



密 级	非 密
版 次	C
本册编号	/

# 江西共伴生铀资源（独居石）综合利用 项目（铀钍资源回收部分）

## 环境影响报告书

中核韶关锦原铀业有限公司

二〇二三年三月

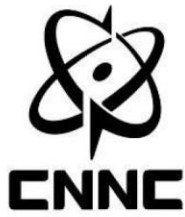


# 江西共伴生铀资源（独居石）综合利用 项目（铀钍资源回收部分）

## 环境影响报告书

中核韶关锦原铀业有限公司





# 江西共伴生铀资源（独居石）综合利用 项目（铀钍资源回收部分） 环境影响报告书

中核韶关锦原铀业有限公司

法人代表：刘海洋

通讯地址：广东省韶关市仁化县

邮政编码：512300

## 编制单位和编制人员情况表

项目编号	w6egcq		
建设项目名称	江西共伴生铀资源（独居石）综合利用项目(铀钍资源回收部分)		
建设项目类别	55—169铀矿开采、冶炼；其他方式提铀		
环境影响评价文件类型	报告书		
<b>一、建设单位情况</b>			
单位名称（盖章）	中核韶关锦原铀业有限公司		
统一社会信用代码	914402007436750099		
法定代表人（签章）	刘海洋		
主要负责人（签字）	匡正平		
直接负责的主管人员（签字）	陈晓锋		
<b>二、编制单位情况</b>			
单位名称（盖章）	中核第四研究设计工程有限公司		
统一社会信用代码	911301001043361316		
<b>三、编制人员情况</b>			
1. 编制主持人			
姓名	职业资格证书管理号	信用编号	签字
曹风波	11351343510130222	BH018161	曹风波
2. 主要编制人员			
姓名	主要编写内容	信用编号	签字
田玉斌	第4、6、7章	BH018157	葛佳亮
葛佳亮	第2、5、10章	BH018159	田玉斌
路晓卫	第1、3、8、9、11、12章	BH018158	路晓卫



## 前 言

中核韶关锦原铀业有限公司（以下简称“锦原铀业”）属于中国铀业有限公司辖管成员单位之一，位于广东省韶关市仁化县长江镇境内，为我国大型铀矿采冶联合企业之一，是目前我国南方硬岩铀矿山唯一在产单位，具有雄厚的铀矿采冶技术力量，近些年来不断生产发展和创新，培养了一支技能过硬的专业队伍。

近年来，我国锆石和氧化锆等矿产资源开发利用过程中产生的副产品独居石及稀土冶炼产生的优溶渣数量增多、亟待处理；稀土采冶等伴生放射性矿开发利用生产企业无放射性矿产资源加工资质和处理能力，独居石和优溶渣不断累积贮存在企业内部未做进一步处理，浪费了宝贵的铀、钍资源，亟需采用先进的综合回收利用技术，即有效提出宝贵的铀、钍资源，同时减轻稀土采冶等伴生放射性矿开发利用企业放射性污染问题。

基于上述背景，中核韶关锦原铀业有限公司联合中核南方新材料有限公司拟在江西省崇义县丰州乡，共同建设江西共伴生铀资源（独居石）综合利用项目，综合回收铀钍资源和稀土资源等，产品包括氯化稀土、磷酸三钠、铀产品和钍初级产品，建设内容包括：独居石处理厂房、独居石原料库、工艺废水处理厂房、铀产品库（利旧）、氯化稀土液料罐区、高位水池（利旧）、盐酸库、产品及化工原料库、综合楼、生活污水处理设施、钍初级产品暂存库和尾渣库等。其中，中核韶关锦原铀业有限公司负责铀钍资源综合回收线生产的投资、建设、生产运行和管理等；中核南方新材料有限公司负责江西共伴生铀资源（独居石）项目全部生产线用地的办理以及稀土资源综合回收生产的投资、建设、生产运行和管理等。

本项目即为其中的铀钍资源回收项目，国防科工局以《国防科工局关于中国核工业集团有限责任公司从江西共伴生铀资源（独居石）综合利用项目中回收铀钍资源的批复》（科工二司〔2022〕750号）对本项目进行了批复，同意从独居石精矿和优溶渣中提取铀钍资源。涉及的产品包括铀产品和钍初级产品，建设内容包括：独居石处理厂房、工艺废水处理厂房、生活污水处理设施、钍初级产品暂存库、尾渣库和综合楼等。

本项目与氯化稀土生产线的接口关系见图1。可见独居石精矿经磨矿、碱

分解后，滤液用于制备磷酸三钠，过滤碱饼与外购的优溶渣共同进入盐酸溶解工序，溶解后的矿浆经树脂吸附，得到饱和树脂用于回收铀资源，吸附尾液经中和沉淀过滤后固相为钍初级产品，液相用于制备氯化稀土产品。

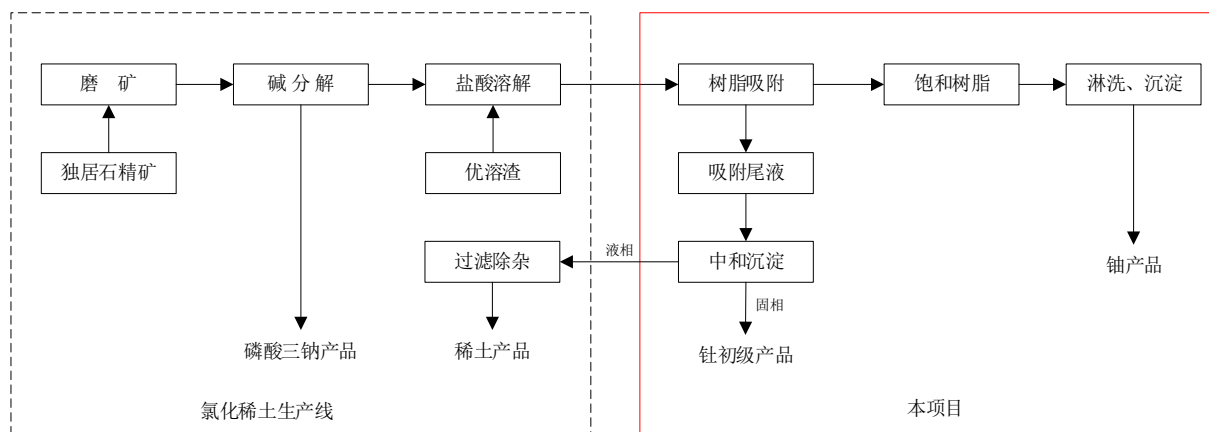


图 1 本项目与氯化稀土生产线的接口关系

根据《中华人民共和国放射性污染防治法》、《中华人民共和国环境影响评价法》及《建设项目环境保护管理条例》等有关法律法规中关于建设项目环境影响评价的相关要求，2021年3月，建设单位委托中核第四研究设计工程有限公司开展本项目环境影响评价工作。接受委托后，项目环境影响评价小组赴现场进行了实地踏勘，收集了项目工程资料和环境资料，并于2023年3月完成了本项目环境影响评价报告书的编制，现提交了生态环境部审查。

本报告书环境监测工作由核工业二七〇研究所负责。中核韶关锦原铀业有限公司负责提供环评工作所需的基础资料以及开展公众参与并单独成本上报。

# 目 录

<b>1</b>	<b>概述</b> .....	<b>1</b>
1.1	项目基本情况 .....	1
1.2	主要建设内容及规划 .....	1
1.3	编制依据 .....	4
1.4	评价范围 .....	6
1.5	评价控制指标 .....	12
1.6	环境保护目标 .....	16
1.7	产业政策及“三线一单”符合性分析 .....	18
<b>2</b>	<b>区域自然与社会环境</b> .....	<b>22</b>
2.1	地理位置 .....	22
2.2	地形地貌 .....	22
2.3	地质 .....	24
2.4	气候与气象 .....	25
2.5	水文 .....	28
2.6	土地和水体利用 .....	30
2.7	生态和资源开发利用 .....	32
2.8	人口分布 .....	33
2.9	居民饮食习惯与评价相关参数 .....	37
<b>3</b>	<b>建设项目工程分析</b> .....	<b>42</b>
3.1	工程概况 .....	42
3.2	施工期退役治理工程分析 .....	46
3.3	选址合理性分析 .....	57
3.4	总平面布置及运输 .....	60
3.5	工艺流程 .....	63
3.6	钍初级产品暂存库和尾渣库 .....	66
3.7	主要辅助设施 .....	78
3.8	主要辅助材料来源和用量 .....	81

3.9	运行期污染物产生及处理.....	82
3.10	总量控制.....	93
3.11	废物最小化.....	93
<b>4</b>	<b>环境质量状况.....</b>	<b>95</b>
4.1	监测目的.....	95
4.2	监测方案.....	95
4.3	监测结果与分析.....	100
<b>5</b>	<b>施工期环境影响.....</b>	<b>111</b>
5.1	施工期退役治理的辐射环境影响分析.....	111
5.2	施工过程中非放射性环境影响分析.....	113
<b>6</b>	<b>运行期的环境影响.....</b>	<b>121</b>
6.1	辐射环境影响.....	121
6.2	地下水环境影响.....	134
6.3	非放射性污染物环境影响.....	139
<b>7</b>	<b>事故的环境影响.....</b>	<b>149</b>
7.1	事故识别.....	149
7.2	事故环境影响分析.....	150
7.3	事故防范和应急控制措施.....	151
7.4	环境风险评价.....	156
<b>8</b>	<b>环境保护措施及其可行性论证.....</b>	<b>157</b>
8.1	施工期间环境保护措施及其可行性论证.....	157
8.2	运行期间环境保护措施及其可行性论证.....	160
<b>9</b>	<b>环境影响经济损益分析.....</b>	<b>168</b>
9.1	环境影响经济损益分析.....	168
9.2	环保投资分析.....	169
9.3	小结.....	170
<b>10</b>	<b>环境管理与监测计划.....</b>	<b>171</b>
10.1	环境管理机构.....	171
10.2	污染物和环境管理计划.....	171

10.3	环境保护“三同时”验收一览表 .....	179
<b>11</b>	<b>退役治理与长期监护 .....</b>	<b>181</b>
11.1	退役治理 .....	181
11.2	长期监护 .....	186
<b>12</b>	<b>结论与建议 .....</b>	<b>188</b>
12.1	结论 .....	188
12.2	建议 .....	196

## 1 概述

### 1.1 项目基本情况

- 1) 项目名称：江西共伴生铀资源（独居石）综合利用项目（铀钍资源回收部分）；
- 2) 项目性质：新建；
- 3) 建设单位：中核韶关锦原铀业有限公司；
- 4) 生产规模：年处理独居石精矿（20000t/a）和优溶渣（5000t/a）经碱分解、酸溶后的溶解液 55191t/a，用于生产铀产品和钍初级产品；
- 5) 建设内容：独居石处理厂房、工艺废水处理厂房、生活污水处理设施、钍初级产品暂存库、尾渣库和综合楼等；
- 6) 服务年限：23a（含基建期 3a）；
- 7) 工作制度：年工作日 300d，每天 3 班，每班 8h；
- 8) 建设地点：江西省赣州市崇义县丰州乡境内；
- 9) 项目投资：项目建设投资 28367.39 万元，其中环保投资约 1732.52 万元，占工程建设总投资的 6.1%。

### 1.2 主要建设内容及规划

#### 1.2.1 施工期退役治理内容

本项目用地范围内遗留少量铀矿采冶生产设施，该设施目前处于停用状态，已无利用价值，施工期需要对用地范围内设施和场地进行退役治理，退役治理内容如下：

- 1) 建（构）筑物：拆除用地范围内建（构）筑物，包括：破碎厂房、淋浸剂制备厂房、浸出液处理厂房和堆浸池等，共计 22 座，并按照放射性污染水平分类处理；
- 2) 污染设备、管线：拆除工艺生产污染设备 80 件（套）、管线 2335m，拆除后对其妥善处理，防止其流失至外环境；
- 3) 堆浸尾渣：清运堆浸池内尾渣 3.5 万 t；
- 4) 工业场地：清挖工业场地污染土约 3.1 万 m<sup>3</sup>。



## 1.2.2 主要建设内容

江西共伴生铀资源（独居石）综合利用项目（铀钍资源回收部分）建设内容包括：独居石处理厂房、工艺废水处理厂房、生活污水处理设施、钍初级产品暂存库、尾渣库和综合楼等。

1) 独居石处理厂房：新建 1 座独居石处理厂房，为钢筋混凝土框架结构，外形呈非直线 L 型，整体二层，局部四层，总占地面积 5375m<sup>2</sup>，总建筑面积 9676m<sup>2</sup>，分为三个生产区，即江西共伴生铀资源（独居石）综合利用主工艺生产区（生产一）、磷酸三钠闪蒸和氢氧化钠蒸发设备区（生产区二）、氯化稀土蒸发设备区（生产区三）。其中，生产区一尺寸 139.5m×36m×12m（局部高 24m），占地面积 4094m<sup>2</sup>，建筑面积为 8367m<sup>2</sup>，按照工艺设备布置分为 1 区（“稀土资源回收生产区”）和 2 区（“铀钍资源回收生产区”）。

本项目生产设施位于生产区一中的 2 区，具体分区见附图二，该区包括树脂吸附、酸洗、淋洗以及吸附尾液中和沉淀、过滤等生产设施，占地面积约 1600m<sup>2</sup>。

此外，生产区一中 1 区即“稀土资源回收生产区”、生产区二和生产区三均为氯化稀土生产区不再评价范围内。

2) 工艺废水处理厂房：新建 1 套工艺废水处理设施，处理规模为 30m<sup>3</sup>/d，厂房为钢架结构，尺寸 18m×9m×7m，占地面积 173m<sup>2</sup>，一层建筑物，主要用于处理本项目产生的工艺废水，使其达标排放。

3) 铀产品库：利用现有铀产品库，对其进行修缮，该库为砌体结构，尺寸 18m×18m×5m，占地面积 333m<sup>2</sup>，一层建筑物，主要贮存本项目产生的铀产品。

4) 生活污水处理设施：新建 1 套生活污水处理设施，处理规模为 120m<sup>3</sup>/d，为埋地式一体化污水处理设施，占地面积 111m<sup>2</sup>，主要处理本项目和氯化稀土生产线职工产生的生活污水。

5) 钍初级产品暂存库和尾渣库：新建 1 座钍初级产品暂存库和 1 座尾渣库，分别存放本项目产生的钍初级产品和尾渣，两库共同建设，采用混凝土挡墙进行物理隔离，两库总占地面积 21800m<sup>2</sup>，总库容为 12 万 m<sup>3</sup>，分四期建设，首期合计库容为 1.5 万 m<sup>3</sup>。

6) 综合楼：新建 1 座综合楼，占地面积 637m<sup>2</sup>，尺寸 40.8m×15m×10.8m，为三层建筑物，主要用于日常生活办公、职工淋浴和洗衣等。

### 1.2.3 总体规划

按照设计规模，本项目独居石处理厂房、工艺废水处理厂房、生活污水处理设施和综合楼均为一次性建设工程，其中建设期为 3a，生产期为 20a。

此外，钍初级产品暂存库和尾渣库总库容为 12 万 m<sup>3</sup>，库底标高为 359m，最终库顶标高为 384m，分四期建设，共计使用 20a。两库首期建设与本项目其他子项同时建设、同时投产使用，其余在库满之前完成建设。

#### 1) 钍初级产品

本项目生产的钍初级产品约 9000t/a，由于该产品暂无使用途径，运至钍初级产品暂存库储存，按照容重 2t/m<sup>3</sup> 估算，则钍初级产品量约 4500m<sup>3</sup>/a，运行期 20a 共产生 9 万 m<sup>3</sup>。

#### 2) 尾渣

本项目产生的铈除杂渣 200t/a，运至尾渣库储存，同时该尾渣库储存氯化稀土生产线尾渣 1200t/a，合计储存尾渣 1400t/a，按照容重 1.8t/m<sup>3</sup> 估算，则尾渣量约 778m<sup>3</sup>/a，运行期 20a 储存尾渣共计 1.56 万 m<sup>3</sup>，其中本项目产生的铈除杂渣约 2220m<sup>3</sup>，其余为氯化稀土生产线尾渣。

#### 3) 分期建设

第一期钍初级产品暂存库和尾渣库建设标高为 359m~366m，首期两库容约 1.5 万 m<sup>3</sup>。其中，钍初级产品暂存库库容约 1.28 万 m<sup>3</sup>，尾渣库库容约 0.22 万 m<sup>3</sup>；

第二期钍初级产品暂存库和尾渣库建设标高为 366m~372m，二期两库容约 2.5 万 m<sup>3</sup>。其中，钍初级产品暂存库库容约 2.13 万 m<sup>3</sup>，尾渣库库容约 0.37 万 m<sup>3</sup>；

第三期钍初级产品暂存库和尾渣库建设标高为 372m~378m，三期两库容约 3.5 万 m<sup>3</sup>。其中，钍初级产品暂存库库容约 2.98 万 m<sup>3</sup>，尾渣库库容约 0.52 万 m<sup>3</sup>；

第四期钍初级产品暂存库和尾渣库建设标高为 378m~384m，四期两库容约 4.5 万 m<sup>3</sup>。其中，钍初级产品暂存库库容约 3.83 万 m<sup>3</sup>，尾渣库库容约 0.67

万 m<sup>3</sup>。

### 1.3 编制依据

#### 1.3.1 法规和标准

##### 1.3.1.1 法规

- 1) 《中华人民共和国环境保护法》，2015 年 1 月 1 日；
- 2) 《中华人民共和国放射性污染防治法》，2003 年 10 月 1 日；
- 3) 《中华人民共和国环境影响评价法》，2018 年 12 月 29 日；
- 4) 《建设项目环境保护管理条例》（国务院第 253 号令），1998 年发布，2017 年修订；
- 5) 《建设项目环境影响评价分类管理名录（2021 年版）》，2021 年 1 月 1 日；
- 6) 《环境影响评价公众参与办法》，2019 年 1 月 1 日；
- 7) 《产业结构调整指导目录（2019 年本）》及《国家发展改革委关于修改〈产业结构调整指导目录（2019 年本）〉的决定》（国家发改委会令 49 号），2021 年 12 月 30 日；
- 8) 《江西省环境污染防治条例》，2009 年 1 月 1 日；
- 9) 《江西省建设项目环境保护条例》，2010 年 9 月 17 日修正；
- 10) 《江西省国家重点生态功能区产业准入负面清单（第一批）》，2017 年 5 月；
- 11) 《赣州市“三线一单”生态环境分区管控方案》，2020 年 12 月 31 日；
- 12) 《生态环境部审批环境影响评价文件的建设项目目录（2019 年本）》，2019 年 2 月 27 日；
- 13) 《江西省环境保护厅审批环境影响评价文件的建设项目目录（2015 年本）》，2015 年 10 月 18 日；
- 14) 《“十四五”工业绿色发展规划》，2021 年 11 月 15 日；
- 15) 《江西省国民经济和社会发展第十四个五年规划和 2035 年远景目标纲要》，2021 年 2 月 19 日；
- 16) 《江西省人民政府关于印发江西省“十四五”生态环境保护规划》2021 年 11 月 16 日。

### 1.3.1.2 标准规范

- 1) 《建设项目环境影响评价技术导则 总纲》（HJ 2.1-2016）；
- 2) 《环境影响评价技术导则 大气环境》（HJ2.2-2018）；
- 3) 《环境影响评价技术导则 地表水环境》（HJ2.3-2018）；
- 4) 《环境影响评价技术导则 地下水环境》（HJ610-2016）；
- 5) 《环境影响评价技术导则 声环境》（HJ2.4-2021）；
- 6) 《环境影响评价技术导则 生态影响》（HJ19-2022）；
- 7) 《建设项目环境风险评价技术导则》（HJ169-2018）；
- 8) 《环境影响评价技术导则 铀矿冶》（HJ1015.1-2019）；
- 9) 《电离辐射防护与辐射源安全基本标准》（GB18871-2002）；
- 10) 《铀矿冶辐射防护和辐射环境保护规定》（GB23727-2020）；
- 11) 《铀矿冶辐射环境监测规定》（GB23726-2009）；
- 12) 《核工业铀矿冶工程设计规范》（GB50521-2009）；
- 13) 《铀、钍矿冶放射性废物安全管理技术规定》（GB14585-1993）；
- 14) 《食品中放射性物质限制浓度标准》（GB14882-1994）；
- 15) 《环境空气质量标准》（GB3095-2012）；
- 16) 《地表水环境质量标准》（GB3838-2002）；
- 17) 《地下水质量标准》（GB/T14848-2017）；
- 18) 《声环境质量标准》（GB3096-2008）；
- 19) 《土壤环境质量 农用地土壤污染风险管控标准（试行）》（GB15618-2018）；
- 20) 《江西省建设用土壤污染风险管控标准（试行）》（DB36/1282-2020）；
- 21) 《大气污染物综合排放标准》（GB16297-1996）；
- 22) 《建筑施工场界环境噪声排放标准》（GB12523-2011）；
- 23) 《工业企业厂界环境噪声排放标准》（GB12348-2008）；
- 24) 《污水综合排放标准》（GB8978-1996）。

### 1.3.2 相关文件

- 1) 《国防科工局关于中国核工业集团有限责任公司从江西共伴生铀资源（独居石）综合利用项目中回收铀钍资源的批复》（科工二司〔2022〕750号）；

- 2) 《江西共伴生铀资源（独居石）综合利用项目可行性研究报告》（中核第四研究设计工程有限公司，2021.11）；
- 3) 《江西共伴生铀资源（独居石）综合利用项目铀钍资源处置方案》（中核第四研究设计工程有限公司，2022.8）；
- 4) 《江西共伴生铀资源（独居石）综合利用项目（尾渣库）岩土工程勘察报告（详细勘察）》（中核大地勘察设计有限公司，2022.5）；
- 5) 《江西共伴生铀资源（独居石）综合利用项目场地源项调查报告》（核工业二七〇研究所，2022.8）；
- 6) 《江西独居石建设项目用地退役治理土壤辐射风险评估报告》（核工业二三〇研究所，2022.12）；
- 7) 独居石精矿和优溶渣全元素分析报告、环境质量监测报告；
- 8) 环评委托书。

## 1.4 评价范围

### 1.4.1 辐射环境

本项目辐射环境评价范围为以对居民影响最大的气载流出物钍初级产品暂存库为中心，半径 20km 的地域范围。子区划分方法以 1km、2km、3km、5km、10km、20km 为半径画 6 个同心圆，与圆心角 22.5° 的 16 个方位相交划分扇形区，共 96 个评价子区。本项目评价中心半径 5km 评价子区分布详见图 1.4-1，半径 20km 评价子区详见图 1.4-2。

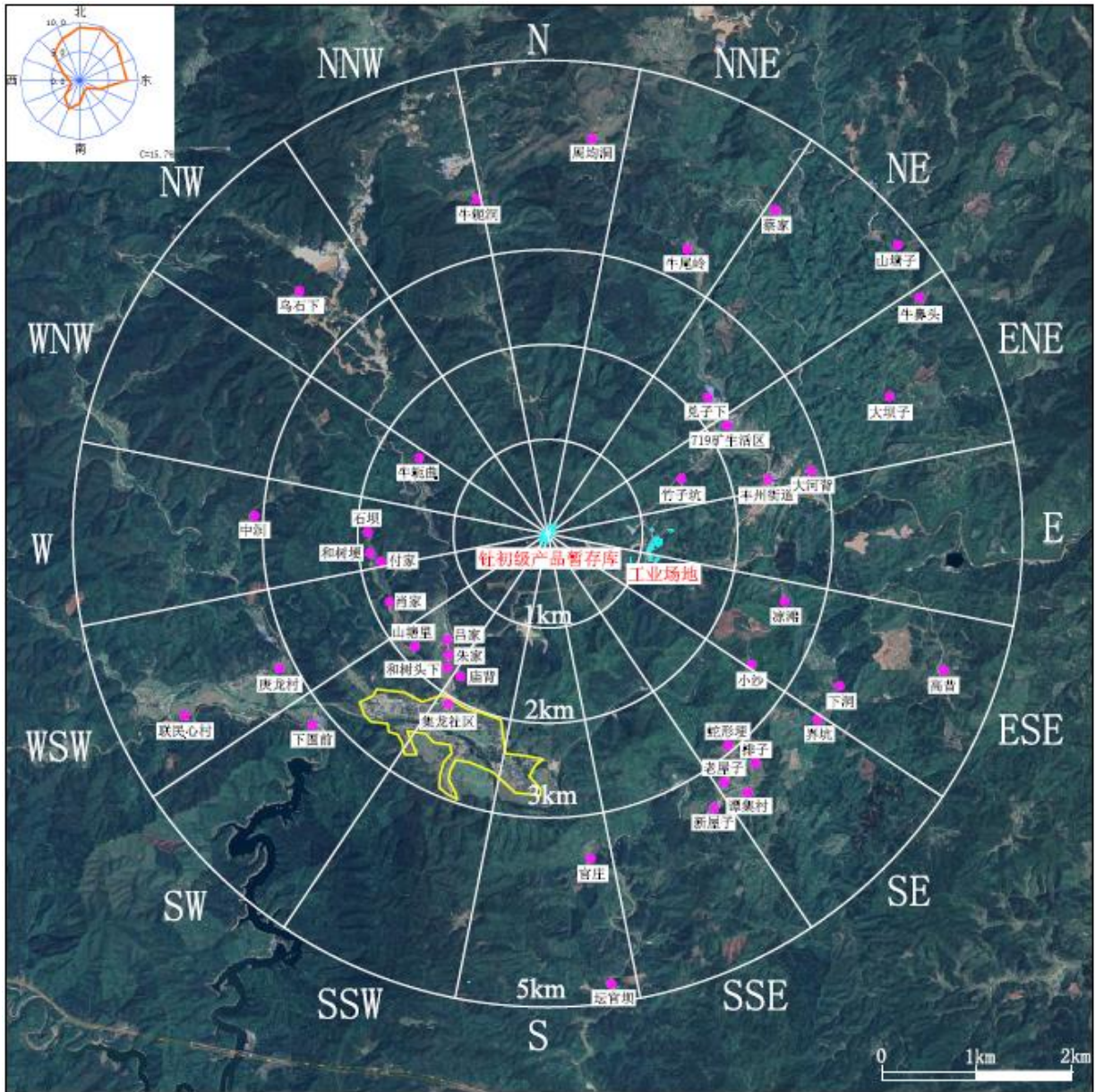


图 1.4-1 本项目半径 5km 评价范围及子区划分



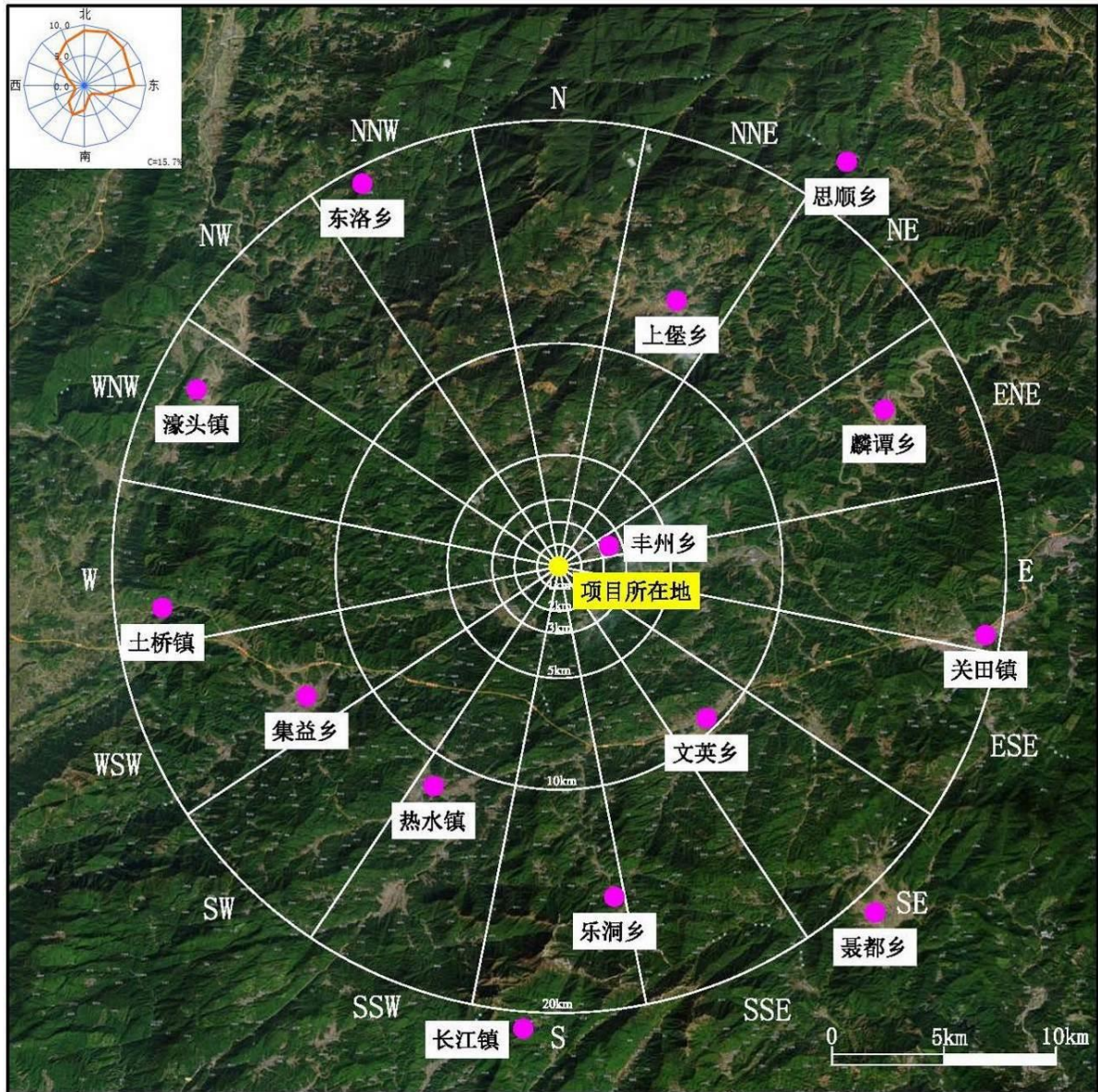


图 1.4-2 本项目半径 20km 评价范围及子区划分

此外，参照《环境影响评价技术导则 地下水环境》（HJ610-2016）中附录 A 地下水环境影响评价行业分类表中有色金属冶炼分类，属于 I 类项目；根据 HJ 610-2016 中表 1 地下水环境敏感程度分级，本项目不涉及地下水的敏感区或较敏感区（选址不涉及集中式饮用水水源保护区及以外的补给径流区，不涉及分散式饮用水水源保护区及特殊地下水资源保护区等），地下水评价确定为二级。

本次评价根据建设项目所在地水文地质条件采用自定义法确定评价范围：以钍初级产品暂存库为中心，北侧及西侧以山脊作为地表分水岭边界，南侧以集龙江为界，总面积约 8.46km<sup>2</sup>。

### 1.4.2 非放射性环境

#### 1) 大气环境影响评价等级与评价范围

根据《环境影响评价技术导则 大气环境》（HJ2.2-2018）规定，评价等级由项目中主要污染物的最大占标率  $P_i$  作为判断依据，其中  $P_i$  定义为：

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

式中：

$P_i$ —第  $i$  个污染物的最大地面浓度占标率，%；

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

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

本项目施工过程中清挖卸车产生的扬尘（TSP），采取定期洒水、对运输物料采用密闭车辆、避开大风作业等措施后，扬尘排放量较小；运行期非放射性废气自饱树脂酸洗工序产生的 HCl，采用酸雾净化塔进行处理。

评价工作等级按表 1.4-1 的分级判据进行划分。

表 1.4-1 大气评价工作等级划分判据

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

采用导则推荐的 AERSCREEN 估算模式，估算 TSP 和 HCl 的最大落地浓度和距离，源项及估算结果见表 1.4-2 和表 1.4-3。

表 1.4-2 估算模式参数一览表

名称	源强 (mg/s)	排放浓度 (mg/m <sup>3</sup> )	排放高度 (m)	出口内径 (m)	温度 (°C)
TSP	0.94	/	2.75	/	24
HCl	0.69	1.15	27	0.8	24

注：施工期清挖卸车产生的 TSP 为面源。

表 1.4-3 拟建项目大气环境影响估算结果

污染源名称	$C_i$ ( $\mu\text{g}/\text{m}^3$ )	$C_{0i}$ ( $\mu\text{g}/\text{m}^3$ )	$P_i$ (%)	距离 (m)
TSP	14.04	900	1.56	16
HCl	0.77	50	1.54	459

由上表可以看出，本项目主要大气污染物 TPS 和 HCl 最大占标率  $P_{\max}$  分别为 1.56% 和 1.54%，处于 1%~10% 之间，根据表 1.4-1 判定标准，非放射性大气环境影响评价工作等级为二级，施工期大气环境影响评价范围以 719 尾矿库为中心边长 5km 的范围，运行期以酸雾净化塔排气口为中心边长 5km 的范围。

## 2) 地表水环境影响评价等级与评价范围

本项目废水包括工艺废水和生活污水，总排放量为  $60.34\text{m}^3/\text{d}$ 。

其中，工艺废水由工艺废水处理设施处理，排放量为  $10\text{m}^3/\text{d}$ ，主要污染物包括 Cd、As、 $\text{Cr}^{6+}$ 、Hg、Pb、Ni、SS、TP、COD 和  $\text{NH}_3\text{-N}$  等，车间排放口处  $\text{Cd} \leq 0.1\text{mg/L}$ ， $\text{As} \leq 0.5\text{mg/L}$ ， $\text{Cr}^{6+} \leq 0.5\text{mg/L}$ ， $\text{Hg} \leq 0.05\text{mg/L}$ ， $\text{Pb} \leq 1.0\text{mg/L}$ ， $\text{Ni} \leq 1.0\text{mg/L}$ ；生活污水由生活污水处理设施处理，排放量为  $50.34\text{m}^3/\text{d}$ ，主要污染物包括 COD、 $\text{BOD}_5$ 、 $\text{NH}_3\text{-N}$ 、SS 和 TP。

上述废水经各自废水处理设施处理后由总排口排至集龙江，总排放口处  $\text{SS} \leq 70\text{mg/L}$ ， $\text{COD} \leq 100\text{mg/L}$ ， $\text{NH}_3\text{-N} \leq 15\text{mg/L}$ ， $\text{BOD}_5 \leq 20\text{mg/L}$ ， $\text{TP} \leq 0.5\text{mg/L}$ 、 $\text{F} \leq 10\text{mg/L}$ ，经计算当量数  $W_{\max}=1810.2 < 6000$ ， $Q=60.34\text{m}^3/\text{d} < 200\text{m}^3/\text{d}$ 。

本项目直接受纳水体为集龙江，根据《江西省地表水（环境）功能区划》（2007 年）排放口河段为水功能为景观娱乐用水，水质目标为 III 类。根据《环境影响评价技术导则 地表水环境》（HJ 2.3-2018）判定标准，本项目直接排放第一类污染物（如 As、Pb 等），按照注 4 相关内容地表水环境影响评价工作等级为一级，评价范围为受纳水体排放口断面至下游最近河段汇入口处，关心断面为排放口下游 500m 丰州村断面，评价时期为丰水期和枯水期。

## 3) 声环境影响评价等级与范围

本项目所处区域为声环境 2 类功能区，且评价范围 200m 内无环境保护目标，根据《环境影响评价技术导则 声环境》（HJ2.4-2021）相关内容，本项目声环境影响评价工作等级为二级。

## 4) 生态影响评价等级与范围

本项目占地面积共计约  $0.08786\text{km}^2$ ，均为工业用地，根据《环境影响评价技术导则 生态影响》（HJ19-2022）相关内容，不属于 6.1.2 条中“a) ~f)”内容，生态评价为三级，评价范围为本项目占地区域。

### 5) 环境风险评价等级与范围

本项目涉及的主要风险源为饱和树脂酸洗工序使用的酸洗水（含 12.5% 盐酸），由生产水和氯化稀土生产线盐酸库中盐配制形成，涉及配制设备为酸洗水配制槽（有效容积 19.6m<sup>3</sup>，12.5% 盐酸密度约 1.06t/m<sup>3</sup>），由此估算本项目盐酸储存量为 2.6t，折合为 37% 盐酸约 7t，根据《建设项目环境风险评价技术导则》（HJ169-2018）附录 B 中突发环境事件风险物质 37% 盐酸临界量为 7.5t，则风险物质与临界值比值  $Q < 1$ ，风险潜势为 I，故进行简单分析。

#### 1.4.3 环境影响因素识别

为明确本项目建设可能对自然环境、生态环境、社会环境和公众健康产生的影响，根据项目工程特点、规模和污染物排放规律，结合评价区域的环境特征，进行项目对环境的影响识别，结果见表 1.4-4。

由表 1.4-4 可知，本项目实施对周边环境的影响要素，施工期主要是退役治理、施工扬尘、机械噪声等活动对辐射环境、大气环境、声环境及生态环境的影响；运营期主要是生产过程中废气、废水、固废和噪声对辐射环境、大气环境、地表水环境、地下水环境及声环境的影响；而项目的建设及投产，将对该地区的社会经济产生积极影响。

表 1.4-4 本项目环境影响要素识别

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

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

#### 1.4.4 评价因子筛选

根据本项目施工期特点以及运行期生产工艺与污染物排放特点，确定本项目评价因子见表 1.4-5。



表 1.4-5 本项目评价因子一览表

时 期	评价内容		评价因子
施工期	大气污染源	放射性污染物	$^{222}\text{Rn}$
		非放射性污染物	TSP
	废水污染源		生活污水 COD、BOD <sub>5</sub> 、SS 等
	固废污染源	放射性污染物	污染建（构）筑物、污染设备管线、尾渣和污染土等
		非放射性污染物	建筑施工垃圾和生活垃圾
	噪声污染源		Leq（A）
	生态评价		生态完整性
运行期	大气污染源	放射性污染物	$^{222}\text{Rn}$ 及其子体、钍射气
		非放射性污染物	HCl
	废水污染源	放射性污染物	U <sub>天然</sub> 、 $^{226}\text{Ra}$ 、 $^{210}\text{Po}$ 、 $^{210}\text{Pb}$ 、 $^{230}\text{Th}$ 、 $^{232}\text{Th}$ 、 $^{228}\text{Th}$ 、 $^{228}\text{Ra}$
		非放射性污染物	工艺废水 Cd、As、Cr <sup>6+</sup> 、Hg、Pb、Ni、F <sup>-</sup> 、SS、TP、COD 和 NH <sub>3</sub> -N
			生活污水 pH、COD、BOD <sub>5</sub> 、NH <sub>3</sub> -N、SS、TP
	固废污染源	放射性污染物	铀除杂渣以及废旧管道、设备等
		非放射性污染物	生活垃圾
	噪声污染源		Leq（A）

## 1.5 评价控制指标

### 1.5.1 剂量约束值

#### 1) 施工期退役治理公众剂量约束值

根据《鹿井铀矿冶技术改造工程环境影响报告书》（中核赣州金瑞铀业有限公司，2008.12）中环境影响评价结论，丰州工区所有铀矿冶设施（鹿井矿井、高昔矿井、丰州水冶厂和 719 尾矿库等）所造成 80km 范围公众剂量约束值为 0.4mSv/a。本项目施工期仅退役治理丰州水冶厂部分设施，考虑到丰州工区其他铀矿冶设施尚未退役治理（鹿井矿井、丰州水冶厂未退役设施和 719 尾矿库等），故取公众剂量约束值 0.4mSv/a。

#### 2) 运行期正常工况下公众剂量约束值

根据《铀矿冶辐射防护和辐射环境保护规定》（GB23727-2020）：铀矿冶企业实践所致的公众关键居民组成员所受的年平均剂量约束值不应超过 0.5mSv/a。

考虑到本项目的特点，结合气、液流出物所致公众剂量预测结果，本项目所致 20km 范围内关键居民组最大有效剂量为  $2.77 \times 10^{-3} \text{mSv/a}$ ，按照辐射防护最优化的要求，本项目的剂量约束值取剩余剂量  $0.1 \text{mSv/a}$  的 10%，即  $0.01 \text{mSv/a}$ 。

### 3) 事故工况下公众剂量控制值

根据《铀矿冶辐射防护和辐射环境保护规定》（GB23727-2020），本项目在事故工况下公众剂量控制值确定为  $1 \text{mSv/次}$ 。

## 1.5.2 施工期退役治理放射性水平管理限值

### 1) 表面 $\alpha$ 、 $\beta$ 放射性水平管理限值

本项目施工过程中对用地范围内建（构）筑物和设备拆除处理，依据《铀矿冶辐射防护和辐射环境保护规定》（GB23727-2020）中相关规定，表面  $\alpha$ 、 $\beta$  放射性污染水平分别降低到  $0.08 \text{Bq/cm}^2$  和  $0.8 \text{Bq/cm}^2$  时，可作为普通物品（食品工业除外）使用。

### 2) 土壤去污治理管理限值

#### (1) 土壤 $^{226}\text{Ra}$ 去污治理管理限值

本项目对用地范围内土壤进行清挖治理，根据《江西独居石建设项目用地退役治理土壤辐射风险评估报告》（核工业二三〇研究所，2022.12，以下简称“风险评估报告”）中结论，土壤  $^{226}\text{Ra}$  扣除本底值后治理目标值为  $0.53 \text{Bq/g}$ ，叠加项目区域土壤  $^{226}\text{Ra}$  本底值  $0.078 \text{Bq/g}$  后，向下取整后确定本项目工业场地土壤去污治理管理限值为  $0.6 \text{Bq/g}$ 。

#### (2) 土壤氡析出率管理限值

本项目根据《铀矿冶辐射防护和辐射环境保护规定》（GB23727-2020）和风险评估报告中相关内容，确定工业场地土壤去污治理后，氡析出率不超过  $0.74 \text{Bq}/(\text{m}^2 \text{s})$ 。

## 1.5.3 运行期放射性流出物排放限值

依据《铀矿冶辐射防护和辐射环境保护规定》（GB23727-2020）内相关规定，确定本项目放射性流出物排放限值，如表 1.5-1 和表 1.5-2 所示。



表 1.5-1 本项目放射性流出物排放限值

类别	污染物名称	标准值	标准来源	
放射性流出物排放限值	工艺废水	U <sub>天然</sub>	0.3 mg/L	《铀矿冶辐射防护和辐射环境保护规定》（GB23727-2020）
		<sup>226</sup> Ra	1.1 Bq/L	
		<sup>210</sup> Po	0.5 Bq/L	
		<sup>210</sup> Pb	0.5 Bq/L	
		<sup>230</sup> Th	1.85 Bq/L	
	<sup>232</sup> Th	0.3 mg/L	《伴生放射性矿开发利用环境辐射防护技术要求》（T/BSRS025-2020）	

表 1.5-2 本项目放射性流出物归一化排放限值

类别	污染物名称	标准值	标准来源	
归一化排放量限值	工艺废水	U <sub>天然</sub>	9.5×10 <sup>8</sup> Bq/100t (U)	《铀矿冶辐射防护和辐射环境保护规定》（GB23727-2020）
		<sup>226</sup> Ra	2.5×10 <sup>8</sup> Bq/100t (U)	
		<sup>210</sup> Po	6.5×10 <sup>7</sup> Bq/100t (U)	
		<sup>210</sup> Pb	6.5×10 <sup>7</sup> Bq/100t (U)	

### 1.5.4 运行期总量控制值

本项目所在区不涉及区域消减，运行期废水中 COD 和 NH<sub>3</sub>-N 实行总量控制，本项目申请总量控制值如下：

COD 总量控制值为 1.81t/a；

NH<sub>3</sub>-N 总量控制值为 0.272t/a。

### 1.5.5 非放射性环境质量和污染物排放标准

1) 本项目执行的非放射性环境质量标准如下：

(1) 《环境空气质量标准》（GB3095-2012）二级标准；

(2) 《地表水环境质量标准》（GB3838-2002）III类标准；

(3) 《地下水质量标准》（GB/T14848-2017）III类标准；

(4) 《声环境质量标准》（GB3096-2008）2类标准；

(5) 《土壤环境质量 农用地土壤污染风险管控标准（试行）》（GB15618-2018）土壤污染风险筛选值；

(6) 《建设用地土壤污染风险管控标准（试行）》（DB36/1282-2020）第二类用地污染风险筛选值。

2) 本项目执行的非放射性污染物排放标准如下：

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

(2) 工艺废水非放射指标和生活污水处理后执行《污水综合排放标准》(GB8978-1996) 表 1 和表 4 一级标准；

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

本项目非放评价采用的标准值见表 1.5-3~表 1.5-4。

表 1.5-3 本项目环境质量评价采用的标准值

类型	评价因子及标准值					执行标准
环境质量评价标准	大气	TSP	24 小时均 300 $\mu\text{g}/\text{m}^3$ 年均 200 $\mu\text{g}/\text{m}^3$			《环境空气质量标准》 GB3095-2012 中二级标准
		HCl	小时均值 50 $\mu\text{g}/\text{m}^3$			《环境影响评价技术导则 大气环境》(HJ 2.2-2018) 中附录 D
环境质量评价标准	地表水	pH	6~9	TP	0.2 mg/L	《地表水环境质量标准》 GB3838-2002 中 III 类标准
		COD	20mg/L	Cr <sup>6+</sup>	0.05 mg/L	
		BOD <sub>5</sub>	4 mg/L	F <sup>-</sup>	1.0 mg/L	
		NH <sub>3</sub> -N	1.0 mg/L	Pb	0.05 mg/L	
		Zn	1.0 mg/L	Cd	0.005 mg/L	
		Hg	0.0001 mg/L	As	0.05 mg/L	
环境质量评价标准	地下水	pH	6.5~8.5	Mn	0.1mg/L	《地下水质量标准》 (GB/T14848-2017) III 类 标准
		Na <sup>+</sup>	200 mg/L	TDS	1000mg/L	
		NH <sub>3</sub> -N	0.5 mg/L	COD <sub>Mn</sub>	3mg/L	
		硝酸盐	20 mg/L	SO <sub>4</sub> <sup>2-</sup>	250mg/L	
		As	0.01mg/L	Cl <sup>-</sup>	250mg/L	
		Hg	0.001mg/L	亚硝酸盐	1mg/L	
		Cr <sup>6+</sup>	0.05mg/L	总 $\alpha$	0.5Bq/L	
		总硬度	450mg/L	总 $\beta$	1.0Bq/L	
		Pb	0.01mg/L	F <sup>-</sup>	1mg/L	
		Cd	0.005mg/L	Fe	0.3mg/L	
声环境	昼间	60dB (A)	夜间	50dB (A)	《声环境质量标准》 GB3096-2008 中 2 类标准	

类型	评价因子及标准值				执行标准
农用地土壤	pH	<5.5	Cr	150 mg/kg	《土壤环境质量 农用地土壤污染风险管控标准（试行）》(GB15618-2018)中的土壤污染风险筛选值
	As	40 mg/kg	Zn	200 mg/kg	
	Cd	0.3 mg/kg	Ni	60 mg/kg	
	Hg	1.3 mg/kg	Cu	50 mg/kg	
	Pb	70 mg/kg	/	/	
建设用地土壤	As	60 mg/kg	Pb	800 mg/kg	《建设用地土壤污染风险管控标准（试行）》(DB36/1282-2020)中第二类用地污染风险筛选值
	Cd	65 mg/kg	Hg	38 mg/kg	
	Cr <sup>6+</sup>	5.7 mg/kg	Ni	900 mg/kg	
	Cu	18000 mg/kg	/	/	

表 1.5-4 本项目非放射污染物排放采用的标准值

类型	污染物	标准限值	执行标准	
非放射性污染物排放标准	废气	HCl	排放浓度 100 mg/m <sup>3</sup> 排放速率 1.1kg/h 排气筒高度 27m	《大气污染物综合排放标准》(GB16297-1996)中新污染源二级标准
	工艺废水槽式排放槽*	Cd	0.1mg/L	《污水综合排放标准》(GB8978-1996)表 1
		As	0.5mg/L	
		Cr <sup>6+</sup>	0.5mg/L	
		Hg	0.05mg/L	
		Pb	1.0mg/L	
		Ni	1.0mg/L	
	废水总排口*	pH	6~9	《污水综合排放标准》(GB8978-1996)表 4 一级标准
		F <sup>-</sup>	10 mg/L	
		SS	70mg/L	
		COD	100mg/L	
		NH <sub>3</sub> -N	15mg/L	
		TP	0.5mg/L	
BOD <sub>5</sub>		20mg/L		
噪声	施工期	昼间	70dB (A)	《建筑施工场界环境噪声排放标准》(GB12523-2011)
		夜间	55dB (A)	
	运行期	昼间	60dB (A)	《工业企业厂界环境噪声排放标准》(GB12348-2008)中 2 类
		夜间	50dB (A)	

注：本项目工艺废水和生活污水单独处理后，汇入总排放管道，排至集龙江。

## 1.6 环境保护目标

根据工程性质和周围环境特征，确定本次环境评价的大气环境保护目标

重点为评价中心半径 5km 范围内居民点的大气环境；水环境保护对象为厂址区域及周围潜水层地下水和受纳水体（集龙江）；生态环境保护对象为项目建设占地区域；声环境为场址周围 200m 范围的区域；辐射环境为评价中心半径 20km 范围内区域。本项目具体环境保护目标见表 1.6-1。

表 1.6-1 环境保护目标一览表

要素	保护对象								执行标准
	名称	方位	距离 km	人数	名称	方位	距离 km	人数	
大气环境	周均洞	N	4.2	110	新屋子	SSE	3.4	26	《环境空气质量标准》 (GB3095-2012) 二级。
	牛尾岭	NNE	3.3	40	官庄	S	3.4	41	
	兑子下	NE	2.2	120	坛官坝	S	4.8	223	
	蔡家	NE	4.1	190	庙背	SSW	1.7	62	
	山塘子	NE	4.8	20	集龙社区	S~SW	2.0	2739	
	竹子坑	ENE	1.5	86	吕家	SW	1.6	17	
	719 生活区	ENE	2.2	17	朱家	SW	1.7	112	
	丰州街道	ENE	2.3	150	和树头下	SW	1.8	61	
	大河背	ENE	2.8	167	山塘里	SW	1.9	114	
	大坝子	ENE	3.8	160	下围前	SW	3.2	234	
	牛鼻头	ENE	4.6	40	肖家	WSW	1.8	46	
	小沙	ESE	2.5	1	庚龙村	WSW	3.1	560	
	凉滩	ESE	2.6	16	联民心村	WSW	4.3	1501	
	下洞	ESE	3.4	35	付家	W	1.8	16	
	高昔	ESE	4.4	220	和树埂	W	1.9	31	
	蛇形埂	SE	2.9	43	石坝	W	1.9	5	
	老屋子	SE	3.2	31	中洞	W	3.1	22	
	排子	SE	3.2	26	牛轭曲	WNW	1.7	72	
	谭集村	SE	3.4	57	乌石下	NW	3.6	22	
界坑	SE	3.5	88	牛轭洞	NNW	3.6	30		
水环境	集龙江（地表水）								《地表水环境质量标准》 (GB3838-2002) III 类标准。
	评价范围内潜水层地下水								《地下水质量标准》 (GB/T14848-2017) III 类标准。
声环境	场址 200m 范围内声环境								《声环境质量标准》 (GB3096-2008) 2 类标准
生态环境	建设项目占地区域								防止生态环境破坏、水土流失等。

要素	保护对象	执行标准
辐射环境	20km 评价范围区域所有公众	本项目确定的公众剂量约束值，0.01mSv/a。

## 1.7 产业政策及“三线一单”符合性分析

### 1.7.1 产业政策符合性分析

根据国家发展改革委 2019 年第 29 号令《产业结构调整指导目录（2019 年本）》，本项目属于“鼓励类”中“六、核能”中的“1、铀矿地质勘查和铀矿冶、铀精制、铀转化”类别，符合国家产业政策要求。

### 1.7.2 规划符合性分析

1) 与《“十四五”工业绿色发展规划》（工信部规〔2021〕178 号）符合性分析

规划中提出“促进资源利用循环化转型”、“推进原生资源高效协同利用”等多方位规划，旨在全面合理综合利用有色金属等共伴生矿产资源，推进工业固废规模化综合利用，提取回收有价值元素。本项目为共伴生铀资源（独居石）综合利用项目，主要是综合利用独居石和稀土优溶废渣回收宝贵铀、钍资源，解决独居石及优溶渣含高品位铀钍资源和废渣处理的问题，符合国家相关要求。

2) 与《江西省国民经济和社会发展第十四个五年规划和 2035 年远景目标纲要》的符合性

纲要中第十篇第三章中提及“提高资源综合利用效率，大力发展循环经济、构建多层次资源高效循环利用体系”。本项目为铀钍资源综合利用项目，旨在回收独居石和优溶渣中宝贵铀、钍资源，是构建稀土行业含高品位铀钍资源放射性废渣综合利用体系的重要一环，符合省级发展规划的要求。

3) 与《江西省人民政府关于印发江西省“十四五”生态环境保护规划》的符合性

规划中第十章、第三节保障核与辐射安全明确提出了“防范伴生放射性矿开发利用辐射安全风险”、“鼓励引导伴生放射性固体废物综合利用和处置技术研究，推进伴生放射性固体废物集中处置示范”。本项目综合利用独居石和优溶渣，用于提取宝贵铀、钍资源，是伴生放射性固体废物综合利用的示范项目，符合省级环境保护规划要求。

#### 4) 与《赣州市“三线一单”生态环境分区管控方案》符合性分析

赣州市为积极推进生态保护红线、环境质量底线、资源利用上线和生态环境准入清单，制定了分区管控方案，本项目所在的丰州乡为优先保护单元，该优先保护单元是指以生态环境保护为主的区域，涉及生态保护红线、自然保护区、饮用水水源保护区等生态环境敏感区，项目所在地生态管控单元详见图 1.7-1。同时该方案制定了赣州市生态环境总体准入清单，对照该清单本项目不属于禁止开发建设、限制开发建设和不符合空间布局要活动的建设项目。

本项目所占地主要为工业用地，不涉及优先保护单元格中生态红线、自然保护区和饮用水水源保护区等敏感区，不会造成区域生态功能发生改变；根据本项目环境影响评价结果，项目污染物排放符合相关排放标准要求，对公众附加剂量较低，对大气环境、地表水环境、地下水环境、声环境等影响较小，均能满足各环境质量标准要求。

总体上来看，本项目建设对管控单元环境影响较小，不会改变单元的生态功能，符合《赣州市“三线一单”生态环境分区管控方案》（赣市府〔2020〕95号）的要求。



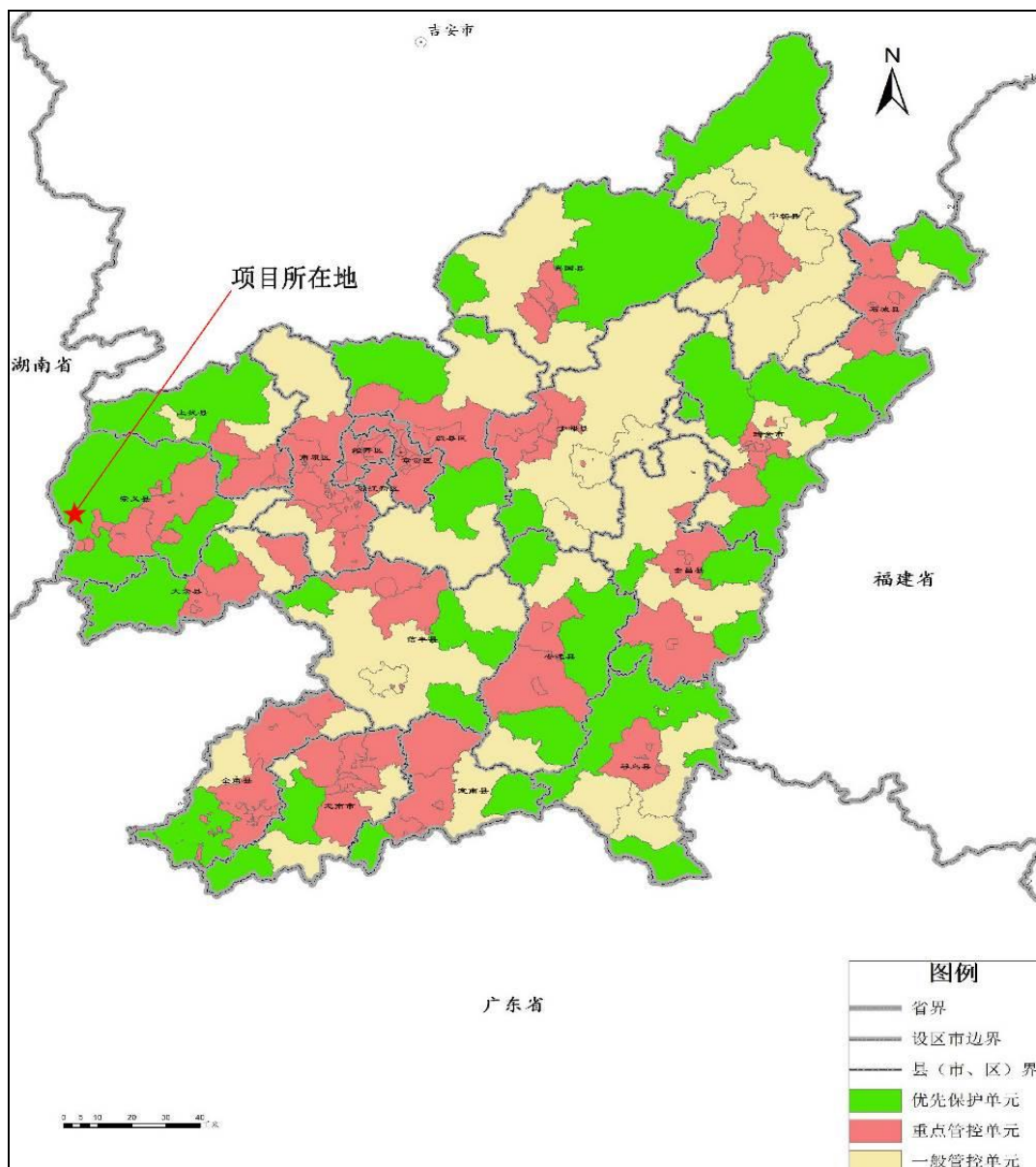


图 1.7-1 项目所在地生态管控单元格

### 1.7.3 “三线一单”符合性

#### 1) 生态红线符合性分析

本项目位于江西省赣州市崇义县丰州乡，经与江西省赣州市崇义县自然资源局核实，项目建设用地均不在江西省生态红线范围内，符合生态红线的要求。

#### 2) 环境质量底线

根据《2020 年江西省各县（市、区）六项污染物浓度年均值》本项目所在的赣州市，空气中  $\text{SO}_2$ 、 $\text{NO}_2$ 、 $\text{CO}$ 、 $\text{PM}_{10}$ 、 $\text{PM}_{2.5}$  和  $\text{O}_3$  六大基本污染物以及本项目监测的 TSP 均满足《环境空气质量标准》（GB3095-2012）中二级标

准要求；

本项目受纳水体集龙江各指标满足《地表水环境质量标准》（GB3838-2002）中III标准的要求；项目周围敏感点处声环境满足《声环境质量标准》（GB3096-2008）中2类标准要求；项目周围地下水中各重金属元素、氨氮及COD等指标满足《地下水环境质量标准》（GB/T14848-2017）中III类标准要求；场址内土壤满足《建设用地土壤污染风险管控标准（试行）》（DB36/1282-2020）中的第二类用地污染风险筛选值的要求；周围敏感点土壤满足《土壤环境质量 农用地土壤污染风险管控标准（试行）》（GB15618-2018）中土壤污染风险筛选值的要求。

本项目非放射性废气主要为HCl，排放量较少，采取必要污染防治措施后，不会大气环境产生较大影响，经预测敏感点处HCl能满足HJ2.2-2018的要求；废水主要污染物为As、Pb、COD、BOD<sub>5</sub>、SS、NH<sub>3</sub>-N和TP等，采取必要污染防治措施后达标排放至集龙江，经预测关心断面处污染物均能满足GB3838-2002中III类标准要求，对地表水环境影响较小；本项目产生的铀除杂渣运至尾渣库贮存，废旧零部件依托氯化稀土生产线建设的产品及原料化工库内储存，且均采取有效措施，不会流失至环境，尾渣库采取了双层人工HDPE防渗膜和1m厚天然粘土防渗层，正常工况不会对地下水造成影响；此外，本项目采用低噪声设备，并采取必要的污染防治措施后，敏感点处声环境能够满足GB3096-2008中2类标准的要求。

因此，本项目不会突破环境质量底线。

### 3) 资源利用上线

本项目运行过程中会消耗一定量电能、水资源，项目资源消耗量相对区域资源利用总量较小，并通过设备选型、综合管理等多手段，以“节能、降耗、减污”为目标，有效控制资源利用，不会突破资源利用上线。

### 4) 环境准入清单

本项目对照《江西省国家重点生态功能区产业准入负面清单（第一批）》（赣发改规划〔2017〕448号，2017.5）中崇义县重点生态功能区产业负面清单，本项目属于核燃料加工行业，不在其限制类和禁止类负面清单中，故满足环境准入清单的要求。综上所述，本项目建设符合“三线一单”的要求。

## 2 区域自然与社会环境

### 2.1 地理位置

本项目位于江西省赣州市崇义县丰州境内，厂址中心地理坐标为东经 XXXX，北纬 XXXX。该区域以公路为主，东距江西省崇义县城 54km，距赣州市 154km，西距汝城 51km，南距京广线的白石渡火车站 146km，距韶关车站 182km，项目所在区域交通较为便利。其地理位置详见图 2.1-1。



图 2.1-1 项目所在区域地理位置图

### 2.2 地形地貌

项目所在区域属于罗霄山脉南端诸广山系南岭山脉北麓山区，地势西南高，北东低，山岭走向多为北东，局部为北西，地貌为侵蚀构造中低山地形，切割剧烈，最高海拔 776m，最低 260m，一般相对高差 100~250m。项目所在区域植被发育，森林茂密，杂草丛生，典型地形地貌见图 2.2-1。本次环境影响预测时考虑了评价区域的实际地形，采用国家测绘局提供的 90m 精度的



DEM 地形高程数据，选取的地形文件为 E113 N25 °.dem。由地形文件绘制得到的评价区域三维地形见图 2.2-2。

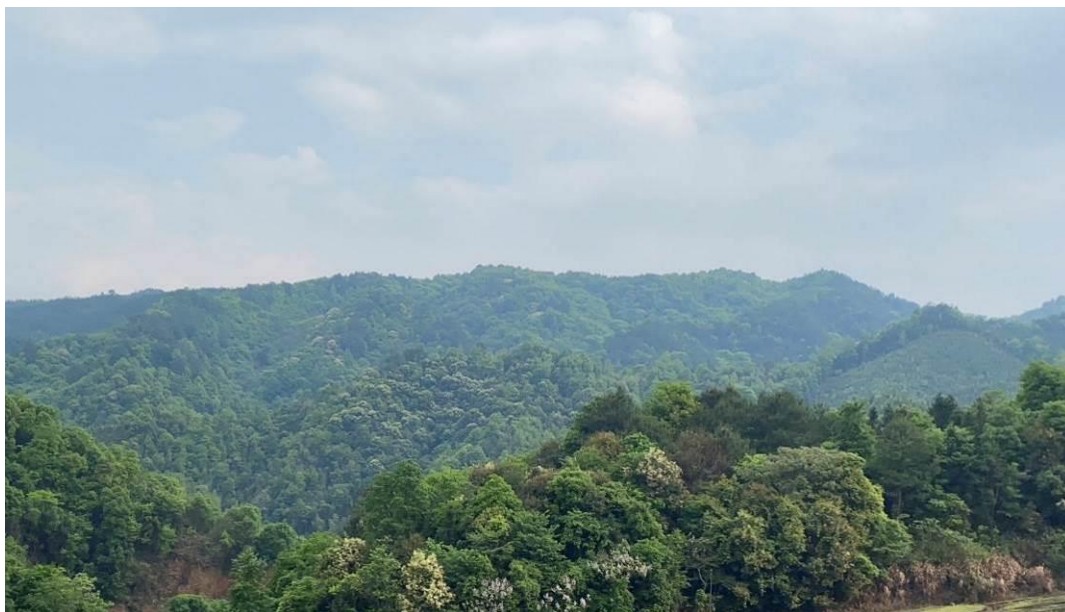


图 2.2-1 项目所在区域典型地形地貌图

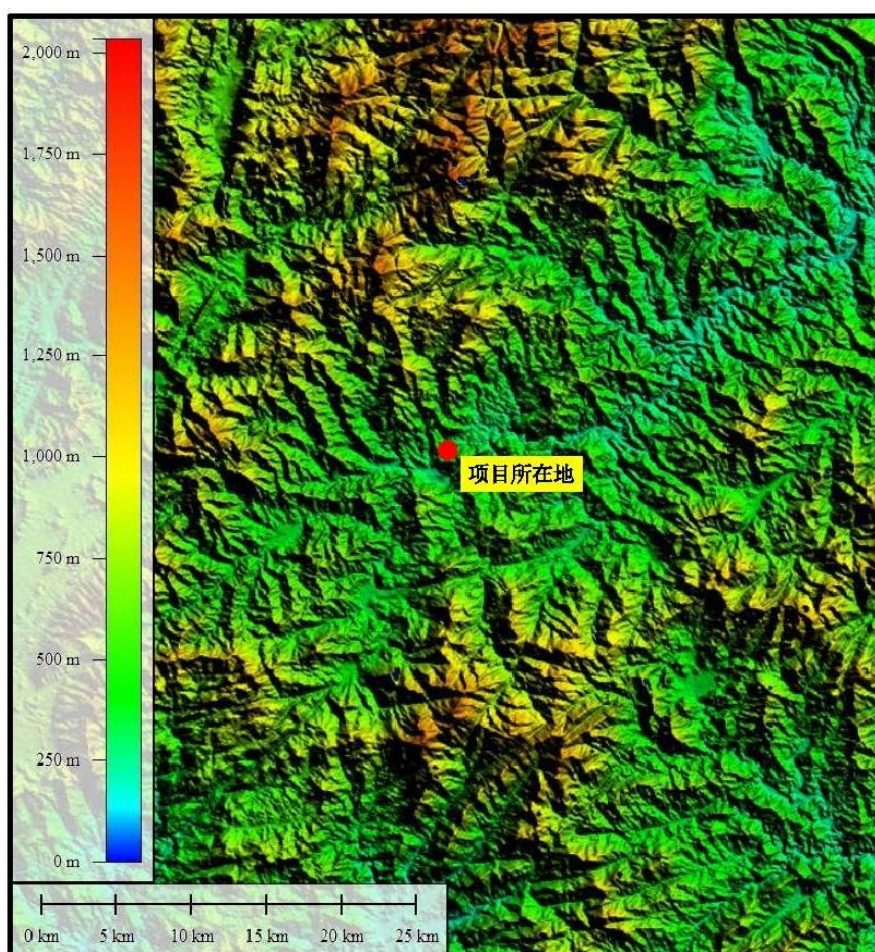


图 2.2-2 评价区域三维地形图

## 2.3 地质

### 1) 区域地质概况

项目所在区域位于南华活动带华夏板块武功-诸广断隆区，桃山—诸广铀成矿带南西端，诸广复式岩体中北段。区域上受南北向万洋-诸广隆起、东西向九峰-内良隆起和北东向万长山隆起联合控制，其特点是区内发育三个构造层，即震旦—奥陶系（缺志留系）加里东期褶皱地槽型构造层，中泥盆统至中三叠统海西-印支期褶皱地台型构造层，上白垩统至古近系燕山-喜山期以断陷为主的陆相构造层。区内出露地层为新元古界岭秀组、震旦系、古生界寒武系、奥陶系、泥盆系、泥盆系、石炭系、二叠系、中生界侏罗系、白垩系及新生界第四系。

### 2) 工程地质

根据《江西共伴生铀资源（独居石）综合利用项目（尾渣库）岩土工程勘察报告（详细勘察）》（中核大地勘察设计有限公司，2022.5）相关内容，本项目工程地质现自上而下依次如下：

（1）粉质黏土（ $Q_4^{al+pl}$ ）：灰褐色夹黄褐色，可塑，湿，成分以粘粒为主，该层场地内广泛分布于沟谷中部，沟谷内 5 钻孔均有揭露并揭穿；层厚 2.2~5.8m。

（2）粉质黏土（ $Q_4^{el+dl}$ ）：黄褐色，可塑，湿，成分以粘粒为主，该层场地内广泛分布于沟谷两侧山坡，山谷斜坡 10 钻孔均有揭露并揭穿；层厚 2.6~3.7m。

（3）强风化泥质粉砂岩（ $K_2$ ）：砖红色、紫红色，成分主要由泥质、粉砂和角砾组成，并夹砂砾岩，该层分布于场地尾部，层厚 2.5m。

（4）强风化板岩（ $\epsilon_1$ ）：青灰色，变余砂质结构，镶嵌碎裂状构造，结构大部分破坏，该层广泛分布于场地下部，层厚 2.90~8.70m。

（5）中风化板岩（ $\epsilon_1$ ）：青灰色，变余砂质结构，中厚层状构造，岩芯主要呈短柱状夹碎块状，该层广泛分布于场地下部，层厚 3.10~4.50m。

此外，本项目拟建钍初级产品暂存库和尾渣库位于 719 尾矿库北侧空置山沟内，尚未堆存任何废物，拟建场址地质构造简单，无断裂构造带通过，勘察期间未发现滑坡、岩溶、危岩、崩塌、地面下沉、采空区和泥石流等不

良地质灾害，场地地质稳定，从地质角度而言适宜建库。

## 2.4 气候与气象

### 2.4.1 区域气候特征

项目所在地区属中亚热带湿润气候区，其气候特征是冬夏季风盛行，夏季长而无酷暑，冬季短而无严寒。垂直气候差异和小区域气候十分明显，气候温和，无霜期长，四季分明，雨量充沛。

根据崇义县气象局提供资料，项目所在地区近 30 年平均气温 19.2℃，极端最高气温 40.1℃，极端最低气温零下 8.0℃；雨量充沛，分布不均，年平均降雨量 1601.3mm，其中 4~6 月降雨量 640.8mm，占全年降雨量 40%；年平均相对湿度 78%，最小相对湿度 17%；年平均蒸发量为 1190.7mm；年日照时数 1327.4h，占可照时数的 30%；冬季偏北风，夏季偏南风，年平均风速 1.1m/s，多年主导风向为北北西风。

根据崇义国家气象观测站 1958 年 9 月~2022 年 10 月统计资料，日最大降雨为 382.5mm，出现在 1975 年 10 月 5 日 20 时~6 日 20 时；小时最大雨量 78.9mm，出现在 1974 年 5 月 14 日 12 时~13 时，月最大降水量 534.2mm，出现在 1968 年 6 月。

### 2.4.2 气象

距离本项目场址最近的地面气象站为崇义县气象站，直线距离约为 34km，该气象站站点编号为 57990，地理坐标为 114.317°E，25.7°N；海拔高度 280.0m，其所在区域与评价范围内地理特征基本一致。本次评价采用的地面气象参数为崇义气象站 2020 年逐时数据，包括观测风向、风速、总云、低云和温度等。

根据该站 2020 年实际观测数据，当地全年平均温度 19.4℃，平均风速 1.44m/s，最大风频风向为 N~NE 方位，其风频之和<30%，2020 年当地主导风向不明确。项目所在区域的气温、风速月平均变化情况见表 2.4-1 和图 2.4-1；各季和全年风频变化见表 2.4-2，各季和全年风速玫瑰见图 2.4-2。

由于本项目最近的高空气象站距离较远（超过 50km 范围），本评价采用的高空气象数据采用中尺度气象模拟软件 WRF-ARW 模拟得到，模拟区域中心的地理坐标为东经 114°22′，北纬 25°83′，主要获取数据为时间、探空数据

层数、每层的气压、高度、气温、风速和风向。

表 2.4-1 全年温度、风速月平均变化值

月份	1月	2月	3月	4月	5月	6月
温度(°C)	10.7	12.8	15.3	16.7	25.2	27.2
风速(m/s)	1.3	1.2	1.2	1.4	1.6	1.7
月份	7月	8月	9月	10月	11月	12月
温度(°C)	28.6	27.0	23.7	19.6	16.4	9.0
风速(m/s)	1.8	1.5	1.2	1.4	1.4	1.4

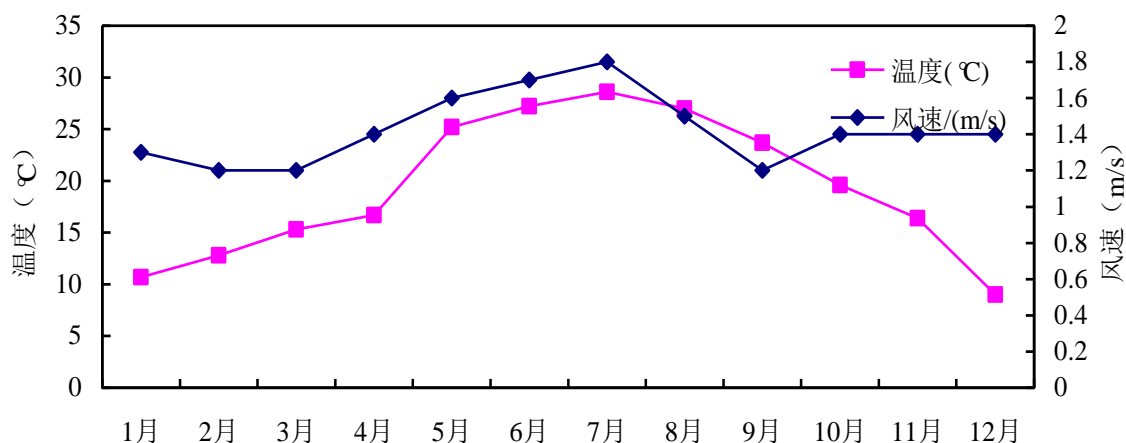


图 2.4-1 温度、风速的月变化曲线

表 2.4-2 各季节及全年各风向风频

风向 季节	N	NNE	NE	ENE	E	ESE	SE	SSE	S	%
春季	8.9	10.0	9.0	8.0	8.0	4.0	2.1	1.6	3.8	
夏季	6.7	9.0	9.5	8.6	9.1	4.5	2.5	3.1	9.0	
秋季	11.4	11.3	8.2	7.6	8.8	3.5	1.4	1.0	1.6	
冬季	9.4	8.0	8.5	6.9	6.6	2.8	1.6	1.4	1.6	
全年	9.1	9.6	8.8	7.8	8.1	3.7	1.9	1.8	4.0	
风向 季节	SSW	SW	WSW	W	WNW	NW	NNW	C		
春季	5.6	3.3	1.3	1.9	2.4	5.8	7.0	17.2		
夏季	11.1	7.1	2.1	0.8	1.4	2.6	5.3	7.7		
秋季	1.6	1.7	1.1	1.8	3.3	8.5	10.0	17.0		
冬季	2.1	2.5	2.2	2.8	4.9	8.7	9.0	20.9		
全年	5.1	3.7	1.7	1.8	3.0	6.4	7.8	15.7		

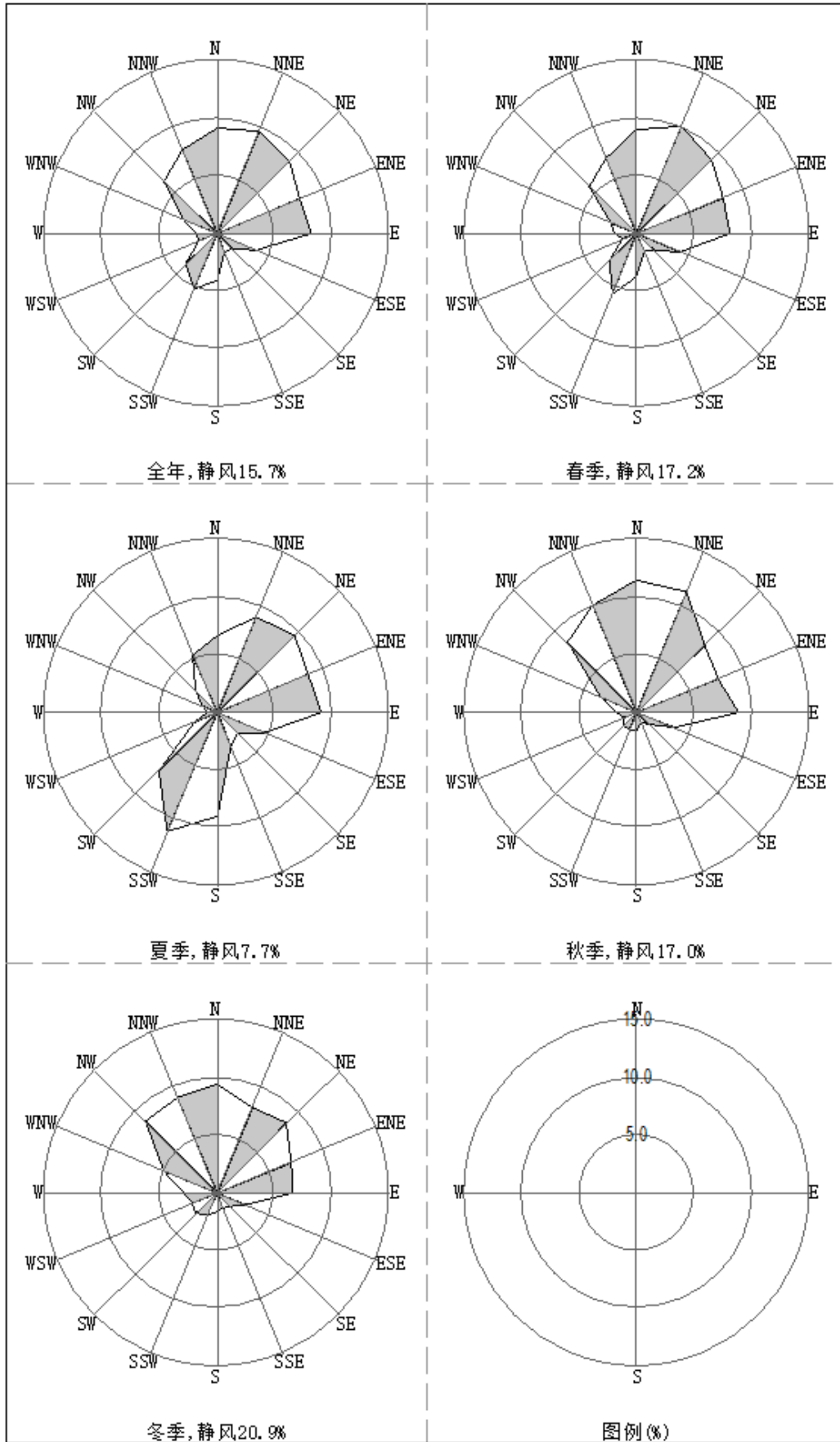


图 2.4-2 各季和全年各风向风玫瑰图



## 2.5 水文

### 2.5.1 地表水

项目所在区域地表水系属长江流域赣江水系，区内山涧小溪、冲沟较多，多呈树枝状分布。主要河流有集龙江，丰州小河，古亭小河等，其中集龙江为本项目废水的直接受纳水体，它发源于汝城县黄岭山，自西向东，由丰州乡入境流经丰州、古亭、麟潭等乡镇，经集龙江水库而后汇入章江，全长82.5km。排放口下游汇入集龙江的支流有丰州小河、九零江、黄斋江、古亭小河、上堡河、思顺河、崇义河等，其区域水系流域详见图2.5-1。

集龙江（又称上犹江）平均流量为 $21.1\text{m}^3/\text{s}$ ，根据《江西省地表水环境功能区划》（2007年），废水排放口所在的集龙江河段水功能区划为上犹江湘赣缓冲区，水环境功能区划为景观娱乐用水区，水质目标为《地表水环境质量》（GB3838-2002）中III类标准，排放口河段上下游1km河段范围内无饮用水区、保护区和游泳区，本项目废水排放量为 $60.34\text{m}^3/\text{d}$ ，满足5倍稀释倍数要求。

根据建设单位现场实测水文数据，2021年集龙江水文学参数见表2.5-1，排放口与下游汇入河流河道距离及各汇入河流全年逐月平均流量见表2.5-2。

表2.5-1 2021年直接受纳水体（集龙江）水文学参数

水文参数	时间	1月	2月	3月	4月	5月	6月	7月	8月	9月	10月	11月	12月
	流量, $\text{m}^3/\text{s}$		5.7	15.1	30.5	30.0	29.4	27.0	27.2	30.1	30.1	15.2	7.5
河宽, m		50.1	51.5	59.5	60.5	59.1	53.6	53.8	60.6	60.3	52.7	51.6	50.8
流速, m/s		0.16	0.22	0.45	0.44	0.43	0.41	0.42	0.46	0.45	0.23	0.19	0.16
河深, m		0.71	1.33	1.12	1.13	1.16	1.23	1.20	1.08	1.11	1.25	0.76	0.74
水力坡度, %		2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2

表2.5-2 评价区内各汇入河流流量情况一览表

河流名称	河道距离 (km)	月平均流量 ( $\text{m}^3/\text{s}$ )											
		1月	2月	3月	4月	5月	6月	7月	8月	9月	10月	11月	12月
丰州小河	0.8	0.20	1.35	1.57	1.23	1.00	0.99	0.82	1.27	1.48	0.70	0.42	0.35
九零江	2.4	0.30	2.02	2.36	1.85	1.50	1.49	1.23	1.91	2.22	1.05	0.63	0.53
黄斋江	6.2	0.54	3.50	3.94	3.09	2.70	2.49	2.07	3.17	3.76	1.79	1.08	0.89
古亭小河	10.6	0.19	1.32	1.54	1.28	1.01	1.00	0.31	1.19	1.37	0.68	0.39	0.36
上堡河	26.0	2.74	14.4	13.3	6.54	9.58	3.65	6.20	1.75	10.9	4.90	7.30	6.35

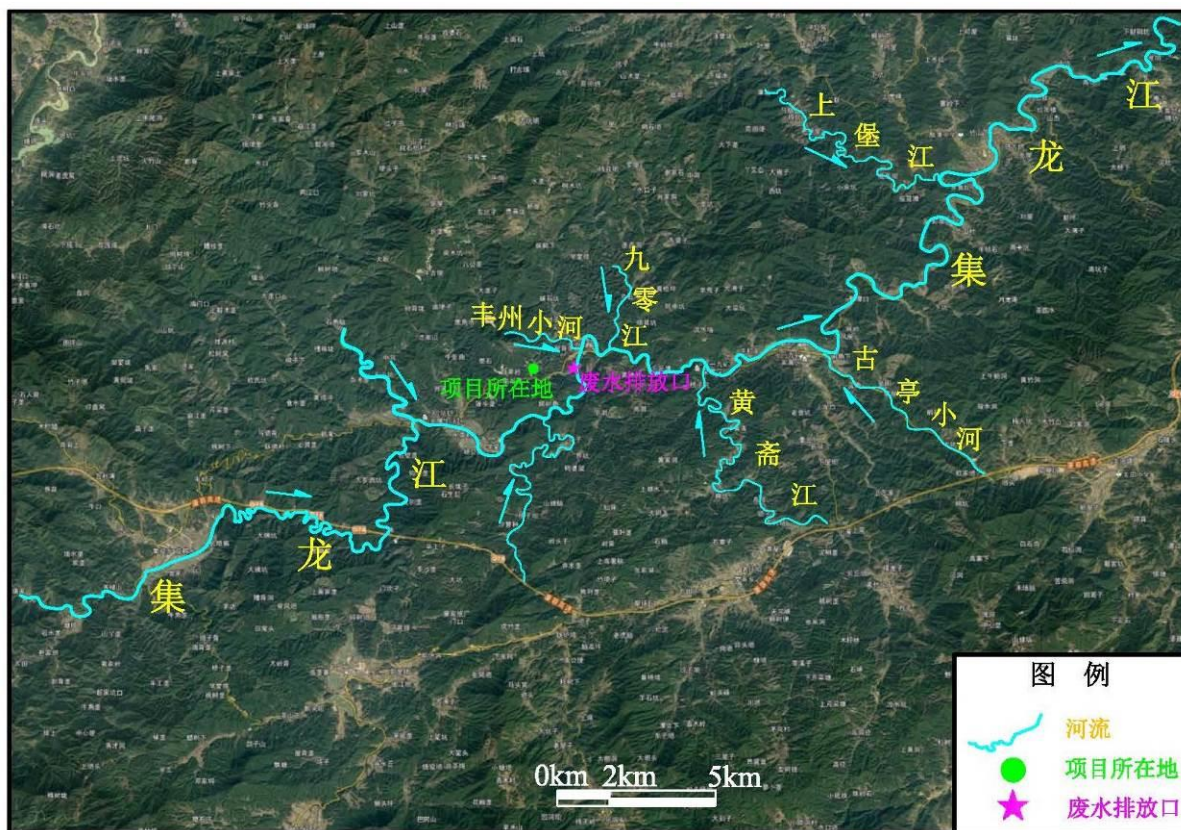


图 2.5-1 本项目所在区域地表水系图

## 2.5.2 地下水

受区域岩性、构造和地形的控制，自上而下发育有第四纪孔隙潜水、基岩风化壳裂隙潜水、构造裂隙潜水及构造裂隙承压水。

### 1) 潜水含水层

(1) 第四纪孔隙潜水：主要分布在集龙江的两侧，主要含于残、坡积亚砂，亚粘土，孔隙内，区内第四纪盖层分布不广，厚度 0~20m，水量又极微弱，泉水流量小于 0.03L/s。

(2) 基岩风化壳裂隙潜水：在区内广泛分布，其埋深及厚度变化自数米至 50m 左右，随深度的增加而逐渐消失。根据区内钻孔资料，单位涌水量仅为 0.001395L/s m~0.003935L/s m。

(3) 构造裂隙潜水：主要含水空间为断裂两侧的次级张节理及羽毛状微张裂隙等，在两条构造交叉部位裂隙相对密集，但因裂隙张开宽度很细小，所以含水性微弱，单位涌水量仅 0.00196 L/s m。裂隙潜水主要流向与地势高低基本吻合，它的动态化和降雨关系密切。

## 2) 承压含水层

区内某些断裂，因其后期经多次活动，引起围岩破碎加剧，加之晚期梳状石英脉的穿插，为地下水的聚集和循环创造了有利条件。这类水大多具有承压性，其分布严格受构造断裂控制，呈条带状，视含水构造的规模，含水带沿走向可长达数百米，沿倾向埋深最大可达 200 余 m，富水性相对于上伏潜水略强，区内存在三条构造裂隙含水带，走向均为北东，倾向分别为北西、南东及北西。构造裂隙含水带富水特征及补径排条件基本相同，但透水性性能与富水性能极不均匀，局部地段地下水静储量较大，动储量较小。

## 3) 地下水补、径、排条件

潜水含水层的主要补给来源为大气降水，因岩石裂隙不发育、透水性弱，故其径流速度缓慢。潜水的排泄区主要在河流沿线，呈带状分布，无地表泉水点出露。

承压含水层主要靠含水层出露较好地段接受大气降水补给以及地下水径流补给。地表泉水点出露较少，排泄主要为地下水径流排泄。

## 2.6 土地和水体利用

### 2.6.1 土地利用

#### 1) 土地利用现状

本项目周边5km范围内土地利用类型主要有工业用地、林业用地、水田、旱地、农村宅基地、城镇住宅用地、公共设施用地及其他草地等，其中本项目拟建场址土地类型为工业用地。

本项目周边5km范围内主要农作物为水稻，经济作物主要为蔬菜和水果等，种植面积约0.2km<sup>2</sup>，其中岸边农田（约0.052km<sup>2</sup>）位于排放口下游岸边。

本项目半径5km范围内土地利用现状见图2.6-1。

#### 2) 土地利用规划

根据赣州市崇义县自然资源局提供的《丰州乡土地利用总体规划图（2020修改后版）》相关内容，本项目半径5km范围，主要周边主要规划土地主要为林业用地，少量农业用地和建设用地，本项目所在场址属于规划的允许建设区。本项目半径5km范围内土地利用规划见图2.6-2。



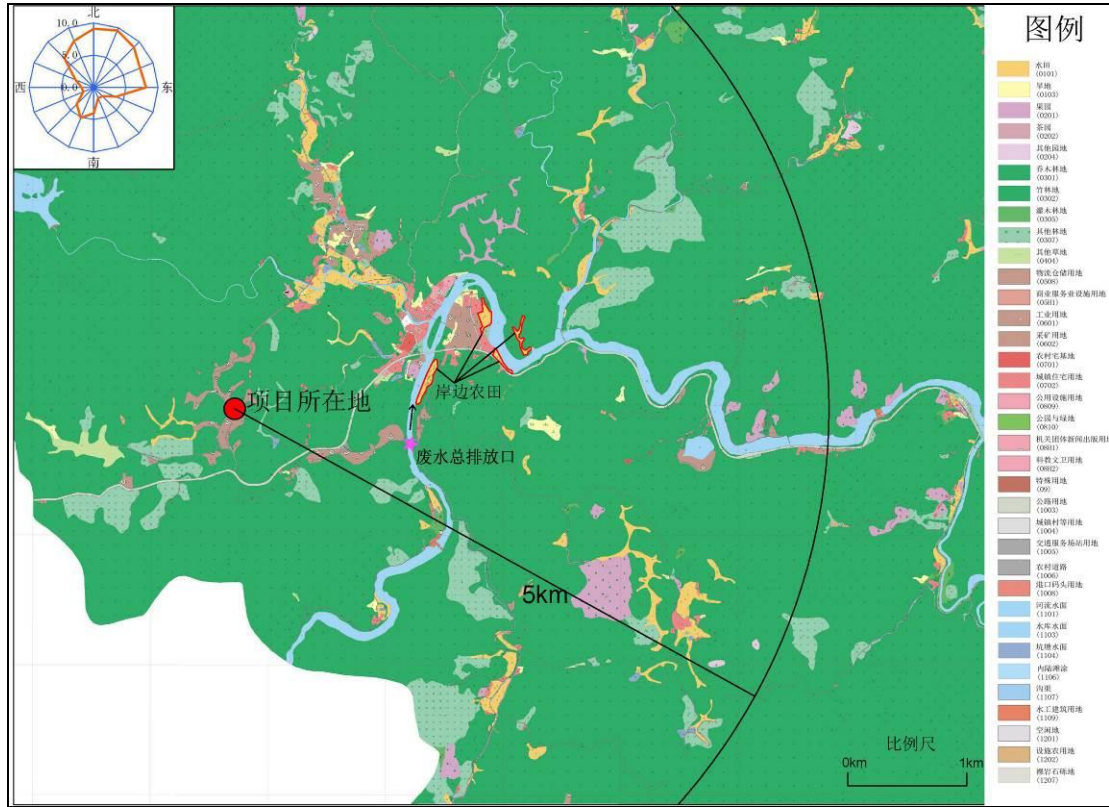


图 2.6-1 项目所在地土地利用现状图

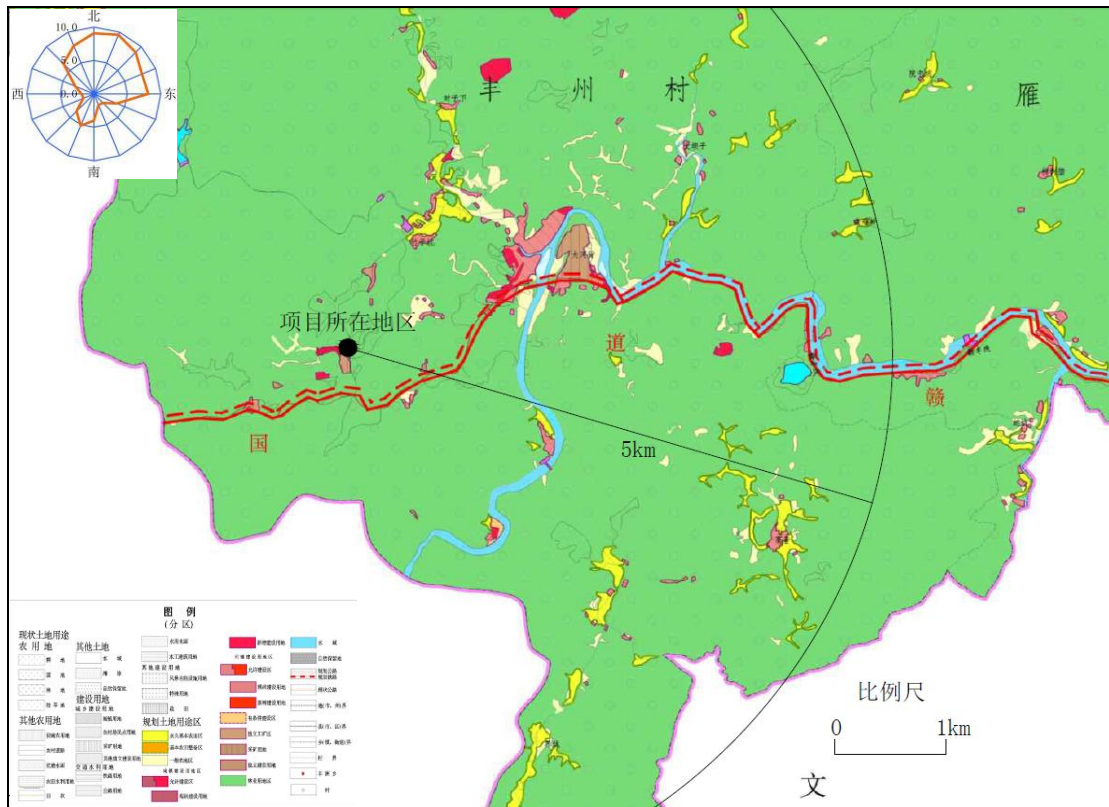


图 2.6-2 项目所在地土地利用规划图

## 2.6.2 水体利用

厂址半径5km范围内无集中式饮用水源地，项目所在地附近居民生活用水来自芭蕉垌山涧水集中式饮用水水源地，通过水管网路供给居民点自来水，不饮用地表水和地下水。

根据《江西省地表水环境功能区划》，废水排放口所在的集龙江河段水功能区划为上犹江湘赣缓冲区，水环境功能区划为景观娱乐用水区，水体利用主要为景观用水，排放口河道上下游1km范围内，无饮用水区、保护区和游泳区等。

此外，根据现场踏勘情况，排放口下游5km范围仍有部分岸边农田使用集龙江水体灌溉，岸边农田位置详见图2.6-1，岸边农田灌溉面积约0.052km<sup>2</sup>，主要农作物为水稻、蔬菜等，灌溉方式为分散式，耕种者采用水桶收集河水，再用于灌溉。根据现场踏勘询问调查结果，农田灌溉用水量约0.4~0.5m<sup>3</sup>/m<sup>2</sup>·a，水稻产量约432kg/亩，叶菜类蔬菜产量约1559kg/亩，根茎类蔬菜产量约1620kg/亩。

## 2.7 生态和资源开发利用

### 2.7.1 生态环境

#### 1) 生态红线

根据《江西省人民政府关于发布江西省生态保护红线的通知》（赣府发〔2018〕21），对照“江西省生态空间保护红线区划范围图”，项目所在地不涉及生态红线，项目所在区域生态红线见图 2.7-1。

#### 2) 自然保护区、风景名胜区、森林公园等生态敏感区

本项目 20km 评价范围内，自然保护区为齐云山国家级自然保护区，位于评价中心 N 方位，约 8.9km 处，保护区面积为 17105 公顷，主要保护对象为亚热带常绿阔叶林生态系统，自然保护区信息详见表 2.7-1。此外，评价范围内无风景名胜区、森林公园等生态敏感区。

表 2.7-1 齐云山国家级自然保护区情况表

名称	级别	主管部门	面积 (公顷)	保护对象	方位	距离 (km)
齐云山	国家级	林业	17105	亚热带常绿阔叶林生态系统	N	8.9

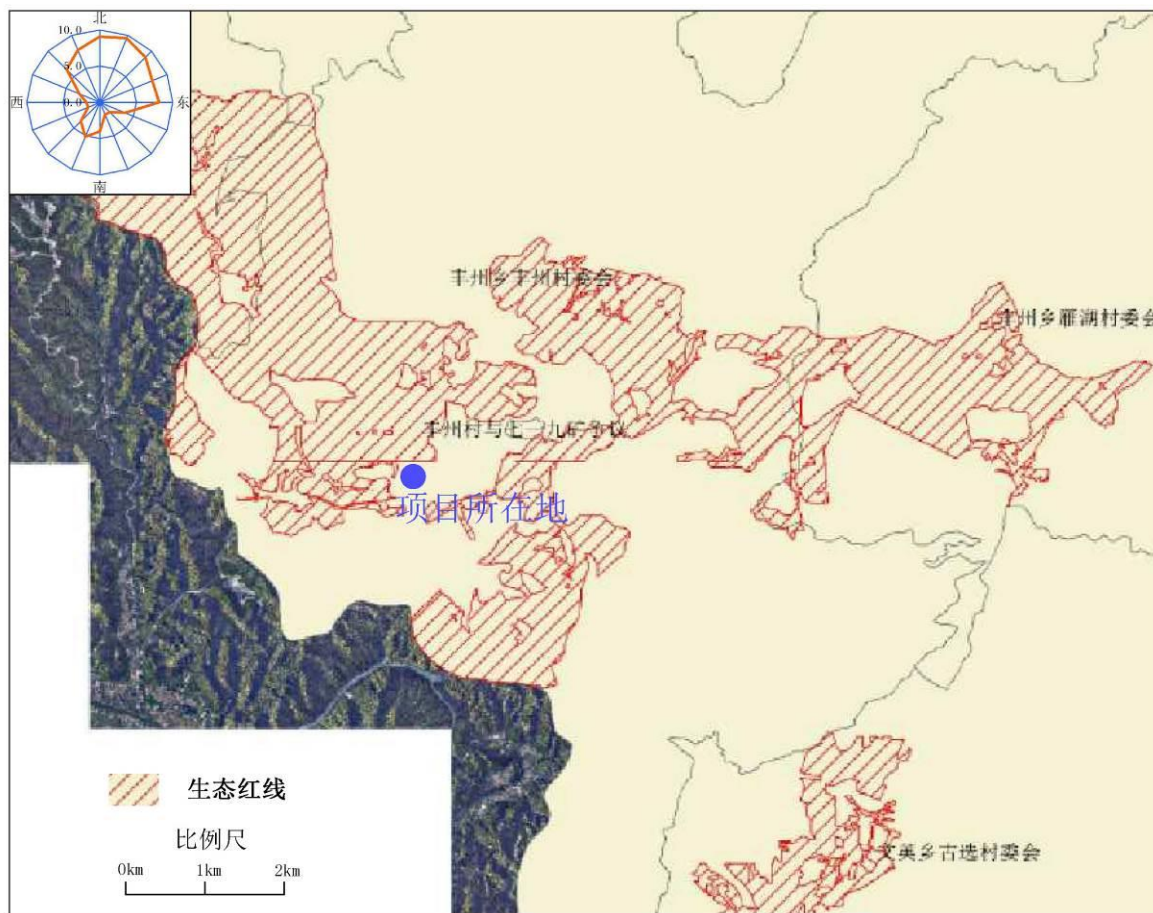


图2.7-1 本项目所在区域生态红线图

### 3) 饮用水源保护区

本项目 5km 评价范围内不涉及集中式饮用水水源保护区，距离评价中心最近的集中式饮用水水源保护区为崇义县丰州乡（芭蕉垅山涧水）集中式饮用水源保护区，来源为山涧水，具体详见表 2.7-2。

表 2.7-2 芭蕉垅山涧水集中式饮用水源保护区情况表

保护区概况		与本项目工作区边界位置关系		
取水口坐标		一级保护区面积	方位	距离
东经	北纬			
113°57'40.67"	25°40'7.10"	约 0.039km <sup>2</sup>	N	5.1km

## 2.7.2 自然资源

### 1) 土壤资源

崇义县土壤共划分 7 个土类 13 个亚类 48 个土属 100 个土种，7 个亚类即水稻土、潮土、紫色土、石灰土、红壤、山地黄壤、山地草甸土，其中红

壤是县内土壤的主要类型，分布在低山、丘陵地段，面积 137627.6 hm<sup>2</sup>，有 3 个亚类 25 个土种，3 个亚类即红壤、红壤性土壤、山地性黄红壤。

根据《崇义县 2021 年国民经济和社会发展统计公报》，2021 年崇义县全年农作物播种面积 10106.3 hm<sup>2</sup>，其中，粮食作物播种面积 5900.0hm<sup>2</sup>，经济作物播种面积 4206.3 hm<sup>2</sup>。年末实有茶园面积 428.1 hm<sup>2</sup>，水果种植面积 4618.8hm<sup>2</sup>，其中脐橙种植面积 4057.7 hm<sup>2</sup>，当年脐橙产果面积 3330.8 hm<sup>2</sup>。全年粮食总产量 37500 吨，农业产值 6.82 亿元。

## 2) 森林资源

崇义县全县林业用地面积为 190339.95hm<sup>2</sup>，其中：有林地 179236.5hm<sup>2</sup>；疏林地 37.9hm<sup>2</sup>；灌木林地 8014.70hm<sup>2</sup>；未成林地 2150.8hm<sup>2</sup>；无立木林地 619.8hm<sup>2</sup>。有林地主要为乔木林地、红树林等。

2021 年崇义县全年造林面积 1009 hm<sup>2</sup>，森林抚育面积 6427 hm<sup>2</sup>，当年新封山育林面积 1127 hm<sup>2</sup>。木材产量 19.2 万 m<sup>3</sup>，毛竹产量 1187 万根。年末实有油茶林面积 9786.7 hm<sup>2</sup>，油茶籽产量 8734t。

## 2) 矿产资源

崇义县已发现矿种 27 种，查明有资源储量的矿种 16 种。各类矿产地 88 处，其中中型矿床 6 处，小型矿床 82 处。崇义县矿产资源的特点，一是矿产种类多，配套较齐全。特别是钨、锡、铜、铅锌等矿产资源较为丰富；二是矿产资源区域分布相对集中。钨、锡、铜、铅锌探明储量的 70~90% 集中分布在崇义县的中部，东部、西南部以萤石、钾长石、硅石等非金属矿产为主。三是金属矿床共伴生矿种多，综合利用价值较高。

目前已开发利用的有钨、铅、锌、锡、钼、钨、金、铀、萤石、大理石、石灰岩、煤，其中钨锡尤为突出。

## 3) 生物资源

崇义县属于常绿阔叶林生物气候带，适宜各种植物的繁衍。全县森林资源丰富，树木种类繁多。林木树种有 123 科，892 种，主要植物有侧柏、翠柏、柳杉、雪松、马尾松、黄山松等；崇义县生存和繁衍的主要兽类包括猴、獐子等；主要鸟类包括啄木鸟、麻雀等；主要爬虫类有蛇、蜥蜴、田鸡等。2021 年崇义县全县生猪存栏 39137 头，生猪出栏 75544 头，牛存栏 12600 头，

牛出栏 6721 头。家禽存栏 2300 百只，家禽出栏 5380 百只。肉类总产量 8020 吨，下降 27%。水产品总产量 13284 吨，增长 5.5%。

经调查核实，本项目所在地周围未发现需要特殊保护的珍稀动植物资源。

## 2.8 人口分布

根据《崇义县2020年国民经济和社会发展统计公报》，崇义县2020年末全县总人口214960人，自然增长率3.78‰。评价区域内各年龄组的比例为：婴儿组≤1岁为1%，幼儿组（1~7岁）为14.8%，少年组（7~17岁）为30%，成人组（>17岁）为54.2%。

本次评价以钍初级产品暂存库为评价中心，评价中心5km范围内总人口为7551人，平均人口密度96.14人/km<sup>2</sup>，人口分布详见表2.8-1。评价中心20km范围内总人口为102301人，平均人口密度81.41人/km<sup>2</sup>，涉及江西省赣州市崇义县的丰州乡、上堡乡、文英乡、思顺乡、麟潭乡、关田镇、聂都乡及乐洞乡共8个乡镇，湖南省郴州市汝城县集益乡、热水镇、濠头乡及土桥镇共4个乡镇，湖南省郴州市桂东县东洛乡以及广东省韶关市仁化县长江镇。评价中心5km范围内人口数据来源于建设单位实地调查，5-20km范围各子区内人口数据由中国县域统计年鉴获得。

表 2.8-1 评价中心 5km 范围内居民点分布情况

序号	居民点	方位	最近距离 km	人口 人	序号	居民点	方位	最近距离 km	人口 人
1	周均洞	N	4.2	110	22	官庄	S	3.4	41
2	牛尾岭	NNE	3.3	40	23	坛官坝	S	4.8	223
3	兑子下	NE	2.2	120	24	庙背	SSW	1.7	62
4	蔡家	NE	4.1	190	25	集龙社区	S~SW	2.0	2739
5	山塘子	NE	4.8	20	26	吕家	SW	1.6	17
6	竹子坑	ENE	1.5	86	27	朱家	SW	1.7	112
7	719 生活区	ENE	2.2	17	28	和树头下	SW	1.8	61
8	丰州街道	ENE	2.3	150	29	山塘里	SW	1.9	114
9	大河背	ENE	2.8	167	30	下围前	SW	3.2	234
10	大坝子	ENE	3.8	160	31	肖家	WSW	1.8	46
11	牛鼻头	ENE	4.6	40	32	庚龙村	WSW	3.1	560



序号	居民点	方位	最近距离 km	人口 人	序号	居民点	方位	最近距离 km	人口 人
12	小沙	ESE	2.5	1	33	联民心村	WSW	4.3	1501
13	凉滩	ESE	2.6	16	34	付家	W	1.8	16
14	下洞	ESE	3.4	35	35	和树埂	W	1.9	31
15	高昔	ESE	4.4	220	36	石坝	W	1.9	5
16	蛇形埂	SE	2.9	43	37	中洞	W	3.1	22
17	老屋子	SE	3.2	31	38	牛轭曲	WNW	1.7	72
18	排子	SE	3.2	26	39	乌石下	NW	3.6	22
19	谭集村	SE	3.4	57	40	牛轭洞	NNW	3.6	30
20	界坑	SE	3.5	88	合计				7551
21	新屋子	SSE	3.4	26					

注：①表中数据为评价中心钍初级产品暂存库与各居民点边界最近距离。

②居民点人口数据来自建设单位现场调查数据，人口统计年份为2021年。

本项目评价生产期代表年份选定为2045年（即钍初级产品暂存库裸露面积最大的年份），采用《迈向小康社会的中国人口（江西卷）》中高方案（即考虑全面实施二胎政策方案）预测人口自然结果，见表2.8-2。人口预测以2021年人口数为基础，利用马尔萨斯人口计算模型：

$$N = N_0 e^{r \cdot t} \quad (2-1)$$

公式（2-1）中： $N$ ：预期人口数（人）；

$N_0$ ：现有人口数（人）；

$r$ ：预测时段保守人口增长率；

$t$ ： $N$ 与 $N_0$ 之间的时间间隔（年）。

2021年评价中心20km半径范围子区人口分布情况见表2.8-3，2045年评价中心20km半径范围子区人口预测情况见表2.8-4。

表 2.8-2 江西省 2022~2045 年人口自然增长率

时间（年）	2022	2023	2024	2025	2026	2027	2028	2029
年人口自然增长率（‰）	6.42	5.74	5.13	4.58	4.27	4.04	3.82	3.61
时间（年）	2030	2031	2032	2033	2034	2035	2036	2037
年人口自然增长率（‰）	3.43	3.19	2.96	2.73	2.51	2.36	2.26	2.17
时间（年）	2038	2039	2040	2041	2042	2043	2044	2045
年人口自然增长率（‰）	2.11	2.04	1.99	1.92	1.83	1.70	1.53	1.30

## 2.9 居民饮食习惯与评价相关参数

本项目评价区域内居民主食以大米为主，副食以蔬菜、肉类和蛋类为主，水果以柑橘、脐橙、西瓜为辅。评价范围内主要灌溉及饮用水源主要来自山泉水，接纳水体下游评价范围内无饮水途径，少部分岸边农田使用接纳水体灌溉。根据2021年对项目周围居民点的实地调查统计结果，液态途径评价相关参数见表2.9-1~表2.9-4。

表 2.8-3 评价中心半径 20km 范围内各子区人口分布（2021 年）

单位：人

半径	年龄组	N	NNE	NE	ENE	E	ESE	SE	SSE	S	SSW	SW	WSW	W	WNW	NW	NNW
0~1km	婴儿	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
	幼儿	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
	少年	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
	成人	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
1~2km	婴儿	0	0	0	1	0	0	0	0	0	1	3	0	1	1	0	0
	幼儿	0	0	0	13	0	0	0	0	0	9	45	7	8	11	0	0
	少年	0	0	0	26	0	0	0	0	0	19	91	14	16	22	0	0
	成人	0	0	0	46	0	0	0	0	0	33	165	25	27	38	0	0
2~3km	婴儿	0	0	1	3	0	0	0	0	6	20	1	0	0	0	0	0
	幼儿	0	0	18	49	0	3	6	0	84	300	22	0	0	0	0	0
	少年	0	0	36	100	0	5	13	0	171	607	44	0	0	0	0	0
	成人	0	0	65	182	0	9	24	0	308	1097	79	0	0	0	0	0
3~5km	婴儿	1	0	2	2	0	3	2	0	3	0	2	21	0	0	0	0
	幼儿	16	6	31	30	0	38	30	4	39	0	35	305	3	0	3	4
	少年	33	12	63	60	0	77	61	8	79	0	70	618	7	0	7	9
	成人	60	22	114	108	0	137	109	14	143	0	127	1117	12	0	12	17
5~10km	婴儿	18	18	10	10	16	20	20	10	22	17	7	7	48	10	10	18
	幼儿	261	261	145	145	243	296	302	151	333	258	104	104	709	142	142	261
	少年	529	529	295	295	492	601	612	306	674	522	210	210	1437	289	289	529
	成人	955	955	533	533	888	1085	1105	552	1218	943	380	380	2597	521	521	955
10~20km	婴儿	16	38	51	36	50	35	41	36	27	52	24	42	153	38	41	8
	幼儿	231	560	752	534	737	511	601	526	395	772	361	622	2267	570	611	115
	少年	468	1135	1525	1083	1494	1037	1218	1066	800	1566	732	1261	4595	1155	1239	234
	成人	845	2051	2755	1958	2698	1873	2200	1926	1445	2829	1323	2279	8300	2086	2240	423

表 2.8-4 评价中心半径 20km 范围内各子区人口分布（2045 年）

单位：人

半径	年龄组	N	NNE	NE	ENE	E	ESE	SE	SSE	S	SSW	SW	WSW	W	WNW	NW	NNW
0~1km	婴儿	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
	幼儿	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
	少年	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
	成人	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
1~2km	婴儿	0	0	0	1	0	0	0	0	0	1	3	0	1	1	0	0
	幼儿	0	0	0	14	0	0	0	0	0	10	48	8	9	12	0	0
	少年	0	0	0	28	0	0	0	0	0	20	98	15	17	24	0	0
	成人	0	0	0	50	0	0	0	0	0	36	178	27	29	41	0	0
2~3km	婴儿	0	0	1	3	0	0	0	0	6	22	1	0	0	0	0	0
	幼儿	0	0	19	53	0	3	6	0	90	323	24	0	0	0	0	0
	少年	0	0	39	108	0	5	14	0	184	653	47	0	0	0	0	0
	成人	0	0	70	196	0	10	26	0	331	1181	85	0	0	0	0	0
3~5km	婴儿	1	0	2	2	0	3	2	0	3	0	2	23	0	0	0	0
	幼儿	17	6	33	32	0	41	32	4	42	0	38	328	3	0	3	4
	少年	36	13	68	65	0	83	66	9	85	0	75	665	8	0	8	10
	成人	65	24	123	116	0	147	117	15	154	0	137	1202	13	0	13	18
5~10km	婴儿	19	19	11	11	17	22	22	11	24	18	8	8	52	11	11	19
	幼儿	281	281	156	156	261	319	325	163	358	278	112	112	763	153	153	281
	少年	569	569	317	317	528	647	659	329	725	562	226	226	1547	311	311	569
	成人	1028	1028	574	574	956	1168	1189	594	1311	1015	409	409	2795	561	561	1028
10~20km	婴儿	17	41	55	39	54	38	44	39	29	56	26	45	165	41	44	9
	幼儿	249	603	809	575	793	550	647	566	425	831	388	669	2440	613	658	124
	少年	504	1222	1641	1166	1608	1116	1311	1147	861	1685	788	1357	4945	1243	1333	252
	成人	908	2207	2965	2107	2904	2016	2368	2073	1555	3045	1424	2453	8933	2245	2411	455

表 2.9-1 环境水体使用因子

年龄组	婴儿		幼儿		少年		成人	
	最大	平均	最大	平均	最大	平均	最大	平均
游泳时间, a	0	0	0	0	0.06	0.04	0.15	0.10
划船时间, a	0	0	0	0	0	0	0.10	0.05
岸边活动时间, a	0	0	0.03	0.02	0.15	0.10	0.40	0.30

表 2.9-2 食入受污染农产品参数

农产品	污水灌溉率 m <sup>3</sup> /m <sup>2</sup> •a	收获到消费时间 d		婴儿		幼儿		少年		成年	
		最短	平均	最大	平均	最大	平均	最大	平均	最大	平均
南方水稻, kg/a	0.4	30	180	0.03	0.02	35	28	125	103	190	175
蔬菜, kg/a	0.5	1	3	0.04	0.02	10	7	65	52	112	96
水果, kg/a	0.1	2	10	0.04	0.02	1.4	0.7	4.9	2.8	5.6	3.5

表 2.9-3 食入受污染动物产品参数

动物产品	动物饮污水量 L/d	屠宰到消费时间 d		婴儿		幼儿		少年		成年	
		最短	平均	最大	平均	最大	平均	最大	平均	最大	平均
蛋, kg/a	0.03	1	10	0	0	2.0	1.4	4.5	3.0	4.0	3.5
奶, kg/a	0.5	0.5	1	0	0	3.0	1.5	1.0	0.5	0.5	0.2
牛肉, kg/a	0.5	2	15	0	0	0.6	0.4	1.2	0.9	1.8	1.5
羊肉, kg/a	0.3	2	15	0	0	0.3	0.1	0.8	0.5	1.0	0.7
家禽, kg/a	0.03	1	7	0	0	2.7	1.8	6.3	4.5	10.8	9.0
猪肉, kg/a	0.4	1	15	0	0	3.5	2.2	10.5	9.1	12.6	11.2
鱼, kg/a	—	—	—	0	0	1.4	1.0	3.4	3.0	3.4	3.0

表 2.9-4 本项目废水总排放口下游受影响子区人口分布

单位：人

排口	方位	距离 km	河段号	水生生物内照射				游泳外照射				划船外照射			
				婴儿	幼儿	少年	成人	婴儿	幼儿	少年	成人	婴儿	幼儿	少年	成人
废 水 总 排 放 口	ENE	2~3	2	0	0	5	9	0	0	6	11	0	0	0	2
	E	5~10	4~10	0	0	25	44	0	0	30	53	0	0	0	9
	ENE	10~20	18~34	0	37	75	135	0	0	90	162	0	0	0	27
	方位	距离 km	河段号	岸边活动外照射				农产品食入内照射				动物产品食入内照射			
				婴儿	幼儿	少年	成人	婴儿	幼儿	少年	成人	婴儿	幼儿	少年	成人
	ENE	2~3	2	0	8	17	31	0	10	20	37	0	7	15	27
	E	5~10	4~10	0	41	84	151	3	49	98	178	2	36	74	133
ENE	10~20	18~34	0	125	254	459	10	147	300	540	9	111	224	405	

### 3 建设项目工程分析

#### 3.1 工程概况

##### 3.1.1 项目名称

江西共伴生铀资源（独居石）综合利用项目（铀钍资源回收部分）。

##### 3.1.2 项目性质

新建。

##### 3.1.3 建设单位

中核韶关锦原铀业有限公司。

##### 3.1.4 建设地点

江西省崇义县丰州乡境内。

##### 3.1.5 生产规模

年处理独居石精矿（20000t/a）和优溶渣（5000t/a）经碱分解、酸溶后的溶解液 55191t/a，用于生产铀产品和钍初级产品。

##### 3.1.6 服务年限

建设期 3a，服务年限 20a。

##### 3.1.7 工作制度

年工作 300d，4 班 3 运转，每班 8h，每天 3 班。

##### 3.1.8 施工期退役治理内容

本项目用地范围内遗留少量铀矿采冶生产设施，包括建（构）筑物、工艺生产设备管线和堆浸场等，该设施目前处于停用状态，已无利用价值，施工期需要对用地范围内设施和场地进行退役治理，退役治理内容见表 3.1-1。

表 3.1-1 本项目施工期退役治理内容

序号	类型	数量	主要拆除内容	主要去向
1	建（构） 筑物	22 座	污染建（构）筑物 16 座， 产生建筑垃圾 1.8 万 m <sup>3</sup> 。	运 719 尾矿库储存。
			未受污染建（构）筑物 6 座，产生建筑垃圾 0.2 万 m <sup>3</sup> 。	运建筑垃圾填埋场处理。
2	污染设 备、管线	80 件（套）	拆除污染设备、管线共计 25.36t，其中金属类 18.4t，非 金属类 6.96t。	金属类运至鹿井矿 井工业场地工棚内储存， 待其退役时一并处理；非 金属类经破碎后运 719 尾 矿库储存。
		2335m		
3	堆浸 尾渣	3.5 万 t	清运堆浸池内尾渣至 719 尾矿库内。	719 尾矿库储存
4	工业 场地	3.1 万 m <sup>3</sup>	清挖工业场地污染物至 719 尾矿库内。	719 尾矿库储存

### 3.1.9 本项目建设内容

本项目建设内容主要包括主体工程、贮运工程、公共辅助工程和环保工程等。其中，主体工程为独居石处理厂房；贮运工程为铀产品库；公共辅助工程包括电气工程、自动化工程和给排水工程等；环保工程包括废气、废水和固体废物污染防治设施等。本项目主要建设内容见表 3.1-2。

本项目工业场地总平面布置图详见附图一，独居石处理厂房生产分区平面示意图详见附图二，钍初级产品暂存库和尾渣库平面布置详见附图三，钍初级产品暂存库和尾渣库剖面图见附图四。



表 3.1-2 本项目主要建设内容一览表

项目名称		主要功能	建设内容
主体工程	独居石处理 厂房	用于处理独居石精矿和优溶渣，包括铀钍资源回收生产线和氯化稀土生产线，分为三个生产区。	<p>独居石处理厂房为钢筋混凝土框架结构，厂房外形呈非直线 L 型，总占地面积 5375m<sup>2</sup>，建筑面积为 9676m<sup>2</sup>，整体为二层，局部四层，地面为混凝土基础，铺设耐酸砖，分三个生产区：</p> <p>生产区一：为江西共伴生铀资源（独居石）综合利用主工艺生产区，139.5m×36m×12m（局部高 24m），包括 1 区（“稀土资源回收生产区”）和 2 区（“铀钍资源回收生产区”）；本项目为铀钍资源回收生产区，其工艺生产设备位于 2 区，占地面积约 1600m<sup>2</sup>。</p> <p>生产区二和生产三：为磷酸三钠闪蒸和氢氧化钠蒸发设备区及氯化稀土蒸发设备区。</p> <p>生产区一中 1 区（“稀土资源回收生产区”）、生产区二和生产区三均为氯化稀土生产区不再评价范围内。</p>
贮运工程	铀产品库	主要储存生产的铀产品。	本项目利用现有铀产品库，对其进行修缮，该库为钢结构，尺寸 18m×18m×5m，一层建筑物，墙体为混凝土。
	钍初级产品暂存库和尾渣库	钍初级产品暂存库储存本项目生产的钍初级产品； 尾渣库储存本项目产生的铀除杂渣及氯化稀土生产线产生的尾渣	<p>钍初级产品暂存库和尾渣库为共建关系，中间采用混凝土挡墙进行物料隔离。</p> <p>两库库址地形为三面环山，一面开阔，下游设置拦渣坝，库底部及两侧设置防渗和导排系统，库两侧山体设截排洪系统。两库总库容为 12 万 m<sup>3</sup>，钍初级产品暂存库库容约 10.22 万 m<sup>3</sup>，尾渣库库容约 1.76 万 m<sup>3</sup>，占地面积 21800m<sup>2</sup>，分四期建设，首期库容约 1.5 万 m<sup>3</sup>。</p>
公用辅助工程	电气工程	用于给独居石处理厂房及辅助设施供电。	本项目电源外接崇义县丰州变电站 35kV 侧，在独居石处理厂房内设一 10kV 开闭所，全部负荷均由此开闭所供电，采用放射、树干及环网等方式向厂区内各设施供电。
	自动化工程	用于工艺过程参数检测、变送、连锁、调节及报警等。	本项目采用 PLC 控制系统对生产工艺自动检测和自动控制，主要检测内容包括：温度、压力、流量、液（料）位、pH 值等；此外，对独居石处理厂房主要用电设备及自控阀门状态进行监视。
	给排水工程	本项目生产和生活供水和排水。	本项目供水水源主要来自现有的水净化设施，供水能力为

项目名称		主要功能	建设内容
			<p>2000m<sup>3</sup>/d，可全部供给使用，本项目生产水用水量为 102.02m<sup>3</sup>/d，满足本项目用水需求。</p> <p>本项目排水主要为生活污水和工艺废水，其中生活污水排放量为 50.34m<sup>3</sup>/d，工艺废水排放量为 10m<sup>3</sup>/d，经处理后排至集龙江。</p>
环保工程	废气污染防治设施	独居石处理厂房及工艺废水处理厂房采用全面通风系统排出厂房内氦及钍射气。	<p>独居石处理厂房设有 1 套全面通风系统，由玻璃钢离心风机及附属通风管道组成，换气次数 7 次/h，排放高度 27m，其中铀钍资源回收生产区全面通风量为 134400m<sup>3</sup>/h；</p> <p>工艺废水处理厂房设有全面通风系统，由玻璃钢离心风机及附属通风管道组成，换气次数为 7 次/h，排放高度 10m。</p>
		本项目铀资源回收饱和树脂酸洗工序挥发的 HCl 采用酸雾净化塔进行处理。	采用酸雾净化塔中和处理，效率不低于 90%，排放高度 27m。
	废水污染防治设施	新建工艺废水处理厂房，处理铀资源回收生产线产生的工艺废水。	工艺废水处理厂房为钢结构，厂房尺寸为 18m×9m×7m，占地面积 173m <sup>2</sup> ，地面采用混凝土基础并铺设耐酸瓷砖。处理工艺采用“层析硅胶吸附—淋洗—冲洗”工艺，废水处理规模为 30m <sup>3</sup> /d，处理达标后排入总排放管道，最终排入集龙江。
		生活污水经地理处理设施处理后外排至集龙江。	本项目生活污水采用地理式一体化污水处理设施 1 套，采用 MBR 膜处理工艺，规模为 120m <sup>3</sup> /d，处理达标后排入总排放管道，最终排入集龙江。
	固体废物污染防治设施	铀除杂渣储存于尾渣库内；废旧零部件贮存依托氯化稀土生产线的产品及原料化工库。	<p>尾渣库建设内容见贮运工程。</p> <p>废旧零部件储存依托氯化稀土生产线建设的产品化工及原料库，该库设置两个区，区域一为化工原料及该生产线产品贮存区，尺寸 40m×24m×5m；区域二为本项目和氯化稀土生产线设备维修、废旧设备贮存等功能，尺寸 8m×24m×5m。</p>
声污染防治设施	用于减振、降噪。	生产厂房泵类室内布置、配置减振基座或隔声罩等。	
综合楼		用于日常办公、淋浴、洗衣等。	占地面积 637m <sup>2</sup> ，尺寸 40.8m×15m×10.8m，为三层建筑物。

## 3.2 施工期退役治理工程分析

### 3.2.1 源项调查

根据《江西共伴生铀资源（独居石）综合利用项目场地源项调查报告》（核工业二七〇研究所，2022.8）相关内容，主要调查对象包括建（构）筑物、污染设备管线、堆浸尾渣和工业场地等。调查结果如下：

#### 3.2.1.1 建（构）筑物

施工期拆除用地范围内建（构）筑物 22 座，主要包括破碎厂房、浸出液处理厂房等。根据源项调查结果，受污染的建（构）筑物共计 16 座，其表面  $\alpha$  放射性水平在（0~0.63） $\text{Bq}/\text{cm}^2$  之间，表面  $\beta$  放射性水平在（0.09~13.48） $\text{Bq}/\text{cm}^2$  之间；未污染建（构）筑物 6 座，其表面  $\alpha$  放射性水平均低于设备检出限，表面  $\beta$  放射性水平在（0.28~0.71） $\text{Bq}/\text{cm}^2$  之间。本项目拟拆除建（构）筑物照片见图 3.2-1，表面  $\alpha$ 、 $\beta$  监测数据详见表 3.2-1。



破碎厂房



碎矿仓



破碎廊道



原矿仓

图 3.2-1 拟拆除建（构）筑物照片

表 3.2-1 本项目拆除建（构）筑物表面  $\alpha$ 、 $\beta$  监测结果

序号	名称	结构类型	外形尺寸	占地面积 m <sup>2</sup>	位置	测点 数	$\alpha$ 表面污染 (Bq/cm <sup>2</sup> )		$\beta$ 表面污染 (Bq/cm <sup>2</sup> )	
							范围值	平均值	范围值	平均值
1	破碎厂房	砖混	50.24×17.24×16.3	866	墙面	20	ND	/	0.55~0.87	0.81
					地面	8	ND	/	0.58~0.87	0.69
2	碎矿仓	钢筋砼	6.7×6.5×12	88	墙面	20	ND~0.01	/	0.92~1.42	1.25
3	破碎廊道东	钢筋砼	22.15×2.8×8	/	墙面	10	ND	/	1.32~1.51	1.4
4	破碎廊道西	钢筋砼	17.5×2.6×8	/						
5	原矿仓	钢筋砼	Φ13×25	/	墙面	20	ND	/	0.31~0.98	0.8
6	原矿仓平台	钢筋砼	26.65×24.35×25	649	地面	5	ND	/	0.59~0.89	0.8
7	淋浸剂制备	砖混	53.5×32×27.87	/	墙面	20	0.01~0.09	0.04	0.51~1.04	0.87
					地面	8	0.01~0.09	0.05	0.61~3.33	2.19
8	浸出液处理厂 房	钢筋砼	30×8×27.4	258	墙面	192	0~0.63	0.01	0.23~13.48	1.29
					地面	30	0~0.02	0.002	0.34~13.5	1.73
9	集液池 1	钢筋砼	14.25×8×5	114	墙面	15	ND	/	0.77~0.98	0.84
10	集液池 2	钢筋砼	17.6×5.86×5	103						
11	集液池 3	钢筋砼	16.45×10.67×5	176						
12	浓密池	钢筋砼	Φ13×10	/	墙面	10	ND	/	0.66~0.9	0.84
13	1#~ 4#堆浸池	钢筋砼	102×34.1×6	3478	墙面	16	0~0.01	0.001	0.09~1.3	0.64
14	5#~ 8#堆浸池	钢筋砼	103×34×5	3502						
15	下集液池	钢筋砼	50.2×6.5×4	326	墙面	10	0~0.01	0.001	0.83~1.22	1.08
16	称量站	砖混	8.36×7.7×5.5	64	墙面	20	ND	/	0.94~1.1	1

序号	名称	结构类型	外形尺寸	占地面积 m <sup>2</sup>	位置	测点数	α 表面污染 (Bq/cm <sup>2</sup> )		β 表面污染 (Bq/cm <sup>2</sup> )	
							范围值	平均值	范围值	平均值
					地面	5	0~0.08	0.032	1.07~1.14	1.1
17	安全避险压滤 厂房	钢	15.9×5.25×8.5	84	墙面	20	ND	/	0.32~0.46	0.37
					地面	5	ND	/	0.34~0.35	0.35
18	栈桥	钢筋砼	30×0.5×4.5	/	墙面	10	ND	/	0.25~0.65	0.4
19	化工暂存库	砖混	11.1×6.1×5	68	墙面	20	ND	/	0.3~0.51	0.35
					地面	5	ND	/	0.41~0.42	0.42
20	萤石矿厂房	砖混	30.4×9.4×6	286	墙面	20	ND	/	0.66~0.71	0.68
					地面	5	ND	/	0.69~0.71	0.7
21	安全避险除氟 除锰厂房	砖混	24.6×7.5×3	185	墙面	20	ND	/	0.66~0.71	0.68
					地面	5	ND	/	0.69~0.71	0.7
22	配电间	砖混	18.9×6.25×3	118	墙面	20	ND	/	0.26~0.32	0.29
					地面	5	ND	/	0.28~0.30	0.29

注：ND 表示低于设备探测下限。



### 3.2.1.2 污染设备、管线

施工期拆除用地范围内污染设备 80 件（套）、管线 2335m，共计 25.36t。

根据源项调查报告，污染设备、管线表面  $\alpha$  放射性水平在（0.01~2.13） $Bq/cm^2$  之间，表面  $\beta$  放射性水平在（0.46~67.02） $Bq/cm^2$  之间。其中，金属类设备共计 80 件（套）、管线 535m，合计 18.4t；非金属类管线 1800m，合计 6.96t。本项目拟拆除污染设备、管线照片见图 3.2-2，表面  $\alpha$ 、 $\beta$  监测结果见表 3.2-2。



颞式破碎机



球磨机



吸附塔



转型塔

图 3.2-2 拟拆除设备、管线照片

表 3.2-2 本项目拆除污染设备、管线表面  $\alpha$ 、 $\beta$  监测结果

序号	名称	型号	数量 台/米	单重 kg	材质	测点数	$\alpha$ 表面污染 (Bq/cm <sup>2</sup> )		$\beta$ 表面污染 (Bq/cm <sup>2</sup> )	
							范围值	平均值	范围值	平均值
1	颚式破碎机	PP40120	1	120	金属	5	0.57~0.88	0.69	3.14~4.17	3.57
2	圆锥破碎机	S155D	1	800	金属	5	0.62~0.71	0.66	3.29~4.16	3.7
3	带式输送机	TD75 B=800	1	800	金属	8	0.51~0.58	0.54	3.37~4.31	3.86
		TD75 B1200	1	450						
		TD75 B650	1	250						
		TD75 B650	1	300						
4	砂浆泵	50UFB-FK-20-30	2	150	金属	5	0.08~0.18	0.11	0.81~1.13	0.94
5	矩形自激式水力 除尘机组	ZH-4	1	120	金属	5	0.04~0.06	0.05	0.81~0.83	0.82
6	轴流风机	T32-11	3	120	金属	5	0.05~0.08	0.07	0.81~0.82	0.81
	轴流风机	FSJZ2.5F 型	2	120	金属					
7	脉冲袋式除尘器	JQM32-6	1	120	金属	5	0.08~0.1	0.09	0.81~0.85	0.83
8	振动筛	/	1	150	金属	5	0.21~0.25	0.22	1.96~2.21	2.06
9	喷雾风机	/	1	80	金属	5	0.08~0.11	0.09	0.81~1.18	0.95
10	漏斗槽	/	1	60	金属	5	0.05~0.09	0.07	0.98~1.02	0.9
11	桥式起重机	/	1	150	金属	5	0.01~0.03	0.02	0.46~1.23	0.75
12	球磨机	/	1	800	金属	5	1.03~2.13	1.61	43.47~67.02	54.81
13	板框压滤机	/	1	100	金属	5	0.01~0.03	0.02	0.46~1.23	0.75
14	砂浆泵	65UFB-PK-20-70	22	30	金属	5	0.23~0.32	0.3	0.97~1.34	1.13

序号	名称	型号	数量 台/米	单重 kg	材质	测点数	α 表面污染 (Bq/cm <sup>2</sup> )		β 表面污染 (Bq/cm <sup>2</sup> )	
							范围值	平均值	范围值	平均值
15	吸附塔	DN1500×15850	4	500	金属	6	1.12~2.56	1.81	2.34~10.65	4.72
16	树脂压送罐	φ1600×1600	10	120	金属	5	0.02~0.07	0.05	0.58~0.88	0.77
17	淋洗剂配制槽	DN2000×2000	5	120	金属	5	0.09~0.23	0.14	0.81~0.93	0.86
18	淋洗塔	DN1500×15850	2	500	金属	5	1.24~1.51	1.31	4.86~5.22	5
19	淋洗贫液槽	DN2000×2000	2	120	金属	5	0.07~0.09	0.08	0.81~0.99	0.88
20	转型剂配制槽	DN2000×2000	2	120	金属	5	0.01~0.12	0.08	0.81~1.15	0.99
21	转型塔	DN1500×15850	2	500	金属	5	0.01~2.34	0.73	0.91~10.65	4.08
22	转型液贮槽	DN2000×2000	2	120	金属	5	0.08~0.15	0.1	0.91~1.12	0.98
23	耐酸液下泵	100FYU-60-50-2.5	8	80	金属	5	0.12~0.15	0.14	1.03~1.61	1.27
24	工艺液料输送	/	1680	3	PP-R	5	0.01~0.03	0.02	1.19~1.21	1.2
25	管道	/	355	5	金属	5	0.03~0.11	0.07	1.21~1.26	1.23
26	尾矿输送管道	/	180	20	金属	5	0.51~0.66	0.6	2.19~2.42	2.24
27	皮带	/	120	16	橡胶	5	0.32~0.46	0.42	2.89~4.34	3.77



## 3.2.1.3 堆浸尾渣

目前，用地范围内遗留少量堆浸尾渣，其中 1#~7#堆浸池（采用 300mm 混凝土层覆盖）内残留的 3.5 万 t 堆浸尾渣，8#堆浸池空置。根据源项调查报告，监测结果详见 3.2-3，堆浸尾渣中  $U_{\text{天然}}$  含量在 (28.7~50.9) mg/kg 之间， $^{226}\text{Ra}$  活度浓度在 (3618~4674) Bq/kg 之间，pH 在 (6.34~8.58) 之间，堆浸尾渣现状见图 3.2-3。

表 3.2-3 堆浸尾渣监测结果

源项名称	尾渣量 万 t	$U_{\text{天然}}$ 含量 mg/kg	$^{226}\text{Ra}$ 含量 Bq/kg	pH
堆浸尾渣	3.5	28.7~50.9	3618~4674	6.34~8.58



图 3.2-3 堆浸尾渣现状

## 3.2.1.4 工业场地

本项目用地范围内工业场地受到一定程度污染，根据源项调查结果，受污染面积 26110m<sup>2</sup>，场地  $\gamma$  辐射剂量率在（130~3531）nGy/h 之间，均值 795nGy/h，氡析出率在（0.002~2.955）Bq/(m<sup>2</sup> s)之间，均值为 0.614Bq/(m<sup>2</sup> s)，由此估算工业场地氡释放量约 5.06×10<sup>11</sup>Bq/a。同时，开展了工业场地垂直铀镭分布采样和监测工作，调查结果详见表 3.2-4，监测布点见图 3.2-4。

由表 3.2-3 可知，大部分点位受到不同程度污染，按照本项目土壤去污 <sup>226</sup>Ra 管理限值 0.6Bq/g 估算，工业场地污染深度在 0.5m~2m 不等，平均污染深度为 1.2m，按照地污染面积 26110m<sup>2</sup> 估算，工业场地污染土方量约 3.1 万 m<sup>3</sup>。

表 3.2-4 工业场地垂直 U<sub>天然</sub>、<sup>226</sup>Ra 分布

序号	取样深度 m	U <sub>天然</sub> mg/kg	<sup>226</sup> Ra Bq/kg	序号	取样深度 m	U <sub>天然</sub> mg/kg	<sup>226</sup> Ra Bq/kg
1	0-0.3	92.7	17113	3	0-0.3	24.6	386
	0.3-0.6	81.7	5594		<b>0.3-0.6</b>	<b>30.8</b>	<b>529</b>
	<b>0.6-1</b>	<b>18.5</b>	<b>315</b>		0.6-1	32.7	520
	1-1.2	22.2	165		1-1.3	26.8	446
2	0-0.25	20.2	6629		1.3-1.6	26.2	432
	<b>0-0.5</b>	<b>49.6</b>	<b>450</b>	5	0-0.5	82.7	1056
	0.5~1.0	28	126		<b>0.5-1.0</b>	<b>92.7</b>	<b>108</b>
	1.0~1.5	4.83	79		1-1.5	24.7	122
4	0-0.5	208	3632	7	0-0.5	25	1161
	0.5-0.7	725	10150		0.5-1.0	5.3	77
	<b>0.7~1</b>	<b>20.1</b>	<b>302</b>		1.0-1.5	9.51	864
	1~1.5	9.15	139		<b>1.5-2.0</b>	<b>8.19</b>	<b>102</b>
6	0-1.0	181	1989		2-2.5	7.19	68
	<b>1.0-1.5</b>	<b>16.5</b>	<b>79</b>	/			
	1.5-2.0	7.69	43				
8	0-0.5	20.6	965				
	0.5-1	18.9	692				
	<b>1.0-2.0</b>	<b>12.2</b>	<b>223</b>				





图 3.2-4 工业场地  $\gamma$  辐射剂量率和土壤监测布点图

### 3.2.2 退役治理方案及可行性分析

#### 3.2.2.1 建（构）筑物

##### 1) 治理方案

本项目施工期间拆除产生的建筑垃圾进行分类处理，其中拆除受污染的建（构）筑物共计 16 座，产生污染建筑垃圾约 1.8 万 m<sup>3</sup>，运至 719 尾矿库储存；拆除未受污染的建（构）筑物共计 6 座，未受污染建筑垃圾约 0.2 万 m<sup>3</sup>，运至建筑垃圾填埋场处理。

##### 2) 可行性分析

本项目采用退役治理方案是铀矿冶行业技术成熟的方案，已在其他铀矿冶拆除治理项目中广泛应用，同时该方案依据废物最小化原则，将建（构）筑物分为污染和未受污染两类，并分类处理，方案技术成熟可靠，因此方案是可行的。

#### 3.2.2.2 污染设备、管线

##### 1) 治理方案

本项目处理污染设备管线共计 80 台（件）、管线 2335m、总重量 25.36t。根据污染设备、管线的现状及监测数据，确定治理方案如表 3.2-5 所示。

表 3.2-5 污染设备、管线治理方案

总重量 (t)	治理方案		
	分类	数量 (t)	治理方案
25.36	受污染 金属设备、管线	18.4	经拆除、解体后，运至 719 矿鹿井矿井工业场地工棚内储存，待鹿井退役一并处理。
	受污染 非金属设备、管线	6.96	经拆除、切割、破碎后，运至 719 尾矿库储存。

##### 2) 可行性分析

对于受污染的设备 and 管线采用分类处理的方式，对于金属类的拆除、解体后，统一贮存，防治其流失外环境；非金属设备管线集中填埋，各种受污染的设备及管线均得到了有效处理，并处于可控状态，治理方案是可行的。

#### 3.2.2.3 堆浸尾渣及工业场地

##### 1) 治理方案

本项目施工期间清运堆浸池内 3.5 万 t 尾渣，清挖工业场地污染土 3.1 万

m<sup>3</sup>，尾渣容重按照 1.8t/m<sup>3</sup> 估算，则废物量共计约 5 万 m<sup>3</sup>，采用汽车清运至 719 尾矿库储存，同时对清理后的工业场地回填土，恢复现有地形。

## 2) 可行性分析

尾渣为铀矿冶生产废物，同时清理了污染场地，且操作简单，技术成熟，具有较好的工程经验，因此该方案是可行的。

此外，本项目主要从独居石精矿和优溶渣中提取铀资源，仍为铀生产线，生产过程中不可避免的会对工业场地土壤产生一定的影响，为了遵循废物最小化的原则，本项目工业场地土壤去污按照 0.6Bq/g 控制。此外，建设单位承诺在本项目服务结束后对工业场地进行源项调查和退役治理，使其满足国家相关标准要求。

### 3.2.2.4 施工期放射性污染物运输方案

本项目清运堆浸尾渣 3.5 万 t，污染建筑垃圾 1.8 万 m<sup>3</sup>，工业场地污染土 3.1 万 m<sup>3</sup>，为避免废物的洒落选用 10t 的密闭箱式自卸车进行运输，考虑废物与车厢顶部保留一定富裕空间、按每车 9.5t 的装载量。

本项目选取的运输路线为现有运渣道路，工业场地→运渣道路→719 尾矿库，运输距离约 1.5km，保证运输过程中不发生运输事故，在运输过程中需采取一定防护措施。具体如下：

#### 1) 运输过程中的防护要求

##### (1) 技术措施

##### ① 运输道路

选择现有的运渣道路，对运输道路不定期的维护，发现有坑洼不平等情况，及时进行修补，保障运输道路的路面质量，减少废物的撒漏。

##### ② 运输车辆

为防止运输过程中的废物撒漏，本项目采用 10t 密闭箱式自卸车进行运输。

##### (2) 管理措施

① 运输过程中严格执行《铀矿冶辐射防护和辐射环境保护规定》（GB23727-2020）等相关标准、规程。同时建设单位在组织实施废物运输之前应制定相应的运输规程。

### ②车速控制

在废物运输过程中严格控制车速，尤其是在运输转弯和陡坡处，运输车辆车速要严格控制，同时避免夜间行车，减少翻车事故以及交通事故。

### ③装车要求

废物装车时不能装的太满，应与车厢顶部保留一定的富裕空间，这样可以减少废物的洒落，使运输车辆在遇到颠簸时能保证废物起伏不会超过车顶，减少洒落的可能。

### ④沿途清扫

运输车辆应配置洒落清扫工具，在运输过程中如发现废物洒落时及时由专人对洒落的废物进行清理，对周围路面进行清扫，并将清扫废物装车一并运至 719 尾矿库内。

### ⑤加强监测

运输期间对运废物运输道路进行放射性监测，发现异常应立即采取清扫、挖除治理措施。

## 3.3 选址合理性分析

本项目主要建设内容除钍初级产品暂存库和尾渣库位于 719 尾矿库北侧外，其余设施均位于 719 尾矿库东侧，根据《崇义县土地利用现状》本项目占地土地类型均为工业用地；此外，根据《崇义县自然资源局 江西共伴生铀资源（独居石）综合利用项目规划选址和用地预审意见》（崇自然资字〔2020〕93 号），本项目符合《江西省建设用地控制指标》（2011 版），符合当地土地规划要求。

同时，本项目评价范围 5km 范围内无自然保护区、风景旅游区和名胜古迹等环境敏感点，项目周围敏感点主要为居民，评价中心半径 5km 范围内居民约 7551 人，人口密度约 96.14 人/km<sup>2</sup>，人口密度较低，距离本项目最近居民点（竹子坑）距离约 1.5km，满足《铀矿冶辐射防护和辐射环境保护规定》（GB23727-2020）中辐射防护距离不小于 300m 的要求。

本项目接纳水体为集龙江，排放口段水功能为景观娱乐用水，水质目标为 III 类，接纳水体枯水期最小流量为 5.7m<sup>3</sup>/s，废水排放量为 60.34m<sup>3</sup>/d 满足 5 倍稀释倍数要求，且排放口处各放射性核素及非放射性指标均满足排放标准

限值要求，经预测不会对周围地表水体产生不利影响。根据收集的气候、气象资料，本项目多年平均风速为 1.1m/s，最大风力为 6~7 级，场址周围多为小山丘，具有较好的大气扩散条件。

此外，钍初级产品暂存库和尾渣库库址进行多方案比选，比选过程如下：

#### 1) 选址原则

本项目选址主要依据《铀矿冶辐射防护和辐射环境保护规定》（GB23727-2020）中选址要求，具体原则如下：

（1）选址应避让不良地质构造（如滑坡、溶洞、断层和泥石流等）和洪水、火灾及地震易发生区；

（2）选址优先选择在人口密度较低区域；

（3）选址优先选择在库底地层结构不发育且具有天然隔水层的区域；

（4）优先选择在库容大、汇水面积小、坝体工程量小的位置；

（5）应布置在取附近水库和取水点下游，并按照最小风频的风向尽可能布置在居民区和企业的上风向。

#### 2) 库址拟建位置比选

方案一：在 719 尾矿库北侧支沟（尚未堆存任何废物）新建；

方案二：在工业场地南侧进口右侧支沟处新建。

方案一和方案二相对位置关系详见图 3.3-1。

本项目从地理位置、地形条件、库容、地质条件、交通运输、洪水影响、环境敏感性、实施条件和风向等多方面进行比选，比选详情见表 3.3-1。



表 3.3-1 拟建库址比选一览表

比选内容	方案一	方案二
地理位置	尾矿库北侧支沟，距离工业场地约 1.5km	工业场地内南侧进口处右侧
地形条件	地形为沟谷型，三面环山呈 V 字形	地形为沟谷型，三面环山呈 V 字形
库容情况	总库容约 12 万 m <sup>3</sup> ，能够满足运行生产 20a 需求	总库容约 7 万 m <sup>3</sup> ，仅能满足运行 12a 需求
地质条件	无不良地质构造（如滑坡、溶洞、断层和泥石流等）且避开了地震易发区	
交通运输	均位于赣州市崇义县丰州乡境内，交通运输方便	
洪水影响	离最近地表水体约 1.2km 无地表水引起的洪水影响，同时在库体周围修建排水沟能够及时排走大气降水，具有一定防洪作用	
环境敏感性	不在水源保护区、自然保护区、文物古迹区、旅游景点等重要生态区，不占用林地，不在生态红线内	
实施条件	施工条件较好，尚未堆存任何废物	施工条件较差，该库址堆存大量废旧零部件，需对其进行另择地储存
风向	位于最小风频（WSW）、最近居民点（竹子坑）的上风向	位于最小风频（WSW）、最近居民点（竹子坑）的上风向
综合比较	推荐库址	备选库址

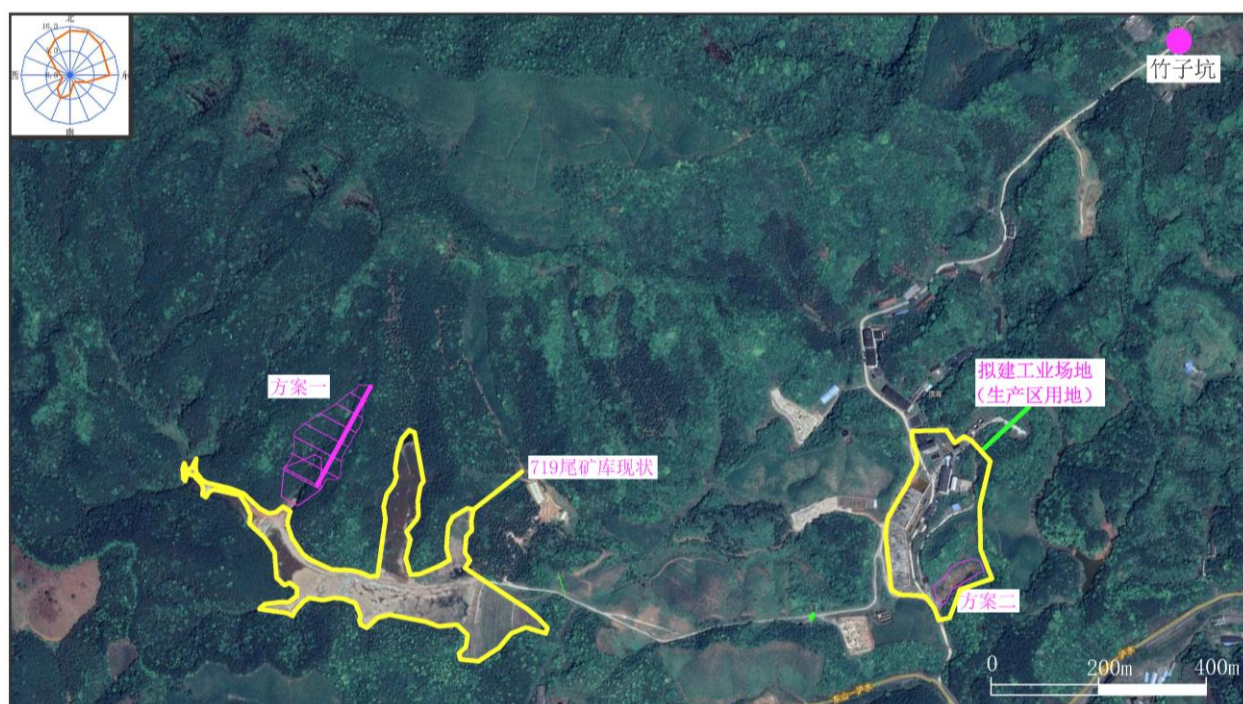


图 3.3-1 方案一和方案二位置关系图



### 3) 库址合理性分析

综合比较方案一和方案二，地形、地质、交通运输、洪水影响和风向等条件均较为相近，且均满足本项目选址原则。但从地理位置上看，方案一在 719 尾矿库北侧支沟，较方案二有废物集中的优势；从库容角度分析，方案一能够满足运行期需求，方案二需要在库满后，另择地储存钍初级产品和尾渣；从实施条件上看，方案一尚未堆存废物，方案二库址储存有一定量废旧零部件，方案一实施优于方案二。

综上所述，从环境保护角度分析本项目选址是合理的。

## 3.4 总平面布置及运输

### 3.4.1 布置原则

1) 结合地形地貌现状，做到布局合理、功能分区明确，使用联系紧密，满足生产、使用、运输、消防、安全、环保、卫生的总体布置要求，做到人物流分离，物流顺畅、管线短捷。

2) 本项目围绕独居石处理厂房，将生产性质相同、功能相近，工艺联系密切的设施（如工艺废水处理厂房、铀产品库等）集中布置，减少物料运输距离及环境污染风险，同时降低占地面积，从而做到功能单元集成化。

3) 综合考虑厂区交通运输、环境保护及土地利用等外部条件。

4) 独居石处理厂房、钍初级产品暂存库和尾渣库等生产设施布置在最近居民点（竹子坑）的上风向。

### 3.4.2 总平面布置方案

本项目主要划分为工业场地和钍初级产品暂存库及尾渣库两个部分，其中工业场地主要包括独居石处理厂房、工艺废水处理厂房、铀产品库、生活污水处理设施和综合楼等。工业场地在现有场地内新建，钍初级产品暂存库和尾渣库在 719 尾矿库北侧空地新建，现有运输路线作为各设施之间联系的纽带，将各相对独立设施紧密构成为一个整体。

#### 1) 工业场地总平面布置

本项目工业场地由北到南分别布置独居石处理厂房、工艺废水处理厂房、生活污水处理设施等，铀产品库（利旧）位于工业场地北侧。

其中，独居石处理厂房，为钢筋混凝土框架结构，厂房外形呈非直线 L

型，总占地面积 5375m<sup>2</sup>，总建筑面积为 9676m<sup>2</sup>，分为四个生产区，整体为二层，局部四层；

工艺废水处理厂房，为钢结构，占地面积 173m<sup>2</sup>，一层建筑物；

生活污水处理设施，包括泵房、废水收集池和污水调节池，总占地面积约 111m<sup>2</sup>；

铀产品库，为一层钢筋混凝土结构，占地面积 333m<sup>2</sup>；

综合楼，为三层建筑物，用于员工办公、淋浴、洗衣等，占地面积 637m<sup>2</sup>；

围墙，在工业场地用地范围边界处，设置高 2m 围墙。

### 2) 钍初级产品暂存库和尾渣库平面布置

本项目钍初级产品暂存库和尾渣库位于 719 尾矿库的北侧空地，两库总库设计库容 12 万 m<sup>3</sup>，主要由拦渣坝、排洪及清污分流设施、库底防渗、渗水导排设施及内部挡墙和防雨棚等组成，占地面积约 21800m<sup>2</sup>。

### 3) 合理性分析

本项目总平面布置充分结合当地自然地形、风向等环境条件，竖向布置工业场地工艺生产设施，尾渣库布置在 719 尾矿库北侧支沟。工业场地内按照放射性水平由北至南依次布置铀产品库、独居石处理厂房、工艺废水处理厂房、生活污水处理设施和综合楼，较大程度避免了交叉污染的可能性；尾渣库布置在 719 尾矿库周围，是废物集中化的体现；从风向来看，工业场地和尾渣库位于小风频 WSW、最近居民点（竹子坑）的上风向，满足环保要求；同时该布置方案既满足工艺流程的要求，也满足功能分区的要求，还具有工艺联系紧密、管线短捷、物流顺畅，占地紧凑、空间相对集中等优点。因此，总体来看本项目总体布置是合理的。

### 3.4.3 运输方案

本项目钍初级产品和铀除杂渣需要运输至各库内储存，运输路线为：独居石处理厂房出发→工业场地西侧道路→719 尾矿库运输道路→钍初级产品暂存库和尾渣库，属于场内运输，长度约 1.5km，运输路线详见图 3.4-1。

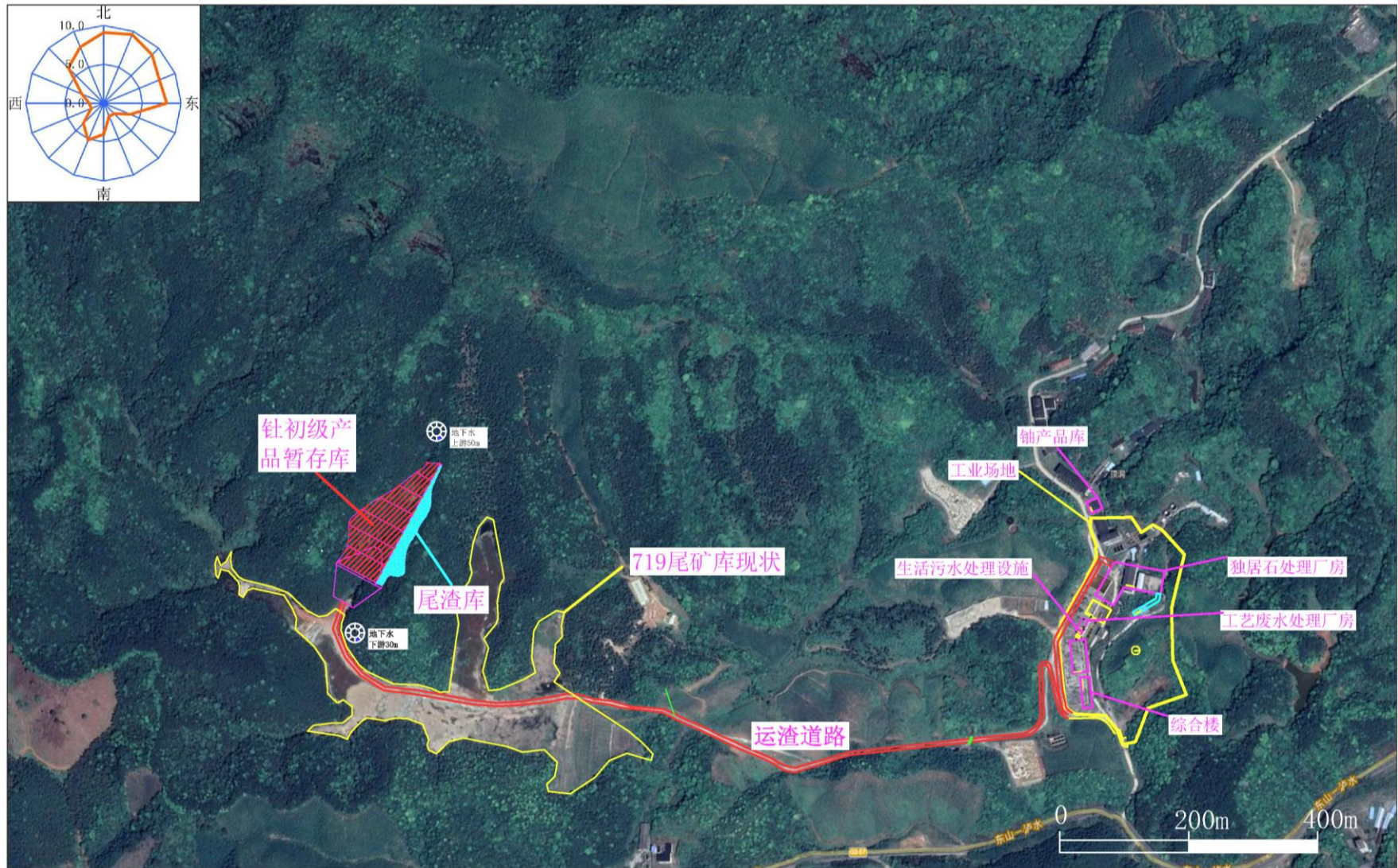


图 3.4-1 本项目钍初级产品和铀除杂渣运输路线图



### 3.5 工艺流程

#### 3.5.1 工艺流程

##### 1) 铀产品生产工艺

来自氯化稀土制备生产线酸溶后的溶解液（含有铀、钍和稀土资源）进入铀钍资源回收生产线，首先进入吸附塔内，与贫树脂接触吸附提铀，得到饱和树脂和吸附尾液，铀资源进入饱和树脂中，钍和稀土资源进入吸附尾渣中。饱和树脂首先进行酸洗回收饱和树脂吸附的少量稀土，然后采用去离子水对饱和树脂进行淋洗，使饱和树脂吸附的铀和微量钍进入淋洗液内，贫树脂返回氯化稀土制备工序进行矿浆吸附，其次对淋洗液加入除杂剂除去微量的钍核素杂质得到合格液，最后加入 NaOH 沉淀剂，送至隔膜过滤机压滤，最终得到铀产品，装桶运至铀产品库储存。工艺过程叙述如下：

工艺流程：饱和树脂→酸洗→淋洗→铀除杂→沉淀→过滤→铀产品；

##### （1）吸附工序

溶解液首先进入吸附塔内，与贫树脂接触吸附铀资源，树脂采用 REU-521 型，接触时间 20min，得到饱和树脂和吸附尾液。饱和树脂通过树脂压送罐转运至酸洗塔内，吸附尾液进入中和沉钍反应槽内，回收钍资源。

##### （2）酸洗、淋洗工序

①酸洗工序：饱和树脂采用树脂压送罐，由树脂吸附塔转运至树脂酸洗塔内，并在酸洗剂配置槽内配置 12.5%HCl 的酸洗水，采用泵将酸洗水输送至酸洗塔内，酸洗 1.15BV 体积倍数后，酸洗液进入洗涤水接收槽内，通过泵输送至氯化稀土生产线酸溶工序。该工序主要利用稀土元素在 12.5%HCl 条件下易于溶解，铀、钍等核素不易溶解，回收饱和树脂中吸附的稀土元素。

②淋洗工序：酸洗后的饱和树脂采用树脂压送罐，由树脂酸洗塔转运至树脂淋洗塔内，再加入去离子水进行淋洗，淋洗出饱和树脂中的铀和钍核素，淋洗后的贫树脂再由树脂压送罐转移至吸附工序，继续生产饱和树脂。

##### （3）铀除杂工序

由于淋洗液中含微量钍等杂质，本项目加入硫酸钠除杂剂对淋洗液除杂，沉淀产生的液料送至隔膜过滤机中进行过滤，滤液即为合格液，滤渣为铀除杂渣，产生量约 200t/a，运至尾渣库储存。

根据本项目《独居石精矿综合回收及钍的处置方案研究技术总结报告》（核工业北京化工冶金研究院，2018.12，以下简称“独居石精矿综合回收研究总结报告”）中铀除杂渣相关数据，其中  $^{238}\text{U}$  活度浓度约  $10248\text{Bq/kg}$ ， $^{232}\text{Th}$  活度浓度约  $53328\text{Bq/kg}$ ， $^{226}\text{Ra}$  活度浓度约  $8220\text{Bq/kg}$ 。

#### （4）铀沉淀、压滤工序

合格液加入  $\text{NaOH}$  进行过碱中和，沉淀  $\text{U}_{\text{天然}}$  得到沉淀母液和铀产品浆体，其中沉淀母液产生量约  $10\text{m}^3/\text{d}$ ，根据独居石精矿综合回收研究总结报告中相关数据，沉淀母液中  $\text{U}_{\text{天然}}$  含量约  $7\text{mg/L}$ ， $^{232}\text{Th}$  含量约  $0.4\text{mg/L}$ ，送至工艺废水处理设施进行处理，使其达标排放。铀产品浆体经压滤率后，得到铀产品装桶后运至铀产品库储存，滤液返回有沉淀工序。

#### 2) 钍初级产品生产工艺

吸附尾液进入中和沉钍反应槽，与氯化稀土生产线的碱浆进行中和沉淀反应，混合调  $\text{pH}$  值后，再经泵送至程控隔膜压滤机中过滤、洗涤，得到含钍滤饼作为钍初级产品送至钍初级产品暂存库储存，滤液为中含有稀土资源，送至氯化稀土生产线回收稀土资源。

工艺流程：吸附尾液→中和沉淀→过滤→钍初级产品。

##### （1）中和沉淀工序

吸附尾液加入由氯化稀土生产线碱分解工序的碱浆（主要成分  $\text{NaOH}$ ），调节  $\text{pH}4.0\sim 4.2$ ，反应时间  $3\text{h}$ ，沉淀吸附尾液中钍资源，形成  $\text{Th}(\text{OH})_4$ ，送至压滤机中过滤。

##### （2）过滤工序

来自中和沉钍工序的液态浆体通过程控隔膜压滤机过滤、洗涤，得到滤饼为钍初级产品，送至钍初级产品暂存库储存，滤液中含有稀土资源，送至氯化稀土提取工序。

本项目根据独居石精矿综合回收研究总结报告中钍初级产品相关数据，其中  $^{238}\text{U}$  活度浓度约  $2630\text{Bq/kg}$ ， $^{232}\text{Th}$  活度浓度约  $670698\text{Bq/kg}$ ， $^{226}\text{Ra}$  活度浓度约  $69000\text{Bq/kg}$ 。

本项目工艺流程（含物料平衡）见图 3.5-1。

略

图 3.5-1 工艺流程（含物料平衡）图（单位 t/d）

### 3.5.2 产品方案

本项目产品为重铀酸钠和钍初级产品，具体方案见表 3.5-1。

经调研，目前钍资源市场较小，主要为灯纱罩、航天工业和能源工业等，市场基本饱和；随着国家钍基熔盐堆发展和战略规划，预计 2030 年建设成 100MV 示范堆，未能大规模商业使用，预计未来 10~20 年内对钍资源需求量有限。

因此，在本项目运行期 20 年内，若钍资源市场有一定规模需求，将回取钍初级产品，进行销售；若钍资源仍无市场需求，将钍初级产品库，考虑退役治理。

表 3.5-1 本项目产品方案

产品名称	状态	产量 (t/a)	产品质量	产品去向
重铀酸钠	固体	XXX	EJ/T803-93	国家收购
钍初级产品 (主要成分 Th(OH) <sub>4</sub> )	固体	9000	/	钍初级产品暂存 库内储存

### 3.5.3 主要工艺参数

本项目铀钍资源回收生产线工艺参数，详见表 3.5-2。

表 3.5-2 本项目主要工艺参数表

略

### 3.5.4 主要工艺设备

本项目主要工艺设备见表 3.5-3。

表 3.5-3 主要工艺设备表

略

### 3.5.5 水平衡及核素平衡

#### 1) 水平衡

本项目水平衡见图 3.5-2。

略

图 3.5-2 本项目水平衡图（单位 m<sup>3</sup>/d）

## 2) 核素平衡

本项目  $U_{\text{天然}}$  和  $^{232}\text{Th}$  核素平衡详见图 3.5-3 和 3.5-4。

略

图 3.5-3 本项目铀平衡图（单位 kg/d）

略

图 3.5-4 本项目钍平衡图（单位 kg/d）

## 3.6 钍初级产品暂存库和尾渣库

本项目钍初级产品暂存库和尾渣库共同建设，中间采用混凝土挡墙进行物理隔离，位于 719 尾矿库北侧的支沟内，该支沟属于 719 尾矿库的一部分，尚未堆存任何废物。两库设计总库容 12 万  $\text{m}^3$ ，占地面积  $21800\text{m}^2$ ，设计坝顶标高 384m，库底标高 359m，由拦渣坝、截排洪设施、内部挡墙和防雨棚、防渗及导排设施、地下水监测系统和皮带运输系统等组成，具体如下：

### 3.6.1 储存物料特性

#### 1) 钍初级产品

本项目钍初级产品生产量约 9000t/a，运至钍初级产品暂存库储存，按照容重  $2\text{t}/\text{m}^3$  估算，则钍初级产品量约  $4500\text{m}^3/\text{a}$ ，其含水率不高于 30%，pH 在 6~9 之间， $^{238}\text{U}$  活度浓度约  $2630\text{Bq}/\text{kg}$ ， $^{232}\text{Th}$  活度浓度约  $670698\text{Bq}/\text{kg}$ ， $^{226}\text{Ra}$  活度浓度约  $69000\text{Bq}/\text{kg}$ 。

#### 2) 铀除杂渣

本项目产生的铀除杂渣 200t/a，运至尾渣库储存，按照容重  $1.8\text{t}/\text{m}^3$  估算，则铀除杂渣量约  $111\text{m}^3/\text{a}$ ，其含水率不高于 30%，pH 在 6~9 之间， $^{238}\text{U}$  活度浓度约  $10248\text{Bq}/\text{kg}$ ， $^{232}\text{Th}$  活度浓度约  $53328\text{Bq}/\text{kg}$ ， $^{226}\text{Ra}$  活度浓度约  $8220\text{Bq}/\text{kg}$ 。

此外，氯化稀土生产线尾渣属于伴生放射性废渣，与本项目尾渣一并储存，其产生量为 1200t/a，按照容重  $1.8\text{t}/\text{m}^3$  估算，则产生量约  $667\text{m}^3/\text{a}$ 。



### 3.6.2 钍初级产品暂存库和尾渣库组成

#### 1) 拦渣坝

本项目在山沟入口狭窄处堆筑拦渣坝，拦渣坝顶宽 4m，坝高约 26m，坝顶标高 384m，坝轴线长约 85m，上游坡度为 1:2，下游坡度为 1:2.5。拦渣坝坡 375m 标高处设置道宽 2m 的马道，坡面采用浆砌片石骨架护坡。拦渣坝内侧坝坡设置防渗层结构。

#### 2) 截排洪设施

本项目钍初级产品暂存库和尾渣库在堆积标高以上设置截排洪沟，引走上游山体汇入的客水，截排洪设施按照洪水重现期 100a ( $P=1\%$ ) 设计和洪水重现期 1000a ( $P=0.1\%$ ) 暴雨洪水校核。

该截排洪沟围绕库体分东、西两侧建设。其中，西侧截排洪沟断面宽 1.0m，高 1.1m，长 330m，东侧截排洪沟断面 0.6m，高 0.8m，长 300m，两侧排洪沟均采用钢筋混凝土结构，出口处设置消力池并与 719 尾矿库截排洪设施相连，最终将上游客水引排至 719 尾矿库外。

#### 3) 钍初级产品暂存库和尾渣库的划分

##### (1) 总体说明

钍初级产品暂存库和尾渣库设计坝顶标高为 384m，库底标高为 359m，库内水平方向呈椭圆形状，垂直方向呈漏斗型，分别在标高 359m~366m、366m~372m、372m~378m 和 378m~384m 设置物料储存层，共计 4 层。

每个物料储存层，在垂直于坝体方向按照初级产品生产量 ( $4500\text{m}^3/\text{a}$ ) 和尾渣产生量 ( $778\text{m}^3/\text{a}$ ，其中本项目铈除杂渣  $111\text{m}^3/\text{a}$ ，氯化稀土尾渣  $667\text{m}^3/\text{a}$ ) 比例划分，设置混凝土挡墙，将整个库体划分为钍初级产品暂存库和尾渣库。

每个物料储存层，在平行于坝体方向设置混凝土挡墙，将钍初级产品暂存库和尾渣库分为若干个单元格，即钍初级产品单元格和尾渣单元格。

本项目第一层钍初级产品暂存库单元格和尾渣库单元格各 3 个；第二层钍初级产品暂存库单元格和尾渣库单元格各 5 个；第三层钍初级产品暂存库单元格和尾渣库单元格各 6 个；第四层钍初级产品暂存库单元格和尾渣库单元格各 7 个。

在钍初级产品暂存库和尾渣库运行使用过程中，由拦渣坝向库尾方向逐

一 一排使用钍初级产品暂存库单元格和尾渣库单元格，两库并排使用的单元格形成 1 个单元组。因此，物料储存层第一层设置 3 个单元组，第二层设置 5 个单元组，第三层设置 6 个单元组，第四层设置 7 个单元组。

每个单元组在填满物料后，立即采用 300mm 厚混凝土进行封闭。此外，尾渣库部分按照本项目铀除杂渣和氯化稀土生产线尾渣分区储存。

## （2）举例说明

本项目以首期建设的钍初级产品暂存库和尾渣库为例进行说明，两库首期工程拟建库容为 1.5 万  $m^3$ ，库体下游设置拦渣坝，坝顶标高为 366，库底标高为 359m，在垂直于库体方向，按照钍初级产品生产量和尾渣产生量比例进行划分，设置垂直库体的混凝土挡墙，分为钍初级产品暂存库和尾渣库，实现物料储存的物理隔离，在两库体平行于坝体方向设置 3 面挡墙，挡墙之间间隔 30m，挡墙高度为 7m，将两库体分别分割为 3 个单元格。

首期工程钍初级产品暂存库和尾渣库运行使用过程中，首先使用靠近坝体侧的单元格，两库并排的单元格（即形成 1 个单元组）同步使用，一旦使用完毕采用 300mm 厚混凝土进行封闭，然后依次使用中间和库尾处的单元组。

首期工程钍初级产品暂存库和尾渣库示意图详见图 3.6-1。

## （3）最大裸露面积

此外，根据钍初级产品暂存库和尾渣库建库方式可知，到 2045 年（即钍初级产品暂存库裸露面积最大的年份）两库山体之间距离最远处的裸露面积最大，即  $2890m^2$ ，按照产生量比例划分：即钍产品单元格最大裸露面积为  $2500m^2$ ，尾渣区铀除杂渣最大裸露面积为  $56m^2$ ，氯化稀土尾渣最大裸露面积为  $334m^2$ 。

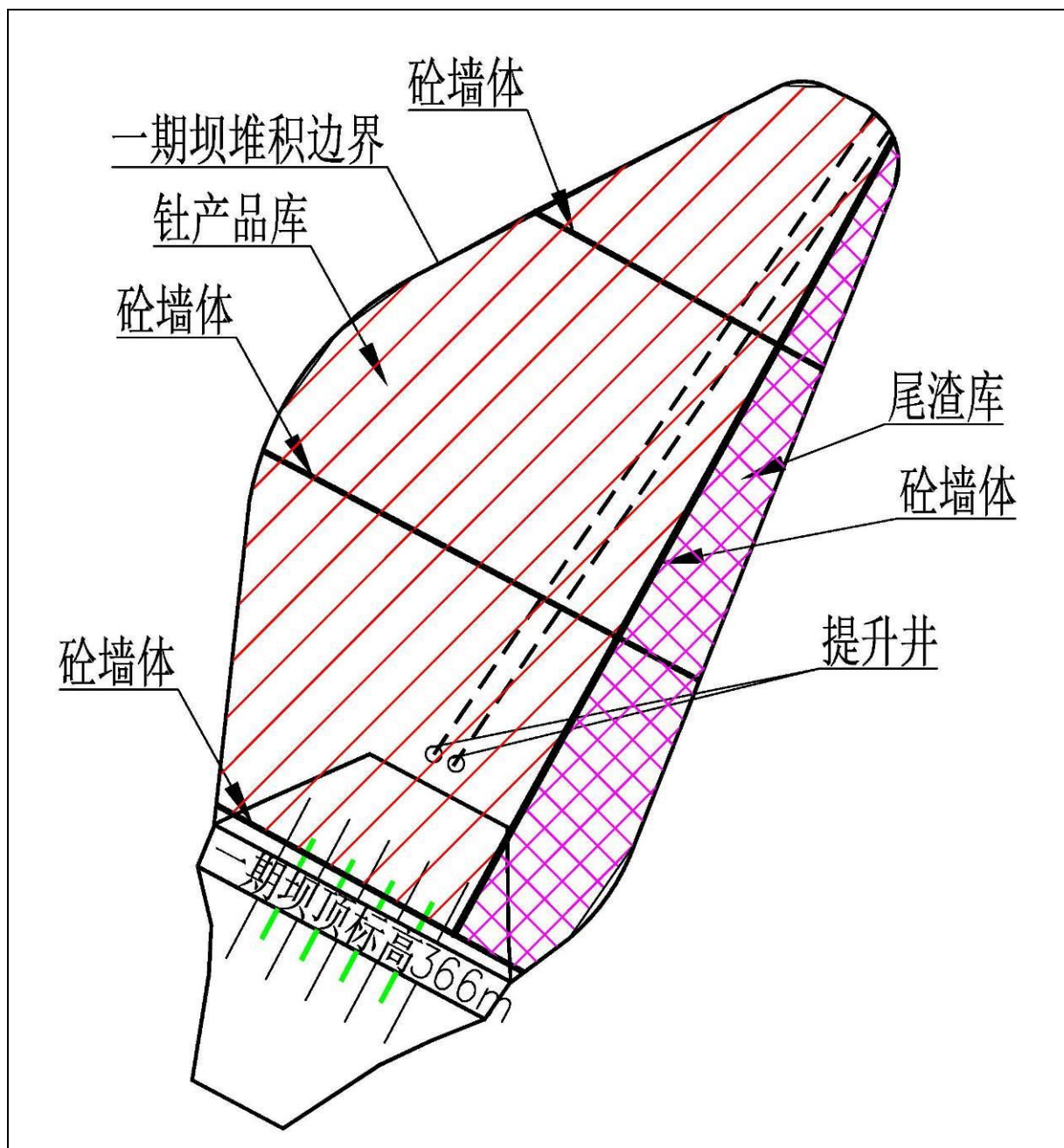


图 3.6-1 钍初级产品暂存库和尾渣库首期工程单元格示意图

#### 4) 防雨棚

本项目钍初级产品暂存库和尾渣库共建，两库设置多个单元格，在生产运行期间，钍初级产品暂存库单元格和尾渣库单元格并排使用，形成单元组，并始终维持使用 1 个单元组，一旦单元组填满，将立即采用 300mm 厚混凝土进行封闭，才开始使用下一个单元组。

为尽量减少大气降雨淋滤尾渣，本项目配置 1 个可拆卸的防雨棚，始终位于正在使用的单元组顶部，本项目首期工程，防雨棚尺寸为

43m×30m×3.5m，可将避免大气降雨进入单元格内。

### 5) 防渗及导排设施

#### (1) 防渗及导排设施结构

本项目采用天然材料和人工衬层多层防渗结构，并在库区底部、坝坡内侧及两侧山体铺设防渗及导排设施，库区防渗及导排由上至下依次为：

①反滤层：非织造土工布，600g/m<sup>2</sup>；

②渗水导流层：卵（砾）石渗水导流层厚 30cm，坝坡及两侧山体采用三维土工复合排水网，内设渗水管；

③膜上保护层：非织造土工布，600g/m<sup>2</sup>；

④土工膜防渗层：高密度聚乙烯（HDPE）土工膜，膜厚 2mm，渗透系数 $\leq 1 \times 10^{-12}$ cm/s；

⑤膜下保护层：非织造土工布，600g/m<sup>2</sup>；

⑥渗水检查层（兼渗水次导流层）：库底采用卵（砾）石厚 30cm，坝坡及两侧山体采用三维土工复合排水网；

⑦土工膜保护层：非织造土工布，600g/m<sup>2</sup>；

⑧土工膜防渗层：高密度聚乙烯（HDPE）土工膜，膜厚 1.5mm，渗透系数 $\leq 1 \times 10^{-12}$ cm/s；

⑨天然材料防渗：压实粘土厚 1m，渗透系数 $\leq 1 \times 10^{-7}$ cm/s。

防渗及导排层结构示意，见图 3.6-2 和 3.6-3。

#### (2) 渗水导排系统

正常工况下钍初级产品和尾渣含水率不高于 30%，且单元组顶部设置防雨棚，基本不会产生渗水。非正常工况下，如强降雨（暴雨）或截排洪设施损坏等，导致防雨棚失效，可能造成雨水进入库内。为了及时排出非正常工况下库内的渗水，本项目自钍初级产品暂存库和尾渣库尾部向坝体处设置 2% 坡度，并在库底、坝体内侧坡面及两侧山体设置渗水导流层和渗水检查层（兼渗水次导流层，一旦首层人工防渗膜失效可及时导排渗水）。其中，渗水导排层内铺设  $\Phi 315$ mm 的 HDPE 穿孔管，导排渗水至渗水导流层提升井内；渗水检查层内铺设  $\Phi 200$ mm 的 HDPE 穿孔管，导排渗水至渗水检查层提升井内。同时，为衔接挡墙两侧导排系统，在挡墙与导排层接触位置设置 HDPE 穿孔

管连接两侧导排层。

提升井基底采用钢筋混凝土结构，井身为直径 630mm 的 HDPE 管，提升井容积约 3m<sup>3</sup>，并通过提升泵（流量 15m<sup>3</sup>/h，扬程 35m）将渗水抽送至地表碳钢材质、容积为 8m<sup>3</sup> 密封罐内储存。

非正常工况下一旦有渗水产生，经导排系统排入密封罐收集后，采用汽车运输至独居石处理厂房，并回用于氯化稀土生产线酸溶工序，不外排。

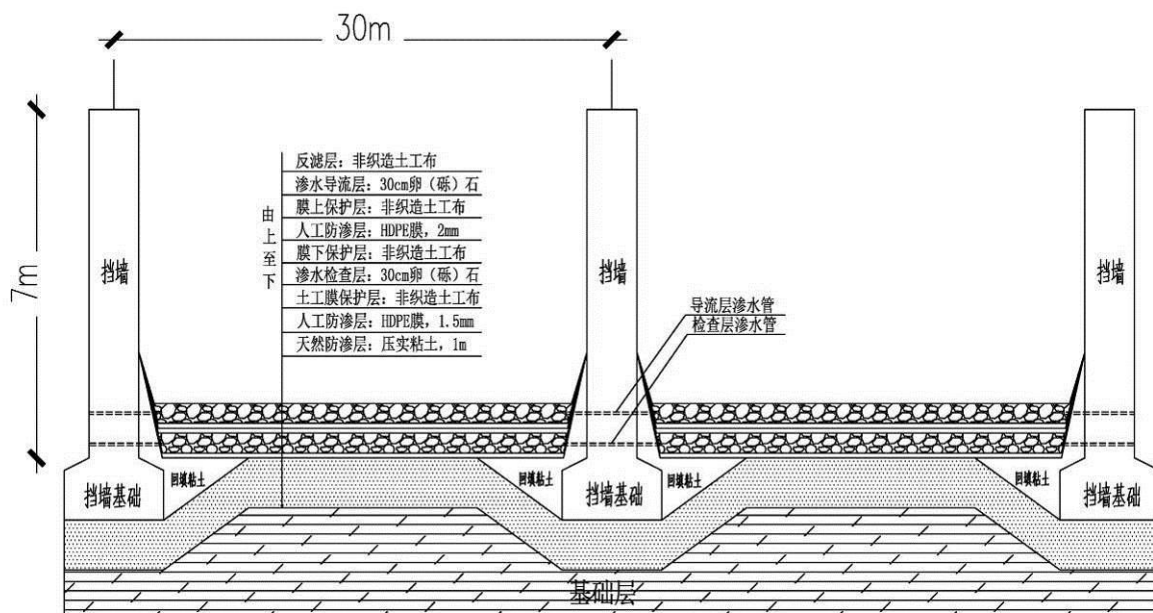


图 3.6-2 库底防渗及导排结构垂直坝体图

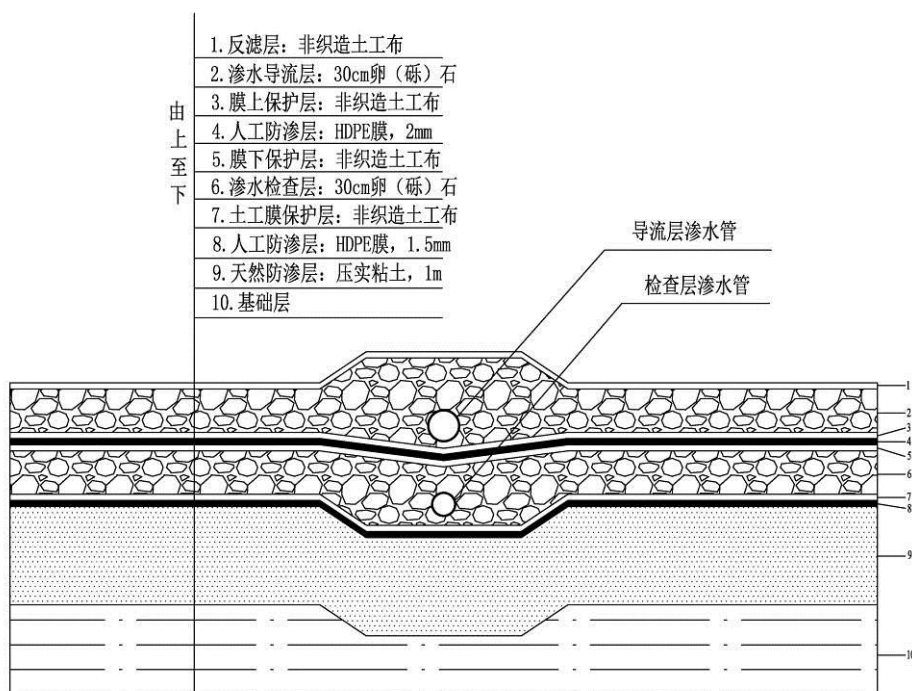




图 3.6-3 库底防渗及导排结构平行坝体图

## 6) 地下水监测系统

本项目钍初级产品暂存库和尾渣库下游即为 719 尾矿库，不适宜在 719 尾矿库库内设置地下水监测井，两库位于“V”字形沟谷中，库体两侧较为陡峭不适宜在库体两侧布置地下水监测井。

本项目尾渣库区域地下水流向同地形走势一致，即地下水局部流向由两侧山体向中间沟谷汇集流动，上游北侧向下游南侧流动，在处置沟谷出口处随区域地下水流向由西向东流动，同时结合地形条件和 719 尾矿库限制条件，在钍初级产品暂存库和尾渣库库尾上游 50m 处设置 1 个地下水背景监测井，拦渣坝下游 30m 处设置 1 个地下水监测井。

地下水监测井主要监测潜水含水层，井深至少到稳定水位以下 1.5m，建设应符合《地下水监测井建设规范》（DZ/T0270-2014）中相关要求。

地下水监测井位置详见图 3.6-4。



图 3.6-4 地下水监测井位置

## 7) 单元格清污分流控制措施

为避免雨水通过未使用的单元格进入渗水导排系统，本项目在未使用的单元格内部铺设 HDPE 防渗膜，防渗系数 $\leq 1 \times 10^{-12} \text{cm/s}$ ，该膜位于渗水导排层上方。同时，采用水泵将未使用的单元格内的大气降雨通过管线排至截排洪沟内，从而排出库外。

## 8) 监控系统

本项目设置视频监控系统 1 套，视频监控主要针对库区、截洪沟及库出入口，设置监控点，监控的数据经采集后通过光纤传输至位于厂区的监控中心，监控中心可进行视频的实时查看和管理。

## 9) 皮带运输系统

本项目独居石处理厂产生的钍初级产品和尾渣首先收集至聚乙烯编织袋内，采用自卸车运输至拦渣坝角处，再通过皮带运输系统输送至单元格内。

首期工程，配置皮带输送机 6 台，为串联关系。其中，坝下至坝顶段设置 2 台输送机，倾斜角  $10 \sim 22^\circ$ ；皮带宽 0.65m，长度 30m，最大运输高度 7.5m，主要功能是将编织袋包装的物料输送至坝顶单元格处；坝顶至单元格段设置皮带运输机 4 台（最多时），皮带宽 0.65m，长 60m，运输机底部配置轮毂装置，在顶部左右移动。

皮带运输系统示意图见图 3.6-5。

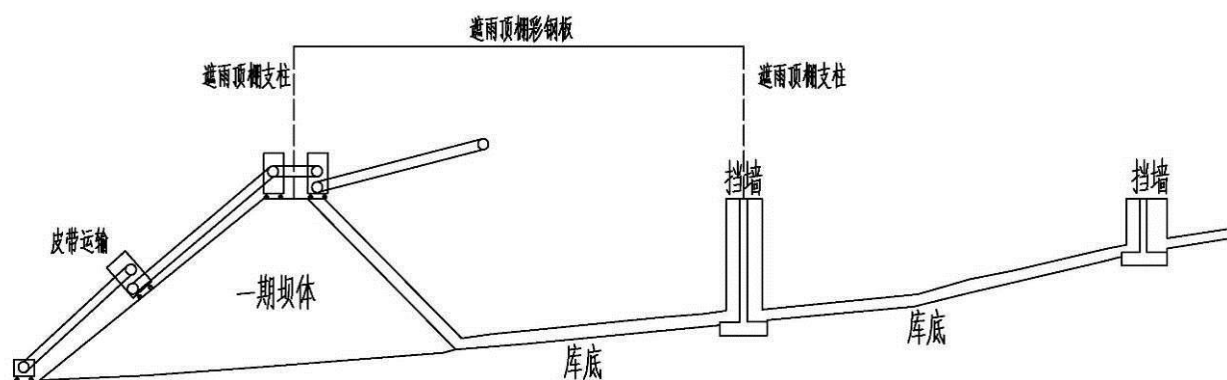


图 3.6-5 皮带运输系统示意图



### 3.6.3 分期建设方案

本项目钍初级产品暂存库和尾渣库分四期建设，第一期至第四期分别在标高 359m~366m、366m~372m、372m~378m 和 378m~384m 四个物料储存层，建设两库。

首期工程，即标高 359m~366m 的物料储存层，在垂直坝体方向按照钍初级产品和尾渣产量的比例进行划分，设置挡墙，整个划分为钍初级产品暂存库和尾渣库；平行于坝体方向建设 3 面挡墙，挡墙间距 30m，挡墙顶端标高 366m，挡墙高 7m，将钍初级产品暂存库和尾渣库各自划分为 3 个单元格。拦渣坝顶标高 366m，库底铺设防渗及导排层，坝体内侧及两侧山体防渗及导排层铺设至 366m 标高，首期两库库容约 1.5 万  $m^3$ ，其中钍初级产品暂存库库容约 1.28 万  $m^3$ ，尾渣库库容约 0.22 万  $m^3$ 。

二期工程，即标高 366m~372m 的物料储存层，在垂直坝体方向按照钍初级产品和尾渣产量的比例进行划分，设置挡墙，整个划分为钍初级产品暂存库和尾渣库；平行于坝体方向建设 5 面挡墙，挡墙间距 30m，挡墙高 6m，将钍初级产品暂存库和尾渣库各自划分为 5 个单元格。拦渣坝顶标高 372m，库底铺设防渗及导排层，坝体内侧及两侧山体防渗及导排层铺设至 372m 标高，首期两库库容约 2.5 万  $m^3$ ，其中钍初级产品暂存库库容约 2.13 万  $m^3$ ，尾渣库库容约 0.37 万  $m^3$ 。

三期工程，即标高 372m~378m 的物料储存层，在垂直坝体方向按照钍初级产品和尾渣产量的比例进行划分，设置挡墙，整个划分为钍初级产品暂存库和尾渣库；平行于坝体方向建设 6 面挡墙，挡墙间距 30m，挡墙高 6m，将钍初级产品暂存库和尾渣库各自划分为 6 个单元格。拦渣坝顶标高 378m，库底铺设防渗及导排层，坝体内侧及两侧山体防渗及导排层铺设至 378m 标高，首期两库库容约 3.5 万  $m^3$ ，其中钍初级产品暂存库库容约 2.98 万  $m^3$ ，尾渣库库容约 0.52 万  $m^3$ 。

四期工程，即标高 378m~384 的物料储存层，在垂直坝体方向按照钍初级产品和尾渣产量的比例进行划分，设置挡墙，整个划分为钍初级产品暂存库和尾渣库；平行于坝体方向建设 7 面挡墙，挡墙间距 30m，挡墙高 6m，将钍初级产品暂存库和尾渣库各自划分为 7 个单元格。拦渣坝顶标高 384m，库底

铺设防渗及导排层，坝体内侧及两侧山体防渗及导排层铺设至 384m 标高，首期两库库容约 4.5 万  $\text{m}^3$ ，其中钍初级产品暂存库库容约 3.83 万  $\text{m}^3$ ，尾渣库库容约 0.67 万  $\text{m}^3$ 。

### 3.6.4 与 719 尾矿库关系

#### 1) 719 尾矿库概况

719 尾矿库为丰州工区水冶厂配套设施，始建于 1976 年 8 月，1979 年 4 月投入运行，1989 年停止向库内排放尾矿浆，1991 年在库干涸区域开展堆浸生产，1994 年停止库内堆浸生产，2007 年开展综合技改项目，对 719 尾矿库进行了扩容，2016 年丰州工区已停产，719 尾矿库处于维持维护状态。

719 尾矿库设计堆积标高为 393m，设计库容 785.85 万  $\text{m}^3$ ，用地面积 38.77 万  $\text{m}^2$ ，该库由拦渣坝、截排洪系统和渗水收集池等组成。目前，719 尾矿库堆存尾矿（渣）量 114 万  $\text{m}^3$ ，堆存标高 368m，滩面面积约 5.23 万  $\text{m}^2$ ，堆存尾渣量占设计库容约 14.5%。

#### 2) 与 719 尾矿库之间关系分析

##### (1) 位置关系

本项目钍初级产品暂存库和尾渣库位于 719 尾矿库北侧支沟。

##### (2) 与 719 尾矿库之间的独立性

本项目钍初级产品暂存库和尾渣库与 719 尾矿库是相对独立的，主要体现在如下：

##### ①物料储存独立

本项目钍初级产品暂存库用于储存钍初级产品、尾渣库储存铀除杂渣及氯化稀土生产线的尾渣，与 719 尾矿库中废物是完全分开的，不在 719 尾矿库滩面上进行储存本项目的物料等。

##### ②废气排放独立

由于本项目物料储存同 719 尾矿库是完全分开的，故本项目钍初级产品暂存库和尾渣库释放的氡和钍射气与 719 尾矿库释放的氡是相互独立的。

##### ③渗水产生独立

本项目钍初级产品暂存库和尾渣库始终在正在使用的单元组上部设置防雨棚，避免雨水进入库内；此外，使用完成 1 个单元组后立即用 300mm 混凝土封闭，不会使雨水进入库内，未利用的单元组铺设 HDPE 防渗膜，一旦有

积水，采用泵将其排至截排洪系统，避免雨水渗入库内。采取上述措施后，正常工况下不会有雨水进入库内。

非正常工况下（如防雨棚破损、截排洪系统损毁等），造成雨水进入库内，产生少量渗水，可以通过库底渗水导排系统，将渗水收集至库底最低点（提升井处），通过泵将渗水提升出库外，并回用至独居石处理厂房，不外排。

由此可见，本项目正常情况下不会产生渗水，非正常工况下渗水提升收集后返回工艺使用，与 719 尾矿库渗水产生是相对独立的。

### （3）截排洪系统依托关系

本项目钍初级产品暂存库和尾渣库库肩部截排洪系统与 719 尾矿库截排洪系统相连接，依托 719 尾矿库截排洪沟将上游客水最终引出 719 尾矿库外；

### （4）物料运输道路依托关系

本项目钍初级产品及铀除杂渣运输路线沿用现有运渣路线，部分路段需要通过 719 尾矿库滩面。

## 3.6.5 对 719 尾矿库退役治理影响

### 1) 719 尾矿库退役治理规划

丰州矿区鹿井矿井和丰州水冶厂 2008 年开展技术改造工程，开采处理铀矿石 XXXt/a，服务年限 25 年，建设期 3 年，2016 年国家铀资源开采战略由南方硬岩转向北方砂岩，鹿井矿井和丰州水冶厂随即关停，进入维持维护状态，未列入退役治理规划中。

### 2) 影响分析

由于 719 尾矿库退役治理尚未列入规划，本项目以运行服务 20 年为节点，并假设两种情况：

情况一：719 尾矿库在本项目运行服务后进行退役治理；

情况二：719 尾矿库在本项目运行服务前进行退役治理。

#### （1）719 尾矿库在本项目运行服务后进行退役治理影响分析

在 719 尾矿库退役治理前，已经按规划完成了本项目钍初级产品暂存库和尾渣库的退役治理（详见 11.1 节相关内容），在进行 719 尾矿库退役治理时应采取以下措施，减少对本项目钍初级产品暂存库和尾渣库所在场所的影响：

①避免破坏本项目钍初级产品暂存库和尾渣库所在场所的截排洪设施、

地下水监测井、拦渣坝和覆盖层等；

②加强对本项目钍初级产品暂存库和尾渣库所在场所的监护工作，避免堆存废物。

(2) 719 尾矿库在本项目运行服务前进行退役治理影响分析

①719 尾矿库退役后对本项目物料运输道路影响

本项目物料运输道路与 719 尾矿库具有依托关系，详见报告书 3.6.4 节，即在 719 尾矿库退役治理后对本项目钍初级产品和铀除杂渣需要在其覆盖层滩面上运输，为避免尾渣运输对覆盖层造成二次污染，将采取以下措施：

a. 本项目物料运输采用密闭车辆，减少运输洒落的风险；

b. 运输车辆配备尾渣清运工具，一旦发现物料洒落立即对其进行清理，并对覆盖层土壤进行监测，对污染土壤进行清挖，并回填新土，污染物均运至尾渣库，减少对 719 尾矿库覆盖层的破坏；

c. 制定相关管理制度和应急预案，相关人员定期演练和培训；

d. 定期对 719 尾矿库滩面物料运输道路监测和巡视，一旦发现覆盖层明显减薄或氡析出率超过管理限值，立即采取补救措施。

②719 尾矿库覆盖治理对本项目钍初级产品暂存库和尾渣库影响

719 尾矿库作为丰州矿区废物集中受纳场所，在其退役时废石、污染土、污染建筑垃圾等污染物向 719 尾矿堆存，对本项目钍初级产品暂存库和尾渣库坝下皮带运输系统产生一定影响，为减少影响采取以下措施：

a. 在 719 尾矿库退役治理时合理堆存收纳的其它废物，尽量避免在本项目钍初级产品暂存库和尾渣库周围大量堆存废物，减少对皮带运输系统的影响；

b. 在 719 尾矿库退役治理时优先对皮带运输占地区域覆盖治理，减少该区域的扰动情况；

c. 在 719 尾矿库退役治理后，定期对皮带运输系统所占的 719 尾矿库覆盖层进行维护和监测，一旦发现覆盖层明显减薄或氡析出率超过管理限值，立即采取补救措施。

综上所述，在采取一定措施后，本项目钍初级产品暂存库和尾渣库和 719 尾矿库之间的退役治理是不会产生较大影响。

### 3.7 主要辅助设施

#### 3.7.1 给排水工程

##### 1) 给水

本项目用水主要为工艺生产用水、循环冷却补水、职工生活用水、淋浴用水、洗衣房用水及未预见用水，厂区用水量约  $102.02\text{m}^3/\text{d}$ 。

本项目给水水源为集龙江，集中设置有取水、净化及二级加压供水泵，供水能力约  $2000\text{m}^3/\text{d}$ 。

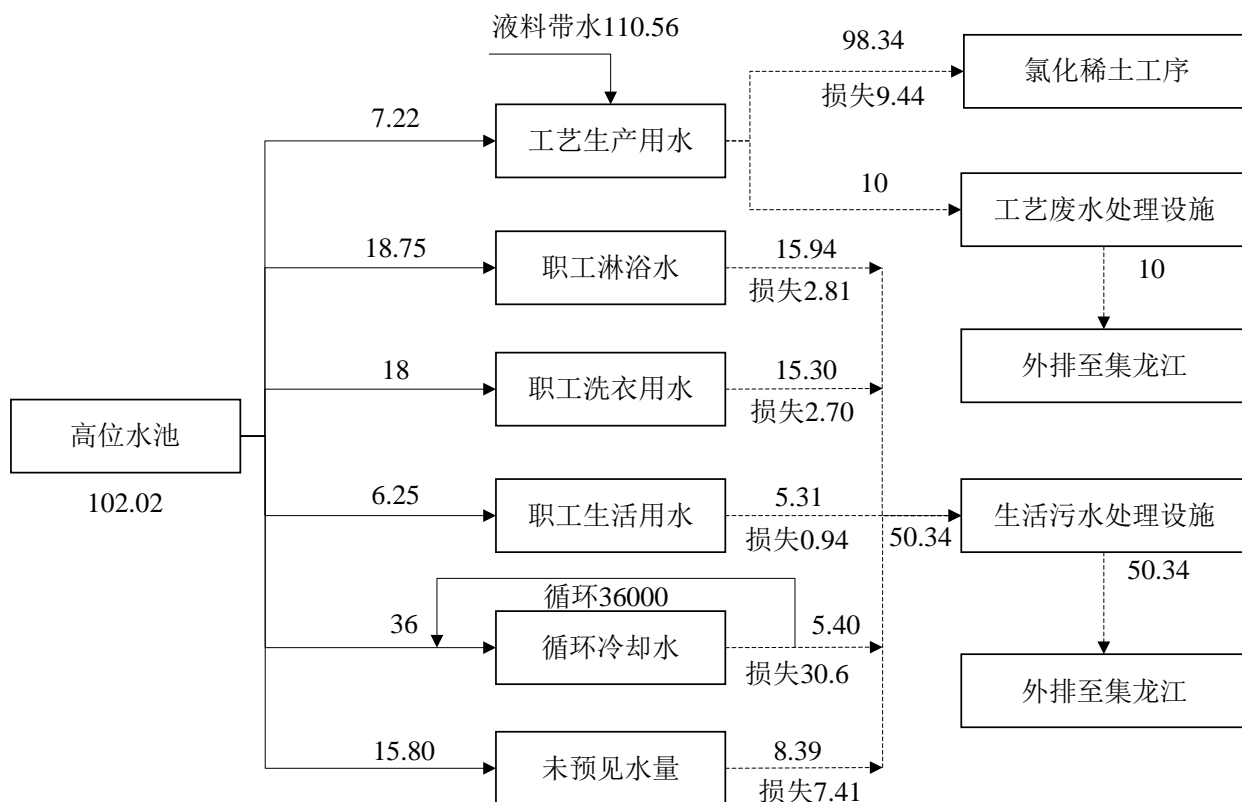
目前，现有场地内有 2 座  $350\text{m}^3$  的高位水池，本项目新建 1 座  $400\text{m}^3$  的高位水池，与现有高位水池连通使用，由净化站二级加压泵补水，重力流供厂区用水，由 2 路 DN200 的供水主管，厂区布置环状管网，由高位水池重力流供厂区生产、生活用水。

##### 2) 排水

本项目主要包括工艺废水和生活污水。其中工艺废水排量为  $10\text{m}^3/\text{d}$ ，经工艺废水处理设施处理达标后送至总排放管道，最终排至集龙江。

本项目劳动定员为 45 人，氯化稀土生产线劳动定员 95 人，合计劳动定员 140 人，共计生活污水排放量为  $50.34\text{m}^3/\text{d}$ 。其中，本项目生活污水排放量为  $16.18\text{m}^3/\text{d}$ ，氯化生产线生活污水排放量为  $34.16\text{m}^3/\text{d}$ 。

上述生活污水共同送至本项目生活污水处理设施处理，处理后排入总排放管道，最终排至集龙江。本项目给排水平衡见图 3.7-1。

图 3.7-1 本项目给排水平衡图 (单位 m<sup>3</sup>/d)

### 3) 排放口设置

本项目工艺废水处理厂房设置 1 个车间排放口，排放方式采用槽式排放；生活污水处理设施设置 1 设施排放口，与工艺废水车间排放口废水汇合后，通过总排放管道排放至集龙江内，铺设管线长度约 1.8km，在集龙江岸边设置 1 废水总排放口，位于评价中心 E 方位，直线距离约 2.5km，废水总排放口位置详见图 2.5-1。

### 3.7.2 通风工程

独居石处理厂房和工艺废水处理厂房设置通风系统，包括局部通风系统和全面通风系统。其中，在饱和树脂酸洗工序设备设置局部通风系统，收集挥发的 HCl 酸雾，送至酸雾净化塔处理后排至大气；在独居石处理厂房和工艺废水处理厂房工作区内设置全面通风系统，采用机械通风方式，将室内氡及其子体、钍射气等放射性废气排出室外。上述通风系统，采取通风措施后，由高出周围 50m 内最高建筑物屋脊 3m 的排气筒排至大气。

本项目铀钍资源回收生产设备位于独居石处理厂房铀钍资源回收生产区，该区设有玻璃钢离心风机用于生产区全面排风，换气次数为 7 次/h。由

3.1.9 章节可知，铀钍资源回收生产线设备占地面积为 1600m<sup>2</sup>，空间高度为 12m，占独居石处理厂房空间约 19200m<sup>3</sup>，按照换气次数 7 次/h 进行通风，则铀钍资源回收生产区全面通风量=19200m<sup>3</sup>×7 次/h=134400m<sup>3</sup>/h。

本项目通风系统主要通风量及通风方式如表 3.7-1 所示，主要通风设备见表 3.7-2。

表 3.7-1 通风系统主要参数

序号	地点	主要排出废气	通风方式	换气次数	排放高度
1	独居石处理 厂房（铀钍资源 回收生产区）	HCl 酸雾	局部通风	/	27m
2		氦及其子体、钍射气	全面通风	7 次/h	27m
3	工艺废水处理 厂房	氦及其子体、钍射气	全面通风	7 次/h	10m

注：独居石处理厂房局部高 24m，周围 50m 范围最高建筑屋脊为独居石处理厂房，排放口高度为 27m；

工艺废水处理厂房高度 7m，周围 50m 范围最高建筑屋脊为工艺废水处理厂房，排放口高度为 10m。

表 3.7-2 主要通风设备

序号	地点	主要排出废气	设备	数量 (台/套)	通风量
1	独居石处理厂房 (铀钍资源回收生产 区)	HCl	酸雾净化塔	1	25000m <sup>3</sup> /h
2		氦及其子体钍 射气	玻璃钢离心风机	5	134400m <sup>3</sup> /h
3	工艺废水处理厂房	氦及其子体钍 射气	玻璃钢离心风机	1	8500m <sup>3</sup> /h

### 3.7.3 电气工程

本项目供电来源于崇义县丰州变电站，变比为 35/10kV，距离本项目直线距离约 1.2km。根据项目工艺特点，本项目设施均为三级负荷。设备电压等级：低压动力工艺设备采用 380V，电气照明采用 220V，移动式照明及视孔灯照明电压采用 12V。

江西共伴生铀资源（独居石）综合利用项目电气设备总功率为 6190kW，年耗电量为 922.6×10<sup>4</sup>kW/h。在独居石处理厂房内设 10kV 开闭所，均由此开闭所供电，采用放射、树干及环网等方式向厂区内各设施供电。

### 3.7.4 自动化工程

本项目考虑自动化控制，以自动化、信息化、网络化、智能化为基础，



实现作业自动化、信息数字化、数据集成化、传输网络化、管控智能化、决策科学化。项目建成后，独居石处理厂房、工艺废水处理厂房主工艺实现自动计量、监测、报警和连锁控制，主要检测参数包括：温度、压力、流量、液（料）位、pH值等。

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

### 3.7.5 铈产品库

本项目铈产品库利用现有铈产品库，并进行修缮，该库占地面积约 333m<sup>2</sup>，尺寸为 18m×18m×5m，为钢筋混凝土结构。

## 3.8 主要辅助材料来源和用量

本项目原辅材料与能源消耗见表 3.8-1。

表 3.8-1 本项目原辅助材料与能源消耗表

序号	指标名称	单位	用量	来源	备注
一	主要原材料消耗				
1.1	独居石精矿	t/a	20000	外购	在氯化稀土制备生产线投入原材料
1.2	优溶渣	t/a	5000	外购	
1.3	硫酸钠	t/a	123	外购	
1.4	氢氧化钠	t/a	90	外购	工业级>95%
1.5	盐酸	t/a	431	依托	来自氯化稀土生产线盐酸库
1.6	树脂	t/a	2	外购	
1.7	层析硅胶	t/a	2	外购	
二	动力消耗				
2.1	用电量	kW h	1522×10 <sup>4</sup>		含氯化稀土制备部分
2.2	用水量	m <sup>3</sup> /a	30600		

### 3.9 运行期污染物产生及处理

#### 3.9.1 放射性污染物

##### 3.9.1.1 含放射性气载流出物

###### 1) 气载流出物来源

###### (1) 本项目与湖南独居石项目的相似性

本项目独居石处理厂房和工艺废水处理厂房的氡浓度和钍射气浓度分别类比了湖南独居石项目实测数据，类比主要依据如下：

###### ①原材料相似

湖南独居石综合利用项目和本项目回收铀钍资源所使用的原材料相似，主要原材料为独居石精矿，其他原材料为优溶渣（即其他单位独居石精矿提取稀土后的残渣），其中独居石精矿来源一致均由中核资源发展有限公司（控股公司）负责提供。

###### ②工艺相似

湖南独居石综合利用项目，采用“磨矿—碱分解—盐酸优溶—稀土产品提取—盐酸全溶—铀产品提取—钍产品提取”的工艺最终实现稀土、铀和钍资源分离；江西独居石综合利用项目，采用“磨矿—碱分解—盐酸全溶—铀产品提取—钍产品提取—稀土产品提取”的工艺最终实现稀土、铀和钍资源分离。

由此可知，从整体生产工艺上来看湖南项目和江西项目均是实现独居石精矿中稀土、铀和钍资源的分离，其中铀钍资源提取均采用有机材料吸附或萃取，再将铀钍资源淋洗或反萃取于水相，最后均采用 NaOH 作为沉淀剂，获取铀钍资源；因此，湖南项目和江西项目具有一定相似性。

###### ③氡和钍射气产生特点及处理方式相似

氡和钍射气分别来自铀系核素和钍系核素中同位素 Ra 的衰变产生的，铀钍资源回收过程中，氡和钍射气均是通过管道与设备连接处无组织释放扩散至生产厂房内，再通过全面通风将其排出室外，且通风换气次数均为 7 次/h；由此可知，湖南项目和江西项目的氡和钍射气产生特点及处理方式均一致。

综上所述，从生产原材料、生产工艺和氡和钍射气产生特点及处理方式湖南项目和江西项目均相似，因此本项目类比湖南独居石实测结果。

## （2）独居石处理厂房

本项目工艺液料中含有  $U_{\text{天然}}$ 、 $^{232}\text{Th}$ 、 $^{226}\text{Ra}$  和  $^{228}\text{Ra}$  等放射性核素，生产过程中会有少量的  $^{222}\text{Rn}$  及其子体、钍射气产生。

本项目原料中天然放射性核素  $U_{\text{天然}}$ 、 $^{232}\text{Th}$  等含量与湖南独居石综合利用项目相近，且生产工艺同湖南共伴生铀资源（独居石）综合利用项目也相似。因此，本项目类比《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》（湖南中核金原新材料有限责任公司，2021）中生产厂房内  $^{222}\text{Rn}$  和钍射气浓度，即独居石处理厂房内  $^{222}\text{Rn}$  浓度在  $(55\sim 246)\text{Bq/m}^3$  之间，钍射气浓度在  $(71\sim 329)\text{Bq/m}^3$ 。

## （3）工艺废水处理厂房

工艺废水中含有少量  $U_{\text{天然}}$ 、 $^{232}\text{Th}$ 、 $^{226}\text{Ra}$  等放射性核素，处理过程中会析出少量的  $^{222}\text{Rn}$  及子体、钍射气产生。

本项目类比湖南独居石综合利用环保验收监测报告中工艺废水处理车间内  $^{222}\text{Rn}$  和钍射气浓度，即工艺废水处理厂房内  $^{222}\text{Rn}$  浓度在  $(122\sim 157)\text{Bq/m}^3$  之间，钍射气浓度在  $(174\sim 187)\text{Bq/m}^3$ 。

## （4）钍初级产品暂存库和尾渣库

本项目钍初级产品和铀除杂渣分别运至钍初级产品暂存库和尾渣库储存，钍初级产品和铀除杂渣中含有  $U_{\text{天然}}$ 、 $^{232}\text{Th}$ 、 $^{226}\text{Ra}$  等天然放射性核素，表面会不断析出  $^{222}\text{Rn}$  和钍射气。根据《铀矿冶设施所造成的气态（载）放射性与有毒性源项的确定》（EJ/T 1090-1998）中推荐的尾渣表面  $^{222}\text{Rn}$ 、钍射气释放量计算方法，详见附录三。经计算，本项目钍初级产品表面  $^{222}\text{Rn}$ 、钍射气析出率分别为  $1.39\text{Bq/m}^2\text{ s}$  和  $12.92\text{Bq/m}^2\text{ s}$ ；铀除杂渣表面  $^{222}\text{Rn}$ 、钍射气析出率分别为  $11.70\text{Bq/m}^2\text{ s}$  和  $108.46\text{Bq/m}^2\text{ s}$ 。

## 2）气载流出物处理措施及排放量

### （1）独居石处理厂房

本项目独居石处理厂房采用全面通风方式将厂房内的  $^{222}\text{Rn}$  和钍射气排出室外，换气次数为 7 次/h，本项目工作区通风量为  $134400\text{m}^3/\text{h}$ ，保守考虑，本项目认为全年厂房全面通风系统均在运转即  $8760\text{h/a}$ ，同时取厂房  $^{222}\text{Rn}$  浓度最大值  $246\text{Bq/m}^3$ ，钍射气浓度最大值  $329\text{Bq/m}^3$ ，排放高

度为 27m。由此可计算，独居石处理厂房  $^{222}\text{Rn}$  排放量为  $2.90 \times 10^{11}\text{Bq/a}$ ，钍射气排放量为  $3.87 \times 10^{11}\text{Bq/a}$ 。

### （2）工艺废水处理厂房

本项目工艺废水处理厂房采用全面通风方式将厂房内的  $^{222}\text{Rn}$  和钍射气排出室外，换气次数为 7 次/h，通风量为  $8500\text{m}^3/\text{h}$ ，保守考虑，本项目认为全年厂房全面通风系统均在运转即  $8760\text{h/a}$ ，同时取厂房  $^{222}\text{Rn}$  浓度最大值  $157\text{Bq}/\text{m}^3$ ，钍射气浓度最大值  $187\text{Bq}/\text{m}^3$ ，排放高度为 10m。由此可计算，工艺废水处理厂房  $^{222}\text{Rn}$  排放量为  $1.17 \times 10^{10}\text{Bq/a}$ ，钍射气排放量为  $1.39 \times 10^{10}\text{Bq/a}$ 。

### （3）钍初级产品暂存库和尾渣库

本项目钍初级产品暂存库和尾渣库析出的  $^{222}\text{Rn}$  和钍射气属于无组织排放，生产过程中两库始终并排使用各自单元格（形成 1 个单元组），使用完毕后立即用 300mm 混凝土覆盖，才开始使用下一个单元组，避免氡和钍射气外逸。本项目保守考虑，生产期末期钍初级产品暂存库和尾渣库裸露面积最大，取最大单元组中钍初级产品和铀除杂渣面积  $2500\text{m}^2$  和  $56\text{m}^2$  保守估算，钍初级产品表面  $^{222}\text{Rn}$ 、钍射气析出率分别为  $1.39\text{Bq}/\text{m}^2 \text{ s}$  和  $12.92\text{Bq}/\text{m}^2 \text{ s}$ ；铀除杂渣表面  $^{222}\text{Rn}$ 、钍射气析出率分别为  $11.70\text{Bq}/\text{m}^2 \text{ s}$  和  $108.46\text{Bq}/\text{m}^2 \text{ s}$ ，排放时间为  $3.15 \times 10^7\text{s}$ 。由此可估算得到钍初级产品暂存库和尾渣库（铀除杂渣部分） $^{222}\text{Rn}$  和钍射气排放量。

经上述估算，本项目放射性气载流出物释放量见表 3.9-1，源项参数详见表 3.9-2。

表 3.9-1 本项目放射性气载流出物释放量 单位：Bq/a

核素	独居石处理厂房 (铀钍资源回收生产区)	工艺废水 处理厂房	钍初级产品暂存库	尾渣库 (铀除杂渣)
氡	$2.90 \times 10^{11}$	$1.17 \times 10^{10}$	$9.22 \times 10^{11}$	$2.45 \times 10^9$
钍射气	$3.87 \times 10^{11}$	$1.39 \times 10^{10}$	$8.55 \times 10^{12}$	$2.28 \times 10^{10}$

表 3.9-2 本项目放射性气载流出物源项参数

序号	源项	流量 ( $\text{m}^3/\text{h}$ )	排气口内径 (m)	排放高度 (m)	面源面积 ( $\text{m}^2$ )	源项 类型
1	独居石处理厂房 氡和钍射气	134400	3	27	—	点源

	(铀钍资源回收生产区)					
2	工艺废水处理厂房 氨和钍射气	8500	0.8	10	—	点源
3	钍初级产品暂存库	—	—	0	2500	面源
4	尾渣库 (铀除杂渣)	—	—	0	56	面源

### 3.9.1.2 含放射性液态流出物

#### 1) 废水来源

本项目放射性废水主要为工艺废水，来自铀沉淀工序产生的沉淀母液，产生量约  $10\text{m}^3/\text{d}$ ， $U_{\text{天然}}$  含量约  $7\text{mg/L}$ ， $^{232}\text{Th}$  含量约  $0.4\text{mg/L}$ ， $^{226}\text{Ra}$  含量约  $3\text{Bq/L}$ ，送至工艺废水处理设施进行处理。

#### 2) 废水处理措施

本项目工艺废水设施处理规模为  $30\text{m}^3/\text{d}$ ，采用“层析硅胶吸附+淋洗+冲洗”处理工艺，处理后经检测达标后，排入废水总排放管道，最终排至集龙江，其处理工艺流程、主要技术参数和设备如下所示：

##### (1) 工艺流程

本项目产生的工艺废水收集至工艺废水处理厂房废水收集槽内，再通过泵输送至工艺废水处理厂房吸附塔内，从顶部流入尾部流出，废水经过塔内的层析硅胶后， $U_{\text{天然}}$ 、 $^{232}\text{Th}$  等放射性核素被吸附至硅胶层中，吸附尾液排至废水吸附尾液收集槽中，采用槽式排放的方式，经检测达标后，排放至总排放管道，最终排入集龙江；未达标的吸附尾液，返回废水收集槽内继续处理。

待吸附尾液中  $U_{\text{天然}}$ 、 $^{232}\text{Th}$  核素穿透吸附塔，即尾液中  $U_{\text{天然}}$  或  $^{232}\text{Th}$  浓度接近  $0.25\text{mg/L}$ ，立即停止处理，对饱和层析硅胶进行淋洗，去除吸附的放射性核素，淋洗得到的合格液返回独居石处理厂房铀除杂工序，贫层析硅胶继续返回废水处理系统处理。废水处理工艺流程见图 3.9-1。

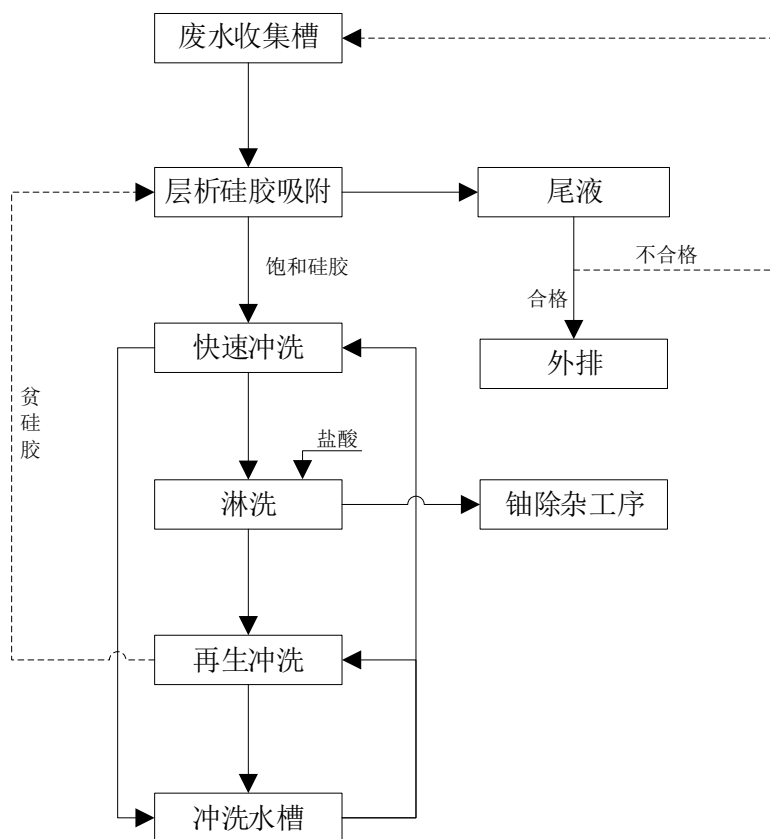


图 3.9-1 工艺废水处理流程图

## (2) 主要工艺参数

工艺废水处理系统主要工艺参数见表 3.9-3。

表 3.9-3 工艺废水处理系统主要工艺参数

序号	参数名称	参数数值
1	处理能力	30m <sup>3</sup> /d
2	吸附剂	层析硅胶
3	快洗	水洗，接触时间 1min
4	淋洗	酸洗，3%HCl，接触时间 20min
5	水再生	水洗，接触时间 5min

## (3) 主要工艺设备

工艺废水处理系统主要工艺设备见表 3.9-4。

由表 3.9-4 可知，处理前废水收集槽 2 用 1 备，有效容积（按 80% 估算）约 53.8m<sup>3</sup>，满足 GB23727-2020 中规定处理前储存体积不小于日最大产生量 10m<sup>3</sup>/d 的 3 倍要求。

本项目处理后的废水采用槽式排放方式，单个废水槽式排放槽有效容积



约 26.9m<sup>3</sup>，该废水处理设施规模为 30m<sup>3</sup>/d，单个废水槽式排放槽有效容积满足 GB23727-2020 中规定不小于 8h 处理量 3.3m<sup>3</sup> 要求，同时也满足不超过最大处理能力 30m<sup>3</sup>/d 的要求。

此外，本项目废水接收槽和槽式排放槽均采用冗余设计，实际工作时 2 用 1 备，一旦发生异常工况，可及时将备用设备投入使用；此外，为应对跑、冒、滴、漏应急事故设置了 2 个事故槽，有效容积 19.6m<sup>3</sup>，可及时收集事故工况下废水。

表 3.9-4 工艺废水处理系统主要工艺设备

序号	设备名称及技术规格	型号或图号	数量	单位	备注
1	废水收集槽	DN3500×3500	3	台	2 用 1 备
2	输送泵	Q=18m <sup>3</sup> /h H=48m	2	台	1 用 1 备
3	吸附塔	DN1000×5500	3	台	
4	废水吸附尾液槽 (槽式排放槽)	DN3500×3500	3	台	2 用 1 备
5	输送泵	Q=12.5m <sup>3</sup> /h, H=25m	2	台	1 用 1 备
6	冲洗水槽	DN2500×2500	2	台	
7	输送泵	Q=18m <sup>3</sup> /h H=48m	2	台	1 用 1 备
8	淋洗剂配制槽	DN2000×2000	2	台	
9	淋洗泵	Q=12.5m <sup>3</sup> /h, H=25m	2	台	1 用 1 备
10	淋洗合格液贮槽	DN2000×2000	2	台	
11	淋洗合格液泵	Q=12.5m <sup>3</sup> /h H=25m	2	台	1 用 1 备
12	污水坑	1m×1m×1m V=1m <sup>3</sup>	1	个	跑、冒、滴、漏应急使用
13	排污泵	Q=8m <sup>3</sup> /h H=25m	1	台	
14	事故槽	DN2500×2500	2	台	

#### (4) 工艺废水处理效果

2016~2018 年核工业北京化工冶金研究院开展了独居石综合回收利用工艺废水除铀、除钍工艺试验研究，该独居石综合回收利用工艺与本项目工艺相同，采取的废水处理工艺也相同。

##### ① 层析硅胶特点

层析硅胶由凝集结构的胶体粒子构成，为水和状态硅胶的缩聚物，层胶粒子集合间隙具有孔微粒间隙结构，具有丰富的微孔，具有高的比表面积、

高活性的吸附材料，且具有良好的热稳定和化学稳定性，多用于工艺提纯、废水深度治理等领域。

层析硅胶的主要特点有：a.比表面大，比表面积约为球形树脂的 100 倍，甚至比大孔树脂的比表面积还要大 5-6 倍。b.直径小，直径比球形树脂平均直径要小 1-2 个数量级。其特殊的物理形态使其与吸附质有较大的接触面积，对流体阻力很小，扩散通道短，交换基团能充分反应。

## ② 试验结果

独居石精矿回收铀资源产生的工艺废水，输送至层析硅胶填充的小型离子交换柱内进行除铀、除钍等，层析硅胶吸附后的尾液监测结果详见表 3.9-5。

层析硅胶吸附饱和后，先用水进行快洗接触 1min，再用 1% 盐酸进行淋洗，将层析硅胶中  $U_{\text{天然}}$ 、 $^{232}\text{Th}$  等淋洗出，将淋洗液返回铀资源回收工艺使用，实现循环利用。

表 3.9-5 工艺废水处理尾液监测结果

监测项目	单位	处理前浓度	处理后结果	排放限值	是否达标	处理效率
$U_{\text{天然}}$	mg/L	7	0.01	0.3	达标	99%
$^{232}\text{Th}$	mg/L	0.4	<0.005	0.3	达标	99%
$^{226}\text{Ra}$	Bq/L	3	0.23	1.1	达标	92%
$^{210}\text{Po}$	Bq/L	/	<0.01	0.5	达标	/
$^{210}\text{Pb}$	Bq/L	/	<0.01	0.5	达标	/
Cd	mg/L	/	<0.005	0.1	达标	/
Pb	mg/L	/	0.345	1.0	达标	/
As	mg/L	/	0.302	0.5	达标	/
$\text{F}^-$	mg/L	/	5.2	10	达标	/
SS	mg/L	/	15	70	达标	/
COD	mg/L	/	43.4	100	达标	/
$\text{NH}_3\text{-N}$	mg/L	/	1.53	15	达标	/

试验说明，工艺废水经层析硅胶吸附后， $U_{\text{天然}}$ 、 $^{232}\text{Th}$  均低于 0.05mg/L 能满足《铀矿冶辐射防护和辐射环境保护规定》（GB2372-2020）和《伴生放射性矿开发利用环境辐射防护技术要求》（T/BSRS025-2020）的要求，Cd、As、Pb 等非放射指标均满足《污水综合排放标准》（GB8978-1996）的要求。

## （5）工艺废水污染物排放量估算

工艺废水排放量为  $10\text{m}^3/\text{d}$ ，工作时间为  $300\text{d}/\text{a}$ ，排放口位于评价中心 E 方位约  $2.5\text{km}$  处，工艺废水放射性核素排放量详见表 3.9-6。

此外，本项工艺废水中氨氮和 COD 排放浓度分别不高于  $15\text{mg}/\text{L}$  和  $100\text{mg}/\text{L}$ ，排放量为  $10\text{m}^3/\text{d}$ ，按照工作时间  $300\text{d}/\text{a}$  估算，则工艺废水氨氮排放量为  $0.045\text{t}/\text{a}$  和  $0.3\text{t}/\text{a}$ 。

表 3.9-6 工艺废水放射性核素排放量

核素	类型	槽式排放槽活度浓度	排放量	工作时间	年排放量
		$\text{Bq}/\text{m}^3$	$\text{m}^3/\text{d}$	$\text{d}/\text{a}$	$\text{Bq}/\text{a}$
$^{238}\text{U}$		3660	10	300	$1.10 \times 10^7$
$^{234}\text{U}$		3660			$1.10 \times 10^7$
$^{226}\text{Ra}$		1100			$3.30 \times 10^6$
$^{230}\text{Th}$		1850			$5.55 \times 10^6$
$^{210}\text{Po}$		500			$1.50 \times 10^6$
$^{210}\text{Pb}$		500			$1.50 \times 10^6$
$^{232}\text{Th}$		1212			$3.64 \times 10^6$
$^{228}\text{Th}$		1212			$3.64 \times 10^6$
$^{228}\text{Ra}$		1100			$3.30 \times 10^6$

### 3) 液态流出物归一化排放限值符合性分析

本项目  $\text{U}_{\text{天然}}$ 、 $^{226}\text{Ra}$ 、 $^{210}\text{Po}$  和  $^{210}\text{Pb}$  归一化排放限值符合性分析结果详见表 3.9-7，均满足符合归一化排放限值的要求。

表 3.9-7 液态流出物归一化排放限值符合性结果

序号	源项名称	核素	归一化排放量 $\text{Bq}/100\text{t}$ (U)	归一化排放限值 $\text{Bq}/100\text{t}$ (U)	达标情况
1	工艺废水	$\text{U}_{\text{天然}}$	$2.20 \times 10^7$	$9.5 \times 10^8$	达标
2		$^{226}\text{Ra}$	$3.30 \times 10^6$	$2.5 \times 10^8$	达标
3		$^{210}\text{Po}$	$1.50 \times 10^6$	$6.5 \times 10^7$	达标
4		$^{210}\text{Pb}$	$1.50 \times 10^6$	$6.5 \times 10^7$	达标

#### 3.9.1.3 含放射性核素固体废物

本项目产生的含放射性核素固体废物主要为铀除杂渣，另外生产过程中产生一定量的废旧管道、阀门、水泵等零部件。

其中，铀除杂渣来源于除杂工序，产生量约  $200\text{t}/\text{a}$ ，按照容重  $1.8\text{t}/\text{m}^3$  估算运行期 20 年产生铀除杂渣约  $2220\text{m}^3$ ，尾渣库铀除杂渣区库容约  $2540\text{m}^3$ ，

可满足使用需求。此外，根据《独居石精矿综合回收研究总结报告》中铀除杂渣相关数据， $^{238}\text{U}$  活度浓度约 10248Bq/kg， $^{232}\text{Th}$  活度浓度约 53328Bq/kg， $^{226}\text{Ra}$  活度浓度约 8220Bq/kg，运至尾渣库储存。

此外，本项目会产生一定量废旧管道、阀门、水泵等放射性固体废物，产生量约 3~5t/a，表面  $\alpha$  放射性水平低于  $1.5\text{Bq}/\text{cm}^2$ ，均贮存于氯化稀土生产线建设的产品及化工原料库内的废旧零部贮存区（与其他区域设置墙体，进行实体隔离），待退役时统一处理。

综上所述，本项目含放射性固体废物种类、来源产生量等详情见表 3.9-8。

表 3.9-8 含放射性固体废物参数表

序号	种类	产生量	核素种类	比活度（表面污染水平）	处理方式
1	铀除杂渣	200t/a	$^{238}\text{U}$	10248Bq/kg	运至尾渣库储存
			$^{232}\text{Th}$	53328Bq/kg	
			$^{226}\text{Ra}$	8220Bq/kg	
2	废旧零部件	3~5t/a	表面 $\alpha$ 放射性水平	$<1.5\text{Bq}/\text{cm}^2$	依托氯化稀土生产线建设的产品及化工原料库内废旧零部件贮存区，待退役时处理

### 3.9.2 非放射性污染物

#### 3.9.2.1 非放射性废气

##### 1) HCl 来源

本项目运行期间饱和树脂酸洗工序采用酸洗水溶液，含约 12.5% 盐酸，酸洗水用量为 4t/d，在酸洗过程中会产生少量 HCl。

此外，废水处理厂房淋洗液 HCl 含量约 3% 属于稀盐酸，HCl 挥发性较弱，且废水处理厂房淋洗液均处于密闭的槽罐内，与管道连接处采用密闭环等防渗漏措施，随着淋洗液进入独居石处理厂房后进入“铀除杂+NaOH 铀沉淀”工序后，HCl 均被中和，基本不会挥发至外环境。

##### 2) HCl 处理措施

本项目 HCl 处理措施与湖南独居石 HCl 酸雾处理措施相同，根据《湖南共伴生铀资源（独居石）综合利用项目竣工环境保护验收监测报告》（湖南中核金原新材料有限责任公司，2021.6）中相关数据，其验收工况下使用浓度

31% HCl 溶液，其中 HCl 含量为 3569t/a，处理前总 HCl 挥发产生量为 49.16t/a，挥发系数约 1.38%。

本项目使用盐酸浓度较湖南独居石综合利用较低，保守考虑类比该挥发系数，估算本项目酸洗工序 HCl 挥发量=4t/d×12.5%×1.38%×1000≈6.9kg/d，采用酸雾净化塔进行处理，通风量为 25000m<sup>3</sup>/h，喷淋塔内配置 NaOH 溶液，酸雾经过溶液后大部分被碱中和，处理效率不低于 90%。本项目 HCl 排放量约 0.69kg/d，排放浓度为 1.15mg/m<sup>3</sup>，排放高度为 27m，HCl 处理方式及排放量见表 3.9-9。

由该表可知，排放口处 HCl 浓度低于 100mg/m<sup>3</sup>，排放速率低于 1.1kg/h，满足《大气污染物综合排放标准》（GB16297-1996）中新污染源二级标准。

表 3.9-9 本项目 HCl 产生、处理方式及排放量

废气名称	产生量 kg/d	处理方式	排放量 kg/d	排放浓度 mg/m <sup>3</sup>	排放高度 m	排气口 直径 m
HCl	6.9	酸雾净化塔 效率≥90%	0.69	1.15	27	0.8

### 3.9.2.2 非放射性废水

#### 1) 来源

本项目非放射性废水主要为生产职工（约 45 人）产生的生活污水产生量约 16.18m<sup>3</sup>/d，且同时处理氯化稀土生产线产生的生活污水约 34.16m<sup>3</sup>/d，合计生活污水产生量为 50.34m<sup>3</sup>/d，主要污染物包括 COD、BOD<sub>5</sub>、NH<sub>3</sub>-N、SS 和 TP 等，浓度分别为 350mg/L，250mg/L，45mg/L，250mg/L 和 4mg/L。

#### 2) 生活污水处理措施

本项目采用一体化埋地生活污水处理设施，处理能力为 120m<sup>3</sup>/d，采用 MBR 膜处理工艺，污水收集后进入栅格去除粒径较大的悬浮物，经调节池内潜水泵输送至酸化池内，酸化后的上部清液进入膜池，并加入药剂等，在鼓风机作用下充分反应后，污水通过 MBR 生物膜，废水中绝大多数污染物被隔离在膜污水侧，膜池底部污泥回流酸化池，处理完成的清液经消毒后，外排至集龙江。

生活污水经处理后 COD≤100mg/L，BOD<sub>5</sub>≤20mg/L，NH<sub>3</sub>-N≤15mg/L，SS≤70mg/L，TP≤0.5mg/L，满足《污水综合排放标准》（GB8978-1996）表 4

一级标准。生活污水处理工艺流程详见图 3.9-2，主要工艺设备和技术参数详见表 3.9-10，生活污水污染物排放量详见表 3.9-11。

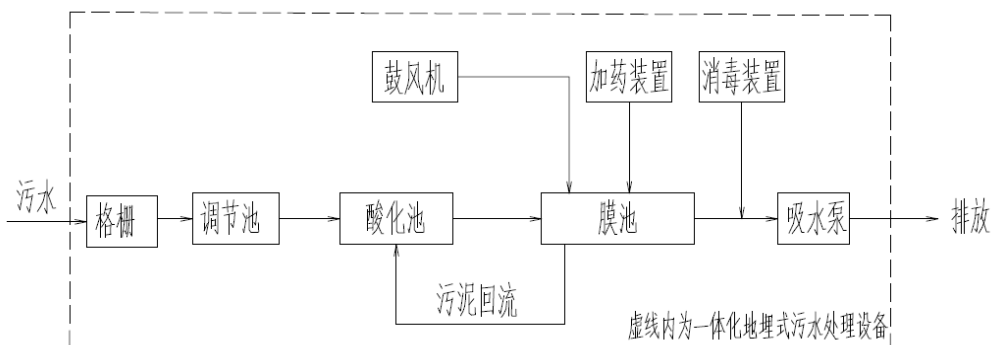


图 3.9-2 生活污水处理工艺流程图

表 3.9-10 生活污水处理设施主要工艺参数

序号	设备名称	技术参数	数量
1	污水收集池	尺寸长宽高：3.9m×3.9m×3.5m	1 座
2	污水调节池	尺寸长宽高：6m×5m×3.5m	1 座
3	成套污水处理设施	主要包含 MBR 地埋式污水处理，自吸泵，鼓风机，提升泵、格栅等	1 套
4	潜水泵	Q=10m <sup>3</sup> /h, H=20m	2 台

表 3.9-11 生活污水中污染物排放量

污染物	类型	排放口浓度	排放量	工作时间	年排放量
		mg/L	m <sup>3</sup> /d	d/a	kg/a
COD		100	50.34	300	1057.1
BOD <sub>5</sub>		20			1510.2
NH <sub>3</sub> -N		15			226.5
SS		70			7.6
TP		0.5			302.0

### 3.9.2.3 非放射性固体废物

本项目运行期非放射性固体废物主要为工作人员产生的生活垃圾，独居石综合利用项目工作人员约 45 人，按每人 0.8kg/d 定额计算，则生活垃圾产生量约为 10.8t/a。生活垃圾统一收集，放在厂内指定地点，定期由垃圾处理车外运处理。



### 3.9.2.4 噪声

本项目噪声源主要为独居石处理厂房和工艺废水处理厂房的输送泵、离心泵、风机等，单机噪声源强均小于 98dB（A）。本项目主要噪声设备源强见表 3.9-12。

对于噪声的防治，各种设备均选用低噪声环保设备，对风机、水泵及空压机等均采取了有效地隔声、减振措施，如泵类配置减振基座、工艺使用噪声设备均室内布置，风机旋转部分配置隔声罩等。噪声源强经处理后，经预测在厂界可以达到《工业企业厂界环境噪声排放标准》（GB12348-2008）中 2 类标准，即昼间 $\leq 60\text{dB（A）}$ ，夜间 $\leq 50\text{dB（A）}$ 。

表 3.9-12 主要噪声设备源强

序号	产生地点	声源设备	运行台数，个	声级
1	独居石处理厂房和 工艺废水处理厂房	风机	7	<90dB（A）
2		泵类	30	<85dB（A）
3		压滤机	8	<90dB（A）
4		空压机	2	<98dB（A）

### 3.10 总量控制

本项目运行期总量控制因子为废水中的 COD 和  $\text{NH}_3\text{-N}$ 。运行期间废水包括工艺废水和生活污水，废水排放总量为  $60.34\text{m}^3/\text{d}$ 。废水总排放口处 COD 不高于  $100\text{mg/L}$ ， $\text{NH}_3\text{-N}$  不高于  $15\text{mg/L}$ ，按照工作时间  $300\text{d/a}$  估算，排放量分别为  $1.81\text{t/a}$  和  $0.272\text{t/a}$ 。

### 3.11 废物最小化

本项目从独居石精矿及优溶渣中冶炼回收铀等资源，属于综合利用项目，本身就是废物最小化的体现。另外，本项目施工期、生产过程中在管理和技术措施方面也考虑了废物最小化，具体体现在：

- 1) 施工期对退役治理的建（构）筑物进行分类处理，本身就是放射性废物最小化的体现。
- 2) 运行期生产设施采用了先进的工艺和设备，提高资源回收率，从而从源头进行控制，减少了放射性废物产生量。
- 3) 运行期生产设施采用了密闭设备和管线，且为保持管道的密闭性，管

线上设流量计，确保物料始终处于安全控制中，并在装置设备管线连接处采用密封垫片，有效地减小了物料的跑冒滴漏可能，减少了废气的无组织排放。

4) 独居石处理厂房和工艺废水处理厂房设有事故槽：一旦厂房内液料罐、槽等发生跑冒滴漏事故，液料可通过厂房内的排水沟进入污水坑内，再通过泵输送至事故槽。设备维修好后，可将料液返回工艺使用，可有效地控制料液排入外环境。

5) 尾渣全部运至尾渣库单元格储存，一旦填满，将立即采用 300mm 厚混凝土进行封闭，有效地减少了放射性废气的析出，且对尾渣进行了妥善处理。

6) 钍初级产品暂存库和尾渣库设置防雨棚和截排洪沟避免了雨水进库。同时设置渗水导排系统，非正常情况下雨水进库后，可通过渗水导排系统及时导运库外渗水储罐，并回用于氯化稀土制备工艺，确保渗水不流入外部环境。

7) 钍初级产品暂存库和尾渣库未利用单元组内铺设 HDPE 防渗膜，并采用泵输送至截排洪沟内，排出库外，避免雨水渗入渗水导排系统。

8) 加强生产管理、设备管理和安全操作，预防污染。

## 4 环境质量状况

### 4.1 监测目的

环境现状监测的目的是了解项目实施前评价区内环境质量状况，保留环境现状资料，以便项目完成并投入使用后，为制定常规环境监测方案和评价项目在正常运行时和事故排放时的放射性物质及环境影响提供对比依据。

### 4.2 监测方案

#### 4.2.1 监测内容

本次现场监测数据由核工业二七〇研究所负责，监测时间 2021 年~2022 年，监测的环境介质包括拟建厂址及周围居民点的陆地  $\gamma$ 、空气、地表水、地下水、土壤、底泥、噪声及生物。监测布点见图 4.2-1，方案见表 4.2-1。

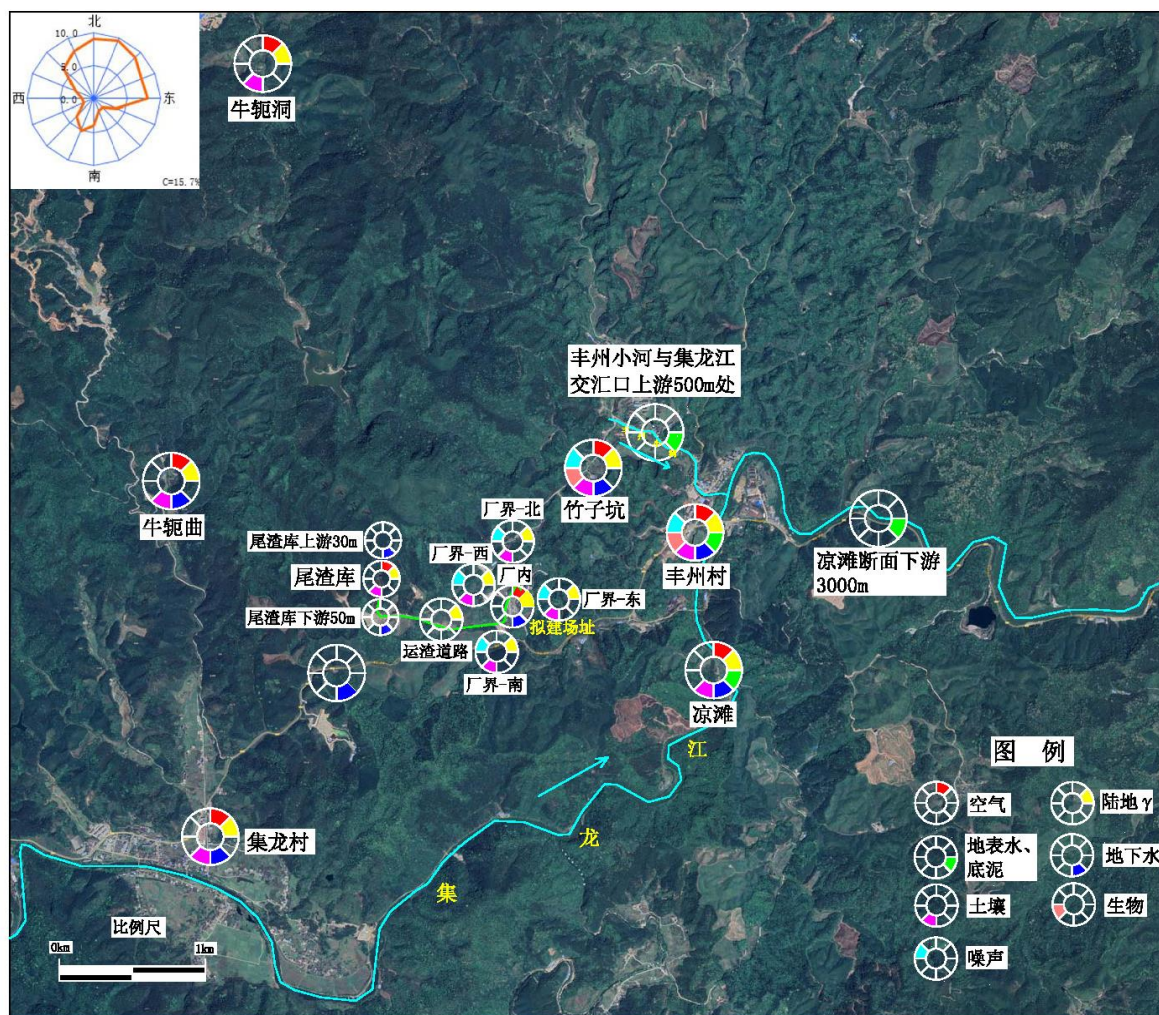


图 4.2-1 环境监测布点图

表 4.2-1 环境质量监测方案

监测对象	监测位置	监测项目	监测频次
陆地 $\gamma$	1) 拟建厂址四周、拟建厂址内、拟建尾渣库位置； 2) 居民点：集龙村、竹子坑、丰州村、凉滩、牛轭曲； 3) 运渣道路； 4) 对照点：牛轭洞。	$\gamma$ 辐射剂量率	监测 1 次
空气	1) 居民点：集龙村、竹子坑、丰州村、凉滩、牛轭曲； 2) 尾渣库； 3) 对照点：牛轭洞。	氡及其子体、钍射气、 $U_{\text{天然}}$ 、总 Th、 总 $\alpha$	每日 1 次/点 连续监测 3 天
	1) 居民点：集龙村、竹子坑、丰州村、凉滩、牛轭曲； 2) 尾渣库。	TSP、HCl	
地表水	1) 凉滩断面（总排放口上游 500m）； 2) 丰州断面（总排放口下游 500m）； 3) 丰州小河与集龙江交汇处上游 500m； 4) 凉滩断面下游 3000m。	$U_{\text{天然}}$ 、 $^{232}\text{Th}$ 、 $^{226}\text{Ra}$ 、 $^{210}\text{Po}$ 、 $^{210}\text{Pb}$ 、 总 $\alpha$ 、总 $\beta$	监测 1 次
		pH、COD、BOD <sub>5</sub> 、氨氮、总磷、 F <sup>-</sup> 、Pb、Zn、As、Hg、Cd、Cr <sup>6+</sup> 、Ni、 水温、Mn、悬浮物	
地下水	1) 居民点：凉滩、丰州村、竹子坑、集龙村、牛轭曲； 2) 拟建场址内，尾渣库上游 50m，尾渣库下游 30m； 3) 丰州木检测站。	$U_{\text{天然}}$ 、 $^{232}\text{Th}$ 、 $^{226}\text{Ra}$ 、 $^{210}\text{Po}$ 、 $^{210}\text{Pb}$ 、 总 $\alpha$ 、总 $\beta$	监测 1 次
		pH、氨氮、硝酸盐、亚硝酸盐、 As、Hg、Cr <sup>6+</sup> 、总硬度、F <sup>-</sup> 、Pb、Cd、 Fe、Mn、耗氧量、溶解性总固体	
土壤	1) 居民点：集龙村、竹子坑、丰州村、牛轭曲、凉滩； 2) 厂界四周、拟建尾渣库；	$U_{\text{天然}}$ 、 $^{232}\text{Th}$ 、 $^{226}\text{Ra}$ 、 $^{210}\text{Po}$ 、 $^{210}\text{Pb}$	监测 1 次
		pH、Cd、Hg、As、Pb、Cr、Cu、	

监测对象		监测位置	监测项目	监测频次
		3) 对照点：牛轭洞。	Ni、Zn、Cr <sup>6+</sup>	
底泥		与地表水取样点位相同。	U <sub>天然</sub> 、 <sup>232</sup> Th、 <sup>226</sup> Ra、 <sup>210</sup> Po、 <sup>210</sup> Pb	监测 1 次
噪声		1) 拟建厂址的厂界四周； 2) 竹子坑、凉滩、丰州村。	等效连续 A 声级	连续 2 天 每天昼夜各 1 次
环境 生物	植物	居民点：丰州村、竹子坑水稻。	U <sub>天然</sub> 、 <sup>232</sup> Th、 <sup>226</sup> Ra、 <sup>210</sup> Po、 <sup>210</sup> Pb	监测 1 次
	动物	居民点：丰州村鸡、竹子坑鱼。	U <sub>天然</sub> 、 <sup>232</sup> Th、 <sup>226</sup> Ra、 <sup>210</sup> Po、 <sup>210</sup> Pb	监测 1 次

### 4.2.2 监测仪器及方法

测量方法采用国家和核工业领域颁布或推荐的标准测量方法。本项目现场监测内容和测量分析及监测仪器见表 4.2-2。

表 4.2-2 环境质量监测方法及仪器

介质	监测项目	分析方法	仪器	检出限
空气	氦气	HJ1212-2021	ZH-01 测氦仪	1Bq/m <sup>3</sup>
	氦子体			0.01μJ/m <sup>3</sup>
	钍射气	GB 50325-2020	RAD7 测氦仪	3.7Bq/m <sup>3</sup>
	U <sub>天然</sub>	HJ657-2013	NexION2000 电感耦合等离子质谱仪	0.02μg/L
	总 Th	HJ657-2013	等离子体质谱仪	3 ng/m <sup>3</sup>
	总 α	HJ899-2017	MPC9604 型 αβ 仪	0.0001Bq/m <sup>3</sup>
	γ 剂量率	HJ 1157-2021	便携式 X、γ 辐射剂量当量率仪	10nGy/h
地表水、地下水	U <sub>天然</sub>	HJ 700-2014	NexION2000 电感耦合等离子质谱仪	0.04μg/L
	<sup>232</sup> Th			2.0×10 <sup>-4</sup> Bq/L
	<sup>226</sup> Ra	GB11214-89	PC-2100 镭氡分析仪	2mBq/L
	<sup>210</sup> Po	GB/T122376-90	CLB-104 低本底 α、β 测量仪	0.001Bq/L
	<sup>210</sup> Pb	EJ/T859-1994		0.01Bq/L
	总 α	HJ 898-2017		0.043Bq/L
	总 β	HJ 899-2017		0.015Bq/L
	K <sup>+</sup>	GB/T5750.6-2006	PinAAcle 原子吸收分光光度计	0.05mg/L
	Na			0.01mg/L
	Ca <sup>2+</sup>	GB/T11905-1989		0.02mg/L
	Mg <sup>2+</sup>			0.002mg/L
	CO <sub>3</sub> <sup>2-</sup>	《水和废水监测分析方法》	/	
	HCO <sub>3</sub> <sup>-</sup>		/	
	Cl <sup>-</sup>	HJ84-2016	CIC-D100 离子色谱仪	0.007mg/L
SO <sub>4</sub> <sup>2-</sup>	0.018mg/L			
土壤、底泥	U <sub>天然</sub>	GB/T14506.30-2010	NexION2000 电感耦合等离子质谱仪	0.003μg/g
	<sup>232</sup> Th			3.26Bq/kg
	<sup>226</sup> Ra	GB/T 11743-2013	GEM-50-83 高纯锗 γ 能谱仪	5.74Bq/kg
	<sup>210</sup> Po	HJ813-2016	CLB-104 低本底 α、β 测量仪	1.32Bq/kg
	<sup>210</sup> Pb	EJ/T 859-94		3.38Bq/kg
	pH	NY/T 1121.2-2006	PHS-3C PH 计	/



介质	监测项目	分析方法	仪器	检出限
	Hg	HJ680-2013	RGF-7800 原子荧光光度计	0.002mg/kg
	As			0.01mg/kg
	Pb	HJ803-2016	NexION2000 电感耦合等离子质谱仪	2mg/kg
	Cu			0.5mg/kg
	Ni			2mg/kg
	Zn			7mg/kg
	Cr			2mg/kg
	Cd			0.07mg/kg
	Cr <sup>6+</sup>	HJ1082-2019	PinAAcle900T 火焰/石墨炉原子吸收分光计	0.5 mg/kg
生物	U <sub>天然</sub>	HJ840-2017	微量铀分析仪	0.02μg/g
	<sup>232</sup> Th	DZ/T02531.1-2014	NexION2000 电感耦合等离子质谱仪	0.004Bq/kg
	<sup>226</sup> Ra	GB11214-89	PC-2100 型测氡仪	0.2Bq/kg
	<sup>210</sup> Po	HJ813-2016	MPC9604 型 αβ 仪	1.32Bq/kg
	<sup>210</sup> Pb	EJ/T859-1994		0.01Bq/kg
噪声	A 声级	GB3096-2008	AWA6228+声级计	/

### 4.2.3 质量保证

1) 参加监测单位是经过国家认证的单位，核工业二七〇研究所 CMA 资质证书编号 171421180789，有效期至 2023 年 4 月 27 日；所有参加监测的技术人员均参加过专业培训，并持证上岗操作。

2) 测量、取样和分析工作均执行国家或行业颁布的标准方法，分析过程严格按照标准要求进行。

3) 所使用的监测和测量仪器均经过计量行政部门指定的计量检定机构确认并确认合格。

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

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

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

### 4.3 监测结果与分析

#### 4.3.1 辐射环境本底值调查

##### 4.3.1.1 赣州地区辐射环境本底值

根据《中国环境天然放射性水平》（中国原子能出版社，2015年7月），项目所在地江西省赣州地区的环境本底值如表4.3-1所示。

表 4.3-1 江西省赣州地区的环境本底值

监测对象	监测项目	监测范围值	监测均值
地表水体	U <sub>天然</sub> , µg/L	0.24~1.42	0.61
	<sup>226</sup> Ra, mBq/L	1.27~14.4	3.41
地下水	U <sub>天然</sub> , µg/L	0.01~0.48	0.41
	<sup>232</sup> Th, µg/L	0.02~1.2	0.14
	<sup>226</sup> Ra, mBq/L	<1.27~10.5	4.97
土壤	U <sub>天然</sub> , mg/kg	1.7~16.8	4.9
	<sup>232</sup> Th, Bq/kg	10.2~199.5	75.6
	<sup>226</sup> Ra, Bq/kg	20~148	56.2
γ 辐射剂量率	γ 辐射剂量率, nGy/h	27.9~257.6	81.4

##### 4.3.1.2 场址区域辐射环境本底值

本项目所在区域于1977~1978年进行了为期二年的辐射环境本底调查，监测主要内容包括U<sub>天然</sub>、<sup>226</sup>Ra、γ辐射剂量率等，调查范围包括矿区及矿区附近10km范围内区域，调查结果见表4.3-2。

表 4.3-2 辐射环境本底值

监测对象	监测项目	监测范围值	监测均值
地表水体	U <sub>天然</sub> , µg/L	0.79~0.98	0.89
	<sup>226</sup> Ra, mBq/L	5.55~7.14	6.35
土壤	U <sub>天然</sub> , mg/kg	4.57~4.65	4.61
	<sup>226</sup> Ra, Bq/kg	45.7~98	78
γ 辐射剂量率	γ 辐射剂量率, nGy/h	69.6~174.0	109.0
植物	U <sub>天然</sub> , µg/kg	2.66~2.73	2.52
	<sup>226</sup> Ra, Bq/kg	0.74~0.86	0.80
动物	U <sub>天然</sub> , µg/kg	2.14~4.65	3.28
	<sup>226</sup> Ra, Bq/kg	0.22~1.01	0.42

## 4.3.2 辐射环境质量监测结果

### 4.3.2.1 $\gamma$ 辐射剂量率

$\gamma$  辐射空气吸收剂量率监测结果见表 4.3-3。由该表可知，项目所在周边居民点的  $\gamma$  辐射剂量率为（93~203）nGy/h，与建矿前和赣州市本底处于同一水平。拟建厂址四周、运渣道路、拟建尾渣库和厂址内  $\gamma$  辐射剂量率为（290~2530）nGy/h，主要是受铀矿采冶生产影响，此外运渣道路尾部路段位于 719 尾矿库处，故其  $\gamma$  辐射剂量率较高。

表 4.3-3  $\gamma$  辐射剂量率监测

监测点位	监测结果, nGy/h	监测点位	监测结果, nGy/h
集龙村	103	厂界（西）	630
竹子坑	203	厂界（北）	470
丰州村	121	拟建场址内	430
凉滩	93	拟建尾渣库位置	610
牛轭曲	187	运渣道路	290~2530
厂界（东）	250	牛轭洞（对照点）	192
厂界（南）	640	/	/
《中国环境天然放射性水平》（2015 年）赣州		27.9~257.6	
建矿前本底		69.6~174	

### 4.3.2.2 空气

空气中污染物监测结果见表 4.3-4。由该表可知，项目所在位置及周边居民点的氡浓度为（3~9）Bq/m<sup>3</sup>，基本与对照点处于同一水平，尾渣库位置氡浓度较居民点及对照的处较高，主要受 719 尾矿库的影响；项目周边钍射气浓度 < 3.7Bq/m<sup>3</sup>，气溶胶中 U<sub>天然</sub>浓度为（0.17~1.20）ng/m<sup>3</sup>，总 Th 最高浓度为 3.4ng/m<sup>3</sup>，总  $\alpha$  浓度为（0.11~1.5）mBq/m<sup>3</sup>，均与对照点处于同一水平。

表 4.3-4 空气中放射性指标检测结果

监测点位	氡浓度	氡子体	钍射气	气溶胶		
				U <sub>天然</sub>	总 Th	总 α
	Bq/m <sup>3</sup>	μJ/m <sup>3</sup>	Bq/m <sup>3</sup>	ng/m <sup>3</sup>	ng/m <sup>3</sup>	mBq/m <sup>3</sup>
集龙村	5~8	≤0.01	<3.7	0.85~1.20	<3	0.7~1.1
竹子坑	5~8	≤0.01	<3.7	0.47~0.70	<3	0.3~0.5
丰州村	6~8	≤0.01	<3.7	0.17~0.56	<3	0.2~0.8
凉滩	3~9	≤0.01	<3.7	0.33~0.79	<3	0.4~0.5
牛轭曲	4~5	≤0.01	<3.7	0.37~1.20	<3~3.4	0.7~1.5
尾渣库	33.7	0.08	<3.7	<0.01	<0.03	0.11
牛轭洞（对照点）	4~5	≤0.01	<3.7	0.33~1.10	<3	0.5~2.9

#### 4.3.2.3 地表水

地表水中放射性指标监测数据见表 4.3-5。由表可知，地表水中 U<sub>天然</sub> 浓度为 (0.099~0.713) μg/L，与赣州地区河流和建矿前本底数据处于同一水平；地表水中 <sup>232</sup>Th 浓度为 (0.327~0.845) μg/L；<sup>226</sup>Ra 浓度为 (12~31) mBq/L，上、下游水体中 <sup>226</sup>Ra 浓度均处于同一水平；<sup>210</sup>Po 最大浓度为 0.0052Bq/L；<sup>210</sup>Pb 浓度为(0.060~0.070)Bq/L；总 α 最大浓度为 0.12Bq/L；总 β 浓度为(0.057~0.28) Bq/L。

#### 4.3.2.4 地下水

地下水中放射性指标监测结果见表 4.3-6。由表可知，地下水中 U<sub>天然</sub> 浓度在 <0.04~0.156μg/L 之间，与赣州地区地下水本底处于同一水平；<sup>232</sup>Th 浓度为在 <0.2~1.18mBq/L 之间，周围居民点基本处于同一水平；<sup>226</sup>Ra 浓度为 (8~35) mBq/L，与赣州地区本底处于同一水平；<sup>210</sup>Pb 最大浓度为 0.064Bq/L，<sup>210</sup>Po 最大浓度为 4.4mBq/L；总 α 最大浓度为 0.11Bq/L，总 β 浓度为(0.07~0.33) Bq/L，满足《地下水质量标准》(GB/T14848-2017) 中 III 类标准的要求。

表 4.3-5 地表水中放射性指标监测结果

监测项目	监测点位及结果				赣州地区本底值	建矿前本底
	凉滩断面	丰州断面	丰州小河与集龙江交汇处上游 500m	凉滩断面下游 3000m		
$U_{\text{天然}}$ , $\mu\text{g/L}$	0.099	0.477	0.713	0.344	0.24~1.42	0.79~0.98
$^{232}\text{Th}$ , $\mu\text{g/L}$	0.327	0.414	0.845	0.351	/	/
$^{226}\text{Ra}$ , $\text{mBq/L}$	31	12	16	17	1.27~14.4	5.55~7.14
$^{210}\text{Po}$ , $\text{Bq/L}$	0.003	<0.001	0.0052	<0.001	/	/
$^{210}\text{Pb}$ , $\text{Bq/L}$	0.067	0.068	0.060	0.070	/	/
总 $\alpha$ , $\text{Bq/L}$	<0.043	0.083	0.12	<0.043	/	/
总 $\beta$ , $\text{Bq/L}$	0.065	0.24	0.28	0.057	/	/

表 4.3-6 地下水中放射性指标监测结果

采样点位	$U_{\text{天然}}$	$^{232}\text{Th}$	$^{226}\text{Ra}$	$^{210}\text{Pb}$	$^{210}\text{Po}$	总 $\alpha$	总 $\beta$
	$\mu\text{g/L}$	$\text{mBq/L}$	$\text{mBq/L}$	$\text{Bq/L}$	$\text{mBq/L}$	$\text{Bq/L}$	$\text{Bq/L}$
凉滩	0.043	<0.2	16	0.063	<1	0.053	0.21
丰州村	0.05	<0.2	35	0.056	<1	<0.043	0.07
竹子坑	0.057	0.314	16	0.062	4.4	0.086	0.33
集龙村	<0.04	<0.2	23	0.056	<1	<0.043	0.17
牛轭曲	0.046	<0.2	31	0.054	<1	0.11	0.10
拟建厂址内	0.156	1.18	27	0.064	3.3	0.069	0.26
尾渣库上游 50m	<0.04	<0.2	8	<0.01	0.0011	0.094	0.094
尾渣库下游 30m	0.106	<0.2	28	<0.01	0.002	0.1	0.193
丰州木检测站	<0.04	<0.2	33	0.056	<1	0.076	0.20
赣州地区本底	0.01~0.48	0.081~4.85	< 1.27~10.5	/	/	/	/
GB/T14848-2017 III类标准	/	/	/	/	/	0.5	1.0

#### 4.3.2.5 土壤

土壤中放射性指标监测结果见表 4.3-7。由表可知，居民点土壤中  $U_{\text{天然}}$  含量为 (1.88~7.99)  $\mu\text{g/g}$ ， $^{232}\text{Th}$  含量为 (52.7~202)  $\text{Bq/kg}$ ， $^{226}\text{Ra}$  含量为 (35~123)  $\text{Bq/kg}$ ，均与本底处于同一水平； $^{210}\text{Po}$  含量为 (31.0~159)  $\text{Bq/kg}$ ， $^{210}\text{Pb}$  含量为 (35.0~178)  $\text{Bq/kg}$ 。拟建厂址内和厂界四周土壤中  $U_{\text{天然}}$  含量为 (1.96~7.68)

$\mu\text{g/g}$ ,  $^{232}\text{Th}$  含量为 (41.8~194) Bq/kg,  $^{226}\text{Ra}$  含量为 (38~94) Bq/kg, 均与本底处于同一水平。

表 4.3-7 土壤中放射性指标监测结果

监测点位	$U_{\text{天然}}$ , $\mu\text{g/g}$	$^{232}\text{Th}$ , Bq/kg	$^{226}\text{Ra}$ , Bq/kg	$^{210}\text{Po}$ , Bq/kg	$^{210}\text{Pb}$ , Bq/kg
集龙村	3.65	85.1	67	59.0	58.0
竹子坑	3.64	54.6	80	86.0	83.0
丰州村	1.88	52.7	35	31.0	35.0
牛辄曲	4.63	61.9	85	76.0	80.0
凉滩	7.99	202	123	159	178
厂界东侧	2.61	62.5	52	/	/
厂界西侧	1.96	41.8	38	/	/
厂界南侧	2.13	42.0	38	/	/
厂界北侧	5.55	96.4	85	/	/
拟建尾渣库	7.68	194	94	/	/
牛辄洞(对照点)	1.85	52.0	38	29.0	33.5
赣州地区本底	1.7~16.8	10.2~199.5	20~148	/	/
建矿前本底	4.57~4.65	/	45.7~98	/	/

#### 4.3.2.6 底泥

底泥中放射性指标监测结果见表 4.3-8。由表可知, 底泥中  $U_{\text{天然}}$  含量为 (3.22~18.2)  $\mu\text{g/g}$ ;  $^{232}\text{Th}$  含量为 (37.1~93.3) Bq/kg;  $^{226}\text{Ra}$  含量为 (52~219) Bq/kg;  $^{210}\text{Po}$  含量为 (48~272) Bq/kg;  $^{210}\text{Pb}$  含量为 (71~281) Bq/kg。丰州断面放射性核素含量略高于排放口上游凉滩断面。其余断面放射性核素含量与上游凉滩断面处于同一水平。

表 4.3-8 底泥中放射性指标监测结果

监测项目	监测点位及结果			
	凉滩断面	丰州村断面	丰州小河与集龙江交汇处上游 500m	凉滩断面下游 3000m
$U_{\text{天然}}$ , $\mu\text{g/g}$	3.22	18.2	4.78	4.05
$^{232}\text{Th}$ , Bq/kg	37.1	93.3	39.7	47.1
$^{226}\text{Ra}$ , Bq/kg	52	219	69	63
$^{210}\text{Po}$ , Bq/kg	49	272	61	48
$^{210}\text{Pb}$ , Bq/kg	71	281	71	79

## 4.3.2.8 生物

生物样品监测结果见表 4.3-9。由该表可知，水稻中  $U_{\text{天然}}$  含量为（29~49） $\mu\text{g}/\text{kg}$ ， $^{226}\text{Ra}$  含量为（5.3~6.0） $\text{Bq}/\text{kg}$ ， $^{232}\text{Th}$  含量为（0.81~0.88） $\text{Bq}/\text{kg}$ ， $^{210}\text{Po}$  含量为（1.1~1.7） $\text{Bq}/\text{kg}$ ，满足《食品中放射性物质限制浓度标准》（GB14882-94）中粮食的限值标准， $^{210}\text{Pb}$  含量为（0.0044~0.015） $\text{Bq}/\text{kg}$ 。

鱼和鸡中  $U_{\text{天然}}$  含量为（9.7~27） $\mu\text{g}/\text{kg}$ ， $^{226}\text{Ra}$  含量为（0.087~0.57） $\text{Bq}/\text{kg}$ ， $^{232}\text{Th}$  含量为（0.038~0.20） $\text{Bq}/\text{kg}$ ， $^{210}\text{Po}$  含量为（0.28~0.71） $\text{Bq}/\text{kg}$ ，满足《食品中放射性物质限制浓度标准》（GB14882-94）中肉鱼虾类的限值标准， $^{210}\text{Pb}$  含量为（0.0047~0.0073） $\text{Bq}/\text{kg}$ 。

表 4.3-9 生物样品监测结果

监测项目 \ 点位	丰州村		竹子坑		食品中放射性物质限制浓度标准	
	水稻	鸡	水稻	鱼	粮食	肉鱼虾类
$U_{\text{天然}}$ , $\text{mg}/\text{kg}$	0.029	0.027	0.049	0.0097	1.9	5.4
$^{232}\text{Th}$ , $\text{Bq}/\text{kg}$	0.81	0.20	0.88	0.038	4.9	14.5
$^{226}\text{Ra}$ , $\text{Bq}/\text{kg}$	5.3	0.57	6.0	0.087	14	38
$^{210}\text{Po}$ , $\text{Bq}/\text{kg}$	1.1	0.71	1.7	0.28	6.4	15
$^{210}\text{Pb}$ , $\text{Bq}/\text{kg}$	0.0044	0.0073	0.015	0.0047	/	/



### 4.3.3 非放射性指标监测数据

#### 4.3.3.1 空气

##### 1) 空气中基本污染物

根据江西省生态环境厅发布的《2020年江西省各县（市、区）六项污染物浓度年均值》，崇义县达标区判定情况见表 4.3-10。

表 4.3-10 2020 年崇义县 6 项基本污染物浓度年均值

污染物	浓度 ( $\mu\text{g}/\text{m}^3$ )	标准 ( $\mu\text{g}/\text{m}^3$ )	占标率 (%)	是否达标
SO <sub>2</sub>	8	60	13.33	是
NO <sub>2</sub>	9	40	22.50	是
PM <sub>2.5</sub>	21	35	60.00	是
PM <sub>10</sub>	33	70	47.14	是
CO 的日均值 95%为数值	1400	4000	35.00	是
O <sub>3</sub> 日最大 8 小时值 90%位数值	120	160	75.00	是

根据表 4.3-10 可知，崇义县 2020 年环境空气中 SO<sub>2</sub>、NO<sub>2</sub>、PM<sub>2.5</sub>、PM<sub>10</sub>、O<sub>3</sub> 和 CO 浓度均满足《环境空气质量标准》（GB3095-2012）及其修改单二级标准要求，崇义县属于达标区。

##### 2) TSP 和 HCl 监测结果

空气中 TSP 和 HCl 浓度见表 4.3-11，由表可知，空气中 TSP 浓度为 6~13 $\mu\text{g}/\text{m}^3$ ，满足《环境空气质量标准》（GB3095-2012）二级标准浓度的限值。HCl 未检出，满足《环境影响评价技术导则 大气环境》（HJ 2.2-2018）中附录 D 中不高于 50 $\mu\text{g}/\text{m}^3$  的要求，可见环境敏感点处空气中 HCl 质量较好。

表 4.3-11 空气中 TSP 和 HCl 检测结果

监测项目	集龙村	竹子坑	丰州村	凉滩	牛轭曲	拟建场址内	尾渣库	GB3095-2012 二级标准
TSP, $\mu\text{g}/\text{m}^3$	109~119	112~120	111~126	106~118	102~105	108~119	67	300
HCl, $\text{mg}/\text{m}^3$	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	/

注：HCl 检出限 0.02mg/L，ND 表示小于检出限。

#### 4.3.3.2 地表水

地表水中非放射性指标见表 4.3-12。由表可知，地表水中各指标均满足《地表水环境质量标准》（GB3838-2002）III类标准的要求。

表 4.3-12 地表水中非放射性指标监测结果

监测项目	监测点位及结果				GB3838-2002 III类标准
	凉滩断面	丰州断面	丰州小河与 集龙江交汇 处上游 500m	凉滩断面下 游 3000m	
pH	6.66~6.68	6.60~6.62	6.72	6.92	6~9
COD, mg/L	4	6	4	6	20
BOD <sub>5</sub> , mg/L	0.7~0.9	0.6~0.8	0.6~0.8	0.1~1.0	4
氨氮, mg/L	0.060~0.064	0.084~0.089	0.167~0.172	0.177~0.181	1
总磷, mg/L	0.03~0.04	0.05~0.06	0.03~0.04	0.04	0.2
F, mg/L	0.53~0.56	0.93~0.97	0.71~0.74	0.56~0.58	1
Pb, µg/L	<2.5	<2.5	<2.5	<2.5	50
Zn, µg/L	<50	<50	<50	<50	1000
As, µg/L	1.6~1.7	2.4~2.6	1.1~1.2	2.3~2.4	50
Hg, µg/L	<0.01	<0.01	<0.01	<0.01	1
Cd, µg/L	<0.5	<0.5	<0.5	<0.5	5
Cr <sup>6+</sup> , mg/L	<0.004	<0.004	<0.004	<0.004	0.05
Ni, µg/L	<5	<5	8~9	<5	20
Mn, mg/L	≤0.01	≤0.01	≤0.01	≤0.01	0.1
SS, mg/L	5~8	6~8	5~7	5~6	/

## 4.3.3.3 土壤

土壤中非放射性监测结果见表 4.3-13 和 4.3-14。由表可知，居民点周边土壤中非放射指标均满足《土壤环境质量 农用地土壤污染风险管控标准（试行）》（GB15618-2018）中表 1 规定的筛选值规定。拟建场址内土壤中非放射指标均满足《建设用地土壤污染风险管控标准（试行）》（DB36/1282-2020）第二类用地筛选值规定。

表 4.3-13 农用地土壤中非放射性指标监测结果

监测点位	pH	Cd, mg/kg	Hg, mg/kg	As, mg/kg	Pb, mg/kg
集龙村	3.43	0.071	0.0264	29.9	26.2
竹子坑	4.30	0.144	0.1410	27.8	20.7
丰州村	3.16	0.117	0.0256	8.47	25.3
牛轭曲	4.26	0.138	0.0090	21.7	22.0
凉滩	3.37	0.085	0.0199	17.0	67.0

监测点位	pH	Cd, mg/kg	Hg, mg/kg	As, mg/kg	Pb, mg/kg
牛轭洞（对照点）	3.29	0.105	0.0432	8.99	23.9
GB15618-2018	≤5.5	0.3	1.3	40	70
监测点位	Cr, mg/kg	Cu, mg/kg	Ni, mg/kg	Zn, mg/kg	
集龙村	66.8	29.2	32.8	40.8	
竹子坑	23.1	19.7	12.6	32.6	
丰州村	32.6	17.5	14.4	30.3	
牛轭曲	52.5	23.4	23.8	43.1	
凉滩	49.2	23.1	22.7	51.3	
牛轭洞（对照点）	31.9	17.3	15.2	31.2	
GB15618-2018	150	50	60	200	

表 4.3-14 建设用地土壤中非放射性指标监测结果

监测点位	Cd, mg/kg	Hg, mg/kg	As, mg/kg	Pb, mg/kg	Cu, mg/kg
拟建场址内	0.08	0.12	12.5	0.6	21
DB36/1282	65	38	60	800	18000
监测点位	Ni, mg/kg	Cr <sup>6+</sup> , mg/kg			
拟建场址内	57	4			
DB36/1282	900	5.7			

## 4.3.3.4 噪声

噪声监测结果见表 4.3-15。由表可知，居民点及场界周边昼间噪声值为（46~52）dB（A），夜间噪声值为（39~43）dB（A），满足《声环境质量标准》（GB3096-2008）中 2 类标准要求。

表 4.3-15 噪声监测结果

监测时间		监测结果, dB (A)				标准值 dB (A)
		竹子坑	凉滩	丰州村	场界四周	
2021.1.12	昼间	50	51	51	46~48	昼间: 60 夜间: 50
	夜间	39	42	43	40~43	
2021.1.13	昼间	49	52	49	48~52	
	夜间	40	43	42	40~43	

## 4.3.3.5 地下水

地下水中非放射性指标见表 4.3-16。由表可知，地下水重金属、氨氮、COD 等指标均满足《地下水质量标准》（GB/T14848-2017）III类标准。

表 4.3-16 地下水中非放射性指标监测结果

监测项目	监测点位及结果									GB/T14848-2017 III类标准
	集龙村	牛轭曲	丰州村	丰州木 检测站	竹子坑	拟建 场址	凉滩	尾渣库 上游 50m	尾渣库 下游 30m	
pH	6.7	6.6	6.5	6.5	6.9	6.6	6.4	6.8	6.8	6.5~8.5
氨氮, mg/L	0.09	0.1	0.08	0.21	0.18	0.12	0.09	0.033	0.082	0.5
硝酸盐, mg/L	0.821	0.78	0.8	0.801	0.778	0.789	0.783	0.60	2.42	20.0
亚硝酸盐, mg/L	<0.005	<0.005	<0.005	<0.005	<0.005	<0.005	<0.005	<0.005	<0.005	1.00
As, µg/L	<0.3	<0.3	<0.3	<0.3	<0.3	<0.3	<0.3	0.646	0.998	10
Hg, µg/L	<0.01	<0.01	<0.01	<0.01	<0.01	<0.01	<0.01	<0.04	<0.04	1
Cr <sup>6+</sup> , mg/L	<0.004	<0.004	<0.004	<0.004	<0.004	<0.004	<0.004	<0.004	0.006	0.05
总硬度, mg/L	52	54	54	52	52	57	56	24	45	450
F <sup>-</sup> , mg/L	0.21	0.20	0.21	0.21	0.20	0.21	0.21	0.583	0.952	1
Pb, µg/L	<2.5	<2.5	<2.5	<2.5	<2.5	<2.5	<2.5	<0.09	<0.09	10
Cd, µg/L	<0.5	<0.5	<0.5	<0.5	<0.5	<0.5	<0.5	<0.05	<0.05	5
Fe, mg/L	<0.03	<0.03	<0.03	<0.03	<0.03	<0.03	<0.03	<0.03	0.059	0.3
Mn, mg/L	<0.01	<0.01	<0.01	<0.01	<0.01	<0.01	<0.01	<0.00012	<0.00012	0.1
COD <sub>Mn</sub> , mg/L	1.0	1.2	1.0	1.1	1.0	0.9	0.9	2.56	2.60	3
溶解性总固体, mg/L	176	227	375	188	223	262	271	36.2	58.4	1000
K <sup>+</sup>	4.77	3.66	4.33	4.59	5.87	4.89	4.33	/	/	/
Na <sup>+</sup>	8.90	8.60	9.30	9.55	10.2	10.7	9.74	/	/	200
Ca <sup>2+</sup>	0.902	0.593	4.74	0.832	2.29	2.96	1.84	/	/	/

监测项目	监测点位及结果									GB/T14848-2017 III类标准
	集龙村	牛辄曲	丰州村	丰州木 检测站	竹子坑	拟建 场址	凉滩	尾渣库 上游 50m	尾渣库 下游 30m	
Mg <sup>2+</sup>	3.55	2.76	3.54	3.71	4.29	4.06	3.42	/	/	/
CO <sub>3</sub> <sup>2-</sup>	0	0	0	0	0	0	0	/	/	/
HCO <sub>3</sub> <sup>-</sup>	55.0	55.0	116	61.1	85.5	85.5	104	/	/	/
Cl <sup>-</sup>	12.0	10.1	12.5	12.0	14.8	14.1	11.5	/	/	250
SO <sub>4</sub> <sup>2-</sup>	13.8	12.2	14.8	16.0	18.4	16.3	14.1	/	/	250

## 5 施工期环境影响

### 5.1 施工期退役治理的辐射环境影响分析

本项目施工期退役治理的辐射环境危害因素主要是尾渣和污染土等清运至 719 尾矿库表面  $^{222}\text{Rn}$  析出造成居民吸入内照射的危害，其次为施工过程中增加了地表的扰动，使空气中放射性粉尘在施工场地附近略有增加。

本项目建（构）筑物、设备管线拆除以及尾渣和污染土清运等施工工期较短，因此环境应的影响是暂时的，随着施工结束会慢慢恢复正常。

#### 5.1.1 气载流出物源项分析

##### 1) $^{222}\text{Rn}$ 的释放

##### (1) 工业场地

施工期对工业场地采取了清挖治理方案，控制场地土壤  $^{226}\text{Ra}$  活度浓度不高于  $0.6\text{Bq/g}$ ，仍会析出少量  $^{222}\text{Rn}$ ，通过无组织扩散方式排入大气。

根据《铀矿冶设施所造成的气态（载）放射性与有毒性源项的确定》（EJ/T 1090-1998）中推荐的表面  $^{222}\text{Rn}$  析出率计算方法，计算式如下：

$$E_p = 10^6 \times C_n \times \rho_r \times E_n \times (\lambda_R \times W_p)^{1/2} \quad (5-1)$$

式中：

$E_p$  ——  $^{222}\text{Rn}$  析出率， $\text{Bq}/(\text{m}^2 \text{s})$ ；

$C_n$  —— 土壤残留  $^{226}\text{Ra}$  的活度浓度， $\text{Bq/g}$ ，取  $0.6\text{Bq/g}$ ；

$\rho_r$  —— 土壤的松散密度，取  $1.5\text{g}/\text{cm}^3$ ；

$E_n$  —— 射气系数；根据吴慧山、梁树红等编著的《氡测量及实用数据》（原子能出版社，2001 年）中土壤的射气系数为 0.18。

$\lambda_R$  —— 衰变常数；其中， $^{222}\text{Rn}$  取  $2.1 \times 10^{-6}/\text{s}$ 。

$W_p$  —— 扩散系数， $\text{m}^2/\text{s}$ ；根据吴慧山、梁树红等编著的《氡测量及实用数据》（原子能出版社，2001 年）中土壤中  $^{222}\text{Rn}$  扩散系数取  $1.0 \times 10^{-6} \text{m}^2/\text{s}$ 。

由此可估算得到，清挖治理后场地土壤氡析出率为  $0.23\text{Bq}/(\text{m}^2 \text{s})$ ，场地面积为 0.3 万  $\text{m}^2$ ，按照全年 365d/a 估算，则场地氡释放量为  $1.89 \times 10^{11}\text{Bq/a}$ 。较退役治理前，场地氡释放量  $5.06 \times 10^{11}\text{Bq/a}$ ，减少了  $3.17 \times 10^{11}\text{Bq/a}$ ，降幅 62.5%。

此外，本项目对清理后的工业场地回填土，恢复现有地形，该回填土对场地氡析出具有一定的抑制作用，将进一步降低工业场地的氡析出。

## （2）719 尾矿库

本项目将场地遗留的尾渣、污染建筑垃圾和污染土均运至 719 尾矿库储存，堆存废物量约 6.8 万 m<sup>3</sup>（其中尾渣 1.9 万 m<sup>3</sup>，污染建筑垃圾 1.8 万 m<sup>3</sup>，污染土 3.1 万 m<sup>3</sup>）。

根据《鹿井铀矿冶技术改造工程环境影响报告书》（中核赣州金瑞铀业有限公司，2008.12）中相关内容，719 尾矿库设计库容 785.85 万 m<sup>3</sup>，滩面面积 25 万 m<sup>2</sup>，氡析出率（0.878~1.256）Bq/m<sup>2</sup> s 之间，平均值为 1.142Bq/m<sup>2</sup> s，氡释放量为 9.0×10<sup>12</sup>Bq/a；目前，719 尾矿库堆存标高 368m，该库已使用 114 万 m<sup>3</sup>，裸露面积 5.23 万 m<sup>2</sup>，氡释放量为 1.89×10<sup>12</sup>Bq/a；719 尾矿库堆存本项目污染物后滩面面积增加 0.5 万 m<sup>2</sup>，即实施后 719 尾矿库滩面面积为 5.73 万 m<sup>2</sup>，即退役治理实施后 719 尾矿库氡释放量=5.73 万 m<sup>2</sup>×1.142 Bq/m<sup>2</sup> s×3.15×10<sup>7</sup>s/a=2.06×10<sup>12</sup>Bq/a，低于设计排放量 9.0×10<sup>12</sup>Bq/a。

此外，施工期间按照放射性水平高低，优先堆存尾渣，再堆存污染建筑垃圾和污染土，污染土对尾渣氡析出具有一定的抑制作用，将进一步降低 719 尾矿库的氡析出。

## 2) 悬浮物

在尾渣、污染土在清运和堆放过程，由于人为扰动和自然风的驱使，可能会在卸车等环节产生扬尘，在风速较大的情形下，悬浮物较容易弥散空气中，因此要避免在大风天气进行施工，同时保持施工洒水措施来抑制扬尘的产生；风速降低时，悬浮物由于重力作用会逐渐沉降下来，本次退役治理工程位于山区，有高山相隔，因此，退役治理过程的扬尘对周围公众的影响是比较小的。

### 5.1.2 放射固体废物环境影响分析

本项目施工期间拆除的污染建筑垃圾 1.8 万 m<sup>3</sup>、清运堆浸池尾渣 3.5 万 t 以及工业场地清挖污染土 3.1 万 m<sup>3</sup> 均运至 719 尾矿库储存，719 尾矿库设计库容 785.85 万 m<sup>3</sup>，目前已使用 114 万 m<sup>3</sup> 仍具有较大库存容积，能够满足本项目拆除受污染建筑垃圾和堆浸尾渣存储需求。



此外，拆除污染设备、管线 25.36t，金属类共计 18.4t，经拆除、解体后运至鹿井矿井工业场地内工棚存储，防止其流失至环境，待鹿井矿井退役治理时，一并处理；非金属类的 6.96t 经拆除、破碎后，运 719 尾矿库储存。

采取上述处理措施后，施工期产生的放射性固体废物均得到妥善处理，不会对周围辐射环境产生明显不利影响。

### 5.1.3 施工期退役治理对公众辐射影响分析

本项目施工期退役治理后，工业场地氡释放量为  $1.89 \times 10^{11} \text{Bq/a}$ ，较退役治理前有所降低；污染物运至 719 尾矿库后，该库氡释放量为  $2.06 \times 10^{12} \text{Bq/a}$ ，低于《鹿井铀矿冶技术改造工程环境影响报告书》（中核赣州金瑞铀业有限公司，2008.12）中 719 尾矿库  $^{222}\text{Rn}$  释放量  $9.00 \times 10^{12} \text{Bq/a}$ 。

此外，719 矿丰州矿区其他铀矿冶设施进入维持维护状态或完成退役治理（如 719 矿 I 期工程黄蜂岭露天采场），放射性核素排放量均低于运行状态下排放量。由此可知，施工期退役治理后，可以满足 719 矿丰州工区铀矿冶设施所致公众剂量约束值  $0.4 \text{mSv/a}$  的要求。

## 5.2 施工过程中非放射性环境影响分析

### 5.2.1 大气环境影响分析与评价

#### 1) 大气环境影响因素分析

施工期大气污染物主要为施工扬尘和机械废气。

在整个项目的建设阶段，要进行建（构）筑物拆除、平整土地、挖土填方、新建（构）筑物等工程，在各项工程的施工过程中，都存在着扬尘的污染。运输车辆采用全密闭车运输，运输过程中产生扬尘量较小，扬尘主要产生环节为卸车。

本项目参考山西环保科研所、武汉水运工程学院陈全文、刘琴等人发表《翻斗汽车卸载煤及卸矸石过程中起尘规律的研究》（交通环保 Z1 期，1986）论文提出了自卸车卸料起尘经验公式，该经验公式是专门针对采矿卸载煤块、矸石的自卸车总结归纳的，与本项目尾渣卸载情景较为类似，故采用该经验公式进行估算，经验公式如下：

$$Q = e^{0.61U} \frac{M}{13.5} \quad (5-2)$$

式中：

Q——起尘浓度，g/次；

U——平均风速，m/s，取当地多年平均风速 1.1m/s；

M——工程运输车辆单车装载量，取 9.5t。

以此计算，单次卸车产尘量为 1.38g/次，经调研卸车过程中采取喷雾洒水抑尘的措施后，水雾除尘效率在 75%~90%，保守考虑取 75%，即扬尘排放量为 0.344g/次。

按照施工 6 个月考虑，建筑垃圾及堆浸尾渣等运输至 719 尾矿库频次为 65 次/天，工作制度按照 8 小时/天计算，则扬尘产生量约 0.94mg/s。

此外，机械设备在施工过程中会排放烟气或汽车尾气，其中主要污染物为 SO<sub>2</sub>、NO<sub>x</sub> 和颗粒物。根据浙江省生态环境监测中心的毛俊豪、沈加思等人发表的《浙江省非道路移动机械使用现状研究》（轻工科技，2021）研究成果，建筑工程机械类排放烟气中 SO<sub>2</sub> 和 NO<sub>x</sub> 排放量分别为 0.012t/台 a 和 0.833t/台 a。保守估计，本项目施工期大型机械设备同时运行最大数量约 20 台，则 SO<sub>2</sub> 和 NO<sub>x</sub> 排放量约 0.24t/a 和 16.66t/a。

此外，机械烟气颗粒物排出，施工场地推土机、挖掘机等机械设备使用优质柴油作为原料，在内燃机充分燃烧后，产生颗粒物量较少。

## 2) 大气环境影响分析

### (1) 施工扬尘

经调研额定载重为 10t 的自卸车尺寸（9m×2.55m×3.35m），车厢距离地面高度 2.75m，作业面积按照单次卸载的车身面积 22.95m<sup>2</sup> 考虑，采用导则推荐的 AERSCREEN 估算模式进行评价等级的确定，其 TSP 最大落地浓度为 14.04μg/m<sup>3</sup>，占标率为 1.56%，在 1%至 10%之间，最大落地浓度距离为 16m，评价等级为二级，评价范围以 719 尾矿库为中心半径 5km 范围区域。施工期不同距离 TSP 浓度贡献值见表 5.2-1

表 5.2-1 不同距离处 TSP 浓度贡献值

序号	距离, m	TSP 浓度, μg/m <sup>3</sup>	占标率, %
1	1	7.84	0.87
2	16	14.04	1.56

序号	距离, m	TSP 浓度, $\mu\text{g}/\text{m}^3$	占标率, %
3	100	5.73	0.64
4	500	2.19	0.24
5	1000	1.16	0.13
6	<b>1500</b>	<b>0.74</b>	<b>0.08</b>
7	2000	0.52	0.06
8	3000	0.32	0.04
9	5000	0.16	0.02

由表 5.2-1 可知, 施工期间 TSP 所致最近居民点（竹子坑）处的附加值为  $0.74\mu\text{g}/\text{m}^3$ , 叠加环境背景值  $13\mu\text{g}/\text{m}^3$ , 能够满足《环境空气质量标准》（GB3095-2012）二级标准浓度的限值不高于  $300\mu\text{g}/\text{m}^3$  的要求。

在施工过程中, 为降低施工扬尘产生量主要采取以下措施:

- ①合理安排施工计划, 避免在大风天气下进行大面积的开挖作业;
- ②在施工场地采用洒水、围挡等抑尘措施;
- ③运输过程中对车辆进行密闭, 减少施工车辆飘洒扬尘对周围环境空气质量的影响;
- ④施工车辆运行过程中, 保持合理车速, 减少道路扬尘;
- ⑤对易起尘的物料区域采取遮盖措施, 大风天气对土石方施工场地进行遮盖避免大风起尘。

采取以上措施后, 可有效地降低大气污染物的排放量。由于施工区所在区域, 空气湿度较大、流通性强、扩散条件好。施工扬尘对环境的影响是短暂的, 随施工的结束而消失, 不会对周围环境空气质量造成明显的影响。

## （2）机械烟气

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

本项目机械烟气排放量较小、影响范围有限, 采取以上措施后, 不会对项目周边环境产生明显的影响。

### 5.2.2 地表水环境影响分析

#### 1) 地表水环境影响因素

施工期的废水排放主要来自施工废水和施工人员的生活污水。

##### (1) 施工废水

施工废水主要为设备清洗和水泥养护排水，排放量较小，主要污染因子为悬浮物、泥沙等。

##### (2) 生活废水

施工期生活废水主要来自作业人员产生的生活杂用水及盥洗用水。废水中主要污染物为 COD、BOD<sub>5</sub>、SS 等，其浓度分别约 350mg/L、250mg/L 和 250mg/L。

#### 2) 地表水环境影响分析

##### (1) 施工废水

在施工场地内设置简易的废水收集池，对于含污染物种类较为简单的废水，如设备冲洗、水泥养护排水，在收集沉淀后，重复用于场地喷洒降尘。

##### (2) 生活废水

施工人员主要租用周边民宅，其生活污水依托于民宅处理。

此外，对施工期用水量进行控制，在保证正常施工作业的情况下，从源头控制废水的产生；对于喷洒水尽量用处理后的废水代替新鲜水。经过上述处理后，施工场地废水基本不会大量外排，本项目施工期产生的废水不会对周围环境产生影响。

### 5.2.3 声环境影响分析

#### 1) 声环境影响因素

本项目建设施工期对声环境影响噪声源主要是施工机械和运输车辆，包括推土机、挖掘机、装载机、混凝土搅拌机、空压机、压路机和电锯等。机械不同，所产生的噪声强度有所不同，本项目施工期噪声源项详见表 5.2-2。

表 5.2-2 施工期主要噪声源强 dB (A)

序号	噪声源名称	最高噪声级	测量距离 (m)
1	推土机	84.0	5
2	挖掘机	84.0	5

序号	噪声源名称	最高噪声级	测量距离（m）
3	装载机	85.0	5
4	混凝土搅拌机	80.0	5
5	空压机	98.0	1
6	压路机	80.0	5
7	起重机	95.0	1
8	电锯	100	1

## 2) 声环境影响分析

本项目建设期间机械噪声主要分布在工业场地内，评价中心距离场地边界最近距离约 190m，且评价中心 200m 范围内无居民点等敏感目标。表 5.2-3 给出了施工期间各设备不同距离的噪声级（几何发散衰减模型），由此可知施工噪声因施工机械不同，影响的范围不同，在距离 50m 处可满足 GB12523-2011 中昼间 $\leq 70\text{dB}(\text{A})$ 的要求，在距离 180m 处可满足 GB12523-2011 中夜间 $\leq 55\text{dB}(\text{A})$ 的要求。

表 5.2-3 施工噪声源及不同距离的噪声级 单位：dB（A）

距离 施工设备	10m	20m	50m	100m	150m	180m	200m	昼间 标准	夜间 标准
推土机	78	72	64	58	54	53	52	70	55
挖掘机	78	72	64	58	54	53	52		
装载机	79	73	65	59	55	54	53		
混凝土搅拌机	74	68	60	54	50	49	48		
空压机	78	72	64	58	54	53	52		
压路机	74	68	60	54	50	49	48		
起重机	75	69	61	55	52	50	49		
电锯	80	74	66	60	56	55	54		

施工期采用以下方法降低施工噪声的产生：

- （1）选择低噪声设备，并及时对其进行保养，从源头上降低声源；
- （2）对于噪声较高的设备，如搅拌机等，采取加装减振设备或隔音罩的方法对噪声进行阻隔；
- （3）加强对设备的检查和维护，减少由于设备部件之间的不正常碰撞产生的噪声。

在采取以上措施后，经过空气的吸收作用及地面效应引起声能衰减，噪

声大大降低。同时，由于施工期时间不长，在施工期结束后，相应的噪声影响将会消失，因此施工期噪声不会对项目所在区域内的居民产生明显的影响。

#### 5.2.4 固体废物环境影响分析

##### 1) 固体废物环境影响因素

施工期非放射性固体废物主要是拆除用地范围内未受污染建（构）筑物 0.2 万 m<sup>3</sup>、新建厂房产生的少量施工建筑垃圾和施工人员产生的生活垃圾。

##### 2) 固体废物影响分析

本项目施工期拆除未受污染的建筑垃圾和新建厂房产生的施工建筑垃圾，送至建筑垃圾处理场。施工人员生活垃圾统一收集至指定地点，最终外送环卫部门处理。

采取上述的处理措施后，施工期产生的非放射性固体废物不会对周围环境产生明显不利影响。

#### 5.2.5 生态环境影响分析

##### 1) 生态环境影响因素

根据现场踏勘可知，本项目拟建独居石处理厂房、产品及原料化工库、废水处理厂房等占地范围内为工业场地，无动植物资源分布，且地势较平坦，发生水土流失状况较小；新建钍初级产品暂存库和尾渣库位于 719 尾矿库的北侧空地，占地范围有少量植物分布。

随着施工场地开挖、填方、平整，原有的表土层受到破坏，土壤松动，导致土体抗侵蚀能力降低，或者施工过程中由于挖方及填方过程形成的土堆不能及时清理，遇到较大降雨冲刷，发生水土流失；此外，本项目钍初级产品暂存库和尾渣库建设过程中，地表植被遭到破坏，生态系统受到轻微干扰。

##### 2) 生态环境影响分析

本项目占地面积共计约 0.08786km<sup>2</sup>，项目占地均为工业用地，根据《环境影响评价技术导则 生态影响》（HJ19-2022）相关内容，不属于 6.1.2 条中“a)~f)”内容，生态评价为三级。评价范围为本项目占地区域。

##### 5.2.5.1 生态环境现状调查与评价

##### 1) 生态环境现状调查

###### (1) 土地利用类型

根据现场调查情况，本项目新建生产设施的土地利用类型主要为工业用地。

## （2）动植物分布情况

项目区周边由于人类活动频繁，没有大型动物分布。周边常见动物主要有鼠、麻雀、青蛙、蜈蚣、蚂蚁等；小型哺乳动物、鸟类、两栖类和昆虫是评价区内主要的动物类型。评价区域内的常见动物均不属于《国家重点保护野生动物名录》所列动物。

项目所在区域地表植被以荒草、灌木地为主，项目占地范围内没有珍稀濒危植物分布。

## 2) 生态系统评价

项目区内生态系统以人工和半自然生态系统为主，结构简单，生物多样性较低，抵抗稳定性较差。但由于受人类活动影响程度高，生态系统的变动性高，具有较好的可恢复性。

### 5.2.5.2 生态影响途径

本项目独居石处理厂房、工艺废水处理厂房等建于现有工业场地上，对地表植被和生态系统的影响较小；新建钍初级产品暂存库和尾渣库位于 719 尾矿库的北侧空地，本项目建设对生态系统的影响主要体现在建设将造成局部土地利用格局发生变化，地表植被遭到破坏，生态系统受到干扰等。

### 5.2.5.3 生态影响分析

#### 1) 项目占地对土地利用格局的影响

本项目占地面积共计约 87860m<sup>2</sup>，工业场地内均为已有建（构）筑物，对地表植被和生态系统的影响很小，区域生态系统恢复能力基本不会发生变化。

新建钍初级产品暂存库和尾渣库，将清除地表的植被，包括灌丛、荒草等。两库占地将影响项目区现有的生态系统结构，使绿地转化为工程建设用地，对局部的地表植被造成破坏。但是，区域整体来看，项目占地类型与区域内同种地类相比，整体比重较低，不会从根本上改变区域的土地利用格局。

#### 2) 项目建设对植物资源的影响

本项目钍初级产品暂存库和尾渣库建设占地会对地表植被造成破坏。但由于项目占地处植被以次生植被为主，生态价值一般；且由于建设占地内植



被总体生物量不高，故对植被的影响强度也较小。

此外，项目建成后，工业场地空闲地进行绿化，绿化面积为 7164m<sup>2</sup>，有利于改善场区的生态环境；钍初级产品暂存库和尾渣库所在场地服役期满后，及时进行退役和植被恢复；采取以上措施都可以减少本项目对植物资源的影响。因此，本项目实施对植物资源的影响是可以接受的。

### 3) 项目建设对动物的影响

本项目建设区域内动物均为常见动物，与人类长期共存中，已经适应了人类活动对其生存的影响，人类建设活动对其正常生存影响较小。此外，由于项目区内动物对生存环境影响要求较低，周边可供其生存的自然环境较广，故项目建设对动物影响较小。

### 4) 生态系统稳定性及完整性分析

本项目占地面积不大，建成后生物量损失不大；且占地范围内植被均为次生植被，易于恢复或补偿。因此，钍初级产品暂存库和尾渣库的建设不会对周边植被组成造成明显的改变，造成的区域生物量减少可以在很短的时间内得到恢复，区域生态系统恢复能力基本不会发生变化。

### 5) 退役时期生态恢复措施

本项目运行结束后，重点治理和生态恢复的区域为工业场地、钍初级产品暂存库和尾渣库所在场地。其中，对工业场地污染的土壤进行清挖治理后，进行新土回填并植被；钍初级产品暂存库和尾渣库所在场地生态恢复采取覆土植被的方法，覆土后使表面氡析出率达到管理要求，植被选择当地优势物种，防止水土流失，改善生态环境。

本项目的建设对评价区内生态系统的稳定性及土地利用格局会产生影响较小，对评价区生态系统完整性的影响是可以接受的。

## 6 运行期的环境影响

### 6.1 辐射环境影响

#### 6.1.1 排放源项

##### 6.1.1.1 气载源项

本项目气载流出物主要为  $^{222}\text{Rn}$  和钍射气，释放源项主要为独居石处理厂房、工艺废水处理厂房、钍初级产品暂存库和尾渣库（铀除杂渣），各气载流出物源强见表 6.1-1 和表 6.1-2。

表 6.1-1 气载放射性源项参数

序号	源项	流量 ( $\text{m}^3/\text{h}$ )	排气口内径 (m)	排放高度 (m)	面源面积 ( $\text{m}^2$ )	源项类型
1	独居石处理厂房 氡和钍射气 (铀钍资源回收生产区)	134400	3	27	—	点源
2	工艺废水处理厂房 氡和钍射气	8500	0.8	10	—	点源
3	钍初级产品暂存库 氡和钍射气	—	—	0	2500	面源
4	尾渣库氡和钍射气 (铀除杂渣)	—	—	0	56	面源

表 6.1-2 气载放射性源强参数

单位: Bq/a

核素	独居石处理厂房 (铀钍资源回收生产区)	工艺废水 处理厂房	钍初级产品暂存库	尾渣库 (铀除杂渣)
氡	$2.90 \times 10^{11}$	$1.17 \times 10^{10}$	$9.22 \times 10^{11}$	$2.45 \times 10^9$
钍射气	$3.87 \times 10^{11}$	$1.39 \times 10^{10}$	$8.55 \times 10^{12}$	$2.28 \times 10^{10}$

##### 6.1.1.2 液态源项

本项目放射性废水主要为工艺废水，废水排放量为  $10\text{m}^3/\text{d}$ ，液态源项参数见表 6.1-3。

表 6.1-3 放射性废水核素排放量

核素 \ 类型	排放口活度浓度	排放量	工作时间	年排放量
	$\text{Bq}/\text{m}^3$	$\text{m}^3/\text{d}$	d/a	Bq/a
$^{238}\text{U}$	3660	10	300	$1.10 \times 10^7$
$^{234}\text{U}$	3660			$1.10 \times 10^7$
$^{226}\text{Ra}$	1100			$3.30 \times 10^6$

核素	类型	排放口活度浓度	排放量	工作时间	年排放量
		Bq/m <sup>3</sup>	m <sup>3</sup> /d	d/a	Bq/a
<sup>230</sup> Th		1850			$5.55 \times 10^6$
<sup>210</sup> Po		500			$1.50 \times 10^6$
<sup>210</sup> Pb		500			$1.50 \times 10^6$
<sup>232</sup> Th		1212			$3.64 \times 10^6$
<sup>228</sup> Th		1212			$3.64 \times 10^6$
<sup>228</sup> Ra		1100			$1.10 \times 10^7$

### 6.1.2 环境影响途径

#### 1) 气载途径辐射环境影响

气载途径辐射影响照射途径为吸入内照射，预测核素为 <sup>222</sup>Rn 和 钍射气。

#### 2) 地表水途径辐射环境影响

地表水辐射环境影响照射途径为水生生物食入内照射、动物产品食入内照射、农产品食入内照射、水体浸没照射与岸边沉积外照射，照射途径详见图 6.1-1，预测考虑的放射性核素主要为 <sup>238</sup>U、<sup>234</sup>U、<sup>230</sup>Th、<sup>226</sup>Ra、<sup>210</sup>Pb、<sup>210</sup>Po、<sup>232</sup>Th、<sup>228</sup>Th 和 <sup>228</sup>Ra 等。

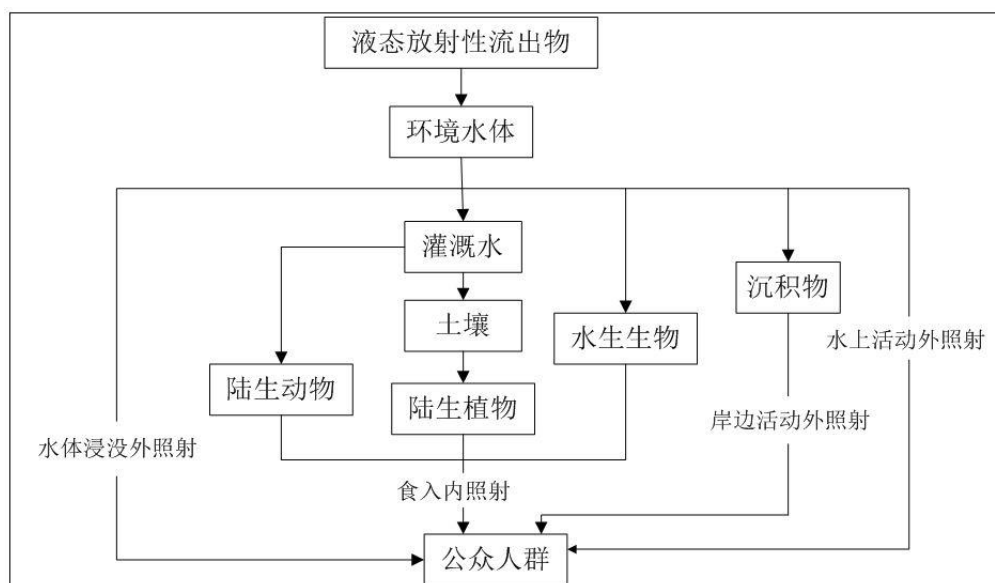


图 6.1-1 地表水途径辐射环境影响照射途径

### 6.1.3 气载途径环境影响

#### 6.1.3.1 评价基本参数设置

##### 1) 评价方法

本次辐射环境影响评价的基本评价指标是以钍初级产品暂存库为中心的周围居民最大个人有效剂量和半径 20km 范围内的集体有效剂量。评价方法是以模式计算为主，选择放射性核素在环境中迁移和剂量估算模式以及相应计算参数，利用预测软件完成个人有效剂量及集体有效剂量的估算，并对设施所致最大个人剂量进行分析。

#### 2) 评价中心

本次评价选取对公众照射剂量份额最大的钍初级产品暂存库为中心。

#### 3) 评价子区及年龄组

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

#### 4) 评价年份

本次评价考虑独居石处理厂房和工艺废水处理厂房源项基本不变，根据 3.5.3 章节相关内容钍初级产品暂存库最裸露大面积 2500m<sup>2</sup>，尾渣库铀除杂渣最大面积为 56m<sup>2</sup>，为运行服务第 20 年，即预测年份为 2045 年。

#### 5) 评价计算模式

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

#### 6.1.3.2 敏感点预测结果

本项目主要预测评价中心半径 3km 范围内环境敏感点辐射环境影响，详见表 6.1-4 和 6.1-5。由此可知，本项目气态源项对周围居民点中影响最大的是位于评价中心 SW 方位 1.6km 处的吕家，公众最大个人剂量为 2.77×10<sup>-4</sup>mSv/a。

对吕家个人剂量贡献最大的气态源项是钍初级产品暂存库，贡献值为 2.67×10<sup>-3</sup>mSv/a，对吕家个人剂量的贡献基本来自 <sup>222</sup>Rn，占比 96.27%。

表 6.1-4 气载流出物所致周围 3km 范围内环境敏感目标辐射环境影响

敏感点	兑子下	竹子坑	719 生活区	丰州街道	大河背	凉滩	小沙	蛇形埂
方位	NE 2.2km	ENE 1.5km	ENE 2.2km	ENE 2.3km	ENE 2.8km	ESE 2.6km	ESE 2.5km	SE 2.9km
钍射气 (Bq/m <sup>3</sup> )	2.00E-05	1.40E-04	2.00E-05	1.00E-05	0.00E+00	0.00E+00	0.00E+00	0.00E+00
<sup>222</sup> Rn (Bq/m <sup>3</sup> )	2.79E-03	5.30E-03	2.44E-03	3.04E-03	2.28E-03	5.93E-03	8.03E-03	9.67E-03
个人剂量 (mSv/a)	5.98E-05	1.14E-04	5.23E-05	6.50E-05	4.87E-05	1.27E-04	1.72E-04	2.07E-04
敏感点	集龙社区	庙背	吕家	朱家	山塘里	和树头下	肖家	付家
方位	SSW 2.0km	SSW 1.7km	SW 1.6km	SW 1.7km	SW 1.9km	SW 1.8km	WSW 1.8km	W 1.8km
钍射气 (Bq/m <sup>3</sup> )	0.00E+00	1.00E-05	<b>3.00E-05</b>	1.00E-05	0.00E+00	1.00E-05	1.00E-05	1.00E-05
<sup>222</sup> Rn (Bq/m <sup>3</sup> )	5.75E-02	9.02E-02	<b>1.29E-01</b>	1.26E-01	8.56E-02	1.15E-01	5.11E-02	5.02E-02
个人剂量 (mSv/a)	1.23E-03	1.93E-03	<b>2.77E-03</b>	2.69E-03	1.83E-03	2.45E-03	1.09E-03	1.07E-03
敏感点	石坝	和树梗	牛轭曲					
方位	W 1.9km	W 1.9km	WNW 1.7km					
钍射气 (Bq/m <sup>3</sup> )	3.00E-05	0.00E+00	4.00E-05					
<sup>222</sup> Rn (Bq/m <sup>3</sup> )	2.80E-02	4.37E-02	1.74E-02					
个人剂量 (mSv/a)	5.98E-04	9.33E-04	3.73E-04					

表 6.1-5 各污染源、各核素对吕家个人剂量的贡献情况

源项	钍射气	<sup>222</sup> Rn	合计 mSv/a	份额 %
独居石处理厂房 (铀钍资源回收生产区)	0.00E+00	8.93E-05	8.93E-05	3.23
尾渣库 (铀除杂渣)	0.00E+00	6.84E-06	6.84E-06	0.25
工艺废水处理厂房	0.00E+00	6.84E-06	6.84E-06	0.25
钍初级产品暂存库	2.10E-07	2.67E-03	2.67E-03	96.27
合计, mSv/a	2.10E-07	2.77E-03	2.77E-03	100
份额, %	0.01	99.99	100	/

## 6.1.3.3 各子区空气中核素浓度

各子区空气中核素浓度见表 6.1-6。

表 6.1-6 各子区空气中核素浓度 单位: Bq/m<sup>3</sup>

核素	方位	距离 (km)					
		0~1	1~2	2~3	3~5	5~10	10~20
钍射气	N	1.01E-02	2.72E-04	1.00E-05	0.00E+00	0.00E+00	0.00E+00
	NNE	<b>1.32E-02</b>	3.46E-04	1.20E-05	0.00E+00	0.00E+00	0.00E+00
	NE	9.09E-03	2.40E-04	2.00E-05	0.00E+00	0.00E+00	0.00E+00
	ENE	4.13E-03	1.40E-04	1.00E-05	0.00E+00	0.00E+00	0.00E+00
	E	3.44E-03	2.52E-03	2.20E-05	0.00E+00	0.00E+00	0.00E+00
	ESE	5.56E-03	1.46E-03	3.00E-05	0.00E+00	0.00E+00	0.00E+00
	SE	9.15E-03	4.06E-04	8.00E-06	0.00E+00	0.00E+00	0.00E+00
	SSE	1.01E-02	4.04E-04	4.00E-06	0.00E+00	0.00E+00	0.00E+00
	S	8.36E-03	3.32E-04	2.00E-06	0.00E+00	0.00E+00	0.00E+00
	SSW	6.75E-03	<b>3.08E-04</b>	1.00E-05	0.00E+00	0.00E+00	0.00E+00
	SW	6.09E-03	3.00E-05	2.00E-06	0.00E+00	0.00E+00	0.00E+00
	WSW	4.29E-03	1.00E-05	0.00E+00	0.00E+00	0.00E+00	0.00E+00
	W	3.66E-03	1.00E-05	4.00E-06	0.00E+00	0.00E+00	0.00E+00
	WNW	2.93E-03	4.00E-05	2.00E-06	0.00E+00	0.00E+00	0.00E+00
<sup>222</sup> Rn	N	2.91E-02	5.62E-03	2.43E-03	8.00E-04	1.76E-04	9.00E-05
	NNE	2.73E-02	5.96E-03	2.57E-03	1.62E-03	3.68E-04	1.62E-04

核素	方位	距离 (km)					
		0~1	1~2	2~3	3~5	5~10	10~20
	NE	2.35E-02	5.71E-03	2.79E-03	1.07E-03	4.06E-04	2.10E-04
	ENE	2.34E-02	5.30E-03	3.04E-03	1.34E-03	5.38E-04	3.04E-04
	E	4.22E-02	1.76E-02	3.85E-03	1.75E-03	8.06E-04	2.86E-04
	ESE	6.99E-02	2.89E-02	8.03E-03	5.31E-03	1.40E-03	4.62E-04
	SE	8.58E-02	2.34E-02	9.67E-03	7.99E-03	1.28E-03	6.30E-04
	SSE	1.30E-01	3.19E-02	1.79E-02	9.53E-03	1.32E-03	4.46E-04
	S	2.64E-01	5.02E-02	2.33E-02	1.42E-02	4.40E-03	3.48E-04
	SSW	4.58E-01	2.85E-02	9.02E-02	1.22E-02	5.75E-03	2.14E-03
	SW	<b>5.92E-01</b>	<b>1.29E-01</b>	4.77E-02	3.48E-02	4.37E-03	2.28E-03
	WSW	3.53E-01	5.11E-02	3.30E-02	2.23E-02	3.27E-03	1.44E-03
	W	2.25E-01	5.02E-02	2.03E-02	1.83E-02	3.04E-03	6.56E-04
	WNW	1.24E-01	1.74E-02	1.00E-02	2.80E-03	2.46E-04	1.18E-04
	NW	6.08E-02	3.53E-03	2.04E-03	1.86E-03	1.44E-04	7.20E-05
	NNW	3.68E-02	5.42E-03	9.72E-04	9.30E-04	1.20E-04	5.60E-05

注：阴影区为无人子区。

由表 6.1-6 可知，有人子区钍射气最大浓度出现在 SSW 方位 1~2km 处，最大浓度为  $3.08 \times 10^{-4} \text{Bq/m}^3$ ；有人子区  $^{222}\text{Rn}$  最大浓度出现在 SW 方位 1~2km 处，最大浓度为  $0.129 \text{Bq/m}^3$ 。

无人子区钍射气最大浓度出现在 NNE 方位 0~1km 处，最大浓度为  $0.0132 \text{Bq/m}^3$ ；无人子区  $^{222}\text{Rn}$  最大浓度出现在 SW 方位 0~1km 处，最大浓度为  $0.529 \text{Bq/m}^3$ 。

#### 6.1.3.4 各子区公众个人剂量

气载放射性流出物所致各子区公众个人剂量见表 6.1-7，评价范围内公众个人剂量等值线分布见图 6.1-2。

表 6.1-7 各子区公众个人剂量 单位：mSv/a

方位	距离 (km)					
	0~1	1~2	2~3	3~5	5~10	10~20
N	6.92E-04	1.22E-04	5.20E-05	1.90E-05	3.76E-06	1.92E-06
NNE	6.76E-04	1.30E-04	5.51E-05	3.64E-05	7.87E-06	3.46E-06
NE	5.65E-04	1.24E-04	5.98E-05	2.29E-05	8.68E-06	4.49E-06



方位	距离 (km)					
	0~1	1~2	2~3	3~5	5~10	10~20
ENE	5.29E-04	1.64E-04	6.50E-05	2.86E-05	1.15E-05	6.50E-06
E	9.26E-04	3.94E-04	8.24E-05	3.73E-05	1.72E-05	6.11E-06
ESE	1.53E-03	6.27E-04	1.72E-04	1.13E-04	2.98E-05	9.87E-06
SE	1.90E-03	5.02E-04	2.07E-04	1.71E-04	2.74E-05	1.35E-05
SSE	2.84E-03	6.84E-04	3.83E-04	2.04E-04	2.83E-05	9.53E-06
S	5.70E-03	1.08E-03	4.99E-04	3.02E-04	9.40E-05	7.44E-06
SSW	9.83E-03	6.12E-04	1.93E-03	2.61E-04	1.23E-04	4.58E-05
SW	<b>1.27E-02</b>	<b>2.77E-03</b>	1.02E-03	7.44E-04	9.35E-05	4.87E-05
WSW	7.57E-03	1.09E-03	7.05E-04	4.76E-04	6.99E-05	3.08E-05
W	4.84E-03	1.07E-03	4.34E-04	3.91E-04	6.49E-05	1.40E-05
WNW	2.67E-03	3.73E-04	2.14E-04	5.98E-05	5.26E-06	2.52E-06
NW	1.32E-03	7.59E-05	4.37E-05	3.98E-05	3.08E-06	1.54E-06
NNW	8.16E-04	1.16E-04	2.08E-05	1.99E-05	2.56E-06	1.20E-06

注：阴影区为无人子区。

由表 6.1-7 可知，本项目气载放射性流出物所致有人子区最大个人剂量出现在 SW 方位 1~2km 处，公众剂量最大值为  $2.77 \times 10^{-3} \text{mSv/a}$ 。无人子区最大个人剂量出现在 SW 方位 0~1km 处，潜在最大照射剂量值  $1.27 \times 10^{-2} \text{mSv/a}$ 。

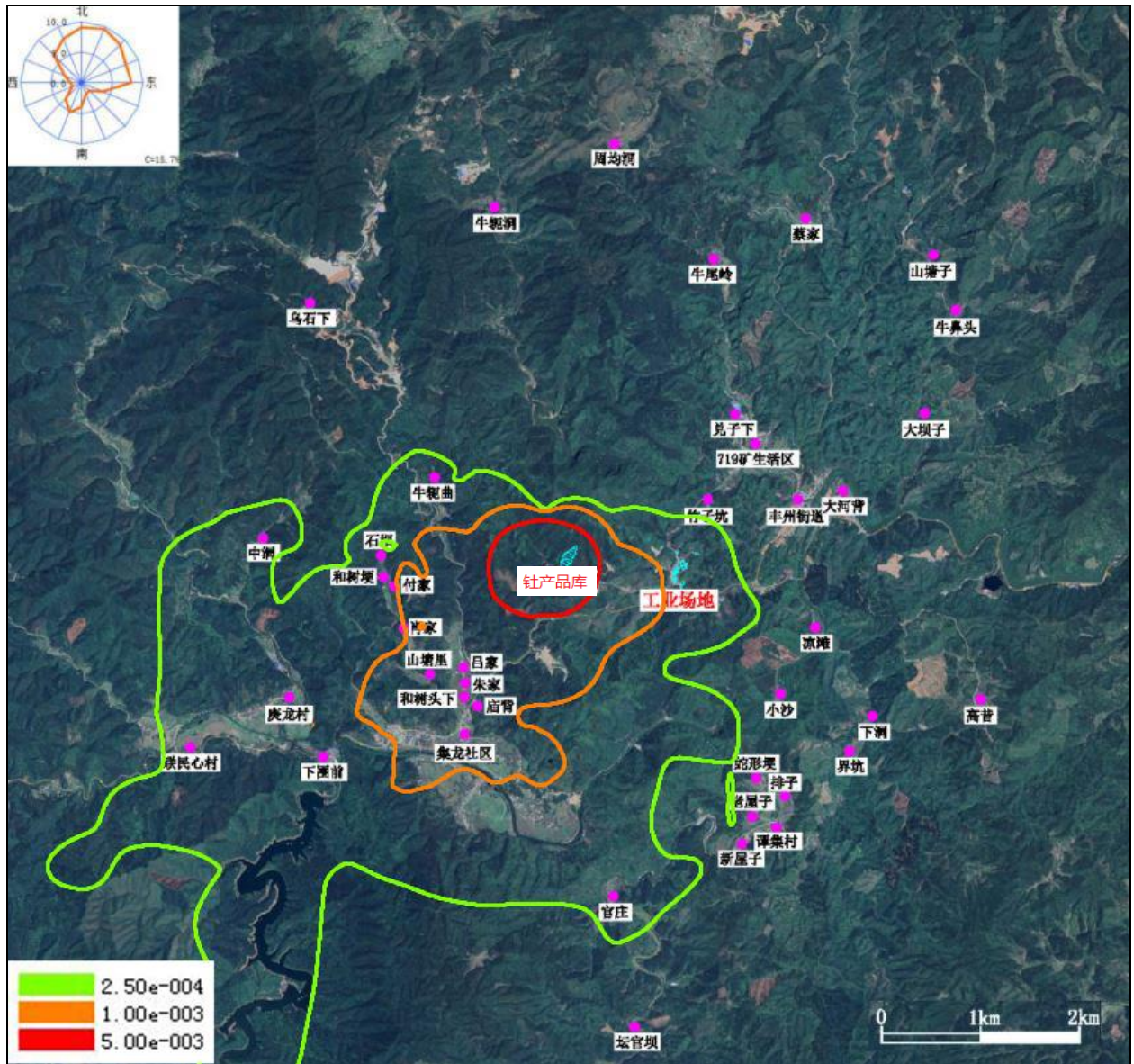


图 6.1-2 公众个人剂量等值线图 (mSv/a)

### 6.1.3.5 集体剂量

本项目气载流出物所致 20km 范围内的集体有效剂量见表 6.1-8。由表可知，本项目 20km 的集体剂量为  $9.43 \times 10^{-3}$  人·Sv/a。

表 6.1-8 气载放射性流出物所致集体有效剂量 人·Sv/a

距离	0~1km	0~2km	0~3km	0~5km	0~10km	0~20km
集体剂量	0.00E+00	1.11E-03	5.82E-03	7.25E-03	8.41E-03	9.43E-03
份额 (%)	0.0	11.7	61.7	76.8	89.1	100.0

## 6.1.4 地表水途径环境影响

### 6.1.4.1 评价基本参数设置

#### 1) 评价方法

本次地表水途径辐射环境影响评价的基本评价指标是评价中心半径20km范围内地表水体排放口处下游接纳水体所致公众的个人剂量和集体剂量。评价方法是以模式计算为主，选择放射性核素在环境中迁移和剂量估算模式以及相应计算参数，利用预测软件完成个人有效剂量及集体有效剂量的估算，并对设施所致最大个人剂量进行分析。

#### 2) 评价中心、评价子区及年龄组、评价年份

同气载途径相同，不再重复赘述。

#### 3) 评价计算模式

本项目预测采用中核第四研究设计工程有限公司开发的 ULID-FINE 软件，该软件是在原 Y30LID 原理基础上界面化的程序，同时更新了最新的剂量参数。具体模式与参数详见附录二。

### 6.1.4.2 接纳水体核素浓度

本项目液态放射性流出物所致接纳水体中各核素活度浓度见表 6.1-9。

表 6.1-9 接纳水体放射性流出物各核素浓度  $\text{Bq/m}^3$

河段 核素	1	2	3~6	7~10	11~25	26~34
$^{238}\text{U}$	3.23E-02	2.99E-02	2.76E-02	2.49E-02	2.40E-02	1.69E-02
$^{234}\text{U}$	3.23E-02	2.99E-02	2.76E-02	2.49E-02	2.40E-02	1.69E-02
$^{226}\text{Ra}$	9.71E-03	8.97E-03	8.31E-03	7.48E-03	7.21E-03	5.07E-03
$^{230}\text{Th}$	1.63E-02	1.51E-02	1.40E-02	1.26E-02	1.21E-02	8.52E-03
$^{210}\text{Po}$	4.42E-03	4.08E-03	3.77E-03	3.39E-03	3.27E-03	2.29E-03
$^{210}\text{Pb}$	4.41E-03	4.08E-03	3.78E-03	3.40E-03	3.28E-03	2.30E-03
$^{228}\text{Ra}$	9.71E-03	8.97E-03	8.31E-03	7.48E-03	7.21E-03	5.07E-03
$^{228}\text{Th}$	1.07E-02	9.89E-03	9.15E-03	8.23E-03	7.94E-03	5.58E-03
$^{232}\text{Th}$	1.07E-02	9.89E-03	9.15E-03	8.24E-03	7.95E-03	5.58E-03

### 6.1.4.3 最大个人剂量估算

本项目液态放射性流出物所致各子区各年龄组最大个人剂量见表 6.1-10。

表 6.1-10 液态放射性流出物所致各子区公众最大个人剂量 mSv/a

方位	年龄组	距离 (km)					
		0~1	1~2	2~3	3~5	5~10	10~20
ENE	婴儿			2.98E-07			2.21E-07
	幼儿			1.09E-04			8.04E-05
	少年			<b>1.67E-04</b>			1.24E-04
	成人			8.47E-05			6.28E-05
E	婴儿					2.54E-07	
	幼儿					9.27E-05	
	少年					1.42E-04	
	成人					7.24E-05	

注：空白区为无人子区或河流不经过子区。

从表 6.1-10 可以看到，本项目液态放射性流出物所致个人剂量最大值的出现在 ENE 方位 2~3km 子区的少年组，最大值为  $1.67 \times 10^{-4} \text{mSv/a}$ 。该子区其他年龄组剂量分别为婴儿组  $2.98 \times 10^{-7} \text{mSv/a}$ ，幼儿组  $1.09 \times 10^{-4} \text{mSv/a}$ ，成人组  $8.47 \times 10^{-5} \text{mSv/a}$ 。

本项目液态流出物各照射途径、各核素对最大个人剂量的贡献见表 6.1-11。

表 6.1-11 液态放射性流出物各核素、各途径最大个人剂量贡献 mSv/a

途径核素	游泳	岸边活动	水生生物食入	农产品食入	动物产品食入	合计	份额 (%)
<sup>238</sup> U	4.86E-13	4.23E-10	7.46E-08	5.68E-07	2.64E-07	9.07E-07	0.5
<sup>234</sup> U	1.07E-12	5.74E-10	8.12E-08	6.18E-07	2.87E-07	9.87E-07	0.6
<sup>226</sup> Ra	1.28E-11	1.49E-09	1.32E-06	8.04E-06	2.16E-08	9.38E-06	5.6
<sup>230</sup> Th	1.22E-12	2.91E-10	1.33E-06	4.11E-07	9.84E-10	1.74E-06	1.0
<sup>210</sup> Po	7.54E-15	4.00E-13	1.95E-06	3.65E-05	1.51E-05	5.35E-05	32.1
<sup>210</sup> Pb	1.09E-12	2.56E-10	8.54E-06	4.62E-05	2.08E-09	5.48E-05	32.9
<sup>228</sup> Ra	3.76E-12	5.11E-10	6.43E-06	3.67E-05	9.92E-08	4.33E-05	26.0
<sup>228</sup> Th	0.00E+00	0.00E+00	5.45E-07	1.37E-07	3.33E-10	6.83E-07	0.4
<sup>232</sup> Th	4.02E-13	1.40E-10	1.05E-06	3.26E-07	7.79E-10	1.38E-06	0.8
合计	2.08E-11	3.68E-09	2.13E-05	1.30E-04	1.58E-05	1.67E-04	100.0
份额 (%)	1.25E-05	2.21E-03	12.8	77.7	9.5	100.0	/

从表 6.1-11 可以看到，本项目液态流出物照射途径中，农产品食入内照射途径对最大个人剂量贡献值最大，贡献值为  $1.30 \times 10^{-4} \text{mSv/a}$ ，贡献份额为 77.7%；各核素中， $^{210}\text{Po}$ 、 $^{210}\text{Pb}$  贡献值相近，分别为  $5.36 \times 10^{-4} \text{mSv/a}$  和  $5.37 \times 10^{-4} \text{mSv/a}$ ，合计贡献份额为 65%。

#### 6.1.4.4 集体剂量

本项目液态放射性流出物所致 20km 范围内的集体有效剂量见表 6.1-12。由表可知，本项目 20km 的集体剂量为  $3.28 \times 10^{-4} \text{人} \cdot \text{Sv/a}$ 。

表 6.1-12 液态放射性流出物所致集体有效剂量 人·Sv/a

距离	0~1km	0~2km	0~3km	0~5km	0~10km	0~20km
集体剂量	0.00E+00	0.00E+00	2.50E-05	2.50E-05	1.29E-04	3.28E-04
份额 (%)	0.0	0.0	6.2	6.2	30.4	100.0

### 6.1.5 剂量汇总与评价

#### 6.1.5.1 本项目综合途径所致个人剂量

本项目所致 20km 评价范围内居民点辐射环境影响途径来自气载途径和地表水途径，故综合考虑上述两种途径后，气、液流出物综合所致 20km 范围内最大个人剂量见表 6.1-13。

从该 6.1-13 表可知，本项目气、液态综合所致各子区最大个人剂量附加值仍为  $2.77 \times 10^{-3} \text{mSv/a}$ ，出现在 SW 方位 1~2km 子区内，大部分  $^{222}\text{Rn}$  吸入所致，占比 96.27%，关键途径为吸入内照射，关键核素为  $^{222}\text{Rn}$ ，关键居民组为吕家。

表 6.1-13 本项目综合途径态所致各子区最大个人剂量 mSv/a

方位	距离 (km)					
	0~1	1~2	2~3	3~5	5~10	10~20
N	6.92E-04	1.22E-04	5.20E-05	1.90E-05	3.76E-06	1.92E-06
	6.92E-04	1.22E-04	5.20E-05	1.90E-05	3.76E-06	1.92E-06
	6.92E-04	1.22E-04	5.20E-05	1.90E-05	3.76E-06	1.92E-06
	6.92E-04	1.22E-04	5.20E-05	1.90E-05	3.76E-06	1.92E-06
NNE	6.76E-04	1.30E-04	5.51E-05	3.64E-05	7.87E-06	3.46E-06
	6.76E-04	1.30E-04	5.51E-05	3.64E-05	7.87E-06	3.46E-06
	6.76E-04	1.30E-04	5.51E-05	3.64E-05	7.87E-06	3.46E-06
	6.76E-04	1.30E-04	5.51E-05	3.64E-05	7.87E-06	3.46E-06

方位	距离（km）					
	0~1	1~2	2~3	3~5	5~10	10~20
NE	5.65E-04	1.24E-04	5.98E-05	2.29E-05	8.68E-06	4.49E-06
	5.65E-04	1.24E-04	5.98E-05	2.29E-05	8.68E-06	4.49E-06
	5.65E-04	1.24E-04	5.98E-05	2.29E-05	8.68E-06	4.49E-06
	5.65E-04	1.24E-04	5.98E-05	2.29E-05	8.68E-06	4.49E-06
ENE	5.29E-04	1.64E-04	6.53E-05	2.86E-05	1.15E-05	6.72E-06
	5.29E-04	1.64E-04	1.74E-04	2.86E-05	1.15E-05	8.69E-05
	5.29E-04	1.64E-04	2.32E-04	2.86E-05	1.15E-05	1.31E-04
	5.29E-04	1.64E-04	1.50E-04	2.86E-05	1.15E-05	6.93E-05
E	9.26E-04	3.94E-04	8.24E-05	3.73E-05	1.75E-05	6.11E-06
	9.26E-04	3.94E-04	8.24E-05	3.73E-05	1.10E-04	6.11E-06
	9.26E-04	3.94E-04	8.24E-05	3.73E-05	1.59E-04	6.11E-06
	9.26E-04	3.94E-04	8.24E-05	3.73E-05	8.96E-05	6.11E-06
ESE	1.53E-03	6.27E-04	1.72E-04	1.13E-04	2.98E-05	9.87E-06
	1.53E-03	6.27E-04	1.72E-04	1.13E-04	2.98E-05	9.87E-06
	1.53E-03	6.27E-04	1.72E-04	1.13E-04	2.98E-05	9.87E-06
	1.53E-03	6.27E-04	1.72E-04	1.13E-04	2.98E-05	9.87E-06
SE	1.90E-03	5.02E-04	2.07E-04	1.71E-04	2.74E-05	1.35E-05
	1.90E-03	5.02E-04	2.07E-04	1.71E-04	2.74E-05	1.35E-05
	1.90E-03	5.02E-04	2.07E-04	1.71E-04	2.74E-05	1.35E-05
	1.90E-03	5.02E-04	2.07E-04	1.71E-04	2.74E-05	1.35E-05
SSE	2.84E-03	6.84E-04	3.83E-04	2.04E-04	2.83E-05	9.53E-06
	2.84E-03	6.84E-04	3.83E-04	2.04E-04	2.83E-05	9.53E-06
	2.84E-03	6.84E-04	3.83E-04	2.04E-04	2.83E-05	9.53E-06
	2.84E-03	6.84E-04	3.83E-04	2.04E-04	2.83E-05	9.53E-06
S	5.70E-03	1.08E-03	4.99E-04	3.02E-04	9.40E-05	7.44E-06
	5.70E-03	1.08E-03	4.99E-04	3.02E-04	9.40E-05	7.44E-06
	5.70E-03	1.08E-03	4.99E-04	3.02E-04	9.40E-05	7.44E-06
	5.70E-03	1.08E-03	4.99E-04	3.02E-04	9.40E-05	7.44E-06
SSW	9.83E-03	6.12E-04	1.93E-03	2.61E-04	1.23E-04	4.58E-05
	9.83E-03	6.12E-04	1.93E-03	2.61E-04	1.23E-04	4.58E-05
	9.83E-03	6.12E-04	1.93E-03	2.61E-04	1.23E-04	4.58E-05
	9.83E-03	6.12E-04	1.93E-03	2.61E-04	1.23E-04	4.58E-05

方位	距离（km）					
	0~1	1~2	2~3	3~5	5~10	10~20
SW	1.27E-02	<b>2.77E-03</b>	1.02E-03	7.44E-04	9.35E-05	4.87E-05
	1.27E-02	<b>2.77E-03</b>	1.02E-03	7.44E-04	9.35E-05	4.87E-05
	1.27E-02	<b>2.77E-03</b>	1.02E-03	7.44E-04	9.35E-05	4.87E-05
	1.27E-02	<b>2.77E-03</b>	1.02E-03	7.44E-04	9.35E-05	4.87E-05
WSW	7.57E-03	1.09E-03	7.05E-04	4.76E-04	6.99E-05	3.08E-05
	7.57E-03	1.09E-03	7.05E-04	4.76E-04	6.99E-05	3.08E-05
	7.57E-03	1.09E-03	7.05E-04	4.76E-04	6.99E-05	3.08E-05
	7.57E-03	1.09E-03	7.05E-04	4.76E-04	6.99E-05	3.08E-05
W	4.84E-03	1.07E-03	4.34E-04	3.91E-04	6.49E-05	1.40E-05
	4.84E-03	1.07E-03	4.34E-04	3.91E-04	6.49E-05	1.40E-05
	4.84E-03	1.07E-03	4.34E-04	3.91E-04	6.49E-05	1.40E-05
	4.84E-03	1.07E-03	4.34E-04	3.91E-04	6.49E-05	1.40E-05
WNW	2.67E-03	3.73E-04	2.14E-04	5.98E-05	5.26E-06	2.52E-06
	2.67E-03	3.73E-04	2.14E-04	5.98E-05	5.26E-06	2.52E-06
	2.67E-03	3.73E-04	2.14E-04	5.98E-05	5.26E-06	2.52E-06
	2.67E-03	3.73E-04	2.14E-04	5.98E-05	5.26E-06	2.52E-06
NW	1.32E-03	7.59E-05	4.37E-05	3.98E-05	3.08E-06	1.54E-06
	1.32E-03	7.59E-05	4.37E-05	3.98E-05	3.08E-06	1.54E-06
	1.32E-03	7.59E-05	4.37E-05	3.98E-05	3.08E-06	1.54E-06
	1.32E-03	7.59E-05	4.37E-05	3.98E-05	3.08E-06	1.54E-06
NNW	8.16E-04	1.16E-04	2.08E-05	1.99E-05	2.56E-06	1.20E-06
	8.16E-04	1.16E-04	2.08E-05	1.99E-05	2.56E-06	1.20E-06
	8.16E-04	1.16E-04	2.08E-05	1.99E-05	2.56E-06	1.20E-06
	8.16E-04	1.16E-04	2.08E-05	1.99E-05	2.56E-06	1.20E-06

注：表中阴影部分为无人子区。

由表 6.1-14 可知，气、液流出物综合所致 20km 范围内的集体剂量为  $9.76 \times 10^{-3}$  人 Sv/a，主要是气态途径的贡献，液态照射途径的贡献较小。

表 6.1-14 本项目综合途径所致集体有效剂量 人·Sv/a

距离	0~1km	0~2km	0~3km	0~5km	0~10km	0~20km
气态	0.00E+00	1.11E-03	5.82E-03	7.25E-03	8.41E-03	9.43E-03
液态	0.00E+00	0.00E+00	2.50E-05	2.50E-05	1.29E-04	3.28E-04
合计	0.00E+00	1.11E-03	5.84E-03	7.27E-03	8.54E-03	9.76E-03



### 6.1.5.2 剂量汇总与评价

本项目放射性源项所致关键居民点为 SW 方位 1~2km 子区内的吕家；关键途径为吸入内照射，占比 100%；关键核素为  $^{222}\text{Rn}$ ，占比 99% 以上。该关键居民点的最大个人剂量附加值为  $2.77 \times 10^{-3} \text{mSv/a}$ ，满足于本项目公众剂量管理约束值不超过  $0.01 \text{mSv/a}$  的要求。

## 6.2 地下水环境影响

### 6.2.1 正常工况下地下水环境影响

本项目钍初级产品暂存库和尾渣库设有拦渣坝、截排洪设施、内部挡墙和防雨棚可有效减少大气降水及上游客水进入库内。此外，为避免对地下水造成污染，在库底和侧壁铺设了防渗层和导排设施，其结构按照相关标准要求设计，从上至下依次为：非织造土工布反滤层、卵（砾）石渗水导流层、非织造土工布膜上保护层、高密度聚乙烯（HDPE）土工膜防渗层、非织造土工布膜下保护层、渗水检查层（兼渗水次导流层）、非织造土工布保护层、高密度聚乙烯（HDPE）土工膜防渗层、压实粘土天然材料防渗，具体参数见工程分析章节。此外，本项目设置了渗漏检查层，通过定期检查渗水检查井是否有渗水，来判断首层人工防渗膜是否发生破裂。并在上游 50m 和下游 30m 各设置 1 口地下水监测井，定期对监测井中的地下水进行取样监测，来判断两库是否发生泄漏。

综上所述，在正常工况下，采取上述措施后，可充分地阻挡滩面降水、库外山坡雨水对库内物料的冲刷和淋滤，防渗措施可有效防止生产期间渗水的下渗，有效地避免了渗水进入地下水系统的风险。因此，正常工况下基本不会对周围地下水环境造成影响。

### 6.2.2 非正常工况下地下水途径环境影响

参照《环境影响评价技术导则地下水环境》（HJ610-2016），本次非正常状况下采用解析法进行地下水环境预测与评价。

#### 1) 预测情形

非正常状况下，不考虑库顶部防雨棚遮雨效果，并假设底部防渗结构均出现不同程度破损，忽略污染源在包气带的迁移过程，渗水直接泄漏至地下水造成污染，预测评价其对地下水环境造成的影响。参照《环境影响评价技



术导则地下水环境》（HJ610-2016），预测时段选取 100d、1000d 和 7300d（服务年限 20a），保守考虑泄漏时长为 7300d。

## 2) 预测源强

### (1) 渗水量

假定渗滤液通过失效后的防渗部分连续泄漏至地下环境，渗滤液渗漏量计算可以参考达西定律的计算公式，如下式：

$$Q=\alpha\times K\times I\times A \quad (6-1)$$

式中：

$Q$ —渗水量， $m^3/d$ ；

$K$ —防渗结构下介质垂向渗透系数，由于防渗结构下为基岩，渗透系数极低，保守考虑取其上的中风化板岩渗透系数，即  $0.03m/d$ ；

$I$ —水力梯度，此处取值为 1；

$A$ —防渗面积， $m^2$ ，保守考虑取最大单元组面积，即  $2890m^2$ ；

$\alpha$ —防渗结构失效率，正常工况下通常取  $0.007\% \sim 0.013\%$ ，非正常工况下取正常工况 10~100 倍，本次取均值  $0.55\%$ 。

经上式计算，渗水量为  $0.48m^3/d$ 。

### (2) 渗水中核素浓度

本项钍初级产品暂存库和尾渣库，分别储存钍初级产品  $9000t/a$  和尾渣  $1400t/a$ （含铀除杂渣和氯化稀土生产线尾渣），其中钍初级产品占比  $86.5\%$ 。此外，钍初级产品放射性水平最高，仅此保守考虑渗水均由钍初级产品产生。由 3.5 节可知，钍初级产品  $^{238}U$  活度浓度约  $2630Bq/kg$ ， $^{232}Th$  活度浓度约  $670698Bq/kg$ ， $^{226}Ra$  活度浓度约  $69000Bq/kg$ 。本项目两库渗水中放射性核素浓度采用《272 厂尾矿库退役治理工程环境影响报告书（可行性研究阶段）》（中国辐射防护研究院，1996 年）中经验公式计算，即渗水中污染物浓度=物料中放射性核素比活度/放射性核素的浸出因子。渗水中核素浓度见表 6.2-1。

表 6.2-1 渗水中核素浓度

核素	$^{238}\text{U}$	$^{232}\text{Th}$	$^{226}\text{Ra}$
储钍初级产品中核素比活度 (Bq/kg)	2630	670698	69000
浸出因子 (mL/g)	$6.7 \times 10^2$	$3.7 \times 10^3$	$1.4 \times 10^4$
污染物浓度	0.32mg/L	44.87mg/L	4.93Bq/L

## 3) 预测模型

根据预测情景，将污染源的泄漏概化为平面连续点源，适用《环境影响评价技术导则地下水环境》(HJ610-2016)中一维稳定流动二维水动力弥散问题—连续注入示踪剂—平面连续点源，计算公式如下：

$$C(x, y, t) = \frac{m_t}{4\pi M n_e \sqrt{D_L D_T}} e^{\frac{xu}{2D_L}} \left[ 2K_0(\beta) - W\left(\frac{u^2 t}{4D_L}, \beta\right) \right] \quad (6-2)$$

$$\beta = \sqrt{\frac{u^2 x^2}{4D_L^2} + \frac{u^2 y^2}{4D_L D_T}}$$

式中：

$x, y$ ——计算点处的位置坐标；

$t$ ——时间，d；

$C(x, y, t)$ —— $t$ 时刻点  $x, y$  处的示踪剂质量浓度，mg/L；

$M$ ——潜水含水层的厚度，m；

$m_t$ ——单位时间注入示踪剂的质量，kg/d；

$u$ ——水流速度，m/d；此处， $u = K \times I / n_e$ ；

$n_e$ ——有效孔隙度，量纲为 1；

$D_L$ ——纵向弥散系数， $\text{m}^2/\text{d}$ ；

$D_T$ ——横向  $y$  方向的弥散系数， $\text{m}^2/\text{d}$ ；

$\pi$ ——圆周率；

$K_0(\beta)$ ——第二类零阶修正贝塞尔函数；

$W\left(\frac{u^2 t}{4D_L}, \beta\right)$ ——第一类越流系统井函数。

## 4) 模型参数选取

本次模拟预测的水文地质参数主要来自《江西共伴生铀资源（独居石）

综合利用项目（尾渣库）岩土工程勘察报告（详细勘察）》（中核大地勘察设计有限公司，2022.5）和水文地质试验，部分参数（有效孔隙度、弥散度）选取了经验值，各参数取值见表 6.2-2。

表 6.2-2 模型参数一览表

K(m/d)	u(m/d)	M (m)	D <sub>L</sub> (m <sup>2</sup> /d)	D <sub>T</sub> (m <sup>2</sup> /d)	n <sub>e</sub>	I
0.34	0.136	20	1.36	0.136	0.2	0.08

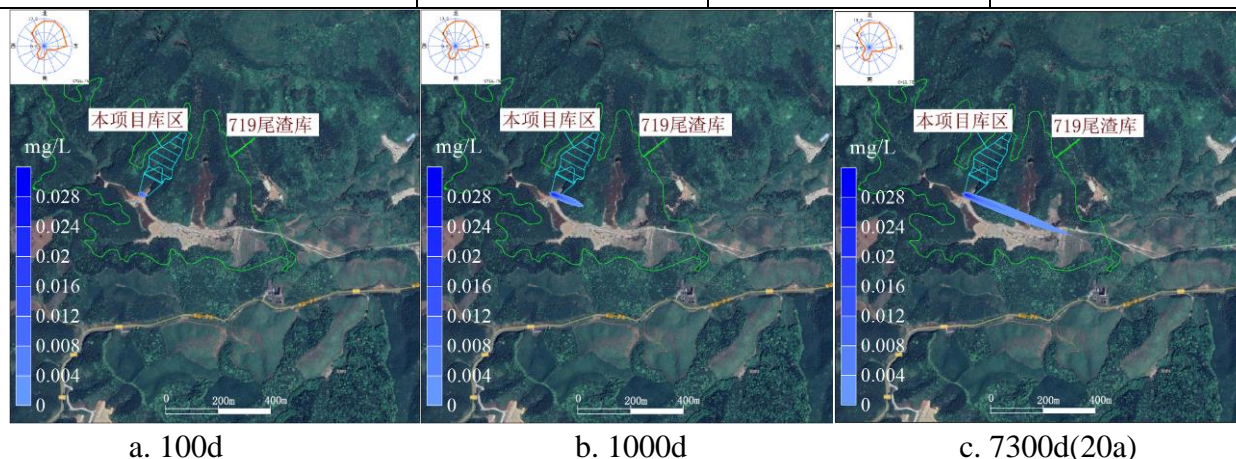
### 5) 预测结果及评价

#### (1) <sup>238</sup>U

将上述参数代入预测公式 6-1 进行计算，以 0mg/L 为边界统计各预测时段地下水中 <sup>238</sup>U 贡献值随迁移距离的变化特征，结果见表 6.2-3、图 6.2-1。由结果可知，第 100d 时下游最大迁移距离为 22m，最大贡献浓度仅为 0.019mg/L；第 1000d 时下游最大迁移距离为 127m，最大贡献浓度仅为 0.025mg/L；第 7300d 时（运行期末 20a）下游最大迁移距离为 444m，最大贡献浓度仅为 0.027mg/L。可以看出，非正常工况下渗水进入潜水含水层造成地下水中 <sup>238</sup>U 浓度局部升高，但影响范围及影响程度均较小，且不涉及地下水保护目标。

表 6.2-3 各预测时段地下水中 <sup>238</sup>U 迁移特征一览表

运移时间 (d)	100	1000	7300 (20a)
最大运移距离 (m)	22	127	444
贡献浓度峰值 (mg/L)	0.019	0.025	0.027

图 6.2-1 各预测时段地下水中 <sup>238</sup>U 分布特征

## (2) $^{232}\text{Th}$

以 0mg/L 为边界统计各预测时段地下水中  $^{232}\text{Th}$  贡献值随迁移距离的变化特征, 结果见表 6.2-4、图 6.2-2。由结果可知, 第 100d 时下游最大迁移距离为 41m, 最大贡献浓度仅为 2.25mg/L; 第 1000d 时下游最大迁移距离为 201m, 最大贡献浓度仅为 3.36mg/L; 第 7300d 时(服务期末 20a)下游最大迁移距离为 953m, 最大贡献浓度仅为 3.38mg/L。可以看出, 非正常工况下渗水进入潜水含水层造成地下水中  $^{232}\text{Th}$  浓度局部升高, 但影响范围及影响程度有限, 且不涉及地下水保护目标。

表 6.2-4 各预测时段地下水中  $^{232}\text{Th}$  迁移特征一览表

运移时间 (d)	100	1000	7300 (20a)
最大运移距离 (m)	41	201	953
贡献浓度峰值 (mg/L)	2.25	3.36	3.38

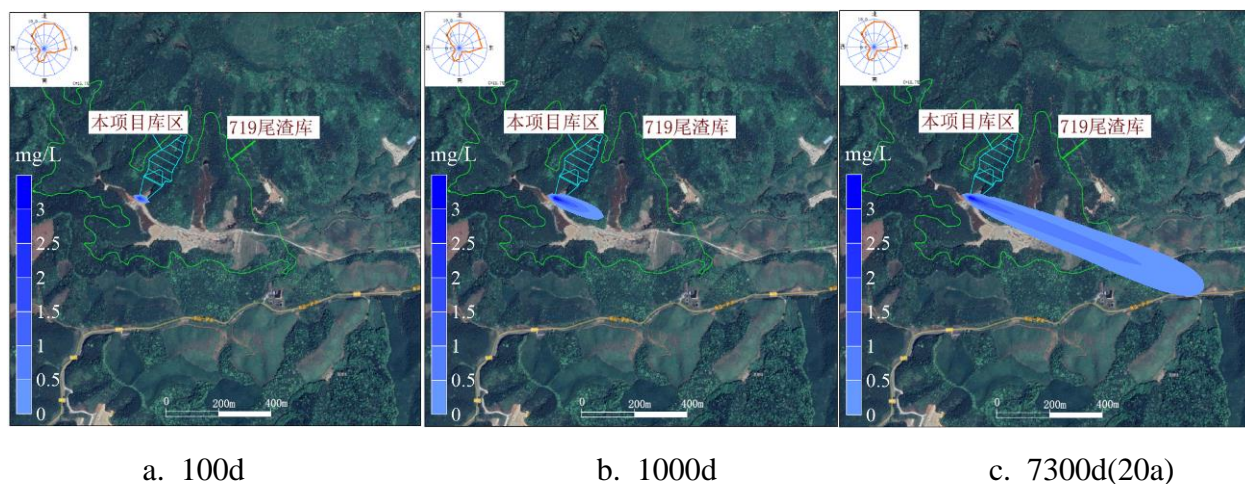


图 6.2-2 各预测时段地下水中  $^{232}\text{Th}$  分布特征

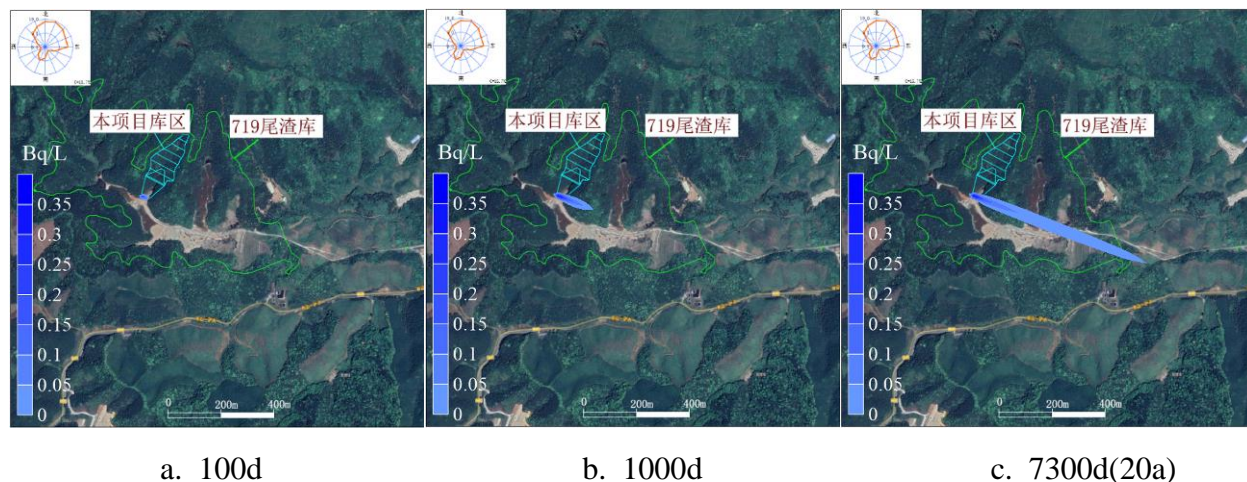
## (3) $^{226}\text{Ra}$

以 0Bq/L 为边界统计各预测时段地下水中  $^{226}\text{Ra}$  贡献值随迁移距离的变化特征, 结果见表 6.2-5、图 6.2-3。由结果可知, 第 100d 时下游最大迁移距离为 27m, 最大贡献浓度仅为 0.25Bq/L; 第 1000d 时下游最大迁移距离为 143m, 最大贡献浓度仅为 0.33Bq/L; 第 7300d 时(服务期末 20a)下游最大迁移距离为 703m, 最大贡献浓度仅为 0.34Bq/L。可以看出, 非正常工况下渗水进入潜水含水层造成地下水中  $^{226}\text{Ra}$  浓度局部升高, 但影响范围及影响程度均较小, 且不涉及地下水保护目标。



表 6.2-5 各预测时段地下水中  $^{226}\text{Ra}$  迁移特征一览表

运移时间 (d)	100	1000	7300 (20a)
最大运移距离 (m)	27	143	703
贡献浓度峰值 (Bq/L)	0.25	0.33	0.34

图 6.2-3 各预测时段地下水中  $^{226}\text{Ra}$  分布特征

综上所述,本项目在非正常状况下发生渗漏(假设第一年开始渗漏), $^{238}\text{U}$  最大迁移距离 444m,最大贡献浓度仅为 0.027mg/L; $^{232}\text{Th}$  最大迁移距离 953m,最大贡献浓度仅为 3.38mg/L; $^{226}\text{Ra}$  最大迁移距离 703m,最大贡献浓度仅为 0.34Bq/L。由此可知,非正常工况下对地下水环境可能产生一定影响,但影响范围和程度有限,且不涉及地下水保护目标,不会对本区地下水辐射环境产生较大影响。

### 6.3 非放射性污染物环境影响

#### 6.3.1 大气环境影响评价

本项目独居石处理厂房铀资源回收酸洗工序使用 HCl 含量为 12.5% 的酸洗水,产生少量 HCl 酸雾,采用酸雾净化塔进行处理,排放源强详见表 6.3-1。

经 AREScreen 大气估算模式计算,结果如表 6.3-2 和表 6.3-3 所示。由此可知, HCl 的最大落地浓度为  $0.77\mu\text{g}/\text{m}^3$ , 占标率  $P_i$  为 1.54%, 大气评价等级为二级, 评价范围为边长 5km 范围。

表 6.3-1 HCl 源强参数一览表

名称	污染物	源强 (kg/d)	排放浓度 ( $\text{mg}/\text{m}^3$ )	排放高度 (m)	出口内径 (m)	温度 ( $^{\circ}\text{C}$ )
酸雾净化塔	HCl	0.69	1.15	27	0.8	24

表 6.3-2 拟建项目大气环境影响估算结果

污染源名称	污染物	Ci ( $\mu\text{g}/\text{m}^3$ )	Coi ( $\mu\text{g}/\text{m}^3$ )	Pi (%)	距离 (m)
酸雾净化塔	HCl	0.77	50	1.54	459

表 6.3-3 不同距离处 HCl 浓度贡献值

序号	距离, m	HCl 浓度, $\mu\text{g}/\text{m}^3$	占标率, %
1	100	0.25	0.50
2	300	0.64	1.28
<b>3</b>	<b>459</b>	<b>0.77</b>	<b>1.54</b>
4	500	0.76	1.52
5	700	0.66	1.31
6	1000	0.51	1.03
7	2000	0.31	0.61
8	3000	0.23	0.45
9	5000	0.15	0.31

由估算结果可知，距离工业场地最近敏感点竹子坑（约 900m）处贡献值为  $0.54\mu\text{g}/\text{m}^3$ 。根据本项目环境质量调查结果，项目周围敏感点 HCl 浓度未检出，经大气估算模式计算，将贡献值与背景值叠加后  $0.54\mu\text{g}/\text{m}^3$ ，满足《环境影响评价技术导则 大气环境》（HJ 2.2-2018）中附录 D 中不高于  $50\mu\text{g}/\text{m}^3$ 。

### 6.3.2 地表水环境影响评价

#### 6.3.2.1 评价等级及源项

本项目废水包括工艺废水和生活污水，总排放量为  $60.34\text{m}^3/\text{d}$ 。

其中，工艺废水由工艺废水处理设施处理，排放量为  $10\text{m}^3/\text{d}$ ，主要污染物包括 Cd、As、 $\text{Cr}^{6+}$ 、Hg、Pb、Ni、SS、TP、COD 和  $\text{NH}_3\text{-N}$  等；生活污水由生活污水处理设施处理，排放量为  $50.34\text{m}^3/\text{d}$ ，主要污染物包括 COD、 $\text{BOD}_5$ 、 $\text{NH}_3\text{-N}$ 、SS 和 TP。

上述处理后的废水由总排口排至集龙江，经计算当量数  $W_{\text{max}}=1810.2$ （工艺废水 COD 当量数+生活污水 COD 当量数） $<6000$ ，污染物排放量详见表 6.3-4 和表 6.3-5， $Q=60.34\text{m}^3/\text{d}<200\text{m}^3/\text{d}$ 。

根据《江西省地表水（环境）功能区划》排放口河段为水功能为景观娱乐用水，水质目标为 III 类。根据 HJ2.3-2018 判定标准，本项目直接排放第一类污染物（如 As、Pb 等），评价等级为一级，评价范围为受纳水体排放口断

面至下游最近河段汇入口处，关心断面为排放口下游 500m 丰州断面，评价时期为丰水期和枯水期。

表 6.3-4 工艺废水非放污染物排放量及当量数

污染物 \ 类型	浓度	排放量	工作时间	年排放量	当量值 (kg)	当量数 W
	mg/L	m <sup>3</sup> /d	d/a	kg/a		
SS	70	10	300	210	4	52.5
COD	100			300	1	300
NH <sub>3</sub> -N	15			45	0.8	56.25
TP	0.5			1.5	0.25	6
F <sup>-</sup>	10			30	0.5	60
Cd	0.1			0.3	0.005	60
As	0.5			1.5	0.02	75
Cr <sup>6+</sup>	0.5			1.5	0.02	75
Hg	0.05			0.15	0.0005	300
Pb	1			3	0.025	120
Ni	1			3	0.025	120

表 6.3-5 生活污水污染物排放量及当量数

污染物 \ 类型	浓度	排放量	工作时间	年排放量	当量值 (kg)	当量数 W
	mg/L	m <sup>3</sup> /d	d/a	kg/a		
SS	70	50.34	300	1057.1	4	264.275
COD	100			1510.2	1	1510.2
NH <sub>3</sub> -N	15			226.5	0.8	283.125
TP	0.5			7.6	0.25	30.4
BOD <sub>5</sub>	20			302.0	0.5	604

### 6.3.2.2 预测模型

#### 1) 预测水文参数

本次预测选取枯水期 1 月份，丰水期 8 月份，其水文参数详见表 2.5-1。

#### 2) 预测模式

##### (1) 混合过程段长度估算

混合过程段长度估算公式如下：

$$L_m = \left\{ 0.11 + 0.7 \left[ 0.5 - \frac{a}{B} - 1.1 \left( 0.5 - \frac{a}{B} \right)^2 \right]^{1/2} \right\} \frac{uB^2}{E_y} \quad (6-3)$$

式中：

$L_m$ —混合段长度，m；

$B$ —水面宽度，m，枯水期取 50.1m，丰水期取 60.6m；

$a$ —排放口至岸边的距离，m，本项目取 0m；

$u$ —断面流速，m/s，枯水期取 0.16m/s，丰水期取 0.46m/s；

$E_y$ —污染物横向扩散系数， $m^2/s$ ，根据《水域纳污能力计算规程》（GB/T 25173-2010）中泰勒公式，计算可知枯水期为  $0.137m^2/s$ ，丰水期为  $0.210m^2/s$ 。

经计算可知，枯水期完全混合段长度约 1297.28m，丰水期为 3555.04m。本次预测选取的断面为排放口下游 500m 处，位于非完全混合段。

## （2）地表水环境影响预测

本项目废水排入集龙江，在排放过程中保持水流恒定且排污稳定，预测选取的断面为排放口下游 500m 处，在非完全混合段处。因此，本次预测采用连续稳定排放的垂向均匀混合平面二维模型，具体模型如下：

$$C(x, y) = C_h + \frac{m}{h\sqrt{\pi E_y u x}} \exp\left(-\frac{uy^2}{4E_y x}\right) \exp\left(-k \frac{x}{u}\right) \quad (6-4)$$

式中：

$C(x, y)$ —纵向距离  $x$ 、横向距离  $y$  点的污染物浓度，mg/L；

$C_h$ —河流上游污染物浓度，mg/L，保守考虑，低于检出限的污染物浓度取检出限值；

$m$ —污染物排放速率，g/s；

$h$ —断面水深，m/s，为枯水期 0.71m，丰水期 1.08m；

$u$ —断面流速，m/s，为枯水期 0.16m/s，丰水期 0.46m/s；

$E_y$ —污染物横向扩散系数， $m^2/s$ ，计算可知枯水期为  $0.137m^2/s$ ，丰水期为  $0.210m^2/s$ ；

$k$ —污染物综合衰减系数， $s^{-1}$ 。根据《水域纳污能力计算规程》（GB/T 25173-2010）中经验公式法， $K=10.3Q^{-0.49}$ ，经计算枯水期为  $4.39d^{-1}$ ，丰水期为  $1.94d^{-1}$ 。

### 6.3.2.3 预测结果

由地表水现状监测结果可知，COD、NH<sub>3</sub>-N、SS 和 TP 为工艺废水和生



活污水共同污染因子，排放量相对较大，F和Ni地表水环境监测结果占环境质量标准较高，环境容量较小，故对上述因子进行预测，预测值详见表6.3-6和表6.3-7。

#### 6.3.2.4 环境影响评价

由表6.3-5和表6.3-6可知，枯水期接纳水体（集龙江）排放口下游500m丰州村断面处COD、NH<sub>3</sub>-N、SS、TP、F和Ni浓度最大分别为4.03mg/L、0.068mg/L、8.02mg/L、0.04mg/L、0.56mg/L和4.50E-05mg/L；丰水期接纳水体（集龙江）排放口下游500m丰州村断面处COD、NH<sub>3</sub>-N、SS、TP、F和Ni浓度最大分别为4.01mg/L、0.065mg/L、8.00mg/L、0.04mg/L、0.56mg/L和1.12E-05mg/L，满足《地表水环境质量标准》（GB3838-2002）III类标准，对环境的影响较小。

表 6.3-6 废水所致排放口下游污染因子预测值分布情况（枯水期）

mg/L

污染因子	横向 Y (m)	纵向 X (m)				
		100	200	300	400	500
NH <sub>3</sub> -N	10	6.83E-02	6.74E-02	6.68E-02	6.64E-02	6.61E-02
	20	6.58E-02	6.62E-02	6.61E-02	6.59E-02	6.58E-02
	30	6.44E-02	6.51E-02	6.53E-02	6.53E-02	6.53E-02
	50	6.40E-02	6.41E-02	6.43E-02	6.44E-02	6.45E-02
COD	10	4.03E+00	4.02E+00	4.02E+00	4.02E+00	4.01E+00
	20	4.01E+00	4.01E+00	4.01E+00	4.01E+00	4.01E+00
	30	4.00E+00	4.01E+00	4.01E+00	4.01E+00	4.01E+00
	50	4.00E+00	4.00E+00	4.00E+00	4.00E+00	4.00E+00
SS	10	8.02E+00	8.02E+00	8.01E+00	8.01E+00	8.01E+00
	20	8.01E+00	8.01E+00	8.01E+00	8.01E+00	8.01E+00
	30	8.00E+00	8.00E+00	8.01E+00	8.01E+00	8.01E+00
	50	8.00E+00	8.00E+00	8.00E+00	8.00E+00	8.00E+00
TP	10	4.01E-02	4.01E-02	4.01E-02	4.01E-02	4.01E-02
	20	4.01E-02	4.01E-02	4.01E-02	4.01E-02	4.01E-02
	30	4.00E-02	4.00E-02	4.00E-02	4.00E-02	4.00E-02
	50	4.00E-02	4.00E-02	4.00E-02	4.00E-02	4.00E-02
F <sup>-</sup>	10	5.60E-01	5.60E-01	5.60E-01	5.60E-01	5.60E-01
	20	5.60E-01	5.60E-01	5.60E-01	5.60E-01	5.60E-01
	30	5.60E-01	5.60E-01	5.60E-01	5.60E-01	5.60E-01

污染因子	横向 Y (m)	纵向 X (m)				
		100	200	300	400	500
Ni	50	5.60E-01	5.60E-01	5.60E-01	5.60E-01	5.60E-01
	10	4.50E-05	3.56E-05	2.96E-05	2.54E-05	2.24E-05
	20	1.87E-05	2.30E-05	2.21E-05	2.04E-05	1.88E-05
	30	4.34E-06	1.11E-05	1.36E-05	1.42E-05	1.40E-05
	50	4.04E-08	1.07E-06	2.86E-06	4.40E-06	5.50E-06

表 6.3-7 废水所致排放口下游污染因子预测值分布情况（丰水期）

mg/L

污染因子	横向 Y (m)	纵向 X (m)				
		100	200	300	400	500
NH <sub>3</sub> -N	10	6.51E-02	6.50E-02	6.49E-02	6.48E-02	6.47E-02
	20	6.42E-02	6.44E-02	6.45E-02	6.45E-02	6.45E-02
	30	6.40E-02	6.41E-02	6.42E-02	6.43E-02	6.43E-02
	50	6.40E-02	6.40E-02	6.40E-02	6.40E-02	6.41E-02
COD	10	4.01E+00	4.01E+00	4.01E+00	4.01E+00	4.00E+00
	20	4.00E+00	4.00E+00	4.00E+00	4.00E+00	4.00E+00
	30	4.00E+00	4.00E+00	4.00E+00	4.00E+00	4.00E+00
	50	4.00E+00	4.00E+00	4.00E+00	4.00E+00	4.00E+00
SS	10	8.00E+00	8.00E+00	8.00E+00	8.00E+00	8.00E+00
	20	8.00E+00	8.00E+00	8.00E+00	8.00E+00	8.00E+00
	30	8.00E+00	8.00E+00	8.00E+00	8.00E+00	8.00E+00
	50	8.00E+00	8.00E+00	8.00E+00	8.00E+00	8.00E+00

污染因子	横向 Y (m)	纵向 X (m)				
		100	200	300	400	500
TP	10	4.00E-02	4.00E-02	4.00E-02	4.00E-02	4.00E-02
	20	4.00E-02	4.00E-02	4.00E-02	4.00E-02	4.00E-02
	30	4.00E-02	4.00E-02	4.00E-02	4.00E-02	4.00E-02
	50	4.00E-02	4.00E-02	4.00E-02	4.00E-02	4.00E-02
F <sup>-</sup>	10	5.60E-01	5.60E-01	5.60E-01	5.60E-01	5.60E-01
	20	5.60E-01	5.60E-01	5.60E-01	5.60E-01	5.60E-01
	30	5.60E-01	5.60E-01	5.60E-01	5.60E-01	5.60E-01
	50	5.60E-01	5.60E-01	5.60E-01	5.60E-01	5.60E-01
Ni	10	1.12E-05	1.04E-05	9.22E-06	8.32E-06	7.61E-06
	20	2.17E-06	4.56E-06	5.33E-06	5.52E-06	5.48E-06
	30	1.40E-07	1.16E-06	2.14E-06	2.78E-06	3.17E-06
	50	2.20E-11	1.45E-08	1.15E-07	3.11E-07	5.50E-07

### 6.3.3 声环境影响评价

本项目噪声源主要为独居石处理厂房和工艺废水处理厂房的输送泵、离心泵、风机等，本项目各种设备均选用低噪声环保设备，对风机、水泵及空压机等均采取了有效地隔声、减振措施，如泵类配置减振基座、工艺使用噪声设备均室内布置，风机旋转部分配置隔声罩等。

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

#### 1) 预测模式

本项目利用杭州三捷环境工程咨询有限公司开发的 BREEZE NOISE 软件进行噪声环境影响预测。

#### 2) 噪声源强

本项目主要噪声设备源强见表 3.9-12。

#### 3) 预测结果分析

本项目设施噪声预测贡献值见表 6.3-8，噪声等值线见图 6.3-1。由该表可知，本项目厂界噪声贡献值在（27.5~46.4）dB（A）之间，满足《工业企业厂界环境噪声排放标准》（GB12348-2008）中 2 类标准，即昼间≤60dB（A），夜间≤50dB（A），本项目噪声预测范围 200m 内无居民点，对距离最近的居民点竹子坑（约 900m）处噪声贡献值为 13.0dB（A），叠加环境背景值后昼间环境噪声为 50dB(A)，夜间环境噪声为 40dB(A)，均满足《声环境质量标准》（GB3096-2008）中 2 类标准要求。

表 6.3-8 本项目厂界及竹子坑噪声贡献值 dB（A）

预测结果	东厂界	南厂界	西厂界	北厂界	竹子坑	
					昼间	夜间
贡献值	29.7	27.5	46.4	35.9	13.0	13.0
现状值	昼间 52、夜间 43				50	40
叠加值	/				50	40
执行标准	《工业企业厂界环境噪声排放标准》 （GB12348-2008）2 类 昼间 60dB（A），夜间 50dB（A）				《声环境质量标准》（GB3096-2008） 昼间 60dB（A），夜间 50dB（A）	
达标情况	达标	达标	达标	达标	达标	

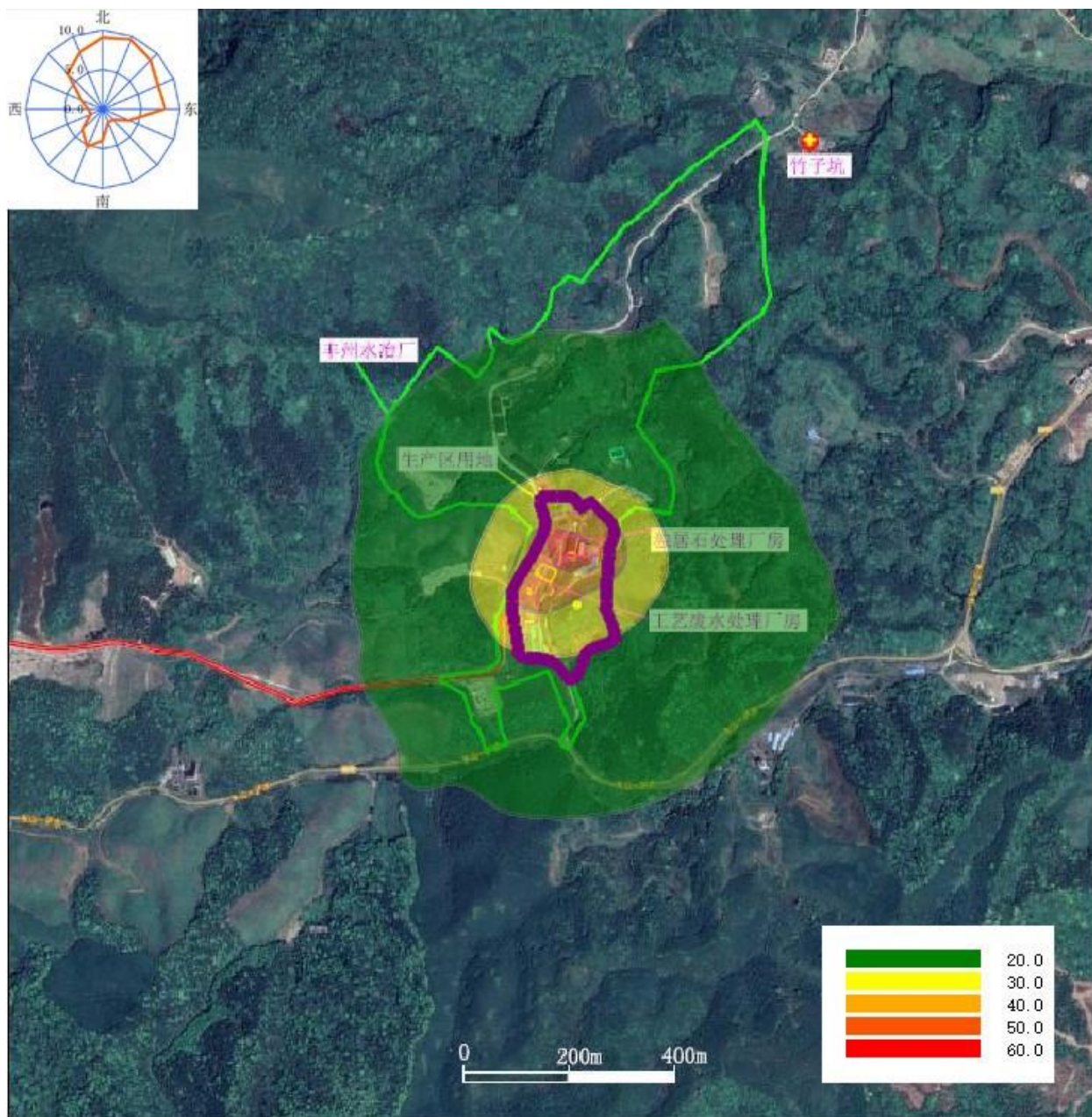


图 6.3-1 本项目噪声预测贡献值等值线图

#### 6.3.4 固体废物环境影响分析

本项目运行期非放射性固体废物主要为工作人员日常生活产生的生活垃圾。本项目生活垃圾统一收集，放在厂内指定地点，定期由垃圾处理车外运处理，不会对周围环境产生明显不利影响。

## 7 事故的环境影响

### 7.1 事故识别

本项目在投入正常运行后，可能对环境产生的辐射影响景象如下：

#### 1) 运输及尾渣库渗水密封罐泄漏事故

本项目钍初级产品和铀除杂渣采用汽车运往钍初级产品暂存库和尾渣库，在运输过程中，由于各种原因，可能发生运输车辆侧翻，导致钍初级产品和铀除杂渣洒落在沿途的事故；此外，尾渣库渗水密封罐在储存及运输至独居石处理厂房存在泄漏事故。

#### 2) 废水处理设施失效事故

本项目新建工艺废水处理设施，工艺废水含铀、钍等放射性物质，经过层析硅胶吸附、淋洗、冲洗等流程除铀、钍等处理达标后，通过槽式排放排入集龙江。可能发生的事故为放射性废水处理设施损坏，废水不经过处理直接外排，对接纳地表水体造成污染，从而导致使用水体居民的个人剂量增加。

#### 3) 主工艺设备液料泄漏事故

本项目在铀提取工序的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事故。

#### 4) 废水排放管线泄漏事故

本项目处理后的废水通过管线输送接纳水体集龙江。输送管线长度约1.8km，运行过程中，可能出现跑冒滴漏现象，造成废水漫滩排放，对管道沿线的土壤环境造成影响。

#### 5) 钍初级产品暂存库和尾渣库防雨顶棚及防渗结构破损事故

钍初级产品暂存库和尾渣库单元格防雨顶棚及底部防渗结构在极端暴雨、地震、自然老化等自然或人为损坏，致使防雨顶棚部分功能失效以及防渗结构部分破损，造成库内物料淋滤，渗滤液直接渗入下部含水层，造成周边地下水环境中核素浓度升高，对辐射影响造成一定影响。



## 7.2 事故环境影响分析

### 7.2.1 运输及尾渣库渗水密封罐泄漏事故

本项目生产期间，每年约有 9000t/a 钍初级产品和 200t/a 铀除杂渣运往钍初级产品暂存库和尾渣库储存。本项目工业场地至钍初级产品暂存库和尾渣库的运输距离约为 1.5km。根据运输自卸汽车的载重量，单次运输量约为 9.5t，则每年运输次数合计约为 970 次/a。根据核工业 30 年放射性物质运输统计数据，公路运输发生的事故概率为  $4.3 \times 10^{-7}/\text{km}$  车次，因此本项目运输交通事故发生的概率为  $6.26 \times 10^{-4}$  次/a，可见发生事故的可能性很小。

此外，本项目尾渣库渗水，通过提升泵将渗水输送至地表密封罐储存，采用渗水转运车，将渗水全部转运到独居石处理厂房回用于氯化稀土酸溶工序，渗水在储存及转运过程中可能发生，渗水泄漏事故，渗水本身就是尾渣库非正常工况产生，由此可见再发生渗水泄漏事故可能性较小。

本项目钍初级产品、尾渣及渗水密封罐运输距离较短为 1.5km，且运输路线主要位于厂区内部，沿线没有敏感点，对公众的潜在危害很小；此外，尾渣库渗水密封罐四周设有围堰，围堰尺寸为  $4\text{m} \times 4\text{m} \times 0.5\text{m}$ ，围堰底部采用 1.5mm 厚的 HDPE 防渗膜（渗透系数  $1 \times 10^{-12}\text{cm/s}$ ）及粘土保护层，防止二次渗漏。

运输过程中一旦事故发生，应立即采取有效的处理措施，及时将洒落的尾渣或钍初级产品进行清理，并对尾渣、钍初级产品或渗水泄漏污染的土壤进行超挖，超挖土运至尾渣库堆放，尽量减少对环境的污染。

### 7.2.2 废水处理设施失效事故

本项目放射性废水的外排实行槽式排放，每次排放前进行废水中铀、钍含量的测量，一旦发生处理设施失效事故可被发现，未处理的废水可以暂存在槽式排放槽或事故槽中，总共可储存 10d 的废水量，在这期间一般可以完成对废水处理设施事故的排查和维修；如果故障较大，难以在短时间内维修完毕，生产线应相应停止运行。

### 7.2.3 主工艺设备液料泄漏事故

本项目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，能够有效避免泄漏的发生。

此外，本项目在独居石处理厂房内设有排水沟及污水坑，厂房内跑冒滴漏的废液通过排水沟收集汇入污水坑，再通过排污泵输送至事故槽（6个，尺寸DN3000×3000），根据液料情况返回工艺使用；厂房地面采用混凝土基础，楼面铺设防腐、耐酸瓷砖，可以避免泄漏物料进入地下水环境。因此，通过采取预防、检查、收集、导排等措施，工艺设备及管线泄漏的影响可以控制在厂区范围内，不会对外环境产生不良影响。

#### 7.2.4 废水排放管线泄漏事故

本项目工艺废水排放输送管线长度约为1.8km，输送管道两侧以林地、荒地为主，无居民点、农田等环境敏感点。废水排放管线发生事故后，外泄废水中少量的放射性核素富集至沿线的土壤环境中。本项目输送管线均采用高强度PE管道，沿路埋地敷设，覆土厚度不小于0.4m，且沿途管线上应设置警示标志，防止人为损坏，并在局部管道隆起处设置排气阀，从而增加管道的整体性，减少管道振动。此外，在管线设计中水泵出口管道上设置多功能水泵控制阀，同时稳定供水流量，减少频繁启闭阀门，并采用关闭行程长的闸阀，以延长闭阀时间，减少水锤发生。

除此之外，在生产期应经常对排水管线进行定期检查和维修，发现异常后及时进行管线的维护和污染场地的治理，避免放射性污染事故的发生。

#### 7.2.5 尾渣库截排洪设施、防雨顶棚及防渗结构破损事故

根据6.2.2节相关内容，截排洪设施和防雨顶棚损坏将产生尾渣库渗水，将通过提升泵将渗水输送至地表密封罐储存；库底防渗结构发生破损时，尾渣库将发生渗漏（假设第一年开始渗漏）， $^{238}\text{U}$ 最大迁移距离444m，最大贡献浓度仅为0.027mg/L； $^{232}\text{Th}$ 最大迁移距离953m，最大贡献浓度仅为3.38mg/L； $^{226}\text{Ra}$ 最大迁移距离703m，最大贡献浓度仅为0.34Bq/L。由此可知，非正常工况下对地下水环境可能产生一定影响，但影响范围和程度有限，且不涉及地下水保护目标，不会对本区地下水辐射环境产生较大影响。

### 7.3 事故防范和应急控制措施

#### 7.3.1 事故防范措施

##### 1) 运输及尾渣库渗水密封罐泄漏事故

(1) 本项目不定期对运输道路进行维修、维护，发现有不平、坑洼及时

修补，保证运输道路路面质量。

(2) 按照指定的道路运输尾渣，并在运渣道路设置方向、车速等指示或警示标志。

(3) 为防止运输过程中的尾渣及钍初级产品撒漏，采用 10t 密闭箱式自卸车进行运输，自卸车车厢顶部设置遮盖设施，减少运输产生扬尘。

(4) 为防止尾渣库渗水沿途泄漏，储存罐体采取密封措施，减少发生泄漏的可能。

(5) 尾渣库渗水密封罐四周设有围堰，围堰尺寸为 4m×4m×0.5m，围堰底部采用 1.5mm 厚的 HDPE 防渗膜（渗透系数  $1 \times 10^{-12}$ cm/s）及粘土保护层，防止二次渗漏。

(6) 定期对运输车辆进行维护和保养，降低发生事故的风险，若发现运输车辆有安全隐患，应立即停止使用。

(7) 加强运输人员安全意识，减少事故发生。

## 2) 废水处理设施失效事故防范措施

(1) 本项目采用槽式排放的方式，每次排放前对废水排放槽中废水的 U<sub>天然</sub>、<sup>232</sup>Th、pH 进行监测，确保达标后排放，<sup>226</sup>Ra、<sup>210</sup>Po 和 <sup>210</sup>Pb 等放射性核素严格按照流出物监测方案定期进行监测。

(2) 经监测发现槽式排放槽废水中放射性核素含量超过排放标准，则立即停止废水处理设施运行，将未处理的废水可以暂存在槽式排放槽（3 个，尺寸 DN3500mm×3500mm，有效容积系数 0.8）和事故槽（2 个，DN2500mm×2500mm，有效容积系数 0.8）中，有效体积为 100m<sup>3</sup>，总共可储存约 10d 的废水量；同时，开展废水处理设施事故排查和维修工作，待废水处理设施运转正常后，将未达标的废水通过潜水泵重新输送至该设施进行处理。

(3) 若长时间内无法排除故障，则应在槽式排放槽和事故槽贮存满之前停止生产，直至故障排除。

(4) 定期对废水处理设施设备、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。

## 3) 工艺液料泄漏事故防范措施

(1) 本项目独居石处理厂房工艺设备生产区设有排水沟、污水坑和事故槽，一旦发生工艺液料跑冒滴漏的事故，液料通过厂房地面流入四周排水沟内，再进入污水坑及事故槽储存，并将液料返回工艺使用，事故槽（6个，尺寸 DN3000mm×3000mm，有效容积系数 0.8），有效容积约 101.7m<sup>3</sup>；同时，切断事故设备和管线的流通，及时对其进行维修。

(2) 独居石处理厂房生产区地面为混凝土基础层，楼面铺设耐腐蚀、耐酸瓷砖，降低液料泄漏对建筑结构的腐蚀影响，同时防止泄漏液料进入地下水环境。

(3) 对直接接触工艺物料工作岗位配有专用的个人防护设施，如空气呼吸器、过滤式防毒面具、化学防护服、安全眼镜、防护手套等。

(4) 加强厂区工作人员的教育和培训工作，制定相应的巡回检查制度和事故消除规程，规范岗位操作，强化工作人员的防范意识，做好日常检查。

#### 4) 废水排放管线泄漏事故防范措施

(1) 废水排放输送管线均采用高强度 PE 管道，沿路埋地敷设，覆土厚度不小于 0.4m，避免管道裸露受破坏。

(2) 排放管道沿途管线上设置警示标志，防止人为损坏。

(3) 管线水泵出口管道上设置多功能水泵控制阀，同时稳定供水流量，减少频繁启闭阀门，并采用关闭行程长的闸阀，以延长闭阀时间，减少水锤发生。

(4) 在阀门和管道连接处采取配备密封环、螺纹、卡箍紧固等措施，防止废水通过连接口外泄至土壤环境。

(5) 在生产期应经常对排水管线进行定期检查和维修，对废水的水量进行检测，发现异常后及时进行管线的维护和污染场地的治理，避免放射性污染事故的发生。

#### 5) 尾渣库截排洪设施、防雨顶棚及防渗结构破损事故防范措施

(1) 本项目在尾渣库堆积标高以上设置截排洪沟，采用钢筋混凝土结构，截排洪设施按照洪水重现期 100a (P=1%) 设计和洪水重现期 1000a (P=0.1%) 暴雨洪水校核，能够满足《核工业铀水冶厂尾矿库、尾渣库安全设计规范》(GB50520-2009) 中标准要求。

(2) 施工期间，加强尾渣库防渗结构施工质量的监督检查工作，确保本项目防渗结构按照设计要求进行施工，并做好相关记录；

(3) 运行期间，定期对尾渣库巡视工作，定期对防雨棚进行检查和维修，截排洪设施、防雨棚出现损坏后，立即组织工作人员对其进行修复，尽可能避免其破损造成库内物料淋滤雨水；

(4) 运行期间定期对提升井进行检查，暴雨后应立即对尾渣库提升井进行检查，一旦发现有渗水产生应及时启动渗水提升泵，将渗水提升至地表密封罐内储存，并采用车辆将其运至独居石处理厂房，回用于独居石处理氯化稀土生产线酸溶工序，不外排；

(5) 运行期间，按照本项目环境监测计划定期对废渣库周围地下水进行监测。根据日常钍初级产品暂存库和尾渣库地下水监测结果，一旦发现异常，应加大频次监测，若发现周围地下水受污染应采取补救措施，控制污染范围。

总体来看，本项目事故工况下，对环境的影响较小，基本不存在事故源项。因此，本次评价仅进行上述的事故景象分析，不再进行事故后果计算。

### 7.3.2 事故应急控制措施

本项目按照《铀矿冶辐射防护和辐射环境保护规定》（GB23727-2020）中相关要求制定突发辐射环境应急响应文件，并配备相应的应急物资，如通讯设备、个人防护设备等，并定期进行演练，主要的突发事故应急控制措施如下所示：

#### 1) 应急组织

本项目制定完善的应急组织，设立有应急指挥部，设在公司应急指挥中心，指挥部由总经理担任总指挥，指挥部成员由安全环保部主任、生产部主任、后勤部主任等组成。指挥部下设应急救援组、救护组和后勤组。指挥部的办事机构设在安全环保部，负责日常工作。发生重大事故时，指挥部成员立即到位，负责应急救援工作的组织和指挥。

#### 2) 事故应急响应

##### (1) 事故报警

事故发生后，第一发现人应立即就近发出警报，联络事故应急有关部门，说明事故情况及救援处理所需物资和帮助等。

事故应急指挥部接到报警后，立即组织事故抢险，奔赴事故现场；并及时上报上级部门，在上级部门指导下进行事故的进一步上报和处理。

### （2）处理措施

①事故救援队派专人到达事故发生地和周围，调查是否有伤亡或被困人员，并积极组织救援工作。

②对事故地点周围居民点所在地进行环境氡及其子体、钍射气、 $\gamma$  辐射剂量率、地表水、地下水、土壤的环境监测工作，确保居民点的辐射安全。

### （3）应急结束

事故得到控制，消除危害后果，做好现场恢复。事故再次发生的隐患消除后，应急结束。应急指挥部和救援人员进行总结，并按照有关规定进行上报。

## 7.3.3 事故应急监测

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，并进行事故评价，并将结果汇报上级单位和当地政府事故应急中心。

### 1) 大气环境监测

监测项目： $^{222}\text{Rn}$  及其子体、钍射气。

监测频次：事故发生后 1~2 小时 1 次，至事故消除。

监测点位：在厂界四周和下风向最近距离的居民点处。

### 2) $\gamma$ 辐射剂量率

监测项目： $\gamma$  辐射剂量率。

监测频次：事故发生后 1~2 小时 1 次，至事故消除后 1d 内。

监测点位：大气监测点位及土壤监测点位等。

### 3) 水环境监测

监测项目： $\text{U}_{\text{天然}}$ 、 $^{226}\text{Ra}$ 、 $^{232}\text{Th}$  和 pH 等。

监测频次：事故发生后每天 1 次，至事故消除。

监测点位：废水排放口上游及其下游河段和地下水监测井。

### 4) 其它监测

地下水和土壤及底泥中的  $U_{\text{天然}}$ 、Th、 $^{226}\text{Ra}$ ，监测点位和监测频次根据事故严重程度而定。

## 7.4 环境风险评价

### 7.4.1 评价等级

本项目涉及的主要风险源为饱和树脂酸洗工序使用的酸洗水（含 12.5% 盐酸），主要由氯化稀土生产线盐酸库中盐酸和生产水配制形成，配制设备为在酸洗水配制槽（有效容积  $19.6\text{m}^3$ ，12.5% 盐酸密度约  $1.06\text{t}/\text{m}^3$ ），由此估算本项目盐酸储存量为 2.6t，折合为 37% 盐酸约 7t，根据《建设项目环境风险评价技术导则》（HJ169-2018）附录 B 中突发环境事件风险物质 37% 盐酸临界量为 7.5t，则风险物质与临界值比值  $Q = 7/7.5 \approx 0.93 < 1$ ，风险潜势为 I，故进行简单分析。

### 7.4.2 环境风险分析

来自盐酸库的盐酸通过输送管路进入酸洗水配制槽内，由于管路与槽体的连接处不牢或接收槽破裂等因素，可能会造成盐酸的泄露。独居石处理厂房内设有排水沟和污水坑，当发生酸洗水泄漏时，泄漏的酸洗水可经过排水沟排入污水坑内，再启动排污泵，及时将酸洗水输送至事故槽内，并返回工艺使用，不会造成酸洗水泄漏至外部环境，环境风险可接受。

### 7.4.3 环境防范措施

- 1) 一旦发生酸洗水泄漏事故，立即采取果断措施，如停止供料，关闭相应的阀门，尽量控制酸洗水的泄漏量。
- 2) 独居石处理厂房内配备个人防护设备，如空气防护面罩、化学防护服、安全眼镜、防护手套等。
- 3) 安排专人定期检查槽体、阀门和管道，防止发生跑、冒、滴、漏事故。
- 4) 建立污染事故应急处理组织，负责污染事故的指挥和处理。建立健全安全生产责任制，把安全生产责任落实到岗位和人头。定期组织安全检查，及时消除事故隐患，强化对事故源的监控。
- 5) 加强对从业人员开展安全宣传、教育和培训，促使其提高安全防范意识，掌握预防和处理事故的技能，杜绝违规操作。



## 8 环境保护措施及其可行性论证

### 8.1 施工期间环境保护措施及其可行性论证

#### 8.1.1 施工期间环境保护措施

##### 8.1.1.1 施工期间辐射污染防治措施

本项目施工期间放射性固体废物主要为拆除用地范围内污染建（构）筑物、污染设备管线，清运堆浸池尾渣以及挖除工业场地污染土等。

其中，拆除的污染建筑垃圾 1.8 万 m<sup>3</sup>、清运堆浸池尾渣 3.5 万 t，挖除工业场地污染土 3.1 万 m<sup>3</sup>，均运至 719 尾矿库储存。

此外，拆除污染设备、管线 25.36t，金属类共计 18.4t，经拆除、切割后运至鹿井矿井工业场地内工棚，防止其流失至环境，待鹿井矿井退役治理时，一并处理；非金属类的 6.96t 经拆除、破碎后，运 719 尾矿库储存。

##### 8.1.1.2 施工期间大气污染防治措施

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

在施工过程中选择使用工况良好的机械，并加强日常维护及检修，尽量避免由于机械老化而导致的燃料燃烧不完全现象的发生，以减少烟气的产生。

##### 8.1.1.3 施工期间地表水污染防治措施

施工期施工废水和生活污水污染物种类简单，污染物含量较低。施工废水主要为设备清洗和水泥养护排水，该部分废水集中收集，经沉淀处理后主要用于场地洒水降尘，不外排；

施工期作业人员产生的生活杂用水及盥洗废水，施工人员租用周边民宅，其生活污水依托于民宅处理。

##### 8.1.1.4 施工期间声污染防治措施

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

### 8.1.1.5 施工期间非放射性固体废物污染防治措施

本项目施工期间非放射性固体污染包括拆除未受污染建（构）筑物产生建筑垃圾 0.2 万 m<sup>3</sup>、新建生产厂房产生的建筑垃圾和施工人员生活垃圾。其中，建筑垃圾送至建筑垃圾处理场；施工人员生活垃圾统一收集至指定地点，最终外送环卫部门处理。

### 8.1.1.6 施工期间生态保护措施

1) 合理安排施工进度，避免雨季施工等措施，有效控制同一时间段内的由施工造成的裸地面积，从而减少水土流失量。

2) 施工期间加强施工管理，严格控制各种施工活动的范围，尽可能地不破坏原有的地表植被和土壤，并将临时占地控制在最低限度。禁止对非施工区域的植被进行破坏。

3) 施工过程中，剥离的表土尽量进行储存，用作运输道路修整土源等。

4) 项目建成后，工业场地空闲地进行绿化，绿化面积为 7164m<sup>2</sup>，有利于改善场区的生态环境。

## 8.1.2 施工期间环境保护措施可行性论证

### 8.1.2.1 施工期间辐射污染防治措施可行性论证

污染建（构）筑物拆除的建筑垃圾、污染设备管线、堆浸尾渣、挖除污染土均属于铀矿冶废物。类比其他铀矿山退役治理，本项目施工期对污染建（构）筑物、污染设备管线拆除、尾渣清运以及工业场地清挖，产生的废物处理方式成熟可靠，719 尾矿库可利用库容约 672 万 m<sup>3</sup>，可满足本项目上述废物的储存。

拆除受污染设备管线，金属类型送至 719 矿鹿井矿井储存，非金属类送至 719 尾矿库储存，并加强环境管理可避免放射性废物流失。

因此，施工过程中放射性固体废物处理措施可行。

### 8.1.2.2 施工期间大气污染防治措施可行性论证

施工扬尘的多少及影响程度的大小与施工场地条件、管理水平、机械化程度和天气条件等诸多因素有关；本评价根据施工现场扬尘实测资料，对其进行综合分析。某地施工现场的扬尘实际监测结果见下表 8.1-1：

表 8.1-1 施工现场扬尘监测结果 单位：mg/m<sup>3</sup>

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

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

#### 8.1.2.3 施工期间地表水污染防治措施可行性论证

施工期生产废水和生活污水污染物种类简单，含量较低，施工期间建（构）筑物拆除、物料运输以及建筑施工需要大量洒水降尘，施工期的设备清洗和水泥养护排水经处理后，可完全回用于洒水降尘；施工期作业人员的租用周边民宅，其生活污水依托于民宅处理，其处理措施是可行的。

#### 8.1.2.4 施工期间声环境污染防治措施可行性论证

施工噪声因施工机械不同，影响的范围相差很大，由 5.2.3 章节预测可知在距离 180m 即可满足 GB12523-2011 标准要求；为进一步降低噪声污染，应选择优质的低噪声设备，并加强保养，对个别的噪声设备较高的设备加装消声器及减振设备等，并加强管理，避免大噪声设备夜间施工，经采取上述措施后，且施工场地距离周围敏感点均有 900m 以上的距离，施工噪声基本不会对周围敏感点产生明显影响，因此施工期噪声防治措施是可行的。

#### 8.1.2.5 施工期非放射性固体废物污染防治措施可行性论证

施工期非放射性固体废物加强管理，专人收集、定点堆放，建筑垃圾送建筑垃圾填埋场，生活垃圾送环卫处集中处理，去向合理，措施可行。

#### 8.1.2.6 施工期间生态保护措施可行性论证

本项目占地面积共计约 0.08786km<sup>2</sup>，占地面积较小，且主要占地范围内无植物资源分布；新建钍初级产品暂存库和尾渣库生物量较少，无珍稀濒危生物，生态价值一般。施工过程中采取了相应生态环境保护措施，主要为加

强生态环境管理，避免雨季施工造成水土流失，并对工业场地空闲地方进行绿化，绿化面积 7164m<sup>2</sup> 改善生态环境，生态保护措施均为施工期成熟、可靠措施，已广泛应用于施工期间生态保护，项目建设造成的生物量损失较小，区域生态系统恢复能力基本不会发生变化，生态保护措施是可行的。

## 8.2 运行期间环境保护措施及其可行性论证

### 8.2.1 运行期间环境保护措施

#### 8.2.1.1 运行期间大气污染防治措施

##### 1) <sup>222</sup>Rn 及其子体、钍射气

本项目独居石处理厂房、工艺废水处理厂房、钍初级产品暂存库和尾渣库（铀除杂渣）生产过程中产生 <sup>222</sup>Rn 及其子体、钍射气。其中，独居石处理厂房和工艺废水处理厂房采取全面通风方式将废气排出室外，独居石处理厂房和工艺废水处理厂房排气筒高度高出周围 50m 内最高建筑物屋脊 3m。

钍初级产品暂存库和尾渣库运行期间使用维持使用 1 个单元组，一旦单元组储满立即对该单元组采用 300mm 厚混凝土进行封闭，同时开始使用下一个单元组，减少 <sup>222</sup>Rn 及其子体、钍射气的无组织排放。

##### 2) HCl

本项目独居石处理厂房铀资源回收酸洗工序使用酸洗水（含 12.5% 盐酸），会产生少量 HCl 酸雾。本项目采用局部通风方式，将挥发的 HCl 收集酸雾净化塔内处理，该酸雾净化塔采用 NaOH 溶液进行喷淋中和，去除效率 ≥90%，排气筒高度高出周围 50m 内最高建筑物屋脊 3m。

#### 8.2.1.2 运行期间地表水污染防治措施

##### 1) 工艺废水

本项目独居石处理厂房铀资源回收沉淀工序产生少量沉底母液，产生量约 10m<sup>3</sup>/d，沉淀母液中 U<sub>天然</sub> 含量约 7mg/L，<sup>232</sup>Th 含量约 0.4mg/L，全部送至工艺废水处理厂房进行处理，处理工艺为“层析硅胶吸附—淋洗—冲洗”，处理满足《铀矿冶辐射防护和辐射环境保护规定》（GB23727-2020）、《伴生放射性矿开发利用环境辐射防护技术要求》（T/BSRS025-2020）和《污水综合排放标准》（GB8978-1996）表 1 和表 4 一级标准后排入集龙江。

## 2) 生活污水

本项目非放射性废水主要为职工生活污水，产生量  $16.18\text{m}^3/\text{d}$ ，并同时处理氯化稀土生产线职工产生的生活污染  $34.16\text{m}^3/\text{d}$ ，合计生活污水产生量为  $50.34\text{m}^3/\text{d}$ 。生活污水主要成分为 COD、 $\text{BOD}_5$ 、 $\text{NH}_3\text{-N}$ 、SS 和 TP 等，采用一体化埋地生活污水处理设施，处理工艺为 MBR 膜处理，处理后满足《污水综合排放标准》（GB8978-1996）表 4 一级标准，外排至集龙江。

### 8.2.1.3 运行期间地下水污染防治措施

本项目运行期间为避免钍初级产品暂存库和尾渣库对地下造成污染，本项目在库底及侧壁铺设多层防渗层，同时在尾渣库上游和下侧分别布置监测井。

其中，多层防渗层包括两层 HDPE 防渗膜和 1m 厚粘土层，从上至下防渗材料依次为：高密度聚乙烯(HDPE)土工膜(膜厚 2mm)、高密度聚乙烯(HDPE)土工膜(膜厚 1.5mm) 和 1m 厚粘土层。

### 8.2.1.4 运行期间固体废物污染防治措施

#### 1) 铀除杂渣

本项目独居石处理厂房铀资源铀除杂工序会产生少量铀除杂渣，产生量约  $200\text{t}/\text{a}$ ，按照容重  $1.8\text{t}/\text{m}^3$  估算，产生体积约  $111\text{m}^3/\text{a}$ ，采用编织袋包装后运至尾渣库储存，运行期间尾渣库污染防治措施详见“3.5.3”章节。

#### 2) 废旧管道、设备

废旧管道、阀门、水泵等放射性固体废物，依托氯化稀土生产线建设的产品及化工原料库内的废旧零部件区（尺寸  $8\text{m}\times 24\text{m}\times 5\text{m}$ ），该区与产品及化工原料库其他区域设置了实体隔离墙，待退役时运至审管部门认可的废旧金属处理中心处理。

#### 3) 生活垃圾

本项目非放射性固体废物为工作人员日常生活产生的生活垃圾，年产生量约为  $10.8\text{t}/\text{a}$ ，定期由垃圾处理车外运处理。

### 8.2.1.5 运行期间声污染防治措施

本项目噪声源主要为独居石处理厂房和工艺废水处理厂房的风机、泵类、

压滤机和空压机等设备，其中空压机噪声声源强小于 98dB（A），其余设备噪声声源均小于 90 dB（A）。本项目在选取设备时尽量选用低噪声的设备。噪声较大的设备安装在室内，采取墙体隔声的措施来降低噪声，风机等室外机械均采取隔声罩、减振基座等降噪、减振措施。

#### 8.2.1.6 运行期间其它污染防治措施

1) 独居石处理厂房地面为混凝土基础层，楼面铺设耐腐蚀、耐酸瓷砖，降低液料泄漏对建筑结构的腐蚀影响，可起到有效地防渗漏作用。

2) 本项目独居石处理厂房和工艺废水处理厂房设有排水沟、污水坑和事故槽，一旦发生工艺液料跑冒滴漏的事故，液料通过厂房地面流入四周排水沟内，再进入污水坑及事故槽储存，并将液料返回工艺使用，其中独居石处理厂房事故槽（6 个，尺寸 DN3000mm×3000mm，有效容积系数 0.8）有效容积为 100m<sup>3</sup>，工艺废水处理厂房事故槽（2 个，DN2500mm×2500mm，有效容积系数 0.8）有效容积为 20m<sup>3</sup>；同时，切断事故设备和管线的流通，及时对其进行维修。

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

4) 本项目全面考虑自动化控制，设置 DCS 系统，水冶主工艺实现自动计量、监测、报警和连锁控制，减小了跑冒滴漏发生的可能。

5) 废水排放管线连接处采用密封环、螺纹、卡箍紧固等措施，有效地减小了物料的跑冒滴漏的可能。

6) 废水排放管道采用填埋方式铺设，覆土厚度不小于 0.4m，避免管道裸露受破坏。

7) 运输车辆车厢设置遮盖措施，防止运输钍初级产品和尾渣撒漏。

8) 钍初级产品暂存库和尾渣库分期建设施工环保措施

(1) 预留分期建设的防渗层、提升井等接口，方便后期建设防渗层和提升井斜街；

(2) 按照施工组织设计制定施工方案，清除场内妨碍粘土及防渗膜安全的各种杂物；

(3) 按要求选购优质的防渗材料，经检验质量不合格或不符合环评防渗

系数要求的，不得投入使用；

- (4) 防渗膜支持层应平整光滑，基底应密实均匀；
- (5) 防渗层及导排水层铺设过程中应进行搭接宽度和焊缝的质量控制；
- (6) 避免在大风、雨水天气施工；
- (7) 施工中保护已封闭的单元格，不得破坏混凝土覆盖层。

## 8.2.2 运行期间环境保护措施可行性论证

### 8.2.2.1 运行期间大气污染防治措施可行性论证

#### 1) $^{222}\text{Rn}$ 及其子体、钍射气

本项目独居石处理厂房和工艺废水处理厂房生产过程中产生的  $^{222}\text{Rn}$  及其子体、钍射气采取全面通风措施，由排气筒排至大气扩散稀释；钍初级产品暂存库和尾渣库始终保持使用 1 个单元组，一旦完成使用则立即对其采用 300mm 混凝土进行封闭，封闭后基本不会有氡及钍射气析出，大幅度减少了放射性废气释放量。

根据正常生产工况下的辐射环境影响预测与评价，所有气载源项所致最大公众剂量为  $2.77 \times 10^{-3} \text{mSv/a}$ ，低于本项目公众照射剂量约束值  $0.01 \text{mSv/a}$ ，因此，上述各项气态放射性污染物处理措施是可行的。

#### 2) HCl

本项目对饱和树脂酸洗工序配置局部通风系统，将挥发的 HCl 输送至氯化稀土生产线的酸雾净化塔进行处理。

酸雾净化塔采用 NaOH 喷淋液吸收挥发的 HCl，该酸雾净化塔与《湖南独居石综合利用项目》使用的工艺、功能相同，参考《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）竣工环境保护验收监测报告》（湖南中核金原新材料有限责任公司，2021.6）中酸雾净化塔处理相关监测数据，具体见表 8.2-1。



表 8.2-1 酸雾净化塔处理相关监测结果

设施名称	监测日期		处理前排放速率 kg/h	处理后排放速率 kg/h	处理效率 %
酸雾净化塔 (A002)	2020.10.10	第一次	1.58	0.0282	98.2
		第二次	1.47	0.0335	97.7
		第三次	1.63	0.0334	98.0
	2020.10.11	第一次	1.74	0.0368	97.9
		第二次	1.63	0.0313	98.1
		第三次	1.59	0.0315	98.0
酸雾净化塔 (A003)	2020.10.10	第一次	2.49	0.0453	98.2
		第二次	2.57	0.0434	98.3
		第三次	2.55	0.1266	95.0
	2020.10.11	第一次	2.55	0.0584	97.7
		第二次	2.38	0.0483	98.0
		第三次	2.42	0.0499	97.9

注：湖南独居石酸雾净化塔处理主要为氯化稀土生产线挥发的 HCl，使用和挥发量较大。

由表 8.2-1 可知，酸雾净化塔处理效率较高满足设计处理效率 $\geq 90\%$ 的要求，采用 AERSCREEN 估算后，周边居民点空气中 HCl 的贡献值为  $0.64\mu\text{g}/\text{m}^3$  较小，能满足《环境影响评价技术导则 大气环境》（HJ 2.2-2018）中附录 D 其他污染物空气质量浓度限值不高于  $50\mu\text{g}/\text{m}^3$  的要求，可见对环境空气质量影响较小。

因此，上述 HCl 的处理措施是可行的。

#### 8.2.2.2 运行期间地表水污染防治措施可行性论证

##### 1) 工艺废水处理设施可行分析

根据 3.9.1 章节可知，本项目废水处理工艺得到了试验验证，由试验结果可知，工艺废水经层析硅胶吸附后， $U_{\text{天然}}$ 、 $^{232}\text{Th}$  均低于  $0.05\text{mg}/\text{L}$  能满足《铀矿冶辐射防护和辐射环境保护规定》（GB2372-2020）和《伴生放射性矿开发利用环境辐射防护技术要求》（T/BSRS025-2020）的要求，Cd、As、Pb 等非放射指标均满足《污水综合排放标准》（GB8978-1996）的要求。

因此，工艺废水处理措施是可行的。

##### 2) 生活污水处理设施可行分析

本项目生活污水主要为职工的淋浴、洗衣以及生活等产生的污水，主要

成分为 COD、BOD<sub>5</sub>、NH<sub>3</sub>-N、SS 和 TP 等，采用一体化地埋生活污水处理设施，处理能力为 120m<sup>3</sup>/d，处理工艺为 MBR 膜处理。

MBR 生物膜，又称膜生物反应器，是一种由膜分离单元和生物处理单元相结合的新型水处理技术。污水收集后进入栅格去除粒径较大的悬浮物，经调节池内潜水泵输送至酸化池内，酸化后的上部清液进入膜池，并加入药剂等，在鼓风机作用下充分反应后，污水通过 MBR 生物膜，废水中绝大多数污染被隔离在膜污水侧，膜池底部污泥回流酸化池。

该技术已被生态环境部列入《国家先进污染防治技术目录（水污染防治领域）》（生态环境部，公告〔2020〕第 2 号）中，技术名称为“MBR 集成脱氮除磷污水处理技术”，适用于生活污水处理领域，相比传统工艺具有占地面积小、调节能力快、处理效果好的优点。

因此，本项目生活污水处理措施是可行的。

### 3) 排放口设置可行性分析

本项目废水排放口位于评价中心 E 方位 2.5km 处，根据《江西省地表水环境功能区划》（2007 年），废水排放口所在的集龙江河段水功能区划为上犹江湘赣缓冲区，水环境功能区划为景观娱乐用水区，水质目标为《地表水环境质量》（GB3838-2002）中 III 类标准，排放口河段上下游 1km 河段范围内无饮用水区、保护区和游泳区等，本项目废水排放量为 60.34m<sup>3</sup>/d，接纳水体集龙江最小流量为 5.7m<sup>3</sup>/s，满足 5 倍稀释倍数要求，运行期间在废水排放口处设置排放口标志。

经预测分析可知，集龙江地表水体排放口下游 100m、200m、500m 等断面 COD、NH<sub>3</sub>-N 等均满足《地表水环境质量标准》（GB3838-2002）III 类标准的要求，且下游居民点附加剂量最大值为 1.67E-04mSv/a，远小于剂量约束值 0.01mSv/a。

由此可知，本项目排放口设置满足《铀矿冶辐射防护和辐射环境保护规定》（GB23727-2020）中 6.2.9 节废水排放口设置相关要求。

### 8.2.2.3 运行期间地下水污染防治措施可行性论证

本项目钍初级产品暂存库和尾渣库有拦渣坝、截排洪设施、内部挡墙和防雨棚可有效避免大气降水及上游客水进入库内，基本不会产生渗水；同时

在库底底部设置多层防渗层和导排水层，一旦出现非正常工况（如防雨棚破碎、截排洪设施损毁）等导致雨水进入库内，可及时导排渗水并避免渗水垂直下渗至地下水环境。

此外，根据 6.2 章节非正常工况下地下水预测结果，一旦防雨、防渗等功能失效，运行期末  $^{238}\text{U}$  最大迁移距离 444m，最大贡献浓度仅为 0.027mg/L； $^{232}\text{Th}$  最大迁移距离 953m，最大贡献浓度仅为 3.38mg/L； $^{226}\text{Ra}$  最大迁移距离 703m，最大贡献浓度仅为 0.34Bq/L。由此可知，非正常工况下对地下水环境可能产生一定影响，但影响范围和程度有限，且不涉及地下水保护目标，不会对本区地下水辐射环境产生较大影响。

因此，本项目地下水污染防治措施是可行的。

#### 8.2.2.4 运行期间固体废物污染防治措施可行性论证

##### 1) 铀除杂渣处理措施可行性分析

本项目铀除杂渣中  $^{238}\text{U}$  活度浓度约 10248Bq/kg， $^{232}\text{Th}$  活度浓度约 53328Bq/kg， $^{226}\text{Ra}$  活度浓度约 8220Bq/kg，放射性水平同铀矿冶尾渣一致，设置专门的尾渣库进行储存。总体来看，铀除杂渣的处理方式是可行的。

##### 2) 废旧管道、设备处理措施可行性分析

本项目生产运行期间产生的废旧管道、设备依托氯化稀土生产线建设的产品及化工原料库内，该库分为两个区域，其中废旧零部件贮存区占地面积约 240m<sup>2</sup>，库房高度 5m，并设置墙体与其他区域物理隔离。

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

##### 3) 生活垃圾处理措施可行性分析

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

#### 8.2.2.5 运行期间声污染防治措施可行性论证

噪声的污染控制措施包括室内隔声，隔声罩隔声，加装减振器，距离衰减等措施，各种措施适应不同的噪声源；本项目空压机、各种水泵等均安装于室内，并采取必要的隔声、减振措施；通过采取上述降噪措施和距离衰减，

根据预测结果，厂界噪声满足《工业企业厂界环境噪声排放标准》（GB12348-2008）2类标准限值。

另外，距离本项目噪声源最近的居民点为竹子坑，距离工业场地约900m。根据预测结果，叠加该居民点噪声监测值后，该居民点昼间噪声值为 50 dB（A），夜间为 40 dB（A），满足《声环境质量标准》（GB3096-2008）中2类区昼间 $\leq 60$ dB（A）、夜间 $\leq 50$ dB（A）的标准限值要求。

由此可见，运行期噪声防治措施是可行的。

## 9 环境影响经济损益分析

### 9.1 环境影响经济损益分析

#### 9.1.1 正面影响分析

本项目使用独居石精矿和优溶渣作为原料，生产铀产品、钍初级产品，在矿产资源的综合回收和利用的同时，避免了独居石精矿和优溶渣作为副产品或废渣被储存造成的资源浪费。由此可见，本项目的实施，可实现废渣的能源化、减量化、无害化的目标，为稀土行业可持续发展开创出一条绿色之路。

另外，中核韶关锦原铀业有限公司，是目前我国南方硬岩铀矿山唯一在生产单位，具有雄厚的铀矿采冶技术力量，在铀等放射性元素的回收方面有着明显的技术优势和丰富的经验。因此，本项目在回收资源的同时，可以最大限度的对生产过程中产生的放射性污染物进行处理，避免稀土资源回收过程中造成的放射性污染，实现稀土生产的绿色化、可持续化。

除此之外，江西独居石综合利用项目采取有利的环保措施，不仅可以回收优溶渣中的铀、钍资源，还可以大幅度降低放射性流出物量，有较好的环境优势，主要表现在：

1) 综合回收优溶渣中铀、钍资源：本项目建设成后优先综合回收江西稀土行业优溶渣，回收宝贵铀、钍资源，避免资源浪费和环境污染。

2) 钍初级产品暂存库和尾渣库无渗水产生：本项目钍初级产品暂存库和尾渣库始终维持使用 1 个单元组，一旦储存满立即用混凝土对其封闭，同时在库体设置截排洪设施，单元组上部架设防雨棚，避免了雨水进入，正常工况下不会有渗水产生。

3) 排氦量少：本项目钍初级产品暂存库和尾渣库单元组使用完毕后立即采用混凝土封闭，大幅度降低了氦及钍射气析出量。

#### 9.1.2 负面影响分析

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

1) 本项目铀钍资源回收采用了密闭设备和管线，并在装置设备管线连接处采用密封垫片以及管线上设置了流量计，抑制了废气的无组织排放，从而减轻了对大气环境污染。

从气载途径剂量估算结果来看，本项目气载放射性流出物所致周边居民点空气中的 $^{222}\text{Rn}$ 、钍射气贡献浓度最大为 $0.129\text{Bq}/\text{m}^3$ 、 $1.40\times 10^{-4}\text{Bq}/\text{m}^3$ ，与周边居民点 $^{222}\text{Rn}$ 、钍射气浓度现状监测值 $3\sim 9\text{Bq}/\text{m}^3$ 、 $3.7\text{Bq}/\text{m}^3$ 相比，贡献率较小，对周围居民点公众剂量值最大为 $2.77\times 10^{-3}\text{mSv}/\text{a}$ ，小于公众剂量约束值 $0.01\text{mSv}/\text{a}$ 。可见，本项目产生的气载放射性流出物对大气环境的负面影响较小。

2) 本项目工艺废水处理采用“层析硅胶+淋洗+冲洗”工艺，废水经处理满足相关标准后，排入集龙江，集龙江枯水期最小流量为 $5.7\text{m}^3/\text{s}$ ，具有较大稀释倍数。此外，废水处理设施发生处理设施失效事故，也可暂存在各类水体中，待检修完成后正常使用。

从液态流出物剂量估算结果来看，本项目液态放射性流出物所致周边居民点最大个人有效剂量为 $1.67\times 10^{-4}\text{mSv}/\text{a}$ ，远低于本项目公众剂量约束值 $0.01\text{mSv}/\text{a}$ 。由此可见，本项目产生的液态流出物对地表水的负面影响较小。

3) 本项目铀除杂渣运至尾渣库储存，该库按照相关标准进行设计、施工、建造和运行，能够进行妥善处理，可减轻其环境危害。

4) 本项目尾渣库库底及两侧铺设多层防渗结构，两层人工防渗膜渗透系数均不大于 $1\times 10^{-12}\text{cm}/\text{s}$ ，天然粘土层厚 $1\text{m}$ ，渗透系数不大于 $1\times 10^{-7}\text{cm}/\text{s}$ 。

5) 本项目采取降噪隔音等措施后，可降低噪声设备的噪声污染物排放量，经预测厂界噪声达标排放。

6) 本项目工业场地的绿化也可起到的降低污染，美化环境的作用。

7) 本项目将制定突发辐射环境事故应急预案，一旦发生突发环境事故立即启动预案，并采取相应措施减缓事故影响，控制影响程度。

## 9.2 环保投资分析

本项目环境保护设施主要由以下部分组成：

- 1) 凡属污染防治和环境保护所需的设施和装置；
- 2) 生产工艺需要为环境保护服务的设施；

3) 为保证生产有良好的环境所采取的通风、防尘、绿化设施等。

本项目主要环境保护设施投资详见表 9.2-1。

表 9.2-1 本项目环境保护设施投资一览表

类别	污染源	环保设施	投资 (万元)
废气	工作场所氡及非放废气	厂房通风系统	578.4
废水	工艺废水、生活污水	工艺废水处理设施、生活污水处理设施	418.99
固废	铀除杂渣	首期尾渣库	200
	生活垃圾	收集、处理，外运生活垃圾填埋场	5
噪声	风机、泵类	选用低噪声设备，减振，加装消声器等	50
生态	绿化	植树种草	71.64
环境 风险	跑冒滴漏、废水处理设施失效	事故槽	107.76
监测设备	监测设备	U <sub>天然</sub> 、 <sup>226</sup> Ra、 <sup>232</sup> Th 等监测仪器设备	300.73
合 计			1732.52

江西共伴生铀资源（独居石）综合利用项目建设投资 28367.39 万元，其中环保投资约 1732.52 万元，占工程建设总投资的 6.1%，其中用于废气和废水污染防治的合计费用占环保投资的 57%。

### 9.3 小结

本项目属于资源综合利用项目，可实现原料资源化、减量化、无害化的目标，符合国家资源节约和环境保护政策，且采取切实可行的环保措施后，可显著的降低对环境的负面影响；另外，本项目的环境保护投资及其比例较为合理，项目建设时严格执行“三同时”，严格资金管理，保证环保投资和环保设施正常投入与运行，确保项目在取得经济效益的同时，具有环境效益。

## 10 环境管理与监测计划

### 10.1 环境管理机构

建设项目环境管理是指工程在施工期、运行期执行和遵守国家、省、市有关环境保护法律、法规、政策和标准，对建设项目的运行实行有效监控，及时掌握和了解污染治理与控制措施的执行效果，以及周围地区环境质量的变化，及时调整工程运行方式和环境保护措施，并接受地方环境主管部门的环境监督，最终达到保护环境的目的，取得更好的环境综合效益。

#### 10.1.1 环境管理机构

本项目为新建项目，施工期和运行期环境保护主体责任单位为中核韶关锦原铀业有限公司。该公司法人为本项目施工期和运行期污染防治设施的第一责任人，下设主管环境保护的副总经理 1 名，协助法人开展环境保护工作，并设有安全环保部，负责施工期和运行期的具体环保工作。

#### 10.1.2 环境管理结构的职责

1) 贯彻执行《中华人民共和国环境保护法》、《中华人民共和国放射性污染防治法》及相关法律法规，按照国家的环保政策，环境标准及环境监测要求，制定环境管理规章制度，并监督执行；

2) 编制本项目施工期、运营期的环境保护计划和污染防治计划；

3) 制定项目环境管理规章制度以及各种污染物排放控制指标；

4) 在项目新建设施阶段负责监督环保措施的施工、安装、调试等，落实工程的“三同时”计划，工程投产后，定期检查环保设施的运行情况，并根据存在的问题提出改进意见；

5) 组织开展职工的环境保护教育，并开展工作人员的技术培训，不断提高工作人员的环境保护意识；

6) 领导并组织项目环境监测工作，建立监测数据档案，定期向相关主管部门进行汇报。

### 10.2 污染物和环境管理计划

#### 10.2.1 环境管理计划

1) 施工期环境管理计划

(1) 施工期间环境管理和监测计划；



(2) 项目施工前应认真编制施工组织计划，做到文明施工；

(3) 将环保要求体现在工程施工承包合同中，对施工方法、施工机械、施工速度、施工时段等要充分考虑环境保护要求，特别是施工过程中产生废水、噪声、固体废弃物等对周围环境的影响，要有行之有效地处理措施，并建议将此项内容作为工程施工考核的重要指标之一；

(4) 在工程施工期间，要认真监督施工单位环保执法情况，了解施工过程中设备、物料堆置、临时工棚搭建、便道及施工方法对生态造成的影响，若发现严重污染及影响环境的情况，应及时制止并要求改进；

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

## 2) 运行期环境管理计划

(1) 运行期定期监测各类污染物的排放情况，确保放射性污染物的达标排放，并开展相应的流出物监测、常规环境监测等，随时掌握场区周围环境质量的变化趋势；

(2) 明确环境监测的职责，建立健全各项规章制度；根据国家辐射环境标准，对项目的重点污染源和污染物开展日常监测，并将监测数据编制表格和报表，定期上报主管部门，建立监测档案。

## 10.2.2 监测计划

### 1) 监测目的

施工期在具体的退役治理实施过程中，需要采取监测手段作为工程实施的指导，并作为最终确定退役治理实施是否合格的依据。

运行期环境监测的目的主要是为了及早发现和获取可能发生污染与危害的征兆，确保本项目生产安全运行；防止对环境产生有害的影响和避免对公众造成不必要的危害；为采取相应的安全措施提供必要的依据。同时监测数据为生产运行阶段的环境现状评价提供参考资料；与本底数据进行对照，分析工程投产后对当地环境的影响。

### 2) 施工期工业场地清挖治理监测计划

#### (1) 监测原则

施工监测的总原则为：边施工、边监测，监测结果指导施工。

在治理施工过程中，通过监测来确定工业场地治理是否达到了相应的退役治理管理限值。如按要求的工作程序已完成，而监测结果仍不满足管理限值时，则仍需要继续进行治理，直到满足治理目标为止。

### （2）清挖监测要求

①工业场地达到设计清挖深度后，进行土壤中  $^{226}\text{Ra}$  残留量和场地氡析出率的监测，当土壤中  $^{226}\text{Ra}$  残留量和氡析出率满足相应管理限值的要求时，即满足治理目标。

②工业场地达到设计清挖深度后，经监测若出现任何平均  $100\text{m}^2$  范围内  $^{226}\text{Ra}$  含量或氡析出率不满足相应管理限值要求的区域时，应对该区域补做铀镭垂直分布并查明原因以确定超挖深度，使最终达到治理目标和要求。

③如果发现存在异常点（现象）时，应注意查明原因做适当处理；需补做工程或增加清挖量时，尚需小范围、小规模地补充若干次，监测应配合工程进度，及时给出监测结果。

### （3）清挖监测布点要求

① $\gamma$  辐射剂量率的监测布点：污染场地一般按  $100\text{m}^2$  取 1 个监测点，每个监测点测 3~5 次读数后取平均值。

②土壤中  $^{226}\text{Ra}$  残留量的监测：污染场地一般按每  $400\text{m}^2$  取 1 个监测点。

③场地氡析出率监测一般按每  $200\sim 400\text{m}^2$  取 1 个监测点。

### 3) 施工期环境监测计划

本项目施工期环境监测计划见表 10.2-1，工业场地地下水监测井见图 10.2-1。

表 10.2-1 项目施工期环境监测计划

监测对象	监测位置	测量分析项目	监测频次
空气	场界四周、竹子坑	TSP、 $^{222}\text{Rn}$	1 次/半年
陆地 $\gamma$	场界四周、竹子坑 场内运渣道路 (每隔 $500\text{m}$ 布置 1 个监测点位)	$\gamma$ 辐射剂量率	1 次/半年
噪声	场界四周、竹子坑	等效连续 A 声级	1 次/半年
地下水	尾渣库上游 $50\text{m}$ 监测井，1 眼 尾渣库下游 $30\text{m}$ 监测井，1 眼 工业场地北侧地下水监测井，1 眼 工业场地南侧地下水监测井，2 眼	$\text{U}_{\text{天然}}$ 、 $^{232}\text{Th}$ 、 $^{226}\text{Ra}$ 、 $^{210}\text{Po}$ 、 $^{210}\text{Pb}$ 、总 $\alpha$ 、总 $\beta$ 、pH	1 次/半年

注：尾渣库上下游监测井位置见 3.6 节。

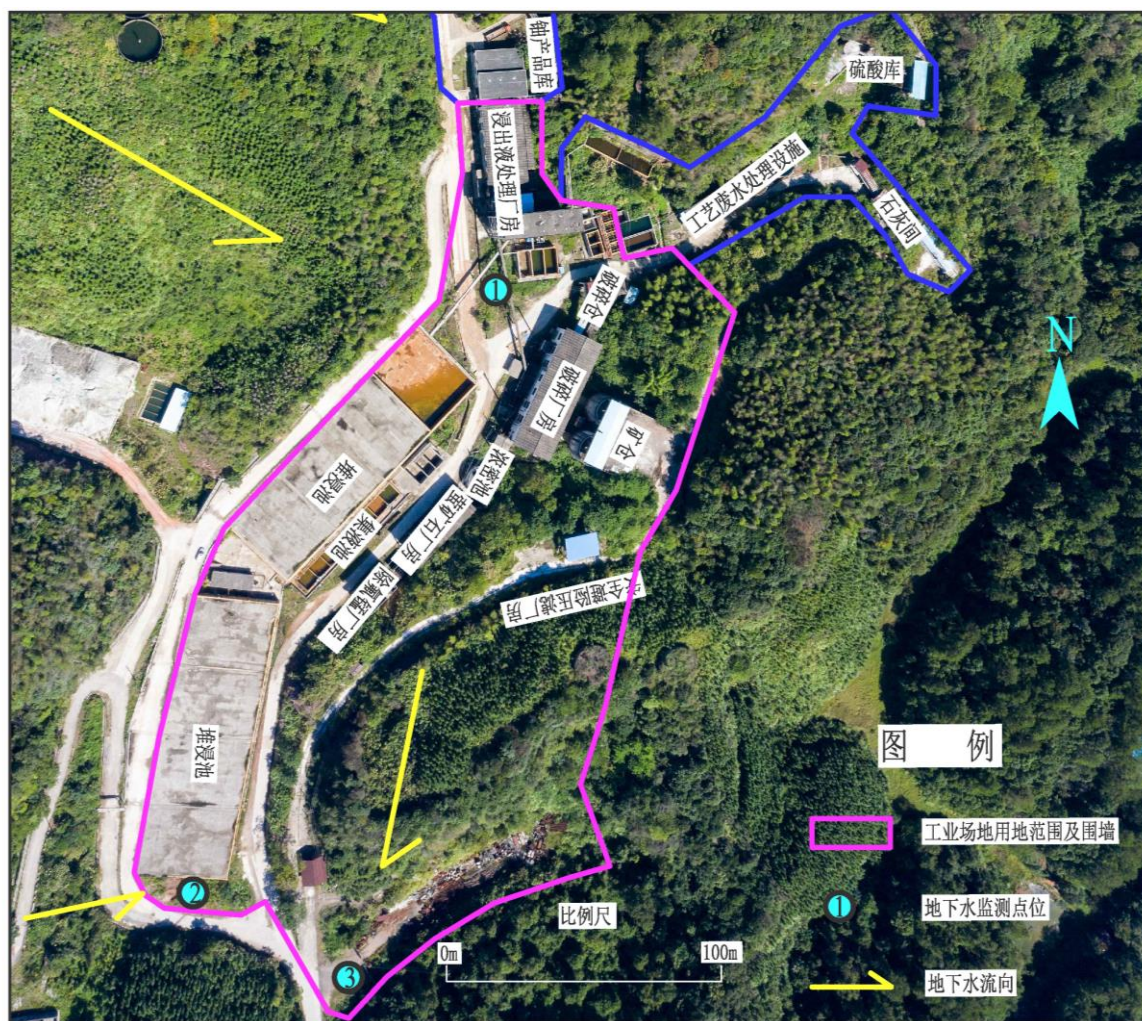


图 10.2-1 工业场地地下水监测井位置

### 3) 运行期间监测计划

#### (1) 运行期间流出物监测计划

根据设施的性质、规模及运行情况，在产生放射性流出物的设施、部位实施监测，以便及时掌握和控制气态流出物的排放量和对环境的影响。本项目流出物监测计划详见表 10.2-2。

表 10.2-2 本项目流出物监测计划

序号	取样监测地点	样品类别	监测项目	监测周期
1	独居石处理厂房内或全面通风排放口	废气	$^{222}\text{Rn}$ 、钍射气	1 次/季
	独居石处理厂房酸雾净化塔排放口		HCl	1 次/半年
	钍初级产品暂存库和尾渣库		$^{222}\text{Rn}$ 析出率、钍射气析出率	1 次/半年

序号	取样监测地点	样品类别	监测项目	监测周期
2	槽式排放槽 (工艺废水)	废水	$U_{\text{天然}}$ 、 $^{232}\text{Th}$ 、pH	每槽排放前 监测 1 次
			$^{226}\text{Ra}$	1 次/两周
			$^{210}\text{Po}$ 、 $^{210}\text{Pb}$ 、 $^{230}\text{Th}$ 、Cd、As、Pb、 $\text{Cr}^{6+}$ 、Hg、Ni	1 次/季
	废水总排口		pH、COD、BOD <sub>5</sub> 、NH <sub>3</sub> -N、SS、TP、 F <sup>-</sup>	1 次/季

## (2) 运行期间环境监测计划

对环境中各相关介质内有害物的浓度、水平进行监测，及时了解、掌握环境污染状况和污染变化趋势，并与对照点比较判断环境污染来源和可能造成的危害，同时可积累监测数据，为环境管理提供依据。

本项目常规环境监测包括大气、地表水、地下水、土壤、生物、底泥等介质的监测，主要依据《铀矿冶流出物和辐射环境监测规定》（GB23726 标准，监测计划详见表 10.2-3，监测布点见图 10.2-2。

表 10.2-3 常规环境监测计划

序号	监测介质	采样点或测量点	测量分析项目	监测频次
1	空气	①居民点：竹子坑、吕家； ②工业场地边界四周； ③尾渣库边界处*； ④对照点：牛轭洞。	$^{222}\text{Rn}$ 、钍射气	1 次/季
			HCl	1 次/半年
2	气溶胶	①居民点：竹子坑、吕家； ②工业场地边界四周 ③对照点：牛轭洞。	$U_{\text{天然}}$ 、Th、总 $\alpha$	1 次/半年
3	陆地 $\gamma$	①尾渣库、工业场地边界处； ②居民点：竹子坑、吕家； ③运渣道路； ④对照点：牛轭洞。	$\gamma$ 辐射剂量率	1 次/半年
4	地表水	①凉滩断面（排放口上游 500m，对照点）； ②丰州断面（排放口下游 500m）； ③丰州小河与集龙江交汇处上游 500m； ④排放口下游 1500m 处。	$U_{\text{天然}}$ 、 $^{232}\text{Th}$ 、 $^{226}\text{Ra}$ 、 $^{210}\text{Po}$ 、 $^{210}\text{Pb}$ 、总 $\alpha$ 、总 $\beta$ 、pH、 Cd、As、Pb、 $\text{Cr}^{6+}$ 、Hg、 Ni、F <sup>-</sup> 、Pb、SS、COD、 BOD <sub>5</sub> 、NH <sub>3</sub> -N、TP	1 次/半年
5	地下水	①尾渣库上游 50m（对照点），1 眼； ②尾渣库下游 30m，1 眼； ③工业场地北侧地下水监测井，1 眼	$U_{\text{天然}}$ 、 $^{232}\text{Th}$ 、 $^{226}\text{Ra}$ 、 $^{210}\text{Po}$ 、 $^{210}\text{Pb}$ 、总 $\alpha$ 、总 $\beta$ 、pH、 Cl <sup>-</sup>	1 次/半年



序号	监测介质	采样点或测量点	测量分析项目	监测频次
		④工业场地南侧地下水监测井，2眼 ⑤居民点：竹子坑。		
6	土壤	①废水排放口下游丰州街道岸边农田土壤； ②居民点：竹子坑土壤； ③工业场地边界四周土壤； ④对照点：牛轭洞土壤。	$U_{\text{天然}}$ 、 $^{232}\text{Th}$ 、 $^{226}\text{Ra}$ 、 $\text{Cd}$ 、 $\text{As}$	1次/半年
7	底泥	与地表水相同	$U_{\text{天然}}$ 、 $^{232}\text{Th}$ 、 $^{226}\text{Ra}$	1次/年
8	陆生生物	①排放口下游农田水稻或蔬菜； ②对照点：凉滩附近水稻或蔬菜。	$U_{\text{天然}}$ 、 $^{232}\text{Th}$ 、 $^{226}\text{Ra}$ 、 $^{210}\text{Pb}$ 、 $^{210}\text{Po}$	1次/年
9	水生生物	①排放口下游鱼类； ②对照点：凉滩附近鱼类。	$U_{\text{天然}}$ 、 $^{232}\text{Th}$ 、 $^{226}\text{Ra}$ 、 $^{210}\text{Po}$ 、 $^{210}\text{Pb}$	1次/年或捕捞期

注：\*尾渣库边界处不监测 HCl。

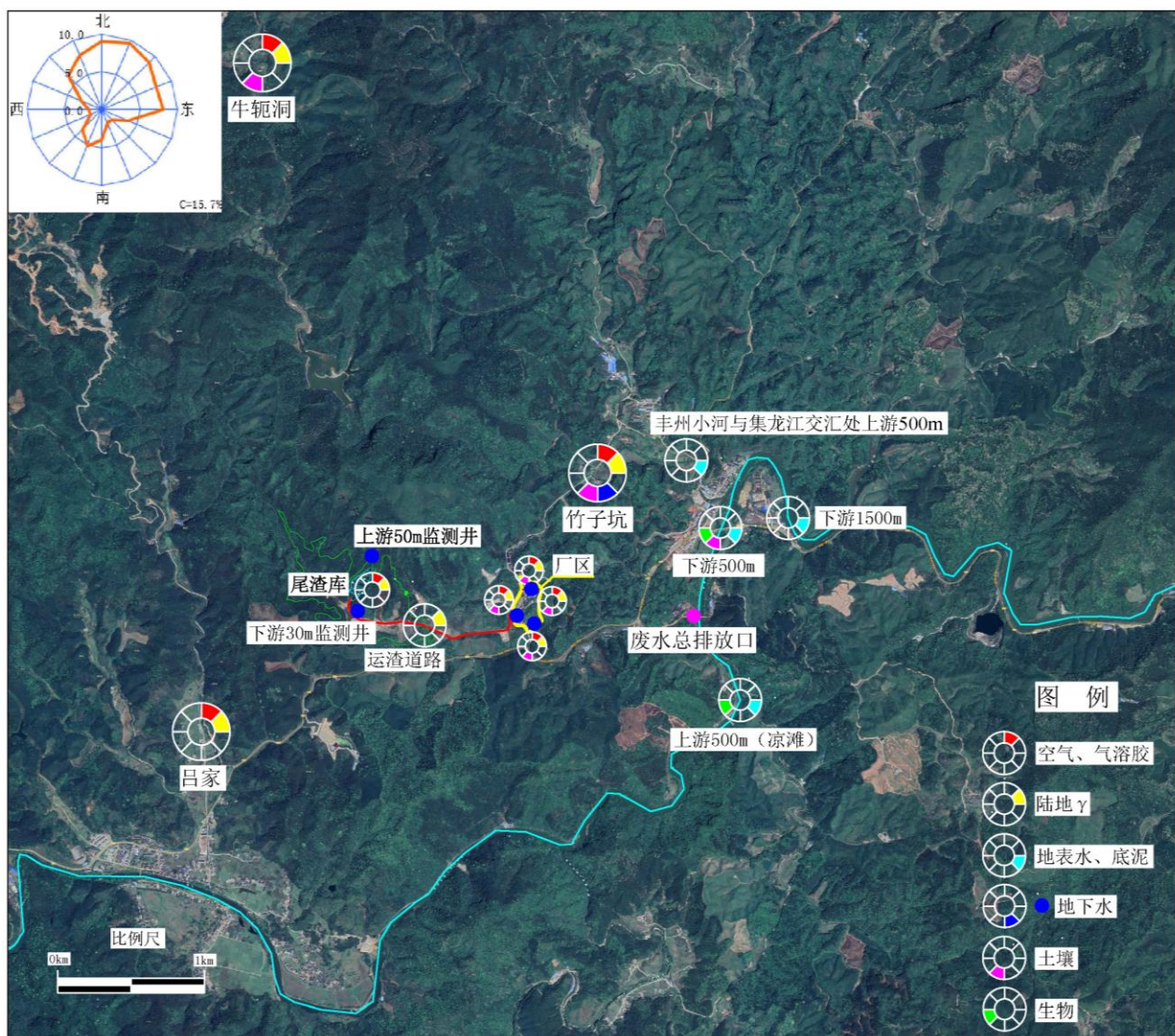


图 10.2-2 本项目运行期环境监测布点图

#### 4) 应急监测

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

#### 5) 采样及测量方法

本项目流出物及环境监测采样和监测方法应该按照《铀矿冶辐射环境监测规定》（GB23726-2009）或国家及行业其它相关标准执行。

### 10.2.3 监测设备

运行期流出物及环境监测工作由中核韶关锦原铀业有限公司承担，并配置专门的辐射监测设备， $\gamma$  辐射剂量率、氡、钍射气、气溶胶  $U_{\text{天然}}$ 、总  $\alpha$ 、水中 pH、 $U_{\text{天然}}$ 、 $^{232}\text{Th}$ 、 $^{210}\text{Po}$ 、 $^{210}\text{Pb}$ 、总  $\alpha$  等可进行自行监测，其余流出物和环境各监测内容均委托第三方有资质单位开展。第三方单位应具备有效期内的国家认证认可监督管理委员会颁发的检验检测机构资质认定证书（CMA）。本项目配备的主要监测仪器详见表 10.2-4。

表 10.2-4 主要监测项目及配备仪器情况

监测项目	方法	仪器	型号	探测下限
$\gamma$ 剂量率	HJ1157-2021	便携式 X- $\gamma$ 剂量率仪	BH3103B	10nGy/h
气溶胶	/	粉尘取样器	DS-32B	/
pH	/	pH 计	PHS-3C	0.01
$U_{\text{天然}}$	HJ840-2017	激光铀分析仪	WGJ-II	0.02 $\mu\text{g/L}$
Th	GB11224-1989	玻璃色层交换柱	内径 7mm	0.01 $\mu\text{g/L}$
		分光光度计	723	
		电动离心沉淀器	80-2	
		电热恒温水浴锅	HH-S6	
总 $\alpha$	HJ 898-2017	低本底 $\alpha$ 、 $\beta$ 测量仪	BH1217	0.043Bq/L
$^{210}\text{Pb}$	EJ/T859-94			0.001Bq/L
$^{210}\text{Po}$	HJ 813-2016			0.01Bq/L
$^{226}\text{Ra}$	GB11214-1989	氡钍分析仪	FD-125	$2 \times 10^{-3}\text{Bq/L}$
$^{222}\text{Rn}$	HJ1212-2021			3.7Bq/m <sup>3</sup>
钍射气	HJ1212-2021			3.7Bq/m <sup>3</sup>

#### 10.2.4 监测质量保证

环境监测质量保证是环境监测计划的必不可少的重要组成部分，为了保证监测数据准确可靠，监测过程严格执行《铀矿冶辐射环境监测规定》（GB23726-2009），以保证获得的测量结果和评价结论使当时的和以后的主管部门和使用部门确信是正确的。

针对本项目特点，在监测过程中应注意：

##### 1) 人员

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

##### 2) 采样的质量控制

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

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

##### 3) 样品的分析测试

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

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

为提高分析结果可靠性，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

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。

### 10.3 环境保护“三同时”验收一览表

根据建设项目管理办法，环保设施必须与主体工程同时设计、同时施工、同时投入使用，在建设项目完成后，应对环境保护设施进行验收。本项目环境保护“三同时”验收一览表见表 10.3-1。



表 10.3-1 环境保护“三同时”验收一览表

类别	防治对象		防治措施	数量个/套	要求及效果	验收标准
大气污染物	独居石处理厂房和工艺废水处理厂房	$^{222}\text{Rn}$ 、钍射气	厂房全面通风系统，废气经排气筒集中排放	1	满足《铀矿冶辐射防护和辐射环境保护规定》GB23727-2020 归一化排放限值。	
	钍初级产品暂存库和尾渣库	$^{222}\text{Rn}$ 、钍射气	单元组混凝土封闭	—	单元组使用完毕后立即用 300mm 混凝土封闭	
	铀资源回收酸洗工序	HCl	酸雾喷雾塔处理	1	达标排放	满足《大气污染物综合排放标准》GB16297-1996 新污染源二级标准。
水污染物	工艺废水	$\text{U}_{\text{天然}}$ 、 $^{232}\text{Th}$ 、 $^{226}\text{Ra}$ 等	工艺废水处理设施	1	处理后达标排放	满足本项目排放限值和归一化排放限值的要求，COD、 $\text{NH}_3\text{-N}$ 排放量满足总量控制值。
	生活污水	COD、 $\text{NH}_3\text{-N}$ 等	生活污水处理设施	1	处理达标后外排	满足《污水综合排放标准》(GB8978-1996)表4一级标准。COD、 $\text{NH}_3\text{-N}$ 排放量满足总量控制值。
固体废物	铀除杂渣		新建尾渣库，设置截排洪、防渗及导排、防雨棚等设施，分四期建设	1	库底及边坡采用双人工防渗膜和天然防渗层；本项目尾渣库上游和下侧各设置一个地下水监测井	妥善处置
	废旧零部件		依托产品及化工原料库	—		妥善处理
	生活垃圾		运至生活垃圾填埋场进行处理	—		妥善处理
	施工期拆除污染建筑垃圾、尾渣和污染土及非金属类管线		运至 719 尾矿库储存	—		妥善处理
	施工期拆除金属类设备、管线		运至鹿井矿井场地暂存	—		妥善处理
噪声	风机、泵等设备噪声		减振、墙体隔声，距离衰减等	—	昼间 60dB (A) 夜间 50dB (A)	满足《工业企业厂界环境噪声排放标准》(GB12348-2008) 2 类标准。
风险防范	跑、冒、滴、漏事故		设置事故槽	—	设置污水坑、污水泵和事故槽等。	
	突发辐射环境事故		应急预案	—	制定相应的突发辐射环境事故应急预案和必要的应急物资。	

## 11 退役治理与长期监护

### 11.1 退役治理

#### 11.1.1 设计阶段

##### 1) 设计阶段便于退役治理的方案

(1) 设计中根据矿区地形、地势，形成工业场地与钍初级产品暂存库及尾渣库两大工区区块，钍初级产品暂存库及尾渣库所在场地作为最终处置场所，工业场地根据物料来源与去向进行合理分区，便于将来的退役治理。

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

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

(4) 设计中钍初级产品暂存库和尾渣库底部及两侧防渗按照相关标准进行设计，确保其具有长期有效地防渗性能。

(5) 设计中注重选用质量可靠、结构简单、便于操作的设备，可有利于退役阶段设备管道的拆除。

(6) 设计中在易污染地区采用易于清洗去污的材料，便于退役过程中的去污、拆除治理。

(7) 设计中充分考虑可能的事故情况，并提出事故下物料贮存设施的设计方案，避免泄漏后大范围污染。

(8) 设计中采用高自动化可控制工程，对生产过程中使用的主要物料的各种参数进行在线监测、变送，在参数超过允许值会危害的生产的安全的环

境，采用连锁控制和自动报警。

上述措施可有效降低事故发生的可能，同时便于退役过程中对设施残留物料的掌控，有利于退役方案的选择。

##### 2) 设计中退役治理安排

本项目主体设施及配套的辅助设施服务期限均为 20 年，拟在服务期满前

启动源项调查、退役治理设计咨询等前期工作，服务期满后正式启动退役治理工程。

### 11.1.2 运行期便于退役的措施

#### 1) 组织管理措施

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

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

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

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

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

#### 2) 生产管理措施

(1) 加强对生产厂房各类管道接口和阀门以及钍初级产品暂存库和尾渣库人工防渗膜渗漏的检查，防止发生液体泄漏，污染周边环境。

(2) 生产期钍初级产品暂存库和尾渣库渗水收集处理后，回用于氯化稀土生产线生产使用，减少对周围地表水环境影响。

(3) 生产过程中产生的废旧管道、污染设备等废旧金属，依托氯化稀土生产线的产品及化工原料库中废旧零部件区储存，待退役时统一处理。

(4) 生产过程中实行严格管理，加强对钍初级产品暂存库和尾渣库的巡视检查工作，有效控制放射性废物的流失和扩散。

(5) 生产过程中加强管理，定期对设备管道的密闭性进行检测，避免生产过程中跑冒滴漏现象，控制放射性物料的流失和扩散，减少生产过程中不必要的污染，减轻退役治理的工作量。

(6) 生产过程中做好钍初级产品暂存库和尾渣库的防渗工程，避免污染地下水。

(7) 做好生产运行记录，为退役治理奠定基础。

### 11.1.3 源项调查及退役治理目标

#### 11.1.3.1 源项调查

##### 1) 源项调查基本要求

(1) 根据《铀矿冶辐射环境监测规定》(GB23726-2009)、《铀矿冶设施退役环境管理技术规定》(GB14586-93) 以及《铀矿冶设施退役治理源项调查技术规范》等标准规范开展源项调查工作。

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

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

(4) 调查应考虑时效性，应在源项已确定处于最终状态的情况下进行源项调查。

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

##### 2) 源项调查方法

(1) 根据源项调查内容，确定各类源项的具体调查方法。

(2) 由有资质的单位采用国家规定的标准测量方法进行测量监测。

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

##### 3) 源项调查对象

调查对象应包括所有生产及相关辅助配套设施、场所，以及所有可能被污染的环境介质等，该项目调查对象主要包括：工业场地、钍初级产品暂存库、尾渣库、污染建（构）筑物、污染设备管线、可能受污染的道路和溪沟底泥等。

### 11.1.3.2 退役治理源项

根据本项目特点以及本次建设内容，初步确定本项目的退役治理源项包括：污染工业场地、钍初级产品暂存库、尾渣库、污染建（构）筑物、污染设备管线、污染道路和污染溪沟底泥等。

### 11.1.3.3 退役治理目标

退役管理约束值主要根据《铀矿冶辐射防护和辐射环境保护规定》（GB23727-2020）和《铀矿冶设施退役环境管理技术规定》（GB14586-1993）确定。

#### 1) 公众剂量约束值

根据《铀矿冶辐射防护和辐射环境保护规定》（GB23727-2020）规定，对于退役治理后的公众照射的剂量约束值为  $0.3\text{mSv/a}$ 。

#### 2) 地表 $^{222}\text{Rn}$ 析出率的管理限值

根据《铀矿冶辐射防护和辐射环境保护规定》（GB23727-2020），本项目钍初级产品暂存库和尾渣库所在场地（废物集中场所）经退役治理与环境整治后，所有场址表面  $^{222}\text{Rn}$  析出率不大于  $0.74\text{Bq/m}^2 \cdot \text{s}$ 。

#### 3) 土壤中 $^{226}\text{Ra}$ 残留量控制值

根据《铀矿冶辐射防护和辐射环境保护规定》（GB23727-2020），本项目退役治理土地去污后，任何平均  $100\text{m}^2$  范围内土层中  $^{226}\text{Ra}$  的比活度扣除当地本底值后不超过  $0.18\text{Bq/g}$ 。

#### 4) 放射性表面污染控制水平

根据《铀矿冶辐射防护和辐射环境保护规定》（GB23727-2020）和《铀矿冶设施退役环境管理技术规定》（GB14586-1993），本项目中无利用价值的金属设备、管线等经去污处理后，其表面  $\alpha$ 、 $\beta$  放射性水平分别降低至  $0.08\text{Bq/cm}^2$  和  $0.8\text{Bq/cm}^2$  时，经防护部门监测许可后，可在一般工业中使用（食品工业除外）。

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

## 11.1.4 退役治理方案及可行性分析

### 11.1.4.1 退役治理方案及深度

本项目各源项的退役治理深度见表 11.1-1。

表 11.1-1 各设施的退役治理方案及深度

源项	退役治理方案及深度	
	主要方案	退役深度
工业场地（1处）	全部清挖至废物集中堆放场所集中处置。	无限制开放使用
尾渣库（1座）	作为最终废物集中处置场所，采取覆盖治理方法，与外部环境实现隔离。	有限制开放使用
钍初级产品暂存库（1座）	运行期钍初级产品有市场需求则将该产品出售，遗留的场地同尾渣库共同作为废物集中处置场所； 服务期结束后，钍初级产品仍未有市场需求，则将钍初级产品暂存库同尾渣库一并退役。	有限制开放使用
污染建（构）筑物	去污后拆除，放射性废物运至废物集中堆放场所集中处置，一般建筑垃圾运至建筑垃圾填埋场处理。	原址无限制开放使用
污染设备、管线	非金属设备拆除、解体后运至废物集中堆放场所集中处置；金属材质设备管线经拆除、解体、去污后送至核安全主管部门许可的放射性废旧金属处理单位处理。	污染设备管线或材料处于可控状态
污染道路	全部清挖至废物集中堆放场所集中处置。	无限制开放使用
污染溪沟底泥	全部清挖至废物集中堆放场所集中处置，恢复原有使用功能。	无限制开放使用

### 11.1.4.2 可行性分析

本项目考虑到钍初级产品市场需求情况，运行期内若有市场则将钍初级产品进行销售，遗留的场地可同尾渣库一并作为废物集中处置场所；若钍初级产品长期未能得到有效利用，也可以同尾渣库一并进行退役治理。此外，钍初级产品暂存库和尾渣库所在场地仍可进行扩容，以满足其他污染建筑垃圾、土壤和底泥的储存。

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

### 11.1.5 退役治理经费

本项目退役治理经费从投产开始在运营期 20 年内按产品产量按照一定比例计提，作为退役治理专用经费。若退役治理费不足时，由中核韶关锦原铀业有限公司负责补齐。

本项目服务期结束后，退役治理责任主体为中核韶关锦原铀业有限公司，由该单位全方位负责退役治理生态环境保护工作。

## 11.2 长期监护

### 11.2.1 监护对象及目的

本项目退役治理工程竣工验收后，废物集中堆放场所为有限制开放使用。由于有限制开放使用的设施仍存有大量铀的衰变产物，受到自然或人为因素影响，可能带来一定程度的放射性危害，因此在其退役治理后，必须对其进行长期的监督维护和监测，以便及时对出现的影响安全和环境的隐患和问题进行治疗，确保废物集中堆放场所的安全稳定，保护公众和环境安全。

### 11.2.2 监护工作实施主体及职责

项目退役治理后监护责任主体为中核韶关锦原铀业有限公司，配备 2~3 名专（兼）职工作人员，其职责包括：

- 1) 监护经费筹措，以及各种退役治理文件资料的保管工作；
- 2) 对有限制使用区域进行定期监护，严禁进行土建施工开挖、放牧、耕种、开洞等人为破坏；
- 3) 对表面植被，截排洪沟等进行维护和保养；定期检验各治理设施的完好性，并及时进行修复；发现隐患及时排除，发现较大损毁事故及时上报；
- 4) 开展辐射监测，进行日常巡视和定期辐射安全监测；
- 5) 制定事故应急计划，当发生人为侵扰和自然灾害事故时，能够迅速做出反应并采取相应的处置对策；
- 6) 负责将监测报告、维修记录报告及事故处置报告等上报。

### 11.2.3 监护内容及频次

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

巡视监护是定期对有限制开放使用设施的稳定性、完好性进行巡视检查，



发现隐患及时排除，发现较大损毁事故及时上报，并形成现场巡视的影像资料和文字记录。

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

#### 11.2.3.1 监护方案

##### 1) 监护内容

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

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

##### 2) 巡视监护频率

每日至少巡视 1 次，在暴雨（设施所处地区 24 小时内降水量超过 50mm）、地震（地震烈度达到 5 度以上）后，应立即去现场巡查。

#### 11.2.3.2 辐射监测方案

##### 1) 日常巡视监测

日常巡视过程中不定期巡视，主要对有限制开放使用设施的  $\gamma$  辐射剂量率监测，重点对其开裂受损、风蚀、雨蚀较明显、覆盖层厚度减少的部位进行监测，其他无明显变化的部位可根据具体情况进行抽测，主要通过监护人员携带 X- $\gamma$  剂量率仪进行不定期监测。

##### 2) 定期监测

$^{222}\text{Rn}$ 、钍射气析出率原则按 40m×40m 网格布点， $\gamma$  辐射剂量率原则按 20m×20m 网格布点。

##### 3) 地下水监测

定期对地下水监测井进行取样分析，每次至少对 pH、 $U_{\text{天然}}$ 、 $^{226}\text{Ra}$ 、 $^{232}\text{Th}$  和 Cl<sup>-</sup> 监测 1 次。

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

## 12 结论与建议

### 12.1 结论

#### 12.1.1 项目基本情况

本项目为江西共伴生铀资源（独居石）综合利用项目（铀钍资源回收部分），建设单位是中核韶关锦原铀业有限公司，项目位于江西省崇义县丰州乡境内，主要通过处理独居石精矿（20000t/a）和优溶渣（5000t/a）经碱分解、酸溶后的溶解液 55191t/a，回收宝贵铀、钍资源。本项目产品为铀产品和钍初级产品，服务年限为 20a，项目投资 28367.39 万元，其中环保投资约 1732.52 万元，占工程建设总投资的 6.1%。本项目建设内容如下：

##### 1) 施工期退役治理内容

退役治理建构（筑）物 22 座，污染设备、管线 25.36t，堆浸场池内尾渣 3.5 万 t，工业场地污染土 3.1 万 m<sup>3</sup>。

##### 2) 主要建设内容

独居石处理厂房、工艺废水处理厂房、铀产品库（利旧）、生活污水处理设施、钍初级产品暂存库、尾渣库和综合楼等。

#### 12.1.2 环境质量状况

本项目对项目场址及周边居民点的环境空气、地下水、土壤、生物、声环境等介质中的相关污染因子进行了调查，根据监测结果，区域环境现状调查结论如下：

1) 项目周围居民点处  $\gamma$  辐射剂量率与赣州市和建矿前本底处于同一水平；拟建厂址内部分  $\gamma$  辐射剂量率略高于赣州市和建矿前本底，主要受铀矿多年采冶生产影响。

2) 项目周围居民点处空气氡浓度、钍射气浓度、放射性气溶胶含量均与对照点处于同一水平；周围居民点处空气 TSP、HCl 等均满足《环境空气质量标准》（GB3095-2012）中二级标准。

3) 集龙江地表水中  $U_{\text{天然}}$ 、 $^{226}\text{Ra}$  与建矿前本底处于同一水平， $U_{\text{天然}}$ 、 $^{226}\text{Ra}$ 、 $^{210}\text{Po}$ 、 $^{210}\text{Pb}$ 、 $^{232}\text{Th}$  等核素，场址上、下游断面均处于同一水平；地表水中非

放射性监测数据均满足《地表水环境质量标准》（GB3838-2002）III类标准的要求。

4) 地下水中  $U_{\text{天然}}$ 、 $^{226}\text{Ra}$ 、 $^{210}\text{Po}$ 、 $^{210}\text{Pb}$ 、 $^{232}\text{Th}$  与对照处于同一水平，总  $\alpha$ 、总  $\beta$  放射性活度浓度满足《地下水质量标准》（GB/T14848-2017）中III类标准的要求；此外，地下水中重金属及 COD、氨氮等非放射指标均满足《地下水质量标准》（GB/T14848-2017）III类标准。

5) 土壤中  $U_{\text{天然}}$ 、 $^{226}\text{Ra}$ 、 $^{232}\text{Th}$  与赣州市天然放射性本底处于同一水平；拟建场址土壤中 Cd、Hg、As、Pb 等各项重金属监测指标均低于《建设用地土壤污染风险管控标准（试行）》（DB36/1282-2020）第二类用地筛选值的标准要求；本项目周边土壤中重金属监测指标均低于《土壤环境质量 农用地土壤污染风险管控标准（试行）》（GB15618-2018）中表 1 规定的筛选值的标准要求。

6) 集龙江底泥中，丰州断面放射性核素含量略高于生活污水排放口上游凉滩断面。其余断面放射性核素含量与上游凉滩断面处于同一水平。

7) 周边居民点生物样品中  $U_{\text{天然}}$ 、 $\text{Th}_{\text{天然}}$ 、 $^{226}\text{Ra}$ 、 $^{210}\text{Po}$  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。

8) 周边居民点环境噪声值满足《声环境质量标准》（GB3096-2008）中 2 类声环境功能区噪声标准。

### 12.1.3 工程分析

#### 12.1.3.1 施工期退役治理方案可行性结论

##### 1) 退役治理方案

###### (1) 建（构）筑物治理方案

本项目对用地范围内 22 座建（构）筑物采用了机械拆除和分类治理的方案。其中，16 座污染建（构）筑物拆除产生 1.8 万  $\text{m}^3$  建筑垃圾送至 719 尾矿库储存；6 座未受污染建（构）筑物拆除产生 0.2 万  $\text{m}^3$  建筑垃圾运至建筑垃圾填埋场处理。

###### (2) 污染设备、管线治理方案

本项目对用地范围内 80 台（套）设备、2335m 管线采取拆除、解体和分

类处理的治理方案。其中，金属类设备管线 18.4t 经拆除、解体后运至 719 矿鹿井矿井工棚内储存，与鹿井矿井一并考虑退役治理；非金属类设备管线 6.96t 经拆除、解体和破碎后，运至 719 尾矿库储存。

### (3) 堆浸池尾渣及工业场地治理方案

本项目对用地范围内堆浸池及工业场地采取了清挖治理方案，将全部的污染物运至 719 尾矿库储存。

### 2) 可行性结论

本项目施工期退役治理方案，考虑废物集中和废物最小化的总体治理方案，将污染建筑垃圾和非污染建筑垃圾分类处理，堆浸池内尾渣和工业场地污染土，同污染建筑垃圾和非金属类设备管线集中运至 719 尾矿库储存，金属类设备管线运至 719 矿鹿井矿井，实现了废物管控，不流失至环境。上述治理方案是铀矿冶退役常规方案，具有简单、方便、技术成熟的高等有点，总体来看该退役治理方案是可行的。

### 12.1.3.2 运行期主要生产工艺

本项目处理独居石精矿和优溶渣经碱分解、酸溶后的溶解液 55191t/a，首先对溶解液进行树脂吸附提铀，形成饱和树脂和吸附尾液。

其中，饱和树脂再经过酸洗回收饱和树脂吸附的少量稀土，然后采用去离子水对饱和树脂进行淋洗，使饱和树脂吸附的铀进入淋洗液内，贫树脂返回吸附工序，其次对淋洗液加入除杂剂除去微量的钍核素杂质得到合格液，最后加入 NaOH 沉淀剂，送至隔膜过滤机压滤，最终得到铀产品，装桶运至铀产品库储存。铀产品工艺如下：饱和树脂→酸洗→淋洗→铀除杂→沉淀→过滤→铀产品。

吸附尾液与氯化稀土生产线碱分解工序的碱浆进行中和沉淀、过滤得到滤饼即为钍初级产品，送至钍初级产品暂存库储存，滤液送至氯化稀土生产线除放工序回收稀土资源。钍初级产品工艺如下：吸附尾液→中和沉淀→过滤→钍初级产品。

### 12.1.3.3 运行期污染物产生及处理措施

#### 1) 废气

#### (1) 独居石处理厂房 $^{222}\text{Rn}$ 和钍射气

本项目独居石处理厂房内  $^{222}\text{Rn}$  浓度在 (55~246)  $\text{Bq/m}^3$  之间, 钍射气浓度在 (71~329)  $\text{Bq/m}^3$ 。

采用全面通风方式将  $^{222}\text{Rn}$  和钍射气排出室外, 换气次数为 7 次/h, 通风量为  $134400\text{m}^3/\text{h}$ , 排放高度不低于周围 50m 范围内最高建筑物屋脊 3m 以上。保守考虑取厂房  $^{222}\text{Rn}$  浓度最大值  $246\text{Bq/m}^3$ , 钍射气浓度最大值  $329\text{Bq/m}^3$ , 则独居石处理厂房  $^{222}\text{Rn}$  排放量为  $2.90 \times 10^{11}\text{Bq/a}$ , 钍射气排放量为  $3.87 \times 10^{11}\text{Bq/a}$ 。

#### (2) 工艺废水处理厂房 $^{222}\text{Rn}$ 和钍射气

本项目工艺废水处理厂房内  $^{222}\text{Rn}$  浓度在 (122~157)  $\text{Bq/m}^3$  之间, 钍射气浓度在 (174~187)  $\text{Bq/m}^3$ 。

采用全面通风方式将  $^{222}\text{Rn}$  和钍射气排出室外, 换气次数为 7 次/h, 通风量为  $8500\text{m}^3/\text{h}$ , 排放高度为 10m。保守考虑取厂房  $^{222}\text{Rn}$  浓度最大值  $157\text{Bq/m}^3$ , 钍射气浓度最大值  $187\text{Bq/m}^3$ , 则工艺废水处理厂房  $^{222}\text{Rn}$  排放量为  $1.17 \times 10^{10}\text{Bq/a}$ , 钍射气排放量为  $1.39 \times 10^{10}\text{Bq/a}$ 。

#### (3) 钍初级产品暂存库和尾渣库 $^{222}\text{Rn}$ 和钍射气

本项目钍初级产品暂存库和尾渣库(铀除杂渣)表面会析出  $^{222}\text{Rn}$  和钍射气, 属于无组织排放, 始终维持使用 1 个单元组, 一旦使用完成立即采用 300mm 混凝土封闭。

按照最大单元钍初级产品和铀除杂渣面积  $2500\text{m}^2$  和  $56\text{m}^2$  保守估算, 钍初级产品表面  $^{222}\text{Rn}$ 、钍射气析出率分别为  $1.39\text{Bq/m}^2 \text{ s}$  和  $12.92\text{Bq/m}^2 \text{ s}$ ; 铀除杂渣表面  $^{222}\text{Rn}$ 、钍射气析出率分别为  $11.70\text{Bq/m}^2 \text{ s}$  和  $108.46\text{Bq/m}^2 \text{ s}$ , 排放时间为  $3.15 \times 10^7\text{s}$ , 可估算得到钍初级产品暂存库和尾渣库(铀除杂渣)  $^{222}\text{Rn}$  排放量为  $9.25 \times 10^{11}\text{Bq/a}$ , 钍射气排放量为  $8.57 \times 10^{12}\text{Bq/a}$ 。

#### (4) 酸洗工艺 HCl

本项目酸洗工序挥发少量 HCl 约  $6.9\text{kg/d}$ , 采用酸雾净化塔进行处理, 通风量为  $25000\text{m}^3/\text{h}$ , 喷淋塔内配置 NaOH 溶液, 酸雾经过溶液后大部分被碱中和, 处理效率不低于 90%; 处理后 HCl 排放量约  $0.69\text{kg/d}$ , 排放浓度为  $1.15\text{mg/m}^3$ , 排放高度不低于周围 50m 范围内最高建筑物屋脊 3m 以上, 满足

《大气污染物综合排放标准》(GB16297-1996)中新污染源二级标准的要求。

## 2) 废水

### (1) 工艺废水

本项目工艺废水产生量约  $10\text{m}^3/\text{d}$ ,  $U_{\text{天然}}$  含量约  $7\text{mg/L}$ ,  $^{232}\text{Th}$  含量约  $0.4\text{mg/L}$ ,  $^{226}\text{Ra}$  活度浓度  $3\text{Bq/L}$ , 收集后送至工艺废水处理厂房进行处理, 处理规模为  $30\text{m}^3/\text{d}$ , 工艺为“层析硅胶吸附+淋洗+冲洗”, 废水吸附后送至槽式排放槽内, 经检验  $U_{\text{天然}}$ 、 $^{226}\text{Ra}$ 、 $^{210}\text{Po}$ 、 $^{210}\text{Pb}$  和  $^{230}\text{Th}$  满足《铀矿冶辐射防护和辐射环境保护规定》(GB23727-2020)中排放限值、 $^{232}\text{Th}$  满足《伴生放射性矿开发利用环境辐射防护技术要求》(T/BSRS025-2020)、非放射性指标  $\text{Cd}$ 、 $\text{As}$ 、 $\text{Cr}^{6+}$ 、 $\text{Hg}$ 、 $\text{Pb}$  和  $\text{Ni}$  满足《污水综合排放标准》(GB8978-1996)表 1 标准后, 排入废水总排放管道, 最终排入集龙江; 检验未达标的需返回工艺废水处理设施再处理。

### (2) 生活污水

本项目生活污水主要来源于职工淋浴、洗衣及生活等废水, 本项目生活污水产生量  $16.18\text{m}^3/\text{d}$ , 并同时处理氯化稀土生产线职工产生的生活污染  $34.16\text{m}^3/\text{d}$ , 合计生活污水产生量为  $50.34\text{m}^3/\text{d}$ , 共同送至本项目生活污水处理设施。生活污水主要污染物包括  $\text{COD}$ 、 $\text{BOD}_5$ 、 $\text{NH}_3\text{-N}$ 、 $\text{SS}$  和  $\text{TP}$  等。

生活污水经收集后, 送至一体化地理生活污水处理设施进行处理, 处理规模为  $120\text{m}^3/\text{d}$ , 采用  $\text{MBR}$  膜处理工艺, 处理完成后满足《污水综合排放标准》(GB8978-1996)表 4 一级标准后, 排入集龙江。

## 3) 固体废物

### (1) 铀除杂渣

本项目放射性固体废物为铀除杂渣, 产生量为  $200\text{t/a}$ ,  $^{238}\text{U}$  活度浓度约  $10248\text{Bq/kg}$ ,  $^{232}\text{Th}$  活度浓度约  $53328\text{Bq/kg}$ ,  $^{226}\text{Ra}$  活度浓度约  $8220\text{Bq/kg}$ , 采用编织袋包装运至尾渣库内储存, 尾渣库设置了截排洪、防渗及导排系统、防雨棚和地下水监测井等设施, 降低可能造成的辐射环境影响, 尾渣储存时间为  $20\text{a}$ 。储存期满后, 与项目同步退役。

### (2) 废旧设备管线

本项目生产过程中产生一定量的废旧管道、阀门、水泵等放射性固体废物

物，依托氯化稀土生产线建设的产品及化工原料库内废旧零部件贮存区，项目终产后运至审管部门认可的废旧金属处理中心处理。

### (3) 生活垃圾

生活垃圾年产生量约为 10.8t/a，定期由垃圾处理车外运处理。

## 12.1.4 施工期环境影响分析

### 1) 辐射环境影响分析

本项目施工期退役治理后，719 尾矿库  $^{222}\text{Rn}$  释放量约  $2.06 \times 10^{12}\text{Bq/a}$ ，工业场地氡释放量为  $1.89 \times 10^{11}\text{Bq/a}$  较退役治理前有所减低，两者之和低于《鹿井铀矿冶技术改造工程环境影响报告书》（中核赣州金瑞铀业有限公司，2008.12）中 719 尾矿库  $^{222}\text{Rn}$  释放量  $9.00 \times 10^{12}\text{Bq/a}$ 。此外，719 矿丰州矿区其他铀矿冶设施进入维持维护状态或完成退役治理（如 719 矿 I 期工程黄蜂岭露天采场），放射性核素释放量均低于运行状态下排放量。由此可知，施工期退役治理后，可以满足 719 矿丰州工区铀矿冶设施所致公众剂量约束值  $0.4\text{mSv/a}$  的要求。

### 2) 非放射性环境影响分析

施工期产生的非放射性污染物主要是施工扬尘、生活污水、施工废水、施工噪声以及拆除建（构）筑物等相关设施产生的建筑垃圾、设备管线和堆浸尾渣等。

施工扬尘采用洒水、围挡等抑尘措施；施工期施工人员租住在周围居民处，产生的生活污水同当地居民一同处理；施工噪声采用低噪声设备、减振、隔声等降噪措施；生活垃圾集中堆放在指定地点，定期由垃圾处理车外运处理；另外，通过施工管理，减少水土流失，植被绿化等措施，减少生态环境影响。

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

## 12.1.5 运行期辐射环境影响评价

### 12.1.5.1 气载途径环境影响评价

本项目气态源项所致 20km 范围内敏感点最大个人剂量值为  $2.77 \times 10^{-3} \text{mSv/a}$ ，所致关键居民组为 SW 方位、1~2m 子区的吕家，关键核素为  $^{222}\text{Rn}$ ，关键途径为吸入内照射，主要源项为钍初级产品暂存库。

### 12.1.5.2 地表水途径环境影响评价

生产期液态流出物所致个人有效剂量最大值出现在 ENE 方位、2~3km 子区的少年组，最大为  $1.67 \times 10^{-4} \text{mSv/a}$ ，关键途径为农产品食入内照射， $^{210}\text{Po}$ 、 $^{210}\text{Pb}$  贡献值相近，分别为  $5.36 \times 10^{-4} \text{mSv/a}$  和  $5.37 \times 10^{-4} \text{mSv/a}$ ，合计贡献份额为 65%。

### 12.1.5.3 地下水辐射环境影响评价

正常工况下，钍初级产品暂存库和尾渣库库底和侧壁铺设了防渗层和导排设施，其结构按照相关标准要求设计，从上至下依次为：非织造土工布反滤层、卵(砾)石渗水导流层、非织造土工布膜上保护层、高密度聚乙烯(HDPE)土工膜防渗层、非织造土工布膜下保护层、渗水检查层（兼渗水次导流层）、非织造土工布保护层、高密度聚乙烯(HDPE)土工膜防渗层、压实粘土天然材料防渗，可充分的阻挡滩面降水、库外山坡雨水及库外地下水对库内物料的冲刷和淋滤，防渗措施可有效防止生产期间渗水的下渗，有效地避免了渗水进入地下水系统的风险。正常工况下基本不会对周围地下水环境造成影响。

非正常工况下，假设运行首年防雨棚、截排洪、防渗、渗水导排等措施失效，在项目生产期末（20a 时） $^{238}\text{U}$  最大迁移距离 444m，最大贡献浓度仅为  $0.027 \text{mg/L}$ ； $^{232}\text{Th}$  最大迁移距离 953m，最大贡献浓度仅为  $3.38 \text{mg/L}$ ； $^{226}\text{Ra}$  最大迁移距离 703m，最大贡献浓度仅为  $0.34 \text{Bq/L}$ 。由此可知，非正常工况下对地下水环境可能产生一定影响，但影响范围和程度有限，且不涉及地下水保护目标，不会对本区地下水辐射环境产生较大影响。

### 12.1.5.4 剂量汇总与评价

江西共伴生铀资源（独居石）综合利用项目（铀钍资源回收部分）建成后所致评价范围 20km 内，最大个人有效剂量值为  $2.77 \times 10^{-3} \text{mSv/a}$ ，低于本项目公众剂量管理约束值  $0.01 \text{mSv/a}$ 。



### 12.1.6 运行期非放射性环境影响评价

#### 1) 大气环境

酸洗工序挥发的 HCl 经过氯化稀土生产线酸雾喷雾塔吸附处理后，HCl 排放量约 0.69kg/d，排放浓度为 1.15mg/m<sup>3</sup>，经 AERSCREEN 估算模式后，对周边居民点空气中 HCl 的贡献值为 0.54μg /m<sup>3</sup>，叠加环境背景值后能够满足《环境影响评价技术导则 大气环境》(HJ 2.2-2018) 中附录 D 中不高于 50μg/m<sup>3</sup> 的要求。

#### 2) 地表水环境

工艺废水采用“层析硅胶吸附+淋洗+冲洗”工艺进行处理后，工艺废水处理厂房槽式排放槽内 Pb、Cd 等第一类污染物满足《污水综合排放标准》(GB8978-1996) 表 1 相关标准，排入总排放管道内；生活污水采用“MBR”膜工艺处理后，排入总排放管道。废水总排放口处 COD、BOD<sub>5</sub>、NH<sub>3</sub>-N、SS 和 TP 等均满足《污水综合排放标准》(GB8978-1996) 表 4 一级标准后排入集龙。经预测排放口下游接纳水体(集龙江)非放指标均能《地表水环境质量标准》(GB3838-2002) III 类标准的要求。

#### 3) 声环境

本项目噪声源强小，经采取降噪措施后，厂界噪声在(29.7~46.4) dB (A) 之间可以满足《工业企业厂界环境噪声排放标准》(GB12348-2008) 2 类区标准。另外，工业场地距离最近的竹子坑，生产期噪声对其贡献值不超过 13dB (A)，叠加环境背景值后为昼间为 50 dB (A)，夜间为 40dB (A) 能够满足《声环境质量标准》(GB3096-2008) 中 2 类限值的要求，不会对周围环境造成明显的影响。

#### 4) 固体废物

本项目产生的生活垃圾定期由垃圾处理车外运处理，得到了有效地处理，不会对环境产生明显的影响。

### 12.1.7 事故环境影响分析

本项目对生产过程中可能发生的运输事故、废水处理设施失效事故、主工艺设备液料泄漏事故、废水排放管线泄漏事故和钽初级产品暂存库和尾渣库防雨顶棚及防渗结构破损事故等进行了情景假设和影响分析，并采取了多

项风险防范措施，同时通过生产运行期间严格环境管理，事故后积极采取应急措施，可保证事故的辐射环境影响处于可接受水平。

### 12.1.8 公众参与

中核韶关锦原铀业有限公司在本报告编制期间，共开展两次公示，公示方式包括网上公示、现场张贴公示和报纸公示，公示期间均未收到公众意见反馈表。项目施工过程中，将按照环保要求落实本工程中的环境保护措施。

### 12.1.9 环境管理与监测计划

#### 1) 环境管理

本项目施工期和运行期环境保护责任单位为中核韶关锦原铀业有限公司，主要负责制定环保管理制度和环保措施落实。

#### 2) 监测计划

##### (1) 施工期

本项目制定了施工期工业场地清挖监测计划和环境监测计划。

##### (2) 运行期

本项目根据设施的性质、规模及运行情况，制定了流出物监测计划和常规环境监测计划。运行期中核韶关锦原铀业有限公司，配置相关设备，流出物和环境监测因子中  $\gamma$  辐射剂量率、氡、钍射气、气溶胶  $U_{\text{天然}}$ 、总  $\alpha$ 、水中 pH、 $U_{\text{天然}}$ 、 $^{232}\text{Th}$ 、 $^{210}\text{Po}$ 、 $^{210}\text{Pb}$ 、总  $\alpha$  等自行监测，其余流出物和环境监测因子均委托具有相关资质的单位进行。

### 12.1.10 总结论

本项目属于资源综合利用项目，开发建设符合国家产业政策，场址选择合理，施工期和生产过程中产生的污染物均采取了有效地防治措施，污染物可实现达标排放，生态保护措施可行。项目生产过程中对地下水、大气、声环境、生态环境的影响可接受，公众受照剂量满足剂量管理约束值的要求，项目正常运行情况下环境影响较小，事故情况下环境影响可接受。因此，从环境保护角度来讲，本项目的实施是可行的。

## 12.2 建议

1) 项目建设应严格执行工程基本建设程序和“三同时”制度，环保设施做到与主体工程同时设计、同时施工、同时投产。

2) 钚初级产品暂存库和尾渣库分期建设，在每期投入使用前应按照《建设项目环境保护管理条例》、《建设项目竣工环境保护验收暂行办法》等相关规定，进行竣工环境保护验收。

3) 运行过程中严格按照环境监测计划开展项目运行后的流出物监测和环境质量监测，及时掌握项目周边的环境质量变化情况。