

中核沽源铀业有限责任公司
铀钼矿尾渣中钼的再回收技术研究
环 境 影 响 报 告 表

中核沽源铀业有限责任公司

二〇二二年十一月

中核沽源铀业有限责任公司
铀钼矿尾渣中钼的再回收技术研究
环 境 影 响 报 告 表



建设单位：中核沽源铀业有限责任公司
法人代表：隋杰
通讯地址：河北省沽源县 001 号信箱
邮政编码：076561

打印编号: 1667271326000

编制单位和编制人员情况表

项目编号	vu653o		
建设项目名称	中核沽源铀业有限责任公司铀钼矿尾渣中钼的再回收技术研究		
建设项目类别	55--169铀矿开采、冶炼; 其他方式提铀		
环境影响评价文件类型	报告表		
一、建设单位情况			
单位名称 (盖章)	中核沽源铀业有限责任公司		
统一社会信用代码	911307247995707674		
法定代表人 (签章)	隋杰		
主要负责人 (签字)	隋杰		
直接负责的主管人员 (签字)	王海塔		
二、编制单位情况			
单位名称 (盖章)	中核第四研究设计工程有限公司		
统一社会信用代码	911301001043361316		
三、编制人员情况			
1. 编制主持人			
姓名	职业资格证书管理号	信用编号	签字
谢占军	2016035130350000003510130352	BH018156	谢占军
2. 主要编制人员			
姓名	主要编写内容	信用编号	签字
田玉斌	第3、4、5、6、7、9、10、11章	BH018156	田玉斌
葛佳亮	第8、12章	BH018159	葛佳亮
谢占军	第1、2、13章	BH018157	谢占军

1 建设项目基本情况

项目名称	中核沽源铀业有限责任公司铀钼矿尾渣中钼的再回收技术研究				
建设单位	中核沽源铀业有限责任公司				
法人代表	隋杰		联系人	董志斌	
通讯地址	河北省沽源县 001 号信箱				
联系电话	13663139667	传 真	/	邮政编码	076561
建设地点	河北省张家口市沽源县西辛营乡张麻井村沽源铀业水冶厂内				
立项审批部门	中国核工业集团有限公司		批准文号	中核科发〔2021〕292 号	
建设性质	■新建 □扩建 □改建 □技改		行业类别及代码	放射性金属矿采选 B-0933	
占地面积（平方米）	1094.6		绿化面积（平方米）	/	
总投资（万元）	1905.0		环保投资（万元）	546.4	
环保投资占总投资比例	28.68%		预期投产日期	2023 年 4 月	

1.1 建设单位概况

中核沽源铀业有限责任公司（以下简称“沽源铀业”）成立于 2007 年，位于河北省张家口市沽源县西辛营乡张麻井村，是中国铀业有限公司与天津华勘集团有限公司共同出资的合资公司，主要负责 460 矿（又名河北省沽源县张麻井铀钼矿床）的建设和运行管理，企业注册资本金人民币 5000 万元。截止 2022 年 11 月，公司职工共 260 人，其中正高、副高 8 人、中级职称 41 人、初级职称 35 人、技能人员 205 人、受教育程度硕士 7 人、大学本科 79 人、大专 84 人。

1.2 项目由来及必要性

沽源铀业自 2009 年建成投产后，水冶厂的生产工艺为：露天开采→破碎、磨矿→常规浸出→钼萃取及后续处理→铀萃取及后续处理。在开发的铀钼矿石中，普遍存在胶硫钼矿，该胶质 MoS_2 附着在钼矿表面，形成致密的硫化物包裹，阻碍了浸出剂向包裹体内部的渗透及氧化剂对钼矿物的氧化。随着胶硫钼矿所占的比例越来越高，钼的浸出率逐年下降，部分难浸矿石的钼浸出率甚至不足 20%，含有大量钼金属的尾渣被运输到尾渣库中堆存，矿产资源严重闲置，同时也占用了大量的临时用地，导致尾渣库管理成本较高。直至 2019 年氧压浸出技术改造完成，钼的浸出率才得到极大的提升。

而且随着生产活动的进行，氧压浸出渣运输到尾渣库堆存后，钼品位较高的常规浸出

渣将会被逐步覆盖，为避免层叠覆盖后导致常规浸出渣难以利用，也应尽早回采再利用，以促进尾渣库尾渣堆存的科学合理规划。

通过本项目的研究，探索回收尾渣中钼和铀金属的可行性，试验成功后，可以实现尾渣中有益资源的回收利用，将废物转化为可用资源，实现变废为宝，符合国家可持续发展的要求。同时，随着尾渣中钼和铀金属含量的下降，尾渣库对地下水污染的风险也进一步降低，有利于尾渣库环境风险的管控。而且随着尾渣中铀金属的回收，尾渣在堆存期间释放的 ^{222}Rn 量也会随之减少，对周边辐射环境的影响进一步降低。最后，为了避免试验期间对周边水体造成污染，本项目产生的工艺废水全部回用，实现了零排放。综上所述，本项目的实施有助于实现环境效益、资源再利用和废物最小化。此外，通过开展本项目试验装置对钼精矿浸出效果的研究，还可以考察应用到钼精矿浸出的可行性，拓展本项目未来可应用的领域范围。

为了开展尾渣中钼金属的回收，洁源铀业开展了大量的资料调研和论证工作，通过对比分析，明确了采用酸性氧压浸出工艺处理尾渣的技术路线。洁源铀业于 2019 年完成了钼钼矿酸性氧压浸出技术改造工作，通过近三年的生产经验积累，酸性氧压浸出工艺的技术路线已经较为成熟，具备开展尾渣中钼的再回收试验研究的技术能力；同时，洁源铀业也有针对性的开展了尾渣的分析化验研究，申报了尾渣中回收钼铀的技术专利，初步验证了该方法的技术可行性。综上所述，洁源铀业计划采用酸洗氧压浸出工艺开展钼钼矿尾渣中钼的再回收技术研究。

2021 年 9 月，中核集团以《关于下达中核集团集中研发项目“钼钼矿尾渣中钼的再回收技术研究”任务书的通知》（中核科发〔2021〕292 号）对本项目进行了批复。根据《中华人民共和国环境影响评价法》、《建设项目环境影响评价分类管理名录》及《建设项目环境保护管理条例》的有关规定，本项目需开展环境影响评价并编制环境影响报告表（环评委托书见附件 1）。2022 年 10 月，洁源铀业委托中核第四研究设计工程有限公司承担本项目的环评工作。接受委托后，环境影响评价小组收集了项目的工程资料和环境资料，并结合现场实际情况，最终于 2022 年 11 月完成了环境影响报告表的编制工作，现提交生态环境部审查。

1.3 项目概况

1.3.1 工程概况

项目名称：中核洁源铀业有限责任公司钼钼矿尾渣中钼的再回收技术研究。

建设性质：新建。

试验日期：2023 年 1 月~2024 年 12 月。

建设单位：中核沽源铀业有限责任公司。

建设地点：河北省沽源县西辛营乡张麻井村沽源铀业水冶厂现有研发厂房内。

试验规模：尾渣使用量为 24t/d，试验期内尾渣总处理量约 6000t，全部来自沽源铀业尾渣库；钼精矿使用量为 0.5t/d，试验期间钼精矿的使用量约 125t，全部来自外购。

项目投资：本项目总投资 1905.0 万元，其中环保投资 564.6 万元。

1.3.2 研究内容

本项目包括三项研究专题，专题一为铀钼矿尾渣中钼的再回收工艺技术研究（以下简称“条件试验”），专题二为铀钼矿尾渣中钼的再回收扩大试验研究（以下简称“扩大试验”），专题三为钼精矿处理试验研究（以下简称“钼精矿试验”）。

条件试验为室内试验，主要开展酸性浸出工艺参数研究，获取浸出温度、矿浆液固比、酸用量、浸出矿浆的固液分离性能等参数的研究。扩大试验是在条件试验选定的基本参数的基础上，进行现场联动试验研究，验证和进一步优化条件试验推荐的工艺流程和工艺参数，为接下来的工业化生产提供技术支持。钼精矿试验是利用扩大试验的相关设备，验证扩大试验工艺流程和相关参数对钼精矿的浸出效果。

1.4 与原有项目的关系

1.4.1 依托关系

1) 试验场地

本项目试验场地为沽源铀业水冶厂内现有的研发厂房，该厂房目前为闲置状态。研发厂房总建筑面积 1600m²，本次扩大试验占用面积 1094.6m²。

2) 原辅材料的供应

试验所需的硫酸来自水冶厂现有硫酸库；氧气来自水冶厂的液氧储罐；蒸汽由厂区现有蒸汽锅炉提供；扩大试验所需的试验用水来自水冶厂内生产水池和清水系统。

尾渣试验和钼精矿试验产生的浸出液依次进入水冶厂萃取和沉淀车间进行处理，试验期间调整水冶厂浸出液生产能力，使得试验前后的浸出液总量不变。

3) 废渣的来源和处置

本项目试验研究所需的尾渣全部来自沽源铀业尾渣库，在进行尾渣试验时，利用运渣车将尾渣运送至研发厂房，随拉随用。尾渣浸出完成后产生的二次浸出渣重新运至尾渣库

堆存。

1.4.2 与本项目相关的原有污染情况

1.4.2.1 废气

1) ^{222}Rn

根据沽源铀业《2021 年度流出物和环境监测总结报告》(2022 年 2 月), 2021 年沽源铀业水冶厂氡气年排放量为 $1.32 \times 10^{11} \text{Bq}$ 。

2) 硫酸雾

硫酸雾的来源主要为水冶厂萃取车间、沉淀车间和浸出车间。根据河北君康检测技术服务有限公司 2022 年 7 月的监测数据, 萃取车间、沉淀车间和浸出车间硫酸雾的最大排放速率分别为 0.042kg/h 、 0.097kg/h 和 0.363kg/h , 最大排放浓度分别为 37.1mg/m^3 、 27.3mg/m^3 和 26.1mg/m^3 , 排放速率和排放浓度均满足《大气污染物综合排放标准》(GB16297-1996) 二级标准。

1.4.2.2 废水

目前沽源铀业水冶厂产生的工艺废水全部进入废水处理车间处理, 处理工艺为电石渣制浆—废水中和—固液分离—活性炭吸附。废水处理车间最大处理能力为 $1800 \text{m}^3/\text{d}$, 目前工艺废水处理量为 $1520 \text{m}^3/\text{d}$, 处理后全部回用于生产, 不外排。

1.4.2.3 固体废物

尾渣库设计有效库容约为 950 万 t, 目前已堆存废渣 266.06 万 t。尾渣库库底铺设了复合土工膜, 可有效阻隔尾渣库渗水进入至地下水。尾渣库渗水可通过透水坝排至坝脚沟, 通过导水沟导入渗流池, 渗流池内的渗水通过污水泵输送回水冶厂循环使用。

1.5 评价等级与评价范围

1.5.1 辐射环境

本项目辐射环境评价范围为以酸雾吸收塔为中心, 半径 20km 的地域范围。子区划分方法为以酸雾吸收塔为圆心, 以 1km、2km、3km、5km、10km、20km 为半径画 6 个同心圆, 与圆心角 22.5° 的 16 个方位相交划分扇形区, 共 96 个评价子区。

1.5.2 非放射性环境

1.5.2.1 大气环境影响评价等级与评价范围

本项目非放射性大气污染物主要为运行期产生的硫酸雾和颗粒物。

尾渣含水率约 20%, 同时滚筒筛上方设置喷雾装置, 产生的少量颗粒物随喷雾水一起

进入球磨机内进行制浆，因此没有颗粒物的排放。

本项目为酸性浸出试验体系，在常压预浸时会有硫酸雾的产生，因此，本项目排放的非放射性大气污染物主要为硫酸雾。由于尾渣试验和钼精矿试验硫酸的用量不同，因此分别计算这两个试验阶段的评价等级。

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 进行等级划分。其中， P_i 定义为：

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

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， $\mu\text{g}/\text{m}^3$ 。硫酸雾浓度参照《环境影响评价技术导则 大气环境》（HJ2.2-2018）中附表 D.1 中参考限值，即 1h 平均浓度限值为 $300\mu\text{g}/\text{m}^3$ 。

本项目评价工作等级按表 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，估算硫酸雾的下风向浓度，源项见表 1.5-2，估算结果见表 1.5-3。

表 1.5-2 估算模式源项参数一览表

污染源	试验阶段	污染物	源强 (kg/h)	排气量 (m^3/h)	排放高度 (m)	出口内 径(m)	最小风速 (m/s)
酸雾吸收塔	尾渣试验	硫酸雾	0.027	12120	15	0.7	0.5
	钼精矿试验		0.014				

表 1.5-3 AERSCREEN 估算结果表

污染源	试验阶段	污染物	最大落地浓度 ($\mu\text{g}/\text{m}^3$)	最大浓度 落地点(m)	评价标准 ($\mu\text{g}/\text{m}^3$)	占标率 (%)	评价等级
酸雾吸收塔	尾渣试验	硫酸雾	3.37	111	300	1.12	II
	钼精矿试验		1.80	111		0.60	III

由表 1.5-3 可知，本项目硫酸雾最大占标率 $P_{\max}$ 为 1.12%，根据《环境影响评价技术导则 大气环境》（HJ2.2-2018）的要求，本次大气环境影响评价等级为二级，评价范围确定为以酸雾吸收塔为中心，边长 5km 的评价范围。

1.5.2.2 地表水环境影响评价等级与评价范围

本项目金属回收后产生的工艺废水经处理后全部回用，根据《环境影响评价技术导则 地表水环境》（HJ2.3-2018），地表水评价等级为三级 B，可不进行地表水环境影响预测，仅进行简单分析。

1.5.2.3 地下水环境影响评价等级与范围

根据《环境影响评价技术导则—地下水环境》（HJ 610-2016）附录 A 中行业类别“V164 研发基地”，本项目对应的地下水环境影响评价项目类别为“IV类”。本项目不涉及集中式水源地、分散式饮用水水源地，特殊地下水资源的准保护区及其补给径流区，属于不敏感区域。参照 HJ 610-2016 中表 2 评价工作等级分级表，IV类项目不进行地下水评价的划定，本项目仅对地下水环境影响进行简单分析。

1.5.2.4 声环境影响评价等级与范围

本项目所处区域为声环境 1 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。

1.5.2.5 环境风险评价等级与范围

本项目涉及的风险物质为硫酸，试验使用的硫酸均依托水冶厂内现有硫酸库提供，通过管道输送至研发厂房内，研发厂房无硫酸储存设施，因此本项目不再进行风险物质的分级，仅对研发厂房可能发生的跑、冒、滴、漏事故进行事故分析。

1.5.2.6 生态评价等级与范围

根据《环境影响评价技术导则 生态影响》（HJ 19-2022）6.1.2 章节，本项目不涉及条款 a)、b)、c)、d)、e)、f) 中的情况，评价等级为三级，评价范围为本项目占用区域。

1.6 产业政策与“三线一单”相符性

1.6.1 产业政策相符性分析

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 49 号）（2021 年），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”，符合我国产业政策。

1.6.2“三线一单”相符性分析

1) 生态保护红线符合性

本项目位于沽源铀业水冶厂内，占地范围内不涉及重要生态功能区、生态环境敏感区、脆弱区、生物多样性丰富、珍稀濒危物种集中分布区，不在生态保护红线内，满足生态保护红线控制要求。

2) 资源利用上线符合性

本项目位于沽源铀业水冶厂现有用地范围内，用地性质属于工业用地，满足国土空间开发格局的优化、促进土地资源有序利用与保护的用地配置要求；本项目运行过程中电、水资源等消耗相对区域资源利用总量较小。同时，本项目属于固体废物回收利用的项目，本项目实施后，更有利于闲置资源的利用，符合废物最小化的原则。因此，总体符合资源利用上线要求。

3) 环境质量底线符合性

根据《2020 年河北省生态环境状况公报》，河北省沽源县 2020 年 SO_2 年均浓度 (10~12) $\mu\text{g}/\text{m}^3$ ， NO_2 年均浓度 (11~24) $\mu\text{g}/\text{m}^3$ ， $\text{PM}_{2.5}$ 年均浓度 (15~23) $\mu\text{g}/\text{m}^3$ ， PM_{10} 年均浓度 (36~45) $\mu\text{g}/\text{m}^3$ 。由于该公报中未包含沽源县 CO 和 O_3 监测数据，故引用张家口市 2020 年全年监测数据进行评价，数据来源于中国环境监测总站发布的《全国环境空气质量报告》，根据该报告，CO 第 95 百分位 24h 平均浓度为 $0.9\text{mg}/\text{m}^3$ ， O_3 第 90 百分位最大 8 小时平均浓度为 $122.5\mu\text{g}/\text{m}^3$ 。由此可知，本项目所在区域的六项基本污染物浓度均符合《环境空气质量标准》(GB3095-2012) 的二级标准要求，本项目所在区域属于达标区。

本项目施工期、运行期废气达标排放，固体废物合理处理处置；噪声经采用低噪声设备和合理安排作业时间等措施后影响较小。因此，本项目“三废”排放对周围环境影响很小。总体而言，本项目的建设符合环境质量底线要求。

4) 负面清单符合性

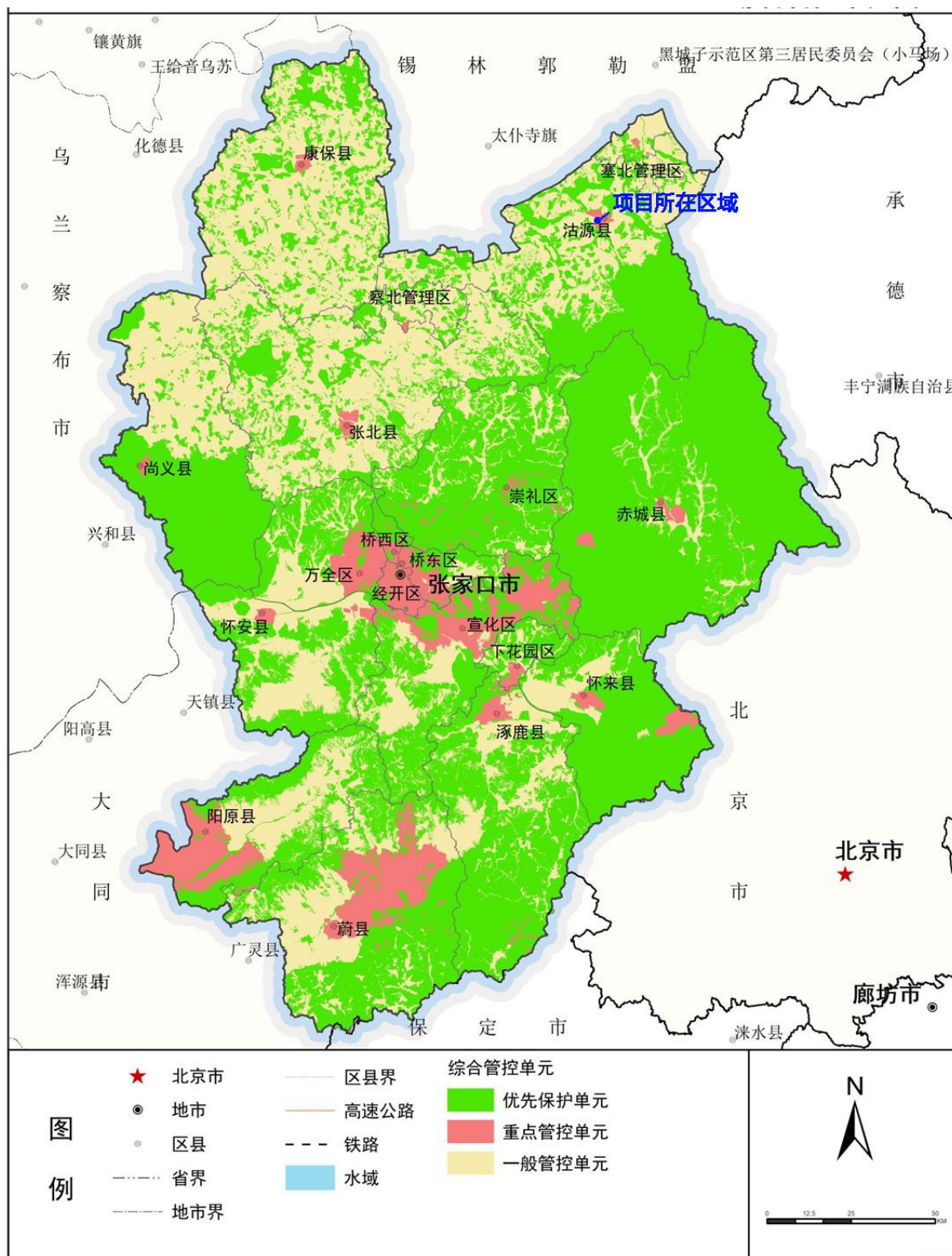
本项目未被列入《康保县等坝上六县国家重点生态功能区产业准入负面清单（试行）》（冀发改规划〔2017〕248 号）内，符合环境功能区负面清单控制要求。

综上分析，本项目符合国家及地方产业政策和环保政策的相关要求，满足国家“三线一单”要求。

1.6.3 与生态环境分区管控的符合性分析

根据《张家口市人民政府关于加快实施“三线一单”生态环境分区管控的意见》（张家口

市生态环境局，2021 年 7 月 15 日），为加快实施“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”，为构建生态环境分区管控体系，推进生态环境治理体系和治理能力现代化建设，张家口市共划定环境管控单元 215 个，包括优先保护单元、重点管控单元、一般管控单元三类，生态环境管控单元分布情况见图 1.6-1。



优先保护单元。共 120 个，主要包括生态保护红线；饮用水水源保护区、自然保护区、风景名胜区、森林公园、地质公园、湿地公园等法定保护地；生态功能重要和生态环境敏感脆弱的生态空间；山地、森林、河流、湖泊、水库等对生态安全格局具有重要作用的区域。

重点管控单元。共计 78 个，主要包括城镇集中建设区、产业园区和开发强度高、污染物排放强度大、环境问题较为突出的区域。

一般管控单元。共计 17 个，优先保护单元和重点管控单元之外的其他区域。

根据本项目的位置与张家口市生态环境管控单元分布的对比，确定本项目位于重点管控区。重点管控单元的主要要求包括：优化工业布局，有序实施高耗能、高排放工业企业整治或搬迁退出，强化交通污染源管控；完善污水治理设施；加快城镇河流水系环境治理；加强工业污染场地环境风险防控和开发再利用监管等。

本项目试验地点位于沽源铀业水冶厂内现有的研发厂房，研发厂房地面铺设有环氧树脂防渗层和耐酸砖层，可有效避免试验期间对土壤和地下水的污染。同时，本项目主要进行尾渣和钼精矿酸性氧压浸出试验，能源消耗较低，试验期间产生的污染物均得到了有效处置，废水不外排。试验所用的尾渣全部来自现有尾渣库，运输距离仅 1.5km，运渣车采用密闭式车厢运输，防止废渣的洒落，道路采用水泥硬化，专人定期清理，不会对道路周边环境造成污染。综上所述，本项目符合重点管控单元的相关要求。

2 编制依据

法规 标准	2.1 法律法规 (1)《中华人民共和国环境保护法》(2015.01.01); (2)《中华人民共和国放射性污染防治法》(2003.10.01); (3)《中华人民共和国环境影响评价法》(2018.12.29); (4)《建设项目环境保护管理条例》(2017.10.01); (5)《建设项目环境影响评价分类管理名录》(2021.01.01); (6)《河北省生态环境保护条例》(2020.07.01); (7)《河北省大气污染防治条例》(2021.09.29); (8)《河北省水污染防治条例》(2018.09.01); (9)《河北省固体废物污染环境防治条例》(2015.03.26); (10)《河北省深入实施大气污染综合治理十条措施》(2021.03.05); (11)《河北省扬尘污染防治办法》(2020.04.01); (12)《康保县等坝上六县国家重点生态功能区产业准入负面清单(试行)》(冀发改规划〔2017〕248号)。 2.2 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 地下水环境》(HJ 610-2016); (4)《环境影响评价技术导则 声环境》(HJ 2.4-2021); (5)《环境影响评价技术导则 生态影响》(HJ 19-2022); (6)《建设项目环境风险评价技术导则》(HJ169-2018); (7)《环境影响评价技术导则 铀矿冶》(HJ1015.1-2019); (8)《电离辐射防护与辐射源安全基本标准》(GB18871-2002); (9)《铀矿冶辐射防护和辐射环境保护规定》(GB23727-2020); (10)《铀矿冶辐射环境监测规定》(GB23726-2009); (11)《环境空气质量标准》(GB3095-2012); (12)《地下水质量标准》(GB/T14848-2017); (13)《声环境质量标准》(GB3096-2008); (14)《土壤环境质量 农用地土壤污染风险管控标准(试行)》(GB15618-2018);
----------	--

	(15)《大气污染物综合排放标准》(GB16297-1996); (16)《建筑施工场界环境噪声排放标准》(GB12523-2011); (17)《工业企业厂界环境噪声排放标准》(GB12348-2008); (18)《施工场地扬尘排放标准》(DB13/2934-2019)。
相关文件	1)《中核沽源铀业有限责任公司铀钼矿尾渣中钼的再回收技术研究实施方案》及批复。中核沽源铀业有限责任公司, 2022 年 10 月; 2)《沽源铀业 2019 年度流出物和环境监测总结报告》, 中核沽源铀业有限责任公司, 2020 年 3 月; 3)《沽源铀业 2020 年度流出物和环境监测总结报告》, 中核沽源铀业有限责任公司, 2021 年 3 月; 4)《沽源铀业 2021 年度流出物和环境监测总结报告》, 中核沽源铀业有限责任公司, 2022 年 3 月; 5)《2020 年河北省生态环境状况公报》。 6)环评委托书。

3 建设项目所在地自然环境社会环境简况

3.1 地理位置

本项目位于河北省张家口市沽源县西辛营乡张麻井村西北沽源铀业水冶厂内，距沽源县城 32km，距张家口市 87km，附近有张家口至沽源公路通过，经由张家口可与全国铁路网连通，区内交通便利。本项目地理位置详见图 3.1-1。



图 3.1-1 本项目地理位置图

3.2 地形地貌

本项目所在区域属内蒙古高原的南部边缘地带，阴山余脉横贯东西。总地势南高北低，东南坝头一带，山高坡陡，属于中低山地貌单元；中部山低坡缓，地势较平坦，属于低山丘陵地貌单元，海拔 1500m~1700m，相对高差 100~200m，属坝上草原的一部分。

3.3 气候气象

本项目地处高寒地带，气候受内蒙古高原气流控制，属干旱、半干旱大陆性草原气候。冬季寒冷，气候干燥，春秋两季多风沙，夏季短暂，昼夜温差大。根据沽源县气象监测站

近 20 年的统计数据，该地区年平均气温 2.1℃，极端最高温 36.2℃，极端最低温-37.0℃；风向以西北风为主，最低风速为 1.93m/s，平均风速 3.5m/s。全年降雨主要集中在 7、8、9 三个月，年均自然降雨量 398.8mm，蒸发量 1659.4mm。

3.4 水文与水文地质

3.4.1 水文

沽源县境内地表水分外流河流域和内陆河流域。外流河流域主要分布在沽源县域大马群山中部，流域面积 1315km²，境内有闪电河、白河和黑河，均属于季节性河流，切割不深，河床多沙砾。内陆河流域河流主要分布在县域中部和西部，流域面积 2331 km²，境内内陆河流主要有葫芦河、灯笼素河、二道营河等，基本特征是源近流短，水量不丰，水量随水季节变化显著，泥沙含量少，常汇集洼地储水成河流。其中，横亘坝缘地区的燕山山脉—大马群山构成了内、外河流的天然分水岭。

本项目位于葫芦河支流二道营河左岸区域，分水岭位于二道营河右侧，距离葫芦河最近距离为 18.3km。本项目工艺废水经处理后全部回用于生产，不外排；生活污水经厂区内生活污水处理设施处理后回用于厂区绿化，不外排。

3.4.2 水文地质

本项目所在矿床地下水可分为第四系松散层孔隙水和基岩裂隙水两大类。

第四系松散层孔隙水：主要分布于第四系冲积洪积层中，厚度 5~46m，水位埋深 3~15m，平均水位标高 1494.11m，该层地下水浅部为潜水，深部为承压水。

基岩裂隙水：其可分为基岩裂隙潜水及基岩裂隙构造带脉状水，二者赋存空间基本一致。基岩裂隙水主要分布于张家口组三段地层层间破碎带和次流纹斑岩内外接触带内，水位埋深 30~50m，含水层厚 80.6m，平均水位标高 1509.83m。

本项目评价区域主要为基岩裂隙水分布区，地层以冲积、洪积、风积和湖积相沉积为主，岩性为砂、沙砾石、亚砂土、粘土及淤泥，下部为黄土。第四系之下为新第三系粘土，地下水流向基本为西北向。受含水层结构所限制，地下水交替作用很弱，入渗系数小。

3.5 工业与能源、农业与土地利用

评价区域内主要有萤石、煤、铅锌矿、沸石、黑耀岩、铜、芒硝、膨润土、松脂岩、大理石和钾长石等矿产资源。本项目位于现有水冶厂区内，不存在压覆其他矿产的情况。

本项目周围以农业为主，农作物主要是小麦、土豆、胡麻、豆类等，工业不发达，只在县城内有小部分小型加工企业，距离本项目较远。

本项目周边土地类型主要为林地，林木主要以散生林为主，基本为木材林，只有少量经济林，树种以杨树为主，兼有少量榆树。

3.6 自然灾害

该区域因受地形、季风的控制和影响，气候的区域性差异较大，其主要的灾害有干旱、风灾、雹灾、霜冻、水灾和病虫害等。另外，根据《中国地震动参数区划图》(GB18306-2015)及《建筑抗震设计规范》(GB50011-2010, 2016 年版)，该地区抗震设防烈度小于 6 度，设计基础地震加速度值小于 0.05g。

3.7 生态环境概况

沽源县处于中国草原和稀树草原植被型组区域内，主要由耐寒的旱生多年生草本植物组成，其次为走茎、根茎草类等，间有隐子草、冷蒿以及春生短命类植物。野生动物包括孢子、狐狸、黄羊、野兔和山鸡等 60 余种。

评价区域内无珍稀动植物及自然保护区、风景名胜区等需要特别保护的生态敏感区。

3.8 社会环境简况

3.8.1 社会经济

根据《张家口市 2020 年国民经济和社会发展统计公报》，2020 年张家口市完成地区生产总值 1600.1 亿元，比上年增长 3.6%。其中第一产业增加值 267.7 亿元，增长 3.6%；第二产业增加值 430.9 亿元，增长 2.2%；第三产业增加值 901.4 亿元，增长 4.3%。第一、第二、第三次产业增加值比重为 15.7：26.9：56.4。

3.8.2 人口

本项目所在地属沽源县西辛营乡，全乡辖西辛营、东辛营、张麻井、五甲地等 23 个行政村，根据《张家口市第七次全国人口普查公报》(张家口市统计局，2021.06.04)，截止 2020 年 11 月，沽源县总人口为 16.1 万人，辖区面积约 3654km²，人口密度为 44.1 人/km²，人口自然增长率为-0.53%。各年龄组在总人口中的比例分别为：婴儿组(≤1 岁) 1.2%，幼儿组(1~7 岁) 8.8%，少年组(7~17 岁) 26.5%，成人组(>17 岁) 63.5%。

本次评价以酸雾吸收塔作为评价中心，距离本项目最近的敏感点为后井村，位于评价中心 S 方位约 1.2km 处。根据第 8 章辐射环境影响分析可知，本项目的辐射环境影响较小，影响范围主要集中在本项目周边，因此，本次重点对评价中心半径 5km 范围内的人口分布进行了调查。根据 2022 年的实地调查，本项目周边 5km 范围内人口分布情况见表 3.8-1，居民点分布见图 3.8-1。

表 3.8-1 本项目周边 5km 范围内居民点分布情况

居民点	方位	相对距离(km)	人口数
上火石	ENE	4.7	241
前张麻井	E	3.2	357
白碱滩	SE	1.9	121
后井	S	1.2	224
柳石窑沟	SSW	1.9	322
前房子	WSW	1.3	157
羊库伦	WSW	4.5	332
小碱滩	W	4.0	161
艾蒿沟	W	3.5	402
四道沟	WNW	1.8	458

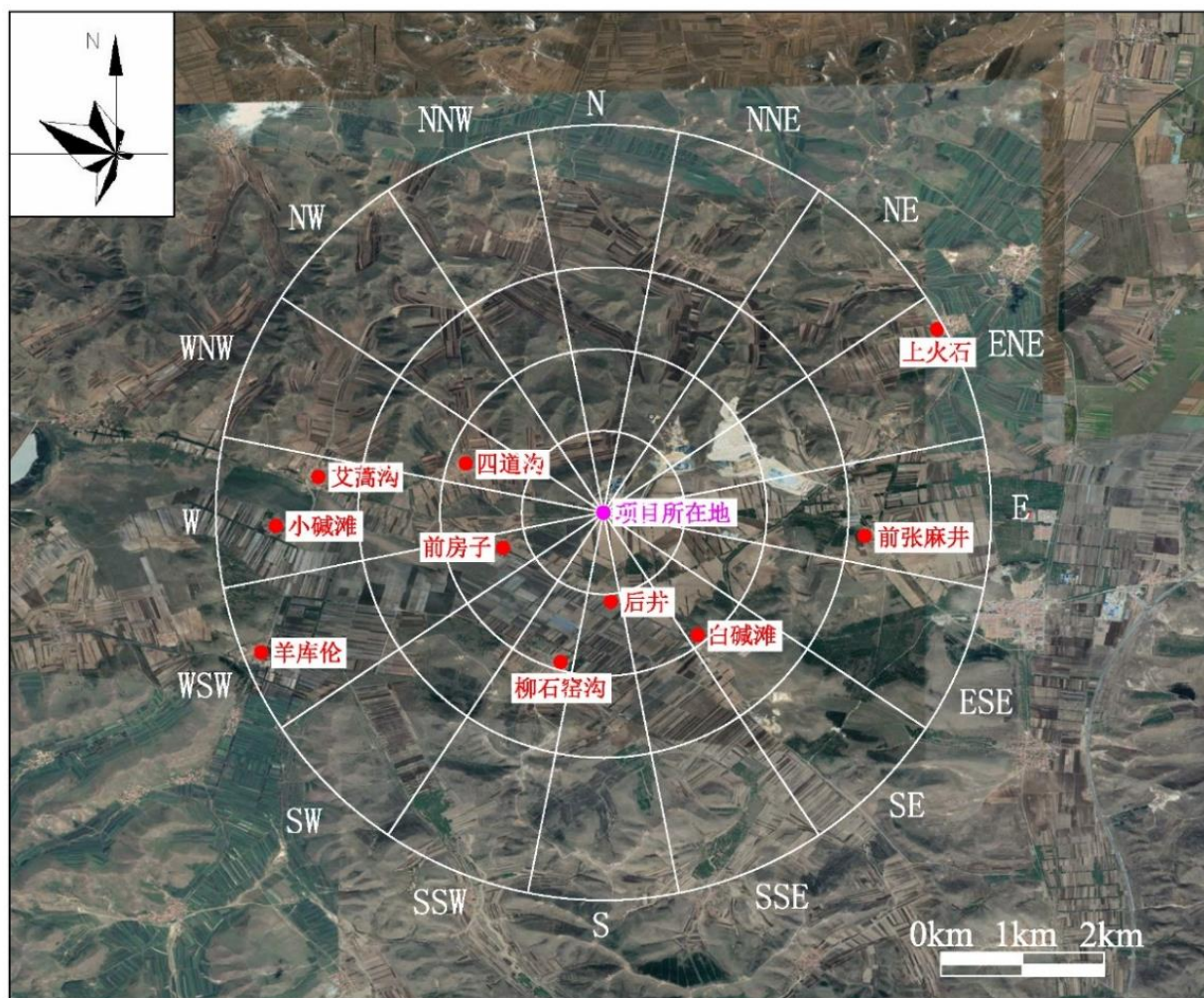


图 3.8-1 评价中心 5km 范围内居民点分布图

4 评价适用标准

环境 质量 标准	本项目执行的环境质量标准、污染物排放标准和辐射控制指标见如下表所示。				
	类别	执行标准	项目名称及标准值		
	空气	《环境空气质量标准》 (GB3095-2012) 二级	TSP	24h 平均 0.3 mg/m ³	
			PM ₁₀	24h 平均 0.15 mg/m ³	
			《环境影响评价技术导则 大气环境》(HJ 2.2-2018) 附录 D 中 空气质量浓度参考限值	硫酸雾	1h 平均 300 μg/m ³
	地下水	《地下水质量标准》 (GB/T14848-2017) III类标准	总 α	0.5 Bq/L	
			总 β	1.0 Bq/L	
			pH	6.5~8.5	
			Cl ⁻	250 mg/L	
			SO ₄ ²⁻	250 mg/L	
			As	10 μg/L	
			Cd	5 μg/L	
			Mo	0.2 mg/L	
	土壤	《土壤环境质量 农用地土壤污 染风险管控标准 (试行)》 (GB15618-2018)	pH	>7.5	
Cd			0.6 mg/kg		
As			25 mg/kg		
声环境	《声环境质量标准》 (GB3096-2008) 1 类	Leq(A)	昼	55 dB(A)	
			夜	45 dB(A)	
污 染 物 排 放 标 准	类别	执行标准	项目名称及标准值		
	废气	《施工场地扬尘排放标准》 (DB13/2934-2019)	PM ₁₀	实测值与属地小时平均浓度 的差值≤80μg/m ³	
			硫酸雾	排放速率: 1.5kg/h 排放浓度: 45mg/m ³	
			《大气污染物综合排放标准》 (GB16297-1996) 二级	颗粒物	排放速率: 3.5kg/h 排放浓度: 120mg/m ³
	噪声	《建筑施工场界环境噪声排放标准》 (GB12523-2011)	Leq(A)	昼	70dB(A)
				夜	55dB(A)
		《工业企业厂界环境噪声排放标准》 (GB12348-2008) 1 类	Leq(A)	昼	55dB(A)
				夜	45dB(A)
辐 射 控 制	由于尾渣和钼精矿的放射性水平较低, 试验过程不会对公众剂量造成明显影响, 因此, 本项目不再制定公众剂量约束值, 仍执行《中核北方铀业有限公司 460 矿床铀钼综合回收矿冶项目环境影响报告书》(中核北方铀业有限公司, 2007.11) 中的规定, 即公众剂量约束值≤0.5mSv/a。				

5 环境质量状况

5.1 环境本底情况

沽源铀业于 2006 年对矿区及周围环境进行了本底调查, 根据《中核北方铀业有限公司 460 矿床铀钼综合回收矿冶项目环境影响报告书》(中核北方铀业有限公司, 2007.11), 监测介质有大气、水、土壤等, 监测项目包括氡及其子体、 $U_{\text{天然}}$ 、 ^{226}Ra 、pH、 SO_4^{2-} 和天然贯穿辐射剂量率。建矿前环境本底状况见表 5.1-1。

表 5.1-1 建矿前环境本底调查数据

序号	监测项目		监测数据
1	大气	氡浓度, Bq/m^3	33.3~50.0
2		氡子体浓度, nJ/m^3	171~299
3	γ 辐射剂量率, nGy/h		68.3~108.7
4	地下水	$U_{\text{天然}}$, $\mu\text{g/L}$	1.47~5.05
5		^{226}Ra , mBq/L	8.78~16.75
6		pH	7.65~8.13
7		SO_4^{2-} , mg/L	162~247
8	土壤	$U_{\text{天然}}$, mg/kg	1.34~2.38
9		^{226}Ra , Bq/kg	39.2~69.1

5.2 监测方案

5.2.1 监测内容

本项目监测数据除空气中硫酸雾来自河北君康检测技术服务有限公司 2022 年 4 月的现场监测外(监测报告见附件 2), 其余监测数均引用自沽源铀业 2019~2021 年《沽源铀业年度流出物和环境监测报告》。河北君康检测技术服务有限公司具有计量认证合格证的环境监测机构, CMA 证书编号为 170320341013, 有效期至 2023 年 2 月 13 日。环境质量现状监测方案见表 5.2-1, 监测布点图见图 5.2-1。

表 5.2-1 环境质量现状监测方案

序号	监测介质	监测项目	监测位置	点位数 (个)	备注
1	空气	氦气	①前张麻井、四道沟、后井； ②对照点：西一棵。	4	/
		氦子体		4	/
		TSP		4	取 24h 平均值
		硫酸雾	①前张麻井、四道沟、后井； ②厂界四周。 ③对照点：西一棵。	8	取 1h 平均值
2		γ 剂量率	①前张麻井、四道沟、后井； ②对照点：西一棵。	5	/
3	地下水	$U_{\text{天然}}$ 、 ^{226}Ra 、 ^{210}Pb 、 ^{210}Po 、总 α 、总 β 、pH、Cd、Mo、As、 Cl^- 、 SO_4^{2-}	①前张麻井、四道沟、后井、前房子； ②对照点：西一棵。	5	/
4	土壤	$U_{\text{天然}}$ 、 ^{226}Ra 、pH、Cd、Mo、As	①前张麻井、四道沟、后井； ②对照点：西一棵。	4	每个点位取 1 个混合样。
5	生物	$U_{\text{天然}}$ 、 ^{226}Ra 、 ^{210}Pb 、 ^{210}Po	①前张麻井、四道沟、后井； ②对照点：西一棵。	4	/
6	噪声	等效声级 L_{Aeq}	①前张麻井、四道沟、后井、前房子； ②厂界四周。	8	每日昼夜各 1 次，连续监测 2 天。

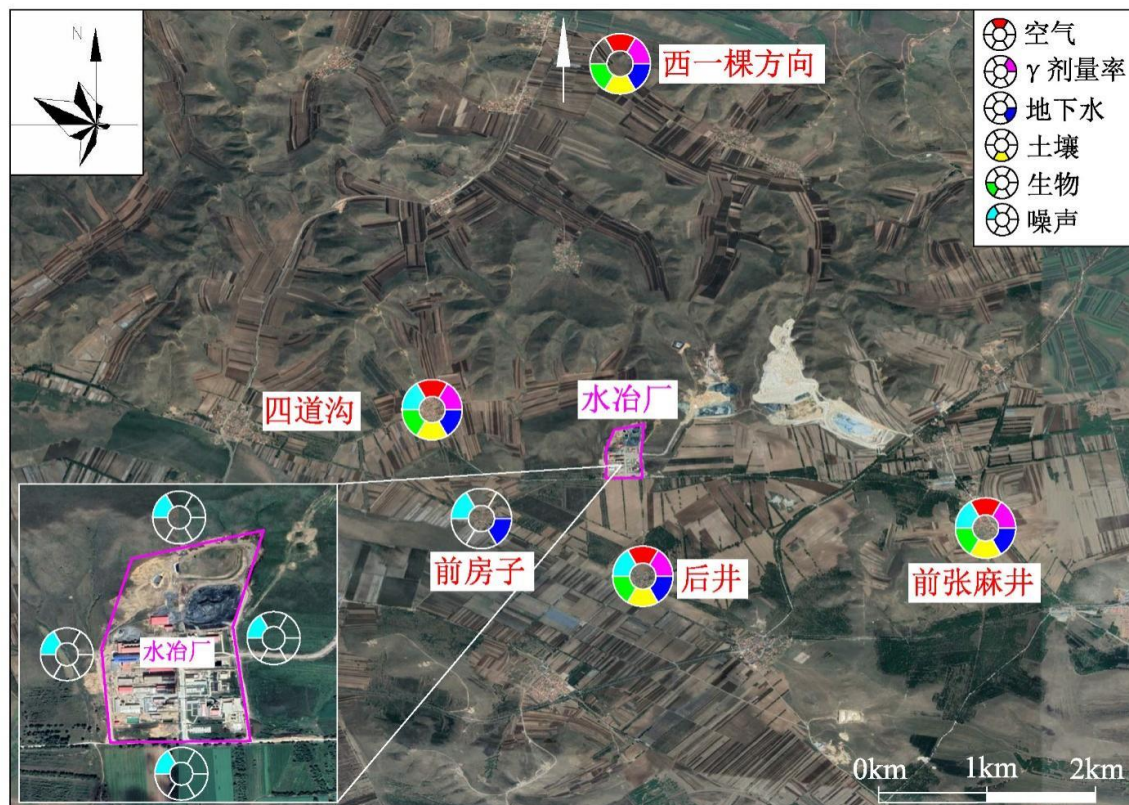


图 5.2-1 环境质量现状监测布点图

5.2.2 监测方法和仪器

为保证测量数据的准确性，测量方法采用国家和核工业领域颁布或推荐的标准测量方法。本项目监测内容和测量分析方法及监测仪器见表 5.2-2。

表 5.2-2 监测方法、仪器及检出限

监测项目		监测方法依据	监测仪器	检出限
空气	氦气	HJ1212-2021	FD216 测氦仪	3.0Bq/m ³
	氦子体	HJ1212-2021	HS01 连续测氦仪	0.01nJ/m ³
	TSP	GB/T 16157-1996	ZR-3620 环境空气采样器	0.01mg/m ³
	硫酸雾	HJ544-2016	PIC-10 离子色谱仪	0.05mg/m ³
γ 剂量率		HJ1157-2021	FD-3013B γ 剂量率仪	0.01nGy/h
地下水	U _{天然}	HJ840-2017	MUA 微量铀分析仪	0.1μg/L
	²²⁶ Ra	GB11214-1989	PC-2100 铀镭分析仪	0.37mBq/L
	²¹⁰ Pb	电镀制样法	BH1213α、β 测量仪	0.25mBq/L
	²¹⁰ Po	自沉积法		0.50mBq/L
	pH	玻璃电极法	PHS-25 酸度计	/
	Cd	质谱法	NexION350D 质谱仪	0.05μg/L
	Mo			0.05μg/L
	As			0.12μg/L
	SO ₄ ²⁻	离子色谱法	CIC-D160 离子色谱仪	0.09mg/L
	Cl ⁻			0.03mg/L
	总 α	EJ/T1075-1998	BH1213α、β 测量仪	2.0mBq/L
	总 β	EJ/T900-1994		5.0mBq/L
土壤	U _{天然}	GB/T550-2000	MUA 微量铀分析仪	0.10μg/g
	²²⁶ Ra	GB/T13073-2010	PC-2100 铀镭分析仪	5.0Bq/kg
	Cd	GB/T14506.30-2010	NexION350D 质谱仪	0.02μg/g
	Mo			0.2μg/g
	As	GB/T22105-2008	AFS230E 原子荧光光度计	0.1μg/g
	pH	NY/T1121.2-2006	PHS-25 酸度计	/
生物	U _{天然}	HJ840-2017	MUA 微量铀分析仪	1×10 ⁻⁴ mg/kg
	²²⁶ Ra	GB14883.6-2016	PC-2100 铀镭分析仪	0.05Bq/kg
	²¹⁰ Pb	GB/T16145-1995	GEM 高纯锗 γ 能谱仪	0.05Bq/kg
	²¹⁰ Po	GB14883.5-2016	BH1324 α 能谱仪	0.05Bq/kg
噪声		GB3096-2008	AR816 便携式噪声计	/

5.3 调查结果与分析

5.3.1 空气监测结果

1) 氦及氦子体监测结果

空气中氦及氦子体浓度监测结果见表 5.3-1。由表可知，氦浓度范围值为（7.35~38.5）

Bq/m³，氡子体浓度范围值为（14.0~63.3）nJ/m³，氡和氡子体浓度均与建矿前本底处于同一水平。由于氡子体本底值较高，建设单位后续应加强对氡子体浓度的监测，关注氡子体浓度的变化情况。

表 5.3-1 空气中氡及氡子体浓度监测结果

序号	监测地点	氡浓度均值（Bq/m ³ ）	氡子体浓度均值（nJ/m ³ ）
1	前张麻井	7.86~28.4	14.0~32.5
2	后井	9.57~31.4	18.0~58.5
3	四道沟	7.35~38.5	19.7~63.3
4	对照点：西一棵	9.83~24.3	18.3~45.2
建矿前本底		33.3~50.0	171~299

2) TSP 监测结果

空气中 TSP 浓度监测结果见表 5.3-3。由表可知，TSP 浓度范围值为（0.087~0.177）mg/m³，满足《环境空气质量标准》（GB3095-2012）二级标准限值的要求。

表 5.3-3 空气中 TSP 浓度监测结果

序号	监测地点	监测值（mg/m ³ ）
1	前张麻井	0.103~0.141
2	后井	0.106~0.139
3	四道沟	0.087~0.160
4	对照点：西一棵	0.099~0.177
《环境空气质量标准》（GB3095-2012）二级标准：24h 平均值≤0.3mg/m ³		

3) 硫酸雾监测结果

空气中硫酸雾浓度监测结果见表 5.3-4。由表可知，硫酸雾浓度均小于检出限，满足《环境影响评价技术导则 大气环境》（HJ2.2-2018）附录 D 推荐限值的要求。

表 5.3-4 空气中硫酸雾浓度监测结果

序号	监测地点	硫酸雾浓度（μg/m ³ ）
1	前张麻井	<50
2	后井	<50
3	四道沟	<50
4	厂界东	<50
5	厂界西	<50
6	厂界南	<50
7	厂界北	<50
8	对照点：西一棵	<50
HJ2.2-2018 附录 D 推荐值		300

5.3.2 γ 辐射空气吸收剂量率监测结果

γ 辐射空气吸收剂量率监测结果如表 5.3-4 所示。由该表可知，本项目周边 γ 辐射空气吸收剂量率范围值为（80~140）nGy/h，与建矿前和张家口地区本底基本处于同一水平。

表 5.3-4 γ 辐射空气吸收剂量率监测结果（nGy/h）

序号	监测点位	监测结果
1	前张麻井	80~100
2	后井	90~140
3	四道沟	80~120
4	对照点：西一棵	80~120
建矿前本底		63.8~108.7
《中国环境天然放射性水平》（2015）张家口		68.1~117.8

注：未扣除宇宙射线。

5.3.3 地下水监测结果

1) 放射性指标

地下水放射性核素监测结果见表 5.3-5。由表可知，地下水中 $U_{\text{天然}}$ 浓度为（2.14~6.79） $\mu\text{g/L}$ ， ^{226}Ra 浓度为（4.77~11.58）Bq/L，与建矿前本底处于同一水平。 ^{210}Po 浓度为（2.77~8.00）mBq/L； ^{210}Pb 浓度为（2.65~7.70）mBq/L；总 α 范围为（0.076~0.24）Bq/L，总 β 范围为（0.10~0.37）Bq/L，均满足《地下水质量标准》（GB/T14848-2017）III类标准的限值要求。

表 5.3-5 地下水放射性核素含量分析结果

序号	监测点位	$U_{\text{天然}}$	^{226}Ra	^{210}Po	^{210}Pb	总 α	总 β
		$\mu\text{g/L}$	mBq/L	mBq/L	mBq/L	Bq/L	Bq/L
1	前张麻井	6.09~6.79	9.05~11.58	6.80~8.00	6.08~7.70	0.21~0.24	0.32~0.37
2	后井	2.14~3.51	4.77~9.21	4.21~4.81	3.65~4.28	0.076~0.082	0.10~0.12
3	四道沟	3.69~4.59	7.24~9.97	3.78~4.35	4.39~4.82	0.11~0.21	0.19~0.26
4	前房子	5.33~6.35	7.17~10.42	2.77~3.43	2.65~3.41	0.18~0.23	0.25~0.29
5	对照点：西一棵	6.34~6.79	7.55~11.46	3.83~4.17	3.76~4.33	0.21~0.23	0.26~0.29
建矿前本底		1.47~5.05	8.78~16.75	/	/	/	/
地下水III类标准		/	/	/	/	0.5	1.0

2) 非放射性指标

本项目周边居民点地下水非放射性核素监测结果见表 5.3-6。由表可知，地下水中非放射性指标均满足《地下水质量标准》（GB/T14848-2017）中III类标准。

表 5.3-6 地下水非放射性指标分析结果

序号	监测点位	pH	Cd	Mo	As	SO ₄ ²⁻	Cl ⁻
		/	μg/L	μg/L	μg/L	mg/L	mg/L
1	前张麻井	7.50~7.72	0.66~0.84	1.35~1.78	3.55~3.98	88.6~113	28~168
2	后井	7.23~7.67	0.32~0.38	0.69~0.81	2.28~2.95	18.0~79.0	6.12~21.0
3	四道沟	7.50~7.97	0.25~0.31	0.73~0.90	0.95~1.04	12.0~24.1	17.0~34.8
4	前房子	7.20~7.88	0.19~0.26	1.22~1.32	1.63~1.96	43.0~85.0	22.0~56.1
5	对照点： 西一棵	7.10~8.10	0.57~0.82	1.80~2.26	1.20~1.59	16.0~85.4	13.0~120
地下水Ⅲ类标准		6.5~8.5	5	70	10	250	250

5.3.4 土壤监测结果

1) 放射性指标

土壤中 U_{天然} 和 ²²⁶Ra 监测结果见表 5.3-7。由表可知，土壤中 ²³⁸U 范围值为（1.18~1.80）mg/kg，²²⁶Ra 范围值为（15.9~30.1）Bq/kg，与建矿前本底处于同一水平。

表 5.3-7 土壤放射性核素含量分析结果

序号	监测地点	²³⁸ U (mg/kg)	²²⁶ Ra (Bq/kg)
1	前张麻井	1.42~1.80	15.9~20.3
2	后井	1.20~1.66	20.2~27.8
3	四道沟	1.48~1.77	26.0~30.1
4	对照点：西一棵	1.18~1.60	20.3~22.8
建矿前本底		1.34~2.38	39.2~69.1

2) 非放射性指标

非放射性因子监测结果见表 5.3-8。由表可知，各监测点土壤中各项非放监测指标监测结果均满足《土壤环境质量 农用地土壤污染风险管控标准（试行）》（GB15618-2018）中第二类用地的污染风险筛选值标准要求。

表 5.3-8 土壤非放射性分析结果

监测项目	pH	Cd (mg/kg)	As (mg/kg)	Mo (mg/kg)
前张麻井	7.69~7.98	0.012~0.028	3.64~4.25	0.66~1.91
后井	7.68~8.01	0.035~0.047	2.83~3.57	0.66~0.97
四道沟	8.35~8.61	0.055~0.063	2.86~3.30	0.78~0.96
对照点：西一棵	8.26~8.66	0.067~0.090	5.15~5.60	1.84~2.23
GB15618-2018 筛选值	>7.5	0.6	25	/

5.3.6 生物监测结果

本次生物样品均为谷物莜麦，监测结果见表 5.3-9。莜麦样品中 U_{天然} 范围值为

(0.004~0.005) mg/kg, ^{226}Ra 范围值为 (0.15~0.28) Bq/kg, ^{210}Po 范围值为 (0.13~0.21) Bq/kg, 以上指标均满足《食品中放射性物质限制浓度标准》(GB14882-94) 中粮食的限值要求。 ^{210}Pb 范围值为 (0.13~0.25) Bq/kg。

表 5.3-9 莜麦样品中放射性核素含量分析结果

监测地点	$U_{\text{天然}}$ (mg/kg)	^{226}Ra (Bq/kg)	^{210}Po (Bq/kg)	^{210}Pb (Bq/kg)
前张麻井	0.004~0.005	0.22~0.23	0.17~0.21	0.20~0.25
后井	0.004~0.005	0.19~0.28	0.13~0.15	0.17~0.18
四道沟	0.004	0.15~0.17	0.13~0.16	0.15~0.17
对照点: 西一棵	0.004~0.005	0.18~0.21	0.14~0.18	0.13~0.15
GB14882-94 中粮食	1.9	14	6.4	/

5.3.7 声环境监测结果

本项目周边声环境监测结果见表 5.3-10。由表可知, 本项目周边昼间声级范围值在 (46~52) dB (A) 之间, 夜间声级范围值为 (36~41) dB (A), 均满足《声环境质量标准》(GB3096-2008) 中 1 类标准要求。

表 5.3-10 声环境监测结果

监测位置	监测时间	测量值 (dB(A))
前张麻井	昼	47~49
	夜	39~40
后井	昼	48~49
	夜	39~40
四道沟	昼	46~48
	夜	38~41
前房子	昼	47~48
	夜	39
厂界东	昼	51
	夜	36~37
厂界西	昼	52
	夜	37~39
厂界南	昼	52
	夜	38
厂界北	昼	49
	夜	36~38
《声环境质量标准》(GB3096-2008) 1 类标准	昼	55
	夜	45

5.4 小结

根据本项目现状监测结果，环境现状调查结论如下：

1) 空气

本项目周边氡浓度范围值为（7.35~38.5）Bq/m³，氡子体浓度范围值为（14.0~63.3）nJ/m³，氡与氡子体浓度均与建矿前本底处于同一水平。

TSP 浓度范围值为（0.087~0.177）mg/m³，满足《环境空气质量标准》（GB3095-2012）二级标准限值的要求。

硫酸雾浓度均小于检出限，满足《环境影响评价技术导则 大气环境》（HJ2.2-2018）附录 D 推荐限值的要求。

2) γ 辐射空气吸收剂量率

项目所在地周边环境中的 γ 辐射空气吸收剂量率在（80~140）nGy/h，与建矿前和张家口地区本底基本处于同一水平。

3) 地下水

地下水中 U_{天然} 浓度为（2.14~6.79） μ g/L，²²⁶Ra 浓度为（4.77~11.58）Bq/L，均与建矿前本底处于同一水平。²¹⁰Po 浓度为（2.77~8.00）mBq/L，²¹⁰Pb 浓度为（2.65~7.70）mBq/L，总 α 范围为（0.076~0.24）Bq/L，总 β 范围为（0.10~0.37）Bq/L，均与建矿前本底处于同一水平。地下水中非放射性指标均满足《地下水质量标准》（GB/T14848-2017）中Ⅲ类标准。

4) 土壤

土壤中 ²³⁸U 范围值为（1.18~1.80）mg/kg，²²⁶Ra 范围值为（15.9~30.1）Bq/kg，与建矿前本底位于同一水平。非放监测指标均满足《土壤环境质量 农用地土壤污染风险管控标准（试行）》（GB15618-2018）标准要求。

5) 生物

莜麦样品中 U_{天然} 范围值为（0.004~0.005）mg/kg，²²⁶Ra 范围值为（0.15~0.28）Bq/kg，²¹⁰Po 范围值为（0.13~0.21）Bq/kg，以上指标均满足《食品中放射性物质限制浓度标准》（GB14882-94）中粮食的限值要求。²¹⁰Pb 范围值为（0.13~0.25）Bq/kg。

6) 声环境

本项目周围昼间和夜间声环境监测结果均满足《声环境质量标准》（GB3096-2008）中 1 类标准要求。

5.5 主要环境保护目标

根据项目性质和周围环境特征,确定本项目大气环境保护目标为项目周围居住区的大气环境;水环境保护目标为项目周边地下水;声环境保护对象为厂界外 200m 声环境;生态环境保护对象为项目建设占地区域。本项目具体环境保护目标见表 5.5-1。

表 5.5-1 环境保护目标一览表

要素	保护对象	方位	距离 (km)	性质	人口（人）	环境保护要求
大气环境	上火石	ENE	4.7	居民点	241	《环境空气质量标准》 （GB3095-2012）二级。 《环境影响评价技术导则 大气环境》（HJ2.2-2018）附录 D 推荐限值。
	前张麻井	E	3.2		357	
	白碱滩	SE	1.9		121	
	后井	S	1.2		224	
	柳石窑沟	SSW	1.9		322	
	前房子	WSW	1.3		157	
	羊库伦	WSW	4.5		332	
	小碱滩	W	4.0		161	
	艾蒿沟	W	3.5		402	
	四道沟	WNW	1.8		458	
水环境	项目周边地下水				《地下水质量标准》 （GB/T14848-2017）Ⅲ类。	
声环境	厂区边界外 200m 范围内				《声环境质量标准》 （GB3096-2008）1 类。	
生态环境	本项目占地区域				防止生态环境破坏、水土流 失等。	
辐射环境	20km 评价范围区域公众				满足公众剂量约束值要求。	

6 建设项目工程分析

6.1 项目组成及内容

本项目为铈钼矿尾渣中钼的再回收技术研究，研究目标为将尾渣库内堆存的常规浸出渣回采再利用回收钼金属，主要包括三个研究专题，分别为专题一：铈钼矿尾渣中钼的再回收工艺技术研究，专题二：铈钼矿尾渣中钼的再回收扩大试验研究，专题三：钼精矿处理试验研究。其中专题一的研究周期为 2023 年 1~3 月，共 3 个月；专题二研究周期为 2023 年 4 月~12 月，共 9 个月，其中试验期 250d；专题三的研究周期为 2024 年 4 月~12 月，共计 9 个月，其中试验期 250d。

本项目专题一中包含四个子专题，均为室内试验，其中子专题一在核工业北京化工冶金研究院实验室内进行，子专题二~四均在沽源铈业中心化验室进行。沽源铈业中心化验室主要从事产品分析、矿石分析和工艺试验；核化冶院为专门从事铈矿采冶技术研究的单位，在核化冶院进行的铈矿采冶科研项目均涵盖在军工基础能力建设项目中。中心化验室和核化冶院均已经履行了环境影响评价手续，取得了原国家环境保护总局的环评批复。因此，本报告不再对条件试验进行环境影响评价。扩大试验和钼精矿试验需开展现场试验，因此是本次环境影响评价的重点。

根据研究目标，本项目研究内容见表 6.1-1。

表 6.1-1 本项目研究内容一览表

专题号	专题名称	研究内容
专题一	铈钼矿尾渣中钼的再回收工艺技术研究（即“条件试验”）	①子题一：尾渣特性研究 对尾渣的物理性质、化学组成进行研究，确定尾渣含水率、杂质含量、粒度组成等参数。 ②子题二：尾渣酸性浸出工艺参数研究 进行浸出剂的浓度、氧分压、浸出温度、浸出时间、浸出液固比等参数试验，获取尾渣浸出的基本工艺参数。 ③子题三：浸出矿浆固液分离工艺参数研究 进行浸出矿浆过滤性能研究。 ④子题四：萃取/反萃取工艺参数研究 开展浸出液钼萃取、钼负载有机相酸洗、钼负载有机相水洗、和反萃取等工艺参数研究。
专题二	铈钼矿尾渣中钼的再回收扩大试验研究（即“扩大试验”）	以条件试验获取的试验参数为基础，进行工程规模的现场联动扩大试验，验证和进一步优化条件试验推荐的工艺参数，考察各工序衔接是否存在问题，并为后续的工业化生产提供技术支持。
专题三	钼精矿处理试验研究（即“钼精矿试验”）	以扩大试验的工艺流程和参数为基础，进行钼精矿浸出试验，考察该工艺系统对钼精矿处理的适用性。

6.2 工程内容

本项目的建设内容主要为扩大试验和钼精矿试验场地——研发厂房的改造及配套试验系统的建设，具体建设内容见表 6.2-1。

表 6.2-1 本项目建设内容一览表

序号	子项	建设内容
1	试验场地改造	利用水冶厂现有的研发厂房作为扩大试验和钼精矿试验场地，研发厂房总面积 1600m ² ，本项目占用面积 1094.6m ² ，主要进行如下改造： 1) 拆除原有地面，铺设环氧树脂防渗层和耐酸砖面层； 2) 地面设置地沟和集液坑，其表面均铺贴耐酸砖，并设置不锈钢格栅盖板，以便发生泄漏事故时，及时收集渗漏液体。
2	球磨制浆系统	新建球磨制浆系统，由滚筒筛、螺旋给料机、球磨机、制浆槽等设备组成。 滚筒筛处设置喷雾装置，可有效防止尾渣除杂时扬尘的产生。
3	矿浆预浸系统	新建矿浆预浸系统，由预浸槽、缓冲槽和相关配套设施组成。各槽体均设有盖板和局部排风装置，并连接酸雾吸收塔。
4	氧压浸出系统	新建氧压浸出系统，主要设备为氧压反应釜，用以矿浆的氧压酸性浸出。 氧压反应釜排气口连接排气塔，用以排放氧压反应釜排放的的氧气和水蒸汽。排气塔高度为 24m。
5	闪蒸系统	新建闪蒸系统，由闪蒸槽、冷却槽等设备组成，用以浸出矿浆的闪蒸，并回收闪蒸蒸汽，用以预浸槽的加热。
6	过滤系统	新建过滤系统，由压滤机、浸出液槽等设备组成。压滤机为内密封式，上部设置抽风罩，并连接酸雾吸收塔。
7	废气处理系统	新建 1 座酸雾吸收塔，用以处理预浸槽、缓冲槽等处产生的硫酸雾。酸雾吸收塔采用清水喷淋工艺去除硫酸雾，喷淋水循环使用，不外排。最大排风量为 12120m ³ /h，酸雾吸收塔设排气筒，高度为 15m。

6.3 工艺流程

6.3.1 工艺流程

扩大试验采用氧压酸性浸出工艺处理铈钼矿尾渣，考察对尾渣中钼和铈金属的浸出效果。扩大试验工艺为：球磨制浆→常压预浸→氧压浸出→闪蒸→板框压滤→金属回收。工艺流程图见图 6.3-1。

钼精矿试验与扩大试验流程基本相同，不同之处仅在于钼精矿不需要进入滚筒筛除杂和球磨制浆，以及氧压浸出时不需要通入蒸汽。

1) 球磨制浆

尾渣经运渣车运输至研发厂房，经皮带输送至滚筒筛内，在去除大块杂物后，尾渣通过螺旋给料机传送至球磨机，加入生产水后进行尾渣打散制浆，矿浆的液固比在 1.5:1 左右，生产水为水冶厂废水处理车间处理后的回用水。矿浆随后自流进入制浆槽中。尾渣含

水率为 20%左右，同时滚筒筛处设置喷雾装置，产生的少量颗粒物随喷雾一起进入球磨机进行制浆，因此可有效避免颗粒物的排放。

在进行钼精矿试验时，不需要进行除杂和球磨机的打散制浆，直接进行常压预浸。

2) 常压预浸

矿浆进入预浸槽内，加入生产水和硫酸进行酸化，同时利用后续闪蒸工序中产生的蒸汽加热矿浆，控制矿浆温度在 75~85℃，预浸时间为 2h，预浸后的矿浆首先进入缓冲槽，通入蒸汽，使矿浆的温度保持稳定，同时补充因蒸发损失的水分。预浸后的矿浆通过给料泵进入氧压反应釜内。

常压预浸过程中由于加入硫酸浸矿，在反应过程中会有硫酸雾的产生，预浸槽设有盖板和局部排风系统，产生的硫酸雾全部收集后进入酸雾吸收塔，酸雾吸收塔采用清水喷淋方式去除硫酸雾，最大去除效率为 85%，处理后的硫酸雾经 15m 高排气筒排放。喷淋液循环使用，不外排。

3) 氧压浸出

矿浆进入氧压反应釜第一隔室中（氧压反应釜共 5 个隔室，呈串联结构，每个隔室内均通过氧气加压泵通入氧气），利用来自锅炉的高压蒸汽（蒸汽压力约 1.2MPa）将矿浆加热至 150~160℃，加热后的矿浆依次进入后续的隔室中，在高压蒸汽和氧气的作用下，将胶硫质中的 S^{2-} 氧化为 SO_4^{2-} ，使得胶硫质内的尾渣被释放，与浸出剂接触完成铀钼的浸出，形成浸出矿浆。氧压结束后浸出矿浆进入闪蒸槽。

在进行钼精矿氧压浸出时，由于钼精矿酸浸过程中产热较为充分，因此氧压反应釜内不再通入蒸汽进行加热，仅通入氧气。

为了维持氧压反应釜内部压力恒定，反应釜需要进行排气，根据氧压浸出车间实际生产中的监测，排气的主要成分为氧气和水蒸汽。排气依靠气体自身的微压输送至排气塔排放，排气塔高度为 24m。

4) 闪蒸

浸出矿浆进入闪蒸槽后，通过减压阀降低闪蒸槽中的压力进行一级闪蒸，将浸出矿浆内的部分液体转化为蒸汽，蒸汽回用于常压预浸时矿浆的加热。闪蒸后的浸出矿浆进入冷却槽，通过冷却盘管使矿浆温度将至 70℃ 以下。

5) 板框压滤

冷却后的浸出矿浆进入板框压滤机进行压滤，压滤后的滤饼使用清水洗涤，洗涤后再次进行压滤。两次压滤液均进入浸出液槽（尾渣浸出时总体积约 56m³/d，钼精矿浸出时总体积约为 4.2m³/d）；尾渣浸出矿浆压滤后的滤饼为二次浸出渣，由运渣车运送至尾渣库堆存；钼精矿浸出矿浆压滤后的滤饼为氧化钼产品，全部包装后外售。

6) 金属回收

浸出液槽内的浸出液与来自水冶厂生产工序的浸出液一起，进入现有的萃取车间和沉淀车间进行钼和铀金属的回收。因不改变现有萃取和沉淀工艺，且试验前后浸出液总量不变，因此试验前后金属回收产生的工艺废水总量不变，仍为 $1520\text{m}^3/\text{d}$ （本项目的工艺废水最大产生量为尾渣试验阶段，产生量约为 $56\text{m}^3/\text{d}$ ），工艺废水的水质不会发生变化。所有工艺废水依托厂区内现有废水处理设施处理后回用于生产，不外排。

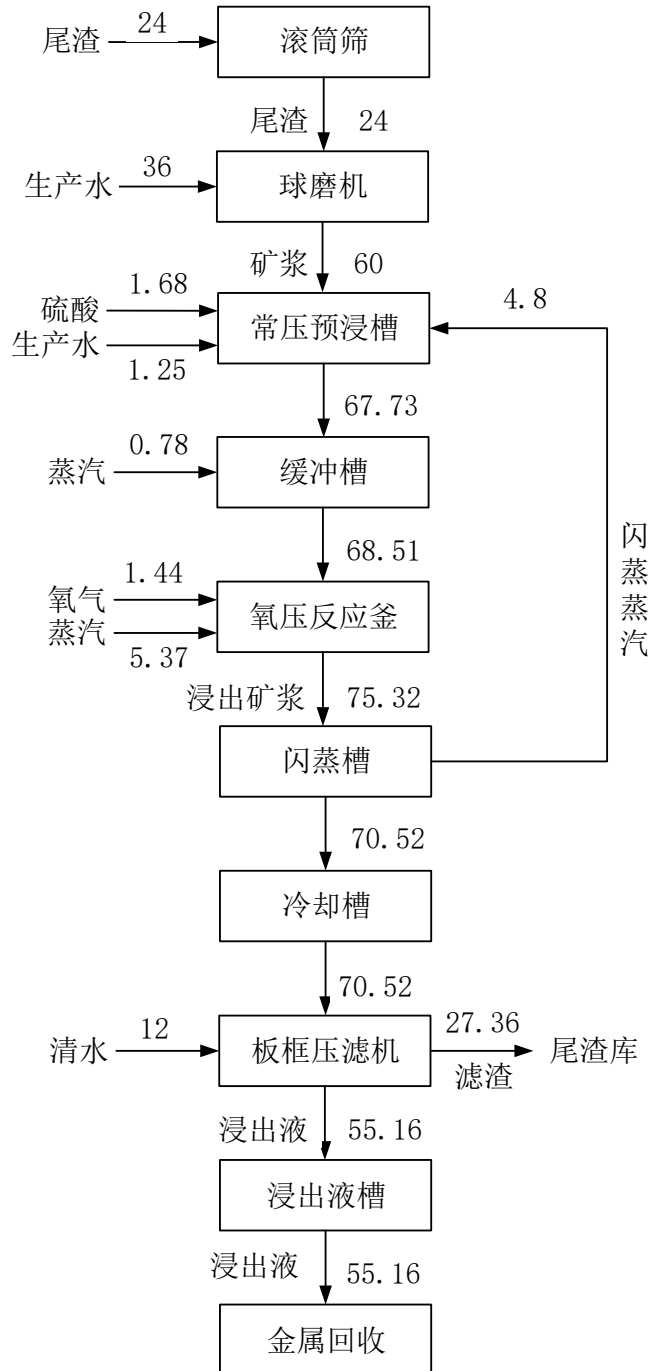


图 3.6-1 尾渣试验工艺流程图 (单位: t/d)

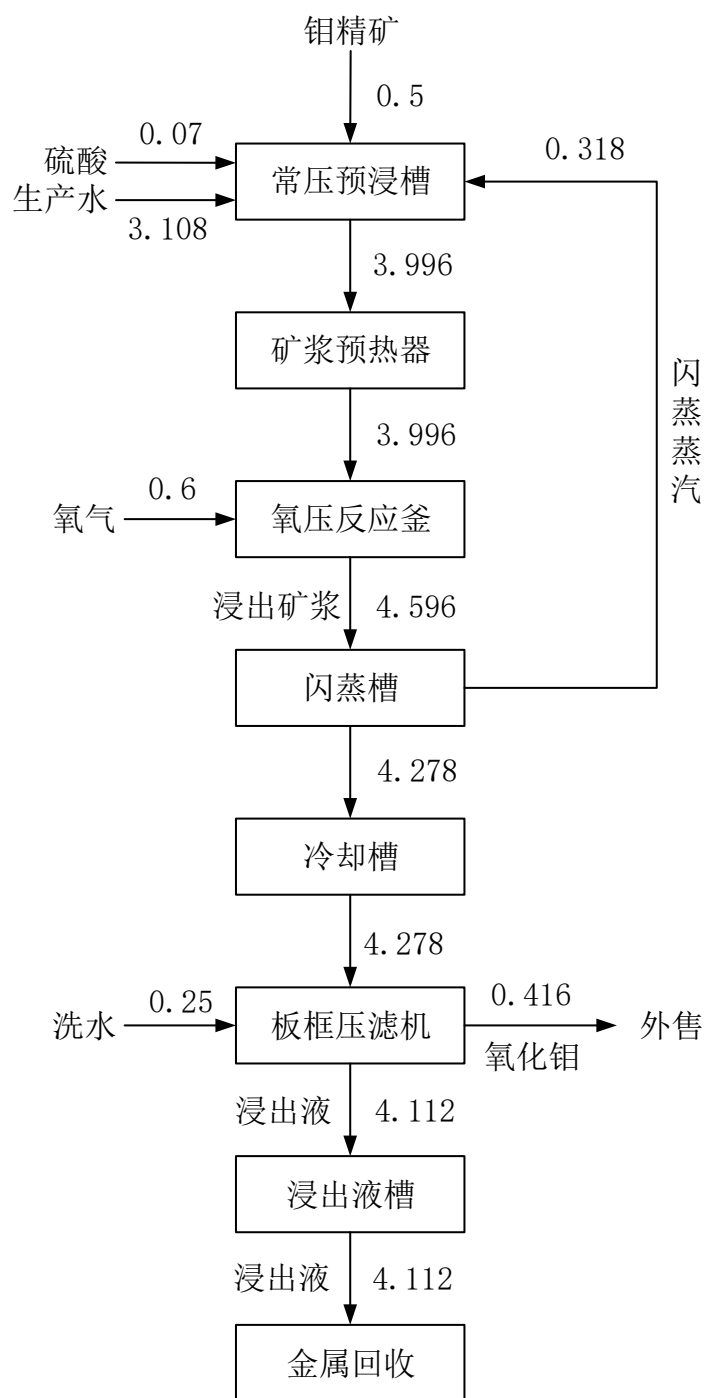


图 3.6-2 钨精矿试验工艺流程图（单位：t/d）

6.3.2 主要试验设备和主辅料消耗

本项目扩大试验主要试验设备见表 6.3-1，主辅料消耗情况见表 6.3-2。

表 6.3-1 本项目扩大试验主要试验设备

序号	设备名称	规格型号	数量	单位
1	球磨机	φ0.9m*1.8m，采用橡胶衬板	1	个
2	滚筒筛	尺寸为 4.5m*0.9m*2.2m，采用 304 不锈钢，筛孔规为 50*100-120mm	1	个
3	无轴螺旋输送机	壳体厚度 3mm，叶片厚度 18mm，材质为 304 不锈钢	1	个
4	预浸槽	尺寸 φ3.0m*3.6m，V=20m ³	1	个
5	缓冲槽	尺寸 φ3.0m*3.6m，V=20m ³	1	个
6	氧压反应釜	尺寸 φ1.572m*8.8m	1	个
7	储气罐	直径为 0.5m	1	个
8	闪蒸槽	直径 φ1200，设计压力 0.08MPa，材质为钢钛复合板	1	个
9	冷却槽	尺寸 φ3.0m*3.6m，V=20m ³	1	个
10	矿浆预热器	总长 3.2m，内套管和外套管均为不锈钢材质	1	个
11	压滤机	内镶嵌厢式隔膜型，不带翻板，滤室容积 1.36m ³	1	个
12	浸出液槽	尺寸为 φ2.0m*3.5m，单个有效容积 10m ³	2	个
13	酸雾吸收塔	玻璃钢材质，尺寸为 φ1.8m*6.5m，排气筒出口离地高度为 15m，带防水排气罩。	1	个
14	排气塔	塔底直径为 0.8m，塔顶直径 0.53m，总高度 24m	1	个

表 6.3-2 主辅料消耗情况

序号	材料名称	单位	最大耗用量	来源
1	尾渣	t/d	24	水冶厂尾渣库
2	钼精矿	t/d	0.5	外购
3	92.5%硫酸	t/d	1.68	依托现有硫酸库
4	氧气	t/d	1.44	依托现有液氧储罐
5	生产水	t/d	61	依托现有回用水池
6	蒸汽	t/d	6	依托现有蒸汽锅炉

6.4 总平面布置

本项目扩大试验场地利用沽源铀业水冶厂内现有研发厂房改造而来，该厂房目前为闲置状态，占地面积 1600m²，本次扩大试验和钼精矿试验占用 1094.6m²，整体呈“L”型。研发厂房位于水冶厂西南角，靠近厂区西侧厂界，北侧靠近沉淀车间，南侧靠近新建的综合处理车间，东侧为废水处理车间。

本项目在水冶厂内的位置见图 6.4-1，厂房内布置图见图 6.4-2。

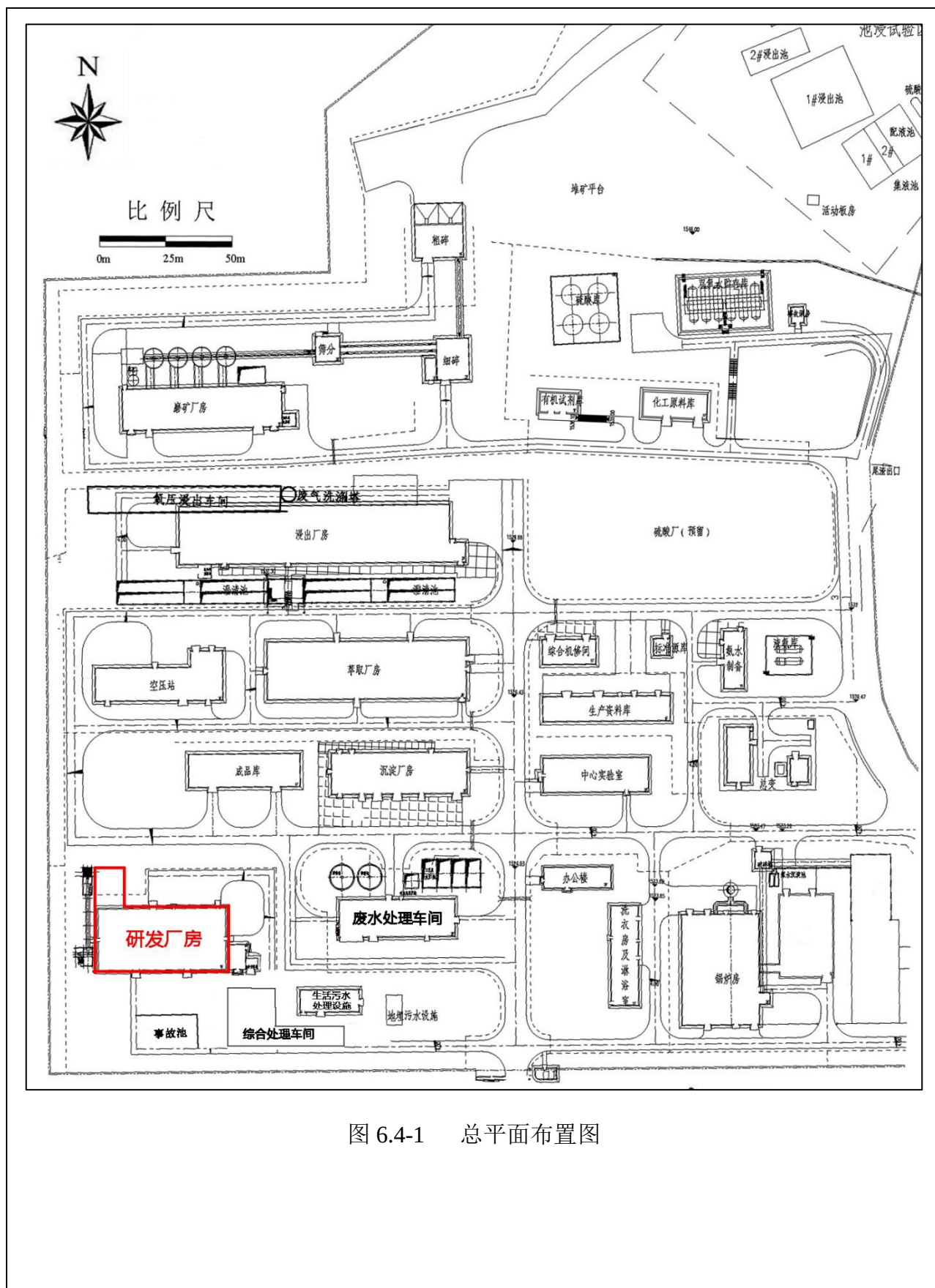


图 6.4-1 总平面布置图

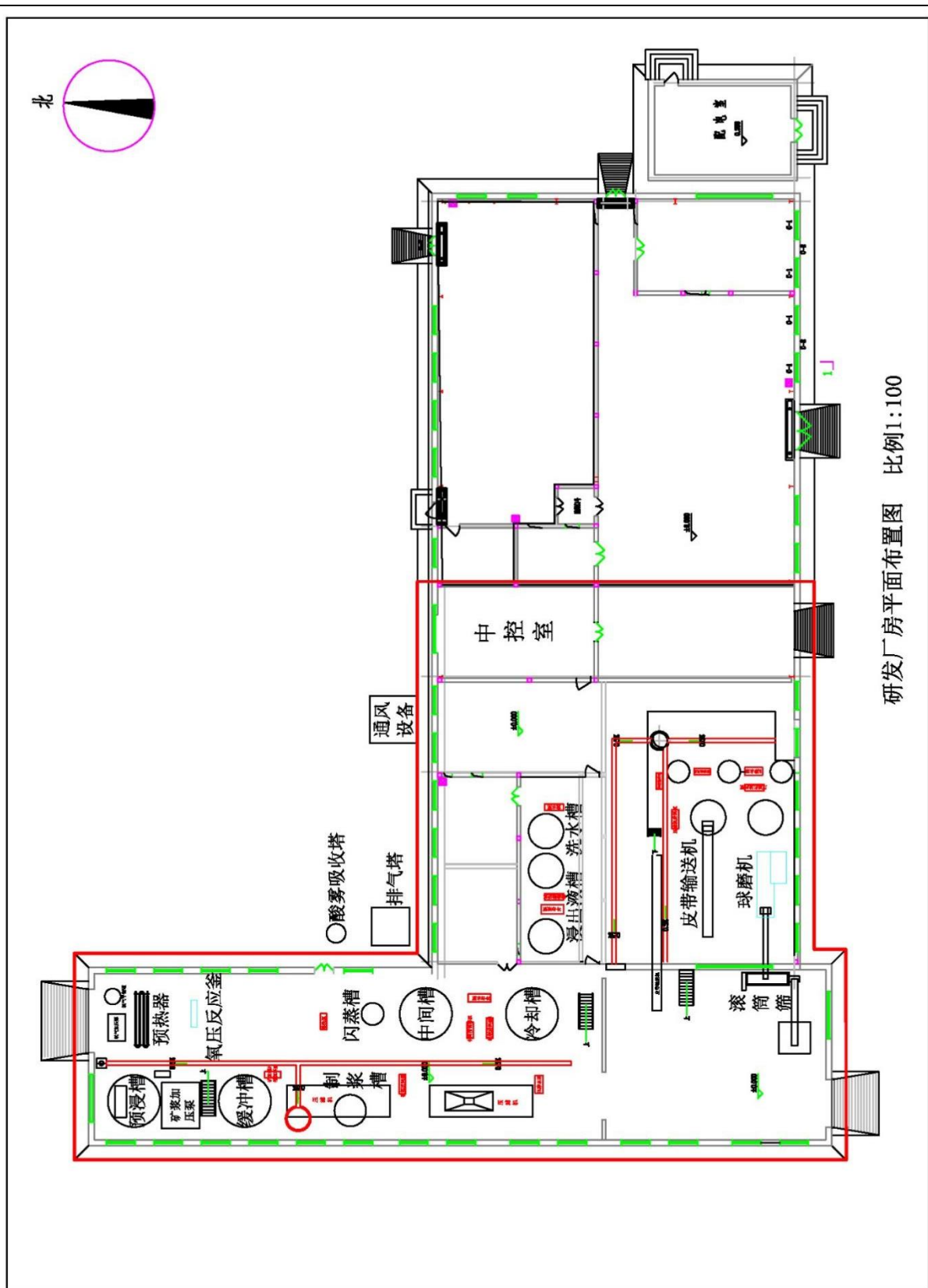


图 6.4-2 研发厂房布置图（红框内为本次试验占地）

6.5 公用及辅助设施

6.5.1 供电供水

本项目依托水冶厂内已有的水、电供应，另外厂区内基础设施齐全，供应充足，本项目公用设施依托这一良好条件，所需的电力、供水等可以得到保障。

6.5.2 原辅料供给

本项目使用的尾渣全部来自尾渣库，试验运行时使用运渣车将废渣运输至研发厂房，随拉随用；钼精矿全部来自外购；硫酸全部来自水冶厂现有硫酸库，通过管路系统输送至氧压反应釜内；氧气来自水冶厂液氧储罐。扩大试验所需的生产水来自水冶厂内生产水池，生产水池内为经过废水处理车间处理后的回用水。蒸汽依托水冶厂现有蒸汽锅炉提供。

6.6 主要污染工序及三废处理情况

6.6.1 施工期

1) 施工扬尘

本项目在进行厂房改造修缮、道路硬化和车辆运输时会产生局部扬尘。

本项目施工扬尘的防治措施包括对运输车辆加盖和定期检修、严禁在大风天气进行材料装卸和大面积挖掘活动、及时对裸露的土石方进行覆盖等，同时施工场地采用洒水降尘和设置围挡等抑尘措施，可有效降低施工扬尘的产生，施工扬尘产生量能够满足《施工场地扬尘排放标准》（DB13/2934-2019）限值要求。

2) 废水

本项目施工期产生的废水主要为施工废水和生活污水。

施工废水中污染物主要为悬浮物、泥沙等，产生量较少，全部用于场地洒水抑尘。

施工期生活污水主要为生活杂用水及盥洗废水，主要污染物包括 BOD、COD 和 SS。本项目施工期同时施工人数最多为 20 人，生活用水按 20L/人天计算，排污系数取 0.80，则施工期生活污水最大产生总量为 0.32m³/d，依托厂区内现有生活污水处理设施处理后回用于厂区绿化，不外排。

3) 固体废物

本项目施工期固体废物主要为建筑垃圾和施工人员生活垃圾。

建筑垃圾主要为砖石和其他边角料。施工人员生活垃圾按照每人 0.5kg/d 计算，最大同时施工人数 20 人，最大产生量约 10kg/d。建筑垃圾和生活垃圾统一存放，由环卫部门定期清理。

4) 施工噪声

施工期噪声主要来自施工机械运行时产生的噪声，例如破拆机、起重机、装载机等，噪声源强最高为 90 dB（A）。

施工期间，应合理安排作业时间；对设备加强维护，降低设备的运行噪声；合理安排施工计划，避免夜间施工；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，因此能够满足《建筑施工场界环境噪声排放标准》（GB12523-2011）限值要求。

6.6.2 运行期

6.6.2.1 废气

1) 气载流出物

由于尾渣中含有一定量的铀元素，在试验过程中会产生一定量的 ^{222}Rn ，因此， ^{222}Rn 的释放主要集中在尾渣试验期间。根据《铀矿冶设施所造成的气态（载）放射性与有毒性源项的确定》（EJ/T 1090—1998），尾渣制浆及浸出工序 ^{222}Rn 的排放可按式计算：

$$S_{aR}=10^6 \times M_a \times E_d \times C_n \dots\dots\dots \text{（公式 6.1）}$$

式中：

S_{aR} —— ^{222}Rn 的年排放量，Bq/a；

M_a ——年处理尾渣的总量，t/a；本项目尾渣试验期共计 250d/a，试验期间尾渣的总使用量为 6000t/a；

E_d ——尾渣除杂过程中 ^{222}Rn 的排放因子；根据 EJ/T 1090—1998 中表 A1，排放因子取 0.1；

C_n ——尾渣中 ^{226}Ra 的比活度，Bq/g；根据沽源铀业 2022 年的检测数据，尾渣中 ^{226}Ra 的比活度为 2.99Bq/g。

根据公式 6.1 计算可知，本项目尾渣试验期间 ^{222}Rn 的排放量为 $1.79 \times 10^9 \text{Bq/a}$ ，全部经由排风系统排入酸雾吸收塔后排放。

2) 非放射性废气

本项目硫酸雾的主要产生环节为尾渣试验和钼精矿试验。由于尾渣和钼精矿的浸出工艺与铀钼矿基本一致，均采用酸性氧压浸出工艺，且工艺流程相似，均采用常压预浸、氧压浸出、闪蒸和板框压滤等工序，因此，本项目硫酸的挥发量可类比浸出车间的情况。

根据《中核沽源铀业有限责任公司 2021 年度水冶厂废气环境检测报告》（河北君康检测技术服务有限公司，2021.12.23），水冶厂内浸出车间硫酸雾最大产生量为 0.363kg/h。

由于尾渣浸出时的耗酸量为铀钼矿的 1/2，而钼精矿的耗酸量仅为铀钼矿的 1/4。因此，尾渣试验时硫酸雾的产生量按照浸出车间硫酸雾产生量的 1/2 计算，钼精矿按照 1/4 计算，故硫酸雾的产生速率分别为 0.182kg/h 和 0.091kg/h。

硫酸雾经局部排风系统收集后进入酸雾吸收塔内，酸雾吸收塔采用清水喷淋的方式吸收硫酸雾，吸收效率最大为 85%，因此排放速率分别为 0.027kg/h 和 0.014kg/h。酸雾吸收塔通风量为 12120m³/h，因此排放浓度分别为 2.23mg/m³ 和 1.16mg/m³。酸雾吸收塔排气筒高度为 15m，满足《大气污染物综合排放标准》(GB16297-1996)中规定的排放速率≤1.5kg/h，排放浓度≤45mg/m³ 的限值要求。

6.6.2.2 废水

试验过程中产生的浸出液与生产工序产生的浸出液一起，全部进入现有的萃取和反萃取工序进行金属回收，由于回收工艺不变，因此试验前后，金属回收工序产生的工艺废水水质基本一致。在试验期间调整生产工艺中浸出液的产生量，使得试验前后进入萃取和反萃取工序的浸出液总量不变。因此，试验前后水冶厂内工艺废水的产生量不变，总量仍为 1520m³/d（其中本项目工艺废水最大产生量为 56m³/d）。工艺废水依托厂区内现有废水处理设施处理，由于工艺废水总量和水质不变，因此处理后的工艺废水水质不会发生明显变化，处理后的工艺废水全部回用于生产，不外排。

非放射性废水主要为试验人员产生的生活污水，本项目试验人员全部来自水冶厂，不新增劳动定员，因此不新增生活污水产生。所有生活污水依托厂区内现有生活污水处理设施处理后用于厂区绿化，不外排。

6.6.2.3 固体废物

本项目在进行尾渣试验时会产生二次浸出渣，二次浸出渣产生量为 27.36t/d，尾渣试验期共计 250d，因此试验期间二次浸出渣总产生量约为 6840t，废渣全部运送至尾渣库进行统一堆存。堆存位置为氧压浸出渣堆存区，禁止与常规浸出渣混合堆存。二次浸出渣入库后，在其表面铺撒石灰并进行搅拌，每吨浸出渣的石灰加入量约为 20kg，以控制浸出渣的 pH 在 7.5~8.5，防止堆存时反酸。搅拌后对二次浸出渣进行压实，滩面压实度不小于 0.9。

钼精矿试验浸出矿浆固液分离后的滤饼为氧化钼产品，试验期间的总产生量约为 104t，全部包装后进行外售。

非放射性固体废物主要为试验人员产生的生活垃圾，本项目试验人员全部来自水冶厂，不新增劳动定员，因此不新增生活垃圾产生。水冶厂产生的生活垃圾统一堆存，由环卫部门定期清理。

6.6.2.4 噪声

本项目运行期噪声主要为试验设备产生的机械噪声，噪声来源主要为设备配套的电机、风机和泵类等，单机噪声源强均小于 90dB（A）。

对于噪声的防治，各种试验设备均选用低噪声环保设备，对电机、风机和泵体等采取有效的隔声、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 1 类标准，即昼间 $\leq 55\text{dB（A）}$ ，夜间 $\leq 45\text{dB（A）}$ 。

7 项目主要污染物产生及排放情况

内容 类型	排放源		污染物名称	处理前产生浓度及 产生量	排放浓度及排放量
废气	施工期	施工场地	PM ₁₀	少量	采用洒水抑尘、设置围挡等措施
	运行期	酸雾吸收塔 排气筒	²²² Rn	1.79E+09	1.79E+09
		酸雾吸收塔 排气筒	硫酸雾	最大：0.182kg/h	最大：0.027kg/h
		滚筒筛	颗粒物	少量	经喷雾装置降尘后 不外排
废水	施工期	生活污水	COD、SS 等	0.32m³/d	不外排
		施工废水	SS	少量	回用于洒水降尘， 不外排
	运行期	工艺废水	U _{天然} 、Mo 等	最大：56m³/d	处理后回用于生 产，不外排
固体 废物	施工期	施工场地	生活垃圾	10kg/d	10kg/d
			建筑垃圾	少量	少量
	运行期	压滤机	二次浸出渣	6840t	6840t
噪声	施工期	施工机械	噪声	≤90dB（A）	<55dB（A）昼间 <45dB（A）夜间
	运行期	泵类、风机等		≤90dB（A）	
其他	无				

主要生态影响(不够时可附另页)

本项目位于中核沽源铀业有限责任公司现有厂区内，不新增厂外占地，项目运行期间不会导致水土流失和土地荒漠化，项目建设不会对当地生态环境造成影响。

8 环境影响分析

8.1 施工期环境影响分析

8.1.1 大气环境影响分析

施工期扬尘的影响范围为施工场界 200m 之内，以下风向 100m 内影响较明显。本项目施工期主要进行现有厂房的改造，不涉及大规模的土石方施工，同时施工场地采用洒水、围挡等抑尘措施，可有效降低扬尘的产生。

通过采取以上措施，施工期产生的扬尘对周边空气环境影响较小，扬尘产生量满足《施工场地扬尘排放标准》（DB13/2934-2019）限值要求。此外，由于施工场地位于沽源铀业水冶厂内，且施工场地附近无居民点，因此施工期扬尘对环境的影响较小。

8.1.2 地表水环境影响分析

本项目施工过程中会产生一定量的施工废水和生活污水。施工废水全部回用于洒水降尘，施工人员的生活污水可由水冶厂已有的生活污水处理设施处理，处理后用于厂区绿化，不外排，因此不会对周围地表水环境产生不利影响。

8.1.3 固体废物影响分析

本项目施工期产生的固体废物主要为建筑垃圾和施工人员产生的生活垃圾。建筑垃圾和生活垃圾全部在指定地点统一堆存，定期由环卫部门处理。因此，本项目产生的固体废物不会对环境产生不利影响。

8.1.4 声环境影响

1) 预测模式

本项目所处区域为声环境 1 类功能区，根据《环境影响评价技术导则 声环境》（HJ2.4-2021），本项目声环境影响评价工作等级为二级，评价范围为厂界外 200m 范围。

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，适用于噪声领域的各个级别的评价。本次评价采用工业噪声预测计算模式，考虑点源几何发散衰减和地面反射，预测情景为施工机械同时运行时对厂界噪声的影响。噪声预测参数见表 8.1-1。

表 8.1-1 噪声预测参数

源项	破拆机	起重机	装载机	声源高度（m）	声场种类
源强 dB（A）	90	90	90	1.5	半自由
数量（台）	1	1	1		
与厂界的距离（m）	东厂界：278m，南厂界 36m，西厂界 29m，北厂界 439m				

2) 预测结果

经预测，本项目施工期对厂界噪声的贡献情况见表8.1-2，施工期噪声影响等值线分布情况见图8.1-1。

表 8.1-2 厂界噪声贡献值

单位：dB (A)

预测结果	东厂界	南厂界	西厂界	北厂界
贡献值	15.5	41.5	41.1	16.1
执行标准	《建筑施工场界噪声排放标准》(GB12348-2008) 昼间 70 dB (A)，夜间 55 dB (A)			
达标情况	达标	达标	达标	达标

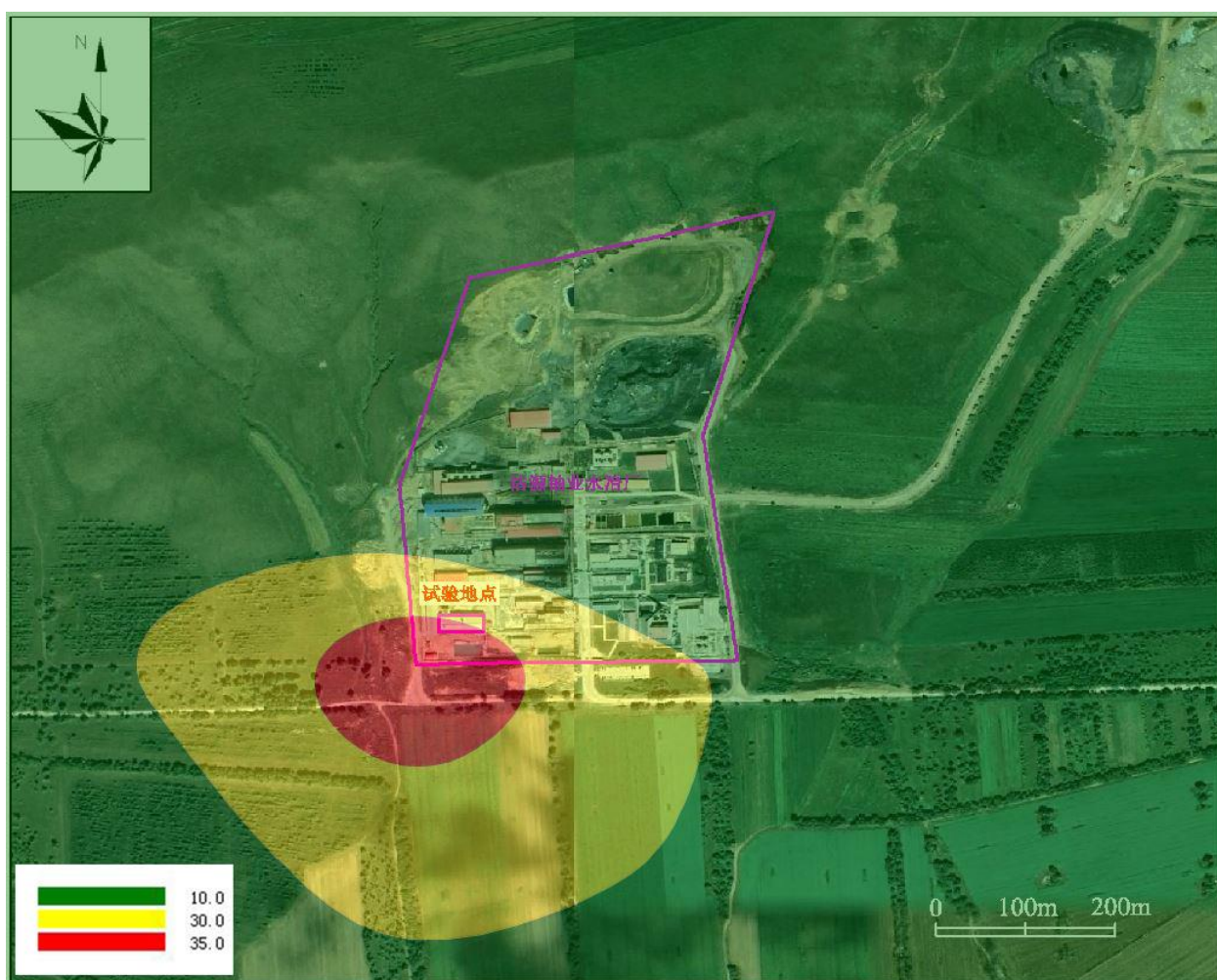


图 8.1-1 施工期噪声等值线图 (dB (A))

由预测结果可以看出，施工期噪声源在厂界处的贡献值为（15.5~41.5）dB (A)，夜间不施工，因此施工期噪声满足《建筑施工场界噪声排放标准值》（GB12523-2011）的相关标准要求。

本项目施工场界外200m范围内无居民点分布，距离最近的居民点为1.2km处的后井，

因此不再对施工期居民点的噪声进行分析。

8.2 运行期环境影响分析

8.2.1 辐射环境影响分析

本项目气载流出物源项为研发厂房释放的 ^{222}Rn ，其排放量为 $1.79 \times 10^9 \text{Bq/a}$ ，排放高度为 15m，属于点源排放。评价中心为酸雾吸收塔排气筒。

本次辐射环境影响预测采用估算模式，对附近居民点的公众剂量进行预测，具体见表 8.2-1。估算模式计算公式及参数详见附录 1。

表 8.2-1 本项目周边居民点个人剂量贡献情况

序号	居民点	方位	距离 (km)	氡浓度 (Bq/m^3)	个人剂量 (mSv/a)
1	上火石	ENE	4.7	1.76E-05	3.77E-07
2	前张麻井	E	3.2	3.20E-05	6.85E-07
3	白碱滩	SE	1.9	7.29E-05	1.56E-06
4	后井	S	1.2	1.51E-04	3.24E-06
5	柳石窑沟	SSW	1.9	7.29E-05	1.56E-06
6	前房子	WSW	1.3	1.34E-04	2.85E-06
7	羊库伦	WSW	4.5	1.88E-05	4.02E-07
8	小碱滩	W	4.0	2.26E-05	4.83E-07
9	艾蒿沟	W	3.5	2.78E-05	5.94E-07
10	四道沟	WNW	1.8	7.95E-05	1.70E-06

由表 8.2-1 可知，本项目氡气释放所致周边关键居民点为评价中心 S 方位 1.2km 处的后井，空气中 ^{222}Rn 为 $1.51 \times 10^{-4} \text{Bq/m}^3$ ，公众个人剂量最大值为 $3.24 \times 10^{-6} \text{mSv/a}$ 。水冶厂所致公众剂量最大值为 0.0905mSv/a ，叠加本项目的剂量贡献值后，公众个人剂量的最大值为 0.0905mSv/a ，满足不超过 0.5mSv/a 剂量约束值的要求，不会对该居民点造成明显影响。关键途径为吸入内照射，关键核素为 ^{222}Rn 。

8.2.2 非放射性环境影响分析

本项目产生的非放射性大气污染物为硫酸雾，硫酸雾排放量最大的时期为尾渣试验阶段，因此，本次预测时间选定为尾渣试验期，源项参数见表 8.2-1，估算结果见表 8.2-2。

表 8.2-1 非放射性污染物源项数据

污染源	污染物	源强 (kg/h)	排气量 (m^3/h)	排放高度(m)	出口内径(m)	最小风速(m/s)	最小温度($^{\circ}\text{C}$)	最大温度($^{\circ}\text{C}$)
酸雾吸收塔 排气筒	硫酸雾	0.027	12120	15	0.7	0.5	-37.0	36.2

表 8.2-2 不同距离处污染物浓度和占标率

序号	距离(m)	硫酸雾 ($\mu\text{g}/\text{m}^3$)	占标率 (%)
1	25	0.79	0.26
2	50	2.50	0.83
3	111	3.37	1.12
4	200	2.38	0.79
5	500	1.45	0.48
6	1000	0.96	0.32
7	1200 (后井)	0.84	0.28
8	1300 (前房子)	0.79	0.26
9	1800 (四道沟)	0.60	0.20
10	1900 (白碱滩、柳石窑沟)	0.57	0.19
11	2000	0.54	0.18
12	3000	0.39	0.13
13	3200 (前张麻井)	0.37	0.12
14	3500 (艾蒿沟)	0.35	0.12
15	4000	0.32	0.11
16	4500 (羊库伦)	0.29	0.10
17	4700 (上火石)	0.28	0.09
18	5000	0.26	0.08

由表 8.2-2 可知，尾渣试验期间硫酸雾最大落地点为 111m 处，最大落地浓度为 $3.37\mu\text{g}/\text{m}^3$ ，根据环境质量现状监测数据，环境中硫酸雾均未检出，保守考虑以检出限 $50\mu\text{g}/\text{m}^3$ 进行叠加，叠加后最大落地浓度点处的预测值为 $53.37\mu\text{g}/\text{m}^3$ 。

距离本项目最近的居民点为 S 方位 1.2km 处的后井，本项目对后井空气中硫酸雾浓度的贡献值为 $0.84\mu\text{g}/\text{m}^3$ ，后井处环境中的硫酸雾浓度未检出，保守考虑以检出限 $50\mu\text{g}/\text{m}^3$ 进行叠加，叠加后后井处的预测值为 $50.84\mu\text{g}/\text{m}^3$ 。

因此，硫酸雾最大落地浓度点和最近居民点处的硫酸雾浓度均满足《环境影响评价技术导则 大气环境》(HJ2.2-2018)附录 D 中空气质量浓度参考限值，环境的影响较小。

8.2.3 地表水环境影响分析

本项目试验前后水冶厂工艺废水的总产生量不变，水质基本一致，所有工艺废水经现有废水处理设施处理后全部回用于生产，不外排。本项目不增加劳动定员，不新增生活污

水，水冶厂生活污水经厂区内现有生活污水处理设施处理后用于绿化。因此，本项目运行期间不会对地水环境造成不利影响。

8.2.4 地下水环境影响分析

本项目各槽罐均位于研发厂房内，厂房内设有围堰。厂房地面铺设有环氧树脂防渗层和耐酸砖防腐层，可有效组织渗漏液体的下渗。各罐槽均采用不锈钢或聚丙烯材质，具有较强的耐腐蚀性能，槽罐均位于 20cm 高的混凝土底座上，混凝土底座表面铺设有环氧树脂防渗层，能从根本上降低槽罐泄露后污染地下水的风险。

同时在厂房地面设有地沟和集液坑，其中地沟尺寸为 150mm×250mm，总长度 70m；集液坑尺寸为 $\phi 1.5\text{m} \times 1.5\text{m}$ ，共设置 2 个，单个有效容积约 2.5m^3 ，能够容纳泄露的液体，地沟和集液坑内均铺设有环氧树脂防渗层。同时集液坑内设置有应急泵，可及时将集液坑收集的泄露液体就近泵送至研发厂房南侧的事故池内。事故池总容积为 1000m^3 ，尺寸为长×宽×高= $25\text{m} \times 10\text{m} \times 4\text{m}$ ，池体为钢筋混凝土结构，池内壁刷涂抗渗混凝土砂浆。事故池需常年保持无水状态，因此满足本项目的应急需求，进入应急池的泄露液体可及时抽送至生产车间回用。

综上所述，本项目采取了多项预防地下水污染的措施，不会对地下水环境产生影响。

8.2.5 固体废物环境影响分析

本项目产生的固体废物为试验后产生的二次浸出渣，试验期间总产生量为 6840t，运送至沽源铀业现有尾渣库堆存。沽源铀业尾渣库设计有效库容约为 950 万 t，目前已堆存 266.06 万 t，库容能够满足需求。本项目不增加劳动定员，不新增生活垃圾产生量。因此，本项目产生的固体废物可以得到妥善处置，不会对环境造成不利影响。

8.2.6 声环境影响

1) 预测模式

本项目所处区域为声环境 1 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 范围。

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，适用于噪声领域的各个级别的评价。本次评价采用工业噪声预测计算模式，考虑点源几何发散衰减和地面反射，预测情景为研发厂房运行时泵体、风机运行噪声对厂界和周边居民点的影响。噪声预测参数见表 8.2-6。

表 8.2-6 噪声预测参数

源项	电机	风机	泵类
源强 dB (A)	90	90	90
数量 (台)	10	5	12
与厂界的距离 (m)	东厂界: 278m, 南厂界 36m, 西厂界 29m, 北厂界 439m		

2) 预测结果

经预测, 本项目运行期厂界噪声预测情况见表8.2-7。运行期噪声影响等值线分布情况见图8.2-3。

由预测结果可以看出运行期噪声源在厂界处的贡献值为(22.6~42.4) dB (A), 贡献值较低, 能够满足《工业企业厂界环境噪声排放标准》(GB12348-2008) 1类标准要求。

本项目周边 200m 范围内无居民点, 距离最近的居民点为 1.2km 处的后井, 因此不再对运行期居民点的噪声进行分析。

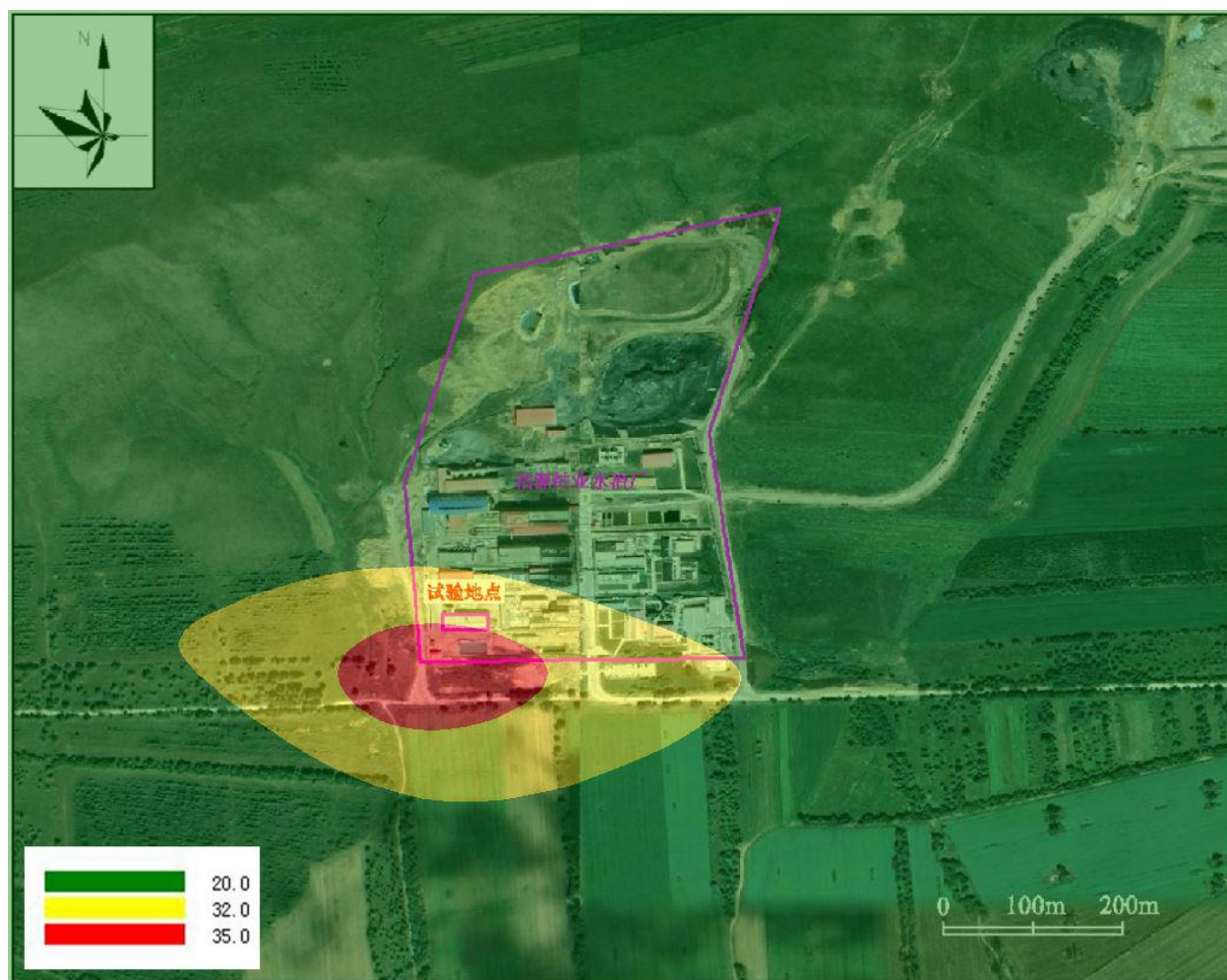


图 8.2-3 运行期声环境等值线图

表 8.2-7 厂界噪声预测

单位: dB (A)

预测结果	东场界	南场界	西场界	北场界
贡献值	22.6	38.8	42.4	24.4
执行标准	《工业企业厂界环境噪声排放标准》(GB12348-2008) 1 类标准 昼间 55 dB (A), 夜间 45 dB (A)			
达标情况	达标	达标	达标	达标

8.2.7 风险影响分析

8.2.7.1 环境风险识别

本项目在试验过程中, 由于管道密封部分老化或运输管道连接不严密, 可能会导致硫酸、浸出液等液体物质的跑、冒、滴、漏。

8.2.7.2 环境风险分析

本项目研发厂房内设有围堰, 同时在厂房地面设有地沟和集液坑, 总容积约为 7.5m^3 , 集液坑内设置有应急泵, 可将集液坑收集的液体及时就近泵送至研发厂房南侧的事故池内。事故池总容积为 1000m^3 , 为钢筋混凝土结构, 池内壁刷涂抗渗混凝土砂浆, 事故池的设计初衷为容纳事故条件下厂区排放的酸性或碱性泄露水, 因此可以耐受泄露的硫酸或浸出液。事故池需常年保持无水状态, 因此满足本项目的应急需求, 进入应急池的液体可及时抽送至生产车间回用。

8.2.7.3 风险防范措施

1) 事故防范措施

(1) 厂房地面设置地沟和集液坑, 并保证其能正常使用。厂房内设置围堰, 围堰内壁和地面设置防渗防腐措施。同时厂内应贮足必要的生石灰、碳酸钠等碱性药剂, 以备泄漏时的应急处理之需。

(2) 研发厂房内应设置灭火器、消防栓、洗眼沐浴器、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。

(3) 研发厂房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。

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) 定期检查阀门和管道, 防止管道或阀门破裂造成泄漏。

(3) 建立污染事故应急处理组织, 负责污染事故的指挥和处理。

(4) 发生泄露后，公司立即积极主动采取果断措施，如停止供料，关闭相应的阀门。

(5) 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。

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处理能力，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的处理事故，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，紧急隔离泄露的硫酸，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。

8.7.2.4 风险分析结论

在采取以上工程和管理措施后，可有效降低研发厂房发生跑、冒、滴、漏的风险。即使发生泄露事故，也可及时采取有效措施控制污染扩散的环境影响程度。

9 采用的防治措施及治理效果

内容 类型	排放源		污染物名称	防治措施	治理效果
废气	施工期	施工场地	PM ₁₀	洒水抑尘、及时遮盖土方等	满足《施工场地扬尘排放标准》 (DB13/2934-2019)要求
	运行期	酸雾吸收塔排气筒	²²² Rn	厂房通风	满足公众剂量约束值要求
			硫酸雾	酸雾吸收塔清水喷淋吸收	满足《大气污染物综合排放标准》 GB16297-1996)要求
		滚筒筛	颗粒物	设置喷雾装置	
废水	施工期	施工场地	建筑废水	回用于降尘	不外排
			生活污水	依托厂区现有生活污水处理设施处理	回用于绿化，不外排
	运行期	金属回收工序	工艺废水	试验前后水冶厂工艺废水总量不变，水质基本一致，工艺废水依托厂区内现有废水处理设施处理	回用于生产，不外排
固体废物	施工期	施工场地	建筑垃圾	统一堆存，由环卫部门处置	得到恰当处置
			生活垃圾		得到恰当处置
	运行期	研发厂房	二次浸出渣	运送至尾渣库堆存	得到恰当处置
噪声	选用低噪声设备，并采取隔声、减振措施，噪声排放满足《建筑施工厂界噪声排放标准》（GB12523-2011）、运行期满足《工业企业厂界环境噪声排放标准》（GB12348-2008）中1类标准要求。				
其他	无				
主要生态影响(不够时可附另页)					
本项目位于中核沽源铀业有限责任公司现有厂区内，不新增厂外占地，项目运行期间不会导致水土流失和土地荒漠化，项目建设不会对当地生态环境造成明显影响。					

10 环境保护设施及环境保护投资一览表

序号	分类	环境保护设施	内容	投资估算 (万元)	备注
一	废气	废气处理设施	试验设备局部通风设备、 酸雾吸收塔、排气塔、滚 筒筛喷雾装置及相关配套 设施	80.35	/
二	废水	废水处理设施	浸出液在金属回收后产生 的废水处理	/	依托厂区现 有废水处理 设施处理
三	固体废物	尾渣库	二次浸出渣运输和入库前 处理	/	依托现有尾 渣库堆存
四	噪声	低噪设备、设备维 护保养	低噪设备、设备维护保养	484.25	/
五	其他	/	道路硬化	/	/
合计				564.6	/

11 环境管理与监测计划

11.1 环境管理机构

中核沽源铀业有限责任公司作为本项目的建设单位，全面负责本项目施工期和试验期的管理、监测和检查等工作。其主要职责包括：

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

11.2 监测计划

11.2.1 施工期监测计划

本项目施工期环境监测主要包括大气、噪声等常规介质的监测，监测计划见表 11.2-1，监测布点图见图 11.2-1。

表 11.2-1 施工期环境监测方案

序号	介质	监测项目	监测地点	监测频次
1	空气	PM ₁₀	施工场界四周	施工期监测一次
2	噪声	昼夜等效连续 A 声级		

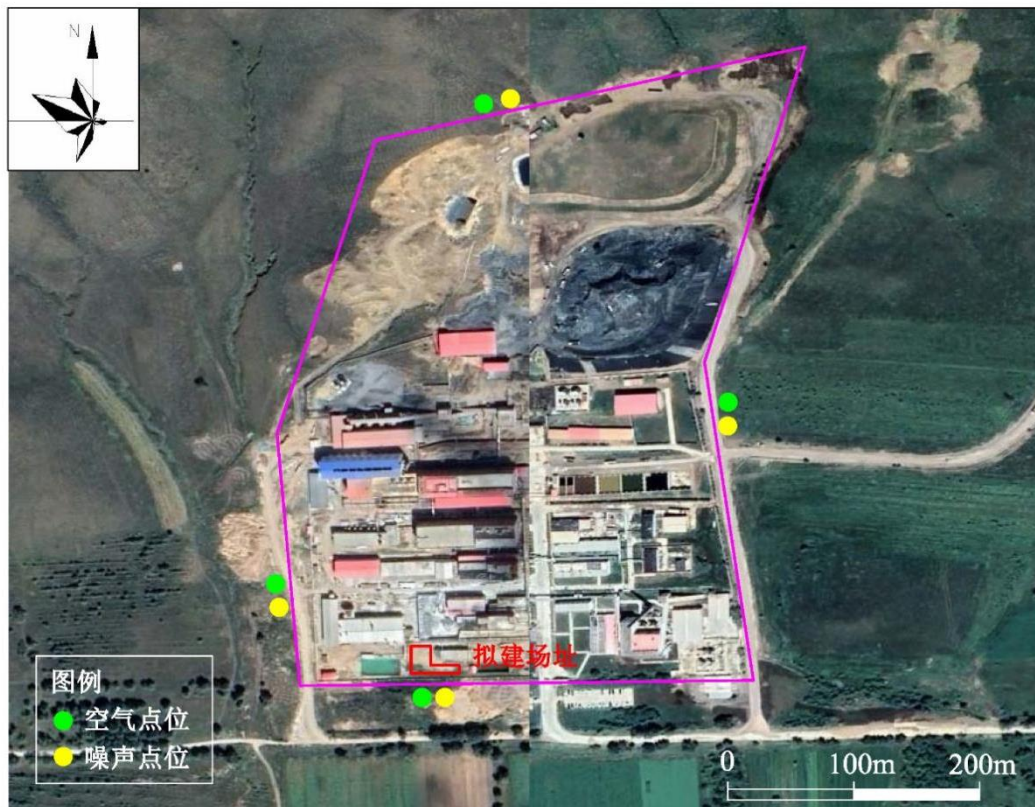


图 11.2-1 施工期环境监测布点图

11.2.2 运行期监测计划

本项目位于沽源铀业现有厂区内，厂区现有年度环境监测计划可以满足本项目运行期环境监测的需求，故不再制定本项目的环境监测计划。

本次在厂区现有年度流出物监测的基础上，根据《铀矿冶辐射环境监测规定》（GB23726-2009）的要求以及本项目污染特点，补充了部分监测项目，本项目流出物补充监测计划详见表 11.2-2，流出物补充监测布点图见图 11.2-2。

表 11.2-2 流出物补充监测计划

序号	介质	监测项目	监测点位	监测频次
1	空气	^{222}Rn	酸雾吸收塔排气筒	1次/季
2		硫酸雾		
3		颗粒物		



图 11.2-1 流出物补充监测布点图

11.3 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，监测过程严格执行国家或行业中规定的监测技术规范，对监测全过程实施质量保证措施。针对本项目特点，在监测过程中应注意：

1) 人员

从事监测的分析测试人员必须进行技术培训，掌握和熟悉其所从事的监测设备、布点、样品采集和制备程序、测量分析以及数据处理等活动，取得相关资格。

2) 样品的采集、保管与预处理

参照相关标准及规定的要求，对空气、土壤等样品的采集、保管和预处理实行标准操作和质量控制。

3) 仪器检定与保管

测量仪器装置按国家检定程序、周期要求定期进行送检。长期存放或维修后的监测仪器，使用前应重新进行检定。建立仪器设备台账和维修记录。

4) 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。

12 退役治理与长期监护

12.1 试验结束后预期处理方案

本项目所有试验完成后，相关试验设备和场地继续留用，可就地转为钼精矿浸出生产使用，或者用作多金属综合回收等方面的试验研究。待沽源铀业水冶厂服务期满后，对本项目相关设备和场地统一进行退役处置。

12.2 退役治理与长期监护

当沽源铀业水冶厂服务期满后，为了保护周围环境和公众健康，控制放射性核素向环境转移，应当对包括本项目在内的设备和场地进行源项调查，根据污染水平对设施、场地进行处理，使其达到安全稳定、资源化、无害化。沽源铀业作为本项目的建设单位，为退役治理的责任主体，全面负责退役治理的相关工作。

12.2.1 服务期满后退役措施

当沽源铀业水冶厂服务期满后，对本项目设备管线和建（构）筑物进行源项调查，对于表面污染满足解控水平的设备和构筑物可按要求解控再利用，对于表面污染较重的设备和构筑物应进行拆除和去污处理。

1）设备管线

对设备、管道进行表面污染监测，当其表面污染水平等于或低于《铀矿冶辐射防护和辐射环境保护规定》（GB23727-2020）中关于可解控的物体表面放射性物质污染控制水平的，可以作为普通物品（食品工业除外）使用。对于表面污染水平较高的设备管道进行去污，去污后满足标准要求的，重复利用；不满足要求的，拆除后运送至有相关资质的单位作进一步处理。

2）建（构）筑物

对研发厂房进行表面污染监测，当其表面污染水平等于或低于《铀矿冶辐射防护和辐射环境保护规定》（GB23727-2020）中关于可解控物体表面放射性物质污染控制水平的，可以根据实际需求进行使用。对于表面污染水平较高的墙面地面，按照由上至下，由内向外的原则进行去污。待去污完成后进行监测，满足标准要求的，重复利用；不满足要求的，运用机械设备进行拆除，拆除的建筑垃圾运至尾渣库集中处置。

12.2.2 环境影响分析

通过采取以上措施，受放射性污染的设施和建（构）筑物均能得到妥善的处理处置，不会对周围环境产生不利影响；同时，服务期满后放射性源项也随之关闭、消失，不再产生放射性流出物，不会对周围环境产生不利影响。

13 结论与建议

13.1 结论

13.1.1 项目概况

中核沽源铀业有限责任公司铀钼矿尾渣中钼的再回收技术研究项目位于河北省沽源县西辛营乡张麻井村沽源铀业水冶厂内。项目总投资 1905.0 万元,其中环保投资 564.6 万元。试验地点为水冶厂内现有的研发厂房,总占地面积为 1094.6m²。

本项目由条件试验、扩大试验和钼精矿试验三个专题组成,其中条件试验为室内试验,在沽源铀业水冶厂中心化验室和核工业北京化工冶金研究院实验室进行,扩大试验和钼精矿试验均在研发厂房内进行。

13.1.2 环境质量现状结论

根据环境监测数据可知,本项目周边环境中的氡及氡子体、 γ 辐射空气吸收剂量率、地下水、土壤和生物样品中的放射性指标基本处于建矿前本底水平。硫酸雾、TSP、地下水和土壤中非放射性指标均满足相应的环境质量标准。

13.1.3 工程分析结论

13.1.3.1 工艺流程

本项目扩大试验工艺流程为球磨制浆→常压预浸→氧压浸出→闪蒸→板框压滤→金属回收。钼精矿试验与扩大试验流程基本相同,不同之处仅在于钼精矿不需要滚筒筛的除杂,以及氧压浸出时不需要通入蒸汽。

1) 球磨制浆

尾渣经滚筒筛去除大块杂物后传送至球磨机,加入生产水后进行尾渣打散制浆,矿浆的液固比在 1.5:1 左右。矿浆随后自流进入制浆槽中。由于尾渣含水率为 20%左右,含水率较高,同时滚筒筛处设置喷雾装置,可有效避免扬尘的产生。

在进行钼精矿试验时,不需要进行球磨机的打散制浆,直接将钼精矿加入预浸槽进行预浸。

2) 常压预浸

矿浆进入预浸槽内,加入硫酸进行酸化,同时利用后续闪蒸工序中产生的蒸汽加热矿浆,控制矿浆温度在 75~85℃,预浸时间为 2h,预浸后的矿浆首先进入缓冲槽,通入蒸汽,使矿浆的温度保持稳定,同时补充因蒸发损失的水分。预浸后的矿浆通过给料泵进入氧压反应釜内。

常压预浸过程中由于加入硫酸并加热，因此会有硫酸雾的产生，预浸槽设有盖板和局部排风系统，产生的硫酸雾全部收集后进入酸雾吸收塔，酸雾吸收塔采用清水喷淋方式去除硫酸雾，最大去除效率为 85%，喷淋液循环使用，不外排。

3) 氧压浸出

矿浆进入氧压反应釜，利用来自锅炉的高压蒸汽将矿浆加热至 150~160℃，加热后的矿浆依次进入后续的隔室中，在高压蒸汽和氧气的作用下，将胶硫质中的 S^{2-} 氧化为 SO_4^{2-} ，使得胶硫质内的尾渣被释放，与浸出剂接触完成铈钼的浸出，形成浸出矿浆。氧压结束后浸出矿浆进入闪蒸槽。

在进行钼精矿氧压浸出时，由于钼精矿酸浸过程中产热较为充分，因此氧压反应釜内不再通入蒸汽进行加热，仅通入氧气。

4) 闪蒸

浸出矿浆进入闪蒸槽后，通过减压阀降低闪蒸槽中的压力进行一级闪蒸，将浸出矿浆内的部分液体转化为蒸汽，蒸汽全部回用于常压预浸时矿浆的加热。闪蒸后的浸出矿浆进入冷却槽，通过冷却盘管使矿浆温度将至 70℃ 以下。

5) 板框压滤

冷却后的浸出矿浆进入板框压滤机进行压滤，压滤后的滤饼使用洗水进行洗涤，洗涤后再次进行压滤。两次的压滤液均进入浸出液槽，随后浸出液进入萃取和沉淀车间，考察对钼金属和铈金属回收的影响。二次浸出渣由运渣车运送至尾渣库堆存；钼精矿浸出液压滤后产生的滤饼为氧化钼产品，全部包装后外售。

6) 金属回收

浸出液槽内的浸出液与来自水冶厂生产工序的浸出液混合后，进入现有的萃取车间和沉淀车间，以现有的萃取和沉淀工艺，考察对钼金属和铈金属回收的影响。

13.1.3.2 主要污染物及三废处理情况

1) 废气

本项目产生的废气主要为 ^{222}Rn 、硫酸雾和颗粒物。

由于尾渣中含有一定量的铈元素，在试验过程中会产生一定量的 ^{222}Rn ，钼精矿全部来自外购，核素含量较低放射性，因此， ^{222}Rn 的释放主要集中在尾渣试验期间。根据计算，尾渣试验期间 ^{222}Rn 的排放量为 $1.79 \times 10^9 \text{Bq/a}$ 。

本项目扩大试验和钼精矿试验均采用酸性氧压浸出工艺，浸出剂为硫酸，因此在试

验过程中会有硫酸雾的产生。硫酸雾经酸雾吸收塔处理后排放，扩大试验和钼精矿试验期间硫酸雾的排放速率分别为 0.027kg/h 和 0.014kg/h，排放浓度分别为 2.23mg/m³ 和 1.16mg/m³，酸雾吸收塔排气筒高度为 15m，满足《大气污染物综合排放标准》（GB16297-1996）中规定的排放速率≤1.5kg/h，排放浓度≤45mg/m³的限值要求。

尾渣需经过滚筒筛进行除杂，在此过程中会有少量颗粒物产生，由于尾渣含水率较高，且滚筒筛上方设置有喷雾装置，产生的颗粒物随喷雾重新进入球磨机，因此无颗粒物的排放。

2) 废水

试验前后水冶厂内工艺废水的产生量不变，总量仍为 1520m³/d（其中本项目产生的工艺废水量为 56m³/d）。工艺废水依托厂区内现有废水处理设施处理，由于工艺废水总量和水质不变，因此处理后的工艺废水水质不会发生明显变化，处理后的工艺废水全部回用于生产，不外排。本项目不新增劳动定员，生活污水产生量不增加。

3) 固体废物

本项目在进行尾渣试验时会产生二次浸出渣，二次浸出渣产生量为 27.36t/d，尾渣试验期共计 250d，因此试验期间二次浸出渣总产生量为 6840t。所有废渣全部运送至尾渣库进行统一堆存，待服务期满后一并处置。本项目运行期不新增劳动定员，生活垃圾产生量不增加。

13.1.4 环境影响分析结论

13.1.4.1 施工期

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

13.1.4.2 运行期

1) 辐射环境影响

本项目 ²²²Rn 释放所致周边关键居民点为评价中心 S 方位 1.2km 处的后井，空气中 ²²²Rn 为 1.51×10⁻⁴Bq/m³，公众个人剂量最大值为 3.24×10⁻⁶mSv/a，满足不超过 0.5mSv/a 剂量约束值的要求，不会对该居民点造成明显影响。关键途径为吸入内照射，关键核素为 ²²²Rn。

2) 非放射性大气环境影响

本项目产生的非放射性大气污染物为硫酸雾，硫酸雾排放量最大的时期为尾渣试验

阶段，经 AERSCREEN 估算，本项目硫酸雾最大落地点为 111m 处，最大落地浓度为 $3.37\mu\text{g}/\text{m}^3$ ，叠加现状值后，最大落地浓度点处的预测值为 $53.37\mu\text{g}/\text{m}^3$ ；对后井空气中硫酸雾浓度的贡献值为 $0.84\mu\text{g}/\text{m}^3$ ，叠加现状值后，后井处的预测值为 $50.84\mu\text{g}/\text{m}^3$ 。

因此，硫酸雾最大落地浓度点和最近居民点处的硫酸雾浓度均满足《环境影响评价技术导则 大气环境》（HJ2.2-2018）附录 D 中空气质量浓度参考限值，对环境的影响较小。

3) 地表水环境影响

本项目金属回收工序产生的工艺废水经处理后全部回用于生产，不外排。本项目不增加劳动定员，不新增生活污水，生活污水经厂区内现有生活污水处理设施处理后用于绿化。因此，本项目运行期间不会对地水环境造成不利影响。

4) 地下水环境影响

本项目厂房内设有围堰，厂房地面铺设环氧树脂防渗层和耐酸砖防腐层，各罐槽均采用不锈钢或聚丙烯材质，具有较强的耐腐蚀性能。同时在厂房地面设有地沟和集液坑，能够容纳泄露的液体。集液坑内设置有应急泵，可将集液坑收集的泄露液体就近泵送至研发厂房南侧的事故池内。因此，本项目采取了多项预防地下水污染的措施，不会对地下水环境产生影响。

5) 固体废物环境影响

本项目扩大试验产生的固体废物为试验后产生的二次浸出渣，二次浸出渣总产生量为 6840t，全部运送至沽源铀业现有尾渣库堆存。沽源铀业尾渣库设计有效库容约为 950 万 t，目前已堆存 266.06 万 t，库容能够满足需求。本项目不增加劳动定员，不新增生活垃圾产生量。因此，本项目产生的固体废物得到妥善处置，不会对环境造成不利影响。

6) 声环境影响

运行期厂界噪声满足《工业企业厂界环境噪声排放标准》（GB12348-2008）1 类标准要求，不会对周边居民点产生影响。

7) 风险影响分析

当发生跑、冒、滴、漏事故时，泄露的液体可被地沟和集液坑收集，并通过集液池内的应急泵输送至事故池，事故池总容积约 1000m^3 ，常年保持无水状态，因此可以容纳本项目泄露的液体，对周围环境和人员造成的影响可以接受。

13.1.5 工程可行性结论

本项目生产过程中产生的污染物均采取了有效的防治措施，施工和运行过程中对大气、地下水、固体废物、声环境的影响可以接受，非正常工况下的环境影响可以接受，在确保落实好各项环保措施并保证其正常运行的前提下，不会对周围环境产生明显影响。因此，从环境保护角度来讲，本项目是可行的。

13.2 建议

- 1) 施工期加强管理，做到安全施工、文明施工，尽量减少施工扬尘和噪声。
- 2) 加强环境管理，严格执行流出物和环境监测计划，减少对周围环境的影响。

附录 1 估算模式计算公式及参数

本次所用估算模式中，大气扩散采用高斯基本模型，根据计算点与源项之间的距离计算高斯扩散因子。仅考虑大气环境对放射性污染物的稀释作用，以及核素的衰变，不考虑地形条件及对流扩散过程中引起的核素浓度降低，由此保守计算得到各核素空气浓度。照射途径为吸入内照射，给定公众剂量转换因子和暴露时间，从而得到公众剂量的保守计算结果。根据 IAEA19 号报告，本次预测筛选模式计算原理如下。

1、大气扩散模式

$$C_A = \frac{P_p F Q_i}{u_a} \dots\dots\dots (1)$$

式中： C_A ——下风向距离 x 处地面浓度， Bq/m^3 ；

Q_i ——核素 i 的平均排放源强， Bq/s ；

P_p ——关心点风向的时间分数，无量纲，一般取 0.25；

u_a ——释放点高度处的年均代表性风速， m/s ；

F ——高斯扩散因子， $1/m^2$ ；

$$F = \frac{16}{\sqrt{2\pi^3}} \times \frac{\exp[-(H^2 / 2\sigma_z^2)]}{x\sigma_z} \dots\dots\dots (2)$$

H ——释放点高度， m ；本次预测排放源为孤立点源。

σ_z ——垂直扩散参数， m 。

$$\sigma_z = 0.06x / \sqrt{1 + 0.0015x} \dots\dots\dots (3)$$

2、剂量估算模式

1) 吸入内照射所致剂量

吸入 ^{222}Rn 所致内照射剂量计算公式如下：

$$D_{Rn}^a = T \cdot C_{Rn} \cdot DF_{Rn} \dots\dots\dots (4)$$

式中： T ——全年受照时间， h ；

DF_{Rn} ——氡吸入剂量转换因子，取 $2.44 \times 10^{-9} Sv/Bq \cdot h \cdot m^{-3}$ 。

2) 公众最大个人剂量

由于本项目只有 ^{222}Rn 造成的吸入内照射，因此公众最大个人剂量等于吸入内照射所致剂量，即： $E_i = D_{Rn}^a$ 。

环 评 委 托 书

中核第四研究设计工程有限公司：

根据《中华人民共和国环境保护法》、《中华人民共和国环境影响评价法》和中华人民共和国国务院令第 253 号《建设项目环境保护管理条例》的有关规定，现委托贵单位承担《中核沽源铀业有限责任公司铀钼矿尾渣中钼的再回收技术研究环境影响报告表》的编制工作，请根据国家法律法规要求尽快开展工作。

特此委托。

中核沽源铀业有限责任公司
2022年10月18日



附件 2 《中核沽源铀业有限责任公司日处理 120m³钼酸沉母液汽提回收氨水技改项目》
检测报告（河北君康检测技术服务有限公司，2022.04.27）；



170320341013
有效期至2023年02月13日止

检 测 报 告

编号：JK-2022-HJ-03-03

项目名称：中核沽源铀业有限责任公司日处理
120m³钼酸沉母液汽提回收
氨水技改项目

委托单位：中核沽源铀业有限责任公司

报告日期：2022 年 4 月 29 日

河北君康检测技术服务有限公司



声 明

- 1、检测报告无 CMA 章、检测专用章和骑缝章无效。
- 2、复制报告未重新加盖检测专用章无效。
- 3、报告无编制人、审核人、签发人签字无效。
- 4、检测报告涂改无效。
- 5、对检测报告若有异议，应于收到报告之日起十五日内向本公司提出。逾期不提出，视为认可检测报告。无法保存、复现的样品，不受理申诉。
- 6、检测报告只对所检样品检测项目的检测结果负责。由委托单位自行采集的样品，本公司仅对送检样品检测数据负责，不对样品来源负责。
- 7、本报告及数据不得用于商品广告，违者必究。

河北君康检测技术服务有限公司

地址：石家庄市裕华区青园街 275 号办公楼主楼二楼

邮编：050000

电话：0311-85815935

传真：0311-85815935

任务来源：中核沽源铀业有限责任公司委托河北君康检测技术服务有限公司开展检测工作。

河北君康检测技术服务有限公司 2022 年 4 月 22 日-2022 年 4 月 23 日对中核沽源铀业有限责任公司进行了现场勘察和资料调研，并对其进行了采样检测。

采样时间：2022 年 4 月 22 日-2022 年 4 月 23 日

采样人员：刘晓博、刘慧敏

检测时间：2022 年 4 月 25 日

检测人员：侯玉倩、王聪飞

报告编制人：刘慧敏 报告审核人：刘慧敏 报告签发人：王聪飞
2022 年 4 月 29 日 2022 年 4 月 29 日 2022 年 4 月 29 日

一、地下水检测结果表

检测 点位	检测 项目	检测日期	检测结果	GB14848-2017 表 1 III级标准要求
后井村	氨氮 (mg/L)	2022. 4. 22	0.15	$\leq 0.5\text{mg/L}$
前张麻井村	氨氮 (mg/L)		0.10	$\leq 0.5\text{mg/L}$
前房子村	氨氮 (mg/L)	2022. 4. 23	0.20	$\leq 0.5\text{mg/L}$
西一棵树村	氨氮 (mg/L)		0.17	$\leq 0.5\text{mg/L}$
四道沟村	氨氮 (mg/L)		0.15	$\leq 0.5\text{mg/L}$

(以下空白)



二、无组织氨检测结果表

检测 点位	检测 项目	检测日期	检测结果	HJ 2.2-2018
前张麻井村	氨 (mg/m ³)	2022. 4. 22	0.09	200 μg/m ³
后井村	氨 (mg/m ³)		0.06	200 μg/m ³
西一棵村	氨 (mg/m ³)	2022. 4. 23	0.07	200 μg/m ³
四道沟村	氨 (mg/m ³)		0.09	200 μg/m ³
南侧厂界	氨 (mg/m ³)		0.11	200 μg/m ³
西侧厂界	氨 (mg/m ³)		0.13	200 μg/m ³
北侧厂界	氨 (mg/m ³)		0.12	200 μg/m ³
东侧厂界	氨 (mg/m ³)		0.12	200 μg/m ³

(以下空白)



三、无组织硫酸雾检测结果表

检测 点位	检测 项目	检测日期	检测结果	HJ 2.2-2018
前张麻井村	硫酸雾 (mg/m ³)	2022. 4. 22	ND	300 μg/m ³
后井村	硫酸雾 (mg/m ³)		ND	300 μg/m ³
西一棵村	硫酸雾 (mg/m ³)	2022. 4. 23	ND	300 μg/m ³
四道沟村	硫酸雾 (mg/m ³)		ND	300 μg/m ³
南侧厂界	硫酸雾 (mg/m ³)		ND	300 μg/m ³
西侧厂界	硫酸雾 (mg/m ³)		ND	300 μg/m ³
北侧厂界	硫酸雾 (mg/m ³)		ND	300 μg/m ³
东侧厂界	硫酸雾 (mg/m ³)		ND	300 μg/m ³

*ND 表示为未检出

(以下空白)



四、噪声检测结果

单位: Leq[dB(A)]

点位 时间		东厂界	南厂界	西厂界	北厂界	后井村	前房子村	执行标准值
2022.4.23	昼间	51.8	51.0	50.4	49.3	50.9	52.2	≤55dB
	夜间	41.0	40.4	41.0	40.2	40.6	44.2	≤45dB
执行标准		《工业企业厂界环境噪声排放标准》(GB12348-2008) 1类标准						

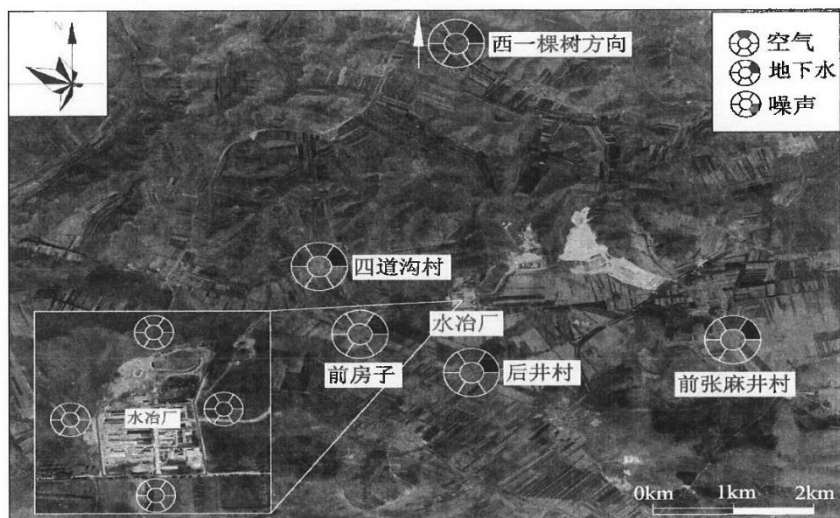
(以下空白)

附表 1 分析方法及仪器情况表

序号	项目	分析方法及方法来源	方法检出限	仪器设备名称及编号
1	氨氮	《水质 氨氮的测定 水杨酸分光光度法》HJ 536-2009	0.025mg/L	T6 新世纪型紫外-可见分光光度计, HBJK-G16
2	硫酸雾	《固定污染源废气 硫酸雾的测定 离子色谱法》HJ 544-2016	0.05mg/m ³	PIC-10 型紫离子色谱仪, HBJK-G42
3	氨气	《环境空气 氨的测定 次氯酸钠-水杨酸分光光度法》HJ 534-2009	0.016mg/m ³	T6 新世纪型紫外-可见分光光度计, HBJK-G16
4	噪声	《工业企业厂界环境噪声排放标准》GB 12348-2008	—	HS5618A 型积分声级计, HBJK-W12-2

(以下空白)

检测点位示意图



(以下空白)