3.70 | 4.12 | 2.18 | 3.50 | 2.43~61 0* |
| ²²⁶ Ra | Bq/L | 0.002 | 0.004 | 0.005 | 0.005 | 0.016 | 0.014 | 1.614 | 1.506 | 0.043 | 0.080 | 1.729 | 1.615 | 0.007 | 0.006 | 0.030 | 0.021 | — |
| ²¹⁰ Po | Bq/L | ND | ND | 0.01 | 0.04 | 0.013 | 0.01 | ND | 0.01 | ND | ND | 0.01 | 0.02 | 0.01 | 0.01 | ND | 0.01 | — |
| ²¹⁰ Pb | Bq/L | 0.003 | 0.003 | 0.028 | 0.041 | 0.010 | 0.010 | 0.006 | 0.009 | 0.004 | 0.007 | 0.019 | 0.026 | 0.005 | 0.007 | 0.004 | 0.005 | — |
| pH | — | 7.33 | 7.50 | 7.35 | 7.40 | 7.93 | 8.00 | 7.64 | 7.6 | 8.06 | 8.10 | 8.44 | 8.40 | 8.38 | 8.4 | 8.71 | 8.6 | 6.5~8.5 |
| K ⁺ | mg/L | 1.43 | 1.42 | 1.57 | 1.96 | 2.99 | 2.89 | 4.94 | 4.94 | 3.39 | 3.61 | 2.44 | 3.31 | 2.60 | 2.09 | 7.22 | 6.41 | — |
| Na ⁺ | mg/L | 17.2 | 19.9 | 22.0 | 29.3 | 16.5 | 16.5 | 111 | 113 | 76.5 | 125 | 49.4 | 91.1 | 145 | 134 | 74.4 | 77.3 | — |
| Ca ²⁺ | mg/L | 109 | 123 | 81.3 | 102 | 60.7 | 61.1 | 122 | 101 | 63.7 | 3.42 | 60.3 | 60.3 | 60.4 | 51.9 | 37.4 | 48.0 | — |
| Mg ²⁺ | mg/L | 19.2 | 17.8 | 12.6 | 14.6 | 7.89 | 8.09 | 40.6 | 36.7 | 10.1 | 12.3 | 9.55 | 12.1 | 11.9 | 10.6 | 7.85 | 8.01 | — |
| As | μg/L | 0.48 | 0.49 | 0.61 | 0.61 | 0.59 | 1.16 | 1.98 | 1.71 | 0.87 | 1.76 | 0.50 | 1.06 | 1.34 | 1.39 | 0.80 | 0.59 | ≤10 |
| Zn | μg/L | 20.9 | 3.75 | 9.85 | 29.5 | 10.3 | 11.7 | 53.2 | 53.2 | 17.0 | 10.6 | 3.72 | 0.91 | 11.98 | 14.4 | 10.28 | 14.3 | ≤1000 |
| Pb | μg/L | ND | 0.09 | ND | 0.17 | 0.39 | ND | ND | 0.12 | ND | 0.45 | ND | ND | ND | ND | ND | 0.11 | ≤10 |
| Cd | μg/L | ND | ND | ND | ND | 0.08 | 0.11 | ND | 0.080 | ND | 0.06 | ND | 0.10 | ND | 0.05 | ND | 0.07 | ≤5 |
| Cr ⁶⁺ | mg/L | ND | ND | ND | ND | ND | ND | ND | ND | ND | ND | ND | ND | ND | ND | ND | ND | ≤50 |
| Mn | μg/L | 0.51 | 12.8 | 0.69 | 7.34 | 5.64 | 4.63 | 0.13 | 6.84 | 2.15 | 4.54 | 3.13 | ND | 5.18 | 5.27 | 11.75 | 6.67 | ≤100 |
| Hg | μg/L | 0.07 | ND | 0.07 | ND | ND | 0.06 | 0.08 | ND | 0.10 | ND | 0.08 | ND | 0.07 | ND | 0.07 | ND | ≤1 |

| 项目 | | 点位 | | 潜水含水层 | | | | 下含水层 | | 含矿含水层 | | | | | | | | 地下水 III类标 准限值 |
|-------------------------------|------|---------|---------|-------------|---------|-------------|---------|----------|---------|---------|---------|---------|---------|---------|---------|---------|---------|---------------------|
| | | | | 阿克亚村地 下水 | | 七三九厂地下 水 | | 739-J-25 | | 19J-1 | | P820 | | P2632 | | P320-2 | | |
| | | 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 | 第一 次 | 第二 次 | 第一 次 | 第二 次 | |
| Cu | μg/L | ND | 0.20 | 0.14 | 0.66 | 0.42 | 1.18 | 0.91 | 0.81 | 0.17 | 1.02 | ND | 0.50 | 0.42 | 0.86 | 0.13 | 0.60 | ≤1000 |
| Mo | μg/L | 1.06 | 1.46 | 1.84 | 1.71 | 7.71 | 7.23 | 15.49 | 15.60 | 13.26 | 15.20 | 10.32 | 26.30 | 8.37 | 8.08 | 15.83 | 7.76 | ≤70 |
| HCO ₃ ⁻ | mg/L | 267.6 | 227.3 | 188.9 | 202.7 | 96.33 | 99.48 | 238.6 | 246.2 | 139.8 | 132.2 | 137.3 | 218.5 | 144.8 | 148.6 | 120.9 | 119.6 | — |
| SO ₄ ²⁻ | mg/L | 126 | 148 | 98.1 | 126 | 80.1 | 81.2 | 247 | 235 | 97.9 | 84.7 | 76.4 | 64.9 | 149 | 154 | 62.9 | 73.6 | ≤250 |
| Cl ⁻ | mg/L | 29.0 | 35.6 | 17.0 | 30.2 | 28.7 | 28.8 | 126 | 125 | 74.1 | 81.0 | 48.5 | 112 | 124 | 123 | 67.2 | 78.7 | ≤250 |
| F ⁻ | mg/L | 0.063 | 0.093 | 0.162 | 0.175 | 0.277 | 0.279 | 0.754 | 0.516 | 0.428 | 0.393 | 0.367 | 0.401 | 0.091 | 0.105 | 0.254 | 0.240 | ≤1 |
| TDS | mg/L | 536 | 500 | 395 | 470 | 334 | 285 | 949 | 970 | 395 | 281 | 314 | 259 | 582 | 641 | 315 | 361 | ≤1000 |
| 总硬度 | mg/L | 316 | 233 | 212 | 186 | 153 | 151 | 391 | 404 | 235 | 198 | 216 | 181 | 226 | 192 | 156 | 138 | ≤450 |
| 硝酸盐 | mg/L | 4.63 | 3.05 | 1.31 | 1.51 | 0.735 | 0.659 | 0.041 | 0.304 | 0.707 | 0.290 | 0.822 | 0.027 | 0.611 | ND | 0.605 | 0.786 | ≤20 |
| 亚硝酸盐 | mg/L | ND | ND | ND | ND | 0.031 | 0.037 | ND | ND | 0.183 | ND | 0.073 | ND | ND | ND | 0.156 | 0.114 | ≤1 |
| 氨氮 | mg/L | ND | ND | 0.041 | 0.045 | 0.031 | 0.039 | 0.052 | 0.056 | 0.048 | 0.052 | ND | ND | ND | ND | 0.035 | 0.040 | ≤0.5 |
| 高锰酸盐指数 | mg/L | 0.5 | 0.6 | ND | ND | ND | ND | ND | ND | 1.1 | 1.3 | ND | ND | 1.8 | 1.9 | 0.7 | 0.8 | ≤3 |

注：*为含矿含水层及上、下含水层建矿前本底水平。

4.4.6 土壤

七三七、七三九延续工程拟建场址和周边居民点土壤中 $U_{\text{天然}}$ 、 ^{226}Ra 含量以及土壤中重金属含量监测结果分别见表 4.4-13 和 4.4-14。

由该表可知，各监测点位土壤样品中 $U_{\text{天然}}$ 和 ^{226}Ra 含量在伊犁地区土壤本底水平之内，与建矿前本底基本处于同一水平；拟建场址土壤中各项非放监测指标均低于《土壤环境质量 建设用地土壤污染风险管控标准（试行）》（GB36600-2018）中的第二类用地污染风险筛选值的标准要求；周边居民点土壤中各项非放监测指标均低于《土壤环境质量 农用地土壤污染风险管控标准（试行）》（GB15618-2018）中的土壤污染风险筛选值的标准要求。

4.4.7 生物样

七三七、七三九延续工程周边生物样监测结果见表 4.4-15。由该表可知，拟建场址处牧草及周边居民点处生物样品中 $U_{\text{天然}}$ 、 ^{226}Ra 、 ^{210}Po 含量均满足《食品中放射性物质限制浓度标准》（GB14882-94）中限值要求。

表 4.4-15 七三七、七三九延续工程拟建场址及周边生物样监测结果

| 工程名称 | 时间 | 采样地点 | | $U_{\text{天然}}$ | ^{226}Ra | ^{210}Pb | ^{210}Po |
|------------|-----|-----------|--------|-----------------|-------------------|-------------------|-------------------|
| 七三七延续工程 | 第一次 | 牧草 | 墩买里 | 0.057 | 0.6 | ND | 1.04 |
| | | | 拟建吸附区 | ND | 1.0 | 6.09 | 1.73 |
| | | | 备采矿段 | ND | 1.0 | ND | 4.69 |
| | 第二次 | 牧草 | 墩买里 | 0.045 | 0.5 | 3.82 | 1.62 |
| | | | 墩买里 | 0.12 | 1.2 | ND | 1.31 |
| | | | 拟建吸附区 | 0.15 | 1.3 | 0.46 | 0.97 |
| | | | 备采矿段 | 0.23 | 1.8 | 1.12 | 2.57 |
| | | 鸡 | 墩买里 | 0.04 | 0.5 | 2.61 | 1.77 |
| 七三九延续工程 | 第一次 | 牧草 | 郎卡村 | 0.06 | 0.8 | 2.12 | 1.79 |
| | | | 努拉洪布拉克 | 0.15 | 1.8 | 10.27 | 4.98 |
| | | | 阿克亚尔 | 0.06 | 0.7 | 2.37 | 0.43 |
| | | 鸡 | 努拉洪布拉克 | 0.13 | 1.6 | 3.80 | 2.44 |
| | 第二次 | 牧草 | 郎卡村 | 0.11 | 1.5 | 1.00 | 2.60 |
| | | | 努拉洪布拉克 | 0.12 | 0.5 | 4.56 | 2.70 |
| | | | 阿克亚尔 | 0.14 | 0.8 | 4.32 | 1.45 |
| | | 鸡 | 努拉洪布拉克 | 0.13 | 1.4 | 1.33 | 2.45 |
| GB14882-94 | | 蔬菜及水果（参照） | | 1.5 | 11 | — | 5.3 |
| | | 肉鱼虾类 | | 5.4 | 38 | — | 15 |

注： $U_{\text{天然}}$ 单位为 mg/kg，其余单位为 Bq/kg。

表 4.4-13 七三七、七三九延续工程拟建场址土壤监测结果

单位: mg/kg

| 名称 | 时间 | 监测点位 | U _{天然} | ²²⁶ Ra, Bq/kg | pH | As | Cd | Hg | Pb | Cr | Zn | Ni | Cu | Cr ⁶⁺ |
|------------------------------|-----|-------|-----------------|--------------------------|------|-------|------|--------|------|------|------|------|-------|------------------|
| 七三七延续工程 | 第一次 | 拟建吸附区 | 2.75 | 57.8 | 8.94 | 10.8 | 0.17 | 0.014 | 19.2 | 57.9 | 91.6 | 36.0 | 35.1 | ND |
| | | 拟建蒸发池 | 2.77 | 37.4 | 7.99 | 12.0 | 0.18 | 0.02 | 19.4 | 60.0 | 82.9 | 33.6 | 31.6 | ND |
| | | 备采矿段 | 2.55 | 52.7 | 7.90 | 11.8 | 0.17 | 0.0218 | 21.4 | 64.0 | 88.4 | 34.5 | 34.0 | ND |
| | 第二次 | 拟建吸附区 | 3.12 | 42.4 | 8.02 | 12.9 | 0.22 | 0.012 | 20.8 | 72.9 | 105 | 42.9 | 37.5 | ND |
| | | 拟建蒸发池 | 3.22 | 40.2 | 7.91 | 12.0 | 0.20 | 0.011 | 20.7 | 67.3 | 98.9 | 38.1 | 32.4 | ND |
| | | 备采矿段 | 3.22 | 35.9 | 7.99 | 11.1 | 0.20 | 0.017 | 17.4 | 64.6 | 82.1 | 41.0 | 25.9 | ND |
| 七三九延续工程 | 第一次 | 拟建吸附区 | 2.43 | 42.1 | 7.91 | 11.57 | 0.23 | 0.0325 | 25.4 | 70.7 | 125 | 37.2 | 37.4 | ND |
| | | 首采矿段 | 2.27 | 38.5 | 7.91 | 11.74 | 0.18 | 0.0246 | 21.0 | 63.1 | 96.2 | 35.7 | 31.1 | ND |
| | | 备采矿段 | 2.44 | 45.6 | 8.03 | 12.10 | 0.19 | 0.0323 | 25.0 | 56.9 | 95.9 | 35.2 | 35.8 | ND |
| | 第二次 | 拟建吸附区 | 2.55 | 26.7 | 8.33 | 8.38 | 0.11 | 0.010 | 14.7 | 44.1 | 60.6 | 31.9 | 23.6 | ND |
| | | 首采矿段 | 2.38 | 54.7 | 8.46 | 12.0 | 0.16 | 0.011 | 17.8 | 58.5 | 78.3 | 41.1 | 29.4 | ND |
| | | 备采矿段 | 3.11 | 42.9 | 8.11 | 11.3 | 0.17 | 0.010 | 19.1 | 63.3 | 86.3 | 38.2 | 28.9 | ND |
| 建矿前本底水平 | | | 1.16~1.8 | 31.2~39.4 | — | — | — | — | — | — | — | — | — | — |
| 伊犁地区土壤本底 | | | 0.83~6.35 | 18.42~54.53 | — | — | — | — | — | — | — | — | — | — |
| GB36600-2018 第二类用地污染风险筛选值 | | | — | — | — | 60 | 65 | 38 | 800 | — | — | 900 | 18000 | 5.7 |

表 4.4-14 七三七、七三九延续工程周边居民点土壤监测结果

单位: mg/kg

| 名称 | 时间 | 监测点位 | U _{天然} | ²²⁶ Ra, Bq/kg | pH | As | Cd | Hg | Pb | Cr | Zn | Ni | Cu | Cr ⁶⁺ |
|---------------------------|-----|---------|-----------------|--------------------------|------|-------|------|--------|------|------|------|------|------|------------------|
| 七三七延续工程 | 第一次 | 墩买里 | 4.98 | 34.7 | 7.89 | 9.5 | 0.31 | 0.037 | 22.7 | 52.2 | 148 | 33.6 | 39.5 | ND |
| | 第二次 | 墩买里 | 5.12 | 36.4 | 8.27 | 10.5 | 0.26 | 0.014 | 21.5 | 59.3 | 103 | 34.4 | 37.2 | ND |
| 七三九延续工程 | 第一次 | 郎卡村 | 2.67 | 36.4 | 8.21 | 11.24 | 0.15 | 0.0151 | 19.7 | 57.6 | 97.2 | 44.7 | 34.5 | ND |
| | | 努拉洪布拉克村 | 2.60 | 37.3 | 8.04 | 10.53 | 0.19 | 0.0296 | 21.4 | 63.3 | 114 | 36.0 | 33.8 | ND |
| | | 阿克亚尔村 | 2.40 | 38.2 | 8.01 | 11.14 | 0.20 | 0.0293 | 21.1 | 60.2 | 106 | 35.7 | 34.8 | ND |
| | 第二次 | 郎卡村 | 2.77 | 37.1 | 8.18 | 10.5 | 0.2 | 0.019 | 17.8 | 62.1 | 98.2 | 37.3 | 30.4 | ND |
| | | 努拉洪布拉克村 | 2.51 | 34.7 | 8.53 | 12.3 | 0.22 | 0.009 | 17.1 | 68.0 | 87.3 | 42.1 | 28.8 | ND |
| | | 阿克亚尔村 | 2.22 | 32.9 | 8.57 | 11.5 | 0.20 | 0.012 | 17.9 | 59.6 | 83.4 | 34.2 | 30.3 | ND |
| 建矿前本底水平 | | | 1.16~1.8 | 31.2~39.4 | — | — | — | — | — | — | — | — | — | — |
| 伊犁地区土壤本底 | | | 0.83~6.35 | 18.42~54.53 | — | — | — | — | — | — | — | — | — | — |
| GB15618-2018 土壤污染风险筛选值 | | | — | — | — | 25 | 0.6 | 3.4 | 170 | 250 | 300 | 190 | 100 | — |

4.4.8 声环境

七三七、七三九延续工程周边居民点及拟建吸附区处声环境质量现状监测结果见表 4.4-16。

由该表可知，七三七、七三九延续工程周边居民点及拟建吸附区处声环境质量满足《声环境质量标准》（GB3096-2008）2 类区限值要求。

表 4.4-16 七三七、七三九延续工程周边居民点及吸附区声环境监测结果

| 工程名称 | 时间 | 采样地点 | 昼间, dB (A) | | 夜间, dB (A) | |
|-------------------|-----|---------|------------|-----|------------|-----|
| | | | 第一天 | 第二天 | 第一天 | 第二天 |
| 七三七延续工程 | 第一次 | 墩买里 | 46 | 46 | 40 | 39 |
| | | 都拉图 | 47 | 48 | 39 | 39 |
| | | 拟建吸附区 | 47 | 47 | 41 | 39 |
| | 第二次 | 墩买里 | 40 | 41 | 38 | 39 |
| | | 都拉图 | 42 | 47 | 39 | 45 |
| | | 拟建吸附区 | 48 | 41 | 45 | 38 |
| 七三九延续工程 | 第一次 | 阿克亚尔 | 45 | 45 | 39 | 40 |
| | | 努拉洪布拉克村 | 50 | 45 | 39 | 39 |
| | | 郎卡村 | 47 | 46 | 38 | 38 |
| | | 拟建吸附区 | 48 | 47 | 42 | 42 |
| | 第二次 | 阿克亚尔 | 43 | 43 | 39 | 39 |
| | | 努拉洪布拉克村 | 43 | 43 | 38 | 39 |
| | | 郎卡村 | 42 | 42 | 39 | 38 |
| | | 拟建吸附区 | 46 | 49 | 43 | 44 |
| GB3096-2008 2 类标准 | | | 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

施工期大气环境影响因素主要包括施工扬尘和机械废气。

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

此外，机械设备在施工过程中会排放烟气或汽车尾气，其中主要污染物为 SO_2 、 NO_x 和颗粒物。

5.1.2 地表水环境影响因素

施工期废水主要包括生产废水和作业人员生活废水。

施工期生产废水主要为设备清洗和水泥养护排水，主要污染物质为泥沙。施工期作业人员产生的生活杂用水以及洗漱废水，主要污染物包括 BOD、COD 和 SS；作业人员配备寝车，并配有简易旱厕，七三七、七三九延续工程施工期劳动定员均为 60 人，人均用水量按照 20 L/人·日计算，排污系数取 0.80，则生活污水产生量均为 0.96m³/d，生活污水在寝车收集后外运处理。

5.1.3 噪声环境影响因素

施工期噪声主要来源于钻井机、柴油发电机、泥浆泵、挖掘机、搅拌机、打桩机以及施工车辆等在运行、作业过程中产生的各种噪声。各设备产生的单台最大噪声值不超过 100dB (A)。

5.1.4 固体废物环境影响因素

施工期固体废物主要为改造更换的废旧设备、钻井泥浆、废机油、建筑垃圾和施工人员产生的生活垃圾。

1) 七三七延续工程原浸出液处理厂房改造过程中，更换 1 台厢式隔膜压滤机及部分管道，产生量约 5t，经简单去污后暂存于固体废物贮存库，待退役时运至审管部门认可的废旧金属处理中心处理。

2) 钻孔施工过程中会产生一定量的钻井泥浆，钻井泥浆经处理后产生的

固体废物包括岩屑和泥饼。其中，七三七、七三九延续工程首采区生产孔产生岩屑和泥饼总量分别为 7400m³ 和 1500m³，运至泥饼池集中处理，然后覆土植草，恢复地貌。

3) 钻机等施工机械运转过程中会产生少量的废机油，根据《国家危险废物名录》(2021 年版)，废机油属于危险废物，其废物类别 HW08。本项目废机油产生量较少，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。

4) 厂房建设产生的建筑垃圾送至指定的建筑垃圾堆存处，最终统一送建筑垃圾处理场。

5) 本项目施工期总人数约为 120 人，项目生活垃圾产生量按 0.6kg/人·d 考虑，施工期生活垃圾产生量为 72kg/d。在施工营地内设立垃圾收集处，对产生的各类生活垃圾按照相关要求统一分类收集，避免垃圾随意丢弃。

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，此外施工过程中涉及土地平整及土方开挖，可能会带来一定的水土流失。

5.2 环境影响分析

5.2.1 大气环境影响分析

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

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

采取以上措施后，可有效的降低大气污染物的排放量。此外，由于施工

区所在区域，地形开阔，空气流通、扩散条件好，因此施工期产生的扬尘和机械废气不会对项目周边环境产生明显的影响。

5.2.2 地表水环境影响分析

施工期生产废水主要为设备清洗和水泥养护排水，由于施工区域蒸发量很大，其产生量极少，基本可全部蒸发。施工期作业人员产生的生活杂用水及盥洗废水在寝车收集后外运处理。因此，本项目施工期废水不外排，不会对项目周边的地表水环境产生不良影响。

5.2.3 噪声环境影响分析

施工期噪声主要来源于钻机、泥浆泵、柴油发电机、挖掘机、搅拌机等在运行、作业过程中产生的各种噪声。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，评价范围为场界外200m。

施工期考虑钻机、柴油发电机、泥浆泵、除砂机和搅拌机5台设备同时运行，各种设备均选用低噪声环保设备，并采取有效的隔声、减震措施，降噪后源强65~90dB（A）。各设备源强见表5.2-1，声场类型为半自由声场。

表 5.2-1 主要设备声功率表

| 序号 | 设备 | 源强 dB（A） | 控制措施 | 降噪后源强 dB（A） |
|----|-------|----------|-----------|-------------|
| 1 | 钻机 | 95 | 基础减震 | 90 |
| 2 | 柴油发电机 | 95 | 自带消音装置、减振 | 85 |
| 3 | 泥浆泵 | 90 | 基础减震 | 85 |
| 4 | 除砂机 | 90 | 基础减震 | 85 |
| 5 | 搅拌机 | 65 | / | 65 |

根据项目噪声源特征以及当地环境特征，本次评价仅考虑几何发散衰减，忽略其他因素，衰减按点声源处于半自由空间的几何发散衰减模式进行预测，预测公式如下：

$$L_p(r) = L_w - 20 \lg r - 8 \quad (5-1)$$

式中：

$L_p(r)$ — 预测点处声压级，dB；

L_w — 由点源产生的倍频声功率级，dB；

r —预测点距声源的距离。

噪声贡献值与背景值叠加采用如下公式：

$$L_1 + L_2 = 10 \lg(10^{L_1/10} + 10^{L_2/10}) \quad (5-2)$$

施工井场周围不同距离处噪声贡献值见表 5.2-2。

表 5.2-2 施工井场周围不同距离处噪声贡献值 单位：dB (A)

| 设备名称 | 昼间预测点距离 (m) | | | |
|---------|-------------|-------|-------|-------|
| | 50 | 100 | 150 | 200 |
| 钻机及配套设备 | 50.92 | 44.90 | 41.38 | 36.19 |

由该表可知，噪声贡献值随着距离明显衰减，距离井场 200m 处噪声贡献值为 36.19dB(A)，满足昼间 ≤ 70 dB (A) 的要求，并且本项目周围 200m 评价范围内无居民点，因此施工噪声不会对周边居民点产生明显影响。

施工期采用以下方法降低施工噪声的产生：

- 1) 在施工机械的选择上，选择低噪设备；
- 2) 对于噪声较高的设备，如钻井机、打桩机、搅拌机等，采取加装减震设备或隔音罩的方法对噪声进行阻隔；
- 3) 加强设备检查和维护，减小由于设备部件之间不正常碰撞产生的噪声。

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

5.2.4 固体废物环境影响分析

1) 更换的废旧设备管道

七三七延续工程原浸出液处理厂房改造过程中，废旧设备管道产生量约 5t，经简单去污后暂存于固体废物贮存库，固体废物库做了水泥硬化处理，防止污染物下渗污染土壤及地下水；固体废物库设置工业电视监控系统，可及时发现事故隐患，避免环境风险事故发生，待退役时运至审管部门认可的废旧金属处理中心处理。

2) 钻井泥浆

本项目生产钻孔施工时产生一定量的钻井泥浆，钻井泥浆循环利用，钻

井机台设置沉淀池、循环池及废渣池，各池体均做 HDPE 膜防渗、防溢处理，并在施工区机台至池体之间设置泥浆循环槽，流道平整，保障泥浆不外溢。钻井泥浆首先经循环槽进入沉淀池，在沉淀池内经旋流除砂机分选除砂，将上部含小颗粒岩屑的泥浆排入泥浆循环槽回用于钻井，下部大颗粒岩屑经振动脱水后排入废渣池。施工结束后，最终产生的钻井泥浆，经脱水后与废渣池内大颗粒岩屑一同运至泥饼池集中处理，滤液运至新钻井机台配置钻井液。

综上，本项目钻井泥浆处理过程中产生的固体废物包括岩屑和泥饼，七三七延续工程首采区生产孔产生岩屑和泥饼总量 7400m³，七三九延续工程产生岩屑和泥饼总量 1500m³，全部钻井泥浆固体废物运至泥饼池集中处理。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，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。

3) 建筑、生活垃圾、废机油

本项目厂房建设产生的建筑垃圾送至指定的建筑垃圾堆存处，最终统一送建筑垃圾处理场；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，定期交由环卫部门统一处理；废机油产生量较少，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。

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

5.2.5 生态影响分析

5.2.5.1 生态系统现状

项目所在区地处半干旱草原，区域内土地较为贫瘠，植被稀疏，生物量较低，各类劣质草类为区域内主要的植被类型。区内大型野生动物数量较少，常见的野生动物主要为鸟类、野兔、鼠类和昆虫。经现场走访，并结合相关资料调查结果，项目生态评价区内无珍稀野生动植物分布，且不涉及生态敏感区。此外，由于区域降雨量小，评价区及周边地区地表水资源不丰富。

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

5.2.5.2 生态影响分析

1) 生态影响途径

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

2) 项目生态影响

本项目为延续工程，大部分设施均利用七三七厂和七三九厂现有厂区内设施，新增占地较少。本项目施工占地主要包括首采段及备采段井场以及吸附区、蒸发池等。结合现场踏勘，对项目实施范围内的工程占地情况进行了统计，相关统计结果见表 5.2-3 和表 5.2-4。

表 5.2-3 七三七延续工程项目占地情况表

| 序号 | 用地名称 | 占地面积 hm^2 | 占地百分比, % | 占地类型 |
|----|------|--------------------|----------|-------|
| 1 | 井场 | 0.07 | 2.54% | 荒地、耕地 |
| 2 | 吸附区 | 0.88 | 31.88% | 荒地 |
| 3 | 蒸发池 | 1.81 | 65.58% | 荒地 |
| 总计 | | 2.76 | 100% | — |

表 5.2-4 七三九延续工程项目占地情况表

| 序号 | 用地名称 | 占地面积 hm^2 | 占地百分比, % | 占地类型 |
|----|------|--------------------|----------|------|
| 1 | 井场 | 0.08 | 4.02% | 牧草地 |
| 2 | 吸附区 | 0.80 | 40.20% | 牧草地 |
| 3 | 蒸发池 | 1.11 | 55.78% | 牧草地 |
| 总计 | | 1.99 | 100% | — |

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

生态环境影响较小。

5.2.5.3 水土流失影响分析

1) 水土流失现状

由于地表植被覆盖较差，且所在区地形开阔，评价区内的地表土壤比较容易受到风力的侵蚀。根据《土壤侵蚀分类分级标准》(SL190-2007)中的分类，项目所在区属于项目所在区属于“Ⅱ风力侵蚀类型区”中的“Ⅱ₁ ‘三北’戈壁沙漠及沙地风沙区”。

2) 水土流失影响途径

项目建设对水土保持造成的影响主要表现在以下两个方面：

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

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

3) 水土流失影响分析

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

5.2.5.4 生态恢复措施及方案

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

1) 草原生态环境保护措施

本项目占地区域包括牧草地，针对草原生态环境的保护，采取以下措施：

(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，减少对施工作业带范围内植被的破坏，同时也有利于施工期结束后植被的恢复；

(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) 施工期与周边居民沟通，提前告知施工计划，使养殖的动物远离施工场地；

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

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

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

3) 生态恢复

本项目退役时，需进行生态恢复的重点为井场、水冶厂及蒸发池。生态恢复前先测定氡析出率，对不满足管理限值要求的区域，应进行表土清挖，并对区域进行覆土和植被复种，使氡析出率达到管理限值要求。覆土植被应当选择当地的优势植物进行栽种，防止水土流失，改善生态环境。

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

6 辐射环境影响预测与评价

6.1 排放源项

本项目生产过程中对公众产生附加照射剂量的途径主要为气态流出物的释放，关键核素为氡，氡释放源项主要为集液罐、浸出液吸附厂房、浸出液处理厂房和蒸发池。本次评价同时考虑区域内在产的七三七厂和七三九厂现有工程、七三九厂 513 矿区（原七三一厂）、七三五厂。

1) 七三七现有工程

本项目投产后，随着七三七现有工程资源枯竭，其年总抽液量由 $4301510\text{m}^3/\text{a}$ 调整为 $1754386\text{m}^3/\text{a}$ ，浸出液中 ^{222}Rn 浓度取 543.93Bq/L ，则集液罐年排放 ^{222}Rn 量约为 $9.54 \times 10^{11}\text{Bq/a}$ 。其它源项均不变，详见“3.1.1.2 节”。

2) 七三九现有工程

本项目投产后，七三九现有工程年总抽液量由 $4621699\text{m}^3/\text{a}$ 调整为 $1403509\text{m}^3/\text{a}$ ，浸出液中 ^{222}Rn 浓度取 305Bq/L ，则集液池年排放 ^{222}Rn 量约为 $4.28 \times 10^{11}\text{Bq/a}$ 。其它源项均不变，详见“3.1.2.2 节”。

3) 七三九厂 513 矿区

根据《新疆 731 地浸采铀工程环境影响报告书》（2009 年 5 月），513 矿区集液池面积 463m^2 ，氡释放量 $4.53 \times 10^{11}\text{Bq/a}$ ；浸出液处理厂房通风量 $38301\text{m}^3/\text{h}$ ，氡释放量 $1.00 \times 10^{11}\text{Bq/a}$ ；蒸发池面积 14600m^2 ，氡释放量 $1.84 \times 10^{10}\text{Bq/a}$ 。

4) 七三五厂

根据《新疆中核天山铀业有限公司蒙其古尔铀矿床原地浸出采铀工程环境影响报告书》（2012 年 8 月），蒙其古尔一期工程集液池面积 448m^2 ，氡释放量 $3.59 \times 10^{13}\text{Bq/a}$ ；浸出液处理厂房通风量 $69200\text{m}^3/\text{h}$ ，氡释放量 $1.99 \times 10^{11}\text{Bq/a}$ ；蒸发池面积 16800m^2 ，氡释放量 $1.08 \times 10^{10}\text{Bq/a}$ 。

根据《新疆中核天山铀业有限公司蒙其古尔铀矿床原地浸出采铀扩建（二期）工程环境影响报告书》（2015 年 8 月），蒙其古尔二期工程集液池面积 710m^2 ，氡释放量 $3.59 \times 10^{13}\text{Bq/a}$ ；浸出液处理厂房通风量 $55860\text{m}^3/\text{h}$ ，氡释放

量 $1.60 \times 10^{11} \text{Bq/a}$ ；蒸发池面积 15390m^2 ，氡释放量 $1.02 \times 10^{10} \text{Bq/a}$ 。

根据本项目所在区域地浸项目的相互位置关系，七三七延续工程评价区域 20km 范围内在产项目包括七三七现有工程。七三七延续工程评价范围内各工程污染源强及排放参数见表 6.1-1。

表 6.1-1 七三七延续工程评价范围内各工程污染源强及排放参数

| 设施 | | 坐标 | | 排放高度 (m) | 源项类型 | 等效半径 (m) | 氡释放量 (Bq/a) |
|----------------|---------|-------|--------|----------|------|----------|-----------------|
| | | X, km | Y, km | | | | |
| 七三七延续工程 | 集液罐 | 0 | 0 | 3.5 | 点源 | — | 3.27E+12 |
| | 浸出液吸附厂房 | -0.02 | -0.006 | 14.5 | 点源 | — | 1.80E+11 |
| | 蒸发池 | 0.28 | -0.25 | — | 面源 | 60 | 2.34E+10 |
| 七三七延续工程和现有工程共用 | 浸出液处理厂房 | 6.61 | -1.42 | 15 | 点源 | — | 3.21E+11 |
| | 母液回收蒸发池 | 6.40 | -1.25 | — | 面源 | 28 | 4.65E+09 |
| 七三七现有工程 | 集液罐 | 6.06 | -1.14 | 3 | 点源 | — | 9.54E+11 |
| | 蒸发池 | 6.83 | -1.19 | — | 面源 | 76 | 3.39E+10 |

七三九延续工程评价区域 20km 范围内在产项目包括七三九现有工程、七三九厂 513 矿区、七三五厂。七三九延续工程评价范围内各工程污染源强及排放参数见表 6.1-2。

表 6.1-2 七三九延续工程评价范围内各工程污染源强及排放参数

| 设施 | | 坐标 | | 排放高度 (m) | 源项类型 | 等效半径 (m) | 氡释放量 (Bq/a) |
|----------------|----------------|--------|-------|----------|------|----------|-----------------|
| | | X, km | Y, km | | | | |
| 七三九延续工程 | 集液罐 | 0 | 0 | 3 | 点源 | — | 5.56E+11 |
| | 浸出液吸附厂房 | 0.02 | -0.01 | 14.5 | 点源 | — | 1.47E+11 |
| | 浸出液处理厂房 (扩建部分) | -0.25 | 1.74 | 15 | 点源 | — | 1.98E+11 |
| | 蒸发池 | -0.11 | 0.11 | — | 面源 | 47 | 7.44E+09 |
| 七三九延续工程和现有工程共用 | 母液回收蒸发池 | -0.30 | 1.70 | — | 面源 | 27 | 4.47E+09 |
| 七三九现有工程 | 集液池 | -0.22 | 1.70 | — | 面源 | 11.5 | 4.28E+11 |
| | 浸出液处理厂房 | -0.29 | 1.71 | 15 | 点源 | — | 3.06E+11 |
| | 蒸发池 | -0.13 | 1.75 | — | 面源 | 78 | 3.57E+10 |
| 七三九厂 513 矿区 | 集液池 | -9.79 | 3.98 | — | 面源 | 12 | 4.53E+11 |
| | 浸出液处理厂房 | -9.90 | 3.86 | 15 | 点源 | — | 1.00E+11 |
| | 蒸发池 | -10.04 | 4.66 | — | 面源 | 68 | 1.84E+10 |

| 设施 | | 坐标 | | 排放高度 (m) | 源项类型 | 等效半径 (m) | 氡释放量 (Bq/a) |
|--------------|---------|-------|-------|----------|------|----------|-------------|
| | | X, km | Y, km | | | | |
| 七三五厂蒙其古尔一期工程 | 集液池 | 2.48 | 1.39 | — | 面源 | 12 | 3.59E+13 |
| | 浸出液处理厂房 | 3.37 | 2.35 | 18 | 点源 | — | 1.99E+11 |
| | 蒸发池 | 3.78 | 1.82 | — | 面源 | 73 | 1.08E+10 |
| 七三五厂蒙其古尔二期工程 | 集液池 | 3.29 | 2.18 | — | 面源 | 15 | 3.59E+13 |
| | 浸出液处理厂房 | 3.40 | 2.34 | 18 | 点源 | — | 1.60E+11 |
| | 蒸发池 | 3.83 | 1.67 | — | 面源 | 70 | 1.02E+10 |

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七三七、七三九延续工程评价中心周围居民的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

考虑到七三七、七三九延续工程相距超过 20km，故分别选取各自评价中心进行预测，评价中心均为新建集液罐。

6.3.3 评价源项

本次评价以各延续工程相关设施为源项，评价延续工程对周边居民点的辐射影响；此外，本次评价同时考虑了各延续工程设施及其周边铀矿冶设施气态源项对各子区及附近居民点的叠加影响。

6.3.4 评价子区及年龄组设置

分别以七三七、七三九延续工程新建集液罐为中心，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，各划出 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。

6.3.5 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。本评价年份选取延续工程投产后第一年，即 2025 年。

6.3.6 评价计算模式及参数

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

6.4 估算结果与分析

6.4.1 七三七延续工程

6.4.1.1 七三七延续工程辐射环境影响

1) 居民点辐射环境影响

七三七延续工程生产期气态源项所致 5km 范围内居民点 ^{222}Rn 浓度及公众剂量见表 6.4-1。

由该表可知，气态源项对各居民点的最大辐射影响出现在墩买里，其氡浓度贡献值为 $5.21 \times 10^{-2} \text{Bq/m}^3$ ，公众最大个人剂量为 $1.11 \times 10^{-3} \text{mSv/a}$ 。

表 6.4-1 七三七延续工程设施对周边居民点辐射环境影响

| 序号 | 名称 | 方位 | 距离, km | ^{222}Rn 浓度 Bq/m^3 | 个人剂量 mSv/a |
|----|------|-----|--------|---|------------------------|
| 1 | 墩买里 | E | 4.01 | 5.21E-02 | 1.11E-03 |
| 2 | 都拉图 | SE | 3.76 | 1.09E-02 | 2.32E-04 |
| 3 | 边防连队 | WSW | 4.64 | 2.36E-02 | 5.05E-04 |

七三七延续工程气态源项对墩买里剂量贡献情况见表 6.4-2。

表 6.4-2 七三七延续工程各气态源项对墩买里最大个人剂量贡献情况

| 序号 | 源项名称 | 贡献值, mSv/a | 份额, % |
|----|---------------|---------------------|-------|
| 1 | 集液罐（新建） | 1.00E-03 | 90.16 |
| 2 | 浸出液吸附厂房（新建） | 2.01E-05 | 1.81 |
| 3 | 浸出液处理厂房（现有改造） | 8.10E-05 | 7.30 |
| 4 | 蒸发池（新建） | 5.13E-06 | 0.46 |
| 5 | 母液回收蒸发池（现有共用） | 2.99E-06 | 0.27 |

由该表可知，七三七延续工程集液罐对墩买里个人剂量贡献率最大为 90.16%；其次为浸出液处理厂房，其贡献率为 7.3%。

2) 各子区空气中氡浓度贡献值

七三七延续工程气态源项对各子区空气中 ^{222}Rn 贡献值见表 6.4-3。

由该表可知，气态源项对周边各有人子区 ^{222}Rn 贡献值最大值出现在 E 方位、3~5km 子区， ^{222}Rn 贡献值为 $5.21 \times 10^{-2} \text{Bq/m}^3$ ；对无人子区 ^{222}Rn 贡献值最大值出现在 W 方位、0~1km 子区， ^{222}Rn 贡献值为 2.75Bq/m^3 。

表 6.4-3 七三七延续工程气态源项对各子区 ^{222}Rn 浓度贡献 单位： Bq/m^3

| 方位 | 距离 (km) | | | | | |
|-----|----------|----------|----------|----------|----------|----------|
| | 0~1 | 1~2 | 2~3 | 3~5 | 5~10 | 10~20 |
| N | 5.41E-01 | 1.14E-01 | 4.61E-02 | 2.20E-02 | 8.48E-03 | 2.91E-03 |
| NNE | 7.01E-01 | 1.53E-01 | 6.14E-02 | 2.87E-02 | 1.07E-02 | 3.55E-03 |
| NE | 1.08E+00 | 2.70E-01 | 1.07E-01 | 4.79E-02 | 1.74E-02 | 5.44E-03 |
| ENE | 1.31E+00 | 3.41E-01 | 1.37E-01 | 5.88E-02 | 2.21E-02 | 6.94E-03 |
| E | 1.16E+00 | 2.56E-01 | 1.06E-01 | 5.21E-02 | 2.44E-02 | 6.55E-03 |
| ESE | 7.64E-01 | 1.10E-01 | 4.10E-02 | 3.23E-02 | 1.20E-02 | 7.54E-04 |
| SE | 4.49E-01 | 5.54E-02 | 1.56E-02 | 1.09E-02 | 2.39E-03 | 3.06E-04 |
| SSE | 3.19E-01 | 3.91E-02 | 8.43E-03 | 2.47E-03 | 8.34E-04 | 2.76E-04 |
| S | 2.99E-01 | 2.83E-02 | 6.45E-03 | 1.59E-03 | 5.58E-04 | 2.58E-04 |
| SSW | 3.44E-01 | 3.72E-02 | 9.87E-03 | 2.95E-03 | 8.48E-04 | 3.00E-04 |
| SW | 4.24E-01 | 6.91E-02 | 2.34E-02 | 9.44E-03 | 3.61E-03 | 4.64E-04 |
| WSW | 1.33E+00 | 2.69E-01 | 1.11E-01 | 2.36E-02 | 2.10E-02 | 6.38E-03 |
| W | 2.75E+00 | 6.67E-01 | 2.69E-01 | 1.25E-01 | 4.30E-02 | 1.31E-02 |
| WNW | 1.78E+00 | 3.69E-01 | 1.44E-01 | 6.59E-02 | 2.36E-02 | 7.36E-03 |
| NW | 8.67E-01 | 1.68E-01 | 6.63E-02 | 3.12E-02 | 1.18E-02 | 3.91E-03 |
| NNW | 5.76E-01 | 1.22E-01 | 4.97E-02 | 2.38E-02 | 9.23E-03 | 3.16E-03 |

注：表中阴影子区为无人子区

3) 各子区公众个人剂量

七三七延续工程气态源项所致各子区公众个人剂量见表 6.4-4，评价范围内公众个人剂量等值线分布图见图 6.4-1。

由该表可知，各子区内最大个人有效剂量为 $5.87 \times 10^{-2} \text{mSv/a}$ ，出现在 W 方位，0~1km 子区内，该子区无人居住；在有人居住的子区内，最大个人有效剂量为 $1.11 \times 10^{-3} \text{mSv/a}$ ，出现在 E 方位、3~5km 子区内。

表 6.4-4 七三七延续工程气态源项所致各子区公众个人剂量 单位: mSv/a

| 方位 | 距离 (km) | | | | | |
|-----|----------|----------|----------|----------|----------|----------|
| | 0~1 | 1~2 | 2~3 | 3~5 | 5~10 | 10~20 |
| N | 1.16E-02 | 2.45E-03 | 9.86E-04 | 4.69E-04 | 1.81E-04 | 6.22E-05 |
| NNE | 1.50E-02 | 3.26E-03 | 1.31E-03 | 6.12E-04 | 2.30E-04 | 7.59E-05 |
| NE | 2.30E-02 | 5.78E-03 | 2.29E-03 | 1.02E-03 | 3.72E-04 | 1.16E-04 |
| ENE | 2.81E-02 | 7.29E-03 | 2.93E-03 | 1.26E-03 | 4.72E-04 | 1.48E-04 |
| E | 2.49E-02 | 5.47E-03 | 2.27E-03 | 1.11E-03 | 5.21E-04 | 1.40E-04 |
| ESE | 1.63E-02 | 2.36E-03 | 8.75E-04 | 6.90E-04 | 2.56E-04 | 1.61E-05 |
| SE | 9.60E-03 | 1.18E-03 | 3.34E-04 | 2.32E-04 | 5.10E-05 | 6.54E-06 |
| SSE | 6.82E-03 | 8.36E-04 | 1.80E-04 | 5.28E-05 | 1.78E-05 | 5.90E-06 |
| S | 6.39E-03 | 6.04E-04 | 1.38E-04 | 3.39E-05 | 1.19E-05 | 5.51E-06 |
| SSW | 7.35E-03 | 7.95E-04 | 2.11E-04 | 6.31E-05 | 1.81E-05 | 6.41E-06 |
| SW | 9.05E-03 | 1.48E-03 | 5.01E-04 | 2.02E-04 | 7.72E-05 | 9.92E-06 |
| WSW | 2.84E-02 | 5.76E-03 | 2.38E-03 | 5.05E-04 | 4.48E-04 | 1.36E-04 |
| W | 5.87E-02 | 1.43E-02 | 5.75E-03 | 2.67E-03 | 9.20E-04 | 2.80E-04 |
| WNW | 3.81E-02 | 7.89E-03 | 3.08E-03 | 1.41E-03 | 5.05E-04 | 1.57E-04 |
| NW | 1.85E-02 | 3.59E-03 | 1.42E-03 | 6.66E-04 | 2.52E-04 | 8.36E-05 |
| NNW | 1.23E-02 | 2.61E-03 | 1.06E-03 | 5.09E-04 | 1.97E-04 | 6.76E-05 |

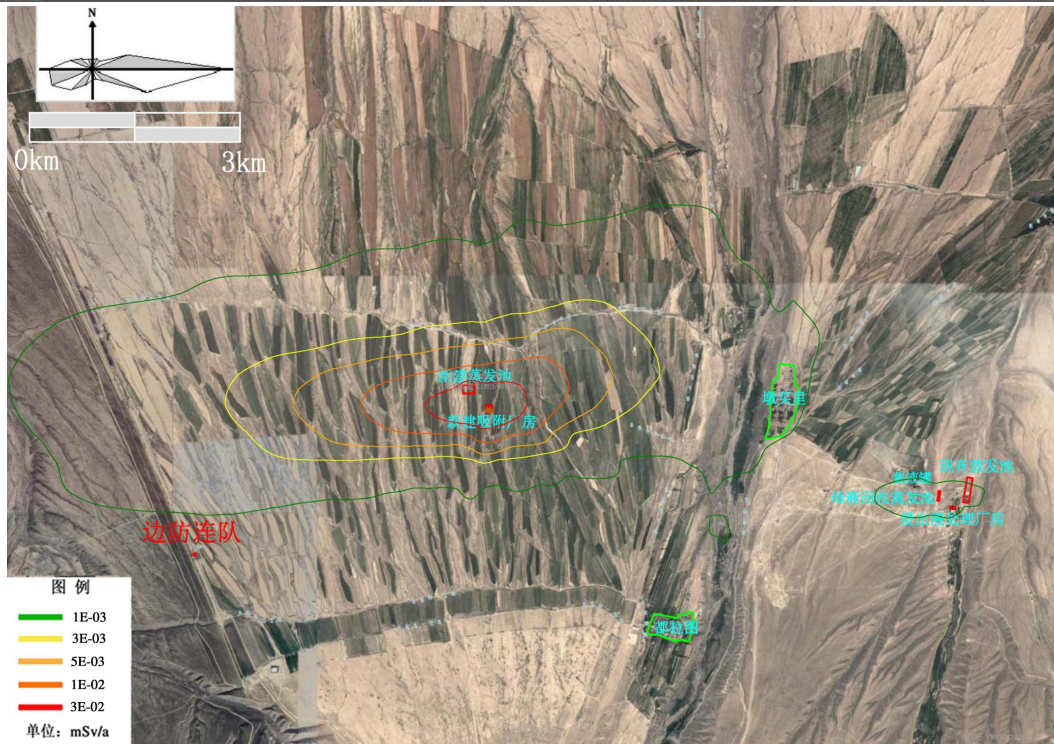


图 6.4-1 七三七延续工程气态源项所致区域公众个人剂量等值线分布图

6.4.1.2 七三七延续工程及周边铀矿冶设施综合影响

1) 居民点辐射环境影响

七三七延续工程及周边铀矿冶设施气态源项所致的评价中心 5km 范围内居民点处 ^{222}Rn 浓度及公众剂量见表 6.4-5。

由该表可知，气态源项所致各居民点的最大辐射影响出现在墩买里，其氡浓度贡献值为 $8.51 \times 10^{-2} \text{Bq/m}^3$ ，最大个人剂量为 $1.82 \times 10^{-3} \text{mSv/a}$ 。

表 6.4-5 七三七延续工程及周边铀矿冶设施对居民点辐射环境影响

| 序号 | 名称 | 方位 | 距离, km | ^{222}Rn 浓度 Bq/m^3 | 个人剂量 mSv/a |
|----|------|-----|--------|---|------------------------|
| 1 | 墩买里 | E | 4.01 | 8.51E-02 | 1.82E-03 |
| 2 | 都拉图 | SE | 3.76 | 1.56E-02 | 3.32E-04 |
| 3 | 边防连队 | WSW | 4.64 | 3.04E-02 | 6.49E-04 |

各源项对墩买里剂量贡献情况见表 6.4-6。

由该表可知，七三七延续工程及周边铀矿冶设施中贡献最大的源项为七三七延续工程新建集液罐，其贡献率为 55.1%；其次为七三七现有工程集液罐，其贡献率为 37.5%；其他源项贡献均较小。

表 6.4-6 各源项对墩买里最大个人剂量贡献情况

| 序号 | 源项名称 | 贡献值, mSv/a | 份额, % |
|----|------------------|---------------------|-------|
| 1 | 集液罐（新建） | 1.00E-03 | 55.10 |
| 2 | 浸出液吸附厂房（新建） | 2.01E-05 | 1.11 |
| 3 | 浸出液处理厂房（现有改造，共用） | 8.10E-05 | 4.46 |
| 4 | 蒸发池（新建） | 5.13E-06 | 0.28 |
| 5 | 母液回收蒸发池（现有共用） | 2.99E-06 | 0.17 |
| 6 | 集液罐（现有） | 6.81E-04 | 37.50 |
| 7 | 蒸发池（现有） | 2.50E-05 | 1.38 |

2) 各子区空气中氡浓度贡献值

七三七延续工程及周边铀矿冶设施气态源项对各子区空气中 ^{222}Rn 贡献值见表 6.4-7。

由该表可知，对有人子区造成的最大 ^{222}Rn 浓度贡献值出现在 E 方位、3~5km 子区， ^{222}Rn 贡献值为 $8.51 \times 10^{-2} \text{Bq/m}^3$ ；对无人子区造成的最大 ^{222}Rn 浓度贡献值出现在 W 方位、0~1km 子区， ^{222}Rn 贡献值为 2.76Bq/m^3 。

表 6.4-7 七三七延续工程及周边设施对各子区 ^{222}Rn 浓度贡献 单位: Bq/m^3

| 方位 | 距离 (km) | | | | | |
|-----|----------|----------|----------|----------|----------|----------|
| | 0~1 | 1~2 | 2~3 | 3~5 | 5~10 | 10~20 |
| N | 5.52E-01 | 1.22E-01 | 5.08E-02 | 2.49E-02 | 1.00E-02 | 3.55E-03 |
| NNE | 7.13E-01 | 1.61E-01 | 6.69E-02 | 3.23E-02 | 1.27E-02 | 4.37E-03 |
| NE | 1.09E+00 | 2.81E-01 | 1.15E-01 | 5.33E-02 | 2.03E-02 | 6.72E-03 |
| ENE | 1.33E+00 | 3.56E-01 | 1.51E-01 | 6.92E-02 | 2.95E-02 | 9.68E-03 |
| E | 1.18E+00 | 2.79E-01 | 1.35E-01 | 8.51E-02 | 6.05E-02 | 1.20E-02 |
| ESE | 7.85E-01 | 1.41E-01 | 8.14E-02 | 8.39E-02 | 2.83E-02 | 1.08E-03 |
| SE | 4.71E-01 | 8.25E-02 | 3.30E-02 | 1.56E-02 | 3.28E-03 | 4.10E-04 |
| SSE | 3.40E-01 | 5.97E-02 | 1.76E-02 | 3.91E-03 | 1.15E-03 | 3.60E-04 |
| S | 3.19E-01 | 4.48E-02 | 1.38E-02 | 2.74E-03 | 7.38E-04 | 3.34E-04 |
| SSW | 3.62E-01 | 5.34E-02 | 1.83E-02 | 5.76E-03 | 1.23E-03 | 3.70E-04 |
| SW | 4.41E-01 | 8.56E-02 | 3.44E-02 | 1.53E-02 | 5.87E-03 | 6.90E-04 |
| WSW | 1.34E+00 | 2.84E-01 | 1.24E-01 | 3.04E-02 | 2.54E-02 | 8.00E-03 |
| W | 2.76E+00 | 6.79E-01 | 2.79E-01 | 1.33E-01 | 6.38E-02 | 1.50E-02 |
| WNW | 1.80E+00 | 3.79E-01 | 1.51E-01 | 7.10E-02 | 2.63E-02 | 8.44E-03 |
| NW | 8.79E-01 | 1.76E-01 | 7.17E-02 | 3.48E-02 | 1.36E-02 | 4.62E-03 |
| NNW | 5.87E-01 | 1.29E-01 | 5.46E-02 | 2.67E-02 | 1.07E-02 | 3.79E-03 |

3) 各子区公众个人剂量

七三七延续工程及周边铀矿冶设施气态源项所致各子区公众个人剂量见表 6.4-8, 公众个人剂量等值线分布图见图 6.4-2。

由该表可知, 各子区内最大个人有效剂量为 $5.90 \times 10^{-2} \text{mSv/a}$, 出现在 W 方位, 0~1km 子区内, 该子区无人居住; 在有人居住的子区内, 最大个人有效剂量为 $1.82 \times 10^{-3} \text{mSv/a}$, 出现在 E 方位、3~5km 子区内。

表 6.4-8 七三七延续工程及周边设施所致各子区最大个人剂量 单位: mSv/a

| 方位 | 距离 (km) | | | | | |
|-----|----------|----------|----------|----------|----------|----------|
| | 0~1 | 1~2 | 2~3 | 3~5 | 5~10 | 10~20 |
| N | 1.18E-02 | 2.60E-03 | 1.09E-03 | 5.32E-04 | 2.14E-04 | 7.58E-05 |
| NNE | 1.53E-02 | 3.44E-03 | 1.43E-03 | 6.91E-04 | 2.71E-04 | 9.34E-05 |
| NE | 2.33E-02 | 6.00E-03 | 2.46E-03 | 1.14E-03 | 4.34E-04 | 1.44E-04 |
| ENE | 2.84E-02 | 7.60E-03 | 3.22E-03 | 1.48E-03 | 6.31E-04 | 2.07E-04 |

| 方位 | 距离 (km) | | | | | |
|-----|----------|----------|----------|----------|----------|----------|
| | 0~1 | 1~2 | 2~3 | 3~5 | 5~10 | 10~20 |
| E | 2.53E-02 | 5.96E-03 | 2.89E-03 | 1.82E-03 | 1.29E-03 | 2.57E-04 |
| ESE | 1.68E-02 | 3.02E-03 | 1.74E-03 | 1.79E-03 | 6.04E-04 | 2.30E-05 |
| SE | 1.01E-02 | 1.76E-03 | 7.05E-04 | 3.32E-04 | 7.00E-05 | 8.76E-06 |
| SSE | 7.27E-03 | 1.28E-03 | 3.76E-04 | 8.35E-05 | 2.45E-05 | 7.69E-06 |
| S | 6.82E-03 | 9.58E-04 | 2.96E-04 | 5.87E-05 | 1.58E-05 | 7.14E-06 |
| SSW | 7.74E-03 | 1.14E-03 | 3.92E-04 | 1.23E-04 | 2.63E-05 | 7.91E-06 |
| SW | 9.42E-03 | 1.83E-03 | 7.36E-04 | 3.28E-04 | 1.26E-04 | 1.47E-05 |
| WSW | 2.87E-02 | 6.07E-03 | 2.64E-03 | 6.49E-04 | 5.43E-04 | 1.71E-04 |
| W | 5.90E-02 | 1.45E-02 | 5.96E-03 | 2.84E-03 | 1.36E-03 | 3.21E-04 |
| WNW | 3.84E-02 | 8.10E-03 | 3.24E-03 | 1.52E-03 | 5.62E-04 | 1.80E-04 |
| NW | 1.88E-02 | 3.76E-03 | 1.53E-03 | 7.43E-04 | 2.90E-04 | 9.87E-05 |
| NNW | 1.26E-02 | 2.77E-03 | 1.17E-03 | 5.71E-04 | 2.28E-04 | 8.10E-05 |

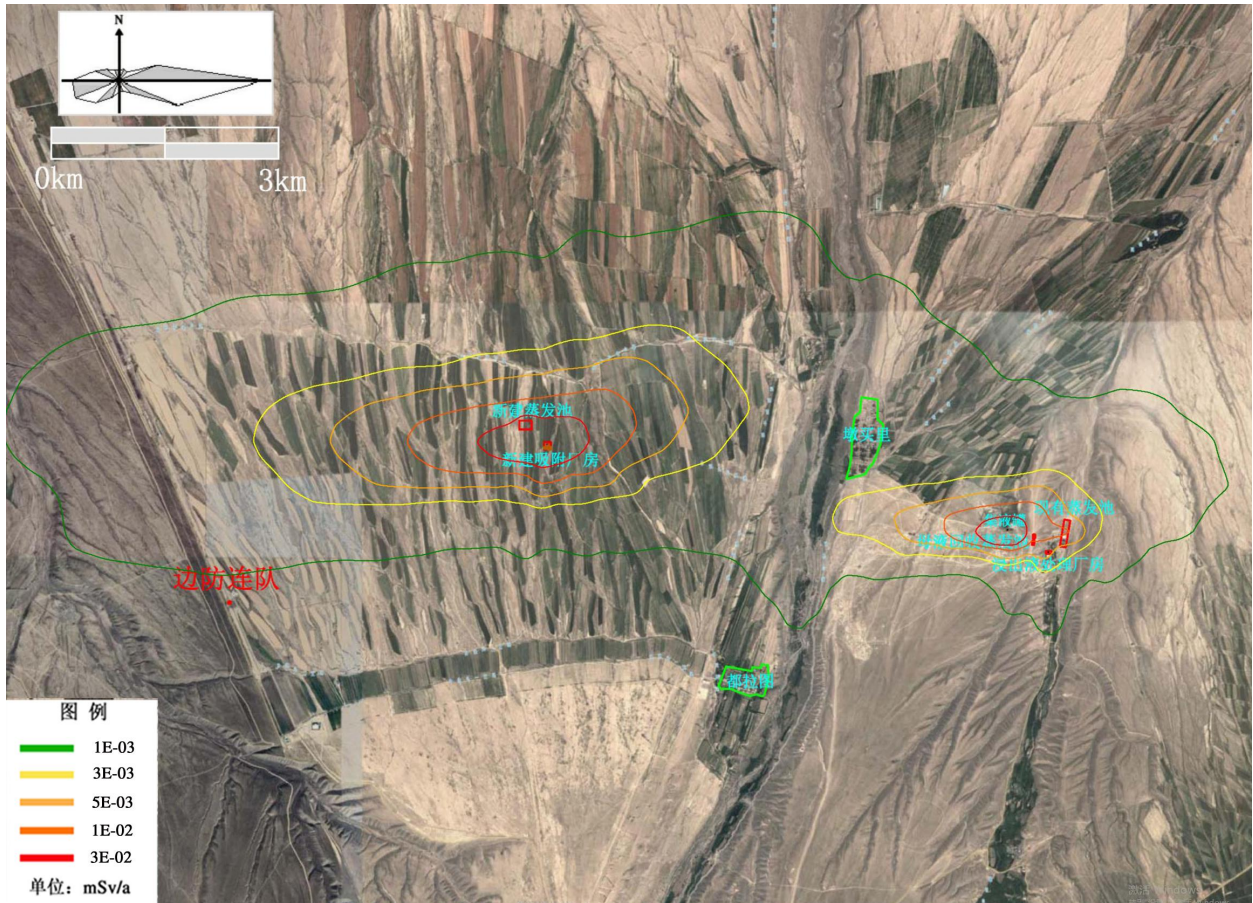


图 6.4-2 七三七延续工程及周边设施所致区域公众个人剂量等值线分布图

4) 集体剂量

七三七延续工程及周边铀矿冶设施气态源项所致 20km 评价范围内集体剂量见表 6.4-9。

由该表可知，七三七延续工程及周边铀矿冶设施气态源项所致 20km 评价范围内集体剂量为 1.65×10^{-3} 人·Sv/a。

表 6.4-9 七三七延续工程及周边铀矿冶设施对评价范围的集体剂量

| 距离 | 0~1km | 0~2km | 0~3km | 0~5km | 0~10km | 0~20km |
|-----------------------|----------|----------|----------|----------|----------|----------|
| 20km 集体剂量 (人·Sv/a) | 0.00E+00 | 0.00E+00 | 0.00E+00 | 1.01E-03 | 1.18E-03 | 1.65E-03 |
| 份额 (%) | 0 | 0 | 0 | 61.5 | 71.3 | 100 |

6.4.2 七三九延续工程

6.4.2.1 七三九延续工程辐射环境影响

1) 居民点辐射环境影响

七三九延续工程生产期气态源项所致 5km 范围内居民点的 ^{222}Rn 浓度及公众剂量见表 6.4-10。

由该表可知，气态源项所致阿克亚尔村空气中氡浓度贡献值为 $7.02 \times 10^{-3} \text{Bq/m}^3$ ，公众最大个人剂量为 $1.50 \times 10^{-4} \text{mSv/a}$ 。

表 6.4-10 七三九延续工程设施对周边居民点辐射环境影响

| 名称 | 方位 | 距离, km | ^{222}Rn 浓度 Bq/m ³ | 个人剂量 mSv/a |
|-------|-----|--------|---|---------------|
| 阿克亚尔村 | NNE | 4.70 | 7.02E-03 | 1.50E-04 |

七三九延续工程气态源项对阿克亚尔村剂量贡献情况见表 6.4-11。

由该表可知，新建集液罐对阿克亚尔村公众个人剂量贡献率最大，为 50.5%；其次为扩建的浸出液处理厂房，贡献率为 40.64%。

表 6.4-11 七三九延续工程各气态源项对阿克亚尔村最大个人剂量贡献情况

| 序号 | 源项名称 | 贡献值 mSv/a | 份额, % |
|----|---------------|-----------|-------|
| 1 | 集液罐（新建） | 7.57E-05 | 50.5 |
| 2 | 浸出液吸附厂房（新建） | 1.00E-05 | 6.68 |
| 3 | 浸出液处理厂房（扩建部分） | 6.09E-05 | 40.64 |
| 4 | 蒸发池（新建） | 1.71E-06 | 1.14 |
| 5 | 母液回收蒸发池（现有共用） | 1.56E-06 | 1.04 |

2) 各子区空气中氡浓度贡献值

七三九延续工程气态源项对各子区空气中 ^{222}Rn 贡献值见表 6.4-12。

由该表可知,气态源项对周边各有人子区 ^{222}Rn 贡献值最大值出现在 NNE 方位、3~5km 子区, ^{222}Rn 贡献值为 $7.02\times 10^{-3}\text{Bq/m}^3$; 对无人子区 ^{222}Rn 贡献值最大值出现在 W 方位、0~1km 子区, ^{222}Rn 贡献值为 0.276Bq/m^3 。

表 6.4-12 七三九延续工程气态源项对各子区 ^{222}Rn 浓度贡献 单位: Bq/m^3

| 方位 | 距离 (km) | | | | | |
|-----|----------|----------|----------|----------|----------|----------|
| | 0~1 | 1~2 | 2~3 | 3~5 | 5~10 | 10~20 |
| N | 7.16E-02 | 4.58E-02 | 3.57E-02 | 8.06E-03 | 2.46E-03 | 7.90E-04 |
| NNE | 9.62E-02 | 3.82E-02 | 2.89E-02 | 7.02E-03 | 3.44E-03 | 1.03E-03 |
| NE | 1.42E-01 | 4.42E-02 | 2.68E-02 | 1.38E-02 | 5.23E-03 | 1.65E-03 |
| ENE | 6.71E-02 | 1.23E-02 | 1.81E-02 | 1.42E-02 | 5.39E-03 | 2.11E-03 |
| E | 2.25E-02 | 3.45E-03 | 2.16E-03 | 2.80E-03 | 9.64E-04 | 6.64E-04 |
| ESE | 2.53E-02 | 1.67E-03 | 6.42E-04 | 3.58E-04 | 1.78E-04 | 9.20E-05 |
| SE | 1.68E-02 | 9.96E-04 | 4.06E-04 | 2.20E-04 | 1.08E-04 | 5.40E-05 |
| SSE | 8.69E-03 | 7.98E-04 | 3.54E-04 | 1.90E-04 | 1.06E-04 | 5.40E-05 |
| S | 2.15E-02 | 9.80E-04 | 3.36E-04 | 1.86E-04 | 1.08E-04 | 5.00E-05 |
| SSW | 4.77E-02 | 3.68E-03 | 8.76E-04 | 7.66E-04 | 1.40E-04 | 6.00E-05 |
| SW | 6.87E-02 | 1.88E-02 | 5.17E-03 | 8.64E-04 | 1.32E-04 | 5.80E-05 |
| WSW | 1.47E-01 | 3.18E-02 | 3.48E-03 | 7.86E-04 | 4.26E-04 | 2.78E-04 |
| W | 2.76E-01 | 7.71E-02 | 1.58E-02 | 8.71E-03 | 6.85E-03 | 3.41E-03 |
| WNW | 1.96E-01 | 4.65E-02 | 2.86E-02 | 2.24E-02 | 8.35E-03 | 2.42E-03 |
| NW | 1.05E-01 | 3.34E-02 | 3.77E-02 | 1.68E-02 | 3.99E-03 | 1.14E-03 |
| NNW | 7.34E-02 | 5.37E-02 | 4.98E-02 | 9.12E-03 | 2.73E-03 | 8.72E-04 |

注: 表中阴影子区为无人子区

3) 各子区公众个人剂量

七三九延续工程气态源项所致各子区公众个人剂量见表 6.4-13, 评价范围内公众个人剂量等值线分布图见图 6.4-3。

由该表可知, 各子区内最大个人有效剂量为 $5.90\times 10^{-3}\text{mSv/a}$, 出现在 W 方位、0~1km 子区内, 该子区无人居住; 在有人居住的子区内, 最大个人有效剂量为 $1.50\times 10^{-4}\text{mSv/a}$, 出现在 NNE 方位、3~5km 子区内。

表 6.4-13 七三九延续工程气态源项所致各子区公众个人剂量 单位: mSv/a

| 方位 | 距离 (km) | | | | | |
|-----|----------|----------|----------|----------|----------|----------|
| | 0~1 | 1~2 | 2~3 | 3~5 | 5~10 | 10~20 |
| N | 1.53E-03 | 9.80E-04 | 7.64E-04 | 1.72E-04 | 5.27E-05 | 1.69E-05 |
| NNE | 2.06E-03 | 8.17E-04 | 6.17E-04 | 1.50E-04 | 7.35E-05 | 2.21E-05 |
| NE | 3.03E-03 | 9.44E-04 | 5.73E-04 | 2.94E-04 | 1.12E-04 | 3.52E-05 |
| ENE | 1.43E-03 | 2.63E-04 | 3.87E-04 | 3.04E-04 | 1.15E-04 | 4.51E-05 |
| E | 4.81E-04 | 7.37E-05 | 4.63E-05 | 5.98E-05 | 2.06E-05 | 1.42E-05 |
| ESE | 5.40E-04 | 3.57E-05 | 1.37E-05 | 7.65E-06 | 3.80E-06 | 1.97E-06 |
| SE | 3.59E-04 | 2.13E-05 | 8.68E-06 | 4.70E-06 | 2.31E-06 | 1.15E-06 |
| SSE | 1.86E-04 | 1.71E-05 | 7.57E-06 | 4.06E-06 | 2.27E-06 | 1.15E-06 |
| S | 4.60E-04 | 2.09E-05 | 7.18E-06 | 3.98E-06 | 2.31E-06 | 1.07E-06 |
| SSW | 1.02E-03 | 7.87E-05 | 1.87E-05 | 1.64E-05 | 2.99E-06 | 1.28E-06 |
| SW | 1.47E-03 | 4.02E-04 | 1.11E-04 | 1.85E-05 | 2.82E-06 | 1.24E-06 |
| WSW | 3.14E-03 | 6.80E-04 | 7.44E-05 | 1.68E-05 | 9.11E-06 | 5.94E-06 |
| W | 5.90E-03 | 1.65E-03 | 3.37E-04 | 1.86E-04 | 1.47E-04 | 7.28E-05 |
| WNW | 4.20E-03 | 9.94E-04 | 6.12E-04 | 4.78E-04 | 1.79E-04 | 5.18E-05 |
| NW | 2.24E-03 | 7.15E-04 | 8.05E-04 | 3.60E-04 | 8.52E-05 | 2.44E-05 |
| NNW | 1.57E-03 | 1.15E-03 | 1.07E-03 | 1.95E-04 | 5.84E-05 | 1.86E-05 |

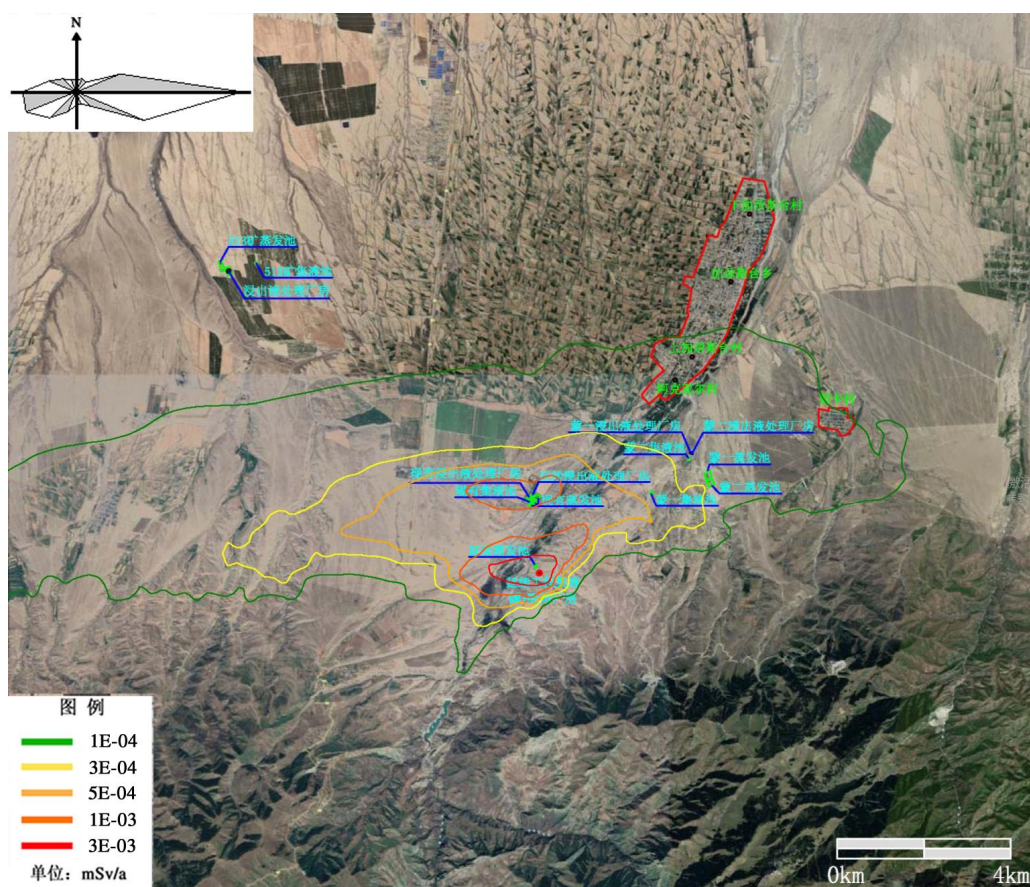


图 6.4-3 七三九延续工程气态源项所致区域公众个人剂量等值线分布图

6.4.2.2 七三九延续工程及周边铀矿冶设施综合影响

1) 居民点辐射环境影响

(1) 对阿克亚尔村影响

七三九延续工程及周边铀矿冶设施气态源项所致的评价中心 5km 范围内居民点处 ^{222}Rn 浓度及公众剂量见表 6.4-14。

由该表可知，气态源项对阿克亚尔村空气中氡浓度贡献值为 0.992Bq/m^3 ，最大个人剂量为 $2.12 \times 10^{-2}\text{mSv/a}$ 。

表 6.4-14 七三九延续工程及周边设施对周边敏感目标环境影响

| 名称 | 方位 | 距离, km | ^{222}Rn 浓度, Bq/m^3 | 个人剂量, mSv/a |
|-------|-----|--------|---------------------------------------|----------------------|
| 阿克亚尔村 | NNE | 4.70 | 0.992 | 2.12E-02 |

七三九延续工程及周边铀矿冶设施对阿克亚尔村最大个人剂量贡献情况见表 6.4-15。

由该表可知，七三九延续工程及周边铀矿冶设施对阿克亚尔村最大个人剂量贡献最大源项为蒙其古尔二期工程集液池，其贡献值为 $1.11 \times 10^{-2}\text{mSv/a}$ ，贡献率为 52.4%；其次为蒙其古尔一期工程集液池，贡献率为 45.7%；其余源项对阿克亚尔村最大个人剂量贡献份额较小，共计 1.9%。

表 6.4-15 七三九延续工程及周边设施对阿克亚尔村最大个人剂量贡献情况

| 序号 | 源项名称 | 贡献值 mSv/a | 份额, % |
|----|----------------------|--------------------|-------|
| 1 | 蒙其古尔二期集液池 | 1.11E-02 | 52.4 |
| 2 | 蒙其古尔一期集液池 | 9.69E-03 | 45.7 |
| 3 | 七三九厂现有集液池 | 1.33E-04 | 0.63 |
| 4 | 七三九延续工程集液罐（新建） | 7.57E-05 | 0.36 |
| 5 | 七三九延续工程浸出液处理厂房（扩建部分） | 6.09E-05 | 0.29 |
| 6 | 蒙其古尔一期浸出液处理厂房 | 3.42E-05 | 0.16 |
| 7 | 七三九厂现有浸出液处理厂房 | 3.21E-05 | 0.15 |
| 8 | 其他设施 | 7.41E-05 | 0.31 |

2) 各子区空气中氡浓度贡献值

七三九延续工程及周边铀矿冶设施气态源项对各子区空气中 ^{222}Rn 贡献值见表 6.4-16。

表 6.4-16 七三九延续工程及周边设施对各子区 ^{222}Rn 浓度贡献 单位: Bq/m^3

| 方位 | 距离 (km) | | | | | |
|-----|----------|----------|----------|----------|----------|----------|
| | 0~1 | 1~2 | 2~3 | 3~5 | 5~10 | 10~20 |
| N | 8.25E-01 | 2.92E+00 | 3.98E+00 | 1.77E+00 | 2.95E-01 | 5.09E-02 |
| NNE | 8.35E-01 | 3.21E+00 | 6.77E+00 | 9.92E-01 | 3.79E-01 | 8.10E-02 |
| NE | 5.79E-01 | 1.54E+00 | 9.45E+00 | 1.20E+01 | 1.19E+00 | 2.03E-01 |
| ENE | 2.23E-01 | 1.03E-01 | 7.17E-01 | 3.21E+00 | 7.41E-01 | 2.40E-01 |
| E | 9.41E-02 | 3.71E-02 | 4.45E-02 | 6.54E-02 | 4.46E-02 | 4.30E-02 |
| ESE | 1.26E-01 | 2.29E-02 | 2.19E-02 | 1.25E-02 | 7.86E-03 | 5.69E-03 |
| SE | 9.95E-02 | 1.95E-02 | 1.83E-02 | 1.00E-02 | 5.20E-03 | 2.56E-03 |
| SSE | 8.59E-02 | 1.69E-02 | 1.31E-02 | 1.00E-02 | 5.16E-03 | 2.14E-03 |
| S | 1.40E-01 | 1.68E-02 | 1.20E-02 | 9.33E-03 | 5.91E-03 | 3.75E-03 |
| SSW | 2.38E-01 | 5.84E-02 | 1.75E-02 | 1.20E-02 | 5.36E-03 | 3.37E-03 |
| SW | 3.34E-01 | 2.10E-01 | 9.93E-02 | 2.12E-02 | 7.34E-03 | 3.58E-03 |
| WSW | 4.87E-01 | 2.11E-01 | 5.20E-02 | 2.22E-02 | 2.05E-02 | 1.28E-02 |
| W | 6.93E-01 | 3.44E-01 | 1.78E-01 | 1.88E-01 | 2.63E-01 | 1.64E-01 |
| WNW | 7.12E-01 | 5.18E-01 | 7.36E-01 | 9.54E-01 | 6.83E-01 | 2.62E-01 |
| NW | 6.89E-01 | 1.06E+00 | 1.66E+00 | 1.55E+00 | 6.64E-01 | 2.10E-01 |
| NNW | 7.68E-01 | 2.05E+00 | 2.85E+00 | 1.59E+00 | 3.69E-01 | 6.71E-02 |

由该表可知,对有人子区造成的最大 ^{222}Rn 浓度贡献值出现在 NNE 方位、3~5km 子区, ^{222}Rn 贡献值为 $0.992\text{Bq}/\text{m}^3$;对无人子区造成的最大 ^{222}Rn 浓度贡献值出现在 NE 方位、2~3km 子区, ^{222}Rn 贡献值为 $9.45\text{Bq}/\text{m}^3$ 。

3) 各子区公众个人剂量

七三九延续工程及周边铀矿冶设施所致各子区公众个人剂量见表 6.4-17, 公众个人剂量等值线分布图见图 6.4-4。

由该表可知,各子区内最大个人有效剂量为 $0.202\text{mSv}/\text{a}$,出现在 NE 方位、2~3km 子区内,该子区无人居住;在有人居住的子区内,最大个人有效剂量为 $2.12\times 10^{-2}\text{mSv}/\text{a}$,出现在 NNE 方位、3~5km 子区内。

表 6.4-17 七三九延续工程及周边设施对各子区公众个人剂量 单位: mSv/a

| 方位 | 距离 (km) | | | | | |
|-----|----------|----------|----------|----------|----------|----------|
| | 0~1 | 1~2 | 2~3 | 3~5 | 5~10 | 10~20 |
| N | 1.76E-02 | 6.25E-02 | 8.50E-02 | 3.77E-02 | 6.30E-03 | 1.09E-03 |
| NNE | 1.78E-02 | 6.86E-02 | 1.45E-01 | 2.12E-02 | 8.10E-03 | 1.73E-03 |
| NE | 1.24E-02 | 3.30E-02 | 2.02E-01 | 2.57E-01 | 2.55E-02 | 4.34E-03 |
| ENE | 4.76E-03 | 2.21E-03 | 1.53E-02 | 6.86E-02 | 1.58E-02 | 5.14E-03 |
| E | 2.01E-03 | 7.92E-04 | 9.50E-04 | 1.40E-03 | 9.52E-04 | 9.20E-04 |
| ESE | 2.69E-03 | 4.89E-04 | 4.68E-04 | 2.68E-04 | 1.68E-04 | 1.22E-04 |
| SE | 2.13E-03 | 4.16E-04 | 3.90E-04 | 2.14E-04 | 1.11E-04 | 5.46E-05 |
| SSE | 1.84E-03 | 3.61E-04 | 2.81E-04 | 2.14E-04 | 1.10E-04 | 4.58E-05 |
| S | 2.98E-03 | 3.59E-04 | 2.57E-04 | 2.00E-04 | 1.26E-04 | 8.01E-05 |
| SSW | 5.08E-03 | 1.25E-03 | 3.74E-04 | 2.57E-04 | 1.15E-04 | 7.21E-05 |
| SW | 7.14E-03 | 4.50E-03 | 2.12E-03 | 4.53E-04 | 1.57E-04 | 7.66E-05 |
| WSW | 1.04E-02 | 4.52E-03 | 1.11E-03 | 4.74E-04 | 4.38E-04 | 2.74E-04 |
| W | 1.48E-02 | 7.36E-03 | 3.80E-03 | 4.01E-03 | 5.61E-03 | 3.51E-03 |
| WNW | 1.52E-02 | 1.11E-02 | 1.57E-02 | 2.04E-02 | 1.46E-02 | 5.60E-03 |
| NW | 1.47E-02 | 2.27E-02 | 3.56E-02 | 3.31E-02 | 1.42E-02 | 4.49E-03 |
| NNW | 1.64E-02 | 4.39E-02 | 6.10E-02 | 3.39E-02 | 7.88E-03 | 1.43E-03 |

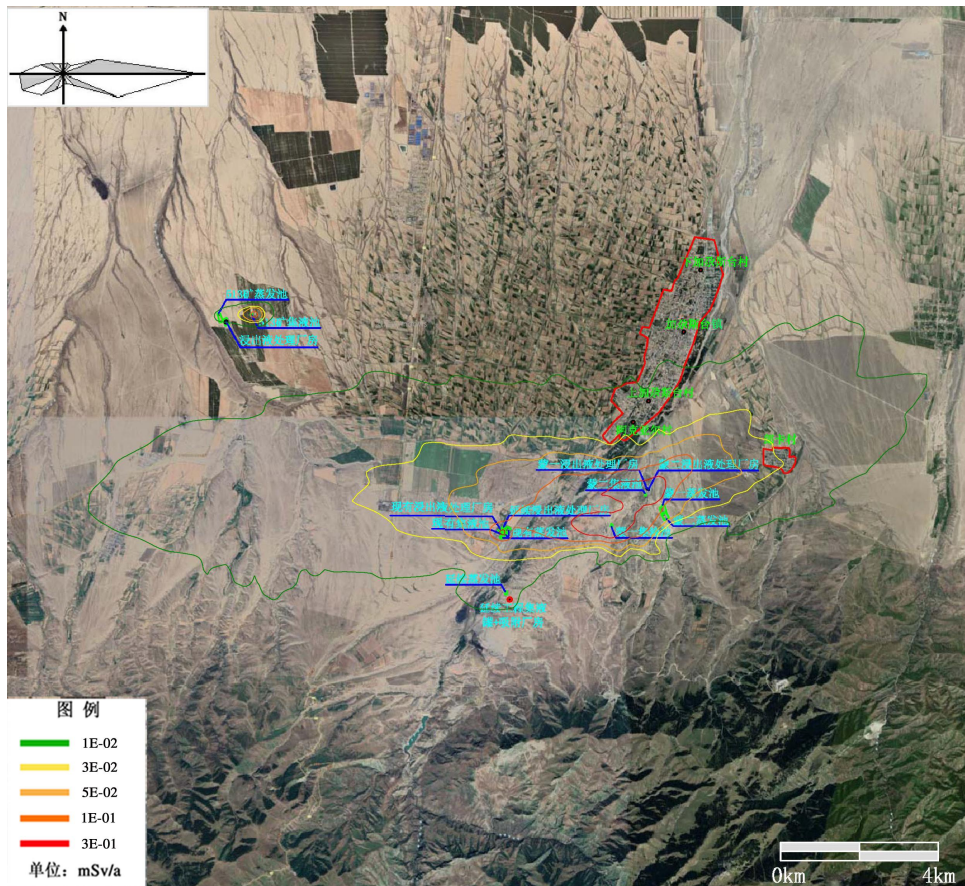


图 6.4-4 七三九延续工程及周边设施所致区域公众个人剂量等值线分布图

4) 集体剂量

七三九延续工程及周边铀矿冶设施气态源项所致 20km 评价范围内集体剂量见表 6.4-18。

由该表可知，七三九延续工程及周边铀矿冶设施气态源项所致 20km 评价范围内集体剂量为 0.155 人·Sv/a。

表 6.4-18 七三九延续工程及周边铀矿冶设施对评价范围的集体剂量

| 距离 | 0~1km | 0~2km | 0~3km | 0~5km | 0~10km | 0~20km |
|-----------------------|----------|----------|----------|----------|----------|----------|
| 20km 集体剂量 (人·Sv/a) | 0.00E+00 | 0.00E+00 | 0.00E+00 | 1.06E-02 | 1.45E-01 | 1.55E-01 |
| 份额 (%) | 0 | 0 | 0 | 6.85 | 93.8 | 100 |

6.5 公众辐射环境影响评价

七三七、七三九延续工程生产期气态源项主要是集液罐、浸出液吸附厂房、浸出液处理厂房、蒸发池释放的 ^{222}Rn ，照射途径为吸入内照射。

七三七延续工程生产期气态源项所致评价区域最大个人有效剂量为 $1.11 \times 10^{-3} \text{mSv/a}$ ，出现在 E 方位、3~5km 子区，关键居民点为墩买里；考虑周边其他铀矿冶设施综合影响后，关键居民点仍为墩买里，最大个人有效剂量为 $1.82 \times 10^{-3} \text{mSv/a}$ ，小于本项目设定的剂量约束值；另外，考虑周边其他铀矿冶设施综合影响后，本项目 20km 范围内的集体剂量为 $1.65 \times 10^{-3} \text{人} \cdot \text{Sv/a}$ 。

七三九延续工程生产期气态源项所致评价区域最大个人有效剂量为 $1.50 \times 10^{-4} \text{mSv/a}$ ，出现在 NNE 方位、3~5km 子区，关键居民点为阿克亚尔村；考虑周边其他铀矿冶设施综合影响后，关键居民点仍为阿克亚尔村，最大个人有效剂量为 $2.12 \times 10^{-2} \text{mSv/a}$ ，小于本项目设定的剂量约束值；另外，考虑周边其他铀矿冶设施综合影响后，本项目 20km 范围内的集体剂量为 0.155 人·Sv/a。

总体来看，本项目生产期气态源项及叠加周边其他铀矿冶设施气态源项后，所致的个人有效剂量均较小，低于本项目剂量约束值，且本项目周围人口稀少，集体有效剂量也较小，本项目气态流出物对环境的影响在可接受范围之内。

7 地下水环境影响评价

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

本次地下水预测在整理分析采区地勘报告、水文地质报告的基础上，结合井场设计，分别建立七三七、七三九延续工程采区的水文地质概念模型，利用 GMS 软件进行数值建模与求解，最终完成地浸井场地下水流场和溶质运移场的模拟预测。

7.1.1 水文地质概念模型

7.1.1.1 七三七延续工程水文地质概念模型

1) 模型范围

本模型建模范围为七三七延续工程及其周边地区，根据《水文地质概念模型概化导则》，结合地浸工程地下水影响范围及区域水文地质条件，确定本模型的模拟范围为：以井场为中心，依据评价区水文地质图，在地下水上游方向延伸 800m，下游方向延伸 1200m，两侧延伸 1000m，模拟总面积 6.93km²。模拟范围示意图见图 7.1-1。

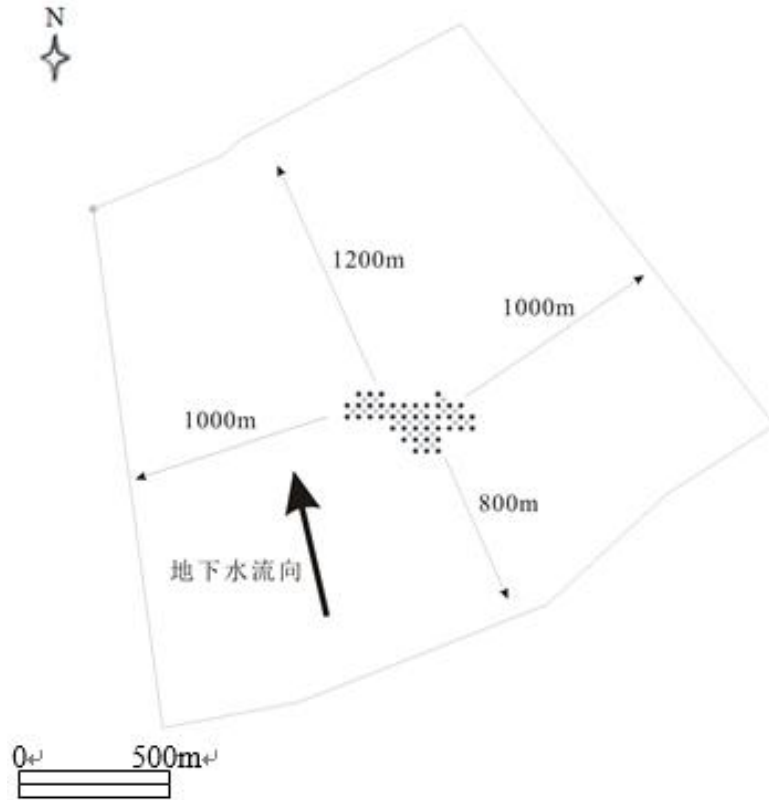


图 7.1-1 模拟区边界范围示意图

2) 边界条件的概化

侧向边界：根据评价区水文地质条件，西北边界和东南边界垂直于地下水流向概化为通用水头边界；西南边界和东北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：评价区上边界隔水顶板由煤、泥岩和粉砂质泥岩组成的隔水顶板，下边界隔水底板由泥岩、粉砂岩和煤层组成，含水层结构特征确定。

3) 含水层结构特征确定

本项目主含矿含水层为西山窑组，西山窑组下段上亚段为主要含矿段。根据地质勘探结果，含矿含水层顶、底板致密，均为稳定连续展布的泥岩或泥质粉砂岩，有效地隔断了与上覆含水层的水力联系，因此可不考虑越流的影响。此外，由于含矿含水层埋藏较深，模拟范围内的大气降水入渗与大气蒸发对含矿含水层的影响几乎可以忽略不计。综上所述，本次模拟层位为西山窑组下段含矿含水层，可概化为三维水动力流场和三维溶质弥散场。

根据收集的模拟区地质勘探孔和水文孔等相关孔井资料，结合模拟区以往地质、水文地质、地形地貌等资料，获取含矿含水层顶底板高程值，通过

差值方法将各含水层顶底板高程数据赋值到数值模型中。

4) 源汇项处理

本项目源汇项为研究区域内的生产井，包括抽出井和注入井，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%。本次地下水环境影响预测选取下游典型代表采区 3 采区为模拟区，其位于首采区的西北侧，相比于其他生产采区，该采区位置相对独立，受其他采区影响较小，其溶质运移向四周的迁移距离基本可代表整个生产区的溶质迁移情况，典型采区的生产井布置情况见图 7.1-2。

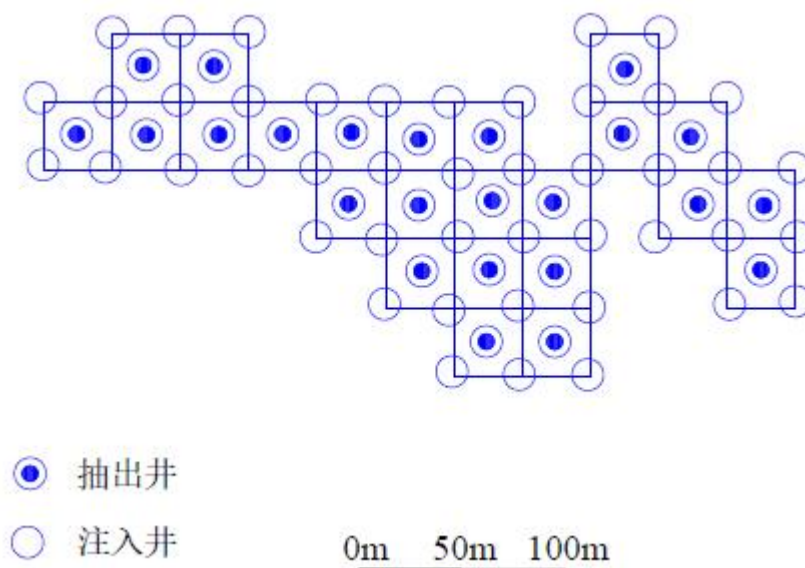


图 7.1-2 采区抽注入井布置图

5) 水文地质参数

本模型水文地质参数主要来自洪海沟详查地质报告及水文地质报告，部分参数（孔隙度、弥散度）选取了经验值。为了保证计算的保守性，在参数选取过程中，采取了选用有利于地下水中核素迁移扩散的参数原则，进行计算。计算中输入的主要水文地质参数详见表 7.1-1。

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 | 0.17~0.55 |
| 2 | 孔隙度, % | 30 |
| 3 | 纵向弥散度, m | 10 |
| 4 | 横向弥散度, m | 2 |

7.1.1.2 七三九延续工程水文地质概念模型

1) 模型范围

结合地浸工程地下水影响范围及区域水文地质条件，确定本模型的模拟范围为：以井场为中心，依据评价区水文地质图，在地下水上游方向延伸800m，下游方向延伸1200m，两侧以隔水断裂为边界分别延伸250m和1100m，模拟总面积6.17km²。模拟范围示意图见图7.1-3。

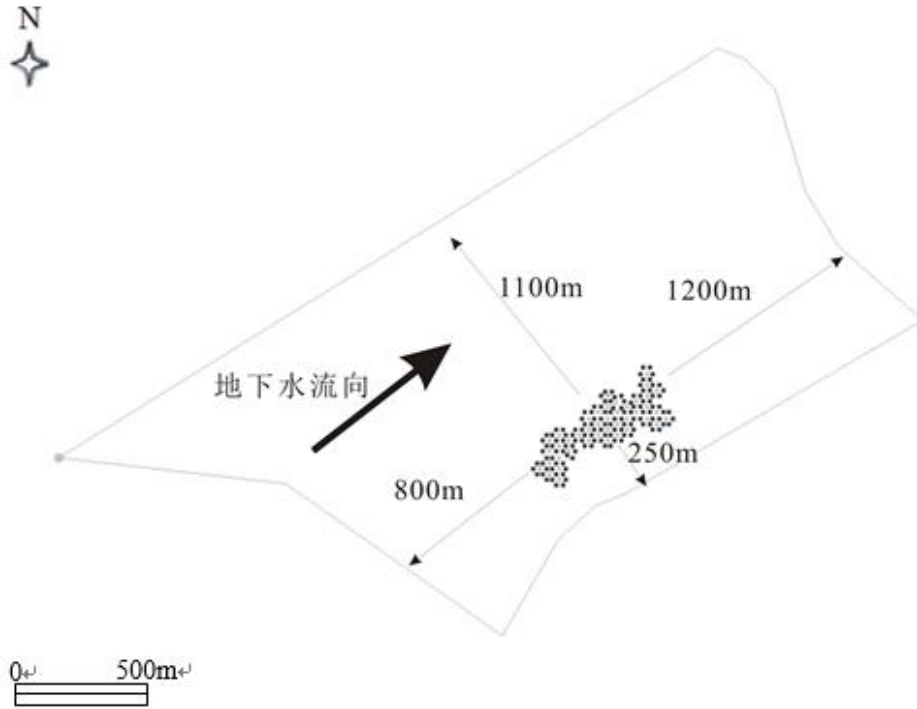


图 7.1-3 模拟区边界范围示意图

2) 边界条件的概化

侧向边界：根据评价区水文地质条件，目标含水层的东南边界和西北边界为隔水断层，将其概化为零流量边界，东北边界和西南边界垂直于地下水流向概化为通用水头边界。

垂向边界：上下边界为煤、泥岩等组成的隔水顶底板，概化为隔水边界。

3) 含水层结构特征确定

本项目的主含矿含水层为西山窑组下段。根据地质勘探结果，含矿含水层顶、底板致密，顶、底板均为稳定连续展布的煤、泥岩或粉质泥沙岩，有效地隔断了与上覆含水层的水力联系，因此可不考虑越流的影响。此外，由于含矿含水层埋藏较深，模拟范围内的大气降水入渗与大气蒸发对含矿含水

层的影响几乎可以忽略不计。综上所述，本次模拟层位西山窑组下段含矿含水层，可概化为三维水动力流场和三维溶质弥散场。

根据收集的模拟区地质勘探孔和水文孔等相关孔井资料，结合模拟区以往地质、水文地质、地形地貌等资料，获取含矿含水层顶底板高程值，通过差值方法将各含水层顶底板高程数据赋值到数值模型中。

4) 源汇项处理

本项目源汇项为研究区域内的生产井，包括抽出井和注入井，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%。本次地下水环境影响预测选取典型代表采区 1 采区和 2 采区为模拟区，其位于首采区的西南侧，相比于其他生产采区，该采区位置相对独立，受其他采区影响较小，其溶质运移向四周的迁移距离基本可代表整个生产区的溶质迁移情况，典型采区的生产井布置情况见图 7.1-4。

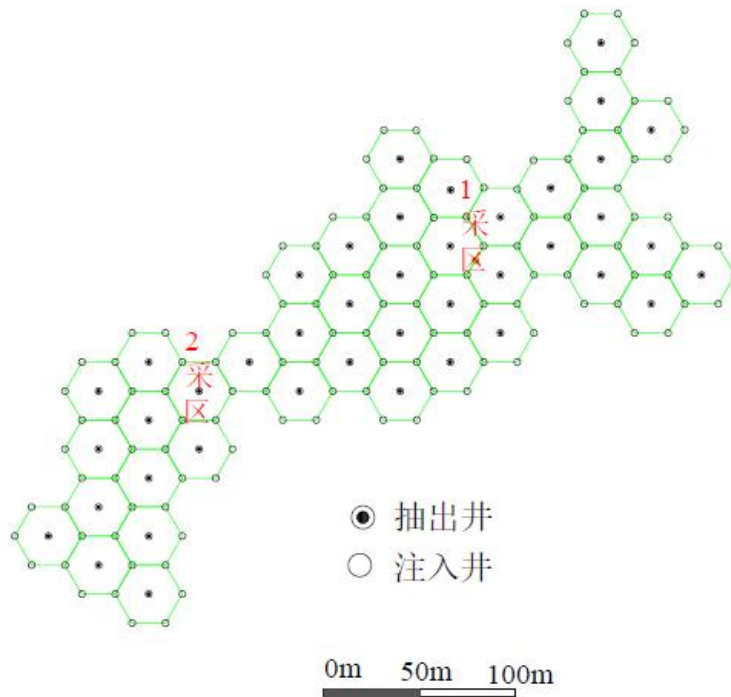


图 7.1-4 模拟采区抽注入井布置图

5) 水文地质参数

本模型水文地质参数主要来自蒙南地质报告及水文地质报告，部分参数（孔隙度、弥散度）选取了经验值。为了保证计算的保守性，在参数选取过

程中，采取了选用有利于地下水中核素迁移扩散的参数原则，进行计算。计算中输入的主要水文地质参数详见表 7.1-2。

表 7.1-2 主要输入参数一览表

| 序号 | 参数名称及单位 | 数值 |
|----|-----------|-----------|
| 1 | 渗透系数, m/d | 0.06~1.40 |
| 2 | 孔隙度, % | 30 |
| 3 | 纵向弥散度, m | 10 |
| 4 | 横向弥散度, m | 2 |

7.1.2 数学模型

7.1.2.1 模拟软件介绍

本次评价不仅要地下水水流场进行模拟刻画以评价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，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 模块建立地下水水流场预测，应用 MT3DMS 模块进行溶质运移预测。GMS 各模块主要功能见表 7.1-3。

表 7.1-3 GMS 各模块功能一览表

| 序号 | 模块名称 | 模块功能 |
|----|---------|---|
| 1 | MODFLOW | 美国地质调查局于 20 世纪 80 年代开发出的一套专门用于孔隙介质中地下水流动的三维有限差分数值模拟软件，是世界上使用最广泛的三维地下水水流模型，它是一种应用基于网络的有限差分方法来描述地下水流动规律的计算机程序。通过把研究区在区间和时间上的离散，建立研究区每个网络的水均衡方程式，所有网络方程连接成为一组大型的线性方程组，迭代求解方程组可以得到每个网络的水头值。MODFLOW 可以模拟水井、河流、潜流、排泄、湖泊、蒸散和人工补给对非均质和复杂边界条件的水流系统的影响。 |
| 2 | MT3D | 模拟地下水中单项溶解组分对流、弥散、源/汇和化学反应的三维溶质运移模型，能够有效处理各种边界条件和外部源汇项。化学反应主要是一些比较简单的单组分反应，包括平衡和非平衡状态的线性和非线性吸附作用、一阶不可逆反应（如放射性衰变）和可逆的动态反应等。模拟计算时，MT3D 需和 MODFLOW 一起使用。 |
| 3 | MODPATH | 是确定给定时间内稳定或非稳定流中质点运移路径的三维质点示踪模型。和 MODFLOW 一起使用，根据 MODFLOW 计算的流场，在指定各质点位置后，MODPATH 可进行正向示踪和反向示踪，计算三维水流路径，从而成为水井截获区和井位警戒研究的理想工具。 |
| 4 | MAP | 是快速建立概念模型及相应数值模型的工具。即以 TIFF、JPEG、DXF 等栅格图文件作为底图，在图上确定点、线、多边形的空间位置，直接分配边界条件及参数。点位置用于确定井的抽水数据或污 |

| 序号 | 模块名称 | 模块功能 |
|----|----------------|---|
| | | 污染源源；线可以确定河流、排泄等模型边界；多边形可以确定面数据，如湖、不同补给区或水力传导系数区。通过 MAP 建立概念模型后，GMS 可自动建立模拟网络，并将参数分配到相应的网络，从而实现对概念模型编辑、运行的目的。 |
| 5 | Grid | 用来建立三维计算网络，其中 3D Grid 模块的使用范围最为广泛，MODFLOW、RT3D、MODPATH 和 UTCHEM 等计算模块都要用到。 |
| 6 | Scatter Points | 是为模型插入散点的模块，可以根据需要将二维或三维散点转入 Mesh 和 Grid 中。 |

7.1.2.2 计算模式

1) 地下水水流模型

(1) 水流控制方程

地下水运动基本微分方程：

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

式中，

K_{xx} —— x 方向的渗透系数，m/s；

K_{yy} —— y 方向的渗透系数，m/s；

K_{zz} —— z 方向的渗透系数，m/s；

h ——水头，m；

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

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

(2) 边界条件

① 第一类边界条件

已知水头边界条件，在边界的所有点上水头是给定的，对于三维情况有：

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

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

式中：

s ——三维区域的边界曲面。

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

② 第二类边界条件

已知通量的边界条件，即垂直于边界面的流量是给定的。表示为：

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

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

式中：

q ——边界面上沿法线方向的单位面积流入量；

n ——边界外法线的单位矢量。

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

③ 第三类边界条件

已知边界水头和水头的法向导数的组合，即：

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

式中：

λ ——交换系数；

f ——已知函数；

第三类边界条件成为 Cauchy 条件。

2) 污染物运移方程

本次评价中对于污染物的运移主要考虑对流、离散等机制。

(1) 运移方程

污染物在三维地下水水流系统中的运移方程如下：

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

式中：

θ ——地下介质的孔隙度，无量纲；

C^k ——核素 k 的溶解浓度， g/m^3 ；

t ——时间，s；

x_i 、 x_j ——分别为沿坐标轴 x 轴和 y 轴的距离， m ；

D_{ij} ——水动力弥散系数张量， m^2/s ；

v_i ——渗流或线性孔隙水流速度，与单位流量或达西流量 q_i 有关，

$v_i = q_i / \theta$ ， m/s ；

q_s ——单位体积含水层源和汇的体积流量；

C_s^k ——源汇流中物质 k 的浓度， g/m^3 ；

$\sum R_n$ ——化学反应项， g/m 。

其中：

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

式中： ρ_b ——地下介质的体积密度；

\bar{C}^k ——地下固相吸附物质 k 的浓度；

λ_1 ——溶解项的第一反应速率；

λ_2 ——吸附项（固）的第一反应速率；

（2）弥散

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

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

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

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

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

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

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

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

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

α_L ——纵向弥散度， m ；

α_T ——横向弥散度， m ；

D^* ——有效分子扩散系数， m^2/s ；

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

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

7.1.3 数学模型的建立

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

7.1.3.1 七三七延续工程数学模型建立

1) 模拟区剖分

本次预测将模拟区域离散成正交网格，为了更加精确的刻画核素在井场附近的运移情况，在网格剖分的过程中对井场区域进行了加密，加密网格的大小为 $10 \times 10m$ ，外围非加密网格的大小为 $40 \times 40m$ 。本模型一共剖分 25394 个网格。网格剖分情况见图 7.1-5。

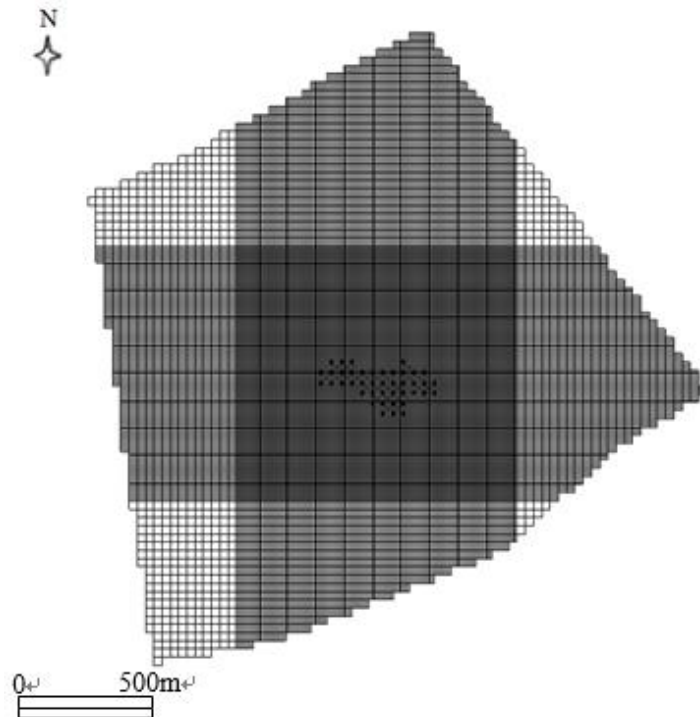


图 7.1-5 模型网格剖分图

2) 评价年限

本次评价对生产期间井场浸出剂对地下水的影响进行预测评价，生产期间即为典型采区的服务年限 8a。

3) 预测因子

本项目采用酸法浸出工艺，根据原地浸出采铀工程特点及七三七现有工程浸出液监测结果，本项目放射性污染因子为 $U_{\text{天然}}$ ，非放射性评价因子为 SO_4^{2-} 和 Mn。其中， $U_{\text{天然}}$ 浓度为浸出液平均铀浓度设计值 35mg/L； SO_4^{2-} 和 Mn 浓度采用浸出液监测值，分别为 13200mg/L 和 86.5mg/L。

7.1.3.2 七三九延续工程数学模型建立

1) 模拟区剖分

本次预测将模拟区域离散成正交网格，为了更加精确的刻画核素在井场附近的运移情况，在网格剖分的过程中对井场区域进行了加密，加密网格的大小为 $10 \times 10m$ ，外围非加密网格的大小为 $40 \times 40m$ 。本模型一共剖分 23332 个网格。网格剖分情况见图 7.1-6。

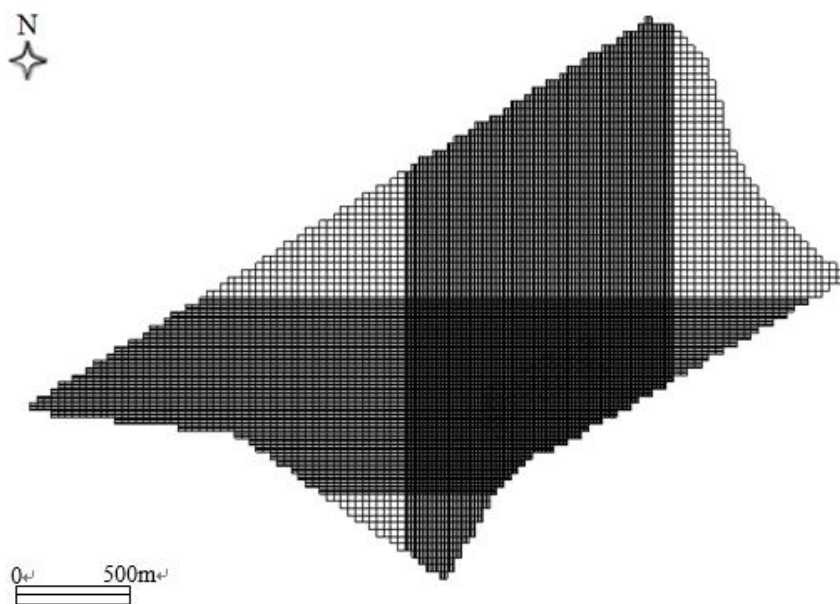


图 7.1-6 模型网格剖分图

2) 评价年限

本次评价对生产期间井场浸出剂对地下水的影响进行预测评价，生产期间即为典型采区的服务年限 8a。

3) 预测因子

本项目采用中性浸出工艺，根据原地浸出采铀工程特点及蒙其古尔铀矿床浸出液监测结果，本项目放射性污染因子为 $U_{\text{天然}}$ ，非放射性评价因子为 Cl^- 。其中， $U_{\text{天然}}$ 浓度为浸出液平均铀浓度设计值 35mg/L ； Cl^- 浓度采用浸出液监测值，为 328mg/L 。

7.1.4 地下水模拟预测及评价

7.1.4.1 七三七延续工程地下水模拟预测及评价

1) 流场预测结果及分析

以设计的抽注入井流量为依据，应用软件模拟计算得到的生产过程中含矿含水层等水位线见图 7.1-7。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。

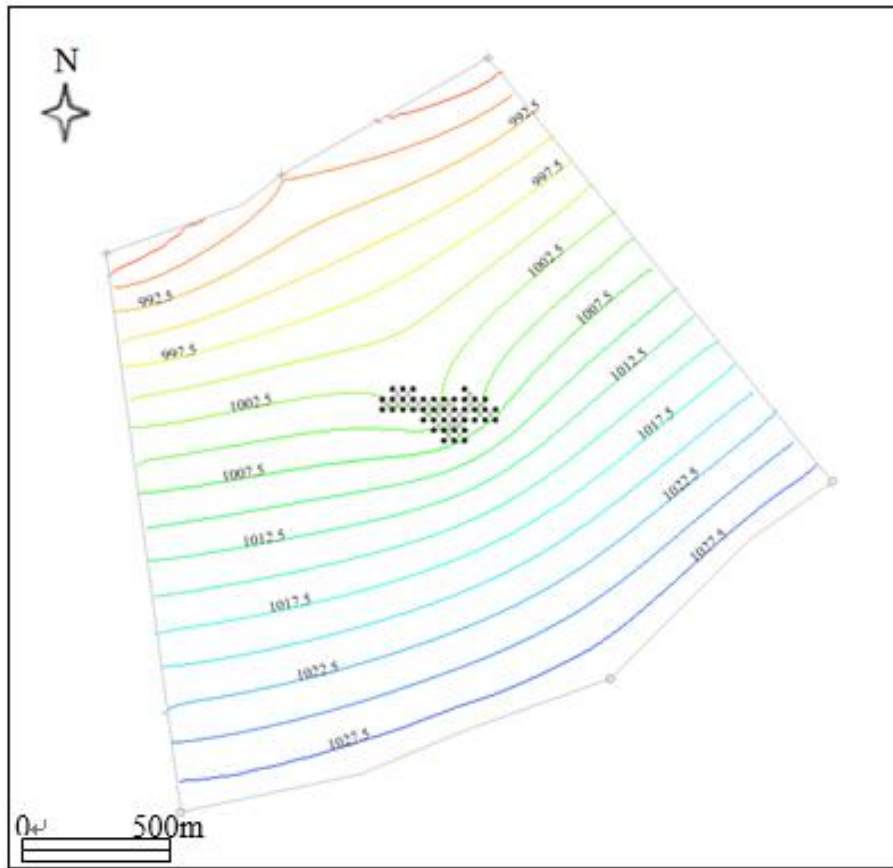


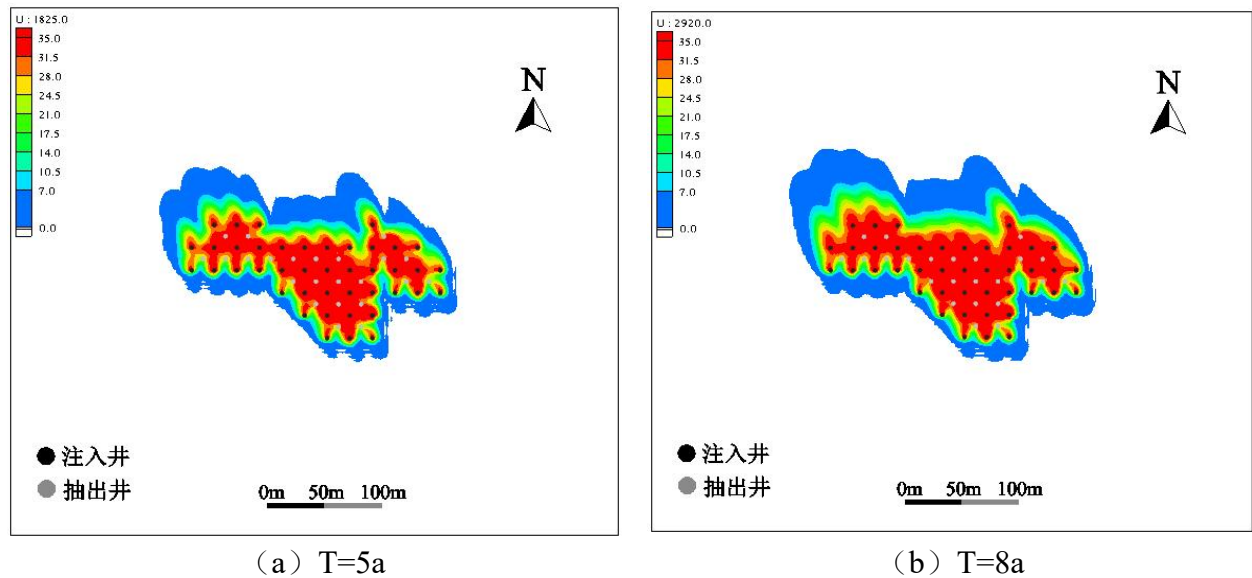
图 7.1-7 采区等水位线示意图

2) 溶质运移结果分析

(1) $U_{\text{天然}}$

本次评价对井场生产期含矿含水层中的 $U_{\text{天然}}$ 的迁移扩散进行了模拟预测，以 0mg/L 为边界浓度，分别绘制了第 5a、第 8a 的 $U_{\text{天然}}$ 浓度分布图，见

图 7.1-8。

图 7.1-8 $U_{\text{天然}}$ 在含矿含水层中的浓度分布图

由该图可知，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。从浓度分布图可知：

①第 5a 时， $U_{\text{天然}}$ 向下游迁移了约 121m，向上游迁移了约 45m，侧向迁移了约 49m。

②第 8a 时， $U_{\text{天然}}$ 向下游迁移了约 142m，向上游迁移了约 52m，侧向迁移了约 57m。

(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，以 250mg/L 为边界浓度（含本底值），分别绘制了第 5a、第 8a 的 U 浓度分布图，见图 7.1-9。

由该图可知，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 5a 时， SO_4^{2-} 向下游迁移了约 108m，向上游迁移了约 29m，侧向迁移了约 31m。

②第 8a 时， SO_4^{2-} 向下游迁移了约 133m，向上游迁移了约 33m，侧向迁移了约 41m。

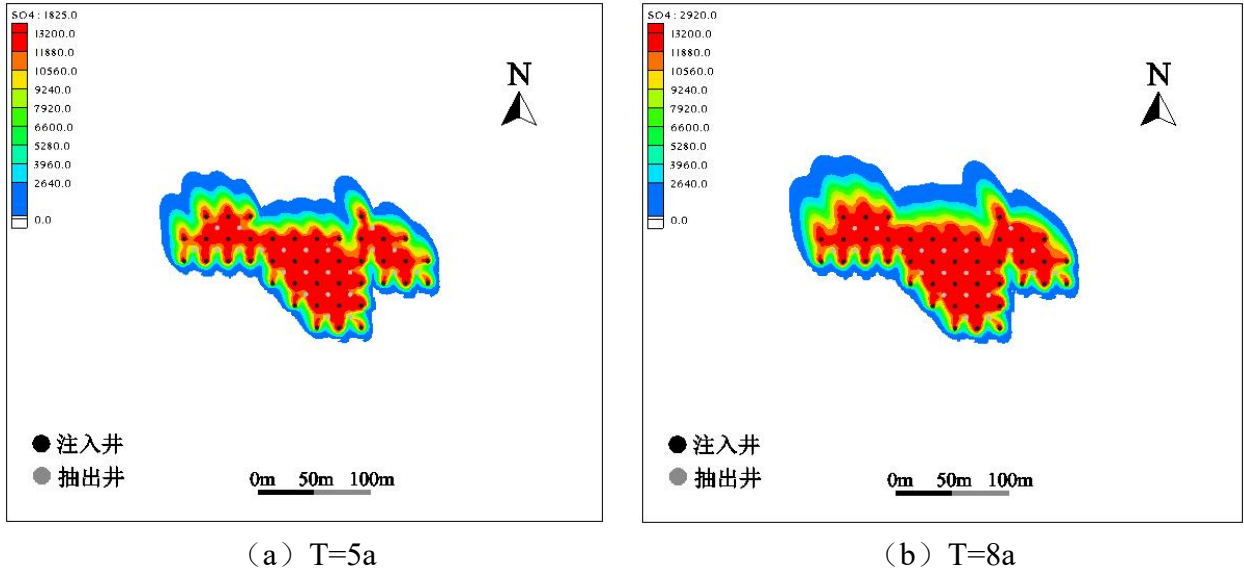


图 7.1-9 SO_4^{2-} 在含矿含水层中的浓度分布图

(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，以 0.1mg/L 为边界浓度（含本底值），分别绘制了第 5a、第 8a 的 U 浓度分布图，见图 7.1-10。

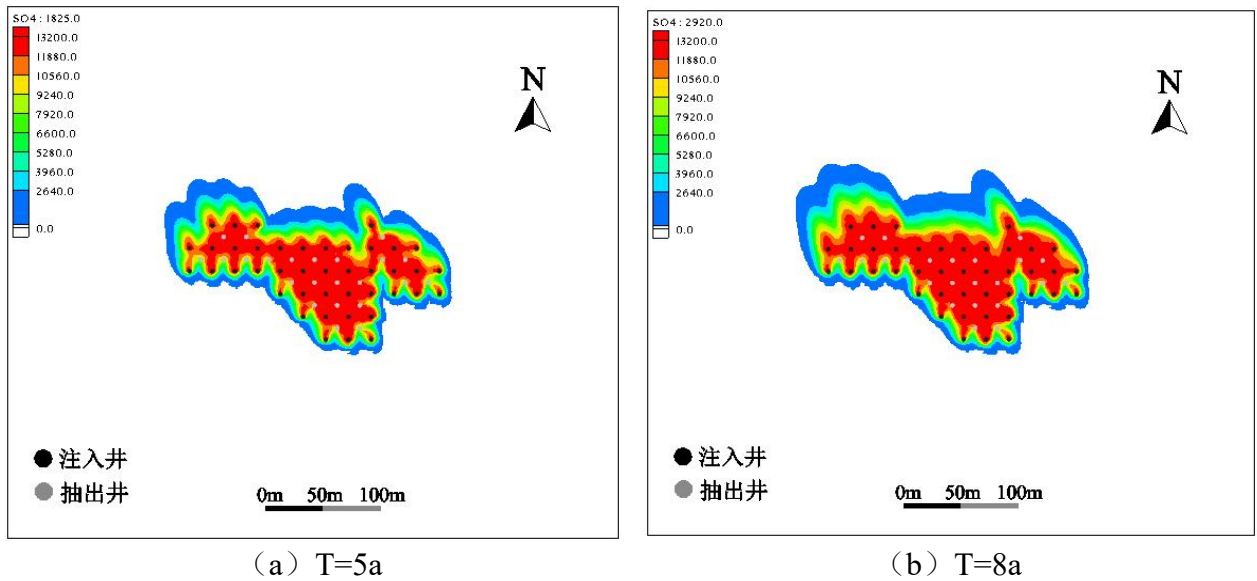


图 7.1-10 Mn 在含矿含水层中的浓度分布图

由该图可知，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 5a 时，Mn 向下游迁移了约 127m，向上游迁移了约 50m，侧向迁移了约 61m。

②第 8a 时，Mn 向下游迁移了约 147m，向上游迁移了约 54m，侧向迁移了约 72m。

综上所述，在生产期末第 8a 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 142m、133m 和 147m；由于本项目含矿含水层位于埋藏较深，且含矿含水层的顶底板均相对稳定，在此距离内含矿含水层中的地下水越流至潜水层或其他承压水层的可能性很小，对环境的影响不大，也不会对公众造成附加照射剂量。

7.1.4.2 七三九延续工程地下水模拟预测及评价

1) 流场预测结果及分析

以设计的抽注入井流量为依据，应用软件模拟计算得到的生产过程中含矿含水层等水位线见图 7.1-11。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。

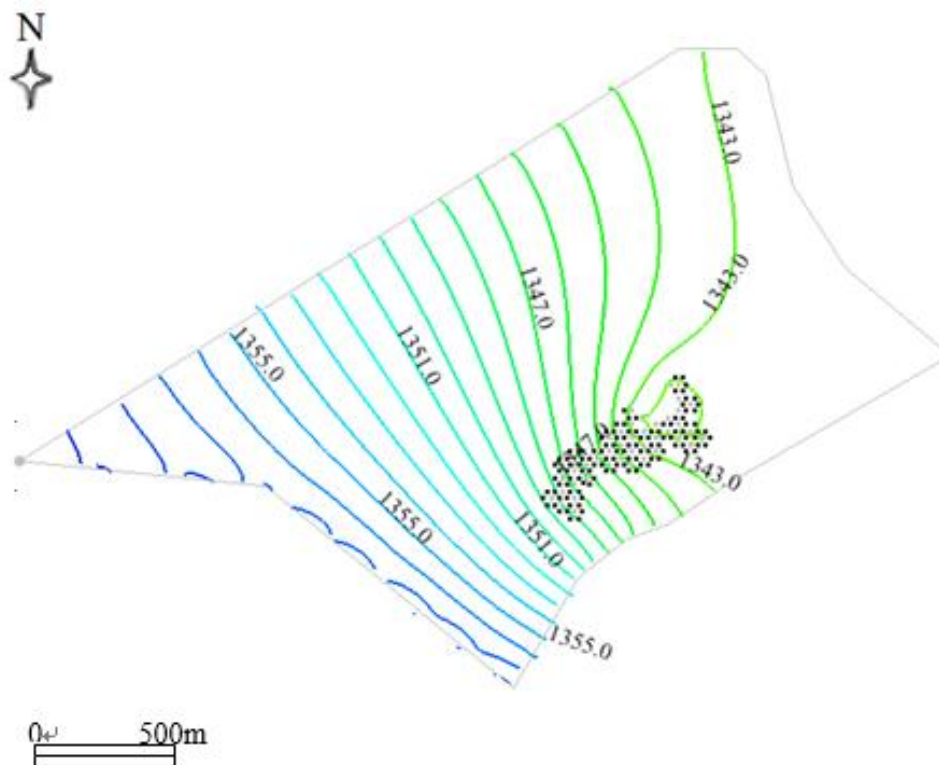


图 7.1-11 采区等水位线示意图

2) 溶质运移结果分析

(1) $U_{\text{天然}}$

本次评价对井场生产期含矿含水层中的 $U_{\text{天然}}$ 的迁移扩散进行了模拟预

测，以 0mg/L 为边界浓度，分别绘制了第 5a、第 8a 的 $U_{\text{天然}}$ 浓度分布图，见图 7.1-12。

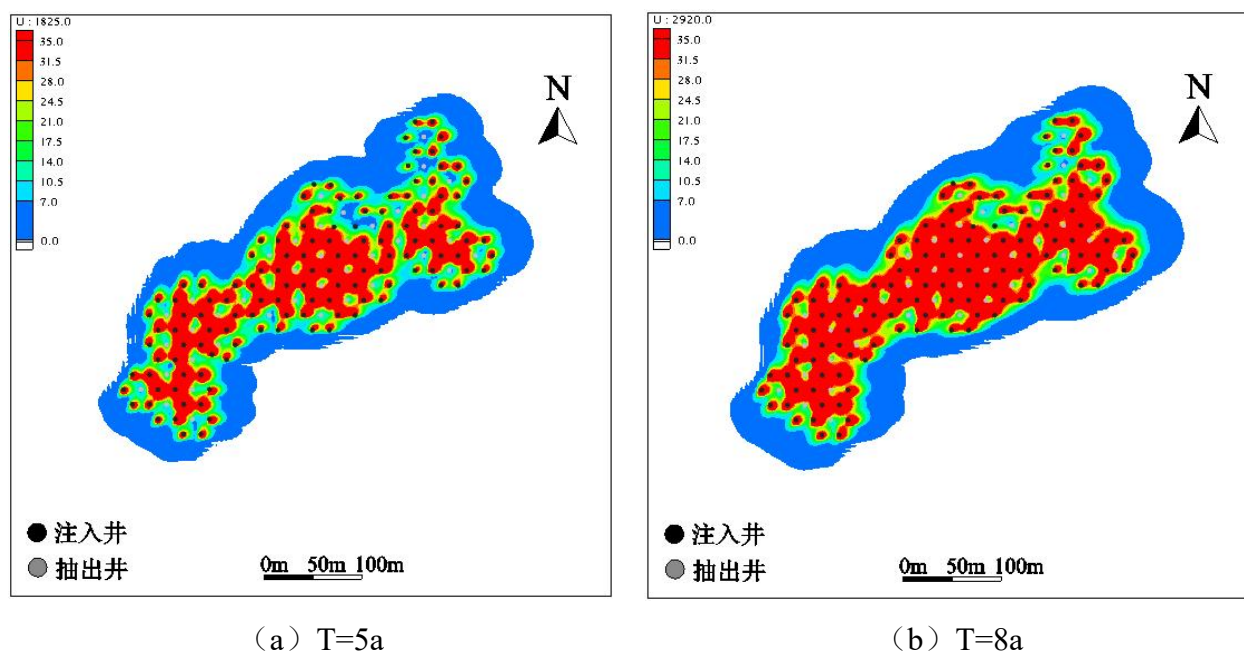


图 7.1-12 $U_{\text{天然}}$ 在含矿含水层中的浓度分布图

由该图可知，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。从浓度分布图可知：

①第 5a 时， $U_{\text{天然}}$ 向下游迁移了约 85m，向上游迁移了约 57m，侧向迁移了约 63m。

②第 8a 时， $U_{\text{天然}}$ 向下游迁移了约 114m，向上游迁移了约 78m，侧向迁移了约 84m。

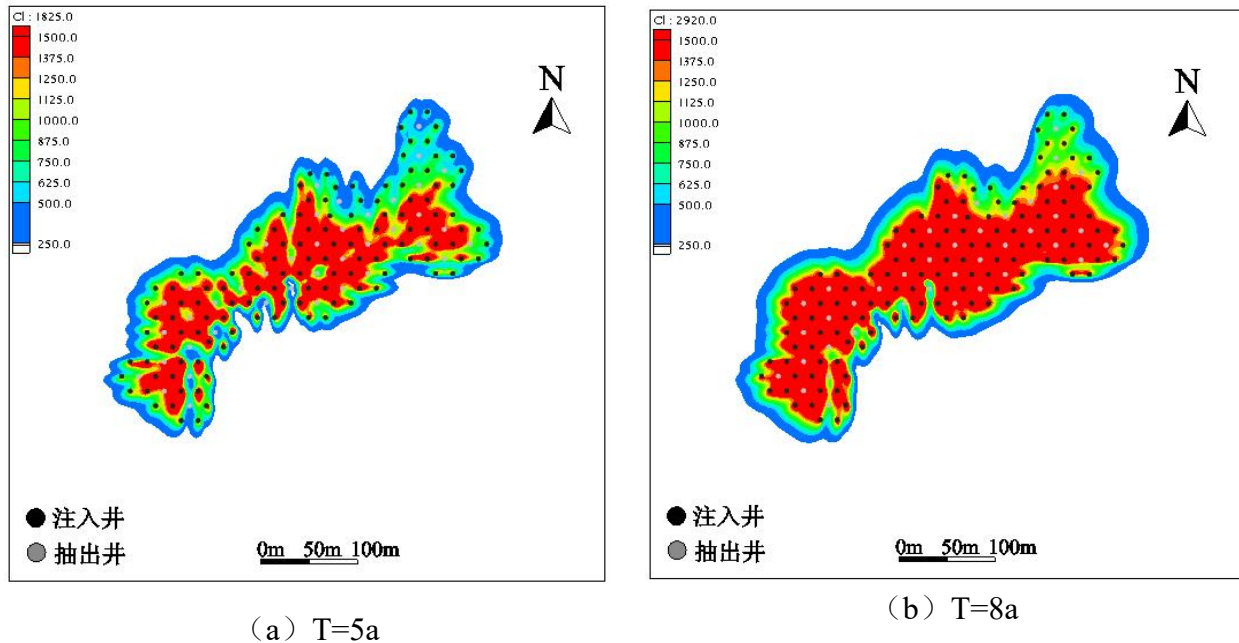
(2) Cl^-

本次评价对井场生产期含矿含水层中的 Cl^- 的迁移扩散进行了模拟预测，以 250mg/L 为边界浓度，分别绘制了第 5a、第 8a 的 Cl^- 浓度分布图，见图 7.1-13。

由该图可知，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 5a 时， Cl^- 向下游迁移了约 91m，向上游迁移了约 59m，侧向迁移了约 67m。

②第 8a 时， Cl^- 向下游迁移了约 121m，向上游迁移了约 83m，侧向迁移了约 86m。

图 7.1-13 Cl⁻在含矿含水层中的浓度分布图

综上所述，在生产期末第 8a 时， $U_{\text{天然}}$ 、Cl⁻在地下水水流方向向下游的迁移距离分别为 114m、121m；由于本项目含矿含水层埋深较深，且含矿含水层的顶底板均相对稳定，在此距离内含矿含水层中的地下水越流至潜水层或其他承压水层的可能性很小，对环境的影响不大，也不会对公众造成附加照射剂量。

7.2 蒸发池地下水环境影响分析

为了防止废水渗透而污染地下水，蒸发池池底、池壁做防渗漏处理，蒸发池的底部从下到上依次为钠基膨润土垫及 HDPE 土工膜、50cm 厚的回填土组成的人工防渗层。蒸发池中废水在生产期间下渗距离的计算方法如下：

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

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

式中：

X——蒸发池废水在蒸发池底部防渗层的垂直入渗距离，m；

K_s ——等效渗透系数，m/a；

h——蒸发池中废水水深，m，保守取 0.7m；

L ——等效渗透厚度，m，取 0.5m；

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

M_2 ——上层回填土的厚度，m，取 0.5m；

K_1 ——下层钠基膨润土垫及 HDPE 土工膜渗透系数，m/a，取 1×10^{-12} cm/s；

K_2 ——上层回填土渗透系数，m/a，取 1×10^{-2} cm/s。

通过计算可知：

1) 蒸发池复合防渗结构的等效渗透系数 K_s 为 1.05×10^{-4} m/a，七三七延续工程蒸发池中废水在生产期 18a 的时间内垂直入渗的距离约为 0.0045m，穿透复合防渗结构的时间约为 1990a，远大于 18a 的生产期限。因此，在生产期间，蒸发池溶液不会穿透蒸发池底部人工防渗层，也不会进入地下水。

2) 七三九延续工程蒸发池中废水在生产期 13a 的时间内垂直入渗的距离约为 0.0033m，穿透复合防渗结构的时间约为 1990a，远大于 13a 的生产期限。因此，在生产期间，蒸发池溶液不会穿透蒸发池底部人工防渗层，也不会进入地下水。

HDPE 土工膜使用寿命可长达上百年，强度高，断裂拉伸强度可达 28Mpa 以上，抗戳穿力强，耐低温，冷脆温度 -60℃ 以下，在项目所在地最低低温之下。施工过程中，采用复合土工膜的施工工艺，可有效地实现对土工膜的保护，通过以上多重防御系统，蒸发池对地下水产生污染的可能非常小。

8 运行期非放射性环境影响分析

8.1 大气环境影响分析

七三七厂现有浸出液处理厂房在转型剂配制工序会产生硫酸雾；七三九延续工程在淋洗转型设施厂房酸化工序以及盐酸库会产生 HCl 气体。

生产厂房中硫酸、盐酸涉及工序罐体、管线密闭性较好，且管线上设置流量计，装置设备管线连接处采用密封垫片，确保了其中的硫酸、盐酸处于密闭、可控状态，生产厂房硫酸雾、HCl 气体排放量很小，可忽略不计。因此，本项目仅进行七三九延续工程盐酸库 HCl 气体环境影响分析。

盐酸库 HCl 气体主要来源于盐酸储罐的呼吸排放，盐酸储罐 HCl 气体排放参数见表 8.1-1。

表 8.1-1 盐酸储罐 HCl 气体排放参数

| 名称 | 污染物 | 源强 (kg/h) | 排气量 (m ³ /h) | 排放高度 (m) | 出口内径 (m) | 温度 (°C) |
|------|-----|-----------|-------------------------|----------|----------|---------|
| 盐酸储罐 | HCl | 0.0008 | 10 | 3.5 | 0.09 | 8.3 |

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

8.1.1 无组织排放厂界分析

根据估算结果，本项目盐酸库无组织排放的 HCl 在水冶厂边界处的浓度见表 8.1-2。

表 8.1-2 盐酸库 HCl 无组织排放厂界分析

| 厂界 | 距离 (m) | 贡献值 (μg/m ³) | 标准值 (μg/m ³) |
|-----|--------|--------------------------|--------------------------|
| 东厂界 | 221 | 0.55 | 200 |
| 南厂界 | 200 | 0.58 | |
| 西厂界 | 99 | 0.87 | |
| 北厂界 | 115 | 0.80 | |

由该表可知，本项目盐酸库无组织排放的 HCl 在东、南、西、北厂界处的贡献值均小于 0.20mg/m³，可满足《大气污染物综合排放标准》(GB16297-1996) 周界外浓度最高点限值要求，对周围环境影响较小。

8.1.2 大气环境影响分析

根据估算结果，本项目盐酸库无组织排放对 5km 范围内居民点环境空气中 HCl 影响结果见表 8.1-3。

表 8.1-3 HCl 废气排放环境影响结果分析

| 居民点 | 距离 (m) | 贡献值 ($\mu\text{g}/\text{m}^3$) | 监测值 ($\mu\text{g}/\text{m}^3$) | 预测值 ($\mu\text{g}/\text{m}^3$) | 标准值 ($\mu\text{g}/\text{m}^3$) | 贡献率 (%) |
|--------|-----------|-------------------------------------|-------------------------------------|-------------------------------------|-------------------------------------|------------|
| 阿克亚尔村 | 3342 | 0.047 | 未检出 | 0.047 | 50 | 0.094 |
| 上加尕斯台村 | 4610 | 0.030 | | 0.030 | | 0.06 |

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

8.2 水环境影响分析

本项目不新增劳动定员，调用现有七三七厂和七三九厂工作人员，因此不额外增加生活污水量。

其中，本项目现有水冶厂和生活区生活污水经处理后回用于厂区绿化、抑尘，不外排。因此，本项目生活污水均进行了妥善处理，不会对项目周边水环境产生影响。

8.3 固体废物环境影响分析

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

8.4 声环境影响分析

8.4.1 噪声源强分析

本项目生产期噪声设备主要为各种水泵、搅拌电机、风机等，主要集中在浸出液吸附厂房和浸出液处理厂房内，均属于室内声源，单机噪声源强均小于 90dB (A)。

8.4.2 敏感点确定

经调查，七三七、七三九延续工程所属设施周边外围 200m 范围内无村庄敏感点，项目生产不会对居民点产生影响，故仅对厂界噪声达标情况进行预

测、评价。延续工程吸附厂房距离厂界位置见表 8.4-1。

表 8.4-1 七三七、七三九延续工程吸附厂房与厂界距离

| 设施名称 | 与厂界距离, m | | | |
|-----------------|-----------------|------|------|------|
| | 七三七延续工程 吸附厂房 | 东厂界 | 西厂界 | 南厂界 |
| | 11 | 42 | 9 | 35 |
| 七三九延续工程 吸附厂房 | 东北厂界 | 西南厂界 | 西北厂界 | 东南厂界 |
| | 115 | 195 | 120 | 165 |

8.4.3 预测方法

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

两工程产噪设备均在厂房内布置,对室内设备噪声具有衰减效果;厂区内其他建筑物在噪声传播过程中起到反射和屏障的作用;厂区内道路和场地均为坚实地面,在噪声传播过程中起到地面衰减的作用。根据以上内容通过 BREEZE NOISE 软件进行模型构建、噪声源设置和场景设置,预测各产噪设备对厂界噪声的贡献值进行预测。

8.4.4 预测结果

七三七、七三九延续工程吸附区厂界噪声贡献值预测结果见表 8.4-2,噪声贡献等声级图见图 8.4-1、图 8.4-2。

表 8.4-2 七三七、七三九延续工程吸附厂房厂界噪声贡献值

| 设施名称 | 噪声贡献值, dB (A) | | | |
|----------------|----------------|------|------|------|
| | 七三七延续工程 吸附区 | 东厂界 | 西厂界 | 南厂界 |
| | 20.4 | 17.9 | 19.2 | 19.0 |
| 七三九延续工程 吸附区 | 东北厂界 | 西南厂界 | 西北厂界 | 东南厂界 |
| | 22.6 | 34.6 | 19.9 | 31.6 |

由表中数据及等值线分布图可以看出,七三七、七三九延续工程运行后,吸附区厂界处噪声均可以满足《工业企业厂界环境噪声排放标准》(GB12348-2008)2类标准要求,且厂界外 200m 范围内无居民点等声环境敏感目标分布,因此,工程建成运行后,对周围声环境影响较小。

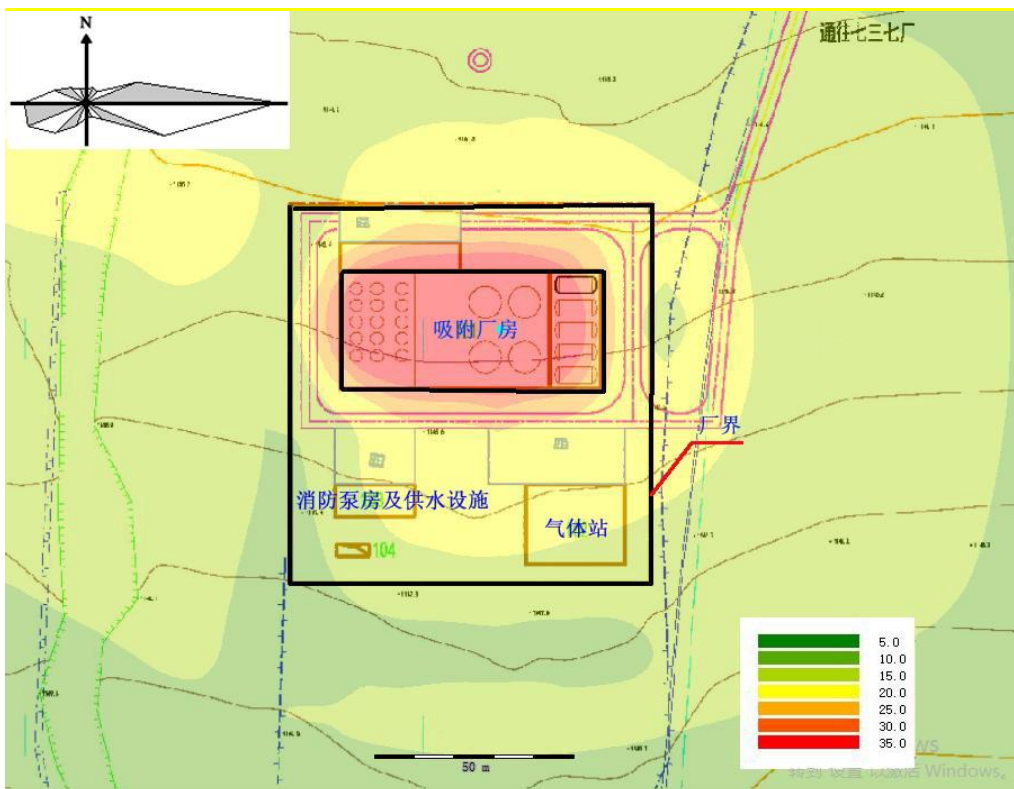


图 8.4-1 七三七延续工程吸附厂房噪声预测等声级图



图 8.4-2 七三九延续工程吸附厂房噪声预测等声级图

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

本项目放射性气态流出物主要来自浸出液吸附厂房、浸出液处理厂房、集液罐及蒸发池中 ^{222}Rn 的排放， ^{222}Rn 的排放量不大，且浸出液吸附和处理厂房中各设备、管线均处于密闭状态，气态流出物处于可控状态，不会发生较大的事故。因此，在事故情况下，本项目仅考虑液态流出物的影响。

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

- 1) 含矿含水层内非控制性抽注失衡；
- 2) 事故性停止生产，造成含矿含水层内浸出剂流散加剧；
- 3) 事故性跑、冒、滴、漏；
- 4) 饱和树脂运输事故；
- 5) 井场管道断裂；
- 6) 上层含水层污染；
- 7) 蒸发池破裂，造成池内放射性液体流散。

9.1.2 事故环境影响分析

9.1.2.1 非控制性抽注失衡

正常运行工况下，地浸采铀采用抽液量一般略大于注液量的负不平衡来控制或避免地下浸出液的流散。由于生产控制的波动性，项目运行中短暂的抽注失衡是存在的，可能发生少量的浸出液由于抽注不平衡而流散到井场外的事故，非控制性抽注失衡已作为生产期的正常排放进行了评价。

另外，本项目抽、注液管道均设有流量和压力的自动检测和报警装置，一旦出现泄漏，可及时发现并修复，其影响要小于正常生产时的影响，因此，此类事故完全可以在短时间内得到控制，对周围地下水环境影响较小。

9.1.2.2 事故性停产

由于意外事故发生，造成非计划性生产停止，这将会造成含矿含水层内

浸出剂向溶浸范围之外流散。

本项目正常生产过程中，每年的生产期为 350d，一年中有 15d 的停产检修期，但是该停产检修期仅是个别钻井的检修和注入井的洗井等时间的累加值，整个井场为全年运行，因此已作为生产期的正常排放进行了评价，且本项目采用抽大于注工艺，使地下水在采区范围内形成降落漏斗。在停产检修期，井场内的浸出液首先恢复降落漏斗，然后才向下游迁移，由于钻井的检修和注入井洗井时间较短，短暂停产对地下水的影响远小于正常性停产的影响。因此，本次评价不再进行事故性生产停产情况的影响分析。

9.1.2.3 事故性跑、冒、滴、漏

浸出液吸附和处理厂房可能发生的事故为出现冒槽或管道的跑、冒、滴、漏等，本项目浸出液吸附和处理厂房内的各类储池、储罐、管道均设有液位、压力或流量自动检测、报警与连锁控制系统，一旦发生冒槽或管道的跑、冒、滴、漏等情况可及时发现并得到有效控制，漏失的液体经设置的沟槽在厂房内集中收集后，返回集液罐中，因此在事故性的冒槽或跑、冒、滴、漏情况下，浸出液对外环境的影响很小。

七三九延续工程浸出液由井场向浸出液吸附厂房输送的过程中，在跨越冲沟处若发生泄漏，会汇集于冲沟内，造成土壤污染；为防止管线泄漏的浸出液排入冲沟，在浸出液吸附厂房和井场中间、跨冲沟输液管道桁架的下游低洼处设事故池一座，可将泄漏液就近收集储存到事故池中，再泵送至集液罐。

9.1.2.4 饱和树脂运输事故

本项目饱和树脂需通过道路运输至七三七、七三九现有工程水冶厂，在饱和树脂运输过程中若出现泄漏的情况，可能对环境造成一定的影响。树脂转运车采用单层常压卧式储罐，进、出口管道均设置阀门密封措施，出现泄漏的可能性较小。如果发生交通事故致使意外泄漏时，将立即启动应急预案将泄漏的饱和树脂及泥土统一收集，运至现有工程水冶厂，将混合泥土的饱和树脂通过振运筛清洗，去除泥砂，可以再次利用，污染的泥土送到蒸发池贮放。

9.1.2.5 井场管道断裂

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

1) 冰冻影响

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

2) 受压断裂和破坏断裂

本项目井下管道安装在钻孔中，孔内的管材用壁厚 8~10mm 的聚四氟乙烯，孔壁与管壁之间用水泥砂浆充填。钻孔特定的设计结构使钻孔管道不存在被破坏的可能。另外，对于承受压力较小的抽、注液支管采用具有足够强度 PE 管，而对于承受较大压力的集液总管、注液总管、集液主管和注液主管采用高强度的钢塑复合管。因此，各管道具有足够的抗压能力，不会因受压而断裂。

在正常生产时均定期检查各类管道，即使因意外原因造成管道泄漏，也可及时发现与更换，泄漏液不会泄漏至周边环境。另外，发生泄漏后，井场自控中心也会很快检测到，并进行联锁控制，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，即使管道断裂，其影响相对来说也是比较小的。

9.1.2.6 上层含水层污染事故

本项目地浸钻孔施工过程中采取了严格的质量保证，仅在含矿段设计安装滤水管，并将滤水管以上环状间隙全段水泥封堵，在施工完毕后，将通过物探检测等手段，保证井管的完整性和水泥封堵的可靠性。因此，一般情况下不存在由于钻孔密封不良造成浸出剂泄漏事故发生。

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

9.1.2.7 蒸发池泄漏事故

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

9.1.3 最大可信事故

蒸发池是地浸采铀工程的重要构筑物，根据事故情景分析可知，若蒸发池池底土工膜断裂，可能造成蒸发池内吸附尾液发生泄漏，废水下渗可能对地下水环境造成污染，虽然发生渗漏后可及时通过检测发现并进行漏点修补，但泄漏一旦发生地下水较难修复。因此，本次事故环境影响评价将蒸发池泄漏作为最大可信事故，对其泄漏导致的地下水环境影响进行预测与评价。

9.1.4 蒸发池泄漏事故地下水预测及评价

七三七、七三九延续工程蒸发池所在区域均被第四系覆盖，包气带土壤岩性均为沙、泥、砂砾层，且潜水地下水埋深相近，故本次预测保守考虑选取蒸发池面积较大（泄漏源项较大）、服务年限较长的七三七延续工程蒸发池做为泄漏事故源项。

9.1.4.1 预测情景

本次模拟假设蒸发池底部防渗层发生破损事故，蒸发池废水通过防渗失效的部分泄漏进入地下包气带。预测评价其对包气带土壤及地下水环境造成的影响。蒸发池设有渗漏在线检测装置，发现泄漏后立即采取应急措施，污染源随之消失，已泄漏的放射性核素仍继续向下运移。本项目预测时长为6570d（服务年限），保守泄漏时长为31d。

9.1.4.2 数学模型

1) 水流运动方程

土壤水流数学模型选择各向同性的土壤、不可压缩的液体（水）、一维情形的非饱和土壤水流运动的控制方程，即经典 Richards 方程描述一维平衡水流运动。公式如下：

$$\frac{\partial \theta}{\partial t} = \frac{\partial}{\partial x} \left[K \left(\frac{\partial h}{\partial x} + \cos \alpha \right) \right] - S \quad (9-1)$$

式中， h —压力水头， m ；

θ —体积含水率， $m^3 \cdot m^{-3}$ ；

t —模拟时间， a ；

α —水流方向与纵轴夹角，本研究模拟一维垂向入渗，故取值为 0 ；

$K(h, x) = K_s(x)K_r(h, x)$ ，为非饱和渗透系数函数， $m \cdot a^{-1}$ 。其中， K_s 为饱和渗透系数， $m \cdot a^{-1}$ ； K_r 为相对渗透系数， $m \cdot a^{-1}$ 。

根据概念模型假设条件，本次模拟选用目前使用最广泛的 van Genuchten-Mualem 模型计算土壤水力特性参数 $\theta(h)$ 、 $K(h)$ 。公式如下：

$$\theta(h) = \begin{cases} \theta_r + \frac{\theta_s - \theta_r}{[1 + |\alpha h|^n]^m} & h < 0, m = 1 - \frac{1}{n}, n > 1 \\ \theta_s & h \geq 0 \end{cases}$$

$$K(h) = K_r S_r^l [1 - (1 - S_r^{1/m})^n]^2$$

$$S_r = \frac{\theta - \theta_r}{\theta_s - \theta_r} \quad (9-2)$$

式中， θ_r —土壤的残余含水率， $m^3 \cdot m^{-3}$ ；

θ_s —土壤的饱和含水率， $m^3 \cdot m^{-3}$ ；

α 、 n —土壤水力特性经验参数， α 单位为 m^{-1} ， n 为无量纲；

l —土壤介质孔隙连通性能参数，无量纲，一般取经验值 0.5 。

2) 溶质运移方程

本次模拟选用经典对流-弥散方程描述一维溶质运移，公式如下：

$$\frac{\partial \theta c}{\partial t} + \rho \frac{\partial s}{\partial t} = \frac{\partial}{\partial x} \left(\theta D \frac{\partial c}{\partial x} \right) - \frac{\partial qc}{\partial x} - \psi \quad (9-3)$$

式中， c —土壤液相中核素浓度， $mg \cdot L^{-1}$ ；

s —土壤固相中核素浓度， $mg \cdot mg^{-1}$ ；

D —弥散系数， $m^2 \cdot a^{-1}$ ，代表分子扩散及水动力弥散，反映土壤水中溶质分子扩散和弥散机；

q —体积流动通量密度， $m \cdot a^{-1}$ ；

ψ —源汇项， $mg \cdot (m^3 \cdot a)^{-1}$ 。

9.1.4.3 定解条件

1) 边界条件

(1) 水流模型

上边界设置为变水头边界，泄漏期间（31d 内）蒸发池水位设置为 120cm，检修后停止泄漏；下边界为自由排水边界，根据水文地质资料，区域包气带厚度为 19.5m，则设置地下水位埋深为 1950cm。

(2) 溶质模型

上边界为定浓度边界，保守考虑设置蒸发池废水中 $U_{\text{天然}}$ 为 0.5mg/L；下边界选择零梯度边界。

2) 初始条件

(1) 水流模型

水流模型初始条件通过压力水头刻画，设置地表初始压力水头为蒸发池水位 120cm，潜水位处压力水头为 0cm。

(2) 溶质模型

溶质模型包气带土壤中 $U_{\text{天然}}$ 初始浓度取 0mg/kg。

9.1.4.4 参数设置

1) 土层剖分

根据水文地质资料，本次模拟土层总厚度为 1950cm，应用 Soil Profile-Graphical Editor 模块对模型土层进行剖分，每层为 10cm，共剖分为 195 层。

2) 土壤水力特征参数

根据地勘资料，参考其他相同性质土层的成分及含量，并结合 UNSODA 数据库，得到具体土壤水力特征参数见表 9.1-1。

表 9.1-1 土壤的水分特征曲线参数一览表

| 土质 | θ_r | θ_s | $\alpha(1/cm)$ | n | $K_s (cm/d)$ | l |
|-------|------------|------------|----------------|------|--------------|-----|
| 砂质粘性土 | 0.1 | 0.38 | 0.027 | 1.23 | 2.88 | 0.5 |

3) 溶质运移参数

本次模拟考虑地层对核素的迁移阻滞作用，核素分配系数参考《哈达图铀矿开采水源地保护技术研究报告》同类型包气带土壤的土柱淋滤实验研究

成果，确定分配系数 K_d 为 35.5mL/g。

9.1.4.5 结果与分析

基于上述模型设置，对蒸发池包气带土壤中核素迁移过程进行模拟预测，得出 $U_{\text{天然}}$ 浓度随深度变化曲线见图 9.1-1。

由该图可知，蒸发池废水泄漏造成放射性核素向深层迁移。在 31d 时， $U_{\text{天然}}$ 迁移深度约为 40cm，在 6570d 时， $U_{\text{天然}}$ 迁移深度约为 670cm。根据地勘报告，蒸发池所在区域地下水埋深约为 1950cm，因此事故状况下未到达地下水水位，不会对地下水环境产生影响。

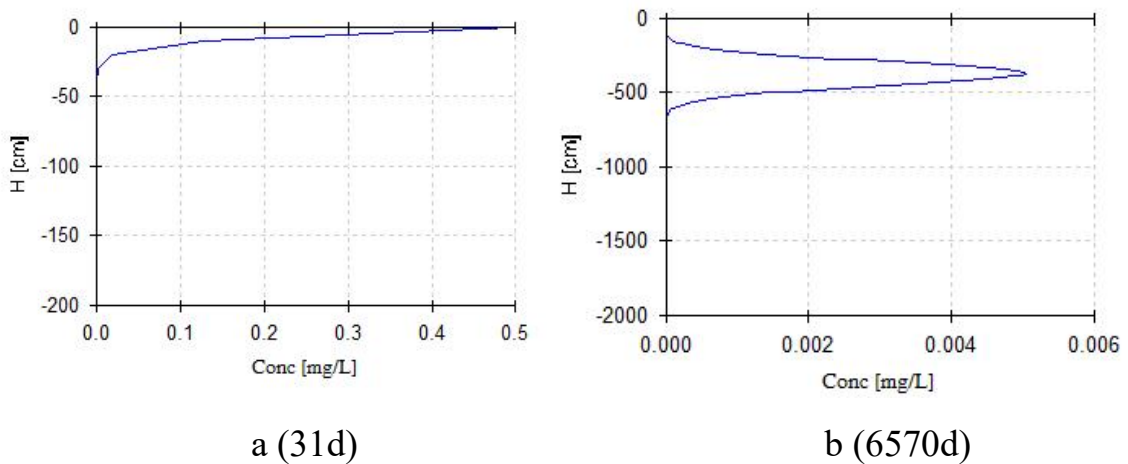


图 9.1-1 不同时间 $U_{\text{天然}}$ 浓度随深度变化曲线

9.2 环境风险评价

本项目涉及的主要危险物质为七三七延续工程使用的硫酸，储存方式为采用 5 个容积为 50m³ 的硫酸罐储存，四用一备。硫酸储罐区设有围堰。根据 HJ169-2018 相关内，结合硫酸储存方式、储存量及周边环境状况，判断本项目大气、地下水环境风险评价工作等级均为简单分析。

9.2.1 环境风险识别

本项目危险物质为七三七延续工程使用浸出剂的硫酸以及七三九延续工程使用的酸化剂盐酸。

1) 硫酸

硫酸具有强氧化性、脱水性、强腐蚀性。硫酸对皮肤、粘膜等组织有强烈的刺激和腐蚀作用，蒸汽或硫酸雾可引起结膜炎、结膜水肿、角膜浑浊，以致失明；吸入硫酸雾后引起呼吸道刺激反应、重者发生呼吸困难和肺水肿。

硫酸助燃，遇水放热，可发生沸溅，与易燃物和可燃物接触会发生剧烈反应，甚至引起燃烧；有强烈的腐蚀性和吸水性。

七三七延续工程硫酸储存于新建吸附区的硫酸库。硫酸库露天布置，长27m，宽7.5m，四周设1m高围堰，围堰内侧采用密实钾水剥离混凝土防腐，库内设5个容积为50m³的卧式储罐，四用一备。

七三七延续工程硫酸储罐如发生泄漏，可能通过包气带下渗进入地下水；浓硫酸自身挥发性较差，但如果发生泄漏与空气中的水蒸气、地面砂石等接触会形成硫酸雾，对周边大气环境造成影响。

2) 盐酸

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

七三九延续工程在原硫酸库基础上扩建，新建盐酸库。盐酸长12m、宽6m，四周设1m高围堰，围堰内侧采用密实钾水剥离混凝土防腐；库内设1个容积为70m³的卧式储罐和配套卸酸设备。

七三九延续工程硫酸储罐如发生泄漏，可能通过包气带下渗进入地下水，挥发的酸雾会对周边大气环境造成影响；一旦与人体接触容易引起眼、口、鼻等灼烧。

9.2.2 环境风险分析

七三七延续工程硫酸罐、七三九延续工程盐酸罐如发生泄漏，通过厂内巡视及监控系统可以在短时间对泄漏的硫酸、盐酸进行处理，不会出现硫酸雾、盐酸雾长时间在空气中扩散的情况；此外，七三七延续工程硫酸库、七三九延续工程盐酸库均与居民点距离较远，扩散的少量硫酸雾、盐酸雾经大气稀释不会对各自周边的居民点造成影响。

硫酸储罐、盐酸储罐均建设在围堰之内，围堰内侧进行防渗层处理，泄漏的硫酸、盐酸不会出现外流或下渗影响地下水的情况。

9.2.3 环境风险防范措施及应急措施

9.2.3.1 事故防范措施

1) 七三七延续工程硫酸库周围设置整体围堰,围堰尺寸为 $27\text{m}\times 7.5\text{m}\times 1\text{m}$,内设5台卧式储罐,围堰容积 202.5m^3 ,可以满足单台硫酸储罐的泄漏量。七三九延续工程盐酸库围堰尺寸为 $12\text{m}\times 6\text{m}\times 1\text{m}$,围堰容积 72m^3 ,可以满足盐酸储罐的泄漏量。两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。

2) 七三七延续工程硫酸库内设置五台同等规格的硫酸储罐,四用一备,均位于围堰内,同时围堰内设置应急泵,并有管道连接,一旦发生硫酸储罐泄漏事故,可立即启动应急泵,通过已有管道将泄漏的液体导入备用罐中;七三九延续工程盐酸库内设应急泵,如发生泄漏可通过应急泵对盐酸进行回收。

3) 硫酸库、盐酸库内应设置洗眼器、冲洗水管等设施,并配备面具、防护服、防护手套、安全眼镜等个人防护装备。

4) 硫酸库、盐酸库周边设置醒目的安全警示标志、职业危害告知牌、危险源告知牌等。

9.2.3.2 环境风险管理措施

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

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

3) 危险品储运采用槽车或桶装运输,经常检查阀门,防止泄漏。

4) 建立污染事故应急处理组织,负责污染事故的指挥和处理。

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

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

9.2.3.3 环境风险应急要求

制定应急预案的目的是在发生突发环境事件的紧急情况下，为组织和个人提供安全指引，使组织和个人对突发事故具有快速反应和应变能力，以最大限度地降低事故造成的财产损失和人员伤亡。

针对本项目风险源，提出以下应急要求：

- 1) 成立应急指挥小组，明确小组成员及相应的责任，建立应急人员联系单并公布；
- 2) 为了使突发事故发生后能有条不紊地处理事故，在工程投产之前就应制定好事故应急计划和方案，制定应急疏散路线；
- 3) 一旦发生突发事故，应及时发出警报，并在救援小组的领导下，紧急隔离危险物品，切断电源，疏散人群，抢受伤人员；
- 4) 制定环境风险应急培训计划，明确公司应急预案的演习和训练内容、范围和频次；规定应急状态终止程序，事故现场善后处理和恢复措施；
- 5) 建立应急档案和专门报告制度。

10 环境保护措施及其可行性论证

10.1 施工期环境保护措施及其可行性论证

10.1.1 施工期环境保护措施

10.1.1.1 施工期大气污染防治措施

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

在施工过程中选择使用工况良好的机械，并加强日常维护及检修，尽量避免由于机械老化而导致的燃料燃烧不完全现象的发生，以减少烟气的产生。

10.1.1.2 施工期水污染防治措施

施工期生产废水和生活污水污染物种类简单，含量较低。生产废水主要为设备清洗和水泥养护排水，由于施工区域蒸发量很大，其产生量极少，基本可全部蒸发。施工期作业人员产生的生活杂用水及盥洗废水，生活污水在寝车收集后外运处理。

10.1.1.3 施工期噪声污染防治措施

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

10.1.1.4 施工期固体废物污染防治措施

施工期固体废物包括更换的废旧设备管道、钻井泥浆、废机油、建筑垃圾以及施工人员生活垃圾等。废旧设备管道经简单去污后暂存于固体废物贮存库，待退役时运至审管部门认可的废旧金属处理中心处理。钻井泥浆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。废机油产生量较少，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；建筑垃圾送至指定的建筑垃圾堆放处，最终送至指定的建筑垃圾处理场；施工人员生活垃圾在寝车集中堆放，最终外送环卫部门处理。

10.1.2 施工期环境保护措施可行性论证

10.1.2.1 施工期大气污染防治措施可行性分析

施工扬尘的多少及影响程度的大小与施工场地条件、管理水平、机械化程度和天气条件等诸多因素有关；据有关调查显示，施工工地的扬尘主要由运输车辆的行驶产生，约占扬尘总量的 60%。一般情况下，施工场地、施工道路在自然风作用下产生的扬尘所影响范围在 100m 以内，如果在施工期间对车辆行驶路面实施洒水抑尘，可使扬尘减少 70% 左右，如表 10.1-1 为施工场地洒水抑尘的试验结果所示。

表 10.1-1 施工场地洒水扬尘试验结果 单位： mg/m^3

| 距工地距离 (m) | 5 | 20 | 50 | 100 |
|-----------|-------|------|------|------|
| 场地未洒水 | 10.14 | 2.89 | 1.15 | 0.86 |
| 场地洒水 | 2.01 | 1.40 | 0.67 | 0.60 |

由上表可知，表明实施洒水抑尘 4~5 次/天，可以有效地控制施工扬尘，可将 TSP 影响范围缩小至 20~50m。本项目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，场界可以满足《大气污染物综合排放标准》(GB16297-1996) 无组织排放监控浓度限值 $1\text{mg}/\text{m}^3$ 的要求。以上施工期工程措施已在多个施工场地中得到广泛应用，其措施是可行的。

10.1.2.2 施工期水污染防治措施可行性分析

施工期生产废水和生活污水污染物种类简单，含量较低，施工区域蒸发量很大，设备清洗和水泥养护水基本可全部蒸发。施工期作业人员生活污水在寝车收集后外运处理，其处理措施是可行的。

10.1.2.3 施工期噪声污染防治措施可行性分析

建筑施工通常分为四个阶段，即土方阶段、基础阶段、结构阶段和装修

阶段，每一阶段所采用的施工机械不同，对外界环境造成的噪声污染水平也不同，各阶段主要高噪声设备污染源及预测结果见表 10.1-2。

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

表 10.1-2 施工噪声源及不同距离的噪声级 单位：dB (A)

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

10.1.2.4 施工期固体废物污染防治措施可行性分析

施工期固体废物加强管理，专人收集、定点堆放。废旧设备管道经简单去污后暂存于固体废物贮存库，待退役时运至审管部门认可的废旧金属处理中心处理；钻井泥浆处理后运至泥饼池进行集中处理；废机油回用于钻机设备传动、润滑等，仍有剩余时交由具备危险废物处置资质的单位处置；建筑垃圾送建筑垃圾填埋场；生活垃圾送环卫处集中处理。各处置去向合理，处置措施可行。

10.2 运行期环境保护措施及其可行性论证

10.2.1 运行期环境保护措施

10.2.1.1 运行期大气污染防治措施

本项目浸出液吸附厂房、浸出液处理厂房生产过程中产生少量的氡及其子体、硫酸雾和 HCl 气体，采取全面通风措施后，由高出周围 50m 内最高建筑物屋脊 3m 的排气筒排至大气扩散稀释。另外，盐酸库产生 HCl 气体，主要靠大气稀释排放。

运行期集液罐、蒸发池产生的废气污染物主要为 ^{222}Rn ，主要靠大气稀释排放。

10.2.1.2 运行期水污染防治措施

1) 工艺废水

本项目产生的工艺废水主要为吸附尾液，全部输送至蒸发池蒸发处理。其中，七三七、七三九延续工程吸附尾液产生量分别为 $18200\text{m}^3/\text{a}$ 和 $5600\text{m}^3/\text{a}$ ，蒸发池蒸发面积分别为 12600m^2 和 4000m^2 ，年实际蒸发量分别为 $31500\text{m}^3/\text{a}$ 和 $10000\text{m}^3/\text{a}$ ，可全部蒸发掉本项目产生的废水。另外，蒸发池四周设置围堤，避免地面雨水进入蒸发池；蒸发池池底及边坡底部铺设防渗层，防渗层底部设置渗漏在线检测装置。

2) 流散浸出液

为了避免浸出液在含矿含水层中的逸散，本项目在生产过程应严格控制抽注液的区域平衡，抽大于注的比例不小于 0.3%，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

洗井废水采用移动式洗孔水储罐处理，处理后的澄清液回收至集液罐，废渣运至蒸发池集中暂存。

4) 生活污水

本项目不新增劳动定员，调用现有七三七厂和七三九厂工作人员，因此不额外增加生活污水量。现有水冶厂和生活区生活污水处理后回用于厂区绿

化、抑尘，不外排。

10.2.1.3 运行期固体废物污染防治措施

1) 蒸发池残渣、浸出液处理残渣、洗井废渣

蒸发池残渣是蒸发池蒸发放射性废水后遗留在池底的固体废物，其中放射性核素来源主要为废水中核素残留、浸出液处理残渣和洗井废渣，均暂存于蒸发池中， $U_{\text{天然}}$ 活度分别为 18mg/kg 和 13mg/kg，最终集中挖除统一填埋或分别就地掩埋等。

2) 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置钻井液，泥饼运至泥饼池进行集中处理，最终覆土植草，恢复地貌。

3) 废旧管道、设备

废旧管道、阀门、水泵、过滤器等放射性固体废物，经简单去污后暂存于固体废物贮存库，待退役时运至审管部门认可的废旧金属处理中心处理。

4) 生活垃圾

本项目非放射性固体废物为工作人员日常生活产生的生活垃圾，定期由垃圾处理车外运处理。

10.2.1.4 运行期噪声污染防治措施

本项目噪声源主要为井场和水冶厂的潜水泵、离心泵、风机等，单机噪声源强均小于 90dB (A)。本项目在选取设备时尽量选用低噪声的设备。噪声较大的设备安装在室内，采取墙体隔声的措施来降低噪声。空压机、风机等均采取隔声、减震措施。

10.2.1.5 运行期其他环保措施

1) 防止跑冒滴漏的措施

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

(2) 潜水泵提升浸出液的过程中，平缓无剧烈搅动，浸出液的传输均在

封闭系统内进行，避免了氢气的释放及浸出液的泄漏；浸出液从集控室到集液罐采用自流无压力输送，减小了跑冒滴漏发生的可能。

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

(4) 生产线采用密闭设备和管线，抽液管道、注液管道等均设有流量和压力的自动检测和报警装置，确保物料始终处于安全控制中，并在装置设备管线连接处采用密封垫片，有效的减小了物料的跑冒滴漏；蒸发池底敷设防渗层及检漏装置，可有效防止蒸发池的渗漏。

(5) 本项目全面考虑自动化控制，设置 DCS 系统，水冶主工艺实现自动计量、监测、报警和连锁控制，减小了跑冒滴漏发生的可能。

(6) 浸出液吸附和处理厂房内周围设置地沟，地沟尽头设置事故应急槽，事故应急槽内设有提升泵，事故工况下，漏失的液体经设置的沟槽在厂房内集中收集后，返回集液罐中。

(7) 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。

(8) 七三九延续工程部分备采区与吸附区之间需跨越冲沟，为了收集管道意外破裂产生的浸出液，在跨越冲沟输液管道桁架的下游低洼处设事故池一处，容积为 50m³，钢筋混凝土结构，事故处理池配备 1 台潜水泵，可将漏失的液体收集后，返回集液罐中。

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

(3) 套管与地层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) 井场钻孔施工过程中，钻井泥浆经处理后产生泥饼运至泥饼池处理。

(2) 认真检查每根抽注液孔管的质量状况，确定每个井管联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) 地面管网的注液总管、注液主管和原液总管施工采用地下敷设；井口采用砼井封闭，对井场的各种仪表、阀门集中控制，以便于日常的管理。

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

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

5) 蒸发池土工膜施工环保措施

本项目蒸发池土工膜是重要的环保措施，在施工时应按照标准要求施工：

(1) 按照施工组织设计制定施工方案，按要求选购优质的土工膜材料。

(2) 清除场内妨碍土工膜安全的各种杂物。

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

(4) 土工膜的运输和贮存应符合相关规定要求。

(5) 土工膜支持层应平整光滑，基底应密实均匀。

(6) 土工膜室外施工宜在气温 5℃ 以上、风力 4 级以下并无雨、无雪天

气进行。

(7) 土工膜铺设过程中应进行搭接宽度和焊缝的质量控制。

(8) 施工中保护土工膜不受破坏，车辆不得直接在土工膜上碾压。

10.2.2 运行期环境保护措施可行性论证

10.2.2.1 运行期大气污染防治措施可行性论证

1) 放射性废气

放射性废气中，浸出液吸附厂房和处理厂房生产过程中产生的氡采取全面通风措施，由排气筒排至大气扩散稀释；集液罐、蒸发池运行过程有氡释放，靠大气稀释扩散；根据正常生产工况下的辐射环境影响预测与评价，七三七延续工程叠加周边其他铀矿冶设施后所有气载源项所致最大公众剂量为 $1.82 \times 10^{-3} \text{mSv/a}$ ，七三九延续工程叠加周边其他铀矿冶设施后所有气载源项所致最大公众剂量为 $2.12 \times 10^{-2} \text{mSv/a}$ ，均低于本项目公众照射剂量约束值 0.3mSv/a 。因此，上述各项气态放射性污染物处理措施是可行的。

2) 非放射性废气

非放射性废气中，浸出液处理厂房内转型剂配制\酸化等工序硫酸、盐酸全部密闭在罐体和管线中，且为保持硫酸、盐酸管道的密闭性，管线上设流量计，确保物料始终处于安全控制中，且装置设备管线连接处采用密封垫片，以减少硫酸雾和 HCl 的无组织排放，总体来看厂房中的硫酸雾和 HCl 气体排放量较小，可忽略不计。

盐酸库酸性气体主要来源于储罐的呼吸排放和物料装卸过程中的少量泄漏。储罐呼吸排放是由于温度和大气压力变化引起蒸汽的膨胀和收缩而产生的废气，是非人为干扰的自然排放方式。根据预测结果来看，在厂界处的贡献值均满足《大气污染物综合排放标准》(GB16297-1996) 周界外浓度最高点限值要求，且对周边居民点的贡献值较小，满足《环境影响评价技术导则 大气环境》(HJ 2.2-2018) 中附录 D 其他污染物空气质量浓度参考限值的要求，可见对环境空气质量影响较小。

因此，上述非放射性废气的处理措施是可行的。

10.2.2.2 运行期水污染防治措施可行性论证

1) 工艺废水处理措施可行性分析

本项目产生的工艺废水主要为吸附尾液，全部输送至蒸发池蒸发处理。

(1) 蒸发池蒸发量可行性分析

根据察布查尔锡伯自治县气象局提供的资料，项目所在地的近些年的平均蒸发量为 3500mm，平均降水量为 300mm。在进行大面积水体水面蒸发量计算时需要考虑折算系数，根据天山西部地区伊犁流域四个水文站测得的多年多面蒸发折算系数为 0.8，据此可计算蒸发池年可实际蒸发水量，计算公式如下：

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

式中：

E ——年蒸发量， m^3/a ；

e ——年均蒸发量，取 3500mm；

α ——折减系数，取 0.8；

r ——降水量，取 300mm；

s ——蒸发池面积，七三七延续工程取 $12600m^2$ ，七三九延续工程取 $4000m^2$ ；

t ——时间， a 。

经过计算可知，七三七、七三九延续工程蒸发池年实际蒸发量分别为 $31500m^3/a$ 和 $10000m^3/a$ ，可全部蒸发掉七三七、七三九延续工程产生的 $18200m^3/a$ 和 $5600m^3/a$ 放射性废水。

(2) 蒸发池防渗可行性

为防止蒸发池内的放射性废水渗入地下污染地下水，在蒸发池底及边坡铺设钠基膨润土垫及 HDPE 土工膜，膜厚 1.5mm，双面加糙，渗透系数小于 $10^{-12}cm/s$ ；土工膜上部铺设 0.5m 厚的回填土作为保护层，池壁利用耐酸砖进行护砌，土工膜四周固定在锚固槽中，土工膜的使用寿命可达 100a，远大于本项目生产期。正常情况下，蒸发池设置的防渗措施可有效防止生产期间蒸发池中废水的下渗。防渗结构示意图见图 10.2-1。

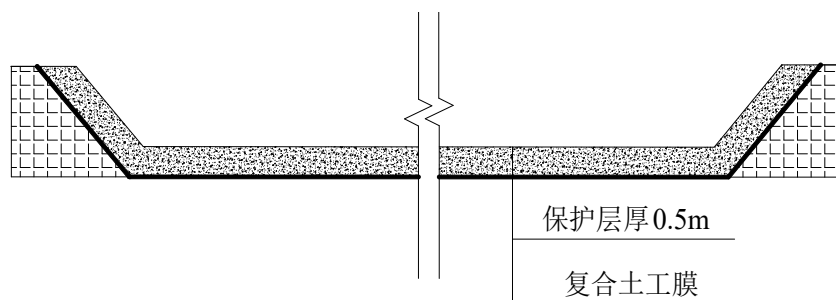


图 10.2-1 蒸发池防渗结构示意图

(3) 蒸发池检漏及处置可行性

本项目蒸发池设置了渗漏在线检测装置，通过定期检测检漏设施两端的电导率可及时发现蒸发池是否发生渗透，此外，在蒸发池下游设置 1 个地下水监测井，定期对监测井中的地下水进行取样监测；一旦发现单个蒸发池泄漏后，可及时将蒸发池中的废水泵至其他蒸发池，及时对泄漏的蒸发池进行处理。

(4) 蒸发池运行管理措施

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

- ①蒸发池只接受工艺废水和少量放射性固体废物（浸出液过滤残渣等），严禁排入其他杂物和生活废水等。
- ②蒸发池采用一次建成、分批投入运行的生产方式。在前期井场未达产时，根据生产达产和废水排放情况分批次投入运行蒸发池，单个蒸发池投入运行后，保证蒸发池中长期有水。若发现蒸发池中废水不足，可及时将厂区和生活区的回用水或清水补充至蒸发池，确保蒸发池不干涸。
- ③在雨水汛期或融雪期间，对蒸发池进行定期巡查和检修，保证四周围堤有效，避免雨水（雪水）进入蒸发池。
- ④蒸发池四周树立安全警示标语牌。
- ⑤蒸发池四周设置围堤并定期维护，防止人畜坠入，引起安全事故。
- ⑥每日不定期对蒸发池进行巡检，定期对监测井进行取样监测，发现异常及时上报处理。
- ⑦井场停产后，蒸发池及时进行退役治理，减小污染。

⑧定期维护蒸发池检漏设施，一旦发生泄漏报警，应立即查明原因，及时用潜水泵将泄漏的蒸发池中的废水抽至其它蒸发池，废水抽干后对泄漏蒸发池进行维修，泄漏点修复后重新启用蒸发池。

2) 流散浸出液防治措施可行性分析

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。

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

3) 洗井废水处理措施可行性分析

洗井废水采用移动式洗孔水储罐处理，从其工作原理来看，该设备起到了收集、储存、运输、澄清等功能，最终废渣运至蒸发池处理，澄清液回收至集液罐。

10.2.2.3 运行期固体废物污染防治措施可行性论证

1) 蒸发池残渣、浸出液处理残渣、洗井废渣处理措施可行性分析

蒸发池的废水蒸发后的残渣、浸出液处理残渣、洗井废渣均暂存于蒸发

池中，其中放射性核素来源主要为废水中核素残留、浸出液处理残渣和洗井废渣。根据蒸发池残渣量及残渣放射性水平分析，生产结束后蒸发池残渣中 $U_{\text{天然}}$ 活度分别为 18mg/kg 和 13mg/kg，相当于铀矿冶行业表外废石中的铀含量水平，可见放射性水平并不高，其退役治理可按照铀矿冶行业常规放射性固废开展，如集中挖除统一填埋或分别就地掩埋等。

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

钻井过程中钻井泥浆循环利用，最终产生的泥浆经脱水后运至泥饼池集中处置。

该处理方式是铀矿勘探、铀矿生产钻井施工常用的处理方法，通过沉淀、除砂等实现了钻井过程中泥浆的循环利用，减少了废泥浆的排放量，最终产生的泥浆经脱水后运至泥饼池集中处置，滤液运至新钻井机台配置钻井液，实现循环利用。因此，钻井泥浆的处理方式是可行的。

3) 废旧管道、设备处理措施可行性分析

本项目生产运行期间产生的废旧管道、设备暂存于固体废物贮存库内。其中，七三七延续工程运行期产生量约 2t/a，生产期间共产生 36t，七三七现有工程固体废物贮存库有效容积约 25000t，目前库内储存废物仅 600t，库容满足要求；七三九延续工程运行期产生量约 2t/a，生产期间共产生 26t，七三九现有工程固体废物贮存库有效容积约 4800t，目前库内储存废物仅 100t，库容满足要求。此外，固体废物贮存库作了防渗处理，防止污染物下渗污染土壤及地下水；固体废物库设置工业电视监控系统，可及时发现事故隐患，避免环境风险事故发生，措施可行。

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

4) 生活垃圾处理措施可行性分析

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

10.2.2.4 运行期噪声污染防治措施可行性论证

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

另外，本项目与周边居民点距离均较远，最近的距离为 3.76km，居民点所受噪声影响很小。

由此可见，运行期噪声防治措施是可行的。

11 环境影响经济损益分析

11.1 环境影响经济损益分析

1) 正面影响分析

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

铀矿冶行业的天然铀产品，是国防安全及核电发展不可或缺的原料，目前中核集团已根据七三七厂和七三九厂现有矿床资源情况，为实现天然铀产能的维持和接续，同时保证七三七、七三九厂的可持续发展，需要将蒙南矿床及洪海沟矿床作为接续资源，开展延续工程。该工程的建设是新疆铀矿冶基地的重要组成部分，不仅可以保证天然铀供给，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，本项目采用地浸采铀方法，与常规采矿方法比较，有较好的环境优势，主要表现在：

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

(2) 工艺废水产生量少：地浸采铀技术浸出液处理采用吸附、淋洗、酸化、沉淀工艺流程，其产生的吸附尾液可大部分返回地浸，减少了废水排放量，废水最终排入蒸发池自然蒸发

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

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

2) 负面影响分析

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

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

从气载途径剂量估算结果来看，七三七、七三九延续工程生产期气载放射性流出物所致周边居民点空气中的²²²Rn贡献浓度最大分别为0.0521Bq/m³和0.00702Bq/m³，与周边居民点²²²Rn浓度现状监测值1.32~23.4Bq/m³相比，贡献率较小，对周围居民点公众剂量值最大分别为0.00111mSv/a和0.00015mSv/a，远小于本项目设定的剂量约束值。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) 蒸发池采用土工膜+粘土的复合防渗结构，并在底部设置检漏装置，可有效防止蒸发池的渗漏，经预测废水穿透复合防渗结构的时间约为1990a，远大于本项目服务期限。

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

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

(6) 厂区的绿化也可起到的降低污染，美化环境的作用。

11.2 环境保护投资分析

本项目环境保护设施主要由以下部分组成：

- 1) 凡属污染防治和环境保护所需的设施和装置；
- 2) 生产工艺需要为环境保护服务的设施；
- 3) 为保证生产有良好的环境所采取的通风、防尘、绿化设施等。

七三七延续工程主要环境保护设施投资详见表 11.2-1，七三九延续工程主

要环境保护设施投资详见表 11.2-2。

表 11.2-1 七三七延续工程环境保护设施投资一览表

| 类别 | 污染源 | 环保设施 | 投资 (万元) |
|----------|-------------|-------------------|------------|
| 废气 | 工作场所氡及非放废气 | 厂房通风系统 | 178 |
| 废水 | 工艺废水 | 蒸发池 | 165 |
| 地下水 | 浸出剂扩散 | 监测井 | 663 |
| 固废 | 生活垃圾 | 分类收集、处理，外运生活垃圾填埋场 | 15 |
| | 钻井泥浆 | 泥浆处理设施、泥饼池 | 100 |
| 噪声 | 风机、泵类 | 选用低噪声设备，减振，加装消声器等 | 50 |
| 生态 | / | 植树种草、表土收集 | 57 |
| 环境 风险 | 硫酸储罐、集配液罐泄漏 | 围堰 | 31 |
| 合 计 | | | 1259 |

表 11.2-2 七三九延续工程环境保护设施投资一览表

| 类别 | 污染源 | 环保设施 | 投资 (万元) |
|----------|-------------|-------------------|------------|
| 废气 | 工作场所氡及非放废气 | 厂房通风系统 | 232 |
| 废水 | 工艺废水 | 蒸发池 | 62 |
| 地下水 | 浸出剂扩散 | 监测井 | 157 |
| 固废 | 生活垃圾 | 分类收集、处理，外运生活垃圾填埋场 | 15 |
| | 钻井泥浆 | 泥浆处理设施、泥饼池 | 100 |
| 噪声 | 风机、泵类 | 选用低噪声设备，减振，加装消声器等 | 50 |
| 生态 | / | 植树种草、表土收集 | 20 |
| 环境 风险 | 盐酸储罐、集配液罐泄漏 | 围堰 | 22 |
| 合 计 | | | 658 |

本项目建设投资 34928 万元；其中环保投资约 1917 万元，占工程建设总投资的 5.49%。其中用于废水污染治理和浸出剂扩散的费用占环保投资的 54.6%，由此可见，该项目环保投资主要集中于防止水体污染，符合该项目污染治理的特点，因此，本项目的环境保护投资及其比例较为合理。

总体来看，本项目是新疆铀矿冶基地的重要组成部分，项目建设对支持

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

12 环境管理及监测计划

12.1 环境管理

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

12.1.1 环境管理机构

本项目的环境管理主要集中在施工期以及运行期阶段。

本项目施工期为 2a，在现有的七三七厂和七三九厂环境管理机构的基础上，施工期环境管理实行分级管理制度，由管理层设置 1~2 名环保主管，负责本延续工程的总体布置和监管工作；井场建设、土石方、结构、设备安装、运输等各施工阶段负责人同时承担环境管理工作的具体实施，采取各种环保措施减少大气、废水和噪声排放，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，因此，总经理对矿山及周围的环保问题负责。另外，新疆中核天山铀业有限公司安防处总体负责辐射防护和环境保护管理与监测工作，七三七厂和七三九厂已设置环境保护和辐射防护管理机构（安保科），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，在现有环境管理规章制度的基础上，针对本延续工程，制定相应的环境管理规章制度，并监督执行。

2) 编制、提出项目的施工期和运营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) 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。

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

5) 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。

6) 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。

7) 与政府辐射环保机构密切配合, 接受检查和指导。

12.1.3 环境管理计划

1) 施工期的环境管理

(1) 项目施工前应认真编制施工组织计划, 做到文明施工。

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

(3) 建设单位在工程施工期间, 要认真监督施工单位环保执法情况, 了解施工过程中设备、物料堆置、临时工棚搭建、便道及施工方法对生态造成的影响, 若发现严重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。

12.2 监测计划

12.2.1 监测目的

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

12.2.2 监测点位、项目及频次

1) 施工期监测计划

本项目施工期环境监测主要包括大气、噪声、地下水等常规介质的监测。为了更准确地把握区域地下水本底范围，本项目将重点加强钻井施工期的地下水水质监测工作，主要分别为监测孔及生产钻孔两部分。

本项目施工期监测计划见表 12.2-1。

表 12.2-1 本项目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 | |
|------|--|---|---|--|
| | | | 七三七延续工程 | 七三九延续工程 |
| γ | 吸附区场界四周 | 1 次/半年 | γ辐射空气吸收剂量率 | |
| 空气 | 吸附区场界四周 | 1 次/半年 | TSP、 ²²² Rn | |
| 噪声 | 吸附区场界四周 | 1 次/季度 | 昼夜等效连续 A 声级 | |
| 土壤 | ①泥浆坑 ②运输管线沿线 2~3 个点 | 1 次/半年 | U _{天然} 、 ²²⁶ Ra | |
| 地下水 | ①所有生产孔； ②所有监测孔。 | 钻孔投产前，建设单位自行开展第 1 次地下水取样监测。 | U _{天然} 、pH、SO ₄ ²⁻ 、NO ₃ ⁻ 、Mn、Fe | U _{天然} 、pH、Cl ⁻ |
| | ①每个采区选择 5 个代表性生产钻孔； ②选择上游、下游及两侧方向代表性监测孔所有监测孔。 | 钻孔投产前，建设单位自行开展第 2 次地下水取样监测，与第 1 次取样间隔至少 1 个月。 | U _{天然} 、pH、SO ₄ ²⁻ 、NO ₃ ⁻ 、Mn、Fe | U _{天然} 、pH、Cl ⁻ |
| | ①每个采区选择 5 个代表性生产钻孔； ②选择上游、下游及两侧方向代表性监测孔所有监测孔。 | 委托有资质的第三方监测单位开展第 3 次取样监测，与第 2 次取样间隔至少 1 个月。 | U _{天然} 、 ²²⁶ Ra、 ²¹⁰ Pb、 ²¹⁰ Po 及 pH、SO ₄ ²⁻ 、NO ₃ ⁻ 、Mn、Fe 等非放射性因子水样全分析。 | U _{天然} 、 ²²⁶ Ra、 ²¹⁰ Pb、 ²¹⁰ Po 及 pH、Cl ⁻ 等非放射性因子水样全分析。 |

2) 流出物监测

根据设施的性质、规模及运行情况，在产生放射性流出物的设施、部位实施监测，以便及时掌握和控制气、液态流出物的排放量和对环境的影响。本项目废水不外排，不涉及液态流出物废水监测，流出物的监测主要为气载流出物的监测。

本项目为七三七、七三九地浸采铀延续工程，属于现有工程的组成部分，因此本次评价根据原七三七厂和七三九厂流出物监测计划，并考虑到延续工程内容组成，分别制定整个七三七厂和七三九厂流出物监测计划。

本项目投产后七三七厂流出物监测计划见表 12.2-2，七三九厂流出物监测计划见表 12.2-3。

表 12.2-2 本项目投产后七三七厂流出物的监测计划

| 序号 | 场地类型 | 监测点位 | 监测项目 | 监测频次 |
|----|-------|------------------------------------|--------------------------|-------|
| 1 | 吸附区 | ①延续工程新建浸出液吸附厂房排风口； ②延续工程集液罐排气口。 | ^{222}Rn 及其子体浓度 | 1次/季 |
| 2 | | 延续工程蒸发池周边 | ^{222}Rn | 1次/半年 |
| 3 | 现有水冶厂 | ①现有工程浸出液处理厂房排风口； ②现有工程集液罐排气口。 | ^{222}Rn 及其子体浓度 | 1次/季 |
| 4 | | 现有工程蒸发池周边 | ^{222}Rn | 1次/半年 |

表 12.2-3 本项目投产后七三九厂流出物的监测计划

| 序号 | 场地类型 | 监测点位 | 监测项目 | 监测频次 |
|----|-------|--|--------------------------|-------|
| 1 | 吸附区 | ①延续工程新建浸出液吸附厂房排风口； ②延续工程集液罐排气口。 | ^{222}Rn 及其子体浓度 | 1次/季 |
| 2 | | 延续工程蒸发池周边 | ^{222}Rn | 1次/半年 |
| 3 | 现有水冶厂 | ①现有工程浸出液处理厂房排风口； ②延续工程浸出液处理厂房（扩建）排风口。 | ^{222}Rn 及其子体浓度 | 1次/季 |
| 4 | | 现有工程集液池、蒸发池周边 | ^{222}Rn | 1次/半年 |

3) 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。

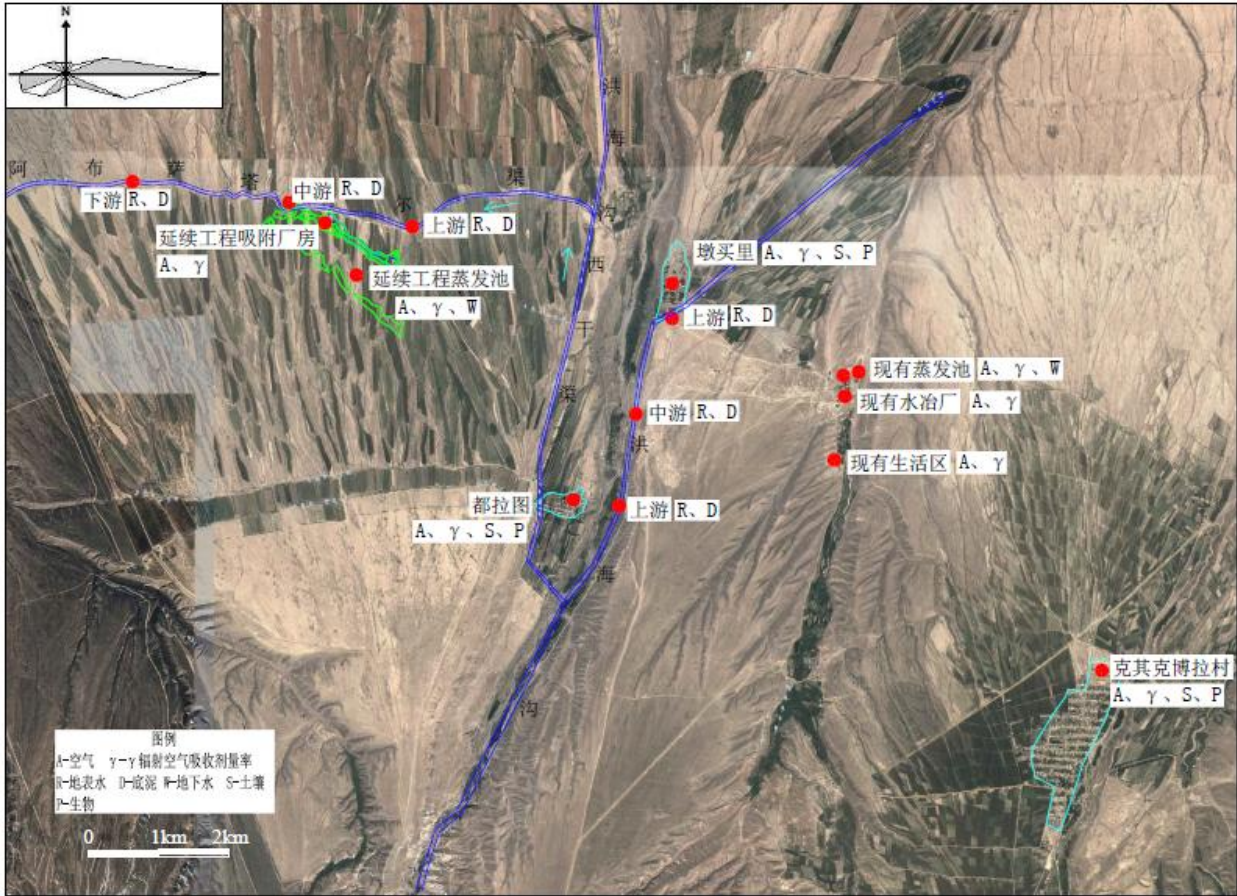
本项目环境监测包括大气、地下水、地表水、底泥、土壤、生物等介质

的监测，由于本项目属于现有工程的组成部分，因此本次评价根据七三七厂和七三九厂现有的环境监测计划，并考虑到延续工程内容组成，分别制定整个七三七厂和七三九厂环境监测计划。

本项目投产后七三七厂环境监测计划见表 12.2-4，七三九厂环境监测计划见表 12.2-5，监测布点图分别见图 12.2-1、图 12.2-2。

表 12.2-4 本项目投产后七三七厂环境监测计划

| 序号 | 监测介质 | 监测点位 | 测量分析项目 | 监测频次 |
|----|---------|--|--|--------------|
| 1 | 空气 | ①厂区边界：延续工程蒸发池、延续工程吸附区、现有水冶厂、现有蒸发池、下风向设施边界处各 1 个点； ②现有生活区 1 个点； ③居民点：墩买里、都拉图各 1 个点； ④对照点：克其克博拉村。 | ^{222}Rn | 1 次/季 |
| 2 | 贯穿辐射剂量率 | 同上。 | γ 辐射空气吸收剂量率 | 1 次/半年 |
| 3 | 地表水 | ①洪海沟上、中、下游各 1 个点； ②阿布萨塔尔渠上、中、下游各 1 个点。 | $\text{U}_{\text{天然}}$ 、 ^{226}Ra 、 ^{210}Pb 、 ^{210}Po 、总 α 、总 β 、pH、Cd、As、Mn | 1 次/半年 |
| 4 | 地下水 | ①井场外围 100~150m（上游 100m，侧向 120m，下游 150m）一圈含矿含水层地下水监测井、井场外围 300m 含矿含水层地下水监测井； ②采区含矿含水层上层地下水监测井； ③采区含矿含水层下层地下水监测井； ④延续工程蒸发池监测井，现有工程蒸发池监测井。 | $\text{U}_{\text{天然}}$ 、 ^{226}Ra 、pH、 SO_4^{2-} 、 NO_3^- 、Mn、Fe | 1 次/季 |
| | | | ^{210}Pb 、 ^{210}Po | 1 次/半年 |
| 5 | 土壤 | ①居民点：墩买里农田、都拉图农田各 1 个点； ②对照点：克其克博拉村。 | $\text{U}_{\text{天然}}$ 、 ^{226}Ra 、Cd、As | 植物生长长期监测 1 次 |
| 6 | 底泥 | 同地表水 | $\text{U}_{\text{天然}}$ 、 ^{226}Ra | 1 次/年 |
| 7 | 生物 | ①居民点：墩买里、都拉图各 1 个点； ②对照点：克其克博拉村。 | $\text{U}_{\text{天然}}$ 、 ^{226}Ra 、 ^{210}Pb 、 ^{210}Po | 1 次/年 |



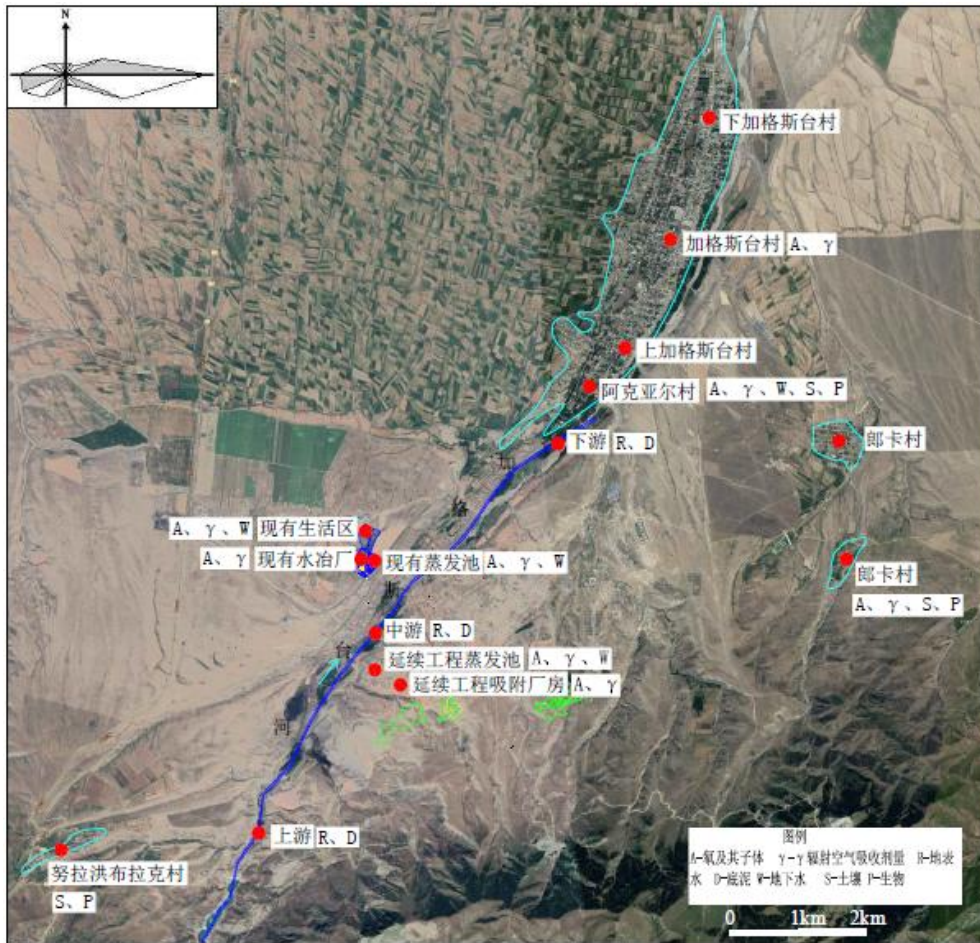
注：含矿含水层及上下含水层地下水监测井数量较多，因此在图中未标注井场外围地下水监测井，其点位详见表 12.1-4。

图 12.2-1 本项目投产后七三七厂常规环境监测布点图

表 12.2-5 本项目投产后七三九厂常规环境监测计划

| 序号 | 监测介质 | 监测点位 | 测量分析项目 | 监测频次 |
|----|---------|---|--|--------|
| 1 | 空气 | ①厂区边界：延续工程蒸发池、延续工程吸附区、现有水冶厂、现有蒸发池、下风向设施边界处各 1 个点； ②现有生活区 1 个点； ③居民点：郎卡村、阿克亚尔村、努拉洪布拉克村各 1 个点； ④对照点：加格斯台村。 | ^{222}Rn | 1 次/季 |
| 2 | 贯穿辐射剂量率 | 同上。 | γ 辐射空气吸收剂量率 | 1 次/半年 |
| 3 | 地表水 | 加格斯台河上、中、下游各 1 个点。 | $U_{\text{天然}}$ 、 ^{226}Ra 、 ^{210}Pb 、 ^{210}Po 、总 α 、总 β 、pH | 1 次/半年 |
| 4 | 地下水 | ①阿克亚尔村民井、七三九厂生活区井水； | $U_{\text{天然}}$ 、 ^{226}Ra 、 ^{210}Pb 、 ^{210}Po | 1 次/半年 |
| | | ①井场外围 100~150m（上游 100m，侧向 120m，下游 150m）一 | $U_{\text{天然}}$ 、 ^{226}Ra 、pH、 Cl^- | 1 次/季 |

| 序号 | 监测介质 | 监测点位 | 测量分析项目 | 监测频次 |
|----|------|--|---|-------------|
| | | 圈含矿含水层地下水监测井、井场外围 300m 含矿含水层地下水监测井； ②采区含矿含水层上层地下水监测井； ③采区含矿含水层下层地下水监测井。 ④延续工程蒸发池监测井、现有工程蒸发池监测井。 | ^{210}Pb 、 ^{210}Po | 1 次/半年 |
| 5 | 土壤 | ①居民点：郎卡村农田、阿克亚尔村农田各 1 个点； ②对照点：努拉洪布拉克村。 | $U_{\text{天然}}$ 、 ^{226}Ra 、 Cd 、 As | 植物生长期监测 1 次 |
| 6 | 底泥 | 同地表水。 | $U_{\text{天然}}$ 、 ^{226}Ra | 1 次/年 |
| 7 | 生物 | ①居民点：郎卡村、阿克亚尔村各 1 个点； ②对照点：努拉洪布拉克村。 | $U_{\text{天然}}$ 、 ^{226}Ra 、 ^{210}Pb 、 ^{210}Po | 1 次/年 |



注：含矿含水层及上下含水层地下水监测井数量较多，因此在图中未标注井场外围地下水监测井，其点位详见表 12.1-5。

图 12.2-2 本项目投产后七三九厂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，并将结果汇报核工业集团公司的事故应急中心。

12.3 采样及测量方法

12.3.1 采样

1) 空气

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

(2) 瞬时空气采样每次应连续采样 4~5d，每天采 4 次，首次采样起始时间为上午 8 时。各测点可同步采样时，则应采用同步采样。

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

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

2) 水

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

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

3) 土壤和生物

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

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

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

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

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 | 检出限 |
|--------------------|--------------------------------------|---|------------------------------|---------------------|
| 空气 | 氦气浓度 | 《环境空气中氦的测量方法》HJ1212-2021 | RAD7 α 能谱氦气检测仪 | 0.1pCi/L |
| | 氦子体浓度 | 《环境空气中氦的测量方法》HJ1212-2021 | KF608 智能氦子体测量仪 | 10nJ/m ³ |
| γ 辐射空气吸收剂量率 | | 《环境 γ 辐射剂量率测量技术规范》HJ1157-2021 | BH3103B 便携式 X- γ 剂量率仪 | 1.0nGy/h |
| 地表水、地下水 | U _{天然} | 《环境样品中微量铀的分析方法》HJ 840-2017 | MUA 激光荧光铀分析仪 | 0.1ug/L |
| | | | HD3025 微量铀分析仪 | 2ng/L |
| | ²²⁶ Ra | 《水中镭-226 的分析测定》GB/T11214-1989 | PC2100 镭氡分析仪 | 0.37m Bq/L |
| | ²¹⁰ Po | 《水中钋-210 的分析方法》HJ813-2016 | BH1324D α 能谱仪 | 0.1mBq/L |
| | ²¹⁰ Pb | 《水中铅-210 的分析方法》EJ/T859-1994 | BH1216 α/β 测量仪 | 1mBq/L |
| | pH | 《水质 pH 值的测定 电极法》HJ1147-2020 | PHS-25 酸度计 | / |
| | | | PHS 酸度计 | / |
| 总 α | 《水质 总 α 放射性的测定 厚源法》HJ898-2017 | BH1216 α/β 测量仪 | 2.0mBq/L | |
| 总 β | 《水质 总 β 放射性的测定 厚源法》HJ899-2017 | BH1216 α/β 测量仪 | 5.0mBq/L | |
| 土壤 | U _{天然} | 《环境样品中微量铀的分析方法》HJ840-2017 | MUA 微量铀分析仪 | 0.10 ug/g |
| | ²²⁶ Ra | 《样品中 ²²⁶ Ra 的测定》GB/T13073-2010 | PC2100 镭氡分析仪 | 5.0 Bq/kg |
| 生物 | U _{天然} | 《环境样品中微量铀的分析方法》HJ840-2017 | MUA 激光荧光铀分析仪 | 0.10ug/kg (鲜) |
| | ²²⁶ Ra | 《食品安全国家标准 食品中放射性物质镭-226 和镭-228 的测定》GB14883.6-2016 | PC2100 镭氡分析仪 | 0.01 Bq/kg (鲜) |

12.4 监测机构及设备配置

新疆中核天山铀业有限公司总体负责本项目的辐射防护和环境保护管理工作，安全环保处为公司专门的环境保护和辐射防护管理机构；其中，七三七厂、七三九厂已设置了专门的环境保护和辐射防护管理机构安保科，负责辐射防护和环境保护管理与监测工作。

七三七厂、七三九厂自运行至今，已配备了较为完善的监测设备，具备了一定的监测能力，能够为环境管理及环境监测提供有力的技术保障。对建设单位无监测能力的项目，由建设单位委托具有相应资质的单位进行监测。

12.5 监测质量保证

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

针对本项目特点，在监测过程中应注意：

1) 人员

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

2) 采样的质量控制

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

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

3) 样品的分析测试

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

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

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

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

采集的样品要有一部分长期保留，以便随时抽检；监测结果要永久保存。

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

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

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

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

12.6 环境保护“三同时”验收一览表

根据建设项目管理办法，环保设施必须与主体工程同时设计、同时施工、同时投入使用，在建设项目完成后，应对环境保护设施进行验收。七三七延续工程和七三九延续工程环境保护“三同时”验收一览表分别见表 12.6-1、表 12.6-2。

表 12.6-1 七三七延续工程环境保护“三同时”验收一览表

| 类别 | 防治对象 | | 防治措施 | 数量 | 要求及效果 | 验收标准 |
|--------|--------------|---------------------------------------|---------------|-------------|---|-------------------|
| 大气污染物 | 浸出液吸附厂房 | 氡气、酸雾 | 全面通风系统 | 1套 | — | — |
| 水污染物 | 流散浸出剂 | $U_{\text{天然}}$ 、 SO_4^{2-} | 监测井 | 31个(首采段16个) | 监测井布置完成 | |
| | 工艺废水 | $U_{\text{天然}}$ 、 ^{226}Ra 等 | 蒸发池 | 4座 | 蒸发面积12600m ² ，有效池深0.7m，池底采用1.5mmHDPE土工膜、膜上50cm厚回填土的防渗措施，膜下铺设渗漏在线检测装置，下游布设1个地下水监测井。 | |
| | 洗井废水 | SS | 移动式洗孔水储罐 | — | — | — |
| 固体废物 | 钻井泥浆 | | 泥浆处理设施 | 1套 | 钻井过程中泥浆循环利用 | — |
| | | | 泥饼池 | — | 集中处理 | |
| | 浸出液处理残渣、洗井废渣 | | 蒸发池 | 4座 | 暂存至蒸发池、不外排 | |
| | 废旧管道、设备 | | 固体废物贮存库(现有) | 1座 | 暂存 | |
| 噪声 | 空压机、泵等设备噪声 | | 减振、墙体隔声，距离衰减等 | — | 昼间≤60dB(A)，夜间≤50dB(A) | GB12348-2008中2类标准 |
| 环境风险 | 硫酸库 | | 设置围堰 | — | 四周设1m高围堰，围堰内侧采用密实钾水玻璃混凝土防腐。 | — |
| 其它环保措施 | 抽、注液管道泄漏 | | 设流量和压力检测、报警装置 | — | 设施安装完毕，运行正常 | |
| | 集液罐 | | 液位自动检测、报警装置 | — | 设置围堰，围堰长24m，宽12m，高1m，围堰内侧地面采用钾水玻璃混凝土地面，墙面防腐蚀采用20mm厚聚1丙烯酸酯乳液水泥砂浆。 | |

表 12.6-2 七三九延续工程环境保护“三同时”验收一览表

| 类别 | 防治对象 | | 防治措施 | 数量, | 要求及效果 | 验收标准 |
|------------|-------------------|--|---------------------|--------------------|--|-------------------------|
| 大气 污染物 | 浸出液吸附厂房 | 氡气、酸雾 | 全面通风系统 | 1 套 | — | — |
| | 浸出液处理厂房 (扩建部分) | 氡气、酸雾 | 全面通风系统 | 1 套 | | |
| 水污 染物 | 流散浸出剂 | $U_{\text{天然}}$ 、 Cl^{-} | 监测井 | 30 个(首采 段 10 个) | 监测井布置完成 | |
| | 工艺废水 | $U_{\text{天然}}$ 、 ^{226}Ra 等 | 蒸发池 | 2 座 | 蒸发面积 4000m ² , 有效池深 0.7m, 池底采用 1.5mmHDPE 土工膜、膜上 50cm 厚回填土的防渗措施, 膜下铺设渗漏在线检测装置, 下游布设 1 个地下水监测井。 | |
| | 洗井废水 | SS | 移动式洗孔水储罐 | — | — | — |
| 固体废 弃物 | 钻井泥浆 | | 泥浆处理设施 | 1 套 | 钻井过程中泥浆循环利用 | — |
| | | | 泥饼池 | — | 集中处理 | |
| | 浸出液处理残渣、洗井废渣 | | 蒸发池 | 2 座 | 暂存至蒸发池、不外排 | |
| | 废旧管道、设备 | | 固体废物贮存库(现有) | 1 座 | 暂存 | |
| 噪声 | 空压机、泵等设备噪声 | | 减振、墙体隔声, 距离 衰减等 | — | 昼间≤60dB(A), 夜间≤50dB (A) | GB12348-2008 中 2 类标准 |
| 环境 风险 | 盐酸库 | | 设置围堰 | — | 四周设 1m 高围堰, 围堰内侧 采用密实钾水玻璃混凝土防 腐。 | — |
| 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 | |
| | 集液罐 | | 液位自动检测、报警装置 | — | 设置围堰, 围堰长 12m, 宽 12m, 高 1m, 围堰 内侧地面采用钾水玻璃混凝土地面, 墙面防腐 蚀采用 20mm 厚聚丙烯酸酯乳液水泥砂浆。 | |

13 退役治理与长期监护

13.1 退役治理

13.1.1 设计阶段便于退役的方案

1) 在设计中, 根据矿区地形、地势, 形成井场、吸附区、厂外工程三大模块, 并将模块划分为不同的功能区块, 各功能区按照工艺操作划分为不同单元, 实现总体布局模块化, 做到功能区分合理, 便于将来的退役治理。

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

3) 设计选用抗震、抗压、高强度钢骨架复合管, 管与管壁之间的环状间隙及钻孔底部采用防渗、抗震的混凝土填充与密封, 使矿层段与其上、下的所有含水层隔绝; 钻孔施工过程中, 严禁揭露含矿含水层的隔水底板; 设计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。

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

13.1.2 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全矿的环境管理、污染治理和环境监测管理等工作, 其针对退役管理的主要职责有:

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

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

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

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

13.1.2.2 生产管理措施

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

2) 生产期严格控制抽注液的区域平衡，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) 生产期工艺废水、洗井废水等收集处理后，回用于生产或排入蒸发池自然蒸发法，减少对周围土地的污染，缩小退役治理范围。

5) 生产过程中产生的废旧管道、污染设备等废旧金属，经简单去污后暂存于固体废物贮存库，待退役时统一处理。

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

13.1.3 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》(GB/T14586-93) 以及《铀矿冶设施退役治理源项调查技术规范》等标准规范开展源项调查工作。

(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

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

4) 各源项调查初步方案

(1) 钻孔

调查内容——数量、类型、孔深、孔径、孔口坐标、抽液量以及完损情况等现状。

(2) 地浸井场地下水

①调查内容——污染面积，污染水平。

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

③监测布点——生产钻孔和监测井。

(3) 工业场地、蒸发池等。

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

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

③监测布点

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

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

（4）污染建构筑物

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

②监测项目——贯穿辐射剂量率、 α 、 β 表面污染水平等。

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

（5）被污染设备、器材、管线

①调查内容——名称、规格型号、来源、数量、单件重量、管线长度及退役去向等。

②监测项目—— α 、 β 表面污染水平等。

③监测布点——每个被污染设施 α 、 β 表面污染水平不少于 3 个测点。

（6）其它：贯穿辐射剂量率监测范围应比源项边界外延 $30\text{m}\sim 50\text{m}$ 。

13.1.3.2 退役治理源项

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

1) 钻孔：共计 1385 个，包括抽出井 469 个，注入井 855 个，监测井 61 个。

2) 地浸井场地下水：地浸井场及外围核素迁移范围。

3) 污染工业场地 4 处：七三七延续工程吸附区占地面积 0.88hm^2 ，七三七厂现有水冶厂；七三九延续工程吸附区占地面积 0.80hm^2 ，七三九厂现有水冶厂。

4) 蒸发池 6 座：七三七延续工程蒸发池 4 座，占地面积 1.81hm^2 ；七三九延续工程蒸发池 2 座，占地面积约 1.11hm^2 。

5) 污染建构筑物。

6) 污染设备管线。

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,结合本项目特点,对于退役治理后的公众照射的剂量约束值为0.05mSv/a。

2) 地表²²²Rn析出率的管理限值

根据《铀矿冶辐射防护和辐射环境保护规定》(GB23727-2020),本项目工业场地、蒸发池等设施经退役治理与环境整治后,所有场址表面²²²Rn析出率不大于0.74Bq/m²·s。

3) 土壤中²²⁶Ra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²²⁶Ra的比活度扣除当地本底值后不超过0.18Bq/g。

4) 地下水修复控制值

本项目地浸井场地下水修复后,地下水水质达到国家相关标准要求。

5) 放射性表面污染控制水平

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

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

| 源项 | 退役治理目标及深度 | |
|----------|---|-----------------------------|
| | 主要方法 | 退役深度 |
| 工业场地（4处） | 全部清挖至废物集中堆放场所集中处置 | 无限制开放使用 |
| 蒸发池（6座） | 全部清挖至废物集中堆放场所集中处置 | 废物集中堆放场所有限制开放使用，其它区域无限制开放使用 |
| 污染建构筑物 | 去污后拆除，放射性废物运至废物集中堆放场所集中处置，一般建筑垃圾运至建筑垃圾填埋场处理 | 原址与工业场地退役深度相同 |
| 污染设备、管线 | 非金属设备拆除、解体后运至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、去污后送至核工业铀矿冶放射性污染金属熔炼处理中心 | 污染设备管线或材料处于可控状态 |

13.1.4 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，根据国内外类似工程的实践，本矿床地下水修复拟采用“地下水抽出一地表处理—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。

具体如下：

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

(2) 抽出的地下水经地表处理后，重新注入井场，以加速地下水修复，抽出水的体积约为6个孔隙体积；

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

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

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

2) 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) 工业场地退役治理: 采取完全挖除、迁移和集中方案, 污染物运至废物集中堆放场所集中处置, 清挖后覆土、植被, 恢复生态环境, 实施后达到无限制开放使用深度。

4) 蒸发池的治理与废渣处置: 建设初期即对该蒸发池池底及池壁进行防渗处理。生产期间和终产期, 各部位产生和堆存的沉渣及蒸干残渣, 随时挖运至蒸发池集中堆存。在终产后的退役期间, 首先将部分蒸发池底泥清挖并集中到某一蒸发池内, 释放一定范围的土地资源用于新建废物集中堆放场所。待废物集中堆放场所建成后, 将蒸发池全部底泥残渣以及本工程其他设施退役产生的放射性污染物, 送至废物集中堆放场所堆存。最终, 废物集中堆放场所原地覆盖治理, 植被恢复。经退役治理后, 本工程仅有废物集中堆放场所为有限限制开放使用, 原蒸发池的其它占地区域达到无限制开放使用深度。

5) 污染构筑物治理: 采取去污后整体拆除方案, 先进行构筑物去污, 放射性废物运至废物集中堆放场所集中处置, 然后对地上建筑拆除以及对地面及基础进行拆除, 拆除后作为一般建筑垃圾运至垃圾填埋场处理。

6) 污染设备管线治理: 非金属材质设备管线拆除、分解后, 运至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。

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

13.1.4.2 退役治理方案可行性

1) 地下水治理方案可行性

目前, 我国还未开展地浸矿山的退役治理工程, 仅云南 381 矿床酸性地浸采铀试验基地正在开展地下水修复工程。云南 381 矿床酸性地浸采铀试验基地地下水修复工程目前进展到第三个阶段(共五个阶段), 根据钻孔地下水取样监测, 取样点水中铀含量下降明显, 最大下降幅度为 82%, 达到或接近控制值水平, 其实践成果有助于我国地浸地下水修复技术的突破。此外, 国

外已有成熟的地下水修复技术，但是否适用于我国还需探索，目前正在开展酸法和中性地浸矿山地下水修复研究，后续的研究成果可为本项目地下水修复奠定基础。

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

2) 其它治理方案可行性

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

13.1.5 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的改善，也使当地居民因未治理的放射性污染区域而引起的社会不稳定因素得以解决：

从国内外对原地浸出采铀场地及设施的治理经验来看，井场的地下水经过治理后，能够较大程度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。

污染工业场地、蒸发池（除废物集中堆放场所占区域）治理后，恢复植被逐渐融入周边环境，项目实施后原址均将达到无限制开放使用深度。

废物集中堆放场所进行覆盖治理，治理后氡析出率 $<0.74\text{Bq}/(\text{m}^2\cdot\text{s})$ ，满足管理限值要求，并通过在覆土表面恢复植被，生态逐渐得以恢复。

污染构筑物彻底拆除清除后，原址恢复重建，治理后将达到无限制开放使用深度。

非金属材质污染设备管线或材料，经拆除分解后运至废物集中堆放场所

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竣工验收后，废物集中堆放场所为有限制开放使用。由于有限制开放使用的设施仍存有大量铀的衰变产物，一旦受到自然因素或人为因素影响易于扩散，可能带来一定程度的放射性危害，因此在其退役治理后，必须对其进行长期的监督维护和监测，以便及时对出现的影响安全和环境的隐患和问题进行治理，确保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新疆中核天山铀业有限公司。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。

13.2.3.1 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。

13.2.3.2 辐射监测方案

1) 日常巡视监测

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

14 结论与建议

14.1 结论

14.1.1 项目基本情况

本项目属于七三七、七三九延续工程，建成后可进一步提高新疆中核天山铀业有限公司的天然铀生产能力，继续维持新疆伊犁盆地千吨级铀矿大基地的平稳运行。本项目符合国家、地方（兵团）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”，七三七延续工程服务年限为 20a，七三九延续工程服务年限为 15a。项目建设内容主要包括井场、水冶设施、厂外工程。本项目总投资 34928 万元，其中环保投资 1917 万元，环保投资占工程总投资的 5.49%。

14.1.2 环境质量状况

1) 空气中氡及其子体浓度：本项目周边空气氡及氡子体浓度水平与建矿前及伊宁市本底基本处于同一水平。

2) 空气中 TSP、HCl 浓度：项目所在位置及周边居民点的 TSP 日均浓度监测结果均满足《环境空气质量标准》（GB3095-2012）中二级标准限值要求；HCl 未检出。

3) γ 辐射剂量率：项目周边居民点、拟建场址以及树脂运输沿线 γ 辐射剂量率均在伊犁地区本底水平范围之内，与建矿前本底基本处于同一水平。

4) 地表水及底泥：阿布萨塔尔渠、加格斯台河中 $U_{\text{天然}}$ 浓度均在新疆维吾尔自治区河流本底范围内，与建矿前本底基本处于同一水平； ^{226}Ra 浓度略高于本底水平；非放射监测指标均可以满足《地表水环境质量标准》（GB3838-2002）III标准要求；底泥中 $U_{\text{天然}}$ 、 ^{226}Ra 含量在伊犁地区土壤本底范围之内，与建矿前本底基本处于同一水平。

5) 地下水：项目周边潜水含水层地下水中放射性核素浓度位于新疆维吾尔自治区地下水本底范围内；含矿含水层及其上、下含水层地下水中放射性核素浓度位于建矿前本底水平范围内；非放射性因子均满足《地下水质量标准》（GB/T14848-2017）III 类标准。

6) 土壤: 土壤中 $U_{\text{天然}}$ 和 ^{226}Ra 含量在伊犁地区本底水平之内, 与建矿前本底基本处于同一水平; 拟建场址土壤中各项非放监测指标均低于《土壤环境质量 建设用地土壤污染风险管控标准(试行)》(GB36600-2018)中的第二类用地污染风险筛选值的标准要求; 周边居民点土壤中各项非放监测指标均低于《土壤环境质量 农用地土壤污染风险管控标准(试行)》(GB15618-2018)中的土壤污染风险筛选值的标准要求。

7) 生物: 拟建场址处牧草及周边居民点处生物样品中 $U_{\text{天然}}$ 、 ^{226}Ra 、 ^{210}Po 含量均满足《食品中放射性物质限制浓度标准》(GB14882-94)中限值要求。

8) 声环境: 项目周边居民点处及拟建吸附区处声环境质量满足《声环境质量标准》(GB3096-2008)2类区限值要求。

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, 七三七延续工程采用酸法浸出工艺、七三九延续工程采用中性浸出工艺, 井型分别以五点型、七点型布置为主。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。

七三七延续工程共设置生产采区 9 个, 其中首采区布置 4 个分采区, 备采区布置 5 个分采区, 共布置生产钻孔 641 个, 其中抽出井 224 个, 注入井 386 个, 布置监测井 31 个。首采区共布置钻孔 296 个, 其中抽出井 100 个, 注入井 180 个, 监测井 16 个。主要采用五点型井型, 井距确定为 35m, 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%, 年总抽液量 601.45 万 m^3/a (350 工作日)。

七三九延续工程共设置生产采区 10 个, 其中首采区布置 2 个分采区, 备采区布置 8 个分采区, 共布置生产钻孔 744 个, 其中抽出井 245 个, 注入井 469 个, 布置监测井 30 个。首采区共布置钻孔 150 个, 其中抽出井 42 个, 注入井 98 个, 监测井 10 个。主要采用七点型井型, 井距确定为 35m, 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%, 年总抽液量 182.28 万 m^3/a (350 工作日)。

14.1.3.2 水冶设施

本项目为延续工程，根据生产工艺流程，综合利用地形、风向等环境条件，在井场附近设置吸附区和蒸发池，并充分结合并利用现有工程已有设施。其中，吸附区新建浸出液吸附厂房，浸出液经吸附厂房处理后的饱和树脂由树脂倒运车送至原水冶厂进行后续处理；原水冶厂中仅进行浸出液处理厂房改造和扩建，并对部分辅助生产设施进行改扩建。

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

14.1.3.3 运行期污染物的产生及处理

1) 废气

(1) 集液罐废气：浸出液自抽出井抽出时，挟带和溶解了一定量的 ^{222}Rn 气体，经管道集中于集液罐时， ^{222}Rn 气体通过集液罐排气孔释放于大气，七三七、七三九延续工程集液罐 ^{222}Rn 释放量分别为 $3.27 \times 10^{12} \text{Bq/a}$ 和 $5.56 \times 10^{11} \text{Bq/a}$ 。

(2) 浸出液吸附厂房废气：本项目浸出液吸附厂房产生的主要放射性废气为氡气，七三七、七三九延续工程浸出液吸附厂房氡释放量分别为 $1.80 \times 10^{11} \text{Bq/a}$ 和 $1.47 \times 10^{11} \text{Bq/a}$ 。

(3) 浸出液处理厂房废气：本项目浸出液处理厂房产生的主要放射性废气为氡气，七三七、七三九延续工程浸出液处理厂房氡释放量分别为 $3.21 \times 10^{11} \text{Bq/a}$ 和 $1.98 \times 10^{11} \text{Bq/a}$ 。

(4) 蒸发池废气：本项目蒸发池废液蒸发时，其中溶解的 ^{222}Rn 随之挥发，析出一定量的 ^{222}Rn ，七三七、七三九延续工程蒸发池 ^{222}Rn 释放量分别为 $2.34 \times 10^{10} \text{Bq/a}$ 和 $7.44 \times 10^9 \text{Bq/a}$ 。

(5) 非放射性废气：七三七延续工程现有浸出液处理厂房会产生少量硫酸雾，属于无组织排放，排放量较少，基本可忽略不计。

七三九延续工程浸出液处理厂房以及盐酸库会产生 HCl 气体。其中，厂房产生的 HCl 气体属于无组织排放，排放量较少，基本可忽略不计；盐酸库 HCl 气体主要来源于盐酸库储罐的呼吸排放和物料装卸过程中的少量泄漏，废气排放量为 0.0008kg/h 。

2) 废水

(1) 放射性废水：本项目产生的放射性废水主要为吸附尾液，其中 99.7% 的吸附尾液返回配置浸出剂，剩余 0.3% 的吸附尾液直接进入蒸发池。七三七、七三九延续工程排入蒸发池的吸附尾液量分别为 $52\text{m}^3/\text{d}$ 和 $16\text{m}^3/\text{d}$ ，年产生量分别为 $18200\text{m}^3/\text{a}$ 和 $5600\text{m}^3/\text{a}$ 。

七三七延续工程设 4 座蒸发池，蒸发面积 12600m^2 ，年实际蒸发量约为 $31500\text{m}^3/\text{a}$ ；七三九延续工程设 2 座蒸发池，蒸发面积 4000m^2 ，年实际蒸发量约为 $10000\text{m}^3/\text{a}$ ；本项目蒸发池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：采用移动式洗孔水储罐处理，处理后的澄清液重新注入井下，沉淀的泥沙运至蒸发池。

(4) 生活污水：本项目不新增劳动定员，调用现有七三七厂和七三九厂工作人员，因此不额外增加生活污水量。现有水冶厂和生活区生活污水经处理后回用于厂区绿化、抑尘，不外排。

3) 固体废物

(1) 蒸发池回填土残渣、浸出液处理残渣、洗井废渣：蒸发池的废水蒸发后的回填土残渣、浸出液处理残渣、洗井废渣均暂存于蒸发池中。七三七、七三九延续工程废渣量分别为 9460.8t 和 3003.9t ， $U_{\text{天然}}$ 浓度分别为 $18\text{mg}/\text{kg}$ 和 $13\text{mg}/\text{kg}$ ，最终集中挖除统一填埋或分别就地掩埋等。

(2) 钻井泥浆：本项目运营期生产井的施工过程会产生一定量的钻井泥浆，钻井泥浆处理后产生的固体废物包括岩屑和泥饼，七三七、七三九延续工程钻井泥浆产生量分别为 8280m^3 和 8910m^3 ，统一运至泥饼池进行集中处理，然后覆土植草，恢复地貌。

(3) 废旧管道、设备：经简单去污后暂存于固体废物贮存库，待退役时运至审管部门认可的废旧金属处理中心处理。

(4) 生活垃圾：本项目不新增劳动定员，因此不额外增加生活垃圾，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和水冶设施的水泵、离心泵、风机等，单机噪声源强均小于 90dB (A)。经处理后在厂界可以达标《工业企业厂界环境噪声排放标准》(GB12348-2008) 中 2 类标准要求。

14.1.4 施工期环境影响

施工期产生的污染物主要是施工扬尘、生活污水、施工废水、施工噪声以及钻井泥浆、废机油、建筑垃圾、改造更换的废旧设备和生活垃圾。

施工扬尘采用洒水、围挡等抑尘措施；施工期设临时防渗旱厕，并设置简易防渗化粪池，生活污水经化粪池处理后全部外运处理；施工噪声采用低噪声设备、减震、隔声等降噪措施；建筑废物送至指定的建筑垃圾处理场，生活垃圾集中堆放在指定地点；另外，通过施工管理，减少水土流失，植被绿化等措施，减少生态环境影响。

在钻井施工过程中，泥浆经过除砂后回用于钻井，产生的岩屑运至泥饼池进行集中处理；钻井施工完成后，最终产生的钻井泥浆经脱水后滤液运至新钻井机台配置钻井液，泥饼运至泥饼池进行集中处理。

七三七延续工程原浸出液处理厂房改造过程中，更换部分设备管道，产生量约 5t，经简单去污后暂存于固体废物贮存库，待退役时运至审管部门认可的废旧金属处理中心处理。

废机油产生量较少，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；建筑垃圾送至指定的建筑垃圾堆放处，最终送至指定的建筑垃圾处理场；施工人员生活垃圾在寝车集中堆放，最终外送环卫部门处理。

本项目占地面积较小，不涉及基本农田等敏感区域，项目主要占地位于新建井场区域，项目多为施工期临时占地，实际施工结束后相应的生态影响也会结束，且项目建设期、运营期及退役期应采取相应的生态修复措施。因此，项目对区域生态环境影响较小。

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

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

七三七延续工程生产期气态源项所致评价区域最大个人有效剂量为 $1.11 \times 10^{-3} \text{mSv/a}$ ，出现在 E 方位、3~5km 子区，关键居民点为墩买里；考虑周边其他铀矿冶设施综合影响后，关键居民点仍为墩买里，最大个人有效剂量为 $1.82 \times 10^{-3} \text{mSv/a}$ ，小于本项目设定的剂量约束值；另外，考虑周边其他铀矿冶设施综合影响后，本项目 20km 范围内的集体剂量为 $1.65 \times 10^{-3} \text{人} \cdot \text{Sv/a}$ 。

七三九延续工程生产期气态源项所致评价区域最大个人有效剂量为 $1.50 \times 10^{-4} \text{mSv/a}$ ，出现在 NNE 方位、3~5km 子区，关键居民点为阿克亚尔村；考虑周边其他铀矿冶设施综合影响后，关键居民点仍为阿克亚尔村，最大个人有效剂量为 $2.12 \times 10^{-2} \text{mSv/a}$ ，小于本项目设定的剂量约束值；另外，考虑周边其他铀矿冶设施综合影响后，本项目 20km 范围内的集体剂量为 $0.155 \text{人} \cdot \text{Sv/a}$ 。

本项目生产期气态源项及叠加周边其他铀矿冶设施气态源项后，所致的个人有效剂量均较小，低于本项目剂量约束值，且本项目周围人口稀少，集体有效剂量也较小，本项目气态流出物对环境的影响在可接受范围之内。

14.1.6 地下水环境影响评价

分别对原地浸出井场和蒸发池地下水环境影响进行了分析。

1) 运行期井场地下水环境影响评价

应用 GMS 地下水迁移数值模拟软件对生产期间井场地下水环境影响进行了预测评价。七三七延续工程典型采区在生产期末第 8a 时， $U_{\text{天然}}$ 、 SO_4^{2-} 和 Mn 在地下水向下游的迁移距离分别为 142m、133m 和 147m；七三九延续工程典型采区在生产期末第 8a 时， $U_{\text{天然}}$ 和 Cl 在地下水向下游的迁移距离分别为 114m 和 121m。由于本项目含矿含水层埋深较深，且含矿含水层的顶底板均相对稳定，在此距离内含矿含水层中的地下水越流至潜水层或其他承压水层的可能性很小，对环境的影响不大，也不会对公众造成附加照射剂量。

2) 蒸发池地下水环境影响分析

蒸发池采用土工膜+粘土的防渗结构，蒸发池中废水少量穿透复合防渗结构的时间约为 1990a，因此在正常生产期间，蒸发池废水不会污染地下水。

14.1.7 非放射性大气环境影响评价

1) 大气

盐酸库无组织排放的 HCl 在东、南、西、北厂界处的贡献值均满足《大气污染物综合排放标准》(GB16297-1996) 周界外浓度最高点限值要求，对周围环境影响较小。且对周边居民点空气中 HCl 的预测值较小，满足《环境影响评价技术导则 大气环境》(HJ 2.2-2018) 中附录 D 其他污染物空气质量浓度参考限值的要求，可见对厂区周围居民点的环境空气质量影响较小。

2) 水环境

本项目不新增劳动定员，不额外增加生活污水量。现有水冶厂和生活区生活污水经处理后回用于厂区绿化、抑尘，不外排。因此，本项目生活污水均进行了妥善处理，不会对项目周边水环境产生影响。

3) 噪声

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

4) 固体废物

固体废物处理均得到了有效的处置，不会对环境产生明显的影响。

14.1.8 事故环境影响分析

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

蒸发池泄漏后环境影响预测结果表明，随着泄漏时间的延长，蒸发池废水泄漏造成放射性核素向深层迁移，生产期末第 18a 时， $U_{\text{天然}}$ 迁移深度约为 670cm，小于所在区域地下水埋深 1950cm，事故状况下未到达地下水水位，不会对地下水环境产生影响。

本项目涉及的主要危险物质为七三七延续工程使用的硫酸和七三九延续工程使用的盐酸，硫酸储罐和盐酸储罐区均设有围堰。本项目周边人口较少，

且没有需要进行特殊保护的敏感区域，在采取相应的风险防范措施后，可有效避免硫酸储罐和盐酸储罐泄漏，即使发生泄漏事故对周边环境造成的影响也是有限的。

14.1.9 环境管理与监测计划

本项目环境管理为新疆中核天山铀业有限公司的管理机构，实行环境保护总经理负责制，且七三七厂和七三九厂已设置了专门的环境保护和辐射防护管理机构，配有专职安全环保管理人员负责环境管理和辐射防护监测任务，并负责制定各种维护管理制度，进行定期的检查和监督，以保证环保设施的正常进行。

本项目根据设施的性质、规模及运行情况，制定了流出物监测计划和常规环境监测计划，由新疆中核天山铀业有限公司环境保护和辐射防护管理机构负责，且经过多年运行，七三七厂和七三九厂已配备了较为完善的监测设备，具备了一定的监测能力，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。

14.1.10 总结论

综上所述，七三七、七三九地浸采铀延续工程的开发建设符合国家、地方（兵团）产业政策和环保政策，场址选择合理，生产过程中产生的污染物均采取了有效的防治措施，污染物可实现达标排放，生态保护措施可行。项目生产过程中对地下水、大气、声环境、生态环境的影响可接受，公众受照剂量满足剂量约束值的要求，项目正常运行情况下环境影响较小，事故情况下环境影响可接受。因此，从环境保护角度来讲，本项目的实施是可行的。

14.2 建议

1) 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：

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

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， $F_y = \frac{1}{\sqrt{2\pi}\sigma_y} \exp\left(-\frac{y^2}{2\sigma_y^2}\right)$ ；

j=1 或 2，分别代表上升和下沉部分。

2) 稳定条件下 SBL 中的浓度

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

式中：

z_{ieff} —有效机械混合层高度；

h_{es} —烟羽高度（烟囱高度加烟气抬升高度）；

F_y —横向分布函数（有迂回）。

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

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

当 $z_r \geq z_{ieff}$ 时，不考虑有效反射面。

3) 污染物扩散过程中的衰减作用

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

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

$$\text{或 } D = 1 \quad (\psi = 0)$$

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

式中：

ψ —污染物的衰减系数；

$T_{1/2}$ —污染物的半衰期，s。

4) 面源计算模式

对于面源，AERMOD 采用数值积分的处理方法，计算公式如下：

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

式中：

Q_A —面源释放率， $g/m^2 \cdot s$ ；

K —单位转换系数；

D —污染物衰减项；

σ_y —水平扩散系数，m；

σ_z —垂直扩散系数，m；

u_s —排放源高度处的风速，m/s；

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

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

二、剂量估算模式

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

1) 公众个人剂量

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

式中：

C_{Rn} — ^{222}Rn 浓度， Bq/m^3 ；

T —受照时间，h，全年取 8760h；

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

2) 公众集体剂量

集体剂量估算与评价范围及评价范围内的人口数有关，计算公式如下：

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

式中：

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

E_i — i 子区的个人剂量代表值， Sv/a ；

R_i — i 子区的人口数，人。

环 评 委 托 书

中核第四研究设计工程有限公司：

根据《中华人民共和国环境保护法》、《中华人民共和国环境影响评价法》和中华人民共和国国务院令第 253 号《建设项目环境保护管理条例》的有关规定，现委托贵单位承担《新疆中核天山铀业有限公司七三七、七三九地浸采铀延续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。

新疆中核天山铀业有限公司

2021 年 8 月 27 日



新疆生产建设兵团第四师可克达拉市自然资源和规划局

复函

新疆中核天山铀业有限公司：

《关于申请〈新疆中核天山铀业有限公司七三七厂、七三九厂地浸采铀扩建工程〉建设范围是否占用生态保护红线的函》已收悉，经套合第四师生态保护红线，贵公司提供的建设范围线不在第四师生态保护红线内。

特此回函。

第四师可克达拉市自然资源和规划局

2022年3月29日



关于〔《新疆中核天山铀业有限公司七三七厂、七三九厂地浸采铀扩建工程》建设范围是否涉及生态保护红线的函〕的答复函

新疆中核天山铀业有限公司：

关于〔《新疆中核天山铀业有限公司七三七厂、七三九厂地浸采铀扩建工程》。位于加尕斯台镇草场（六十八团煤矿及东部），占地 8893.31 亩，不在察布查尔县生态保护红线区内。

特此说明

附件：影像图

察布查尔县自然资源局

2022 年 3 月 24 日



