

湖南中核金原新材料有限责任公司

独居石生产线技术改造项目

辐射环境影响评价专篇

建设单位：湖南中核金原新材料有限责任公司

编制单位：核工业二三〇研究所

二〇二六年八月

目 录

前言.....	1
1 概述.....	3
1.1 编制依据	3
1.2 控制指标	4
1.3 湖南省本底参考值	5
1.4 评价因子	6
1.5 评价范围	7
1.6 辐射环境保护目标	9
2 放射性源项分析	10
2.1 现有工程概况	10
2.2 项目工程概况	27
2.3 项目物料平衡	61
2.4 放射性源项	68
3 辐射环境质量现状	79
3.1 辐射环境本底调查	79
3.2 辐射环境质量现状调查	80
3.3 辐射环境质量现状分析	94
4 辐射环境影响分析	96
4.1 厂址特征参数	96
4.2 放射性核素迁移途径	114
4.3 正常工况下气载流出物辐射环境影响分析	114
4.4 正常工况地表水环境影响分析	116
4.5 地下水辐射环境影响分析	116
4.6 非正常工况辐射环境影响分析	118
4.7 服务期满辐射环境影响分析	121
5 辐射环境管理和辐射监测	123

5.1 辐射环境保护措施	123
5.2 辐射环境管理	131
5.3 辐射监测及信息公开	134
5.4 辐射环境保护“三同时”验收	140
6 结论与建议	148
6.1 项目情况	148
6.2 辐射环境现状	148
6.3 辐射环境影响	150
6.4 辐射防护措施	151
6.5 结论	155
附录 辐射环境影响评价模式与参数	156
1.气态途径	156
2.剂量估算模式与参数	158
3.室内氡及其子体浓度预测	159
附件.....	160
附件 1 委托书.....	160
附件 2 原料及废渣的核素检测分析报告.....	161
附件 3 产品放射性分析检测报告.....	174
附件 4 辐射现状监测报告.....	178
附件 5 企业排放口编号说明.....	266
附件 6 现有工程环评批复及环保竣工验收意见.....	268
附件 7 放射工作人员核技术利用成绩合格单.....	284
附件 8 辐射防护相关制度及应急预案备案文件.....	288
附件 9 伴生放射性废渣处置意向协议.....	305
附件 10 专家评审意见.....	323

前 言

湖南中核金原新材料有限责任公司（以下简称“湘核新材”），隶属于中国核工业集团有限公司，是由集团所属的十大专业化公司之一的中国铀业有限公司管理的下属单位，成立于 2017 年 2 月，由中核资源发展有限公司、湖南省稀土产业集团有限公司、盛和资源（海南）有限公司、中核二七二铀业有限责任公司共同出资组建。公司位于湖南白沙绿岛高新技术产业开发区，公司占地 49.8 亩（合计 33222.07m²），耗资 2.6534 亿投资建设湖南共伴生铀资源（独居石）综合利用项目。建有一条以独居石精矿（15000t/a）为原料的氯化稀土生产线（以下简称“氯化稀土制备项目”）和一条以优溶渣（5000t/a）为原料的铀钍回收生产线（以下简称“铀钍资源回收项目”），是国内稀土行业的领军企业。

湖南共伴生铀资源（独居石）综合利用项目氯化稀土生产线于 2018 年 12 月环评获批开始建设，2021 年 7 月完成自主验收工作。铀钍回收生产线于 2018 年 7 月环评获批开始建设，2021 年 5 月完成自主验收工作。投产运行后，企业发现生产线存在固态氯化稀土产品质量损失、湿法磨矿设备输送保存矿浆困难、优溶渣有价元素回收率不达预期等问题，导致产能始终无法突破 85%。为此湘核新材于 2022 年 7 月获批环评（湘环评表（2022）3 号），实施“独居石综合利用项目运行效率改善（改造）科研项目”，建设 3 条试验线，包括干磨处置工艺试验线、优溶渣碱分解同质化处理试验线、液态氯化稀土制备试验线。目前，该试验线相关研究工作已完成，各项技术指标已达预期，可以产业化应用于现有独居石生产线，提高运行效率。

本项目利用试验线试验成果及经验，对现有独居石氯化稀土生产线进行技术改造，不新增现有独居石氯化稀土生产线的处理能力，不新增各产品的设计产量，旨在促进生产线连续高效运转，提升稀土的总体回收率。本次技术改造仅针对独居石氯化稀土生产线，不涉及铀钍回收生产线，铀钍回收生产线保持不变。本项目建设内容主要包括：①磨矿系统优化改造；②碱液浓缩（罐式）系统工艺改造；③优溶系统优化改造；④氯化稀土结片稀土优化改造；⑤加压碱分解反应系统改造；⑥母液自然结晶系统改造。

根据《关于发布〈矿产资源开发利用辐射环境监督管理名录〉的公告》（公

告 2020 年第 54 号) 的规定, 依照《建设项目环境影响评价分类管理名录》环评类别为环境影响报告书(表) 且已纳入《矿产资源开发利用辐射环境监督管理名录》, 并且原矿、中间产品、尾矿(渣) 或者其他残留物中铀(钍) 系单个核素含量超过 1 贝可/克(1Bq/g) 的矿产资源开发利用项目需编制辐射环境影响评价专篇。本项目属于《矿产资源开发利用辐射环境监督管理名录》中的“稀土”矿产类别中的“独居石选矿和冶炼行业”, 且原料、产品中的铀(钍) 系单个核素含量超过 1 贝可/克(1Bq/g), 所以本项目需要编制辐射环境影响评价专篇(以下简称“本专篇”)。

湘核新材于 2024 年 1 月委托核工业二三〇研究所编制该项目的辐射环境影响评价专篇(委托书见附件 1)。接受委托后, 核工业二三〇研究所成立项目组, 项目组人员赴现场开展环境现状调查、资料收集, 并委托专业单位进行现场检测和样品采集, 在充分了解工艺流程, 研读相关技术资料的基础上, 对项目运行、环境影响进行了分析、评价。在编制环境影响报告书阶段, 湘核新材按照《环境影响评价公众参与办法》要求进行了公众参与, 通过项目公示、张贴公告等方式调查当地公众、团体等对项目的建设意见, 根据调查结果, 没有公众或团体对项目建设提出反对意见。在此基础上, 核工业二三〇研究所编制完成《湖南中核金原新材料有限责任公司独居石生产线技术改造项目辐射环境影响评价专篇》并根据专家评审意见修改形成报批稿, 呈报生态环境主管部门审批。

1 概述

1.1 编制依据

1.1.1 法律、法规

- (1) 《中华人民共和国生态环境法典》（2026 年 8 月 15 日起施行）
- (2) 《建设项目环境保护管理条例》（中华人民共和国国务院令第 682 号，2017 年 10 月 1 日起修订实施）
- (3) 《放射性废物安全管理条例》（中华人民共和国国务院令第 612 号，2012 年 3 月 1 日起施行）
- (4) 《建设项目环境影响评价分类管理名录》（2021 版）（生态环境部令第 16 号，2021 年 11 月 5 日修正，2021 年 1 月 1 日起施行）
- (5) 《放射性废物分类》公告（2017 年第 65 号，自 2018 年 1 月 1 日起施行）
- (6) 《湖南省湘江保护条例》（2013 年 4 月 1 日起施行，2018 年 11 月 30 日修正，2023 年 5 月《湖南省人民代表大会常务委员会关于废止、修改部分地方性法规的决定》（湖南省第十四届人民代表大会常务委员会公告第 2 号）对《湖南省湘江保护条例》作出修改）

1.1.2 部门规章

- (1) 《矿产资源开发利用辐射环境监督管理名录》（公告 2020 年第 54 号）
- (2) 《关于发布〈伴生放射性矿物资源开发利用项目环境影响报告书（表）的内容和格式〉的通知》（环监[1994]080 号）（参考其中关于辐射环境影响评价范围的条款）
- (3) 《矿产资源开发利用辐射环境影响评价专篇格式与内容（试行）》（环办〔2015〕1 号，2015 年 1 月）
- (4) 《伴生放射性矿开发利用企业环境辐射监测及信息公开办法（试行）》

（国环规辐射〔2018〕1号）

（5）《放射性物品运输安全管理条例》（中华人民共和国国务院令第562号，2010年1月1日起施行）

1.1.3 技术规范及标准

- （1）《电离辐射防护与辐射源安全基本标准》（GB18871—2002）
- （2）《污水综合排放标准》（GB8978-1996）
- （3）《地下水质量标准》（GB/T14848-2017）
- （4）《稀土工业污染物排放标准》（GB26451-2011）
- （5）《放射性物品安全运输规程》（GB11806-2019）
- （6）《可免于辐射防护监管的物料中放射性核素活度浓度》（GB27742-2011）
- （7）《环境空气中氡的测量方法》（HJ 1212-2021）
- （8）《辐射环境监测技术规范》（HJ61-2021）
- （9）《环境γ辐射剂量率测量技术规范》（HJ1157-2021）
- （10）《伴生放射性物料贮存及固体废物填埋处置辐射环境保护技术规范（试行）》（HJ 1114-2020）

1.1.4 其他文件

- （1）《湖南中核金原新材料有限责任公司独居石生产线技术改造项目技术实施方案》
- （2）《湖南中核金原新材料有限责任公司独居石生产线技术改造项目环境影响报告书》
- （3）《湖南共伴生铀资源（独居石）综合利用项目（氯化稀土制备部分）竣工辐射环境保护验收监测报告》（2021年6月）
- （4）业主提供的其他文件

1.2 控制指标

1.公众剂量限值、约束值与控制值

公众剂量限值：执行《电离辐射防护与辐射源安全基本标准》（GB18871-2002）中有关关键人群组的成员所受到的年有效剂量限值水平不应超过 1mSv/a。

公众剂量约束值：依据《电离辐射防护与辐射源安全基本标准》（GB 18871-2002）中 11.4.3.2 款规定：“剂量约束值通常应在公众照射剂量限值 10%~30%（即 0.1mSv/a~0.30mSv/a 的范围之内”。本次技改后，放射性气载流出物未新增排放，无液态流出物产生，固体废物量减少且直接外送处置库（不暂存厂内），故不会对公众引入额外附加剂量。公众剂量约束值仍按原《独居石综合利用项目运行效率改善（改造）科研项目辐射环境影响评价专篇》执行，即 0.08mSv/a。

非正常工况公众剂量控制值：非正常工况下所致公众有效剂量不超过 1mSv。

2.气载流出物控制指标执行《稀土工业污染物排放标准》（GB 26451-2011）

本专篇执行《稀土工业污染物排放标准》（GB 26451-2011），具体标准值如下：

1) 企业边界大气污染物浓度限值，边界任何 1h 铀、钍总量的平均浓度不超过 0.0025mg/m³。

2) 大气污染物排放浓度限值，排放铀钍粉尘废气的排气筒不超过 0.1mg/m³。

3. 清洁解控指标

《可免于辐射防护监管的物料中放射性核素活度浓度》（GB 27742-2011），对于含有不同天然放射性核素混合物的物料，应当要求其中每一种天然放射性核素的活度浓度均满足表 B.1 所列数值（免管浓度值小于 1Bq/g）的要求。

1.3 湖南省本底参考值

1.氡浓度的本底参考值

室外氡浓度：由于《中国环境天然放射性水平》中无湖南地区的室外空气中氡浓度限值，故本专篇参照《中国环境天然放射性水平》中全国城市空气中氡平均浓度变化范围值（3.3-40.6 Bq/m³）控制。

2.地表水的放射性本底参考值

根据《中国环境天然放射性水平》（国家环境保护局，1995 年）中关于湖

南省湘江流域（中游）水体天然核素浓度本底值 U : $0.77\sim 3.90\mu\text{g/L}$ 、 Th : $0.03\sim 0.07\mu\text{g/L}$ 、 ^{226}Ra : $1.78\sim 4.51\text{mBq/L}$ ，地表水中总 α 和总 β 参照执行《生活饮用水卫生标准》（GB5749-2022）放射性指标指导值（总 α 为 0.5Bq/L ，总 β 为 1Bq/L ）。

3.地下水的放射性本底参考值

根据《中国环境天然放射性水平》（国家环境保护局，1995 年）中关于湖南省衡阳地区地下水系天然核素浓度本底值 U : $1.22\sim 12.67\mu\text{g/L}$ 、 Th : $0.03\sim 0.07\mu\text{g/L}$ 、 ^{226}Ra : $0.25\sim 9.55\text{mBq/L}$ ，地下水执行《地下水质量标准》（GB 14848-2017）中Ⅲ类水体放射性指标指导值（总 α 指导值为 0.5Bq/L ，总 β 指导值为 1Bq/L ）。

4.土壤的放射性本底参考值

根据《中国环境天然放射性水平》（国家环境保护局，1995 年）中关于湖南省衡阳地区土壤天然核素浓度本底值 ^{238}U : $31.27\sim 148.20\text{Bq/kg}$ ， ^{226}Ra : $35.12\sim 100.90\text{Bq/kg}$ ； ^{232}Th : $9.69\sim 226.30\text{Bq/kg}$ 。

1.4 评价因子

1、辐射环境现状评价核素因子

- （1） γ 辐射： γ 辐射空气吸收剂量率。
- （2）空气环境评价核素：氡及其子体、钍射气。
- （3）气溶胶的评价核素： ^{210}Po 、 ^{210}Pb 、总 α 和总 β 。
- （4）地表水、地下水评价核素： U 、 ^{226}Ra 、 Th 、 ^{210}Po 、 ^{210}Pb 、总 α 放射性和总 β 放射性。
- （5）土壤的评价核素： ^{238}U 、 ^{226}Ra 、 ^{232}Th 的放射性比活度。
- （6）底泥的评价核素： ^{238}U 、 ^{226}Ra 、 ^{232}Th 的放射性比活度。
- （7）生物样的评价核素： ^{238}U 、 ^{226}Ra 、 ^{232}Th 的放射性比活度。

2、辐射环境影响评价因子：

公众的年有效剂量。

3、厂内源强评价因子

（1）排气筒中的放射性粉尘： U 、 Th 粉尘总量，根据《矿产资源开发利用辐射环境影响评价专篇格式与内容》编制说明内容，根据本项目伴生矿种类，主

要考虑粉尘中载带的 ^{238}U 、 ^{234}U 、 ^{230}Th 、 ^{226}Ra 、 ^{210}Po 、 ^{210}Pb 、 ^{232}Th 、 ^{228}Th 、 ^{228}Ra 等核素。

(2) 原料、产品等的评价核素： ^{238}U 、 ^{226}Ra 、 ^{232}Th 的活度浓度。

(3) 生产车间：氡浓度及铀射气。

(4) 固体废物的评价核素： ^{238}U 、 ^{226}Ra 、 ^{232}Th 。

1.5 评价范围

《矿产资源开发利用辐射环境影响评价专篇格式与内容（试行）》（环办〔2015〕1号）规范中，对于伴生放射性矿产资源开发利用类项目的评价范围未明确规定，因此，本评价参考《关于发布〈伴生放射性矿物资源开发利用项目环境影响报告书（表）的内容和格式〉的通知》（环监[1994]080号）中的规定“对于矿石开采业，半径取 5km，对于矿产品加工业，半径取 0.5km”。本项目属于矿产品加工企业，本次环评保守考虑，在该规定的基础上结合该项目常规环评的大气环境影响评价范围，确定本项目的辐射环境影响评价范围为以项目生产区中心点为中心，半径为 2.5km 的圆形区域。

为进行剂量估算，分别以 0.5 km、1.0 km、1.5 km、2.5km 等距划分同心圆，再将这些同心圆划分为 22.5° 扇形段，以正北 N 向左各划分 11.25° 为起始段，共划分 64 个子区（见图 1.5-1）。

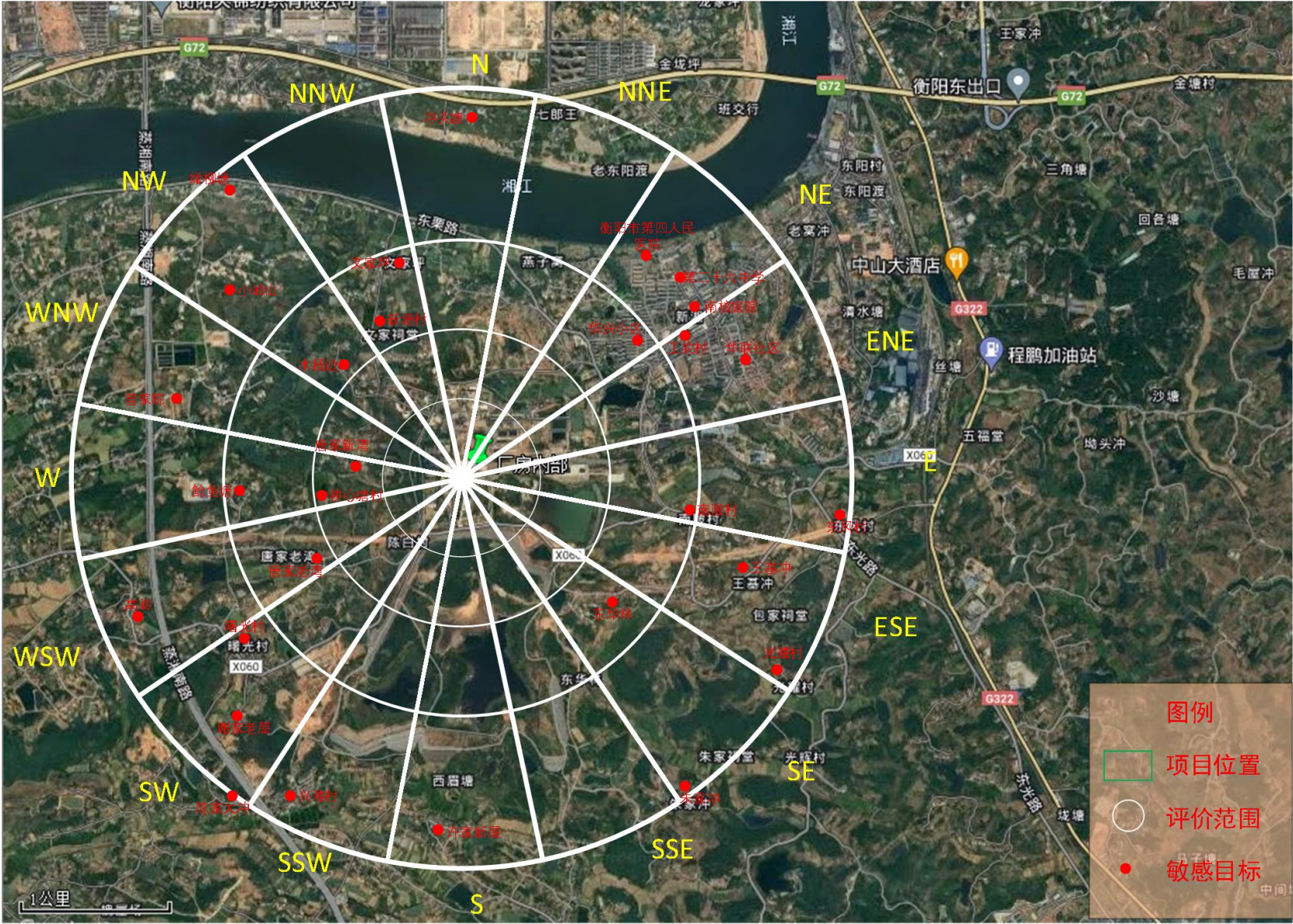


图 1.5-1 本项目评价范围及评价子区划分图

1.6 辐射环境保护目标

本项目评价范围内辐射环境保护目标情况请见下表。

表 1.6-1 辐射保护目标一览表

类别	保护目标	敏感点	规模（人）	到厂界最近距离（m）	方位	辐射剂量
辐射环境	评价范围内公众等	绿柳塘	约 135 户，540 人	1930	NW	《电离辐射防护与辐射源安全基本标准》 （GB18871-2002） 公众 0.08mSv/a 的剂量约束值
		文家坪	约 56 户，224 人	1347	NNW	
		小岭山	约 18 户，72 人	1700	NW	
		水桶边	约 82 户，328 人	990	NW	
		曾家院	约 89 户，356 人	1530	WNW	
		耕心塘	约 28 户，112 人	1000	W	
		鲢鱼塘	约 39 户，156 人	1350	W	
		唐家老湾	约 141 户，564 人	1180	WSW	
		曙光村	约 133 户，532 人	1750	SW	
		高岭	约 90 户，360 人	2200	WSW	
		唐家新湾	约 29 户，116 人	780	W	
		谢家老屋	约 6 户，24 人	2000	WS	
		陈家大冲	约 82 户，328 人	2500	WS	
		兴湘村	约 102 户，408 人	1930	SSW	
		许家新屋	约 58 户，232 人	2180	S	
		朱家冲	约 27 户，108 人	2380	SE	
		东华林	约 98 户，392 人	1030	SE	
		光耀村	约 52 户，208 人	2250	ESE	
		王基冲	约 48 户，192 人	1740	ESE	
		东风村	约 42 户，168 人	2020	E	
		南陂村	约 150 户，525 人	1460	E	
		华兴小区	约 15920 人	1050	NE	
		华联社区	约 13760 人	1630	ENE	
		第四人民医院	约 120 人	1700	NE	
		第二十六中学	约 1080 人	1780	NE	
		二七二南核庭院	约 5040 人	1800	NE	
工农村	约 6880 人	1370	ENE			
备注：项目周边范围内企业主要为二七二厂和湖南核工业宏华机械有限公司，均属于带放射性的生产企业。						

2 放射性源项分析

2.1 现有工程概况

2.1.1 现有项目基本情况

项目名称（包含两个项目工程）：湖南共伴生铀资源（独居石）综合利用项目（氯化稀土制备部分）和湖南独居石综合利用项目铀钍资源回收项目

建设单位：湖南中核金原新材料有限责任公司

建设地点：湖南省衡阳市白沙绿岛高新技术产业开发区

建设规模：湖南共伴生铀资源（独居石）综合利用项目（氯化稀土制备部分）：年处理独居石精矿 15000t、优溶渣 5000t，产品方案氯化稀土 19267t/a、磷酸三钠 27000t/a；湖南独居石综合利用项目铀钍资源回收项目：年处理独居石精矿和优溶渣经碱溶、酸溶后的溶解液 23504t/a，用于生产铀、钍资源，产品包括重铀酸钠、氢氧化钍（半成品）和硝酸钍。

2.1.2 现有项目工程组成

湖南中核金原新材料有限责任公司现占地面积约 49.8 亩，主要由生产车间、公用配套设施和环保工程组成，现有工程建设内容详见表 2.1-1：

表 2.1-1 现有工程氯化稀土生产线和钍铀生产线主要建设内容

项目名称		建设内容
主体工程	选矿磨矿厂房	主要包含独居石精矿贮存、选矿、磨矿以及优溶渣贮存等功能。磨矿厂房长 102m、宽 24m，建筑面积 2448m ² ，钢筋混凝土框架结构。
	稀土厂房	主要包含碱分解工序、氯化稀土制备工序和磷酸三钠制备工序等。八层建筑，尺寸为 51m×36m×29m，钢筋混凝土框架结构。
	铀钍分离厂房	铀钍分离厂房（铀产品生产线和氢氧化钍产品生产线）和工艺废水处理厂房合建为铀钍分离厂房，该厂房尺寸 36m×30m×29m，为地表八层建筑物，建筑面积为 9132m ² 。
	硝酸钍厂房	硝酸钍生产厂房位于厂区的西北角，该厂房长 24m，宽 24m，高 20.5m，为地表四层建筑物。
辅	给水	依托二七二铀业

项目名称		建设内容
助工程	排水	排水采用雨污分流制，雨水采用边沟有组织排水，统一收集排放。放射性废水为工艺废水和地面冲洗水，单独收集经放射性废水处理设施处理后返回工艺使用，不外排；生活污水经厂内生活污水预处理设施处理后，送至二七二铀业现有生活污水处理站处理。
	蒸汽	依托二七二铀业
	供电	依托二七二铀业
	通风	厂房设置全面通风系统。
贮运工程	产品及化工原料库	用于储存产品以及氢氧化钠等化工原料。将氯化稀土和磷酸三钠产品均在稀土厂房一层设置产品贮存区，独居石精矿贮存于选矿磨矿厂房内的独居石精矿库。优溶渣和其他化工原料贮存在厂区北侧原料库。
	钍储存库	位于生产厂房北侧，长 132m，宽 15m，深 6.2m。库内划分为 10 个独立可密封隔仓，单个隔仓尺寸 14.6*12.5*5.6m，容积 1022m ³ ，采用转运车通过轨道输送至隔仓口，再打开隔仓顶板卸料入仓。平时钍产品库进料口为密闭，仅进料、取料、检修时打开。
	盐酸库	用于储存盐酸。盐酸库库区面积 304m ² ，露天布置 70m ³ 卧式玻璃钢盐酸罐 7 台，盐酸浓度 31%，库区泵房设置在房屋内，储存罐露天布置，且罐区四周设有 1.2m 高围堰。
环保工程	废气	磨矿厂房 磨矿厂房拆袋粉尘采用 1 台多管布袋除尘器+水膜除尘，并设有通风系统，最终将粉尘通过 15m 排气筒高空排放。
		稀土厂房 4 套吸收和处理装置：其中 1 套为优溶、全溶过程 HCl 吸收处理装置、2 套陈化储存设备 HCl 吸收处理装置、1 套板框压滤固液分离 HCl 吸收处理装置。此外，厂房设有全面通风系统，其他工序、设备产生的少量 HCl 及放射性气体通过环境通风系统排气筒高空排放。
		铀钍分离厂房 对铀钍萃取过程产生的酸性气体 HCl 设有 2 套活性炭+碱液喷淋装置。此外，厂房设有全面通风系统，其他工序、设备产生的少量 HCl、VOCs 及放射性气体通过环境通风系统排气筒高空排放。
		硝酸钍厂房 对高纯钍制备工序产生的酸性气体 NO _x 设有尿素吸收设备。此外，厂房设有全面通风系统，其他工序、设备产生的少量 NO _x 和回收有机相产生的 VOCs 及放射性气体通过环境通风系统排气筒高空排放。
	废水	生产废水处理站位于铀钍分离厂房东南角六到八层，采用中和-压滤-三效蒸发结晶-冷凝回用工艺，生产废水全部回用不外排。生活污水经企业自建的水 MBR 膜处理装置处理后，排入二七二铀业现有生活污水处理装置。
	噪声	对机械设备采用吸声、减震处理，排风系统设置消声器。
	地下水	(1) 各生产厂房、产品及化工原料库、固废储存库及盐酸库按重点防渗区进行了防渗，地面干燥无油污、底下无渗漏；在进料、出料区域铺上耐酸砖，缝隙采用环氧树脂勾缝。(2) 车间 1m 高以下的墙裙涂刷环氧树脂涂料。(3) 车间工艺废水收集管沟的沟壁及沟底全部采用“三油两布”的防腐防渗工艺处理。废水收集、输送系统铺设环氧树脂涂层和玻璃钢作防渗防腐处理。
	风险	盐酸库，设置围堰，容积 264m ³ 。 液态氯化稀土储罐区设置围堰，高度 1.2m。

项目名称		建设内容
固体废物		厂内西南角 1 个事故应急池（4000m ³ ）满足事故排水缓冲容量。
	放射性固体废物暂存库	位于铀钍分离厂房北侧，为半地下式构筑物。用于储存磷除杂渣、除放渣、泥状渣等。（1）一般固体废物按要求交回收单位回收，并全部处置，零排放。（2）固体废物暂存库 37.5m×15m×6.2m。（3）废旧金属部件等储存于盐酸泵房旁的废旧金属区，待项目终产后运至主管部门认可的废旧金属处理中心处理。
	危废暂存间	位于铀钍厂房一楼东南角，用于暂存废油桶、废化工原料包装袋、废弃试剂瓶等危险废物。
	一般固废库	位于铀钍厂房一楼西南角，用于暂存生活污水处理更换的废 MBR 膜和磁选出的含铁杂质等一般工业固废。
	生活垃圾	厂区各处设置垃圾箱、垃圾桶。

表 2.1-2 试验线主要建设内容

项目名称		建设内容
主体工程	选矿磨矿厂房	依托现有选矿磨矿厂房，干磨设备雷蒙磨一套。
	5 号厂房(试验线)	102.98m×9.8m×10.9m，建筑面积 1012m ² ，钢结构简易厂房。主要包括加压碱分解系统、碱液单级浓缩系统和自然结晶除磷系统。
辅助工程	给水	依托二七二铀业
	排水	排水采用雨污分流制，雨水采用边沟有组织排水，统一收集排放。放射性废水为工艺废水和地面冲洗水，单独收集经放射性废水处理设施处理后返回工艺使用，不外排；生活污水经厂内生活污水预处理设施处理后，送至二七二铀业现有生活污水处理站处理。
	蒸汽	依托二七二铀业
	供电	依托二七二铀业
	通风	厂房设置全面通风系统。
贮运工程	产品及化工原料库	化工原料依托现有化工原料库。在稀土厂房西北角区域建有液态氯化稀土产品储存区，共计 3 个 100m ³ 储罐。
	盐酸库	依托现有盐酸库。
环保工程	废气	磨矿厂房雷蒙磨自带脉冲布袋除尘器 1 台，最终粉尘通过磨矿厂房现有 15m 排气筒高空排放。
	废水	依托现有生产废水、生活污水处理站。
	噪声	对机械设备采用吸声、减震处理，排风系统设置消声器。
	地下水	选矿磨矿厂房依托现有防渗措施，试验线厂房进行混凝土防渗。
	风险	依托厂区现有风险防范、应急措施。
	固体废物	依托厂区现有放射性固废库、危废间和一般固废库。

表 2.1-3 稀土厂房、铀钍厂房各楼层主要功能一览表

楼层	主要功能
	稀土厂房
一层	南面主要以制浆槽及为主，包括优溶制浆槽、全溶制浆槽、碱浆制浆槽等，以及配套的浆料输送泵将物料送至三层的板框压滤机。北面主要为磷酸三钠除杂陈化槽、氯化稀土除杂陈化槽等，及配套的料液输送泵将物料送至三层的板框压滤机；有离

	心母液槽，接收来自离心机的离心母液；另有一台磷酸三钠包装机用于产品打包。
二层	南北主要皆为钢平台，对一层的各槽罐进行观察，并有从三层的各压滤机下方到一层的落渣斗；另有各自对应的滤液槽，如优溶滤液槽、全溶滤液槽、氯化稀土除杂滤液槽、磷酸三钠除杂滤液槽等，用于接收来自三层压滤机的滤液。
三层	南北主要皆为板框压滤机，有碱浆过滤、优溶过滤、全溶过滤、氯化稀土除杂过滤、磷酸三钠除杂过滤等。三楼西北侧有硫酸铵、氯化钡、硫化钠、硫酸亚铁等除杂剂的配置槽，用于配置除杂剂向下去往对应的除杂陈化槽。
四层	南面有接力浓密机用于接收来自磨矿厂房的矿浆并将其送至七层的碱分解反应罐，北面有离心机用于对磷酸三钠滤液的固液分离，产出磷酸三钠去往一层。
五层	北面为氯化稀土结片机，用于氯化稀土产品的冷却结晶破片。南面有洗水接收浓密机、陈化上清液高位槽，用于接收碱分解合格物料的撇清液；另有优溶陈化槽与全溶陈化槽，由于接收优溶、全溶反应合格物料并进行陈化。
六层	北面中部到东部有闪蒸成套设备、三效蒸发成套设备，两套设备占据六~九层（九层为天台），其中闪蒸设备用于磷酸三钠滤液的浓缩降温初步结晶，三效设备用于浓缩前述离心机产生的碱性母液。北面西部有氯化稀土浓缩缓冲罐，用于接收氯化稀土浓缩合格料液，并下放到结片机。南面有优溶、全溶反应槽，物料在此进行优溶、全溶反应。
七层	南面为碱分解反应罐，用于矿浆的碱分解反应；撇清液浓密机，用于撇出碱分解反应合格物料中的上清液。北面为前述六层的设备的上端部分。
八层	南面为低磷水槽、有钠水槽等槽罐，用于接收碱浆洗涤，蒸发设备产生的料液。北面有氯化稀土浓缩釜，用于氯化稀土滤液的浓缩。磷酸三钠滤液高位槽，来自二层滤液槽滤液并下放到闪蒸设备；碱液进料高位槽，用于接收离心母液并对三效设备进料。
铈钍厂房	
一层	主要布置为钍的反萃剂、铈的沉淀剂、再生剂等各类固体物料的配置设备及氢氧化钠暂存区、铈产品和含铁废渣、铈除杂渣、装桶区，另有事故贮槽和废水贮槽等。
二层	各类压滤得到的滤液贮槽，酸化剂配置槽等。有氢氧化钍输送机可将上层压滤机通过落料漏斗落下的钍产品运至钍产品储存区暂存。
三层	各类沉淀制浆槽，通过配套泵送物料至本层的板框压滤机，进行铈产品、放射性废渣及钍产品的固液分离。
四层	各类有机物的贮槽。
五层	铈及钍的萃余贮槽，钍反萃沉淀槽等有机相、水相贮槽、铈及钍的沉降分离设备。
六层	铈及钍的除水槽、除油槽等有机相与水相的分离设备。废水三效蒸发成套设备从六层到八层。
七层	钍与铈的萃取混合澄清器进行钍与铈的萃取。废水用板框压滤机用于废水杂质的固液分离。
八层	铈与钍的萃原液、饱和有机相、贫有机相、酸化剂、洗涤剂及再生剂等高位槽。

2.1.3 现有项目通风系统情况

本项目主要通过通风降低生产场所内氡和钍射气浓度，氯化稀土制备生产线项目主要生产场所包括独居石精矿仓库、磨矿厂房、试验线平台、低放渣库和稀土厂房，企业根据《工业企业设计卫生标准》（GBZ1-2010）规范要求，已对各生产场所做了通风系统的建设和管理。

由于独居石仓库需密闭，故未设置通风窗户，在无人进入的正常贮存期间，氦气及子体、钍射气及子体等在仓库内自我衰减，从而降低气载流出物外排对外环境的辐射环境影响。

表 2.1-4 各生产厂房通风情况

车间	通风方式
稀土厂房	稀土厂房盐酸优溶、陈化、压滤设备区域设置废气收集净化局部通风系统，对应排气筒编号为 DA001、DA002、DA003、DA011，排气筒高度 33m，通风量为 4833~43989m³/h；其他工序、设备产生的少量 HCl 及放射性气体通过环境机械强制通风系统排气筒高空排放。稀土生产厂房对应的全面强制通风系统排放口为 DA012~DA013，排气筒高度 34m，通风量为 11201~19190m³/h。
磨矿厂房	投料拆包处设置除尘系统，除尘系统通风量为 2000m³/h，对应排放口为 DA010，高度 15m；磨矿厂房其余场所采用自然通风。
试验线平台（5 号厂房）	自然通风。
低放渣库	在固体废物暂存库等储存区域设置全面排风系统，排风管道并入稀土厂房楼栋 DA012 排放，通风量为 43989m³/h。
独居石精矿仓库	仓库独立密闭。

根据现场调查，目前企业对稀土厂房和低放渣库均采取了全面强制通风，对磨矿厂房的拆包投料工位采取局部通风系统，5 号厂房试验线平台则是自然通风，基本按照《工业企业设计卫生标准》（GBZ1-2010）及《稀土生产场所放射防护要求》（GBZ139-2019）Ⅲ级放射工作场所通风要求。为了更好的提高废气收集效率以及降低独居石仓库工作人员的受照射剂量，本次环评针对生产场所通风情况提出以下建议：

- ①考虑到磨矿厂房设置有 1 台雷蒙磨干式磨矿机，虽磨矿机自带除尘系统，但是为了提高粉尘收集效率，本次环评建议针对雷蒙磨机设置单独的密闭空间，形成微负压，将干磨室的废气收集后送至布袋除尘+水膜除尘处理后达标外排。
- ②独居石精矿仓库房顶布置排气扇，当物料贮存或运输等需要人员进入时，需提前开启通风系统，通风 15 分钟以后方可进入，仅用于人员进入库房前的通风排气，无人员进入时间不排气。

2.1.4 现有项目主要原辅料消耗情况

现有项目主要原辅料为独居石精矿、外购优溶渣、固体片碱、盐酸、氯化钡、硫酸铵等。企业原辅材料消耗情况见表 2.1-5。根据 2025 年实际独居石精矿消

耗量，2025 年实际产能为 94%。

表 2.1-5 现有项目 2025 年主要原辅料消耗情况

序号	物料名称	设计年消耗量 (t/a)	实际年消耗量 (t/a)	辅料单耗 (t _辅 /t _原)	备注
1	独居石精矿	15000	14101.86	/	精矿储存区-磨矿厂房
2	外购优溶渣	5000	150	/	原料库
3	氢氧化钠	10500	9871.3	0.7	化工原料库储存
4	盐酸	17435	16386.36	1.162	盐酸库储存
5	锌粉	37.5	0	/	化工原料库储存, 根据磷除杂工序实际需要, 使用氧化钙代替锌粉, 去除二氧化硅杂质
6	氧化钙	0	105.76	0.0075	化工原料库储存, 磷除杂工序工艺调整, 使用氧化钙代替锌粉
7	硫酸铵	95.1	95.89	0.0068	化工原料库储存
8	氯化钡	180	179.09	0.0127	化工原料库储存
9	硫酸亚铁	150	141.02	0.01	化工原料库储存
9	硫化钠	112.5	14.10	0.001	化工原料库储存

2.1.5 现有项目产品方案及质量

表 2.1-6 现有项目产品方案

项目	产品名称	理论产能	2025 年实际产能	备注
氯化稀土制备项目	氯化稀土	19267t/a	15764t/a	
	磷酸三钠	27000t/a	13991t/a	

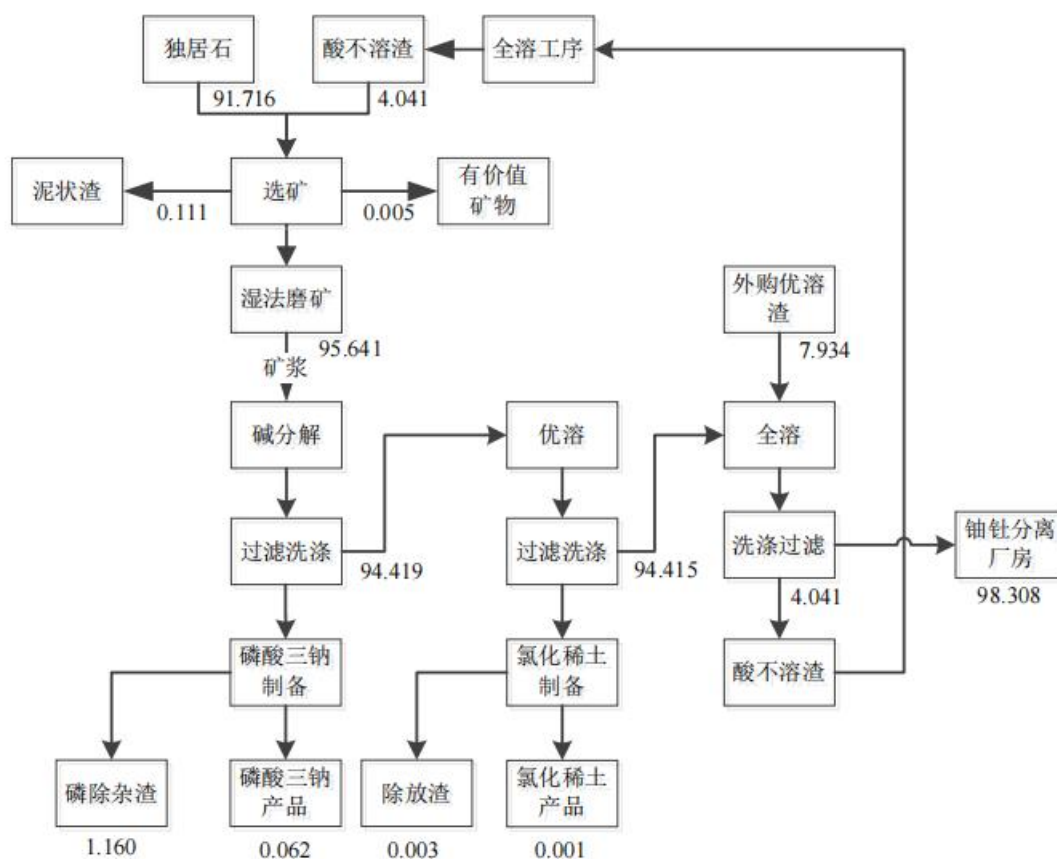
表 2.1-7 氯化稀土及磷酸三钠产品质量

项目	产品名称	2023 年实际产能	总α放射性 (Bq/kg)	总β放射性 (Bq/kg)	是否满足要求	备注
氯化稀土制备项目	氯化稀土	11427t/a	5506.3	8342.9	满足放射性指标质量要求	
	执行产品质量标准 GB/T4184-2015		10000	/	满足放射性指标质量要求	
	磷酸三钠	13991t/a	554.3	444.9	满足放射性指标质量要求	参考执行总α放射性不超过 1Bq/g
	执行产品质量标准 HG/T2517-2009		1000*	/	满足放射性指标质量要求	

由于工业磷酸三钠产品质量标准 (HG/T2517-2009) 未考虑放射性指标控制要求, 本次环评建议企业参照氯化稀土产品质量标准对放射性控制指标——总

α 放射性进行控制，控制限值建议总 α 放射性比活度不大于 1000Bq/kg（即免管限值要求 1Bq/g），对于超过 1Bq/g 的磷酸三钠产品须重回生产线再除杂至产品总 α 放射性比活度满足限值要求。

2.1.6 现有项目核素平衡



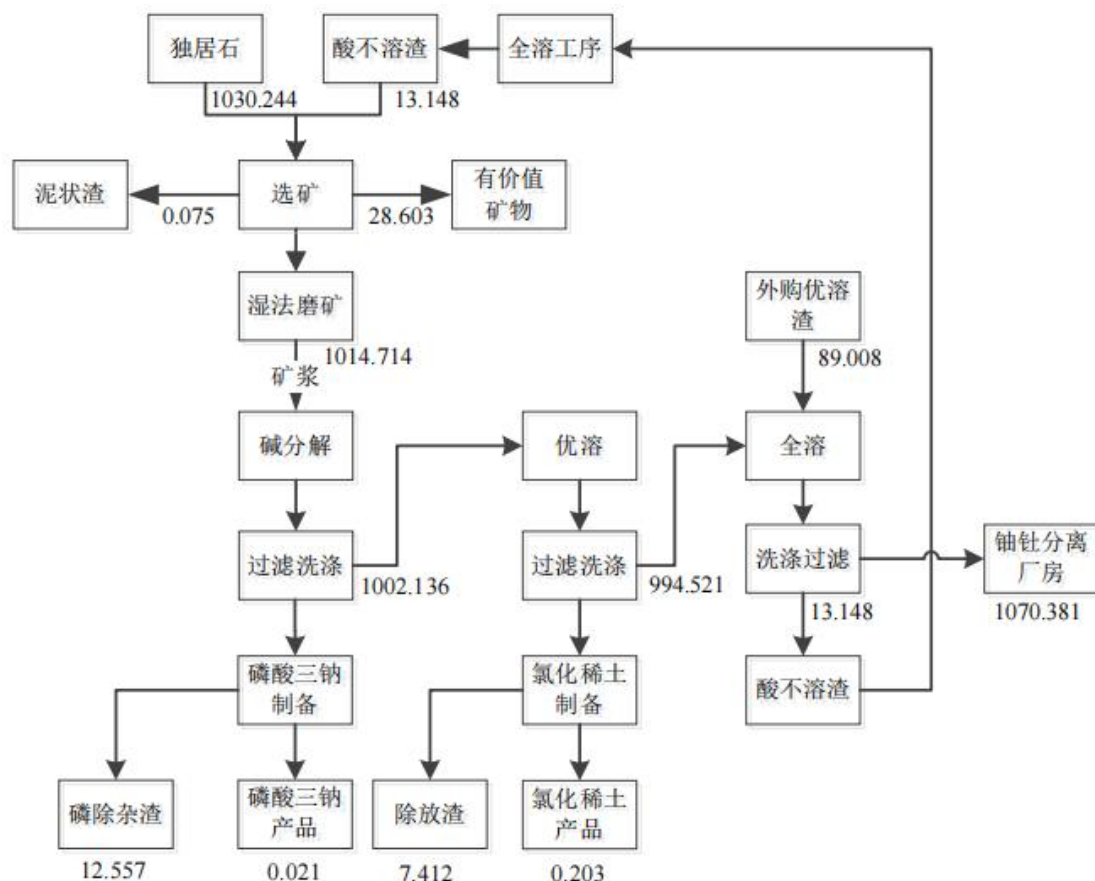


图 2.1-2 现有项目钍平衡图 (单位 t/a)

2.1.7 现有项目工艺流程

2.1.7.1 氯化稀土制备项目工艺流程

2022 年，针对氯化稀土制备生产存在的工艺缺陷，企业依托现有氯化稀土生产线搭建了中试试验平台，通过增加压碱分解系统、碱液单级浓缩系统和母液自然结晶除磷系统搭建 3t/d 级优溶渣碱分解同质化处理试验线；针对氯化稀土固态产品质量损失问题，拟在稀土厂房内新增搪瓷釜、水喷机组等设备，通过搭建液态氯化稀土产品制备中试线来探究液态氯化稀土产品制备技术的可靠性；搭建 50 吨/月规模干磨的中试线，比较干磨与湿法珠磨对独居石精矿碱分解效果的影响，验证干法磨矿设备作为湿法珠磨的备用设备对提高磨矿保障和矿粉的储备能力的可靠性。该中试试验线不扩大原有处理规模，即年处理独居石精矿 15000t/a、优溶渣 5000t/a。搭建试验平台后的氯化稀土制备生产线工艺流程详见下图所示：

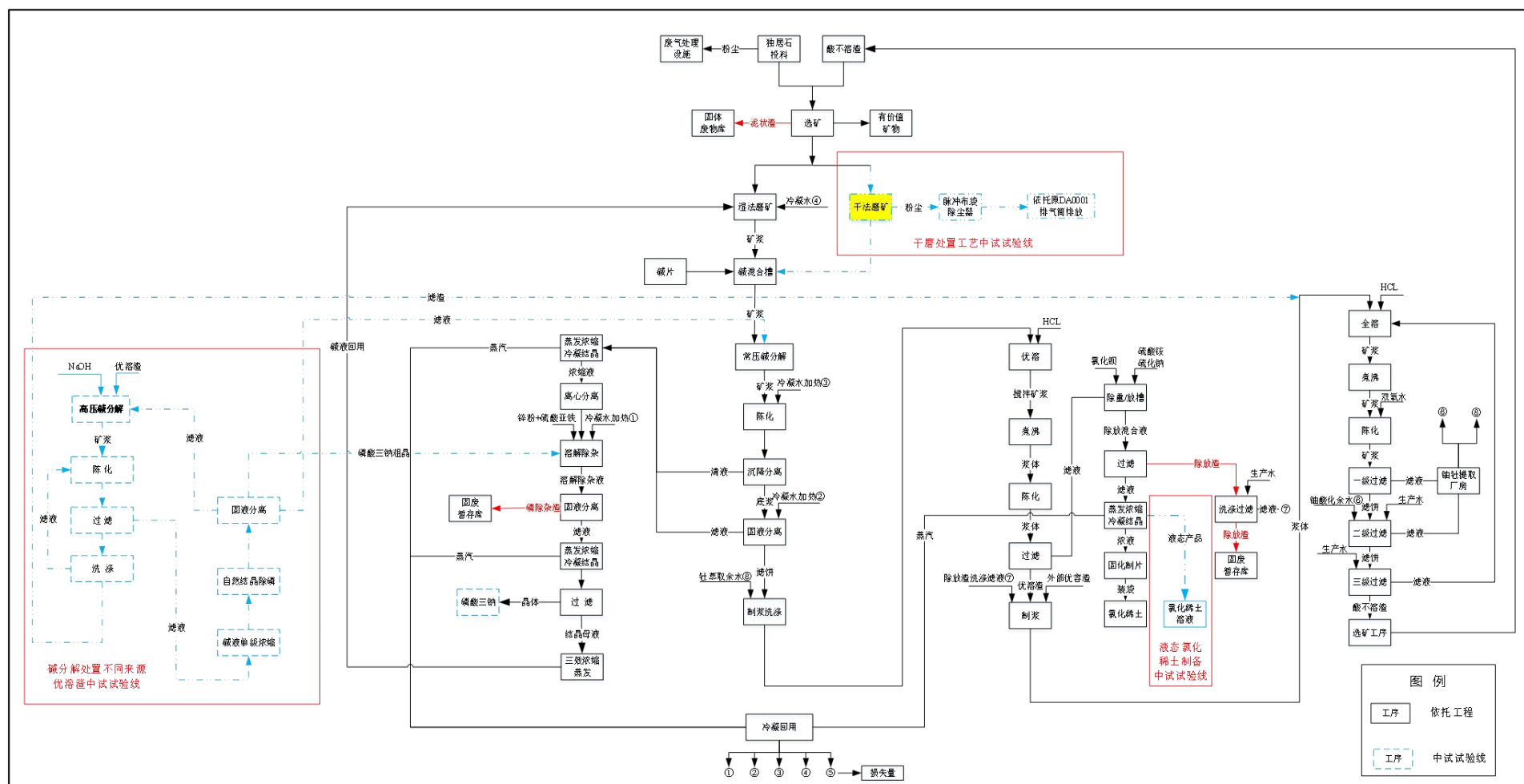


图 2.1-3 氯化稀土制备项目工艺流程图

2.1.7.2 铀钍资源回收项目工艺流程

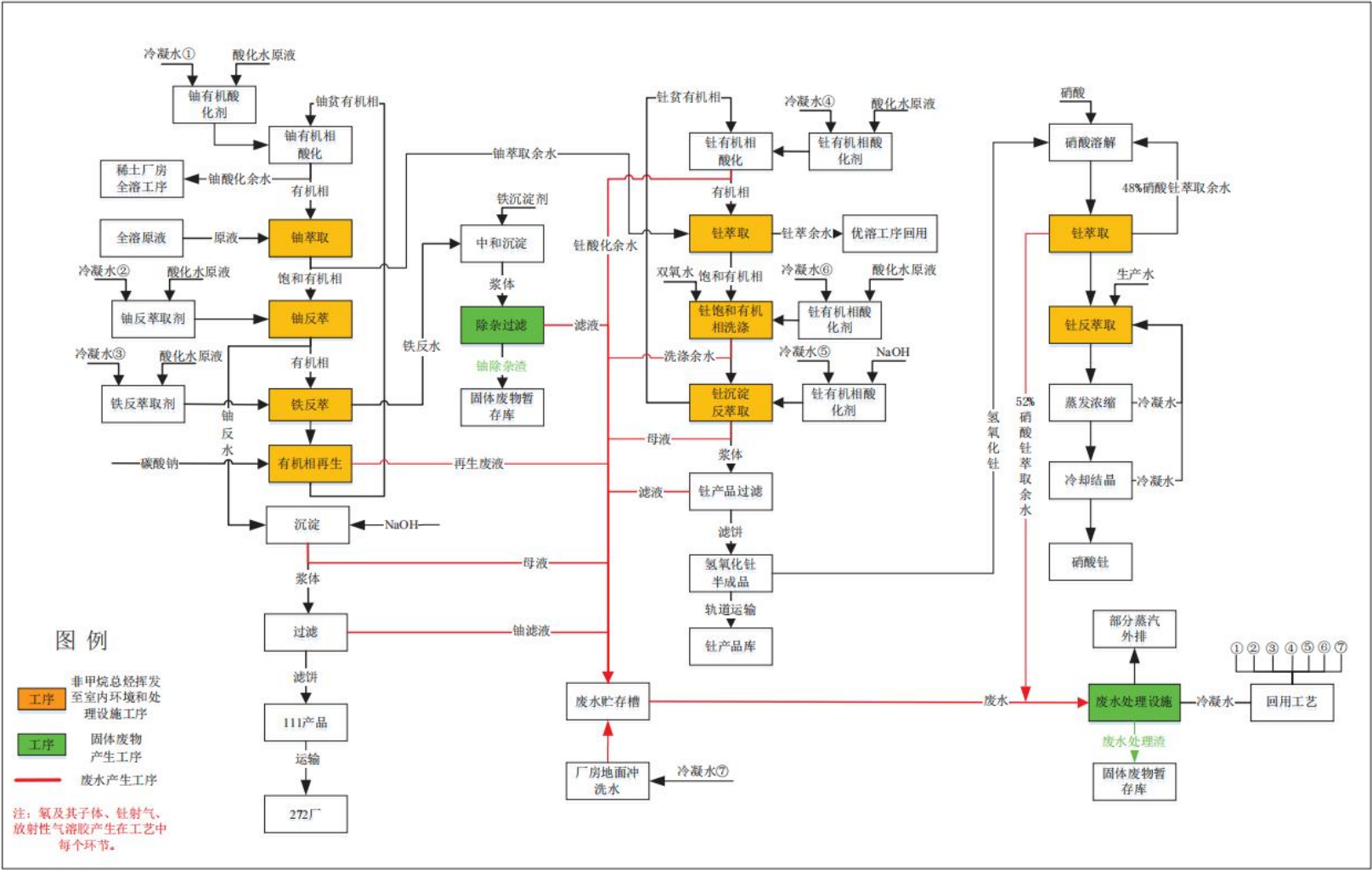


图 2.1-4 铀钍资源回收项目工艺流程图

2.1.8 现有项目放射性水平调查

现有项目运行至今，企业每年度委托有资质的单位开展辐射监测，2025 年委托湖南省湘核检测科技有限公司开展辐射环境和流出物年度辐射检测报告，另外，企业内部生产车间的辐射情况 2025 年委托核工业二三 0 研究所针对辐射工作场所开展了放射性监测，现有项目放射性水平调查均来自 2025 年度企业辐射相关检测报告。

2.1.8.1 γ辐射空气吸收剂量率

根据《湖南中核金原新材料有限责任公司工作场所放射性职业病危害因素检测》检测报告（报告编号：[核环监]ZWJC-2512-005），2025 年 12 月 30 日~31 日对厂内各生产车间及生活办公区γ辐射剂量率进行了监测，监测结果见表 2.1-8，检测报告见附件 4。

表 2.1-8 2025 年 12 月各生产区域及生活办公区γ辐射剂量率检测结果一览表

序号	监测点位	监测结果（μSv/h）
1	磨矿厂房独居精矿区	4.83
2	磨矿中控室	1.73
3	磨矿厂房砂磨区	4.01
4	稀土八层碱分解区	0.58
5	稀土七层碱分解区	0.86
6	稀土七楼岗位间	2.45
7	稀土六层岗位间	0.34
0	稀土五楼岗位间	0.57
9	稀土三楼岗位间	0.46
10	稀土东头楼梯间	0.32
11	稀土西头楼梯间	0.93
12	稀土三楼板框	2.50
13	稀土 1 楼过道	2.07
14	稀土 2 楼过道	0.74
15	稀土 3 楼过道	0.23
16	稀土 4 楼过道	0.17
17	稀土 5 楼过道	0.32
18	稀土 6 楼过道	0.29
19	稀土 7 楼过道	0.49
20	稀土 8 楼过道	0.16
21	稀土二楼工作区餐厅	0.53

序号	监测点位	监测结果 ($\mu\text{Sv/h}$)
22	稀土一楼制碱浆区	1.76
23	稀土二层除放反应槽区	1.98
24	稀土一层产品装袋区	0.67
25	铈钍七楼岗位间	1.93
26	铈钍五层北面储槽	3.64
27	铈钍六层北面储槽	2.17
28	铈钍三楼板框	3.13
29	铈钍一楼	1.41
30	铈钍 1 楼过道	1.66
31	铈钍 2 楼过道	1.30
32	铈钍 3 楼过道	2.49
33	铈钍 4 楼过道	2.57
34	铈钍 5 楼过道	1.76
35	铈钍 6 楼过道	1.41
36	铈钍 7 楼过道	1.26
37	铈钍 8 楼过道	0.99
38	铈钍东楼梯间	0.21
39	铈钍西楼梯间	0.48
40	铈钍三楼分析室	0.36
41	铈钍二楼产品区	4.02
42	稀土楼北面放射性废物库	2.54
43	综合楼三楼淋浴室及过道	0.16
44	门卫三楼分析室	0.15
45	公司危废库	0.74
46	新线碱浓岗位	2.99
47	新线碱浓岗位间	2.15
48	新线加压分解岗位	2.98
49	新线加压分解岗位间	4.02
周围本底值		0.13

根据表中数据，本项目各生产车间及生活办公区 γ 辐射剂量率为0.15~4.83 $\mu\text{Sv/h}$ ，最大浓度出现在磨矿厂房独居石精矿区，其余高值点位集中在磨矿厂房砂磨区、铈钍车间、新线加压分解岗位间。

2.1.8.2 氡及子体和钍射气

根据《湖南中核金原新材料有限责任公司工作场所放射性职业病危害因素检测》检测报告（报告编号：[核环监]ZWJC-2512-005），2025年12月30日~31日对厂内各生产车间及生活办公区的氡浓度及子体和钍射气进行了监测，监测结果见表2.1-9，检测报告见附件4。

表 2.1-9 各生产车间及生活办公区氡浓度及子体和钍射气检测结果一览表

编号	监测点位	氡浓度 (Bq/m ³)	氡子体浓度 (μJ/m ³)	钍射气 (Bq/m ³)
1	磨矿厂房独居精矿区	48.90	0.16	70
2	磨矿中控室	32.74	0.35	72
3	磨矿厂房砂磨区	37.80	0.12	72
4	稀土八层碱分解区	13.01	0.06	86
5	稀土七层碱分解区	13.24	0.06	87
6	稀土七楼岗位间	39.59	0.20	24
7	稀土六层岗位间	14.37	0.07	28
8	稀土五楼岗位间	13.22	0.09	22
9	稀土三楼岗位间	27.53	0.16	27
10	稀土东头楼梯间	13.32	0.09	48
11	稀土西头楼梯间	26.56	0.04	36
12	稀土 1 楼过道	13.72	0.10	57
13	稀土 2 楼过道	17.29	0.06	42
14	稀土 3 楼过道	25.90	0.16	61
15	稀土 4 楼过道	18.36	0.19	53
16	稀土 5 楼过道	13.47	0.11	48
17	稀土 6 楼过道	13.23	0.18	57
18	稀土 7 楼过道	11.10	0.16	55
19	稀土 8 楼过道	27.98	0.22	62
20	稀土二楼工作区餐厅	12.51	0.09	41
21	铈钍七楼岗位间	26.05	0.23	63
22	铈钍五层北面储槽	13.83	0.16	78
23	铈钍六层北面储槽	36.62	0.17	81
24	铈钍三楼板框	41.42	0.26	180
25	铈钍一楼	27.96	0.25	69
26	铈钍二楼产品区	70.06	0.22	83
27	稀土楼北面放射性废物库	42.24	0.20	71
28	综合楼三楼淋浴室及过道	40.22	0.04	31
29	新线加压分解岗位间	36.70	0.39	92

根据表中数据，本项目厂区内各生产车间及生活办公区空气中氡浓度为 11.10~70.06Bq/m³，氡子体浓度为 0.04~0.39μJ/m³，钍浓度为 22~180Bq/m³。本项目工作场所中氡浓度低于《电离辐射防护与辐射源安全基本标准》（GB18871-2002）中规定的相应限值范围内，即“工作场所中氡持续照射的优化行动水平应在年平均活度浓度为 500Bq²²²Rn/m³~1000Bq²²²Rn/m³（平衡因子 0.4）范围内。”

2.1.8.3 现有项目气载流出物放射性水平

（1）有组织

氯化稀土项目放射性流出物主要为气体流出物，包括选矿磨矿厂房除尘设施排气筒(编号 DA010)，稀土厂房全面环境通风排气筒（编号 DA012、DA013），均配置了明显的标识牌。铈钍资源回收项目主要排放酸性气体和有机废气，放射性气载流出物主要通过铈钍厂房全面环境通风排气筒排放(编号 DA007、DA009、DA015)，根据 2025 年的辐射环境和流出物年度辐射检测报告，排气筒中铈钍粉尘浓度见下表。

表 2.1-10 排气筒流出的铈、钍粉尘浓度监测结果

测点位置	通风方式	铈	钍	铈钍总量 ($\mu\text{g}/\text{m}^3$)	数据来源
		($\mu\text{g}/\text{m}^3$)	($\mu\text{g}/\text{m}^3$)		
选矿磨矿废气处理设施 排放口 DA010	局部通风	0.198	0.552	0.75	2025 年年 度辐射检测 报告
稀土厂房酸性设备废气 处理系统排放口 1 DA002	局部通风	/	/	/	
稀土厂房酸性设备废气 处理系统排放口 2 DA011	局部通风	/	/	/	
稀土厂房酸性设备废气 处理系统排放口 3 DA001	局部通风	/	/	/	
稀土厂房酸性设备废气 处理系统排放口 4 DA003	局部通风	/	/	/	
铈钍厂房酸性设备废气 处理系统排放口 1 DA006	局部通风	/	/	/	
铈钍厂房酸性设备废气 处理系统排放口 2 DA008	局部通风	/	/	/	
稀土厂房环境通风系统 排放口 1 DA013	全面通风	0.255	0.933	1.188	
稀土厂房环境通风系统 排放口 2 DA012	全面通风	0.319	1.016	1.335	
铈钍厂房环境通风系统 排放口 1 DA015	全面通风	0.247	0.925	1.172	

铈钍厂房环境通风系统 排放口 2 DA007	全面通风	0.236	0.688	0.924	
铈钍厂房环境通风系统 排放口 3 DA009	全面通风	0.344	1.221	1.565	

备注：由于企业在排污许可登记时相关排放口编号和名称与该公司委托第三方监测监测点位排放口编号和名称不一致，根据企业出具的排放口编号说明情况，实际监测点位 DA001 即对应排污许可证编号 DA010（即磨矿厂房磨矿粉尘排气筒），本评价所有章节内容描述排气筒编号均与排污许可保持一致，监测报告中排气筒编号对应企业出具的《关于排放口编号及名称相关情况的说明》来对照。

从上可知，现有项目选矿磨矿废气处理设施排放口 DA010、稀土厂房环境通风系统排放口 1~2（DA012~DA013）、铈钍厂房环境通风系统排放口 1~3（DA007、DA009、DA015）铈钍粉尘浓度均满足《稀土工业污染物排放标准》（GB26451-2011）中规定的“新建企业大气污染物排放浓度限值，排放铈钍粉尘废气的排气筒不超过 0.1mg/m³”限值要求。

（2）无组织

本专篇根据 2025 年第三季度的辐射环境和流出物年度辐射检测报告，厂界四周铈钍粉尘浓度见下表。

表 2.1-11 厂界铈、钍粉尘浓度监测结果

测点位置	铈 (μg/m ³)	钍 (μg/m ³)	铈钍总量 (μg/m ³)	数据来源
厂界东面	0.94	0.31	1.25	2025 年第三季度辐射检测报告
厂界南面	1.27	0.35	1.62	
厂界西面	0.85	0.36	1.21	
厂界北面	1.18	0.59	1.77	

从上可知，现有项目企业边界大气污染物铈、钍总量的平均浓度均满足不超过《稀土工业污染物排放标准》（GB26451-2011）中 0.0025mg/m³ 的限值要求。

2.1.8.4 现有项目液态流出物放射性水平

（1）放射性工艺废水

放射性废水为工艺废水、地面冲洗水和职工淋浴水（含工作服洗衣废水），单独收集经放射性废水处理设施处理后返回工艺使用，不外排。

根据《湖南独居石综合利用项目铈钍资源回收项目竣工环境保护验收监测报告》（2021 年 6 月），现有项目放射性废水处理后回用工艺生产，监测单位分别对其处理前的废水和处理后的冷凝水进行了取样分析，根据监测结果可知：

放射性废水处理前 $U_{\text{天然}}$ 浓度在 (3.47~26.98) mg/L 之间, 均值为 7.88mg/L, 处理后 $U_{\text{天然}}$ 浓度在 (0.21~0.22) ug/L 之间, 均值为 0.22ug/L, 其处理效率均值为 99.99%。

放射性废水处理前 ^{226}Ra 浓度在 (32.66~125.21) Bq/L 之间, 均值为 49.51Bq/L, 处理后 ^{226}Ra 浓度在 (9.64~10.30) mBq/L 之间, 均值为 9.64mBq/L, 其处理效率均值为 99.98%。

放射性废水处理前 ^{210}Po 浓度在 (30.5~104.5) Bq/L 之间, 均值为 44.88Bq/L, 处理后 ^{210}Po 浓度在 (8.69~8.91) mBq/L 之间, 均值为 8.80mBq/L, 其处理效率均值为 99.98%。

放射性废水处理前 ^{210}Pb 浓度在 (29.8~113.2) Bq/L 之间, 均值为 44.31Bq/L, 处理后 ^{210}Pb 浓度低于检出限 10mBq/L, 其处理效率高于 99.97%。

放射性废水处理前 ^{232}Th 浓度在 (0.12~1.79) mg/L 之间, 均值为 0.46mg/L, 处理后 ^{232}Th 浓度在 (0.9~0.95) ug/L 之间, 均值为 0.91ug/L, 其处理效率均值为 99.80%。

(2) 初期雨水

初期雨水经雨水沟渠收集后进入厂区现有的 1 座 50m³ 初期雨水收集池, 雨水经自然沉淀后由提升泵加压输送至厂区废水处理站处理后回用于生产线。

本次环评期间对雨水进行了取样检测, 根据检测结果, 雨水中 $U_{\text{天然}}$ 浓度为 0.00153mg/L, Th 浓度低于检出限, ^{226}Ra 浓度 0.009Bq/L, ^{210}Po 浓度 0.006Bq/L, ^{210}Pb 浓度 0.007Bq/L, 总 α 为 0.092Bq/L, 总 β 为 0.116Bq/L。

表 2.1-12 现有项目厂区雨水浓度监测结果

序号	样品	检测结果						
		mg/L		Bq/L				
		U	Th	^{226}Ra	^{210}Pb	^{210}Po	总 α	总 β
1	雨水	0.00153	0.00005L	0.009	0.007	0.006	0.092	0.116

2.1.8.5 现有项目固体废物放射性水平

现有项目固体废物主要有: 氯化稀土制备项目产生的磷除杂渣、除放渣、泥状渣; 铈钍资源回收项目产生的铈除杂渣和废水处理渣。目前, 以上放射性固体废物贮存在厂区内已建的渣库, 渣库运行正常。根据《湖南共伴生铈资源(独居

石)综合利用项目(氯化稀土制备部分)竣工辐射环境保护验收监测报告》(2021年6月)、《湖南独居石综合利用项目铀钍资源回收项目竣工环境保护验收监测报告》(2021年6月), 固体废物放射性水平详见下表:

表 2.1-13 伴生放射性固体废物中核素监测结果

项目	固废名称	$U_{\text{天然}}$ (mg/kg)	^{232}Th (mg/kg)	^{226}Ra (Bq/kg)	数据来源
氯化 稀土 制备 项目	磷除杂渣	3552~3670	38437~39796	39878~42087	《湖南共伴生铀资源(独居石)综合利用项目(氯化稀土制备部分)竣工辐射环境保护验收监测报告》(2021年6月)
	除放渣	11~12	23649~23990	1410~1508	
	泥状渣	1308~1452	886~955	23522~26758	
铀钍 资源 回收 项目	铀除杂渣	2275~2608	61171~65881	839874~878147	《湖南独居石综合利用项目铀钍资源回收项目竣工环境保护验收监测报告》(2021年6月)
	废水处理渣	108~687	3183~3347	2823~3125	

磷除杂渣中 $U_{\text{天然}}$ 含量在(3552~3670)mg/kg 之间, 均值 3618mg/kg; ^{232}Th 含量在 (38437~39796) mg/kg 之间, 均值 39171mg/kg; ^{226}Ra 含量在 (39878~42087)Bq/kg 之间, 均值 41355Bq/kg。

除放渣中 $U_{\text{天然}}$ 热含量在(11~12) mg/kg 之间, 均值 11mg/kg; ^{232}Th 含量在 (23649~23990)mg/kg 之间, 均值 23815mg/kg; ^{226}Ra 含量在 (1410~1508)Bq/kg 之间, 均值 1454Bq/kg。

泥状渣中 $U_{\text{天然}}$ 含量在(1308~1452)mg/kg 之间, 均值 1354mg/kg; ^{232}Th 含量在(886~955)mg/kg 之间, 均值 918mg/kg; ^{226}Ra 含量在(23522~26758)Bq/kg 之间, 均值 25286Bq/kg。

铀除杂渣中 $U_{\text{天然}}$ 含量在(2275~2608) mg/kg 之间, 平均值为 2432mg/kg; ^{232}Th 含量在(61171~65881) mg/kg 之间, 平均值为 63342mg/kg; ^{226}Ra 活度浓度在(839874~878147)Bq/kg 之间, 平均值为 857816Bq/kg。

废水处理渣中 $U_{\text{天然}}$ 含量在(108~687) mg/kg 之间, 平均值为 565mg/kg; ^{232}Th 含量在(3183~3347) mg/kg 之间, 平均值为 3254mg/kg, ^{226}Ra 活度浓度在(2823~3125)Bq/kg 之间, 平均值为 3004Bq/kg。

2.1.9 现有工程存在的环境问题及以新带老措施

经现场调查发现，湘核新材公司：

一是高度重视辐射安全防护工作，成立了辐射安全管理小组，领导厂区辐射安全防护管理工作，组织对生产装置设备、使用、贮存、应急处理、废渣等管理，对生产工作人员培训教育，宣传辐射防护知识，监督执行管理规定，检查机器设备及其场所环境，及时排除辐射故障和安全隐患；

二是厂区划分了控制区和监督区，对生产场所进行分区管控；

三是建立和完善辐射防护安全管理制度，制定了《湖南中核金原新材料有限责任公司辐射防护与安全管理办法》、《湖南中核金原新材料有限责任公司放射性工作人员营养保健费管理实施细则》、《湖南中核金原新材料有限责任公司放射性区域及洗消管理规定》、《湖南中核金原新材料有限责任公司环境保护管理规定》等管理制度并实施；

四是为有效应对可能发生的辐射事故，确保有序地组织开展事故救援工作，最大限度地减少或消除事故和紧急情况造成的影响，避免事故蔓延和扩大，维护正常的生产工作秩序，制定了《辐射事故应急预案》并备案；

五是厂区已落实辐射环评中相关环保措施，确保污染物达标排放；

六是落实了辐射监测计划，定期组织对厂区内污染物及厂区外环境进行了辐射环境监测。

经现场调查，发现 1 个主要环境问题：硝酸钍厂房环境通风系统排放口 DA004（20m）、酸性设备废气排放口 1 DA014（20m）、酸性设备废气排放口 2 DA005（21m）、磨矿厂房排气筒 DA010（15m）高度不满足《稀土工业污染物排放标准》（GB26451-2011）中“排气筒周围半径 200m 范围内有建筑物时，排气筒高度还应高出最高建筑物 3m 以上”的要求，需加高至 32m。

2.2 项目基本情况

项目名称：湖南中核金原新材料有限责任公司独居石生产线技术改造项目。

建设性质：技术改造。

建设地点：湖南省衡阳市白沙绿岛高新技术产业开发区。

建设内容：本项目不新增产能，不新增厂房，主要设备利旧，新增部分设备以及配套的工艺管道、设备支座和操作平台、土建工程、电气仪表等设施。主要改造内容如下：磨矿系统优化改造（转为备用生产设备，技改后湿磨系统为主，干磨备用）、碱液浓缩（罐式）系统工艺改造、优溶系统优化改造、氯化稀土结片稀土优化改造、加压碱分解反应系统改造、母液自然结晶系统改造。

占地面积：利用现有厂区，不新增占地。

项目投资：项目总投资约为 1216 万元。

劳动定员及工作制度：本项目不新增劳动定员，均依托现有劳动动员，维持现有工作制度。企业现有在职员工 106 人。生产部门采取连续生产制，年工作 300 天，实行四班三倒工作制，每班 8 小时，24h 不间断连续生产。管理部门年工作 250d，每天 1 班，每班 8h。



图 2.2-1 项目位置图

2.2.1 原料用量介绍

本技改项目不新增原料用量，情况见下表。

表 2.2-1 原料年用量

序号	原辅材料名称	规格	现有达产用量		技改后用量		变化量		最大存储量 t	储存方式	储存场所
			年用量 t/a	单耗 t _辅 /t _原	年用量 t/a	单耗 t _辅 /t _原	年用量 t/a	单耗 t _辅 /t _原			
1	独居石精矿	/	15000	/	15000	/	0	/	1000	袋装	精矿储存区-选矿磨矿厂房
2	外购优溶渣	/	5000	/	5000	/	0	/	1000	袋装	优溶渣储存区-原料库
3	盐酸	HCl%≥31	17435	1.162	13320	0.888	-4115	-0.274	350	罐装	盐酸库
4	氢氧化钠	NaOH%>95	10500	0.7	10630	0.5315	+130	-0.1685	200	袋装	原料库
5	氧化钙	工业级	113	0.0075	113	0.0075	0	0	10	袋装	原料库
6	硫酸亚铁	工业级	150	0.01	150	0.01	0	0	10	袋装	原料库
7	氯化钡	工业级	190	0.0127	190	0.0127	0	0	20	袋装	原料库
8	硫化钠	工业级	15	0.001	15	0.001	0	0	8	袋装	原料库
9	硫酸铵	工业级	101	0.0068	101	0.0068	0	0	50	袋装	原料库

2.2.2 产品方案

厂区现有生产线的设计处理能力为年处理独居石精矿 15000 吨、优溶渣 5000 吨。由于现有生产线存在技术瓶颈，产品产能未达到原批复的水平，本项目属于技术改造项目，不新增生产线的处理规模，仅为提高产品收率，不突破原环评批复的设计产量。因原环评阶段采用的独居石精矿 P 元素含量可达 15.8%，而根据企业实际使用独居石精矿 P_2O_5 含量 22.45%，折算 P 含量为 9.8%，较原环评时期减少 38%。因此根据实际原料 P 含量和三钠结晶系统技改后的生产线能力核算磷酸三钠的产量。

本项目涉及的主要产品情况见下表：

表 2.2-2 拟建工程产品方案

序号	产品名称	纯度	原环评批复产能 (t/a)	项目实施预计产能 (t/a)	备注
1	氯化稀土	≥45%	19267	18459	以固态产品计（包括 303t 回收稀土，纯度 ≥25%）
2	磷酸三钠	≥90%	27000	19000	/

2.2.3 原料与产品的放射性水平

（1）原料放射性核素监测数据

据企业提供的独居石精矿全成分分析单和优溶渣成分分析（详见常规环评 3.1.4 章节内容），经折算，独居石精矿铀品位为 0.082%，钍品位为 4.8%；优溶渣铀含量 0.06~0.35%，钍含量为 10.17~11.76%。根据以上数据换算原料放射性核素比活度水平如下：

表 2.2-3 本项目原料主要物质放射性水平

序号	名称	^{238}U 放射性比活度 (Bq/kg)	^{232}Th 放射性比活度 (Bq/kg)	^{226}Ra 放射性比活度 (Bq/kg)
		平均值	平均值	平均值
1	独居石精矿	10192.6	194112	10004
2	优溶渣	25481.5	516418.8	25010

（2）项目产品放射性核素监测数据

本项目产品放射性核素数据来源于《湖南共伴生铀资源（独居石）综合利用

项目（氯化稀土制备部分）竣工辐射环境保护验收监测报告》和企业提供的数据范围值的平均值。

表 2.2-4 本项目产品主要物质放射性监测结果

序号	名称	^{238}U 放射性比活度(Bq/kg)	^{232}Th 放射性比活度(Bq/kg)	^{226}Ra 放射性比活度(Bq/kg)	总 α (Bq/kg)	总 β (Bq/kg)
1	氯化稀土	1043	373.5	412.2	5506.3	8342.9
2	磷酸三钠	570.7	4.9	29.1	554.3	444.9

注：氯化稀土和磷酸三钠产品数据来源于《湖南共伴生铀资源（独居石）综合利用项目（氯化稀土制备部分）竣工辐射环境保护验收监测报告》和企业提供的数据范围值的平均值，详见附件 3。

（3）固废放射性核素监测数据

本技改项目不变更原料来源及主体生产工艺，生产线经技术改造后会提高氯化稀土的产能和减少渣的产生量，不新增渣的种类，故本技改项目固废与现有氯化稀土制备项目保持一致，主要为磷除杂渣、除放渣、泥状渣，参考环保竣工验收对以上固废的监测数据，本次技改项目中固废的放射性监测结果见表 2.2-5。

表 2.2-5 本项目固废主要物质放射性监测结果

序号	名称	^{238}U 放射性比活度(Bq/kg)		^{232}Th 放射性比活度(Bq/kg)		^{226}Ra 放射性比活度(Bq/kg)	
		范围值	平均值	范围值	平均值	范围值	平均值
1	磷除杂渣	44151~45618	44885	155439~160935	158187	39878~42087	40983
2	除放渣	137~149	143	95637~97016	96327	1410~1508	1459
3	泥状渣	16258~18048	17153	3583~3862	3723	23522~26758	25140

注： ^{226}Ra 数据直接引用《湖南共伴生铀资源（独居石）综合利用项目（氯化稀土制备部分）竣工辐射环境保护验收监测报告》，监测报告见附件 2， ^{238}U 和 ^{232}Th 数据根据以上验收监测报告中数据换算得来。

2.2.4 工程组成

（1）建设内容

本次技改项目主要为独居石综合利用项目运行效率改善（改造）科研项目的产业化应用。根据该科研项目的成功试验结果，对现有独居石氯化稀土生产线进行技术改造，旨在促进生产线连续高效运转，提升稀土的总体回收率，实现节能降耗及废渣减量化的目的。本项目不新增生产线的处理能力，不新增各产品的设计产量，不新增厂房，主要设备利旧，新增部分设备以及配套的工艺管道、设备

支座和操作平台、土建工程、电气仪表等设施。

本次技改项目仅涉及氯化稀土制备生产线，不涉及钍铀分离生产线。因此，拟建工程工程分析内容仅包括氯化稀土制备生产线部分。

本次技改项目主要建设内容包括以下 7 个部分：

1、磨矿系统优化改造

本项目拟将干磨房内试验线搭建的 1 台 ZJ1720 型雷蒙磨机系统与现有生产线的工艺衔接，转为备用生产设备。技改后湿磨系统为主，干磨备用。

2、碱液浓缩（罐式）系统工艺改造

本项目改造拟通过调整工艺参数降低三效浓缩出口碱浓度，利旧试验线 6 个单级 10m³ 碳钢材质碱浓缩罐，将方箱进行三级沉降后的碱液，进入碱浓缩罐进行二次浓缩至 30%~35%，浓缩罐单个单批次运行，通过罐式设备将碱液进一步浓缩到所需碱度，实现避免三效浓缩设备的换热列管堵塞对碱浓缩系统连续运行的影响。

3、优溶系统优化改造

在现有的生产线盐酸优溶和全溶产生的优溶渣以及外购的优溶渣中有较大的含固量，这其中包括少量未能完全分解的独居石及无法分解的锆英石、金红石、钛铁等有价值矿物。

本项目拟增加优溶渣中稀土产品回收系统及重砂回收系统。

重砂回收系统：优溶渣全溶压滤后的滤饼采用重选设备和摇床对压滤后的滤渣进行重选，选出锆英石、金红石、钛铁等有价值重砂，降低泥状渣产生量。

稀土产品回收系统：重砂回收系统轻泥压滤后的滤液生产混合稀土产品。

4、氯化稀土结片稀土优化改造

本项目改造拟增加液体产品暂存设备、块状产品冷却设备，以优化产品形式，降低验收损失。

1) 稀土结片工艺改造方案：拟增加 5 个自然结晶盘（材质：碳钢）为氯化稀土浓缩后浓度达到 45%接料盘，在接料盘内达到浓度氯化稀土料液自然结块使用。

2) 稀土优化工艺改造方案：利旧试验线 3 个 100m³ 氯化稀土液态产品储罐，将优溶浆液经放射性去除、蒸发浓缩制备成一定浓度的氯化稀土溶液产品，然后

与原氯化稀土除放滤液按照相应的比例配置成氯化稀土液体产品，放置在氯化稀土液态产品储罐中。

5、加压碱分解反应系统改造

本项目将原 4 台 70m³ 的常压碱分解罐改为 8 台 10m³ 的加压碱分解罐，并配套地坑槽、低磷水槽、浆料槽等设施。将现有独居石精矿常压碱分解技改为 0.4MPa 加压碱分解，可提高反应速率，加快生产线运行效率。

6、母液自然结晶系统改造

本项目改造拟将磷酸钠离心母液采用水冷夹套的自然结晶槽进行降温，使其温度降低到室温后通过离心分离去除其中的磷酸钠晶体。在原闪蒸结晶器后增加 20 个 10m³ 自然结晶槽（材质：碳钢），利用闪蒸结晶与自然结晶结合方式以降低电力消耗。

现有生产线技改前后主要建设内容变化情况详见表 2.2-7。

（2）主要生产设备

本项目根据小试、中试线的运行情况，结合现有工况条件，新增了部分生产设备，部分中试设备利旧，详见表 2.2-8。

表 2.2-6 技改建设内容与科研项目试验成果对照表

序号	涉及工序	现有工程存在问题	试验线试验成果	本次技改内容
1	氯化稀土生产线 -磨矿工序	湿式珠磨工艺。有砂磨机磨矿时使用 35%碱液作为分散剂（湿式珠磨工艺），磨矿时会产生热量，加速独居石精矿和碱液的反应，磨后矿浆在片碱混合槽储存时在搅拌的作用下反应会持续进行，产生磷酸三钠。如在片碱混合槽不进行搅拌，会产生矿粉沉降，导致片碱混合槽故障。但搅拌时间过长会使矿浆内磷酸三钠含量增加，从而导致矿浆粘度增大，造成矿浆输送困难。	通过干磨处置工艺试验线，开展干、湿磨物料碱分解工艺的试验研究，在现有工艺条件下，干法研磨后的物料对现有工艺条件未产生影响，说明干法研磨适用于现有工艺。 试验成果参数：独居石精矿干磨至 325 目后过筛率在 99%以上，满足现有工况条件需要。	本项目拟增加雷蒙磨与现有生产线的工艺衔接，将现有生产线所使用的独居石精矿增加进入到雷蒙磨工艺管路，磨好的矿粉投入制浆槽（碱混合槽）并入依托工程生产工艺。磨矿工艺以湿磨为主，干磨设备作为备用。
2	氯化稀土生产线 -碱液浓缩工序	现有生产线中碱性料液经过闪蒸结晶后，过滤后的母液进入三效浓缩设备，经浓缩后获得浓度在 30%~35%的氢氧化钠溶液得以循环使用。由于目前碱液中的钙、镁、硅等杂质不断积累，在浓缩过程中，随着水的蒸发，料液中的杂质浓度也不断升高，并达到相应的结晶浓度，导致三效浓缩设备的换热列管经常发生大面积堵塞，使得三效碱浓缩无法连续运行。	未包含在试验线试验内容中，为试验过程中发现可行的技改内容。通过调整工艺参数降低三效浓缩出口碱浓度，通过罐式设备将碱液二次浓缩到所需碱度，可以解决堵塞问题，碱浓缩系统可以连续运行。因此，碱液浓缩（罐式）系统改造是非常有必要的。	通过调整工艺参数降低三效浓缩出口碱浓度，利旧试验线 6 个单级 10m ³ 碳钢材质碱浓缩罐，将方箱进行三级沉降后的碱液，进入碱浓缩罐进行二次浓缩至 30%~35%，浓缩罐单个单批次运行，通过罐式设备将碱液进一步浓缩到所需碱度，实现避免对碱浓缩系统连续运行的影响。
3	氯化稀土生产线 -全溶工序	在现有的生产线盐酸优溶和全溶产生的优溶渣以及外购的优溶渣中有较大的含固量，这其中包括少量未能完全分解的独居石及无法分解的锆英石、金红石、钛铁等有价值矿物。这些矿物进入尾渣，不仅造成资源浪费，也增大了尾渣堆存的环境风险和后续处置费用。	未包含在试验线试验内容中，为试验过程中发现可行的技改内容。通过再次进行盐酸溶解将原有稀土含量 3%左右的全溶渣降低至 1.5%左右，可最大程度提取稀土元素，形成混合稀土产品。	拟增加优溶渣稀土产品回收系统及重砂回收系统两条线，采用重选分离、沉淀分离等方法，综合回收优溶渣中的有价值元素。

序号	涉及工序	现有工程存在问题	试验线试验成果	本次技改内容
4	氯化稀土生产线-优溶渣酸溶工序	现有工程独居石精矿经碱分解-酸溶产生的优溶渣和外购的优溶渣直接经盐酸溶解后制成溶解液，供后续铈钍分离生产线使用。受优溶渣来源不一、组分不一、年代不一的影响，优溶渣处理的效果和效率不尽相同，优溶渣中的磷含量对酸溶的效果影响很大。碱液中的磷在系统内的循环会导致其不断与稀土元素结合生成磷酸稀土，难以在盐酸体系下浸出，导致无法实现优溶渣中有价资源充分回收。	优溶渣碱分解同质化处理试验线试验结果表明，0.4MPa 加压碱分解可有效降低磷含量，提高优溶渣碱分解率。优溶渣经碱液制浆，经碱分解、陈化、洗涤分离后进行全溶浸出，可最大程度提取稀土、铈、钍元素。 试验成果参数：相比优溶渣直接进行盐酸全溶，经高压碱分解后的优溶渣再进行盐酸全溶，渣中的铈、钍、稀土的浸出效果更好，盐酸全溶后全溶渣中稀土含量$\leq 7\%$，钍含量$\leq 2.5\%$。	根据试验线结果，0.4MPa 加压碱分解可有效降低磷含量，可提高优溶渣和独居石碱分解效率。因此将原独居石碱分解4台70m ³ 的常压碱分解罐替换为8台10m ³ 的加压碱分解罐，将独居石和外购优溶渣全部加压碱分解处理。并配套地坑槽、低磷水槽、浆料槽等设施，将独居石精矿常压碱分解改为加压碱分解，以提高反应速度。
5	氯化稀土生产线-氯化稀土结片工序	公司采用连续自动结片切片装置产出氯化稀土片，但切片后的氯化稀土产品厚度 $< 5\text{mm}$ ，远小于行业内采用自然降温结片后的100~150mm，使得产品（氯化稀土片）的比表面积远大于自然降温结片的产品比表面积。加之南方气候潮湿，空气湿度大，使得切片后的氯化稀土产品迅速吸水潮解，导致产品后续取样分析时的主含量指标远远偏离真实值，造成公司在产品交易过程中出现较大的验收损失。	液体氯化稀土制备试验线氯化稀土除放滤液浓缩至400g/L 按照比例配置300g/L 的稀土浸出液不影响最终的产品质量，缩短了浓缩时间，降低了出料温度，有利于增加设备的使用寿命。 客户调查发现部分客户（稀土分离企业）在使用固体氯化稀土时必须加酸溶解，出于降低自身成本的原因，该部分客户乐于接受液态形式的氯化稀土产品。	为解决连续自动结片切片装置产出固体氯化稀土片质量差的问题，本项目拟采用自然结晶方式，拟增加5个自然结晶盘（材质：碳钢）为氯化稀土浓缩后浓度达到45%接料盘，在接料盘内达到浓度氯化稀土料液自然结块使用。 同时利旧3个100m³氯化稀土液态产品储罐，将部分氯化稀土制成液态产品以满足客户要求。

序号	涉及工序	现有工程存在问题	试验线试验成果	本次技改内容
			试验成果参数： <u>氯化稀土除放滤液的稀土浓度约为 200g/L，滤液浓缩至 400g/L 按照比例配置 300g/L 的稀土浸出液不影响最终的产品质量，缩短了浓缩时间，降低了出料温度，有利于增加设备的使用寿命。</u>	
6	氯化稀土生产线-三钠结晶工序	<u>现工艺采用多级闪蒸、离心分离的方法制备磷酸三钠产品，结晶母液在离心分离以后的流程中，受外部温度的下降而持续析出晶体，结晶母液中磷酸三钠的含量越高，析出细晶就越多，导致管道、设备内出现大量晶体沉积，制约生产效率。</u>	<u>将磷酸三钠结晶母液、磷酸钠三效浓缩后碱液、经单级减压（罐式）蒸发器浓缩后碱液送入水冷夹套搅拌槽中进行冷却结晶，结晶后料液通过固液分离，碱性料液返回各系统中使用，得到的固体为磷酸钠晶体，可与磷酸钠产品合并。</u> <u>试验成果参数：含磷碱液经 35℃ 条件下水冷降温，控制降温时间 3h，碱液中的磷酸三钠结晶析出，结晶后的母液中磷酸三钠含量低于 2g/L，在室温下未出现析晶现象。</u>	<u>本改造拟将磷酸钠离心母液采用水冷夹套的自然结晶槽进行降温，使其温度降低到室温后通过离心分离去除其中的磷酸钠晶体。在原闪蒸结晶器后增加 20 个 10m³ 自然结晶槽（材质：碳钢），利用闪蒸结晶与自然结晶结合方式以降低电力消耗。</u>

表 2.2-7 拟建工程主要建设内容变化一览表

项目名称	技改前	技改后	备注
主体 选矿磨矿厂房	主要包含独居石精矿贮存、选矿、磨矿以及优溶渣贮存等功能。磨矿厂房长 102m、宽 24m，建	主要包含独居石精矿贮存、选矿、磨矿以及优溶渣贮存等功能。磨矿厂房长 102m、宽 24m，建	干磨设备利旧试验线搭建的雷蒙磨转为产业化应用，技改后湿磨为主，

项目名称		技改前	技改后	备注
工程		筑面积 2448m ² ，钢筋混凝土框架结构。	建筑面积 2448m ² ，钢筋混凝土框架结构。	干磨备用。
	稀土厂房	主要包含括碱分解工序、氯化稀土制备工序和磷酸三钠制备工序等。八层建筑，尺寸为 51m×36m×29m，钢筋混凝土框架结构。	主要包含括碱分解工序、氯化稀土制备工序和磷酸三钠制备工序等。八层建筑，尺寸为 51m×36m×29m，钢筋混凝土框架结构。	厂房不变，设备新增或改造。涉及碱液浓缩（罐式）系统工艺改造、优溶系统优化改造、氯化稀土结片稀土优化改造、母液自然结晶系统改造。稀土厂房内 4 台常压碱分解罐转为备用。
	5 号厂房	102.98m×9.8m×10.9m，建筑面积 1012m ² ，钢结构简易厂房。主要包括加压碱分解系统、碱液单级浓缩系统和自然结晶除磷系统。	102.98m×9.8m×10.9m，建筑面积 1012m ² ，钢结构简易厂房。主要包括加压碱分解系统、碱液单级浓缩系统和自然结晶除磷系统。	厂房不变，设备新增或改造。涉及加压碱分解反应系统改造。
	铈钍分离厂房	铈钍分离厂房（铈产品生产线和氢氧化钍产品生产线）和工艺废水处理厂房合建为铈钍分离厂房，该厂房尺寸 36m×30m×29m,为地表八层建筑物，建筑面积为 9132m ² 。	铈钍分离厂房（铈产品生产线和氢氧化钍产品生产线）和工艺废水处理厂房合建为铈钍分离厂房，该厂房尺寸 36m×30m×29m,为地表八层建筑物，建筑面积为 9132m ² 。	不变（属于铈钍回收项目，本次技改不涉及）
	硝酸钍厂房	硝酸钍生产厂房位于厂区的西北角，该厂房长 24m，宽 24m，高 20.5m，为地表四层建筑物。	硝酸钍生产厂房位于厂区的西北角，该厂房长 24m，宽 24m，高 20.5m，为地表四层建筑物。	硝酸钍生产线不变（属于铈钍回收项目，本次技改不涉及），优溶渣稀土回收系统设置在硝酸钍厂房内东北侧。
辅助工程	给水	依托二七二铀业	依托二七二铀业	不变
	排水	排水采用雨污分流制，雨水采用边沟有组织排水，统一收集排放。放射性废水为员工淋浴洗衣废水和地面冲洗水，单独收集经放射性废水处理设施处理后返回工艺使用，不外排；生活污水经厂内生活污水处理站 MBR 膜处理后，送至二七二铀业现有生活污水处理站处理。	排水采用雨污分流制，雨水采用边沟有组织排水，统一收集排放。放射性废水为员工淋浴洗衣废水和地面冲洗水，单独收集经放射性废水处理设施处理后返回工艺使用，不外排；生活污水经厂内生活污水处理站 MBR 膜处理后，送至二七二铀业现有生活污水处理站处理。初	初期雨水池扩建至 300m ³ 以满足厂区初期雨水收集需求。

项目名称	技改前	技改后	备注
		期雨水池扩建至 300m ³	
蒸汽	依托二七二铀业	依托二七二铀业	不变
供电	依托二七二铀业	依托二七二铀业	不变，依托厂区现有供配电设施， 不新增变压器。
通风	在酸溶解提取厂房、工艺废水处理厂房等放射性工作区域设置全面排风系统，排风换气次数取 7 次/h；在固体废物暂存库等储存区域设置全面排风系统，排风换气次数取 3 次/h；在磨矿厂房产生产放射性粉尘的投料口设置通风除尘系统。	在酸溶解提取厂房、工艺废水处理厂房等放射性工作区域设置全面排风系统，排风换气次数取 7 次/h；在固体废物暂存库等储存区域设置全面排风系统，排风换气次数取 3 次/h；在磨矿厂房产生产放射性粉尘的投料口设置通风除尘系统。 磨矿厂房内独居石精矿仓库顶设置排气扇，当物料贮存或运输等需要人员进入时，需提前开启通风系统，通风 15 分钟以后方可进入，仅用于人员进入库房前的通风排气，无人员进入时间不排气。	技改。 磨矿厂房内独居石精矿仓库顶设置排气扇，当物料贮存或运输等需要人员进入时，需提前开启通风系统，通风 15 分钟以后方可进入，仅用于人员进入库房前的通风排气，无人员进入时间不排气。
压缩空气	空压站有两台络可斯 SCR75GV 型空压机，一开一备。	空压站有两台络可斯 SCR75GV 型空压机，一开一备。	不变
贮运工程	用于储存产品以及氢氧化钠等化工原料。氯化稀土和磷酸三钠产品均在稀土厂房一层设置产品贮存区，独居石精矿贮存于选矿磨矿厂房内的独居石精矿库。优溶渣和其他化工原料贮存在厂区北侧原料库。 稀土厂房和综合楼之间 3 个 100m ³ 液态氯化稀土产品储罐（两用一备）。	用于储存产品以及氢氧化钠等化工原料。将氯化稀土和磷酸三钠产品均在稀土厂房一层设置产品贮存区，独居石精矿贮存于选矿磨矿厂房内的独居石精矿库。优溶渣和其他化工原料贮存在厂区北侧原料库。 利旧 3 个 100m ³ 液态氯化稀土产品储罐，转为主用。	3 个 100m ³ 液态氯化稀土产品储罐利旧试验线建设的储罐，取消备用，全部作为主用。 重砂系统布置在原料库内西北侧。
钍储存库	位于生产厂房北侧，长 157m，宽 15m，建筑面	位于生产厂房北侧，长 157m，宽 15m，建筑	不变

项目名称			技改前	技改后	备注
			积 2355m ² , 库内东西向分隔为 21 个各自独立可密封的储池, 氢氧化钍(半成品)采用无轴螺旋输送机由生产厂房输送至钍储存库钢筋混凝土储池内, 待储池达到既定的装填量时, 采用常闭式顶盖板将进料口进行密封, 若后期进行氢氧化钍回取时才可开启。	面积 2355m ² , 库内东西向分隔为 21 个各自独立可密封的储池, 氢氧化钍(半成品)采用无轴螺旋输送机由生产厂房输送至钍储存库钢筋混凝土储池内, 待储池达到既定的装填量时, 采用常闭式顶盖板将进料口进行密封, 若后期进行氢氧化钍回取时才可开启。	
		盐酸库	用于储存盐酸。盐酸库库区面积 304m ² , 露天布置 70m ³ 卧式玻璃钢盐酸罐 7 台, 盐酸浓度 31%, 库区泵房设置在房屋内, 储存罐露天布置, 且罐区四周设有 1.2m 高围堰。	用于储存盐酸。盐酸库库区面积 304m ² , 露天布置 70m ³ 卧式玻璃钢盐酸罐 7 台, 盐酸浓度 31%, 库区泵房设置在房屋内, 储存罐露天布置, 且罐区四周设有 1.2m 高围堰。	不变
环保工程	废气	磨矿厂房	磨矿厂房配备 1 台多管布袋除尘器+水膜除尘。雷蒙磨机自带脉冲布袋除尘器。	磨矿厂房配备 1 台多管布袋除尘器+水膜除尘。雷蒙磨机自带脉冲布袋除尘器。拆袋、投料口设置密闭微负压收集。	加高磨矿厂房排气筒 DA010 至 32m。 拆袋、投料口设置密闭微负压收集。
		稀土厂房	4 套吸收和处理装置: 其中 1 套为优溶、全溶煮沸过程(温度较高) HCl 吸收处理装置、2 套陈化储存设备 HCl 吸收处理装置、1 套板框压滤固液分离 HCl 吸收处理装置。此外, 厂房设有全面通风系统, 其他工序、设备产生的少量 HCl 及放射性气体通过环境通风系统排气筒高空排放。	4 套吸收和处理装置: 其中 1 套为优溶、全溶煮沸过程(温度较高) HCl 吸收处理装置、2 套陈化储存设备 HCl 吸收处理装置、1 套板框压滤固液分离 HCl 吸收处理装置。此外, 厂房设有全面通风系统, 其他工序、设备产生的少量 HCl 及放射性气体通过环境通风系统排气筒高空排放。	不变
		铀钍分离厂房	设有 2 套活性炭+碱液喷淋装置, 对产生的 VOCs 和 HCl 进行处理。此外, 厂房设有全面通风系统, 其他工序、设备产生的少量 HCl、VOCs 及放射性气体通过环境通风系统排气筒高空排放。	设有 2 套活性炭+碱液喷淋装置, 对产生的 VOCs 和 HCl 进行处理。此外, 厂房设有全面通风系统, 其他工序、设备产生的少量 HCl、VOCs 及放射性气体通过环境通风系统排气筒高空排放。	不变(属于铀钍回收项目, 本次技改不涉及)

项目名称		技改前	技改后	备注
	硝酸钍厂房	对高纯钍制备工序产生的酸性气体 NO_x 设有尿素吸收设备。此外，厂房设有全面通风系统，其他工序、设备产生的少量 NO_x 和回收有机相产生的 VOCs 及放射性气体通过环境通风系统排气筒高空排放。	对高纯钍制备工序产生的酸性气体 NO_x 设有尿素吸收设备。此外，厂房设有全面通风系统，其他工序、设备产生的少量 NO_x 和回收有机相产生的 VOCs 及放射性气体通过环境通风系统排气筒高空排放。	环境通风系统排放口 DA004、酸性设备废气排放口 1 DA014、酸性设备废气排放口 2 DA005 加高至 32m（属于钍钍回收项目，本次技改作为以新带老整改）
	废水	生产废水处理站位于钍钍分离厂东南角三至七层，采用中和-压滤-三效蒸发结晶-冷凝回用工艺（处理规模 $60\text{m}^3/\text{d}$ ），生产废水全部回用不外排。生活污水经企业自建的水 MBR 膜处理装置处理（处理规模 $30\text{m}^3/\text{d}$ ）后，排入二七二铀业现有生活废水处理装置。	生产废水处理站位于钍钍分离厂东南角三至七层，采用中和-压滤-三效蒸发结晶-冷凝回用工艺，生产废水全部回用不外排。生活污水经企业自建的水 MBR 膜处理装置处理后，排入二七二铀业现有生活废水处理装置。	不变
	噪声	对机械设备采用吸声、减震处理，排风系统设置消声器，厂界噪声满足《工业企业厂界环境噪声排放标准》3 类区限值要求。	对机械设备采用吸声、减震处理，排风系统设置消声器，厂界噪声满足《工业企业厂界环境噪声排放标准》3 类区限值要求。	不变
	地下水	（1）各生产厂房、产品及化工原料库、固废储存库及盐酸库按重点防渗区地面干燥无油污、底下无渗漏；在进料、出料区域铺上石英砂和花岗岩地砖，缝隙采用环氧树脂勾缝。（2）车间 1m 高以下的墙裙涂刷环氧树脂涂料。（3）车间工艺废水收集管沟的沟壁及沟底全部采用“三油两布”的防腐防渗工艺处理。废水收集、输送系统铺设环氧树脂涂层和玻璃钢作防渗防腐处理。	（1）各生产厂房、产品及化工原料库、固废储存库及盐酸库、新建地坑槽按重点防渗区地面干燥无油污、底下无渗漏；在进料、出料区域铺上石英砂和花岗岩地砖，缝隙采用环氧树脂勾缝。（2）车间 1m 高以下的墙裙涂刷环氧树脂涂料。（3）车间工艺废水收集管沟的沟壁及沟底全部采用“三油两布”的防腐防渗工艺处理。废水收集、输送系统铺设环氧树脂涂层和玻璃钢作防渗防腐处理。	新建地坑槽按重点防渗区进行防渗。
	风险	盐酸库，设置围堰，容积 264m^3 。 液态氯化稀土储罐区设置围堰，高度 1.2m。	盐酸库，设置围堰，容积 264m^3 。 液态氯化稀土储罐区设置围堰，高度 1.2m。	不变

项目名称		技改前	技改后	备注
固体废物		厂内建有 1 个事故应急池（容积 4000m ³ ）满足事故排水缓冲容量。	厂内建有 1 个事故应急池（容积 4000m ³ ）满足事故排水缓冲容量。	
	固体废物暂存库	位于铀钍分离厂房北侧，为半地下式构筑物。用于储存磷除杂渣、除放渣、泥状渣以及废旧管道、阀门、水泵等废旧零部件等。（1）一般固体废物按要求交回收单位回收，并全部处置，零排放。（2）固体废物暂存库 37.5m×15m×6.2m。（3）废旧金属部件等储存于盐酸泵房旁的废旧金属区，待项目终产后运至审管部门认可的废旧金属处理中心处理。	位于铀钍分离厂房北侧，为半地下式构筑物。用于储存磷除杂渣、除放渣、泥状渣以及废旧管道、阀门、水泵等废旧零部件等。（1）一般固体废物按要求交回收单位回收，并全部处置，零排放。（2）固体废物暂存库 37.5m×15m×6.2m。（3）废旧金属部件等储存于盐酸泵房旁的废旧金属区，待项目终产后运至审管部门认可的废旧金属处理中心处理。	不变
	危废暂存间	位于铀钍厂房一楼东南角，用于暂存废油桶、废化工原料包装袋、废弃试剂瓶等危险废物。	位于铀钍厂房一楼东南角，用于暂存废油桶、废化工原料包装袋、废弃试剂瓶等危险废物。	不变
	一般固废库	位于铀钍厂房一楼西南角，用于暂存生活污水处理更换的废 MBR 膜和磁选出的含铁杂质等一般工业固废。	位于铀钍厂房一楼西南角，用于暂存生活污水处理更换的废 MBR 膜和磁选出的含铁杂质等一般工业固废。	不变
	生活垃圾	厂区各处设置垃圾箱、垃圾桶。	厂区各处设置垃圾箱、垃圾桶。	不变

表 2.2-8 拟建工程主要生产设备一览表

序号	设备名称	规格型号	单位	现有数量	技改后数量	备注
二、磨矿						
1	自动拆包机	CDJ50	台	1	1	利旧
2	吨袋拆包机	TCG1000	台	1	1	利旧
3	片碱溶解槽	DN3800×3400	个	2	2	利旧
4	配料槽	DN2500×2500	个	2	2	利旧

序号	设备名称	规格型号	单位	现有数量	技改后数量	备注
5	上料机械手	MPL180S	台	1	1	利旧
6	水喷淋塔	DN1600×5500	台	1	1	利旧
7	返回液槽	DN3500×3100	台	1	1	利旧
8	渣浆输送泵	25DT-A15(13.5)	台	2	2	利旧
9	砂磨机	KFM1500	台	2	2	利旧
10	除铁器	CT500	台	2	2	利旧
11	磨后储槽	DN3500×3500	个	1	1	利旧
12	除铁后储槽	DN2200×2400	个	1	1	利旧
13	机封水循环槽	DN1500×1500	个	1	1	利旧
14	机封水循环泵	30FUB-11-3/12-C1	台	2	2	利旧
15	废气吸收循环泵	IS65-50-160B	台	2	2	利旧
16	单梁桥式吊车	Q=3t, S=12m	台	2	2	利旧
17	平板车	Q=3t	个	1	1	利旧
18	储气罐	1m ³	个	1	1	利旧
19	离心风机	RYF-5C	台	1	1	利旧
20	铁渣槽	1000×1300×600	个	1	1	利旧
21	配料输送泵	25DT-A15(13.5)	台	2	2	利旧
22	料浆输送泵	40DT-A25(23)	台	2	2	利旧
23	返回液输送泵	25DT-A15(13.5)	台	2	2	利旧
24	除铁后液输送泵	25DT-A15(13.5)	台	2	2	利旧
25	地坑泵	50FUB-25-10/20-1000+7.50	台	1	1	利旧
26	雷蒙磨系统	ZJ1720	台	1	1	利旧试验线设备
27	脉冲布袋除尘器	HMC96-6-3	套	1	1	利旧试验线设备
28	水膜除尘器	∕	套	1	1	利旧

序号	设备名称	规格型号	单位	现有数量	技改后数量	备注
29	称重料仓	10m ³	个	0	1	新增
30	投料仓	15m ³	个	0	1	新增
31	制浆地槽（含搅拌）	φ2600*1500*10 搅拌 GFR139	个	0	2	新增
32	单梁起重机	LD2T-8.5M	个	0	1	新增
35	制浆槽泵	液下泵 100HY-80-1.7 Q=12.5 H=32 11kW	个	0	2	新增
二、碱分解工序						
1	多功能强碱分解反应器	70m ³	套	4	4	转为备用
2	浓密机	DN3000×2650	台	2	2	利旧
3	浓密机	DN3000×4000	台	2	2	利旧
4	浓密机	DN3000×4000，带斜板	台	6	6	利旧
5	冷凝水缓冲槽	φ2500×2500，PPH	台	2	2	利旧
6	料液输送泵	Q=12.5m ³ /h H=37m	台	8	8	利旧
7	浆料泵	Q=15m ³ /h H=50m	台	3	3	利旧
8	一次板框制浆槽	φ2200×4000，带搅拌，PPH	台	6	6	利旧
10	一次板框制浆槽	φ2500×4000，带搅拌，PPH	台	2	2	利旧
11	板框进料泵	Q=15m ³ /h H=50m	台	6	6	利旧
12	多级立式离心泵	Q=5m ³ /h H=80m	台	4	0	取消
13	陈化上清液高位槽	φ2200×2500，带热水夹套，碳钢	台	8	8	利旧
14	陈化水高位槽	φ2500×2500，带热水夹套，碳钢	台	2	2	利旧
15	一次洗水高位槽	φ2500×2500，带热水夹套，碳钢	台	3	3	利旧
16	二次洗水高位槽	φ2500×2500，带热水夹套，碳钢	台	2	2	利旧
17	70℃热水高位槽	φ2500×2500，带蒸汽盘管，碳钢	台	1	1	利旧
18	程控隔膜压滤机	200m ² ，滤板 1250	台	6	6	利旧

序号	设备名称	规格型号	单位	现有数量	技改后数量	备注
19	碱饼滤液贮槽	φ2500×2000，PPH	台	5	5	利旧
20	回收碱液高位槽	φ2500×2500，碳钢	台	1	1	利旧
21	底流制浆洗涤槽	φ1500×2000，带搅拌、热水夹套，碳钢	台	1	1	利旧
22	浆料泵	Q=25m ³ /h H=50m	台	1	1	利旧
23	应急池	4200×2500×1900，碳钢	个	8	8	利旧
24	加压分解罐	10m ³ ，Q345 材质，搅拌 22kW	个	8	8	利旧试验线设备
25	加压分解放料地槽（含搅拌）	3500*2000*10	个	0	2	新增
26	地槽泵	100IHY-80-2.2，15kW	个	0	1	新增
三、磷酸三钠制备						
1	磷酸三钠除杂反应槽	φ2500×2000，带蒸汽盘管，碳钢	台	1	1	利旧
2	料液输送泵	Q=15m ³ /h H=40m	台	2	2	利旧
3	磷酸三钠除杂陈化槽	φ2500×4000，带搅拌、蒸汽盘管，碳钢	台	6	6	利旧
4	板框进料泵	Q=25m ³ /h H=50m	台	3	3	利旧
5	程控隔膜压滤机	200m ² ，滤板 1250，防腐	台	2	2	利旧
6	磷酸三钠除放滤液接收槽	φ2500×2500，带蒸汽盘管，碳钢	台	2	2	利旧
7	料液输送泵	Q=20m ³ /h H=35m	台	2	2	利旧
8	磷酸三钠晶浆搅拌槽	φ2500×2000，带搅拌，碳钢	台	2	2	利旧
9	氢氧化钠蒸发浓缩装置	出料量 20t/h	套	1	1	利旧
10	磷酸三钠闪蒸结晶装置及配套设备	出料量 15t/h	套	1	1	利旧
11	平板小翻盖全自动离心	出料量（固体）0.25t/h	台	4	4	利旧

序号	设备名称	规格型号	单位	现有数量	技改后数量	备注
	机					
12	平板大翻盖全自动离心机	出料量（固体）0.25t/h	台	3	3	利旧
13	25kg 标准小包自动装车装置	25kg/包	台	1	1	利旧
14	吨包行车型自动输送装置	1t/包	台	1	1	利旧
15	磷酸三钠自动定量包装装置	25kg/包	套	1	1	利旧
16	一次离心母液存储罐	φ2500×2500，碳钢	台	1	1	利旧
17	料液输送泵	Q=20m³/h H=35m	台	2	2	利旧
18	二次离心母液存储罐	φ2500×2500，PPH	台	1	1	利旧
19	料液输送泵	Q=20m³/h H=35m	台	1	1	利旧
20	磷酸三钠除放滤液高位槽	φ2500×2500，带蒸汽盘管，碳钢	台	3	3	利旧
21	碱液进料高位槽	φ2500×2500，碳钢	台	3	3	利旧
22	碱液高位槽	φ2000×2000，碳钢	台	1	1	利旧
23	离心泵	Q=12.5m³/h H=37m	台			利旧
24	转台过滤机组	过滤面积0.8m²	套	2	2	利旧
26	高效螺杆真空机组	抽气量600l/s	台	2	2	利旧
27	浓碱接收槽	φ2500×2500，PPH	台	3	3	利旧
28	浆料泵	Q=15m³/h H=40m	台	1	1	利旧
30	硫酸亚铁溶液配制槽	φ1400×1500，带搅拌，PPH	台	1	1	利旧
31	排污泵	Q=10m³/h H=25m	台	2	2	利旧

序号	设备名称	规格型号	单位	现有数量	技改后数量	备注
32	硫酸亚铁溶液高位槽	$\phi 2000 \times 1500$, PPH	台	1	1	利旧
33	石灰乳高位槽	$\phi 2500 \times 1500$, 带搅拌, 碳钢	台	1	1	利旧
34	70℃热水槽	$\phi 2500 \times 2000$ 、带蒸汽盘管, 碳钢	台	1	1	利旧
35	冷凝水泵	Q=15m ³ /h H=35m	台	2	2	利旧
36	90℃热水槽	$\phi 2500 \times 2000$ 、带蒸汽盘管, 碳钢	台	2	2	利旧
37	备用槽	$\phi 2500 \times 2500$ 材质: PPH	台	3	3	利旧
38	热水泵	Q=15m ³ /h H=35m	台	3	3	利旧
39	干式无油变频螺杆空压机机组	排气量 8m ³ /min , 气压 8bar	套	2	2	利旧
40	水冷螺杆冷水机组	冷冻水出水量 120t/h	台	1	1	利旧
41	卧式螺旋过滤离心机	进料量 20m ³ /h	台	2	2	利旧
42	汽车衡	80t	台	1	1	利旧
43	管道泵	RBL200-250, 18.5kW	台	0	1	利旧
44	列管换热器	60m ² , 304 材质	个	0	1	利旧
45	碱浓缩罐	10m ³	个	6	6	利旧
46	冷却塔	方型逆流冷却塔 (碳钢) 5.5kW*2	个	0	1	新增
47	循环水泵	Q=100 H=32, 15kW	个	0	2	新增
48	水冷搅拌槽 (夹套)	$\delta=8\text{mm}$, $\phi 2.0\text{m}$, h=3.0m	个	20	20	利旧试验线设备
49	地槽	2500*2000*10 (含搅拌)	个	0	2	新增
50	地槽泵	100IHY-80-2.2, 15kW	个	0	2	新增
51	冷却塔	方型逆流冷却塔 (玻璃钢) 5.5kW*2	个	0	1	新增
52	冷却塔泵	RBL200-250, 18.5kW	个	0	1	新增
53	卧式离心机	LWL450	个	2	2	利旧
四、优溶工序						

序号	设备名称	规格型号	单位	现有数量	技改后数量	备注
1	浓盐酸高位槽	$\phi 2500 \times 2500$ ，PPH	台	3	3	利旧
2	碱浆高位槽	$\phi 2500 \times 2500$ ，带搅拌，PPH	台	1	1	利旧
3	多功能溶解沉淀反应器	40m ³	台	2	2	利旧
4	酸溶煮沸槽	K10000L	台	2	2	利旧
5	优溶液煮沸槽	$\phi 2200 \times 3500$ ，带搅拌，碳钢	台	9	9	利旧
6	板框进料泵	Q=20m ³ /h H=50m	台	2	2	利旧
7	优溶清液槽	$\phi 2500 \times 2000$ ，PPH	台	5	5	利旧
8	程控隔膜压滤机	200m ² ，滤板 1250，防腐	台	1	1	利旧
9	优溶渣浆高位槽	$\phi 2500 \times 2500$ ，带搅拌，PPH	台	1	1	利旧
10	优溶渣制浆槽	$\phi 2500 \times 4000$ ，带搅拌，PPH	台	6	6	利旧
11	板框进料泵	Q=20m ³ /h H=50m	台	2	2	利旧
12	板框进料泵	Q=20m ³ /h H=50m	台	2	2	利旧
13	除放反应器	$\phi 2000 \times 1500$ ，带搅拌、蒸汽夹套，碳钢	台	2	2	利旧
14	板框进料泵	Q=20m ³ /h H=50m	台	2	2	利旧
15	程控隔膜压滤机	120m ² ，滤板 1250，防腐	台	2	2	利旧
16	硫化钠配制槽	$\phi 1400 \times 1500$ ，带搅拌，PPH	台	1	1	利旧
17	氯化钡配制槽	$\phi 1400 \times 1500$ ，带搅拌，PPH	台	1	1	利旧
18	硫酸铵配制槽	$\phi 1400 \times 1500$ ，带搅拌，PPH	台	1	1	利旧
19	除杂陈化制浆槽	$\phi 2500 \times 4000$ ，带搅拌，PPH	台	6	6	利旧
20	洗水槽	$\phi 2500 \times 2500$ ，PPH	台	2	2	利旧
21	洗水泵	Q=20m ³ /h H=50m	台	2	2	利旧
22	搪玻璃闭式容器	6.3m ³	台	8	8	利旧
23	搪玻璃闭式容器	6.3m ³	台	2	2	利旧

序号	设备名称	规格型号	单位	现有数量	技改后数量	备注
24	氯化稀土结晶造片装置	出料量 1.5t/h	台	1	1	利旧
25	氯化稀土（吨包）自动包装装置	1t/包	套	1	1	利旧
26	无钠体系回收水槽	φ2500×2000，PPH	台	3	3	利旧
27	滤液储槽	φ2000×2500，PPH	台	1	1	利旧
28	料液输送泵	Q=15m ³ /h H=50m	台	2	2	利旧
29	热水泵	Q=15m ³ /h H=35m	台	2	2	利旧
30	氯化稀土骤冷结晶搅拌槽	φ2500×2000，带搅拌，碳钢	台	2	2	利旧
31	氯化稀土晶母罐	φ2500×2500，碳钢	台	1	1	利旧
32	氯化稀土稠厚器	φ2500×2000，带搅拌，碳钢	台	1	1	利旧
33	碟片式冷凝器	20m ²	台	2	2	利旧
34	水冷螺杆冷水机组	冷冻水出水量 80m ³ /h	台	1	1	利旧
35	罗茨闭环真空机组	抽气量 300l/s	台	1	1	利旧
36	搅拌槽	PPH,2500*2500	个	6	6	利旧
37	压滤机	100m ² ，1000*5000	个	2	2	利旧
38	压滤机	50m ² ，800*4200	个	1	1	利旧
39	程控隔膜压滤机	XMZG100/1000-U	个	2	2	利旧
40	程控隔膜压滤机	XAZL20/800-U	个	1	1	利旧
41	压滤机泵	65FIU-22KW-4	个	2	2	利旧
42	压滤机泵	65UHB-40-32,7.5KW	个	1	1	利旧
43	压滤机泵	50UHB-40-32,5.5KW	个	3	3	利旧
44	重选设备（非标）	Φ2.5m，（基础 8000*4000）	个	4	4	利旧
45	摇床	6-S	个	2	2	利旧

序号	设备名称	规格型号	单位	现有数量	技改后数量	备注
46	中转搅拌槽	PPH,6m ³ 2000*2000	个	2	2	利旧
47	中转槽	10m ³ , 2200*3000	个	12	12	利旧
48	离心泵	65UHB-40-32	个	8	8	利旧
五、全溶工序						
1	酸化水配制槽	φ1400×2000, 带搅拌, PPH	台	2	2	利旧
2	盐酸输送泵	Q=25m ³ /h H=35m	台	2	2	利旧
3	多功能浓盐酸反应器	40m ³	台	2	2	利旧
4	全溶液煮沸槽	φ2200×3500, 带搅拌, 碳钢	台	9	9	利旧
6	板框进料泵	Q=20m ³ /h H=50m	台	2	2	利旧
7	冷凝水储槽	φ2500×2000, 碳钢	台			利旧
8	料液输送泵	Q=15m ³ /h H=35m	台	6	6	利旧
9	全溶渣制浆槽	φ2500×4000, 带搅拌, PPH	台	6	6	利旧
10	板框进料泵	Q=20m ³ /h H=50m	台	2	2	利旧
11	程控隔膜压滤机	200m ² , 滤板 1250, 防腐	台	3	3	利旧
12	备用槽	φ2500×2000, PPH	台	3	3	利旧
13	全溶清液槽	φ2500×2000, PPH	台	2	2	利旧
14	板框进料泵	Q=15m ³ /h H=50m	台	4	4	利旧
15	悬挂单梁变频起重机	2t, L=9m	台	1	1	利旧
16	双速电动葫芦	0.5t	台	1	1	利旧
17	悬挂单梁变频起重机	2t, L= 16m	台	4	4	利旧
18	悬挂单梁变频起重机	2t, L= 15.5m	台	2	2	利旧
19	双速电动葫芦	3t	台	1	1	利旧
20	结片钢盘	135m ²	个	0	5	新增
21	玻璃钢罐	100m ³	个	3	3	利旧试验线设备

2.2.5 项目总图布置

湖南中核金原新材料有限责任公司现占地面积约 49.8 亩，位于二七二铀业南大门外西侧。本项目厂区北部是硝酸钍厂房、原料库（优溶渣及其他化工原料库、重砂系统）和选矿磨矿厂房。厂区的中部为库区，该区主要布置固体废物暂存库和钍产品库。厂区东部为盐酸库。厂区南部为核心生产区，该区主要布置有科研综合楼、稀土厂房、铀钍分离厂房，均为八层的建筑物，中间有连廊相连接；核心生产区南部为生活污水处理设施、道路、消防水池及厂区大门。

本次技改项目不新增厂房设施，主要改造区域位于选矿磨矿厂房、试验线厂房、稀土厂房、硝酸钍厂房和原料库等。现有平面布置不发生变化，公司总平面布置见图 2.2-2。

2.2.6 雨污分流、污污分流系统现状

湘核新材厂区现已实现雨污分流，污污分流，详见图 2.2-3。初期雨水通过厂区初期雨水池收集后泵至自建污水处理站处理达标后回用，不外排。后期雨水经厂房外雨水收集沟收集到汇总至厂区东南角的雨水排放口，最终汇至厂区东南侧的东阳沱自然水体。

本项目实施后厂区总体无生产废水外排，仅排放少量生活污水。生活污水经厂区 MBR 膜处理预处理后进入二七二铀业生活污水处理设施深度处理后外排湘江，生活污水执行《污水综合排放标准》（GB8978-1996）中的三级标准，即二七二铀业生活污水处理设施进水水质要求，依托二七二铀业生活污水处理设施深度处理达到《污水综合排放标准》（GB8978-1996）中的一级标准后外排。

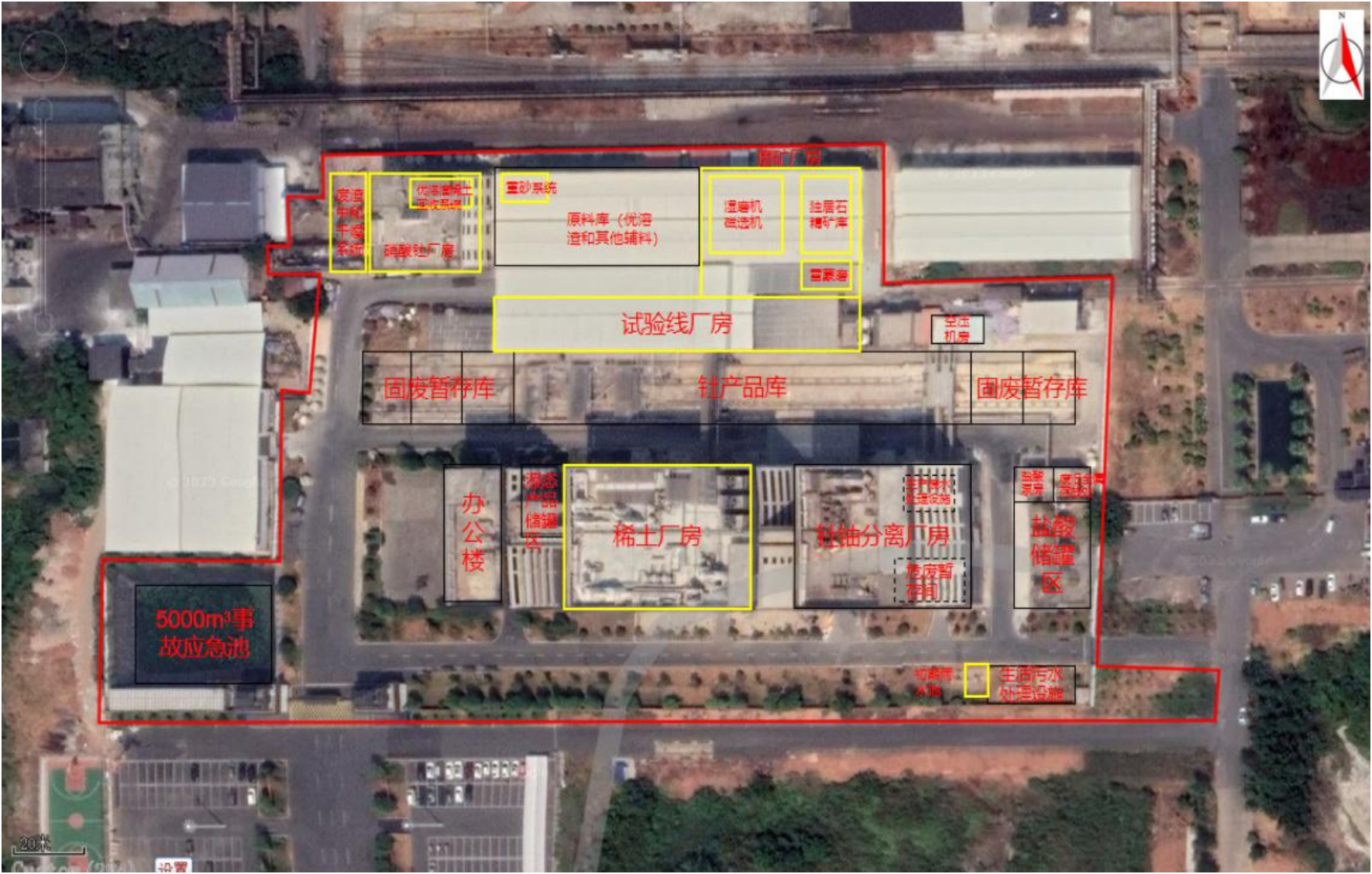


图 2.2-2 项目厂区平面布局图

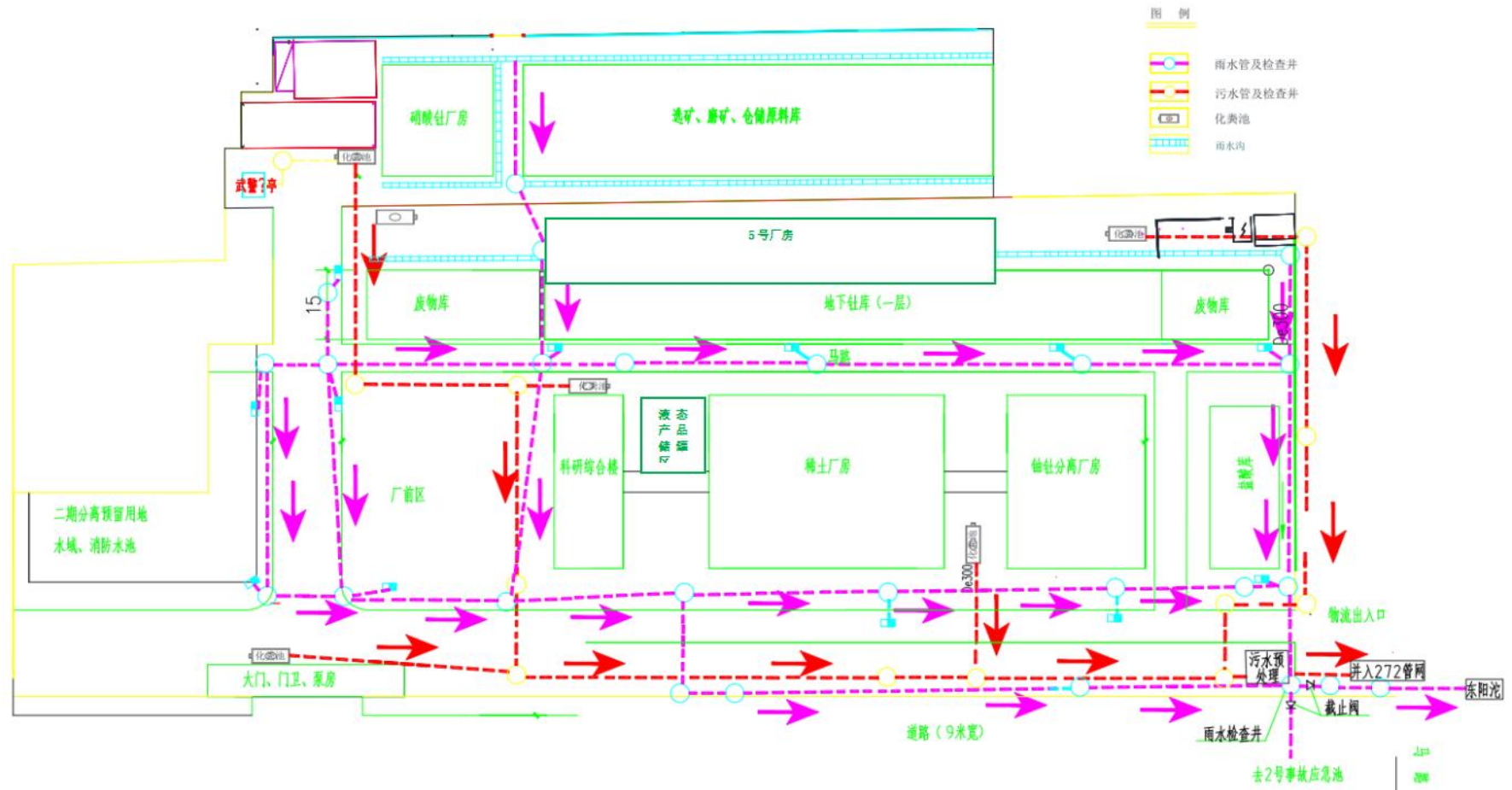


图 2.2-3 项目厂区雨污分流系统示意图

2.2.7 工艺流程及放射性环节

2.2.7.1 工艺流程

本项目为现有工程生产工艺的局部技术改造，不影响氯化稀土制备生产线整体技术路线。技改后工艺流程如下所示。

1.独居石精矿→磁选→磨矿→磨后物料

本项目拟将试验线雷蒙磨与现有生产线的工艺衔接，技改后以湿磨为主、干磨作为备用。备用干磨系统工作时，将现有生产线湿磨的独居石精矿改成全部进入到雷蒙磨工艺管路，磨好的矿粉投入制浆槽（碱混合槽）并入现有工程生产工艺。

干磨生产线工艺流程简述如下：

①进料：独居石精矿通过行吊将精矿投入至磨机的进料仓，进料仓门平时关闭，在进料时开启，进料仓门处设置抽风系统将粉尘抽至除尘系统；

②磨矿：湿磨：开启螺旋输送机送料，将原矿使用螺旋输送机输送至搅拌制浆槽，输送完毕后，关螺旋输送机及关布袋除尘器。矿浆搅拌均匀后开启锆珠磨砂机，将矿浆泵送到锆珠磨砂机进行球磨，使用矿浆回流管取样送分析室，矿浆未达到标准的(-325 目合格)矿浆通过矿浆回流管回到制浆搅拌槽。矿浆达到标准的(-325 目合格)，通过磨机出料泵输送到磨后槽进行储存。干磨：在全密闭的磨机中磨矿，将粒度为-80 目的稀土精矿粉磨至粒度为-325 目。通过合格料仓底部输送螺旋，将达到标准的(-325 目合格)矿粉输送至独居石精矿库内进行称重打包备用。

布袋除尘器收集的粉尘回用于磨矿工序，水膜除尘器内含独居石精矿回收物料达到一定浓度后进入碱分解系统。

2.加压碱分解—磷酸三钠工艺

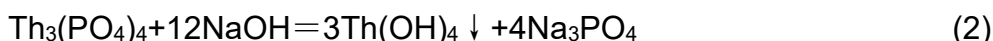
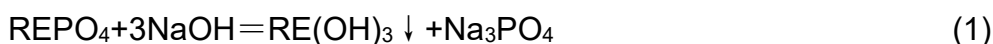
2.1 加压碱分解、陈化

本次技改将独居石矿浆原 4 台 70m³ 的常压碱分解罐改为 8 台 10m³ 的加压 0.4MPa 碱分解罐，现有常压碱分解罐转为备用，并配套地坑槽、低磷水槽、浆料槽等设施。以提高反应速率，加快生产线运行效率。根据试验线运行经验，加压碱分解罐每罐可处理 4.5t 矿粉，每天可处理 2 罐，则单台加压碱分解罐处理

能力为 9t/d，8 台总处理能力为 21600t/a，满足本项目处理 15000t 独居石精矿+5000t 外购优溶渣的需求。

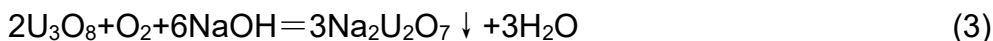
片碱、回用碱液、工艺冷凝水及磨后矿浆混合制浆，在加压反应釜中依次进行碱分解反应（0.4MPa，12h）、陈化（撇去上清液、常温、12h）、初次洗涤（撇去上清液）等工艺步骤。撇去的上清液送至磷酸三钠制备工序进行生产磷酸三钠产品，底浆送至连续跨级逆流制浆洗涤系统中进行充分洗涤。

独居石在氢氧化钠的溶液中加热至 140~160℃时将发生如下的反应：



在强碱性介质中，四价铀与六价铀与氢氧化钠的反应情况不一样：

独居石中的 U_3O_8 在搅拌的作用下与 NaOH 和空气中的 O_2 发生反应：



上述反应的平衡常数为 1.7×10^{-4} 。不可避免的有极少量的铀进入磷酸三钠母液中，同时，铁、铝、铅、硅等矿物也被 NaOH 所分解：



含硅、铝矿物的分解产物均溶于碱溶液中，与难溶性氢氧化物形式存在的稀土、钍、铀分离。

碱分解完全后（分解率 $\text{REO} \geq 95\%$ ， $\text{U}_3\text{O}_8 \geq 98\%$ ， $\text{ThO}_2 \geq 98\%$ ），在碱分解矿浆中加入一倍体积的生产水进行保温陈化 12 h。

2.2 碱分解底浆洗涤

陈化过程结束后，虹吸分离碱分解上清液，底浆进行连续跨级逆流制浆洗涤工艺除磷，控制末次洗水 pH 值 7-8，洗水中 $\text{P}_2\text{O}_5 < 1.2\text{g/L}$ 时，生产的氢氧化物供后续盐酸溶解工序使用。陈化虹吸分离出的上清液和一次洗液送磷酸三钠工序回用。具体洗涤步骤如下：

①虹吸分离：独居石磨后精矿经碱分解反应后，静置沉降，采用虹吸方式撇去上清液；碱分解底浆加入第一级浓密分离的上清液进行陈化反应，静置沉降，

采用虹吸方式撇去上清液；陈化底浆加入第二级浓密分离的上清液进行初次洗涤，静置沉降后，采用虹吸方式得到上清液，碱分解上清液、陈化上清液及初次洗涤上清液合并用于磷酸三钠制备。

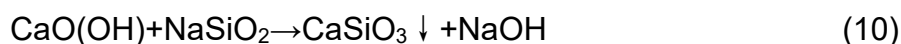
②制浆洗涤和浓密分离：初次洗涤虹吸后的底浆与第三级浓密分离的上清液合并进入第一级浓密洗涤制浆槽，经充分搅拌后送往第一级浓密机进行浓密分离，上清液返回碱分解陈化使用；第一级浓密分离底浆与第四级浓密分离的上清液合并进入第二级浓密制浆槽，经充分搅拌后送往第二级浓密机进行浓密分离，上清液返回初次洗涤使用；第二级浓密分离底浆与第一级板框过滤的滤液合并进入第三级浓密制浆槽，经充分搅拌后送往第三级浓密机进行浓密分离，上清液返回第一级浓密洗涤使用；第三级浓密分离底浆与第二级板框过滤的滤液合并进入第四级浓密制浆槽，经充分搅拌后送往第四级浓密机进行浓密分离，上清液返回第二级浓密洗涤使用，底浆制浆后进入板框过滤。

③制浆洗涤和板框过滤：

第四级浓密分离得到的底浆与生产水合并进入第一级板框制浆槽，经充分搅拌后送往第一级板框过滤机进行板框过滤，滤液返回第三级浓密洗涤使用，第一级板框过滤形成的滤饼与生产水合并后进入第二级板框制浆槽，经充分搅拌后送往第二级板框过滤机进行板框过滤，滤液返回第四级浓密洗涤使用，第二次板框过滤形成的滤饼，符合盐酸溶解生产稀土产品的要求。

2.3 磷酸三钠制备

经碱分解、陈化撇去的上清液与逆流洗涤的二撇洗水合并后其主要组份为磷酸三钠、氢氧化钠、以及一些含硅、铝矿物的分解产物。送入除杂槽中，加入氧化钙以及加入在硫酸亚铁配置槽中配置好的硫酸亚铁溶液，进行除杂、陈化、过滤。加入氧化钙可有效去除磷酸三钠中的含硅矿物，其反应过程为：



加入硫酸亚铁的作用为通过还原，形成胶体去除使磷酸三钠显红的 Fe(OH)_3 ，经板框压滤去除。除杂过程产生的滤渣为低放尾渣，密封封存，滤液送入磷酸三钠蒸发结晶机组，采用利旧的闪蒸结晶+本次技改新增的水冷夹套自然结晶槽进

行降温，使其温度降低到室温后通过离心分离出磷酸三钠晶体。晶体送入自动称重包装机组，制备磷酸三钠产品。

整个独居石精矿磨矿-碱分解-制备磷酸三钠工艺中生产水循环使用，其中磷酸三钠处理制备过程产出的碱母液与离心分离后的结晶母液一起经浓碱工序处理后返回碱分解制浆工序使用；磷酸三钠浓缩结晶冷凝水，返回陈化、洗涤、碱液配置等工序使用。本工序中不产生工艺废水。

该过程无废气、废水产生，但是在磷酸三钠生产过程中会产生磷除杂渣。

2.4 碱液浓缩

本改造拟在结晶母液三效浓缩时调低工艺参数，降低出口碱浓度，进入利旧方箱沉降后，碱液再进入碱液浓缩（罐式）系统进行二次提浓，以解决三效蒸发器换热列管堵塞问题。

碱液浓缩（罐式）系统工艺流程简述如下：

①降浓：拟使用原三效设备，调整工艺参数，降低三效浓缩设备的出口碱浓度至 20%-25%。

②沉降：拟使用原方箱利旧，将三效浓缩至 20%-25%碱液进入方箱进行三级沉降。

③二次浓缩：利旧试验线已建的 6 个单级 10m³ 碳钢材质浓缩罐，将方箱进行三级沉降后的碱液，进入碱浓罐进行二次浓缩至 30%~35%，浓缩罐单个单批次运行，通过罐式设备将碱液进一步浓缩到所需碱度，实现避免对碱浓缩系统连续运行的影响。浓缩后碱液返回独居石精矿碱分解工序使用。

④离心：拟使用生产线卧式离心机，将方箱三级沉降达到一定粘稠度的碱液进入卧式离心机进行固液分离，液体为 20%-25%碱液进入新增碱浓罐进行二次碱浓，固体为磷除杂渣，封存至放射性固废库处理。

3. 盐酸优溶—全溶

3.1 盐酸优溶-全溶

盐酸优溶工序采用的盐酸优溶技术为传统经典技术。碱分解工序制备的碱饼与废水回用水、冷凝水以及补充的新水一并加入制浆槽中，进行搅拌均质制浆。制浆槽内物料稳定送入连续优溶槽中，加入盐酸，控制反应温度约 70~90℃，控制连续盐酸优溶槽中第三级反应槽中余酸 pH 值约为 1.5~2.0 范围内，在第四

级反应槽中加入碱饼进行反调 pH 值，在第五级槽体中控制余酸酸度为 pH=4.5，控制整个盐酸优溶反应时间为 4-6h。盐酸优溶反应后物料送入煮沸槽中再煮沸 1 h 后，送入陈化槽中陈化反应 8~12h，以确保碱饼中的稀土元素全部进入液相中，铈、钍、铁、锆、铝、硅等水解不溶物（优溶渣）完全沉淀。

盐酸优溶过程主要反应如下：



在盐酸溶解过程中， $\text{Na}_2\text{U}_2\text{O}_7$ 也被盐酸分解，以 U^{4+} 和 UO^{22+} 形式存在溶液中。优溶过程中优溶反应、煮沸、陈化过程中会产生含 HCl 废气。

3.2 优溶渣全溶

前述工序优溶渣送入优溶渣制浆槽中，加水进行调浆后，使用盐酸进行全溶。全溶后进行压滤，滤渣依次送入重砂回收系统和稀土产品回收系统，滤液则进入铈钍厂房钍铈资源回收生产线做原料。

重砂回收系统：优溶渣全溶压滤后的滤饼，采用重选设备进行初级轻重分级，分离出有价矿物（重砂）和轻泥，有价矿物（重砂）入产品库，轻泥经压滤机压滤后滤饼（泥状渣）入现有放废库，滤液进入稀土产品回收系统。

稀土产品回收系统：重砂回收系统轻泥压滤后的滤液沉淀滤饼为混合稀土产品装袋入产品库，滤液送至重砂回收系统重选工艺补水。

盐酸优溶—全溶工艺中产生的中间过程水循环使用，稀土产品回收系统滤液和重砂回收系统滤液合并送往铈钍提取工序，本工序中不产生工艺废水。

优溶渣酸溶解过程中会产生含 HCl 废气，通过碱液吸收装置淋洗净化，此外，轻泥过滤后还会产生泥状渣。

4. 氯化稀土制备工艺

优溶滤液→除杂→固液分离→蒸发浓缩→冷却结晶→氯化稀土产品。

4.1 优溶滤液除放

盐酸优溶陈化反应后物料通过固液分离出优溶渣和滤液，滤液主要为氯化稀土溶液。氯化稀土溶液加入硫化钠、氯化钡和硫酸铵，镭和硫酸钡的溶度积分别是 4.2×10^{-11} 和 1.1×10^{-10} ，属于难溶性物质，且镭的离子半径（1.42Å）和钡的离子半径（1.38Å）差别小，两种粒子共存条件下，能形成类质同晶共沉淀，

根据这一原理，借助的硫酸钡的载带沉降作用，将溶液中微量的镭除去。加入硫化钠的作用为去除溶液中少量的 **Pb**，硫化钠加水稀释溶液缓慢滴加入优溶液中与 **PbCl₂** 反应生成 **PbS** 沉淀，经板框过滤 **PbS** 与硫酸钡沉淀一同入除放渣库封存。溶解经除杂后采用板框过滤机进行固液分离，滤液用于制备氯化稀土产品，滤饼密封封存至固体废物暂存库中。根据企业对原料重金属成分的分析结果，本项目所用的原料中重金属含量很低，少量 **Pb** 在除放过程中经沉淀后进入除放渣，其余进入磷除杂渣、泥状渣和废水处理渣中，最终全部入库封存。本项目废渣入库后不产生渗滤液，固废渣库也已经做好防渗，在企业做好固废渣库防渗日常维护的情况下，废渣中的重金属元素进入外环境的可能性极低，基本不对环境造成影响。

4.2 氯化稀土结片

除镭后的氯化稀土溶液进行蒸发浓缩结晶，在结晶浓缩槽中控制结晶温度约为 108~140℃ 进行加温浓缩，增加 5 个自然结晶盘（材质：碳钢）为氯化稀土浓缩后浓度达到 45% 接料盘，在接料盘内达到浓度氯化稀土料液自然结块后包装入库。制备的产品满足《混合氯化稀土》（GB/T 4148-2003）标准要求。

同时，利旧试验线已建的 3 个 100m³ 氯化稀土液态产品储罐，优溶浆液经陈化后进行过滤分离，滤液经放射性去除，然后再蒸发浓缩，制备成一定浓度的氯化稀土溶液，然后与原氯化稀土除放滤液按照相应的比例配置成氯化稀土液体产品，放置在氯化稀土液态产品储罐中。制备的产品满足《混合氯化稀土》（GB/T 4148-2003）标准要求。

氯化稀土产品制备工艺过程中中间过程水循环使用，氯化稀土浓缩结晶产生冷凝水经收集后作为生产新水返回盐酸配酸、洗涤等过程使用。除放射性滤饼洗涤水返回除杂试剂配制。本工序中不产生工艺废水。

该过程无废气、废水产生，但是在除镭过程会产生镭钡除放渣。

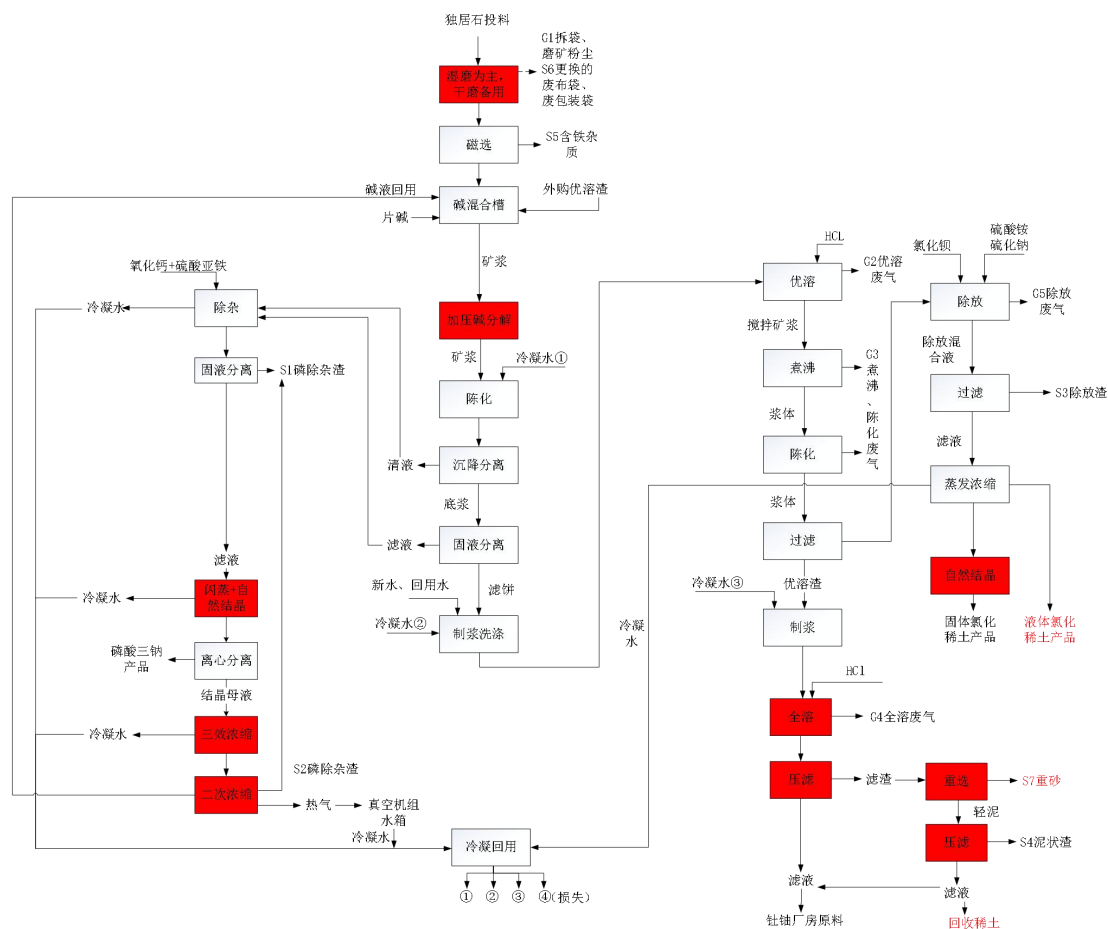


图 2.2-4 项目总体工艺流程及产污环节图

2.2.7.2 辐射源项分析

气态源项：由于本次技改项目干磨设备仅作为备用，正常情况下不会启用，仅在湿磨生产线故障检修期间启用，其废气源强与试验期间基本一致，本次环评以氯化稀土生产线项目为整体考虑，故气态源项计算及影响预测时均叠加考虑备用磨矿时拆包、投料时粉尘源项。同时还包括物料生产和储存产生的氦及其子体、钍射气。

液态源项：本技改项目无液态源项产生。

固态源项：项目固体废物主要有泥状渣、除放渣、磷除杂渣。以上废渣含有较高放射性，主要是由于本项目原料伴生有放射性核素，放射性核素铀钍镭通过酸溶过程大部分富集于渣中。

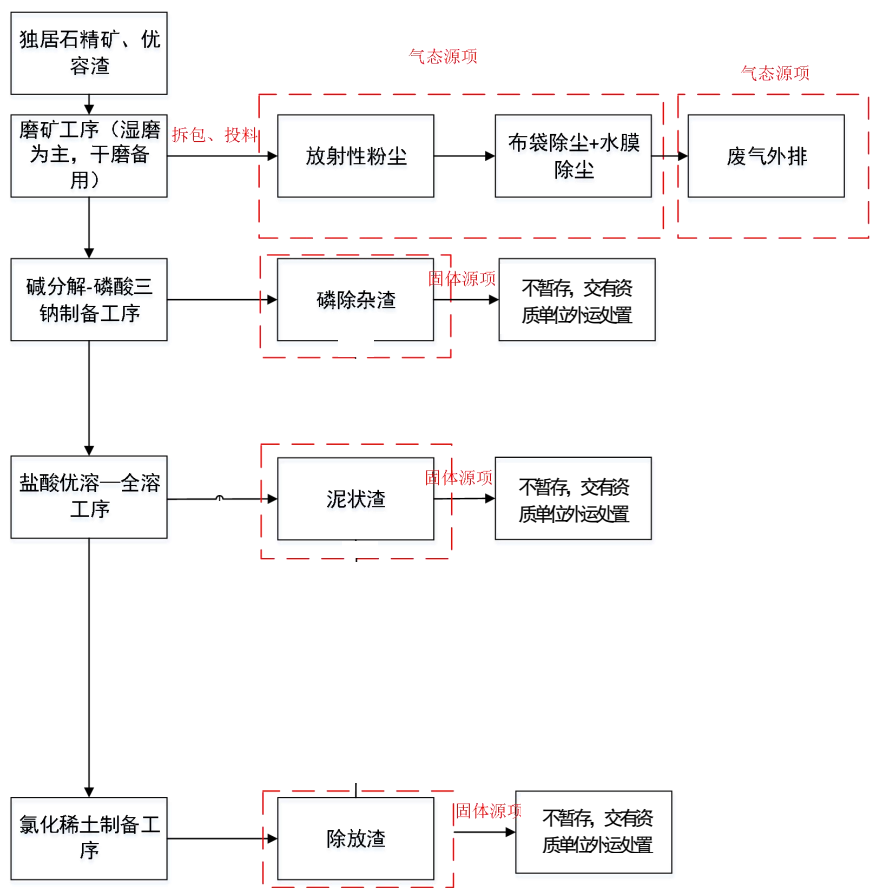


图 2.2-5 项目气态源项和固态源项分布工序图

综上所述，本项目不产生放射性废水，无液态源项，故放射性源项仅包括气态源项和固体源项。根据本项目生产工艺特点，正常生产期间，本项目向环境释放的气载放射性流出物主要为 ^{222}Rn 、 ^{220}Rn 和粉尘（磨矿粉尘主要考虑粉尘中载带的 ^{238}U 、 ^{226}Ra 、 ^{232}Th 等核素）。

^{222}Rn 、 ^{220}Rn 主要集中在磨矿厂房、稀土厂房、试验线所在 5 号厂房、独居石精矿仓库；粉尘主要来自于磨矿厂房。固体源项主要来源于稀土厂房。

本项目主要源项见表 2.2-9。

表 2.2-9 本项目主要源项一览表

序号	设施	功能	放射性核素
1	磨矿厂房	独居石精矿拆包、投料	^{222}Rn 、 ^{220}Rn 、 ^{238}U 、 ^{226}Ra 、 ^{232}Th
2	稀土厂房	碱分解、磷酸三钠回收等工艺；酸溶解、氯化稀土制备等工艺	^{222}Rn 、 ^{220}Rn
3	独居石精矿仓库	独居石精矿的储存	^{222}Rn 、 ^{220}Rn

2.3 项目物料平衡

物料平衡包括水平衡、物料平衡及核素平衡，按照全厂生产规模进行核算。
水平衡及物料平衡内容摘自常规环评。

2.3.1 水平衡

本项目水平衡见表 2.3-1。

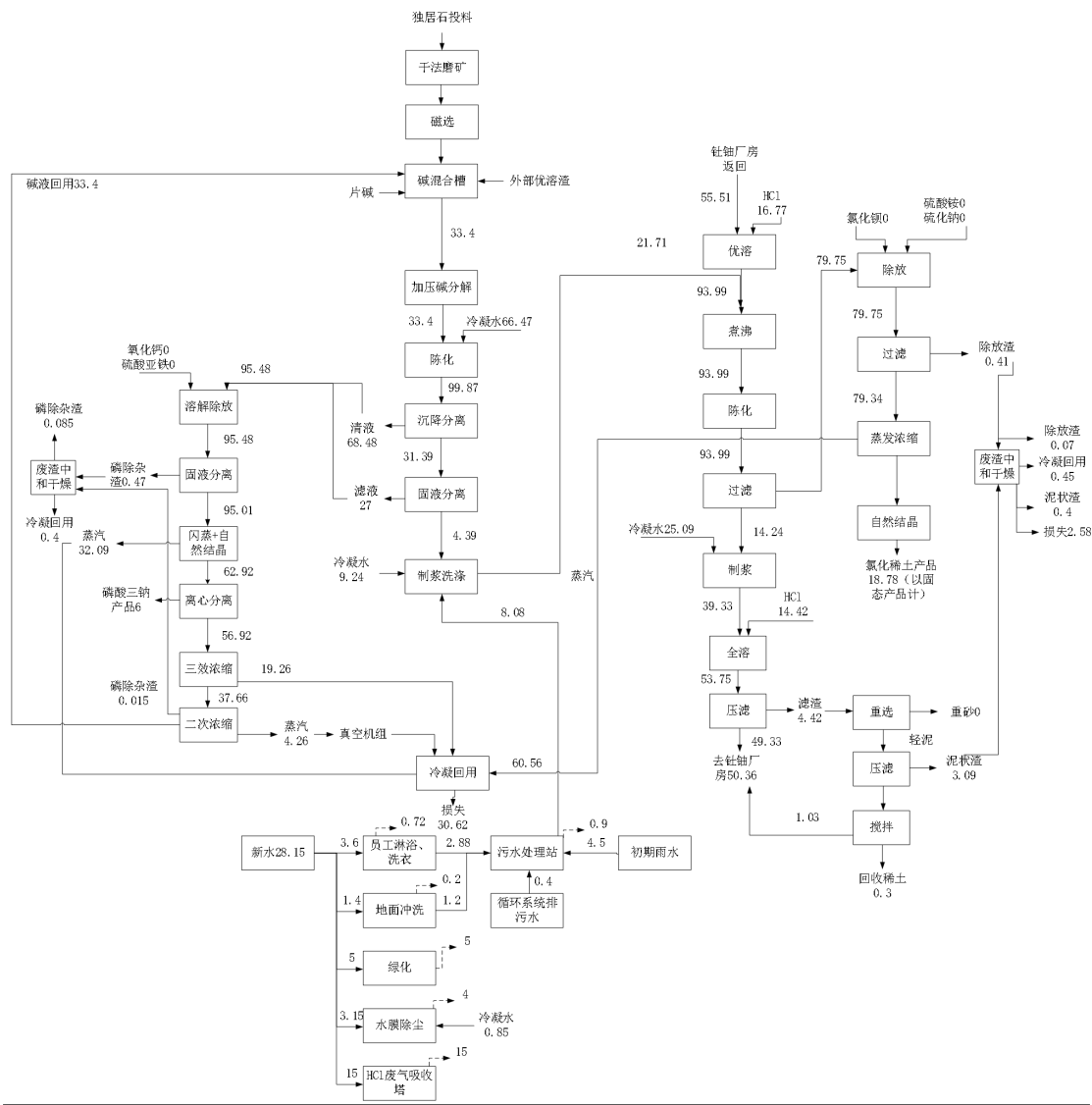


图 2.3-1 本项目建成后全厂水平衡图（单位：m³/d）

2.3.2 工程物料平衡

本项目的物料平衡见下表。

表 2.3-1 本项目物料平衡一览表

序号	入料		出料		
	物料名称	数量 (t/a)	去向	数量 (t/a)	
1	独居石精矿	15000	产品	氯化稀土	18459
2	外购优溶渣	5000		优溶渣稀土回收	303
3	盐酸	13320	副产品	磷酸三钠	19000
4	氢氧化钠	10630	去钽铈资源回收生产线	全溶滤液	19359
5	氧化钙	113	废气	HCl	0.295
6	硫酸亚铁	150		粉尘	0.635
7	氯化钡	190	固废	泥状渣	1332
8	硫化钠	15		含铁杂质	21
9	硫酸铵	101		磷除杂渣	295
10	钽钽厂房返回水	21171		除放渣	245
11	/	/		重砂	249
12	/	/	损耗	废气、蒸汽、废水	7729.07
总计		65690	总计		65690

表 2.3-2 本项目稀土元素平衡表

序号	入料			出料		
	物料名称	REO (%)	REO 量 (t/a)	去向	REO (%)	REO 量 (t/a)
1	独居石尾矿	55.48	8322	氯化稀土产品	45	8306.55
2	优溶渣	10.2	510	优溶渣稀土回收	25	75.75
3	/	/	/	杂质(泥状渣、磷除杂渣等)	/	449.7
总计			8832	总计		8832
总体稀土元素收率			94.91%			

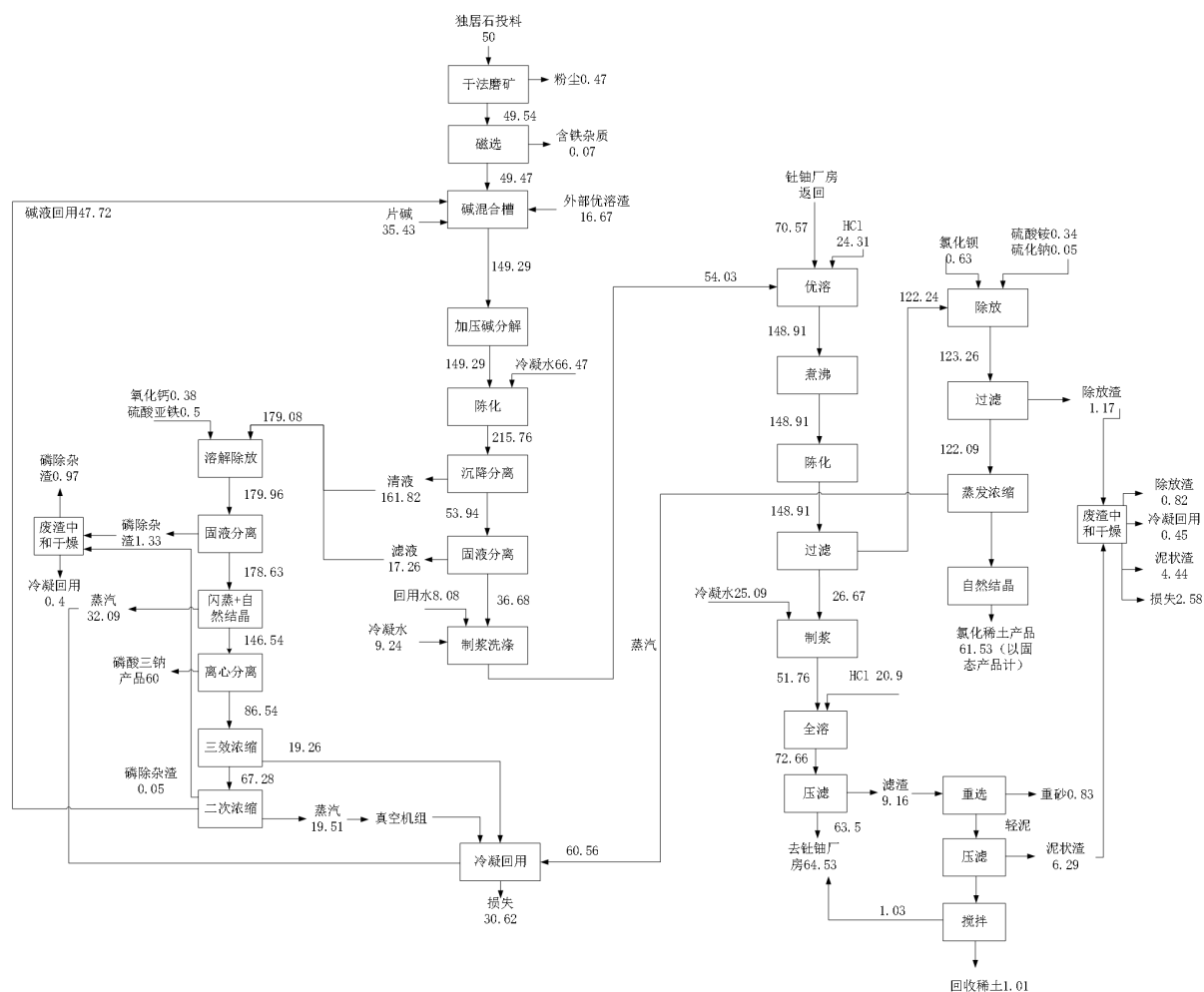


图 2.3-2 技改后独居石生产线物料平衡图 (单位: t/d)

2.3.3 放射性核素平衡

由于本项目独居石和优溶渣经碱分解——盐酸溶解制备氯化稀土和磷酸三钠只是原料在生产线上的一部分，盐酸优溶后的溶解液进入铀钍生产线，故本氯化稀土生产线主要的核素都进入到了铀钍生产线，氯化稀土生产项目与铀钍资源回收项目生产线接口关系详见图 2.3-3。本项目放射性核素平衡表及核素平衡图详见下表和下图。

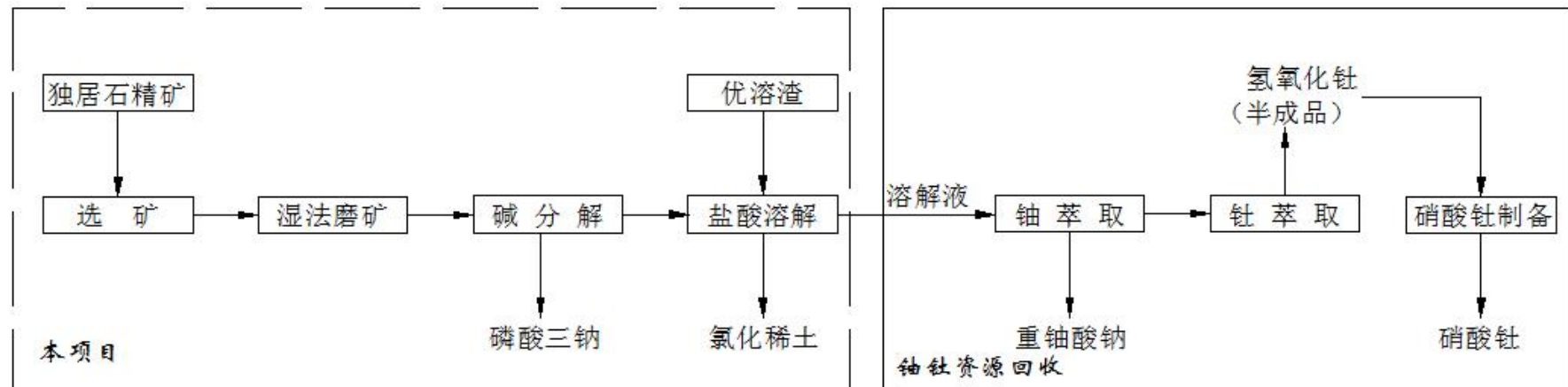


图 2.3-3 本项目与铀钍资源回收项目的接口关系

表 2.3-3 放射性核素平衡表

投入				产出				
项目	核素	比活度 (Bq/kg)	总活度 (Bq/a)	项目	核素	比活度 (Bq/kg)	总活度 (Bq/a)	备注
独居石精矿	^{238}U	1.02E+04	1.53E+11	氯化稀土	^{238}U	1.04E+03	1.93E+10	
15000t/a	^{226}Ra	1.00E+04	1.50E+11	18459t/a	^{226}Ra	3.74E+02	6.89E+09	
	^{232}Th	1.94E+05	2.91E+12		^{232}Th	4.12E+02	7.61E+09	
优容渣	^{238}U	2.55E+04	1.27E+11	磷酸三钠	^{238}U	5.71E+02	1.08E+10	
5000t/a	^{226}Ra	2.50E+04	1.25E+11	19000t/a	^{226}Ra	4.90E+00	9.31E+07	
	^{232}Th	5.16E+05	2.58E+12		^{232}Th	2.91E+01	5.53E+08	
				泥状渣	^{238}U	1.72E+04	2.28E+10	
				1332t/a	^{226}Ra	5.27E+04	7.02E+10	
					^{232}Th	9.84E+03	1.31E+10	
				除放渣	^{238}U	1.43E+02	3.50E+07	
				245t/a	^{226}Ra	6.90E+03	1.69E+09	
					^{232}Th	1.35E+05	3.31E+10	
				磷除杂渣	^{238}U	4.49E+04	1.32E+10	
				295t/a	^{226}Ra	8.33E+04	2.46E+10	
					^{232}Th	2.06E+05	6.07E+10	
				磨矿拆包投料粉尘	^{238}U	1.02E+04	4.74E+06	
				0.465t/a	^{226}Ra	1.00E+04	4.65E+06	
					^{232}Th	1.94E+05	9.03E+07	
				进入铀钍生产线	^{238}U	/		
					^{226}Ra	/	1.72E+11	
					^{232}Th	/	5.38E+12	

合计	²³⁸ U	2.80E+11	合计	²³⁸ U	2.80E+11	
	²²⁶ Ra	2.75E+11		²²⁶ Ra	2.75E+11	
	²³² Th	5.49E+12		²³² Th	5.49E+12	

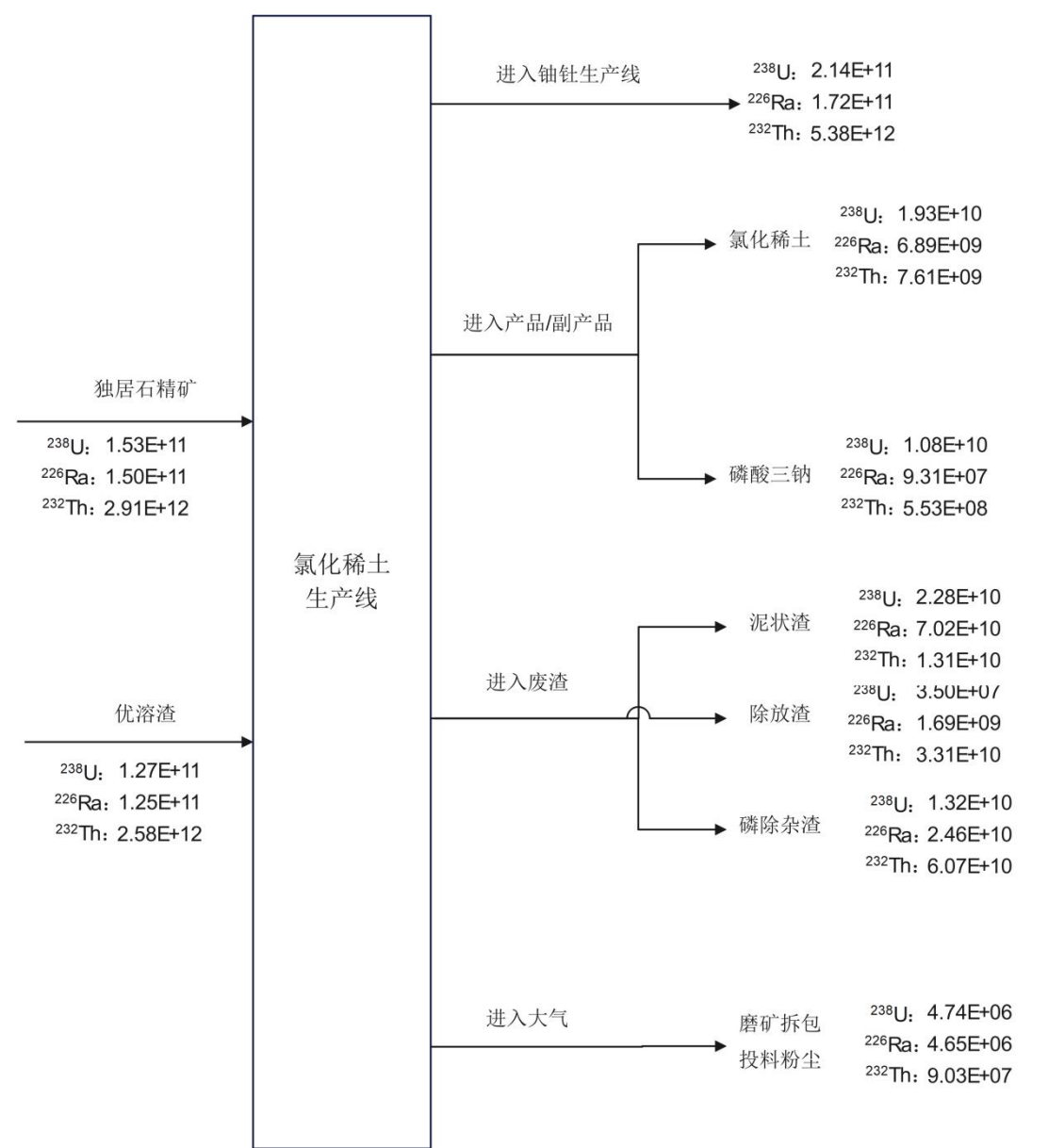


图 2.3-4 核素平衡图 (Bq/a)

2.4 放射性源项

源项是进行环境影响评价的重要依据，为使源项数据准确、可靠、真实，依据下述原则来确定本项目的源项。

(1) 在工程分析的基础上，对产生放射性污染物的工艺及其治理、处置措施进行全面分析，并通过类比分析确定治理、处置措施的效果，从而确定排放至环境中的放射性核素的量；

(2) 对于能通过实测得到的数据尽可能实测；

(3) 在不能通过实地测量来获得源项数据的情况下，采用同类型企业的环境评价或验收监测报告数据。

2.4.1 气态源项

本项目放射性气载流出物主要是磨矿拆包投料过程中有组织排放的含放射性核素粉尘以及含放射性核素衰变排出的含有氡及氡子体的放射性废气，由于本次技改项目仅对部分工艺进行优化，不新增原料和原料处理规模，主体生产工艺保持不变，故本次气载流出物源项计算有实测数据的根据实测数据来核算，无实测数据的则根据理论计算得来。

2.4.1.1 氡及钍射气浓度 ^{222}Rn 、 ^{220}Rn

由于本次技改项目不改变原料处理规模，也不新增原料来源，故本技改项目释放的氡及钍射气源项数据参照现有工程实测数据，由于车间的氡钍射气均经负压密闭收集后经排气筒排放，故不考虑无组织排放的氡钍射气。根据建设单位提供的 2025 年全年的监测报告，计算得到各排气筒排放的氡钍射气排放量如下：

表 2.4-1 排气筒排出的 ^{222}Rn 释放量

序号	监测位置	监测结果								^{222}Rn 释放量					
		第一季度		第二季度		第三季度		第四季度		第一季度	第二季度	第三季度	第四季度	全年	
		排风量 (m^3/h)	氡浓度 (Bq/m^3)	排风量 (m^3/h)	氡浓度 (Bq/m^3)	排风量 (m^3/h)	氡浓度 (Bq/m^3)	排风量 (m^3/h)	氡浓度 (Bq/m^3)	释放量 (Bq/a) (开车 73 天)	释放量 (Bq/a) (开车 92 天)	释放量 (Bq/a) (开车 92 天)	释放量 (Bq/a) (开车 91 天)	各排口 年度排 放量 (Bq/a)	全年氡 排放量 (Bq/a)
1	DA013	36215	17.5	13647	16.9	36328	17.3	29508	234	1.11E+09	5.09E+08	1.39E+09	1.51E+10	1.82E+10	1.88E+11
2	DA012	33214	24.2	18429	23.1	30854	22.4	28463	120	1.41E+09	9.40E+08	1.53E+09	7.46E+09	1.13E+10	
3	DA015	37286	20.7	14536	19.7	33753	21	60567	248	1.35E+09	6.32E+08	1.57E+09	3.28E+10	3.64E+10	
4	DA007	32149	14.4	10244	12.6	32536	13.2	28432	193	8.11E+08	2.85E+08	9.48E+08	1.20E+10	1.40E+10	
5	DA009	35124	10.6	9748	11.2	35127	10.8	28629	80.3	6.52E+08	2.41E+08	8.38E+08	5.02E+09	6.75E+09	
6	DA010	/	/	1546	22.6	/	/	28432	807	/	1.38E+08 (上半年)	/	1.01E+11 (下半年)	1.01E+11	

表 2.4-2 排气筒排出的 ^{220}Rn 释放量

序号	监测位置	监测结果								^{220}Rn 释放量					
		第一季度		第二季度		第三季度		第四季度		第一季度	第二季度	第三季度	第四季度	全年	
		排风量 (m^3/h)	钍射气浓度 (Bq/m^3)	排风量 (m^3/h)	钍射气浓度 (Bq/m^3)	排风量 (m^3/h)	钍射气浓度 (Bq/m^3)	排风量 (m^3/h)	钍射气浓度 (Bq/m^3)	释放量 (Bq/a) (开车 73 天)	释放量 (Bq/a) (开车 92 天)	释放量 (Bq/a) (开车 92 天)	释放量 (Bq/a) (开车 91 天)	各排口 年度排放量 (Bq/a)	全年钍射气排放量 (Bq/a)
1	DA013	36215	30.9	13647	30.2	36328	28.7	29508	164	1.96E+09	9.10E+08	2.30E+09	1.06E+10	1.58E+10	1.28E+11
2	DA012	33214	36.5	18429	34.4	30854	32.1	28463	214	2.12E+09	1.40E+09	2.19E+09	1.33E+10	1.90E+10	
3	DA015	37286	32.4	14536	31.6	33753	30.2	60567	206	2.12E+09	1.01E+09	2.25E+09	2.72E+10	3.26E+10	
4	DA007	32149	27.3	10244	26.5	32536	30.1	28432	214	1.54E+09	5.99E+08	2.16E+09	1.33E+10	1.76E+10	
5	DA009	35124	23.8	9748	24.7	35127	22.8	28629	225.0	1.46E+09	5.32E+08	1.77E+09	1.41E+10	1.78E+10	
6	DA010	/	/	1546	13.2	/	/	28432	201	/	8.08E+07 (上半年)	/	2.51E+10 (下半年)	2.52E+10	

2.4.1.2 放射性核素流出

(1) 放射性气载流出物达标排放

本项目的放射性核素是通过颗粒物的形式流出，由于磨矿拆包投料放射性粉尘均经负压密闭收集后经排气筒排放，故不考虑无组织排放的放射性核素，放射性核素以排气筒有组织的形式流出。此外，考虑到独居石和优溶渣比重较重，起尘量极低，原料和产品在运输过程中主要采用袋装形式运输，产生撒落、装卸和运输粉尘的可能性较低，即使有少量的粉尘无组织逸出，其逸散范围仅集中在厂房或者车间内，未扩散至外环境，故本项目不考虑无组织废气造成的放射性粉尘流出。

由于本次技改项目不改变原料处理规模，也不新增原料来源，故本技改项目释放的放射性核素源项数据参照现有工程实测数据，根据建设单位提供的 2025 年全年的监测报告，计算得到各排气筒排放的放射性核素排放量如下：

表 2.4-3 排气筒排出的 U 释放量

序号	监测位置	监测结果				U 释放量			
		上半年		下半年		上半年	下半年	全年	
		排风量 (m³/h)	U 浓度 (µg/m³)	排风量 (m³/h)	U 浓度 (µg/m³)	释放量 (kg/a) (开车 165 天)	释放量 (kg/a) (开车 183 天)	各排 口年 度排 放量 (kg/a)	全年 U 排放 量 (kg/a)
1	DA013	13647	16.90	29508	0.255	0.91	0.03	0.95	4.31
2	DA012	18429	17.24	28463	0.319	1.26	0.04	1.30	
3	DA015	14536	14.35	60567	0.247	0.83	0.07	0.89	
4	DA007	10244	12.59	28432	0.236	0.51	0.03	0.54	
5	DA009	9748	11.60	28629	0.344	0.45	0.04	0.49	
6	DA010	1546	19.685	28432	0.198	0.12	0.02	0.15	

表 2.4-4 排气筒排出的 Th 释放量

序号	监测位置	监测结果				Th 释放量			
		上半年		下半年		上半年	下半年	全年	
		排风量 (m³/h)	U 浓度 (µg/m³)	排风量 (m³/h)	U 浓度 (µg/m³)	释放量 (kg/a)	释放量 (kg/a)	各排 口年 度排 放	全年 Th 排放

						(开车 165 天)	(开车 183 天)	放量 (kg/a)	量 (kg/a)
1	DA013	13647	3.4	29508	0.933	0.18	0.12	0.30	1.62
2	DA012	18429	2.8	28463	1.016	0.20	0.13	0.33	
3	DA015	14536	2.9	60567	0.925	0.17	0.25	0.41	
4	DA007	10244	3.7	28432	0.688	0.15	0.09	0.24	
5	DA009	9748	2.5	28629	1.221	0.10	0.15	0.25	
6	DA010	1546	2.2	28432	0.552	0.01	0.07	0.08	

2.4.2 液态源项

本项目工艺废水、地面冲洗水和职工淋浴水（含工作服洗衣废水），单独收集经放射性废水处理设施处理后返回工艺使用，不外排。初期雨水经雨水沟渠收集后进入厂区扩容后的 1 座 300m³ 初期雨水收集池，雨水经自然沉淀后由提升泵加压输送至厂区废水处理站处理后回用于生产线。

1) 生产用水

根据前述工艺流程描述，该项目中碱分解—磷酸三钠制备、盐酸优溶—全溶以及氯化稀土产品制备等工艺流程中，液体循环使用，无工艺废水产生。

2) 职工淋浴废水及洗衣废水

工作人员洗消区域操作流程及人员走向如下图所示：

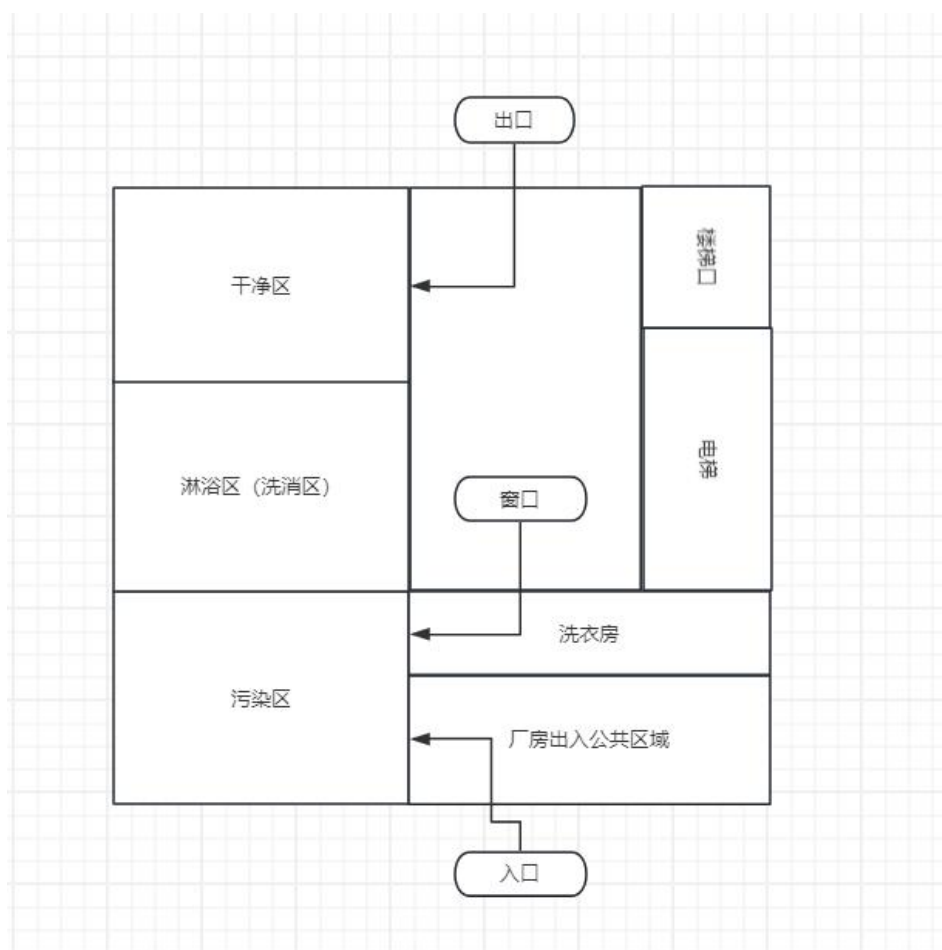


图 2.4-1 工作人员洗消区域操作流程及走向

①上班人员从上图所示出口进入干净区，将衣物脱去后放置在干净区置物柜内。然后经过淋浴区域到达污染区在污染区置物柜内取出工作服（已洗）穿上，最后由入口进入生产区域。

②下班人员如上图所示，从生产区进入公共区域，在公共区域衣柜内取出明日上班所需工作服由入口进入污染区。将明日上班所需工作服放置在污染区置物柜内，再将身上衣物脱去后由窗口处放进洗衣房内，然后进入淋浴区进行洗消，洗消完毕后进入干净区更换自己衣物由出口处离开公司。

③淋浴水及工作服清洗废水水量、收集情况及去向

根据调查，职工淋浴水及工作服清洗废水量约为 1.5t/d ，合计约 450t/a ，以上淋浴水和工作服清洗废水因沾染了放射性粉尘而带有放射性，该废水通过综合楼废水管道收集后送至铀钍厂房的废水处理站处理后回用于生产系统，不外排。

3) 雨水

厂区雨水设雨水排水沟收集，为实现清污分流，厂区受污染和可能受污染地

面初期雨水收集至厂区初期雨水收集池。

根据《有色金属工业环境保护工程设计规范》（GB50988-2014），初期雨水收集池容积计算公式为：

$$V_y = 1.2F \times I \times 10^{-3}$$

式中： V_y ——初期雨水收集池的容积， m^3 ；

F ——受污染场地面积， m^2 ；

I ——初期雨水量，有色金属冶炼按 15mm 考虑。

本项目初期雨水收集区主要考虑生产区和厂区道路，本次技改不新增厂房，不增加初期雨水收集面积，现有工程初期雨水汇水面积约为 16180 m^2 。初期雨水量按照地面 15mm 厚的降雨量计算，则初期雨水量为 242.7 m^3 /次。现有初期雨水容积为 50 m^3 ，容积无法满足要求，故本次技改需对初期雨水池扩容至 300 m^3 。初期雨水经收集后定期送入生产废水处理站一并处理后回用，不外排。

初期雨水按 5 天内处理完考虑。雨水收集池底泥在池内自然干化后人工清除，堆存或外运。

4) 雨污分流措施

目前厂区内已具有较为完备的雨污分流系统，本技改项目依托厂区内已有的雨污分流系统，厂区内初期雨水汇集至初期雨水池后处理，后期雨水经厂房外雨水收集沟收集到汇总至厂区东南角的雨水排放口，最终汇至厂区东南侧的东阳沱自然水体。

2.4.3 固体源项

（1）固体源项来源

项目固体废物主要有磷除杂渣、除放渣、泥状渣、更换的布袋、包装袋、污水处理中和渣、三效蒸发盐渣、废旧金属等。

其中磷除杂渣：含有较高放射性，主要是由于本项目原料伴生有放射性核素，放射性核素铀钍镭通过酸溶过程大部分富集于磷除杂渣中；除放渣：盐酸优溶滤液中加入硫酸铵和氯化钡进行除放射性、过滤后形成的渣即为除放渣；泥状渣：盐酸优溶过程中产出的固废即为泥状渣，该泥状渣放射性较高，主要是原料本身带有的放射性核素较高。更换的布袋、包装袋：来源于布袋除尘器和原料破损的

包装袋。固态源项具体情况见下表 2.4-4。

表 2.4-4 固态源项产生情况一览表

序号	名称	产生环节	技改前产生量 (t/a)	技改后产生量 (t/a)	变化量 (t/a)	暂存设施	处理方式
1	磷除杂渣	溶解除杂工序	400	295	-105	不暂存	除放渣送衡阳纽瑞特生物科技有限公司和衡阳居里同位素科技有限公司进一步提镭后同其他放射性固体废物一同交有资质单位外运处置。
2	除放渣	除放工序	350	245	-105	不暂存	
3	泥状渣	盐酸优溶-全溶工序	2747	1332	-1415	不暂存	
4	更换的布袋和包装袋	除尘工序、原料包装	3.64	4.37	+0.73	现有放射性固废库	
5	废水处理中和渣	生产废水处理	67	67	0	现有放射性固废库	
6	三效蒸发盐渣	生产废水处理	8.6	8.6	0	现有放射性固废库	
7	废旧金属	更换的阀、泵及管道等	1.8	1.8	0	现有放射性固废库	

(2) 固体源项放射性水平

本项目固体源项放射性水平如下。

表 2.4-5 固体废物放射性核素水平

项目	^{238}U (Bq/kg)	^{226}Ra (Bq/kg)	^{232}Th (Bq/kg)
磷除杂渣	44885	40983	158187
除放渣	143	1459	96327
泥状渣	17153	25140	3723

(3) 固体废物暂存库（低放渣库）

1) 低放渣库库容情况

厂区中部设有一座放射性固废库，分为泥状渣储存区、磷除杂渣储存区、除放渣储存区、铀除杂渣储存区和废水处理渣储存区。其中泥状渣储存区、磷除杂渣储存区、除放渣储存区位于钍产品库西侧。铀除杂渣储存区和废水处理渣储存区位于钍产品库东侧，主要储存铀钍资源回收生产线产生的铀除杂渣，以及两条生产线生产废水处理产生的污水处理中和渣和三效蒸发盐渣。现有工程固废库已实现分区分类存放，废布袋及废包装袋因产生量较少，故储存在泥状渣储存区，与泥状渣分隔。废旧金属则储存于盐酸泵房旁的废旧设备贮存区，待项目终产后运至审管部门认可的废旧金属处理中心处理。

厂区内低放渣库位于稀土厂房北侧，外形尺寸为长 37.5m，宽 15m，高 6.2m，

为半地埋式钢筋混凝土构筑物，地表高度约 1.5m，池体采用钢筋混凝土结构，内部设置耐酸砖，并刷防水涂料，池顶设进料口、运输通道。固体废物暂存平面布置及剖面示意图 2.4-2。

固体废物暂存库分为 3 个隔仓，分别为磷除杂渣区、除放渣区和泥状渣区。现有渣库对废渣进行分区堆放。单个隔仓内部尺寸为长 14.6m，宽 12.5m，高 5.6m，单个隔仓容积为 1022m³，故磷除杂渣区、除放渣区和泥状渣总容积为 3066m³。

单个隔仓内侧采用耐酸砖，并刷一层防腐材料，实现双层保护，同时库区地面采用 0.6m 厚的防水混凝土，混凝土抗渗等级 P8(渗透系数为 $2.61 \times 10^{-9} \text{cm/s}$)，防渗效果满足《伴生放射性物料贮存及固体废物填埋辐射环境保护技术规范（试行）》（HJ1114-2020），并刷防腐材料，固体废物暂存库外侧水泥采用渗透结晶型防水涂料，同时在库北侧设置地下水监测井。

废渣输送至顶端废渣转运车中，转运车依附库房顶部轨道前行。库房中各个储存池顶部留有进渣孔（进渣孔位于轨道之间），转运车装满废渣后，通过轨道前行至预定储存池顶部进渣孔正上方，旋开转运车上部螺旋，进行放渣操作；放渣后该转运车原路返回连廊下端，准备下一次放渣操作。固体废物暂存库采用常闭式顶盖板将进料口进行密封，仅在进料操作时打开顶盖，并开启全面通风系统维持库内微负压。

厂区已制定了《放射性废物安全管理规定》等公司内部伴生放射固体废物管理制度，并且建立了完整的伴生放射性固体废物台账规定。

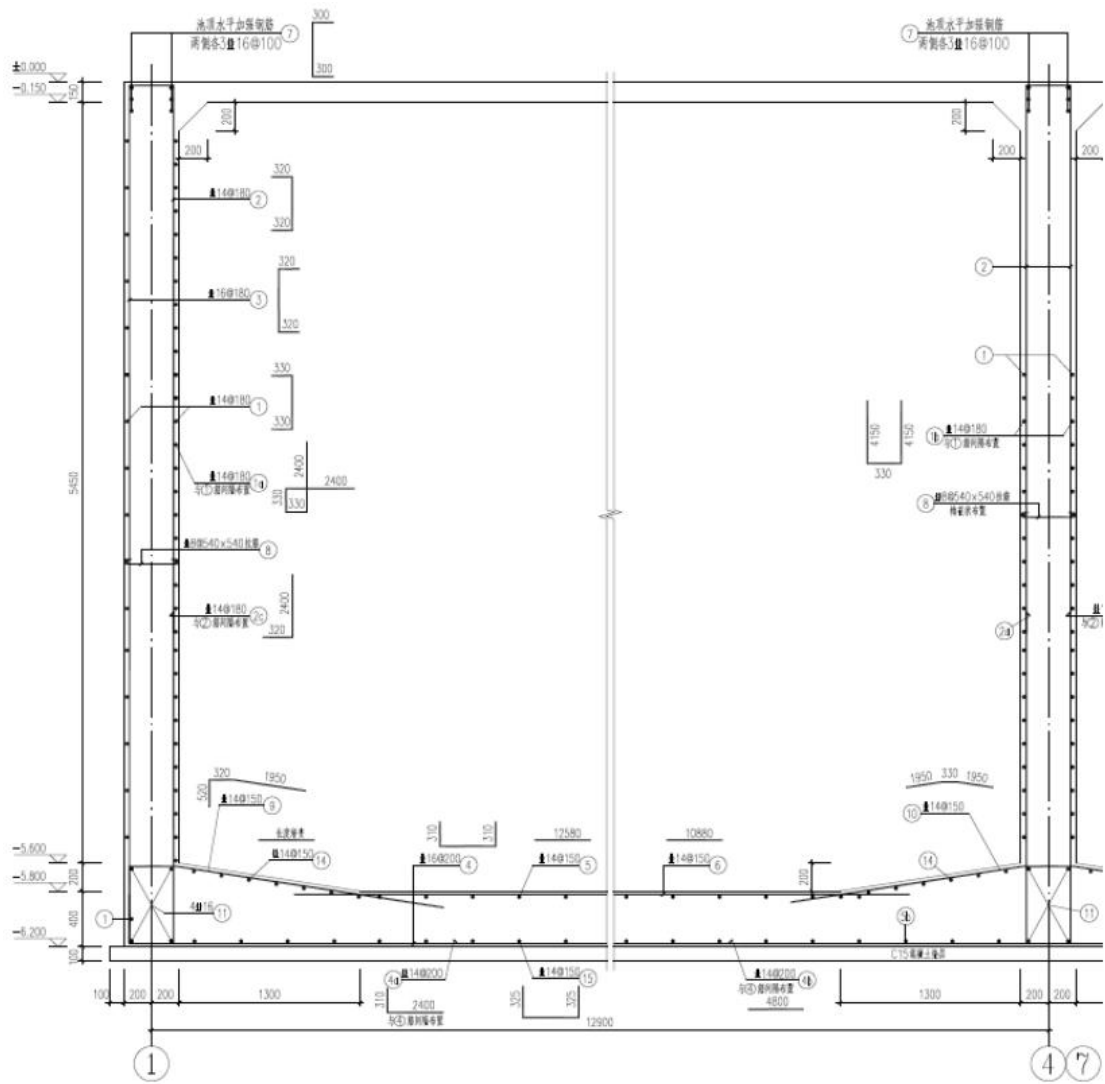


图 2.4-2 固体废物暂存库剖面示意图

3) 现有渣库依托可行性及废渣后期的处置方案

根据渣库建设情况，现有渣库设计暂存 10 年放射性废渣，固废库各区采用钢筋混凝土储池密封储存；库内铺设防腐耐酸砖，库区地面采用 P8 级防渗混凝土，厚度为 0.6m，渗透系数为 $2.61 \times 10^{-9} \text{cm/s}$ ，防渗效果满足《伴生放射性物料贮存及固体废物填埋辐射环境保护技术规范(试行)》(HJ1114-2020)，北侧设置地下水监测井 1 口。目前，渣库还剩库容量约为 5000 立方。本次技改完成后，稀土回收率由 91%提升至 94%，废渣将适量减少。原湖南共伴生资源(独居石)综合利用项目设计时，针对项目运行产生的放射性废渣处置鉴于当时国内无永久处置去向，因此在项目建设内容中仅设计废物暂存库，收储项目产生的放射性废物，待项目退役时再一并处理。鉴于本技改项目实施时，省内已建成并运行两座、江西一座、广东一座，共计四座伴生放射性矿废物永久处置库，故本项目产生的

放射性废物可依法转移至处置库处置，暂存库留做临时储存使用。

为了保证生产需求，对于后续放射性废渣处置去向问题，湘核新材已采取以下措施：湘核新材已与湖南中核绿谷环境科技有限公司签订放射性废物处置协议（见附件9），除放渣不暂存，送衡阳纽瑞特生物科技有限公司和衡阳居里同位素科技有限公司进一步提镭后，运回企业与泥状渣、磷除杂渣一同外运有资质的湖南省伴生矿物料综合处置库安全处置，上述两家接收单位的资质证明及委托处理协议详见附件9，以上两家公司的经营范围均明确包含“放射性固体废物处理、贮存、处置”的许可项目，具备放射性固体废物利用及处置的资质。目前，两家公司针对从放射性固体废物中提取镭的生产线尚处于环境影响评价阶段，为确保本企业产生的除放渣有明确、合法的去向，必须将环评审批作为前置条件，即两家公司的提镭生产线环评须在本企业废渣产生前取得批复，方可正式承接本企业的除放渣。湖南省伴生矿物料综合处置库位于衡东县大浦镇原核工业七一二矿用地范围内，该综合处置库的库容为6.0万 m^3 ，其中1号处置库库容5.85万 m^3 ，2号处置库库容0.15万 m^3 ，可处置伴生放射性物料11.16万t，主要接收处置湖南省内各伴生矿开发利用企业产生的放射性物料。目前，该项目完成环保验收并投入使用，综合以上分析，该综合处置库库容、接受物料种类等方面来说，均可满足后续废渣处置要求。

3) 渣库管理要求

①按规范对渣库通风换气。更换的布袋和包装袋，妥善存放渣库内。

②渣库管理上要求双人双锁，专人负责，无关人员不要进入仓库，尽量不在仓库及车间周围停留。对渣库严格执行台账制度，由专人负责，准确无误的登记放射性废渣来源去向。

③如果未来有关于低放射性废渣管理的法规、标准、政策文件颁布实施，建设单位严格按照相关规定对低放射性废渣进行管理。

为了有效控制暂存库内钍渣的外照射影响，湘核新材2024年对钍渣暂存库进行了屏蔽防护效果改造，对暂存库顶部进行了铅板屏蔽，通过屏蔽改造后，暂存库周边区域外照射剂量率大幅减低，有效地减少了从业人员的外照射剂量。

此外，为降低环保管控风险，湘核新材与中核绿谷签订废渣转运合同，并已通过省、市生态环境主管部门批准，自2025年起至今已转运废渣约3500吨，实现放射性固体废物闭环处置。

3 辐射环境质量现状

3.1 辐射环境本底调查

对于 γ 辐射剂量率、氡及其子体、地表水和地下水中的 U、Th、 ^{226}Ra 、土壤中的 U、Th、 ^{226}Ra 辐射环境本底调查均采用《中国环境天然放射性水平》（国家环境保护局，1995 年）衡阳地区的调查结果；对于地表水总 α 、总 β 、生物样中的本底调查则采用原专篇现状调查结果。

表 3.1-1 项目辐射环境本底值

介质	核素	测量值范围	来源
γ 辐射剂量率 (nGy/h)		29.4~147.2	《中国环境天然放射性水平》（国家环境保护局，1995 年）
环境空气	氡, Bq/m ³	3.3~40.6	《中国环境天然放射性水平》（国家环境保护局，1995 年）
	氡子体, $\mu\text{J}/\text{m}^3$	0.0154~0.114	《中国环境天然放射性水平》（国家环境保护局，1995 年）
气溶胶	^{210}Po , mBq/m ³	0.17-0.84	《气溶胶中 ^{210}Po 和 ^{210}Pb 含量年变化趋势探究》（喻正伟等，2017 年）
	^{210}Pb , mBq/m ³	0.8-3.8	《气溶胶中 ^{210}Po 和 ^{210}Pb 含量年变化趋势探究》（喻正伟等，2017 年）
地表水	U, $\mu\text{g}/\text{L}$	0.77~3.90	《中国环境天然放射性水平》（国家环境保护局，1995 年）
	Th, $\mu\text{g}/\text{L}$	0.03~0.07	《中国环境天然放射性水平》（国家环境保护局，1995 年）
	^{226}Ra , mBq/L	1.78~4.51	《中国环境天然放射性水平》（国家环境保护局，1995 年）
	总 α , Bq/L	0.11~0.22	原专篇现状调查结果
	总 β , Bq/L	0.15~0.29	原专篇现状调查结果
地下水	U, $\mu\text{g}/\text{L}$	1.22~12.67	《中国环境天然放射性水平》（国家环境保护局，1995 年）
	Th, $\mu\text{g}/\text{L}$	0.03~0.07	《中国环境天然放射性水平》（国家环境保护局，1995 年）
	^{226}Ra , mBq/L	0.25~9.55	《中国环境天然放射性水平》（国家环境保护局，1995 年）
	总 α , Bq/L	0.5	《地下水质量标准》（GB/T14848-2017）
	总 β , Bq/L	1.0	《地下水质量标准》（GB/T14848-2017）

土壤		^{238}U , Bq/kg	31.27~148.20	《中国环境天然放射性水平》(国家环境保护局, 1995 年)
		^{226}Ra , Bq/kg	35.12~100.90	《中国环境天然放射性水平》(国家环境保护局, 1995 年)
		^{232}Th , Bq/kg	9.69~226.30	《中国环境天然放射性水平》(国家环境保护局, 1995 年)
生物	粮食	$\text{U}_{\text{天然}}$, Bq/kg	0.05~0.12	原专篇现状调查结果
		^{226}Ra , Bq/kg	0.08~0.19	原专篇现状调查结果
		^{210}Po , Bq/kg	0.14~0.41	原专篇现状调查结果
	蔬菜及水果	$\text{U}_{\text{天然}}$, Bq/kg	10.1~17.51	原专篇现状调查结果
		^{226}Ra , Bq/kg	7.54~9.85	原专篇现状调查结果
		^{210}Po , Bq/kg	0.050~0.089	原专篇现状调查结果
	肉鱼虾类	$\text{U}_{\text{天然}}$, Bq/kg	0.32~0.43	原专篇现状调查结果
		^{226}Ra , Bq/kg	0.27~0.45	原专篇现状调查结果
		^{210}Po , Bq/kg	0.15~0.24	原专篇现状调查结果

3.2 辐射环境质量现状调查

3.2.1 调查目的

本次辐射环境质量现状调查主要引用企业 2025 年度辐射环境监测报告内容, 监测要素包括空气、陆地 γ 、地下水、土壤和生物。同时本次环评期间, 对气溶胶、地表水、底泥等相关检测因子进行了补充监测。

3.2.2 调查内容

根据《伴生放射性矿开发利用企业环境辐射监测及信息公开办法(试行)》、《辐射环境监测技术规范》(HJ61-2021)相关要求, 确定放射性环境现状调查内容, 主要包括:

表 3.2-1 监测方案

序号	监测介质	测量分析项目	监测点位	备注
1	陆地 γ	γ 辐射空气吸收剂量率	厂界四周、新华、民主、南陂村、生活区、谢家祠堂	数据来源于 2025 年度辐射环境监测报告
2	环境	氡及其子体、钍射气	新华村、民主村、南陂村、	数据来源于 2025 年度辐

	空气		谢家祠堂	射环境监测报告
3	气溶胶	总 α 、总 β 、 ^{210}Po 、 ^{210}Pb	厂界下风向	本次环评补充监测
4	地表水	$U_{\text{天然}}$ 、 ^{232}Th 、 ^{226}Ra 、 ^{210}Po 、 ^{210}Pb 、总 α 、总 β	排放口上游 500m、排放口下游 2000m、第一取水口	数据来源 2022 年二七二排污口上下游及第一取水口监测数据，Th 为本次补充取样监测
5	地下水	$U_{\text{天然}}$ 、 ^{232}Th 、 ^{226}Ra 、 ^{210}Po 、 ^{210}Pb 、总 α 、总 β	西眉井、跃进井、谢家井、茶场井	数据来源于 2025 年度辐射环境监测报告
6	土壤	U 、Th、 ^{226}Ra	新华村、民主村、南陂村	数据来源于 2025 年度辐射环境监测报告
7	底泥	U 、Th、 ^{226}Ra	排放口上游 500m、排放口下游 2000m、第一取水口	数据来源 2022 年二七二排污口上下游及第一取水口监测数据，Th 为本次补充取样监测
8	生物样	$U_{\text{天然}}$ 、 ^{226}Ra 、 ^{210}Po	新华社区、民主村、南陂村的包菜、水稻和鸡	数据来源于 2025 年度辐射环境监测报告

3.2.3 质量保证

3.2.3.1 监测设备仪器及器材

1) 所有参加监测的技术人员均参加过专业培训，经过上级部门考核，取得合格证书，并持证上岗操作；

2) 为确保监测数据的准确可靠，在水样、土样的采集运输保存实验室分析和数据计算的全过程均按照《水质 样品的保存和管理技术规定》、《水质 采样技术指导》、《环境核辐射监测中土壤样品采集与制备的一般规定》及《辐射环境监测技术规范》的要求进行；

3) 水样采集后用浓硝酸酸化到 pH 值为 1-2，水样、土样在实验室分析时采取密码平行样分析和空白分析等质控措施；

4) 所有监测及分析仪器均在有效检定期内，并参照有关计量检定规程定期校验和维护。

监测采用的仪器设备、监测分析方法及检出限等情况见下表。

表 3.2-2 监测因子采用仪器设备、分析测量方法及检出限

介质	监测项目	分析方法	仪器	检出限
空气	氦	GB/T14582-1993	RAD7	3.7Bq/m^3
	氦子体		NR-200A 氦子体连续测量仪	$0.0015\mu\text{J/m}^3$

介质	监测项目	分析方法	仪器	检出限
	钍射气		RTM1688-2	0-1mBq/m ³
	U _{天然}	GB12377-90	WGJ-III微量铀分析仪	0.02μg/L
	总α	EJ/T 1075-1998	低本底 α、β测量仪	0.1mBq/m ³
	γ辐射空气吸收剂量率	GB/T14583-1993	FH40G+FHZ 672E-10 便携式 X-Y 辐射周围当量率仪	10nGy/h
地表水、地下水	U _{天然}	HJ700-2014	ICP-MS	0.04μg/L
	²³² Th	HJ700-2014	ICP-MS	0.05μg/L
	²²⁶ Ra	GB11214-89	HD-2012 镭氮分析仪	8.8mBq/L
	²¹⁰ Po	HJ813-2016	BH1216III双路低本底α、β测量仪	0.001Bq/L
	²¹⁰ Pb	EJ/T 859-1994		0.01Bq/L
	总α	HJ898-2017	低本底α、β测量仪	0.016Bq/L
	总β			0.028Bq/L
土壤、底泥	U _{天然}	GB/T11743-2013	高纯锗γ能谱仪	1Bq/kg
	²³² Th			1Bq/kg
	²²⁶ Ra			1Bq/kg
生物	U _{天然}	GB/T16145-2020	HPGe 高纯锗伽马谱仪	1Bq/kg
	²³² Th	GB/T16145-2020	HPGe 高纯锗伽马谱仪	1Bq/kg
	²²⁶ Ra	GB11214-89	FD-125 氡钍分析仪	8.8mBq/kg(灰)
	²¹⁰ Po	HJ700-2014	ICP-MS	1mBq/kg(灰)
	²¹⁰ Pb	HJ700-2014	ICP-MS	10mBq/kg(灰)

根据《电离辐射监测质量保证通用要求》（GB 8999-2021），列出本所采取的质量保证措施如下：

3.2.3.2 质量管理体系

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》（HJ61-2021），以保证获得的测量结果和评价结论使当时的和以后的主管部门和使用部门确信是正确的。

针对监测过程，监测单位制定了严格的质量管理体系，主要包括以下内容：

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。现场监测不少于 2 名监测人员共同开展。

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、术语具备后人可读性；文件内容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，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。

3.2.3.3 计量器具

- (1) 本所均采用与监测目标要求相适应的测量仪器和设备。
- (2) 本所对电离辐射监测计量器具定期实行检定或校准。
- (3) 本所各种计量器具会进行定期维护、期间核查和（或）稳定性控制，使其计量学特性维持在规定限度内。
- (4) 本项目所使用自动监测设备具备数据保存功能。

3.2.3.4 样品的质量控制

(1) 样品采集满足《辐射环境监测技术规范》（HJ61-2021）要求。主要包括以下内容：

①气溶胶

a) 采样设备与过滤材料

气溶胶采集器，由滤膜夹具、流量调节装置和抽气泵等三部分组成。取样系统放置在闭锁的设备中，以防止受到气候的直接影响和意外受损。根据监测工作的实际需要选择滤纸，包括表面收集特性和过滤效率好的滤材。

b) 取样位置的选择

取样高度选在距地面或基础面约 1.5m 处。保持取样系统进气口和出气口之间有足够大的距离，以防止形成部分气流自循环。取样地点设置在厂区内，避免选择在异常微气象情况或其他由于人为因素的影响可能导致空气浓度偏高或偏低的地点，如公路旁或高大建筑物附近。

c) 采集方法

采样系统采用的流量计、温度计、湿度计、气压计均经过计量检定，确认性能良好后采用。

d) 样品预处理

本项目采用小型滤纸，将其小心装入稍大一些的测量盒中封盖好。

3.2.3.5 分析测量中的质量控制

(1) 本所针对样品的预处理和分析测量方法制定了完备的程序文件。样品的预处理和分析测量方法采用标准方法，或者经过验证过的其他方法。此外，还制定了相应的作业指导书，任何操作人员均不得擅自修改。

(2) 在分析测量操作过程中注意防止样品之间交叉污染。分析测量实验室

和仪器设备按样品中放射性核素种类及活度浓度大小分级使用。

(3) 为评定分析测量过程中产生的不确定度，了解测量结果的分散性，在条件许可的情况下多分析测量质量控制样品。

(4) 分析测量的每种质量控制样品数不低于分析测量总样品数的 5%，而且均匀地分布在每批样品之中。

(5) 准确配制载体和标准溶液，并根据其稳定性确定使用期限。在采购、领用试剂时，要注意检查质量，不合格者一律不得使用。

(6) 本所会定期对分析测量装置的性能进行核查，操作步骤应严格按作业指导书实施，分析测量装置性能稳定性检验的结果应予以记录。

3.2.3.6 原始记录

检测人员根据本单位制定和实施《数据处理通用作业指导书》对检测数据采集、记录、运算、修约、结果表达等作的规定和标准/规范中的规定进行记录。

3.2.3.7 质量保证核查

监测单位持有政府主管部门核发的检验检测机构资质认定证书，拥有气体样、水样、固体样等分析检测设备以及现场监测设备多台，能够满足监测的要求。

质量保证与质量控制严格执行国家环保局颁发的《环境监测技术规范》和国家有关采样、分析的标准及方法，实施全过程的质量保证。

3.2.4 布点原则

根据《辐射环境监测技术规范》（HJ61-2021）以及《伴生放射性矿开发利用企业环境辐射监测及信息公开办法（试行）》中相关要求进行的。

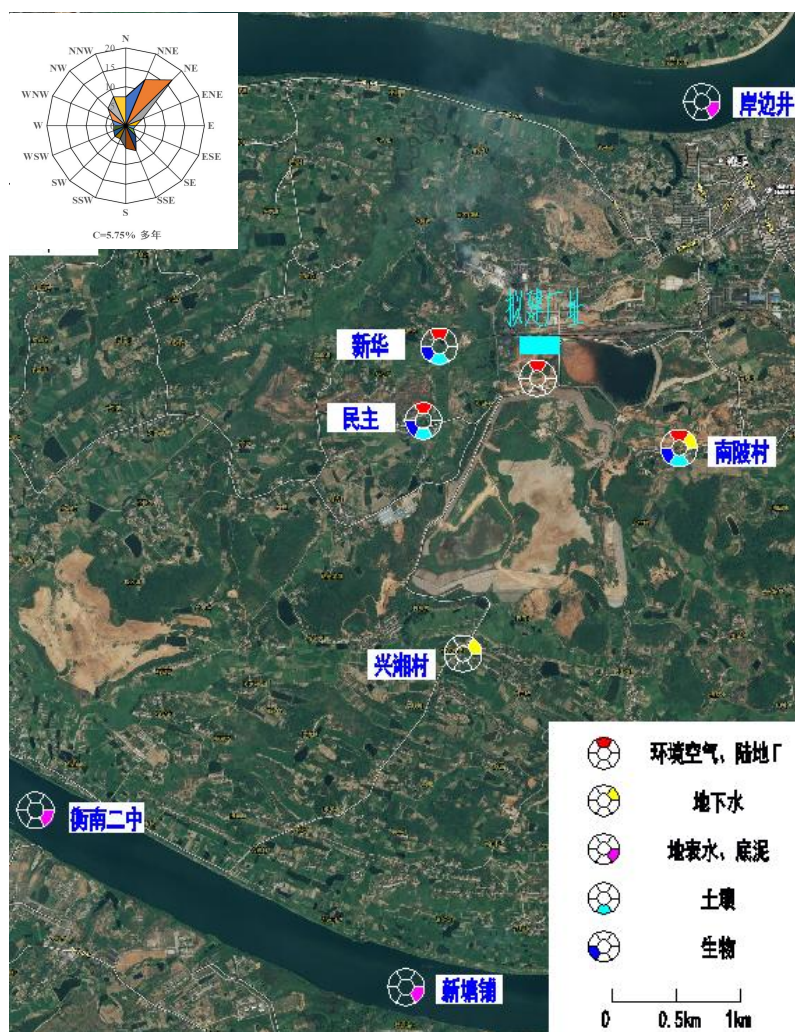


图 3.2-1 厂区建设前辐射环境现状监测取样布点图 (2015 年)



图 3.2-2 本次环评辐射环境现状监测取样布点图

3.2.5 辐射环境现状调查结果

3.2.5.1 γ辐射剂量率

根据 2018 年 10 月《辐射环境影响评价专篇》，项目未建设前于 2015 年 11 月 25 日～11 月 29 日对项目周边环境γ辐射剂量率进行监测，监测结果见表 3.2-3。本辐射专篇布点及检测方法根据《辐射环境监测技术规范》(HJ61-2021)、《环境γ辐射剂量率测量技术规范》（HJ1157-2021）和《伴生放射性矿开发利用企业环境辐射监测及信息公开办法（试行）》中相关要求。根据 2025 年度辐射环境监测报告内容，于 2025 年 12 月 30 日~2025 年 12 月 31 日，2026 年 1 月 6 日~2026 年 1 月 7 日对项目厂区周边进行γ辐射剂量率监测，周边环境及敏感点γ辐射剂量率水平调查报告见附件，结果见下表。

表 3.2-3 项目周边环境γ辐射剂量率监测结果

编号	检测地点描述	原专篇数值 (nGy/h)	项目监测数值 (μSv/h)	变化值(nGy/h)
1	厂界东面	/	0.18	/
2	厂界南面	/	0.26	/
3	厂界西面	/	0.12	/
4	厂界北面(临近 272 铀业)	/	0.24	/
5	新华社区	110~123	0.07	无显著性差异
6	民主村	83~93	0.08	无显著性差异
7	南陂村	90~110	0.11	无显著性差异
8	生活区	/	0.11	
9	谢家祠堂(对照点)	/	0.07	
原野γ辐射剂量率本底值 (nGy/h)		29.4~147.2		

根据表中数据，厂界四周及周边居民点环境中γ辐射剂量率范围为 0.07-0.26μSv/h，部分γ辐射剂量率略高于湖南省衡阳市γ辐射剂量率本底值（《中国环境天然放射性水平》国家环保局 1995，29.4-147.2nGy/h），但在本底值三倍以内。对比项目初期周边环境γ辐射剂量率监测结果可知，2025 年项目四周环

境中γ辐射剂量率与 2015 年比对无显著性差异。

3.2.5.2 环境空气

根据 2018 年 10 月《辐射环境影响评价专篇》，项目未建设前于 2015 年 11 月 25 日~11 月 29 日对项目周边环境及敏感点中氡及其子体、钍射气进行监测，监测结果见表 3.2-4。本辐射专篇布点及监测根据《辐射环境监测技术规范》（HJ61-2021）和《环境空气中氡的测量方法》（HJ 1212—2021）要求。根据 2023 年度辐射环境监测报告内容,于 2025 年 12 月 30 日~2025 年 12 月 31 日，2026 年 1 月 6 日~2026 年 1 月 7 日对项目周边范围内及最近居民点的氡及其子体、钍射气监测结果。根据现场测量，周边环境及敏感点中氡及其子体、钍射气报告见附件，结果见下表。

表 3.2-4 厂区周边空气氡及其子体、钍射气测量结果

序号	监测位置	监测值	氡 (Bq/m³)	氡子体 (μJ/m³)	钍射气 (Bq/m³)
1	新华社区	原专篇数值	6.25~12.5	0.023~0.025	12.5
		项目监测数值	17.6	10.9Bq/m³	12
		变化值	+0.6	无变化	+0.4
2	民主村	原专篇数值	6.25~12.5	0.017~0.021	12.5~25
		项目监测数值	13.5	10.4Bq/m³	17
		变化值	+2.4	无变化	无变化
3	南陂村	原专篇数值	6.25	0.015~0.018	12.5~25
		项目监测数值	<5.0	6.75Bq/m³	17
		变化值	+12.85	+0.004	无变化
4	生活区	项目监测数值	17.6	<3.8Bq/m³	<5.0
5	谢家祠堂（对照点）	项目监测数值	13.5	8.78Bq/m³	18
6	本底值	/	3.3~40.6	0.0154~0.114	/

由上表可见，项目所在位置及周边村庄的氡浓度为<5.0~17.6Bq/m³、氡子体为<3.8~10.9Bq/m³，厂界周边空气中氡浓度及其子体与《中国环境天然放射性水平》中全国室外空气中氡浓度范围值（3.3-40.6Bq/m³）、氡子体范围值

(0.0154-0.114 $\mu\text{J}/\text{m}^3$) 处于同一水平。钍射气为 $<5.0\sim 18\text{Bq}/\text{m}^3$ ，对比项目初期周边环境及敏感点中氡及其子体、钍射气监测结果可知，周边环境及敏感点中氡及其子体、钍射气有所浮动，但变化不大，基本保持在同一水平范围内。

3.2.5.3 气溶胶

根据《辐射环境监测技术规范》（HJ61-2021）中的相关要求，本项目于2024年1月5日对厂界周边进行了气溶胶进行了补充取样分析，监测项目为总 α 、总 β 、 ^{210}Po 、 ^{210}Pb 。周边环境气溶胶核素分析报告见附件，结果见下表。

表 3.2-5 项目气溶胶核素分析结果

监测名称	总 α Bq/m^3	总 β Bq/m^3	^{210}Po mBq/m^3	^{210}Pb mBq/m^3
气溶胶	3.25	7.16	0.534	3.16
本底值	/	/	0.17-0.84	0.8-3.8

根据上表，周边环境气溶胶中总 α 为 $3.25\text{Bq}/\text{m}^3$ ，总 β 为 $7.16\text{Bq}/\text{m}^3$ ， ^{210}Pb 浓度为 $0.534\text{Bq}/\text{m}^3$ ， ^{210}Po 浓度为 $3.16\text{Bq}/\text{m}^3$ 。核素 ^{210}Po 和 ^{210}Pb 的含量相较于文献《气溶胶中 ^{210}Po 和 ^{210}Pb 含量年变化趋势探究》中 ^{210}Po 和 ^{210}Pb 含量较低（由于无当地环境气溶胶中 ^{210}Po 和 ^{210}Pb 参考值，故参照文献《气溶胶中 ^{210}Po 和 ^{210}Pb 含量年变化趋势探究》（喻正伟等，2017年）中气溶胶 ^{210}Po 浓度范围为 $0.17\text{-}0.84\text{ mBq}/\text{m}^3$ ， ^{210}Pb 浓度范围为 $0.8\text{-}3.8\text{ mBq}/\text{m}^3$ ）。

3.2.5.4 地表水

根据《辐射环境监测技术规范》（HJ61-2021）和《伴生放射性矿开发利用企业环境辐射监测及信息公开办法（试行）》中的相关要求，需对周边河流进行检测。本项目放射性废水经收集后进入废水处理装置处理后回用于生产系统，不外排；生活污水经厂区设置的生活污水处理设施处理后进入二七二污水处理站处理后通过二七二污水排口外排湘江，本次环评收集了2022年1月18日二七二污水排放口上下游及第一取水口的监测数据，同时本次2024年1月5日对地表水中的核素Th进行了补充取样分析。

周边环境及敏感点中地表水分析报告见附件，结果见下表。

表 3.2-6 项目地表水核素分析结果

序号	测点位置	U ($\mu\text{g}/\text{L}$)	Th($\mu\text{g}/\text{L}$)	^{226}Ra (mBq/L)	总 α (Bq/L)	总 β (Bq/L)	^{210}Pb (Bq/L)	^{210}Po (Bq/L)
1	排放口上游	0.00057	0.05	0.016	0.022	0.089	0.003	0.008

序号	测点位置	U (μg/L)	Th(μg/L)	²²⁶ Ra (mBq/L)	总α (Bq/L)	总β (Bq/L)	²¹⁰ Pb (Bq/L)	²¹⁰ Po (Bq/L)
	500m							
2	排放口下游2000m	0.00056	0.05	0.002	0.019	0.085	0.002	0.006
3	第一取水口	0.00056	/	0.003	0.021	0.097	0.003	0.004
4	湖南省湘江流域(中游)本底值	0.77~3.90	0.03~0.07	1.78~4.51	0.11~0.22	0.15~0.29	/	/

根据 2018 年 10 月《辐射环境影响评价专篇》，项目未建设前于 2015 年 11 月 25 日~11 月 29 日对项目周边地表水进行监测，监测结果见下表。

表 3.2-7 原专篇地表水核素分析结果

序号	测点位置	U (μg/L)	Th(μg/L)	²²⁶ Ra (mBq/L)	总α (Bq/L)	总β (Bq/L)	²¹⁰ Pb (Bq/L)	²¹⁰ Po (Bq/L)
1	新塘铺	0.87	1.76	14.58	0.15	0.19	6.16	5.8
2	衡南二中	0.85	4.23	13.79	0.22	0.29	5.92	6.13
3	岸边井	0.65	4.46	10.60	0.11	0.15	4.88	4.63

地表水采集厂界周边水样，并对其中的 U、Th、²²⁶Ra、总α、总β、²¹⁰Pb、²¹⁰Po 含量进行分析。由表中数据可以看出：地表水中 U、Th、²²⁶Ra 含量与湖南省湘江流域（中游）水体处于同一水平（《中国环境天然放射性水平》国家环保局 1995）。由于建厂前与本次现状监测点位不在同一点位，不具有可比性，故本次不对地表水变化情况做比较。

3.2.5.5 地下水

根据 2018 年 10 月《辐射环境影响评价专篇》，项目未建设前于 2015 年 11 月 25 日~11 月 29 日对项目地下水进行监测，监测结果见下表。

表 3.2-8 原专篇地下水核素分析结果

项目	U (μg/L)	Th (μg/L)	²²⁶ Ra (mBq/L)	²¹⁰ Pb (Bq/L)	²¹⁰ Po (Bq/L)
南陂村	2.4	6.23	36.28	11.58	9.45
兴湘村	1.15	1.98	20.73	2.22	2.01

根据《辐射环境监测技术规范》（HJ61-2021）和《伴生放射性矿开发利用企业环境辐射监测及信息公开办法（试行）》中的相关要求，需对最近居民点井水水源开展监测。本项目引用企业年度辐射环境监测报告内容，于 2025 年 12 月 30 日~2025 年 12 月 31 日，2026 年 1 月 6 日~2026 年 1 月 7 日取西眉村井

水、跃进村井水、谢家村井水和茶场村井水作为本项目的辐射环境现状数据。周边环境及敏感点中地下水分析报告见附件，结果见下表。

表 3.2-9 项目地下水核素分析结果

项目	U (μg/L)	Th (μg/L)	²²⁶ Ra (Bq/L)	²¹⁰ Pb (Bq/L)	²¹⁰ Po (Bq/L)
西眉村井水	0.12	0.51	0.036	<0.005	0.003
跃进村井水	0.15	0.49	0.035	<0.005	0.003
谢家村井水	0.22	0.46	0.024	<0.005	0.003
茶场村井水	0.17	0.48	0.028	<0.005	0.001
本底值	1.22~12.67	0.03~0.07	0.25~9.55mBq/L	/	/

地下水采集厂区内井水水样，并对其中的 U、Th、²²⁶Ra、²¹⁰Pb、²¹⁰Po 含量进行分析，由表中数据可以看出：地下水中 U 的范围为 0.12-0.22 μg/L、Th 的范围 0.46-0.51 μg/L，²²⁶Ra 范围为 0.024-0.036Bq/L。周边环境及敏感点中地下水样品中 U 的含量与湖南省衡阳市地下水中天然核素本底处于同一水平，部分地下水的 ²²⁶Ra 含量略高于本底范围，但在本底值的 3 倍范围内，地下水的 Th 含量与建厂前监测值保持在同一水平。

3.2.5.6 土壤

根据 2018 年 10 月《辐射环境影响评价专篇》，项目未建设前于 2015 年 11 月 25 日~11 月 29 日对项目周边环境及敏感点中土壤进行监测，监测结果见表 3.2-10。根据《辐射环境监测技术规范》（HJ61-2021）中的要求，本辐射专篇引用企业 2025 年度的辐射环境监测报告内容，于 2025 年 12 月 30 日~2025 年 12 月 31 日，2026 年 1 月 6 日~2026 年 1 月 7 日对项目建设场所及周围土壤监测结果。周边环境及敏感点中土壤核素分析报告见附件，结果见下表。

表 3.2-10 项目厂界及周边土壤核素分析结果（单位：Bq/kg）

序号	采样点	监测值	²³⁸ U	²³² Th	²²⁶ Ra
1	新华社区	原专篇数值	110.53	8.48	99.42
		项目监测数值	127	78.0	57.6
		变化值	+16.47	+69.52	-41.82
2	民主村	原专篇数值	125.18	5.21	97.15
		项目监测数值	192	81.3	70.1
		变化值	+66.82	+76.09	-27.05
3	南陂村	原专篇数值	135.52	8.94	108.44
		项目监测数值	126	86.9	54.3
		变化值	-9.52	+77.96	-54.14
本底值		/	31.27~148.20	35.12~100.90	9.69~226.30

由表可看出：土壤中核素的分析主要对厂界及周边土壤土样中 ^{238}U 、 ^{232}Th 、 ^{226}Ra 进行采集分析，经分析土壤中天然核素 ^{238}U 范围为 126~192Bq/kg， ^{232}Th 范围为 78.0~86.9Bq/kg， ^{226}Ra 范围为 54.3~70.1 Bq/kg。根据《中国环境天然放射性水平》（国家环保局 1995），湖南省土壤中天然核素本底采用：核素 ^{238}U 比活度 31.27~148.20Bq/kg、核素 ^{232}Th 比活度为 35.12~100.90Bq/kg、核素 ^{226}Ra 比活度为 9.69~226.30Bq/kg，周边环境及敏感点中土壤样品中 ^{238}U 、 ^{232}Th 、 ^{226}Ra 的含量与湖南省衡阳市土壤中天然核素本底处于同一水平。对比项目初期周边环境及敏感点中土壤结果可知，周边环境及敏感点中土壤中 ^{238}U 、 ^{226}Ra 核素变化不大， ^{232}Th 核素略有增加，但都处于湖南省土壤中天然核素本底范围值内。

3.2.5.7 底泥

根据《辐射环境监测技术规范》（HJ61-2021）中的要求，本次环评收集了 2022 年 1 月 28 日二七二污水排放口上下游及第一取水口的底泥监测数据，2024 年 1 月 5 日对以上点位底泥补充采样检测核素 Th。周边环境及敏感点中底泥核素分析报告见附件，结果见下表。

表 3.2-11 厂区周边水域底泥核素分析结果

序号	采样点位描述	^{238}U	^{232}Th	^{226}Ra
		Bq/kg	Bq/kg	Bq/kg
1	排放口上游 500m	97.58	134.7	82.9
2	排放口下游 2000m	91.61	123.3	86.6
3	第一取水口	71.10	/	85.7

根据 2018 年 10 月《辐射环境影响评价专篇》，项目未建设前于 2015 年 11 月 25 日~11 月 29 日对项目底泥进行监测，监测结果见下表。

表 3.2-12 原专篇底泥核素分析结果

序号	采样点位描述	^{238}U	^{232}Th	^{226}Ra
		Bq/kg	Bq/kg	Bq/kg
1	新塘铺	82.40	11.35	69.33
2	衡南二中	101.66	5.32	80.47
3	岸边井	89.09	5.62	88.31

根据上表结果，本项目监测厂区周边底泥核素中 ^{238}U 范围在 97.58-71.10

Bq/kg，²³²Th 范围在 123.3-134.7Bq/kg，²²⁶Ra 范围在 82.9-86.36Bq/kg。由于建厂前与本次现状监测点位不在同一点位，不具有可比性，故本次不对底泥变化情况做比较。

3.2.5.8 生物样

根据《辐射环境监测技术规范》（HJ61-2021）中的要求，本辐射专篇引用企业 2025 年度的辐射环境监测报告内容，于 2025 年 12 月 30 日~2025 年 12 月 31 日，2026 年 1 月 6 日~2026 年 1 月 7 日对周边村庄采集的生物样品（大米、蔬菜、鸡）中放射性核素浓度监测结果见表 3.2-13。根据 2018 年 10 月《辐射环境影响评价专篇》，项目未建设前于 2015 年 11 月 25 日~11 月 29 日对项目生物样进行监测，监测结果见表 3.2-14。《食品中放射性物质限制浓度标准》（GB14882-94）中关于不同食品中核素浓度限值见表 3.2-15。

表 3.2-13 项目生物样中核素含量

取样点	单位	检测项目		
		²³⁸ U	²³² Th	²²⁶ Ra
新华社区（包菜）	Bq/kg	0.73	1.60	0.29
民主村（包菜）	Bq/kg	<0.42	0.40	3.27
南陂村（包菜）	Bq/kg	<0.42	0.72	1.53
新华社区（水稻）	Bq/kg	<0.42	<0.24	0.12
民主村（水稻）	Bq/kg	4.48	1.24	1.44
南陂村（水稻）	Bq/kg	4.10	3.07	2.10
新华社区（鸡）	Bq/kg	<0.42	<0.24	0.33
民主村（鸡）	Bq/kg	<0.42	0.33	<0.21
南陂村（鸡）	Bq/kg	<0.42	<0.24	0.37

表 3.2-14 原专篇生物样中核素含量

点位 监测项目	民主			新华			南陂村		
	大米	蔬菜	鸡	大米	蔬菜	鸡	大米	蔬菜	鸡
U _{天然} , Bq/kg	0.05	17.51	0.32	0.12	10.1	0.43	0.11	11.37	0.36
²³² Th, Bq/kg	0.06	0.51	0.28	0.02	0.91	0.37	0.12	0.54	0.13
²²⁶ Ra, Bq/kg	0.08	9.85	0.27	0.19	7.54	0.31	0.15	9.36	0.45
²¹⁰ Po, Bq/kg	0.41	0.070	0.15	0.20	0.050	0.24	0.14	0.089	0.21

^{210}Pb , Bq/kg	0.48	0.082	0.19	0.22	0.078	0.32	0.23	0.10	0.28
---------------------------	------	-------	------	------	-------	------	------	------	------

表 3.2-15 《食品中放射性物质限值浓度标准》规定限值

品种	U _{天然} , mg/kg	折算 ^{238}U , Bq/kg	Th _{天然} , mg/kg	折算 ^{232}U , Bq/kg	^{226}Ra , Bq/kg	^{210}Po , Bq/kg
粮食	1.9	23.6	1.2	4.85	14	6.4
蔬菜及水果	1.5	18.6	0.96	3.88	11	5.3
肉鱼虾类	5.4	67.1	3.6	14.56	38	15

对比表 3.2-13 中可以看出,周边居民点生物样品中 ^{238}U 、 ^{232}Th 、 ^{226}Ra 、 ^{210}Po 含量均低于《食品中放射性物质限制浓度标准》(GB14882-94)中相应种类食品的规定限值。对比项目未建设前周边村庄采集的生物样品(大米、蔬菜、鸡)中放射性核素浓度结果可知,生物样品(蔬菜、鸡)中放射性核素浓度变化不大。

3.3 辐射环境质量现状分析

根据《辐射环境监测技术规范》(HJ61-2021)和《伴生放射性矿开发利用企业环境辐射监测及信息公开办法(试行)》相关要求开展了现场监测、取样。调查结果总结如下:

1) γ 辐射剂量率:厂界四周及周边居民点环境中 γ 辐射剂量率范围为0.07-0.26 $\mu\text{Sv/h}$,部分 γ 辐射剂量率略高于湖南省衡阳市 γ 辐射剂量率本底值(《中国环境天然放射性水平》国家环保局 1995, 29.4-147.2nGy/h),但在本底值三倍以内。对比项目初期周边环境 γ 辐射剂量率监测结果可知,2025 年项目四周环境中 γ 辐射剂量率与 2015 年比对无显著性差异。

2) 氡浓度:项目所在位置及周边村庄的氡浓度为 $<5.0\sim 17.6\text{Bq/m}^3$ 、氡子体为 $<3.8\sim 10.9\text{Bq/m}^3$,厂界周边空气中氡浓度及其子体与《中国环境天然放射性水平》中全国室外空气中氡浓度范围值($3.3\sim 40.6\text{Bq/m}^3$)、氡子体范围值($0.0154\sim 0.114\mu\text{J/m}^3$)处于同一水平。钍射气为 $<5.0\sim 18\text{Bq/m}^3$,对比项目初期周边环境及敏感点中氡及其子体、钍射气监测结果可知,周边环境及敏感点中氡及其子体、钍射气有所浮动,但变化不大,基本保持在同一水平范围内。

3) 气溶胶:周边环境中气溶胶中总 α 为 3.25Bq/m^3 ,总 β 为 7.16Bq/m^3 , ^{210}Pb 浓度为 0.534Bq/m^3 , ^{210}Po 浓度为 3.16Bq/m^3 。核素 ^{210}Po 和 ^{210}Pb 的含量相较

于文献《气溶胶中 ^{210}Po 和 ^{210}Pb 含量年变化趋势探究》中 ^{210}Po 和 ^{210}Pb 含量较低（由于无当地环境气溶胶中 ^{210}Po 和 ^{210}Pb 参考值，故参照文献《气溶胶中 ^{210}Po 和 ^{210}Pb 含量年变化趋势探究》（喻正伟等，2017 年）中气溶胶 ^{210}Po 浓度范围为 0.17-0.84 mBq/m³， ^{210}Pb 浓度范围为 0.8-3.8 mBq/m³）。

4) 地表水：地表水中 U、Th、 ^{226}Ra 含量与湖南省湘江流域（中游）水体处于同一水平（《中国环境天然放射性水平》国家环保局 1995），地表水中总 α 、总 β 与原专篇现状调查结果保持同一水平，无显著差异性变化。

5) 地下水：地下水中 U 的范围为 0.12-0.22 $\mu\text{g/L}$ 、Th 的范围 0.46-0.51 $\mu\text{g/L}$ ， ^{226}Ra 范围为 0.024-0.036 Bq/L。周边环境及敏感点中地下水样品中 U 的含量与湖南省衡阳市地下水中天然核素本底处于同一水平，部分地下水的 ^{226}Ra 含量略高于本底范围，但在本底值的 3 倍范围内，地下水的 Th 含量与建厂前监测值保持在同一水平。

6) 土壤：土壤中天然核素 ^{238}U 范围为 126~192 Bq/kg， ^{232}Th 范围为 78.0~86.9 Bq/kg， ^{226}Ra 范围为 54.3~70.1 Bq/kg。根据《中国环境天然放射性水平》（国家环保局 1995），湖南省土壤中天然核素本底采用：核素 ^{238}U 比活度 31.27~148.20 Bq/kg、核素 ^{232}Th 比活度为 35.12~100.90 Bq/kg、核素 ^{226}Ra 比活度为 9.69~226.30 Bq/kg，周边环境及敏感点中土壤样品中 ^{238}U 、 ^{232}Th 、 ^{226}Ra 的含量与湖南省衡阳市土壤中天然核素本底处于同一水平。对比项目初期周边环境及敏感点中土壤结果可知，周边环境及敏感点中土壤中 ^{238}U 、 ^{226}Ra 核素变化不大， ^{232}Th 核素略有增加，但都处于湖南省土壤中天然核素本底范围值内。

7) 底泥：本项目监测厂区周边底泥核素中 ^{238}U 范围在 97.58-71.10 Bq/kg， ^{232}Th 范围在 123.3-134.7 Bq/kg， ^{226}Ra 范围在 82.9-86.36 Bq/kg。由于建厂前与本次现状监测点位不在同一点位，不具有可比性，故本次不对底泥变化情况做比较。

8) 生物样：本项目周边居民点生物样品中 $\text{U}_{\text{天然}}$ 、 ^{226}Ra 、 ^{210}Po 含量均低于《食品中放射性物质限制浓度标准》（GB14882-94）中相应种类食品的规定限值。对比项目未建设前周边村庄采集的生物样品（大米、蔬菜、鸡）中放射性核素浓度结果可知，生物样品（蔬菜、鸡）中放射性核素浓度变化不大。

4 辐射环境影响分析

4.1 厂址特征参数

4.1.1 地理位置

白沙绿岛高新技术产业开发区位于衡阳市南部，主要涉及衡阳市珠晖区东阳渡街道内所辖新塘村、高栗村、荷曙村、东阳渡村、光辉村、新坪村、兴湘村、沿兴村等。

衡阳位于湖南省中南部，湘江中游，衡山之南。地处东经 $110^{\circ}32'16'' \sim 113^{\circ}16'32''$ ，北纬 $26^{\circ}07'05'' \sim 27^{\circ}28'24''$ 。东邻株洲、攸县、安仁；南界永兴、桂阳；西接冷水滩、祁阳、东安、邵阳、邵东；北靠双峰、湘潭。南北长 150km、东西宽 173km。衡阳市总面积 15310km^2 ，合 153.10 万公顷，按地形分，山地占总面积的 21%，丘陵占 27%，岗地占 27%，平原占 21%，水面占 4%，总面积占全省土地面积 7%。交通便利。

拟建项目位于白沙绿岛高新技术产业开发区中部区域，项目具体地理位置见图 4.1-1。

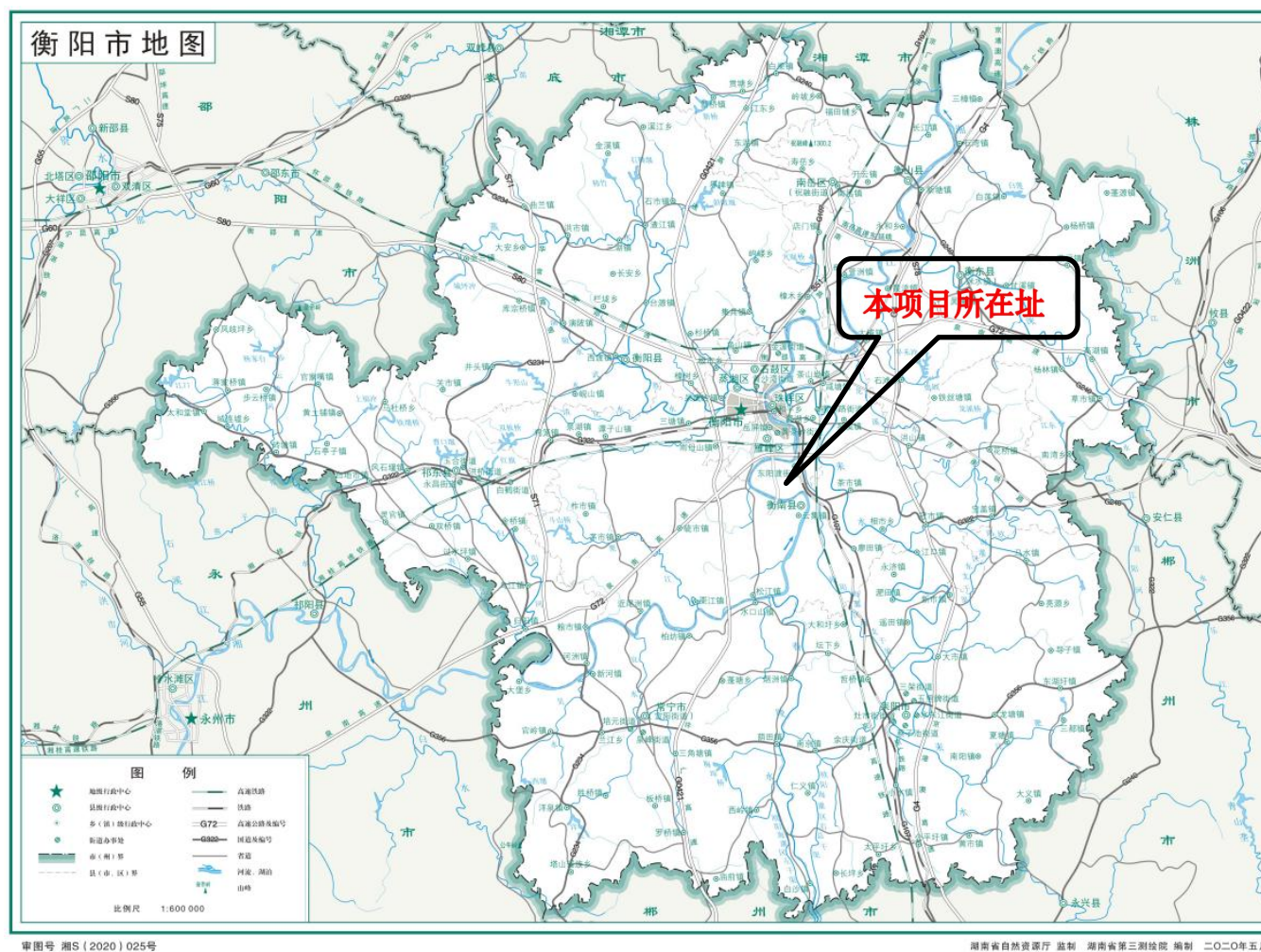


图 4.1-1 项目地理位置示意图

4.1.2 地形、地貌

评价区域内地区处于湖南省凹型盆地的轴带部分，周围环绕着古老岩层，形成断续环带状的岭脊土地。内部大面积白垩系和下第三系红层的红色丘陵台地，构成典型的盆地地貌。整个地势由西南向东北复合倾斜，而盆地由四周向中部降低，地形比降为 7.9‰。该地区四周山、丘围绕，中部平、岗交错，地貌类型多样，以岗丘为主。厂区属丘陵地形，在子午线方向被深峡谷分割，谷底为稻田，丘陵顶为缓坡，坡度为 5~15°，绝对标高 75~85m。根据厂址区域的海拔数据形成的高程图见图 4.1-2。

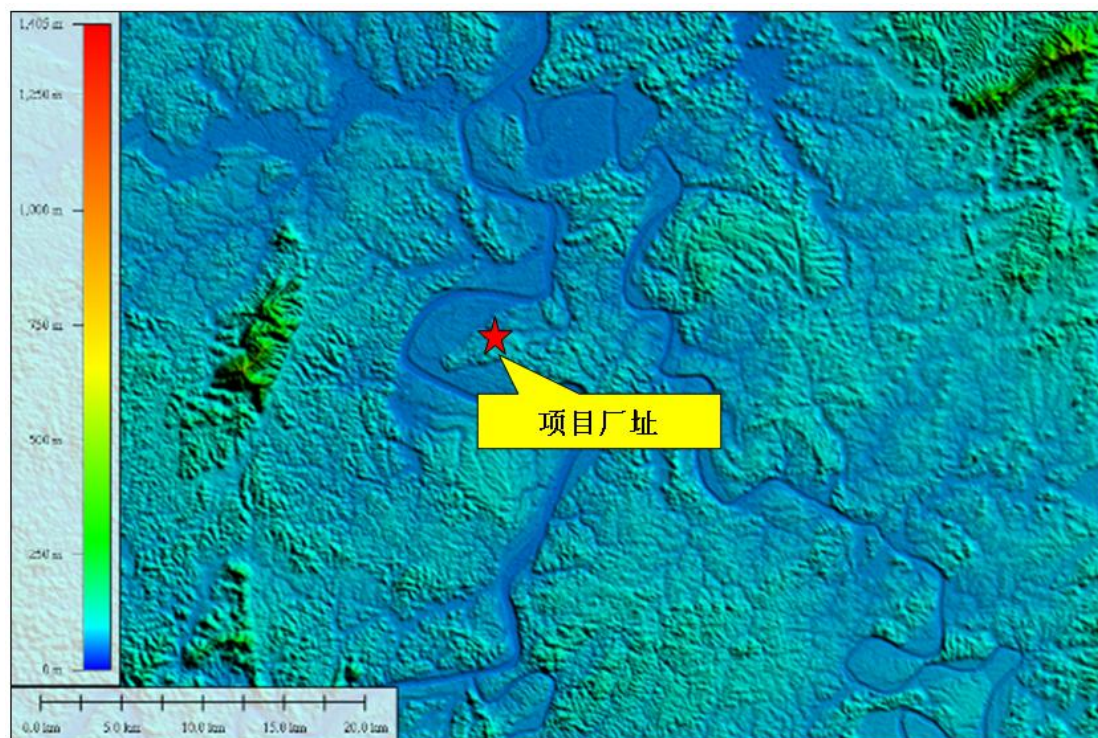


图 4.1-2 本项目厂址区域高程图

4.1.3 工程地质

评价区域在地质构造上处在衡东-茅桐桥 NE 向构造带西南部的保合圩盆形向斜南东翼，陈家老屋-长岭铺 NE 向区域断裂带的西南端。出露和分布的地层主要有第三系古新统东塘组、始新统霞流市组、第四系更新统和全新统。

厂址地层土层由人工填土层和河流冲积层组成，由上而下分述如下：

- 1) 杂填土：杂色，主要成分为粘性土，含大量的砖块、砾石块、石灰渣、

煤渣砂子等，处于稍密—松散、湿润状态。厚度在 0.9~2.7m。

2) 素填土：桔红色，成分为粘性土，少量的砂、砾石，局部底部有薄层淤泥，处于松散—稍密、可塑、湿润状态。该层厚度 1.1~2.9m。

3) 粉质粘土：桔红色，为第四系全新统河流冲积形成，土体呈花斑状，局部含有少量石英砾石。该层上、中部处于坚硬、稍湿状态，下部处于硬塑、湿润状态，层厚度为 6.8~9.8m。

4) 粉土：黄色，为第四系全新统河流冲积形成，含砂粒，下部含有砾石，处于可塑、湿润状态。该层厚度 2.4~3.3m。

5) 卵石层：褐黄色，为第四系全新统河流冲积形成，卵石直径 20~70mm，中砂、细砂充填。

4.1.4 水文地质

1) 区域水文地质

项目所在地三面为湘江环绕，根据核工业北京地质研究院利用同位素示踪法试验的结果，区域地下水的流向基本是从东到西，从尾矿库放射状地向湘江排泄。区域内主要出露地层由下至上为下第三系古新统东塘组（E1d），下第三系新统霞流市组茶山坳段（E2+3X'）及第四统（Q4），主要地层岩性为红层，碎屑岩类及第四系松散岩类，地下水主要赋存于这些岩石的裂隙溶、溶孔及孔隙中。

区域内含水层自上而下共 3 层：第一层为第四系松散岩类孔隙潜水层，第二层为下第三系霞流市组泥岩风化裂隙溶孔承压含水层，第三层为下第三系东塘组砂岩孔隙承压含水层。第四系松散岩类孔隙潜水层主要分布于湘江沿岸的 I、II、III 级阶地。

I 级阶地的含水岩组为全新统砂卵石层，属富水层；II 级阶地的含水岩组由全新统及更新统砂卵石砂砾石组成，属富水层中等的含水岩组；III 级阶地的含水岩组主要由冲洪积、残积及坡积层组成，为水量贫乏的含水岩层。

下第三系霞流市组泥岩风化裂隙溶孔承压水上部富水性一般较弱，下部一般富水性中等或贫乏。

下第三系东塘组砂岩孔隙承压水主要受砂岩层位和裂隙发育程度的控制，该类岩石如为钙质泥质胶结，则可形成富水性中等的孔隙承压水；如为钙质硅质胶

结时，储水条件差，故水量一般不大。区域水文地质剖面见图 2-3。

2) 厂址水文地质

厂址水文地质条件简单，上部杂填土含水量的上层滞水，粘土层为相对隔水层，卵石层含孔隙水。场地地下水动态受季节变化影响较大，向湘江排泄，地下水位标高在 74.95~75.72m 之间，地下水埋深 8.0~10m。

评价区域地下水主要赋存于岩石裂隙、溶孔及孔隙中，水文地质条件简单，上部杂填土含少量的上层滞水，粘土层为相对隔水层，卵石层含孔隙水。场地地下水动态受季节变化影响较大，根据核工业北京地质研究院利用同位素示踪试验，该区域的地下水流向基本为由东向西，呈辐射状向湘江排泄。地下水贮存于第四系地层中，地下水主要补给源为大气降水。

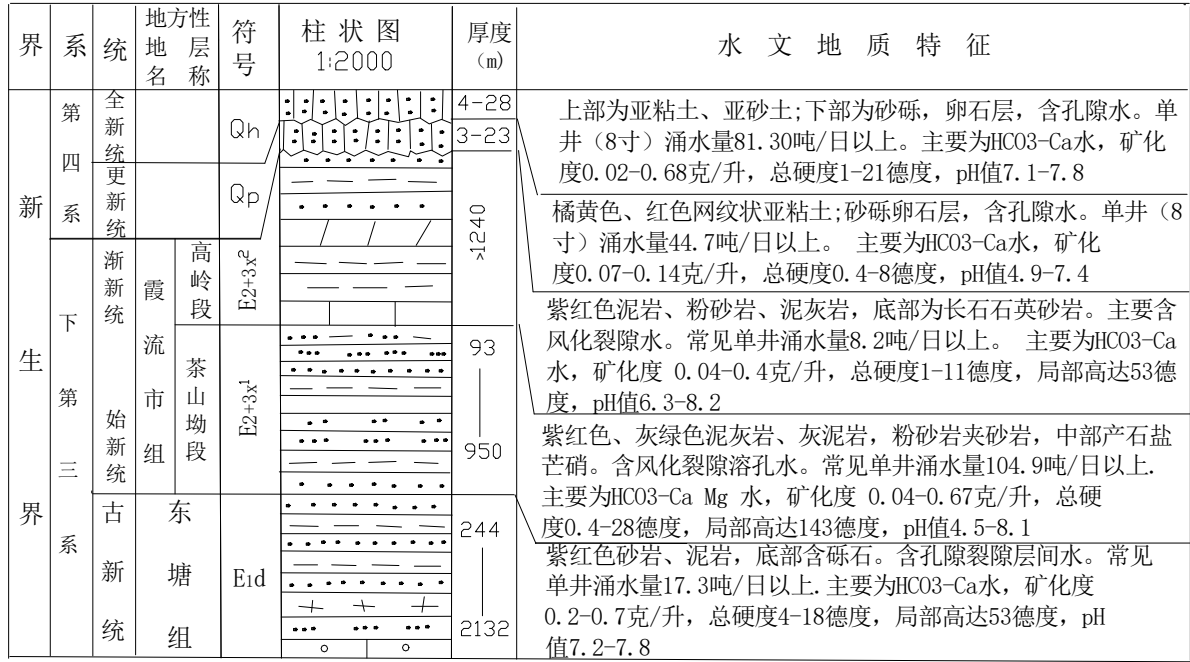


图 4.1-3 区域水文地质综合柱状剖面图

4.1.5 地表水系

本项目附近主要的河流为湘江。湘江发源于广西临桂县海洋坪龙门界，径流原称海洋河，至兴安以灵渠分水与漓江沟通，兴安以下始称湘江。湘江干流全长 856km，自祁东县归阳镇入境，依次流经祁东县、衡南县、常宁市、市区、衡阳县、衡山县和衡东县，境内长为 226km。湘江沿岸多为起伏的丘陵，有局部盆地错落其间，湘江河床基底为第三纪红色岩层，河床基本呈矩形。衡阳地区境内

以湘江为主干，形成树状水网，境内流域面积在 3000 平方公里以上的湘江一级支流有舂陵水、蒸水、耒水、洙水。本项目不产生放射性废水。

区域地表水系情况见图 4.1-4。

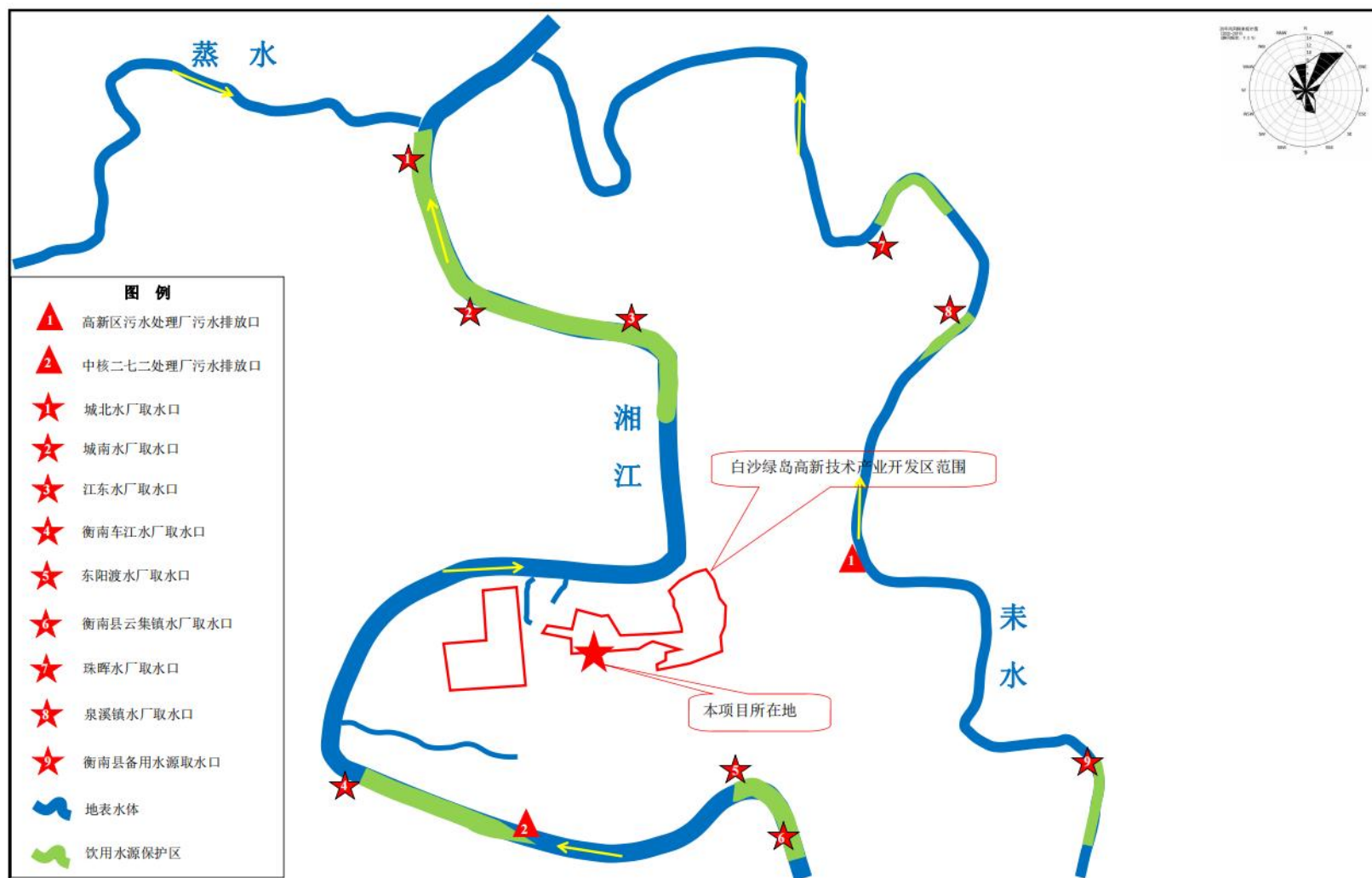


图 4.1-4 项目所在区域地表水系示意图

4.1.6 气候及气象

4.1.6.1 区域气候特征

衡阳地区属中亚热带大陆性季风湿润气候，春季阴雨低温，盛夏初秋高温少雨，冬寒期短，间有冰雪。根据衡阳市气象站 1951~2010 年气象统计资料，本地区多年平均气温 18.3℃，极端最高气温 41.3℃，出现在 2010 年 8 月 5 日；极端最低气温为-7.9℃，出现在 1972 年；年平均湿度为 78%；年均降水量 1358.8mm，年均蒸发量为 1383.5mm，年平均出现雾的天数为 12d；年平均降水量为 1354.0mm，年均降水日数为 155d；最大日降水量为 141.6mm；该地区年主导风向为 N~NE 范围内的风向，风频之和 32%，多年平均风速 1.4m/s~2.4m/s。

4.1.6.2 气象

本环评收集并分析了衡阳市气象站(区站号 57872, 东经 112.6°, 北纬 26.9°)近 20 年地面气象观测站观测资料(气压、气温、降水、湿度、风等)。

1、地面气象要素统计

常规气象观测资料根据衡阳气象观测站近 20 年来的气温、气压、温度、降水量、蒸发量等地面气象要素的统计结果见下表。

表 4.1-1 常规气象要素统计值(2003-2022)

统计项目		统计值	极值出现时间	极值
多年平均气温(℃)		19.1		
累年极端最高气温(℃)		39.2	2010-08-05	41.3
累年极端最低气温(℃)		-1.6	2008-02-03	-4.8
多年平均气压(hPa)		1002.9		
日照时长(h)		1527.0		
多年平均相对湿度(%)		72.1		
多年平均降雨量(mm)		1259.7	2014-06-02	151.1
灾害天气统计	多年平均沙暴日数(d)	0.0		
	多年平均雷暴日数(d)	40.3		
	多年平均冰雹日数(d)	1.4		
	多年平均大风日数(d)	1.3		
多年实测极大风速(m/s)、相应风向		/	2004-04-22	23.5
多年平均风速(m/s)		1.8		

多年主导风向、风向频率(%)	NE		
多年静风频率(风速<0.2m/s)(%)	5.7		

2、风向风速

衡阳气象站近 20 年来风向频率统计表见下表，风向频率玫瑰图见下图，衡阳气象站近 20 年风速统计见下表。

（1）月平均风速

衡阳气象站月平均风速如下表，7 月平均风速最大（2.2m/s），1 月风速最小（1.4m/s）。

表 4.1-2 衡阳气象站月平均风速统计 单位（m/s）

月份	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12
平均风速	1.4	1.6	1.6	1.8	1.8	1.9	2.2	2	1.9	1.7	1.6	1.5

（2）风向特征

近 20 年资料分析的风向玫瑰图如下图，衡阳气象站主要风向为 NNE、NE，占 29.45%，其中以 NE 为主风向，占到全年 16.65%左右。

表 4.1-3 衡阳气象站年风向频率统计 单位：%

风向	N	N N E	NE	E N E	E	E S E	S E	S S E	S	SS W	S W	WS W	W	W N W	N W	NN W	C
频率	7.4	12.8	16.65	4.55	2.6	2.15	3.6	7.0	5.81	3.6	3.9	3.25	3.05	3.70	6.3	8.05	5.75

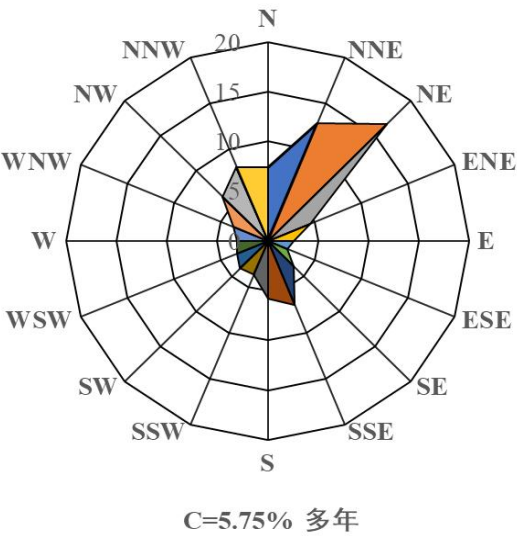


图 4.1-5 衡阳风向玫瑰图（静风频率 5.75%）

3、气温

衡阳气象站 8 月气温最高(32.76℃)，2 月气温最低(5.48℃)，近二十年极端最高温度出现在 2010-08-05，为 41.3℃，极端最低温度出现在 2008-02-03，为 -4.8℃。

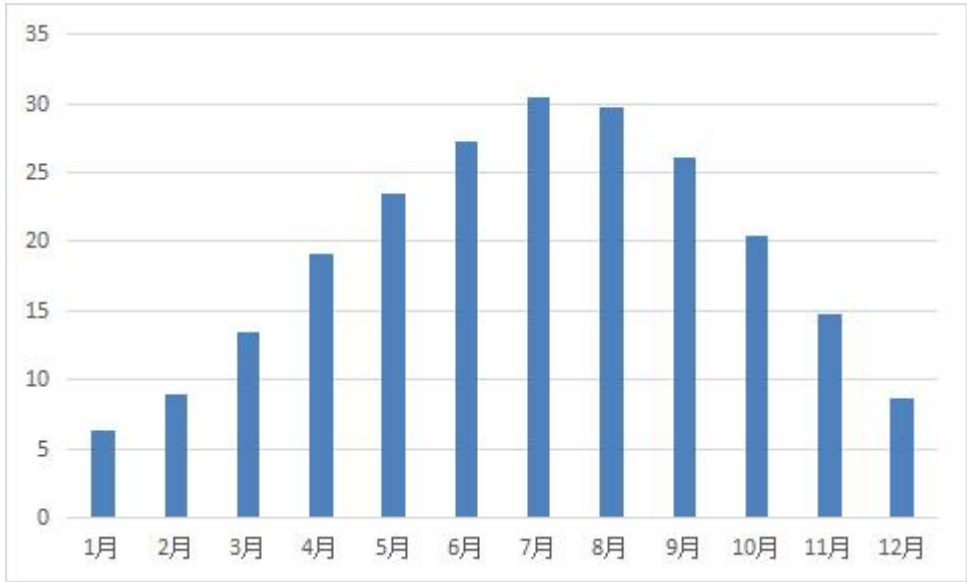


图 4.1-6 衡阳月平均气温（单位：℃）

4、常规气象资料

（1）温度

根据衡阳气象站 2022 年逐日逐时气象资料统计，当地月均气温统计见表 4.1-4，全年逐月温度变化曲线见图 4.1-7。

表 4.1-4 月平均温度统计表 单位：℃

月份	1月	2月	3月	4月	5月	6月	7月	8月	9月	10月	11月	12月	全年
温度	7.1	5.4	16.6	19.8	21.1	27.8	31.3	32.7	28.7	21.4	18.1	7.6	19.9
	2	8	8	3	8	9	4	6	3	4	7	4	3

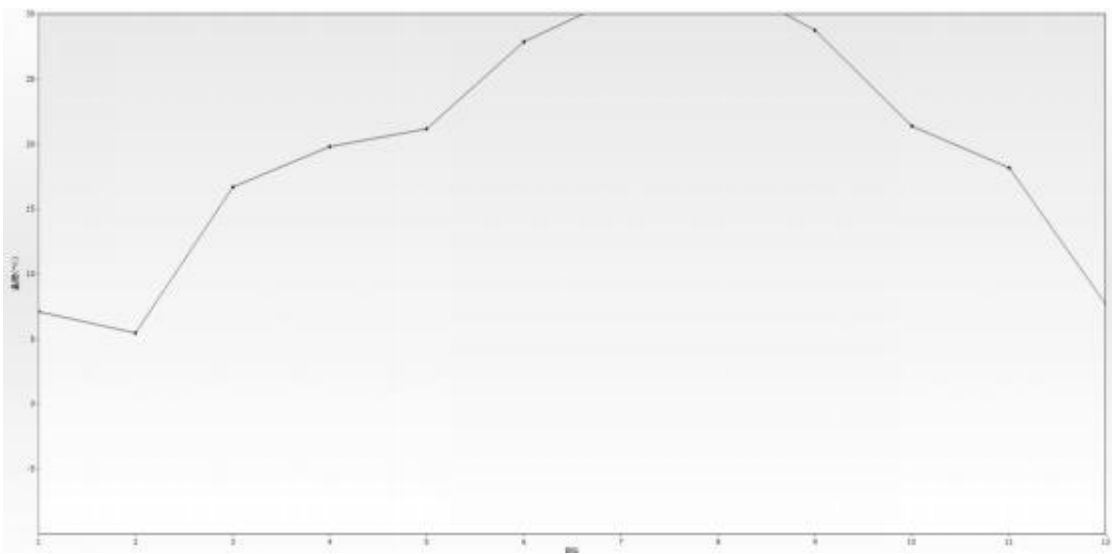


图 4.1-7 2022 年各月平均温度变化曲线图

(2) 风速

根据衡阳气象站 2022 年气象资料统计，区域全年逐月的平均风速统计结果见表 4.1-5，全年逐月风速变化曲线见图 4.1-8。

表 4.1-5 2022 年各月风速统计表 单位：m/s

月份	1 月	2 月	3 月	4 月	5 月	6 月	7 月	8 月	9 月	10 月	11 月	12 月	全 年
平均值	1.39	1.36	1.69	1.59	1.31	1.92	2.16	2.27	2.2	2.17	1.78	1.44	1.78

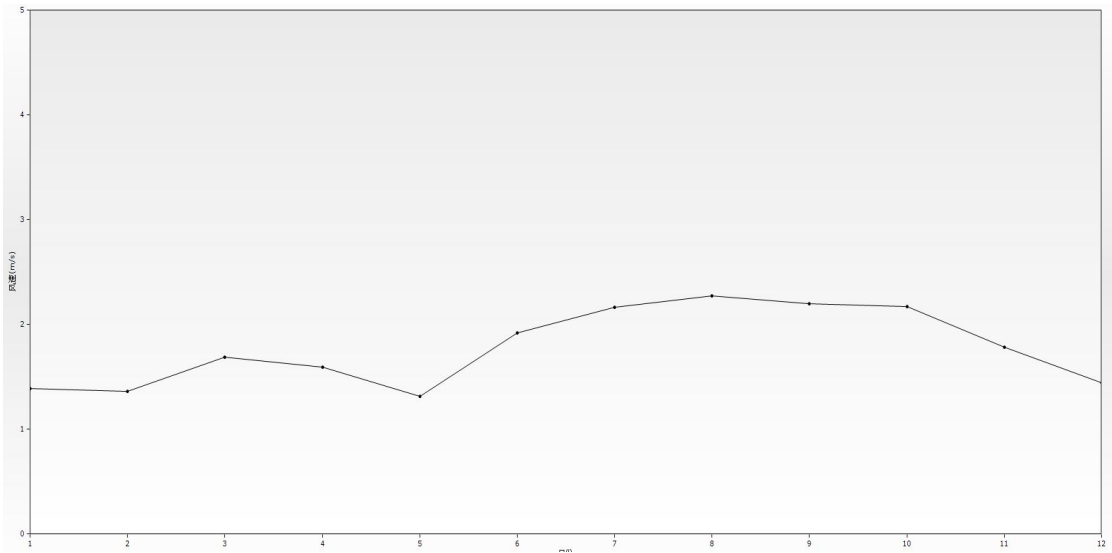


图 4.1-8 2022 年各月平均风速变化曲线图

由表 4.1-5 可以看出：衡阳站 2022 年年均风速为 1.78m/s，平均风速最大值出现在 8 月，平均风速为 2.27m/s，最小平均风速出现 5 月，平均风速为 1.31m/s。

根据衡阳气象站 2022 年气象资料统计，区域各季逐小时平均风速变化规律见表 4.1-6 及图 4.1-9。

表 4.1-6 2022 年各季小时平均风速的日变化

风速 (m/s) 小时 (h)	春季	夏季	秋季	冬季
1	1.35	1.94	1.88	1.19
2	1.33	1.83	1.73	1.24
3	1.31	1.86	1.59	1.3
4	1.25	1.66	1.5	1.19
5	1.27	1.59	1.38	1.15
6	1.25	1.6	1.53	1.21
7	1.21	1.67	1.43	1.21
8	1.18	1.68	1.5	1.2
9	1.35	1.99	1.57	1.16
10	1.39	2.23	1.94	1.26
11	1.6	2.38	2.02	1.35
12	1.78	2.6	2.17	1.56
13	1.72	2.42	2.32	1.53
14	1.77	2.56	2.41	1.55
15	1.98	2.73	2.42	1.57
16	1.83	2.55	2.68	1.54
17	1.8	2.56	2.64	1.56
18	1.92	2.48	2.81	1.59
19	1.77	2.32	2.58	1.7
20	1.66	2.21	2.4	1.7
21	1.52	1.93	2.2	1.54
22	1.5	1.9	2.3	1.49
23	1.55	2.1	2.2	1.48
24	1.4	2.08	1.96	1.35

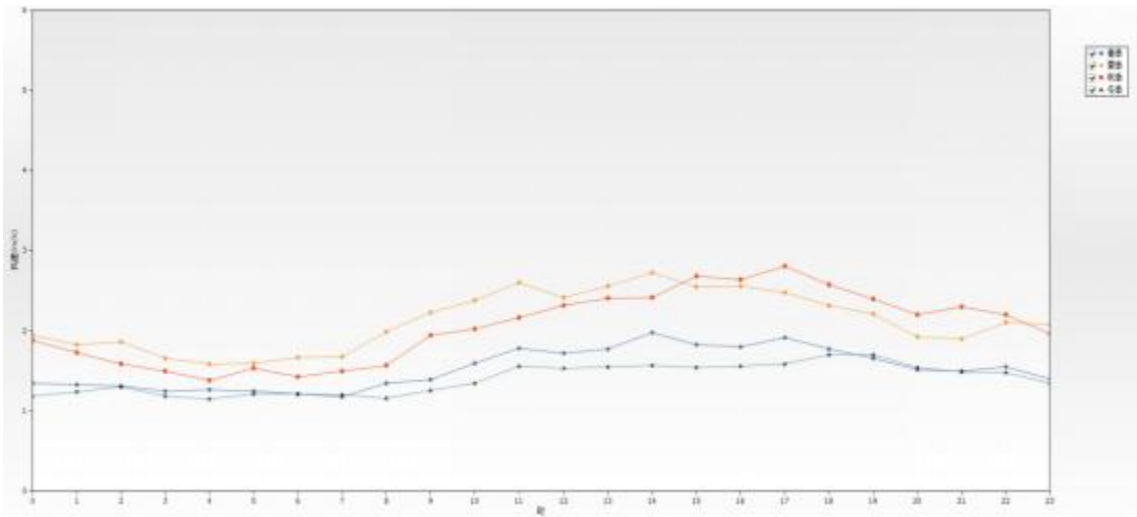


图 4.1-9 2022 年各季日平均风速变化曲线图

由表 4.1-6 和图 4.1-9 可以看出：全天中 11 时~17 时风速较大，有利于污染物的扩散，3 时~7 时风速相对较小，不利于污染物扩散。

（3）风频

①年均风向频率月变化

当地风向频率月变化规律见表 4.1-7。

表 4.1-7 2022 年风频月变化统计结果单位：%

风向	1 月	2 月	3 月	4 月	5 月	6 月	7 月	8 月	9 月	10 月	11 月	12 月
N	10.48	16.67	8.47	8.61	10.35	4.31	1.08	1.61	13.89	18.68	10.69	14.65
NNE	16.53	16.67	12.63	11.53	12.77	7.78	5.24	4.17	20.56	19.22	14.17	16.13
NE	24.6	16.07	19.76	13.61	13.17	10.97	12.77	10.48	34.58	25.4	30.83	19.22
ENE	5.51	3.27	5.38	4.58	3.49	2.5	2.02	2.55	4.17	4.03	3.61	2.69
E	0.67	0.6	3.09	2.08	2.15	1.11	1.21	3.23	1.81	0.94	2.08	0.94
ESE	0.54	0.15	3.23	2.22	2.69	2.5	2.02	6.85	0.42	0.67	1.81	1.48
SE	0.27	0.3	3.76	3.61	2.15	4.31	3.23	7.53	0.69	0.54	3.19	0
SSE	0.94	0.6	4.3	6.81	5.11	14.31	8.2	16.4	0.97	1.48	3.75	0.67
S	1.21	1.04	6.18	8.75	6.32	23.61	27.15	23.66	1.39	5.11	5.28	1.61
SSW	1.61	0.3	3.09	5.83	4.17	10.42	16.13	11.16	0.83	2.15	3.06	1.61
SW	1.08	0.6	4.57	4.86	2.96	4.86	9.54	6.18	0.69	2.28	1.53	1.34
WS	1.34	2.98	2.55	1.94	2.28	3.06	4.97	2.42	0.97	0.67	1.53	1.75

W												
W	3.49	4.32	2.55	1.81	2.96	1.53	3.09	1.75	1.53	1.08	1.67	3.49
WN W	4.7	4.46	4.17	3.75	3.49	0.56	0.81	0.27	1.81	2.55	1.67	5.65
NW	8.06	6.99	4.17	4.44	4.84	1.81	0.67	0.13	4.03	5.38	4.86	8.06
NN W	9.14	13.1	5.24	5.69	7.66	0.83	0.81	1.34	7.22	6.85	5.69	10.6 2
C	9.81	11.9	6.85	9.86	13.4 4	5.56	1.08	0.27	4.44	2.96	4.58	10.0 8

②年均风向频率的季变化及年均风频

当地风向频率季变化规律见表 4.1-8。全年及各季风频玫瑰见图 4.1-10。

表 4.1-8 2022 年全年及各季风向频率统计结果 单位：%

风向	全年	春季	夏季	秋季	冬季
N	9.91	9.15	2.31	14.47	13.84
NNE	13.08	12.32	5.71	17.99	16.44
NE	19.28	15.53	11.41	30.22	20.09
ENE	3.65	4.48	2.36	3.94	3.84
E	1.67	2.45	1.86	1.6	0.74
ESE	2.07	2.72	3.8	0.96	0.74
SE	2.48	3.17	5.03	1.47	0.19
SSE	5.32	5.39	12.95	2.06	0.74
S	9.34	7.07	24.82	3.94	1.3
SSW	5.07	4.35	12.59	2.01	1.2
SW	3.4	4.12	6.88	1.51	1.02
WSW	2.2	2.26	3.49	1.05	1.99
W	2.43	2.45	2.13	1.42	3.75
WNW	2.82	3.8	0.54	2.01	4.95
NW	4.44	4.48	0.86	4.76	7.73
NNW	6.14	6.2	1	6.59	10.88
C	6.7	10.05	2.26	3.98	10.56

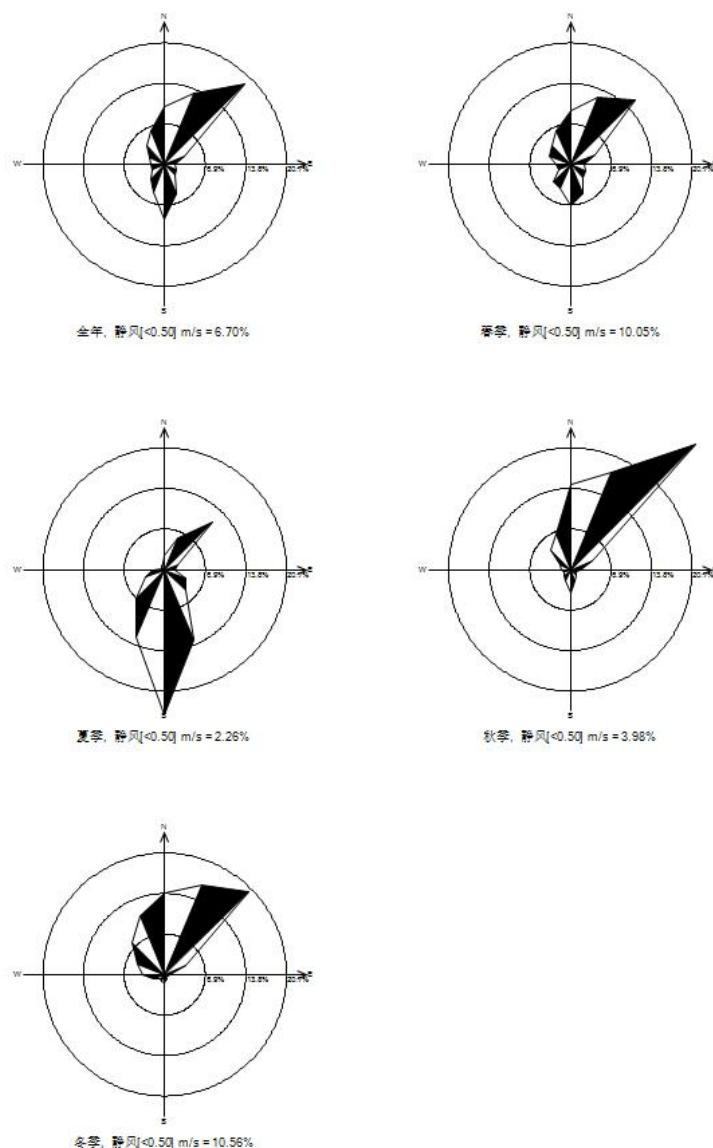


图 4.1-10 衡阳气象站全年及四季风玫瑰图

4.1.7 土壤植被

衡阳市境内土壤分为地带性土壤和非地带性土壤。共 9 个土类, 20 个亚类, 85 个土属, 261 个土种, 111 个变种, 地带性土壤主要有地草甸土、黄棕壤、红壤、非地带性土壤主要有黑色石灰土、红色石灰土、紫色土、水稻土、河潮土。全市以红壤、紫色土、水稻面积较大, 分布甚广, 利用率最高。土壤的地域分布大体是: 红壤呈带状或斑块分布; 紫色土多呈网状集中于盆地中部; 水稻土呈树枝状展布于海拔 200 米以下的岗平河谷地带; 河潮土呈树枝状分布于开阔地形的沿河两岸; 四纪红土壤多呈馒头形星点状覆盖于紫色页岩上。

本工程位于湖南省白沙绿岛高新技术产业开发区。区域内主要为人工建筑生态系统，其次还有少量农田生态系统和水域生态系统。人工建筑生态系统是区域内分布最为普遍的类型。区域动物资源主要为家禽、家畜，诸如鸡、鸭、猪、狗、猫，野生动物以蛙类、蛇、老鼠等为主，未见珍稀野生动物。区域无大型渔业、水产养殖业，无文物保护单位和风景名胜区及自然保护区。地区属亚热带向热带过渡地带植被区，主要树种有马尾松、杉木、湿地松、茶叶、油茶及灌木。

在现场踏勘调查中，暂未发现珍稀濒危野生植物及古大树。

4.1.8 人口分布

以现有稀土厂房为中心，半径 2.5km 的圆形区域作为人口调查区。区域内人口的年龄结构为：婴儿（≤1 岁）1.0%，幼儿（1-7 岁）6.8%，少年（7-17 岁）10%，成人（>18 岁）82.2%。

表 4.1-9 2.5km 范围内各子区人口分布情况

子区半径	年龄组	S	WS	WSS	WS W	W	WN	WNW	WNN	N	ES	ESS	ESE	E	EN	ENN	ENE
0~0.5km	婴儿	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
	幼儿	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
	少年	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
	成年	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
0.5~1km	婴儿	0	0	0	0	0	1	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0
	幼儿	0	1	0	2	3	6	3	5	0	0	0	0	0	1	2	0
	少年	0	2	0	2	4	8	5	7	0	0	0	0	0	2	4	0
	成年	0	14	0	20	35	69	40	55	0	0	0	0	0	14	29	0
1~1.5km	婴儿	0	1	0	2	0	1	0	1	1	2	0	0	1	50	3	11
	幼儿	0	8	0	11	1	7	2	8	8	11	0	3	6	340	22	72
	少年	0	11	0	16	2	11	3	12	11	16	0	4	9	499	33	106
	成年	0	92	0	135	17	86	23	98	92	135	3	32	78	4105	270	869
1.5~ 2.5km	婴儿	3	4	35	4	4	2	2	1	2	0	1	5	11	101	2	49
	幼儿	17	30	240	26	25	15	15	10	12	3	5	35	76	688	17	333
	少年	26	45	354	39	36	22	21	14	18	5	7	51	112	1012	25	490
	成年	210	368	2906	319	299	184	175	118	147	37	55	417	924	8315	204	4028

4.1.9 饮食结构

由于本项目不产生放射性废水，故无液态途径，因此仅调查统计饮食结构及气载途径计算参数。

区域内居民主食以大米为主，副食有猪肉、鸡蛋、鱼及各种蔬菜等，水果以柑、橘为主。根据环评单位对厂区周围居民点实地调查结果，参考《湖南省统计年鉴（2025 年）》和《中国居民膳食指南》（2022 年）等统计资料，确定评价区域内人群主要食谱及食物消费量见表 4.1-10，与动物产品有关的参数见表 4.1-11。

表 4.1-10 各年龄组对食物的消费量及自给份额

食物种类		谷物	蔬菜	水果	牛肉	猪肉	羊肉	家禽	蛋	奶
消费量 (kg/a)	幼儿	60	55	15	0	10	0	5	10	20
	少年	150	90	20	0.1	16	0.1	8	12	16
	成人	180	135	18	1	22	0.4	12	8	12
自给份额		0.85	0.85	0.7	0.8	0.8	0.8	0.9	0.9	0.8
贮存时 间（d）	最大个人	30	1	2	1	1	1	1	1	1
	平均个人	180	5	30	2	2	2	5	10	7
生长期（d）		120	90	180	—	—	—	—	—	—

表 4.1-11 与动物产品有关的参数

动物产品种类	牛	羊	猪	家禽	蛋	奶
饲料消费量（kg/a）	10	3	3	0.25	0.25	10
饲料贮存时间（d）	60	60	90	60	60	60
放牧季节鲜草份额	0.9	0.9	0.8	0.8	0.8	0.9
放牧季节时间份额	0.8	0.8	0.8	0.8	0.8	0.8
牧草生长期（d）	30	30	30	30	30	30
饲料生长期（d）	100	100	100	100	100	100

4.2 放射性核素迁移途径

本项目放射性废水经处理后在工艺系统内循环利用，不外排，故本项目不考虑液态源项，本次预测仅考虑气载放射性流出物所致辐射环境影响。

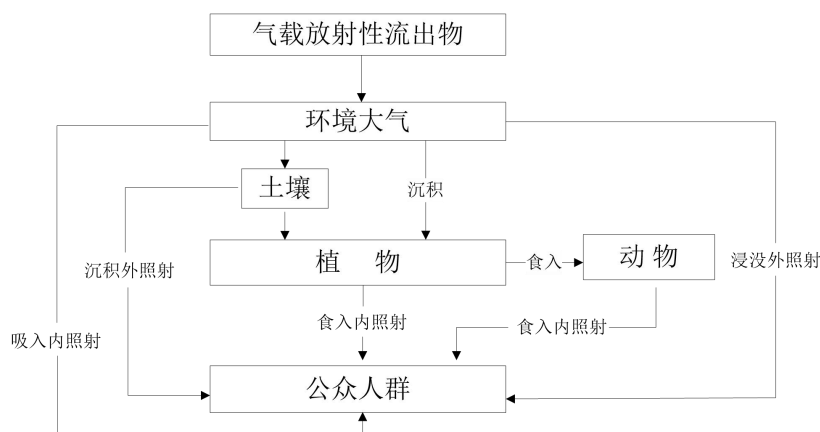


图 4.2-1 气载放射性流出物的照射途径

因此气态照射途径主要为空气浸没外照射、地表沉积外照射、吸入内照射和食入内照射。在本评价中，考虑到矿尘浸没与沉积所致公众的有效剂量及食入所致有效剂量相对于吸入放射性核素途径所致有效剂量小很多，因此，评价中忽略其外照射有效剂量贡献和食入内照射所致剂量，主要考虑吸入内照射的影响。

4.3 正常工况下气载流出物辐射环境影响分析

4.3.1 气载流出物对公众的辐射影响估算

本项目为技改工程，技改后未新增放射性气载流出物的排放，因此，本次评价直接沿用原《独居石综合利用项目运行效率改善（改造）科研项目辐射环境影响评价专篇》中气载流出物辐射环境影响的结论。根据该专篇，正常工况下关键居民组为厂址主导风向下风向（WN 方向）的成人组，其年剂量估算值为 0.035 mSv/a，满足本次评价所提出的 0.08mSv/a 的剂量约束值的要求；关键核素为 ^{232}Th ，关键照射途径为钍核素吸入所致的内照射。

4.3.2 放射性工作场所分级

根据建设单位提供的资料，企业总员工人数为 106 人，其中本项目放射性工

作场所涉及的放射性工作人员为 52 人，具体情况见下表。

表 4.3-1 放射性工作场所工作人员一览表

序号	工作场所	人数
		人
1	酸溶岗位	4
2	废水处理岗位	10
3	板框组长岗位	1
4	酸库管理岗位	1
5	碱浓结晶岗位	2
6	磨矿分解岗位	10
7	稀土浓缩岗位	3
8	除杂岗位	3
9	分析工	5
10	主管	5
11	调度岗位	4
12	带班长岗位	4
	合计	52

根据《电离辐射防护与辐射源安全基本标准》（GB18871-2002）中附录 C 非密封源工作场所的分级，对本项目放射性生产场所进行分级。本项目放射性生产场所分级情况见下表。

表 4.3-2 放射性工作场所分级一览表

编号	工作场所	实际日最大操作量 (Bq)	毒性组别修正因子	操作方式与放射性物质状态修正因子	日等效最大操作量 (Bq)	生产场所分级	备注
1	磨矿厂房 (含独居石精矿区)	5.00E+08	10	10	5.00E+08	乙	表面有污染的固体/贮存
2	稀土生产厂房	2.30E+07	10	1	2.30E+08	乙	液体/简单操作
3	5号厂房(试验线平台)	2.94E+05	10	1	2.94E+06	丙	液体/简单操作
4	低放渣库	9.97E+07	10	10	9.97E+07	乙	表面有污染的固体/贮存
5	成品仓库	2.30E+07	10	10	2.30E+07	乙	表面有污染的固体/贮存

注：取 ^{226}Ra 的毒性组别为特毒，故工作场所分级计算时放射性核素毒性组别修正因子为 10。

从上表可知，本项目除 5 号厂房（试验线平台）属于丙级场所外，其它涉及各车间和低放渣库、成品仓库均属于乙级放射性工作场所，因此，本项目需采取系统性的放射防护措施，开展场所辐射监测、个人剂量监测。

4.3.3 “三关键”分析

本项目为技改工程，技改后未新增放射性气载流出物的排放，因此，本次评价直接沿用原《独居石综合利用项目运行效率改善（改造）科研项目辐射环境影响评价专篇》中气载流出物辐射环境影响的结论。根据该专篇，正常工况下关键居民组为厂址主导风向下风向（WN 方向）的成人组，其年剂量估算值为 0.035 mSv/a ，满足本次评价所提出的 0.08 mSv/a 的剂量约束值的要求；关键核素为 ^{232}Th ，关键照射途径为钍核素吸入所致的内照射。

4.4 正常工况地表水环境影响分析

本项目放射性废水经处理后在生产系统内循环使用，不外排，不会对周边地表水系产生影响。初期雨水经雨水沟渠收集后进入厂区本次技改扩容后的 1 座 300 m^3 初期雨水收集池，雨水经自然沉淀后由提升泵加压输送至厂区废水处理站处理后回用于生产线。

4.5 地下水辐射环境影响分析

本项目原料、产品均室内堆放，不产生放射性渗滤液，可能对地下水造成辐射环境污染的来源主要是放射废物暂存库、事故水池及废水处理站可能产生的渗漏废水对地下水的污染。

本项目生产线的所有设备及管线均采用密闭设备及管线，有效地控制物料的跑冒滴漏，并设有排水沟和集水坑，且厂房各个通道口设置驼峰状的围堰，保证无废水外排。因此，生产厂房基本不会对地下水环境产生影响。

固体废物暂存库为半地下库房，地下 4.8 m ，根据当地水文地质条件，厂址所在区域地下水埋深 $8.0\sim 10\text{ m}$ ，且厂区标高在 75 m 以上，高于周边区域，因此地下水不会对固体废物暂存库造成不良影响；另外，固体废物暂存库所储存的放

射性废渣采用钢筋混凝土储池密封储存，库区地面采用混凝土 P8 级防渗措施，厚度为 0.6m，渗透系数为 $2.61 \times 10^{-9} \text{cm/s}$ ，库内侧采用耐酸砖，并刷防腐材料，基本无渗水产生，且固体废物暂存库地面进行了严格的防水措施，可有效地隔绝其与地下水之间的联系；此外，固体废物暂存库所在区域地下水下游方向设置了一眼地下水监测井，通过水质监测确保不会对周边地下水产生影响。

同时本评价参考《湖南共伴生铀资源（独居石）综合利用项目》环保竣工验收监测数据来类比现有生产线运行对地下水辐射环境影响，监测数据见下表 4.5-1。

表 4.5-1 类比水体监测结果表

序号	取 样 位 置	$U_{\text{天然}}$	^{232}Th	^{226}Ra	备 注
		$\mu\text{g/L}$	$\mu\text{g/L}$	mBq/L	
1	厂内地下水监测井	0.120~0.384	0.387~0.412	8.8~9.45	
2	耕新塘	0.008~0.064	0.377~0.424	<8.8	
3	茶厂井	0.055~0.126	0.380~0.407	<8.8	
4	710 厂生活区 (对照点)	0.432~0.838	0.375~0.471	8.8~9.31	
5	环境本底值*	1.22~12.67	/	0.25~9.55	

注：数据摘自《湖南共伴生铀资源（独居石）综合利用项目》环保竣工验收监测数据。

项目周围（厂内监测井、耕新塘和茶厂井）地下水中 $U_{\text{天然}}$ 在（0.008~0.384） $\mu\text{g/L}$ 之间，均值为 0.133 $\mu\text{g/L}$ ； ^{226}Ra 在（<8.8~9.64） mBq/L 之间； ^{232}Th 在（0.377~0.424） $\mu\text{g/L}$ 之间，均值为 0.393 $\mu\text{g/L}$ 。

由此可见，项目周围地下水中 $U_{\text{天然}}$ 、 ^{226}Ra 与对照点（710 生活区）处于同一水平，且均与地环境本地水平相当；项目周围地下水中 ^{232}Th 与对照点处于同一水平。

综上，在采取以上措施后，厂内防渗及收集措施到位，项目对地下水辐射环境影响较小。

4.6 非正常工况辐射环境影响分析

4.6.1 除尘系统失效的辐射环境影响分析

本项目为技改工程，技改后未新增放射性气载流出物的排放，因此，本次评价直接沿用原《独居石综合利用项目运行效率改善（改造）科研项目辐射环境影响评价专篇》中气载流出物辐射环境影响的结论。根据该专篇，非正常工况下所致公众最大个人剂量为 0.245mSv/次 ，低于非正常工况下公众最大个人剂量值控制指标（ 1mSv/次 ）。试验过程中需加强对设备的维护和操作，强化工作人员的防范意识，能够有效避免非正常工况的发生。即使发生废气净化系统完全失效的工况，自动控制系统会进行连锁控制，采取停止生产、立即检修等措施，可减缓非正常工况产生的辐射影响。

4.6.2 产品吊装撒漏风险

由于机械碰撞因素，仍有可能发生小概率吊装撒漏事故。为预防撒漏事故的发生，减缓其辐射环境影响，提出以下防范、控制措施：

- ①加强作业人员业务技术培训，熟练掌握装置操作，减小事故发生概率。
- ②每天进行吊装前，应检查吊装装置是否存在问题，吊装安全性和稳定性是否完好。
- ③定期对吊装装置进行维修与维护，确保仪器处于良好的工作状态。
- ④发生吊装撒漏事故时，应立即在车间现场设置警戒线，防止无关人员进入；安排专人进行干法清扫收集，将其妥善运至其暂存场所，事故处理完毕后解除警戒。
- ⑤储存场所应进行放射性标识，防止无关人员接近，以减少对人不必要照射。

综上，在采取以上措施后，厂内产品吊装撒漏辐射风险可控，项目对周边辐射环境影响较小。

4.6.3 生产、贮存过程中的风险

通过工程分析可知，本项目原料、产品和废渣均伴生有放射性核素，生产过程大部分原料中的放射性核素通过生产工序转移至废渣中。企业应加强管理，特别是对于废渣的辐射安全管理，避免事故的发生。

① 制定严格的规章制度和详细的岗位操作规程，控制厂区内物料洒落和扬尘产生，定期对生产场房和仓库地面灰尘进行清扫，保持厂内地面清洁。

② 要求岗位员工进入现场前，穿戴好个人防护用品，工作人员进出仓库、低放渣渣库前后，及时清理脚底粉尘，并将粉尘收集，防止随意丢弃。

③ 控制废渣的运输、装卸岗位人员工作时间，减少因接触放射性核素时间过久而受到过长时间的外照射，以及因误吸入或食用放射性物质而造成内照射。如发现有事事故发生应立即送事故人员就医，并注意作好个人监测跟踪。

④ 在生产和贮运过程中，原料、中间产品、产品和废渣等可能出现散落和泄露，出现这种事故时，必须采取紧急处理措施，清扫泄露的物料、溶渣，当发生交通事故导致大量原料物料、溶渣倾倒时，应立即向环保、公安及单位行政主管部门报告。

⑤ 企业在车辆装卸、运输原料矿砂及废渣过程，应严格限制作业范围，防止对周边环境形成二次污染，并建设车辆清洗池，以便在运输装卸完成后及时在清洗池对车辆进行清洗，防止车辆携带放射性造成二次污染，同时，要求定期对清洗池清洗的物料进行收集和回收利用。

综上，在采取以上措施后，厂区生产、贮运过程的辐射风险可控，项目对周边辐射环境影响较小。

4.6.4 运输过程中的风险

为满足《放射性物品安全运输规程》（GB11806-2019）中要求，本项目独居石原料进入国内港口后，使用汽车运输至本项目厂址内，成品一般使用汽车运输至下游企业；同时，废渣通过汽车运输方式运输至湖南中核绿谷环境科技有限公司运至湖南省伴生矿物料综合处置库处置。运输过程设置合理的运输路线，运

运输前应该进行严密包装，货物装车后应及时封闭车辆。并选择风险控制信用较好的运输单位进行原料和废渣的运输，定期对运输汽车进行维修和保养、提高驾驶人员安全意识，防止极端交通事故发生，以避免对沿线道路及周边环境形成放射性污染，在车上常备有应急物品，包括防护口罩、防护手套、护目镜等防护用品。

运输工作人员应接受相关辐射防护措施等方面的培训：

（1）避免事故发生的方法和程序；

（2）应急响应信息以及如何利用这些信息；

（3）各种放射性物品的危害和如何防止受到这些危害，必要是包括人员防护服和防护设备的使用；

（4）发生放射性物质以外释放时立即采取的程序，包括相关的应急响应程序和要遵守的人员防护程序。

一旦在运输期间发生事故时，需要启动应急响应程序。当原料发生撒漏、外逸时，应立即疏散无关人群，佩戴车上备用的防护口罩、防护手套、护目镜等防护用品，避免对物料的吸入内照射，尽快将撒漏的物料安全装至专用运输车内，最后确保环境中无遗留的原料；若车辆发生事故，应疏散无关人群，立即调派其他专用运输车辆将事故车辆内的物料转移。

4.6.5 工艺设备料液泄露

本项目在碱分解、酸溶等工序生产过程中涉及多种料液储槽/罐/池、管道等，这些设备因密闭不严或超期服役，运行时失稳或强度降低，以及人为操作失误等原因，有可能出现设备或管道内放射性料液外泄的工况。

在运行过程中通过定期对设备、管道进行更新维护，规范岗位操作，强化工作人员的防范意识，做好日常检查，能够有效避免泄露的发生。此外，本项目在厂房内设置排水沟，厂房设置围堰、收液槽和事故收容坑，地坪略微倾斜，发生事故时将废液控制在事故收容坑不外排。厂区设置了初期雨水池收集厂区初期雨水至一般生产废水处理站；各湿法车间设置了收液槽和事故收容坑等收集泄漏物料和废水；全厂设有事故池，容纳事故废水和消防废水。事故条件下，泄漏物料、消防排水和降水引至事故池，经废水处理站处理后回用或达标排放。

因此，采取预防、检查、收集、导排等措施后，辐射风险可控，项目对周边辐射环境影响较小。

4.6.6 制定应急预案

根据本技改项目实施可能引发的各辐射事件环境风险，项目建设单位应修订完善已有的辐射事故应急预案，上报生态环境管理部门进行备案，定期开展辐射事故应急演练，磨合机制、锻炼队伍、完善预案，并按“三同时”要求，作为验收材料在环保验收检查中落实。对照《建设项目环境风险评价技术导则》，本项目应急预案主要内容和要求如下表所示。

表 4.6-1 本项目突发性风险事故应急预案主要内容和要求

序号	项目	内容及要求
1	危险源情况	除尘系统故障、吊装撒漏、生产、贮运过程中撒漏和泄露、工艺液态物料泄露和流失、初期雨水及事故废水泄漏。
2	应急计划区	厂区
3	应急组织	厂区负责人——负责现场全面指挥 专业救援队伍——负责事故控制、救援和善后处理
4	应急状态分类 应急响应程序	规定环境风险事故的级别及相应的应急状态分类，以此制定相应的应急响应程序
5	应急设施设备 与材料	应急设施：铲车、收集桶、扫把、雨衣、沙袋、防水隔膜、水泵等器材；应急监测设备：便携式γ剂量率仪
6	应急环境监测 及事故后评估	由专业人员对环境风险事故现场进行应急监测，对事故性质、严重程度等所造成的环境危害后果进行评估，吸取经验教训以免再次发生事故，为指挥部门提供决策依据
7	应急状态中止	事故现场：规定应急状态终止秩序；事故现场善后处理，恢复生产
8	记录和报告	准备并形成环境风险事故应急处理有关材料
9	应急演练	定期开展辐射事故应急演练

4.7 服务期满辐射环境影响分析

本项目服务期满后，与项目运行时相比，对自然环境诸要素的影响趋于减缓，主要体现在以下几个方面：

（1）服务期满后，与项目有关的各产污设备也将完成其服务功能，产污环

节也将消失，如废气的产生、尾渣的产生等都将随着消失，区域环境质量将会有所好转。

（2）服务期满后，项目的受放射性污染的设备 and 场地等仍具有一定的辐射环境影响，尤其是放射性废渣暂存库。

辐射环评建议：建设单位预留资金用于服务期满后场地的整治。在项目退役时，委托有资质的单位，对项目厂址及周边进行辐射环境源项调查，确定辐射污染场地程度、污染范围（其中包括污染设备、污染构筑物等），为项目服务期满后场地的整治提供支撑依据。

项目服务期满后，对于项目场地的整治，建议处理处置措施如下：

（1）厂房及有关构筑物，采用去污或拆除处置措施。即对厂房墙面地面进行表面污染监测，当其表面污染水平满足标准要求可根据实际需求进行使用；不满足标准要求，采用物理、化学方法进行去污，待去污完成监测达标后，根据实际需求进行使用或拆除后送垃圾填埋场处置。

（2）对设备进行表面污染监测，当其表面污染水平满足标准要求，可作为普通设备重复利用。表面污染水平较高的设备，采用物理、化学去污方法进行去污，去污后满足标准要求重复利用。

（3）对项目场地土壤进行采样分析，若满足标准要求，则原地留置，超过国家标准产生的放射性污染土壤按照国家相关要求妥善处置。

（4）若项目场地放射性废渣暂存库（低放渣渣库）遗留尾渣，应全部送放射性废渣处理企业进行综合利用或处置，尽量使放射性废渣达到减量化、无害化、资源化处理。

通过采取以上措施，本项目服务期满后受放射性污染的设施、场地能得到妥善的处理处置，不会对周围环境产生不利影响。

5 辐射环境管理和辐射监测

5.1 辐射环境保护措施

5.1.1 废气污染防治措施

为防止非正常情况下有组织排放粉尘对环境的辐射影响，企业在生产过程中加强对设备的维护和操作，制定岗位操作规程，并严格按规程操作，可有效避免非正常工况的发生，同时，应强化工作人员的防范意识，各放射性岗位工作人员必须佩戴口罩和个人剂量计，当发生废气净化系统完全失效的工况，可采取停止生产、立即检修等措施，可减缓非正常工况产生的辐射影响。

此外，湘核新材严格落实《排污口规范化整治技术要求》的各项规定，按规范要求设置各类排放口。目前，公司共有气态流出物排放口 15 个，对粉尘、气溶胶、氦气及其子体、氯化氢、钍射气等采用不同的工艺处理和吸附后，分区域单独排出。其采样孔的数量及位置均依据《排污单位污染物排放口监测点位设置技术规范》（HJ1405-2024）及《污染源监测技术规范》等相关标准进行设置。

公司制定发布《流出物与环境监测方案》，并于每年年初对其进行修订。根据监测方案由具备相应资质的机构定期开展监测工作。

5.1.2 氦气及钍射气防护措施

目前，尚没有很好的措施减少氦及钍射气，一般采取稀释和排风等手段降低工作场所氦及钍射气浓度，本项目依托已建的稀土厂房、磨矿厂房以及硝酸钍厂房进行改造，稀土厂房和硝酸钍厂房已采取了全面强制通风措施，磨矿厂房已采取自然通风的措施，以降低氦及钍射气浓度。

5.1.3 废水辐射防护措施

本项目生产废水依托现有工程污水处理站，采用“中和-压滤-三效蒸发结晶-冷凝”处理。因本项目水洗工序需水量较大，且对水质要求不高，因此处理后的废水经水泵回用于水洗工艺。本项目生产废水（水洗废水、车间地面清洗水、车间员工淋浴废水及工作服清洗废水）产生量为 $28.2\text{m}^3/\text{d}$ （ $9306\text{m}^3/\text{a}$ ），与初期雨水（ $242.7\text{m}^3/\text{次}$ ）一同进入综合污水处理站处理后可直接泵回车间使用，污水处理站处理规模 $30\text{m}^3/\text{h}$ ，满足要求。

因此，生产废水和初期雨水经处理后能够全部回用于生产，不外排，生产废水依托现有综合污水处理站处理可行。

建设单位应定期对厂区污水处理站巡检，确保废水不外排。

此外，公司针对可能发生的泄漏事故，建立了完善的围堰收集三级应急防控体系，具体如下：

第一级防控：在生产区域各设备单元周边，设置应急围堰，实现源头控制，确保初期泄漏物得以有效拦截。

第二级防控：在一楼室内针对各类物料分别设置专用应急储罐，作为一级防控措施失效后的第二道防线，用于收集转移泄漏物料。

第三级防控：在厂房周边建设地下收集池，作为厂区最终拦截屏障，以应对一、二级防控措施同时失效时的极端泄漏情形，防止污染物外溢扩散至外环境。

5.1.4 地下水辐射防护措施

目前企业已采取的地下水辐射防护措施有：

（1）生产线的所有设备及管线均采用密闭设备及管线，有效地控制物料的跑冒滴漏，并设有排水沟和集水坑，且厂房各个通道口设置驼峰状的围堰，保证无废水外排。

（2）车间工艺废水收集管沟的沟壁及沟底全部采用“三油两布”的防腐防渗工艺处理。管沟的防腐工程应与车间地面防腐防渗工程衔接完整，避免遗留缝隙后导致渗漏。废水收集、输送系统铺设环氧树脂涂层和玻璃钢作防渗防腐处理。

(3) 固体废物暂存库为半地下库房，所储存的放射性废渣全部采用钢筋混凝土储池密封储存，库区地面采用混凝土 P8 级防渗措施，厚度为 0.6m，渗透系数为 $2.61 \times 10^{-9} \text{cm/s}$ ，库内侧采用耐酸砖，并刷防腐材料。此外在厂区范围内共设置了 3 口地下水监测井，分别位于在固废暂存库北侧、在钍铀厂房南侧和硝酸钍厂房南侧。

(4) 盐酸库等效粘土防渗层 $M_b \geq 6.0\text{m}$ ， $K \leq 10^{-7} \text{cm/s}$ ，地面干燥无油污、底下无渗漏，且罐区四周设有 1.2m 高围堰；罐区设有防渗系统和事故废水收集系统，设置自动控制系统控制和设置完善的报警联锁系统、以及水消防系统和干粉灭火器等。

各个生产车间均按相应标准进行分区防渗处理，在现场调查期间发现，本项目现有工程各项防渗措施满足地下水导则要求。本次技改项目不新增厂房，企业现有地下水分区防渗可满足原环评和本次评价对地下水分区防渗的要求。

5.1.5 原料管理

为了防止运输过程中，原料物料出现洒落、矿尘外逸以及交通事故情况发生，从而造成环境污染，本专篇要求：

(1) 采用专门货车进行运输，装载容器采用集装箱，原料包装采用封闭的铁桶或双层袋包装，防止物料洒落，运输线路一旦确认，不得随意改变；

(2) 要求运输单位定期对运输汽车进行维修和保养、对驾驶人员定期进行安全培训，提高驾驶人员安全意识，防止极端交通事故发生，以避免对沿线道路及周边环境形成放射性污染；

(3) 当原料出现散落和泄露时，必须采取紧急处理措施，清扫泄露的物料和产品，当发生交通事故导致大量原料和产品倾倒时，应立即向环保、公安及单位行政主管部门报告。

放射性原料运输到企业后，为减少原料放射性影响，企业须设置专门的仓库存放原料，控制进入该区域人员活动，确保储存安全。独居石仓库在管理上要求张贴电离辐射标志，无关人员不要进入仓库，尽量不在仓库周围停留。严格执行台账制度，由专人负责，准确无误的登记原料来源去向。

5.1.6 产品管理

建议在分批次转移产品前，进行抽样检测，当检测结果小于免管要求时，可按照《可免于辐射防护监管的物料中放射性核素活度浓度》（GB27742-2011）标准要求向环境主管部门申请免管，再进行产品的转移。

当检测结果大于免管要求时，需按照《伴生放射性物料贮存及固体废物填埋辐射环境保护技术规范》（试行）（HJ1114-2020）进行管理。

（1）由于工业磷酸三钠产品质量标准（HG/T2517-2009）未考虑放射性指标控制要求，本次环评建议企业参照氯化稀土产品质量标准对放射性控制指标——总 α 放射性进行控制，控制限值建议总 α 放射性比活度不大于 1000Bq/kg（即免管限值要求 1Bq/g），对于超过 1Bq/g 的磷酸三钠产品须重回生产线再除杂至产品总 α 放射性比活度满足限值要求。

（2）产品物料（固体氯化稀土、磷酸三钠）分区分类在仓库贮存，且伴生放射性物料应与其他普通物料分区贮存。

（3）产品仓库根据企业总平面布置等相关要求，尽量布置在远离人群活动的地方。

（4）产品仓库应采取实体隔离措施，防止无关人员进入。

（5）产品仓库应采取防尘、抑尘措施，防止物料逸散，且配套的防尘抑尘措施应稳定运行、有效实施。

（6）产品仓库设施边界明显部位应设置电离辐射标志，并加强管理，防止无关人员进入。

（7）物料贮存应有明确标识，注明物料名称、数量、放射性核素活度浓度等，并做好物料的进出台账管理。

5.1.7 固体废物管理

5.1.7.1 废渣的管理

由于项目技改产生的废渣（包括泥状渣、除放渣、磷除杂渣）中放射性核素 ^{238}U 、 ^{226}Ra 、 ^{232}Th 含量均超过了 1Bq/g，需按照《伴生放射性物料贮存及固体

废物填埋辐射环境保护技术规范》（试行）（HJ1114-2020）进行管理。

为减少固体废物放射性影响，必须设置专门的低放渣库存放废渣，目前，企业已设置低放渣库。根据《伴生放射性物料贮存及固体废物填埋辐射环境保护技术规范》（试行）（HJ1114-2020）要求，低放渣库运行期间必须按照以下要求进行管理：

（1）低放渣库边界明显部位设置电离辐射标志，并加强管理，防止无关人员靠近。

（2）固体废物贮存有明确标识，并结合实际情况注明废物的名称、数量、放射性核素活度浓度等。

（3）固体废物贮存台账结合实际情况注明名称、来源、数量、放射性核素活度浓度、入库日期、出库日期及接收单位名称等信息。

（4）物料贮存相配套的废水处理设施和防尘、抑尘措施，稳定运行、有效实施。

（5）废渣从车间出渣口运至低放渣库时，是以袋装形式运输，为避免道路沿线有废渣的撒落，在运输完成后，应进行道路沿线的 γ 辐射剂量率监测。

5.1.7.2 其他放射性固体废物的管理

除尘器更换下来的布袋以及物料包装袋因沾染物料而带有放射性，对于该类固废按照放射性固体废物来进行管理，分区分类的暂存在低放废渣库。此外，本项目产生的废旧管道、阀门、水泵等放射性固体废物首先存放在已有的固体废物暂存库内，项目终产后运至审管部门认可的废旧金属处理中心处理。固体废物贮存应有明确标识，并结合实际情况注明名称、来源、数量、放射性核素活度浓度、入库日期、出库日期及接收单位名称等信息。

5.1.8 分区管理

按照《电离辐射防护与辐射源安全基本标准》（GB18871-2002），把辐射工作场所划分为控制区和监督区，以便于辐射防护管理和职业照射控制：

控制区：为了便于管理，企业将整个生产区域均划定为控制区，控制区内非

专业工作人员不得入内。

监督区：将厂区除上述控制区外相邻工作区域设为监督区，禁止无关人员进入。

根据公司生产实际情况，并参照《电离辐射防护与辐射源安全基本标准》(GB 18871-2002)等相关法规要求，为有效控制职业照射水平，划分监督区和控制区。分区方法如下：

监督区： $\alpha \leq 0.4 \text{ Bq/m}^3$ ， $\beta \leq 4.0 \text{ Bq/m}^3$ ； γ 射线 $< 2.5 \mu\text{Sv/h}$ 。

控制区： α 气溶胶 $\leq 0.9 \text{ Bq/m}^3$ ； γ 射线 $\geq 2.5 \mu\text{Sv/h}$ ； $\alpha \leq 4 \text{ Bq/m}^3$ ， $\beta \leq 40 \text{ Bq/m}^3$ ；氡气 $\leq 2700 \text{ Bq/m}^3$ ；氡子体 $\leq 5.4 \mu\text{J/m}^3$ 。

对于控制区应采取以下的防护手段和管理措施：

- (1) 各生产厂房四周墙外 30cm 处的 γ 辐射空气吸收剂量率 $< 2.5 \mu\text{Gy/h}$ ；
- (2) 低放渣库管理上要求双人双锁，专人负责，张贴电离辐射标志，无关人员不得进入仓库，尽量不在仓库周围停留。
- (3) 控制区岗位工作人员应佩戴个人劳保防护用品（如工作服、手套，防护口罩等）以及个人剂量计，控制岗位人员工作时间，建议低放渣库内现场工作时间不应大于 0.5 小时/人/天，工作区域严禁饮食、抽烟。

(4) 控制区人员下班前，应更换进行淋洗、更换工作服，不得将污染的个人劳保用品带离厂区，穿戴回家。

对于监督区，应采取以下的管理措施：

- (1) 划出监督区的边界，详见下图；
- (2) 在车间门口张贴监督区的标志；
- (3) 进入监督区的工作人员应佩戴个人的劳保防护用品（如工作服、手套，防护口罩等），其他人员进入监督区应佩戴防护口罩。

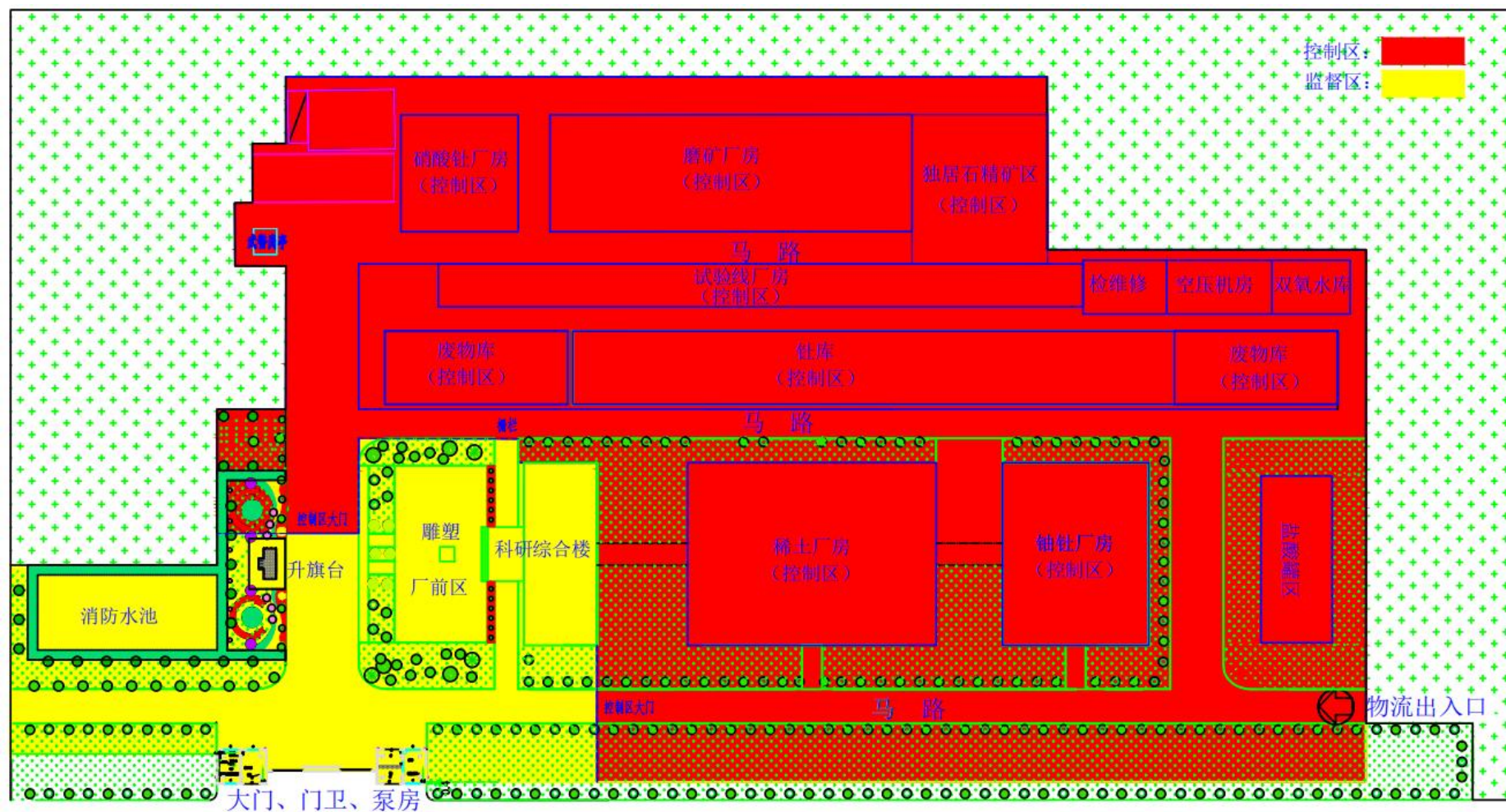


图 5.1-1 辐射管理分区示意图

5.1.9 辐射防护管理措施

建设单位制定辐射防护管理制度和措施时，应包括以下几个方面内容：

- (1) 工作人员配备个人劳保防护用品（如工作服、手套，防护口罩等）；
- (2) 工作人员严禁在生产车间内吸烟、进餐；
- (3) 工作人员应做好个人卫生，保持个人清洁。若在工作时，工作人员皮肤不慎受了损伤，应及时清洗，妥善包扎，以防感染化脓或放射性物质由伤口进入体内。
- (4) 设立员工换衣区，上班后换上工作专用工作服和鞋，下班之后立即沐浴，工作服等用品不允许带出厂外。
- (5) 建设单位应为全体员工建立职业健康档案。放射性工作人员应每年进行职业健康体检，放射性工作岗位见表 4.3-6，对于重点岗位工作人员工作时应配带个人剂量片，每个季度将个人剂量片送有资质的单位进行检测，并对个人剂量检测结果逐个记录存档。
- (6) 合理优化职工人数和工作时间，尽量减少员工与放射性物料的接触时间。若工作人员所受照射剂量超过 5mSv/a 或者身体条件不符合生产岗位，应调整其工作岗位。
- (7) 建设单位应指定专人负责厂区及周边环境进行 γ 辐射率定点巡检，按期进行监测和风险评价。若发现异常时，应及时找出原因并予以处理。
- (8) 工作人员上岗前需进行辐射安全环保知识培训，定期组织辐射安全环保知识学习和考试。
- (9) 工作时严格按操作规程操作。
- (10) 建设单位建立完备进出台账业务。对于原料、产品、尾渣具体数量和去向将有完整记录。

5.2 辐射环境管理

5.2.1 管理机构及管理制度

目前，企业建立和完善辐射防护安全管理制度，制定了《湖南中核金原新材料有限责任公司辐射防护与安全管理办法》、《湖南中核金原新材料有限责任公司放射性工作人员营养保健费管理实施细则》、《湖南中核金原新材料有限责任公司放射性区域及洗消管理规定》、《湖南中核金原新材料有限责任公司环境保护管理规定》等管理制度并实施，针对项目的特点在非放管理制度建立的基础上，考虑项目为伴生矿利用开发项目的特殊性，各岗位的操作规程及制度均须张贴上墙。建立健全相关的岗位规章制度及应急预案，确保建设项目在建设、运行过程中环境的安全。

此外，湘核新材依据环评批复文件及国家、地方相关环保法律法规要求，严格制定年度《流出物与环境监测方案》，并遵照方案常态化开展流出物及环境监测工作。公司将各类监测数据及时、准确录入指定环保监管平台，生态环境统计网站（年报）、环境披露平台（年报）、全国污染源监测数据管理与共享系统（季报）、全国排污许可证管理信息平台（季报）、环境统计数据填报系统（月报），所有监测数据均通过合规校验，未出现任何不合规情形。

5.2.2 人员培训及管理

（1）目前，厂区针对接触放射性物料的工作岗位工作人员进行了相关培训，加强该类人员的自我保护和环境保护意识。根据《稀土生产场所放射防护要求》附录 B 的要求，对稀土生产场所工作人员的放射生产场所工作人员的卫生防护培训内容包括：

- a) 职业病防治的法律、法规、规章和标准；
- b) 电离辐射基础知识：包括但不限于铀、钍、氡及其子体（包括钍射气及其子体）、含铀钍粉尘以及放射性气溶胶的特点和健康危害；
- c) 辐射监测及其结果的解释与评价： γ 外照射剂量水平；含铀钍粉尘、放射

性气溶胶活度浓度；氡及其子体（包括钍射气及其子体）活度浓度；表面污染；

d) 放射防护的基本原则；外照射、内照射防护的基本方法；生产场所控制粉尘的目的和方法；有关的导则和限值标准；

e) 通风系统的作用与目的；严格遵守通风要求与规范的意义；确保通风系统运行的必要性；及时报告通风系统损坏的意义；

f) 用人单位的应急计划；生产场所应急逃生通道的位置；

g) 放射性损伤的救援知识；放射性物质污染伤口的处理要点；

h) 职业病诊断程序；职业病分类和目录。

（2）接触放射性矿物、含放射性废物的工作人员，每年进行体检，车间的工作人员工作时佩戴防尘面具。

（3）原料仓库、仓库设有专职人员进行管理，定期及时清理和打扫库房和库区，防止含放射性的原料及成品散落，造成局部环境污染。

（4）设置远程操作避免工作现场辐射，建立门禁控制系统来优化高剂量率场所的作业时间。

1) 控制较高剂量率场所进出人员，严格控制无关人员进入；

2) 自动录入作业人员进入车间的时间；

3) 自动录入作业人员离开车间的时间，并在管理系统中统计劳动者在该岗位的真实时间。



门禁控制系统

（5）根据公司《辐射防护与安全管理办法》，工作人员进入放射性工作场所前，必须穿戴相应的个人防护用品（基本防护用品：安全帽、衬衣、工作服、工作袜、安全鞋、手套、口罩）后。设置更衣室、淋浴室、个人剂量计发放室、

污染监测室。在控制区工作结束后需经更衣室进行清洗、经表污检测仪检测合格后离开控制区。凡在辐射防护控制区工作的放射性工作人员或经常性进入辐射防护控制区的工作人员应规范佩戴 TLD 个人剂量计。个人剂量计分别保存在各单位专用收发点，由各单位指定专（兼）职人员负责本单位个人剂量计的收发与管理。各专用收发点应配置本底剂量计，用于记录剂量本底情况。各专用收发点建立个人剂量计佩戴情况台账，记录个人剂量计编号、发出时间、收回时间、佩戴人员的工作岗位等情况。个人剂量计佩戴在胸前。进入辐射防护控制区时领用佩戴，离开辐射防护控制区时还回原位收发点。

5.2.3 日常环保管理要求

本项目设有多项环保设施（含辐射防护措施），在平时运营时需做好管理，具体管理要求见下表。

1) 辐射防护管理措施

项目采取的辐射防护管理措施具体见下表。综合分析，项目拟采取的各辐射防护措施具有可行性。

表 5.2-1 辐射防护设施管理要求一览表

工程组成	工程名称	工程规模	材质及配套要求效果	设备维护
气载流出物控制措施	磨矿	拆包投料	磨矿厂房已建的多管布袋除尘器+水膜除尘器措施，放射性粉尘经 15m 高的排气筒排放	每半月巡检
	原料矿、成品	设置专门的堆存库	禁止露天堆放，均堆存在专门的仓库	每月巡检
	道路扬尘	-	经常对厂区道路进行清扫及洒水降尘	每天巡检
液态流出物控制措施	污水处理站	30m ³ /h	能满足企业正常运行要求，污水处理站污水处理后回用生产系统。	每半月巡检，每半年采样送检
	初期雨水池	1 个, 300 m ³	能满足储存雨水要求，水泥硬底化，且与循环水池系统做到雨污分流	每次降雨完巡检
	事故应急水池	5000m ³	能满足应急要求	每次事故巡检
地下水辐射防护措施	监测井水	3 个	设于厂区内，分别位于在固废暂存库北侧、在钍铀厂房南侧和硝酸钍厂房南侧	每半年采样送检
	事故水池、危废暂存间、初期雨水池、生产	/	水泥硬底化、防渗透及按照重点防渗区管理	每月巡检

	车间、低放射性渣库、废水处理系统			
物料储存管理措施	原料矿、成品	设置专门的堆存库	水泥硬底化、防渗透	每月巡检
	低放渣渣库	1 个	双人双锁、专人负责，张贴电离辐射标志、进出台账设置	每周巡检
固废污染防治措施	泥状渣、除放渣、磷除杂渣	/	存于低放渣渣库内	每年送检
其他放射性防治措施	辐射监测仪	1 台	便携式 γ 剂量率仪	每年送检
	个人剂量计	根据工作人数配置	正常使用，每个季度送有资质单位检测	每季度送检

5.3 辐射监测及信息公开

5.3.1 监测目的和要求

1. 监测目的

(1) 判断伴生放射性矿开发利用活动造成的以气体、气溶胶、粉尘或液体等形态排入环境的通常情况下可在环境中得到稀释和弥散的放射性物质是否达标排放；

(2) 掌握活动期间辐射环境质量，积累辐射环境水平数据，掌握辐射环境质量的变化趋势，总结辐射环境的变化规律，了解辐射环境水平是否异常，为辐射环境管理提供依据。

2. 监测要求

- (1) 目前，企业已编制环境辐射监测方案，并向社会公开；
- (2) 环境辐射监测方案可根据活动期间的变化、监测经验和数据的积累进行调整；
- (3) 流出物监测方案要考虑伴生铀/钍元素的种类和工艺特点等因素；
- (4) 辐射环境监测方案除要考虑伴生铀/钍元素的种类外，还要考虑环境特征、周围居民点和其他敏感点；
- (5) 辐射环境监测的点位应包括监测范围内辐射环境本底调查的点位。

5.3.2 流出物监测

按《企业事业单位环境信息公开办法》及《伴生放射性矿开发利用企业环境辐射监测及信息公开办法》要求，根据项目设施的性质、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流出物的排放量和对环境的影响，具体流出物监测计划见下表。

表 5.3-1 本项目流出物监测计划一览表

介质	监测位置		监测项目	监测频率	监测分析方法	监测单位	备注
废气	有放射性物质流出的排气口	磨矿厂房排气筒 DA010	铀含量、钍含量	1 次/半年	HJ840-2017 环境样品中微量铀的分析方法	常规定期监测可自行监测或委托有资质的第三方监测机构监测，年度监督监测需委托有资质的第三方监测机构监测	两次监测的间隔时间应不少于 3 个月

5.3.3 物料监测

按《企业事业单位环境信息公开办法》及《伴生放射性矿开发利用企业环境辐射监测及信息公开办法》要求，制定物料监测计划见下表。

表 5.3-2 物料监测计划

介质	采样点或监测点	监测项目	监测方法	频次	监测单位
固体	独居石原料、优溶渣、磷酸三钠、氯化稀土	^{238}U 、 ^{226}Ra 、 ^{232}Th 的活度浓度	GB/T 11743-2013《土壤中放射性核素的 γ 能谱分析方法》 GB/T 14506.30-2010《硅酸盐岩石化学分析方法 第 30 部分：44 个元素量测定》	不定期抽样监测	常规定期监测可自行监测或委托有资质的第三方监测机构监测，年度监督监测需委托有资质的第三方监测机构监测
	泥状渣	^{238}U 、 ^{226}Ra 、 ^{232}Th 的活度浓度		不定期抽样监测	
	除放渣	^{238}U 、 ^{226}Ra 、 ^{232}Th 的活度浓度		不定期抽样监测	
	磷除杂渣	^{238}U 、 ^{226}Ra 、 ^{232}Th 的活度浓度		不定期抽样监测	

表 5.3-3 物料运输时的监测计划

介质	采样点或监测点	监测项目	监测方法	频次	监测单位
固体	废渣从车间运至低放渣库沿线	γ 辐射剂量率	HJ1157-2021《环境 γ 辐射剂量率测量技术规范》	每次运输后	利用自行采购的辐射剂量率仪监测

5.3.4 辐射环境监测

目前,企业已经按《企业事业单位环境信息公开办法》及《伴生放射性矿开发利用企业环境辐射监测及信息公开办法》要求,制定了辐射环境监测计划见下表,本次环评辐射环境监测计划沿用企业现有监测计划,无新增或变更内容。辐射环境监测布点图详见图 5.3-1。

表 5.3-4 辐射环境监测计划

介质	采样点或监测点	监测项目	频次	监测方法	监测单位	备注
空气	新华村	^{222}Rn 及其子体、钍射气	1 次/半年	HJ1212-2021《环境空气中氡的测量方法》	常规定期监测可自行监测或委托有资质的第三方监测机构监测,	两次监测的间隔时间应不少于 3 个月
	民主村					
	南陂村					
	生活区					
	谢家祠堂(对照点)					
陆地 γ	厂界东面	γ 辐射空气吸收剂量率	1 次/半年	HJ1157-2021《环境 γ 辐射剂量率测量技术规范》	年度监督监测需委托有资质的第三方监测机构监测	两次监测的间隔时间应不少于 3 个月
	厂界南面					
	厂界西面					
	厂界北面					
	新华					
	民主					
	南陂村					
	生活区					
	谢家祠堂(对照点)					
地表水	湘江段(二七二污水排放口上游 500m)	$\text{U}_{\text{天然}}$ 、 ^{226}Ra 、 Th	1 次/半年	GB11214-1989《水中镭-226 的分析测定》 HJ 700-2014《水质		

介质	采样点或监测点	监测项目	频次	监测方法	监测单位	备注
	湘江段(二七二污水排放口下游2000m)			65 种元素的测定 电感耦合等离子体质谱法》		
地下水	西眉井	$U_{\text{天然}}$ 、 ^{226}Ra 、Th	1 次/年			
	跃进井					
	谢家井					
	茶场井					
	耕新塘					
	西山水井					
	固废暂存库北侧一座地下水监测井（跟踪监测点）					
	钍铀厂房南侧监测井					
	硝酸钍厂房南侧监测井					
土壤	新华	$U_{\text{天然}}$ 、 ^{226}Ra 、Th	1 次/年	GB/T 11743-2013《土壤中放射性核素的γ能谱分析方法》 GB/T 14506.30-2010《硅酸盐岩石化学分析方法 第 30 部分：44 个元素量测定》	包括排气口最大落地点附近的土壤	
	民主					
	南陂村					
底泥	同地表水取样点	$U_{\text{天然}}$ 、 ^{226}Ra 、Th	1 次/半年			



图 5.3-1 辐射环境现状监测布点图

5.3.5 监测仪器及相关配备

企业可依托本企业人员、场所、设备开展监测或委托具有相应资质的机构进行监测。

建设单位需配备 X-γ剂量率监测仪，并安排专门的工作人员落实监测计划。

5.3.6 应急监测

事故应急监测项目、监测点位、监测频度，根据事故发生的性质、时间、地点、可能污染范围等因素，及时进行有关项目追踪监测，取得事故现场监测数据和有关资料，进行事故评价，并将结果汇报相关管理机构。

5.3.7 质量保证

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》（HJ61-2021），以保证获得的测量结果和评价结论是正确的。

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。

5.3.8 信息公开

根据《企业事业单位环境信息公开办法》及《伴生放射性矿开发利用企业环境辐射监测及信息公开办法》，企业应做到以下几点：

(1) 企业应当按照强制公开和自愿公开相结合的原则，及时、如实地公开其环境信息；

(2) 企业应在《关于发布全国 31 个省级地区国家重点监控企业污染源监测信息公开网址的公告》（环境保护部公告 2015 年第 40 号）中的信息公开平台上公开环境辐射监测信息，同时企业也可通过对外网站、报纸、广播、电视等便于公众知晓的方式公开环境辐射监测信息。

(3) 环境辐射监测信息包括环境辐射监测方案、监测报告和环境辐射监测年度报告。企业应在环境辐射监测信息生成或变更完成后十个工作日内向社会公开。

(4) 企业应于每年 2 月 1 日前编制完成上年度环境辐射监测年度报告，并向社会公开。

(5) 企业环境辐射监测发现流出物排放超标的，应立即停止排放，分析原因，并向生态环境主管部门报告。

5.4 辐射环境保护“三同时”验收

竣工验收内容见下表 5.4-2。

本工程建设总投资为 1216 万元，其中环保投资约为 95 万元，占工程总投资的 7.8%，本次辐射部分环保投资需新增 24 万元，占工程总投资的 1.9%，本工程环保投资辐射部分估算见表 5.4-1。

表 5.4-1 辐射环保投资一览表

序号	投资内容		辐射部分 投资额 (万元)	措施	备注
1	气载 流出 物	物料的储存 和转运措施	/	专用运输车、防尘覆盖	依托已有
		磨矿拆包投 料粉尘治理 措施	/	磨矿厂房已建的多管布袋除尘 器+水膜除尘器处理后经 15m 高的排气筒排放	依托已有设施
		雷蒙磨机 (备用)	10	雷蒙磨机(备用)设置单独的 密闭空间	本次新增
		无组织排放 粉尘治理措 施	/	设置仓库,围墙、厂棚、绿化 等	依托已有设施
2	氦及 钍射 气防 护	全面强制通 风或自然通 风	/	项目依托已建的稀土厂房、磨 矿厂房以及硝酸钍厂房进行改 造,稀土厂房和硝酸钍厂房已 采取了全面强制通风措施,磨 矿厂房已采取自然通风的措施	依托已有设施
		通风系统	5	独居石精矿仓库顶部设置排气 扇,人员进入前通风 15 分钟后 方可进入,无人员进入时间不 排气	本次新增
3	废水 治理	初期雨水池 改造	/	扩容+防渗	已列入常规环评考 虑
		员工淋浴水 及工作服清 洗废水	/	单独收集后泵入已有综合污水 处理站处理泵回车间使用	依托已有设施
		地下水防渗 系统	/	分区防渗、设置 3 口地下水监 测井	依托已有的防渗设 施和监测井
4	废渣	废渣存放	/	依托已有的低放渣库、渣库四 周显眼处张贴电离辐射标志	依托已有设施
5	辐射 管理	原料管理	/	依托已有的原料仓库运行管理 措施	依托已有
		产品管理	/	分批次转移产品钱,抽样检测; 产品仓库边界设置电离辐射标 志、物料进出台账管理	依托已有
		固废管理	/	低放渣暂存在低放渣库	依托已有
		分区管理	/	依托已有的辐射分区管理措施	依托已有
		人员培训管 理	/	对员工进行辐射防护培训,本 次不新增劳动定员,依托已有	依托已有

		个人防护管理	/	放射工作人员个人劳保用品、防护用品配备、职业健康体检制度、个人剂量监测等制度	依托已有
		仪器配备及制度更新	6	厂区已配备便携仪 γ 剂量率仪巡检、本次需对辐射事故应急预案等制度进行修订	部分新增
6	辐射监测	物料监测	1	产品、废渣等监测	依托已有
		环境监测	1	厂区外环境监测均依托现有的监测计划，不新增点位和检测因子	依托已有
总计			24		

表 5.4-2 辐射环境保护“三同时”验收内容

位置或项目	介质	措施	具体内容	采样点或监测点	监测项目	监测频次	监测方法	执行标准
厂内	气载流出物	储存和转运措施	运输时要求配备的专用运输车，原料和产品用防尘布覆盖，防止洒落和对运输沿线的污染	各生产车间	氡及其子体、钍射气	1 次	HJ1212-2021《环境空气中氡的测量方法》	《稀土工业污染物排放标准》（GB 26451-2011） 有组织：排放铀钍粉尘废气的排气筒不超过 0.1mg/m ³ ； 厂界无组织：边界任何 1h 铀、钍总量的平均浓度不超过 0.0025mg/m ³
					γ辐射剂量率	1 次	HJ1157-2021《环境γ辐射剂量率测量技术规范》	
		磨矿拆包投料粉尘治理措施	磨矿厂房已建的多管布袋除尘器+水膜除尘器处理后经 15m 高的排气筒排放，处理效率为 99%	1 个排气筒进、出口	U、Th	1 次	HJ840-2017 环境样品中微量铀的分析方法	
		无组织排放粉尘治理措施	设置仓库，围墙、厂棚、绿化等	厂界四周无组织	U、Th	1 次	GB/T 14506.30-2010《硅酸盐岩石化学分析方法 第 30 部分：44 个元素量测定》	
	固体物料	/	/	独居石原料、优溶渣原料、氯化稀土、磷酸三钠、泥状渣、除放渣、磷除杂渣等	U、 ²²⁶ Ra、Th	1 次	GB/T 11743-2013《土壤中放射性核素的γ能谱分析方法》、GB/T 14506.30-2010《硅酸盐岩石化学分析方法 第 30 部分：44 个元素量测定》	/

位置或项目	介质	措施	具体内容	采样点或监测点	监测项目	监测频次	监测方法	执行标准
	地下水监测井	/	/	固废暂存库北侧、在钍铀厂房南侧和硝酸钍厂房南侧	U、 ²²⁶ Ra、Th	1次	GB11214-1989《水中镭-226的分析测定》 HJ 700-2014《水质 65 种元素的测定 电感耦合等离子体质谱法》	地下水质量标准 (GBT14848-2017)
周边环境	空气	/	/	新华村、民主村、南陂村、生活区、谢家祠堂（对照点）	²²² Rn 及其子体、钍射气	1次	HJ1212-2021《环境空气中氡的测量方法》	《中国环境天然放射性水平》
	陆地γ	/	/	厂界东面、厂界南面、厂界西面、厂界北面、新华村、民主村、南陂村、生活区、谢家祠堂（对照点）	γ辐射空气吸收剂量率	1次	HJ1157-2021《环境γ辐射剂量率测量技术规范》	《中国环境天然放射性水平》

位置或项目	介质	措施	具体内容	采样点或监测点	监测项目	监测频次	监测方法	执行标准
	地表水	/	/	湘江段（二七二污水排放口上游 500m）、湘江段（二七二污水排放口下游 2000m）	总 α 、总 β 、U、 ^{226}Ra 、Th、 ^{210}Po 、 ^{210}Pb	1 次	GB11214-1989《水中镭-226的分析测定》、HJ 700-2014《水质 65 种元素的测定 电感耦合等离子体质谱法》、HJ 898-2017《水质 总 α 放射性的测定 厚源法》、HJ 899-2017《水质 总 β 放射性的测定 厚源法》、HJ 813-2016《水中 ^{210}Po 的分析方法》、EJ/T 859-1994《水中 ^{210}Pb 的测定》	《中国环境天然放射性水平》
	地下水	/	/	西眉井、跃进井、谢家井、茶场井、耕新塘、西山水井	总 α 、总 β 、U、 ^{226}Ra 、Th、 ^{210}Po 、 ^{210}Pb	1 次	GB11214-1989《水中镭-226的分析测定》、HJ 700-2014《水质 65 种元素的测定 电感耦合等离子体质谱法》、HJ 898-2017《水质 总 α 放射性的测定 厚源法》、HJ 899-2017《水质 总 β 放射性的测定 厚源法》、HJ 813-2016《水中 ^{210}Po 的分析方法》、EJ/T 859-1994《水中 ^{210}Pb 的测定》	《中国环境天然放射性水平》、 地下水质量标准 (GBT14848-2017)

位置或项目	介质	措施	具体内容	采样点或监测点	监测项目	监测频次	监测方法	执行标准
	土壤	/	/	新华、民主、南陂村	U、 ²²⁶ Ra、Th	1 次	GB/T 11743-2013《土壤中放射性核素的γ能谱分析方法》、GB/T 14506.30-2010《硅酸盐岩石化学分析方法 第 30 部分：44 个元素量测定》	《中国环境天然放射性水平》
	气溶胶	/	/	厂界西南侧（最大风频下风向）、厂内	总α、总β、 ²¹⁰ Po、 ²¹⁰ Pb	1 次	参照 HJ 898-2017《水质 总α放射性的测定 厚源法》、参照 HJ 899-2017《水质 总β放射性的测定 厚源法》	/
	底泥	/	/	同地表水取样点	U、 ²²⁶ Ra、Th	1 次	GB/T 11743-2013《土壤中放射性核素的γ能谱分析方法》、GB/T 14506.30-2010《硅酸盐岩石化学分析方法 第 30 部分：44 个元素量测定》	/
废渣存放	设置低放渣渣库	/	限制无关人员达到，并在围栏显眼处张贴电离辐射标志	低放渣库四周墙外 30cm 处及库门外围栏处	γ辐射空气吸收剂量率	1 次	HJ1157-2021《环境γ辐射剂量率测量技术规范》	/
辐射管理	辐射监测仪器	配备便携式γ剂量率仪，指定专人负责对厂区及周边环境进行γ辐射率定点巡检		/	/	/	/	/

位置或项目	介质	措施	具体内容	采样点或监测点	监测项目	监测频次	监测方法	执行标准
	个人防护管理		职业人员佩戴个人剂量片，进行个人剂量监测，每个季度将个人剂量片送有资质的单位进行检测，并对个人监测结果逐个记录存档；公司放射工作人员应建立职业健康档案，进行体检	/	/	/	/	/
	培训		工作人员上岗前需进行辐射安全环保知识培训	/	/	/	/	/
	产品储运管理		建立完备进出台账业务，对于具体数量和去向将有完整记录	/	/	/	/	/

6 结论与建议

6.1 项目情况

湖南中核金原新材料有限责任公司投资建设的湖南共伴生铀资源（独居石）综合利用项目耗资 2.4 亿。建有国内最先进的以独居石精矿（15000t/a）为原料的氯化稀土生产线和以优溶渣（5000t/a）为原料的铀钍回收生产线，生产氯化稀土 19267t/a，占我国稀土总量近五分之一，是国内稀土行业的领军企业。

《湖南共伴生铀资源（独居石）综合利用项目》建成以来经过调试运行，2020 年下半年产能达到设计能力的 75%。但在后续运行中，产能始终未能突破 85%。现阶段主要存在的工艺缺陷集中于优溶渣处置效率、碱系统磷回收率低。针对以上工艺缺陷，企业在厂区 5 号厂房搭设中试试验平台科研项目，该科研项目于 2022 年 7 月 19 日取得湖南省生态环境厅的批复（湘环评表（2022）3 号）。2023 年 9 月湖南中核金原新材料有限责任公司牵头完成该科研项目的自主验收。该科研项目运行效果较好，企业拟转生产线。

本项目拟对现有独居石生产线进行技术改进，促进生产线连续高效运转，提升稀土的总体回收率，实现节能降耗及废渣减量化，以达到氯化稀土产品收率提升。

6.2 辐射环境现状

1) γ 辐射剂量率：厂界四周及周边居民点环境中 γ 辐射剂量率范围为 0.07-0.26 μ Sv/h，部分 γ 辐射剂量率略高于湖南省衡阳市 γ 辐射剂量率本底值（《中国环境天然放射性水平》国家环保局 1995，29.4-147.2nGy/h），但在本底值三倍以内。对比项目初期周边环境 γ 辐射剂量率监测结果可知，2025 年项目四周环境中 γ 辐射剂量率与 2015 年比对无显著性差异。

2) 氡浓度：项目所在位置及周边村庄的氡浓度为 $<5.0\sim 17.6$ Bq/m³、氡子体为 $<3.8\sim 10.9$ Bq/m³，厂界周边空气中氡浓度及其子体与《中国环境天然放射

性水平》中全国室外空气中氡浓度范围值（ $3.3\text{--}40.6\text{Bq/m}^3$ ）、氡子体范围值（ $0.0154\text{--}0.114\text{ }\mu\text{J/m}^3$ ）处于同一水平。钍射气为 $<5.0\sim 18\text{Bq/m}^3$ ，对比项目初期周边环境及敏感点中氡及其子体、钍射气监测结果可知，周边环境及敏感点中氡及其子体、钍射气有所浮动，但变化不大，基本保持在同一水平范围内。

3) 气溶胶：周边环境气溶胶中总 α 为 3.25Bq/m^3 ，总 β 为 7.16Bq/m^3 ， ^{210}Pb 浓度为 0.534Bq/m^3 ， ^{210}Po 浓度为 3.16Bq/m^3 。核素 ^{210}Po 和 ^{210}Pb 的含量相较于文献《气溶胶中 ^{210}Po 和 ^{210}Pb 含量年变化趋势探究》中 ^{210}Po 和 ^{210}Pb 含量较低（由于无当地环境气溶胶中 ^{210}Po 和 ^{210}Pb 参考值，故参照文献《气溶胶中 ^{210}Po 和 ^{210}Pb 含量年变化趋势探究》（喻正伟等，2017 年）中气溶胶 ^{210}Po 浓度范围为 $0.17\text{--}0.84\text{ mBq/m}^3$ ， ^{210}Pb 浓度范围为 $0.8\text{--}3.8\text{ mBq/m}^3$ ）。

4) 地表水：地表水中 U、Th、 ^{226}Ra 含量与湖南省湘江流域（中游）水体处于同一水平（《中国环境天然放射性水平》国家环保局 1995），地表水中总 α 、总 β 与原专篇现状调查结果保持同一水平，无显著差异性变化。

5) 地下水：地下水中 U 的范围为 $0.12\text{--}0.22\text{ }\mu\text{g/L}$ 、Th 的范围 $0.46\text{--}0.51\text{ }\mu\text{g/L}$ ， ^{226}Ra 范围为 $0.024\text{--}0.036\text{Bq/L}$ 。周边环境及敏感点中地下水样品中 U 的含量与湖南省衡阳市地下水中天然核素本底处于同一水平，部分地下水的 ^{226}Ra 含量略高于本底范围，但在本底值的 3 倍范围内，地下水的 Th 含量与建厂前监测值保持在同一水平。

6) 土壤：土壤中天然核素 ^{238}U 范围为 $126\sim 192\text{Bq/kg}$ ， ^{232}Th 范围为 $78.0\sim 86.9\text{Bq/kg}$ ， ^{226}Ra 范围为 $54.3\sim 70.1\text{ Bq/kg}$ 。根据《中国环境天然放射性水平》（国家环保局 1995），湖南省土壤中天然核素本底采用：核素 ^{238}U 比活度 $31.27\sim 148.20\text{Bq/kg}$ 、核素 ^{232}Th 比活度为 $35.12\sim 100.90\text{Bq/kg}$ 、核素 ^{226}Ra 比活度为 $9.69\sim 226.30\text{Bq/kg}$ ，周边环境及敏感点中土壤样品中 ^{238}U 、 ^{232}Th 、 ^{226}Ra 的含量与湖南省衡阳市土壤中天然核素本底处于同一水平。对比项目初期周边环境及敏感点中土壤结果可知，周边环境及敏感点中土壤中 ^{238}U 、 ^{226}Ra 核素变化不大， ^{232}Th 核素略有增加，但都处于湖南省土壤中天然核素本底范围值内。

7) 底泥：本项目监测厂区周边底泥核素中 ^{238}U 范围在 $97.58\text{--}71.10\text{ Bq/kg}$ ， ^{232}Th 范围在 $123.3\text{--}134.7\text{Bq/kg}$ ， ^{226}Ra 范围在 $82.9\text{--}86.36\text{Bq/kg}$ 。由于建厂前与

本次现状监测点位不在同一点位，不具有可比性，故本次不对底泥变化情况做比较。

8) 生物样：本项目周边居民点生物样品中 $U_{\text{天然}}$ 、 ^{226}Ra 、 ^{210}Po 含量均低于《食品中放射性物质限制浓度标准》（GB14882-94）中相应种类食品的规定限值。对比项目未建设前周边村庄采集的生物样品（大米、蔬菜、鸡）中放射性核素浓度结果可知，生物样品（蔬菜、鸡）中放射性核素浓度变化不大。

6.3 辐射环境影响

1) 液态流出物：本项目无放射性废水排放，不会对周边地表水系产生影响。本项目原料、产品均室内堆放，不产生放射性渗滤液，本项目生产线的所有设备及管线均采用密闭设备及管线，有效地控制物料的跑冒滴漏，并设有排水沟和集水坑，且厂房各个通道口设置驼峰状的围堰，保证无废水外排。因此，生产厂房基本不会对地下水环境产生影响。

固体废物暂存库为半地下库房，地下 4.8m，根据当地水文地质条件，厂址所在区域地下水埋深 8.0~10m，且厂区标高在 75m 以上，高于周边区域，因此地下水不会对固体废物暂存库造成不良影响；另外，固体废物暂存库所储存的放射性废渣采用钢筋混凝土储池密封储存，库区地面采用混凝土 P8 级防渗措施，厚度为 0.6m，渗透系数为 $2.61 \times 10^{-9} \text{cm/s}$ ，库内侧采用耐酸砖，并刷防腐材料，基本无渗水产生，且固体废物暂存库地面进行了严格的防水措施，可有效地隔绝其与地下水之间的联系；此外，固体废物暂存库所在区域地下水下游方向设置了一眼地下水监测井，通过水质监测确保不会对周边地下水产生影响。

2) 公众个人剂量：本项目为技改工程，技改后未新增放射性气载流出物的排放，因此，本次评价直接沿用原《独居石综合利用项目运行效率改善（改造）科研项目辐射环境影响评价专篇》中气载流出物辐射环境影响的结论。根据该专篇，正常工况下关键居民组为厂址主导风向下风向（WN 方向）的成人组，其年剂量估算值为 0.035 mSv/a，满足本次评价所提出的 0.08mSv/a 的剂量约束值的要求；关键核素为 ^{232}Th ，关键照射途径为钍核素吸入所致的内照射。

非正常工况下所致公众最大个人剂量为 0.245mSv/次 ，低于非正常工况下公众最大个人剂量值控制指标（ 1mSv/次 ），不会对周围环境和公众产生明显辐射影响。

3) 放射性固体废物：本项目对独居石、优溶渣原料、产品及涉及放射性的固体废物均采取严格的管理措施。依托已有的低放渣库暂存泥状渣、除放渣、磷除杂渣等放射性固体废物，建立台帐，安排专人管理，因此，本项目放射性固体废物不会对周边环境产生较大的辐射环境影响。

6.4 辐射防护措施

6.4.1 气载流出物污染防治措施

为防止非正常情况下有组织排放粉尘对环境的辐射影响，企业在生产过程中加强对设备的维护和操作，制定岗位操作规程，并严格按规程操作，可有效避免非正常工况的发生，同时，应强化工作人员的防范意识，各放射性岗位工作人员必须佩戴口罩和个人剂量计，当发生废气净化系统完全失效的工况，可采取停止生产、立即检修等措施，可减缓非正常工况产生的辐射影响。

6.4.1 废水辐射防护措施

本项目生产废水依托现有工程污水处理站，采用“中和-压滤-三效蒸发结晶-冷凝”处理。因本项目水洗工序需水量较大，且对水质要求不高，因此处理后的废水经水泵回用于水洗工艺。本项目生产废水（水洗废水、车间地面清洗水、车间员工淋浴废水及工作服清洗废水）产生量为 $28.2\text{m}^3/\text{d}$ （ $9306\text{m}^3/\text{a}$ ），与初期雨水（ $242.7\text{m}^3/\text{次}$ ）一同进入综合污水处理站处理后可直接泵回车间使用，污水处理站处理规模 $30\text{m}^3/\text{h}$ ，满足要求。

因此，生产废水和初期雨水经处理后能够全部回用于生产，不外排，生产废水依托现有综合污水处理站处理可行。

建设单位应定期对厂区污水处理站巡检，确保废水不外排。

6.4.2 地下水辐射防护措施

目前企业已采取的地下水辐射防护措施有：

(1) 生产线的所有设备及管线均采用密闭设备及管线，有效地控制物料的跑冒滴漏，并设有排水沟和集水坑，且厂房各个通道口设置驼峰状的围堰，保证无废水外排。

(2) 车间工艺废水收集管沟的沟壁及沟底全部采用“三油两布”的防腐防渗工艺处理。管沟的防腐工程应与车间地面防腐防渗工程衔接完整，避免遗留缝隙后导致渗漏。废水收集、输送系统铺设环氧树脂涂层和玻璃钢作防渗防腐处理。

(3) 固体废物暂存库为半地下库房，所储存的放射性废渣全部采用钢筋混凝土储池密封储存，库区地面采用混凝土 P8 级防渗措施，厚度为 0.6m，渗透系数为 $2.61 \times 10^{-9} \text{cm/s}$ ，库内侧采用耐酸砖，并刷防腐材料。此外在厂区范围内共设置了 3 口地下水监测井，分别位于在固废暂存库北侧、在钍铀厂房南侧和硝酸钍厂房南侧。

(4) 盐酸库等效粘土防渗层 $M_b \geq 6.0\text{m}$ ， $K \leq 10^{-7} \text{cm/s}$ ，地面干燥无油污、底下无渗漏，且罐区四周设有 1.2m 高围堰；罐区设有防渗系统和事故废水收集系统，设置自动控制系统控制和设置完善的报警联锁系统、以及水消防系统和干粉灭火器等。

各个生产车间均按相应标准进行分区防渗处理，在现场调查期间发现，本项目现有工程各项防渗措施满足地下水导则要求。本次技改项目不新增厂房，企业现有地下水分区防渗可满足原环评和本次评价对地下水分区防渗的要求。

6.4.3 固体废物管理措施

由于项目技改产生的废渣（包括泥状渣、除放渣、磷除杂渣）中放射性核素 ^{238}U 、 ^{226}Ra 、 ^{232}Th 含量均超过了 1Bq/g ，需按照《伴生放射性物料贮存及固体废物填埋辐射环境保护技术规范》（试行）（HJ1114-2020）进行管理。

为减少固体废物放射性影响，必须设置专门的低放渣库存放废渣，根据《伴生放射性物料贮存及固体废物填埋辐射环境保护技术规范》（试行）

(HJ1114-2020)要求,低放渣库的运行需满足规范要求。

除尘器更换下来的布袋以及物料包装袋因沾染物料而带有放射性,对于该类固废按照放射性固体废物来进行管理,分区分类的暂存在低放废渣库。此外,本项目产生的废旧管道、阀门、水泵等放射性固体废物首先存放在已有的固体废物暂存库内,项目终产后运至审管部门认可的废旧金属处理中心处理。固体废物贮存应有明确标识,并结合实际情况注明名称、来源、数量、放射性核素活度浓度、入库日期、出库日期及接收单位名称等信息。

6.4.4 辐射防护管理措施

建设单位制定辐射防护管理制度和措施时,应包括以下几个方面内容:

- (1) 工作人员配备个人劳保防护用品(如工作服、手套,防护口罩等);
- (2) 工作人员严禁在生产车间内吸烟、进餐;
- (3) 工作人员应做好个人卫生,保持个人清洁。若在工作时,工作人员皮肤不慎受了损伤,应及时清洗,妥善包扎,以防感染化脓或放射性物质由伤口进入体内。
- (4) 设立员工换衣区,上班后换上工作专用工作服和鞋,下班之后立即沐浴,工作服等用品不允许带出厂外。
- (5) 建设单位应为全体员工建立职业健康档案。放射性工作人员应每年进行职业健康体检,对于重点岗位工作人员应配带个人剂量计,进行常规个人剂量监测,并对个人监测结果逐个记录存档。
- (6) 合理优化职工人数和工作时间,尽量减少员工与放射性物料的接触时间。若放射工作人员所受照射剂量超过 5mSv/a 或者身体条件不符合生产岗位,应调整其工作岗位。
- (7) 建设单位应指定专人负责对厂区及周边环境进行 γ 辐射率定点巡检,按期进行监测和风险评价。若发现异常时,应及时找出原因并予以处理。
- (8) 工作人员上岗前需进行辐射安全环保知识培训,定期组织辐射安全环保知识学习和考试。
- (9) 工作时严格按操作规程操作。

(10) 建设单位建立完备进出台账业务。对于原料、产品、尾渣具体数量和去向将有完整记录。

6.4.5 原料、产品、废渣管理措施

(1) **原料管理：**原料采用专门具有运输资质的货车进行运输，装载容器采用集装箱，提前规划好运输路线，避开人群密集区；原料进厂后设置专门的独居石精矿仓库存放原料，仓库张贴电离辐射标志，无关人员不要进入仓库；严格执行台账制度，由专人负责，准确无误的登记原料来源去向。

(2) **产品管理：**建议在分批次转移产品前，进行抽样检测，当检测结果小于免管要求时，可按照《可免于辐射防护监管的物料中放射性核素活度浓度》（GB27742-2011）标准要求向环境主管部门申请免管，再进行产品的转移。当检测结果大于免管要求时，需按照《伴生放射性物料贮存及固体废物填埋辐射环境保护技术规范》（试行）（HJ1114-2020）进行管理。

由于工业磷酸三钠产品质量标准（HG/T2517-2009）未考虑放射性指标控制要求，本次环评建议企业参照氯化稀土产品质量标准对放射性控制指标——总 α 放射性进行控制，控制限值建议总 α 放射性比活度不大于 1000Bq/kg（即 1Bq/g），对于超过 1Bq/g 的磷酸三钠产品须重回生产线再除杂至产品总 α 放射性比活度满足限值要求。

(3) 废渣管理：本项目产生废渣放射性核素均超过 1Bq/g，需按照《伴生放射性物料贮存及固体废物填埋辐射环境保护技术规范》（试行）（HJ1114-2020）进行管理。目前企业已设置专门的低放渣库存放废渣，渣库边界明显部位已设置电离辐射标志，并加强管理，防止无关人员进入，固废转移执行台账制度；本项目技改的废渣通过袋装汽车运输方式运至中核绿谷伴生矿物料综合处置库，运输过程中汽车密闭运输，防止扬尘污染。

6.5 结论

项目为稀土冶炼分离项目，项目建设符合国家和地方产业政策、相关规划和园区规划要求。项目采用的污染防治措施技术可靠、经济可行，经处理后污染物可全部达标排放。经辐射环境影响分析，本项目辐射环境影响较小，辐射环境风险水平可接受。项目在保证原料种类符合本评价要求、全面落实本报告提出的各项辐射防护措施的基础上，切实做到“三同时”，并在运行中严格落实管理和监测计划，从辐射环境保护角度出发，项目可行。