

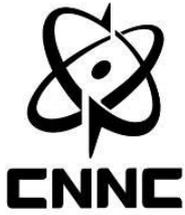


密 级	——
工程编号	
版 次	报审版

中核韶关锦原铀业有限公司  
745 矿退役治理 II 期工程  
环境影响报告书

中核韶关锦原铀业有限公司

二〇二〇年十月



密 级	——
工程编号	
版 次	报审版

# 中核韶关锦原铀业有限公司 745 矿退役治理 II 期工程 环境影响报告书

中核韶关锦原铀业有限公司

中核韶关锦原铀业有限公司  
745 矿退役治理 II 期工程  
环境影响报告书

中核韶关锦原铀业有限公司

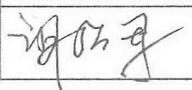
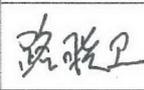
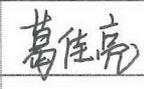
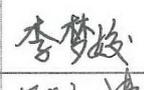
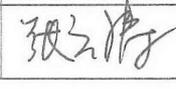
法定代表人：罗春梧

通讯地址：广东省韶关市仁化县

邮政编码：512300

打印编号: 1590488038000

## 编制单位和编制人员情况表

项目编号	4x0j20		
建设项目名称	中核韶关锦原铀业有限公司745矿退役治理Ⅱ期工程		
建设项目类别	50_188铀矿开采、冶炼		
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)	罗春梧		
主要负责人 (签字)	曾令国		
直接负责的主管人员 (签字)	张永文		
<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>			
<b>1. 编制主持人</b>			
姓名	职业资格证书管理号	信用编号	签字
谢占军	2016035130350000003510130352	BH018156	
<b>2. 主要编制人员</b>			
姓名	主要编写内容	信用编号	签字
路晓卫	7.退役治理前的环境影响、8.退役治理实施过程中的环境影响、9.退役治理终态的环境影响	BH018158	
葛佳亮	2.区域环境概况、4.环境质量现状	BH018159	
李梦姣	10.事故环境影响、11.退役治理的环境管理与监测计划、12.退役治理后的长期监护	BH018175	
张云涛	1.总论、3.退役设施概述、5.退役源项调查、6.退役治理、13.结论	BH018149	

## 目 录

前 言.....	I
<b>1 总论.....</b>	<b>1</b>
1.1 项目基本情况.....	1
1.2 退役原因和目的.....	2
1.3 退役治理范围和深度.....	2
1.4 编制依据.....	4
1.5 评价范围和子区划分.....	5
1.6 评价因子.....	8
1.7 评价控制标准及管理限值.....	9
1.8 主要环境保护目标.....	11
<b>2 评价区域环境概况.....</b>	<b>13</b>
2.1 地理位置.....	13
2.2 地形地貌.....	13
2.3 气候与气象.....	15
2.4 地质.....	19
2.5 水文.....	19
2.6 土地和水体利用.....	22
2.7 生态和资源开发利用.....	22
2.8 人口分布.....	23
<b>3 退役设施概述.....</b>	<b>29</b>
3.1 退役设施概况.....	29
3.2 退役设施正常生产时的生产工艺.....	31
<b>4 环境质量现状.....</b>	<b>32</b>
4.1 生产运行前辐射环境本底.....	32
4.2 辐射环境现状.....	32

4.3	非放射性环境现状.....	40
<b>5</b>	<b>退役治理工程源项调查.....</b>	<b>47</b>
5.1	源项调查范围.....	47
5.2	源项调查方案.....	48
5.3	源项调查结果及治理项目.....	51
5.4	退役治理项目汇总.....	109
<b>6</b>	<b>退役治理.....</b>	<b>111</b>
6.1	退役治理目标及深度.....	111
6.2	制定退役治理方案的原则.....	113
6.3	退役治理方案.....	113
6.4	退役废物管理.....	127
6.5	退役治理环境保护措施及其可行性论证.....	130
<b>7</b>	<b>退役治理前辐射环境影响评价.....</b>	<b>134</b>
7.1	退役治理前源项.....	134
7.2	退役治理前辐射环境影响评价基本参数设置.....	134
7.3	退役治理前各源项所致公众剂量估算与评价.....	135
7.4	退役治理前非放射性环境影响分析.....	139
<b>8</b>	<b>退役治理实施过程环境影响分析.....</b>	<b>140</b>
8.1	退役治理过程中的辐射环境影响分析.....	140
8.2	退役治理过程中非放射性环境影响分析.....	141
<b>9</b>	<b>退役治理后环境影响评价.....</b>	<b>149</b>
9.1	退役治理后源项分析.....	149
9.2	退役治理后环境影响评价.....	149
9.3	退役治理前后环境影响.....	153
<b>10</b>	<b>事故环境影响分析.....</b>	<b>155</b>
10.1	可能造成辐射环境影响的事故景象.....	155

10.2	最大可信事故确定.....	155
10.3	集中覆盖治理区垮塌事故后果预测.....	157
10.4	集中覆盖治理区防渗层破损事故影响预测.....	161
10.5	事故防范及应急措施.....	170
10.6	小结.....	172
<b>11</b>	<b>退役治理的环境管理与监测计划.....</b>	<b>173</b>
11.1	环境管理机构.....	173
11.2	监测计划.....	173
<b>12</b>	<b>退役治理后的长期监护.....</b>	<b>176</b>
12.1	长期监护的目的.....	176
12.2	长期监护维护要求.....	176
<b>13</b>	<b>结论与建议.....</b>	<b>180</b>
13.1	结论.....	180
13.2	建议.....	183
附录一	气态途径辐射环境影响预测模式与参数.....	184
附件：		
附件一：环评委托书；		
附件二：《关于中核韶关锦原铀业有限公司 745 矿退役治理 II 期工程环境影响 评价执行标准的复函》		
附件三：745 矿退役治理 II 期工程环境质量现状监测报告		

## 前 言

745 矿位于广东省韶关市仁化县长江镇境内，为我国生产较早的大型铀矿采冶联合企业之一，是我国主要的铀产品粤北生产基地。745 矿始建于 1969 年 3 月，2002 年国家对企业资产进行重组，745 矿破产重组成立中核韶关锦原铀业有限公司。改制后的中核锦原铀业有限公司（以下简称“锦原铀业公司”）承担了原 745 矿遗留的军品生产任务和退役治理工作。

745 矿自 1969 年起，相继建成了棉花坑矿井（501 工区）、斜州矿井（503 工区）、蕉坪矿井（504 工区）等矿井和 508 水冶厂。自 2003 年以来，508 水冶厂及其附属设施一直处于停产封存状态，生产设备及动力管网陈旧老化、锈蚀严重，设施设备损坏严重；生产厂房从建成至今已近 50 年，达到设计使用年限，部分厂房倒塌。

508 水冶厂已停产多年，不具备恢复生产的条件，且对周边环境及公众存在一定的辐射及安全隐患。根据《国防科工局关于印发“十三五”核设施退役及放射性废物治理规划的通知》（科工二司[2016]1201 号），已将 508 水冶厂列入退役治理规划。

2020 年 2 月，国家国防科工局以《国防科工局关于中核韶关锦原铀业有限公司 745 矿退役治理 II 期工程等 3 个核设施及退役放射性废物治理项目的批复》[科工二司〔2020〕120 号]文件对本工程项目建议书进行了批复；批复项目投资 11602 万元，项目周期 45 个月。

根据《中华人民共和国环境影响评价法》、《中华人民共和国放射性污染防治法》、《建设项目环境保护管理条例》等法律法规的要求，锦原铀业公司委托中核第四研究设计工程有限公司承担该项目的环评工作。接受委托后，评价小组对现场进行了踏勘，同时收集了相关的工程和环境资料。根据现场踏勘情况、《中核韶关锦原铀业有限公司 745 矿退役治理 II 期工程项目建议书》、锦原铀业公司提供的基础资料，评价小组于 2020 年 5 月编制完成了该项目的环评报告书，现上报生态环境部审查。

本环评报告书中的环境质量现状监测工作由核工业二九〇研究所完成，中核韶关锦原铀业公司负责提供环评工作所需的基础资料，并负责开展环境影响评价公众参与工作，相关文件单独成本上报。

# 1 总论

## 1.1 项目基本情况

- 1) 项目名称：中核韶关锦原铀业有限公司 745 矿退役治理 II 期工程；
- 2) 项目性质：铀矿采冶遗留放射性污染和破坏区域环境整治；
- 3) 承担单位：中核韶关锦原铀业有限公司；
- 4) 建设地点：广东省仁化县长江镇；
- 5) 项目投资：工程总投资 11602 万元；
- 6) 建设周期：45 个月；
- 7) 退役治理范围及内容：745 矿 508 水冶厂内污染设施及被污染的周边环境，主要源项类型包括原矿堆场、堆浸渣堆、工业场地、排水沟等设施及工业场地，以及周边被道路、农田。拟进行退役治理的内容见表 1.1-1。

表 1.1-1 拟退役治理的项目一览表

序号	源项类型	数量
1	原矿堆场场地	1 处，裸露面积 16889m <sup>2</sup>
2	堆浸渣场	1 处，裸露面积 3392m <sup>2</sup>
3	工业场地	9 处，总面积 194764m <sup>2</sup>
4	厂内污染道路	7 条，总长度 3018m
5	排水沟	3 条，总长度 3137m
6	水塘	3 个，面积 2318m <sup>2</sup>
7	尾矿输送管线沿线隧道	1 段，长 120m
8	污染建（构）筑物	148 座，总面积 54633m <sup>2</sup>
9	污染设备	618 台（套）
	污染、废弃管线	废金属管 18038m、废 PVC 管 710m
10	厂外道路	6 条，长度 6854m
11	农田	1 处，面积 2318m <sup>2</sup>

- 8) 治理目标：对 745 矿 508 水冶厂及附属设施等进行退役治理，治理后的设施场地达到国家环境保护有关标准要求，治理范围内的生态环境基本恢复，治理范围内公众健康得到保护。

## 1.2 退役原因和目的

### 1.2.1 退役原因

745 矿 508 水冶厂（745-8 工程）于 1970 年开始动工，1981 年底全面建成，1982 年 1 月正式投产。1995 年 508 水冶生产线进行技术改造，将生产“131”产品改为生产“111”产品。2003 年底 508 水冶厂全面停产，转入地表堆浸铀水冶生产。

自 2003 年以来，508 水冶厂及其附属设施一直处于停产封存状态，生产设备及管网陈旧老化、锈蚀严重，设施设备损坏严重；生产厂房至今已近 50 年，达到设计使用年限，部分厂房倒塌，不具备恢复生产的必要和条件。根据《国防科工局关于印发“十三五”核设施退役及放射性废物治理规划的通知》（科工二司[2016]1201 号），508 水冶厂列入退役治理规划。

### 1.2.2 退役治理目的

本项目退役治理的最终目的是通过补救行动，以达到防止各类有害物流失，极大的减少各类流出物，还当地一个优良的生态环境，改善环境质量，保护公众健康，杜绝安全隐患，维护社会稳定和人心安定：

1) 消除治理范围内的安全隐患，对各设施进行退役治理，保护当地居民生产、生活安全，避免人身伤害事件发生。

2) 保持废物集中处置设施的长期安全稳定，防止由于自然力或其他原因引起塌垮流失造成环境污染事故，同时恢复当地的自然生态环境。

3) 使遗留污染设备处于可控状态，防止流失而造成环境污染或危害人体健康。

4) 合理降低公众的辐射剂量，使退役整治各项指标低于国家和行业颁布的标准；治理后的环境质量与公众安全满足国家和行业颁布的各项规定、标准、规范。

5) 防止水土流失，使治理范围内的生态环境得以基本恢复。

## 1.3 退役治理范围和深度

### 1.3.1 退役治理内容

745 矿 508 水冶厂内污染设施及被污染的周边环境，主要源项包括原矿堆场、堆浸渣堆、工业场地、排水沟等设施及场地，以及周边道路、农田。

此外，本次退役治理工程设置集中覆盖治理区 1 处（占地面积 40715m<sup>2</sup>），用于填埋处置退役治理过程中产生的固体污染物（污染土 23.18 万 m<sup>3</sup>、建筑垃圾 12.79 万 m<sup>3</sup>），并在接纳污染物完成后对其进行稳定化治理。

### 1.3.2 退役治理深度

本项目通过补救行动，可达到防止各类有害物流失，减少各类流出物，改善治理范围内的生态环境，保护公众健康并消除安全风险的退役整治目的，对维护社会稳定和人心安定也将起到积极的作用。

各设施退役治理深度见表 1.3-1。

表 1.3-1 各退役治理设施治理目标和深度一览表

序号	源项类型	主要治理方法及目标	退役深度
1	原矿堆场	清挖、迁移，集中治理，原址覆土并恢复植被	无限制开放使用
2	堆浸渣场	清挖、迁移，集中治理，原址覆土并恢复植被	无限制开放使用
3	工业场地	清挖、迁移，集中治理，原址覆土并恢复植被	1 场、2 场、4 场、6 场、7 场、8 场、9 场均达到无限制开放使用退役深度
4	场内道路	污染路面清污，污染物集中治理	无限制开放使用
5	厂外道路	水泥混凝土路面清扫、刮除、清洗路面，挖除路肩；泥结碎石路面清污回填，清挖土集中治理；恢复道路使用功能	无限制开放使用
6	农田	清挖表土集中处置，然后对原址进行平整，种草、植树；	无限制开放使用
7	水体	排水沟清挖底泥，集中处置，根据排水需要对水沟进行拆除或恢复；水塘清挖底泥集中处置	无限制开放使用
8	污染（废弃）建筑（构）筑物	拆除后建筑垃圾集中处置，原址回填恢复植被	无限制开放使用
9	污染设备、器材、管线	金属材质的，拆除去污后送核工业铀矿冶放射性污染金属熔炼处理中心熔炼回收；非金属材质的，拆除后运至覆盖区集中处置	—
10	尾矿输送沿线隧道	隧道封堵，防治人畜误入	—

\*注：若清挖后出现原址天然基底高于无限制开放使用控制标准限值的情况时，则将原址列为有限制开放使用场地，并视同为达到治理目标。

此外，原 3 场、5 场所在地设置集中覆盖治理区，除堆浸渣及堆浸渣场下部

污染土外，退役治理产生的其他固体废物均运至集中覆盖治理区进行处置。集中覆盖治理区底部进行防渗处理，收纳废物完成后上部覆盖、植被。退役治理后，集中覆盖治理区达到有限制开放使用深度。

## 1.4 编制依据

### 1.4.1 法律法规

- 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 28 日；
- 4) 《建设项目环境影响评价分类管理名录》2018 年 4 月 28 日；
- 5) 《建设项目环境保护管理条例》2017 年 10 月 1 日。

### 1.4.2 标准规范

- 1) 《建设项目环境影响评价技术导则 总纲》(HJ/T2.1-2016)；
- 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》(HJ/T2.3-2018)；
- 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》(HJ/T2.4-2009)；
- 6) 《环境影响评价技术导则 生态影响》(HJ/T19-2011)；
- 7) 《环境影响评价技术导则 铀矿冶退役》(HJ1015.2-2019)；
- 8) 《电离辐射防护与辐射源安全基本标准》(GB18871-2002)；
- 9) 《铀矿冶辐射防护和辐射环境保护规定》(GB23727-2020)；
- 10) 《铀矿冶设施退役环境管理技术规定》(GB14586-1993)；
- 11) 《铀矿冶辐射环境监测规定》(GB23726-2009)；
- 12) 《食品中放射性物质限制浓度标准》(GB14882-1994)。

### 1.4.3 相关文件

- 1) 《中核韶关锦原铀业有限公司 745 矿退役治理 II 期工程项目建议书》，中核第四研究设计工程有限公司，2017 年 8 月；
- 2) 《关于中核韶关锦原铀业有限公司 745 矿退役治理 II 期工程项目建议书的评估报告》，新时代工程咨询有限公司，2018 年 6 月 8 日；
- 3) 《国防科工局关于中核韶关锦原铀业有限公司 745 矿退役治理 II 期工

程等 3 个核设施及退役放射性废物治理项目的批复》（科工二司〔2020〕120 号）国防科工局，2020 年 2 月 20 日。

4) 《745 矿退役 II 期工程环境质量现状监测报告》，核工业二九〇研究所，（报告编号：290HBHJZA202007001）；

5) 环境影响评价委托书；

6) 中核韶关锦原铀业有限公司提供的其他资料。

## 1.5 评价范围和子区划分

### 1.5.1 放射性环境影响评价

根据《环境影响评价技术导则 铀矿冶退役》（GB1015.2-2019）相关规定，并结合本次退役治理工程的实际情况，确定本次评价范围为以四号厂房工业场地（3<sub>场</sub>）评价中心，半径 20km 范围的区域。辐射环境影响评价的子区划分是在评价范围内按半径为 1km、2km、3km、5km、10km、20km 划分为同心圆，再将这些同心圆划分成为 22.5° 扇形段，以正北向左右各划分 11.25° 为起始段，共分 96 个评价子区。评价子区划分见图 1.5-1。

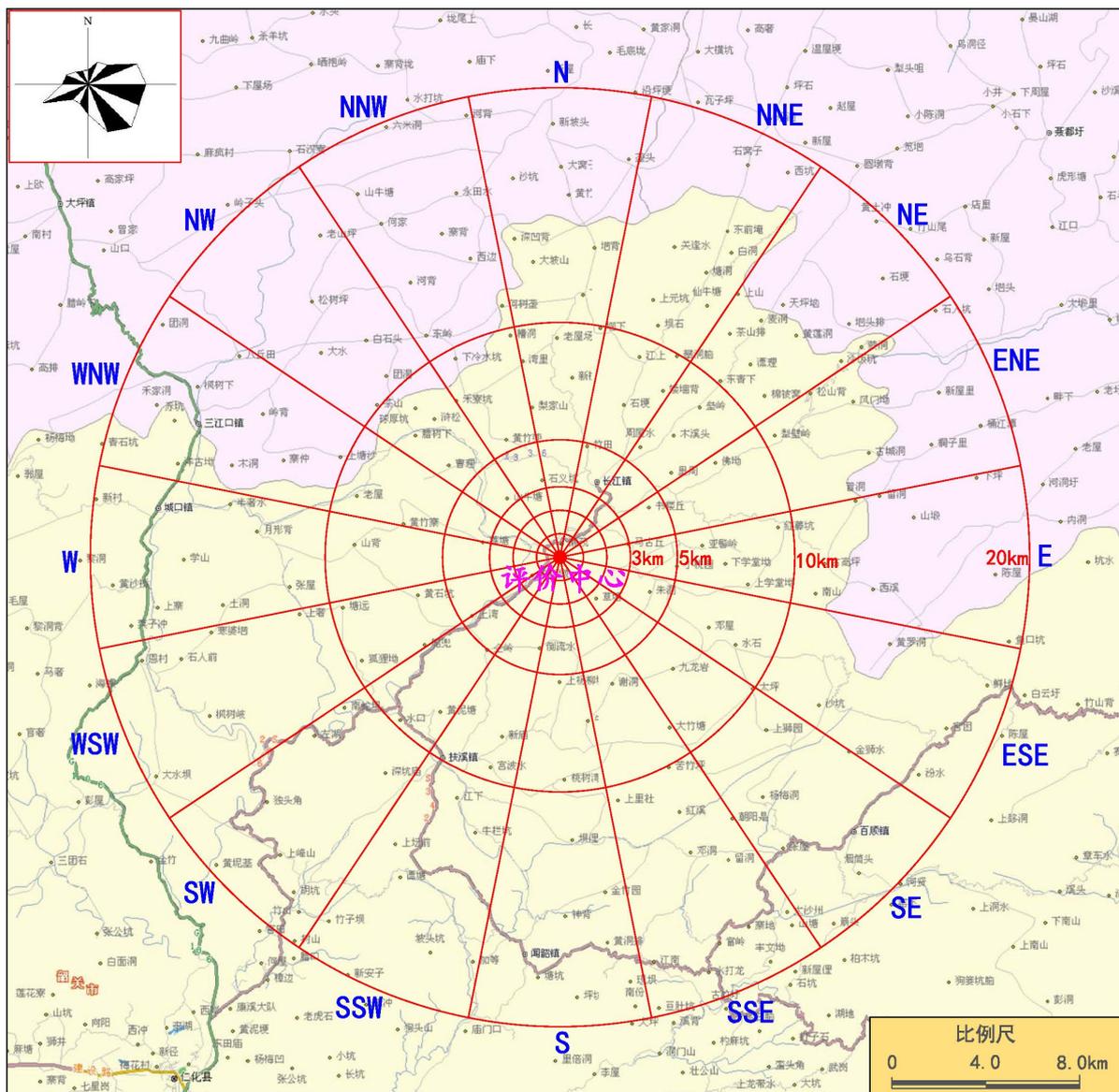


图 1.5-1 评价子区划分图

## 1.5.2 非放射性环境影响评价

### 1.5.2.1 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  $P_i$ ,即第  $i$  个污染物的地面浓度达标准限值 10%时所对应的最远距离  $D_{10\%}$ 进行等级划分。其中,  $P_i$  定义为:

$$P_i = \frac{C_i}{C_0} \times 100\% \quad (\text{公式 1.5-1})$$

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,  $\text{mg}/\text{m}^3$ ;

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

评价工作等级按表 1.5-1 的分级判据进行划分。

表 1.5-1 大气评价工作等级划分判据

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

本项目非放大气污染物主要为施工过程中挖掘、倾倒、堆存及运输污染物过程中产生的扬尘（TSP）。其中主要产污环节为各类废物、覆盖土在集中覆盖治理区内的卸车环节。采取定期洒水、对场内及运输物料进行遮盖、避开大风作业等措施后，扬尘排放量较小。

本项目采用 AERSCREEN 估算模式对卸车过程中产生粉尘的环境影响进行评价。源项及估算结果见表 1.5-2 及表 1.5-3。

表 1.5-2 估算模式参数一览表

源项名称	TSP, $\text{mg}/\text{s}$	面源面积, $\text{m}^2$	排放高度, $\text{m}$
集中覆盖治理区内施工	1.52	1000	2

表 1.5-3 退役治理非放射性大气环境影响估算结果

源项名称	污染物	$C_i$ ( $\text{mg}/\text{m}^3$ )	$C_{0i}$ ( $\text{mg}/\text{m}^3$ )	$P_i$ (%)	距离 ( $\text{m}$ )
集中覆盖治理区内施工	TSP	36.63	900	4.07	28

经计算，其 TSP 最大落地浓度为  $36.63\mu\text{g}/\text{m}^3$ ，占标率为 4.07%，处于 1% 到 10% 之间，最大落地浓度距离为 28m，项目非放射性大气环境影响评价等级为二级，评价范围为 5km，详见 8.2 章节。

### 1.5.2.2 声环境影响评价

本项目所在区域声环境功能区划为 2 类区。退役治理施工开始后，由施工噪声造成该居民点的声级增高量不高于 5dB (A)，且区内受影响人数变化不大，根据《环境影响评价技术导则 声环境》(HJ2.4-2009) 的规定，确定本项目声环境影响评价等级为二级，评价范围为厂界周边 200m。

### 1.5.2.3 地下水环境影响评价

由于《环境影响评价技术导则 地下水环境》(HJ610-2016) 未将涉核项目纳入技术导则之中，且本项目为铀矿冶退役治理修复项目，在导则中未明

确该类地下水环境影响评价的行业分类。因此，本项目参照该导则的地下水评价原则及评价方法，确定本项目的地下水环境评价范围为：西北侧向边界为锦江，东南侧向边界为分水岭边界，总面积约 7.19km<sup>2</sup>。

## 1.6 评价因子

### 1.6.1 环境影响因素识别

为明确退役治理项目施工及治理完成后对自然环境、生态环境、社会环境和公众健康产生的影响，根据项目工程特点、规模和污染物排放规律，结合评价区域的环境特征，进行项目对环境的影响识别，结果见表 1.6-1。

从表中可以看出，退役治理工程的实施对周边环境的影响主要发生在退役治理过程中，主要体现在建构筑物拆除、场地清理、材料运输以及退役治理施工等活动产生的扬尘、噪声对大气环境、声环境的影响。随着施工过程的推进，放射性源项被逐步清除，退役设施产生的辐射影响逐渐降低，周边辐射环境改善。退役治理施工会为项目所在地带来一定的经济效益。

退役治理工程结束后，放射性污染源面积大大降低，虽仍有氡气释放，但项目周边辐射环境较退役前明显改善。退役治理完成后，随着原有设施、场地的指标恢复，区域生态环境改善。

表 1.6-1 本项目环境影响因素识别

影 响 阶 段		自 然 环 境					社 会 环 境						
		大气环境	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
退役治理前	废气排放	-2				-2						-2	
	废水排放					-1							
	固体废物处置	-2				-2	-2						
退役过程中	建构筑物拆除	-1			-1	-1							+1
	场地清理	-1			-1	-1							+1
	材料运输	-1			-1				+1				+1
	覆土植被	-1			-1	+2	+2					+1	+1
退役终态	废气排放	-1				-1						-1	
	固体废物处置	-1				-1						-1	

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

### 1.6.2 评价因子筛选

根据本项目退役治理前、退役治理中及退役治理后的特点及污染物排放

特点，确定本项目评价因子如下表 1.6-2 所示。

表 1.6-2 本项目评价因子一览表

时期	评价内容		评价因子
退役治理前	大气污染源		$^{222}\text{Rn}$ 及其子体
退役治理中	大气污染源	放射性污染物	$^{222}\text{Rn}$ 及其子体
		非放射性污染物	TSP
	固废污染源	放射性污染物	清挖迁移废石、尾渣等及其污染土；建筑垃圾；设备管线等
		非放射性污染物	生活垃圾
	噪声污染源		Leq (A)
退役治理后	大气污染源		$^{222}\text{Rn}$ 及其子体

## 1.7 评价控制标准及管理限值

### 1.7.1 剂量目标值及控制值

#### 1) 正常工况下公众剂量目标值

根据《铀矿冶辐射防护和辐射环境保护规定》(GB23727-2020)，运行期公众照射剂量的约束值连续 5 年的平均有效剂量不超过 0.5mSv/a；退役治理后最终状态下的年公众照射的剂量约束值不超过 0.3mSv/a。

根据本项目特点及剂量预测相关结果，确定本项目退役治理实施过程中公众照射剂量目标值为 0.2mSv/a，退役治理后公众照射剂量目标值为 0.1mSv/a。

#### 2) 事故工况下公众剂量控制值

事故工况下，公众成员最大个人受照剂量不超过 1mSv/次。

### 1.7.2 退役管理目标值

#### 1) 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) 的规定，经退役治理与环境整治后，本项目集中覆盖治理区表面  $^{222}\text{Rn}$  析出率不大于  $0.74\text{Bq}/(\text{m}^2\cdot\text{s})$ 。

#### 2) 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)，土地去污整治后，对  $^{226}\text{Ra}$  的最高比活度要求为任何平均  $100\text{m}^2$  范围内土层中  $^{226}\text{Ra}$  的比活度扣除当地本底值后不超过  $0.18\text{Bq}/\text{g}$ ，可无限制开放或使用。

本项目所在区域土壤中  $^{226}\text{Ra}$  含量本底水平为  $169\text{Bq/kg}$ 。故本项目经清挖治理后的场地,其任何平均  $100\text{m}^2$  范围内土层中  $^{226}\text{Ra}$  含量如不高于  $349\text{Bq/kg}$ ,其原址可无限制开放或使用。

污染水体中底泥经清挖后,参照污染土地控制标准,底泥中  $^{226}\text{Ra}$  残留量按照不超过  $349\text{Bq/kg}$  进行控制。

### 3) 放射性表面污染控制水平

无利用价值的金属设备、管线等经去污处理后,其 $\alpha$ 表面污染水平 $\leq 25\text{Bq/cm}^2$ 、 $\beta$ 表面污染水平 $\leq 40\text{Bq/cm}^2$ ,即达到核工业铀矿冶放射性污染金属熔炼处理中心的接收限值时,可送核工业铀矿冶放射性污染金属熔炼处理中心熔炼处理。

设备、管线在运输过程中,根据《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 $\leq 40\text{Bq/cm}^2$ 。

### 1.7.3 评价采用的非放射性标准

根据韶关市生态环境局仁化分局《关于中核韶关锦原铀业有限公司 745 矿退役治理 II 期工程环境影响评价报告书执行标准的复函》的相关要求(见附件 2),本项目执行的非放环境质量标准如下:

#### 1) 环境质量标准:

- (1) 环境空气执行《环境空气质量标准》(GB3095-2012)中二级标准;
- (2) 地表水环境执行《地表水环境质量标准》(GB3838-2002)中III类标准;
- (3) 地下水环境执行《地下水质量标准》(GB/T14848-93)中III类标准;
- (4) 声环境执行《声环境质量标准》(GB3096-2008)中 2 类标准;
- (5) 土壤环境执行《土壤环境质量 农用地土壤污染风险管控标准(试行)》(GB15618-2018)表 1 中的标准。

#### 2) 污染物排放标准:

- (1) 废气:退役施工扬尘排放执行《大气污染物排放限值》(DB44/27-2001)表 2 中无组织排放监控浓度限值;

(2) 噪声：退役治理施工场界噪声执行《建筑施工场界环境噪声排放标准》(GB12523-2011) 中相关要求。

本项目非放评价采用的标准值见表 1.7-1 及表 1.7-2。

表 1.7-1 本项目评价采用的非放标准值

类别	污染物名称		标准值	标准来源
环境质量标准 <sup>1</sup>	大气	TSP	300 $\mu\text{g}/\text{m}^3$ (日均值)	《环境空气质量标准》(GB3095-2012) 中二级标准
	地表水体	pH	6~9	《地表水环境质量标准》(GB3838-2002) 中 III 类标准
		Mn	0.1mg/L	
		Cd	0.005mg/L	
		As	0.05mg/L	
		SO <sub>4</sub> <sup>2-</sup>	250mg/L	
	噪声	昼间	60dB (A)	《声环境质量标准》(GB3096-2008) 中 2 类标准
		夜间	50dB (A)	
排放标准	废气	颗粒物	无组织排放监控浓度限值： 周界外浓度最高点 1mg/m <sup>3</sup>	《大气污染物排放限值》(DB44/27-2001)
	施工噪声	昼间	70dB (A)	《建筑施工场界环境噪声排放标准》(GB12523-2011)
		夜间	55dB (A)	

表 1.7-2 不同 pH 值下不同污染物的土壤污染风险筛选值

序号	污染物项目		风险筛选值 单位 mg/kg			
			pH $\leq$ 5.5	5.5<pH $\leq$ 6.5	6.5<pH $\leq$ 7.5	pH>7.5
1	Hg	水田	0.5	0.5	0.6	1.0
		其他	1.3	1.8	2.4	3.4
2	As	水田	30	30	25	20
		其他	40	40	30	25
3	Cr	水田	250	250	300	350
		其他	150	150	200	250
4	Cu	果园	150	150	200	200
		其他	50	50	100	100
5	Ni		60	70	100	190
6	Zn		200	200	250	300

### 1.8 主要环境保护目标

根据本项目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

护目标为项目评价范围内居民点的大气环境，下表中主要列出了 508 水冶厂周围半径 3km 范围内重要居民点分布情况；地表水环境保护目标为锦江；地下水环境保护目标为厂址周围的浅层地下水；声环境保护目标为退役设施边界外 200m 声环境；生态环境保护目标为退役设施占地区域。本项目环境保护目标见表 1.8-1。

表 1.8-1 项目环境保护目标

要素	保护对象	相对方位	距离 (km)	人口数	性质	保护级别
大气环境	陋茂	N	1.04	87	居民点	《环境空气质量标准》(GB3095-2012)二级和本项目公众剂量约束值
	低坪	N	1.37	181		
	刘屋	N	2.87	209		
	庙湾*	NNE	1.92	15		
	大村	NNE	2.51	341		
	黄竹头下	NE	1.91	127		
	杨梅坝	NE	2.98	158		
	马牯丘	ENE	2.57	162		
	黄溪水	SW	2.33	108		
	牛栏墩	WSW	1.74	78		
	良头	WNW	1.55	94		
	河口	WNW	1.80	132		
	莲河村	WNW	2.6	207		
河口坝	NW	1.62	182			
水环境	地表水	锦江			地表水	《地表水环境质量标准》(GB3838-2002) III 类
	地下水	508 水冶厂周边地下水			地下水	《地下水质量标准》(GB/T14848-2017) III 类
声环境	508 水冶厂治理区外 200m 声环境			声环境	《声环境质量标准》(GB3096-2008) 2 类	
生态环境	退役设施占地区			生态环境	防治水土流失，使治理范围内生态环境得以基本恢复	
辐射环境	评价中心半径 20km 范围内环境和公众			辐射环境	本项目公众剂量约束值	

\*注：庙湾处居民点为一敬老院，常住老人 15 名。

## 2 评价区域环境概况

### 2.1 地理位置

745 矿部位于仁化县长江镇马牯丘村，距离仁化县城公路距离 49km，距离韶关市公路距离 103km，矿区与仁化县公路相通。本项目拟退役的 508 水冶厂位于矿部以西 2.8km（直线距离）处，厂区中心地理坐标东经  $113^{\circ}54'20''$ ，北纬  $25^{\circ}18'2''$ 。508 水冶厂经由山区道路与 S246 省道相接，交通较为便利，区内交通运输以公路为主。拟退役工程地理位置见图 2.1-1。

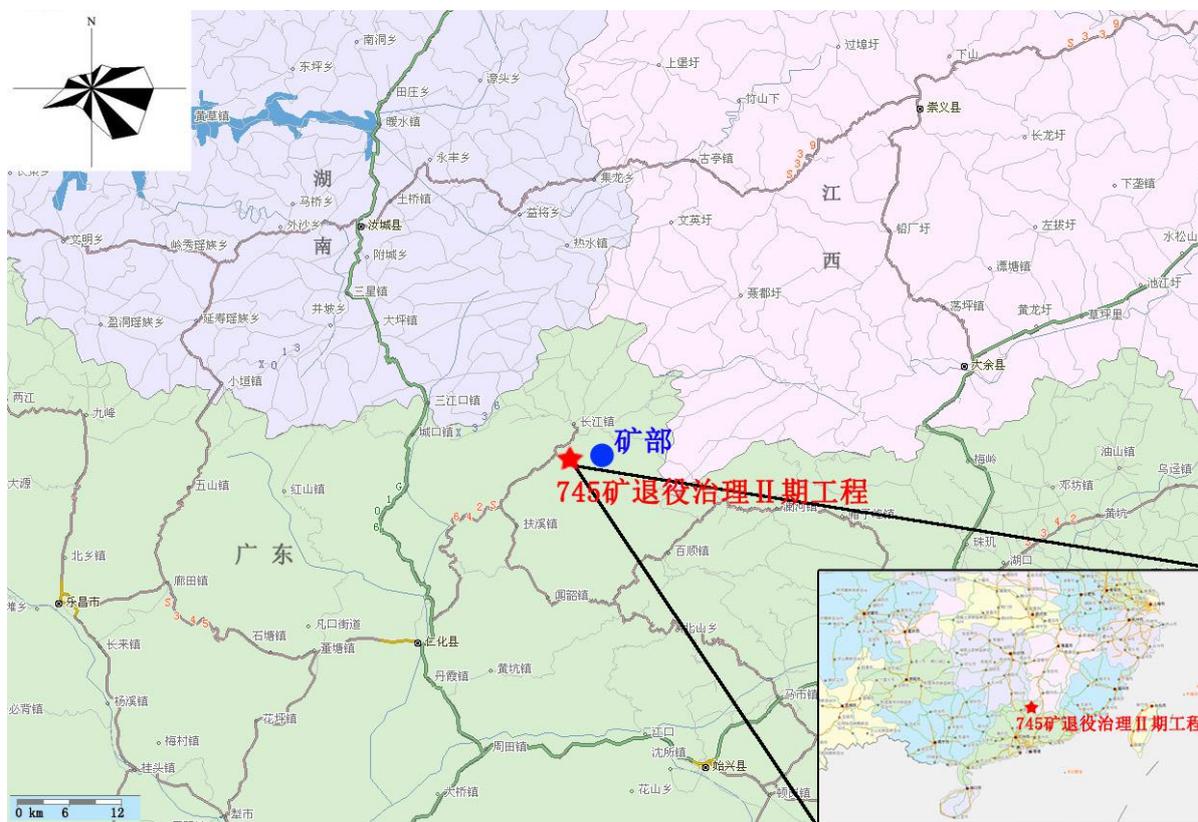


图 2.1-1 地理位置图

### 2.2 地形地貌

矿区地处南岭山脉大庾岭南麓，区内山峦起伏，水系发育，地形切割强烈，多呈“V”形沟谷，坡陡沟深，主要由低山地、丘陵，盆地和山前平地构成。区域内总的地势为北东高，南西低，最高峰为范水山（又称万时山），地形标高 1559m，是全县最高峰，最低为锦江，地形标高 195m。区域典型地形地貌见图 2.2-1。

508 水冶厂处于中低山丘陵地区，以低山为主，地貌形态表现为浑圆状山

峰，猪背形山脊，凸形山坡，“V”形谷和小型山间盆地，区域内地表植被发育，树、竹、茅草交杂丛生。境内山涧、小坑星罗棋布，溪流纵横交错。区内堆积地形分布于低谷和河流两岸，呈条带状，土质肥沃，可耕性好，区内树木成林、杂草丛生，植被十分发育。508 水冶厂周边三维地形见图 2.2-2。



图 2.2-1 项目所在区域典型地形地貌图



图 2.2-2 项目所在区域三维地形图

## 2.3 气候与气象

### 2.3.1 区域气候特征

745 矿所在地区属于中亚热带湿润型季风气候区，具有光热充足，雨量充沛，雨热同季，无霜期长的特征。春季阴雨天气多，阳光少，空气潮湿，天气多变；夏季雨水多，雷雨、洪涝、强风、高温活跃，强对流天气频繁；秋季雨水少，阳光普照，空气干燥，天气稳定；冬季，天气冷，早晚温差大，雨量少，霜日、冰冻、寒潮、低温天气经常出现，寒冷天气较多。

评价范围内多年平均日照时数为 1724.5h，年平均温度 19.7℃，极端最高气温 40.9℃，极端最低气温 -4.8℃。全年无霜期 323 天，多年平均降雨量 1715mm，降雨多集中于 3~7 月，月平均最大降雨量为 290.9mm（6 月），最小为 42.0mm（11 月），平均年蒸发量为 1415mm，平均相对湿度 81%，平均大气压为 1001.98hPa。风频最大的风向为南风、其次为东南风，多年平均风速 1.1m/s，极端最大风速达 32m/s。

### 2.3.2 气象

评价范围内地形地貌主要为低山、丘陵，海拔高度 100m~300m 左右。本次评价采用的基础气象数据包括距离矿床最近的地面气象站和高空气象站 2017 年全年观测数据。地面气象参数为逐时数据，包括观测时间、风向、风速、总云、低云、温度和降雨量；高空气象参数为每日 2 次观测，包括观测时间、探空层数、气压、探空高度、温度、风速、风向。基础气象数据经 AERMOD 软件自带的气象预处理程序处理后，得到 AERMOD 扩散模式的气象边界条件。

508 水冶厂最近地面气象站为距离 29.5km 处的仁化县气象站，其地理坐标为东经 113°44′，北纬 25°06′，该站为国家气象二级站，站点编号 57989。该气象站与 508 水冶厂之间的距离小于 50km，所在位置地理特征与气候特征与本项目评价区域基本一致，均为低山丘陵地带，气象扩散条件相似，其气象数据满足本次辐射影响预测扩散模式使用要求。由气象站获得的数据为每日三次（08 时、14 时、20 时）数据，采用线性插值方法插值后得到每日逐时数据，用于模型输入。本次评价采用该站 2017 年的气象数据。

本次评价采用的高空气象数据是通过距离本项目最近的郴州市气象站（距离约 106km）气象数据采用 WRF 程序模拟所得，该气象站地理坐标为

113.02°E, 25.82 °N, 模拟区域中心的地理坐标为东经 113.73°E, 25.1°N。

根据仁化县气象站 2017 年实际观测数据, 项目所在区域的气温、风速月平均变化情况见表 2.3-1 和图 2.3-1; 季节各风向平均风速日变化情况见表 2.3-2, 各季和全年风速玫瑰图 2.3-2, 全年各风向风频见表 2.1-3。

表 2.1-3 温度、风速月平均变化情况

月份	1月	2月	3月	4月	5月	6月	7月
温度 (°C)	13.2	12.92	15.1	20.97	24.87	27.23	28.43
风速/ (m/s)	1.58	1.55	1.48	1.56	1.54	1.68	1.56
月份	8月	9月	10月	11月	12月	全年	
温度 (°C)	30.03	28.24	21.81	16.46	11.44	21.02	
风速/ (m/s)	1.87	1.54	1.61	1.60	1.58	1.60	

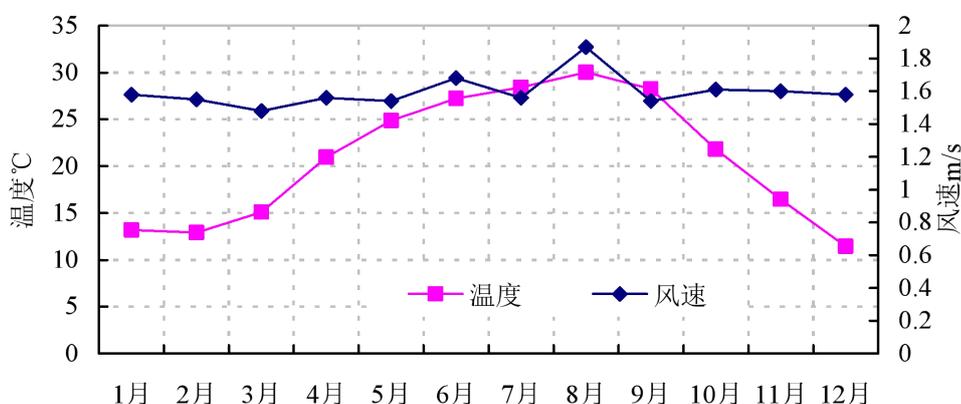


图 2.3-1 温度、风速月平均变化情况

表 2.3-2 各季及全年风向变化

单位: %

季节	N	NNE	NE	ENE	E	ESE	SE	SSE	S
春节	2.54	3.62	6.16	8.33	10.51	9.06	9.78	7.25	4.35
夏季	2.59	4.81	5.56	11.11	9.26	6.3	7.04	7.04	8.15
秋季	4.4	5.49	4.03	11.36	11.72	11.72	11.72	12.45	3.3
冬季	0.77	3.45	3.83	7.28	10.34	12.64	15.71	10.73	6.13
全年	2.59	4.35	4.91	9.54	10.46	9.91	11.02	9.35	5.46
季节	SSW	SW	WSW	W	WNW	NW	NNW	静风	
春节	3.26	3.26	8.33	6.88	7.61	3.62	4.35	1.09	
夏季	4.44	4.44	16.3	5.93	4.07	2.22	0.37	0.37	
秋季	3.66	2.56	5.49	2.56	2.56	2.56	2.56	1.83	
冬季	3.83	5.75	5.36	3.07	2.68	4.21	3.07	1.15	
全年	3.8	3.98	8.89	4.63	4.26	3.15	2.59	1.11	

表 2.3-3 季小时平均风速日变化情况 单位: m/s

小时/h	0	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11
春季	1.95	2.05	1.97	1.87	1.76	1.66	1.55	1.47	1.43	1.39	1.36	1.32
夏季	2.49	2.32	2.17	2.01	1.87	1.73	1.59	1.53	1.48	1.43	1.38	1.32
秋季	1.7	1.59	1.54	1.5	1.44	1.4	1.36	1.31	1.28	1.23	1.19	1.15
冬季	1.37	1.36	1.38	1.44	1.52	1.6	1.6	1.57	1.53	1.5	1.48	1.43
小时/h	12	13	14	15	16	17	18	19	20	21	22	23
春季	1.27	1.23	1.19	1.15	1.1	1.06	1.01	1.04	1.21	1.38	1.57	1.76
夏季	1.27	1.22	1.16	1.12	1.08	1.06	1.05	1.32	1.57	1.85	2.08	2.28
秋季	1.11	1.07	1.19	1.34	1.51	1.67	1.85	2.05	2.02	1.97	1.89	1.82
冬季	1.41	1.41	1.48	1.52	1.54	1.59	1.63	1.66	1.59	1.52	1.44	1.37

从仁化气象站 2017 年地面气象观测数据统计分析可以看出, 当地 2017 年全年平均温度为 21.02℃, 平均风速 1.6m/s, E~ESE 方向全年风频之和为 31.39%, 是该区域的主导风向。气象数据预处理采用的地表参数见表 2.3-4。

表 2.3-4 气象预处理地表参数取值

季节	反照率	BOWEN 率	地表粗糙度 (m)
春季	0.14	1.0	1.0
夏季	0.16	2.0	1.0
秋季	0.18	2.0	1.0
冬季	0.35	1.5	1.0
全年	0.21	1.63	1.0

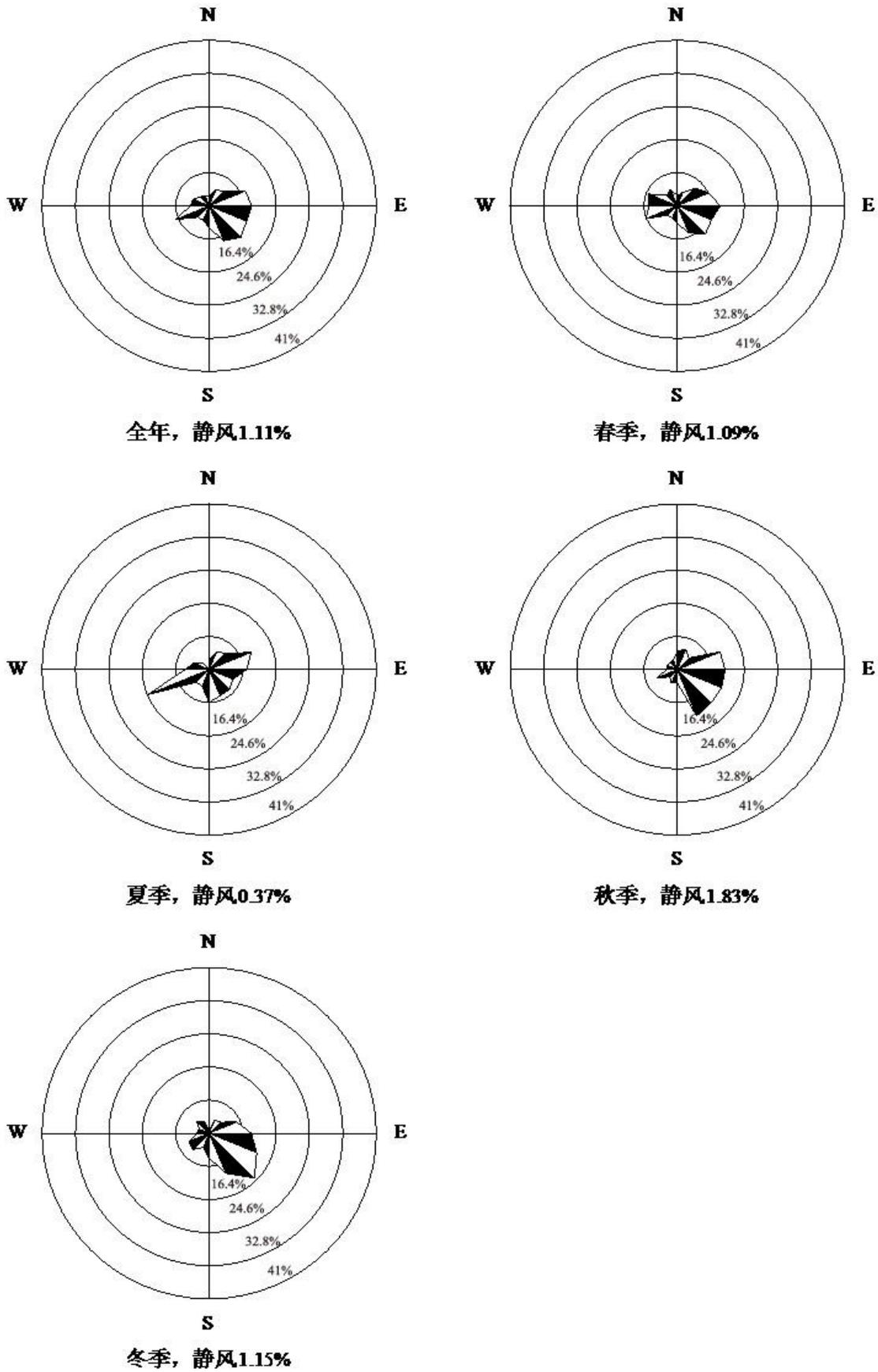


图 2.3-2 各季和全年各风向风玫瑰图

## 2.4 地质

745 矿区地处南岭的中段，为南岭纬向构造与新华夏构造的复合部位，在多次构造活动和岩浆频繁活动中，使本区构造复杂化和沉积环境多变。区域出露的地层有寒武系、泥盆系、白垩系及第三系，以海相沉积的碳酸盐类和硅酸盐类为主，其次是浅海或滨海沉积的砂泥质岩和砂砾岩等。岩浆岩主要以诸广山花岗岩体为主，还有少量海西期二长花岗岩和加里东期的花岗闪长岩，出露面积占全区的一半以上。诸矿山岩体以中粗粒黑云母花岗岩为主，还有斑状花岗岩、二长花岗岩和细粒黑云母花岗岩等。区域构造主要有三组：东西向的纬向构造；近南北向的经向构造；北北东向的新华夏构造。

508 水冶厂区内第四系残积物发育，按其成因类型、岩性及工程性能可划分为：上部为第四系素填土( $Q_4^{pd}$ )、残积层砂质粘土( $Q_4^{el}$ )；下部为基岩为燕山期花岗岩。厂区内地层层位稳定，岩性较简单，地质构造简单，未见断裂破碎带，附近未发现崩塌、滑坡、泥石流、采空区、地面沉降、地裂缝、活动性断裂等不良地质作用和地质灾害。

## 2.5 水文

### 2.5.1 地表水

#### 2.5.1.1 区域流域概况

745 矿区周边主要河流为锦江，属北江水系，是浚江的一级支流。锦江源于万时山和江西省崇义县的天华山，流经长江镇、扶溪镇、仁化镇，在韶关市浚江区境内汇入浚江，浚江与武江在韶关处汇合后形成北江。锦江全长 108km，流域面积 1913km<sup>2</sup>，年均流量 45.1m<sup>3</sup>/s（仁化水文站断面），最大流量 110m<sup>3</sup>/s，最小流量 19.1m<sup>3</sup>/s。

745 矿位于锦江中上游，矿部下游汇入锦江的河流主要包括马牯丘小溪、里周河、陈欧河、黄溪水、东溪水、扶溪河、岗洗祥小溪和城口河等。其中，流域面积在 100km<sup>2</sup> 以上的河流有扶溪河、城口河。地表水系见图 2.5-1。



图 2.5-1 本项目所在区域地表水系图

## 2.5.2 地下水

### 2.5.2.1 区域水文地质概况

受区域构造、岩性的影响，矿区的主要含水层为花岗岩风化潜水含水层，及构造脉状断裂含水层，局部地段有少量第四系孔隙潜水呈零星分布。地下水主要有第四系孔隙潜水、基岩风化裂隙水和构造裂隙水。其中，第四系孔隙水和基岩风化裂隙水赋存于浅部，富水性极弱。构造裂隙水分布在断裂构造带，局部具承压性，由于受断裂构造裂隙的发育程度、充填物性质和胶结程度的影响，其富水性变化较大。

矿区地下水以大气降水补给及侧向径流补给为主要补给来源，以侧向径流及泉的形式排泄。根据该地区地下水动态长期观测结果，浅部地下水的流量在丰水期比枯水期大 2.8~8.4 倍，中深部水位在丰水期比枯水期升高约 1m~3m，但比降水滞后约 2 个月。

### 2.5.2.2 集中覆盖治理区水文地质概况

#### 1) 地下水类型及赋存条件

集中覆盖治理区文地质条件较简单，其主要含水层为第四系孔隙潜水含水层和花岗岩风化裂隙含水层，地下水类型为第四系孔隙潜水及花岗岩风化裂隙水。第四系的坡残积粉质黏土层其透水性、富水性弱，水量不大，随地形和季节变化较大。花岗岩层赋存水主要赋存于裂隙之中，为裂隙水、岩孔水，水量的大小和径流条件受地质构造、节理裂隙发育程度控制，地下水量不丰富。

#### 2) 地下水补、径、排特征

第四系孔隙潜水补给来源主要为附近地表水补给与大气降水补给，主要排泄方式为地表蒸发及侧向径流排泄。花岗岩风化裂隙水主要由大气降水及附近地表水下渗补给，主要排泄方式为侧向径流排泄。

#### 3) 地下水动态

地下水动态受大气降水、自然排泄、蒸发等因素影响。根据地下水动态长期观测结果，地下水位埋深为 2.1~8.9m，雨季水位上升，旱季水位下降，地下水位年变化幅度不大，一般为<2m。

## 2.6 土地和水体利用

### 2.6.1 土地利用

长江镇辖区面积 31300ha，其中耕地面积 3102.8ha，山林面积 25709.4ha，森林覆盖率 83.3%。根据现场调查，508 水冶厂周边 3km 范围内土地类型主要包括林地、农业用地及建设用地。其中，林地为区内的主要土地类型；建设用地及农业用地主要分布于锦江两岸，以居民住宅用地、水田为主。

### 2.6.2 水体利用

仁化县水利资源丰富，小水电已成为仁化县主要经济支柱之一。截至 2015 年底，全县建成小水电站 253 座，总装机容量 17.6 万 kW，年发电量 4.9 亿 kWh，年发电产值达 2.4 亿元。根据调查统计，本项目评价中心 3km 范围内共有小水电站 8 座。评价中心周边 3km 范围内的居民点中，靠近长江镇的刘屋和杨梅坑两处居民点使用长江镇集中供水；其余居民点使用周边山泉水作为饮用水水源。农业灌溉用水主要取自锦江。

## 2.7 生态和资源开发利用

### 2.7.1 动植物资源

项目所在区地处大庾岭南麓南岭山脉，山峦重叠，气候宜人，林深草密，动植物资源丰富，木本植物多达 476 种以上，特别是毛竹占全省首位。境内动植物品种繁多，分布有山牛、梅花鹿、野猪、穿山甲、果子狸等野生动物，植被类型属亚热带常绿林，植物品种包括林木、果树、竹类、花卉、药材、菌类等。

### 2.7.2 土地及矿产资源

项目所在区域内矿产、水力、林业等资源丰富，矿产主要有煤、铅、锡、硫铁矿、钨、钼、铀、铜等。水能储量 9.18 万千瓦；已开发 3.54 万千瓦，占水能储量的 38%。可耕种土地 15.5 万亩，占总面积的 5.5%，可放牧的平山草坡 160km<sup>2</sup>，森林面积 160 万亩，毛竹 23 万亩，森林覆盖率为 63%，木材总蓄积量 64 万 m<sup>3</sup>。

### 2.7.3 生态敏感目标分布情况

508 水冶厂北部有粤北华南虎省级自然保护区。该保护区成立于 1990 年，保护区分为乐昌沙盘(西片)和仁化长江(北片)两个片区，总面积 16360.8hm<sup>2</sup>。

其中长江仁化片区地理坐标为东经  $113^{\circ}49'26''\sim 114^{\circ}02'31''$ ，北纬  $25^{\circ}19'50''\sim 25^{\circ}27'25''$ ，面积  $11065.1\text{hm}^2$ 。508 水冶厂距粤北华南虎省级自然保护区试验区边界约  $3.3\text{km}$ （图 2.7-1）。

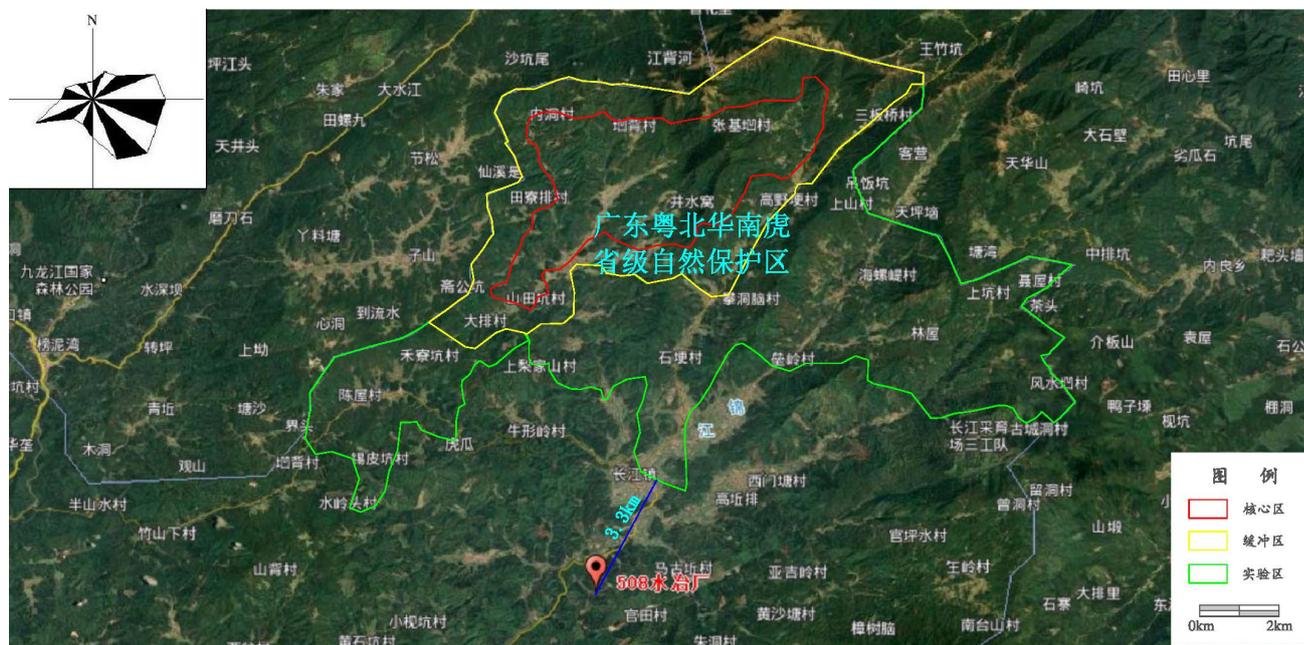


图 2.7-1 508 水冶厂与粤北华南虎省级自然保护区位置关系

## 2.8 人口分布

### 2.8.1 人口概况

矿区所在地地处粤、湘、赣三省交界处，共涉及仁化、南雄、汝城、崇义及大余等五个县（市）的十五个乡、镇、街道。本项目评价中心  $20\text{km}$  范围内涉及的乡镇统计见图 2.8-1 及表 2.8-1。

由表中统计数据可以看出，本项目  $20\text{km}$  范围内涉及的街道、乡镇总面积为  $2945\text{km}^2$ ，涉及总人口 20.14 万人（2017 年），平均人口密度  $68.39\text{人}/\text{km}^2$ 。

### 2.8.2 人口自然增长率

评价范围内涉及的五个县（市）2015 年~2018 年的国民经济与社会发展统计公报公布的人口自然增长率数据见表 2.8-2。由表中数据可以看出，2015 年~2018 年，评价范围内涉及的各县（市）的人口自然增长率在  $0.52\%\sim 0.96\%$  之间。本次评价采用各县（市）人各年口自然增长率平均值作为区域人口自然增长率，即  $0.73\%$ 。

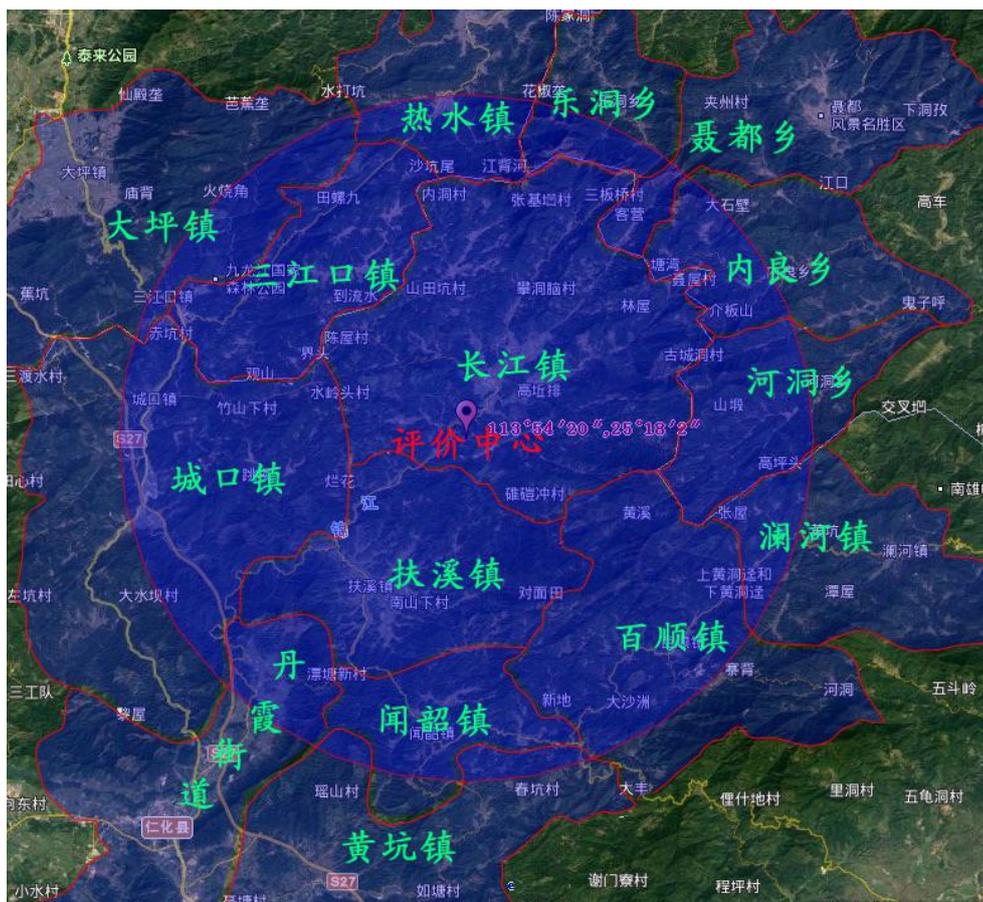


图 2.8-1 评价中心 20km 范围内乡镇分布

表 2.8-1 评价中心 20km 范围内涉及乡镇统计

序号	乡（镇）名称	所属县	面积, km <sup>2</sup>	人口数*, 万人
1	长江镇	广东省仁化县	313	2.29
2	扶溪镇	广东省仁化县	180	1.06
3	城口镇	广东省仁化县	322	0.87
4	黄坑镇	广东省仁化县	175	0.89
5	丹霞街道	广东省仁化县	228	6.31
6	闻韶镇	广东省仁化县	98	0.45
7	百顺镇	广东省南雄市	191	1.05
8	澜河镇	广东省南雄市	139	0.63
9	三江口镇	湖南省汝城县	112	0.81
10	热水镇	湖南省汝城县	600	1.04
11	大坪镇	湖南省汝城县	187	2.60
12	乐洞乡	江西省崇义县	58	0.25
13	聂都乡	江西省崇义县	135	0.80
14	内良乡	江西省大余县	115	0.79
15	河洞乡	江西省大余县	92	0.30

\*自《中国县域统计年鉴（乡镇卷）-2018》

表 2.8-2 各县 2015~2018 年人口自然增长率（单位：%）

地区 \ 时间	2015 年	2016 年	2017 年	2018 年	2015 年~2018 年 平均
仁化县	0.83	0.72	0.72	0.58	0.71
南雄市	0.79	0.76	0.78	0.62	0.73
汝城县	0.75	0.68	0.77	0.55	0.69
崇义县	0.83	0.87	0.96	0.64	0.82
大余县	0.74	0.74	0.71	0.52	0.68

### 2.8.3 与项目有关的人口分布情况

由实地调查得到的本次退役评价中心 3km 范围内的关键居民点人口数据见表 2.8-3；该数据来源于对项目周边区域的实地调查。根据统计数据及现场调查数据得出的 2020 年 20km 评价范围内人口数见表 2.8-3；根据人口自然增长率计算得出的退役治理后（2025 年）评价范围内人口分布情况见表 2.8-4。其中，庙湾处居民点为一敬老院，常住 15 人左右。

评价区域内人口的年龄结构为：婴儿 1.1%；幼儿 11.2%；少年 19.8%；成人 67.9%。

表 2.8-3 评价中心 3km 范围内主要居民点分布情况

序号	居民点名称	相对方位	距离（km）	人口数
1	陋茂	N	1.04	87
2	低坪	N	1.42	181
3	刘屋	N	2.87	209
4	庙湾	NNE	1.92	15
5	大村	NNE	2.51	341
6	黄竹头下	NE	1.91	127
7	杨梅坝	NE	2.98	158
8	马牯丘	ENE	2.57	162
9	黄溪水	SW	2.33	108
10	牛栏墩	WSW	1.74	78
11	良头	WNW	1.55	94
12	河口	WNW	1.80	132
13	莲河村	WNW	2.6	207
14	河口坝	NW	1.62	182

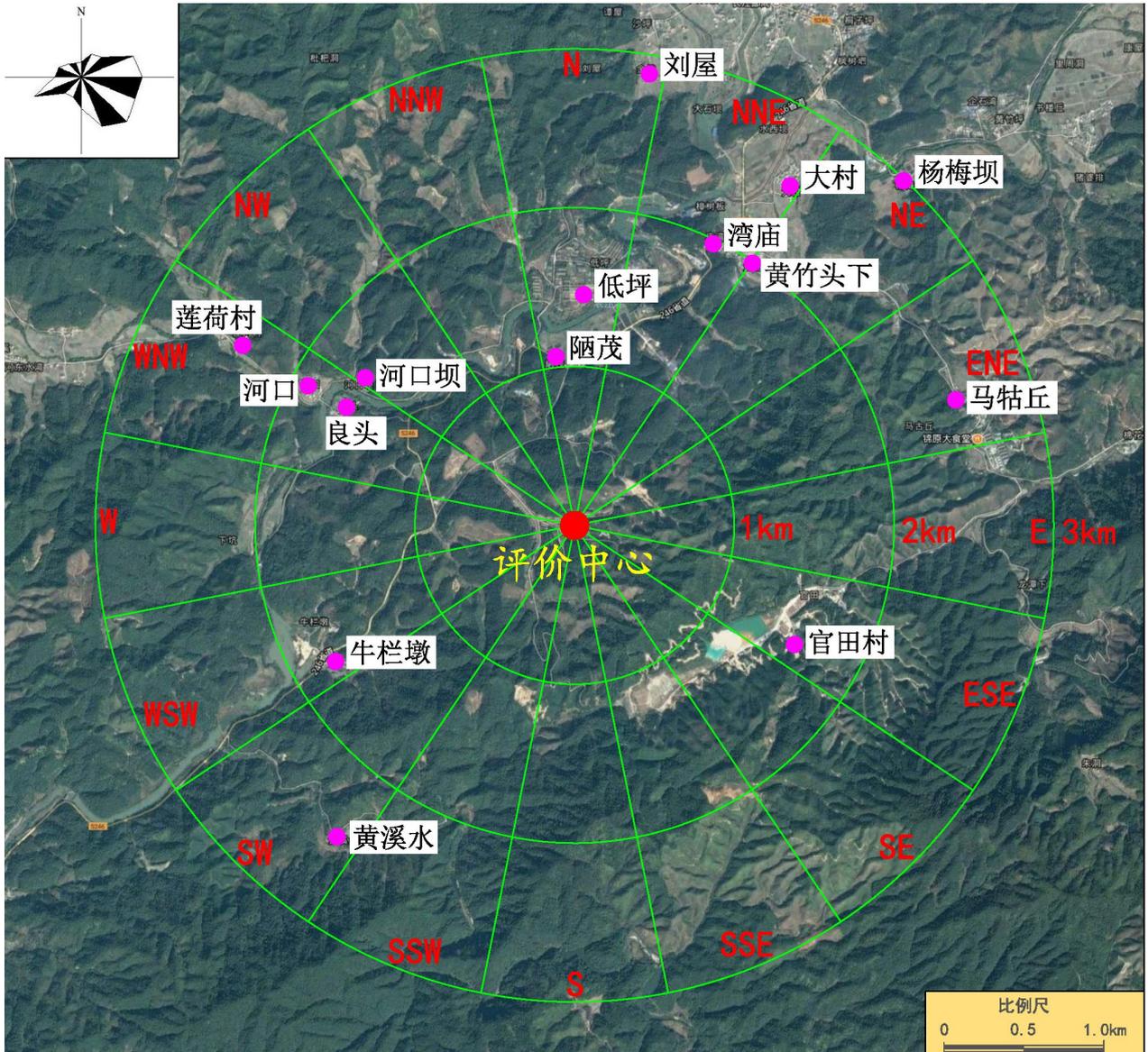


图 2.8-1 评价中心 3km 范围内居民点分布情况

表 2.8-3 评价中心 20km 内各子区人口分布 (2020 年)

单位: 人

子区半径	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
	成年	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
1~2km	婴儿	3	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	1	0	2	2	0
	幼儿	30	0	14	0	0	0	0	0	0	0	0	9	0	25	20	0
	少年	53	0	25	0	0	0	0	0	0	0	0	15	0	45	36	0
	成年	182	15	86	0	0	0	0	0	0	0	0	53	0	153	124	0
2~3km	婴儿	2	4	2	2	0	0	0	0	0	0	1	0	0	2	0	0
	幼儿	23	38	18	18	0	0	0	0	0	0	12	0	0	23	0	0
	少年	41	68	31	32	0	0	0	0	0	0	21	0	0	41	0	0
	成年	142	232	107	110	0	0	0	0	0	0	73	0	0	141	0	0
3~5km	婴儿	2	75	18	0	2	3	0	0	6	2	0	11	0	12	2	2
	幼儿	24	763	183	0	21	34	0	0	62	15	0	108	0	122	21	24
	少年	43	1350	324	0	38	59	0	0	109	27	0	191	0	216	38	43
	成年	148	4629	1111	0	130	204	0	0	375	94	0	656	0	741	130	148
5~10km	婴儿	7	36	42	4	12	5	12	9	11	36	8	14	3	9	15	1
	幼儿	76	366	428	37	122	47	124	93	108	371	77	139	34	92	153	15
	少年	135	648	756	65	216	83	220	164	191	656	137	246	60	162	270	27
	成年	463	2222	2592	222	741	286	755	562	656	2250	469	843	205	555	926	93
10~20km	婴儿	35	24	32	22	30	28	68	27	51	46	69	18	65	76	23	17
	幼儿	352	248	326	221	308	281	689	277	522	468	707	180	665	773	232	172
	少年	623	439	576	391	545	497	1217	490	924	827	1250	319	1176	1367	410	305
	成年	2137	1504	1974	1340	1869	1704	4175	1680	3167	2835	4287	1093	4033	4688	1405	1045

表 2.8-3 退役治理后评价中心 20km 内各子区人口分布 (2025 年)

单位: 人

子区半径	年龄组	N	NNE	NE	ENE	E	ESE	SE	SSE	S	SSW	SW	WSW	W	WNW	NW	NNW
0~1 km	婴儿	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
	幼儿	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
	少年	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
	成年	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
1~2 km	婴儿	3	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	1	0	2	2	0
	幼儿	31	0	15	0	0	0	0	0	0	0	0	9	0	26	21	0
	少年	55	0	26	0	0	0	0	0	0	0	0	16	0	47	37	0
	成年	189	16	89	0	0	0	0	0	0	0	0	55	0	159	129	0
2~3 km	婴儿	2	4	2	2	0	0	0	0	0	0	1	0	0	2	0	0
	幼儿	24	39	19	19	0	0	0	0	0	0	12	0	0	24	0	0
	少年	43	71	32	33	0	0	0	0	0	0	22	0	0	43	0	0
	成年	147	241	111	114	0	0	0	0	0	0	76	0	0	146	0	0
3~5 km	婴儿	2	78	19	0	2	3	0	0	6	2	0	11	0	12	2	2
	幼儿	25	792	190	0	22	35	0	0	64	16	0	112	0	127	22	25
	少年	45	1400	336	0	39	62	0	0	113	28	0	198	0	224	39	45
	成年	154	4800	1152	0	134	211	0	0	389	97	0	680	0	768	134	154
5~10 km	婴儿	8	37	44	4	12	5	13	9	11	38	8	14	3	9	16	2
	幼儿	79	380	443	38	127	49	129	96	112	385	80	144	35	95	158	16
	少年	140	672	784	67	224	86	228	170	198	680	142	255	62	168	280	28
	成年	480	2304	2688	230	768	297	783	583	680	2333	486	874	213	576	960	96
10~20 km	婴儿	36	25	33	23	31	29	70	28	53	48	72	18	68	79	24	18
	幼儿	365	257	338	229	320	292	714	287	542	485	733	187	690	802	240	179
	少年	646	455	597	405	565	515	1263	508	958	857	1296	330	1220	1418	425	316
	成年	2216	1560	2047	1389	1938	1768	4330	1742	3285	2940	4446	1133	4183	4862	1457	1084

### 3 退役设施概述

#### 3.1 退役设施概况

##### 3.1.1 745 矿概况

745 矿位于广东省韶关市仁化县长江镇境内，为我国生产较早的大型铀矿采冶联合企业之一，是我国主要的铀产品粤北生产基地。745 矿始建于 1969 年 3 月，2002 年国家对企业资产进行重组，745 矿破产重组成立中核韶关锦原铀业有限公司。改制后的中核锦原铀业有限公司承担了原 745 矿遗留的军品生产任务和退役治理工作，为中核集团所属的铀矿冶骨干企业之一。



图 3.1-1 745 矿设施（仁化县）分布图

745 矿建矿至今在仁化县境内先后建设棉花坑矿井、书楼丘矿井、斜州矿井、蕉坪矿井、小桃园矿点以及 508 水冶厂。目前，棉花坑矿井正在生产；书楼丘矿井拟恢复生产；斜州工区、蕉坪工区、小桃园矿点为 745 矿退役治理 I 期工程内容；745 矿在仁化县境内的主要生产设施分布见图 3.1-1。508 水冶厂及周边污染设施列入本次退役治理内容。

### 3.1.2 退役治理 I 期工程概况

745 矿退役治理 I 期工程治理范围包括：斜州工区（503）、蕉坪工区（504）、小桃园矿点等 3 个工区。治理内容主要包括坑（井）口 34 个，钻孔 15 个，废石场 11 座，工业场地 6 个，岩芯库两处，堆浸场、塌陷区、露天采场废墟各 1 处，以及污染构筑物、公路、污染溪流、污染农田若干。

2014 年 3 月，国防科工局以科工二司〔2014〕268 号文批复了 745 矿退役治理 I 期工程项目建议书。2014 年 9 月，原环境保护部以环审〔2014〕220 号文批复了 745 矿退役治理 I 期工程环境影响报告书。目前，该项目已竣工验收。

### 3.1.3 退役治理 II 期工程设施概述

745 矿退役治理 II 期工程治理对象为 508 水冶厂内设施及周边污染环境。508 水冶厂于 1970 年开始动工，1981 年底全面建设完成，设计处理矿石能力 XX 万 t/a，1982 年 1 月正式投产。

随着锦原铀业公司 2002 年建成地表堆浸铀水冶生产试验线并试生产成功，508 水冶厂原常规水冶生产于 2003 年底全面停止。水冶生产全部转入堆浸提铀生产线。

508 水冶厂占地面积 213541m<sup>2</sup>。水冶厂内建构（筑）物、设备等在常规水冶线停产后，闲置至今。厂内遗留道路 7 条，建（构）筑物 148 座，设备 678 台（套），排水沟 3 条，水塘 3 个，原矿堆场、堆浸渣场各 1 处，工业场地 9 处，尾矿输送管线沿线隧道 120m 以及管线若干。此外，508 水冶厂生产期间对厂外运矿道路及厂边农田也造成了一定程度的污染。为消除 508 水冶厂造成的污染和破坏，以上设施、设备及周边场地均列入本期退役治理工程范围。

## 3.2 退役设施正常生产时的生产工艺

### 3.2.1 矿石来源

508 水冶厂生产期处理的矿石主要来自于 501 工区、503 工区和 504 工区。以上三个工区开采的矿石，从各工区矿仓装车后运至水冶厂矿仓储存。

### 3.2.2 生产工艺

508 水冶厂采用铀常规水冶生产工艺，其工艺流程如下：磨矿—浸出—固液分离—清液萃取—反萃取—产品沉淀。原矿石经自磨机磨成矿浆后通过砂浆泵送到巴丘克塔。矿浆在巴丘克塔内在蒸汽加热的条件下与硫酸反应完成浸出过程。浸出后的矿浆经带式过滤机进行固液分离。清液进入萃取工序，反水加氨沉淀得到“111”产品。萃余水相与带滤机上的浸渣一起再制浆后经石灰乳中和通过马尔斯泵输送到尾矿库。

### 3.2.3 污染物排放及处理

#### 1) 废气

508 水冶厂生产期间，废气主要为磨矿产生的粉尘，以及矿石浸出、萃取过程中产生的含酸放射性气溶胶。以上废气经各厂房的排气系统排出后经大气扩散排放。

#### 2) 废水及尾矿

生产期间，水冶工艺产生的尾矿和废水送入中和槽，在其中加石灰乳中和后送至浓密池；浓密池溢流返回水冶厂重复使用，底流进入搅拌槽进行二次中和，中和后的尾矿由泵经尾矿输送管线送至尾矿库。

## 4 环境质量现状

### 4.1 生产运行前辐射环境本底

根据《中国核工业三十年辐射环境质量评价文集》（潘自强主编，原子能出版社，1989 年）中相关数据，中核韶关锦原铀业有限公司建矿前矿区放射性本底调查监测结果见表 4.1-1。

表 4.1-1 建矿前矿区放射性本底调查监测结果

监测对象	监测项目	监测范围值	监测均值
空气	$^{222}\text{Rn}$ Bq/m <sup>3</sup>	25.0~254.6	102
地表水体	$U_{\text{天然}}$ μg/L	0.18~0.98	0.31
	$^{226}\text{Ra}$ Bq/L	0.037~0.107	0.045
土壤	$U_{\text{天然}}$ mg/kg	1.9~16.8	12.0
	$^{226}\text{Ra}$ Bq/kg	63~181	169
γ辐射剂量率	γ辐射剂量率 10 <sup>-8</sup> Gy/h	17.5~43.8	22.6
稻谷	$U_{\text{天然}}$ μg/kg	0.006~0.012	0.008
蔬菜	$U_{\text{天然}}$ μg/kg	0.005~0.017	0.012

### 4.2 辐射环境现状调查与评价

本项目环境现状监测工作由核工业二九〇研究所完成。

核工业二九〇研究所具有“检验检测机构资质认定证书”，其证书编号为 20171900907，有效期至 2023 年 11 月 16 日，具备承担本次监测的能力。二九〇研究所于 2020 年 7 月编制完成了监测报告。

本次环境现状监测报告见附件 3。

#### 4.2.1 调查目的

掌握现阶段本项目周围环境中大气、水、水体底泥、土壤及生物中放射性物质浓度水平，以便了解待退役治理矿区排放的污染物对周围辐射环境的影响程度，为退役治理工程和辐射环境评价提供依据，同时为退役治理后周围辐射环境监测提供对比数据。

#### 4.2.2 调查内容

本次辐射环境现状监测对象主要有陆地γ辐射剂量率、空气、地表水、土壤、底泥和环境生物等。监测项目主要包括γ辐射剂量率、氡浓度、水体中  $U_{\text{天然}}$  和  $^{226}\text{Ra}$  浓度、土壤和底泥中  $U_{\text{天然}}$  和  $^{226}\text{Ra}$  含量等。

### 4.2.3 监测方案及监测点位

辐射环境现状监测具体方案详见表 4.2-1，监测布点图见图 4.2-1。

### 4.2.4 监测方法及仪器

为了获取更准确地测量数据，测量方法采用国家和核工业颁布的或推荐的标准测量方法。本项目辐射环境监测采用的分析方法及监测仪器见表 4.2-2。

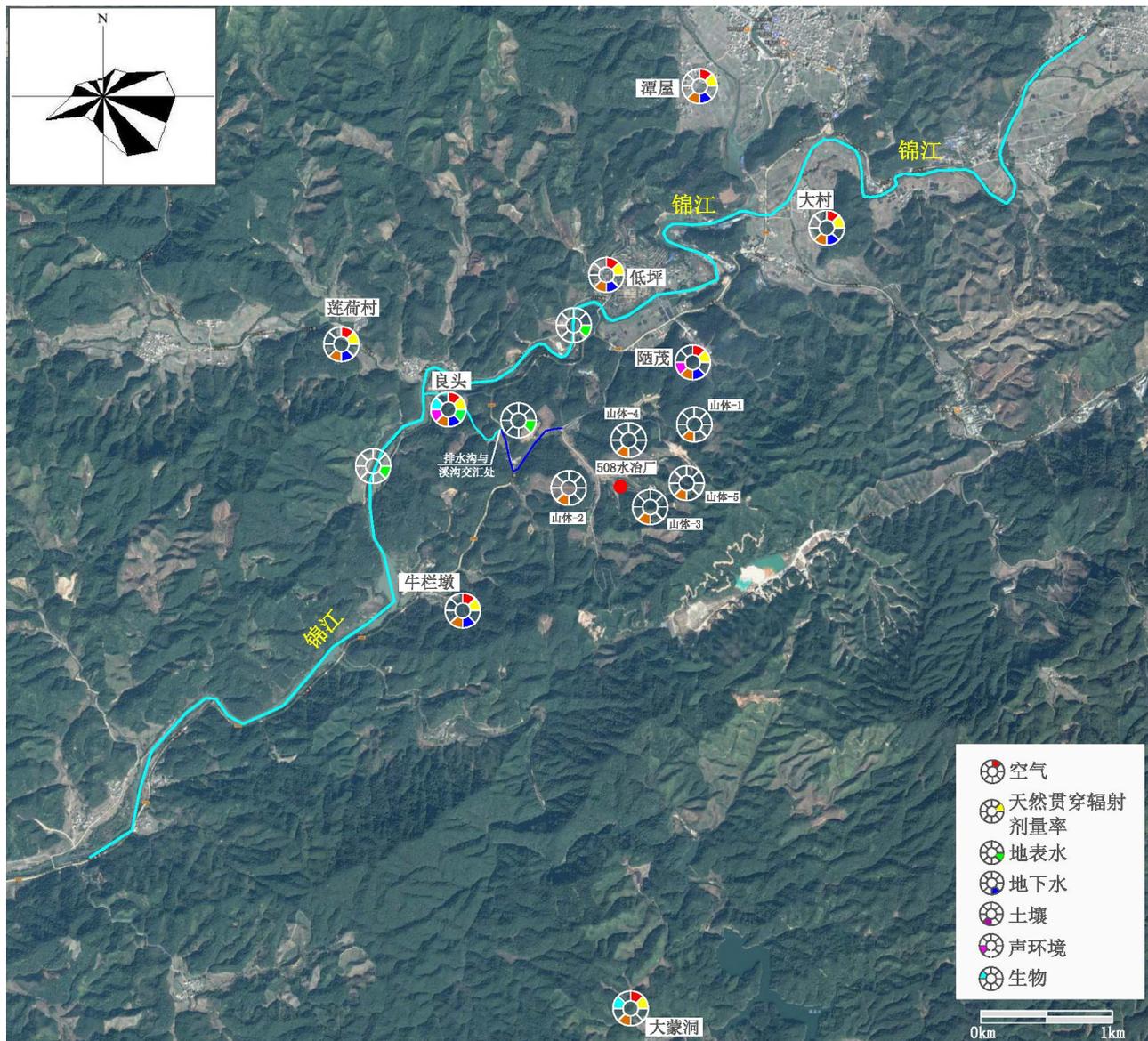


图 4.2-1 项目监测布点图

表 4.2-1 项目周边辐射环境监测方案

监测对象		监测位置	监测项目
陆地 $\gamma$		1) 谭屋、低坪、大村、陋茂、良头、莲荷村、牛栏墩; 2) 大蒙洞 (对照点)。	贯穿辐射剂量率
空气		1) 谭屋、低坪、大村、陋茂、良头、莲荷村、牛栏墩; 2) 大蒙洞 (对照点)。	$^{222}\text{Rn}$ 及其子体
地表水		1) 排水沟流出厂区后汇入的溪沟; 2) 溪沟汇入锦江前 (良头村处); 3) 溪沟与锦江交汇处上游 500m; 4) 溪沟与锦江交汇处下游 500;	$\text{U}_{\text{天然}}$ 、 $^{226}\text{Ra}$ 、 $^{210}\text{Po}$ 、 $^{210}\text{Pb}$ 、 总 $\alpha$ 、总 $\beta$
地下水		1) 牛栏墩民井、莲河民井、谭屋民井、低坪山泉水、陋茂山泉水、良头村山泉水、大村民井;	$\text{U}_{\text{天然}}$ 、 $^{226}\text{Ra}$ 、 $^{210}\text{Po}$ 、 $^{210}\text{Pb}$
土壤		1) 谭屋、低坪、大村、陋茂、良头、荷花村、牛栏墩; 2) 508 水冶厂周边山体; 3) 大蒙洞 (对照点)。	$\text{U}_{\text{天然}}$ 、 $^{226}\text{Ra}$ 、
底泥		与地表水取样点位相同	$\text{U}_{\text{天然}}$ 、 $^{226}\text{Ra}$
环境生物	植物	1) 良头; 2) 大蒙洞 (对照点)。	$\text{U}_{\text{天然}}$ 、 $^{226}\text{Ra}$
	动物	1) 良头; 2) 大蒙洞 (对照点)。	$\text{U}_{\text{天然}}$ 、 $^{226}\text{Ra}$

表 4.2-2 环境监测方法和监测仪器

类型	项目	监测方法依据	监测仪器	检出限
环境空气	空气氦	GB/T14582-1993	HDC-C 型环境测氦仪	0.3Bq/m <sup>3</sup>
	空气氦子体	EJ/T 605-1991		//
	TSP	HJ618-2011	智能大流量 TSP 采样器	0.010mg/m <sup>3</sup>
贯穿辐射剂量率		GB/T14583-1993	BH3103-B 型便携式 X-γ 剂量率仪	1×10 <sup>-9</sup> Gy/h
地表水/ 地下水	pH	GB/T 6920-1986	PHBJ-260 便携式 pH 计	//
	U <sub>天然</sub>	GB/T 6768-1986	MUA 激光测铀仪	0.02μg/L
	<sup>226</sup> Ra	GB/T 11214-1989	FH463B 智能定标仪	2.0×10 <sup>-3</sup> Bq/L
	<sup>210</sup> Pb	EJ/T859-1994	BH1216III 二路低本底 αβ 测量仪	0.01Bq/L
	<sup>210</sup> Po	HJ813-2016		0.001Bq/L
	汞	HJ694-2014	AFS-9700 原子荧光	0.04μg/L
	铅	HJ700-2014	Agilent 7900 ICP-MS	0.09μg/L
	铬			0.11μg/L
	镉			0.05μg/L
	锰	水和废水监测分析方法（第四版）	OPTIMA 2100 DV ICP-OES 发射光谱仪	0.001mg/L
	砷		AFS-230E 原子荧光	0.1μg/L
	硫酸盐		ICS900 离子色谱	0.09mg/L
土壤与 底泥	pH	NY/T1121.2-2006	PHS-3C 离子计	//
	U <sub>天然</sub>	EJ/T550-2000	MUA 激光测铀仪	0.3μg/g
	<sup>226</sup> Ra	GB11743-1989	ARL 多道伽玛能谱仪	25Bq/kg
	砷	GB/T22105.2-2008	双道原子荧光 AFS-230E	0.01mg/kg
	汞	GB/T22105.1-2008	双道原子荧光 AFS-230E	0.002mg/kg
	铬	HJ803-2016	OPTIMA 2100 DV ICP-OES 发射光谱仪	2mg/kg
	铜			0.5mg/kg
	镍			2mg/kg
锌	7mg/kg			
生物样	U <sub>天然</sub>	HJ840-2017	MUA 激光测铀仪	1.0×10 <sup>-8</sup> g/g（灰）
	<sup>226</sup> Ra	GB14883.6-2016	FH463B（FD-125）智能定标仪（含氦钍分析器）	5.8×10 <sup>-2</sup> Bq/g（灰）
噪声	Leq	GB3096-2008	声级计	//

## 4.2.5 监测结果分析

### 4.2.5.1 天然贯穿辐射剂量率

本项目周边环境的天然贯穿辐射空气剂量率监测结果见表 4.2-3。

表 4.2-3 项目周边环境贯穿辐射剂量率监测结果<sup>1</sup>

序号	测点位置	天然贯穿辐射空气吸收剂量率 nGy/h		
		数量	范围	均值
1	谭屋	9	300~376	334
2	大村	9	264~336	293
3	低坪	9	272~346	305
4	莲荷村	9	238~316	276
5	良头	9	226~448	374
6	牛栏墩	9	192~270	224
7	晒茂	9	224~298	268
8	大蒙洞（对照点）	9	214~242	234
建矿前环境本底值			175~438	226

注：1、表中数据包含了宇宙射线的贡献。

由表 4.2-3 可以看出，本项目周边环境的天然贯穿辐射剂量率为 224~374nGy/h，与对照点水平相当，略高于建矿前环境本底水平。

#### 4.2.5.2 氡及其子体浓度

本项目周边环境空气中氡及其子体浓度监测结果见表 4.2-4。

表 4.2-4 环境空气中氡及其子体浓度监测结果

序号	测点位置	检测结果			
		氡浓度 (Bq/m <sup>3</sup> )		氡子体 $\alpha$ 潜能 (nJ/m <sup>3</sup> )	
		范围值	平均值	范围值	平均值
1	谭屋	12.9~14.1	13.5	88~116	101
2	大村	16.7~19.5	18.1	107~131	119
3	低坪	14.6~19.4	16.6	98~117	108
4	莲荷村	12.1~14.1	13.1	87~105	95
5	良头	14.1~19.2	16.7	84~133	109
6	牛栏墩	12.3~14.6	13.6	78~103	92
7	晒茂	18.4~21.6	20.3	139~158	148
8	大蒙洞（对照点）	11.9~13.6	12.8	67~76	71
建矿前环境本底值		25.0~254.6	102	—	—

由上表可以看出，本项目周围环境空气中的氡浓度范围为 12.1~23.2Bq/m<sup>3</sup>，与对照点水平相当；氡子体 $\alpha$ 潜能范围值为 92~185nJ/m<sup>3</sup>。

#### 4.2.5.3 地表水体及底泥

本次监测在排水沟流出厂区后汇入的溪沟、溪沟排入锦江前、溪沟与锦

江交汇口上游 500m 和下游 500m 处共 4 处进行了取样和监测，水中放射性核素监测结果见表 4.2-5。此外，对地表水监测点处的底泥进行了取样，并对其中的  $U_{\text{天然}}$  及  $^{226}\text{Ra}$  进行了分析，分析结果见表 4.2-6。

由表 4.2-5 可以看出，四个取样河段的  $U_{\text{天然}}$  及  $^{226}\text{Ra}$  与建矿前本底基本处于同一水平。

由表 4.2-6 可知，取样河段底泥中  $U_{\text{天然}}$  及  $^{226}\text{Ra}$  含量与建矿前土壤本底基本处于同一水平。

表 4.2-5 地表水中放射性污染物监测结果

序号	监测点位	$U_{\text{天然}}$ ( $\mu\text{g/L}$ )		$^{226}\text{Ra}$ ( $\text{Bq/L}$ )		$^{210}\text{Po}$ ( $\text{Bq/L}$ )		$^{210}\text{Pb}$ ( $\text{Bq/L}$ )	
		范围值	均值	范围值	均值	范围值	均值	范围值	均值
1	排水沟流出厂区后汇入的溪沟	5.63~12.9	9.13	0.01~0.026	0.017	0.04~0.045	0.043	0.01~0.05	0.023
2	溪沟排入锦江前	4.70~12.5	8.90	0.016~0.031	0.023	0.019~0.022	0.020	0.05~0.08	0.063
3	交汇口上游 500m	0.42~1.05	0.71	0.031~0.036	0.034	0.012~0.018	0.016	0.06~0.08	0.07
4	交汇口下游 500m	0.24~0.92	0.56	0.025~0.031	0.029	0.08~0.012	0.01	0.02~0.04	0.03
建矿前环境本底值		0.18~0.98	0.31	0.037~0.107	0.045	—	—	—	—

表 4.2-6 底泥中  $U_{\text{天然}}$  及  $^{226}\text{Ra}$  含量

序号	采样地点	分析结果	
		$U_{\text{天然}}$ , mg/kg	$^{226}\text{Ra}$ , Bq/kg
1	排水沟交汇后流出厂区后溪沟	18.0	174
2	厂外溪沟汇入锦江前	20.4	176
3	交汇点上游 500m	17.9	172
4	交汇点下游 500m	27.9	179
建矿前土壤中放射性核素本底水平		12	169

## 4.2.5.4 地下水

本次监测地下水中放射性核素浓度监测结果见表 4.2-7。由表中数据可以看出，508 水冶厂周边地下水中放射性核素浓度水平较低。

表 4.2-7 地下水中放射性核素浓度监测结果

序号	监测点位	U <sub>天然</sub> (μg/L)	<sup>226</sup> Ra (Bq/L)	<sup>210</sup> Po (Bq/L)	<sup>210</sup> Pb (Bq/L)
1	牛栏墩民井	0.57	0.019	0.0055	0.02
2	莲河民井	2.72	0.033	0.028	0.08
3	谭屋民井	3.92	0.025	0.005	0.025
4	低坪山泉	0.11	0.052	0.009	0.055
5	陋茂山泉	0.13	0.044	0.0045	0.04
6	良头村山泉	0.10	0.014	0.015	0.01
7	大村民井	0.64	0.021	0.024	0.08

## 4.2.5.5 土壤

本次监测，对谭屋、低坪、牛栏墩等居民点周边不同土地利用方式地块中的土壤进行了监测，监测结果见表 4.2-8。此外，本次监测还对 508 水冶厂周边山体林地土壤中 U<sub>天然</sub> 及 <sup>226</sup>Ra 进行了监测。由监测数据可以看出，各监测点土壤中 U<sub>天然</sub> 及 <sup>226</sup>Ra 与建矿前本底基本处于同一水平。

表 4.2-8 土壤中放射性核素监测结果

序号	村庄	采样地点		监测结果	
				U <sub>天然</sub> (mg/kg)	<sup>226</sup> Ra (Bq/kg)
1	谭屋	林地	山边树林	25.3	127
		农田	稻田	19.6	165
		旱地	花生田	19.0	143
2	大村	林地	山边树林	21.0	157
		农田	稻田	21.9	173
		旱地	黄豆田	27.4	154
3	牛栏墩	林地	山边树林	15.8	126
		农田	稻田	20.7	154
		旱地	花生田	22.2	155
4	陋茂	林地	山边树林	12.6	136
		农田	稻田	16.6	117
		旱地	红薯田	14.5	106
5	低坪	林地	山边树林	14.6	154
		农田	稻田	18.2	126
		旱地	橘子园	13.6	109

序号	村庄	采样地点		监测结果	
				$U_{\text{天然}}$ (mg/kg)	$^{226}\text{Ra}$ (Bq/kg)
6	莲河	林地	山边树林	18.0	179
		农田	稻田	13.8	166
		旱地	玉米田	12.0	127
7	良头	林地	山边树林	20.9	101
		农田	稻田	16.7	148
		旱地	橘子树园	13.9	111
8	大蒙洞	林地	山边树林	15.7	169
		农田	稻田	19.4	158
		旱地	蔬菜田	14.0	114
9	周边山体	山体 1	林地	12.9	158
		山体 2	林地	17.5	173
		山体 3	林地	26.4	151
		山体 4	林地	20.1	139
		山体 5	林地	18.5	161
10	建矿前本底			1.9~16.8	63~181

#### 4.2.5.6 生物样中 $U_{\text{天然}}$ 及 $^{226}\text{Ra}$ 含量

本次监测对良头村及大蒙洞两处居民点的生物样品进行了取样，并对其中的  $U_{\text{天然}}$  及  $^{226}\text{Ra}$  含量进行了分析，分析结果见表 4.2-9。

由分析结果可以看出，良头村及大蒙洞处大米、肉类及南瓜中的  $U_{\text{天然}}$  及  $^{226}\text{Ra}$  含量基本处于同一水平；所有样品中  $U_{\text{天然}}$  及  $^{226}\text{Ra}$  含量均远低于《食品中放射性物质限制浓度标准》（GB14882-94）中相应的标准限值要求。

表 4.2-9 良头及大蒙洞处生物样中  $U_{\text{天然}}$  及  $^{226}\text{Ra}$  含量 (鲜重)

取样点	样品名称	分析结果	
		$U_{\text{天然}}$ mg/kg	$^{226}\text{Ra}$ Bq/kg
良头村	大米	0.0012	0.43
	鸡肉	0.0015	1.87
	鱼肉	0.003	1.89
	南瓜	0.0046	0.39
	青菜	0.0025	0.69
	红薯叶	0.0034	0.20
大蒙洞 (对照点)	大米	0.0014	0.34
	鸡肉	0.0048	1.69
	鱼肉	0.013	2.35
	南瓜	0.0044	0.33
	付瓜	0.0005	0.14

粮食:  $U_{\text{天然}} \leq 1.9\text{mg/kg}$ 、 $^{226}\text{Ra} \leq 6.9\text{Bq/kg}$ ; 蔬菜及水果:  $U_{\text{天然}} \leq 1.5\text{mg/kg}$ 、 $^{226}\text{Ra} \leq 5.6\text{Bq/kg}$ ;  
 鱼肉及虾类:  $U_{\text{天然}} \leq 5.4\text{mg/kg}$ 、 $^{226}\text{Ra} \leq 21\text{Bq/kg}$

### 4.3 非放射性环境现状

#### 4.3.1 监测方案及监测点位

项目周边非放射性环境现状监测方案见表 4.3-1。监测布点图见图 4.2-1。

表 4.3-1 非放射性环境监测方案

监测对象	监测位置	监测项目	监测频次
空气	1) 谭屋低坪、大村、晒茂、良头、荷花村、牛栏墩、; 2) 大蒙洞 (对照点)。	TSP	3
地表水	1) 排水沟流出厂区后汇入的溪沟; 2) 溪沟排入锦江前; 3) 溪沟与锦江交汇口上游 500m; 4) 溪沟与锦江交汇口下游 500m。	Mn、Cr、Pb、 Hg、Cd、As、 $\text{SO}_4^{2-}$ 、pH	3
地下水	1) 牛栏墩民井、莲河民井、谭屋民井、低坪山泉水、晒茂山泉水、良头村山泉水、大村民井;	Mn、Cr、Pb、 Hg、Cd、As、 $\text{SO}_4^{2-}$ 、pH	1
土壤	1) 谭屋、低坪、大村、晒茂、良头、荷花村、牛栏墩; 2) 大蒙洞 (对照点)。	As、Hg、Cr、 Cu、Ni、Zn、 pH	3
声环境	晒茂、良头	等效 A 声级	连续 2 日, 昼、夜

#### 4.3.2 监测方法及仪器

本项目非放射性环境现状监测仪器及检出限参见表 4.2-2。

### 4.3.3 监测结果分析

#### 4.3.3.1 空气中 TSP

本次评价对 508 水冶厂周边居民点 TSP 浓度进行了监测，监测结果见表 4.3-3。由表中数据可以看出，退役治理项目周边各居民点 TSP 浓度均满足《环境空气质量标准》（GB3095-2012）表 1 中二级浓度限值标准。

表 4.3-3 周边居民点 TSP 浓度监测结果

序号	测点位置	TSP 日均浓度 ( $\mu\text{g}/\text{m}^3$ )	
		范围值	平均值
1	谭屋	55~59	57.3
2	大村	71~76	73.7
3	低坪	56~63	59
4	莲荷村	52~57	54.7
5	良头	57~61	58.7
6	牛栏墩	60~65	62.3
7	陋茂	101~105	102.7
8	大蒙洞	49~56	53.3
(GB3095-2012) 表 1 中二级标准		300	

#### 4.3.3.2 地表水

本次监测对排水沟流出厂区后汇入的溪沟、溪沟排入锦江前、溪沟与锦江交汇口上游 500m 和下游 500m 处的非放射性污染物监测结果见表 4.3-4。由表中数据可以看出，项目周边地表水中 Cd、As、Pb、Cr、Hg 浓度以及 pH 值满足《地表水环境质量标准》（GB3838-2002）“表 1 地表水环境质量标准基本项目标准限值”中相关限值要求；Mn、硫酸盐浓度满足《地表水环境质量标准》（GB3838-2002）“表 2 集中式生活饮用水地表水源地补充项目标准限值”中相关限值要求。

表 4.3-5 地表水中非放射性污染物监测结果<sup>1</sup>

序号	监测点位	Mn (µg/L)		Cd (µg/L)		As (µg/L)		硫酸盐(mg/L)		Pb (µg/L)		Hg (µg/L)		Cr (µg/L)		pH
		范围值	均值	范围值	均值	范围值	均值	范围值	均值	范围值	均值	范围值	均值	范围值	均值	范围值
1	排水沟流出厂区后汇入的溪沟	6.34~7.48	6.95	未检出~0.09	0.09	0.39~1.33	0.84	0.463~2.33	1.53	1.21~1.47	1.34	未检出	—	0.45~0.54	0.49	6.09~6.28
2	溪沟排入锦江前	5.69~7.11	6.51	未检出~0.10	0.08	0.38~1.31	0.90	1.76~3.33	2.46	1.04~1.25	1.11	未检出~0.04	0.04	0.43~0.58	0.50	6.26~6.35
3	交汇口上游500m	5.06~10.38	7.88	未检出	—	0.42~0.68	0.53	3.17~4.09	3.51	1.10~1.25	1.17	未检出	—	0.45~0.51	0.48	6.26~6.37
4	交汇口下游500m	0.71~1.84	1.41	未检出	—	0.23~0.47	0.33	0.51~3.22	2.11	1.64~1.94	1.83	未检出~0.05	0.05	0.67~0.71	0.69	6.16~6.29
GB3838-2002 标准限值 <sup>2</sup>		100		5		50		250		50		0.1		50		6~9

1、连续三天监测

2、Cd、As、pH 标准限值取自 GB3838-2002 表 1；Mn、硫酸根标准限值取自 GB3838-2002 表 2

表 4.3-6 地下水中非放射性污染物监测结果

序号	监测点位	Mn (µg/L)	Cd (mg/L)	As (mg/L)	硫酸盐 (mg/L)	Pb (µg/L)	Cr (µg/L)	Hg (µg/L)	pH
1	牛栏墩民井	1.55	未检出	0.20	0.84	未检出	0.24	0.04	7.47
2	莲河民井	0.91	未检出	0.44	3.98	未检出	0.24	0.04	7.57
3	谭屋民井	14.75	未检出	2.62	0.11	0.30	0.16	0.11	7.61
4	低坪山泉	5.24	未检出	0.23	2.67	0.98	0.31	0.04	8.07
5	陋茂山泉	2.92	未检出	未检出	0.67	未检出	未检出	0.12	7.41
6	良头村山泉	3.46	未检出	未检出	0.64	未检出	未检出	0.05	7.14
7	大村民井	1.73	未检出	0.60	8.46	0.22	0.24	0.14	7.24
标准值		≤100	≤5	≤10	≤250	≤10	≤50	≤1	6.5~8.5

#### 4.3.3.3 地下水

地下水中非放射性核素浓度监测结果见表 4.3-6。由表中间监测数据可以看出，508 水冶厂周边居民点地下水中 Mn、As、Cd、硫酸盐、Cr、Hg、Pb 的监测数据满足《地下水质量标准》（GB/T14848-2017）表 1 中 III 类标准要求限值。

#### 4.3.3.4 土壤

《土壤环境质量 农用地土壤污染风险管控标准》（GB15618-2018）给出的不同 pH 值不同利用方式的土壤中污染物风险筛选值见表 1.7-2。本次监测居民点周边土壤中及 508 水冶厂周边山体土壤中相应污染物含量监测结果见表 4.3-7 及表 4.3-8。由两表数据可以看出，各监测点土壤中的其他非放射性污染物含量均可以满足不同 pH 值下农用地土壤中相应的风险筛选值要求。

表 4.3-7 508 水冶厂周边居民点土壤中污染物监测结果

序号	村庄	采样地点		分析结果						
				As	Hg	Cr	Cu	Ni	Zn	pH
				mg/kg	mg/kg	mg/kg	mg/kg	mg/kg	mg/kg	/
1	谭屋	林地	山边树林	5.09	0.172	24	6.7	13	91	4.13
		水田	稻田	3.13	0.194	16	13.9	8	104	4.17
		旱地	花生田	3.64	0.199	16	13.7	9	98	4.93
2	大村	林地	山边树林	4.54	0.092	21	12.6	13	87	4.12
		水田	稻田	2.16	0.080	17	14.1	9	103	4.51
		旱地	黄豆田	4.25	0.182	15	12.5	8	96	4.52
3	牛栏墩	林地	山边树林	4.41	0.118	14	13.0	10	64	5.95
		水田	稻田	3.06	0.281	16	16.3	8	117	4.70
		旱地	花生田	3.17	0.257	17	11.9	8	97	6.53
4	陋茂	林地	山边树林	7.63	0.106	15	11.8	9	82	6.02
		水田	稻田	2.50	0.329	15	11.5	7	83	4.55
		旱地	红薯田	6.39	0.134	16	20.0	7	106	5.06
5	低坪	林地	山边树林	7.02	0.100	16	12.3	9	73	4.74
		水田	稻田	2.37	0.187	17	10.7	7	76	4.68
		旱地	橘子园	4.77	0.076	17	22.6	8	121	4.48
6	莲河	林地	山边树林	2.44	0.193	12	11.4	8	105	5.15
		水田	稻田	2.24	0.103	14	10.4	8	74	4.39
		旱地	玉米田	2.77	0.060	12	10.0	6	70	4.70

序号	村庄	采样地点		分析结果						
				As	Hg	Cr	Cu	Ni	Zn	pH
				mg/kg	mg/kg	mg/kg	mg/kg	mg/kg	mg/kg	/
7	良头村	林地	山边树林	6.37	0.133	11	7.4	8	119	4.67
		水田	稻田	2.43	0.068	10	7.9	5	67	4.74
		旱地	橘子树园	2.36	0.146	11	8.5	7	70	4.21
8	大蒙洞	林地	山边树林	6.86	0.416	46	58.5	31	122	6.95
		水田	稻田	1.94	0.159	12	11.8	6	67	4.96
		旱地	蔬菜田	3.02	0.241	11	19.9	6	61	6.85

表 4.3-8 508 水冶厂周边山体土壤中污染物监测结果

序号	采样地点	分析结果						
		Hg	Cr	Cu	Ni	Zn	As	pH
		mg/kg	mg/kg	mg/kg	mg/kg	mg/kg	mg/kg	/
1	山体-1#	0.065	16	6.8	7	39	7.95	3.45
3	山体-2#	0.079	12	7.8	5	49	2.80	4.07
4	山体-3#	0.384	2	8.8	2	58	3.04	4.10
5	山体-4#	0.066	28	11.9	14	77	9.66	3.35
6	山体-5#	0.102	5	7.1	5	94	4.50	3.40

## 4.3.3.5 声环境

监测期间对矿区周边陋茂、良头处的声环境现状进行了连续两日的监测，监测结果见表 4.3-9。由监测结果可以看出，矿区周边陋茂、良头声环境质量满足《声环境质量标准》（GB3096-2008）2 类区限值要求。

表 4.3-9 六道沟、韩家堡子声环境监测结果 单位：dB（A）

监测点	监测时间	等效连续 A 声级	
		昼间	夜间
陋茂	2020-3-23	46.3	41.2
	2020-3-24	46.8	41.5
良头	2020-3-23	51.2	46.7
	2020-3-24	50.8	46.2
标准限值	GB3096-2008 中 2 类区限值：昼间 60、夜间 50		

## 5 退役治理工程源项调查

### 5.1 源项调查范围

为确定本次退役治理工程的源项范围，建设单位委托核工业二九〇研究所于 2016 年 2 月~5 月对 508 水冶厂内的工业场地、原矿堆场、建（构）筑物、排水沟等设施及厂外可能受到污染的道路、农田等进行了监测，并于 2016 年 6 月提交了《745 矿退役治理 II 期工程源项调查报告》（以下简称《源项调查报告》）。

根据《源项调查报告》的监测结果，最终确定本退役治理项目的主要治理源项包括：原矿堆场场地、堆浸渣场、工业场地、污染（废弃）建（构）筑物、场内道路、污染设备、器材和管线、尾矿输送管线沿线隧道、排水沟及水塘、厂外道路、农田等。

本项目主要治理源项分布情况见图 5.1-1。

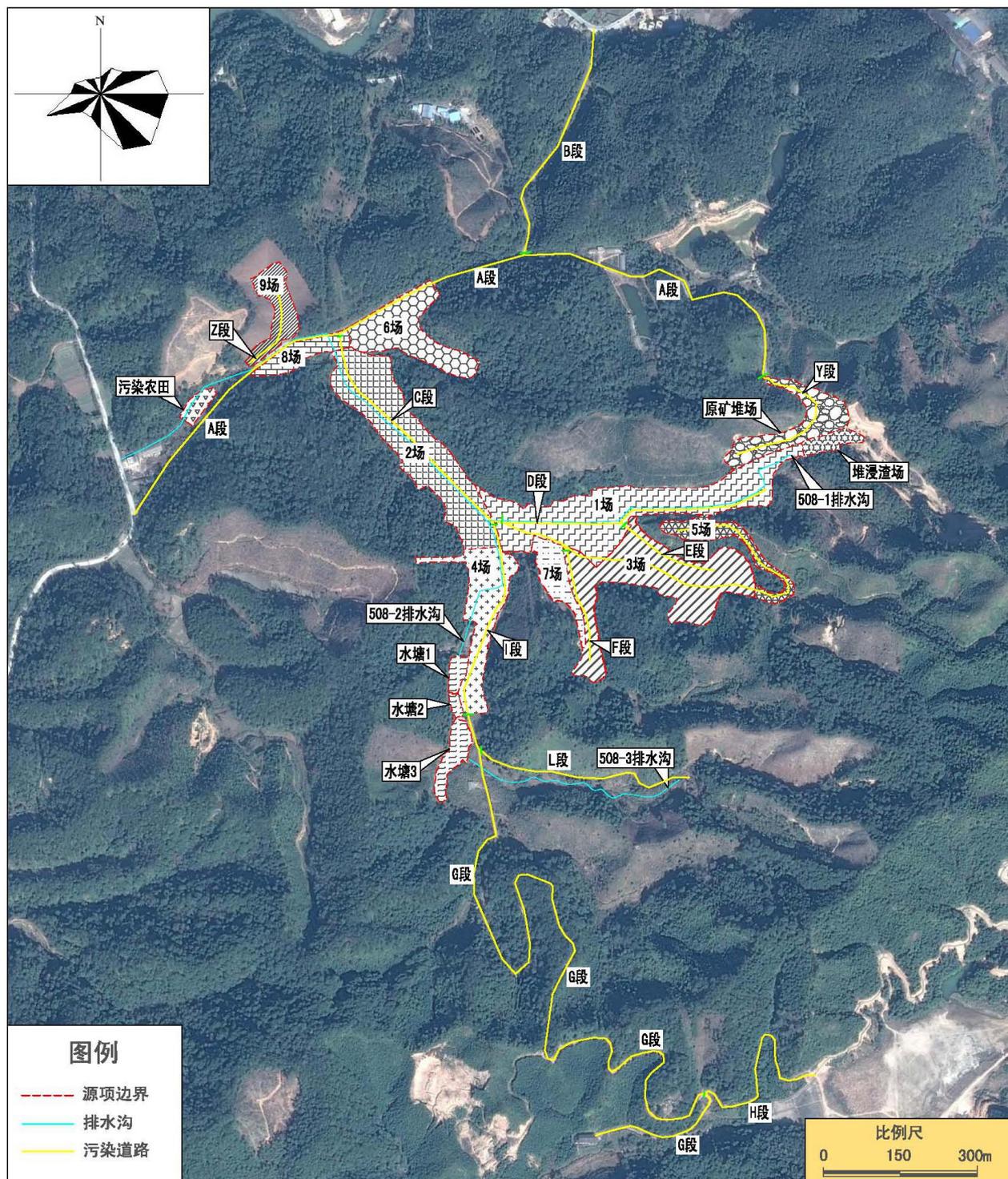


图 5.1-1 退役治理源项分布情况

## 5.2 源项调查方案

### 5.2.1 源项调查监测项目及调查原则

1) 原矿堆场、堆浸渣堆

以 10m×10m 网格监测贯穿辐射剂量率，以 20m×20m 网格监测氡析出率；

开展废石（渣）中  $U_{\text{天然}}$ 、 $^{226}\text{Ra}$  含量；下部土壤的  $U_{\text{天然}}$ 、 $^{226}\text{Ra}$  含量垂直分布监测，需监测到土壤中  $^{226}\text{Ra}$  含量小于  $349\text{Bq/kg}$  为止，并在地形图上标出监测范围、监测点位置及编号。

收集有关参数资料，包括各堆体污染物的堆存总量，堆积体的占地面积与裸露面积等。

## 2) 工业场地

以  $10\text{m}\times 10\text{m}$  网格监测工业场地的贯穿辐射剂量率，并绘制监测布点图；开展工业场地的  $U_{\text{天然}}$ 、 $^{226}\text{Ra}$  含量垂直分布监测，需监测到土壤中  $^{226}\text{Ra}$  含量不高于  $349\text{Bq/kg}$  为止，并在地形图上标出监测范围、监测点位置及编号。布点数量依据场地实际情况，选择有代表性的点位而定，每个工业场地至少 5 个点以上。

## 3) 建（构）筑物

收集关于各建（构）物的名称、原始功能、建筑面积及层数等资料，将建（构）筑物按编号标于地形图上，并监测各建（构）筑物的贯穿辐射剂量率以及表面沾污数据。

## 4) 设备、器材和管线

收集被污染设备、器材、管线、电线等的详细清单，并按功能列出相关信息，包括名称、规格型号、数量、是否还有再利用的价值、去污后去向等资料，并给出相应的表面污染监测数据。

## 5) 地表水体

收集水体的相关资料；监测水中  $U_{\text{天然}}$ 、 $^{226}\text{Ra}$  浓度和底泥  $U_{\text{天然}}$ 、 $^{226}\text{Ra}$  含量。

## 6) 农田

对水冶厂周边可能受到放射性废水污染的已弃耕农田进行监测。以  $10\text{m}\times 10\text{m}$  网格监测贯穿辐射剂量率，并绘制监测布点图；开展农田表层及下部土壤的  $U_{\text{天然}}$ 、 $^{226}\text{Ra}$  含量垂直分布监测数据，需监测到土壤中  $^{226}\text{Ra}$  含量不高于  $349\text{Bq/kg}$  为止，至少 5 个点以上。

## 7) 道路

调查水冶厂场内和场外可能受到放射性废水或废物（废石或尾渣）污染

的道路的相关情况。每相隔 10m，在道路左、中、右各布设一个贯穿辐射剂量率监测点位；每相隔 150m 布设一个路表层及下部土壤的  $U_{\text{天然}}$ 、 $^{226}\text{Ra}$  含量垂直分布监测点位，需监测到土壤中  $^{226}\text{Ra}$  含量不高于 349Bq/kg 为止。

### 5.2.2 监测方法与测量仪器

$U_{\text{天然}}$ 、 $^{226}\text{Ra}$ 、总 $\alpha$ 、总 $\beta$ 、pH 的分析及 $\gamma$ 辐射空气吸收剂量率、 $\alpha$ 表面沾污、大气中  $^{222}\text{Rn}$  浓度、氡析出率的测量均采用相应国家标准方法。分析仪器及方法见表 5.2-1。

表 5.2-1 项目监测与分析方法一览表

检测项目	监测介质	标准编号	检出限
$\gamma$ 辐射空气吸收剂量率	固体介质	GB/T14583-1993	$1 \times 10^{-9}\text{Gy/h}$
$\alpha$ 表面污染	污染面、设备	GB/T14056-2008	0.4Bq
$^{222}\text{Rn}$	空气	GB/T14582-1993	$0.3 \text{ Bq/m}^3$
$U_{\text{天然}}$	水	GB/T 6768-1986	$0.02\mu\text{g/L}$
	土壤、岩石	GB/T550-2000	$0.3\mu\text{g/g}$
	生物	GB/T11223.2-1989	$2.5 \times 10^{-8} \text{ g/g 灰}$
$^{226}\text{Ra}$	水	GB/T11214-1989	$2 \times 10^{-3} \text{ Bq/L}$
	土壤、岩石	GB/T 13073-1991	$9.0 \times 10^{-3} \text{ Bq/g}$
	生物	GB/T 13073-1991	$9.0 \times 10^{-3} \text{ Bq/g}$
氡析出率	固体介质	EJ/T/979-1995	$0.004 \text{ Bq/} (\text{m}^2 \cdot \text{s})$
总 $\alpha$	水	GB/T5750-2006	$1.6 \times 10^{-2} \text{ Bq/L}$
总 $\beta$	水	GB/T5750-2006	$2.8 \times 10^{-2} \text{ Bq/L}$

### 5.2.3 监测质量保证

核工业二九〇研究所已通过计量认证，实验室各种条件齐备，且具备一批经验丰富的技术人员，能够对承担的放射性检测项目进行检测。对质量管理、采样方法、样品处理和保存、生物样灰化、仪器设备选用、标准基准物质选用、检测方法标准化、组织管理都按规范予以控制。

#### 5.2.3.1 质量保证体系

##### 1) 质量检查组织机构

成立以项目负责人为组长、项目技术负责人为副组长的全面质量管理领导小组，形成行政上支持，技术上把关的良性循环，负责整个项目的工作质

量和工作进度的控制。

### 2) 野外现场监测检查程序

野外现场监测过程中，测量前，先检查或校准测量设备，如发现测量设备异常或无法校准，经维修合格并重新检定后测时。在监测过程中，发现测量数据异常，由监测人员加复测数据，直至确认测量数据稳定为止。

### 3) 室内样品分析检查程序

(1) 采取的水样、土壤样、废石样及堆浸渣样在室内分析时，做好分析样品的制备和预处理工作，分析过程中采取加标样及双份平行测定的方法来确保室内分析数据的准备性。

(2) 按照要求对分析数据进行了审核。

## 5.2.3.2 质量保证措施

### 1) 强化质量意识

定期对分析人员进行考核，并采用各种途径，提高分析人员技术素质。

### 2) 加强测量仪器、仪器的管理

测量仪器，试验器具须经检定后方能使用，并由专人负责保管。加强测量仪器，试验器具的维修、保养、调试工作，防止因测量仪器、试验器具本身的故障造成质量偏差与缺陷。

### 3) 加强分析试剂质量管理

室内分析试剂均由本实验室考查多年的供应商供应，实验室对每批试剂均进行检验，确保分析使用的试剂的纯度。

## 5.3 源项调查结果及治理项目

### 5.3.1 治理项目的确定原则

- 1) 凡被确定为铀矿冶废物的，均列为稳定化和无害化的治理项目；
- 2) 矿区内  $^{222}\text{Rn}$  析出率均值超过管理限值的区域和部位均列为治理项目；
- 3) 矿区内土壤或地表水体中放射性核素含量超出管理限值的，列为治理项目；
- 4) 放射性表面污染水平超过管理限值的建（构）筑物、设备、器材，列为治理项目；
- 5) 有  $^{222}\text{Rn}$  气逸出的部位及可能产生不安全因素的部位，列为治理项目。

### 5.3.2 源项调查结果

#### 5.3.2.1 508 水冶厂内治理源项

##### 1) 原矿堆场场地

508 水冶厂内遗留 1 处原矿堆场场地，生产期间为矿石堆场，目前场地上已无矿石，该场地占地面积为 15581m<sup>2</sup>，裸露面积为 16889m<sup>2</sup>。原矿堆场场地相关参数和监测数据详见表 5.3-1 及表 5.3-2，场地现状情况详见图 5.3-1。

由表中数据可知：原矿堆场场地内 $\gamma$ 辐射剂量率范围值为（26.4~893.4） $\times 10^{-8}$ Gy/h，均值为 152.3 $\times 10^{-8}$ Gy/h，高于建矿前本底值约 7 倍；氡析出率范围值为（0.8~7.56）Bq/（m<sup>2</sup>·s），均值为 2.3Bq/（m<sup>2</sup>·s），均值超过 0.74Bq/（m<sup>2</sup>·s）管理限值 2.1 倍。

原矿堆场场地下部土壤中 U<sub>天然</sub>、<sup>226</sup>Ra 含量的垂直分布情况见表 5.3-2，由表中数据可知，原矿堆场场地下部最深至 240cm，土壤 <sup>226</sup>Ra 含量可以满足不高于 349Bq/kg 的限值要求。



图 5.3-1 原矿堆场场地现状

表 5.3-1 原矿堆场场地相关参数和监测数据表

名称	编号	占地面积 m <sup>2</sup>	裸露面积 m <sup>2</sup>	边坡面积 m <sup>2</sup>	平台面积 m <sup>2</sup>	γ辐射剂量率, ×10 <sup>-8</sup> Gy/h			氡析出率, Bq/(m <sup>2</sup> ·s)		
						测点数	范围值	均值	测点数	范围值	均值
原矿堆场场地	1 矿	15581	16889	4706	12183	141	26.4~893.4	152.3	36	0.80~7.56	2.3

表 5.3-2 原矿堆场场地 U<sub>天然</sub>、<sup>226</sup>Ra 含量垂直分布监测数据表

序号	取样编号	土壤深度	U <sub>天然</sub> 含量, mg/kg	<sup>226</sup> Ra 含量, Bq/kg	序号	取样编号	土壤深度	U <sub>天然</sub> 含量, mg/kg	<sup>226</sup> Ra 含量, Bq/kg
1	GY46	表层~20cm	442	5521	4	GY49	表层~20cm	1357	14358
		20~40cm	194	2437			20~40cm	367	3624
		40~60cm	155	1704			40~60cm	241	2405
		60~80cm	127	1036			60~80cm	174	1367
		80~100cm	105	951			80~100cm	108	964
		100~120cm	95.2	872			100~120cm	97.4	898
		140~160cm	67.2	695			140~160cm	84.0	706
		160~180cm	44.6	452			160~180cm	73.4	653
		180~200cm	32.8	359			180~200cm	68.4	594
		200~220cm	21.6	231			200~220cm	40.7	470
2	GY47	表层~20cm	1745	23967	5	GY63	220~240cm	34.6	384
		20~40cm	652	5645			220~260cm	26.8	305
		40~60cm	301	2637			表层~20cm	442	5521
		60~80cm	156	1470			20~40cm	134	1437
		80~100cm	104	796			40~60cm	121	1238

序号	取样编号	土壤深度	U <sub>天然</sub> 含量, mg/kg	<sup>226</sup> Ra 含量, Bq/kg	序号	取样编号	土壤深度	U <sub>天然</sub> 含量, mg/kg	<sup>226</sup> Ra 含量, Bq/kg
		100~120cm	89.3	638			60~80cm	105	976
		140~160cm	62.4	594			80~100cm	93.8	892
		160~180cm	42.5	427			100~120cm	86.2	703
		180~200cm	30.6	355			140~160cm	57.6	654
		200~220cm	20.5	231			160~180cm	44.5	523
3	GY48	表层~20cm	1628	18997			180~200cm	35.6	415
		20~40cm	382	3460			200~220cm	24.9	305
		40~60cm	282	2573					
		60~80cm	164	1506					
		80~100cm	103	848					
		100~120cm	87.5	676					
		140~160cm	84.8	614					
		160~180cm	49.5	596					
		180~200cm	35.4	467					
		200~220cm	28.3	364					
		220~240cm	20.6	286					

## 2) 堆浸渣场

508 水冶厂内遗留 1 处堆浸渣场, 为堆浸试验期间产生的堆浸渣的堆放场地, 该场地占地面积为  $3196\text{m}^2$ , 裸露面积为  $3392\text{m}^2$ , 现堆存堆浸渣  $5.04 \times 10^4\text{t}$ 。堆浸渣场相关参数和监测数据详见表 5.3-3 及表 5.3-4, 现状情况详见图 5.3-2。

由表中数据可知: 堆浸渣场内  $\gamma$  辐射剂量率范围值为  $(20.2 \sim 524.8) \times 10^{-8}\text{Gy/h}$ , 均值为  $180.5 \times 10^{-8}\text{Gy/h}$ , 均值高于建矿前本底值约 8 倍; 氡析出率范围值为  $(0.81 \sim 6.15) \text{Bq}/(\text{m}^2 \cdot \text{s})$ , 均值为  $2.99\text{Bq}/(\text{m}^2 \cdot \text{s})$ , 均值超过  $0.74\text{Bq}/(\text{m}^2 \cdot \text{s})$  管理限值 3 倍。

堆浸渣场下部污染土壤中  $U_{\text{天然}}$ 、 $^{226}\text{Ra}$  含量的垂直分布情况见表 5.3-4, 由表中数据可知, 其下部污染土受到一定程度的污染, 部分层位土壤中  $^{226}\text{Ra}$  含量超过  $349\text{Bq/kg}$  的限值要求。



图 5.3-2 堆浸渣场现状

表 5.3-3 堆浸渣场相关参数和监测数据表

名称 编号	占地面积 m <sup>2</sup>	裸露面积 m <sup>2</sup>	平台面积 m <sup>2</sup>	边坡面积 m <sup>2</sup>	堆浸渣量 t	堆浸渣体积 m <sup>3</sup>	氡析出率, Bq/(m <sup>2</sup> ·s)		
							测点数	范围值	均值
堆浸渣 场	3196	3392	2425	967	5.04×10 <sup>4</sup>	19176	26	0.81~6.15	2.99
	γ辐射剂量率, ×10 <sup>-8</sup> Gy/h			堆浸渣 U <sub>天然</sub> 含量, mg/kg			堆浸渣 <sup>226</sup> Ra 含量, Bq/kg		
	测点数	范围值	均值	取样数	范围值	均值	取样数	范围值	均值
	34	20.2~524.8	180.5	15	135~832	344	15	5450~57635	15539

表 5.3-4 堆浸渣场下部土壤 U<sub>天然</sub>、<sup>226</sup>Ra 含量垂直分布监测数据表

序号	取样编号	原样编号	U <sub>天然</sub> 含量, mg/kg	<sup>226</sup> Ra 含量, Bq/kg	序号	取样编号	土壤深度	U <sub>天然</sub> 含量, mg/kg	<sup>226</sup> Ra 含量, Bq/kg		
1	ZT6	1#孔 3.2m	27.6	332	3	ZT9	4#孔 6.4m	74.3	951		
		1#孔 3.4m	18.7	279			4#孔 6.6m	56.3	674		
		1#孔 3.6m	15.2	370			4#孔 6.8m	75.3	863		
		1#孔 3.8m	18.8	260			4#孔 7.0m	59.1	532		
		1#孔 4m	23.8	250			4#孔 7.2m	45.8	409		
		1#孔 4.3m	22.9	303			4#孔 7.4m	32.1	342		
		1#孔 4.6m	22.8	297			4	ZT10	5#孔 6.2m	153	1542
		1#孔 5m	20.8	409					5#孔 6.4m	92	874
		1#孔 5.2m	17.6	375					5#孔 6.6m	58.1	739
		1#孔 5.4m	15.4	307					5#孔 6.8m	46.7	541
2	ZT8	3#孔 6.2m	25.7	592	5	ZT7	5#孔 7.0m	35.4	428		
		3#孔 6.4m	21.5	486			5#孔 7.2m	26.8	316		
		3#孔 6.6m	24.8	386			2#孔 6.2m	142	2843		
		3#孔 6.8m	24.5	613			2#孔 6.4m	52.6	569		
		3#孔 7.0m	38.1	473			2#孔 6.6m	76.8	846		
		3#孔 7.2m	30.6	382			2#孔 6.8m	43.1	463		
		3#孔 7.4m	25.7	325			2#孔 7.0m	30.8	326		

### 3) 工业场地

508 水冶厂厂区范围内共遗留工业场地 9 处，包括主要生产工业场地（1 场）、辅助生产工业场地（2 场）、四号厂房工业场地（3 场）、锅炉房工业场地（4 场）、硫酸铵水库工业场地（5 场）、设备材料总库工业场地（6 场）、水冶试验场地（7 场）、停车场工业场地（8 场）、油库工业场地（9 场），部分工业场地现状情况见图 5.3-3。工业场地相关参数和监测数据见表 5.3-5，下部土壤中  $U_{\text{天然}}$ 、 $^{226}\text{Ra}$  含量的垂直分布情况见表 5.3-6。根据源项调查数据，工业场地 1 场~9 场下部部分土层中存在  $^{226}\text{Ra}$  含量超过  $349\text{Bq/kg}$  管理限值的情况。



图 5.3-3 部分工业场地现状图

表 5.3-5 工业场地相关参数和监测数据表

序号	名称	编号	占地 面积 m <sup>2</sup>	γ辐射剂量率 ×10 <sup>-8</sup> Gy/h			下部土壤中 U <sub>天然</sub> 含量 mg/kg			下部土壤中 <sup>226</sup> Ra 含量 Bq/kg			氡析出率 Bq/m <sup>2</sup> ·s		
				测 点 数	范围值	均值	取 样 数	范围值	均值	取 样 数	范围值	均值	测 点 数	范围值	均值
1	主要生产 工业场地	1 <sub>场</sub>	45868	244	15.4~1120	74.5	80	9.7~447	41.3	80	16~7109	448	18	0.52~4.65	1.42
2	辅助生产 工业场地	2 <sub>场</sub>	43598	278	15.2~154.6	28.8	28	9.3~24.9	15	28	129~3267	339	18	0.64~2.31	0.97
3	四号厂房 工业场地	3 <sub>场</sub>	37840	180	15.4~2812	190.7	110	11.1~507	43.8	110	133~68552	1732	16	1.06~7.62	2.92
4	锅炉房 工业场地	4 <sub>场</sub>	18646	90	15.4~25.3	19.8	19	12.9~30.4	19.5	19	152~347	228	10	0.61~0.73	0.68
5	硫酸氨水 库工业场 地	5 <sub>场</sub>	8334	16	16.9~20.8	18.7	17	12.5~31.1	16.6	17	130~201	172	8	0.65~0.73	0.70
6	设备材料 总库	6 <sub>场</sub>	18165	66	17.3~41.4	21.6	15	5.5~39.4	14.4	15	115~441	186	10	0.56~0.72	0.67
7	水冶试验 场地	7 <sub>场</sub>	7420	56	28.9~689.8	129.7	53	14.8~829	58	53	159~25317	1228	12	1.18~5.07	3.16
8	停车场	8 <sub>场</sub>	6247	48	16.5~41.6	22.1	18	9.9~31	15.8	18	162~207	185.6	5	0.33~0.56	0.48
9	油库	9 <sub>场</sub>	8646	51	15.5~24.8	19.7	20	13.8~27.5	19.4	20	159~418	233.9	5	0.51~0.69	0.63

表 5.3-6 工业场地下层土壤中  $U_{\text{天然}}$ 、 $^{226}\text{Ra}$  含量垂直分布监测数据表

序号	取样编号	取样场地	土壤深度	$U_{\text{天然}}$ 含量, mg/kg	$^{226}\text{Ra}$ 含量, Bq/kg
1	GY10	主要生产工业 场地 (1 场)	表层~20cm 土	20.1	2035
			20~40cm 土	16.7	257
			40~60cm 土	15.1	207
			60~80cm 土	10.3	149
2	GY19	主要生产工业 场地 (1 场)	表层~20cm 土	14.3	415
			20~40cm 土	12.0	310
			40~60cm 土	16.4	772
			60~80cm 土	16.0	444
			80~100cm 土	15.8	324
			100~120cm 土	14.6	165
3	GY20	主要生产工业 场地 (1 场)	表层~20cm 土	38.6	3166
			20~40cm 土	20.3	461
			40~60cm 土	17.6	288
			60~80cm 土	12.7	197
			80~100cm 土	11.8	160
4	GY21	主要生产工业 场地 (1 场)	表层~20cm 土	36.9	263
			20~40cm 土	22.4	216
			40~60cm 土	15.4	185
			60~80cm 土	16.7	145
5	GY22	主要生产工业 场地 (1 场)	表层~20cm 土	447	412
			20~40cm 土	116	244
			40~60cm 土	24.1	185
			60~80cm 土	23.4	154
6	GY23	主要生产工业 场地 (1 场)	表层~20cm 土	73.8	241
			20~40cm 土	76.1	240
			40~60cm 土	39.1	184
			60~80cm 土	35.7	179
7	GY24	主要生产工业 场地 (1 场)	表层~20cm 土	35.0	346
			20~40cm 土	24.5	251
			40~60cm 土	17.2	198
			60~80cm 土	13.1	129
8	GY36	主要生产工业 场地 (1 场)	表层~20cm 土	122	1937
			20~40cm 土	238	639
			40~60cm 土	25.7	376
			60~80cm 土	48.1	199
			80~100cm 土	11.8	158

表 5.3-6 工业场地下层土壤中  $U_{\text{天然}}$ 、 $^{226}\text{Ra}$  含量垂直分布监测数据表

序号	取样编号	取样场地	土壤深度	$U_{\text{天然}}$ 含量, mg/kg	$^{226}\text{Ra}$ 含量, Bq/kg
9	GY37	主要生产工业场地 (1 场)	表层~20cm 土	111	7109
			20~40cm 土	224	3939
			40~60cm 土	178	239
			60~80cm 土	98.6	495
			80~100cm 土	20.4	176
10	GY38	主要生产工业场地 (1 场)	表层~20cm 土	44.6	341
			20~40cm 土	21.2	284
			40~60cm 土	19.3	191
			60~80cm 土	19.6	181
			80~100cm 土	18.9	175
11	GY39	主要生产工业场地 (1 场)	表层~20cm 土	24.1	286
			20~40cm 土	14.5	236
			40~60cm 土	16.7	193
			60~80cm 土	20.2	156
12	GY40	主要生产工业场地 (1 场)	表层~20cm 土	28.0	345
			20~40cm 土	23.0	249
			40~60cm 土	24.4	199
			60~80cm 土	19.1	191
			80~100cm 土	12.3	163
13	GY41	主要生产工业场地 (1 场)	表层~20cm 土	22.6	301
			20~40cm 土	14.7	207
			40~60cm 土	20.0	181
			60~80cm 土	16.3	201
			80~100cm 土	11.6	158
14	GY50	主要生产工业场地 (1 场)	表层~20cm 土	25.1	973
			20~40cm 土	12.2	469
			40~60cm 土	11.9	245
			60~80cm 土	15.8	165
15	GY51	主要生产工业场地 (1 场)	0~20cm	46.8	456
			20~40cm	32.2	348
			40~60cm	22.8	259
			60~80cm	19.8	119
16	GY52	主要生产工业场地 (1 场)	0~20cm	35.3	249
			20~40cm	30.1	243
			40~60cm 土	19.3	189
			60~80cm 土	31.2	162

表 5.3-6 工业场地下层土壤中  $U_{\text{天然}}$ 、 $^{226}\text{Ra}$  含量垂直分布监测数据表

序号	取样编号	取样场地	土壤深度	$U_{\text{天然}}$ 含量, mg/kg	$^{226}\text{Ra}$ 含量, Bq/kg
17	GY53	主要生产工业 场地 (1 场)	表层~20cm 土	69.9	740
			20~40cm 土	14.2	332
			40~60cm 土	23.6	186
			60~80cm 土	28.0	152
18	GY54	主要生产工业 场地 (1 场)	表层~20cm 土	262	287
			20~40cm 土	19.7	214
			40~60cm 土	17.8	191
			60~80cm 土	12.4	143
19	GY1	辅助生产工业 场地 (2 场)	表层~20cm 土	21.8	243
			20~40cm 土	24.9	192
			40~60cm 土	12.6	146
20	GY2	辅助生产工业 场地 (2 场)	表层~20cm 土	23.2	253
			20~40cm 土	14.7	193
			40~60cm 土	14.1	152
21	GY3	辅助生产工业 场地 (2 场)	表层~20cm 土	16.5	3267
			20~40cm 土	20.2	749
			40~60cm 土	19.3	651
			60~80cm 土	23.5	358
			80~100cm 土	15.8	174
22	GY4	辅助生产工业 场地 (2 场)	表层~20cm 土	11.7	169
			20~40cm 土	14.0	182
			40~60cm 土	15.1	183
			60~80cm 土	12.9	152
23	GY5	辅助生产工业 场地 (2 场)	表层~20cm 土	19.3	229
			20~40cm 土	12.8	182
			40~60cm 土	16.9	179
24	GY6	辅助生产工业 场地 (2 场)	表层~20cm 土	18.6	372
			20~40cm 土	12.4	273
			40~60cm 土	13.9	238
			60~80cm 土	12.6	169
25	GY7	辅助生产工业 场地 (2 场)	表层~20cm 土	12.2	342
			20~40cm 土	13.5	308
			40~60cm 土	15.8	174
26	GY8	辅助生产工业 场地 (2 场)	表层~20cm 土	11.0	255
			20~40cm 土	10.0	190
			40~60cm 土	11.6	175

表 5.3-6 工业场地下层土壤中  $U_{\text{天然}}$ 、 $^{226}\text{Ra}$  含量垂直分布监测数据表

序号	取样编号	取样场地	土壤深度	$U_{\text{天然}}$ 含量, mg/kg	$^{226}\text{Ra}$ 含量, Bq/kg
27	GY11	四号厂房工业 场地 (3 场)	表层~20cm 土	53.5	68552
			20~40cm 土	57.0	1323
			40~60cm 土	62.9	1330
			60~80cm 土	81.6	821
			80~100cm 土	63.4	652
			100~120cm 土	28.9	327
			120~140cm 土	16.5	172
28	GY12	四号厂房工业 场地 (3 场)	表层~20cm 土	13.5	221
			20~40cm 土	17.2	198
			40~60cm 土	16.7	189
			60~80cm 土	15.7	182
			80~100cm 土	14.2	165
29	GY13	四号厂房工业 场地 (3 场)	表层~20cm 土	127	12542
			20~40cm 土	78.9	6539
			40~60cm 土	25.1	438
			60~80cm 土	26.4	369
			80~100cm 土	38.4	542
			100~120cm 土	56.4	717
			120~140cm 土	43.2	451
			140~160cm 土	20.6	164
30	GY14	四号厂房工业 场地 (3 场)	表层~20cm 土	33.3	2701
			20~40cm 土	50.5	264
			40~60cm 土	26.7	212
			60~80cm 土	37.7	204
			80~100cm 土	14.6	159
31	GY15	四号厂房工业 场地 (3 场)	表层~20cm 土	115	10125
			20~40cm 土	81.7	392
			40~60cm 土	92.8	667
			60~80cm 土	54.0	656
			80~100cm 土	32.6	358
			100~120cm 土	16.4	173
32	GY16	四号厂房工业 场地 (3 场)	表层~20cm 土	12.9	159
			20~40cm 土	17.2	231
			40~60cm 土	14.7	288
			60~80cm 土	19.3	211
			80~100cm 土	13.6	158

表 5.3-6 工业场地下层土壤中  $U_{\text{天然}}$ 、 $^{226}\text{Ra}$  含量垂直分布监测数据表

序号	取样编号	取样场地	土壤深度	$U_{\text{天然}}$ 含量, mg/kg	$^{226}\text{Ra}$ 含量, Bq/kg
33	GY18	四号厂房工业 场地 (3 场)	表层~20cm 土	13.3	194
			20~40cm 土	16.1	232
			40~60cm 土	19.2	217
			60~80cm 土	15.9	202
			80~100cm 土	15.3	162
34	GY25	四号厂房工业 场地 (3 场)	表层~20cm 土	35.3	199
			20~40cm 土	25.7	240
			40~60cm 土	12.7	198
			60~80cm 土	12.8	182
			80~100cm 土	14.0	163
35	GY26	四号厂房工业 场地 (3 场)	表层~20cm 土	17.4	937
			20~40cm 土	12.4	401
			40~60cm 土	15.0	222
			60~80cm 土	24.4	187
			80~100cm 土	14.8	163
36	GY27	四号厂房工业 场地 (3 场)	表层~20cm 土	62.4	753
			20~40cm 土	50.1	655
			40~60cm 土	35.0	427
			60~80cm 土	31.6	340
			80~100cm 土	27.5	290
			100~120cm 土	16.2	143
37	GY28	四号厂房工业 场地 (3 场)	表层~20cm 土	104	7953
			20~40cm 土	127	2955
			40~60cm 土	95.0	1020
			60~80cm 土	54.6	660
			80~100cm 土	34.5	290
			100~120cm 土	36.2	193
			120~140cm 土	20.4	165
38	GY29	四号厂房工业 场地 (3 场)	表层~20cm 土	20.8	2874
			20~40cm 土	15.2	211
			40~60cm 土	15.6	258
			60~80cm 土	14.3	320
			80~100cm 土	14.3	187
			100~120cm 土	18.3	200
			120~140cm 土	24.3	162
39	GY30	四号厂房工业	表层~20cm 土	43.6	1348

表 5.3-6 工业场地下层土壤中  $U_{\text{天然}}$ 、 $^{226}\text{Ra}$  含量垂直分布监测数据表

序号	取样编号	取样场地	土壤深度	$U_{\text{天然}}$ 含量, mg/kg	$^{226}\text{Ra}$ 含量, Bq/kg
		场地 (3 场)	20~40cm 土	56.0	605
			40~60cm 土	27.9	255
			60~80cm 土	32.3	325
			80~100cm 土	14.3	162
40	GY31	四号厂房工业 场地 (3 场)	表层~20cm 土	35.2	3825
			20~40cm 土	45.7	1069
			40~60cm 土	21.1	260
			60~80cm 土	88.2	279
			80~100cm 土	97.6	227
			100~120cm 土	96.0	263
			140~160cm 土	32.4	165
41	GY32	四号厂房工业 场地 (3 场)	表层~20cm 土	83.7	7269
			20~40cm 土	114	1391
			40~60cm 土	102	583
			60~80cm 土	51.9	443
			80~100cm 土	39.6	347
			100~120cm 土	68.2	293
			120~140cm 土	14.8	177
			140~160cm 土	15.3	171
			160~180cm 土	40.5	159
42	GY33	四号厂房工业 场地 (3 场)	表层~20cm 土	11.1	468
			20~40cm 土	14.3	504
			40~60cm 土	18.8	259
			60~80cm 土	19.6	219
			80~100cm 土	11.2	172
			100~120cm 土	12.5	169
43	GY34	四号厂房工业 场地 (3 场)	表层~20cm 土	35.0	9861
			20~40cm 土	21.1	2258
			40~60cm 土	71.4	889
			60~80cm 土	21.0	264
			80~100cm 土	14.2	243
			100~120cm 土	19.2	166
44	GY35	四号厂房工业 场地 (3 场)	表层~20cm 土	507	12296
			20~40cm 土	294	7664
			40~60cm 土	20.5	584
			60~80cm 土	45.5	603

表 5.3-6 工业场地下层土壤中  $U_{\text{天然}}$ 、 $^{226}\text{Ra}$  含量垂直分布监测数据表

序号	取样编号	取样场地	土壤深度	$U_{\text{天然}}$ 含量, mg/kg	$^{226}\text{Ra}$ 含量, Bq/kg
			80~100cm 土	35.6	436
			100~120cm 土	22.1	172
45	GY9	锅炉房工业场地 (4 场)	表层~20cm 土	17.5	238
			20~40cm 土	17.2	347
			40~60cm 土	16.2	222
			60~80cm 土	20.7	281
			80~100cm 土	14.3	162
46	GY55	锅炉房工业场地 (4 场)	表层~20cm 土	30.4	328
			20~40cm 土	26.4	285
			40~60cm 土	22.1	241
			60~80cm 土	19.3	172
47	GY56	锅炉房工业场地 (4 场)	表层~20cm 土	22.5	237
			20~40cm 土	18.7	208
			40~60cm 土	16.1	163
48	GY57	锅炉房工业场地 (4 场)	表层~20cm 土	26.4	256
			20~40cm 土	20.5	232
			40~60cm 土	18.9	217
			60~80cm 土	13.5	152
49	GY58	锅炉房工业场地 (4 场)	表层~20cm 土	21.3	234
			20~40cm 土	16.5	196
			40~60cm 土	12.9	158
50	YG1	锅炉房工业场地 (4 场) I 段道路	0~20cm 土	28.6	324
			20~40cm 土	21.3	189
			40~60cm 土	11.7	142
51	YG2	锅炉房工业场地 (4 场) I 段道路	0~20cm 土	24.2	261
			20~40cm 土	18.9	210
			40~60cm 土	13.1	145
52	YG3	锅炉房工业场地 (4 场) I 段道路	0~20cm 土	17.5	201
			20~40cm 土	20.4	226
			40~60cm 土	14.3	162
53	GY17	硫酸氨水库工业场地 (5 场)	表层~20cm 土	16.4	180
			20~40cm 土	15.3	164
			40~60cm 土	16.2	183
			60~80cm 土	31.1	192
			80~100cm 土	14.3	154

表 5.3-6 工业场地下层土壤中  $U_{\text{天然}}$ 、 $^{226}\text{Ra}$  含量垂直分布监测数据表

序号	取样编号	取样场地	土壤深度	$U_{\text{天然}}$ 含量, mg/kg	$^{226}\text{Ra}$ 含量, Bq/kg
54	GY59	硫酸氨水库工业场地 (5 场)	表层 20cm 土	17.4	195
			20~40cm 土	15.8	173
			40~60cm 土	13.2	164
55	GY60	硫酸氨水库工业场地 (5 场)	表层 20cm 土	18.9	201
			20~40cm 土	14.3	162
			40~60cm 土	12.5	130
56	GY61	硫酸氨水库工业场地 (5 场)	表层 20cm 土	18.7	191
			20~40cm 土	16.5	175
			40~60cm 土	13.2	146
57	GY62	硫酸氨水库工业场地 (5 场)	表层 20cm 土	18.1	188
			20~40cm 土	15.9	169
			40~60cm 土	14.3	153
58	KC1	设备材料总库 (6 场)	表层 20cm 土	39.4	441
			20~40cm 土	24.4	237
			40~60cm 土	15.2	163
59	KC2	设备材料总库 (6 场)	表层 20cm 土	6.2	115
			20~40cm 土	5.5	124
			40~60cm 土	6.1	142
60	KC3	设备材料总库 (6 场)	表层 20cm 土	9.8	197
			20~40cm 土	8.7	169
			40~60cm 土	8.6	177
61	KC4	设备材料总库 (6 场)	表层 20cm 土	17.3	184
			20~40cm 土	14.3	162
			40~60cm 土	13.2	154
62	KC5	设备材料总库 (6 场)	表层 20cm 土	16.8	203
			20~40cm 土	15.2	171
			40~60cm 土	14.8	154
63	SY1	水冶试验场地 (7 场)	表层~20cm 土	81.0	955
			20~40cm 土	43.7	535
			40~60cm 土	23.8	291
			60~80cm 土	21.7	236
			80~100cm 土	32.2	304
			100~120cm 土	22.4	252
			120~140cm 土	19.2	221
			140~160cm 土	17.8	191
		160~180cm 土	14.2	162	

表 5.3-6 工业场地下层土壤中  $U_{\text{天然}}$ 、 $^{226}\text{Ra}$  含量垂直分布监测数据表

序号	取样编号	取样场地	土壤深度	$U_{\text{天然}}$ 含量, mg/kg	$^{226}\text{Ra}$ 含量, Bq/kg
64	SY2	水冶试验场地 (7 场)	表层~20cm 土	19.0	222
			20~40cm 土	18.1	191
			40~60cm 土	21.6	205
			60~80cm 土	19.9	225
			80~100cm 土	47.6	290
			100~120cm 土	20.5	248
			120~140cm 土	17.3	201
			140~160cm 土	16.2	189
			160~180cm 土	14.8	154
65	SY3	水冶试验场地 (7 场)	表层~20cm 土	212	5680
			20~40cm 土	44.0	828
			40~60cm 土	19.2	217
			60~80cm 土	18.5	205
			80~100cm 土	24.9	267
			100~120cm 土	19.0	235
			120~140cm 土	19.5	213
			140~160cm 土	17.2	191
			160~180cm 土	15.2	162
66	SY4	水冶试验场地 (7 场)	表层~20cm 土	173	25317
			20~40cm 土	29.5	473
			40~60cm 土	22.4	302
			60~80cm 土	21.8	424
			80~100cm 土	33.3	903
			100~120cm 土	18.7	568
			120~160cm 土	20.1	248
			160~180cm 土	19.0	212
			180~200cm 土	21.9	272
			200~220cm 土	16.8	172
67	SY5	水冶试验场地 (7 场)	表层~20cm 土	29.9	240
			20~40cm 土	54.2	250
			40~60cm 土	47.2	269
			60~80cm 土	123	433
			80~100cm 土	122	248
			100~120cm 土	119	267
			120~140cm 土	108	257
			140~160cm 土	135	325

表 5.3-6 工业场地下层土壤中  $U_{\text{天然}}$ 、 $^{226}\text{Ra}$  含量垂直分布监测数据表

序号	取样编号	取样场地	土壤深度	$U_{\text{天然}}$ 含量, mg/kg	$^{226}\text{Ra}$ 含量, Bq/kg
			160~180cm 土	66.5	228
			180~200cm 土	40.3	218
			200~220cm 土	16.3	159
68	SY6	水冶试验场地 (7 场)	表层~20cm 土	829	18273
			20~40cm 土	37.2	502
			40~60cm 土	26.1	228
			60~80cm 土	20.3	306
			80~100cm 土	35.0	319
			100~120cm 土	17.1	264
			120~140cm 土	21.8	249
			140~160cm 土	23.1	559
			160~180cm 土	35.1	354
			180~200cm 土	24.9	287
			200~220cm 土	14.8	168
69	SD1	停车场工业场 地 (8 场)	表层~20cm 土	12.6	196
			20-40cm 土	31.0	195
			40-60cm 土	12.5	194
			60-80cm 土	10.8	164
70	SD2	停车场工业场 地 (8 场)	表层~20cm 土	20.4	186
			20-40cm 土	9.9	207
			40-60cm 土	12.8	195
			60-80cm 土	11.5	162
71	SD3	停车场工业场 地 (8 场)	表层~20cm 土	15.6	195
			20-40cm 土	15.6	174
			40-60cm 土	16.4	205
			60-80cm 土	15.1	169
72	SD4	停车场工业场 地 (8 场)	表层~20cm 土	18.3	201
			20-40cm 土	17.1	184
			40-60cm 土	14.2	168
73	SD5	停车场工业场 地 (8 场)	表层~20cm 土	17.9	191
			20-40cm 土	16.7	182
			40-60cm 土	15.9	172
74	KY1	油库工业场 地 (9 场)	表层 20cm 土	16.6	270
			20-40cm 土	15.3	267
			40-60cm 土	17.6	258
			60-80cm 土	13.8	167

表 5.3-6 工业场地下层土壤中  $U_{\text{天然}}$ 、 $^{226}\text{Ra}$  含量垂直分布监测数据表

序号	取样编号	取样场地	土壤深度	$U_{\text{天然}}$ 含量, mg/kg	$^{226}\text{Ra}$ 含量, Bq/kg
75	KY2	油库工业场地 (9 场)	表层 20cm 土	16.4	218
			20-40cm 土	14.7	176
			40-60cm 土	14.2	204
			60-80cm 土	13.9	159
76	KY3	油库工业场地 (9 场)	表层 20cm 土	21.3	321
			20-40cm 土	25.0	418
			40-60cm 土	22.2	355
			60-80cm 土	20.4	175
77	KY4	油库工业场地 (9 场)	表层 20cm 土	27.5	234
			20-40cm 土	23.4	212
			40-60cm 土	22.1	192
			60-80cm 土	18.4	163
78	KY5	油库工业场地 (9 场)	表层 20cm 土	24.3	252
			20-40cm 土	23.1	241
			40-60cm 土	20.9	225
			60-80cm 土	16.5	170

#### 4) 污染（废弃）建（构）筑物

508 水冶厂停产，场地内遗留了大量的污染（废弃）建（构）筑物及附属设施，其中，包括建（构）筑物 148 座、基底面积 41281m<sup>2</sup>，建筑面积 48014m<sup>2</sup>，构筑物面积 6619m<sup>2</sup>，总面积 54633m<sup>2</sup>。挡土墙、围墙 2650m，水泥硬化路面 7320m<sup>2</sup>，电线杆 40 根，尾矿输送管线附属的混凝土溜槽 200m、混凝土支架 220 个。这些遗留设施目前均已无利用价值，部分建（构）筑物表面污染水平超过了管理限值要求，部分遗留设施存在安全隐患，所有建（构）筑物均需要采取相应的治理措施。相关遗留设施的现状情况见图 5.3-4、图 5.3-5。

污染（废弃）建（构）筑物的相关参数见表 5.3-7，挡土墙、围墙相关参数见表 5.3-8，水泥硬化地面相关参数见表 5.3-9，电线杆、溜槽、支架相关参数见表 5.3-10，部分污染（废弃）建（构）筑物的表面污染情况见表 5.3-11。



原矿筒仓及栈桥 J1-1



磨矿、分级厂房 J2-1



原矿筒仓 J1-1 上方平台



搅拌浸出厂房 J3-1



硫酸、氨水库



磨矿分级厂房 J2



栈桥 J58-4



尾矿浓密池 J12

图 5.3-4 污染（废弃）建（构）筑物现状图（1）



原矿筒仓与栈桥 J1-1



石灰乳厂房 J7



材料棚 J56-1



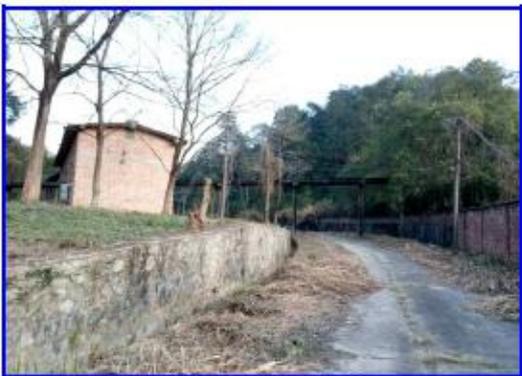
破败的库房 J52



搅拌厂房 J3



萃取、沉淀厂房 J5-1



3 场路口挡土墙与围墙



运矿设施溜槽 J1-2

图 5.3-5 污染（废弃）建（构）筑物现状图（2）

表 5.3-7 污染（废弃）建（构）筑物相关参数表

序号	编号	名称	建筑类型	外形尺寸	层数	基底面积, m <sup>2</sup>	建筑面积, m <sup>2</sup>
一		<b>508 水冶厂</b>					
1	J1-1	原矿筒仓及栈桥	钢筋混凝土结构	130×15×30	1	1350	1350
		含三个原矿钢筋混凝土圆柱形筒仓, 单个直径为 15m, 高 25m, 厚 0.6m。筒仓与钢筋混凝土支架支撑的栈桥连接, 栈桥下为荒地。					
2	J1-2	原矿输送场	砖混结构	50×10×13	2	500	1000
3	J2-1	磨矿分级厂房	砖混结构	67×24×18.7	1	1608	1608
4	J2-2	J2 厂房附属建筑	砖混结构	13×5×5	1	65	65
5	J2-3	J2 厂房附属建筑	砖混结构	14×5×10	2	70	140
6	J2-4	J2 厂房附属建筑	砖混结构	12×5×5	1	60	60
7	J2-5	J2 厂房附近厕所	砖混结构	6×3×4	1	18	18
8	J3-1	搅拌浸出厂房	砖混结构	60×25×18	2	1500	3505
9	J3-2	搅拌中和厂房	砖混结构	31×24×12	2	744	1488
		主体建筑上方有 2 个混凝土结构支撑的顶棚, 尺寸分别为 31m×12m 与 23m×8m, 最高点高度为 25.2m。主体建筑中嵌有 8 个直径 5m 高 12m 的混凝土筒仓。南侧建筑外围有两个由矮砖墙包围的变压设备。矮砖墙高约 1m, 长度总计 32m, 宽度 0.1m。变压设备已计入设备汇总, 下同。					
10	J3-3	J3 厂房西侧料斗	钢筋混凝土结构	5×5×6	1	25	//
11	J4	淋洗厂房	砖混结构	72×17×20	4	1224	3120
12	J5-1	萃取反萃取沉淀压滤厂房	砖混结构	40×16×15	3	600	1800
		厂房北侧有砖墙包围的变压设备平台。矮砖墙高约 1m, 长度总计 17m, 宽度 0.1m。					
13	J5-2	J5 厂房附属建筑	砖混结构	7×6×6	1	42	42

序号	编号	名称	建筑类型	外形尺寸	层数	基底面积, m <sup>2</sup>	建筑面积, m <sup>2</sup>
14	J5-3	J5 厂房附属建筑	砖混结构	17×6×13	2	102	204
15	J5-4	J5 厂房附属建筑	砖混结构	11×6×7	1	66	66
16	J5-5	J5 厂房周边建筑	砖混结构	10×2×11	2	20	40
17	J6	中性污水回收设施	钢筋混凝土结构	19×7×8	1	133	133
18	J7-1	中石灰乳厂房上段	砖混结构	43×13×10	1	649	649
19	J7-2	中石灰乳厂房下段	砖混结构	22×13×12	1	286	286
		依山而建, 西侧有混凝土支架支撑的平台, 尺寸为 10m×7m, 高约 10m, 南面有 5m×4m 单层高台建筑。(基底与建筑面积已计入 J7-1, 合计 90m <sup>2</sup> ) 二者有共计 4 根混凝土支柱, 高 7m, 尺寸均为 0.5m×0.5m。					
20	J8	卸酸场地	钢筋混凝土结构	12×12×5	1	144	144
21	J9	硫酸氨水库	钢筋混凝土结构	4×4×4 (2 栋);	1	224	40
				Φ9×8 (3 栋)			
类型: 地上, 高度约 8m。三个圆柱形储罐为钢铁材质, 已严重锈蚀。							
22	J10	石灰乳分级设施	砖混结构	22×9×10	2	198	396
23	J11	碱液制备设施	钢筋混凝土结构	11×6×5 (1 栋);	1	123	70
				Φ5×5 (3 栋)			
24	J12	尾矿浓密池	钢筋混凝土结构	Φ54×16, 厚 1.5m	1	2329	//
		水池类型: 地下。尾矿浓密池内遗留尾矿与泥渣约 1000t。容重 2.51g/cm <sup>3</sup> , 体积约 400m <sup>3</sup> 。目前已干涸。					
25	J13	溢流水泵房	砖混结构	13×6×5	1	78	78
		南侧有小混凝土蓄水池 (地上), 长 8m, 宽 2.5m, 高 4m, 水池混凝土厚度 0.2m。					
26	J14	石灰乳贮槽	钢筋混凝土结构	8×3	1	24	//
27	J15	中心实验室	砖混结构	48×8×8	2	384	768

序号	编号	名称	建筑类型	外形尺寸	层数	基底面积, m <sup>2</sup>	建筑面积, m <sup>2</sup>
28	J16	流量校验间	砖混结构	14×6×6	2	84	168
29	J17-1	仪表维修间主体	砖混结构	40×7×8	2	280	560
30	J17-2	仪表维修间附近建筑	砖混结构	13×5×6	1	65	65
31	J18	扩大实验室	砖混结构	36×13×10	2	468	548
32	J19	制碱间	砖混结构	28×5×5	2	140	280
33	J20	合格液贮槽	钢筋混凝土结构	14×8×5	2	112	//
34	J21	合格液泵房	砖混结构	11×6×7	2	66	132
35	J22-1	酸性污水回收设施主体	钢筋混凝土结构	Φ14×5	1	158	158
36	J22-2	酸性污水回收设施附属	钢筋混凝土结构	Φ4×5	1	12	//
		水库类型：均为地上，高度约 5m。					
37	J23	原料池	砖混结构	2×2×4 (4) ; Φ2.5×4 (1)	1	21	21
		现场遗留有 5 个露天混凝土储仓口 (地下)，下面有积水，深度约 4m，内部截面积约 3m <sup>3</sup> (4 个方形口) 和 4.5m <sup>3</sup> (一个圆形口)。					
38	J24-1	空成品桶维修间	砖混结构	17×13×6	1	221	221
39	J24-2	空成品桶储存棚	砖混结构	24×13×7.5	1	312	312
40	J24-3	空成品桶维修间附属	砖混结构	6×3.5×4	1	21	21
41	J25	金属加工间	砖混结构	47×13×20	3	611	1833
		西侧路口有直径 30m 花坛，花坛周围有砖墙长越 48m，高 30cm，厚 10cm。中心部分为泥土地面，墙边有水泥地面约 40m <sup>2</sup> (已计入一场水泥硬化地面)。					
42	J26	尾矿二次中和厂房	砖混结构	11×10×6	2	110	220
43	J27-1	尾矿输送设施	砖混结构	39×12×8	2	468	936
44	J27-2	尾矿输送设施附属建筑	砖混结构	5×4×4	1	20	20

序号	编号	名称	建筑类型	外形尺寸	层数	基底面积, m <sup>2</sup>	建筑面积, m <sup>2</sup>
45	J27-3	尾矿输送设施附属建筑	砖混结构	35×5×4	1	175	175
		棚结构, 建筑底部偏东侧有水泥平台面积约 120m <sup>2</sup> , 水泥厚度约为 0.5m。平台东南面有尺寸 5×5×4 的混凝土蓄水池 (地上)。					
46	J28	成品库	砖混结构	25×12×5	1	350	350
47	J29-1	电修间	砖混结构	53×8×4	1	424	424
48	J29-2	尾矿处理设施	砖混结构	25×9×5	1	225	225
49	J30-1	尾砂泵房油库	砖混结构	19×18×4	1	342	342
50	J30-2	尾砂泵房油库附属建筑	砖混结构	23×5×4	1	115	115
51	J30-3	尾砂泵房油库附属建筑	砖混结构	5×7×4	1	35	35
52	J30-4	尾砂泵房油库油罐	钢筋混凝土结构	Φ5×6 (3 个, 地上)	1	54	//
53	J31	尾矿回水池	钢筋混凝土结构	Φ18×6	1	254	254
54	J32	防腐间	砖混结构	41×12×8	2	542	1034
55	J33	循环水泵房及机油库	砖混结构	31×8×5	1	248	248
56	J34-1	生产水贮池边建筑	钢筋混凝土结构	41×16×2.5	1	656	656
57	J34-2	生产水贮池	钢筋混凝土结构	Φ18×2.5 (地上)	1	259	//
58	J35-1	空压机房主体	砖混结构	24×13×12	2	312	624
59	J35-2	空压机房附属建筑	砖混结构	24×7×6	1	168	168
60	J35-3	空压机房附属建筑	砖混结构	7×7×7	1	49	49
61	J35-4	空压机房附近平房	砖混结构	6×6×5	1	36	36
62	J36-1	锻铆焊间主体	砖混结构	57×13×8	2	741	1482
63	J36-2	锻铆焊间附属建筑	砖混结构	19×6×6	1	114	114

序号	编号	名称	建筑类型	外形尺寸	层数	基底面积, m <sup>2</sup>	建筑面积, m <sup>2</sup>
64	J36-3	锻铆焊间附属建筑	砖混结构	5×4×6	1	20	20
65	J36-4	锻铆焊间附属建筑	砖混结构	6×4×6	1	30	30
66	J37-1	厂区集中饮水间	砖混结构	6×6×5	1	36	36
67	J37-2	厂区集中饮水间	砖混结构	6×6×5	1	36	36
68	J37-3	厂区集中饮水间	砖混结构	6×6×5	1	36	36
69	J38-1	锅炉房	砖混结构	35×20×20	4	700	1400
		主体建筑内部结构复杂, 有大量遗留的锅炉设备与管道(已计入设备、管道汇总)。主体建筑四楼有送料溜槽(J59-1)直接与干扎棚相连。					
70	J38-2	锅炉房烟道	砖混结构	2×2×100	1	200	//
71	J38-3	锅炉房附属建筑	砖混结构	27×7×6	1	189	189
72	J38-4	锅炉房附属建筑	砖混结构	20×7×10	2	140	280
73	J38-5	锅炉房附近平房	砖混结构	8×7×7	1	56	56
74	J38-6	锅炉房附近料棚	砖混结构	36×6×7	1	216	216
75	J39	干扎棚	砖混结构	50×20×20	1	1000	1000
		内有直径 10m 混凝土圆炉, 高约 4m, 与锅炉房四楼之间由溜槽(J59-1)连接。					
76	J40-1	剂量防护室主体	砖混结构	44×8×6	1	352	352
77	J40-2	剂量防护室附属建筑	砖混结构	5×15×6	1	75	75
78	J40-3	剂量防护室附属建筑	砖混结构	22×11×6	1	232	232
79	J41	喷砂间	砖混结构	18×6×6	1	108	108
80	J42	锻工间	砖混结构	9×7×4	1	63	63
81	J43	洗衣间	砖混结构	44×8×6	1	375	375

序号	编号	名称	建筑类型	外形尺寸	层数	基底面积, m <sup>2</sup>	建筑面积, m <sup>2</sup>
82	J44-1	淋浴室主体	砖混结构	56×28×7	1	1568	1568
83	J44-2	淋浴室附属建筑	砖混结构	9.7×10×7	1	97	97
84	J45	办公室	砖混结构	30×7×4	1	210	210
		门口有假山, 高度 1.5m, 尺寸不规则, 假山周围有弧形矮墙共 30m, 高 0.1m, 厚 0.15m。					
85	J46	仓库	砖混结构	47×10×6	1	470	470
86	J47-1	第二淋浴室主体	砖混结构	46×13×8	2	598	1196
87	J47-2	第二淋浴室附属建筑	砖混结构	23×13×8	2	299	598
88	J47-3	第二淋浴室附属建筑	砖混结构	6×7×4	1	42	42
89	J48	三号库	砖混结构	40×10×6	1	400	400
90	J49	仓库	砖混结构	24×9×6	1	216	216
91	J50	冷却水池	钢筋混凝土结构	31×18×4 (地上)	1	558	//
92	J51	生活水贮池	钢筋混凝土结构	Φ17×3 (地上)	1	229	//
93	J52	一号库	砖混结构	62×13×4	1	806	806
94	J53	二号库	砖混结构	51×10×4	1	510	510
95	J54	总仓库	砖混结构	76×13×5	1	988	988
96	J55-1	仓库-1	砖混结构	76×13×5	1	988	988
97	J55-2	仓库-2	砖混结构	30×9×5	1	270	270
98	J55-3	仓库-3	砖混结构	17×12×5	1	204	204
99	J55-4	仓库-4	砖混结构	25×12×5	1	300	300
100	J55-5	仓库值班室	砖混结构	5×13×5	1	65	65

序号	编号	名称	建筑类型	外形尺寸	层数	基底面积, m <sup>2</sup>	建筑面积, m <sup>2</sup>
101	J56-1	材料棚-1	砖混结构	49×14×6	1	686	686
102	J56-2	材料棚-2	砖混结构	53×14×6	1	742	742
103	J56-3	材料棚-3	砖混结构	42×16×5	1	672	672
104	J56-4	材料棚-4	砖混结构	22×9×5	1	198	198
105	J56-5	门卫值班室	砖混结构	5×4×4	1	20	20
106	J56-6	大门地磅	砖混结构	11×4×4	1	44	44
		地磅房向东面有 4m×4m 混凝土顶棚。					
107	J57-1	厕所	砖混结构	11×2×4	1	22	22
108	J57-2	厕所	砖混结构	8×2.5×4	1	20	20
109	J57-3	厕所	砖混结构	11×3×4	1	33	33
110	J58-1	J2 厂房西侧栈桥	钢筋混凝土结构	61×1.5×8		92	//
		栈桥下方有尺寸不一的支撑柱, 包括带之字形结构的钢筋混凝土支撑柱子 2 个, 每个高约 7m, 含两根长宽尺寸为 0.6m×0.3m 混凝土支柱, 两者之前有之字形混凝土结构; 另外有一个砖混结构空心支柱, 尺寸为 6×1.5×5 (m); 还有混凝土支柱一根, 高 5m, 尺寸 0.5m×0.3m。					
111	J58-2	J3 厂房西侧栈桥	钢筋混凝土结构	43×1.5×8		65	//
112	J58-3	J4 厂房西侧栈桥	钢筋混凝土结构	125×1.5×7		188	//
113	J58-4	J3 厂房南侧栈桥	钢筋混凝土结构	262×1.5×7		393	//
114	J58-5	尾矿浓密池边栈桥	钢筋混凝土结构	40×1.5×2		60	//
		上述 4 个栈桥上方有直径 250mm 钢管 2 根, 下方有方形钢筋混凝土结构支撑柱子 50 根, 平均高 7m, 长宽均为 0.4m。另外, 栈桥连接的无栈桥结构的管道共计 960m (管道均已计入管道汇总部分), 支撑柱共 100 根, 规格相同。					
115	J59-1	锅炉房送料溜槽	钢筋混凝土结构	77×7×3	1	539	//
		溜槽由干扎棚延伸至锅炉厂房 4 楼, 与地面夹角约 30 度, 水平距离 45m, 溜槽最高点约 16m, 所带砖瓦顶棚高约 3m, 顶棚最高点约 19m。上方有钢筋混凝土顶棚支柱 24 根, 平均高度约 3m, 尺寸 0.2m×0.2m。下方有方形钢筋混凝土支柱 10 根, 平均高度 10m, 尺寸 0.5m×0.5m。					

序号	编号	名称	建筑类型	外形尺寸	层数	基底面积, m <sup>2</sup>	建筑面积, m <sup>2</sup>
116	J59-2	原矿筒仓运矿溜槽	钢筋混凝土结构	65×4×3	1	260	//
		途经原矿运输房(J1-2)内部, 前段由 J1 厂房筒仓附近地面延伸至 J1-2 中部, 与地面夹角约 20 度, 后段与 J2 厂房连接。					
117	J59-3	原矿筒仓运矿溜槽	钢筋混凝土结构	13×3×3	1	33	//
118	J77-1	原矿堆场地磅房	钢筋混凝土结构	10×8×5	1	80	80
119	J77-2	原矿堆场杂物房	砖混结构	16×4×5	1	64	64
120	J78	原矿堆场杂物房	砖混结构	6×4×3	1	16	16
121	J79-1	原矿堆场磨矿平台	钢筋混凝土结构	6×12×0.5	1	72	72
122	J79-2	原矿堆场磨矿平台	钢筋混凝土结构	4.5×4.5×0.5	1	20	20
		J79-1 平台下方包含水泥柱子 6 根, 高 3m, 宽 0.5m, 厚 0.3m。J79-2 平台下方包含水泥柱子 4 根, 高 2m, 宽 0.5m, 厚 0.3m					
123	J80	蓄水池	钢筋混凝土结构	Φ15×6 (地上)	1	175	//
二		<b>油库</b>					
124	J60-1	加油主体建筑	钢筋混凝土结构	27×4×8	1	108	108
125	J60-2	门口厕所	砖混结构	3×2×4	1	6	6
126	J61	辅助用房 1	砖混结构	8×4×5	1	32	32
127	J62	辅助用房 2	砖混结构	9×7×5	1	63	63
128	J63	辅助用房 3	砖混结构	22×6×5	1	132	132
129	J64	辅助用房 4	砖混结构	12×4×5	1	48	48
三		<b>木材厂</b>					
130	J66	木材厂加工房 1	砖混结构	49×15×7	1	735	735
131	J67-1	木材厂加工房 2	砖混结构	32×13×7	1	416	416

序号	编号	名称	建筑类型	外形尺寸	层数	基底面积, m <sup>2</sup>	建筑面积, m <sup>2</sup>
132	J67-2	木材厂加工房 3	砖混结构	25×11×7	1	275	275
133	J68	木材厂加工房 4	砖混结构	39×5×7	1	195	195
四		水源地净化站					
134	J69	蓄水池 1	钢筋混凝土结构	Φ9;H7	1	65	//
135	J70	蓄水池 2	钢筋混凝土结构	Φ10;H7	1	81	//
136	J71	蓄水池 3	钢筋混凝土结构	Φ13;H7	1	128	//
137	J72-1	辅助用房	砖混结构	18×14×7	1	252	252
138	J72-2	辅助用房	砖混结构	9×8×5	1	72	72
139	J72-3	辅助用房	砖混结构	8×5×4	1	40	40
140	J72-4	辅助用房	砖混结构	5×4×5	1	20	20
141	J72-5	辅助用房	砖混结构	11×4×4	1	44	44
142	J72-6	辅助用房	砖混结构	7×7×4	1	49	49
143	J72-7	辅助用房	砖混结构	9×7×4	1	63	63
144	J72-8	辅助用房	砖混结构	16×4×5	1	64	64
145	J73	辅助用房	砖混结构	14×4.5×7	1	63	63
146	J74	辅助用房	砖混结构	13×10×7	1	130	130
147	J75	锦江边泵房 1	砖混结构	Φ11;H7	1	95	95
148	J76	锦江边泵房 2	砖混结构	Φ11;H7	1	95	95
149	合计					41281	48014

表 5.3-8 挡土墙及围墙相关参数表

序号	所属工业场地	编号	名称	建筑类型	长度/厚度/高度	总长度, m	有无利用价值
1	生产工业场地 (1 场)	D-1	挡土墙 1	水泥石砌结构	165×0.6×3	165	无
2	生产工业场地 (1 场)	D-8	挡土墙 8	水泥石砌结构	27×0.6×2.5	27	无
3	生产工业场地 (1 场)	D-9	挡土墙 9	水泥石砌结构	194×0.6×3	194	无
4	生产工业场地 (1 场)	D-13	挡土墙 13	水泥石砌结构	30×0.6×3	30	无
5	辅助生产工业场地 (2 场)	D-7	挡土墙 7	水泥石砌结构	120×0.6×2	120	无
6	辅助生产工业场地 (2 场)	D-10	挡土墙 10	水泥石砌结构	70×0.6×2	70	无
7	四号厂房工业场地 (3 场)	D-3	挡土墙 3	水泥石砌结构	194×0.6×3	194	无
8	四号厂房工业场地 (3 场)	D-4	挡土墙 4	水泥石砌结构	195×0.6×4	195	无
9	四号厂房工业场地 (3 场)	D-6	挡土墙 6	水泥石砌结构	82×0.6×2.5	82	无
10	四号厂房工业场地 (3 场)	D-15	挡土墙 15	水泥石砌+砖混结构 (挡土墙) (围墙)	围墙: 234×0.2×2	234	无
					挡土墙: 290×0.6×2	290	
11	四号厂房工业场地 (3 场)	D-5	挡土墙 5	水泥石砌结构	178×0.6×2.5	178	无
12	硫酸氨水库工业场地 (5 场)	D-2	挡土墙 2	水泥石砌结构	158×0.6×2	158	无
13	设备材料总库 (6 场)	D-11	挡土墙 11	水泥石砌结构	105×0.6×1	105	无
14	设备材料总库 (6 场)	D-16	门岗与材料棚附近围墙	砖混结构	90×0.2×2.5	90	无
15	水冶试验场地 (7 场)	D-12	挡土墙 12	水泥石砌结构	70×0.6×1.5	70	无
16	水冶试验场地 (7 场)	D-14	挡土墙 14	水泥石砌+砖混结构 (挡土墙) (围墙)	围墙: 120×0.2×2	120	无
					挡土墙: 76×0.6×2	76	
17	油库	D-17	油库围墙	砖混结构	130×0.2×2.5	130	无

序号	所属工业场地	编号	名称	建筑类型	长度/厚度/高度	总长度, m	有无利用价值
18	油库	D-18	油库挡土墙	水泥石砌结构	102×0.6×2	102	无
19	原矿堆场	D-19	挡土墙 19	水泥石砌结构	20×1.5×9	20	无
合计						2650	

注：挡土墙 D-14、15 正上方有围墙，二者重叠，长度和高度分别计算，取平均值。

表 5.3-9 工业场地内水泥硬化地面相关参数表

序号	工业场地	水泥硬化地面统计	备注
1	生产工业场地（1 场）	约 3300m <sup>2</sup> ，厚度 0.25m	包括圆盘附近与 J2、J3、J5 号厂房之间的水泥地面。
2	辅助生产工业场地（2 场）	约 1200m <sup>2</sup> ，厚度 0.2m	主要为连接路边厂房与道路的水泥小路，厚度较薄，为 0.2m。
3	四号厂房工业场地（3 场）	约 1300m <sup>2</sup> ，厚度 0.3m	J27 南面水泥平台厚度较厚，为 0.3m。
4	锅炉房工业场地（4 场）	约 700m <sup>2</sup> ，厚度 0.25m	主要为锅炉房与材料棚至路面的地面，不包括 J59、J38-6 等材料棚内的水泥地面。
5	硫酸氨水库工业场地（5 场）	约 250m <sup>2</sup> ，厚度 0.25m	
6	设备材料总库（6 场）	约 150m <sup>2</sup> ，厚度 0.25m	
7	水冶试验场地（7 场）	约 300m <sup>2</sup> ，厚度 0.25m	
8	建筑底部平台	约 120m <sup>2</sup> ，厚度 0.5m	尾矿输送设施附属建筑偏东侧。
	总计	约 7320m <sup>2</sup>	场内水泥硬化路面破损严重，另外表内面积并未包括场内道路路面部分的面积。

表 5.3-10 遗留电线杆及尾矿输送管线附属溜槽、支架相关参数表

序号	位置	源项名称	数量	单个尺寸	材质
1	水冶厂内	电线杆	40 根	直径 30cm, 平均高度 10m	钢筋混凝土
2	尾矿输送管线沿线	溜槽	1 个	长 200m、宽 5m, 厚 40cm	钢筋混凝土
3	尾矿输送管线沿线	支架	220 个	长 1m、宽 25cm、高 35cm	钢筋混凝土

表 5.3-11 污染（废弃）建（构）筑物污染情况调查表

序号	编号	名称	$\gamma$ 辐射剂量率, $\times 10^{-8}\text{Gy/h}$			$\alpha$ 表面污染水平, $\text{Bq/cm}^2$			$\beta$ 表面污染水平, $\text{Bq/cm}^2$		
			测点数	范围值	均值	测点数	范围值	均值	测点数	范围值	均值
1	J1-1	原矿筒仓及栈桥	30	21.2~744.6	342.6	70	0.162~7.973	3.462	70	2.594~60.327	28.516
2	J1-2	原矿输送场	29	20.4~689.7	328.7	50	0.148~6.895	3.214	50	2.456~45.231	26.941
3	J2-1	磨矿分级厂房	36	22.1~537.2	321.3	100	0.210~3.324	2.812	100	2.631~31.596	15.861
4	J2-2	J2 厂房附属建筑	8	24.1~512.6	312.8	10	0.201~3.109	2.761	10	2.641~29.984	15.602
5	J2-3	J2 厂房附属建筑	8	21~508.9	320.9	20	0.196~3.068	2.593	20	2.439~30.076	14.965
6	J2-4	J2 厂房附属建筑	8	22.5~514.5	314.4	10	0.140~2.879	1.906	10	2.023~24.576	12.343
7	J2-5	J2 厂房附近厕所	8	18.9~256.5	145.3	10	0.042~0.068	0.056	10	0.056~0.069	0.064
8	J3-1	搅拌浸出厂房	50	29.7~478.4	182.1	50	0.253~5.432	3.762	50	2.162~46.143	23.187
9	J3-2	搅拌中和厂房	35	28.6~408.6	165.4	50	0.205~4.578	3.208	50	2.004~43.987	20.98
10	J3-3	J3 厂房西侧料斗	15	31.2~486.4	204.3	20	0.267~5.541	3.942	20	2.215~49.542	24.485
11	J4	淋洗厂房	50	96.4~2189	766.9	80	1.122~8.761	5.342	80	10.565~72.496	38.964

12	J5-1	萃取反萃取沉淀压滤厂房	10	28.6~67	50.7	50	0.423~4.110	2.232	50	5.177~38.163	20.589
13	J5-2	J5 厂房附属建筑	8	26.7~56.4	39.8	30	0.412~4.093	2.104	30	4.980~36.365	19.873
14	J5-3	J5 厂房附属建筑	8	24.3~49.3	37.8	20	0.390~3.875	2.097	20	4.682~34.107	18.898
15	J5-4	J5 厂房附属建筑	8	22~50.2	40.3	20	0.417~4.085	2.206	20	5.062~39.164	20.481
16	J5-5	J5 厂房周边建筑	8	18.4~40.3	25.6	10	0.276~2.310	1.209	10	2.015~20.984	10.028
17	J6	中性污水回收设施	10	33~35.2	34.1	100	0.187~2.326	1.213	100	2.395~18.679	9.145
18	J7-1	中石灰乳厂房上段	20	14.7~25.2	17.8	50	0.068~0.131	0.086	50	0.543~1.842	1.169
19	J7-2	中石灰乳厂房下段	10	12~24.3	16.3	40	0.062~0.120	0.09	40	0.459~1.672	1.087
20	J8	卸酸场地	10	21.2~24.2	22.9	40	0.051~0.095	0.071	40	0.634~1.127	0.832
21	J9	硫酸氨水库	10	18.8~2.14	20.2	60	0.045~0.091	0.066	60	0.621~1.117	0.819
22	J10	石灰乳分级设施	15	20.6~23.6	21.9	80	0.051~0.088	0.061	80	0.629~1.081	0.784
23	J11	碱液制备设施	10	30.2~33.7	32.2	80	0.075~0.258	0.163	80	0.695~2.984	1.756
24	J12	尾矿浓密池	25	31.2~65.2	49.5	80	0.102~2.186	1.235	80	1.140~16.281	8.695
25	J13	溢流水泵房	10	58.8~62.5	60.6	80	0.097~0.279	0.184	80	1.069~3.284	1.986
26	J14	石灰乳贮槽	10	30.4~33.6	31.6	50	0.068~0.103	0.083	50	0.732~0.957	0.883
27	J15	中心实验室	10	23.6~35.2	30.3	80	0.072~1.101	0.093	80	0.611~1.357	0.976
28	J16	流量校验间	10	24.4~38.8	29.7	60	0.069~0.097	0.081	60	0.543~1.011	0.705
29	J17-1	仪表维修间主体	10	17.8~21.2	19.4	70	0.074~0.095	0.083	70	0.692~1.325	0.991
30	J17-2	仪表维修间附近建筑	8	10.9~20.1	16.3	30	0.067~0.087	0.079	30	0.580~1.134	0.889
31	J18	扩大实验室	14	27.4~40.8	33.3	150	0.095~0.112	0.106	150	1.135~1.352	1.215
32	J19	制碱间	15	28.8~37	32.8	100	0.124~0.279	0.205	100	1.326~3.815	2.651
33	J20	合格液贮槽	25	39.4~146.4	89.5	80	1.028~1.481	1.258	80	8.771~13.298	10.026

34	J21	合格液泵房	30	21.8~126.2	67.1	80	0.926~1.391	1.156	80	10.265~14.396	11.992
35	J22-1	酸性污水回收设施主体	20	40.8~91.3	54.6	60	0.865~1.508	1.189	60	7.694~14.329	10.958
36	J22-2	酸性污水回收设施附属	8	38.6~88.2	48.6	20	0.768~1.314	1.024	20	7.203~13.426	10.645
37	J23	原料池	15	23.1~29.4	26.5	80	0.041~0.092	0.068	80	0.685~1.159	0.883
38	J24-1	空成品桶维修间	10	36.4~73.2	48.6	40	0.865~1.205	1.032	40	7.697~11.392	8.762
39	J24-2	空成品桶储存棚	10	25.4~53.9	31.6	30	0.638~0.839	0.752	30	4.284~8.395	6.375
40	J24-3	空成品桶维修间附属	8	26.7~68.4	39.9	20	0.743~1.098	0.973	20	6.890~10.103	7.604
41	J25	金属加工间	18	34~52	42.5	60	0.765~1.768	1.269	60	6.558~14.715	10.392
42	J26	尾矿二次中和厂房	25	26.3~48.6	40.1	80	0.963~1.186	1.018	80	8.942~10.843	9.158
43	J27-1	尾矿输送设施	30	48~150.4	88.2	150	0.752~1.466	1.021	150	7.166~13.213	8.628
44	J27-2	尾矿输送设施附属建筑	10	40.3~120.6	68.9	10	0.667~1.362	0.984	10	6.793~11.214	7.832
45	J27-3	尾矿输送设施附属建筑	10	53.2~145.3	71.2	10	0.710~1.437	1.045	10	7.057~12.429	8.52
46	J28	成品库	25	41.4~78.6	81.1	80	0.997~1.237	1.115	80	8.629~14.302	10.862
47	J29-1	电修间	25	66~203	109.1	100	0.857~1.827	1.345	100	7.551~16.299	11.745
48	J29-2	尾矿处理设施	15	87.3~193.9	146.5	10	1.084~1.935	1.538	10	9.539~17.842	13.208
49	J30-1	尾砂泵房油库	10	28.6~134.2	69.3	50	0.713~1.687	1.203	50	6.028~15.227	10.039
50	J30-2	尾砂泵房油库附属建筑	8	11.5~49	24.5	20	0.632~1.543	1.092	20	5.921~15.091	9.045
51	J30-3	尾砂泵房油库附属建筑	8	15.6~78.3	40.4	20	0.450~1.046	0.639	20	4.829~12.306	7.395
52	J30-4	尾砂泵房油库油罐	8	18~100.2	79.3	10	0.678~1.654	1.114	10	5.634~15.263	9.974
53	J31	尾矿回水池	15	26.9~37.5	34.5	80	0.584~1.368	0.912	80	4.592~12.655	8.635
54	J32	防腐间	15	22.8~38.8	30.7	100	0.095~1.146	0.125	100	0.819~13.265	6.817
55	J33	循环水泵房及机油库	15	20.4~22.2	20.9	60	0.083~0.132	0.104	60	0.918~1.428	1.107

56	J34-1	生产水贮池边建筑	10	19.7~27.4	22.4	20	0.051~0.076	0.065	20	0.629~0.817	0.683
57	J34-2	生产水贮池	8	10.6~20.5	15.9	10	0.039~0.058	0.051	10	0.567~0.734	0.72
58	J35-1	空压机房主体	10	18.4~27.8	20.4	20	0.061~0.098	0.083	20	0.519~0.889	0.635
59	J35-2	空压机房附属建筑	8	15~25.3	18.1	20	0.054~0.089	0.076	20	0.487~0.769	0.545
60	J35-3	空压机房附属建筑	8	14.1~23.5	19.8	10	0.046~0.082	0.065	10	0.438~0.672	0.503
61	J35-4	空压机房附近平房	8	11.2~25.5	20.5	10	0.059~0.074	0.068	10	0.376~0.563	0.488
62	J36-1	锻铆焊间主体	10	16.6~21.8	19.1	30	0.064~0.102	0.092	30	0.596~1.213	0.751
63	J36-2	锻铆焊间附属建筑	8	16~20.9	18.7	10	0.078~0.100	0.093	10	0.553~1.156	0.72
64	J36-3	锻铆焊间附属建筑	8	15.9~21.1	19.5	10	0.065~0.096	0.089	10	0.587~1.206	0.685
65	J36-4	锻铆焊间附属建筑	8	13.7~20.7	19	10	0.067~0.104	0.078	10	0.490~1.063	0.573
66	J37-1	厂区集中饮水间	10	21.4~34.8	28.3	50	0.058~0.069	0.061	50	0.068~0.074	0.072
67	J37-2	厂区集中饮水间	10	24.5~28.8	26.3	50	0.054~0.064	0.058	50	0.062~0.069	0.064
68	J37-3	厂区集中饮水间	10	15.8~24.8	18.9	50	0.036~0.059	0.043	50	0.048~0.064	0.056
69	J38-1	锅炉房主体	20	17.6~20.6	19.3	20	0.073~0.105	0.092	20	0.891~1.216	0.983
70	J38-2	锅炉房烟道	10	10.8~16.7	13.4	10	0.043~0.085	0.066	10	0.765~1.034	0.876
71	J38-3	锅炉房附属建筑	8	15.4~20.3	18.8	10	0.067~0.102	0.08	10	0.879~1.205	0.973
72	J38-4	锅炉房附属建筑	8	13.2~19.6	17.4	10	0.065~0.099	0.078	10	0.656~1.132	0.808
73	J38-5	锅炉房附近平房	8	10.2~15.4	13	10	0.035~0.043	0.04	10	0.320~0.784	0.643
74	J38-6	锅炉房附近料棚	8	14~18.7	16.5	10	0.056~0.087	0.067	10	0.563~0.965	0.84
75	J39	干扎棚	42	19.8~27.4	23.7	60	0.069~0.098	0.086	60	0.710~1.115	0.922
76	J40-1	剂量防护室主体	10	18.6~26.6	21.5	20	0.063~0.079	0.074	20	0.582~0.624	0.604
77	J40-2	剂量防护室附属建筑	8	16.5~20.6	18.7	10	0.046~0.067	0.061	10	0.467~0.601	0.584

78	J40-3	剂量防护室附属建筑	8	18.4~24.2	20.5	10	0.057~0.076	0.066	10	0.516~0.613	0.599
79	J41	喷砂间	10	16.8~18.9	17.7	50	0.057~0.078	0.066	50	0.619~0.812	0.762
80	J42	锻工间	10	17.6~25	21.3	50	0.052~0.093	0.075	50	0.553~1.105	0.861
81	J43	洗衣间	10	19~27.8	23.6	40	0.124~0.648	0.392	40	1.027~5.391	3.698
82	J44-1	淋浴室主体	10	17.6~26	20.2	30	0.135~0.849	0.495	30	1.197~5.120	2.986
83	J44-2	淋浴室附属建筑	8	15.6~22.9	19.3	10	0.122~0.675	0.396	10	1.029~4.983	2.866
84	J45	办公室	20	19.4~25.7	22.1	60	0.076~0.102	0.096	60	0.861~0.942	0.865
85	J46	仓库	20	20.6~27.2	23.4	80	0.089~0.122	0.104	80	0.723~1.541	1.128
86	J47-1	第二淋浴室主体	10	25.6~29.8	28.5	30	0.093~0.638	0.368	30	0.871~5.439	3.241
87	J47-2	第二淋浴室附属建筑	8	23.4~28.7	27.5	20	0.087~0.589	0.354	20	0.768~4.085	3.045
88	J47-3	第二淋浴室附属建筑	8	20.7~26.5	24.4	10	0.066~0.469	0.312	10	0.667~3.505	2.795
89	J48	三号库	20	20.4~27.6	24.3	80	0.097~0.589	0.345	80	0.634~3.614	2.256
90	J49	仓库	20	23.4~28.3	24.6	80	0.091~0.243	0.165	80	0.768~1.899	1.316
91	J50	冷却水池	10	18.4~20.6	19.7	40	0.053~0.091	0.074	40	0.049~0.648	0.248
92	J51	生活水贮池	10	17.6~20.9	19.5	30	0.047~0.076	0.065	30	0.059~0.072	0.062
93	J52	一号库	20	20.2~28.4	24.4	120	0.093~0.668	0.382	120	0.719~1.027	0.828
94	J53	二号库	20	21.4~24.8	23.1	80	0.091~0.452	0.269	80	0.674~2.589	1.518
95	J54	总仓库	20	21~23.6	22.1	100	0.051~0.108	0.078	100	0.367~0.946	0.681
96	J55-1	仓库-1	10	18.4~25.6	22.7	20	0.047~0.099	0.075	20	0.248~0.675	0.432
97	J55-2	仓库-2	10	16.5~22.9	20.1	20	0.050~0.089	0.067	20	0.220~0.587	0.403
98	J55-3	仓库-3	10	15.8~20.9	18.7	20	0.038~0.079	0.053	20	0.174~0.306	0.235
99	J55-4	仓库-4	10	17.6~24.8	22	20	0.048~0.096	0.076	20	0.243~0.489	0.386

100	J55-5	仓库值班室	8	14~18.6	16.4	10	0.039~0.057	0.048	10	0.108~0.160	0.132
101	J56-1	材料棚-1	10	19.6~26.4	23.5	20	0.053~0.093	0.076	20	0.326~0.877	0.815
102	J56-2	材料棚-2	10	18.9~25.7	21.3	20	0.043~0.086	0.073	20	0.310~0.699	0.786
103	J56-3	材料棚-3	10	15~23.3	19.8	20	0.040~0.075	0.066	20	0.289~0.603	0.712
104	J56-4	材料棚-4	10	17.8~24.1	21	20	0.054~0.092	0.075	20	0.324~0.863	0.796
105	J56-5	门卫值班室	8	10.8~14.5	12.3	10	0.034~0.058	0.043	10	0.078~0.103	0.092
106	J56-6	大门地磅	8	15.6~20.7	17.8	10	0.041~0.067	0.056	10	0.239~0.562	0.34
107	J57-1	厕所	8	17.6~23.4	19.2	20	0.045~0.084	0.061	20	0.043~0.069	0.058
108	J57-2	厕所	8	15~21.1	17.3	20	0.038~0.079	0.051	20	0.042~0.078	0.063
109	J57-3	厕所	8	16.1~19.8	17.8	20	0.044~0.083	0.054	20	0.046~0.069	0.055
110	J58-1	J2 厂房西侧栈桥	20	196~437	289	20	0.743~1.815	1.297	20	2.917~17.492	13.628
111	J58-2	J3 厂房西侧栈桥	20	22.6~40.2	29.4	20	0.563~1.427	1.094	20	1.845~13.273	8.936
112	J58-3	J4 厂房西侧栈桥	20	18.7~34.8	25.8	40	0.382~0.793	0.545	40	0.963~4.562	2.104
113	J58-4	J3 厂房南侧栈桥	20	16~31.2	22.4	40	0.072~0.426	0.327	40	0.462~1.947	1.263
114	J58-5	尾矿浓密池边栈桥	10	28.7~49.2	39	20	0.836~1.327	1.151	20	3.162~9.145	5.926
115	J59-1	锅炉房送料溜槽	30	17.6~20.5	18.3	60	0.031~0.114	0.078	60	0.415~1.135	0.725
116	J59-2	原矿筒仓运矿溜槽	20	30.3~45.2	35.7	30	0.621~1.175	0.943	30	4.146~9.021	5.257
117	J59-3	原矿筒仓运矿溜槽	10	28.3~38.9	29.1	30	0.558~0.945	0.786	30	3.267~8.692	4.865
118	J77-1	原矿堆场地磅房	10	29.1~64.3	47.5	30	0.097~2.154	1.105	50	0.524~8.674	4.682
119	J77-2	原矿堆场杂物房	8	22~53.8	36.9	20	0.045~1.290	0.746	20	0.521~5.693	3.295
120	J78	原矿堆场杂物房	10	84.3~140.5	115.8	30	0.074~1.542	0.926	30	0.487~7.482	3.869
121	J79-1	原矿堆场磨矿平台	15	77.8~164.8	122.5	50	0.086~2.264	1.158	50	0.628~9.479	5.113

122	J79-2	原矿堆场磨矿平台	15	64.2~139.6	106.5	40	0.067~1.863	1.093	40	0.450~7.493	3.602
123	J80	蓄水池	8	10.2~16.8	12.5	20	0.035~0.057	0.048	20	0.034~0.076	0.056
124	—	栈桥与管道支撑柱	150	24.9~56.7	39.4	80	0.076~2.314	1.142	80	0.564~16.284	8.125
125	—	挡土墙	150	29.8~48.2	36.2	80	0.047~0.351	0.217	80	0.511~2.983	1.875
126	—	电线杆	100	23.7~39.4	30.1	30	0.038~0.124	0.077	30	0.452~1.351	0.681
127	—	破损水泥硬化地面	100	27.6~67.4	42.3	70	0.068~1.205	0.581	70	0.468~9.658	4.377

### 5) 场内道路

508 水冶厂场地内共遗留道路 7 条，长度合计 3018m。场内道路的具体参数和监测数据见表 5.3-12，现状情况见图 5.3-6。

由表 5.3-12 中监测数据可知，7 条场内道路的 $\gamma$ 辐射剂量率均值范围分别为  $(19.7\sim 152.3)\times 10^{-8}\text{Gy/h}$ ，其中原矿堆场场内道路 $\gamma$ 辐射剂量率均值最高，该值高于建矿前本底水平的 6.7 倍。

由于场内道路位于不同的工业场地内，清挖治理过程中将工业场地和场内道路下部的污染物一并挖除。



原矿堆场 Y 段场内道路



F 段场内道路

图 5.3-6 场内道路现状图

### 6) 污染（无利用价值）设备、器材和管线

508 水冶厂场地内共遗留污染设备和器材 678 台（套）、重量合计 2149t，污染管线 18748m（废金属管 18038m、废 PVC 管 710m）。该部分设备、器材和管线全部为水冶生产的配套设施，由于水冶厂停产后长期闲置，破损比较严重，已失去再利用价值。表 5.3-13~表 5.3-14 给出了水冶厂遗留设备、器材和管线的相关参数及 $\alpha$ 、 $\beta$ 表面污染水平。图 5.3-7 为部分污染设备、器材和管线的现状情况。

由表 5.3-13~表 5.3-14 中相关监测数据可知，部分设备、器材的 $\alpha$ 表面污染水平超过了  $0.08\text{Bq/cm}^2$  的管理限值。

表 5.3-12 场内道路相关参数和监测数据表

序号	路段名称	编号	长度 m	平均宽度 m	平均厚度 m	$\gamma$ 辐射剂量率, $\times 10^{-8}\text{Gy/h}$			路面结构	备注
						测点数	范围	均值		
1	停车场东部三叉路口至卸酸场地道路	C 段	1244	6	0.5	375	15.8~473	38.8	水泥路面	0-34m 在停车场内; 34-454m 在工业 2 场内; 454-654m 在工业 1 场内; 654-954m 在工业 3 场内; 954-1244m 在工业 5 场内
2	圆形转盘至原矿筒仓道路	D 段	470	4	0.5	144	15.7~785	62.3	水泥路面	位于工业 1 场内
3	J4 厂房盘三叉路口至中石灰乳厂房道路	E 段	160	10	0.5	51	25.9~98.1	60.8	水泥路面	位于工业 3 场内
4	水冶试验场地旁三叉路口至成品库道路	F 段	340	5	0.5	105	30.1~246.1	71.4	水泥路面	0-220m 位于工业 3 场内, 220-340m 段位于 7 场内
5	圆形转盘至剂量防护室	I 段	380	4	0.5	117	14.8~38.5	20.3	水泥路面(0-270m)	0-50m 在工业 2 场内; 50-380m 在工业 4 场内
									碎石泥结路面(270m-380m)	
6	油库内水泥道路	Z 段	200	3	0.3	51	15.5~24.8	19.7	水泥路面	油库厂界内
7	原矿堆场场地道路	Y 段	224	7	0.3	141	26.4~893.4	152.3	水泥路面	原矿堆场场地内



产品桶



水冶槽罐



锅炉设备



浸出设备



输送管线



五号厂房附属管线



遗留污染器材



污水回收装置

图 5.3-7 场内污染设备、器材、管线现状图

表 5.3-13 污染设备、器材源项调查表

序号	名称	数量 (件/套)	重量 (t)	α表面污染水平, Bq/cm <sup>2</sup>			β表面污染水平, Bq/cm <sup>2</sup>			有无利用价值
				测点数	范围值	均值	测点数	范围值	均值	
1	工业锅炉	3	103	25	0.008~0.066	0.032	25	0.074~0.618	0.386	无
2	锅炉辅机设备	10	21.45	30	0.007~0.075	0.036	30	0.062~0.689	0.329	无
3	金属加工设备	15	95.25	39	0.021~0.098	0.065	39	0.198~0.678	0.483	无
4	起重葫芦	5	3.55	20	0.005~0.988	0.419	20	0.048~6.251	3.267	无
5	桥式起重机	10	190.68	20	0.011~0.442	0.231	20	0.094~3.964	2.149	无
6	带式输送机	6	22.73	18	0.038~1.235	0.619	18	0.326~8.651	4.168	无
7	给料设备	6	20.29	300	0.069~1.105	0.579	300	0.862~12.654	6.384	无
8	单、多级离心泵	7	5.43	21	0.037~0.187	0.128	21	0.315~1.596	0.875	无
9	耐腐蚀离心泵	29	10.1	87	0.086~0.234	0.155	87	0.793~2.116	1.415	无
10	污水、渣浆、胶泵	20	205.1	48	0.098~0.514	0.317	48	1.024~4.867	2.476	无
11	旋流泵	4	1.8	20	0.073~0.102	0.092	20	0.695~0.962	0.867	无
12	气体压缩机	3	0.62	15	0.004~0.036	0.024	15	0.052~0.423	0.269	无
13	减速机、变速器	7	1.32	21	0.009~0.033	0.026	21	0.072~0.285	0.155	无
14	破碎设备	2	0.4	15	0.542~1.231	0.896	15	4.326~8.695	6.329	无
15	研磨设备	14	507.82	60	0.914~1.451	1.177	60	6.487~12.368	8.976	无
16	分级设备	3	20.6	15	0.635~1.128	0.896	15	5.367~10.268	6.876	无
17	脱水设备	1	8.5	10	0.057~1.358	0.691	10	0.432~11.654	5.893	无
18	化工容器	11	3.3	60	0.068~1.013	0.532	60	0.567~8.681	4.022	无

表 5.3-13 污染设备、器材源项调查表

序号	名称	数量 (件/套)	重量 (t)	α表面污染水平, Bq/cm <sup>2</sup>			β表面污染水平, Bq/cm <sup>2</sup>			有无利用价值
				测点数	范围值	均值	测点数	范围值	均值	
19	水冶槽类	20	322.82	80	0.121~2.345	1.227	80	1.157~2.163	1.587	无
20	水冶塔类	6	147.85	30	0.986~1.849	1.427	30	8.658~16.647	12.308	无
21	水冶器类	4	16.3	20	0.073~1.231	0.641	20	0.694~10.483	4.993	无
22	三相异步变速电动机	2	0.15	15	0.006~0.034	0.022	15	0.058~0.284	0.165	无
23	变压器	10	11.7	30	0.004~0.039	0.024	30	0.065~0.251	0.159	无
24	生产辅助用电器	28	12.61	84	0.012~0.042	0.025	84	0.096~0.357	0.226	无
25	仪器、计量器具	50	0.9	30	0.016~0.048	0.028	30	0.135~0.387	0.282	无
26	地磅设备	1	3	15	0.010~0.530	0.292	15	0.094~4.861	2.394	无
27	产品桶	400	52	50	0.736~5.348	3.129	50	6.528~68.475	42.358	无
28	废旧钢材	//	350	50	0.047~2.365	1.195	50	0.598~26.794	12.598	无
29	油库加油设施	1	10	25	0.058~1.265	0.562	25	0.068~2.365	1.362	无
合计		678	2149							

表 5.3-14 污染管线源项调查表

序号	名称	长度 m	材质	总重量 t	$\alpha$ 表面污染水平, Bq/m <sup>2</sup>			$\beta$ 表面污染水平, Bq/cm <sup>2</sup>			有无利用 价值
					测点数	范围值	均值	测点数	范围值	均值	
1	无缝钢管	11578	碳钢	622.3	80	0.014~0.105	0.073	80	0.136~6.859	3.501	无
2	镀锌钢管	40	镀锌铁	0.5	10	0.026~1.106	0.314	10	0.186~8.653	4.352	无
3	PVC 管	710	PVC	1.36	35	0.035~0.098	0.071	35	0.234~0.847	0.548	无
4	衬胶钢管	70	碳钢+橡胶	0.7	10	0.029~0.102	0.077	10	0.284~0.968	0.604	无
5	不锈钢管	100	不锈钢	0.84	10	0.017~0.113	0.072	10	0.157~1.068	0.632	无
6	尾矿输送管道（焊接管）	4400	碳钢	264	50	0.048~4.281	1.647	50	0.459~48.657	22.651	无
7	水源输送管道（焊接管）	1850	碳钢	111	20	0.007~0.051	0.024	10	0.058~0.071	0.042	无
合计		18748									

### 7) 尾矿输送管线沿线隧道

508 水冶厂生产期间的尾矿，通过尾矿输送泵由尾矿浓密池输送至尾矿库，尾矿输送管线依山势架设，并在山顶处开设一段隧道，尾矿输送管线从中穿过。该段隧道长约 120m、横截面为直径 2m 的拱形，表 5.3-15 给出了该段隧道的基本参数。图 5.3-8 为该段隧道入口处现状。

表 5.3-15 尾矿输送管线沿线隧道源项表

位置	源项名称	数量	材质	尺寸
尾矿输送管线沿线	隧道	1 段	钢筋混凝土	长 120m、断面为直径 2m 的拱形



图 5.3-8 尾矿输送管线沿线隧道现状

### 8) 排水沟及水塘

#### (1) 排水沟

508 水冶厂场地范围内共遗留 3 条排水沟，长度合计 3137m。排水沟的相关参数和监测数据分别见表 5.3-16 及表 5.3-17，现状情况见图 5.3-9。

由表中监测数据可知，三条排水沟水中  $U_{\text{天然}}$  浓度均值范围为 (7.7~68)  $\mu\text{g/L}$ 、 $^{226}\text{Ra}$  浓度均值范围为 (0.093~0.11)  $\text{Bq/L}$ ，浓度较低；底泥厚度分别为 0.1m、0.1m 和 0.4m，底泥中的  $^{226}\text{Ra}$  含量均值范围为 (275~3549)  $\text{Bq/kg}$ ，部分点位超过了 349 $\text{Bq/kg}$  的管理限值。本次退役治理，需要采取相应的工程措施，对排水沟中的底泥进行治理。



508-1 排水沟



508-3 排水沟

图 5.3-9 污染排水沟现状图

## (2) 水塘

508 水冶厂场地内共遗留 3 个水塘，水塘面积合计 9162m<sup>2</sup>。水塘的相关参数见表 5.3-18~表 5.3-19。

由表中监测数据可见，水塘水中  $U_{\text{天然}}$  浓度均值范围为 (6.8~7.4)  $\mu\text{g/L}$ 、 $^{226}\text{Ra}$  浓度均值范围为 (0.010~0.088)  $\text{Bq/L}$ ，均未出现相关限值。水塘底泥厚度均为 0.4m，底泥中的  $^{226}\text{Ra}$  含量均值范围为 (229~270)  $\text{Bq/kg}$ 。

表 5.3-16 排水沟相关参数和监测数据表

序号	编号	名称	位置范围	使用功能现状	流量 m <sup>3</sup> /s	长度 m	宽度 m	深度 m	水深 m	底泥 厚度 m	水中 U <sub>天然</sub> 浓度, μg/L		
											取样数	范围值	均值
1	S-1#	508-1 排水沟	原矿筒仓栈桥至木材厂	无、直接流入外环境	0.49	2200	2	2	0.3	0.1	3	30~110	68
2	S-2#	508-2 排水沟	水塘至圆形转盘汇入口处	无、直接流入外环境	0.38	500	2	2	0.3	0.1	2	6.8~8.5	7.7
3	S-3#	508-3 排水沟	G 段路口至尾矿输送隧道道路	山间水沟	0.58	437	3	//	0.3	0.4	3	7.2~8.9	8.1
序号	编号	名称	污染原因	水中 <sup>226</sup> Ra 浓度, Bq/L			/						
				取样数	范围值	均值							
1	S-1#	508-1 排水沟	流经 508 水冶厂、仅溪渠底部与两侧水泥硬化, 未作其他处理	3	0.096~0.103	0.099							
2	S-2#	508-2 排水沟	附近泥结碎石运矿道路长期影响	2	0.081~0.104	0.093							
3	S-3#	508-3 排水沟	508-3 水沟旁污染道路 (L 段) 的长期影响	3	0.083~0.15	0.11							

注: 508-1 排水沟、508-2 排水沟两侧水泥护坡高度为 2m, 宽度为 0.4m, 底部水泥厚度为 0.1m。

表 5.3-17 排水沟底泥相关参数表

序号	名称	编号	底泥厚度 m	底泥中 U <sub>天然</sub> 含量, mg/kg			底泥中 <sup>226</sup> Ra 含量, Bq/kg		
				取样数	范围值	均值	取样数	范围值	均值
1	508-1 排水沟	S-1#	0.1	3	124~429	253	3	3411~3650	3549
2	508-2 排水沟	S-2#	0.1	2	103~118	111	2	254~296	275
3	508-3 排水沟	S-3#	0.4	3	124~188	157	3	264~432	354

表 5.3-18 水塘相关参数和监测数据表

序号	编号	名称	位置范围	使用功能现状	长度 m	宽度 m	水深 m	底泥厚度 m	水中 U <sub>天然</sub> 浓度, µg/L		
									取样数	范围值	均值
1	S-4#	水塘 1	原剂量房旁	村民占用养殖	面积: 1393m <sup>2</sup>		2.5	0.4	4	6.5~8.4	7.4
2	S-5#	水塘 2	原剂量房旁	村民占用养殖	面积: 2380m <sup>2</sup>		2.5	0.4	4	5.8~7.9	6.8
3	S-6#	水塘 3	原剂量房旁	村民占用养殖	面积: 5389m <sup>2</sup>		2.5	0.4	4	6.2~8.1	7.1
序号	编号	名称	污染原因	水中 <sup>226</sup> Ra 浓度, Bq/L			/				
				取样数	范围值	均值					
1	S-4#	水塘 1	附近泥结碎石运矿道路、 508-3 水沟长期影响	4	0.057~0.11	0.081					
2	S-5#	水塘 2	附近泥结碎石运矿道路、 508-3 水沟长期影响	4	0.065~0.12	0.088					
3	S-6#	水塘 3	附近泥结碎石运矿道路、 508-3 水沟长期影响	4	0.078~0.16	0.01					

表 5.3-19 水塘底泥监测数据表

序号	名称	编号	底泥厚度 m	底泥中 $U_{\text{天然}}$ 含量, mg/kg			底泥中 $^{226}\text{Ra}$ 含量, Bq/kg		
				取样数	范围值	均值	取样数	范围值	均值
1	水塘 1	S-4#	0.4	4	101~138	121	4	187~279	229
2	水塘 2	S-5#	0.4	4	106~153	127	4	197~295	251
3	水塘 3	S-6#	0.4	4	112~156	129	4	225~312	270

### 5.3.2.2 508 水冶厂外源项

#### 1) 厂外运矿道路

508 水冶厂厂区范围外遗留 5 条运矿道路，全长 4854m，分别为 A 段（1459m）、B 段（490m）、G 段（2020m）、L 段（460m）、H 段（425m），平均路肩宽度均为 0.5m。图 5.3-10 为部分运矿道路的现状；表 5.3-20 给出了该 5 条运矿道路的相关参数和监测数据。

由表中数据可知，运矿道路的 $\gamma$ 辐射剂量率范围值为（14.1~184.6） $\times 10^{-8}$ Gy/h，均值为  $40.6 \times 10^{-8}$ Gy/h，高于建矿前本底水平约 1.8 倍，厂外运矿道路的主要污染原因是常年运输矿石、废石、堆浸渣过程中沿途洒落及雨水冲洗污染所致。

厂外运矿道路下部土壤中  $U_{\text{天然}}$ 、 $^{226}\text{Ra}$  含量的垂直分布情况见表 5.3-21，由表中数据可知，5 条厂外运矿道路中的 B 段道路下部土壤中  $^{226}\text{Ra}$  含量较低、其余 4 条厂外运矿道路下部土壤中  $^{226}\text{Ra}$  含量较高。



图 5.3-10 厂外运矿道路现状

表 5.3-20 厂外运矿道路相关参数和监测数据表

序号	路段名称	编号	长度 m	宽度 m	厚度 m	$\gamma$ 辐射剂量率, $\times 10^{-8}\text{Gy/h}$				路面结构
						测点数	最小值	最大值	平均值	
1	木材厂至原矿堆场场地道路	A 段	1459	8	0.5	438	14.1	86.9	22.5	水泥混凝土路面
2	S246 至 A 段道路	B 段	490	6	0.5	150	14.7	36.5	23.5	水泥混凝土路面
3	剂量防护室至尾矿库废水处理设施	G 段	2020	4	0.5	609	16.8	184.6	53.7	泥结碎石路面
4	G 段路口至尾矿输送隧道道路	L 段	460	4	0.5	141	34.5	49.2	40.3	泥结碎石路面
5	G 段路口至尾矿库道路	H 段	425	5	0.5	129	23.8	145.2	60.0	泥结碎石路面
合计			4854							

表 5.3-21 厂外运矿道路下层土壤中  $U_{\text{天然}}$ 、 $^{226}\text{Ra}$  含量垂直分布监测数据表

序号	取样编号	取样位置	道路下层土壤深度	$U_{\text{天然}}$ 含量 mg/kg	$^{226}\text{Ra}$ 含量 Bq/kg	序号	取样编号	取样位置	道路下层土壤深度	$U_{\text{天然}}$ 含量 mg/kg	$^{226}\text{Ra}$ 含量 Bq/kg
1	YA1	A 段道路距原矿堆场场地约 0m (路前)	0~20cm 土	192	5096	20	YG8	G 段道路距剂量防护室约 750m	0~20cm 土	22.6	249
			20~40cm 土	15.3	421				20~40cm 土	20.1	216
			40~60cm 土	16.7	331				40~60cm 土	18.2	195
			60~80cm 土	13.4	165				60~80cm 土	15.5	172
2	YA2	A 段道路距原矿堆场场地约 150m	0~20cm 土	21.3	235	21	YG9	G 段道路距剂量防护室约 900m	0~20cm 土	20.6	226
			20~40cm 土	17.5	205				20~40cm 土	18.1	194
			40~60cm 土	13.2	166				40~60cm 土	19.6	206
3	YA3	A 段道路距原矿堆场场地约	0~20cm 土	18.6	218	22	YG10	G 段道路距剂量	60~80cm 土	14.3	159
			20~40cm 土	17.5	196				0~20cm 土	9.1	210

		300m	40~60cm 土	14.1	153			防护室约 1050m	20~40cm 土	10.2	206
4	YA4	A 段道路距原 矿堆场场地约 450m	0~20cm 土	18.4	208	23	YG11	G 段道路距剂量 防护室约 1200m	40~60cm 土	9.8	149
			20~40cm 土	16.3	175				0~20cm 土	22.4	231
			40~60cm 土	11.5	128				20~40cm 土	20.6	214
									40~60cm 土	17.6	183
5	YA5	A 段道路距原 矿堆场场地约 600m	0~20cm 土	18.7	193	24	YG12	G 段道路距剂量 防护室约 1350m	60~80cm 土	15.4	162
			20~40cm 土	14.3	155				0~20cm 土	21.9	239
			40~60cm 土	16.2	164				20~40cm 土	19.6	185
6	YA6	A 段道路距原 矿堆场场地约 750m	0~20cm 土	18.5	201	25	YG13	G 段道路距剂量 防护室约 1500m	40~60cm 土	18.7	204
			20~40cm 土	16.9	173				60~80cm 土	1.3	164
			40~60cm 土	15.7	168				0~20cm 土	18.6	214
7	YA7	A 段道路距原 矿堆场场地约 900m	0~20cm 土	16.8	186	26	YG14	G 段道路距剂量 防护室约 1650m	20~40cm 土	12.7	203
			20~40cm 土	18.1	193				40~60cm 土	12.1	160
			40~60cm 土	13.2	161				60~80cm 土	13.7	175
8	YA8	A 段道路距原 矿堆场场地约 560m	0~20cm 土	19.3	211	27	YG15	G 段道路距剂量 防护室约 1800m	0~20cm 土	25.4	263
			20~40cm 土	16.2	218				20~40cm 土	20.8	231
			40~60cm 土	7.5	160				40~60cm 土	16.9	197
9	YA9	A 段道路距原 矿堆场场地约 1050m	0~20cm 土	19.1	206	28	YG16	G 段道路距剂量	60~80cm 土	15.6	162
			20~40cm 土	17.6	185				0~20cm 土	20.4	228
			40~60cm 土	11.8	142				20~40cm 土	19.2	206
10	YA10	A 段道路距原 矿堆场场地约 1200m	0~20cm 土	14.2	204				40~60cm 土	13.6	149
			20~40cm 土	8.5	145				0~20cm 土	18.5	382
			40~60cm 土	7.4	127						

11	YA11	A 段道路距原矿堆场场地约 1350m	0~20cm 土	15.6	196			防护室约 1950m	20~40cm 土	22.7	250
			20~40cm 土	12.3	168				40~60cm 土	26.7	326
			40~60cm 土	10.8	142				60~80cm 土	18.5	174
12	YB1	B 段道路距 S246 约 0m (路前)	0~20cm 土	15.4	175	29	YG17	G 段道路距剂量防护室约 2100m	0~20cm 土	34.5	397
			20~40cm 土	12.5	153				20~40cm 土	30.1	331
			40~60cm 土	13.7	168				40~60cm 土	23.4	246
13	YB2	B 段道路距 S246 约 150m	0~20cm 土	8.1	126	30	YL1	L 段道路距 G 段约 0m (路前)	60~80cm 土	15.8	169
			20~40cm 土	6.7	121				0~20cm 土	16.5	192
			40~60cm 土	21.4	143				20~40cm 土	17.3	152
14	YB3	B 段道路距 S246 约 300m	0~20cm 土	14.3	152	31	YL2	L 段道路距 G 段约 150m	40~60cm 土	14.2	171
			20~40cm 土	15.8	163				0~20cm 土	18.3	205
			40~60cm 土	13.7	148				20~40cm 土	15.2	163
15	YB4	B 段道路距 S246 约 450m	0~20cm 土	16.8	176	32	YL3	L 段道路距 G 段约 300m	40~60cm 土	10.8	137
			20~40cm 土	14.5	158				0~20cm 土	16.9	182
			40~60cm 土	15.2	163				20~40cm 土	13.5	165
16	YG4	G 段道路距剂量防护室约 150m	0~20cm 土	16.7	186	33	YL4	L 段道路距 G 段约 420m	40~60cm 土	11.6	121
			20~40cm 土	18.1	199				0~20cm 土	16.2	186
			40~60cm 土	14.5	158				20~40cm 土	10.5	126
17	YG5	G 段道路距剂量防护室约 300m	0~20cm 土	19.1	202	34	YH1	H 段道路距路口约 30m	40~60cm 土	12.9	148
			20~40cm 土	24.0	209				0~20cm 土	19.3	218
			40~60cm 土	20.0	186				20~40cm 土	16.5	192
			60~80cm 土	15.8	166				40~60cm 土	13.9	164

18	YG6	G 段道路距剂量防护室约 450m	0~20cm 土	20.6	226	35	YH2	H 段道路距路口约 180m	0~20cm 土	12.4	249
			20~40cm 土	21.2	231				20~40cm 土	11.3	199
			40~60cm 土	18.7	204				40~60cm 土	10.3	120
			60~80cm 土	14.6	173						
19	YG7	G 段道路距剂量防护室约 600m	0~20cm 土	23.4	261	36	YH3	H 段道路距路口约 330m	0~20cm 土	18.5	226
			20~40cm 土	19.8	213				20~40cm 土	17.3	204
			40~60cm 土	16.5	186				40~60cm 土	14.5	167
			60~80cm 土	14.1	167						

## 2) 尾矿输送管线沿线道路

尾矿输送管线沿线道路长 2000m、宽约 2m，路面为泥结碎石。表 5.3-22 给出了该段道路的相关参数和监测数据。图 5.3-11 为该段道路的现状。

由表中监测数据可知，该段道路的 $\gamma$ 辐射剂量率范围值为（49.8~79.2） $\times 10^{-8}$ Gy/h，均值为  $61.2 \times 10^{-8}$ Gy/h，该值高于建矿前本底水平 2.7 倍。

表 5.3-23 给出了该段道路下部土壤中  $U_{\text{天然}}$ 、 $^{226}\text{Ra}$  含量的垂直分布情况，由表中数据可知，该段道路下部土壤中  $^{226}\text{Ra}$  含量范围为 146~278Bq/kg。



图 5.3-11 尾矿输送管线沿线道路现状

表 5.3-22 尾矿输送管道沿线路面相关参数和监测数据表

序号	路段名称	长度, m	平均宽度, m	路面厚度, m	路面结构	$\gamma$ 辐射剂量率, $\times 10^{-8}$ Gy/h		
						测点数	范围值	均值
1	尾矿输送管道沿线路面	2000	2	0.5	泥结碎石路面	213	49.8~79.2	61.2

表 5.3-23 尾矿输送管道沿线路面  $U_{\text{天然}}$ 、 $^{226}\text{Ra}$  含量垂直分布监测数据表

序号	取样编号	取样场地	土壤深度	$U_{\text{天然}}$ 含量, mg/kg	$^{226}\text{Ra}$ 含量, Bq/kg
1	GD-1	尾矿输送管道沿线路面	表层~20cm 土	16.7	208
			20~40cm 土	17.1	193
			40~60cm 土	13.2	168
2	GD-2	尾矿输送管道沿线路面	表层~20cm 土	19.0	205
			20~40cm 土	17.3	189
			40~60cm 土	11.2	146
3	GD-3	尾矿输送管道沿线路面	表层~20cm 土	20.6	278
			20~40cm 土	18.8	245
			40~60cm 土	12.3	172
4	GD-4	尾矿输送管道沿线路面	表层~20cm 土	24.6	224
			20~40cm 土	20.3	199
			40~60cm 土	13.4	162
5	GD-5	尾矿输送管道沿线路面	表层~20cm 土	22.2	241
			20~40cm 土	18.8	207
			40~60cm 土	14.4	171

## 3) 农田

508 水冶厂范围内有农田 1 处，面积 2318m<sup>2</sup>，位于木材厂附近的 508-1 排水沟旁，紧临外部运矿道路。该土地所有权属于 745 矿，后被周边农民开垦用作种植农作物。目前已经弃耕，处于撂荒状态。图 5.3-12 为该处农田的现状。表 5.3-24、表 5.3-25 给出了该农田的相关参数和监测数据。

由表 5.3-25 中监测数据可知，该场地下部土壤中的 <sup>226</sup>Ra 含量范围为 152~224Bq/kg。

表 5.3-24 农田相关参数和监测数据表

序号	名称	治理面积 m <sup>2</sup>	性质	γ辐射剂量率, ×10 <sup>-8</sup> Gy/h		
				测点数	范围值	均值
1	农田	2318	荒地	20	14.8~22.7	17.6

表 5.3-25 农田土壤中 U<sub>天然</sub>、<sup>226</sup>Ra 含量垂直分布监测数据表

序号	取样编号	土壤深度	U <sub>天然</sub> 含量, mg/kg	<sup>226</sup> Ra 含量, Bq/kg
1	NT1	表层~20cm 土	18.5	224
		20~40cm 土	16.7	208
		40~60cm 土	15.4	209
		60~80cm 土	13.6	163
2	NT2	表层~20cm 土	11.5	195
		20~40cm 土	15.5	203
		40~60cm 土	17.3	212
		60~80cm 土	15.4	168
3	NT3	表层~20cm 土	13.2	171
		20~40cm 土	12.2	170
		40~60cm 土	12.8	169
4	NT4	表层~20cm 土	22.4	213
		20~40cm 土	17.8	198
		40~60cm 土	13.2	164
5	NT5	表层~20cm 土	18.9	201
		20~40cm 土	16.7	183
		40~60cm 土	14.2	152



图 5.3-12 农田现状

#### 5.4 退役治理项目汇总

根据《源项调查报告》中的监测结果，最终确定本退役治理项目的主要治理源项包括：原矿堆场场地、堆浸渣场、工业场地、污染（废弃）建（构）筑物、场内道路、污染设备、器材和管线、尾矿输送管线沿线隧道、排水沟及水塘、厂外道路、农田等，各治理源项的具体情况见表 5.4-1。

表 5.4-1 退役治理源项汇总

序号	源项种类	源项数量/规模
一、	508 水冶厂内源项	
1	原矿堆场场地	1 处，裸露面积 16889m <sup>2</sup>
2	堆浸渣场	1 处，裸露面积 3392m <sup>2</sup>
3	工业场地	9 处，占地面积 194764m <sup>2</sup>
4	污染(废弃)建(构)筑物	建(构)筑物: 148 座, 建筑面积 48014m <sup>2</sup> , 构筑物面积 6619m <sup>2</sup> , 总面积 54633m <sup>2</sup>
		挡土墙、围墙: 2650m
		水泥硬化地面: 7320m <sup>2</sup>
		电线杆 40 根、溜槽 1 个、混凝土支架 220 个
5	场内道路	7 条, 合计 3018m
6	污染设备、器材和管线	污染设备、器材 678 台(套), 废金属管 18038m, 废 PVC 管 710m
7	尾矿输送管线沿线隧道	1 段, 长 120m
8	排水沟及水塘	3 条排水沟, 长度合计 3137m
		3 个水塘, 面积合计 9162m <sup>2</sup>
二	厂外道路	6 条, 合计长 6854m
三	农田	1 处, 面积 2318m <sup>2</sup>

## 6 退役治理

### 6.1 退役治理目标及深度

#### 6.1.1 退役治理目标

退役治理工程属补救行动范畴，总体目标为合理的减低公众的辐射剂量、保障公众安全，满足国家和行业标准的管理限值要求，因铀矿采冶所造成的放射性污染区域和破坏区域的环境得到有效整治，治理后的设施或场地达到国家环境保护有关标准要求，使治理范围内的生态环境得以基本恢复、并长期保持安全稳定。具体目标：

- 1) 本项目退役治理后最终状态下的年公众照射的剂量约束值不超过 0.1mSv；
- 2) 集中覆盖治理区在受纳退役治理污染物并覆盖完成后，其表面氡析出率应不大于  $0.74\text{Bq}/(\text{m}^2\cdot\text{s})$ ；
- 3) 土地去污整治后，任何平均  $100\text{m}^2$  范围内土层中  $^{226}\text{Ra}$  比活度平均值按不超过  $349\text{Bq}/\text{kg}$  控制；
- 4) 污染设备处于受控状态。

#### 6.1.2 退役治理深度

本项目主要治理源项为原矿堆场场地、堆浸渣场、工业场地、污染（废弃）建（构）筑物、场内道路、污染设备、器材和管线、尾矿输送管线沿线隧道、排水沟及水塘、厂外道路、农田等，还包括 1 个集中覆盖治理区，退役治理深度如下：

- 1) 原矿堆场场地（1 处，裸露面积  $16889\text{m}^2$ ）：采取清挖、迁移和集中治理方案，将产生的污染物运至集中覆盖治理区集中处置，清挖后原址覆土并恢复植被，实施后原址达到无限制开放使用深度。
- 2) 堆浸渣场（1 处，裸露面积  $3392\text{m}^2$ ）：采取清挖、迁移和集中治理方案，将堆浸渣及下部超挖污染土全部运至尾矿（渣）库集中处置，清挖后原址覆土并恢复植被，实施后原址达到无限制开放使用深度。
- 3) 工业场地（9 处，总面积  $194764\text{m}^2$ ）：采取清挖、迁移和集中治理方案，将产生的污染物运至集中覆盖治理区集中处置，清挖后原址覆土并

恢复植被，实施后原址达到无限制开放使用深度。

4) 场内道路 (7 条, 总长度 3018m): 采取清挖、集中治理方案, 将污染路面进行清挖, 产生的污染物运至集中覆盖治理区集中处置, 原址均达到无限制开放使用深度。

5) 厂外道路 (6 条, 总长度 6854m): 对于水泥混凝土路面采取清扫、刮除、冲洗路面, 并挖除道路两侧路肩; 对于泥结碎石路面采取清挖回填的治理方案, 将清挖产生的污染物运至集中覆盖治理区集中处置, 治理后恢复其使用功能, 原址达到无限制开放使用深度。

6) 农田 (1 处, 面积 2318m<sup>2</sup>): 原为 745 矿所有土地, 后被周边农民占用进行耕种。采取清挖回填治理方案, 将全部的污染物运至集中覆盖治理区集中处置; 原址覆土植被, 达到无限制开放使用深度, 不再作为农田使用。

7) 排水沟 (3 条, 总长度 3137m) 及水塘 (3 个, 面积 9162m<sup>2</sup>): 对排水沟底泥进行清挖, 并拆除排水沟, 恢复部分路段排水沟功能为厂区排雨水; 对水塘进行清挖底泥, 将清挖的底泥及拆除砌体全部运往集中覆盖治理区集中处置。

8) 污染 (废弃) 建 (构) 筑物 (148 座, 建筑面积 48014m<sup>2</sup>, 构筑物面积 6619m<sup>2</sup>, 总面积 54633m<sup>2</sup>): 采取整体拆除方案, 经爆破或机械拆除后, 将建筑垃圾运至集中覆盖治理区集中处置, 对原址进行回填并恢复植被, 其原址达到无限制开放使用深度。

9) 污染设备、器材和管线 (678 台 (套)、废金属管 18038m、废 PVC 管 710m): 将由非金属材质构成的设备、器材和管线全部拆除、分解后, 运至集中覆盖治理区集中处置; 将由金属材质构成的设备、器材和管道经简单去污处理后送核工业铀矿冶放射性污染金属熔炼处理中心进行熔炼回收金属。

10) 尾矿输送沿线隧道 (1 段, 长 120m): 对隧道进行有效封堵, 防止人畜误入而造成意外伤害, 严禁使用, 治理后不可随意破坏。

11) 集中覆盖治理区 (1 处, 废物量 35.97 万 m<sup>3</sup>, 占地面积 40715m<sup>2</sup>): 首先将集中覆盖治理区底部做好防渗措施, 再将本项目退役治理产生的污

染物集中回填，对该区域进行覆盖、植被与稳定化处置、设立警示牌，以达到控制 $\gamma$ 辐射水平和表层土中  $^{226}\text{Ra}$  核素含量、抑制氡析出，并防止由于自然力或其他原因引起的塌垮流失而造成环境污染的治理目的。

集中覆盖治理区治理后达到有限制开放使用的治理深度，退役治理后不得盗掘废物、不得随意变动、削弱或破坏有关的退役整治设施（如覆盖层、挡土墙或封堵墙、截排水沟、边坡防护等损毁活动），不得用于与食物链有关的生产活动，不得长时间居留（如建房居住等），并按照国家有关规定及要求要求进行长期监护。

## 6.2 制定退役治理方案的原则

退役治理方案的选择应遵循以下原则：

1) 为了处置退役工程范围内的铀矿冶废物，控制各类污染扩散，抑制和屏蔽各种有害因素，防止各种伤害性事件发生，保障公众的健康与安全，所采取的治理方案必须保证在相当长的时期内有效，并有较高的稳固性和可靠性。

2) 治理方案有较强的可操作性，充分考虑当地的施工条件，施工材料尽可能就地取材，施工技术简单，尽可能减轻施工人员的劳动强度、保证施工安全。

3) 治理方案对于恢复自然地貌，改善环境质量给予充分的重视。

4) 对危害源进行治理时，充分注意到危害的程度和可能性，治理工程量与危害程度的可能性大小相适应。

5) 治理工程尽可能选择施工人员风险较小的方案。

6) 治理工程尽可能推荐工期短、费用省的方案。

7) 治理工程优先选取实施后所致公众剂量合理、尽量低的治理方案。

8) 在不违背其他原则的前提下，能够回填或相对集中而缩小污染范围，减少有害物在地面的堆积量和堆积范围的方案给予优先考虑。

## 6.3 退役治理方案

### 6.3.1 退役治理总体方案概述

本项目退役治理的原矿堆场场地、工业场地、道路、农田、排水沟及水塘等，这些源项采用的退役治理方案具有相对的唯一性，且已形成一套

较为成熟的方法体系——亦即上述源项采用清挖、回填治理方案：清挖表层土壤（水体底泥），将清挖的污染物集中处置。堆浸渣场内遗留的堆浸渣、防渗层以及下部污染土由于其污染较重，且性质与尾矿相近，故清挖后运至尾矿库集中处置。

污染（废弃）建（构）筑物治理方案有整体拆除和去污拆除两种。本项目建筑垃圾量较大，若考虑去污拆除方案，则去污产生的污染物约 5500m<sup>3</sup>，非放射性建筑垃圾 111004.5m<sup>3</sup>。非放射性建筑垃圾应堆存至附近的城市垃圾场，但经锦原公司调查，项目附近城镇只有小型城市垃圾场，没有足够的容量堆存这些非放射性建筑垃圾；此外，建筑物表面去污、清洗、擦拭代价大，因此，污染（废弃）建（构）筑物治理方案采用整体拆除比较合理。

污染设备、器材和管线治理的治理方案也相对较为成熟，金属材质的设备、器材经简单去污，统一运往核工业铀矿冶放射性污染金属熔炼处理中心；非金属材质的管线经解体后运至集中覆盖区治理区处置。

根据源项调查确定的污染深度、建（构）筑物体积等核算的退役治理工程产生的放射性废物量见表 6.3-1。

表 6.3-1 退役治理施工产生的放射性废物量

序号	名称	清挖土量 m <sup>3</sup>	拆除建筑垃圾 m <sup>3</sup>	备注
1	原矿堆场场地	39530.4	—	
2	堆浸渣场	—	—	堆浸渣 19176m <sup>3</sup> 及超挖污染土 3952.6m <sup>3</sup> 运至尾矿库
3	工业场地	173453	—	
4	污染（废弃）建（构） 筑物	—	116504.55	含挡土墙、水泥硬化地面 等附属设施
5	排水沟及水塘	4729.2	3861.52	
6	场内道路	220	7512.40	
7	污染设备、器材和管线	75.97	—	PVC 管 1.36t
9	厂外道路	11995.4	—	含尾矿输送管线沿线道路
10	农田	1854.4	—	
	合计	231858.37	127878.47	—

## 6.3.2 覆土方案

### 6.3.2.1 覆盖材料的选择

覆盖材料的选择通常考虑如下几方面因素：①运输距离；②可利用土方量；③放射性指标；④含水量、比重、孔隙比等。

本项目拟选取水冶厂油库后山的粘土作为覆土材料，该土源地土壤的放射性指标为： $U_{\text{天然}}$  含量为 4.2mg/kg， $^{226}\text{Ra}$  含量为 118Bq/kg，土壤表面的氡析出率为 0.012Bq/( $\text{m}^2\cdot\text{s}$ )，天然 $\gamma$ 辐射剂量率为  $14.4\times 10^{-8}\text{Gy/h}$ ，这些指标均处于本项目所在区域本底水平。此外，土源地土壤的含水量、比重、孔隙比也较为合适（含水率为 16.0%，比重为 2.66g/cm<sup>3</sup>，孔隙比为 0.702）。土源地距离 508 水冶厂运输距离仅 1.5km、运输作业方便快捷，可利用土源较为充足，各方面条件均较为适宜用于本项目覆盖材料。

### 6.3.2.2 覆土试验程序及成果

为了给退役治理方案提供覆土厚度的科学依据，本项目前期工作中，中核韶关锦原铀业有限公司委托核工业二九〇研究所做了覆土厚度与抑制氡析出率关系的试验，试验如下：

#### 1) 试验场地与试验时间

试验场地选择 508 水冶厂堆浸渣场作为试验场地，试验场地面积为 10m×10m，试验时间为 2016 年 5 月 4 日至 6 月 8 日。

#### 2) 测试装置及测试方法

(1) 采用 HDC-C 型环境测氡仪进行氡析出率的测定，配备铝制成的圆形容容器罩进行氡气收集，容器罩的容积为 0.006m<sup>3</sup>，收集面积为 0.078m<sup>2</sup>，收集时间为 90 分钟。

(2) 采用 BH3103-B 型便携式 X- $\gamma$ 剂量率仪，在试验场所上方 1m 处进行 $\gamma$ 辐射剂量率的测定。

#### (3) 测试方法

氡析出率的测试采用 EJ/979-1995、 $\gamma$ 辐射剂量率的测试采用 GB/T14583-1993 中的方法。

#### 3) 覆盖材料选择

本覆盖试验土源地选择与工程所用土源一致，即 508 水冶厂油库后山的

粘土作为覆盖材料。

#### 4) 试验结果

本项目覆盖试验的结果见表 6.3-2。

表 6.3-2 覆盖厚度与氡析出率/ $\gamma$ 辐射剂量率的试验结果

覆土厚度, cm	0	20	40	60	80	100	120	140
氡析出率, Bq/(m <sup>2</sup> ·s)	3.38	2.74	2.14	1.62	1.18	0.94	0.71	0.53
$\gamma$ 辐射剂量率, $\times 10^{-8}$ Gy/h	267.7	191.9	152.1	105.7	76.6	58.3	36.8	32.6

#### 5) 覆土厚度与氡析出率的关系式

根据覆盖试验数据, 推导出覆盖厚度与氡析出率的相关公式为:

$$X_1 = 72.86 \ln(J_i/J_0) + 5.60 \quad (\text{相关系数 } \gamma = 0.9991) \dots\dots\dots (\text{式 6.3-1})$$

式中:  $X_1$  为覆盖、压实后的覆土厚度 (cm);

$J_i$  为覆盖前的氡析出率平均值 Bq/(m<sup>2</sup>·s);

$J_0$  为氡析出率的管理限值,  $J_0 = 0.74 \text{ Bq/(m}^2 \cdot \text{s)}$ 。

### 6.3.2.3 覆土厚度的确定

#### 1) 覆土厚度的确定原则

(1) 根据覆盖厚度与抑制氡析出率的关系式, 按源项的表面氡析出率均值计算出覆盖厚度  $X_1$ ;

(2) 考虑自然应力长期作用的覆盖厚度安全余量: 根据《铀矿冶企业总图运输设计要求》(TJ/T 20075-2014), 废石堆的覆盖厚度应按 EJ/T 1128 的计算方法确定, 并应增加 10cm~15cm 厚的多年土壤侵蚀余量, 并按工程模数取整。因此, 本项目考虑风蚀、雨蚀等不利因素对覆盖层的长期作用影响, 取 10cm~15cm 的裕度作为覆盖厚度的安全余量、记为  $\Delta X$ 。

(3) 根据《土地复垦技术标准》(原国家土地管理局, 1995 年) 为满足植被恢复(草灌型)所需的最小覆土厚度为 35cm、记为  $X_{\min}$ 。

综上所述, 本项目覆盖厚度设计值  $X = \max\{X + \Delta X, X_{\min}\}$ 、即:

$$X = \max\{X + \Delta X, 35\text{cm}\}。$$

#### 2) 集中覆盖治理区的覆盖厚度

本项目中各清挖场地的污染土采用集中覆盖治理的方案, 通过对各清挖场地的氡析出率和污染土量进行平均计算得出污染土的平均氡析出率为

1.39Bq/ (m<sup>2</sup>·s)，并按上述原则确定该场地的覆盖厚度，详见表 6.3-3。

表 6.3-3 集中覆盖治理区的覆盖厚度

源项名称	氡析出率均值 Bq/ (m <sup>2</sup> ·s)	$X_I$ cm	$\Delta X$ cm	$X_I + \Delta X$ cm	$X_{min}$ cm	覆土厚度 cm
集中覆盖治理区	1.39	51.4	10~15	65	35	65

### 6.3.3 清挖治理方案

对于铀矿冶退役治理项目而言，各类清挖治理的污染设施（本项目主要包括原矿堆场场地、堆浸渣场、工业场地、厂外道路和农田）的清挖治理的工程量主要是由污染设施或环境的污染深度和污染面积来确定的。其中，污染面积在源项调查工作中已经确定，而污染深度是通过对比污染土壤中的<sup>226</sup>Ra 含量的垂直分布情况和《铀矿冶辐射防护和辐射环境保护规定》（GB23727-2020）中的相关标准管理限值来确定的。

各清挖治理设施或环境的清挖深度的确定步骤如下：

1) 首先，通过对比各类设施或环境的标准管理限值 and 实际监测值，判断各类设施或环境的污染深度。

2) 再结合清挖治理方案的施工特点（一般按分层清挖考虑，每 20cm~30cm 为一个清挖层），分别判断出各类设施或环境的清挖深度，以此作为各类设施或环境的设计清挖深度。

本项目各清挖设施和环境的清挖深度见表 6.3-4。

表 6.3-4 本项目清挖深度

序号	清挖对象类别	清挖对象名称	目标限值 $^{226}\text{Ra}$ , Bq/kg	清挖深度 cm
1	原矿堆场场地	原矿堆场场地	349	240
2	堆浸渣场	堆浸渣场		120
3	工业场地	主要生产工业场地 (1 场)		100
		辅助生产工业场地 (2 场)		80
		四号厂房工业场地 (3 场)		120
		锅炉房工业场地 (4 场)		80
		硫酸氨水库工业场地 (5 场)		60
		设备材料总库 (6 场)		40
		水冶试验场地 (7 场)		200
		停车场 (8 场)		80
		油库 (9 场)		80
4	厂外道路	木材厂至原矿堆场场地道路 (A 段)		60
		S246 至 A 段道路 (B 段)		50
		剂量防护室至尾矿库废水处理设施 (G 段)		80
		G 段路口至尾矿输送隧道道路 (L 段)		40
		G 段路口至尾矿库道路 (H 段)	60	
		尾矿输送管道沿线路面	60	
5	农田	508 农田	80	

### 6.3.4 退役治理方案

#### 6.3.4.1 集中覆盖治理区的设置

##### 1) 集中覆盖治理区选址

根据《铀矿冶设施选址规定》(EJ/T1171-2004)、《铀矿冶辐射防护规定》(EJ993-2008)和《铀矿冶企业总图运输设计要求》(EJ/T20075-2014),集中覆盖治理区宜选在水文地质条件相对简单,汇水面积小、出口易拦截的山谷中,考虑避免二次污染,也避免新征地问题,通过现场踏勘,并与建设单位沟通,将集中覆盖治理区选在 508 水冶厂区东南侧,3 号、5 号工业场地处。集中覆盖治理区范围见图 6.3-2。



图 6.3-2 集中覆盖治理范围示意图

根据源项调查数据，3 号工业场地 $\gamma$ 辐射剂量率均值为  $190.7 \times 10^{-8} \text{Gy/h}$ ，高出当地环境本底值 ( $18.8 \times 10^{-8} \text{Gy/h}$ ) 约 10 倍； $^{226}\text{Ra}$  含量均值为  $1732 \text{Bq/kg}$ ，高出管理限值。由此可见，3 号工业场地污染程度较重，作为废物堆放的场地较为适宜，减少了污染物搬运造成的二次污染。5 号工业场地与 3 号工业场地处于同一个山谷中，为满足本次退役废物集中堆存需求，将其与 3 号工业场地一期作为废物收纳场所。

集中覆盖治理区选址现状见图 6.3-3 和图 6.3-4



图 6.3-3 集中覆盖治理区拟选场址现状照片 1



图 6.3-4 集中覆盖治理区拟选场址照片 2

## 2) 集中覆盖治理区设计方案

集中覆盖治理区采取覆盖隔离、支挡防护方案进行治理，并采取专门的防渗、防水措施，具体方案如下：

考虑首先将集中覆盖治理区所占场地的建（构）筑物拆除、场地清挖治理后的污染物倒运至临时堆放场地，待覆盖治理区底部防渗系统做好后倒运回该区。集中覆盖治理区底部防渗层为：底部先铺 0.3m 的粘土保护层，之上铺设复合土工膜（两布一膜，布 400g/m<sup>2</sup>，膜厚 1.5mm）、土工膜之上铺设 0.3m 的砾石保护层。

其余场地的污染物堆放按照设备、器材和管线拆除、建（构）筑物拆除、

工业场地清挖的施工顺序，考虑将建筑垃圾堆放在最底层，然后按照“先治理重污染区域后治理轻污染区域”的原则，将污染物“由下至上”分层堆放到集中覆盖治理区，并压实。最后铺筑覆盖层，由下至上依次为 0.3m 的粘土覆盖层，复合土工膜（两布一膜布 400g/m<sup>2</sup>，膜厚 1.5mm），0.3m 的砾石排水层，最后铺设 0.35m 的粘土覆盖层作为植被层。

为稳固集中覆盖治理区边坡，在其坡脚砌筑拦渣墙，同时为防止雨水冲刷覆盖层，在其上部修砌截水沟，边坡采用土工网复合植被护坡进行防护。由于该堆场顶部平台面积较大，为防坡面水蚀，边坡顶部设置堡坎阻水。最后恢复植被并设立警示牌，治理达到有限限制开放使用深度。

#### 6.3.4.2 原矿堆场场地治理方案

本项目仅有 1 处原矿堆场场地，治理面积为 16889m<sup>2</sup>，根据原矿堆场场地下部污染土壤中  $U_{\text{天然}}$ 、 $^{226}\text{Ra}$  含量的垂直分布监测数据，对原矿堆场场地土层中  $^{226}\text{Ra}$  含量按 349Bq/kg 控制，对其采用清挖回填治理方案。

彻底清挖原矿堆场场地的污染物，清挖深度为 240cm，将全部污染物运至集中覆盖治理区集中处置，对原址回填土 35cm 并进行平整，种草、植树以恢复植被，治理后达到无限制使用深度。

#### 6.3.4.3 堆浸渣场治理方案

508 水冶厂内有 1 处堆浸渣场，渣场堆渣量为  $5.04 \times 10^4\text{t}$ ，治理面积为 3392m<sup>2</sup>，根据堆浸渣场下部污染土壤中  $U_{\text{天然}}$ 、 $^{226}\text{Ra}$  含量的垂直分布监测数据，对移走堆浸渣后的场地，土层中  $^{226}\text{Ra}$  含量按 349Bq/kg 控制，采用清挖回填治理方案。

清挖堆浸渣场的全部堆浸渣，并将堆浸渣场原设有的防渗措施（一层软胶板）一并挖除，然后超挖 120cm 下部污染土。由于堆浸渣及下部污染土其污染程度和性质与尾渣相近，故将清挖的堆浸渣和超挖污染土运至 745 矿尾矿（渣）库集中处置。原址回填土 35cm，并恢复植被。

745 矿尾矿（渣）库现剩余库容为 17.85 万 m<sup>3</sup>，可以满足堆存清挖的堆浸渣和下层污染土的需求。堆浸渣及污染土沿 G 段、H 段运道路至尾矿（渣）库，运输距离约 2.5km。

#### 6.3.4.4 工业场地治理方案

508 水冶厂范围内共遗留工业场地 9 处,分别为主要生产工业场地(1 场),治理面积为 45868m<sup>2</sup>;辅助生产工业场地(2 场),治理面积为 43598m<sup>2</sup>;四号厂房工业场地(3 场),治理面积为 37840m<sup>2</sup>;锅炉房工业场地(4 场),治理面积为 18646m<sup>2</sup>;硫酸氨水库工业场地(5 场),治理面积为 8334m<sup>2</sup>;设备材料总库(6 场),治理面积为 18165m<sup>2</sup>;水冶试验场地(7 场),治理面积为 7420m<sup>2</sup>;停车场(8 场),治理面积为 6247m<sup>2</sup>;油库(9 场),治理面积为 8646m<sup>2</sup>。源项调查数据显示场地地表面氡析出率与下部土壤中 <sup>226</sup>Ra 含量不同程度的超过管理限值。

对工业场地采用清挖回填治理方案,土层中 <sup>226</sup>Ra 含量按不高于 349Bq/kg 控制。彻底清挖工业场地的污染物(清挖深度见表 6.3-4),将全部污染物运至集中覆盖治理区集中治理,最后对原址进行平整,种草、植树以恢复植被,治理后达到无限制使用深度。

#### 6.3.4.5 污染(废弃)建(构)筑物治理方案

##### 1) 建(构)筑物拆除方案

建(构)筑物的拆除,主要采用的方法是机械拆除,对于个别混凝土体积大且较高的建(构)筑物以及大型设备基础等以爆破拆除为主,机械拆除为辅,人工进行清理。具体方案如下:

①对于原矿筒仓及栈桥,原矿输送场、磨矿分级厂房、搅拌浸出厂房等高大建(构)筑物,在高度和破坏能力上机械拆除难以做到,故采用爆破拆除的方式,为了缩小倒塌范围,降低塌落堆积高度以利于清运,采用定向倒塌和原地塌落相结合的爆破方案。

②对于高度矮,层数少的其它建(构)筑物,采用机械拆除方式,人工进行清理。

##### 2) 其它附属设施治理方案

###### (1) 挡土墙和围墙治理方案

拆除破损、污染的挡土墙和围墙,将全部污染物运至集中覆盖治理区集中治理,并对边坡防护的挡土墙进行修复。

###### (2) 水泥硬化地面治理方案

拆除水泥硬化地面，并将全部污染物运至集中覆盖治理区集中治理，最后对原址进行平整，种草、植树以恢复植被，治理后达到无限制使用深度。

### (3) 电线杆、溜槽、混凝土支架治理方案

本项目治理范围内还遗留电线杆 40 根、溜槽 1 个、混凝土支架 220 个，分别进行拆除解体后运往集中覆盖治理区进行处置。

#### 6.3.4.6 厂内道路治理方案

本项目共有厂内道路 7 条，总长度 3018m。

##### 1) C 段道路治理方案

彻底清挖场内道路上部土层（清挖 50cm），将清挖的全部污染物运至集中覆盖治理区集中填埋。考虑到今后退役设施长期监护的需要，退役治理后停车场东部三叉路口至集中覆盖治理区道路（800m）需要恢复其原有使用功能，故将清挖后的路槽回填，并铺筑 20cm 厚泥结碎石路面，治理后达到无限制开放使用深度。

##### 2) D 段、E 段、F 段、I 段、Y 段、Z 段道路治理方案

彻底清挖场内道路上部土层（原矿堆场场地内道路和油库内道路清挖 30cm，其余道路清挖 50cm），将清挖的全部污染物运至集中覆盖治理区集中治理，考虑到退役治理后不需要恢复其原有使用功能，故将清挖后的路槽回填土压实，并恢复植被，治理后达到无限制开放使用深度。

#### 6.3.4.7 污染设备、器材和管线治理方案

508 水冶厂关停后，遗留了大量的污染设备、器材和管线，其中污染设备、器材 678 台（套）、废旧管道 18748m（废金属管道 18038m、废 PVC 管 710m）。该部分设备和器材的主体均为金属材质，管道包括金属材质和非金属材质。

本项目考虑将金属材质的设备、器材和管道进行简单去污处理，使污染设备、器材和管线的 $\alpha$ 表面污染水平降低到  $25\text{Bq}/\text{cm}^2$ 、 $\beta$ 表面污染水平降低到  $40\text{Bq}/\text{cm}^2$ ，满足核工业铀矿冶放射性污染金属熔炼处理中心污染金属接收标准后送该厂进行熔炼回收金属。其中送往核工业铀矿冶放射性污染金属熔炼处理中心进行熔炼的金属材质的污染设备、器材重量合计为 2149t，金属材质的污染管线重量合计为 999.34t。非金属管线、设备运至集中覆盖治理区处

置。

#### 6.3.4.8 尾矿输送沿线隧道治理方案

尾矿输送管线沿线遗留一段隧道，长约 120m，断面形状为直径 2m 的拱形，防止人畜误入隧道造成不必要伤害，对隧道口进行封堵治理。

治理方案为采用两道毛石墙封堵的治理方案。在隧道口往里 2m 岩性较稳固处砌筑一道嵌入底板和两侧 0.2m 深的浆砌毛石墙、墙厚 1.2m；之后在隧道的另一出口往里约 2m 处采用同样的方法砌筑一道浆砌毛石墙，然后覆土掩埋隧道口，夯实并植被、种树。治理方案示意图见图 6.3-6。

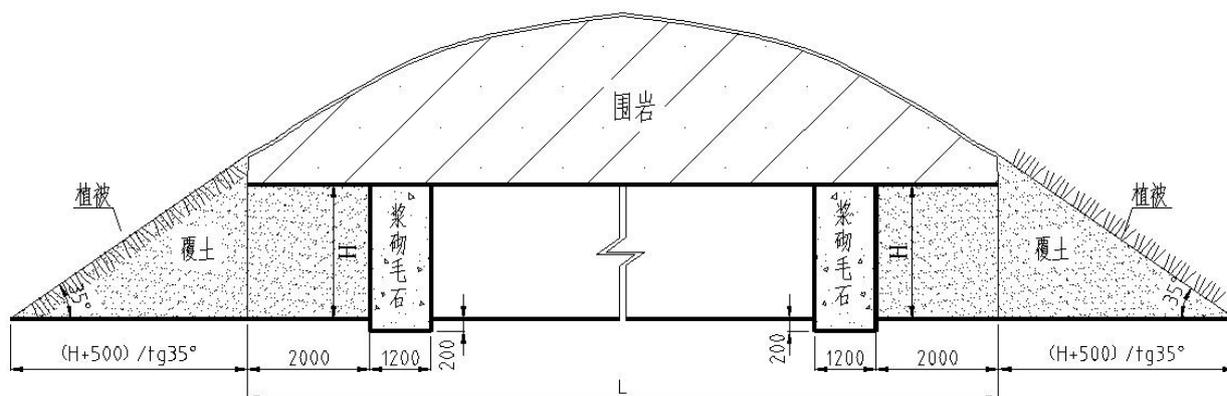


图 6.3-6 隧道口治理方案示意图

#### 6.3.4.9 排水沟及水塘治理方案

##### 1) 排水沟治理方案

本项目共有 3 条排水沟，总长度 3137m；其中 508-1 排水沟和 508-2 排水沟为浆砌片石排水沟，508-3 水沟为土质沟。

**508-1 排水沟治理方案：**人工清挖排水沟底泥，由于污染工业场地清挖治理后，场地标高比原场地标高降低，因此，需要拆除浆砌片石排水沟，将底泥及拆除砌体运至集中覆盖治理区进行集中处置。考虑厂区排雨水，退役治理后需要恢复排水沟 1200m。

**508-2 排水沟治理方案：**人工清挖排水沟底泥，并拆除浆砌片石排水沟，再将底泥及拆除砌体运至集中覆盖治理区进行集中处置。

**508-3 水沟（山间水沟）治理方案：**人工清挖水沟底泥，再将底泥运至集中覆盖治理区进行集中处置。

##### 2) 水塘治理方案

水塘采用的治理方案为：清除淤积底泥，并将底泥运至集中覆盖治理区集中处置。

#### 6.3.4.10 厂外运矿道路治理方案

本次共治厂外运矿道路 5 条，分别为木材厂至原矿堆场场地道路（A 段），长度 1459m；S246 至 A 段道路（B 段），长度 490m；剂量防护室至尾矿库废水处理设施（G 段），长度 2020m；G 段路口至尾矿输送隧道道路（L 段），长度 460m；G 段路口至尾矿库道路（H 段），长度 425m。A 段和 B 段道路为水泥路面，G 段、L 段和 H 段道路为泥结碎石路面。

##### 1) A 段、B 段厂外道路治理方案

刮除、清扫、冲洗水泥混凝土路面并通过监测挖除路边的残留废石，更换道路两侧路肩土，将清挖污染物运至集中覆盖治理区集中治理。

由于原矿堆场场地回填厚度与清挖深度不同，导致 A 段道路退役治理后起点与原矿堆场场地交接处有 1.65m 的高差，为避免产生安全隐患，对交接处作平坡处理，并设置封堵墙。

##### 2) G 段、L 段和 H 段厂外道路治理方案

彻底清挖厂外运矿道路的上部土层（G 段道路清挖 80cm，L 段和 H 段道路清挖 60cm），将清挖的全部污染物运至集中覆盖治理区集中治理，考虑到退役治理后恢复其原有使用功能，故将清挖后的路槽回填，并铺筑 20cm 厚泥结碎石路面，治理后达到无限制开放使用深度。

#### 6.3.4.11 尾矿输送管线沿线道路治理方案

彻底清挖尾矿输送管线沿线道路上部土层（清挖深度 60cm），将清挖的全部污染物运至集中覆盖治理区集中治理，考虑到退役治理后恢复其原有使用功能，故将清挖后的路槽回填，并铺筑 20cm 厚泥结碎石路面，治理后达到无限制开放使用深度。

#### 6.3.4.12 农田治理方案

本项目有 1 处农田，污染面积 2318m<sup>2</sup>。农田治理目标为控制表层土中 <sup>226</sup>Ra 核素含量，治理后达到无限制开放使用深度。采用清挖治理方案，清挖土层（清挖深度 80cm），将全部的污染物运至集中覆盖治理区集中治理，然

后对原址进行平整，种草、植树以恢复植被，治理后达到无限制使用治理深度。治理后原址不再作为农田使用。

### 6.3.5 退役终态

本项目实施后，原来各超过管理限值的源项均得到了不同程度的治理和处置，退役整治后的各源项将处于长期稳定的状态，从而使工程所在区域的环境质量得到较大程度的改善，也可以缓解当地居民因放射性污染而造成的社会不稳定因素。

1) 堆浸渣场、原矿堆场场地经清挖迁移、相对集中处置后，其原址场地土中镭含量可满足相应标准限值的要求，可达到无限制开放使用的深度。

2) 集中覆盖治理区经污染物填埋、覆土及植被、设置截（排）洪设施后，氡析出率降到了管理限值以下，并且保证了集中覆盖治理区的安全稳定性。为了确保集中覆盖治理区的覆盖层长期有效，采用土工网进行坡面防护，并恢复了植被。

3) 工业场地经清挖治理后，其原址场地土中镭含量可满足相应标准限值的要求，可达到无限制开放使用的深度，且消除了场地高差引起的安全隐患。

4) 厂外道路经清挖治理后，回填路槽并铺筑泥结碎石路面，恢复其原有使用功能。

5) 经清挖治理后，后对原址进行平整，种草、植树以恢复植被，治理后达到无限制使用深度。

#### 6) 水塘及排水沟

采用人工清挖淤积底泥，并拆除浆砌片石排水沟，再将底泥及拆除砌体运至集中覆盖治理区进行集中处置，原址达到无限制开放使用深度。

7) 污染（废弃）建（构）筑物经过拆除后集中治理，原址达到无限制开放使用深度。

8) 污染设备、器材和管线：将由非金属材质构成的管线全部拆除、分解后，运至集中覆盖治理区集中处置；将由金属材质构成的污染设备、器材和管线经简单去污后送核工业铀矿冶放射性污染金属熔炼处理中心进行熔炼回收金属，所有的遗留设备均得到有效的控制或处置。

9) 隧道得以严密的封堵，也避免了人畜误入而造成的意外伤害。

## 6.4 退役废物管理

本次退役治理工程源项主要为气体源项，包括原矿堆场、堆浸渣场以及工业场地，其排放主要污染物为  $^{222}\text{Rn}$  及其子体。排水沟、水塘经监测显示水未受到污染，在治理清挖前首先对排水沟、水塘进行疏干，避免了底泥清挖扰动造成的水污染，故本次退役治理工程不再考虑液态源项。

此外，本次退役治理工程产生的清挖污染土、拆除的设备管线等均送至相应的处置场所进行处置，不外排环境。

### 6.4.1 废气

#### 6.4.1.1 退役治理前废气排放

本项目退役治理前原矿堆存、堆浸渣场、工业场地等气态源项氡释放量计算公式见式 6.4-1。

$$F_{\text{Rn}}=S \cdot \delta \cdot t \cdots \cdots \cdots (6.4-1)$$

式中：

$F_{\text{Rn}}$ ——氡释放量，Bq/a；

$S$ ——场地或渣堆的裸露面积， $\text{m}^2$ ；

$\delta$ ——氡析出率， $\text{Bq}/(\text{m}^2 \cdot \text{s})$ ；由源项调查数据得到；

$t$ ——氡释放时间，取  $3.15 \times 10^7 \text{s}$ （一年）。

以式 6.4-1 计算的各气态源项氡释放量见表 6.4-1。

表 6.4-1 气态源项氡释放量一览表

序号	源项名称	源项编号	裸露面积 (m <sup>2</sup> )	氡析出率 Bq/(m <sup>2</sup> ·s)	氡释放量 Bq/a
1	原矿堆积场地	1 <sub>矿</sub>	16889	2.3	1.23E+12
2	堆浸渣场	1 <sub>堆</sub>	3392	2.99	3.20E+11
3	主要生产工业场地	1 <sub>场</sub>	45868	1.42	2.05E+12
4	辅助生产工业场地	2 <sub>场</sub>	43598	0.97	1.33E+12
5	四号厂房工业场地	3 <sub>场</sub>	37840	2.92	3.48E+12
6	锅炉房工业场地	4 <sub>场</sub>	18646	0.68	4.00E+11
7	硫酸氨水库工业场地	5 <sub>场</sub>	8334	0.70	1.84E+11
8	设备材料总库场地	6 <sub>场</sub>	18165	0.67	3.84E+11
9	水冶试验场地	7 <sub>场</sub>	7420	3.16	7.39E+11
10	停车场	8 <sub>场</sub>	6247	0.48	9.46E+10
11	油库场地	9 <sub>场</sub>	8646	0.63	1.72E+11

#### 6.4.1.2 施工过程中废气排放

本项目施工过程中的气态放射性流出物主要为原矿堆场、堆浸渣场、工业场地等不断释放的 <sup>222</sup>Rn 及子体，其次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。在治理过程中不会产生新的污染源项、扩大污染面积。因此，施工过程中 <sup>222</sup>Rn 的释放与治理前没有大的变化。施工期产生的放射性粉尘可以通过施工场地喷洒抑尘等措施得到有效控制。

#### 6.4.1.3 退役治理后废气排放

本项目原矿堆积场地、堆浸渣场及 9 块工业场地经治理后均达到无限制开发使用深度。退役治理后污染物排放源为废物集中覆盖治理区。治理后集中覆盖治理区裸露面积为 44688m<sup>2</sup>，氡析出率按管理限值 0.74Bq/(m<sup>2</sup>·s) 保守考虑；以此估算，退役治理后集中覆盖治理区的氡释放量为 1.043×10<sup>12</sup>Bq/a。

#### 6.4.2 固体废物

本次退役治理实施过程中产生固体废物的主要来源为场地清挖、建构筑物拆除、污染设备和器材拆除、水体底泥清挖等；在污染物表面去污过程中会产生少量的钢丝球、抹布等。各类固体废物产生量及最终处置去向见表 6.4-2。

表 6.4-2 退役治理固体废物产生量及去向

序号	固体废物来源	废物性质	产生量	废物去向
1	原矿堆场场地清挖	污染土	39530.4m <sup>3</sup>	运至集中覆盖治理区
2	堆浸渣场清挖	堆浸渣	19176m <sup>3</sup>	运至尾矿（渣）库
		污染土	3952.6m <sup>3</sup>	
3	工业场地清挖	污染土	171025m <sup>3</sup>	运至集中覆盖治理区
4	污染建（构）筑物拆除	建筑垃圾	110589m <sup>3</sup>	运至集中覆盖治理区
5	厂内道路清挖	废水泥及污染土	7732.4m <sup>3</sup>	运至集中覆盖治理区
6	污染设备、器材、管线拆除	金属	3148.34t	运至核工业铀矿冶放射性污染金属熔炼处理中心处理
7		PVC	1.36t	运至集中覆盖治理区
8	排水沟拆除及清挖	污染底泥	1064.4m <sup>3</sup>	运至集中覆盖治理区
9		砌体	3861.52 m <sup>3</sup>	运至集中覆盖治理区
10	水塘底泥清挖	污染底泥	3664.8m <sup>3</sup>	运至集中覆盖治理区
11	厂外道路清挖	碎石及污染土	8475m <sup>3</sup>	运至集中覆盖治理区
12	尾矿输送管线沿线道路清挖	污染土	2400m <sup>3</sup>	运至集中覆盖治理区
13	农田清挖	污染土	1854.4m <sup>3</sup>	运至集中覆盖治理区
14	污染设备、管线简单去污	废钢丝球、抹布	少量	运至集中覆盖治理区

此外，退役治理施工过程中，施工工人日常会产生一定量的生活垃圾，其产生量约为 15t/a。在施工场地周边及工人集中居住区设置临时收集点，将生活垃圾统一收集后定期送交环卫部门处理。

#### 6.4.3 废物最小化和集中处置

本项目在退役治理实施过程中，从管理和技术措施等方面采取多种方式，最大可能的减少废气、固体废物的产生并对退役治理过程中产生的固体废物集中处置。具体措施包括：

##### 1) 废物最小化措施

(1) 本项目对原矿堆场、堆浸渣场、工业场地清挖治理后废物集中处置，使其原址达到无限制开放使用退役治理深度，大大降低厂区的内氡气排放，并防止了各源项污染物由于人为或自然原因扩散。

清挖治理后产生的大部分固体废物在集中覆盖治理区内，按照重度污染物在下轻度污染物在上的原则，分层堆放、压实。全部污染物收纳完毕后，对集中覆盖治理区表面进行覆盖，由下至上依次为 0.3m 的粘土覆盖层，复合土工膜（两布一膜布 400g/m<sup>2</sup>，膜厚 1.5mm），0.3m 的砾石排水层，最后铺设 0.35m 的粘土覆盖层作为植被层，大大降低污染物的氢气释放量。堆浸场堆治理产生的堆浸渣及污染土运至尾矿（渣）库堆存，待尾矿（渣）库退役之时与库内其他废物一并处置。

（2）本项目针对金属设备/管线采用熔炼回收的方案，极大减少废旧设备流失的影响，同时也体现了废旧金属再利用价值，一定程度上减少固体废物产生量。

## 2) 废物的集中处置

本项目对原矿堆场、堆浸渣场、大部分遗留工业场地、农田、场内外道路、水体底泥等污染源项及污染物均采取了彻底清挖或去污的治理方式，治理后的场地、道路、农田等均达到无限制开放使用深度。清挖、去污后的废物统一运至集中覆盖治理区进行处置。

集中覆盖治理区底部先铺 0.3m 的粘土保护层、之上铺设复合土工膜（两布一膜，布 400g/m<sup>2</sup>，膜厚 1.5mm）、土工膜之上铺设 0.3m 的砾石保护层，确保处置的废物中的污染物不会随水向下扩散；集中覆盖治理区废物受纳完毕后顶部铺设粘土覆盖层、复合土工膜、砾石排水层以及黏土植被层，避免了雨水下渗导致造成的的污染物浸出、外流。

## 6.5 退役治理环境保护措施及其可行性论证

### 6.5.1 清挖治理环保措施可行性分析

本次退役治理过程中对原矿堆场、堆浸渣堆、工业场地、道路以及排水沟和水塘底泥等源项均采取清挖措施进行治理，各设施清挖深度 10cm~200cm 不等。施工过程中，通过对比各类设施或环境的标准管理限值和实际监测值，严格执行“边施工，边监测，监测指导施工”的原则，结合施工特点，分层清挖，并判断各类设施到达设计清挖深度后，其下部土层中 <sup>226</sup>Ra 比活度平均值均满足相应管理限值要求，如到达设计清挖深度后土层中 <sup>226</sup>Ra 比活度仍不满足管理限值要求的，继续向下清挖直至达标为止。该措施经同

类退役治理工程实施验证，成熟可靠，清挖后的场地均达到无限制开放使用深度，措施可行。

### 6.5.2 废物集中处置环保措施可行性分析

#### 1) 集中覆盖治理区选址可行性分析

根据《铀矿冶设施选址规定》(EJ/T1171-2004)、《铀矿冶辐射防护规定》(EJ993-2008)和《铀矿冶企业总图运输设计要求》(EJ/T20075-2014)，集中覆盖治理区宜选在水文地质条件相对简单，汇水面积小、出口易拦截的山谷中。

根据现场实地调查，3号工业场地较为符合废物集中处置的选址要求，且 $\gamma$ 辐射剂量率、土层中 $^{226}\text{Ra}$ 含量均较高，治理过程中产生的污染物量大，直接用于废物集中处置可以降低大量污染物搬运过程中的遗撒风险。5号工业场地正好与3号工业场地处于同一个山谷中，虽然 $\gamma$ 辐射剂量率处于环境本底值，但要满足堆存废物容量，其也要作为收纳场所。

此外，退役治理过程中共产生污染土 22.30 万  $\text{m}^3$ 、建筑垃圾 12.81 万  $\text{m}^3$ 。考虑到污染土和建筑物清挖、拆除异地堆存时的松散系数（污染土为 1.07；建筑垃圾为 1.5），则所有污染物的处置容量为 43.32 万  $\text{m}^3$ 。集中覆盖治理区总设计容量达到 44.27 万  $\text{m}^3$ ，可以满足退役治理产生的全部污染物的处置要求。

由此可见，3号、5号工业场地作为水冶厂退役治理污染物的集中收纳场所，体现了废物最小化理念，也避免了新征地问题，集中覆盖治理区的选址是可行的。

#### 2) 污染物集中处置可靠性分析

为保证污染物集中处置后不向外流失，污染不扩散，集中覆盖治理区采用专门的防渗、防水设计。

施工过程中首先将集中覆盖治理区所占场地的建（构）筑物拆除、场地清挖治理后的污染物在厂区内进行临时堆放，并对堆放区及污染物采取必要的防渗、苫盖措施，待覆盖治理区底部防渗系统做好后运回。集中覆盖治理区底部防渗层为：底部先铺 0.3m 的粘土保护层、之上铺设复合土工膜（两布一膜，布 400g/ $\text{m}^2$ ，膜厚 1.5mm）、土工膜之上铺设 0.3m 的砾石保护层。

采取以上防渗措施后，可以有效防止污染物下渗。

防渗措施铺设完成后，将污染物按照“污染较重的在下、污染较轻的在下”的原则，分层进行堆放并压实。污染物全部接收完毕后，在顶部铺设覆盖层，由下至上依次为 0.3m 的粘土覆盖层，复合土工膜（两布一膜布 400g/m<sup>2</sup>，膜厚 1.5mm），0.3m 的砾石排水层，最后铺设 0.35m 的粘土覆盖层作为植被层。顶部覆盖后可以有效防止污染物外流，同时也避免了雨水下渗造成的污染物浸出。

为稳固集中覆盖治理区边坡，在其坡脚砌筑拦渣墙，同时为防止雨水冲刷覆盖层，在其上部修砌截水沟，边坡采用土工网复合植被护坡进行防护。由于该堆场顶部平台面积较大，为防坡面水蚀，边坡顶部设置堡坎阻水。

综上，在采取以上措施后，可以防止集中覆盖治理区中的污染物外流，避免了环境的二次污染。因此，项目采取的污染物集中处置措施是可靠的。

### 3) 集中覆盖治理区长期稳定性分析

#### (1) 边坡稳定性分析

本项目集中覆盖治理区设计边坡坡率为 1:3，根据《铀矿冶企业总图运输设计要求》（EJ/T20075-2014），抗滑稳定安全系数为土体内摩擦角的正切值与坡角正切值之比（EJ/T20075-2014 规范第 8.4.5.1 条），采用与污染物堆场边坡内摩擦角（ $\Phi$ ）相应的边坡坡率，通过计算本污染物堆场抗滑稳定安全系数为 1.66。

按照《钢铁企业总图运输设计规范》（YBJ52-88）判断其整体稳定性：根据该规范第 3.5.4 条及其条文说明，国内外大量调研资料表明“废石场（排土场）高度 30m~200m，基底地面坡度在小于 24°的情况下，其稳定性良好”；“我国铁（公）路路基设计时，通常把地面横坡限制在 1:2.5 以下，作为区分陡坡路基进行个别设计的范围。这一坡度大体也是在 20°~24°，说明以地面坡度不超过 24°，作为评判土工构筑物（含废石场、排土场）是否可能发生整体下滑的界限是符合设计现状的”。在本工程中，集中覆盖治理区基底地面坡度为 3°，整体稳定性良好；集中覆盖治理区所在范围的山体无崩坍、滑坡、泥石流等不良地质现象。

综上所述，本工程集中覆盖治理区边坡稳定性是能够得到保证的。

#### (2) 上游客水冲刷稳定性分析

集中覆盖治理区外围均设置了浆砌片石截水沟，以此截流上游客水，可排泻重现期 100a 的设计暴雨洪水。排水沟断面考虑到上游冲下的悬浮物的泄洪能力影响，按规范设置有安全超高，排水沟断面为宽度 1m，深度 1m 的梯形沟，排水沟水流  $V=1.3\text{m/s}$ ，满足  $V_{\text{不淤}}=0.4\text{m/s}\leq V\leq V_{\text{允}}=3.0\text{m/s}$ 。

集中覆盖治理区属核工业退役设施，需要长期监管，特别是在雨季到来之前应及时加以维护。因此，在保持必要维护的基础上，本项目防洪安全是可以得到保障的。

### (3) 覆盖层防止水蚀措施分析

745 矿位于广东省仁化县长江镇境内，地处南岭山脉大庾岭南麓，矿区地貌形态表现为浑园状山峰、猪背形山脊，“V”形谷和小型山间盆地。地表植被发育，森林茂密，杂草丛生。矿区地处中亚热带南沿地区，属暖湿的亚热带季风气候。年平均降雨量 1715mm，年最大降水量 2185.3mm，降水量以 4 月~6 月最为集中。

根据中国土壤侵蚀类型图，本区为以水蚀为主的 III4 类型区。

在施工过程中的覆土阶段和植被护坡形成阶段，近乎裸露的土坡可能会因暴雨而出现水蚀、造成损失，因此，在治理施工时，在雨季采用草帘、土工布等材料及时对尚属幼期的植被层进行覆盖养生及防水蚀，这样能够促进植被护坡的形成，从而避免或减少水蚀。根据项目所在区域气候特点，该区植被生长速度快，植被成型后密度较高，可以有效的起到防止表面侵蚀的作用。

### 6.5.3 生态恢复效果可达性分析

本项目清挖、覆土等治理后采用当地优势草种和灌木，保证物种存活率，加之本项目所在地气候温和、降水丰沛，植被生长速度快，治理完成后的区域可以快速的被植被覆盖，使之与周围环境相融合；同时加强对退役治理设施的长期监护，退役后生态恢复效果可达。

土源地取土时，避免在暴雨季节进行土方开挖作业，避免水土流失。取土完成后，按照水土保持和土地复垦相关要求，对土源地进行植被恢复，以恢复土源地生态。此外，通过砌筑挡土墙、修建排水沟，以确保土源地边坡稳定。

## 7 退役治理前辐射环境影响评价

### 7.1 退役治理前源项

本次退役治理工程源项主要为气态源项，包含原矿堆场、堆浸渣场、各类工业场地、设备材料库、水冶试验场、停车场及油库等，源项类型均为面源；各源项排放的放射性污染物主要为  $^{222}\text{Rn}$ 。退役治理前源项见表 7.1-1。

表 7.1-1 退役治理前源项统计

序号	源项名称	源项编号	等效半径, m	氡析出率, Bq/(m <sup>2</sup> ·s)
1	原矿堆积场地	1 <sub>矿</sub>	73.34	2.30
2	堆浸渣场	1 <sub>堆</sub>	32.87	2.99
3	主要生产工业场地	1 <sub>场</sub>	120.86	1.42
4	辅助生产工业场地	2 <sub>场</sub>	117.83	0.97
5	四号厂房工业场地	3 <sub>场</sub>	109.78	2.92
6	锅炉房工业场地	4 <sub>场</sub>	77.06	0.68
7	硫酸氨水库工业场地	5 <sub>场</sub>	51.52	0.70
8	设备材料总库	6 <sub>场</sub>	76.06	0.67
9	水冶试验场地	7 <sub>场</sub>	48.61	3.16
10	停车场	8 <sub>场</sub>	44.60	0.48
11	油库场地	9 <sub>场</sub>	52.47	0.63

### 7.2 退役治理前辐射环境影响评价基本参数设置

#### 7.2.1 评价方法、评价中心与评价年份

本项目退役治理前辐射环境影响评价的基本指标是 508 水冶厂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。评价方法结合本项目的预测排放源项，采用模式计算，选择放射性核素在环境中迁移和剂量估算模式以及相应的计算参数，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。

本次预测为气态放射性流出物所致辐射环境影响，采用 UAIR-FINE 程序进行预测计算。

#### 7.2.2 照射途径、放射性核素

根据本项目各源项污染物排放特点，确定计算考虑的主要放射性核素为  $^{222}\text{Rn}$ ，评价气态途径主要考虑吸入内照射。

### 7.2.3 评价设置

#### 7.2.3.1 评价中心

本次评价，退役治理前预测选取氡释放量最大的四号厂房工业场地(3<sub>场</sub>)作为评价中心。

#### 7.2.3.2 评价子区及年龄组设置

本次评价以评价中心 20km 为半径，按照 1km、2km、3km、5km、10km、20km 划分同心圆，再将这些同心圆划分成 22.5°扇形段，以正北 N 向左右各划分 11.25°为起始段，共 96 个评价子区。各评价子区的人口数按年龄划分为四个组：婴儿组≤1，幼儿组 1~7 岁，少年组 8~17 岁，成人组>17 岁。

#### 7.2.3.3 评价年份

退役治理前的评价年份为退役治理实施前一年，即 2020 年。

#### 7.2.3.4 评价模式

本次退役过程中及退役治理后主要污染物为气态污染物。气态辐射环境影响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导则推荐的大气预测模式之一、美国 EPA 开发的扩散模式 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 1。

## 7.3 退役治理前各源项所致公众剂量估算与评价

### 7.3.1 环境敏感目标辐射影响

退役治理前气态源项所致 3km 范围内环境敏感目标核素浓度及公众剂量见表 7.3-1。

由表 7.3-1 可以看出，退役治理前气态源项对评价中心 3km 范围内各居民点中影响最大的是评价中心的 NW 方位、1.62km 处河口坝居民点，所有源项对河口坝空气中氡贡献浓度为 0.865Bq/m<sup>3</sup>，所致该居民点的最大个人剂量为 1.85×10<sup>-2</sup>mSv/a。

退役治理前各污染源项对河口坝剂量的贡献情况见表 7.3-2。由表可知，退役治理前，对河口坝敏感目标最大个人剂量贡献最大的源项是四号厂房工业场地(3<sub>场</sub>)，其贡献份额为该居民点个人剂量贡献值的 30.4%。

表 7.3-1 退役治理前气态源项所致评价中心 3km 内各居民点剂量及  $^{222}\text{Rn}$  浓度

序号	名称	方位	距离, km	$^{222}\text{Rn}$ 浓度, Bq/m <sup>3</sup>	个人剂量, mSv/a
1	晒茂	N	1.04	7.94E-01	1.70E-02
2	低坪	N	1.37	3.49E-01	7.47E-03
3	刘屋	N	2.87	1.33E-01	2.84E-03
4	庙湾	NNE	1.92	2.05E-01	4.38E-03
5	大村	NNE	2.51	1.52E-01	3.25E-03
6	黄竹头下	NE	1.91	2.39E-01	5.10E-03
7	杨梅坝	NE	2.98	9.48E-02	2.03E-03
8	马牯丘	ENE	2.57	8.10E-02	1.73E-03
9	黄溪水	SW	2.33	2.62E-01	5.61E-03
10	牛栏墩	WSW	1.74	6.03E-01	1.29E-02
11	良头	WNW	1.55	7.89E-01	1.69E-02
12	河口	WNW	1.80	6.03E-01	1.29E-02
13	莲河村	WNW	2.6	4.08E-01	8.73E-03
14	河口坝	NW	1.62	8.65E-01	<b>1.85E-02</b>

表 7.3-2 项目各源项对河口坝居民点影响贡献情况

序号	源项名称	贡献值 mSv/a	份额 %	序号	源项名称	贡献值 mSv/a	份额 %
1	原矿堆积场地	1.49E-03	8.06	7	硫酸氨水库工业场	2.50E-04	1.35
2	堆浸渣场	3.82E-04	2.07	8	设备材料总库	1.25E-03	6.76
3	主要生产工业场地	3.47E-03	18.8	9	水冶试验场地	1.21E-03	6.54
4	辅助生产工业场地	3.22E-03	17.4	10	停车场	3.77E-04	2.04
5	四号厂房工业场地	5.62E-03	<b>30.4</b>	11	油库场地	7.50E-04	4.05
6	锅炉房工业场地	4.77E-04	2.58				

### 7.3.2 各子区空气中氡浓度贡献值分布

退役治理前所有源项排放的气载流出物对各子区空气中氡浓度贡献值见表 7.3-3。

表 7.3-3 退役治理前气载流出物对各子区氡浓度贡献值 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
<sup>222</sup> Rn	N	2.30E+00	7.94E-01	1.33E-01	7.69E-02	2.19E-02	9.30E-04
	NNE	3.48E+00	2.05E-01	1.52E-01	8.05E-02	1.69E-02	3.04E-04
	NE	2.66E+01	2.39E-01	9.48E-02	8.21E-02	2.31E-02	3.92E-04
	ENE	1.68E+01	1.48E-01	8.10E-02	4.15E-02	1.11E-02	3.62E-04
	E	1.43E-01	3.36E-02	4.84E-02	7.04E-03	7.42E-04	3.70E-04
	ESE	7.92E-02	5.95E-02	8.37E-03	3.07E-03	6.28E-04	3.22E-04
	SE	1.11E-01	1.72E-02	3.69E-03	1.90E-03	7.46E-04	2.44E-04
	SSE	3.50E-01	1.31E-02	5.18E-03	2.65E-03	8.30E-04	2.32E-04
	S	6.41E-01	1.14E-01	3.67E-02	2.28E-03	5.80E-03	6.92E-04
	SSW	1.83E+00	2.92E-01	1.63E-01	6.62E-03	2.70E-02	5.15E-03
	SW	1.40E+00	4.66E-01	2.62E-01	5.58E-02	3.33E-02	8.62E-03
	WSW	2.08E+00	6.03E-01	2.92E-01	1.13E-01	3.68E-02	7.09E-03
	W	2.67E+00	1.15E+00	2.57E-01	6.88E-02	7.98E-03	1.30E-02
	WNW	5.88E+00	6.03E+00	4.08E-01	1.56E-01	4.35E-03	1.06E-02
	NW	8.73E+00	<b>8.65E-01</b>	3.44E-01	6.83E-02	9.31E-03	6.63E-03
	NNW	2.70E+00	6.77E-01	2.16E-01	2.64E-02	3.25E-03	8.52E-04

注：阴影部分为无人子区

从上表可以看到，在有人子区中，退役治理前气态放射性流出物所致空气中各核素最大贡献浓度出现在 NW 方位、1~2km 处，该子区地面空气中 <sup>222</sup>Rn 最大贡献浓度为 0.865Bq/m<sup>3</sup>。

在无人子区中，退役治理前气态放射性流出物所致空气中各核素最大贡献浓度出现在 NW 方位、0~1km 处，该子区地面空气中 <sup>222</sup>Rn 最大贡献浓度为 8.73Bq/m<sup>3</sup>。

### 7.3.3 各子区公众个人剂量

项目退役治理前气载放射性流出物所致各子区公众个人剂量见表 7.3-4。公众个人剂量等值线分布见图 7.3-1。

表 7.3-4 气载流出物所致各子区最大个人剂量 单位: mSv/a

方位	距离 (km)					
	0~1	1~2	2~3	3~5	5~10	10~20
N	4.91E-02	1.70E-02	2.84E-03	1.64E-03	4.68E-04	1.99E-05
NNE	7.44E-02	4.38E-03	3.25E-03	1.72E-03	3.62E-04	6.50E-06
NE	5.68E-01	5.10E-03	3.92E-03	1.75E-03	4.95E-04	8.38E-06
ENE	3.59E-01	3.15E-03	2.03E-03	8.88E-04	2.38E-04	7.74E-06
E	3.06E-03	7.17E-04	1.03E-03	1.50E-04	1.59E-05	7.91E-06
ESE	1.69E-03	1.27E-03	1.79E-04	6.57E-05	1.34E-05	6.88E-06
SE	2.37E-03	3.67E-04	7.90E-05	4.06E-05	1.59E-05	5.22E-06
SSE	7.48E-03	2.80E-04	1.11E-04	5.66E-05	1.77E-05	4.96E-06
S	1.37E-02	2.44E-03	7.84E-04	4.87E-05	1.24E-04	1.48E-05
SSW	3.91E-02	6.24E-03	3.48E-03	1.41E-04	5.77E-04	1.10E-04
SW	3.00E-02	9.96E-03	5.61E-03	1.19E-03	7.11E-04	1.84E-04
WSW	4.45E-02	1.29E-02	6.24E-03	2.42E-03	7.87E-04	1.51E-04
W	5.70E-02	2.46E-02	5.49E-03	1.47E-03	1.71E-04	2.77E-04
WNW	1.26E-01	1.69E-02	8.73E-03	3.34E-03	9.31E-05	2.27E-04
NW	1.87E-01	<b>1.85E-02</b>	7.34E-03	1.46E-03	1.99E-04	1.42E-04
NNW	5.78E-02	1.45E-02	4.61E-03	5.64E-04	6.94E-05	1.82E-05

从上表可以看到, 退役治理前本项目气态放射性流出物所致有人子区最大个人剂量出现在 NW 方位、1~2km 子区内, 该子区内最大个人剂量值为  $1.85 \times 10^{-2} \text{mSv/a}$ 。

退役治理前本项目气态放射性流出物所致无人子区最大个人剂量出现在 NW 方位、0~1km 子区内, 该子区内潜在照射最大个人剂量值为  $0.187 \text{mSv/a}$ 。

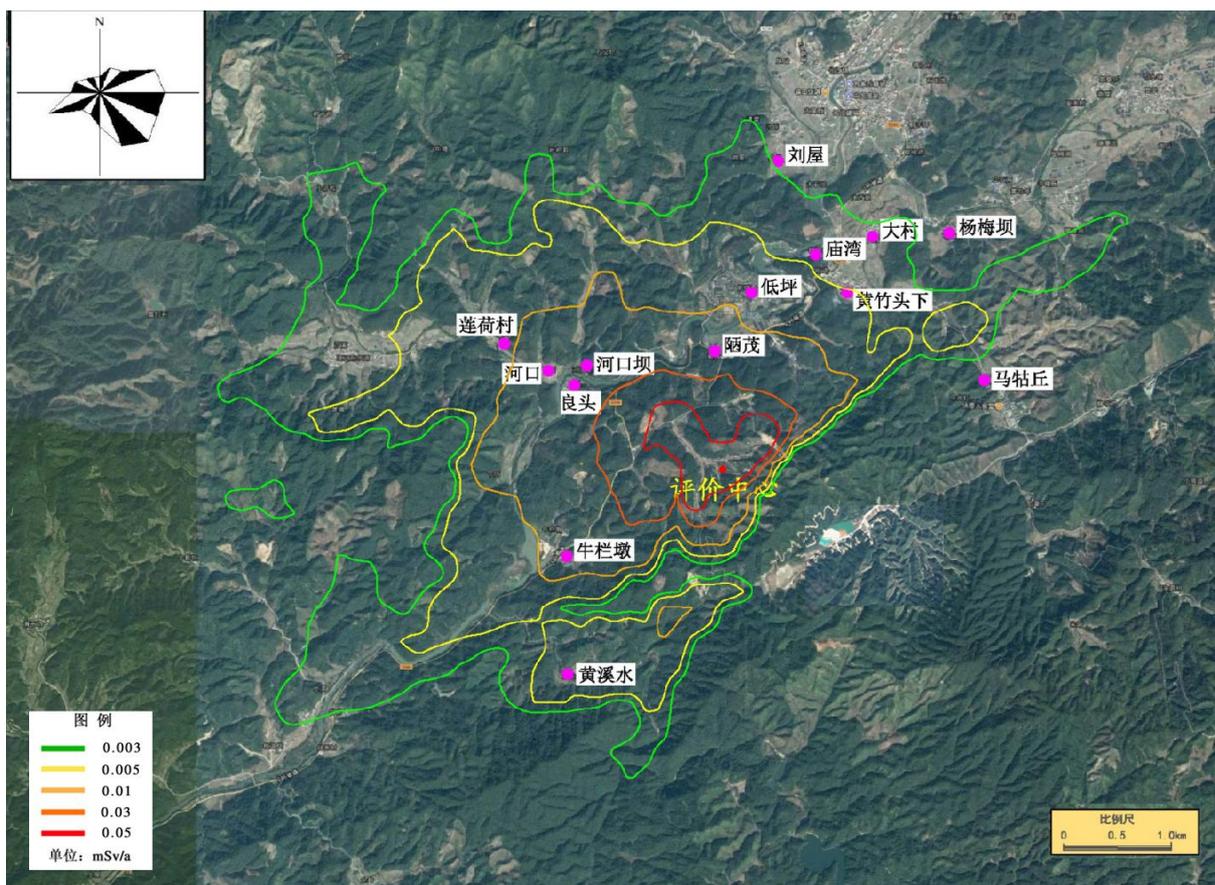


图 7.3-1 退役治理前剂量等值线分布

### 7.3.4 居民集体剂量

退役治理前本项目气载放射性流出物所致 20km 范围内集体有效剂量见表 7.3-5，从表中可以看出，退役治理前本项目气载放射性流出物对评价区域 20km 范围内居民产生的集体剂量为 0.053 人·Sv/a。

表 7.3-5 退役治理前气载流放射性出物所致 20km 内集体剂量

距离	0~1km	0~2km	0~3km	0~5km	0~10km	0~20km
20km 集体剂量 人·Sv/a	0	1.34E-02	1.85E-02	3.99E-02	4.74E-02	5.30E-02
份额，%	0	25.35	34.89	75.29	89.31	100.00

## 7.4 退役治理前非放射性环境影响分析

508 水冶厂自 2003 年停产后，所有设备、设施均处于停止运行状态。停产后至今，没有生产废水、工艺废气、固体废物及噪声排放，未对周边非放射环境产生明显的影响。

## 8 退役治理实施过程环境影响分析

### 8.1 退役治理过程中的辐射环境影响分析

本项目施工过程中的主要工作包括工业场地、堆浸渣堆、道路及污染土的清挖、运输、回填，以及污染构筑物、设备、管线的拆除及运输等。

施工过程中的环境危害因素主要是原矿堆场、堆浸渣场以及工业场地表面析出的  $^{222}\text{Rn}$ ，经大气扩散至周边居民点，造成居民吸入内照射的危害；其次施工过程中，地面的开挖、回填增加了地表的扰动，使空气中粉尘在施工场地附近略有增加。

本项目建设周期为 45 个月，现场施工过程约 32 个月，退役治理实施过程产生的辐射环境影响是暂时的，随着施工结束其影响会慢慢消失。

#### 8.1.1 源项分析

##### 8.1.1.1 气态源项分析

###### 1) 氡的释放

本项目退役治理实施过程中主要氡释放源为原矿堆场、堆浸渣堆、工业场地等。本项目原矿堆场、堆浸渣堆、工业场地等均采用清挖治理方案，清挖污染物回填至集中覆盖治理区集中覆盖、堆存处置。随着退役治理工程的开展，氡释放面积逐渐减小，氡释放强度逐渐降低。

###### 2) 粉尘

原矿堆场、堆浸渣堆、工业场地清挖过程中，由于人为扰动和自然风的驱使，可能会产生扬尘；在风速较大的情况下，扬尘较容易在弥散在空气中。因此，要避免在大风天气进行施工，同时采取施工洒水措施来抑制扬尘的产生，可以有效避免扬尘向周边环境扩散，因此退役治理过程对周边公众的辐射影响较退役治理前变化不大。

##### 8.1.1.2 液态源项

施工过程中，不额外排放放射性废水，不增加新的放射性源项。

#### 8.1.2 退役治理过程中公众辐射影响分析

在退役治理工程施工开始后，本项目产生的气态源项与治理前变化不大，且不新增液态源项，因此，退役治理过程中气态源项对公众的影响与退役治理前相比基本处于同一水平。随着施工过程的逐渐进行，各气态源项得到治

理，源强逐渐降低，对周边居民的辐射影响也将逐渐降低。

### 8.1.3 退役治理过程中的辐射防护措施

- 1) 清挖、回填施工现场，应不定时洒水降尘，以减少扬尘污染环境。
- 2) 合理安排施工进度，在风速较大时尽量不要进行尾渣堆、工业场地以及污染土的开挖、倒运工作。
- 3) 施工人员进行尾渣的挖运、污染土挖运等操作时，要注意不要将放射性废物遗漏在原址或洒落在运输沿途，造成污染面积扩大或处置不彻底。
- 4) 清挖、搬运操作结束后，及时对工作场所、运输道路及周围环境进行放射性监测，发现异常及时采取治理措施。
- 5) 合理选择废物运输路线，对施工便道进行不定期的维护，发现路面出现坑洼不平等情况时，及时进行补修，以减少运输过程中的撒漏。
- 6) 运输车辆中配置洒落清扫工具，在运输过程中如发现放射性废物洒落及时由专人对洒落污染物进行清理，对周围路面进行清扫。

## 8.2 退役治理过程中非放射性环境影响分析

### 8.2.1 施工期大气环境影响分析

#### 1) 施工期扬尘的产生

集中覆盖治理区内施工产生的扬尘本项目施工期主要的大气污染物。主要产尘环节为废物、覆土在集中覆盖治理区内卸车。

根据李爱贞等编著的《环境影响评价实用技术指南》(第二版)，自卸汽车的卸料起尘经验公式为：

$$Q = e^{0.61U} \frac{M}{13.5} \quad (\text{式 } 8.2-1)$$

式中：

Q—起尘浓度，g/s；

U—平均风速，m/s，取 2017 年平均风速，1.6m/s；

M—工程运输车辆单车装载量，取 10t。

以此计算，单次卸车产尘量为 1.96g/次，卸车过程中采取喷洒抑尘的措施后粉尘排放降低 80%，即 0.392g/次。根据本项目废物、覆土量以及施工期限计算小时卸车次数约为 14 次；以此计算，卸车扬尘产生量为 1.52mg/s。

## 2) 施工扬尘的治理措施

为有效降低施工期扬尘的产生，需采取以下措施：

- (1) 在施工场地安排专人定期对施工场地进行洒水，以减少扬尘量；
- (2) 遇有大风天气预报或市政府发布空气质量预警时，应停止土方施工作业；
- (3) 沙、石、土方等散体材料需覆盖；施工场地内装卸、搬运物料应遮盖或洒水；
- (4) 物料运输需采取苫布覆盖等必要的遮盖防尘措施，避免沿途遗洒；
- (5) 建筑垃圾集中、分类堆放，严密遮盖，及时处理、清运干净。
- (6) 提高管理水平，加强现场施工管理。

## 3) 施工扬尘环境影响评价

本项目考虑集中覆盖治理区内最大作业面积为  $1000\text{m}^2$ 。采用导则推荐的 AERSCREEN 估算模式进行评价等级的确定。计算结果见表 8.2-1。由表可知，本项目 TSP 的  $P_{\max}$  为 4.07%，大于 1%，小于 10%，出现在 28m 处，故本项目大气环境影响评价的工作等级定为二级，评价范围为 5km。

由估算结果可以看出，施工期扬尘排放可以满足《大气污染物排放限值》（DB44/27-2001）表 2 中无组织排放监控浓度限值中规定的小于  $1.0\text{mg}/\text{m}^3$  的浓度限值要求。距离施工场地最近为 1040m 处的陋茂村处的落地浓度为  $1.18\mu\text{g}/\text{m}^3$ 。本项目施工期大气环境影响可以接受。

表 8.2-1 施工场地 5km 范围内 TSP 浓度贡献值

距离(m)	TSP	
	浓度( $\mu\text{g}/\text{m}^3$ )	占标率 (%)
10	22.84	2.54
28	36.63	4.07
50	34.94	3.88
100	21.45	2.38
200	9.94	1.10
300	6.67	6.00
500	3.10	0.34
1000	1.24	0.14
1040 (陋茂)	1.18	0.13
2000	0.49	0.054
3000	0.28	0.031
4000	0.19	0.021
5000	0.14	0.016

## 8.2.2 施工期声环境影响分析

### 8.2.2.1 施工期噪声的产生

施工期间噪声的主要来源为施工机械，如破拆设备、挖掘机、推土机等运行噪声，主要噪声源为挖掘机、推土机、破拆设备等，单体设备声源声级不超过 95dB (A)。

### 8.2.2.2 施工噪声的防治

- 1) 在施工机械的选择上，选择低噪设备。
  - 2) 加强对设备的检查和维护，减小由于设备部件之间的不正常碰撞产生的噪声。
  - 3) 加强施工现场管理，如无特殊工艺需要，避免夜间施工。
- 在采取以上措施后，经过空气的吸收及距离衰减，噪声大大降低。

### 8.2.2.3 施工噪声影响预测与分析

#### 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。该软件以《环境影响评价技术导则声环境》

(HJ2.4-2009) 中的噪声预测模式要求编制, 适用于噪声领域的各个级别的评价。

## 2) 预测情景

考虑施工期最大噪声影响情景为厂区内建筑物拆除、地面清挖以及集中覆盖治理区施工同时进行。

预测情景声源位置、数量及单价噪声见表 8.2-2。

表 8.2-2 预测噪声源概况

序号	噪声源名称	数量	最大单机噪声级 dB(A)	作业(运行)位置
1	挖掘机	1	90	1 号工业场地处的生产 厂房
2	破拆设备	1	95	
3	挖掘机	1	90	原矿堆场
4	推土机	2	90	集中覆盖治理区

根据 508 水冶厂区周边地形特点, 考虑矿区周围山体对噪声的阻隔作用。厂区内道路和场地均为坚实地面, 在噪声传播过程中起到地面衰减的作用。根据以上内容通过 BREEZE NOISE 软件进行模型构建、噪声源设置和场景设置, 进行噪声影响预测和评价。

## 2) 预测结果分析

施工噪声对退役施工场界处噪声贡献见表 8.2-3, 施工期噪声源对施工场界处贡献值较低, 施工期场界噪声可以满足《建筑施工场界噪声排放标准》(GB12523-2011) 的相关标准要求。

表 8.2-3 施工场界噪声贡献值 单位: dB (A)

预测结果	东厂界	南厂界	西厂界	北厂界
贡献值	45.7	43.1	35.1	45.0
执行标准	《建筑施工场界噪声排放标准》(GB12348-2008), 昼间 70dB (A)			
达标情况	达标	达标	达标	达标

距离 508 水冶厂退役施工场界最近的居民点为陋茂村, 两者相距 1.05km。根据计算, 在仅考虑距离衰减的情况下, 本项目施工其最大产噪设备对该处的噪声贡献值为 23.3dB(A)。参照与之相邻的韩家堡子监测数据, 该居民点连续两日的昼间噪声监测值分别为 46.3dB (A) 和 46.8dB (A), 叠加噪声贡献值后, 可以满足《声环境质量标准》(GB3096-2008) 中 2 类标准要求。

施工期噪声影响等值线分布情况见图 8.2-1。

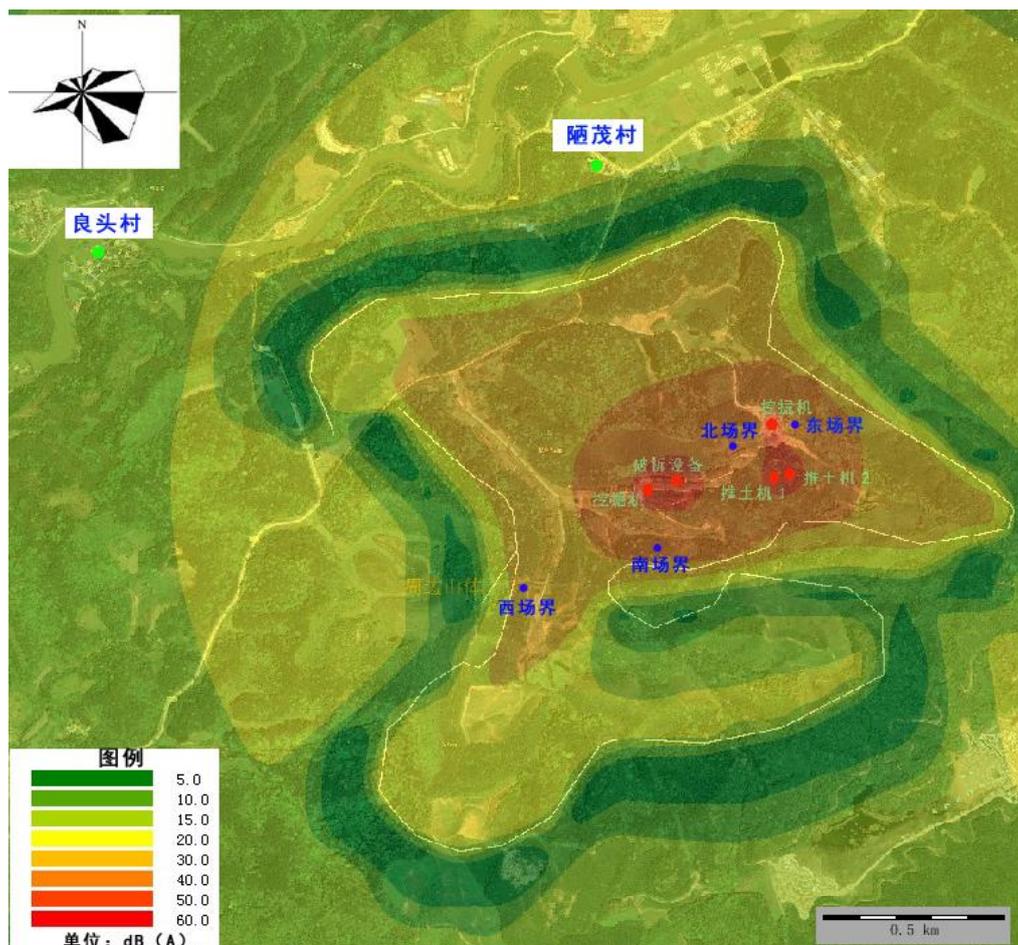


图 8.2-1 本项目噪声影响等值线图

### 8.2.3 施工期固体废物环境影响分析

#### 8.2.3.1 固体废物的产生

施工期产生的固体废物主要是拆除的建筑垃圾、废旧设备、管材以及表面去污产生的固体废物等。各类固体废物产生量统计如下：

- 1) 建筑垃圾：共拆除建构筑物 48014m<sup>2</sup>，产生建筑垃圾 110589m<sup>3</sup>；
- 2) 清挖尾渣：清挖堆浸渣量 19176m<sup>3</sup>；
- 3) 清挖污染土：原矿堆存清挖污染土 39530.4m<sup>3</sup>，堆浸渣堆超挖污染土 3952.6m<sup>3</sup>，污染工业场地清挖污染土 173453m<sup>3</sup>，污染道路清挖污染土 16448.4m<sup>3</sup>，污染农田清挖污染土 1854.4m<sup>3</sup>；
- 4) 排水沟、水塘清挖底泥：共清挖底泥 1064.4m<sup>3</sup>；
- 5) 废旧设备及管线：污染设备 2149.27t，污染管线 1000.7t（其中 PVC 管 1.36t）；
- 6) 其他固体废物：污染物表面去污过程会产生少量的钢丝球、抹布等固

体废物；施工过程中会产生一定量的生活垃圾。

#### 8.2.3.2 固体废物的处置

本次退役治理工程，清挖产生的建筑垃圾、污染土、底泥、PVC 管线以及清污产生的少量钢丝球、抹布等均运至集中覆盖治理区集中填埋处置；堆浸渣场清挖产生的尾渣运至尾矿（渣）库集中处置；废金属设备和管线去污后运至核工业铀矿冶放射性污染金属熔炼处理中心进行熔炼回收金属；施工过程中产生生活垃圾在施工场地周边设收集点，定期由环卫部门外运处置。

由以上分析可以看出，本项目施工过程中产生的各类固体废物均得到了妥善的处置，不会对周边环境产生影响。

#### 8.2.4 施工期水环境影响分析

##### 8.2.4.1 施工期废水的产生

施工期废水主要包括施工废水以及施工人员的生活污水。

##### 1) 施工废水

施工期生产废水主要包括设备冲洗废水和水泥养护排水，水中污染物主要为悬浮物、泥沙等，产生量较少。

##### 2) 生活污水

施工期生活废水主要来自于施工工作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 和氨氮，其含量分别为 250mg/L、150mg/L 和 30mg/L。

##### 8.2.4.2 施工期废水的处置及环境影响分析

施工期间，使用简易废水收集系统，对施工废水进行处理。根据废水的不同来源及性质，对施工期的生产和生活废水分别进行收集。

##### 1) 生产废水的处理

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，回用于场地喷洒降尘。

##### 2) 生活废水的处理

退役治理过程，在施工场地建设旱厕，进行统一收集和处理，达标后外排，不会对周围环境产生明显影响。

此外，对施工期用水量进行控制，在保证正常生产和生活的情况下，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外排，不会对周边水环境造成影响。

## 8.2.5 施工期生态影响分析

### 8.2.5.1 项目周边生态影响

项目施工期生态影响主要表现为对土地的占用以及由此造成的植被破坏。本项目为退役治理项目，不新增永久占地，因此项目的实施不会对周边生态环境造成明显的影响。

本项目原矿堆场、堆浸渣场、工业场地等均采取清挖治理方案，清挖污染物均运至集中覆盖治理区处置。清挖后的场地及其中覆盖治理区均进行覆土并恢复植被。本项目退役治理后源项植被恢复情况见表 8.2-3。由表中数据可以看出，本项目实施后，共种草 22.54 万  $m^2$ ，植树 5.64 万棵。本项目植树种草均选用当地品种，不会造成外来植物的入侵。通过植树种草有效恢复了矿区生态环境，具有较好的生态正效益。

表 8.2-3 项目植被恢复情况

工程名称	植被恢复措施	植被恢复量
原矿堆场治理	场地种草	16889 $m^2$
	场地植树	4222 棵
堆浸渣场治理	场地种草	3392 $m^2$
	场地植树	848 棵
工业场地治理	地面种草	163560 $m^2$
	地面植树	40890 棵
尾矿输送沿线隧道治理	地面种草	69.7 $m^2$
	地面植树	18 棵
集中覆盖治理区	地面种草	41492.56 $m^2$
	地面植树	10373 棵

### 8.2.5.2 土源地生态影响

本项目土源地为油库（9<sub>场</sub>）周边山坡，项目取土共涉及 27715 $m^2$ ，取土总量 140528 $m^3$ 。项目取土过程中，需避免在暴雨季节进行土方开挖作业，避免水土流失。项目取土结束后，立即对取土场地进行场地平整，并恢复植被；植被恢复采取种植当地草种和树种的方式，种草 27715 $m^2$ ，植树 6929 棵。此

外，为保证土源地的边坡稳定，避免取土后因降雨发生水土流失，在土源地边坡砌筑挡墙 450m，修筑排水沟 550m，并铺土工网护坡 27715m<sup>2</sup>。通过土源地植被恢复，可以有效避免取土带来的植被破坏，降低取土对土源地的生态的影响。因此，在采取有效的植被恢复措施后，退役治理工程取土对取土地生态环境及植被影响是暂时，随着植被恢复的进行此影响可以得到有效的缓解。

## 9 退役治理后环境影响评价

### 9.1 退役治理后源项分析

本项目退役治理后源项为集中覆盖治理区。经覆盖治理后集中覆盖治理区表面氡析出率按  $0.74\text{Bq}/(\text{m}^2\cdot\text{s})$  考虑；集中覆盖治理区总面积  $40715\text{m}^2$ ，氡释放量为  $9.50\times 10^{11}\text{Bq/a}$ 。

### 9.2 退役治理后环境影响评价

#### 9.2.1 评价基本参数

本次退役治理工程，选用治理前 3<sub>场</sub>、5<sub>场</sub> 所在位置为集中覆盖治理区，为便于对退役治理前后环境影响进行比较，仍选取原 3<sub>场</sub> 中心为评价中心，以此计算周围居民的最大个人有效剂量和半径 20km 范围内的集体有效剂量。

评价方法与退役治理前的方法一致，结合本项目的预测排放源项，采用 UAIR-FINE 模式进行计算。

退役治理后的评价年份为退役治理施工完成后第一年，即 2025 年。

#### 9.2.2 环境影响途径、放射性核素

本项目退役治理完成后考虑的主要放射性核素为  $^{222}\text{Rn}$ ，评价主要考虑气载途径的吸入内照射。

#### 9.2.3 剂量估算

##### 9.2.3.1 环境敏感目标环境影响

退役治理后气态源项所致 3km 范围内环境敏感目标核素浓度及公众剂量见表 9.2-1。

由表 9.2-1 可以看出，退役治理后气态源项（集中覆盖治理区）对评价中心 3km 范围内各居民点中影响最大的是评价中心的 NW 方位、1.62km 处的河口坝居民点，集中覆盖治理区排放的  $^{222}\text{Rn}$  对该居民点空气中  $^{222}\text{Rn}$  贡献浓度为  $7.21\times 10^{-2}\text{Bq}/\text{m}^3$ ，所致该居民点的最大个人剂量为  $1.54\times 10^{-3}\text{mSv/a}$ 。

表 7.3-1 退役治理后气态源项所致评价中心 3km 内各居民点剂量及  $^{222}\text{Rn}$  浓度

序号	名称	方位	距离, km	$^{222}\text{Rn}$ 浓度, Bq/m <sup>3</sup>	个人剂量, mSv/a
1	晒茂	N	1.04	5.75E-02	1.23E-03
2	低坪	N	1.37	3.10E-02	6.62E-04
3	刘屋	N	2.87	1.09E-02	2.33E-04
4	庙湾	NNE	1.92	1.80E-02	3.85E-04
5	大村	NNE	2.51	1.39E-02	2.97E-04
6	黄竹头下	NE	1.91	2.22E-02	4.75E-04
7	杨梅坝	NE	2.98	8.02E-03	1.71E-04
8	马牯丘	ENE	2.57	7.68E-03	1.64E-04
9	黄溪水	SW	2.33	2.53E-02	5.42E-04
10	牛栏墩	WSW	1.74	6.34E-02	1.36E-03
11	良头	WNW	1.55	6.55E-02	1.40E-03
12	河口	WNW	1.80	5.11E-02	1.09E-03
13	莲河村	WNW	2.6	3.50E-02	7.49E-04
14	河口坝	NW	1.62	7.21E-02	<b>1.54E-03</b>

### 9.2.3.2 各子区空气中氡浓度贡献值

退役治理终态气态源项对各子区空气中氡浓度贡献值见表 9.2-2。由表中数据可以看出，退役治理终态气载流出物对有人子区氡浓度最大贡献值出现在 WNW 方向、1~2km 子区，其贡献值为 0.0885Bq/m<sup>3</sup>；退役治理终态气载流出物对无人子区氡浓度最大贡献值出现在 NW 方向、0~1km 子区，其贡献值为 0.398Bq/m<sup>3</sup>。

### 9.2.3.3 各子区公众个人剂量

项目退役治理终态气载放射性流出物所致各子区公众个人剂量见表 9.2-3。退役治理终态公众个人剂量等值线分布见图 9.2-1。

从表中数据可以看出，退役治理终态气态放射性流出物所致有人子区最大个人剂量出现在 NW 方位、1~2km 子区内，该子区内最大个人剂量值为  $1.54 \times 10^{-3} \text{mSv/a}$ 。退役治理终态气态放射性流出物所致无人子区最大个人剂量出现在 NW 方位、0~1km 子区内，该子区内潜在照射最大个人剂量值为  $8.5 \times 10^{-3} \text{mSv/a}$ 。

表 9.2-2 退役治理终态气载流出物对各子区氡浓度贡献值 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
<sup>222</sup> Rn	N	1.53E-01	5.75E-02	1.09E-02	7.10E-03	1.94E-03	8.20E-05
	NNE	1.22E-01	1.80E-02	1.39E-02	7.12E-03	1.51E-03	2.60E-05
	NE	9.87E-02	2.22E-02	8.02E-03	7.01E-03	2.00E-03	3.60E-05
	ENE	6.95E-02	1.11E-02	7.68E-03	3.66E-03	9.32E-04	3.60E-05
	E	1.12E-02	2.81E-03	4.35E-03	6.40E-04	6.80E-05	3.60E-05
	ESE	9.03E-03	4.93E-03	7.94E-04	3.00E-04	6.20E-05	3.20E-05
	SE	9.79E-03	1.57E-03	3.62E-04	1.84E-04	7.20E-05	2.60E-05
	SSE	2.23E-02	1.17E-03	4.40E-04	2.40E-04	7.80E-05	2.20E-05
	S	5.21E-02	1.04E-02	3.51E-03	2.08E-04	5.16E-04	5.20E-05
	SSW	2.22E-01	3.17E-02	1.62E-02	5.06E-04	2.41E-03	4.62E-04
	SW	1.48E-01	4.43E-02	2.53E-02	5.30E-03	3.11E-03	8.06E-04
	WSW	2.04E-01	6.34E-02	2.68E-02	1.02E-02	3.34E-03	6.58E-04
	W	2.74E-01	1.13E-01	2.48E-02	5.81E-03	7.00E-04	1.16E-03
	WNW	2.76E-01	6.55E-02	3.50E-02	1.38E-02	3.68E-04	9.30E-04
	NW	3.98E-01	<b>7.21E-02</b>	2.93E-02	5.91E-03	8.20E-04	6.06E-04
NNW	1.90E-01	5.29E-02	1.74E-02	1.75E-03	2.62E-04	7.40E-05	

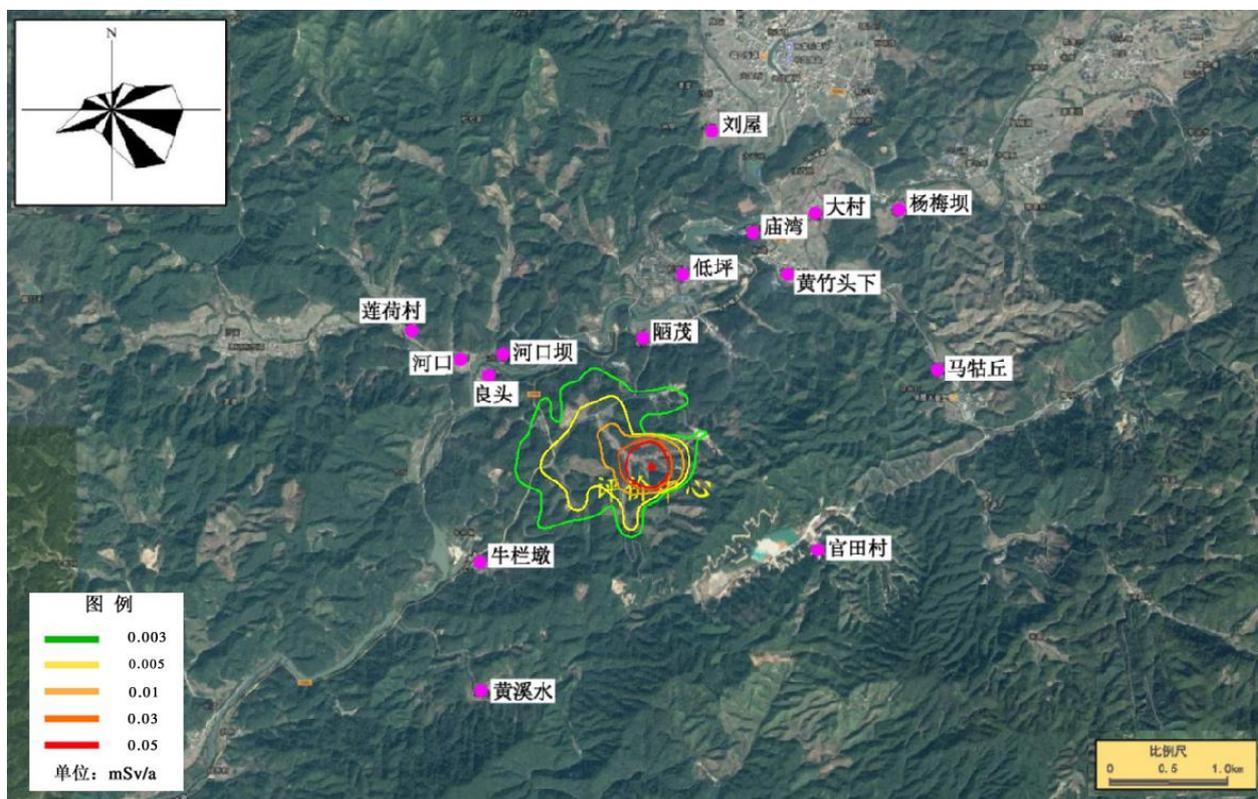


图 9.2-1 退役治理后剂量分布情况

表 9.2-3 退役治理终态气载流出物所致各子区最大个人剂量 单位: mSv/a

方位	距离 (km)					
	0~1	1~2	2~3	3~5	5~10	10~20
N	3.27E-03	1.23E-03	2.33E-04	1.52E-04	4.14E-05	1.75E-06
NNE	2.60E-03	3.85E-04	2.97E-04	1.52E-04	3.22E-05	5.56E-07
NE	2.11E-03	4.75E-04	1.71E-04	1.50E-04	4.27E-05	7.69E-07
ENE	1.48E-03	2.38E-04	1.64E-04	7.83E-05	1.99E-05	7.69E-07
E	2.39E-04	6.01E-05	9.29E-05	1.37E-05	1.45E-06	7.69E-07
ESE	1.93E-04	1.05E-04	1.70E-05	6.41E-06	1.33E-06	6.84E-07
SE	2.09E-04	3.36E-05	7.74E-06	3.93E-06	1.54E-06	5.56E-07
SSE	4.77E-04	2.50E-05	9.40E-06	5.13E-06	1.67E-06	4.70E-07
S	1.11E-03	2.23E-04	7.50E-05	4.45E-06	1.10E-05	1.11E-06
SSW	4.75E-03	6.77E-04	3.47E-04	1.08E-05	5.15E-05	9.87E-06
SW	3.17E-03	9.47E-04	5.42E-04	1.13E-04	6.64E-05	1.72E-05
WSW	4.36E-03	1.36E-03	5.72E-04	2.19E-04	7.13E-05	1.41E-05
W	5.85E-03	2.42E-03	5.29E-04	1.24E-04	1.50E-05	2.47E-05
WNW	5.91E-03	1.40E-03	7.49E-04	2.95E-04	7.87E-06	1.99E-05
NW	8.50E-03	<b>1.54E-03</b>	6.27E-04	1.26E-04	1.75E-05	1.30E-05
NNW	4.07E-03	1.13E-03	3.72E-04	3.74E-05	5.60E-06	1.58E-06

#### 9.2.3.4 集体剂量

退役治理后本项目气载放射性流出物所致 20km 范围内集体有效剂量见表 9.2-5, 从表中可以看出, 退役治理后本项目放射性流出物对评价区域 20km 范围内居民产生的集体剂量为  $4.91 \times 10^{-3}$  人·Sv/a。

表 9.2-5 退役治理后气载流放射性出物所致集体剂量

距离	0~1km	0~2km	0~3km	0~5km	0~10km	0~20km
20km 集体剂量 人·Sv/a	0	1.27E-03	1.73E-03	3.69E-03	4.38E-03	4.91E-03
份额, %	0	25.98	35.35	75.27	89.22	100

#### 9.2.4 退役治理后地下水影响分析

745 矿退役治理工程将各污染源项设施均进行了有效地退役治理, 设施退役治理产生的污染物, 除堆浸渣及下部污染土送至尾矿库处置外的大部分污染物集中于集中覆盖治理区进行集中处置。因此, 退役治理后可能涉及到对地下水环境影响的源项设施为集中覆盖治理区。

集中覆盖治理区采取底部防渗+顶部覆盖的地下水防护措施, 其中, 覆盖

区底部防渗结构为：先铺设 0.3m 的粘土保护层，之上铺设复合土工膜（两布一膜，布 400g/m<sup>2</sup>，膜厚 1.5mm），土工膜之上铺设 0.3m 的砾石保护层。然后将污染物分层堆放回填，并压实。顶部覆盖层结构为：先铺设 0.3m 的粘土覆盖层，之上铺设复合土工膜（两布一膜布 400g/m<sup>2</sup>，膜厚 1.5mm），土工膜之上铺设 0.3m 的砾石排水层，以及 0.35m 的粘土覆盖层作为植被层。此外，为防止雨水冲刷覆盖层，在其上部修砌截水沟，边坡顶部设置堡坎阻水。

由此可见，在采取了上述措施后，可以有效的防止外来水对集中覆盖治理区内部污染物的淋滤，集中覆盖治理区内堆存的污染物不会对周边地下水环境产生影响。参照《环境影响评价技术导则 地下水环境》（HJ610-2016），已依据相关标准设计地下水污染防治措施的建设项目，可不进行正常工况情境下的预测；防渗系统破损情况下的非正常工况预测见“10 事故环境影响分析”章节。

### 9.3 退役治理前后环境影响

退役治理前 508 水冶厂内外共有各类污染地块总面积 248834m<sup>2</sup>；退役治理后仅保集中覆盖治理区一处，面积 40715m<sup>2</sup>；退役治理工程共使 208119m<sup>2</sup> 土地达到无限制使用退役治理深度，占退役治理前污染地块总面积的 83.64%。此外，退役治理工程共种草 22.54 万 m<sup>2</sup>，植树 5.64 万棵，对恢复 508 厂所在地的生态环境起到了积极的作用。

从辐射环境影响角度看，退役治理前 508 水冶厂所源项氡释放量为  $9.14 \times 10^{12}$ Bq/a，退役治理后氡释放量降至  $9.57 \times 10^{11}$ Bq/a，为退役治理前的 10.47%；退役治理后 508 水冶厂设施对周边居民点造成的最大个人剂量从 0.0185mSv/a 降至 0.00154mSv/a，退役治理后最大个人剂量为退役治理前的 8.32%；退役治理后，20km 范围内居民集体剂量由 0.053 人·Sv/a 降至 0.00491 人·Sv/a，退役治理后 20km 集体剂量为退役治理前的 9.26%。

由以上数据可以看出，退役治理工程可以有效的释放土地资源，恢复区域生态，大大降低区域辐射影响，退役治理工程具有很好的环境及经济效应。

退役治理效果见表 9.3-1。

表 9.3-1 退役治理效果一览表

项目	污染(有限制使用)土地面积, m <sup>2</sup>	植被恢复	氡释放量 Bq/a	最大个人剂量 mSv/a	20km 范围内集体剂量, 人·Sv/a
退役治理前	248834	—	$9.14 \times 10^{12}$	0.0185	0.053
退役治理后	40715	种草 22.54 万 m <sup>2</sup> 植树 5.46 万棵	$9.57 \times 10^{11}$	0.00154	0.00491
变化情况, %	-83.64	—	-89.53	-91.67	-90.73

## 10 事故环境影响分析

### 10.1 可能造成辐射环境影响的事故景象

本次退役治理过程中及退役治理完成后，可能对环境产生影响的事故景象主要包括：

#### 1) 废物运输事故

本项目运输事故主要是指施工过程中，运输建筑垃圾、污染土、废设备管线的车辆，由于各种原因，可能造成尾渣、污染物运输车辆事故，导致大量污染物洒落在沿途的事件。

#### 2) 集中覆盖治理区垮塌事故

集中覆盖治理区垮塌事故主要发生在污染物基本堆存完成，但相关的挡墙、护坡和覆盖措施尚未完成之时，施工过程在遇暴雨洪水冲刷且排洪设施不畅，可能造成垮塌，使废物外泄，对周边环境及公众产生辐射影响。

#### 3) 集中覆盖治理区防渗层破损事故

集中覆盖治理区顶部和底部防渗层如发生破损，外来水会深入集中覆盖治理区，浸泡污染物形成渗滤液；渗滤液中的污染物随水向下移动，通过底部防渗层破损区域渗入下部含水层，进而对周边地下水产生影响。

### 10.2 最大可信事故确定

#### 10.2.1 废物运输事故

本次退役治理过程中，约有 35.97 万  $m^3$  污染土、拆除建构物等污染物运至集中覆盖治理区进行处置。其中运至集中覆盖治理区的废物为 508 水冶厂内运输，根据不同治理源项与集中覆盖治理区位置关系，其平均运输距离约为 0.2km~1.5km；堆浸渣及下部污染土运至尾矿（渣）库废物的运输距离约 3.4km，其中厂内运输距离约 0.95km，沿拟治理厂外道路运输距离约 2.45km。

根据废物运输自卸汽车的载重量，单车单次运输污染物量按 10t 考虑（污染物综合比重按  $1.5t/m^3$  计），则废物总运输次数约为 55305 次。本项目工程施工周期约为 33 个月，则合计年运输频率为 20110 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  $4.3 \times 10^{-7}/km \cdot 车次$ 。本项目废物运输过程中交通事故发生的风险值为 0.0048 次/a，可见发生事故的可能

性很小。

此外，本项目运输作业大多在厂区内进行，即使发生运输事故，也不会导致废物外流至厂外。

### 10.2.2 集中覆盖治理区防渗层破损事故

由于集中覆盖治理区防渗层土工膜断裂，可能造成集中覆盖治理区内污染物淋滤，渗滤液通过下部防渗层破损区域渗入覆盖治理区下部潜水含水层，对地下水产生的影响。

本项目在集中覆盖治理区的顶部和底部均铺设了防渗层，二者同时破损的可能性是非常小的。此外，在集中覆盖区下游设置 1 个地下水监测井，定期对监测井中的地下水进行取样监测，一旦发现监测数据异常，及时对集中覆盖治理区防渗层进行检查并修复。

### 10.2.3 集中覆盖治理区垮塌事故

集中覆盖治理区为本次退役工程产生的大部分废物的集中处置场所。根据 § 6.5.2 节的分析可以看出，集中覆盖治理区在挡渣墙、上游截水沟、护坡建设完成，并在顶部完成覆盖植被后，其自身稳定性较好，基本不会发生客水冲刷、覆盖层水蚀等事故。加之作为铀矿冶退役设施，退役后将排专人对其进行监护，对出现的危及设施安全稳定性的裂缝、冲沟等及时进行修复，故集中覆盖治理区退役治理后的安全稳定性是可以得到有效保障的。

集中覆盖治理区垮塌事故主要发生在，污染物基本堆存完成，但相关的挡墙、护坡和覆盖措施尚未完成之时。经历短时间暴雨后，污染物含水率增大，自身稳定性降低；如未污染物堆积不当，压实不充分，或在雨季未采取必要的坡面临时措施时，都会导致集中覆盖治理区发生垮塌。垮塌后的废物沿周边低洼地带下泄，根据周边地形估计，垮塌后形成的滩面主要集中在 508 水冶厂现有厂区范围之内，面积约为 75500m<sup>2</sup>。垮塌后滩面示意图见图 10.2-1。垮塌形成的滩面的表面氡析出率按各工业场地清挖废物氡析出率加权平均计，取 1.69Bq/(m<sup>2</sup>·s)；按照事故处理期 2 个月考虑，氡排放量共计 6.61×10<sup>11</sup>Bq。事故期间释放的氡会对周边公众造成一定的影响。

### 10.2.4 最大可信事故

集中覆盖治理区是本次退役废物的主要处置场所，废物堆积量大，一旦

发生垮塌事故，处理时间较长，造成过量的氡释放，对周边环境及居民产生一定的影响。因此，本次事故预测将集中覆盖治理区垮塌作为最大可信事故，对事故发生后及处理期间的气载途径辐射环境影响进行预测和评价。



图 10.2-1 集中覆盖治理区垮塌后滩面

### 10.3 集中覆盖治理区垮塌事故后果预测

#### 10.3.1 事故源项及预测参数设置

根据事故情景，一次暴雨冲刷夹杂的废物所形成的滩面面积约  $75500\text{m}^2$ ，氡排放量共计  $6.61 \times 10^{11}\text{Bq}$ 。选取以集中覆盖治理区为中心，周边半径  $20\text{km}$  范围内各子区以及半径  $3\text{km}$  范围内居民点作为预测对象，预测事故期间造成的子区及居民点氡浓度及公众剂量。预测时段为降雨较大的 6 月、7 月两个月。预测模型采用 UAIR-FINE 软件内置 AERMOD 气象扩散模型。

#### 10.3.2 预测结果与评价

##### 1) 居民点氡浓度及公众剂量

集中覆盖治理区垮塌事故发生后，滩面排放氡所致  $3\text{km}$  范围内各居民点空气中氡浓度及公众个人剂量见表 10.3-1。

表 10.3-1 集中覆盖治理区垮塌期间 3km 范围内居民点辐射影响

序号	名称	方位	距离, km	$^{222}\text{Rn}$ 浓度, $\text{Bq}/\text{m}^3$	个人剂量, $\text{mSv}/\text{次}$
1	陋茂	N	1.04	2.91E-01	<b>6.22E-03</b>
2	低坪	N	1.37	1.83E-01	3.92E-03
3	刘屋	N	2.87	6.52E-02	1.39E-03
4	庙湾	NNE	1.92	6.98E-02	1.49E-03
5	大村	NNE	2.51	6.71E-02	1.43E-03
6	黄竹头下	NE	1.91	1.12E-01	2.38E-03
7	杨梅坝	NE	2.98	3.61E-02	7.72E-04
8	马牯丘	ENE	2.57	4.40E-02	9.41E-04
9	黄溪水	SW	2.33	5.21E-02	1.11E-03
10	牛栏墩	WSW	1.74	1.99E-01	4.26E-03
11	良头	WNW	1.55	1.64E-01	3.50E-03
12	河口	WNW	1.80	1.32E-01	2.82E-03
13	莲河村	WNW	2.60	9.09E-02	1.94E-03
14	河口坝	NW	1.62	1.35E-01	2.89E-03

由上表可知，集中覆盖治理区垮塌期间气载源项对评价中心 3km 范围内各居民点中影响最大的是评价中心的 N 方位、1.04km 处的陋茂；事故期间该居民点空气中氡贡献浓度为  $0.291\text{Bq}/\text{m}^3$ ，所致该居民点的最大个人剂量为  $6.22 \times 10^{-3}\text{mSv}/\text{次}$ ，可满足本项目事故情况下公众剂量不高于  $1\text{mSv}/\text{次}$  的约束值要求。

## 2) 各子区地面空气中 $^{222}\text{Rn}$ 浓度及公众剂量

如果集中覆盖治理区发生垮塌，由此造成的气载流出物所致地面空气中氡浓度贡献值见表 10.3-2。

表 10.3-2 气载流出物所致各子区空气中  $^{222}\text{Rn}$  浓度贡献值 单位:  $\text{Bq}/\text{m}^3$ 

核素	方位	距离 (km)					
		0~1	1~2	2~3	3~5	5~10	10~20
$^{222}\text{Rn}$	N	7.60E-01	<b>2.91E-01</b>	6.52E-02	3.41E-02	8.81E-03	4.62E-04
	NNE	5.89E-01	6.98E-02	6.71E-02	3.24E-02	6.85E-03	1.38E-04
	NE	<b>8.99E-01</b>	1.12E-01	3.61E-02	5.69E-02	1.87E-02	2.20E-04
	ENE	7.48E-01	1.57E-01	4.40E-02	4.39E-02	1.39E-02	2.02E-04
	E	4.58E-02	5.75E-03	7.04E-03	1.20E-03	1.12E-04	6.00E-05
	ESE	1.56E-02	1.08E-02	1.35E-03	4.32E-04	4.20E-05	2.00E-05
	SE	1.86E-02	2.14E-03	1.46E-04	4.80E-05	2.60E-05	4.00E-06
	SSE	8.12E-02	3.40E-03	1.29E-03	6.12E-04	1.84E-04	3.60E-05
	S	2.15E-01	3.21E-02	1.04E-02	5.54E-04	1.75E-03	3.90E-04
	SSW	5.93E-01	8.18E-02	4.47E-02	2.24E-03	6.80E-03	1.09E-03
	SW	4.11E-01	1.08E-01	5.21E-02	1.93E-02	1.07E-02	2.68E-03
	WSW	5.08E-01	1.99E-01	6.78E-02	2.90E-02	9.86E-03	2.26E-03
	W	5.54E-01	1.74E-01	4.37E-02	1.15E-02	2.02E-03	2.10E-03
	WNW	6.24E-01	1.64E-01	9.09E-02	2.60E-02	1.35E-03	1.63E-03
	NW	8.68E-01	1.35E-01	6.29E-02	1.53E-02	2.73E-03	1.77E-03
NNW	5.15E-01	1.44E-01	4.60E-02	6.04E-03	1.32E-03	3.76E-04	

注：阴影部分为无人子区

从上表可知，在有人子区中，在集中覆盖治理区垮塌期间事故期间气在放射性流出物所致空气中各核素最大贡献浓度出现在 N 方位、0~1km 子区，该子区地面空气中  $^{222}\text{Rn}$  最大贡献浓度为  $0.291\text{Bq}/\text{m}^3$ 。

在无人子区中，在集中覆盖治理区垮塌期间气态放射性流出物所致空气中各核素最大贡献浓度出现在 NE 方位、0~1km 子区，该子区地面空气中  $^{222}\text{Rn}$  最大贡献浓度为  $0.899\text{Bq}/\text{m}^3$ 。

集中覆盖治理区垮塌事故条件下，气载流出物所致各子区公众个人剂量见表 10.3-3；从表可以看到，集中覆盖治理区垮塌事故期间本项目气态放射性流出物所致有人子区最大个人剂量出现在 N 方位、0~1km 子区内，该子区内最大个人剂量值为  $6.22 \times 10^{-3}\text{mSv}/\text{次}$ ，可满足本项目事故情况下公众剂量  $1\text{mSv}/\text{次}$  的约束值要求。

评价范围内公众个人剂量等值线分布见图 10.3-1。

表 10.3-3 气载流出物所致各子区的个人剂量 单位: mSv/次

方位	距离 (km)					
	0~1	1~2	2~3	3~5	5~10	10~20
N	1.63E-02	<b>6.22E-03</b>	1.39E-03	7.29E-04	1.88E-04	9.87E-06
NNE	1.26E-02	1.49E-03	1.43E-03	6.94E-04	1.46E-04	2.95E-06
NE	<b>1.92E-02</b>	2.38E-03	7.72E-04	1.22E-03	3.99E-04	4.70E-06
ENE	1.60E-02	3.35E-03	9.41E-04	9.39E-04	2.97E-04	4.32E-06
E	9.80E-04	1.23E-04	1.51E-04	2.57E-05	2.39E-06	1.28E-06
ESE	3.34E-04	2.30E-04	2.88E-05	9.23E-06	8.98E-07	4.27E-07
SE	3.97E-04	4.57E-05	3.12E-06	1.03E-06	5.56E-07	8.55E-08
SSE	1.74E-03	7.26E-05	2.76E-05	1.31E-05	3.93E-06	7.69E-07
S	4.59E-03	6.86E-04	2.21E-04	1.18E-05	3.73E-05	8.34E-06
SSW	1.27E-02	1.75E-03	9.56E-04	4.78E-05	1.45E-04	2.32E-05
SW	8.78E-03	2.31E-03	1.11E-03	4.13E-04	2.29E-04	5.72E-05
WSW	1.09E-02	4.26E-03	1.45E-03	6.20E-04	2.11E-04	4.83E-05
W	1.19E-02	3.72E-03	9.35E-04	2.45E-04	4.33E-05	4.48E-05
WNW	1.33E-02	2.82E-03	1.94E-03	5.56E-04	2.89E-05	3.48E-05
NW	1.85E-02	2.89E-03	1.34E-03	3.26E-04	5.83E-05	3.77E-05
NNW	1.10E-02	3.09E-03	9.84E-04	1.29E-04	2.82E-05	8.04E-06

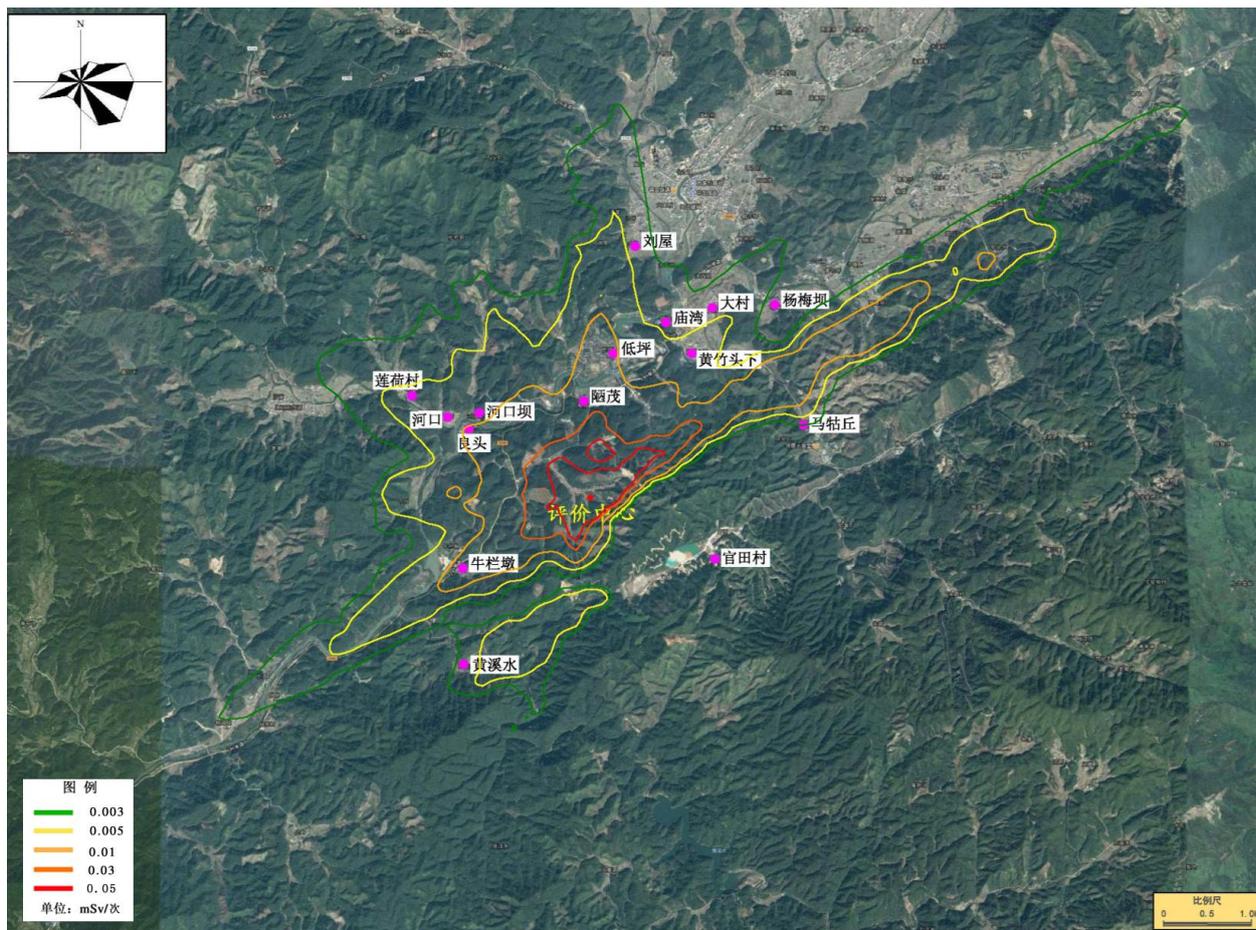


图 10.3-1 事故期间气载流出物所致公众受照剂量等值线图

## 10.4 集中覆盖治理区防渗层破损事故影响预测

### 10.4.1 事故情景及核素浓度

#### 1) 事故情景

本评价模拟情景为：集中覆盖治理区顶部及底部防渗结构部分破损，渗滤液通过防渗破损部分连续泄漏至地下环境，破损时长为 50a，50a 后集中覆盖治理区顶部及底部防渗膜达到使用寿命全部失效，预测在该情景下的地下水环境影响。

根据铀尾矿库覆盖层设计实践，无衬垫防渗层的尾矿库多层覆盖系统的降雨入渗系数为 6.6%，仁化县多年平均降水量为 1638mm，假设 50a 内的尾矿库防渗膜破损面积为总防渗面积的 1‰，取 44.84m<sup>2</sup>，经计算，渗水量为 4.85m<sup>3</sup>/a。100 年后尾矿库防渗膜达到使用寿命全部失效，失效面积为 44843m<sup>2</sup>，经计算，渗水量为 4848m<sup>3</sup>/a。

#### 2) 核素浓度及运移参数

本项目集中覆盖治理区渗水污染物浓度采用《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）中的计算公式，即渗水中污染物浓度=废渣中放射性核素比活度/放射性核素的浸出因子，其中浸出因子采用该报告书中的试验值，核素运移参数选取经验值。本项目集中覆盖治理区渗水中核素浓度及运移参数见表 10.4-1。

表 10.4-1 核素浓度及运移参数一览表

核素	U <sub>天然</sub>	<sup>226</sup> Ra
尾渣中核素比活度 (Bq/kg)	8668.8	15539
浸出因子 (mL/g)	$6.7 \times 10^2$	$3.7 \times 10^3$
污染物浓度 (Bq/L)	65.63	18.53
分配系数, mg/L	4	50

### 10.4.2 水文地质概念模型

#### 1) 模型范围

根据集中覆盖治理区水文地质条件、地下水流动特征，确定地下水模拟边界为：西北侧向边界为锦江，东南侧向边界为分水岭（图 10.4-1），总面积约 7.19km<sup>2</sup>。

#### 2) 边界条件概化

##### (1) 侧向边界

A<sub>1</sub> 边界：西北侧向边界为锦江，概化为定水头边界。

A<sub>2</sub> 边界：东南侧向边界为分水岭，概化为第二类零流量边界。

##### (2) 垂向边界

以完整基岩作为潜水的稳定隔水层，其结构完整、透水性差，概化为隔水底板。

#### 3) 含水层结构概化

根据评价区水文地质条件，确定本次评价目标含水层为第四系孔隙潜水含水层和花岗岩风化裂隙含水层。根据各地层岩性、抽水试验、注水试验及渗水试验等结果，将模型概化为一个统一潜水含水层，含水层下伏完整基岩稳定隔水层，区内渗透介质可概化为多孔介质。

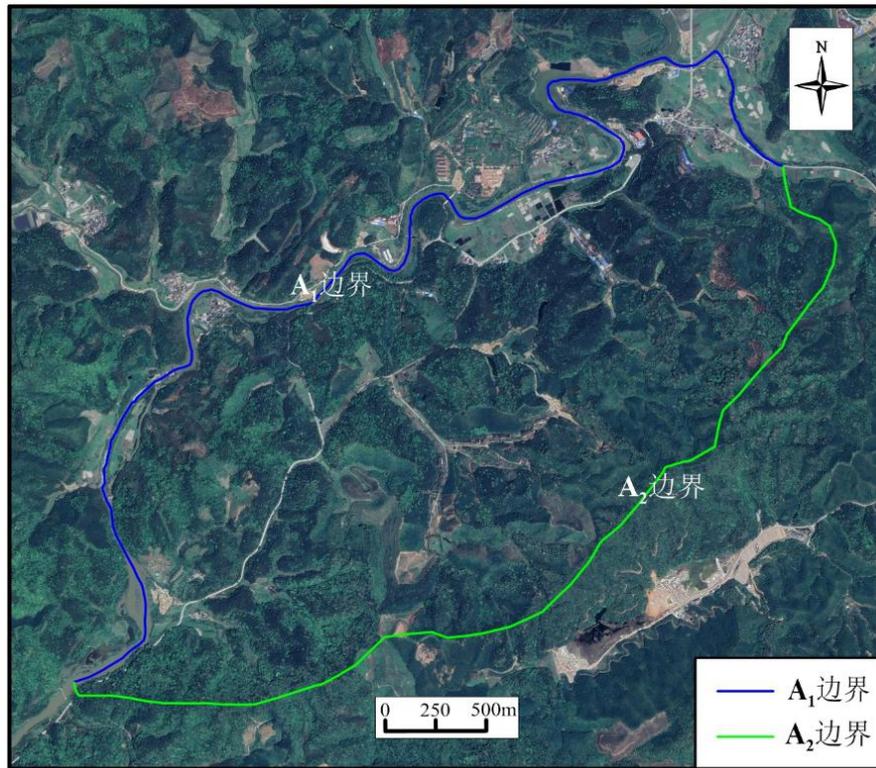


图 10.4-1 集中覆盖治理区评价区概念模型图

### 10.4.3 水流数学模型

#### 1) 地下水水流模型

##### (1) 水流控制方程

地下水运动基本微分方程：

$$\frac{\partial}{\partial x} \left( K_{xx} \frac{\partial h}{\partial x} \right) + \frac{\partial}{\partial y} \left( K_{yy} \frac{\partial h}{\partial y} \right) + \frac{\partial}{\partial z} \left( K_{zz} \frac{\partial h}{\partial z} \right) - \omega = S_s \frac{\partial h}{\partial t} \quad (\text{式 } 10.4-1)$$

式中，

$K_{xx}$ —— $x$ 方向的渗透系数，m/s；

$K_{yy}$ —— $y$ 方向的渗透系数，m/s；

$K_{zz}$ —— $z$ 方向的渗透系数，m/s；

$h$ ——水头，m；

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

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

## (2) 边界条件

### ① 第一类边界条件

已知水头边界条件，在边界的所有点上水头是给定的，对于三维情况有：

$$H(x, y, z) = H_0(x, y, z) \quad (x, y, z) \in s \quad (\text{式 10.4-2})$$

$$H(x, y, z, t) = H_0(x, y, z, t) \quad (x, y, z) \in s \quad (\text{式 10.4-3})$$

式中：

$s$ ——三维区域的边界曲面。

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

### ② 第二类边界条件

已知通量的边界条件，即垂直于边界面的流量是给定的。表示为：

$$q_n = q \cdot n = -q_b(x, y, z) \quad (x, y, z) \in s \quad (\text{式 10.4-4})$$

$$\text{或 } q_n = q \cdot n = -q_b(x, y, z, t) \quad (x, y, z) \in s \quad (\text{式 10.4-5})$$

式中：

$q$ ——边界面上沿法线方向的单位面积流入量；

$n$ ——边界外法线的单位矢量。

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

### ③ 第三类边界条件

已知边界水头和水头的法向导数的组合，即：

$$\frac{\partial h}{\partial n} + \lambda(x, y, z)h = f(x, y, z) \quad (x, y, z) \in s \quad (\text{式 10.4-6})$$

式中：

$\lambda$ ——交换系数；

$f$ ——已知函数；

第三类边界条件成为 Cauchy 条件。

## 2) 污染物运移方程

本次评价中对于污染物的运移主要考虑对流、离散等机制。

(1) 运移方程

污染物在三维地下水水流系统中的运移方程如下：

$$\frac{\partial(\theta C^k)}{\partial t} = \frac{\partial}{\partial x_i} \left( \theta D_{ij} \frac{\partial C^k}{\partial x_j} \right) - \frac{\partial}{\partial x_i} (\theta v_i C^k) + q_s C_s^k + \sum R_n \quad (\text{式 10.4-7})$$

式中：

$\theta$ ——地下介质的孔隙度，无量纲；

$C^k$ ——核素 k 的溶解浓度， $\text{g/m}^3$ ；

$t$ ——时间，s；

$x_i, x_j$ ——分别为沿坐标轴 x 轴和 y 轴的距离，m；

$D_{ij}$ ——水动力弥散系数张量， $\text{m}^2/\text{s}$ ；

$v_i$ ——渗流或线性孔隙水流速度，与单位流量或达西流量  $q_i$  有关，

$v_i = q_i / \theta$ ， $\text{m/s}$ ；

$q_s$ ——单位体积含水层源和汇的体积流量；

$C_s^k$ ——源汇流中物质 k 的浓度， $\text{g/m}^3$ ；

$\sum R_n$ ——化学反应项， $\text{g/m}$ 。

其中：

$$\sum R_n = -\rho_b \frac{\partial \bar{C}}{\partial t} - \lambda_1 \theta C^k - \lambda_2 \rho_b \bar{C}^k \quad (\text{式 10.4-8})$$

式中： $\rho_b$ ——地下介质的体积密度；

$\bar{C}^k$ ——地下固相吸附物质 k 的浓度；

$\lambda_1$ ——溶解项的第一反应速率；

$\lambda_2$ ——吸附项（固）的第一反应速率；

(2) 弥散

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

$$D_{xx} = \alpha_L \frac{v_x^2}{|v|} + \alpha_T \frac{v_y^2}{|v|} + \alpha_T \frac{v_z^2}{|v|} + D^* \quad (\text{式 10.4-9})$$

$$D_{yy} = \alpha_L \frac{v_y^2}{|v|} + \alpha_T \frac{v_x^2}{|v|} + \alpha_T \frac{v_z^2}{|v|} + D^* \quad (\text{式 10.4-10})$$

$$D_{zz} = \alpha_L \frac{v_z^2}{|v|} + \alpha_T \frac{v_x^2}{|v|} + \alpha_T \frac{v_y^2}{|v|} + D^* \quad (\text{式 10.4-11})$$

$$D_{xy} = D_{yx} = (\alpha_L - \alpha_T) \frac{v_x v_y}{|v|} \quad (\text{式 10.4-12})$$

$$D_{xz} = D_{zx} = (\alpha_L - \alpha_T) \frac{v_x v_z}{|v|} \quad (\text{式 10.4-13})$$

$$D_{yz} = D_{zy} = (\alpha_L - \alpha_T) \frac{v_y v_z}{|v|} \quad (\text{式 10.4-14})$$

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

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

$\alpha_L$ ——纵向弥散度， $\text{m}$ ；

$\alpha_T$ ——横向弥散度， $\text{m}$ ；

$D^*$ ——有效分子扩散系数， $\text{m}^2/\text{s}$ ；

$v_x$ 、 $v_y$ 、 $v_z$ ——流速矢量  $x$ 、 $y$ 、 $z$  轴的分量， $\text{m/s}$ ；

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

#### 10.4.4 水流数值模型

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

##### 1) 模拟软件介绍

本次模拟需要对地下水流场及溶质运移进行模拟，基于以上目的，选取适用的数值模拟软件 GMS，主要应用 GMS 中的 MODFLOW 模块建立地下水流场预测，应用 MT3DMS 模块进行溶质运移预测。GMS 各模块主要功能见表 10.4-2。

##### 2) 模拟区剖分

本次预测将模拟区域离散成正交网格，为了更加精确的刻画核素在集中覆盖治理区附近的运移情况，在网格剖分的过程中对集中覆盖治理区区域进行了加密，加密网格的大小为  $5 \times 5\text{m}$ ，外围非加密网格的大小为  $10 \times 10\text{m}$ 。本模型一共剖分 87981 个网格。网格剖分情况见图 10.4-2。

##### 3) 顶底板高程

地面标高采用数字高程模型来表示，对模拟范围内数字化电子地形图进行处理，经过高程点提取、异常点剔除后获得模拟区原始高程数据（地面标高等值线图见图 10.4-3）。根据勘查施工的有关井孔资料，潜水含水层约为  $30\text{m}$ ，因此将目标潜水含水层模拟为  $30\text{m}$  等厚含水层。

表 10.4-2 GMS 各模块功能一览表

序号	模块名称	模块功能
1	MODFLOW	美国地质调查局于 20 世纪 80 年代开发出的一套专门用于孔隙介质中地下水流动的三维有限差分数值模拟软件，是世界上使用最广泛的三维地下水水流模型，它是一种应用基于网络的有限差分方法来描述地下水流动规律的计算机程序。通过把研究区在区间和时间上的离散，建立研究区每个网络的水均衡方程式，所有网络方程连接成为一组大型的线性方程组，迭代求解方程组可以得到每个网络的水头值。MODFLOW 可以模拟水井、河流、潜流、排泄、湖泊、蒸散和人工补给对非均质和复杂边界条件的水流系统的影响。
2	MT3D	模拟地下水中单项溶解组分对流、弥散、源/汇和化学反应的三维溶质运移模型，能够有效处理各种边界条件和外部源汇项。化学反应主要是一些比较简单的单组分反应，包括平衡和非平衡状态的线性和非线性吸附作用、一阶不可逆反应（如放射性衰变）和可逆的动态反应等。模拟计算时，MT3D 需和 MODFLOW 一起使用。
3	MODPATH	是确定给定时间内稳定或非稳定流中质点运移路径的三维质点示踪模型。和 MODFLOW 一起使用，根据 MODFLOW 计算的流场，在指定各质点的位置后，MODPATH 可进行正向示踪和反向示踪，计算三维水流路径，从而成为水井截获区和井位警戒研究的理想工具。
4	MAP	是快速建立概念模型及相应数值模型的工具。即以 TIFF、JPEG、DXF 等栅格图文件作为底图，在图上确定点、线、多边形的空间位置，直接分配边界条件及参数。点位置用于确定井的抽水数据或污染源点源；线可以确定河流、排泄等模型边界；多边形可以确定面数据，如湖、不同补给区或水力传导系数区。通过 MAP 建立概念模型后，GMS 可自动建立模拟网络，并将参数分配到相应的网络，从而实现对概念模型编辑、运行的目的。
5	Grid	用来建立三维计算网络，其中 3D Grid 模块的使用范围最为广泛，MODFLOW、RT3D、MODPATH 和 UTCHEM 等计算模块都要用到。
6	Scatter Points	是为模型插入散点的模块，可以根据需要将二维或三维散点转入 Mesh 和 Grid 中。

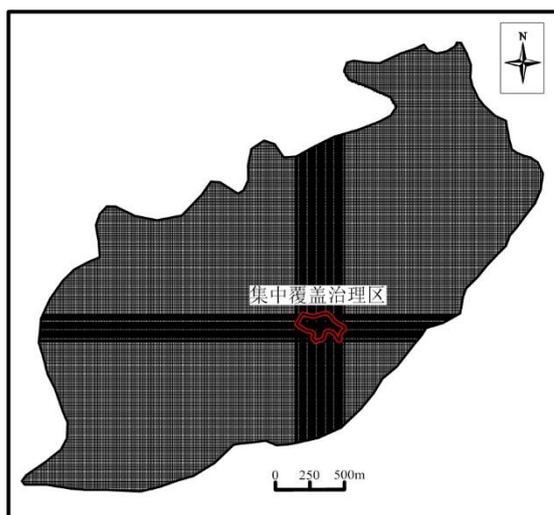


图 10.4-2 模型网格剖分图

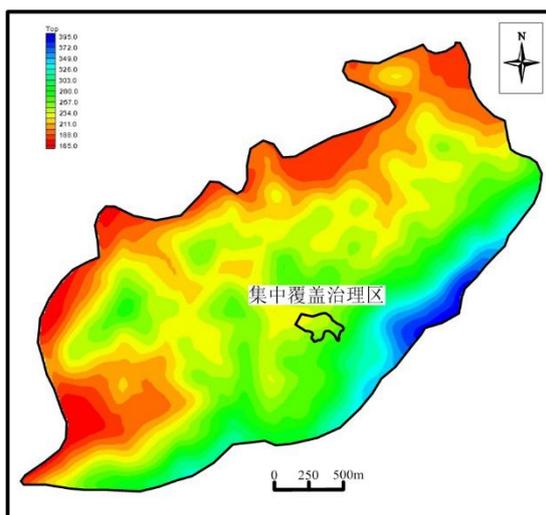


图 10.4-3 地面标高等值图

#### 4) 参数选取

本次模拟预测的水文地质参数主要来自《锦原铀业公司 508 工厂集中覆盖治理区详细勘察地质报告》，部分参数（孔隙度、弥散度）选取了经验值，详见表 10.4-3。

表 10.4-3 水文地质参数一览表

序号	参数名称及单位	数值
1	渗透系数, m/d	0.66
2	孔隙度, %	20
3	容重	1.79
4	年平均降雨量(mm/a)	1638
5	降雨入渗系数	0.12
6	纵向弥散度, m	20
7	横向弥散度, m	2.0

#### 5) 评价年限

本次评价年限为 1000a, 前 50a 集中覆盖治理区顶部及底部防渗结构部分破损, 50a 后集中覆盖治理区顶部及底部防渗膜达到使用寿命全部失效。

#### 10.4.5 预测结果与分析

##### 1) $U_{\text{天然}}$

对退役治理后集中覆盖治理区事故工况下地下水中的  $U_{\text{天然}}$  的迁移扩散进行模拟预测。以 0.05mg/L 为边界浓度, 绘制第 100a、第 500a 和第 1000a,  $U_{\text{天然}}$  的浓度分布图 (图 10.4-4)。从浓度分布图中可知:

①第 50a 时，防渗结构破损初期核素渗漏量较小，且在土壤的阻滞作用的影响下，地下水中  $U_{\text{天然}}$  的浓度均小于 0.05mg/L；

②第 100a 时，地下水中  $U_{\text{天然}}$  (浓度>0.05mg/L) 污染面积为 39844m<sup>2</sup>，污染范围控制在集中覆盖治理区范围内；

③第 500a 时， $U_{\text{天然}}$  向下游迁移了 321m，污染面积为 89123m<sup>2</sup>；

④第 1000a 时， $U_{\text{天然}}$  向下游迁移了 637m，污染面积为 119557m<sup>2</sup>，该范围内无居民点、河流等敏感点。

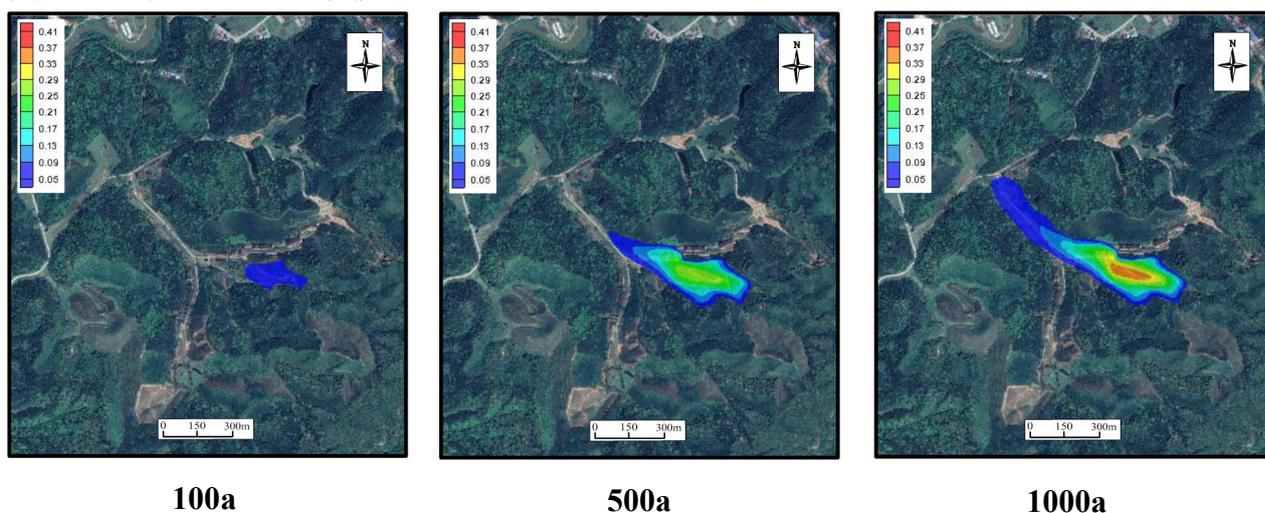


图 10.4-4  $U_{\text{天然}}$  在地下水中的浓度分布情况

## 2) $^{226}\text{Ra}$

对退役治理后集中覆盖治理区事故工况下地下水中的  $^{226}\text{Ra}$  的迁移扩散进行模拟预测。由预测结果可知，由于土壤对  $^{226}\text{Ra}$  迁移的阻滞作用较大，在 1000a 内地下水中  $^{226}\text{Ra}$  浓度最大值为 0.41Bq/L，未超过标准值 1.1Bq/L，对地下水环境影响较小。第 500a 和第 1000a 的  $^{226}\text{Ra}$  浓度分布图见图 10.4-5。

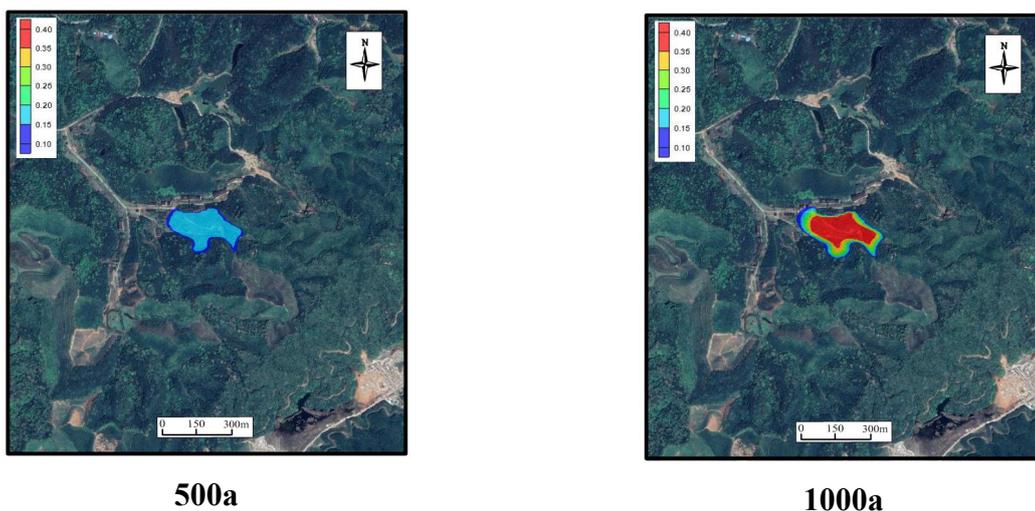


图 10.4-5  $^{226}\text{Ra}$  在地下水中的浓度分布情况

### 3) 小结

由上述结果可知，在集中覆盖治理区防渗层破损事故工况下，1000a 后  $U_{\text{天然}}$  的迁移距离为 637m， $^{226}\text{Ra}$  浓度最大值未超过标准值 1.1Bq/L。该地下水影响范围内无居民点，下游河流距集中覆盖治理区边界最近距离为 1052m。因此，事故工况下核素污染范围未对附近居民点及下游河流产生影响。

## 10.5 事故防范及应急措施

### 10.5.1 集中覆盖治理区事故防范措施

#### 1) 垮塌事故的防范

为防止集中覆盖治理区发生垮塌事故，在污染物堆存过程中，要严格按照施工要求，分层堆放，逐层压实，确保堆体稳定。在发生暴雨，可能危及堆体稳定时，要对采取措施，如表面覆盖，对堆体进行防护，确保堆体安全。此外，暴雨期间，要加强施工现场的巡视，堆体如出现安全问题，要及时采取措施，进行处理。

#### 2) 防渗层破损事故的防范

本项目集中覆盖治理区采取底部+顶部双层防渗，土工膜上均铺设砾石保护层以保护防渗层不被破坏。外围修砌截水沟，边坡设置堡坎阻水。为防止雨水冲刷。此外，在集中覆盖区下游设置地下水监测井，定期对监测井中的地下水进行取样监测，一旦发现监测数据异常，及时对集中覆盖治理区防渗层进行检查并修复。

### 10.5.2 环境风险管理措施

1) 认真贯彻落实有关法规, 不断完善项目单位环境风险管理制度。

认真贯彻落实《中华人民共和国安全生产法》、《中华人民共和国消防法》等法律、法规。建立健全长期监护责任制, 把长期监护责任落实到岗位和人头。定期组织安全检查, 及时消除事故隐患, 强化对事故源的监控。

2) 切实加强安全管理宣传、教育和培训工作。

加强对长期监护人员开展安全宣传、教育和培训, 促使其提高安全防范意识, 掌握预防和处置事故的技能。

3) 制定应急预案、事故应急求援关闭程序与恢复措施

制定可行的应急预案, 规定应急状态终止程序, 提出事故现场善后处理和恢复措施及邻近区域解除事故警戒及善后恢复措施。

### 10.5.3 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; 并及时上报当地政府, 在地方政府指导下进行事故的进一步上报和处理。

2) 处理措施

(1) 首先, 事故救援队派专人去垮塌影响区域调查是否有伤亡或被困人员, 如有, 应积极组织救援工作。

(2) 对周围居民点所在地进行环境氡监测, 确保居民点的辐射安全。

(3) 对垮塌环境污染范围进行界定, 对土壤和农田的受污染范围在监测的基础上进行划定, 对下泄的污染物利用推土机、运输车辆等进行清理, 重新集中制集中覆盖治理区; 并对污染的土壤进行清挖, 清挖后土壤中  $^{226}\text{Ra}$  好了不高于  $349\text{Bq/kg}$ 。

3) 应急结束

事故得到控制, 消除危害后果, 作好现场恢复。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。

#### 10.5.4 事故应急监测方案

事故发生后，应根据事故类型进行应急环境监测，以掌握事故危害程度及对环境的影响程度，并进行事故评价，并将结果报告相关部门。

##### 1) 大气环境监测：

监测项目：氡及子体。

监测频次：事故发生后 1~2 小时 1 次，至事故消除。

监测点位：根据事故严重程度和垮塌滩面大小，在下风向不同距离的居民区监测。

##### 2) 其他监测

除上述监测外，运输事故时对被污染地面 $\gamma$ 吸收剂量率进行监测；集中覆盖治理区垮塌、覆盖层失效事故时，应及时对影响范围内的地下水及土壤中的  $U_{\text{天然}}$ 、 $^{226}\text{Ra}$  进行应急监测。以上事故状态下，监测点位和监测频次根据事故程度及影响范围而定。

#### 10.6 小结

通过以上分析可知，与本次退役治理工程相关的事故主要发生在退役治理期间，退役治理后，在集中覆盖治理区工程措施完备，并进行设施长期监护的情况下，发生事故的概率较低。施工期间，即使发生污染物堆体垮塌事故，由于地形阻隔，加之距离居民点较远，其影响范围波及范围较小。

为防止施工期间事故发生，要严格按照相关施工规程施工，并加强暴雨季节的巡查，确保集中覆盖治理区堆体安全。

## 11 退役治理的环境管理与监测计划

### 11.1 环境管理机构

#### 11.1.1 人员配置

本项目环境管理工作由中核韶关锦原铀业有限公司负责实施过程中的环境管理工作。项目现场设安全环保组，由退役治理工程项目部直接领导；安全环保组由总负责人 1 名及安全环保专（兼）职技术人员组成，具体负责现场环境保护和施工期环境监测相关事宜。

#### 11.1.2 主要职责

- 1) 按照国家的环保政策，环境标准及环境监测要求，制定退役治理工程环境管理规章制度；
- 2) 编制退役治理工程施工及验收环境保护管理计划及监测计划；
- 3) 负责组织施工分包单位进场施工期的环境保护培训，宣贯退役治理工程环境保护管理计划，明确环保要求；
- 4) 组织施工期环境监测，联系具有相关资质的单位对需要外委监测的项目进行监测，并做好施工期环境监测记录；
- 5) 委托并配合具有相关资质的单位进行退役治理验收监测；
- 6) 建立退役治理项目施工环境保护档案。

### 11.2 监测计划

#### 11.2.1 退役治理过程中监测

##### 11.2.1.1 监测目的及原则

###### 1) 监测目的

由于本项目的主要任务是治理和处置各类超出管理限值的源项，使其达到有限制或无限制开放使用的目的，因此在具体治理实施的过程中，需要有实时的监测手段作为工程实施的指导，并作为最终确定工程实施是否合格的依据。

###### 2) 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，通过监测来确定治理的各类源项是否达到了设计的

退役深度（如：原矿堆场、堆浸渣堆、工业场地、道路、水体底泥的清挖深度），以及选取的土源是否满足要求。如按原设计要求的工作程序已完成，而监测结果仍不满足其控制标准时，则仍需要继续进行治理，直到满足治理目标为止。

#### 11.2.1.2 监测项目及布点

##### 1) 土源的监测

本项目所用土源的 $\gamma$ 辐射剂量率、氡析出率、土壤中  $U_{\text{天然}}$ 、 $^{226}\text{Ra}$  含量均应控制在该区域的环境本底水平。

##### 2) 清挖治理的监测

###### (1) 监测要求

原矿堆场、堆浸渣堆、道路、工业场地等清挖治理过程中的监测要求如下：

①达到设计清挖深度后，进行基底土壤中  $^{226}\text{Ra}$  残留量的监测，当土壤中  $^{226}\text{Ra}$  残留量均满足相应管理限值的要求时，即满足治理目标。

②达到设计清挖深度后，经监测若出现不满足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。

###### (2) 监测布点

土壤中  $^{226}\text{Ra}$  残留量的监测，一般按  $100\text{m}^2$  取 1 个监测点，每处场地不少于 3 个点。

##### 3) 覆盖治理的监测

###### (1) 监测要求

集中覆盖治理区覆盖过程中的监测要求如下：

①在按设计的覆盖层厚度进行覆盖并按要求分层夯实后，进行表面氡析出率的监测。

②如果表面氡析出率满足相应的管理限值，随即停止覆土。

③如果表面氡析出率不满足相应的管理限值，则继续覆土，每覆土 15cm 并夯实后进行一次表面氡析出率的监测，当监测结果均满足相应的管理限值要求时，方可停止覆土。

④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

做工程或增加覆盖厚度时，尚需小范围、小规模补充监测；监测应配合施工进度，及时给出监测结果。

## (2) 监测布点

表面氡析出率监测，一般按 400m<sup>2</sup> 取 1 个监测点。

### 11.2.2 施工期环境监测

根据《铀矿冶辐射防护监测规定》(GB23726-2009) 相关规定本项目施工期环境监测方案如下：

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、噪声等常规介质的监测，监测计划见表 11.2-1。

表 11.2-1 施工期环境监测

监测对象	监测位置	监测频次	监测项目
空气	施工场界四周	1 次/季度	氡及其子体、TSP
陆地 $\gamma$	施工场界四周	1 次/半年	$\gamma$ 辐射空气吸收剂量率
噪声	施工场界四周	1 次/半年	等效连续 A 声级

### 11.2.3 退役终态监测

#### 11.2.3.1 监测对象

退役终态监测对象主要包括集中覆盖治理区、原矿堆场、堆浸渣堆、排水沟及水塘、工业场地、道路、农田。

#### 11.2.3.2 监测项目

- 1) 集中覆盖治理区的监测项目：<sup>222</sup>Rn 析出率。
- 2) 清挖治理的原矿堆场、堆浸渣堆、排水沟及水塘、工业场地、道路、农田监测项目：下部土壤或底泥中 <sup>226</sup>Ra 含量。

#### 11.2.3.3 监测布点

- 1) 氡析出率的监测：按 400m<sup>2</sup> 取 1 个监测点；
- 2) 土壤及底泥中 <sup>226</sup>Ra 含量的监测：通常按 400m<sup>2</sup> 取 1 个监测点，每个场地的监测点数不少于 3 个。道路按 50m~200m 取 1 个监测断面，每个断面 1~2 个点。

## 12 退役治理后的长期监护

### 12.1 长期监护的目的

本退役治理工程竣工验收后，其堆浸渣场、矿石堆场场地、大部分工业场地、道路、排水沟等源项均可治理为无限制开发使用，仅 3<sub>场</sub>和 5<sub>场</sub>所在区域作为固体废物的集中覆盖治理区，退役治理深度为有限制开放使用。由于有限制开放使用的设施仍存有大量污染土等含有天然放射性核素，一旦受到自然因素或人为因素影响易于扩散，可能带来一定程度的放射性危害。因此在其退役治理后，必须对其进行长期的监督维护和监测，以便及时发现影响安全和环境的隐患和问题，并进行维修维护。确保集中覆盖治理区的长期安全稳定，保护公众和环境安全。

本项目的性质属于军工铀矿采冶遗留放射性污染和破坏区域环境整治，生产期间的铀矿冶设施属于国防资产。自军工铀矿冶设施停止服役开始，该设施产权归属问题尚无明确规定。迄今为止，退役治理经费和长期监护工作均按照军工核设施退役及放射性废物治理项目管理，申报国拨资金支持。铀矿冶设施退役治理工程在移交前，监护责任暂由原生产及退役治理实施单位进行监督管理。

### 12.2 长期监护维护要求

#### 12.2.1 监督管理人员的职责

本项目退役治理完成后根据监护工作内容配置专（兼）职工作人员，负责退役治理设施的监护工作。监护人员的主要职责如下：

1) 做好各种退役治理文件资料的保管工作，有关资料包括生产简史、环境影响报告书、治理工程的设计文件、竣工验收报告，退役治理前后的环境监测报告以及维修记录等。这些资料作为档案长期保存。

2) 为保证和检验治理工程的质量，在实施后有 2~3 年的观察维修期，当发现损坏和质量不符合要求时进行维修和补救。

3) 有限制使用的设施及场地，在四周设置明显和坚固的永久标牌，标明工程名称、性质、年代和禁令。管理机构应对有限制使用区域进行定期监护，

严禁在上面进行开挖的土建施工、放牧及耕种等。

4) 做好人员培训和监测工作，其监测工作由监护单位安防部门负责。

5) 定期检验各治理设施的完好性，必要时进行修复。

6) 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。

7) 负责将监测报告、维修记录报告及事故处置报告等上报。

### 12.2.2 长期监护内容

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。

巡视监护是定期对集中覆盖治理区、尾矿输送沿线隧道的稳定性、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。

辐射安全监测是对集中覆盖治理区进行日常监测和定期监测，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。

本项目长期监护对象及内容情况见表 12.2-1。

表 12.2-1 项目长期监护对象及内容

序号	设施类型	设施数量	主要监护内容	监护方式
1	集中覆盖治理区	1 处	1) 拦渣坝坝体、护坡； 2) 滩面覆氮抑制层、防侵扰层和植被层等； 3) 排洪设施等。	巡视监护 和辐射监测
3	尾矿输送沿线隧道	1 段	1) 隧道口封堵墙； 2) 隧道口覆土及植被。	

### 12.2.3 巡视监护方案

#### 1) 集中覆盖治理区

(1) 对集中覆盖治理区的排洪设施、挡土墙进行检查，发现工程遭到局部破坏时及时对其进行清除和修复。

(2) 对集中覆盖治理区的覆盖层，每年必须对其进行施肥、补种。同时设置警示标志，防止人误入破坏植被。

(3) 每年集中覆盖治理区的坡面、挡墙进行维护和保养，确保其长期安

全稳定。

(4) 对植被进行养护，旱季进行浇水，雨季进行防洪，对生长不好的地方进行施肥养护，对覆土表面植草定期进行修整，达到整齐的感觉效果。

### 2) 尾矿输送管线沿线隧道巡视监护方案

(1) 封堵设施是否完好，有无打开、是否有人为破坏的痕迹，出现破损应及时进行修补；

(2) 表层植被是否完好，定期进行补播并防治病虫。

### 3) 巡视监护频率

(1) 集中覆盖治理区监护频次的要求为每月至少 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；

(2) 尾矿输送管线沿线隧道监护频率每月至少 1 次。

## 12.2.4 辐射监测方案

### 1) 监测内容

对集中覆盖治理区的 $\gamma$ 辐射剂量率、氡析出率等进行监测，发现问题及时补救。

### 2) 监测布点

#### (1) 日常巡视监测

日常巡视过程中主要对集中覆盖治理区的 $\gamma$ 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。每次巡视的监测点位数不少于 5 个。

#### (2) 定期监测

$^{222}\text{Rn}$  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) 监测频率

#### (1) 日常巡视监测

对集中覆盖治理区进行日常不定期巡视，监护人员在监护过程中随身携带 X- $\gamma$ 剂量率仪，根据现场监护设施的具体情况随时进行测量。

#### (2) 定期监测

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”，因此本项目完成退役竣工验收后，前两年监测频次为 1 次/a，之后每隔两年监测 1 次。

## 13 结论与建议

### 13.1 结论

#### 13.1.1 项目概况

本项目为中核韶关锦原铀业有限公司 745 矿退役治理 II 期工程，退役项目位于广东省仁化县，项目退役总费用 11602 万元，建设周期 45 个月。

退役治理的主要源项为 508 水冶厂内原矿堆场、堆浸渣堆、工业场、排水沟等设施及油库、停车场等附属设施，以及周边道路、农田。

#### 13.1.2 环境质量现状结论

根据环境质量现状监测结果，508 水冶厂周围的 $\gamma$ 辐射剂量率、大气中氡及子体浓度、底泥和土壤中的铀镭含量、地下水中核素浓度与建矿前本底水平相当；溶胶监测结果与对照点相当。各监测河段的  $U_{\text{天然}}$ 、 $^{226}\text{Ra}$ 、 $^{210}\text{Pb}$ 、 $^{210}\text{Po}$  浓度均小于《铀矿冶辐射防护和辐射环境保护规定》（GB23727-2020）中限值要求。生物样品中放射性核素含量满足 GB14882-94 相关限值的要求。大气、地表水、声环境、土壤、地下水中的各项非放指标均满足相应的环境质量标准要求。

#### 13.1.3 源项调查结果

本项目退役治理范围为 745 矿 508 水冶厂（含附属设施停车场、油库）及其周边被污染环境。具体治理内容包括：清挖治理原矿堆场场地 1 处（裸露面积 16889m<sup>2</sup>）、堆浸渣场 1 处（裸露面积 3392m<sup>2</sup>）、工业场地 9 处（总面积 194764m<sup>2</sup>）、场内道路 7 条（总长度 3018m）、排水沟 3 条（总长度 3137m）和水塘 3 个（面积 9162m<sup>2</sup>）、厂外道路 6 条（总长度 6854m）、农田 1 处（面积 2318m<sup>2</sup>）；治理尾矿输送管线沿线隧道 1 段（长 120m）；拆除污染（废弃）建（构）筑物 148 座（建筑面积 48014m<sup>2</sup>，构筑物面积 6619m<sup>2</sup>，总面积 54633m<sup>2</sup>）；处理处置污染设备 678 台（套）及器材、管线 18748m（废金属管 18038m、废 PVC 管 710m）等。

#### 13.1.4 治理方案可行性结论

##### 1) 退役治理方案

(1) 本项目原矿堆场、堆浸渣堆、工业场地均采用清挖回填治理方案，

对源项内污染物及下部污染土，并在清挖治理后的原址回填清洁土并植树、种草以恢复环境。清挖污染物运至集中覆盖治理区处置。

(2) 建（构）筑物的拆除，主要采用的方法是机械拆除，对于个别混凝土体积大且较高的建（构）筑物以及大型设备基础等以爆破拆除为主，机械拆除为辅，人工进行清理。清挖污染物运至集中覆盖治理区处置。

(3) A 段、B 段厂外道路刮除、清扫、冲洗水泥混凝土路面并通过监测挖除路边的残留废石，更换道路两侧路肩土；G 段、L 段和 H 段厂外道路彻底清挖道路上层，并回填清挖后路槽。厂内 C 段道路彻底清挖场内道路表层，退役治理后停车场东部三叉路口至集中覆盖治理区道路（800m）需要恢复其原有使用功能，故将清挖后的路槽回填，并铺筑 20cm 厚泥结碎石路面；其余厂内路段彻底清挖场内道路的表层后回填覆土恢复植被。清挖表层土壤运至集中覆盖治理区处置。

(4) 污染设备管线中金属材质的运至核工业铀矿冶放射性污染金属熔炼处理中心熔炼去污处理，其余非金属材质设备、管线运至集中覆盖治理区处置。

(5) 对尾矿输送管线隧道采用两道毛石墙封堵的治理方案，然后覆土掩埋隧道口，夯实并植被、种树。

(6) 对排水沟及水塘的底泥进行清挖，清挖底泥运至集中覆盖治理区进行集中处置。

(7) 彻底清挖尾矿输送管线沿线道路表层土壤，将清挖的全部污染物运至集中覆盖治理区集中处置。

(8) 采用清挖回填治理方案，清挖农田表土，回填黄土后恢复植被，不再作为农田使用；清挖产生的全部污染物运至集中覆盖治理区集中处置。

## 2) 集中覆盖治理区的设置

集中覆盖治理区为本项目退役治理产生的污染物的集中处置场所。集中覆盖治理区底部防渗；污染物按照“先治理重污染区域后治理轻污染区域”的原则，将污染物“由下至上”分层堆放到集中覆盖治理区，并压实。最后铺筑覆盖层坡脚砌筑拦渣墙，上部修砌截水沟，边坡采用土工网复合植被护坡进行防护，边坡顶部设置堡坎阻水。

## 3) 可行性分析

为使退役治理后，地表污染范围最小，本次退役治理工程采用了以清挖、拆除为主的治理方式，对治理过程中产生的所有污染物集中处置，最大程度释放土地资源、减少退役后的长期监护工作量。因此，在 508 水冶厂内设施集中覆盖治理区对退役治理产生的污染物进行治理。

#### 13.1.5 退役治理前后环境影响分析

退役治理前 508 水冶厂内外共有各类污染地块总面积 248834m<sup>2</sup>；退役治理后仅保集中覆盖治理区一处，面积 40715m<sup>2</sup>；退役治理工程共使 208119m<sup>2</sup> 土地达到无限制使用退役治理深度，占退役治理前污染地块总面积的 83.64%。此外，退役治理工程共种草 22.54 万 m<sup>2</sup>，植树 5.64 万棵，对恢复 508 厂所在地的生态环境起到了积极的作用。

从辐射环境影响角度看，退役治理前 508 水冶厂所源项氡释放量为  $9.14 \times 10^{12}$ Bq/a，退役治理后氡释放量降至  $9.57 \times 10^{11}$ Bq/a，为退役治理前的 10.47%；退役治理后 508 水冶厂设施对周边居民点造成的最大个人剂量从 0.0185mSv/a 降至 0.00154mSv/a，退役治理后最大个人剂量为退役治理前的 8.32%；退役治理后，20km 范围内居民集体剂量由 0.053 人·Sv/a 降至 0.00491 人·Sv/a，退役治理后 20km 集体剂量为退役治理前的 9.26%。

由以上数据可以看出，退役治理工程可以有效的释放土地资源，恢复区域生态，大大降低区域辐射影响，退役治理工程具有很好的环境及经济效应。

#### 13.1.6 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式、现场张贴公式和报纸公式，两次公示期间均未收到公众意见反馈。项目退役治理过程中，将按照环保要求落实退役治理工程中的环境保护和生态恢复措施，加快实施进度，改善周边环境。

#### 13.1.7 退役治理的监测计划和长期监护

在治理施工过程中，通过“边施工边监测，监测指导施工”的方式来确定治理的各类源项是否达到了设计的退役深度（如：原矿堆场、堆浸渣堆、工业场地、集中覆盖治理区的清挖深度或覆盖厚度），以及选取的土源是否满足要求。如监测结果仍不满足控制标准时，则仍需要进行治理，直到满足治理目标为止。根据《建设项目环境保护管理条例》规定，项目单位应当

按照国务院环境保护行政主管部门规定的标准和程序，组织开展竣工环境保护验收。

本退役治理工程竣工验收后，集中覆盖治理区为有限制开放使用。需对其进行长期的监督维护和监测，以便对出现的影响安全和环境的隐患和问题，及时进行治疗确保其长期安全稳定，保护公众和环境安全。铀矿冶设施退役治理工程在移交前，监护责任暂由原生产及退役治理实施单位进行监督管理。长期监护工作主要是长期的不定时巡视、清理与简单的故障排除。

### 13.1.8 环评总结论

综上所述，本项目为水冶设施退役治理工程。工程实施后，508 水冶厂内原矿堆场、堆浸渣堆、道路、排水沟以及工业场地等源项，以及厂外道路、农田等均得到了不同程度的处置与治理，工程所在区域环境质量将得到较大程度的改善，公众所受剂量较退役治理前将有大幅降低。

集中覆盖治理区为本项目退役治理过程中产生的大部分污染物的收纳、处置场所，集中覆盖治理区位于原 3 号、5 号工业场地处。通过底部防渗、顶部覆盖植被、修筑截水沟及挡渣墙等措施，并在退役治理后对其进行长期监护，从而确保了集中覆盖治理区的长期安全、稳定。

因此，从环境影响评价角度来说，本项目的实施是可行的。

## 13.2 建议

为了尽可能合理低地减少退役治理过程中施工人员的附加剂量及确保治理后工程的有效、稳定，建议：

1) 施工时，严格按照“边施工边监测，监测指导施工”的原则进行，对于集中覆盖治理区，应注意其表面氡析出率的监测；对于清挖治理的设施，应注意其表面清挖基底土壤中  $^{226}\text{Ra}$  含量的监测，保证治理均满足相应管理限值要求。

2) 现场注意文明施工，严格执行施工场地洒水抑尘措施，以降低作业场所粉尘产生量；运输过程中注意交通安全，严格按有关规定装运。

## 附录一 气态途径辐射环境影响预测模式与参数

### 一、大气扩散模式

UAIR-FINE 软件大气扩散模式采用美国 EPA 开发、环保部推荐使用的 AERMOD 模型，该模型为基于新一代边界层理论的高斯扩散模型。

#### 1、AERMET 气象预处理

AERMET 中，采用感热通量 H 来判别 PBL 的稳定度，对流或不稳定边界层， $H>0$ ；稳定边界层， $H<0$ 。对流边界层的尺度参数化使用： $L$ 、 $w^*$ 、 $z_i$ 、 $u^*$ ；稳定边界层的尺度参数化使用： $L$ 、 $\theta^*$ 、 $z_i$ 、 $u^*$ 。

#### 2、AERMAP 地形预处理

AERMAP 根据项目的实际地理位置及其所在区域网格化的地形 DEM 文件中的实际高程数据，计算得到各接受点的山体高度尺度  $h_c$ 。获取各接受点的山高尺度  $h_c$  值后，计算烟羽流线分层高度（或称临界高度） $H_c$ ，公式如下：

$$\frac{1}{2}u^2 \{H_c\} = \int_{H_c}^{h_c} N^2 (h_c - z) dz$$

#### 3、AERMOD 扩散模型

AERMOD 中既适用于 CBL 也适用于 SBL 的通用浓度公式为：

$$C\{x, y, z\} = (Q/u) p_y \{y, x\} p_z \{z, x\}$$

式中： $Q$ —源强，即污染物单位时间排放量；

$u$ —有效风速；

$p_y$ 、 $p_z$ —概率密度函数 pdf，分别表示横向和垂直方向的浓度分布。

#### 1) 对流条件下 CBL 中的浓度

对于本项目来说，主要考虑地面直接源对下风向浓度的影响，其浓度计算公式为：

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

式中：

$$\Psi_{dj} = h_s + \Delta h_d + \frac{\bar{w}_j x}{u}$$

$u$ —排气筒出口处风速；

$F_y$ —考虑烟羽迂回的横向分布函数，
$$F_y = \frac{1}{\sqrt{2\pi}\sigma_v} \exp\left(-\frac{y^2}{2\sigma_v^2}\right);$$
  
 $j=1$  或  $2$ ，分别代表上升和下沉部分。

## 2) 稳定条件下 SBL 中的浓度

$$c_s \{x_r, y_r, z\} = \frac{Q}{\sqrt{2\pi}\tilde{u}\sigma_{zs}} F_y \cdot \sum_{m=-\infty}^{\infty} \left[ \exp\left(-\frac{(z-h_{es}-2mz_{ieff})^2}{2\sigma_{zs}^2}\right) + \exp\left(-\frac{(z+h_{es}+2mz_{ieff})^2}{2\sigma_{zs}^2}\right) \right]$$

式中： $z_{ieff}$ —有效机械混合层高度；

$h_{es}$ —烟羽高度（烟囱高度加烟气抬升高度）；

$F_y$ —横向分布函数（有迂回）。

在机械混合层高度之上，湍流一般较弱，因此，烟羽的垂直混合也比较小。AERMOD 定义了一个有效机械混合层高度  $z_{ieff}$ ，按下式限定烟羽反射的最大高度：

$$z_{ieff} = \text{MAX}[h_{es} + 2.15\sigma_{zs} \{h_{es}\}, z_{im}]$$

当  $z_r \geq z_{ieff}$  时，不考虑有效反射面。

## 3) 污染物扩散过程中的衰减作用

本项目排放的污染物为放射性核素，在扩散过程中由于放射性衰变会造成核素浓度的衰减，其衰减作用公式如下：

$$D = \exp\left[-\psi \frac{x}{u_s}\right] \quad (\psi > 0)$$

$$\text{或 } D = 1 \quad (\psi = 0)$$

$$\psi = \frac{0.693}{T_{1/2}}$$

式中： $\psi$ —污染物的衰减系数；

$T_{1/2}$ —污染物的半衰期，s。

## 4) 面源计算模式

对于面源，AERMOD 采用数值积分的处理方法，计算公式如下：

$$\chi = \frac{Q_A KVD}{2\pi u_s \sigma_y \sigma_z} \exp\left[-0.5\left(\frac{y}{\sigma_y}\right)^2\right]$$

式中： $Q_A$ —面源释放率， $g/m^2 \cdot s$ ；

$K$ —单位转换系数；

D—污染物衰减项；

$\sigma_y$ —水平扩散系数，m；

$\sigma_z$ —垂直扩散系数，m；

$u_s$ —排放源高度处的风速，m/s；

V—垂直扩散项，与污染源高度、受体点高度、烟气抬升、混合层高度、重力沉降与干沉降等因素有关。

### 5) 复杂地形下的浓度计算

根据 AERMAP 计算得到的  $H_c$ ，在 AERMOD 中将烟羽类型分为流过地形型和水平型两类烟羽，并获取两种类型烟羽各自所占的烟羽质量分数，烟羽高度、接受点所在地的海拔高度、以及  $H_c$  共同决定每一个烟羽类型所占的烟羽质量。 $H_c$  以下的烟羽质量分数  $\varphi_p$  按下式计算：

$$\varphi_p = \frac{\int_0^{H_c} C_T(x_r, y_r, z_r) dz_r}{\int_0^{\infty} C_T(x_r, y_r, z_r) dz_r}$$

式中  $C_T(x_r, y_r, z_r)$  是在稳定条件下，没有山体时的浓度值。在对流条件下， $H_c=0$ ， $\varphi_p=0$ 。

烟羽权重函数  $f$  可表示为：

$$f = 0.5(1 + \varphi_p)$$

当烟羽全部位于  $H_c$  以下时， $\varphi_p=0$ ， $f=1.0$ ，此时浓度值决定于水平型烟羽。另一方面，当烟羽全部位于流线分层高度以上，或大气在中性或对流条件下， $\varphi_p=0$ ， $f=0.5$ 。

接受点的地面浓度即为这两类烟羽影响浓度的总和，这种复杂和平坦地形一体化处理的扩散公式如下：

$$C_T(x_r, y_r, z_r) = f c_{c,s} \{x_r, y_r, z_r\} + (1-f) c_{c,s} \{x_r, y_r, z_p\}$$

式中： $C_T(x_r, y_r, z_r)$ —为接受点总浓度值；

$c_{c,s} \{x_r, y_r, z_r\}$ —为水平型烟羽贡献的浓度值；

$c_{c,s} \{x_r, y_r, z_p\}$ —为流过地形型烟羽所贡献的浓度值（下标  $c, s$  分别表示对流条件下和稳定条件下）；

$f$ —烟羽类型的权重函数，取决于流线分层高度  $H_c$ 。

## 二、剂量估算模式

本项目剂量估算考虑的照射途径是吸入内照射，主要核素为气态的<sup>222</sup>Rn。

### 1、<sup>222</sup>Rn 及其子体

$$D_{Rn}^a = T \cdot C_{Rn} \cdot DF_{Rn}$$

式中： $C_{Rn}$ —<sup>222</sup>Rn 浓度，Bq/m<sup>3</sup>；

$T$ —受照时间，h，全年取 8760h；

$DF_{Rn}$ —<sup>222</sup>Rn 及其子体剂量转换因子，取  $2.44 \times 10^{-6} \text{mSv/Bq} \cdot \text{h} \cdot \text{m}^{-3}$ 。

### 2、公众个人剂量

气载放射性核素在大气环境中对公众产生的个人总照射剂量为各照射途径所致剂量之和：

$$E = D_{Rn}^a$$

式中： $D_{Rn}^a$ —吸入内照射剂量，Sv/a；

$E$ —公众个人照射总剂量，Sv/a。

### 3、公众集体剂量

集体剂量估算与评价范围及评价范围内的人口数有关，计算公式如下：

$$S = \sum_{i=1}^{96} (E_i \times R_i)$$

式中： $S$ —集体剂量，Sv·人/a；

$E_i$ — $i$ 子区的个人剂量代表值，Sv/a；

$R_i$ — $i$ 子区的人口数，人。

## 环评委托书

中核第四研究设计工程有限公司：

根据《中华人民共和国环境保护法》、《中华人民共和国环境影响评价法》和《建设项目环境保护管理条例》的有关规定，现委托贵单位承担《中核韶关锦原铀业有限公司 745 矿退役治理 II 期工程环境影响报告书》的编制工作，请根据国家法律法规要求尽快开展相关工作。

特此委托。

中核韶关锦原铀业有限公司

2020年2月25日



# 韶关市生态环境局仁化分局

## 关于中核韶关锦原铀业有限公司 745 矿 退役治理 II 期工程环境影响评价 执行标准的复函

中核韶关锦原铀业有限公司：

你司报来的《关于确认“中核韶关锦原铀业有限公司 745 矿退役治理 II 期工程环境影响评价执行标准”的申请函》收悉，现就中核韶关锦原铀业有限公司 745 矿退役治理 II 期工程环境影响评价执行标准复函如下：

### 一、环境质量标准

1. 环境空气执行《环境空气质量标准》(GB3095-2012)中二级标准；
2. 地表水环境执行《地表水环境质量标准》(GB3838-2002)中 III 类标准；
3. 地下水环境执行《地下水质量标准》(GB/T14848-93)中 III 类标准；
4. 声环境执行《声环境质量标准》(GB3096-2008)中 2 类标准；
5. 土壤环境执行《土壤环境质量 农用地土壤污染风险管控标准(试行)》(GB15618-2018)表 1 中的标准。

### 二、污染物排放标准

1. 非放射性污染物排放标准

(1) 废气: 退役施工扬尘排放执行《大气污染物排放限值》(DB44/27-2001)表2中无组织排放监控浓度限值;

(2) 废水: 施工期排水执行《水污染物排放限值》(DB44/26-2001)表1及表4一级标准限值;

(3) 噪声: 退役治理施工场界噪声执行《建筑施工场界环境噪声排放标准》(GB12523-2011)中相关要求。

## 2. 放射性污染物排放标准

放射性安全与防护参照《电离辐射防护与辐射源安全基本标准》(GB18871-2002)、《铀矿冶辐射防护和环境保护规定》(GB23727-2009)、《铀钍矿冶放射性废物安全管理技术规定》(GB14585-1993)、《铀矿冶设施退役环境管理技术规定》(GB14586-1993)等相关标准执行。





# 监 测 报 告

项目名称：745 矿退役治理 II 期工程环境质量现状监测

委托单位：中核韶关锦原铀业有限公司

监测类别：委托监测

报告日期：2020-07-13



## 报告编制说明

- 1.报告只适用于监测目的范围。
- 2.本报告只对来样或自采样负监测技术责任,对监测结果若有异议,应于收到本报告之日起三十日内向本所提出复测申请,逾期不予受理。对于不可保存的样品,恕不受理。
- 3.本报告涂改无效,无报告编写、审核、签发人签字无效。
- 4.本报告无本所专用章、骑缝章无效。
- 5.未经本所书面批准,复印本报告无效。

联系地址: 韶关市武江区科技工业园广前路

邮编号码: 512029

联系电话: (0751) 8177341

传 真: (0751) 6103297

## 一、监测目的

核工业二九〇研究所受中核韶关锦原铀业有限公司委托，对韶关仁化县长江镇 745 矿退役治理 II 期工程周边的环境质量现状进行监测。

## 二、监测情况

委托单位：中核韶关锦原铀业有限公司

采样时间：2020 年 3 月 8 日~2020 年 6 月 12 日。

采样地点：745 矿 508 退役项目及周边村庄。

采样人员：张子军、陈文龙、温向阳、郑智阳、徐志鑫

样品类型：地表水、地下水、环境空气、底泥、土壤、生物样

分析时间：2020 年 3 月 8 日~2020 年 7 月 8 日。

分析人员：刘建华，许健玮，李妹，刘红，邹俏，潘伟超，陆庆德，田晓照，宋丹。

## 三、监测项目、监测方法、使用仪器和检出限

类型	项目	监测方法依据	监测仪器	检出限
空气	空气氡	GB/T14582-1993	HDC-C 型环境测氡仪	0.3Bq/m <sup>3</sup>
	空气氡子体	EJ/T 605-1991	RAD7 测氡仪	//
	TSP	GB/T15432-1995	智能大流量 TSP 采样器	0.001mg/m <sup>3</sup>
贯穿辐射剂量率		GB/T14583-1993	BH3103-B 型便携式 X-γ剂量率仪	1×10 <sup>-9</sup> Gy/h
地表水/地下水	pH	GB/T 6920-1986	PHBJ-260 便携式 pH 计	//
	U <sub>天然</sub>	HJ840-2017	MUA 激光测铀仪	0.02μg/L
	<sup>226</sup> Ra	GB/T 11214-1989	FH463B 智能定标仪	2.0×10 <sup>-3</sup> Bq/L
	<sup>210</sup> Pb	EJ/T859-1994	BH1216III 二路低本底	0.01Bq/L

	$^{210}\text{Po}$	HJ813-2016	$\alpha\beta$ 测量仪	0.001Bq/L
	汞	HJ694-2014	AFS-9700 原子荧光	0.04 $\mu\text{g/L}$
	铅	HJ700-2014	Agilent 7900 ICP-MS	0.09 $\mu\text{g/L}$
	铬			0.11 $\mu\text{g/L}$
	镉			0.05 $\mu\text{g/L}$
	锰	水和废水监测分析方法（第四版）	OPTIMA 2100 DV ICP-OES 发射光谱仪	0.001mg/L
	砷		AFS-230E 原子荧光	0.0001mg/L
	硫酸盐		ICS900 离子色谱	0.09mg/L
土壤与底泥	pH	NY/T1121.2-2006	PHS-3C 离子计	//
	$\text{U}_{\text{天然}}$	GB/T14506.30-2010	MUA 激光测铀仪	0.3 $\mu\text{g/g}$
	$^{226}\text{Ra}$	GB11743-2013	高纯锗 $\gamma$ 能谱仪	4Bq/Kg
	砷	GB/T22105.2-2008	AFS-9700 原子荧光	0.01mg/Kg
	汞	GB/T22105.1-2008		0.002mg/Kg
	铬	HJ803-2016	OPTIMA 2100 DV ICP-OES 发射光谱仪	2mg/Kg
	铜			0.5mg/Kg
	镍			2mg/Kg
锌	7mg/Kg			
生物样	$\text{U}_{\text{天然}}$	HJ840-2017	MUA 激光测铀仪	$1.0 \times 10^{-8}$ g/g (灰)
	$^{226}\text{Ra}$	GB14883.6-2016	FH463B 智能定标仪	$5.8 \times 10^{-2}$ Bq/g (灰)
噪声	Leq	GB3096-2008	声级计	//

## 四、监测结果

表 1 地表水监测结果

序号	采样地点	取样日期	分析结果													
			U <sub>天然</sub> μg/L	<sup>226</sup> Ra Bq/L	硫酸盐 mg/L	Pb μg/L	Cr μg/L	Hg μg/L	As μg/L	Mn μg/L	Cd μg/L	<sup>210</sup> Po Bq/L	<sup>210</sup> Pb Bq/L	pH		
1	排水沟交汇后流出厂 区后溪沟	2020.3.23	5.63	0.026	0.463	1.21	0.48	0.04ND	0.39	6.34	0.05ND	0.040	0.01	6.17		
2		2020.3.24	12.9	0.010	1.80	1.35	0.45	0.04ND	1.33	7.48	0.09	0.045	0.02	6.09		
3		2020.3.25	8.85	0.016	2.33	1.47	0.54	0.04ND	0.80	7.04	0.05ND	0.044	0.05	6.28		
4	厂外溪沟汇入锦江前	2020.3.23	12.5	0.021	2.29	1.05	0.43	0.04	1.31	5.69	0.10	0.019	0.06	6.35		
5		2020.3.24	9.49	0.016	1.76	1.04	0.48	0.04ND	1.00	6.72	0.07	0.022	0.05	6.26		
6		2020.3.25	4.70	0.031	3.33	1.25	0.58	0.04ND	0.38	7.11	0.05ND	0.020	0.08	6.31		
7	交汇点上游 500m	2020.3.23	1.05	0.036	3.26	1.16	0.45	0.04ND	0.42	5.06	0.05ND	0.018	0.07	6.33		
8		2020.3.24	0.66	0.031	3.17	1.10	0.49	0.04ND	0.48	10.38	0.05ND	0.012	0.06	6.37		
9		2020.3.25	0.42	0.036	4.09	1.25	0.51	0.04ND	0.68	8.19	0.05ND	0.017	0.08	6.26		
10	交汇点下游 500m	2020.3.23	0.53	0.031	3.22	1.92	0.67	0.04ND	0.23	0.71	0.05ND	0.012	0.03	6.16		
11		2020.3.24	0.92	0.031	0.51	1.64	0.71	0.05	0.47	1.84	0.05ND	0.010	0.04	6.22		
12		2020.3.25	0.24	0.025	2.60	1.94	0.70	0.04ND	0.30	1.68	0.05ND	0.008	0.02	6.29		

备注: ND 表示低于检出限。

表 2 地下水监测结果

序号	采样地点	取样日期	分析结果													
			Pb μg/L	Cr μg/L	Hg μg/L	硫酸盐 mg/L	Mn μg/L	<sup>226</sup> Ra Bq/L	U <sub>天然</sub> mg/L	<sup>210</sup> Po Bq/L	<sup>210</sup> Pb Bq/L	Cd μg/L	As μg/L	pH		
1	牛栏墩民井	2020.6.9	0.09ND	0.24	0.04ND	0.969	2.15	0.016	0.0011	0.009	0.03	0.05ND	0.20	7.42		
2		2020.6.10	0.09ND	0.11ND	0.04	0.713	0.96	0.022	0.00005	0.002	0.01	0.05ND	0.12ND	7.53		
3	莲河民井	2020.6.9	0.09ND	0.25	0.04ND	1.92	0.97	0.027	0.00035	0.047	0.14	0.05ND	0.50	7.44		
4		2020.6.10	0.09ND	0.23	0.04	6.04	0.85	0.039	0.0051	0.008	0.02	0.05ND	0.39	7.78		
5	谭屋民井	2020.6.9	0.31	0.15	0.11	20.6	15.7	0.011	0.0033	0.006	0.03	0.05ND	2.57	7.34		
6		2020.6.10	0.30	0.17	0.04ND	20.2	13.8	0.039	0.00062	0.004	0.02	0.05ND	2.68	7.50		
7	低坪山泉水	2020.6.9	0.73	0.32	0.04ND	2.94	5.37	0.071	0.00010	0.011	0.09	0.05ND	0.23	8.05		
8		2020.6.10	1.23	0.31	0.04	2.40	5.12	0.033	0.00012	0.007	0.02	0.05ND	0.24	8.11		
9	晒茂山泉水	2020.6.9	0.09ND	0.11ND	0.12	0.671	2.15	0.049	0.00021	0.006	0.05	0.05ND	0.12ND	7.58		
10		2020.6.10	0.09ND	0.11ND	0.04ND	0.664	3.69	0.039	0.00005	0.003	0.03	0.05ND	0.12ND	7.30		
11	良头村山泉水	2020.6.9	0.09ND	0.11ND	0.04ND	0.551	4.27	0.011	0.00014	0.003	0.01ND	0.05ND	0.12ND	7.12		
12		2020.6.10	0.09ND	0.11ND	0.05	0.729	2.65	0.017	0.00007	0.027	0.02	0.05ND	0.12ND	7.18		
13	大村民井	2020.6.9	0.09ND	0.29	0.04ND	8.45	2.04	0.022	0.00070	0.015	0.07	0.05ND	0.66	7.37		
14		2020.6.10	0.22	0.19	0.14	8.47	1.42	0.020	0.00057	0.034	0.09	0.05ND	0.55	7.15		

表3 底质监测结果

序号	采样地点	取样日期	分析结果	
			U <sub>天然</sub> (mg/kg)	<sup>226</sup> Ra (Bq/Kg)
1	排水沟交汇后流出厂区后溪沟	2020.6.11	18.0	174
2	厂外溪沟汇入锦江前	2020.6.11	20.4	162
3	交汇点上游 500m	2020.6.11	17.9	172
4	交汇点下游 500m	2020.6.11	27.9	159

表 4 生物监测结果 (一)

序号	样品名称	监测日期	村庄名称	分析结果	
				U <sub>天然</sub> mg/kg	<sup>226</sup> Ra Bq/Kg
1	大米	2020.6.11	良头村	0.0012	0.43
2	鸡肉	2020.6.11		0.0015	1.87
4	鱼肉	2020.6.11		0.003	1.89
5	青菜	2020.6.11		0.0046	0.39
6	红薯叶	2020.6.11		0.0025	0.69
7	南瓜	2020.6.11		0.0034	0.20
备注：结果按鲜重计算。生物样均为当日购买的现场采摘、捕捞的新鲜样品。					

表 5 生物监测结果 (二)

序号	样品名称	监测日期	村庄名称	分析结果	
				U <sub>天然</sub> mg/kg	<sup>226</sup> Ra Bq/Kg
1	大米	2020.6.11	大蒙洞	0.0014	0.34
2	鸡肉	2020.6.11		0.0048	1.69
3	鱼肉	2020.6.11		0.013	2.35
4	南瓜	2020.6.11		0.0044	0.33
5	付瓜	2020.6.11		0.0005	0.14
备注：结果按鲜重计算。生物样均为当日购买的现场采摘、捕捞的新鲜样品。					

表6 土壤监测结果(一)

序号	村庄	采样地点		采样日期	分析结果									
					U <sub>天然</sub> mg/kg	As mg/kg	<sup>226</sup> Ra Bq/kg	Hg mg/kg	Cr mg/kg	Cu mg/kg	Ni mg/kg	Zn mg/kg	pH	
1		林地	山边树林	2020.3.9	25.3	5.09	127	0.172	24	6.7	13	91	4.13	
2	谭屋	农田	稻田	2020.3.9	19.6	3.13	165	0.194	16	13.9	8	104	4.17	
3		旱地	花生田	2020.3.9	19.0	3.64	143	0.199	16	13.7	9	98	4.93	
4	大村	林地	山边树林	2020.3.9	21.0	4.54	157	0.092	21	12.6	13	87	4.12	
5		农田	稻田	2020.3.9	21.9	2.16	173	0.080	17	14.1	9	103	4.51	
6		旱地	黄豆田	2020.3.9	27.4	4.25	154	0.182	15	12.5	8	96	4.52	
7		林地	山边树林	2020.3.9	15.8	4.41	126	0.118	14	13.0	10	64	5.95	
8	牛栏墩	农田	稻田	2020.3.9	20.7	3.06	154	0.281	16	16.3	8	117	4.70	
9		旱地	花生田	2020.3.9	22.2	3.17	155	0.257	17	11.9	8	97	6.53	
10	陋茂	林地	山边树林	2020.3.9	12.6	7.63	136	0.106	15	11.8	9	82	6.02	
11		农田	稻田	2020.3.9	16.6	2.50	117	0.329	15	11.5	7	83	4.55	
12		旱地	红薯田	2020.3.9	14.5	6.39	106	0.134	16	20.0	7	106	5.06	
13		林地	山边树林	2020.3.9	14.6	7.02	154	0.100	16	12.3	9	73	4.74	
14	低坪	农田	稻田	2020.3.9	18.2	2.37	126	0.187	17	10.7	7	76	4.68	
15		旱地	橘子树园	2020.3.9	13.6	4.77	109	0.076	17	22.6	8	121	4.48	

表 7 土壤监测结果 (二)

序号	村庄	采样地点		取样日期	分 析 结 果										
					U <sub>天然</sub> mg/kg	As mg/kg	<sup>226</sup> Ra Bq/Kg	Hg mg/kg	Cr mg/kg	Cu mg/kg	Ni mg/kg	Zn mg/kg	pH		
1	莲河	林地	山边树林	2020.3.9	18.0	2.44	179	0.193	12	11.4	8	105	5.15		
2		农田	稻田	2020.3.9	13.8	2.24	166	0.103	14	10.4	8	74	4.39		
3		旱地	玉米田	2020.3.9	12.0	2.77	127	0.060	12	10.0	6	70	4.70		
4	良头	林地	山边树林	2020.3.9	20.9	6.37	101	0.133	11	7.4	8	119	4.67		
5		农田	稻田	2020.3.9	16.7	2.43	148	0.068	10	7.9	5	67	4.74		
6		旱地	橘子树园	2020.3.9	13.9	2.36	111	0.146	11	8.5	7	70	4.21		
7	大蒙洞	林地	山边树林	2020.3.9	15.7	6.86	169	0.416	46	58.5	31	122	6.95		
8		农田	稻田	2020.3.9	19.4	1.94	158	0.159	12	11.8	6	67	4.96		
9		旱地	蔬菜田	2020.3.9	14.0	3.02	114	0.241	11	19.9	6	61	6.85		

表 8 土壤监测结果 (三)

序号	采样地点	监测日期	分析结果									
			U <sub>天然</sub> mg/kg	<sup>226</sup> Ra Bq/kg	Hg mg/kg	Cr mg/kg	Cu mg/kg	Ni mg/kg	Zn mg/kg	As mg/kg	pH	
1	山体-1#	2020.3.8	12.9	158	0.065	16	6.8	7	39	7.95	4.30	
2	山体-2#	2020.3.8	17.5	173	0.079	12	7.8	5	49	2.80	4.07	
3	山体-3#	2020.3.8	26.4	151	0.384	2	8.8	2	58	3.04	4.10	
4	山体-4#	2020.3.8	20.1	139	0.066	28	11.9	14	77	9.66	4.05	
5	山体-5#	2020.3.8	18.5	161	0.102	5	7.1	5	94	4.50	4.03	

表9 TSP 监测结果

序号	监测村庄	监测日期	TSP 浓度 ( $\mu\text{g}/\text{m}^3$ )
1	谭屋	2020.3.20	59
2		2020.3.21	58
3		2020.3.22	55
4	晒茂	2020.3.20	105
5		2020.3.21	102
6		2020.3.22	101
7	良头	2020.3.20	61
8		2020.3.21	57
9		2020.3.22	58
10	牛栏墩	2020.3.20	60
11		2020.3.21	62
12		2020.3.22	65
13	大村	2020.3.23	74
14		2020.3.24	76
15		2020.3.25	71
16	低坪	2020.3.23	63
17		2020.3.24	58
18		2020.3.25	56
19	莲河	2020.3.23	52
20		2020.3.24	55
21		2020.3.25	57
22	大蒙洞	2020.3.23	56
23		2020.3.24	55
24		2020.3.25	49

备注：每次采样时间不小于 24h。

表 10 空气氡浓度监测结果

序号	监测村庄	监测日期	空气氡浓度 (Bq/m <sup>3</sup> )
1	谭屋	2020.6.9	12.9
2		2020.6.10	13.6
3		2020.6.11	14.1
4	晒茂	2020.6.9	18.4
5		2020.6.10	21.6
6		2020.6.11	20.9
7	良头	2020.6.9	16.7
8		2020.6.10	14.1
9		2020.6.11	19.2
10	牛栏墩	2020.6.9	13.8
11		2020.6.10	14.6
12		2020.6.11	12.3
13	大村	2020.6.9	16.7
14		2020.6.10	19.5
15		2020.6.11	18.1
16	低坪	2020.6.9	15.9
17		2020.6.10	19.4
18		2020.6.11	14.6
19	莲河	2020.6.9	13.2
20		2020.6.10	12.1
21		2020.6.11	14.1
22	大蒙洞	2020.6.9	13.6
23		2020.6.10	11.9
24		2020.6.11	12.8

表 11 空气氡子体 $\alpha$ 潜能浓度监测结果

序号	监测村庄	监测日期	空气氡子体 $\alpha$ 潜能浓度 (nJ/m <sup>3</sup> )
1	谭屋	2020.6.9	98
2		2020.6.10	116
3		2020.6.11	88
4	晒茂	2020.6.9	139
5		2020.6.10	158
6		2020.6.11	147
7	良头	2020.6.9	111
8		2020.6.10	133
9		2020.6.11	84
10	牛栏墩	2020.6.9	103
11		2020.6.10	95
12		2020.6.11	78
13	大村	2020.6.9	107
14		2020.6.10	119
15		2020.6.11	131
16	低坪	2020.6.9	98
17		2020.6.10	117
18		2020.6.11	108
19	莲河	2020.6.9	105
20		2020.6.10	87
21		2020.6.11	94
22	大蒙洞	2020.6.9	76
23		2020.6.10	67
24		2020.6.11	69

表 12 贯穿辐射剂量率监测结果

序号	监测时间	村庄	监测地点		贯穿辐射剂量率 nGy/h		
					第一点	第二点	第三点
1	2020.6.12	谭屋	道路	水泥路面	322	316	320
			农田	稻田	300	312	326
			旱地	花生田	376	360	374
2	2020.6.12	大村	道路	水泥路面	272	264	270
			农田	稻田	284	270	280
			旱地	黄豆田	336	322	336
3	2020.6.12	低坪	道路	水泥路面	272	281	276
			农田	稻田	290	302	308
			旱地	花生田	338	346	328
4	2020.6.12	莲河	道路	水泥路面	238	242	246
			农田	稻田	272	282	282
			旱地	玉米田	302	316	308
5	2020.6.12	良头	道路	水泥路面	244	226	244
			农田	稻田	380	390	404
			旱地	红薯田	420	448	442
6	2020.6.12	牛栏墩	旱地	橘子树园	300	286	294
			道路	水泥路面	192	212	206
			农田	稻田	210	218	210
7	2020.6.12	晒茂	旱地	橘子树园	250	270	246
			道路	水泥路面	284	290	298
			农田	稻田	286	274	284
8	2020.6.12	大蒙洞	旱地	豆角田	238	224	238
			道路	水泥路面	228	230	236
			农田	稻田	240	238	242

备注：测量值包含宇宙射线的贡献，测量时每种介质取 3 个测点，每个测点读取 5 个计数。

表 13 噪声监测结果

序号	监测位置	监测结果 ( dB(A) )			
		2020.3.23		2020.3.24	
		昼间	夜间	昼间	夜间
1	漏茂	46.3	41.2	46.8	41.5
2	良头	51.2	46.7	50.8	46.2

报告编写:

郑智阳

审核:

李益建

签发:

邓善松