



密 级	—
版 次	A
本册编号	

黄泥湖矿点（含大鞞围矿点）

退役治理工程

环境影响报告书

江西省核工业地质局二六四大队

二〇二〇年十一月



密级	—
版次	A
本册编号	

黄泥湖矿点（含大峯围矿点）

退役治理工程

环境影响报告书

江西省核工业地质局二六四大队



黄泥湖矿点（含大峯围矿点）

退役治理工程 环境影响报告书

江西省核工业地质局二六四大队

法人代表：王启洪

通讯地址：江西省赣州市青年路 44 号

邮政编码：341000

编制单位和编制人员情况表

项目编号	g05005		
建设项目名称	黄泥湖矿点 (含大峯围矿点) 退役治理工程		
建设项目类别	50_189铀矿地质勘探、退役治理		
环境影响评价文件类型	报告书		
一、建设单位情况			
单位名称 (盖章)	江西省核工业地质局二六四大队		
统一社会信用代码	123600004910122161		
法定代表人 (签章)	王启滨		
主要负责人 (签字)	王启滨		
直接负责的主管人员 (签字)	蔡松		
二、编制单位情况			
单位名称 (盖章)	中核第四研究设计工程有限公司		
统一社会信用代码	911301001043361316		
三、编制人员情况			
1. 编制主持人			
姓名	职业资格证书管理号	信用编号	签字
谢占军	2016035130350000003510130352	BH018156	
2. 主要编制人员			
姓名	主要编写内容	信用编号	签字
李梦姣	9.退役治理后的辐射环境影响评价	BH018175	
路晓卫	3.退役设施概述、4.环境质量现状、5.退役治理工程源项调查、6.退役治理方案、10.事故环境影响分析、11.退役治理的监测计划、12.退役治理后的长期监护计划	BH018158	
田玉斌	2.区域环境概况、7.退役治理前辐射环境影响评价、8.退役治理施工过程中的环境影响	BH018157	

詹乐音	1.总论、13.结论与建议	BH018350	詹乐音
-----	---------------	----------	-----

目 录

1	总 论	1
1.1	项目基本情况.....	1
1.2	退役原因和目的.....	1
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.....	6
1.6	评价因子.....	9
1.7	评价控制指标及管理限值.....	11
1.8	环境敏感点及保护目标.....	14
2	区域环境概况	17
2.1	地理位置.....	17
2.2	地形地貌.....	17
2.3	地质概况.....	18
2.4	气候与气象.....	20
2.5	水文概况.....	23
2.6	土地和水体利用情况.....	25
2.7	生态和资源开发利用.....	25
2.8	自然灾害.....	28
2.9	人口分布.....	29
3	退役设施概述	32
3.1	退役设施概况.....	32
3.2	生产期间工艺及“三废”排放.....	34
4	环境质量现状	37
4.1	辐射环境本底调查.....	37
4.2	辐射环境质量现状调查与评价.....	38
5	退役治理工程源项调查	53

5.1	源项调查范围及原则.....	53
5.2	源项调查监测方案.....	54
5.3	测量方法及仪器.....	56
5.4	监测质量保证.....	57
5.5	源项调查结果及治理项目.....	58
6	退役治理方案.....	86
6.1	退役治理目标和深度.....	86
6.2	制定治理方案的原则.....	87
6.3	治理方案.....	89
6.4	退役终态.....	120
6.5	退役废物管理.....	122
6.6	退役治理环境保护措施及其可行性论证.....	128
7	退役治理前环境影响评价.....	132
7.1	退役治理前源项.....	132
7.2	基本参数设置.....	133
7.3	退役治理前环境影响剂量估算与评价.....	135
8	退役治理施工过程中的环境影响.....	142
8.1	施工过程中的辐射环境影响分析.....	142
8.2	施工过程中非放射性环境影响分析.....	144
8.3	施工过程中的环境保护防护措施.....	149
9	退役治理后环境影响评价.....	151
9.1	退役治理后源项.....	151
9.2	退役治理后环境影响剂量估算与分析.....	151
9.3	退役治理效果分析.....	166
10	事故环境影响分析.....	169
10.1	可能造成辐射环境影响的事故景象.....	169
10.2	最大可信事故确定.....	169
10.3	尾渣库溃坝事故后果预测.....	170
10.4	事故防范及应急措施.....	180

10.5	小结.....	182
11	退役治理的监测计划.....	183
11.1	退役治理过程中监测.....	183
11.2	退役终态监测.....	187
12	退役治理后的长期监护计划.....	189
12.1	长期监护的目的.....	189
12.2	长期监护要求.....	189
13	结论与建议.....	193
13.1	结论.....	193
13.2	建议.....	198

附件

附件 1：环评委托书；

附件 2：赣州市生态环境局《关于黄泥湖矿点（含大鞞围矿点）退役治理工程环境影响评价执行标准的复函》，2019.7.15；

附件 3：江西省核工业地质局测试研究中心《黄泥湖矿点（含大鞞围矿点）退役治理工程项目监测报告》（环监字 2018-291G 号）；

附件 4：江西省核工业地质局测试研究中心《黄泥湖矿点（含大鞞围矿点）退役治理工程项目监测报告》（环监字 2019-291G 号）；

附件 5：江西省核工业地质局测试研究中心《黄泥湖矿点（含大鞞围矿点）退役治理工程项目（补充监测）监测报告》（环监字 2019-345G 号）；

附图

附图 1：黄泥湖矿点（含大鞞围矿点）退役治理设施总体分布图；

附图 2：黄泥湖矿点退役治理设施平面图；

附图 3：大鞞围矿点退役治理设施平面图；

附图 4：源项调查布点图。

前 言

江西省核工业地质局二六四大队（以下简称二六四大队），始建于 1956 年 3 月，其前身为新疆五一九队第九分队，2000 年属地化后隶属于江西省核工业地质局，现为国有事业单位。二六四大队成立六十多年来，先后转战新疆、浙江和江西等多地，向国家提交了 6 个大型矿床和 14 个中小型矿床，为核工业的发展做出了积极贡献。

黄泥湖矿点（含大鞞围矿点）地质勘探工作始于上世纪六十年代初期，终于八十年代初期。根据核工业地质总局和华东地勘局下发的《关于申报小铀矿点生产“111”铀产品的通知》，二六四大队分别于 1996 年和 1998 年组建队伍进驻黄泥湖矿点及大鞞围矿点，开展铀矿采冶工作、并按年度计划生产“111”产品。2010 年根据《关于印发集团公司铀矿采冶秩序专项治理检查工作方案的通知》的要求，停止了上述两矿点的采冶工作。但由于黄泥湖矿点堆浸尾渣铀品位仍较高，后经主管部门批准，允许在三年内完成堆浸尾渣的二次水冶工作。2013 年“水冶尾渣回收”工作全面结束，上述矿点进入全面的关停状态。

目前，黄泥湖矿点（含大鞞围矿点）遗留地表有坑（井）口、露天采场、废石（渣）堆、尾渣堆、工业场地、建（构）筑物、污染设备等各类污染设施，通过各种途径和方式向环境释放废气、流出水，对周围环境构成了潜在的危害。

根据《中华人民共和国环境保护法》、《中华人民共和国放射性污染防治法》等法规，为保障当地环境安全和公众健康，应对已关停的黄泥湖矿点（含大鞞围矿点）遗留的铀矿地质勘探、采冶设施进行全面退役治理。因此，黄泥湖矿点（含大鞞围矿点）退役治理工程被列入《中国核工业地质局军工铀矿地质勘探设施“十三五”退役整治工程专项规划》；在此基础上二六四大队委托中核第四研究设计工程有限公司编制了《黄泥湖矿点（含大鞞围矿点）退役治理工程项目建议书》。2019 年 5 月 31 日，国防科工局以《关于西北低中放固体废物处置场一期二阶段建设等 2 个核退役及放射性废物治理项目立项的批复》（科工二司〔2019〕642 号）同意本项目立项。

根据《中华人民共和国环境影响评价法》、《建设项目环境保护管理条例》等法律法规的要求，二六四大队委托中核第四研究设计工程有限公司承担该项目的环境影响评价工作。接受委托后，评价小组分别于 2016 年 10 月和 2019 年 7 月分两次赴现场进行踏勘，同时收集相关的工程和环境资料，协助开展环境监测，并于 2020 年 11 月完成了报告书的编制工作，现提交生态环境部审查。

本环评报告书中的环境质量现状监测工作由江西省核工业地质局测试中心完成，二六四大队负责提供环评工作所需的基础资料以及开展公众参与并单独成本上报。

1 总 论

1.1 项目基本情况

项目名称：黄泥湖矿点（含大鞞围矿点）退役治理工程。

项目性质：铀矿地质勘探、退役治理。

承担单位：江西省核工业地质局二六四大队。

建设地点：江西省赣州市寻乌县桂竹帽镇境内。

项目投资：6240 万元。

建设周期：48 个月。

退役治理内容：黄泥湖矿点和大鞞围矿点全部设施及污染的周围环境，主要治理源项类型包括坑（井）口、露天采场废墟、废石（渣）堆、工业场地、尾渣堆、污染设备管线、建（构）筑物和污染道路等。拟进行退役治理的内容见表 1.1-1。

总目标：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改善，治理范围内公众健康得到保护。

表 1.1-1 拟退役治理项目一览表

序号	源项类型	黄泥湖矿点	大鞞围矿点	合计
1	坑（井）口（个）	14	13	27
2	露天采场废墟（个）	1	—	1
3	废石（渣）堆（个）	7	4	11
4	尾渣堆（个）	1	—	1
5	工业场地（个）	1	1	2
6	污染道路（m）	—	190	190
7	污染设备（台/件）	40	5	45
	污染管线（m）	11000	5700	16700
8	建（构）筑物（座）	35	24	59

1.2 退役原因和目的

1.2.1 退役原因

本项目退役治理的黄泥湖矿点（含大鞞围矿点）生产时期属于小矿点采

冶规模与试验验证性质，停闭后的退役治理阶段，属于指令性终产关停、永久终止性善后治理、废物处置和环境整治工程。

上述两矿点关停后，在所属区域遗留了一定数量的勘探、采冶设施及污染源项，其中坑（井）口有 ^{222}Rn 气逸出，存在误入或坠入的安全隐患；废石（渣）堆、尾渣堆等 ^{222}Rn 析出率超出管理限值，不断向外释放 ^{222}Rn 及其子体，对当地环境构成了潜在的危害；被污染的建（构）筑物、设备管线等在无人看管后，可能会被当地居民使用，可能导致当地居民直接或间接受到辐射危害。因此，亟需对其进行全面、有效的环境治理，以保护环境清洁和公众健康与安全。

1.2.2 退役治理目的

本项目退役治理最终目的是防止各类有害物流失，极大的减少各类流出物排放，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。具体如下：

- 1) 防止坑（井）口氡气外逸和废水外流所带来的危害，保护当地居民生产、生活安全，防止人、畜坠入井口、误入坑道而造成意外伤害。
- 2) 保持露天采场、废物集中处置设施的长期稳定，防止由于自然力或其他原因引起垮塌流失，造成环境污染事故，同时改善当地的自然生态环境。
- 3) 使采冶遗留污染设备处于可控状态，防止流失而造成环境污染。
- 4) 合理降低公众的辐射剂量，使退役治理各项指标满足国家和行业的相应标准；治理后的环境质量与公众安全，应满足国家和行业的各项规定、标准和规范。
- 5) 防止水土流失，使治理范围内的生态环境得以基本改善。

1.3 退役治理范围和深度

1.3.1 退役治理范围

本项目退役治理范围为黄泥湖矿点和大峯围矿点全部设施及污染的周围环境，主要治理源项类型包括坑（井）口、露天采场、废石（渣）堆、尾渣堆、工业场地、污染设备管线、建（构）筑物、污染道路等。

此外，本退役治理工程在黄泥湖矿点 KD-X1 废石堆原址形成尾渣库（设

计库容 32 万 m³），作为本项目所有放射性废物的集中处置场所，并在接纳污染物完成后对其进行覆盖、稳定化治理。

1.3.2 退役治理深度

本退役治理工程总体目标为对黄泥湖矿点（含大鞏围矿点）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改善。

本项目通过退役治理，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。对退役治理后达到有限制开放或使用的场所或设施，不得盗掘废石（渣）、不得随意变动、削弱或破坏有关的退役整治设施，如覆盖层、拦渣坝、挡土墙或封堵墙、溢洪道、截排水沟、边坡防护等损毁活动，不得用于与食物链有关的活动，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。

各退役源项所能达到的治理深度见表 1.3-1。

表 1.3-1 各退役源项所能达到的治理深度一览表

矿点	源项	退役治理主要方法及目标	退役治理深度	
黄泥湖矿点	有水坑口（1个）	有效封堵，杜绝 ²²² Rn 气的逸出，控制废水外流；严禁随意打开。	有效封堵，防止氡气外逸，控制废水外流，保护公众健康与安全	
	无水坑口（7个）	有效封堵，杜绝井下 ²²² Rn 气的逸出；严禁随意打开。		
	浅（竖）井（6个）			
	露天采场废墟（LTCC-1）	原地覆盖治理，植被、稳定化治理。	有限制开放或使用	
	废石堆	KD-X1 废石堆	原址形成尾渣库，作为本项目放射性废物的集中受纳场所，回填压实后覆土、植被、稳定化。	有限制开放或使用
		其余 6 处废石堆	全部清挖治理，污染物全部运至尾渣库集中处置，治理后原址 ²²⁶ Ra 含量达到管理限值内。	无限制开放或使用
	尾渣堆（WZ-1）	全部清挖治理，污染物全部运至尾渣库集中处置，治理后原址 ²²⁶ Ra 含量达到管理限值内。	无限制开放或使用	
	工业场地			
污染设备(40 台/件)	金属材质的送至核工业铀矿冶放	处于可控状态		

矿点	源项	退役治理主要方法及目标	退役治理深度
	管线(11000m)	射性污染金属熔炼处理中心（710厂）进行熔炼处理、非金属材质的运至尾渣库填埋处置。	
	35座建（构）筑物	拆除后受污染建筑垃圾运至尾渣库处置；未受污染的建筑垃圾运至赣州市寻乌县桂竹帽镇建筑垃圾填埋场处置。	原址无限制开放或使用
大鞞围矿点	有水坑口（1个）	有效封堵，杜绝 ²²² Rn气的逸出，控制废水外流；严禁随意打开。	有效封堵，防止氡气外逸，控制废水外流，保护公众健康与安全
	无水坑口（3个）	有效封堵，杜绝 ²²² Rn气的逸出；严禁随意打开。	
	浅（竖）井（9个）		
	KD-2、3废石堆、KD-X1废石堆和KD-1废石堆	全部清挖治理，污染物全部运至黄泥湖矿点尾渣库集中处置，治理后原址 ²²⁶ Ra含量达到管理限值内。	无限制开放或使用
	废渣堆（WZ-2）		
	工业场地		
	大鞞围污染道路		
	污染设备(5台/件)	金属材质的送至核工业铀矿冶放射性污染金属熔炼处理中心（710厂）进行熔炼处理、非金属材质的运至黄泥湖矿点尾渣库填埋处置。	处于可控状态
	管线(5700m)		
	24座建（构）筑物	拆除后受污染建筑垃圾运至黄泥湖矿点尾渣库处置；未受污染的建筑垃圾运至赣州市寻乌县桂竹帽镇建筑垃圾填埋场处置。	原址无限制开放或使用

1.4 编制依据

1.4.1 法规法规

- 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) 《环境影响评价技术导则 总纲》(HJ 2.1-2016);
- 2) 《环境影响评价技术导则 大气环境》(HJ 2.2-2018);
- 3) 《环境影响评价技术导则 地下水环境》(HJ 610-2016);
- 4) 《环境影响评价技术导则 地表水环境》(HJ 2.3-2018);
- 5) 《环境影响评价技术导则 声环境》(HJ 2.4-2009);
- 6) 《环境影响评价技术导则 生态影响》(HJ 19-2011);
- 7) 《环境影响评价技术导则 铀矿冶退役》(HJ 1015.2-2019);
- 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) 《铀矿冶辐射防护规定》(EJ993-2008);
- 12) 《铀矿冶辐射环境监测规定》(GB23726-2009);
- 13) 《铀矿地质辐射环境影响评价要求》(EJ/T977-1995);
- 14) 《环境空气质量标准》(GB3095-2012);
- 15) 《地表水环境质量标准》(GB3838-2002);
- 16) 《地下水质量标准》(GB/T14848-2017);
- 17) 《声环境质量标准》(GB3096-2008);
- 18) 《土壤环境质量 农用地土壤污染风险管控标准（试行）》(GB15618-2018);
- 19) 《大气污染物综合排放标准》(GB16297-1996);
- 20) 《污水综合排放标准》(GB8978-1996);
- 21) 《工业企业厂界环境噪声排放标准》(GB12348-2008);
- 22) 《建筑施工场界环境噪声排放标准》(GB12523-2011);
- 23) 《食品中放射性物质限制浓度标准》(GB14882-94)。

1.4.3 相关文件

- 1) 《关于西北低中放固体废物处置场一期二阶段建设等 2 个核退役及放射性废物治理项目立项的批复》(科工二司〔2019〕642 号);
- 2) 《黄泥湖矿点（含大鞞围矿点）退役治理工程可行性研究报告（C 版）》

（中核第四研究设计工程有限公司，2019年8月）；

3) 《黄泥湖矿点（含大峯围矿点）退役治理工程废物集中处置方案》（江西省核工业地质局二六四大队、中核第四研究设计工程有限公司，2020年11月）；

4) 《黄泥湖矿点（含大峯围矿点）退役治理工程环境质量现状监测报告》（江西省核工业地质局测试研究中心，2019年10月）；

5) 赣州市生态环境局《关于黄泥湖矿点（含大峯围矿点）退役治理工程环境影响评价执行标准的复函》，2019年7月；

6) 江西省核工业地质局二六四大队提供的其它相关资料；

7) 环境影响评价委托书。

1.5 评价范围和子区划分

1.5.1 辐射环境

根据《环境影响评价技术导则 铀矿冶退役》（HJ1015.2-2019），并考虑本次退役治理工程的实际情况，本次评价以退役治理后对居民影响最大的气载流出物源项（黄泥湖矿点尾渣库）为评价中心，半径20km的区域范围。为进行剂量估算，将评价范围分别以1、2、3、5、10、20km为半径画6个同心圆，与圆心角为22.5°的16个方位相交划分扇形区域，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岁，幼儿组1~7岁，少年组7~17岁，成人组>17岁。评价中心3km范围和20km评价范围子区划分别见图1.5-1和1.5-2。

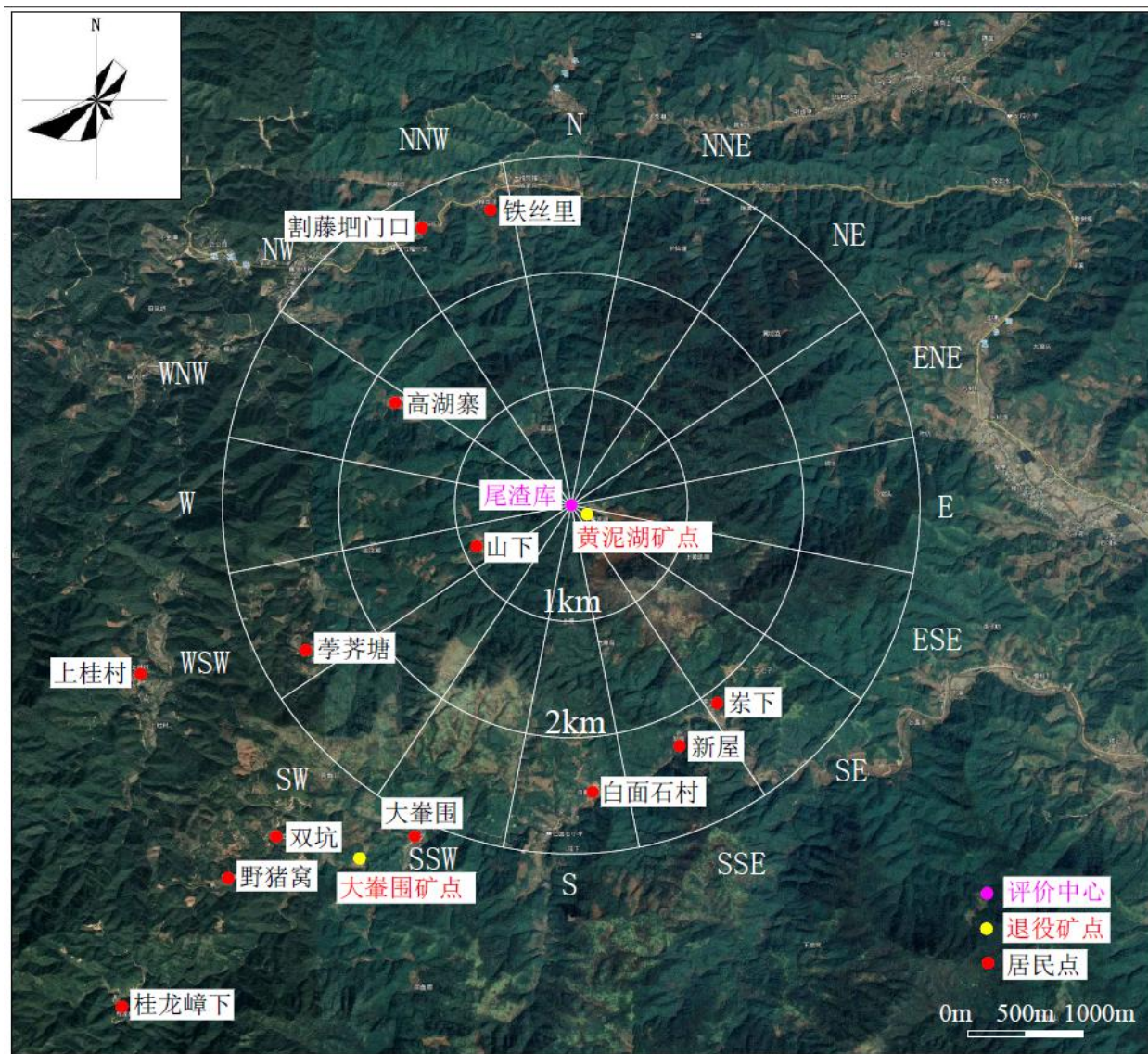


图 1.5-1 评价中心 3km 范围内子区分布图

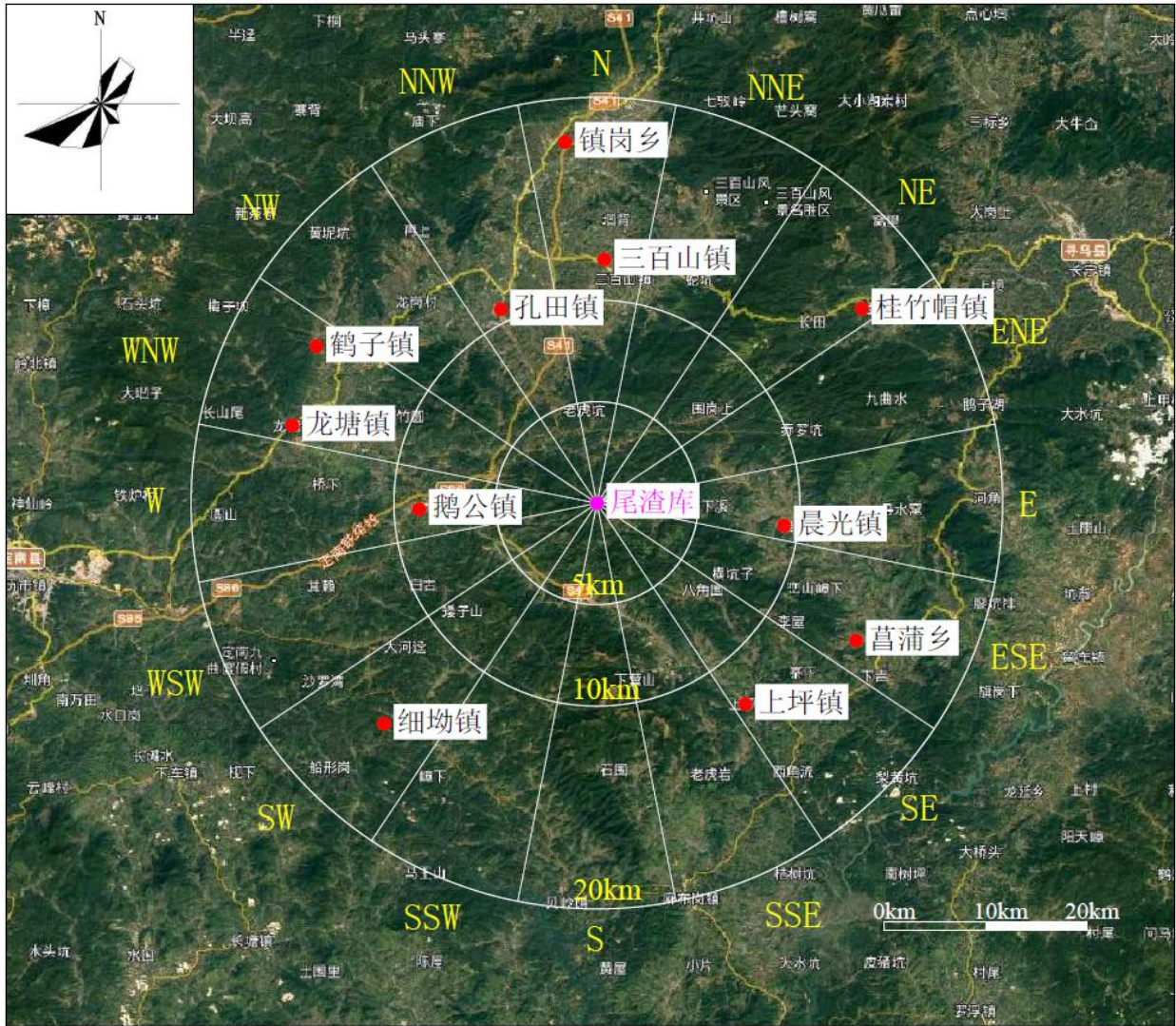


图 1.5-2 20km 评价范围内子区分布图

1.5.2 非放射性环境

1) 非放射性大气环境影响评价等级与评价范围

本项目非放大气污染物主要为施工过程中清挖设施回填卸车产生的扬尘（TSP），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，类比其它施工场地扬尘监测数据，扬尘排放量较小。

根据《环境影响评价技术导则 大气环境》（HJ2.2-2018）相关内容，本项目采用 AERSCREEN 估算模式进行评价，其 TSP 最大落地浓度为 $44.27\mu\text{g}/\text{m}^3$ ，占标率为 4.92%，处于 1%到 10%之间，最大落地浓度距离为 27m。本项目最大落地浓度出现在黄泥湖矿点退役范围之内，对外环境影响较小，故本项目大气环境影响评价的工作等级定为三级，评价范围为 5km，详见§8.2 章节。

2) 地表水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 地表水环境》（HJ2.3-2018）中 5.1.2 节评价因子筛选要求，将坑口流出水中非放射污染物高于地表水环境监测值的 SO_4^{2-} 列为评价因子，且坑口流出水中 SO_4^{2-} 离子浓度满足受纳水体水环境质量标准，按照 HJ2.3-2018 中表 1 中相关内容，本项目评价等级为三级 A，评价范围为河沟受纳水体。

3) 地下水环境影响评价等级与评级范围

参照《环境影响评价技术导则 地下水环境》（HJ 610-2016）中附录 A 地下水环境影响评价行业分类表中有色金属分类，该项目修建尾渣库，属于 I 类项目；根据 HJ 610-2016 中表 1 地下水环境敏感程度分级，本项目当地居民地下水不作为当地供水水源。本项目不涉及地下水的敏感区或较敏感区（选址不涉及集中式饮用水水源保护区及以外的补给径流区，不涉及分散式饮用水水源保护区及特殊地下水资源保护区等），根据评价工作等级分级表，地下水评价确定为二级评价等级。

地下水评价范围为退役治理设施周围浅层地下水。

4) 声环境影响评价等级与范围

本项目所处区域为声环境 3 类功能区，根据《环境影响评价技术导则 声环境》（HJ2.4-2009）原则确定本项目声环境影响评价工作等级为三级，确定声环境影响评价范围为厂界外 200m。

5) 生态影响评价等级与范围

本项目不新增建设占地。与本项目有关的占地主要为项目土源地取土用地，涉及面积为 39254m^2 ，小于 2km^2 ，且取土地为一般区域，故本项目生态影响评价等级为三级，评价范围为取土范围。

1.6 评价因子

1.6.1 环境影响因素识别

为明确本项目可能对自然环境、生态环境、社会环境和公众健康产生的影响，根据项目工程特点、规模和污染物排放规律，结合评价区域的环境特征，进行项目对环境的影响识别，结果见表 1.6-1。

表 1.6-1 本项目环境影响要素识别

阶段 \ 影响		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	
	废水排放		-1			-1							
	固体废物处置			-1		-2	-2					-2	
退役治理中	场地挖掘	-1			-1	-2	-1					-2	+1
	物料运输	-1			-1	-1							+1
	场地覆土/回填	-1				-2						-2	+1
退役治理后	废气排放					-1						-1	
	废水排放		-1			-1							
	固体废物处置			-1		-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。

从上表可以看出，本项目的实施对周边环境的影响要素，退役治理前主要是废气和固废对辐射环境及生态环境的影响；退役治理过程中主要是场地挖掘、物料运输等活动对大气环境、声环境、辐射环境及生态环境的影响；退役治理后主要是废气和固废对辐射环境及生态环境的影响；另，项目的实施将对该地区的自然环境及社会经济产生积极影响。

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}Rn 及其子体
	废水污染源		$\text{U}_{\text{天然}}$ 、 ^{226}Ra 、 ^{230}Th 、 ^{210}Po 、 ^{210}Pb 、 SO_4^{2-}
退役治理中	大气污染源	放射性污染物	^{222}Rn 及其子体
		非放射性污染物	TSP
	废水污染源	放射性污染物	$\text{U}_{\text{天然}}$ 、 ^{226}Ra 、 ^{230}Th 、 ^{210}Po 、 ^{210}Pb
		非放射性污染物	COD、BOD、氨氮、 SO_4^{2-}
	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		$\text{Leq}(\text{A})$	

时期	评价内容	评价因子
退役治理后	大气污染源	^{222}Rn 及其子体
	地表水污染源	$\text{U}_{\text{天然}}$ 、 ^{226}Ra 、 ^{230}Th 、 ^{210}Po 、 ^{210}Pb 、 SO_4^{2-}
	地下水污染源	$\text{U}_{\text{天然}}$ 、 ^{226}Ra 、 Mn 、 SO_4^{2-}

1.7 评价控制指标及管理限值

1.7.1 剂量约束值和剂量控制值

1) 正常工况下公众剂量约束值

根据《铀矿冶辐射防护和辐射环境保护规定》（GB23727-2020），退役与关闭后公众照射的剂量约束值不超过 0.3mSv/a；运行期公众照射的剂量约束值取连续 5 年的平均有效剂量不超过 0.5mSv/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施工过程中公众照射剂量约束值为 0.5mSv/a，退役治理后公众照射剂量目标值为 0.1mSv/a。

2) 事故公众剂量控制值

单次事故情况下所致公众有效剂量不超过 1 mSv。

1.7.2 废水放射性排放浓度限值

根据《铀矿冶辐射防护和辐射环境保护规定》（GB23727-2020），退役治理后黄泥湖矿点和大鞞围矿点的坑口流出水分别排入黄泥湖小溪和群裕河，具体排放口核素浓度限值见表 1.7-1。

表 1.7-1 废水中放射性核素排放浓度限值

标准	水环境状况	放射性核素	单位	废水排放口处限值
GB23727-2020	有稀释能力的受纳水体	$\text{U}_{\text{天然}}$	mg/L	0.3
		^{226}Ra	Bq/L	1.1
		^{230}Th	Bq/L	1.85
		^{210}Pb	Bq/L	0.5
		^{210}Po	Bq/L	0.5

注：本项目黄泥湖矿点有水坑口最大水量为 $4.63 \times 10^{-4} \text{m}^3/\text{s}$ ，矿点的受纳水体为黄泥湖小溪，溪水最小流量为 $0.08 \text{m}^3/\text{s}$ ；大鞞围矿点有水坑口最大水量为 $3.43 \times 10^{-5} \text{m}^3/\text{s}$ ，矿点的受纳水体为群裕河，河水最小流量为 $0.36 \text{m}^3/\text{s}$ ，因此受纳水体均具有 5 倍以上稀释倍数。另外，根据《江西省地表水（环境）功能区划》本项目受纳水体水环境功能为景观娱乐用水区，执行 III 类水标准。

1.7.3 退役管理目标值

1) 地表氡析出率的管理限值

根据《铀矿冶辐射防护和辐射环境保护规定》（GB23727-2020）的规定，

尾渣库、露天采场等设施，经退役、关闭与环境整治后，表面氡析出率应不大于 $0.74\text{Bq}/(\text{m}^2\cdot\text{s})$ 。

2) 土壤中 ^{226}Ra 残留量的管理限值

根据《铀矿冶辐射防护和辐射环境保护规定》（GB23727-2020）的规定，土地去污整治后，任何 100m^2 范围内土层中 ^{226}Ra 的平均活度浓度扣除当地本底值后不超过 0.18Bq/g ；可无限制开放或使用。

根据辐射环境本底监测数据，项目所在区域土壤中 ^{226}Ra 含量本底水平为 0.117Bq/g 。故本项目经清挖治理后的场地，其任何 100m^2 范围内土层中 ^{226}Ra 含量如不高于 0.297Bq/g ，其原址可无限制开放或使用。

3) 放射性表面污染控制水平

本项目无利用价值的金属设备、管线等经去污处理后，其 α 表面污染水平 $\leq 25\text{Bq}/\text{cm}^2$ ， β 表面污染水平 $\leq 40\text{Bq}/\text{cm}^2$ ，即达到核工业铀矿冶放射性污染金属熔炼处理中心（710厂）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（国家核安全局认可的废旧金属处理中心）熔炼处理。

设备、管线在运输过程中，参照《铀矿冶辐射防护和辐射环境保护规定》（GB23727-2020），其包装容器和运输车辆外 α 表面污染水平 $\leq 4\text{Bq}/\text{cm}^2$ 、 β 表面污染水平 $\leq 40\text{Bq}/\text{cm}^2$ 。

4) γ 辐射剂量率控制值

参照《铀矿地质辐射环境影响评价要求》（EJ/T977-1995）要求，铀矿地质设施退役场所 γ 吸收剂量率不超过 $17.4\times 10^{-8}\text{Gy/h}$ （扣除本底后）。因此本次退役治理工程，对于达到无限制开放或使用深度的场址，其治理后的 γ 辐射剂量率水平按照接近当地本底值进行控制；对于达到有限制开放或使用深度的场址或设施，其治理后的 γ 辐射剂量率按照“本底值+ $17.4\times 10^{-8}\text{Gy/h}$ ”进行控制，根据辐射环境本底监测数据，项目所在区域 γ 辐射剂量率本底值为 $23.6\times 10^{-8}\text{Gy/h}$ 。

1.7.4 非放射性环境质量和排放标准

根据赣州市生态环境局《关于黄泥湖矿点（含大鞞围矿点）退役治理工程环境影响评价执行标准的复函》的相关要求（见附件2），本项目环境影响评价非放执行标准如下：

1) 环境质量标准:

- (1) 环境空气执行《环境空气质量标准》(GB3095-2012) 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/T14848-2017) 中III类标准;
- (4) 声环境执行《声环境质量标准》(GB3096-2008) 中 3 类标准;
- (5) 土壤环境质量执行《土壤环境质量 农用地土壤污染风险管控标准(试行)》(GB15618-2018) 中表 1 标准。

2) 污染物排放标准

- (1) 废气排放执行《大气污染物综合排放标准》(GB16297-1996) 中二级标准;
- (2) 废水排放执行《污水综合排放标准》(GB8978-1996) 表 1 和表 4 中一级标准;
- (3) 厂界噪声执行《工业企业厂界环境噪声排放标准》(GB12348-2008) 中 3 类标准; 施工期场界噪声执行《建筑施工场界环境噪声排放标准》(GB12523-2011) 中相关要求。

本项目非放评价采用的标准值见表 1.7-2。

表 1.7-2 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	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
		SO ₂	60 $\mu\text{g}/\text{m}^3$ (年均值)	
		NO ₂	40 $\mu\text{g}/\text{m}^3$ (年均值)	
		PM _{2.5}	35 $\mu\text{g}/\text{m}^3$ (年均值)	
		PM ₁₀	70 $\mu\text{g}/\text{m}^3$ (年均值)	
	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 ₄ ²⁻	250mg/L	
	噪声	昼间	65dB (A)	《声环境质量标准》GB3096-2008 中 3 类标准
		夜间	55dB (A)	
	土壤	Cd	0.3mg/kg (5.5<pH≤7.5) 0.6mg/kg (pH>7.5)	《土壤环境质量 农用地土壤污染风险管控标准(试行)》

类别	污染物名称	标准值	标准来源	
		As	40mg/kg (5.5<pH≤6.5) 30mg/kg (6.5<pH≤7.5) 25mg/kg (pH>7.5)	(GB15618-2018) 中表 1 标准
		Hg	1.8mg/kg (5.5<pH≤6.5) 2.4mg/kg (6.5<pH≤7.5) 3.4mg/kg (pH>7.5)	
		Pb	90mg/kg (5.5<pH≤6.5) 120mg/kg (6.5<pH≤7.5) 170mg/kg (pH>7.5)	
		Cr ⁶⁺	150mg/kg (5.5<pH≤6.5) 200mg/kg (6.5<pH≤7.5) 250mg/kg (pH>7.5)	
		Cu	50mg/kg (5.5<pH≤6.5) 100mg/kg (pH>6.5)	
		Ni	70mg/kg (5.5<pH≤6.5) 100mg/kg (6.5<pH≤7.5) 190mg/kg (pH>7.5)	
		Zn	200mg/kg (5.5<pH≤6.5) 250mg/kg (6.5<pH≤7.5) 300mg/kg (pH>7.5)	
	地下水	pH	6.5~8.5	《地下水质量标准》(GB/T 14848-2017) 中III类标准
		Na ⁺	200mg/L	
		SO ₄ ²⁻	250mg/L	
		Cl ⁻	250mg/L	
		Mn	0.1mg/L	
		Cd	0.005mg/L	
		Cu	1mg/L	
		Zn	1mg/L	
		Ni	0.02mg/L	
		Cr ⁶⁺	0.05mg/L	
		Fe	0.3mg/L	
		Hg	0.001mg/L	
排放标准	废气	颗粒物	无组织排放监控浓度限值： 1mg/m ³	《大气污染物综合排放标准》 (GB16297-1996) 表 2 二级标准
		噪声	昼间	65dB (A)
	夜间		55dB (A)	
	昼间		70dB (A)	《建筑施工场界环境噪声排放标准》 (GB12523-2011)
	夜间		55dB (A)	

1.8 环境敏感点及保护目标

根据工程性质和周围环境特征，确定本次环境评价的大气环境保护目标

为项目评价范围内居民点的大气环境，表中主要列出了黄泥湖矿点和大峯围矿点周围半径 3km 范围内重要居民点分布情况；地表水环境保护对象为黄泥湖小溪和群裕河；地下水环境保护对象为退役设施周围浅层地下水；声环境保护对象为退役设施边界外 200m 范围内声环境质量；生态环境为退役设施占地区；辐射环境保护对象为评价中心周围 20km 范围内环境和公众。

具体环境保护目标见表 1.8-1。

表 1.8-1 环境保护目标一览表

要素	保护对象					保护性质	保护级别
	名称	方位	距评价中心距离 (km)	距大峯围矿点的距离 (km)	人口数		
大气环境	高湖寨	WNW	1.7	3.9	12	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
	割藤垌门口	NNW	2.7	5.4	10		
	山下	WSW	0.9	2.9	15		
	铁丝里	NNW	2.6	5.7	39		
	大峯围	SSW	3.1	0.5	113		
	白面石村	S	2.5	2.1	102		
	新屋	SSE	2.3	2.9	20		
	崇下	SE	2.1	3.4	48		
	桂龙嶂下	SW	5.8	2.4	41		
	野猪窝	SW	4.4	1.2	6		
	双坑	SW	3.8	0.7	105		
	上桂村	WSW	4.0	2.5	204		
	荸荠塘	WSW	2.6	1.9	22		
水环境	黄泥湖小溪和群裕河					地表水	《地表水环境质量标准》(GB3838-2002) III 类
	退役设施周围潜层地下水					地下水	《地下水质量标准》(GB/T 14848-2017) 中 III 类标准
声环境	退役设施边界外 200m 范围内					声环境	《声环境质量标准》(GB3096-2008) 3

要素	保护对象	保护性质	保护级别
			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改善
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

2 区域环境概况

2.1 地理位置

本项目位于江西省赣州市寻乌县桂竹帽镇，黄泥湖矿点距离其东北方向的桂竹帽镇约 17.5km，距离其东北方向的寻乌县约 30.4km。其中黄泥湖矿点地理坐标为东经 115°23'45"，北纬 24°50'01"，大峯围矿点地理坐标为东经 115°22'20"，北纬 24°48'15"。两个矿点直线距离约 3.5km，有水泥道路相连，并有公路与桂竹帽镇和寻乌县相通，交通较为便利。其地理位置图如图 2.1-1 所示。



图 2.1-1 项目地理位置图

2.2 地形地貌

本项目所在的寻乌县东南连武夷山余脉，西北接九连山支脉。地势呈东北、西北与东南高，向西南倾斜，似掇箕状，中山、低山、丘陵、岗地呈阶梯状分布。境内最低标高为南部斗晏村西河谷，海拔 180m；最高标高为东部

项山甌，主峰海拔 1529.8m。

寻乌县以山地丘陵为主，仅沿河两岸呈狭小谷地，其中山地占总面积的 75.6%，县境内重峦叠嶂，大小山峰耸立。从东到西大致可分为武夷山、基隆嶂两个隆起带和南部红层盆地的沉降带。据统计，海拔 400m 以上的山峰多达 908 座，其中海拔 1000m 以上的山峰就有 30 座，东面有项山甌、老鸦石、笔架山，南面有阳天嶂、乱罗嶂、西部有桂龙嶂，北部有基笼嶂、太阳关，其中项山甌主峰海拔 1529.8m，为寻乌县第一高峰。本项目所在区域典型地貌如图 2.2-1 所示，地形如图 2.2-2 所示。



图 2.2-1 项目所在地典型地貌图

2.3 地质概况

本项目所在的寻乌县地层除前震旦、奥陶、志留、二叠、三叠、上第三系缺失外，其他皆有出露，但不发育，分布零星。震旦和寒武地系地层为一套巨厚的浅海相碎屑岩建造，在县城、蓝贝、河岭以北、吉潭、浊水塘、老墓等地出露。中上泥盆系为滨海相碎屑岩建造，出露于留车石背一代。石炭系地层以浅海滩相碳酸盐建造为主，零星出露于老墓、白石滩山间盆地中。

下侏罗系湖沼相碎屑岩建造，仅在南部及黄垴出露。上甲、定田园一带有上侏罗系碎屑岩建造。菖蒲乡分布有晚侏罗系砂质页岩，为可观的含铀层位。在古坑岗、车头、留车一带广泛分布着内陆湖碎屑岩建造的白垩系地层。下第三系仅在留车丘坊见有出露。第四系主要分布于寻乌河两岸。

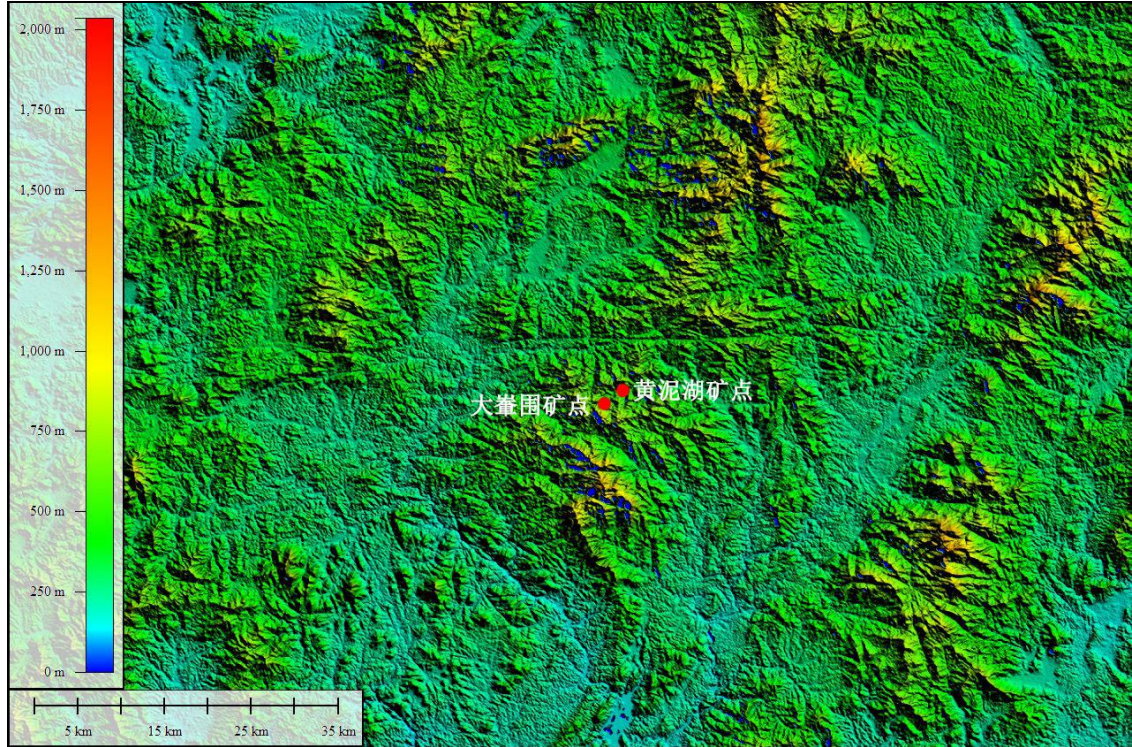


图 2.2-2 项目所在地周边地形图

1) 大崧围矿点地处白面石山间盆地，其基底为燕山早期花岗岩（即白面石岩体），盖层由晚侏罗统（即菖蒲群）火山岩、火山碎屑岩及含炭砂岩组成，盆地面积长 3km、宽 2.5km，由三个北西向的槽状构造及他们间的两个山起组成，由北向南依次为北部小槽、中心大槽、南部小槽，槽宽 50m~450m、深 5m~50m。

2) 黄泥湖矿点地处南岭东西向复杂构造带中，属南岭纬向构造带东段与武夷山新华夏构造带南段的复合部位，岩浆活动强烈。区域起主导作用的纬向构造有石马、热水—古坑岗、鹅湖—石排、河岭—蓝贝四条断裂带及新华夏系断裂带，如寻乌县城—鹅湖—湖崇、吉谭—丘坊两条，矿区区域上所出露地层主要为侏罗纪火山碎屑岩。

另，本项目拟选取黄泥湖矿点 KD-X1 废石堆原址形成尾渣库，库区内无滑坡、坍塌等不良地质作用，岩体揭露范围内无洞穴或软弱夹层，稳定性较

好；地层由上至下为尾砾砂层、素填土、第四系全新统残积层和基岩，基岩为侏罗纪火山碎屑岩，地质条件较好；库区岩层岩体节理裂隙发育一般，岩石完整性较好。

2.4 气候与气象

2.4.1 气候概况

矿区属亚热带季风气候，全年温暖湿润，雨量充沛，冬少严寒，夏无酷暑。根据寻乌县 2017 年统计年鉴中的数据，寻乌县多年平均降水量为 1605.7mm，历年最大降雨量为 2646.0mm，最少降雨量为 959.5mm。寻乌县多年平均气温为 20.0℃，2017 年内最高气温为 37.4℃，年内最低气温为-0.5℃。多年平均日照时数为 1667.2h。区域主导风向为 WSW 方位，年平均风速 1.2m/s，最大风速 7.7m/s。

2.4.2 气象参数

本次评价采用的基础气象数据包括距离矿点最近的地面气象站和高空气象站 2017 年观测数据。地面气象参数包括观测时间、风向、风速、总云、低云和干球温度，数据频次每日 4 时、8 时、14 时和 20 时；高空气象参数包括观测时间、探空层数、气压、探空高度、温度、风速和风向，数据频次为每日 2 次观测。

距离本项目最近地面气象站为项目 NE 方位 28km 处的寻乌县气象站，其地理坐标为东经 115.65°、北纬 24.95°，该站为基本站，气象与本项目所在地基本相同，其气象数据满足本次辐射影响预测扩散模式使用要求。

本次评价采用的高空气象数据是通过距离本项目最近的赣州市气象站（距离约 122km）气象数据采用 WRF 程序模拟所得。该气象站地理坐标为东经 114.95°，北纬 25.85°。

根据寻乌县气象站 2017 年实际观测数据，当地温度、风速的月平均变化情况见表 2.4-1，季小时平均风速的日变情况见表 2.4-2，全年各风向风频见表 2.4-3，全年及四季风向玫瑰图见图 2.4-1。从表 2.4-1~表 2.4-3 可知，2017 年寻乌县年平均温度为 20.0℃，年平均风速为 1.20m/s，主导风向为 WSW 方向，年静风频率为 8.71%。

表 2.4-1 温度、风速的月平均变化值

月份	1月	2月	3月	4月	5月	6月
温度(°C)	12.33	12.28	15.00	19.64	23.13	25.97
风速/(m/s)	0.81	0.91	0.87	1.26	0.97	1.07
月份	7月	8月	9月	10月	11月	12月
温度(°C)	27.14	27.77	26.91	21.43	16.66	10.95
风速/(m/s)	1.13	1.22	1.15	1.87	1.40	1.72

表 2.4-2 季小时平均风速变化情况 (m/s)

小时/h	2	8	14	20
春季	0.85	0.78	1.66	0.83
夏季	0.83	0.84	2.06	0.84
秋季	1.10	1.27	2.25	1.29
冬季	0.97	1.00	1.59	1.05

表 2.4-3 全年各风向风频

风向	N	NNE	NE	ENE	E	ESE	SE	SSE
频率 (%)	4.8	9.05	8.78	5.08	3.29	3.002	4.87	3.91
风向	S	SSW	SW	WSW	W	WNW	NW	NNW
频率 (%)	7.41	8.71	10.91	15.16	2.33	1.37	1.37	1.23

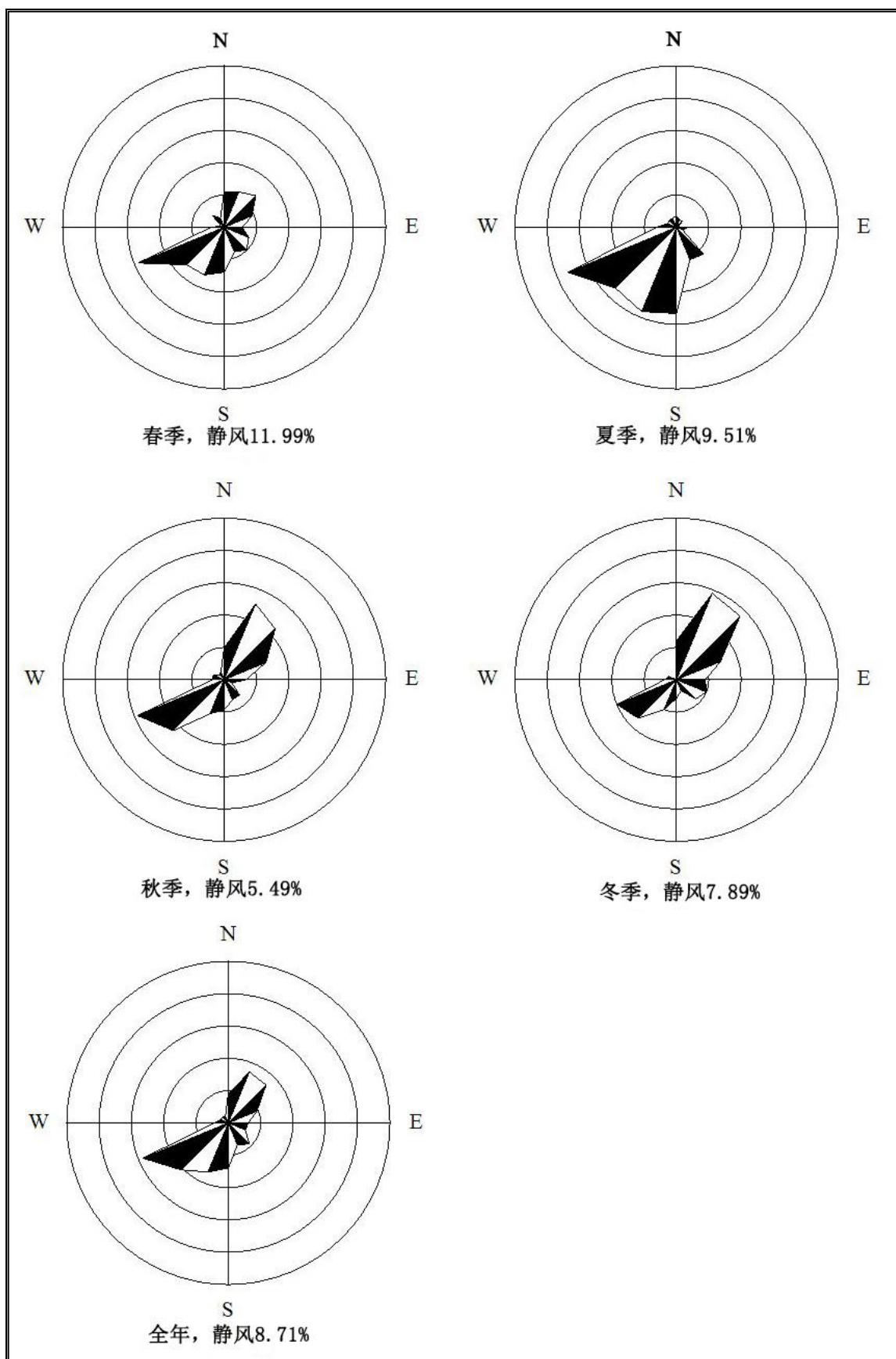


图 2.4-1 全年及四季风向玫瑰图

2.5 水文概况

2.5.1 地表水

本项目所在区域内的主要河流有上桂河和群裕河（又称晨光河），根据《江西省地表水（环境）功能区划》其水功能区划为景观娱乐用水区、执行《地表水环境质量标准》（GB3838—2002）III类标准。其中黄泥湖矿点最近的为黄泥湖小溪，是黄泥湖矿点坑口流出水的直接受纳水体，黄泥湖小溪下游汇入上桂河；大峯围矿点最近的为群裕河，是大峯围矿点坑口流出水的直接受纳水体。黄泥湖小溪和群裕河水文参数见表 2.5-1 和表 2.5-2。

本项目 3km 范围内居民的饮用水和农业用水主要来自山涧水，评价区域内无集中式饮用水水源。上桂河设有罗山水库，该库位于黄泥湖矿点 NW 方位 4.5km 处，主要功能为水利发电，其集水面积 26.4km²、总库容 23.6 万 m³。

表 2.5-1 黄泥湖小溪水力学参数

月份	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12
流量（m ³ /s）	0.17	0.19	0.26	0.36	0.29	0.27	0.26	0.18	0.18	0.14	0.08	0.08
河宽（m）	1.4	1.6	1.6	1.8	1.8	1.7	1.6	1.5	1.5	1.5	1.4	1.4
流速（m/s）	0.4	0.4	0.4	0.5	0.4	0.4	0.4	0.3	0.3	0.3	0.3	0.3
河深（m）	0.3	0.3	0.4	0.4	0.4	0.4	0.4	0.4	0.4	0.3	0.2	0.2

表 2.5-2 群裕河水力学参数

月份	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12
流量（m ³ /s）	0.36	0.66	1.09	1.45	2.23	1.32	1.01	0.63	0.48	0.48	0.48	0.38
河宽（m）	1.8	2.2	2.6	2.6	3.1	2.7	2.4	2.1	1.9	1.9	1.9	1.9
流速（m/s）	0.4	0.5	0.7	0.8	0.9	0.7	0.7	0.6	0.5	0.5	0.5	0.4
河深（m）	0.5	0.6	0.6	0.7	0.8	0.7	0.6	0.5	0.5	0.5	0.5	0.5

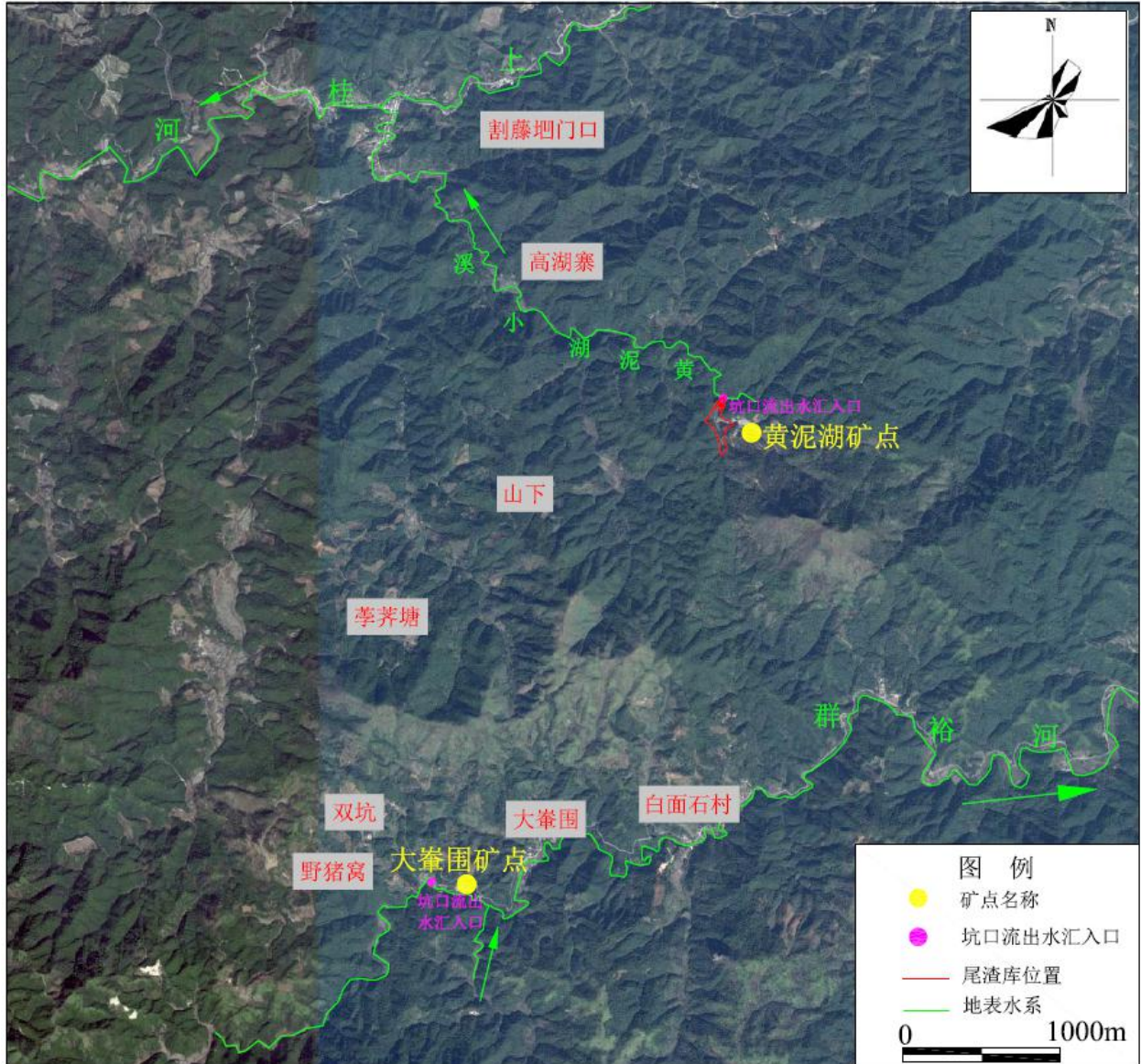


图 2.5-1 项目周边地表水系分布图

2.5.2 地下水

黄泥湖矿区地处南岭山脉北坡，根据赋水岩性不同，该区地下水划分为上层滞水、第四系孔隙潜水和基岩裂隙水。上层滞水主要赋存于素填土中，受大气降水和溪沟地表水补给，水量一般，水位变化较大。孔隙潜水主要分布于沟谷冲洪积层及两侧山坡残坡积层中，主要接受大气降水、两侧山坡基岩裂隙水补给，向河流和下游径流排泄为主，地下水水量一般，受降雨影响明显，雨季赋存少量地下水。基岩裂隙水主要为火山碎屑岩，裂隙多呈半闭合状，但上部风化裂隙发育。基岩裂隙水主要赋存在风化裂隙中，属强富水性。赋存于火山碎屑岩中。迳流模数约 $3\sim 6\text{L/s}\cdot\text{km}^2$ ，渗透系数约 $0.0004\sim 0.026\text{m/d}$ ，

涌水量约 1.68~4.42m³/d。地下水流向大体是由南东向北西流。局部受次一级地形影响有所变化。

大峯围矿点地下水主要为孔隙潜水，孔隙潜水主要分布于沟谷冲洪积层及两侧山坡残坡积层中。含水层岩性为卵石。沟底含水层厚度一般为 1m~2m，主要接受大气降水、河流、两侧山坡基岩裂隙水补给，向河流和下游径流排泄为主，地下水水量一般。两侧山坡孔隙含水层较薄，厚度一般小于 1m，受降雨影响明显，雨季赋存少量地下水。沿坡面渗流排泄或以泉的形式排泄。地下水稳定水位标高在 462.54m~473.15m 之间。本项目区域水文地质图如图 2.5-2 所示。

2.6 土地和水体利用情况

本项目所在区域 5km 范围内土地类型主要为未开发利用的林地，地表植被茂盛，伴有少量水田和果园，种植的农作物主要为水稻、柑橘和芭蕉等。5km 范围内群裕河无水体利用设施，上桂河设有罗山水库，该水库位于黄泥湖矿点 NW 方位约 4.5km，主要功能为水利发电。当地降雨量丰富，居民饮用水主要来自山涧水，接纳水体下游评价范围内无饮水途径，少部分岸边农田使用接纳水体灌溉。

2.7 生态和资源开发利用

2.7.1 自然资源

寻乌县矿产资源丰富，县境内已发现的矿种有钨、锡、钼、铜、铅、锌、稀土、铌钽、铁、钴、金、煤、泥炭、石灰石、石材、磷、钾、石膏、粘土、水晶、硫铁矿、矿泉水、铀等。按用途分为稀土金属、稀有金属、有色金属、黑色金属、贵金属、燃料、非金属、矿产及温泉。其中稀土金属是县内的主要矿产资源，矿床规模大、品位高、埋藏浅。

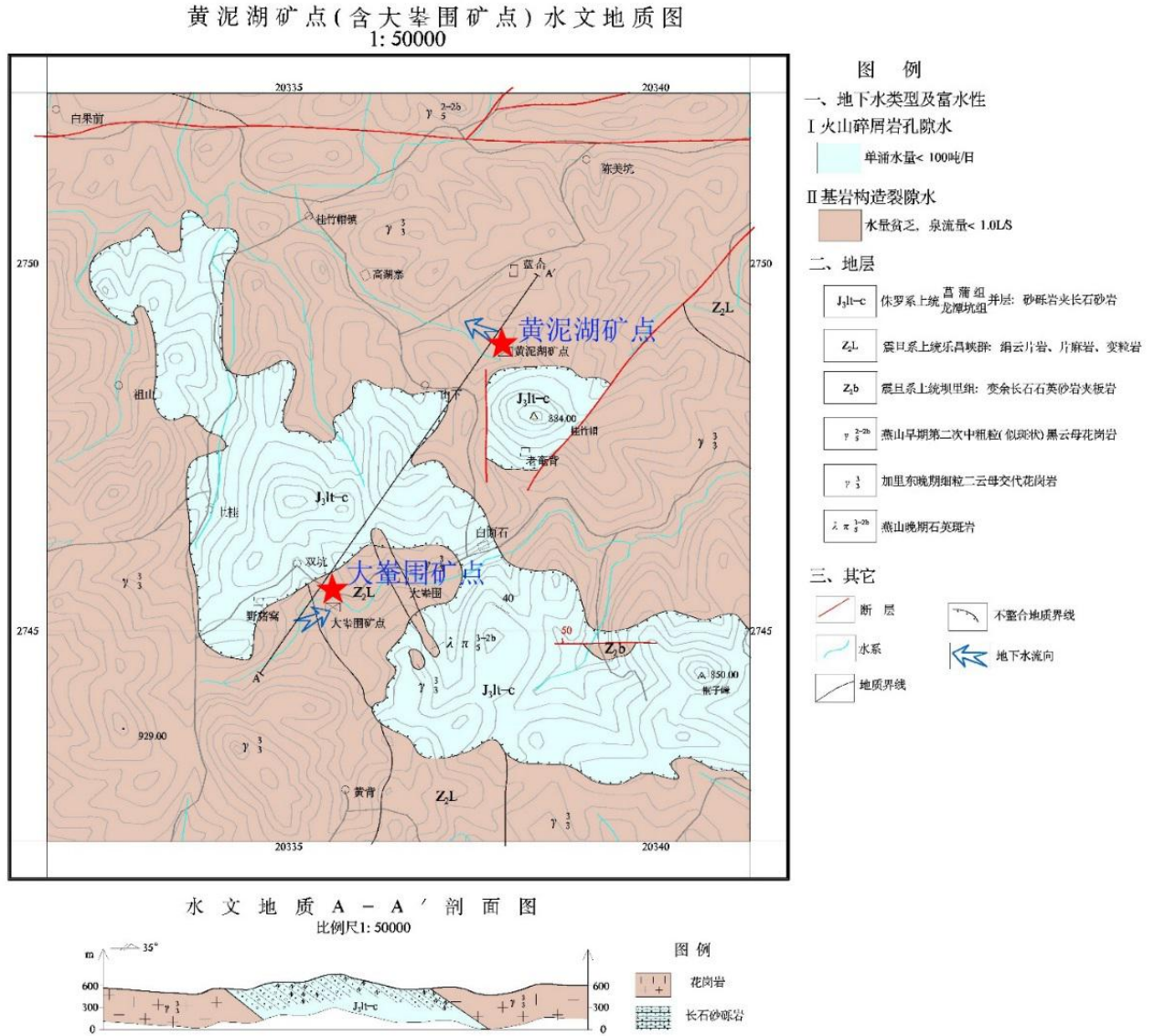


图 2.5-2 黄泥湖矿点（含大峯围矿点）水文地质图

寻乌县属亚热带红壤区南部，土地肥力较好，土壤普遍呈酸性。根据海拔高度和地域分类，寻乌主要有水稻土、潮土、紫色土、红壤、山地黄壤和山地草甸土等 6 种土类，其中红壤面积最大，有 270 多万亩，占土壤总面积的 86%。红壤广泛分布于低山、丘陵地区，主要成分是铁的氧化物、铝的氧化物和石英，有黏性和强酸性，适合种柑桔、脐橙等农作物。

寻乌境内河网密布，水力资源相当丰富。据统计，全县共有大小河流 547 条，河道总长 1900km，其中集雨面积达 10km² 以上的河流就有 73 条。较大的河流有寻乌河、晨光河、罗塘河，其中寻乌河和晨光河属东江水系，罗塘河向北汇入会昌的湘水，属赣江水系。寻乌河发源于三标乡三桐村的桎髻钵

山，境内河道长约 120km，自北向南贯穿全县，流经三标、水源、澄江、吉潭、长宁、文峰、南桥、留车、龙廷 9 个乡镇，于龙廷乡斗晏村渡田出口，汇入东江。

2.7.2 自然保护区

本项目评价范围内不存在自然保护区、湿地等敏感目标，距离评价中心最近的敏感目标为江西三百山国家森林公园，位于评价中心的 N 方位，约 20.2km 处。项目周边自然保护区分布情况详见表 2.7-1。

表 2.7-1 项目周边自然保护区分布情况

序号	自然保护区名称	方位	与评价中心的距离 (km)
1	寻乌县东江源平胸龟国家级水产种质资源保护区	ENE	23.2
2	寻乌县东江源县级自然保护区	NNE	31.5
3	寻乌县桎髻钵山省级森林公园	NNE	36.6
4	寻乌县张天堂县级自然保护区	NE	40.7
5	寻乌县东江源仙人寨省级森林公园	ENE	21.1
6	寻乌县项山甌县级自然保护区	ENE	50.9
7	寻乌县阳天障县级自然保护区	SE	27.1
8	安远县安远九龙嶂县级自然保护区	NNW	29.3
9	安远县蔡坊县级自然保护区	N	55.3
10	江西三百山国家森林公园	N	20.2

2.7.3 生态保护红线

根据 2018 年 7 月《江西省人民政府关于发布江西省生态保护红线的通知》（赣府发〔2018〕21 号），全省生态保护红线划定面积为 46876km²，占全省国土面积的 28.06%，按照生态保护红线的主导生态功能，分为水源涵养、生态多样性维护和水土保持 3 大类共 16 个片区。经过比对，本项目退役治理范围不涉及生态红线管控区范围，生态保护红线与矿点相对位置见图 2.7-1。

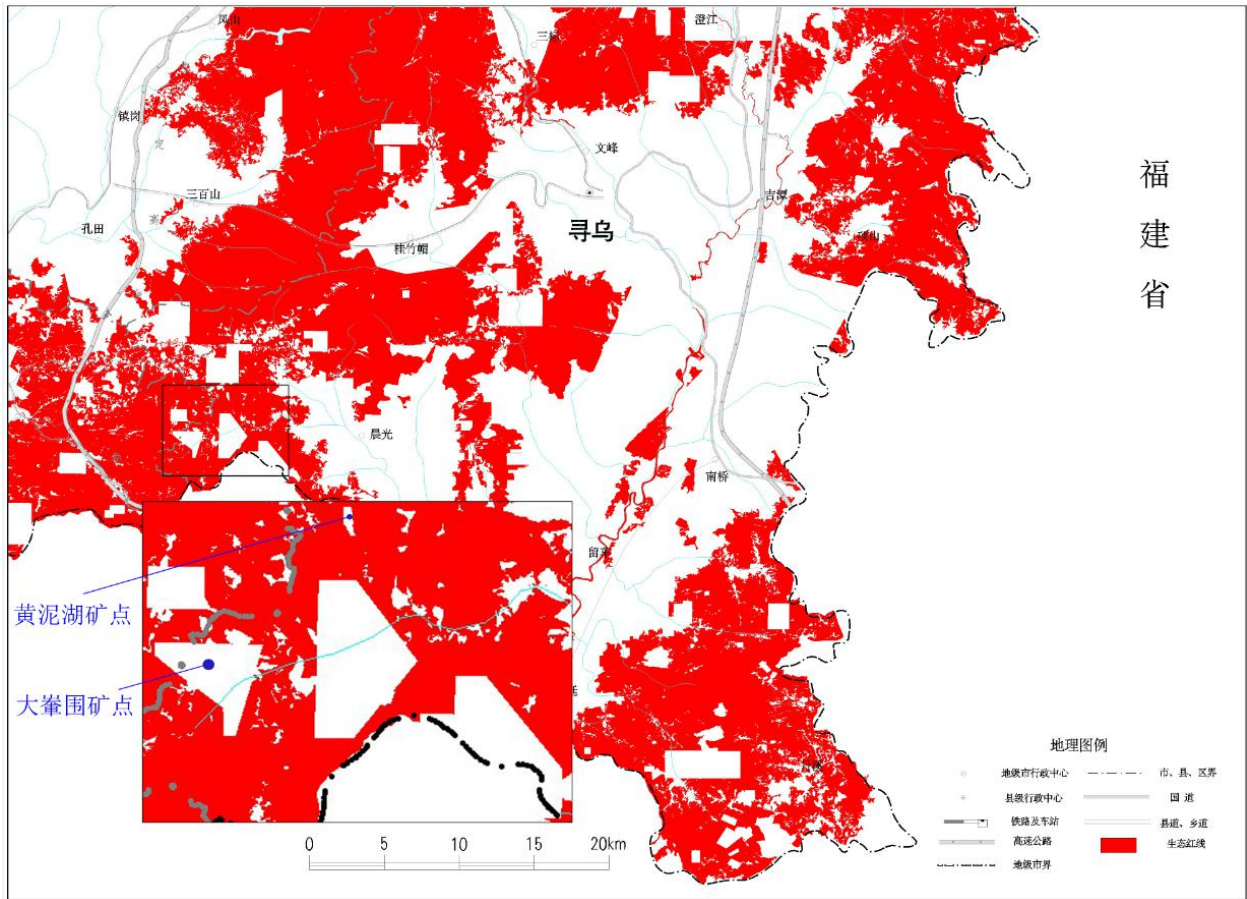


图 2.7-1 生态保护红线与矿点相对位置图

2.8 自然灾害

1) 地震

根据国家地震局 2015 年《中国地震动参数区划图》(GB18306-2015) 所示, 寻乌县地震基本烈度为 7 度、地震动峰值加速度为 0.1g。

项目区域历史上未发生过大规模破坏性地震, 最大一次地震发生在 1941 年, 地震级别为 5.8 级, 毁坏了 10 余间房屋, 最近一次地震发生在 1985 年, 地震级别为 3.8 级, 未发生破坏。

2) 其他自然灾害

区内的其他自然灾害主要有暴雨和冰雹, 历史上有记载的暴雨期最大日降水量达 300mm。矿点所在地为中低山区, 以山脊为分水岭, 植被茂盛, 汇水面积分散, 径流较小。

另外, 根据黄泥湖矿点尾渣库工程地质勘察岩土工程勘察报告, 本项目黄泥湖矿点尾渣库范围内未发现滑坡、崩塌等其他不良地质作用, 岩体揭露

范围内无洞穴或软弱夹层。

2.9 人口分布

寻乌县土地面积 2311.38km²，下辖 7 个镇，8 个乡，173 个村民委员会和 6 个居民委员会。根据《寻乌县 2018 年国民经济和社会发展统计公报》，截止 2018 年，全县人口 33.2 万人，人口密度为 143.6 人/km²。

评价中心 3km 内以及大鞏围矿点 3km 内总人口数为 737 人，人口数据来源为现场收集的 2018 年底人口数，评价中心 3km 内以及大鞏围矿点 3km 内人口分布见表 2.9-1，居民点分布情况见图 1.5-2。

评价中心 3km 内以及大鞏围矿点 3km 内有 2 个学校，分别为白面石小学和桂竹帽镇中学，其中白面石小学学生共 12 人，教师 3 人；桂竹帽中学学生 150 人，教师 30 人。评价范围内人口的年龄结构为：婴儿 1.02%；幼儿 10.73%；少年 28.71%；成年 59.54%。

根据《寻乌县国民经济和社会发展统计公报》中人口自然增长率数据，在 2015 年至 2019 年期间寻乌县平均人口自然增长率为 6.1‰。

表 2.9-1 评价中心 3km 范围内居民点（含大鞏围矿点 3km 内人口分布）

序号	居民点	方位	距评价中心距离 (km)	距大鞏围矿点的 距离 (km)	人口数*
1	高湖寨	WNW	1.7	3.9	12
2	割藤垌门口	NNW	2.7	5.4	10
3	山下	WSW	0.9	2.9	15
4	铁丝里	NNW	2.6	5.7	39
5	大鞏围	SSW	3.1	0.5	113
6	白面石村	S	2.5	2.1	102
7	新屋	SSE	2.3	2.9	20
8	崇下	SE	2.1	3.4	48
9	桂龙嶂下	SW	5.8	2.4	41
10	野猪窝	SW	4.4	1.2	6
11	双坑	SW	3.8	0.7	105
12	上桂村	WSW	4	2.5	204
13	荸荠塘	WSW	2.6	1.9	22

注：*表中数据为 2018 年份的人口数。

根据本项目工程计划，预计 2025 年完成退役治理工程，因此将 2025 年作为本项目退役治理后辐射环境影响评价年份。退役治理前评价中心 20km 范围内人口数见表 2.9-2，退役治理后评价中心 20km 范围内人口数见表 2.9-3。

表 2.9-2 评价中心 20km 内各子区人口分布（2018 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	2	0	0	0	0
	少年	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	4	0	0	0	0
	成年	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	9	0	0	0	0
1~2 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	1	0	0
	少年	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	3	0	0
	成年	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	8	0	0
2~3 km	婴儿	0	0	0	0	0	0	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0
	幼儿	0	0	0	0	0	0	5	2	11	0	0	2	0	0	0	5
	少年	0	0	0	0	0	0	14	6	29	0	0	6	0	0	0	14
	成年	0	0	0	0	0	0	29	12	61	0	0	14	0	0	0	30
3~5 km	婴儿	0	2	11	2	19	8	0	0	0	1	1	2	0	3	5	0
	幼儿	0	18	119	22	200	84	0	0	0	12	12	22	0	28	50	0
	少年	0	49	317	58	534	224	0	0	0	32	32	59	0	76	134	0
	成年	0	101	658	121	1108	464	0	0	0	68	66	121	0	158	276	0
5~10 km	婴儿	0	0	4	7	34	75	6	11	29	7	9	10	10	8	8	2
	幼儿	0	0	43	70	354	785	61	113	306	70	93	103	110	87	83	25
	少年	0	0	116	187	948	2102	162	302	819	187	248	274	294	233	222	68
	成年	0	0	242	386	1965	4358	337	625	1698	386	515	569	610	482	459	141
10~20 km	婴儿	87	94	86	43	73	95	169	42	66	24	96	49	160	231	53	107
	幼儿	911	989	908	454	770	1002	1773	443	696	252	1010	512	1685	2431	554	1131
	少年	2438	2647	2430	1215	2060	2681	4743	1186	1861	676	2702	1369	4509	6504	1482	3025
	成年	5057	5490	5040	2520	4272	5559	9835	2459	3860	1401	5605	2839	9350	13489	3073	6274

表 2.9-3 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	2	0	0	0	0
	少年	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	4	0	0	0	0
	成年	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	9	0	0	0	0
1~2 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	1	0	0
	少年	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	3	0	0
	成年	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	8	0	0
2~3 km	婴儿	0	0	0	0	0	0	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0
	幼儿	0	0	0	0	0	0	5	2	11	0	0	2	0	0	0	5
	少年	0	0	0	0	0	0	15	6	30	0	0	6	0	0	0	15
	成年	0	0	0	0	0	0	30	13	64	0	0	15	0	0	0	31
3~5 km	婴儿	0	2	11	2	20	8	0	0	0	1	1	2	0	3	5	0
	幼儿	0	19	124	23	209	88	0	0	0	13	13	23	0	29	52	0
	少年	0	51	331	61	557	234	0	0	0	33	33	62	0	79	140	0
	成年	0	105	687	126	1156	484	0	0	0	71	69	126	0	165	288	0
5~10 km	婴儿	0	0	4	7	35	78	6	11	30	7	9	10	10	8	8	2
	幼儿	0	0	45	73	369	819	64	118	319	73	97	107	115	91	87	26
	少年	0	0	121	195	989	2193	169	315	855	195	259	286	307	243	232	71
	成年	0	0	253	403	2050	4548	352	652	1772	403	537	594	637	503	479	147
10~20 km	婴儿	91	98	90	45	76	99	176	44	69	25	100	51	167	241	55	112
	幼儿	951	1032	947	474	803	1046	1850	462	726	263	1054	534	1758	2537	578	1180
	少年	2544	2762	2536	1268	2150	2798	4949	1238	1942	705	2820	1429	4705	6787	1546	3157
	成年	5277	5729	5259	2630	4458	5801	10263	2566	4028	1462	5849	2962	9757	14076	3207	6547

3 退役设施概述

3.1 退役设施概况

3.1.1 黄泥湖矿点（含大鞏围矿点）工程概述

3.1.1.1 地质勘探阶段

黄泥湖矿点（含大鞏围矿点）是 1956 年由华东 608 队 5 队在该区进行普查时发现，并对其进行了地表揭露。1961 年 5 分队进入该区对脉岩型矿化进一步实施坑道、浅井等工程。1963 年~1964 年 2 分队对其进行 γ 普查、找矿，并大力开展了地表揭露。1967 年 8 分队进入本区域进行了深部钻探揭露普查，后因该段矿体短小、连续性差，1982 年结束了揭露工作。黄泥湖矿点（含大鞏围矿点）为勘探异常点带，属于微小矿点，其储量未包含在上报国家的矿产储量表中。

黄泥湖矿点地质勘探结束后共遗留的设施有：坑口 8 个、浅井 4 个、竖井 2 个和露天采场 1 处。

大鞏围矿点地质勘探结束后共遗留的设施有：坑口 4 个，浅井 5 个、竖井 4 个。

3.1.1.2 采冶阶段

随着国家对核燃料的需求量增加，二六四大队根据核工业地质总局和华东地勘局下发的《关于申报小铀矿点生产“111”铀产品通知》要求，申报黄泥湖矿点和鞏围矿点为生产“111”产品主要矿点。1996 年 5 月二六四大队组建队伍进驻黄泥湖矿点，1998 年 5 月入驻鞏围矿点，开始长达 10 余年的铀矿采冶工作。

生产期间，黄泥湖矿点采用平硐—盲斜井开拓方式，鞏围矿点采用平硐—斜井开拓方式。两个矿点运出后的矿石，均送至各自的破碎站破碎，再通过简易的索道运至堆浸场堆浸。水冶工艺均为酸法堆浸，在堆浸场内铺设防渗膜，采用堆上筑堆进行堆浸，堆浸生产结束后尾渣拌石灰中和。

2009 年黄泥湖矿点采冶期间，进行了地质环境整治工作，内容主要包括：

1) 在废石堆 KD-X1、尾渣堆的东、西两侧以及南侧修建截洪沟，将上游客水截、引排至场地外围。

2) 对 500m 中段以上的地表塌陷坑，采取回填废石覆土植被整治措施。

3) 对 480m、460m 中段采场采空区进行填充，防止发生地表塌陷。

通过地质环境整治工程的实施，黄泥湖矿点的 KD-X1 废石堆以及尾渣堆包围的区域形成简易的排洪系统；通过对采空区的填充、以及回填覆土植被后，地表塌陷整治效果良好，地下采空区经填充后未再形成地表塌陷。

2010 年中国核工业集团公司印发了《关于印发集团公司铀矿采冶秩序专项治理检查工作方案的通知》（中核铀发〔2010〕238 号），接到通知后二六四大队停止了采冶工作，现场堆浸场停止布液喷淋，水冶厂做了简单的处理，确保不对环境造成进一步的污染。后经有关部门批准，二六四大队在 3 年内完成尾渣的二次水冶工作，目前二次水冶工作已经结束。

黄泥湖矿点（含大鞏围矿点）属于小矿点采冶规模与试验验证性质，采冶及尾渣回收工作结束后，黄泥湖矿点的地表遗留设施主要为：14 个坑（井）口、1 个露天采场、7 个废石堆、1 个尾渣堆、1 处工业场地、35 座建（构）筑物、40 件（台）设备和 11000m 管线。

大鞏围矿点停产后，地表遗留设施及污染环境主要为：13 个坑（井）口、4 个废石（渣）堆、1 处工业场地、24 座建（构）筑物、5 件（台）设备和 5700m 管线；以及 1 条污染道路。

3.1.2 退役设施概述

本项目退役治理设施内容见表 3.1-1。

表 3.1-1 本项目退役设施项目一览表

序号	项目		黄泥湖矿点	大鞏围矿点	合计
1	坑（井）口	无水坑口个数	7	3	10
		有水坑口个数	1	1	2
		浅（竖）井个数	6	9	15
2	露天采场	个数	1	—	1
		面积 m ²	1137.5	—	1137.5
3	废石（渣）堆	个数	7	4	11
		废石（渣）量 t	100495	65094	165589
		裸露面积 m ²	12311	21547	33858

序号	项目		黄泥湖矿点	大鞞围矿点	合计
4	尾渣堆	个数	1	—	1
		尾渣量 t	113000	—	113000
		裸露面积 m ²	20000	—	20000
5	工业场地	个数	1	1	2
		面积 m ²	3881	3143	7024
6	污染设备	设备数台（件）	40	5	45
		管线 m	11000	5700	16700
7	建构筑物	数量	35	24	59
		面积 m ²	2041	1213	3254
8	污染道路	数量	—	1	1
		长度 m	—	190	190

3.2 生产期间工艺及“三废”排放

3.2.1 井巷工程

黄泥湖矿点井巷工程大部分利用探矿巷道，井巷工程于 1996 年开始，2010 年结束。开拓方式为平硐—盲斜井开拓，采矿方法为房柱法，共掘进了 3 个中段，中段标高为 500m、480m、460m。矿石由 480m 平硐出地表后运至破碎站破碎后，通过索道运至堆浸场地进行堆浸。其中 500m、460m 中段巷道为新开巷道。

大鞞围矿点井巷工程为新开坑道，工程始于 1999 年，2010 年结束。该矿点井巷工程开拓方式为平硐—斜井开拓，采矿方法为房柱法，共掘进了 4 个中段，中段标高为 485m、445m、405m、365m。矿石由 485m 平硐出地表后经破碎，通过道路运至堆浸场进行堆浸。

3.2.2 水冶工艺

黄泥湖矿点铀水冶设施于 1997 年建成，生产期间工艺流程为矿石破碎—堆浸浸出—吸附—淋洗—沉淀压滤，最终产品为“111”其流程图见图 3.2-1。

黄泥湖矿点水冶及其他辅助设施主要包括：破碎房、堆浸场、原液池、尾液池、喷淋池、产品库等生产建（构）筑物；石灰房、清水池、澄清池、炸药库、化验室、发电机房等配套建（构）筑物；淋浴室、住房、仓库、厨

房等生活场地设施。

大峯围矿点小规模水冶试验设施于 2006 年建成，主要是为验证白面石矿田矿石的水冶性能、兼顾相关主管部门下达的任务，工艺流程与黄泥湖相同，设施主要包括生产建（构）筑物、配套建筑物及其相关场地等。

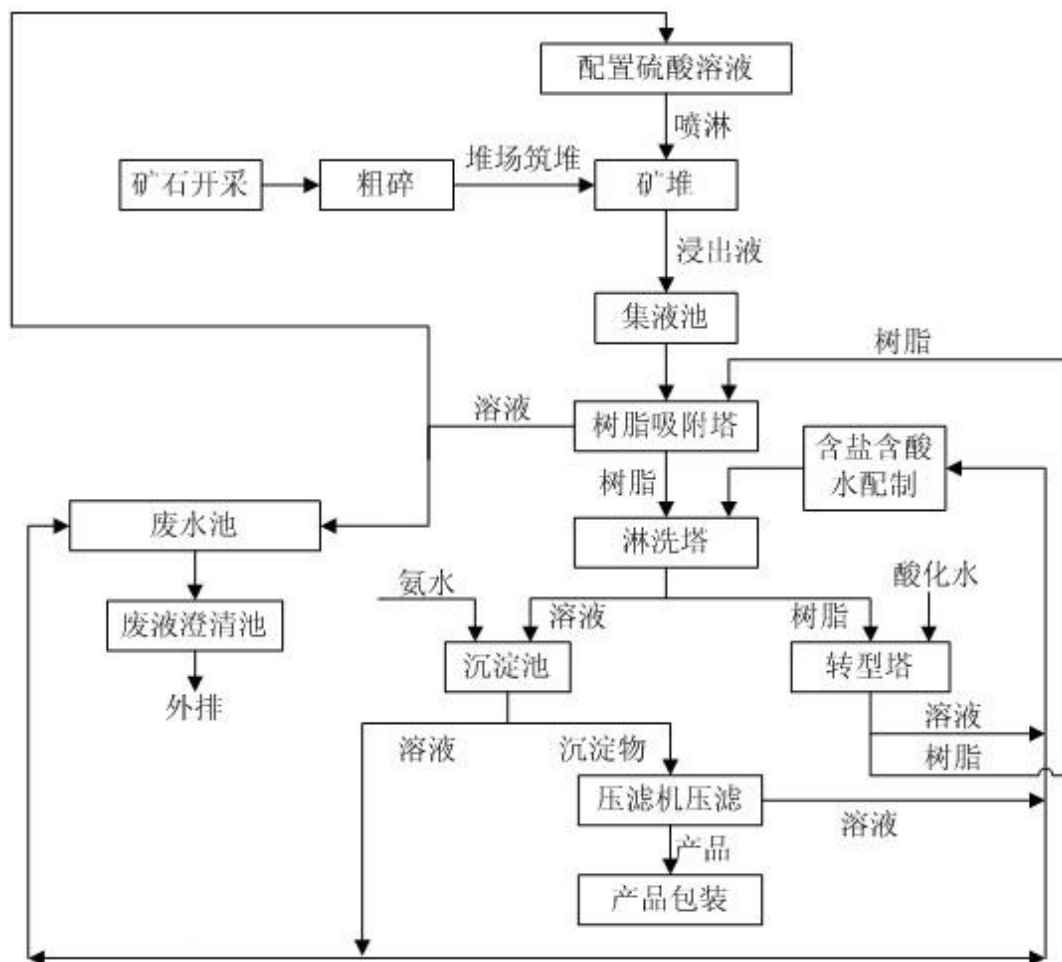


图 3.2-1 生产时期水冶工艺流程图

3.2.3 生产期放射性“三废”排放及处理措施

1) 生产时期放射性“三废”排放

本项目生产期产生的放射性“三废”主要包括放射性废气、放射性废水及放射性固体废物。

(1) 放射性废气

放射性废气主要来自坑（井）口、堆浸场和废石堆表面析出的 ^{222}Rn ，该区释放的 ^{222}Rn 量计约 $7.73 \times 10^{12} \text{Bq/a}$ ，其中黄泥湖矿点释放的 ^{222}Rn 量计约 $4.97 \times 10^{12} \text{Bq/a}$ ；大峯围矿点释放的 ^{222}Rn 量计约 $2.76 \times 10^{12} \text{Bq/a}$ 。

（2）放射性废水

放射性废水主要为堆浸工艺废水（来自吸附尾液、沉淀母液），其中堆浸液经吸附塔吸附后的吸附尾液，75%重新配酸进入堆浸场喷淋，25%进入废水池；沉淀母液 50%重新分配到树脂吸附塔，另外 50%进入废水池。上述废水先进入废水池经中和沉淀 pH 调至 6~9，上清液中铀含量 $\leq 0.3\text{mg/L}$ ，镭含量 $\leq 1.1\text{Bq/L}$ 后外排至黄泥湖小溪或群裕河，排放量约 $2200\text{m}^3/\text{a}$ 。

（3）放射性固体废物

生产期放射性固体废物主要来自矿井开采产生的废石和堆浸试验生产遗留的尾（废）渣。其中，黄泥湖矿点生产时期产生的废石总量为 10.0 万 t，尾渣量为 11.3 万 t；大鞏围矿点生产时期产生的废石（渣）总量为 6.5 万 t。

2）生产时期放射性“三废”处理措施

（1）对放射性固体废物，设计有专门场地如废石堆、堆浸场等集中堆放，以减少扩散和对环境的影响。

（2）堆浸工艺废水配置废水处理设施，经中和澄清后，pH 及 $U_{\text{天然}}$ 、 ^{226}Ra 含量达标后，上清液外排至黄泥湖小溪或群裕河内。

4 环境质量现状

4.1 辐射环境本底调查

4.1.1 区域天然辐射环境本底

根据《中国环境天然放射性水平》（中国原子能出版社，2015年7月）中相关内容，项目所在地江西省赣州地区的环境本底值如表4.1-1所示。

表 4.1-1 江西省赣州地区的环境本底值

监测对象	监测项目	监测范围值	监测均值
空气	氡浓度*, Bq/m ³	4.7~33.7	18.0
	氡子体 α 潜能*, nJ/m ³	15.5~111.8	57.2
地表水体	U _{天然} , μ g/L	0.24~1.42	0.61
	²²⁶ Ra, mBq/L	1.3~14.4	3.41
地下水	U _{天然} , μ g/L	0.01~13.6	0.71
	²²⁶ Ra, mBq/L	1.27~38	6.35
土壤	U _{天然} , mg/kg	1.7~16.8	4.9
	²²⁶ Ra, Bq/kg	20~148	56.2
γ 辐射剂量率	原野 γ 辐射剂量率**, nGy/h	27.9~257.6	81.4

注：*采用紧邻赣州的韶关市室外氡浓度及氡子体 α 潜能本底数据；

**原野 γ 辐射剂量率为扣除宇宙射线值后的值。

4.1.2 土壤中²²⁶Ra活度浓度及 γ 辐射剂量率本底调查

由于黄泥湖矿点和大峯围矿点试验生产前未对矿区进行辐射环境本底调查，本项目以黄泥湖矿点为中心，分别对矿点周围2km、3km以及5km处东、西、南、北4个方向进行了监测调查，作为本项目土壤中²²⁶Ra活度浓度和 γ 辐射剂量率本底值。监测结果详见表4.1-1，监测点分布如图4.1-1所示。

表 4.1-1 矿区放射性本底调查监测结果

监测对象	监测项目	测点数	监测结果	
			范围值	均值
土壤	U _{天然} , mg/kg	12	10.2~14.8	12.8
	²²⁶ Ra, Bq/kg	12	92~141	117
γ 辐射剂量率	γ 辐射剂量率, $\times 10^{-8}$ Gy/h	60	18.6~29.1	23.6

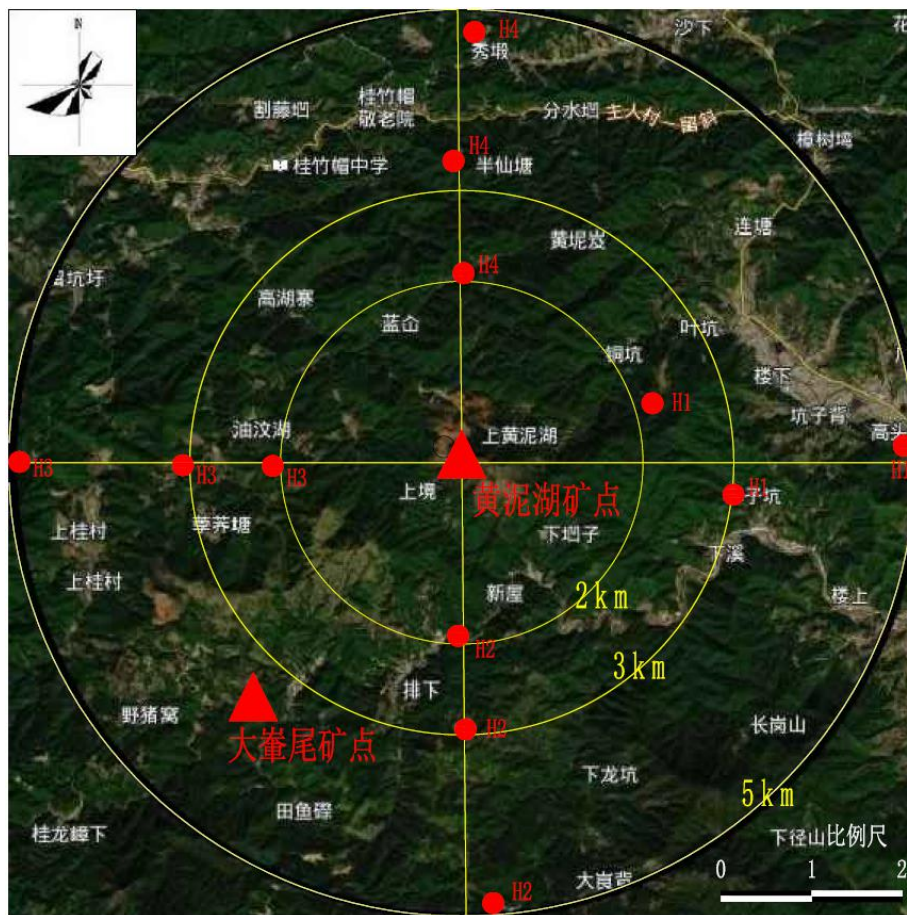


图 4.1-1 本底监测采样点位图

4.2 辐射环境质量现状调查与评价

4.2.1 调查目的

了解和掌握现阶段矿区周围环境中大气、水、水体底泥、土壤及生物中放射性物质的浓度水平，以便了解黄泥湖矿点和大峯围矿点排放的污染物对环境的影响程度，同时为退役治理后设施周围环境现状监测提供对比数据。

4.2.2 调查内容

本项目环境质量监测工作由江西省核工业地质局测试研究中心完成。2018年5月21日~5月25日，江西省核工业地质局测试研究中心对本项目黄泥湖及大峯围两个矿点所在区域进行了环境现状监测和采样分析，监测报告于2018年8月编制完成；2019年3月23日~2019年3月25日对地下水进行补充采样监测，2019年6月25日对土壤非放射性核素补充采样监测，补充报告于2019年7月编制完成。环境质量监测单位于2020年3月进行了监测报告核实、修订等工作，并重新提交了环境质量监测报告。

本次环境监测的介质主要有大气、水、土壤、底泥及生物等，监测内容主要包括陆地 γ 辐射吸收剂量率、氡及其子体浓度、气溶胶，水中 $U_{\text{天然}}$ 、 ^{226}Ra 、 ^{210}Po 、 ^{210}Pb ，土壤、底泥以及生物中 $U_{\text{天然}}$ 、 ^{226}Ra 等，同时包含地表水、地下水及土壤中的部分非放元素如： Mn 、 Cd 、 As 、 pH 等。环境现状监测的具体方案详见表 4.2-1，监测采样点位见图 4.2-1。

4.2.3 监测质量保证

1) 参加监测的江西省核工业地质局测试研究中心具有在中华人民共和国境内出具法定数据的资质，证书编号[161420180567]，有效期至 2022 年 10 月 16 日，提供的数据可靠并具有法律效力；

2) 所有参加监测的技术人员均持有国家辐射环境监测技术中心等单位颁发的上岗证，并经过相应的技术培训、考核；

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

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

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

6) 样品采集、记录、运输、交接、管理及保存，现场监测及样品实验室分析过程均按照质量保证体系要求严格执行。

表 4.2-1 环境质量现状监测方案

监测对象		监测位置	点位数	监测项目	监测频次
陆地 γ		1) 黄泥湖矿点：山下、高湖寨、蕉子坝村； 2) 大鞞围矿点：双坑、野猪窝、大鞞围、白面石村； 3) 对照点：晨光镇政府所在地。	8	γ 辐射空气吸收剂量率	每个点位至少监测 5 次
空气		1) 黄泥湖矿点：山下、高湖寨、蕉子坝村； 2) 大鞞围矿点：双坑、野猪窝、大鞞围、白面石村； 3) 对照点：晨光镇政府所在地。	8	氡及其子体、气溶胶（ $U_{\text{天然}}$ 、总 α ）、TSP	监测 1 次
地表水		1) 黄泥湖矿点：坑口流出水汇入口上游 500m 处和下游 1km 处，高湖寨村，蕉子坝村各测 1 个点； 2) 大鞞围矿点：坑口流出水汇入口上游 500m 处和下游 1km 处，大鞞围，白面石村各测 1 个点。	8	$U_{\text{天然}}$ 、 ^{226}Ra 、 ^{210}Pb 、 ^{210}Po 、Mn、Cd、As、 pH、 SO_4^{2-}	监测 1 次
地下水		1) 黄泥湖矿点：高湖寨、蕉子坝村、拟建尾渣库场址地下水流向上游、下游、坝角及两侧； 2) 大鞞围矿点：大鞞围、白面石村、废渣堆地下水流向上游及下游两侧，废渣堆与群裕河之间。	13	$U_{\text{天然}}$ 、 ^{226}Ra 、 ^{210}Pb 、 ^{210}Po 、pH、 K^+ 、 Ca^{2+} 、 Na^+ 、 Mg^{2+} 、 SO_4^{2-} 、 CO_3^{2-} 、 HCO_3^- 、 Cl^- 、Mn、 Cd、Cu、Zn、Ni、Cr、Fe、As、Hg	监测 1 次
土壤		1) 黄泥湖矿点：高湖寨、蕉子坝村； 2) 大鞞围矿点：大鞞围、白面石村； 3) 对照点：晨光镇政府所在地。	5	$U_{\text{天然}}$ 、 ^{226}Ra 、Mn、Cd、As、Cu、Zn、 Cr^{6+} 、 Ni、Hg、pH、Pb	监测 1 次
底泥		1) 其余与地表水相同。	8	$U_{\text{天然}}$ 、 ^{226}Ra	监测 1 次
环境生物	植物	1) 黄泥湖矿点：高湖寨、蕉子坝村； 2) 大鞞围矿点：大鞞围、白面石村； 3) 对照点：晨光镇政府所在地。 植物根据主要种植作物选取，如水稻、谷物或蔬菜等。	5	$U_{\text{天然}}$ 、 ^{226}Ra 、 ^{210}Po 、 ^{210}Pb	监测 1 次
	动物	1) 黄泥湖矿点：高湖寨、蕉子坝村； 2) 大鞞围矿点：大鞞围、白面石村； 3) 对照点：晨光镇政府所在地。 动物根据养殖情况分别取鸡、鸭或鱼等。	5	$U_{\text{天然}}$ 、 ^{226}Ra 、 ^{210}Po 、 ^{210}Pb	监测 1 次

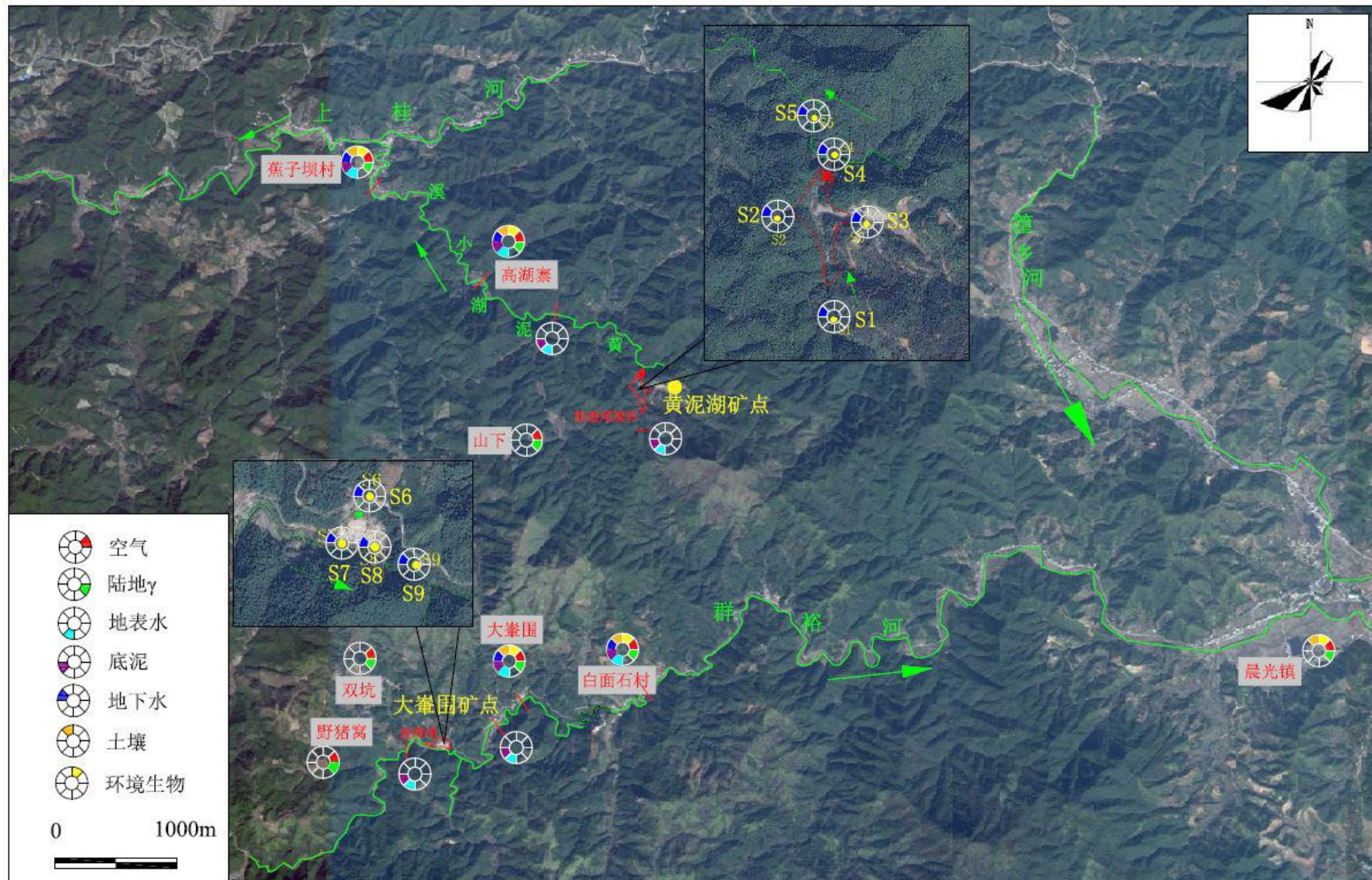


图 4.2-1 监测采样点位图

4.2.4 监测方法及仪器

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。本项目涉及的环境监测内容的测量分析方法及监测仪器见表 4.2-2。

表 4.2-2 环境监测方法和监测仪器

监测项目	监测方法	监测仪器	检出限	
陆地 γ 辐射剂量率	GB/T14583-1993 即时测量法	FH40G 环境 X- γ 剂量率监测仪	10nGy/h	
空气	氡	GB/T14582-1993 连续氡监测法	RAD7 连续测氡仪	3.7Bq/m ³
	氡子体	GB/T14582-1993 脉冲电离室法	BWLM-PLUS-S 氡子体测量仪	1nJ/m ³
	U _{天然}	HJ840-2017 激光荧光法	MUA 微量铀分析仪	0.02ng/m ³ (空气)
	TSP	GB/T15432-1995 重量法	HZ-104/55S 十万分之一天平/KB-6120 型多功能大气采样器	0.001mg/m ³
	总 α	HJ 898-2017 厚源法	低本底总 α 总 β 测量仪	0.043Bq/L
土壤及底泥	²³⁸ U	GB/T 11743-2013 γ 能谱分析法	环境 γ 谱仪	/
	²²⁶ Ra	GB/T 11743-2013 γ 能谱分析法	环境 γ 谱仪	/
	Mn	HJ780-2015 X 射线荧光光谱法	AxiosMAXX 射线荧光光谱仪	10.0mg/kg
	Cd	GB/T17140-1997 火焰原子吸收分光光度法	GGX-9 原子吸收分光光度计	0.05mg/kg
	As	HJ680-2013 原子荧光法	AFS-2202E 型双道原子荧光光度计	0.01mg/kg
	Hg	GB/T22105.1-2008 原子荧光法	AFS-2202E 型双道原子荧光光度计	0.002 mg/kg
	Cu	HJ780-2015 X 射线荧光光谱法	AxiosMAX X 射线荧光光谱仪	1.2mg/kg
	Pb	HJ780-2015 X 射线荧光光谱法	AxiosMAX X 射线荧光光谱仪	2.0mg/kg
	Ni	HJ780-2015 X 射线荧光光谱法	AxiosMAX X 射线荧光光谱仪	1.5mg/kg
	Zn	HJ780-2015 X 射线荧光光谱法	AxiosMAX X 射线荧光光谱仪	2mg/kg
	六价铬	HJ 687-2014 原子吸收分光光度法	GGX-9 原子吸收分光光度计	2mg/kg
pH	LY/T1239-1999 玻璃电极法	FE20 实验室 pH 计	0.01	
陆生	U _{天然}	GB/T 16145-1995 生物样品中放射性核素的 γ 能谱分析法	低本底宽能高纯锗 γ 谱仪 BE5030	/

监测项目		监测方法	监测仪器	检出限
生物	²²⁶ Ra	GB/T 16145-1995 生物样品中放射性核素的γ能谱分析法	环境γ谱仪/低本底宽能高纯锗γ谱仪 BE5030	/
	²¹⁰ Po	GB14883.5-2016 食品中放射性物质钋-210的测定	低本底α测量仪	0.74Bq/g 灰
	²¹⁰ Pb	EJ/T 859-1994 水中铅-210的分析方法	低本底β测量仪	/
地表水及地下水	pH	GB6920-86 玻璃电极法	FE20 实验室 pH 计	0.01
	U _{天然}	HJ840-2017 激光荧光法	MUA 微量铀分析仪	0.00002mg/L
	²²⁶ Ra	GB11214-1989 闪烁室射气法	DB-2001、FD-125 室内氡钍分析仪	0.002Bq/L
	²¹⁰ Po	HJ 813-2016 水中钋-210的分析方法	α能谱仪	0.001Bq/L
	²¹⁰ Pb	EJ/T 859-1994 水中铅-210的分析方法	低本底β测量仪	0.01Bq/L
	Mn	HJ776-2015 发射光谱法	Optima5300DV 等离子体发射光谱仪	0.004mg/L
	Cd	HJ700-2014 电感耦合等离子体原子质谱法	NexION300X 电感耦合等离子体质谱仪	0.00005 mg/L
	As	HJ694-2014 原子荧光法	AFS-2202E 型双道原子荧光光度计	0.0003mg/L
	Cu	HJ700-2014 电感耦合等离子体原子质谱法	NexION300X 电感耦合等离子体质谱仪	0.00008mg/L
	Zn	HJ700-2014 电感耦合等离子体原子质谱法	NexION300X 电感耦合等离子体质谱仪	0.0002mg/L
	Ni	HJ700-2014 电感耦合等离子体原子质谱法	NexION300X 电感耦合等离子体质谱仪	0.00006 mg/L
	Cr	HJ700-2014 电感耦合等离子体原子质谱法	NexION300X 电感耦合等离子体质谱仪	0.00011 mg/L
	Fe	HJ700-2014 电感耦合等离子体原子质谱法	NexION300X 电感耦合等离子体质谱仪	0.00082 mg/L
	Hg	HJ694-2014 原子荧光法	AFS-2202E 型双道原子荧光光度计	0.00002mg/L
	K ⁺	电感耦合等离子体原子质谱法 HJ700-2014	NexION300X 电感耦合等离子体质谱仪	0.0045 mg/L
	Ca ²⁺	电感耦合等离子体原子质谱法 HJ700-2014	NexION300X 电感耦合等离子体质谱仪	0.0066 mg/L
	Na ⁺	电感耦合等离子体原子质谱法 HJ700-2014	NexION300X 电感耦合等离子体质谱仪	0.0063 mg/L
Mg ²⁺	HJ700-2014 电感耦合等离子体原子质谱法	NexION300X 电感耦合等离子体质谱仪	0.0019mg/L	
SO ₄ ²⁻	离子色谱法	CIC-100 型离子色谱仪	0.018mg/L	

监测项目	监测方法	监测仪器	检出限
CO ₃ ²⁻	滴定法	/	/
HCO ₃ ⁻	滴定法	/	/
Cl ⁻	离子色谱法	CIC-100 型离子色谱仪	0.007mg/L

4.2.5 环境质量调查结果及分析

4.2.5.1 区域环境达标分析

本项目位于寻乌县桂竹帽镇境内，根据《环境影响评价技术导则 大气环境》（HJ2.2-2018）规定，本项目采用寻乌县政府信息公开的《寻乌县空气质量月报》（2019.10）中基本污染物数据进行区域环境达标分析，结果详见表 4.2-3。

表 4.2-3 项目所在区域环境空气质量结果

基本污染物 μg/m ³	SO ₂	NO ₂	PM _{2.5}	PM ₁₀
	年均值	年均值	年均值	年均值
现状浓度	9	10	31	42
《环境空气质量标准》（GB3095-2012）中 二级标准	60	40	35	70

由表 4.2-3 可知，项目所在地为达标区。

4.2.5.2 陆地γ辐射剂量率监测

本项目周边居民点的γ辐射空气剂量率监测结果见表 4.2-4。

表 4.2-4 项目周边居民点γ辐射空气剂量率监测结果

序号	测点位置	γ辐射空气吸收剂量率 nGy/h		
		数量	范围	均值
1	山下	20	188.7~259.7	222.7
2	高湖寨	20	233.7~312.7	296.7
3	蕉子坝村	20	269.7~325.7	306.7
4	双坑	20	56.7~138.7	97.7
5	野猪窝	20	49.7~122.7	80.7
6	大鞞围	20	206.7~245.7	229.7
7	白面石村	20	238.7~272.7	263.7
8	晨光镇（对照点）	20	223.7~238.7	234.7
9	《中国环境天然放射性水平》（2015） 赣州地区原野本底（nGy/h）		27.9~257.6	81.4

注：γ辐射空气吸收剂量率均扣除宇宙射线（24.3 nGy/h）。

由表 4.2-4 可以看出，本项目周边敏感点的γ辐射剂量率在（49.7~325.7）nGy/h 之间，与对照点（223.7~238.7）nGy/h 基本相当，高湖寨和蕉子坝村稍

微高于对照点和江西省天然本底水平，其余监测点与对照点水平相当，且在江西省天然本底范围内。

4.2.5.3 空气监测

1) 氡及其子体浓度监测

本项目周边居民点环境空气中氡及其子体浓度监测结果见表 4.2-5。

表 4.2-5 项目周边居民点空气中氡及其子体监测结果

序号	测点名称	检测结果	
		氡浓度 (Bq/m ³)	氡子体 (×10 ⁻³ μJ/m ³)
		监测值	监测值
1	山下	10.8	11.3
2	高湖寨	11.0	7.1
3	蕉子坝村	27.4	23.7
4	双坑	38.4	13.2
5	野猪窝	5.5	7.4
6	大峯围	5.4	26.9
7	白面石村	12.5	20.5
8	晨光镇(对照点)	5.9	8.7
《中国环境天然放射性水平》(2015) 韶关-赣州本底		4.7~33.7	15.5~111.8

由表 4.2-5 可以看出，本项目周围环境敏感点空气中的氡浓度范围为 (5.4~38.4) Bq/m³，平均值为 15.9Bq/m³，略高于对照点均值 5.9Bq/m³；氡子体浓度范围值在 (7.1~26.9) ×10⁻³μJ/m³ 之间，平均值为 15.7nJ/m³，略高于对照点均值 8.7nJ/m³，但所测监测点氡浓度及其子体浓度均在韶关-赣州本底范围之内。

2) 气溶胶监测

本项周边居民点气溶胶浓度监测结果见下表 4.2-6。

表 4.2-6 气溶胶监测结果

序号	测点名称	检测结果	
		U _{天然} (ng/m ³)	总α (mBq/m ³)
		监测值	监测值
1	山下	0.351	0.058
2	高湖寨	0.162	未检出
3	蕉子坝村	0.178	0.177
4	双坑	0.170	0.170
5	大峯围	0.335	0.067
6	白面石村	未检出	未检出

序号	测点名称	检测结果	
		$U_{\text{天然}}$ (ng/m^3)	总 α (mBq/m^3)
		监测值	监测值
7	晨光镇（对照点）	0.220	0.044

从表 4.2-6 监测结果分析，山下、大峯围气溶胶中的 $U_{\text{天然}}$ 含量略高于对照点，其余居民点的 $U_{\text{天然}}$ 含量与对照点相当；山下、蕉子坝村、双坑和大峯围气溶胶中的总 α 浓度略高于对照点，其余居民点的总 α 浓度与对照点相当。

3) TSP 监测

本项周边居民点 TSP 浓度监测结果见下表 4.2-7。

表 4.2-7 TSP 监测结果

序号	测点名称	TSP ($\mu\text{g}/\text{m}^3$)
		日均值
1	山下	128
2	高湖寨	96
3	蕉子坝村	99
4	双坑	102
5	大峯围	118
6	白面石村	87
7	晨光镇（对照点）	110
《环境空气质量标准》（GB3095-2012）中二级标准		300

从表 4.2-7 监测结果分析，各居民点的 TSP 浓度均满足《环境空气质量标准》（GB3095-2012）二级标准。

4.2.5.4 地表水监测

1) 地表水体中放射性污染物监测结果

本次监测分别在两个矿点的受纳水体的上、下游等共 8 处进行了取样和监测，水中放射性污染物监测结果见表 4.2-8。

表 4.2-8 地表水中放射性污染物监测结果

序号	监测点位	$U_{\text{天然}}$ ($\mu\text{g}/\text{L}$)	^{226}Ra (mBq/L)	^{210}Po (Bq/L)	^{210}Pb (Bq/L)
1	黄泥湖坑口流出水汇入口上游 500m	5.20	3.63	0.001	未检出
2	黄泥湖坑口流出水汇入口下游	8.40	9.14	0.007	0.016

序号	监测点位	U _{天然} ($\mu\text{g/L}$)	²²⁶ Ra (mBq/L)	²¹⁰ Po (Bq/L)	²¹⁰ Pb (Bq/L)
	1000m				
3	黄泥湖小溪高湖寨村断面处	8.87	7.69	0.007	0.013
4	黄泥湖小溪蕉子坝村断面处	7.31	6.89	0.006	未检出
5	大鞏围坑口流出水汇入口上游 500m	6.04	4.28	0.001	未检出
6	大鞏围坑口流出水汇入口下游 1000m	6.59	5.96	0.001	未检出
7	群裕河大鞏围断面处	6.57	5.11	0.001	未检出
8	群裕河白面石村断面处	4.18	5.81	0.002	未检出
《中国环境天然放射性水平》(2015) 赣州本底		0.24~1.42	1.3~14.4	—	—

由表 4.2-8 可知,本项目周围地表水体中 U_{天然} 范围值为 (4.18~8.87) $\mu\text{g/L}$, ²²⁶Ra 范围值为 (3.63~9.14) mBq/L, 基本与天然本底水平相当。

2) 地表水体中非放射性污染物监测结果

本项目地表水体中非放射性污染物监测结果见下表 4.2-9。

表 4.2-9 地表水中非放射性污染物监测结果

序号	监测点位	pH	As ($\mu\text{g/L}$)	Cd ($\mu\text{g/L}$)	Mn ($\mu\text{g/L}$)	SO ₄ ²⁻ (mg/L)
1	黄泥湖坑口流出水汇入口上 游 500m	7.42	未检出	未检出	未检出	2.21
2	黄泥湖坑口流出水汇入口下 游 1000m	7.65	1.8	0.16	4	2.26
3	黄泥湖小溪高湖寨村断面处	6.94	1.1	0.06	未检出	1.09
4	黄泥湖小溪蕉子坝村断面处	6.98	2.0	未检出	未检出	0.93
5	大鞏围坑口流出水汇入口上 游 500m	7.46	未检出	未检出	未检出	0.44
6	大鞏围坑口流出水汇入口下 游 1000m	7.52	未检出	0.06	未检出	0.36
7	群裕河大鞏围断面处	7.49	未检出	0.06	5	0.34
8	群裕河白面石村断面处	7.60	未检出	未检出	未检出	0.32
GB3838-2002 中 III 类水质标准		6~9	50	5	100	250

由表 4.2-9 可以看出,各监测点地表水中非放射污染物监测结果均满足《地表水环境质量标准》(GB3838-2002) III 类水质标准。

4.2.5.5 地下水监测

1) 地下水体中放射性污染物监测结果

本次监测，对黄泥湖及大峯围矿点上下游和居民点处的地下水进行了取样、监测，水中放射性污染物监测结果见表 4.2-10。

表 4.2-10 地下水放射性污染物监测结果

序号	监测点位	U _{天然} μg/L	²²⁶ Ra Bq/L	²¹⁰ Po Bq/L	²¹⁰ Pb Bq/L
1	拟建尾渣库地下水上游 S1	0.33	0.0071	0.002	未检出
2	拟建尾渣库左侧 S2	0.19	0.0150	0.002	未检出
3	拟建尾渣库右侧 S3	0.24	0.0089	0.004	0.016
4	拟建尾渣库坝角 S4	0.16	0.0089	0.001	未检出
5	拟建尾渣库地下水下游 S5	0.45	0.0087	未检出	未检出
6	高湖寨	0.15	0.0150	0.002	未检出
7	蕉子坝村	0.21	0.0089	0.006	0.019
8	废渣堆 WZ-2 地下水上游 S6	0.19	0.0069	0.001	未检出
9	废渣堆 WZ-2 与群裕河之间左侧 S7	0.31	0.0109	0.003	0.019
10	废渣堆 WZ-2 与群裕河之间右侧 S8	0.18	0.0071	0.002	未检出
11	废渣堆 WZ-2 地下水下游 S9	0.25	0.0070	0.002	未检出
12	大峯围	0.07	0.0033	未检出	未检出
13	白面石村	0.65	0.0087	未检出	未检出
《中国环境天然放射性水平》(2015) 江西省地下水		0.01~13.6	0.001~0.038	—	—

由表 4.2-10 可以看出，地下水监测点中的 U_{天然}、²²⁶Ra、²¹⁰Po、²¹⁰Pb 浓度上下游变化不大，总体数值均较低，且均在当地本底范围之内。

2) 地下水水体中非放射性污染物监测结果

本项目地下水水体中非放射性污染物监测结果见下表 4.2-11。

表 4.2-11 地下水非放射性污染物监测结果

序号	监测点位	pH	K ⁺	Ca ²⁺	Na ⁺	Mg ²⁺	SO ₄ ²⁻	CO ₃ ²⁻	HCO ₃ ⁻	Cl ⁻
			mg/L	mg/L	mg/L	mg/L	mg/L	mg/L	mg/L	mg/L
1	拟建尾渣库地下水上游 S1	7.58	2.75	12.28	6.28	2.25	0.48	未检出	1.86	18.33
2	拟建尾渣库左侧 S2	7.49	4.63	16.82	6.48	2.28	0.48	未检出	1.43	5.00
3	拟建尾渣库右侧 S3	7.55	4.86	16.72	7.14	3.12	0.48	未检出	1.22	13.33
4	拟建尾渣库坝角地下水 S4	7.59	3.19	5.23	7.21	2.14	0.48	未检出	1.33	8.33
5	拟建尾渣库地下水下游 50m 处 S5	7.54	4.58	16.64	5.14	2.50	0.48	未检出	1.47	11.24
6	高湖寨	7.49	—	—	—	—	—	—	—	—
7	蕉子坝村	7.55	—	—	—	—	—	—	—	—
8	废渣堆 WZ-2 地下水上游 S6	7.99	4.72	16.25	7.26	4.26	0.42	未检出	1.12	10.28
9	废渣堆 WZ-2 与群裕河之间左侧 S7	7.35	3.28	18.82	10.22	4.11	0.42	未检出	1.16	14.12
10	废渣堆 WZ-2 与群裕河之间右侧 S8	7.28	3.14	14.75	10.18	3.28	0.42	未检出	1.27	14.22
11	废渣堆 WZ-2 地下水下游 S9	7.69	5.16	15.28	8.14	3.74	0.42	未检出	1.24	12.36
12	大峯围	7.56	—	—	—	—	—	—	—	—
13	白面石村	7.54	—	—	—	—	—	—	—	—
GB/T 14848-2017 中Ⅲ类标准		6.5~8.5	—	—	200	—	250	—	—	250

续表 4.2-11 地下水非放射性污染物监测结果

序号	监测点位	Mn	Cd	Cu	Zn	Ni	Cr ⁶⁺	Fe	As	Hg
		mg/L	μg/L	mg/L	mg/L	mg/L	mg/L	mg/L	μg/L	mg/L
1	拟建尾渣库地下水上游 S1	0.007	未检出	0.009	0.0003	0.0008	0.0008	0.018	2.6	0.00006
2	拟建尾渣库左侧 S2	未检出	0.25	0.008	0.0003	0.0007	0.0002	0.013	2.7	0.00003
3	拟建尾渣库右侧 S3	未检出	0.09	0.005	0.0002	0.0012	0.0006	0.021	未检出	0.00002
4	拟建尾渣库坝角地下水 S4	0.007	0.06	0.006	0.0002	0.0008	0.0009	0.025	未检出	0.00008
5	拟建尾渣库地下水下游 50m 处 S5	未检出	未检出	0.004	0.0006	0.0002	0.0008	0.016	未检出	0.00007
6	高湖寨	未检出	0.25	—	—	—	—	—	2.7	—
7	蕉子坝村	未检出	0.09	—	—	—	—	—	未检出	—
8	废渣堆 WZ-2 地下水上游 S6	0.007	0.16	0.005	0.0069	0.0006	0.0009	0.017	未检出	0.00006
9	废渣堆 WZ-2 与群裕河之间左侧 S7	未检出	0.09	0.005	0.0079	0.0009	0.0008	0.014	未检出	0.00009
10	废渣堆 WZ-2 与群裕河之间右侧 S8	0.007	未检出	0.006	0.0051	0.0008	0.0008	0.016	0.9	0.00005
11	废渣堆 WZ-2 地下水下游 S9	未检出	0.15	0.002	0.0090	0.0012	0.0006	0.014	0.7	0.00005
12	大峯围	0.008	未检出	—	—	—	—	—	未检出	—
13	白面石村	未检出	未检出	—	—	—	—	—	未检出	—
GB/T 14848-2017 中Ⅲ类标准		0.1	5	1	1	0.02	0.05	0.3	10	0.001

由表 4.2-11 可以看出，各监测点地表水中非放射污染物监测结果均满足《地下水质量标准》（GB/T 14848-2017）中III水质标准。

4.2.5.6 土壤监测

本项目周边居民点土壤环境监测结果见 4.2-12。

表 4.2-12 土壤环境监测结果

监测点位	U _{天然}	²²⁶ Ra	Mn	Cd	Pb	Cr ⁶⁺	Cu	Ni	Zn	As	Hg	pH
	mg/kg	Bq/kg	mg/kg	mg/kg	mg/kg	mg/kg	mg/kg	mg/kg	mg/kg	mg/kg	mg/kg	
蕉子坝村	8.08	96.3	403.8	0.131	45.78	未检出	43.6	4.12	63.77	12.2	0.153	6.42
GB15618-2018 标准	—	—	—	0.3	90	150	50	70	200	40	1.8	5.5~6.5
高湖寨	11.8	131.9	364.8	0.183	75.94	未检出	33.9	4.20	76.23	13.1	0.053	6.70
大鞏围	7.91	124.8	386.6	0.216	39.22	未检出	33.7	7.98	57.85	2.38	0.092	6.65
白面石村	10.4	116.8	534.0	0.214	45.36	未检出	77.0	11.80	87.25	7.48	0.091	7.02
GB15618-2018 标准	—	—	—	0.3	120	200	100	100	250	30	2.4	6.5~7.5
晨光镇（对照点）	7.14	89.51	751.5	0.123	57.36	未检出	66.41	5.89	113.1	4.61	0.113	7.87
GB15618-2018 标准	—	—	—	0.6	170	250	100	190	300	25	3.4	>7.5
《中国环境天然放射性水平》（2015） 赣州本底	1.7~ 16.8	20~148	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—

由表 4.2-12 可以看出，矿区附近居民点土壤中的 U_{天然}、²²⁶Ra 核素浓度略高于对照点，但均在当地本底水平范围之内；土壤中非放射性污染物浓度均满足《土壤环境质量 农用地土壤污染风险管控标准》（试行）（GB15618-2018）表 1 标准。

4.2.5.7 底泥监测

本项目在与上述地表水取样的点位进行了底泥的取样，底泥监测结果见表 4.2-13。

表 4.2-13 底泥监测结果

序号	监测点位	U _{天然} (mg/kg)	²²⁶ Ra (Bq/kg)
1	黄泥湖坑口流出水汇入口上游 500m	3.8	46.3
2	黄泥湖坑口流出水汇入口下游 1000m	13.6	45.8
3	下游高湖寨村处底泥	12.4	97.9
4	下游蕉子坝村处底泥	10.6	117.3
5	大鞏围坑口流出水汇入口上游 500m	4.0	56.7
6	大鞏围坑口流出水汇入口下游 1000m	12.0	145.6
7	下游大鞏围处底泥	10.1	150.5
8	下游白面石村处底泥	10.7	131.6
《中国环境天然放射性水平》（2015）赣州本底		1.7~16.8	20~148

由表 4.2-13 数据可以看出，排放口下游水体底泥中 $U_{\text{天然}}$ 、 ^{226}Ra 浓度较上游略微偏高，但仍在天然本底范围之内。

4.2.5.8 生物样品监测

本次监测分别对两个矿点附近居民点的稻谷、鸡、鱼等生物样品进行了监测。监测结果见表 4.2-14。

表 4.2-14 生物样品监测结果

类型	原样编号	$U_{\text{天然}}$ (mg/kg)	^{226}Ra (Bq/kg)	^{210}Po (Bq/kg)	^{210}Pb (Bq/kg)
稻谷 (鲜)	高湖寨	0.0012	3.01	0.180	0.776
	蕉子坝村	0.0037	1.45	0.107	0.569
	大峯围	0.0011	3.69	0.301	0.685
	白面石村	0.0022	0.91	0.090	0.622
	晨光镇	0.0014	0.50	0.076	0.582
GB14882-94 标准		1.9	14	6.4	—
蔬菜 (鲜)	高湖寨	0.0003	0.612	0.008	0.087
	蕉子坝村	0.0002	0.453	0.011	0.063
	大峯围	0.0001	0.821	0.024	0.091
	白面石村	0.0002	0.196	0.030	0.078
	晨光镇	0.0006	0.904	0.028	0.093
GB14882-94 标准		1.5	11	5.3	—
鸡肉 (鲜)	高湖寨	0.0053	14.20	0.157	0.685
	蕉子坝村	0.0089	8.77	0.121	0.899
	大峯围	0.0048	17.40	0.141	0.734
	白面石村	0.0885	8.12	0.399	0.830
	晨光镇	0.0192	8.32	0.168	0.758
GB14882-94 标准		5.4	38	15	—

从表 4.2-14 可以看到，项目周围居民点生物样品中的放射性核素含量较低，均符合《食品中放射性物质限制浓度标准》(GB14882-94) 中表 2 规定的限制浓度标准要求。

5 退役治理工程源项调查

5.1 源项调查范围及原则

5.1.1 源项调查范围的确定原则

本次源项调查由江西省核工业地质局测试研究中心完成。江西省核工业地质局测试研究中心于 2014 年 9 月启动相关工作，在现场勘查和资料收集的基础上对黄泥湖和大峯围两个矿点拟退役的设施开展了详细的源项调查监测工作。

源项调查单位首先对源项周围进行 γ 辐射空气吸收剂量率的初步筛查，在确定无异常的情况下，然后对遗留设施（废石（渣）堆、尾渣堆、工业场地等）及其物理边界外延一定距离（一般为 10m~30m，结合现场实际情况而定）范围内进行网格布点监测；对坑（井）口、污染道路、建（构）筑物和设备管线等进行现场调查监测。

通过野外现场测量 γ 辐射空气吸收剂量率、氡析出率，取废石（渣）、尾渣以及下部土壤样进行室内分析，综合现场测量数据和取样分析数据，确定废石（渣）堆和尾渣堆的治理范围；通过野外现场测量 γ 辐射空气吸收剂量率、氡析出率，取土壤样等实验室测量，来综合确定被污染的道路以及露天采场和工业场地的范围，从而确定退役治理工程范围。

5.1.2 源项调查实例说明

本项目在源项调查阶段，源项调查单位首先对源项周围进行 γ 辐射空气吸收剂量率的初步筛查，在确定其无异常的范围。再对废石堆、尾渣堆等设施按照网格布点进行了辐射监测，同时对设施物理边界外延 10m~30m 范围内进行了布点，监测项目为 γ 辐射剂量率和地表氡析出率数据。根据现场调查情况及各点位监测数据，最终确定各类源项范围。源项物理边界外的监测 γ 辐射剂量率不异常，且氡析出率不超过管理限值的范围，未列入源项数据。

以大峯围 KD-X1 废石堆为例：首先，依据现场实际情况以及生产相关资料，确定各源项的物理边界，然后对该废石堆按照网格间距进行布点， γ 辐射剂量率共布设了 65 个监测点，其中废石堆上方约 37 个点，外围约 28 个点；氡析出率 13 个点，其中废石堆上方约 9 个点，外围约 4 个点；废石堆底部土

壤垂直轴锕分布 3 个点位，分布如图 5.1-1 所示；经监测，废石堆上的氡析出率大都超出 $0.74 \text{ Bq/m}^2 \cdot \text{s}$ ，且 γ 辐射剂量率也较高；而设施外各点的氡析出率一般较低，若超出 $0.74 \text{ Bq/m}^2 \cdot \text{s}$ ，则也将其划入治理范围，以此来最终确定各类源项的治理边界及范围。

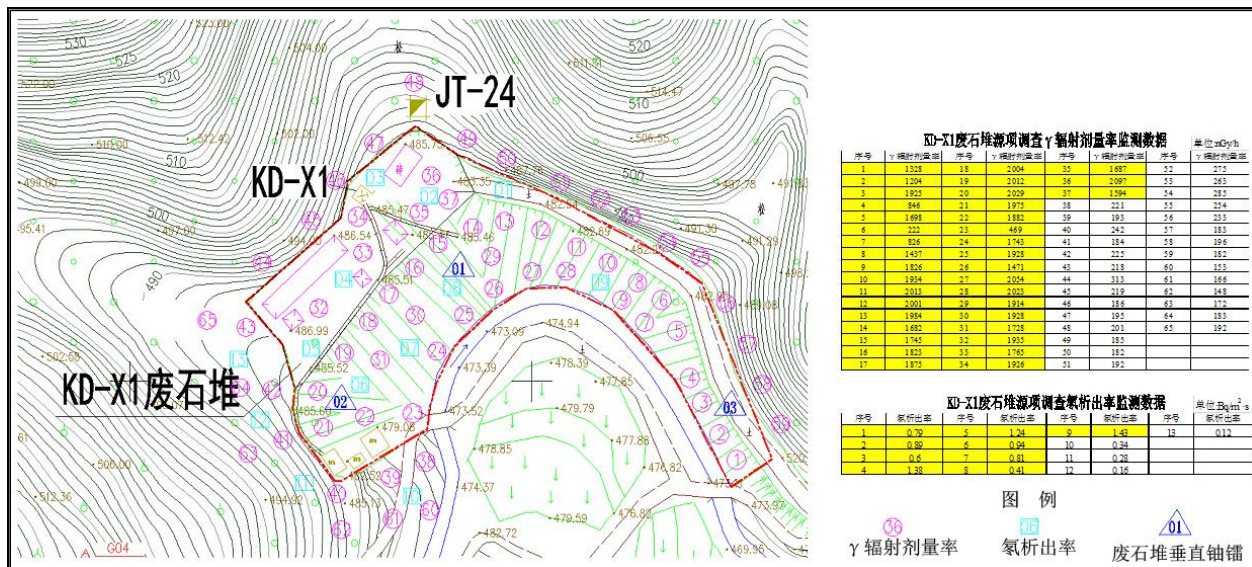


图 5.1-1 KD-X1 废石堆源项调查布点示意图

5.1.3 源项调查范围

黄泥湖矿点（含大鞞围矿点）退役治理工程源项调查范围涉及全部设施及其周围环境，包括：坑（井）口、废石（渣）堆、尾渣堆、露天采场、工业场地、建（构）筑物、污染道路和设备管线，共 8 类。黄泥湖矿点退役治理设施平面见附图 1，大鞞围矿点退役治理设施平面见附图 2。

5.2 源项调查监测方案

1) γ 辐射剂量率

(1) 露天采场废墟、废石（渣）堆、尾渣堆、工业场地

露天采场废墟、废石（渣）堆等原则上按 $20\text{m} \times 20\text{m}$ 间距布置 γ 辐射剂量率监测点，在监测过程中，根据设施具体情况可适度调整网格布置，保证每个设施（或场地）不少于 5 个监测点位。

(2) 污染道路

污染道路原则上按 10m 间距布设监测断面，每个断面在左、中、右三个 γ 辐射剂量率监测点。在实际操作中，根据道路路基和功能的不同，适当调整

监测断面间距。

2) ^{222}Rn 析出率

测点：露天采场废墟、废石（渣）堆、尾渣堆、工业场地。

^{222}Rn 析出率按裸露面积 $300\text{m}^2\sim 600\text{m}^2$ 一个测点进行测量，其布点密度根据地形情况和环境 γ 辐射剂量率均匀程度进行适当放宽或加密，保证每个设施不少于 5 个监测点位。

3) 空气氡浓度

每一个坑（井）口布置 1~3 个监测点。

4) 表面 α 、 β 放射性

(1) 被污染设备管线

设备和工作台每 $100\text{cm}^2\sim 400\text{cm}^2$ 布设一个测点，根据初步简单调查结果可适当加密或放宽。每个被污染设施不少于 1 个测点。

(2) 被污染建构（筑）物

建（构）筑物按 $1\text{m}^2\sim 2\text{m}^2$ 布设 1 个测点，每个独立建构（筑）物不少于 4 个测点。

5) 固体废物及受污染的土壤 $U_{\text{天然}}$ 和 ^{226}Ra 含量

(1) 废石（渣）堆、尾渣堆

每个设施（或场地）取不少于 3 个样，根据设施具体情况可适度增加取样数量。

(2) 污染道路

根据道路的具体情况一般按 $50\text{m}\sim 200\text{m}$ 间距（根据实际情况进行调整）布设监测断面，在深度方向每隔 20cm 取一个样，预留一定深度的土样；依次分析 $0\sim 20\text{cm}$ 、 $20\sim 40\text{cm}$ 以此类推，直至土样层中 ^{226}Ra 含量 \leq 本底值 $+0.18\text{Bq/g}$ ，并记录土样层，并分析下一层土样确保此层土样 ^{226}Ra 含量 \leq 本底值 $+0.18\text{Bq/g}$ ，若不满足仍需继续按层深分析，直至确定污染土深度为止。另，预留土样若无法满足要求，仍需继续向深度取样监测。

另外留存一定深度样，以备补充确定的污染深度。

(3) 工业场地污染土

①一般按 $200\text{m}^2\sim 400\text{m}^2$ 面积布置监测网格，根据现场地形情况可适当调

整网格布置。

②在深度方向每隔 20cm 取一个样，预留一定深度的土样；依次分析 0~20cm、20~40cm 以此类推，直至土样层中 ^{226}Ra 含量 \leq 本底值+0.18Bq/g，并记录土样层，并分析下一层土样确保此层土样 ^{226}Ra 含量 \leq 本底值+0.18Bq/g，若不满足仍需继续按层深分析，直至确定污染土深度为止。另，预留土样若无法满足要求，仍需继续向深度取样监测。

(4) 废石（渣）堆、尾渣堆下方污染土

①一般按 200m²~400m² 面积布置监测网格，每个设施场地不少于 3 个监测点位，根据现场地形情况可适当调整网格布置。

②在深度方向每隔 20cm~30cm 取一个样，预留一定深度的土样；依次分析 0~20cm、20~40cm 或 0~30cm、30~60cm 以此类推，直至土样层中 ^{226}Ra 含量 \leq 本底值+0.18Bq/g，并记录土样层，并分析下一层土样确保此层土样 ^{226}Ra 含量 \leq 本底值+0.18Bq/g，若不满足仍需继续按层深分析，直至确定污染土深度为止。另，预留土样若无法满足要求，仍需继续向深度取样监测。

6) 有水坑口流出水

每个坑口流出水至少设 1 个取样点，监测内容包括 $U_{\text{天然}}$ 、 ^{226}Ra 、 ^{210}Po 、 ^{210}Pb 、Mn、Cd、 Cr^{6+} 、As、Hg、Ni、 SO_4^{2-} 和 Cl⁻等。

5.3 测量方法及仪器

在选定监测、测量、分析方法时，凡有国家标准的，一律使用国家标准，没有国标的优先选用行业标准，监测方法及仪器如表 5.3-1。

表 5.3-1 源项调查监测方法及仪器

监测项目		监测方法	监测仪器	灵敏度/检出限
γ辐射空气吸收剂量率		GB/T 14583-1993	BH3103A X-γ剂量率仪	10nGy/h
氦析出率		EJ/T979-1995	PCMR-2 型连续测氦仪	0.004Bq/m ² ·s
氦浓度		GB/T14582-1993	RAD7 型连续测氦仪	3.7 Bq/m ³
α表面污染		GB/T14056.1-2008	BH3206 型α、β表面污染测量仪	0.01 Bq/cm ²
土壤	$U_{\text{天然}}$	GB/T 11743-2013	7230G 分光光度计	10μg/g
	^{226}Ra	GB/T 11743-2013	BH1936 环境γ谱仪	/

监测项目		监测方法	监测仪器	灵敏度/检出限
水	U _{天然}	HJ840-2017	激光微量铀分析仪	0.00002mg/L
	²²⁶ Ra	GB/T 11214-1989	DB-2001 型室内氡钍分析仪	0.002Bq/L
	²¹⁰ Po	HJ813-2016	α 能谱仪	0.001Bq/L
	²¹⁰ Pb	EJ/T859-1994	低本底 β 测量仪	0.01 Bq/L
	Mn	HJ776-2015	Optima5300DV 等离子体发射光谱仪	0.004mg/L
	Cd	HJ700-2014	NexION300X 电感耦合等离子体质谱仪	0.00005 mg/L
	Cr ⁶⁺	HJ700-2014	NexION300X 电感耦合等离子体质谱仪	0.00011 mg/L
	As	HJ694-2014	AFS-2202E 型双道原子荧光光度计	0.0003mg/L
	Hg	HJ694-2014	AFS-2202E 型双道原子荧光光度计	0.00002mg/L
	Ni	HJ700-201	NexION300X 电感耦合等离子体质谱仪	0.00006 mg/L
	SO ₄ ²⁻	离子色谱法	CIC-100 型离子色谱仪	0.018mg/L
	Cl ⁻	离子色谱法	CIC-100 型离子色谱仪	0.007mg/L

5.4 监测质量保证

依据 ISO/IEC 导则 25-校准与检测实验室能力的通用要求，江西省核工业地质局测试研究中心建立了一套严格的质量保证体系。监测质量保证由下列内容组成：

1) 质量保证机构

质量保证实行江西省核工业地质局测试研究中心办公室、环境监测中心、环境监测组三级管理体制，确保职责分明，任务明确。

2) 监测人员素质

环境监测组组长由从事环境监测多年的高级工程师担任。工作人员实行定期的考核和培训，且都取得有关主管部门发给的上岗证。

3) 计量、监测仪器的检定和监测方法的选用

计量、监测仪器都有合格证书并按国家规定进行刻度或检定，并经常参加国家组织的比对，并在使用前均认真地进行了自检；采用国家标准推荐的

监测方法，以保证监测结果的准确与可靠。

4) 采样质量保证

严格按国家规范的要求进行布点、采样、样品预处理、样品管理、样品流转。

5) 实验室内分析测量的质量控制

实验室建立了严格的规章制度，优先采用国家标准推荐的分析方法,并使用标准物质对质量进行控制，同时对测量装置定期进行性能检验。

6) 数据处理中的质量控制

严格按照规定的程序进行数据的记录、检查、复审、保存。数据处理尽量用标准方法，以减少处理过程中产生的误差。

5.5 源项调查结果及治理项目

5.5.1 治理项目的确定原则

- 1) 凡被确定为铀矿勘探、采冶废物的，均列为稳定化和无害化的治理项目。
- 2) 矿点内 ^{222}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) 矿点内土壤中放射性核素含量超出管理限值的区域列为治理项目。
- 4) 有 ^{222}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) 废水中 U、 ^{226}Ra 等核素含量超过管理限值的，列为治理项目。

5.5.2 源项调查结果

5.5.2.1 黄泥湖矿点源项调查结果

1) 坑（井）口

黄泥湖矿点地质勘探和采冶结束后，遗留地表 14 个坑（井）口。包括 8 个坑口（其中有水坑口 1 个）、4 个浅井、2 个竖井，均未封堵。

根据监测结果，坑（井）口空气中氡浓度的范围值为（900~2450） Bq/m^3 ，平均值为 1619 Bq/m^3 ；有水坑口水流量的范围值为（2.83~40.0） m^3/d ，流出水中的 $\text{U}_{\text{天然}}$ 含量范围值为（0.013~0.014） mg/L 、 ^{226}Ra 含量范围值为（0.031~0.042） Bq/L ，均满足相应的管理限值要求，坑口流出水中的硫酸盐、六价铬等非放污染物浓度值均满足《地表水环境质量标准》（GB3838-2002）III类水质的标

准要求。坑（井）口相关参数见表 5.5-1 和表 5.5-2，坑口现状情况见图 5.5-1。

表 5.5-1 黄泥湖矿点坑（井）口相关参数

序号	名称	类型	井口 标高 m	井口 尺寸 m	深度 m	是否连通	氡浓度 Bq/m ³	是否有 水流出
1	黄泥湖 KD-6	平硐	527	2.0×2.0	42.2	无连通	2250	无
2	黄泥湖 KD-7	平硐	498	2.0×2.0	235.0	无连通	1350	无
3	黄泥湖 KD-X2	平硐	513	2.0×2.2	836.0	连接平巷	2060	无
4	黄泥湖 KD-2	平硐	527	2.0×2.2	467.7	无连通	2198	无
5	黄泥湖 KD-3	平硐	549	2.0×2.2	58.2	无连通	2450	无
6	黄泥湖 KD-8	平硐	553	2.0×2.2	67.2	无连通	1498	无
7	黄泥湖 KD-9	平硐	542	2.0×2.2	82.5	无连通	1295	无
8	黄泥湖 KD-X1	平硐	479	2.2×2.5	824.0	—	2450	有
9	黄泥湖 JT-1	浅井	513	1.2×1.2	8.0	无连通	980	无
10	黄泥湖 JT-2	竖井	542	1.3×1.2	12.0	连接平巷	1900	无
11	黄泥湖 JT-3	竖井	538	1.2×1.4	14.0	连接平巷	1400	无
12	黄泥湖 JT-4	浅井	560	1.2×1.2	9.0	无连通	1010	无
13	黄泥湖 JT-85	浅井	530	1.2×1.2	5.0	无连通	920	无
14	黄泥湖 JT-9	浅井	542	1.2×1.2	8.0	无连通	900	无

表 5.5-2 黄泥湖矿点坑口流出水相关参数

序号	名称编号	流量 m ³ /d	放射性监测结果						
			取样 数	水中 U _{天然} 浓度, mg/L		水中 ²²⁶ Ra 浓度, Bq/L			
				范围值	均值	范围值	均值		
1	黄泥湖 KD-X1	2.83~40.0	2	0.013~0.014	0.0135	0.031~0.042	0.037		
			1	水中 ²¹⁰ Po 浓度, Bq/L		水中 ²¹⁰ Pb 浓度, Bq/L			
				0.08		0.06			
黄泥湖 KD-X1 坑口流出水非放监测结果									
取样数	pH	Mn mg/L	Cd mg/L	Cr ⁶⁺ mg/L	As mg/L	Hg μg/L	Ni mg/L	SO ₄ ²⁻ mg/L	Cl ⁻ mg/L
1	7.45	0.006	0.00012	0.0007	0.0008	0.003	0.0004	91.3	11.3



图 5.5-1 黄泥湖平硐现状

图 5.5-2 黄泥湖矿点露天采场现状

2) 露天采场废墟

黄泥湖矿点勘探和采冶结束后，遗留 1 处露天采场废墟，主要是勘探期间地表剥露而形成的，该露天采场为山坡型、无积水，采场的裸露面积为 1137.5m²。

根据监测结果，露天采场废墟的表面 ²²²Rn 析出率范围值为（0.36~2.21）Bq/(m²·s)，均值为 1.18 Bq/(m²·s)，超出管理限值 0.74 Bq/(m²·s)；γ辐射剂量率的范围值为（81.9~537.2）×10⁻⁸Gy/h，均值为 368.2×10⁻⁸Gy/h，高于当地辐射环境本底值。

露天采场废墟的相关参数及监测数据见表 5.5-3。露天采场废墟的现状情况见图 5.5-2。

表 5.5-3 黄泥湖矿点露天采场废墟相关参数

名称编号	裸露面积 m ²	γ辐射剂量率 ×10 ⁻⁸ Gy/h			氡析出率 Bq/m ² ·s		
		测点数	范围值	均值	测点数	范围值	均值
黄泥湖露天采场 废墟 LTCC-1	1137.5	35	81.9~537.2	368.2	6	0.36~2.21	1.18

3) 废石（渣）堆

黄泥湖矿点地质勘探和采矿结束后遗留地表废石堆 7 个，堆存废石量 100495t，总裸露面积 12311m²。

根据监测结果，7 个废石堆的表面 ²²²Rn 析出率平均值的范围值为（0.82~1.47）Bq/（m²·s），高于管理限值 0.74Bq/（m²·s）；γ辐射剂量率平均

值的范围值为 $(66.6\sim 319.8) \times 10^{-8}\text{Gy/h}$ ，与当地辐射环境本底水平相比明显偏高。

废石堆的相关参数及监测数据见表 5.5-4。废石堆的现状情况见图 5.5-3。废石堆底部污染土垂直 $U_{\text{天然}}$ 和 ^{226}Ra 分布监测数据见表 5.5-7。由该表可知，当深度达到 110cm~150cm 时，监测点位 ^{226}Ra 含量满足相应限值要求。



图 5.5-3 黄泥湖废石堆 KD-2 现状

图 5.5-4 黄泥湖尾渣堆 WZ-1 现状

4) 尾渣堆

黄泥湖水冶生产遗留尾渣堆 1 个，堆存尾渣量 113000t，裸露面积 20000m²。根据监测结果，尾渣堆的表面 ^{222}Rn 析出率的范围值为 $(0.91\sim 3.15) \text{Bq}/(\text{m}^2\cdot\text{s})$ ，均值为 $1.96\text{Bq}/(\text{m}^2\cdot\text{s})$ ，高于管理限值 $0.74\text{Bq}/(\text{m}^2\cdot\text{s})$ ； γ 辐射剂量率的范围值为 $(726.1\sim 1893.2) \times 10^{-8}\text{Gy/h}$ ，均值为 $1538.3 \times 10^{-8}\text{Gy/h}$ ，明显高于当地辐射环境本底值。

尾渣堆的相关参数及监测数据见表 5.5-5。尾渣堆的现状情况见图 5.5-4。尾渣堆底部污染土垂直 $U_{\text{天然}}$ 和 ^{226}Ra 分布监测数据见表 5.5-8 和表 5.5-9。

此外，本项目对降雨期间黄泥湖矿点尾渣淋滤水进行了监测，监测结果如表 5.5-6 所示。由该表可知，水中 $U_{\text{天然}}$ 含量在 0.004~0.096mg/L 之间， ^{226}Ra 含量在 0.100~0.426Bq/L 之间，Mn 含量在 0.039~0.840mg/L 之间，均满足《铀矿冶辐射防护和辐射环境保护规定》(GB23727-2020) 和《污水综合排放标准》(GB8978-1996) 表 1、表 4 中一级标准。

表 5.5-4 黄泥湖矿点废石堆相关参数及监测结果

序号	名称编号	占地面积 m ²	裸露面积 m ²	废石量 t	氡析出率 Bq/m ² ·s			γ辐射剂量率 ×10 ⁻⁸ Gy/h			U _{天然} 含量 mg/kg			²²⁶ Ra 含量 Bq/kg		
					测点数	范围值	均值	测点数	范围值	均值	取样数	范围值	均值	取样数	范围值	均值
1	黄泥湖废石堆 KD-2	2519	2598	5350	25	0.64~1.77	1.47	110	19.7~167.5	88.6	6	207~295	255	6	2640~3040	2830
2	黄泥湖废石堆 KD-3	563	652	617	5	0.32~1.38	0.95	25	18.2~103.1	66.6	6	103~172	143	6	1530~1830	1650
3	黄泥湖废石堆 KD-6	578	593	490	5	0.38~1.29	0.86	25	15.7~176.5	89.1	6	109~207	136	6	1450~1980	1600
4	黄泥湖废石堆 KD-7	1234	1382	2451	14	0.54~1.53	1.37	52	17.8~185.2	95.4	6	213~298	261	6	2640~3070	2840
5	黄泥湖废石堆 KD-8	708	905	712	8	0.35~1.14	0.82	31	23.8~231.7	125.6	6	140~182	165	6	1540~2230	1813
6	黄泥湖废石堆 KD-9	628	744	875	7	0.35~1.42	0.95	29	19.5~199.8	114.5	6	153~190	174	6	1930~2220	2117
7	黄泥湖废石堆 KD-X1	5248	5437	90000	10	0.57~1.63	1.26	43	24.6~619.7	319.8	6	275~360	316	6	2970~3490	3240

注：²²²Rn 监测布点方法为网格布点法，布点均匀，故采用均值计算覆盖厚度。

表 5.5-5 黄泥湖矿点尾渣堆相关参数及监测结果

序号	名称编号	占地面积 m ²	裸露面积 m ²	尾渣量 t	氡析出率 Bq/m ² ·s			γ辐射剂量率 ×10 ⁻⁸ Gy/h			U _{天然} 含量 mg/kg			²²⁶ Ra 含量 Bq/kg		
					测点数	范围值	均值	测点数	范围值	均值	取样数	范围值	均值	取样数	范围值	均值
1	黄泥湖尾渣堆 WZ-1	17366	20000	113000	30	0.91~3.15	1.96	125	726.1~1893.2	1538.3	6	109~300	165	6	45710~66100	55252

表 5.5-6 尾渣淋滤水中核素监测结果

名称	pH	U mg/L	²²⁶ Ra Bq/L	Mn mg/L	Cl ⁻ mg/L	SO ₄ ²⁻ mg/L	Zn mg/L	As mg/L	Cu mg/L	Cd mg/L	Ni mg/L
水样 1	7.24	0.096	0.205	0.072	2.48	33.3	0.031	0.00087	0.00032	0.00066	0.00071
水样 2	7.30	0.087	0.426	0.039	3.42	69.1	0.030	0.00079	0.00028	0.00056	0.00061
水样 3	7.30	0.010	0.100	0.720	12.8	2.27	/	/	/	/	/
水样 4	7.31	0.004	0.180	0.840	9.39	7.20	/	/	/	/	/
GB23727-2020 及 GB8978-1996 表 1 和表 4 中 一级标准	6~9	0.3	1.1	2.0	/	/	2.0	0.5	0.5	0.1	1.0

表 5.5-7 黄泥湖废石堆下部土壤垂直 $U_{\text{天然}}$ 、 ^{226}Ra 含量分布

序号	名称编号	取样深度 cm	取样 点数	$U_{\text{天然}}$ 含量 mg/kg		^{226}Ra 含量 Bq/kg	
				范围值	均值	范围值	均值
1	黄泥湖废石堆 KD-2	表层~30	3	94.8~101.9	98.6	1137.0~1492.0	1334.3
		30~60	3	69.7~81.4	74.5	574.6~813.9	679.2
		60~90	3	54.3~60.2	58.1	353.6~413.1	393.1
		90~110	3	22.7~38.5	30.5	203.5~332.6	273.4
		110~130	3	20.8~27.6	24.6	201.2~243.2	222.9
2	黄泥湖废石堆 KD-3	表层~30	3	94.2~104.3	100.3	1219.3~1705.4	1415.4
		30~60	3	73.1~103.2	89.8	927.6~1610.0	1156.8
		60~90	3	66.2~82.5	76.9	583.2~731.4	638.6
		90~120	3	39.8~63.4	54.9	342.7~433.8	400.1
		120~150	3	19.7~65.7	36.0	202.8~379.6	269.0
3	黄泥湖废石堆 KD-6	表层~30	3	97.4~112.5	106.6	1305.8~1469.0	1376.3
		30~60	3	81.3~82.4	82.0	869.1~937.2	906.6
		60~90	3	51.7~75.4	63.0	423.8~564.2	498.4
		90~120	3	27.6~76.7	45.2	241.8~490.7	345.0
		120~150	3	18.9~65.2	34.6	200.8~483.2	296.0
4	黄泥湖废石堆 KD-7	表层~30	3	116.2~132.4	125.3	569.7~1349.0	1041.6
		30~60	3	71.6~101.6	85.7	447.2~667.3	550.6
		60~90	3	41.8~69.8	57.8	399.8~437.2	413.1
		90~110	3	27.5~30.2	29.0	263.4~277.8	272.0
		110~130	3	20.9~22.4	21.6	192.6~202.8	198.9
5	黄泥湖废石堆 KD-8	表层~30	3	103.2~129.6	117.1	437.2~1207.0	860.9
		30~60	3	83.7~91.6	88.0	403.6~683.4	571.9
		60~90	3	49.6~82.6	60.9	404.5~533.2	469.2
		90~120	3	26.7~62.5	39.0	243.2~507.6	338.1
		120~150	3	16.3~60.7	32.4	142.6~479.9	268.9
6	黄泥湖废石堆 KD-9	表层~30	3	97.6~107.4	103.1	893.2~970.6	919.1
		30~60	3	60.5~92.7	77.2	412.8~712.5	539.2
		60~90	3	38.2~88.3	62.6	377.2~590.7	451.8
		90~120	3	16.3~70.2	39.3	141.5~460.2	294.7
		120~150	3	14.2~59.4	31.8	132.8~421.7	249.6

表 5.5-8 黄泥湖尾渣堆下部土壤垂直 $U_{\text{天然}}$ 、 ^{226}Ra 含量分布（一）

名称编号	取样深度 cm	取样 点数	$U_{\text{天然}}$ 含量 mg/kg		^{226}Ra 含量 Bq/kg	
			范围值	均值	范围值	均值
黄泥湖矿点 尾渣堆 WZ-1	表层~30	6	113.6~173.2	137.0	891.2~1259.6	1106.1
	30~60	6	93.8~132.4	107.4	683.2~1163.6	958.4
	60~90	6	89.2~110.5	99.6	531.4~992.4	809.4
	90~120	6	82.4~104.2	90.9	488.7~813.2	640.6
	120~150	6	36.4~88.6	75.2	322.8~703.5	542.8
	150~180	6	29.4~83.2	63.9	261.2~590.4	476.5
	180~210	6	27.8~69.8	57.8	254.8~533.2	422.1
	210~240	6	22.9~66.3	47.3	198.2~474.2	365.4
	240~270	6	17.4~65.4	40.6	166.4~402.6	317.2
	270~300	6	14.7~77.2	38.6	132.8~421.7	284.3
300~330	6	11.9~62.8	30.3	102.8~268.4	214.4	

表 5.5-9 黄泥湖尾渣堆下部土壤垂直 $U_{\text{天然}}$ 、 ^{226}Ra 含量分布（二）

名称及编号	钻孔编号	尾渣厚度 m	取样位置 m		$U_{\text{天然}}$ 含量 mg/kg	^{226}Ra 含量 Bq/kg
			起	至		
黄泥湖矿点尾 渣堆 WZ-1	ZK-21	5.2	5.30	5.50	81.0	670.0
			5.60	5.80	63.0	573.2
			5.90	6.10	46.0	413.1
			6.20	6.40	32.0	312.2
			6.40	6.60	27.8	259.2
			6.60	6.80	22.3	193.5
	ZK-22	4.1	4.20	4.40	103.0	732.8
			4.50	4.70	101.0	883.3
			4.80	5.00	93.0	627.5
			5.10	5.30	72.0	502.4
			5.40	5.60	34.0	209.8
			7.30	7.50	203.0	1354.3
	ZK-24	6.9	7.80	8.00	117.0	622.9
			8.30	8.50	49.0	304.2
			8.80	9.00	35.0	203.5
			9.30	9.50	29.0	109.7
			9.80	10.00	30.0	113.3
			10.10	10.30	19.0	108.5
			10.40	10.60	27.0	98.8
	ZK-25	2.1	2.30	2.50	103.0	1123.4
2.60			2.80	83.0	702.7	
2.90			3.10	63.0	593.2	

名称及编号	钻孔编号	尾渣厚度 m	取样位置 m		U _{天然} 含量 mg/kg	²²⁶ Ra 含量 Bq/kg
			起	至		
			3.20	3.40	37.0	483.3
			3.50	3.70	22.0	204.7
	ZK-26	3.2	3.40	3.60	106.0	1011.1
			3.70	3.90	93.0	922.7
			4.00	4.20	85.6	835.2
			4.30	4.50	75.0	592.9
			4.60	4.80	68.0	422.7
			4.90	5.10	42.0	322.5
			5.10	5.30	24.7	224.7
	ZK-27	1.8	2.30	2.50	103.0	1204.2
			2.80	3.00	89.0	883.8
			3.30	3.50	94.0	570.2
			3.80	4.00	63.0	358.8
			4.30	4.50	22.0	219.7

5) 工业场地

黄泥湖矿点采冶结束后遗留地表 1 处工业场地，场地的污染面积为 3881m²。

根据监测结果，工业场地的 ²²²Rn 析出率的范围值为(0.56~1.83)Bq/(m²·s)，均值为 1.46Bq/ (m²·s)，高于管理限值 0.74Bq/ (m²·s)；γ辐射剂量率的范围值为 (38.8~1824.3) ×10⁻⁸Gy/h，均值为 527.3×10⁻⁸Gy/h，明显高于当地辐射环境本底值。

工业场地的相关参数及监测数据见表 5.5-10。工业场地的现状情况见图 5.5-5。工业场地污染土垂直 U_{天然}和 ²²⁶Ra 分布监测数据见表 5.5-11。由该表可知，当深度达到 40cm 时，工业场地大部分监测点位 ²²⁶Ra 含量满足相应的管理限值。

表 5.5-10 黄泥湖矿点工业场地相关参数及监测结果

名称编号	面积 m ²	γ辐射剂量率 ×10 ⁻⁸ Gy/h			氡析出率 Bq/m ² ·s		
		测点数	范围值	均值	测点数	范围值	均值
黄泥湖 GYCD-2	3881	40	38.8~1824.3	527.3	25	0.56~1.83	1.46

表 5.5-11 黄泥湖矿点工业场地下部土壤垂直 U_{天然}、²²⁶Ra 含量分布

名称编号	取样深度 cm	取样点数	U _{天然} 含量 mg/kg		²²⁶ Ra 含量 Bq/kg	
			范围值	均值	范围值	均值
黄泥湖 GYCD-2	表层~20	5	41.2~130.6	60.3	246.6~423.8	355.9
	20~40	5	29.4~75.7	39.6	156.3~283.4	250.1
	40~60	5	24.3~52.3	31.9	103.7~265.1	213.6

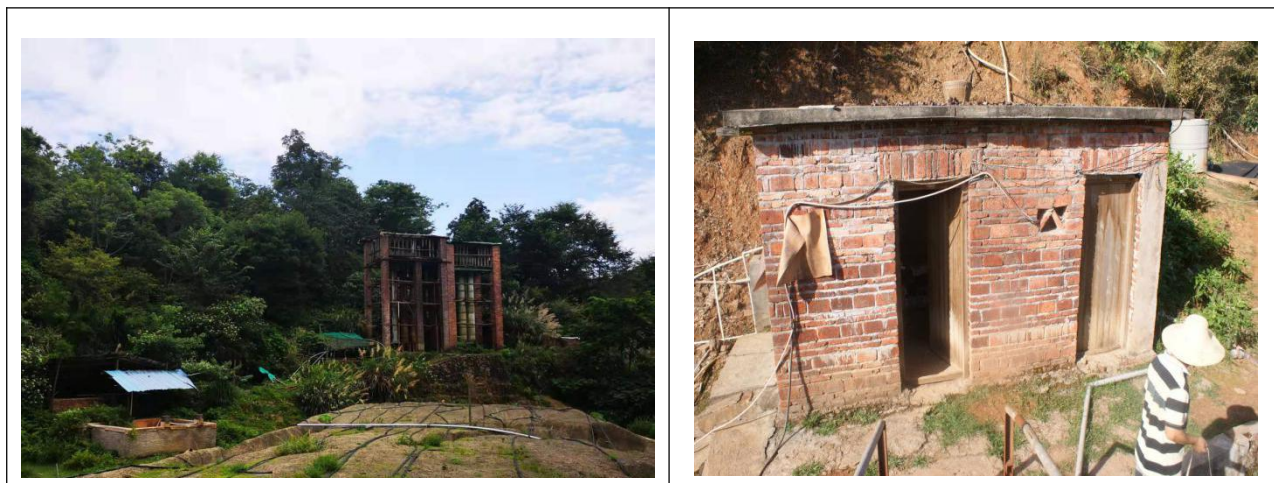


图 5.5-5 黄泥湖矿点工业场地现状

6) 设备、管线

黄泥湖矿点采冶停产后遗留地表设备共计 40 台（件），管线 11000m，总重量 76.78t。经项目单位核实确认，目前上述设备、管线已无回收再利用价值。

根据监测结果，设备、管线 α 表面污染范围值为（0.011~0.116）Bq/cm²，部分设备均值超过了管理限值 0.08 Bq/cm²。相关设备、管线 α 表面污染监测数据见表 5.5-12。部分设备、器材的现状图 5.5-6。

表 5.5-12 黄泥湖矿点设备、管线相关参数

序号	名称	数量 台（件）/m	材质	单件重量 t	α 表面污染 Bq/cm ²		
					测点数	范围值	均值
1	液氨罐*	1	金属	0.4	1	0.013	0.013
2	酸罐*	2	金属	1.2	1	0.021	0.021
3	酸桶	2	非金属	0.05	2	0.013~0.017	0.015
4	40 管	2500m（25 卷）	非金属	1.8/卷	6	0.012~0.018	0.014
5	50 管	3800m（38 卷）	非金属	0.2/卷	6	0.011~0.026	0.016
6	60 管	4700m（47 卷）	非金属	0.25/卷	6	0.014~0.022	0.019
7	萃取机	1	金属	1.55	4	0.032~0.069	0.051
8	压力机	1	金属	1.1	4	0.009~0.017	0.013

序号	名称	数量 台（件）/m	材质	单件重量 t	α表面污染 Bq/cm ²		
					测点数	范围值	均值
9	吊兰	1	金属	0.03	1	0.037	0.037
10	推车	16	金属	0.02	6	0.022~0.026	0.024
11	液压机	1	金属	0.8	4	0.092~0.117	0.104
12	水泵	12	金属	0.05	9	0.013~0.027	0.021
13	碎石机	1	金属	1.5	6	0.062~0.084	0.073
14	鼓风机	1	金属	0.01	2	0.055~0.069	0.062
15	碎石机	1	金属	2.6	6	0.072~0.139	0.116
16	亚板	51 块	非金属	0.02			

注：*项目承担单位停产后将罐内残留液进行处理，并清洗内部衬层，目前罐内已无残留液。



图 5.5-6 黄泥湖矿点遗留设备、管线现状

7) 建（构）筑物

黄泥湖矿点停产，遗留了 35 座建（构）筑物，建筑类型主要为砖混结构和木制结构，总占地面积为 2041m²，目前均已无利用价值。

根据监测结果，各建（构）筑物的α表面污染水平的平均值在（0.008~0.325）Bq/cm²之间，β表面污染水平的平均值在（0.09~3.28）Bq/cm²之间。

建（构）筑物α、β表面污染监测数据见表 5.5-13。部分建（构）筑物的现状图 5.5-7。



图 5.5-7 黄泥湖矿点遗留住房现状

表 5.5-13 黄泥湖矿点建（构）筑物相关参数

序号	编号	建筑类型	外形尺寸	数量	建筑面积 m ²	测点 位置	α表面污染水平, Bq/cm ²			β表面污染水平, Bq/cm ²		
							测点 数	范围值	均值	测点数	范围值	均值
1	炸药库	砖混	16.2×3.6×2.5	1	58.32	地面	4	0.013~0.016	0.015	4	0.15~0.19	0.17
						墙壁	4	0.016~0.028	0.017	4	0.18~0.31	0.24
2	液氨房	木制	6.8×4×4.5	1	27.2	墙壁	4	0.082~0.111	0.099	4	0.92~1.21	1.08
3	盐房	木制	5×5×2.5	1	25	墙壁	4	0.088~0.093	0.090	4	0.91~0.95	0.93
4	清水池	砖混	6×3.5×1.6	1	21	墙壁	4	0.012~0.018	0.015	4	0.15~0.20	0.18
5	酸房	砖混	5.2×3.2×2.5	1	16.64	墙壁	4	0.088~0.101	0.094	4	0.91~1.05	0.96
6	废池	砖混	14.6×4.3×1.6	1	62.78	墙壁	4	0.106~0.148	0.115	4	1.02~1.52	1.34
7	原液池	砖混	20.6×3.8×1.8	1	78.28	墙壁	4	0.154~0.268	0.181	4	1.62~2.85	2.14
8	化验室	砖混	4.8×4.9×2.5	1	23.52	地面	4	0.028~0.042	0.033	4	1.12~1.34	1.21
						墙壁	4	0.025~0.037	0.031	4	1.06~1.28	1.14
9	废池	砖混	1.6×2.4×1.2	1	3.84	墙壁	4	0.101~0.192	0.165	4	1.02~2.10	1.64
10	尾液池	砖混	4.3×6.3×1.8	1	27.09	墙壁	4	0.141~0.252	0.196	4	1.51~2.62	2.11
11	发电房	砖混	4.6×3.2×2.5	1	14.72	墙壁	4	0.153~0.161	0.158	4	1.59~1.72	1.61
12	配电房	砖混	4.3×6.5×2.5	1	27.95	墙壁	4	0.124~0.141	0.132	4	1.18~1.51	1.40
13	产品库	砖混	2.5×3.4×2.5	1	8.5	墙壁	4	0.135~0.148	0.141	4	1.41~1.53	1.47
14	木板房	木制	15×3.2×2.5	1	48	墙壁	4	0.071~0.095	0.083	4	0.71~1.02	0.91
15	仓库（住房）	土木结构	19.2×8.2×2.5	1	157.44	地面	4	0.009~0.022	0.014	4	0.09~0.25	0.16
						墙壁	4	0.011~0.016	0.015	4	0.12~0.19	0.15
16	仓库（住房）	土木结构	25.2×8.2×2.5	1	206.64	地面	4	0.020~0.028	0.025	4	0.21~0.31	0.26
						墙壁	4	0.021~0.032	0.026	4	0.22~0.33	0.26
17	卷扬机台	混凝土	2×2.5	1	5	墙壁	4	0.022~0.034	0.028	4	0.28~0.38	0.34
18	木房	木制	2.6×6.3×2.5	1	16.38	墙壁	4	0.088~0.099	0.092	4	0.91~0.98	0.96
19	淋洗池	砖混	7×3.2×1.6	1	22.4	墙壁	4	0.210~0.324	0.262	4	2.11~3.21	2.65

续表 5.5-13 黄泥湖矿点建（构）筑物相关参数

序号	编号	建筑类型	外形尺寸	数量	占地面积 m ²	测点 位置	α表面污染水平, Bq/cm ²			β表面污染水平, Bq/cm ²		
							测点 数	范围值	均值	测点 数	范围值	均值
20	吸附塔	砖混	3.6×11.2×12	1	40.32	墙壁	4	0.125~0.196	0.143	4	1.28~1.93	1.58
21	合格液池	砖混	6.2×3.6×1.6	1	22.32	墙壁	4	0.116~0.186	0.152	4	1.16~1.84	1.53
22	压滤机房	砖混	4.1×3.6×2.5	1	14.76	墙壁	4	0.048~0.054	0.051	4	1.42~1.57	1.52
23	尾渣池	砖混	2.4×3.2×1.6	1	7.68	墙壁	4	0.240~0.384	0.325	4	2.41~3.82	3.28
24	沉淀池	砖混	6.4×2.8×1.6	1	17.92	墙壁	4	0.222~0.354	0.296	4	2.21~3.62	2.99
25	尾液池	砖混	5.9×4.1×1.6	1	24.19	墙壁	4	0.211~0.284	0.245	4	2.15~2.88	2.49
26	源液池	砖混	13.2×6.8×2	1	89.76	墙壁	4	0.191~0.263	0.234	4	1.96~2.73	2.41
27	源液池	砖混	12.5×6×1.6	1	75	墙壁	4	0.128~0.167	0.143	4	1.29~1.74	1.52
28	石灰房	木制	3.2×2.9×2.5	1	9.28	墙壁	4	0.082~0.134	0.103	4	0.85~1.35	1.18
29	尾液处理池	砖混	15.3×3.1×1.6	1	47.43	墙壁	4	0.196~0.224	0.202	4	1.98~2.28	2.12
30	源液池	砖混	10×25×2.6	1	250	墙壁	4	0.180~0.196	0.189	4	1.83~1.95	1.89
31	喷淋池	砖混	5.1×13×1.8	1	66.3	墙壁	4	0.122~0.234	0.183	4	1.25~2.35	1.89
32	住房	石棉瓦结构	21×6.7×2.5	1	140.7	地面	4	0.021~0.026	0.024	4	0.25~0.31	0.28
						墙壁	4	0.018~0.024	0.021	4	0.21~0.29	0.25
33	住房	石棉瓦结构	25×5.1×2.5	1	127.5	地面	4	0.008~0.019	0.016	4	0.08~0.21	0.16
34	碎石房	砖混	3.2×6.5×2.5	1	20.8	墙壁	4	0.011~0.016	0.014	4	1.24~2.43	1.82
35	队部	砖混	55×4.3×2.5	1	236.5	地面	4	0.006~0.012	0.008	4	0.06~0.13	0.09
						墙壁	4	0.005~0.012	0.008	4	0.08~0.16	0.12

5.5.2.2 大峯围矿点源项调查结果

1) 坑（井）口

大峯围矿点地质勘探和水冶试验结束后，遗留地表 13 个坑（井）口。包括 3 个无水坑口，1 个有水坑口、5 个浅井、4 个竖井，均未封堵。

根据监测结果，坑（井）口空气中氡浓度的范围值为（620~2150）Bq/m³，平均值为 1161Bq/m³；有水坑口水流量的范围值为（1.82~2.96）m³/d，流出水中的 U_{天然} 含量范围值为（0.0034~0.0075）mg/L，²²⁶Ra 含量范围值为（0.063~0.071）Bq/L。

坑（井）口相关参数见表 5.5-14 和表 5.5-15，平硐口现状情况见图 5.5-8。

表 5.5-14 大峯围矿点坑（井）口相关参数

号	名称	类型	井口 标高 m	井口 尺寸 m	深度 m	是否连通	氡浓度 Bq/m ³	是否有 水流出
1	大峯围 KD-1	平硐	525	2.0×2.2	47.5	无连通	1350	无
2	大峯围 KD-2	平硐	484	2.0×2.2	605.0	无连通	1840	无
3	大峯围 KD-3	平硐	484	2.0×2.2	176.7	无连通	1760	无
4	大峯围 KD-X1	平硐	486	2.2×2.5	1326.0	无连通	2150	有
5	大峯围 JT-1	浅井	568	1.2×1.2	7.0	无连通	860	无
6	大峯围 JT-2	浅井	572	1.2×1.2	8.0	无连通	920	无
7	大峯围 JT-3	竖井	580	1.2×1.3	12.0	连接平巷	880	无
8	大峯围 JT-4	浅井	569	1.2×1.2	9.0	无连通	1020	无
9	大峯围 JT-5	竖井	549	1.2×1.3	11.0	连接平巷	1060	无
10	大峯围 JT-6	竖井	580	1.2×1.3	12.0	连接平巷	960	无
11	大峯围 JT-21	浅井	560	1.2×1.3	10.0	无连通	740	无
12	大峯围 JT-22	竖井	530	1.2×1.4	13.0	连接平巷	620	无
13	大峯围 JT-24	浅井	557	1.2×1.2	8.0	无连通	940	无

表 5.5-15 大峯围矿点平硐流出水相关参数

序号	名称编号	流量 m ³ /d	取样 数	水中 U _{天然} 浓度, mg/L		水中 ²²⁶ Ra 浓度, Bq/L			
				范围值	均值	范围值	均值		
1	大峯围 KD-X1	1.82~2.96	2	0.0034~0.0075	0.0055	0.063~0.071	0.067		
			1	水中 ²¹⁰ Po 浓度, mg/L		水中 ²¹⁰ Pb 浓度, mg/L			
				<0.001		<0.01			
大峯围 KD-X1 坑口流出水非放监测结果									
取样数	pH	Mn mg/L	Cd μg/L	Cr ⁶⁺ mg/L	As mg/L	Hg μg/L	Ni μg/L	SO ₄ ²⁻ mg/L	Cl ⁻ mg/L
1	7.70	0.05	0.07	0.0006	0.001	0.002	0.2	52.8	13.3



图 5.5-8 大峯围矿点 KD-1、KD-X1 平硐口现状

2) 废石（渣）堆

大峯围矿点停产后遗留地表废石（渣）石堆 4 个，其中废石堆 3 个，废渣堆 1 个。

(1) 废石堆

大峯围矿点勘探和水冶试验结束后遗留地表 3 个废石堆，堆存废石量 18594t，总裸露面积 8547m²。

根据监测结果，3 个废石堆的表面 ²²²Rn 析出率平均值的范围值为 (0.85~1.19) Bq/(m²·s)，高于管理限值 0.74Bq/(m²·s)；γ辐射剂量率平均值的范围值为 (96.7~193.5) ×10⁻⁸Gy/h，与当地辐射环境本底水平相比偏高。

废石堆的相关参数及监测数据见表 5.5-16。废石堆的现状情况见图 5.5-9。废石堆底部污染土垂直 U_{天然} 和 ²²⁶Ra 分布监测数据见表 5.5-17。由该表可知当深度达到 110cm~170cm 时，监测点位 ²²⁶Ra 含量满足相应限值要求。

表 5.5-17 大峯围废石堆下部土壤垂直 U_{天然}、²²⁶Ra 含量分布

序号	名称及编号	取样深度 cm	取样 点数	U _{天然} 含量, mg/kg		²²⁶ Ra 含量, Bq/kg	
				范围值	均值	范围值	均值
1	大峯围废石堆 KD-1	表层~30	3	107.5~163.2	137.8	1402.6~1607.0	1525.3
		30~60	3	81.7~113.2	98.8	921.7~1189.6	1012.9
		60~90	3	65.2~98.4	81.0	483.2~937.3	644.8
		90~120	3	15.4~79.5	42.7	131.8~534.4	322.0
		120~150	3	15.0~62.7	35.5	142.6~398.1	269.9

序号	名称及编号	取样深度 cm	取样 点数	U _{天然} 含量, mg/kg		²²⁶ Ra 含量, Bq/kg	
				范围值	均值	范围值	均值
		150~170	3	12.1~33.7	22.6	99.8~301.2	201.1
2	大崮围废石堆 KD-2、3	表层~30	3	109.6~141.5	125.6	1205.0~1357.0	1296.4
		30~60	3	83.2~97.2	91.0	783.2~817.1	798.9
		60~90	3	52.7~62.5	59.0	327.9~512.9	420.8
		90~110	3	27.6~34.0	31.4	241.3~301.2	277.3
		110~130	3	21.4~32.1	25.3	189.6~294.5	228.4
3	大崮围废石堆 KD-X1	表层~30	3	119.6~204.3	155.8	1022.9~1326.0	1202.1
		30~60	3	102.5~127.8	113.2	778.4~1076.0	962.9
		60~90	3	97.4~98.9	98.3	537.8~910.7	693.7
		90~120	3	51.2~82.4	67.7	428.5~573.2	510.7
		120~150	3	31.4~69.7	54.8	291.0~504.5	405.9
		150~170	3	22.7~45.2	33.0	208.3~401.2	293.6
		170~190	3	23.5~30.4	26.4	211.4~284.7	242.6

表 5.5-16 大崮围矿点废石堆相关参数及监测结果

序号	名称编号	占地 面积 m ²	裸露 面积 m ²	废石 量 t	氡析出率 Bq/m ² ·s			γ辐射剂量率 ×10 ⁻⁸ Gy/h			U _{天然} 含量 mg/kg			²²⁶ Ra 含量 Bq/kg		
					测点 数	范围值	均值	测点 数	范围值	均值	取样 数	范围值	均值	取样 数	范围值	均值
1	大崮围废石堆 KD-1	279	314	494	5	0.38~1.32	0.85	21	23.8~137.5	96.7	6	69~109	91	6	990~1330	1183
2	大崮围废石堆 KD-2、3	3047	3109	7100	17	0.45~1.56	1.19	65	18.4~247.6	193.5	6	221~279	247	6	2460~3290	2830
3	大崮围废石堆 KD-X1	4934	5124	11000	9	0.41~1.43	0.94	37	22.2~209.7	169.0	6	183~232	210	6	1930~2710	2365

注：²²²Rn 监测布点方法为网格布点法，布点均匀，故采用均值计算覆盖厚度。

表 5.5-18 大崮围矿点废渣堆相关参数及监测结果

序号	名称编号	占地 面积 m ²	裸露 面积 m ²	废渣 量 t	氡析出率 Bq/m ² ·s			γ辐射剂量率 ×10 ⁻⁸ Gy/h			U _{天然} 含量 mg/kg			²²⁶ Ra 含量 Bq/kg		
					测点 数	范围值	均值	测点 数	范围值	均值	取样 数	范围值	均值	取样 数	范围值	均值
1	大崮围废渣堆 WZ-2	10500	13000	46500	20	0.81~2.56	1.59	105	499.1~1863.3	1464.8	6	102~264	148	6	47900~61310	54983

(2) 废渣堆

大崮围水冶试验结束后遗留废渣堆 1 个，堆存废渣量 46500t，裸露面积 13000m²。

根据监测结果，废渣堆的氡析出率为 (0.81~2.56) Bq/(m²·s)，均值为 1.59Bq/(m²·s)，高于管理限值 0.74Bq/(m²·s)；γ辐射剂量率为 (499.1~1863.3) ×10⁻⁸Gy/h，均值为 1464.8×10⁻⁸Gy/h，明显高于当地辐射环境本底值。

废渣堆的相关参数及监测数据见表 5.5-18。废渣堆的现状情况见图 5.5-10。废渣堆底部污染土垂直 U_{天然} 和 ²²⁶Ra 分布监测数据见表 5.5-19 和表 5.5-20。由该表可知当深度达到 100cm~420cm 时，监测点位 ²²⁶Ra 含量满足相应的管理限值。



图 5.5-9 大崮围废石堆 KD-1 现状

图 5.5-10 大崮围废渣堆 WZ-2 现状

表 5.5-19 大崮围废渣堆下部土壤垂直 U_{天然}、²²⁶Ra 含量分布（一）

名称及编号	取样深度 cm	取样 点数	U _{天然} 含量 mg/kg		²²⁶ Ra 含量 Bq/kg	
			范围值	均值	范围值	均值
大崮围废渣堆 WZ-2	表层~30	6	101.7~137.2	118.0	837.1~1023.7	921.1
	30~60	6	92.7~103.2	98.8	609.7~903.2	809.6
	60~90	6	82.7~98.7	90.3	493.2~683.4	616.5
	90~120	6	49.5~90.6	76.7	421.7~607.2	546.5
	120~150	6	63.4~93.5	78.2	493.8~531.9	512.1
	150~180	6	63.2~92.6	73.5	402.7~537.2	481.9
	180~210	6	42.7~80.4	67.5	302.7~501.2	381.4
	210~240	6	35.4~76.3	59.8	222.8~432.1	314.2

	240~270	6	42.8~70.2	59.5	201.9~403.2	277.8
	270~300	6	44.6~68.3	56.7	288.8~382.7	312.6
	300~330	6	23.1~70.2	44.1	209.4~293.4	245.7
	330~360	6	19.2~68.5	39.9	168.5~281.7	217.3

表 5.5-20 大峯围废渣堆下部土壤垂直 $U_{\text{天然}}$ 、 ^{226}Ra 含量分布（二）

名称及编号	钻孔编号	尾渣厚度 m	取样位置 m		$U_{\text{天然}}$ 含量 mg/kg	^{226}Ra 含量 Bq/kg
			起	至		
大峯围废渣堆 WZ-2	ZK-001	6.3	6.30	6.50	101.6	827.4
			6.50	6.70	82.4	743.2
			6.70	6.90	57.2	533.4
			6.90	7.10	55.9	512.8
			7.10	7.30	46.8	412.4
			7.30	7.50	37.9	338.2
			7.50	7.70	33.4	293.5
			7.70	7.90	27.1	236.8
	ZK-002	3.2	3.20	3.40	89.4	793.2
			3.40	3.60	60.2	538.4
			3.60	3.80	36.4	339.8
			3.80	4.00	55.3	510.2
			4.00	4.20	35.3	313.2
			4.20	4.40	29.4	263.5
	ZK-003	7.1	4.40	4.60	22.8	203.9
			7.10	7.30	103.4	913.5
			7.30	7.50	73.5	663.2
			7.50	7.70	51.3	457.8
			7.70	7.90	37.8	332.4
	ZK-004	4.1	7.90	8.10	29.6	263.5
			8.10	8.30	22.9	201.8
			4.10	4.30	79.4	718.4
			4.30	4.50	70.1	638.2
			4.50	4.70	55.4	488.4
			4.70	4.90	35.2	312.4
			4.90	5.10	39.8	355.6
	ZK-005	3.5	5.10	5.30	33.4	301.8
			5.30	5.50	27.4	233.4
			3.50	3.70	103.5	912.8
			3.70	3.90	81.0	663.4
3.90			4.10	45.9	403.2	
4.10			4.30	49.2	443.1	
			4.30	4.50	36.7	321.7
			4.50	4.70	31.4	266.5

名称及编号	钻孔编号	尾渣厚度 m	取样位置 m		U _{天然} 含量 mg/kg	²²⁶ Ra 含量 Bq/kg
			起	至		
			4.70	4.90	29.5	232.7
	ZK-006	3.8	3.80	4.00	99.8	832.6
			4.00	4.20	81.4	693.5
			4.20	4.40	65.8	559.4
			4.40	4.60	57.4	501.2
			4.60	4.80	45.6	393.8
			4.80	5.00	33.7	287.4
			5.00	5.20	27.9	253.6

4) 工业场地

大峯围矿点水冶试验结束后遗留地表 1 处工业场地，场地的污染面积为 3143m²。

根据监测结果，工业场地的表面 ²²²Rn 析出率的范围值为 (0.47~1.65) Bq/(m²·s)，均值为 1.11Bq/(m²·s)，高于管理限值 0.74Bq/(m²·s)；γ辐射剂量率的范围值为 (84.0~1825.0) ×10⁻⁸Gy/h，均值为 411.8×10⁻⁸Gy/h，高于当地辐射环境本底值。

工业场地的相关参数及监测数据见表 5.5-21。工业场地的现状情况见图 5.5-11。工业场地污染土垂直 U_{天然} 和 ²²⁶Ra 分布监测数据见表 5.5-22。由该表可知，当深度达到 40cm 时，监测点位 ²²⁶Ra 含量满足相应的限值要求。

表 5.5-21 大峯围矿点工业场地相关参数及监测结果

名称编号	面积 m ²	γ辐射剂量率 ×10 ⁻⁸ Gy/h			氡析出率 Bq/m ² ·s		
		测点数	范围值	均值	测点数	范围值	均值
大峯围 GYCD-1	3143	30	84.0~1825.0	411.8	20	0.47~1.65	1.11

表 5.5-22 大峯围矿点工业场地土壤垂直 U_{天然}、²²⁶Ra 含量分布

名称编号	取样深度 cm	取样点数	U _{天然} 含量 mg/kg		²²⁶ Ra 含量 Bq/kg	
			范围值	均值	范围值	均值
大峯围 GYCD-1	表层~20	5	34.1~98.2	52.3	191.3~401.3	328.0
	20~40	5	31.2~75.6	41.0	137.1~294.3	254.0
	40~60	5	24.3~48.2	31.5	91.9~263.1	214.9



图 5.5-11 大峯围矿点工业场地现状

5) 设备管线

大峯围矿点采冶停产后遗留地表设备共计 5 台（件），管线 5700m，总重量 17.55t。经项目单位核实确认，目前上述设备、管线已无回收再利用价值。

根据监测结果，设备、管线 α 表面污染均值为（0.011~0.053）Bq/cm²。相关设备、管线 α 表面污染监测数据见表 5.5-23。部分设备、器材的现状图 5.5-12。

表 5.5-23 大峯围矿点设备、管线相关参数

序号	名称	数量 台（件）/m	材质	单件重量 t	α 表面污染水平 Bq/m ²		
					测点数	范围值	均值
1	75 水管	3500（35 卷）	非金属	0.25/卷	4	0.012~0.019	0.015
2	60 水管	2200（22 卷）	非金属	0.20/卷	4	0.011~0.022	0.016
3	酸罐*	2	金属	1.40	2	0.011~0.016	0.014
4	液氨罐*	1	金属	0.40	1	0.013	0.013
5	复摆型破碎机	1	金属	1.18	4	0.026~0.036	0.031
6	推车	1	金属	0.02	1	0.053	0.053

注：*项目承担单位停产后堆罐内残留液进行处理，并清洗内部衬层，目前罐内已无残留液。

序号	名称	数量 台（件）/m	材质	单件重量 t	α表面污染水平 Bq/m ²		
					测点数	范围值	均值
							
							

图 5.5-12 大峯围矿点遗留酸罐现状

图 5.5-13 大峯围矿点仓库现状

6) 建（构）筑物

大峯围矿点水冶试验结束后遗留了 24 座建（构）筑物，建筑类型主要为砖混结构和木制结构，总占地面积为 1213m²，目前均已无利用价值。

根据监测结果，各建（构）筑物的α表面污染水平的平均值在（0.010~0.296）Bq/cm²之间，β表面污染水平的平均值在（0.14~2.93）Bq/cm²之间。

建（构）筑物α表面污染监测数据见表 5.5-24。部分建（构）筑物的现状图 5.5-13。

表 5.5-24 大峯围矿点建（构）筑物相关参数

序号	编号	建筑类型	外形尺寸	数量	占地面积 m ²	测点位置	α表面污染水平, Bq/cm ²			β表面污染水平, Bq/cm ²		
							测点数	范围值	均值	测点数	范围值	均值
1	化验室	砖混	7.2×6.3×6.5	2	45.36	地面	4	0.013~0.027	0.021	4	0.15~0.29	0.21
						墙壁	4	0.018~0.026	0.023	4	0.18~0.29	0.24
2	吸附塔 1	砖混	9.6×4.8×10	1	46.08	墙壁	4	0.064~0.085	0.072	4	0.71~0.89	0.75
3	除渣池	砖混	4.2×2×1.4	1	8.4	墙壁	4	0.121~0.148	0.132	4	1.31~1.52	1.42
4	产品库	砖混	3.7×3×3.2	1	11.1	地面	4	0.052~0.072	0.064	4	0.85~1.29	1.605
						墙壁	4	0.049~0.068	0.061	4	0.91~1.39	1.18
5	压滤机房	木质结构	4.3×4.95×2.5	1	21.285	墙壁	4	0.138~0.149	0.142	4	1.35~1.51	1.42
6	发电房	砖混	7.6×3.6×2.5	1	33.21	墙壁	4	0.118~0.126	0.122	4	1.21~1.29	1.23
7	合格液池	砖混	12.9×1.3×1.5	1	16.77	墙壁	4	0.124~0.192	0.149	4	1.28~1.95	1.53
8	淋洗池	砖混	14.4×3.1×2	1	44.64	墙壁	4	0.112~0.138	0.125	4	1.12~1.39	1.28
9	液氨池	砖混	4.2×2.8×0.9	1	11.76	墙壁	4	0.091~0.142	0.112	4	0.95~1.51	1.21
10	化盐池	砖混	3×1.6×1.3	1	4.8	墙壁	4	0.125~0.136	0.131	4	1.28~1.37	1.31
11	清水池	砖混	4.8×3.2×1.8	1	15.36	墙壁	4	0.098~0.122	0.109	4	0.98~1.22	1.08
12	盐仓库	砖混	4.24×2.75	1	11.66	墙壁	4	0.081~0.092	0.086	4	0.89~0.96	0.87
13	尾液池	砖混	14.2×6.55×1.8	1	93.01	墙壁	4	0.135~0.164	0.152	4	1.36~1.72	1.49
14	原液池	砖混	13.8×6.25×1.7	1	86.25	墙壁	4	0.142~0.181	0.163	4	1.45~1.83	1.63
15	沉淀池	砖混	9.8×3.2×2.2	1	31.36	墙壁	4	0.185~0.214	0.192	4	1.95~2.08	2.02
16	产品池	砖混	8.2×1.9×1.6	1	15.58	墙壁	4	0.124~0.225	0.165	4	1.31~2.29	1.68
17	源液池	砖混	22×7.2×2.1	1	158.4	墙壁	4	0.184~0.246	0.218	4	1.92~2.58	2.21
18	清水池	砖混	10.8×10.3×2.1	1	111.24	墙壁	4	0.241~0.385	0.296	4	2.41~3.81	2.93
19	卫生间	砖混	2.95×8×2.5	1	23.6	墙壁	4	0.012~0.024	0.018	4	0.12~0.27	0.19
20	仓库	石棉瓦	21×5.2×2.5	1	109.2	地面	4	0.018~0.027	0.023	4	0.19~0.31	0.26
						墙壁	4	0.016~0.024	0.021	4	0.17~0.28	0.22

续表 5.5-24 大鞞围矿点建（构）筑物相关参数

序号	编号	建筑类型	外形尺寸	数量	建筑面积 m ²	测点位置	α表面污染水平, Bq/cm ²			β表面污染水平, Bq/cm ²		
							测点数	范围值	均值	测点数	范围值	均值
21	住房	土木结构	31.3×6.7×2.5	1	209.71	地面	4	0.016~0.022	0.019	4	0.16~0.25	0.20
						墙壁	4	0.022~0.027	0.025	4	0.22~0.29	0.26
22	厨房	土木结构	10.5×6.8×2.5	1	71.4	地面	4	0.017~0.027	0.023	4	0.19~0.27	0.23
						墙壁	4	0.011~0.017	0.014	4	0.18~0.21	0.19
23	住房	砖混	5.4×3×2.5	1	16.2	地面	4	0.024~0.037	0.029	4	0.24~0.39	0.32
						墙壁	4	0.013~0.018	0.015	4	0.13~0.19	0.15
24	炸药库	砖混	7×3.2×2.5	1	22.4	地面	4	0.012~0.019	0.017	4	0.12~0.21	0.17
						墙壁	4	0.009~0.013	0.01	4	0.11~0.18	0.14

7) 污染道路

大峯围矿点试验生产期间，有 1 条由工业场地至废渣堆的道路，道路结构为碎石路面，长度为 190m，平均宽度 3.5m。根据监测结果，污染道路 γ 辐射剂量率范围值为 $(23.4\sim 527.3) \times 10^{-8}\text{Gy/h}$ ，均值为 $88.5 \times 10^{-8}\text{Gy/h}$ ，高于当地辐射环境本底值。污染道路的现状情况见图 5.5-14。



图 5.5-14 大峯围矿点污染道路现状

污染道路的相关参数及监测数据见表 5.5-25。污染道路土壤垂直 $U_{\text{天然}}$ 和 ^{226}Ra 分布监测数据见表 5.5-26。由该表可知，当深度达到 40cm 时，监测点位 ^{226}Ra 含量满足相应的管理限值。

表 5.5-25 大峯围矿点污染道路相关参数

源项名称	路面结构	监测间距 m	γ 辐射剂量率 $\times 10^{-8}\text{Gy/h}$		
			左	中	右
大峯围矿点污染道路	泥结碎石路面	10	31.3	30.1	30.4
		20	28.2	26.1	27.6
		30	30.3	29.4	30.1
		40	23.4	24.9	26.9
		50	26.3	27.8	29.2

源项名称	路面结构	监测间距 m	γ辐射剂量率 ×10 ⁻⁸ Gy/h		
			左	中	右
		60	23.7	25.0	24.7
		70	33.0	33.1	33.0
		80	38.5	37.4	36.5
		90	33.3	33.0	31.7
		100	41.4	40.1	39.3
		110	40.7	39.0	41.6
		120	42.9	38.8	39.2
		130	52.2	49.0	47.3
		140	63.7	61.7	53.7
		150	127.7	135.6	132.6
		160	202.2	199.6	203.2
		170	253.9	262.3	293.2
		180	483.7	462.5	527.3

表 5.5-26 大鞞围矿点污染道路土壤垂直 U_{天然}、²²⁶Ra 含量分布

名称编号	取样深度 cm	取样点数	U _{天然} 含量 mg/kg		²²⁶ Ra 含量 Bq/kg	
			范围值	均值	范围值	均值
大鞞围矿点污染道路	表层~20	5	34.1~107.6	53.7	207.7~373.2	325.9
	20~40	5	29.3~91.3	42.9	140.6~291.3	247.8
	40~60	5	23.3~67.9	35.0	108.8~263.2	211.0

5.5.3 治理项目确定

根据各源项的监测结果和相应的管理限值，以及治理项目的确定原则来确定治理项目和治理部位。表 5.5-27 为黄泥湖矿点（含大峯围矿点）退役治理源项一览表。

表 5.5-27 退役治理源项一览表

项目		黄泥湖矿点	大峯围矿点	合计	治理原因
坑（井）口	无水坑口个数	7	3	10	有 ^{222}Rn 气逸出，此外有误入或坠入的可能危害，构成不安全因素。
	有水坑口个数	1	1	2	
	浅（竖）井个数	6	9	15	
露天采场	个数	1	—	1	^{222}Rn 析出率超过管理限值， γ 辐射剂量率明显高于当地本底。
	面积 m^2	1137.5	—	1137.5	
废石（渣）堆	个数	7	4	11	属于铀矿勘探、采冶废物；表面 ^{222}Rn 析出率均值超过管理限值， γ 辐射水平相对较高。
	废石（渣）量 t	100495	65094	165589	
	裸露面积 m^2	12311	21547	33858	
尾渣堆	个数	1	—	1	
	尾渣量 t	113000	—	113000	
	裸露面积 m^2	20000	—	20000	
工业场地	个数	1	1	2	场地的 ^{222}Rn 析出率均值超过了管理限值、 γ 辐射水平也明显偏高，且土壤中 ^{226}Ra 含量超过管理限值。
	面积 m^2	3881	3143	7024	
污染设备	设备数台（件）	40	5	45	已无利用价值，且受到不同程度的表面污染。
	管线 m	11000	5700	16700	
建构筑物	数量	35	24	59	
	面积 m^2	2041	1213	3254	
污染道路	数量	—	1	1	道路沿线 γ 辐射水平偏高，且土壤中 ^{226}Ra 含量超过管理限值。
	长度 m	—	190	190	

6 退役治理方案

6.1 退役治理目标和深度

本项目属补救行动范畴，退役治理总体目标为对黄泥湖矿点（含大鞏围矿点）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改善，治理范围内公众健康得到保护。具体目标如下：

1) 本项目退役治理后最终状态下的公众照射的剂量约束值不超过 0.3mSv/a；

2) 尾渣库等经覆盖治理后，其表面氡析出率应不大于 0.74Bq/（m²•s），且γ剂量率不大于“本底值+17.4×10⁻⁸Gy/h”；

3) 土地去污整治后，任何 100m² 范围内土层中 ²²⁶Ra 的平均活度浓度扣除当地本底值后不超过 0.18Bq/g；

4) 退役治理后坑口流出水排放口处水中 U_{天然} 浓度小于 0.3mg/L、²²⁶Ra 活度浓度小于 1.1Bq/L，²³⁰Th 活度浓度小于 1.85Bq/L，²¹⁰Pb 活度浓度小于 0.5Bq/L，²¹⁰Po 活度浓度小于 0.5Bq/L；

5) 污染管线设备处于可控状态。

各源项退役治理目标与深度见表 6.1-1。

表 6.1-1 本项目各源项退役治理目标与深度

源项类型	源项	退役治理目标	退役治理深度
一、黄泥湖矿点			
坑（井）口	有水坑口（1 个）	永久性封堵，防止 ²²² Rn 气的逸出，控制废水外流；严禁随意打开。	有效封堵，防止氡气外逸，控制废水外流，保护公众健康与安全
	无水坑口（7 个）	永久性封堵，防止 ²²² Rn 气的逸出；严禁随意打开。	
	浅（竖）井（6 个）		
露天采场废墟	露天采场废墟（LTCC-1）	覆盖治理后，表面氡析出率≤0.74Bq/（m ² •s）。	有限制开放或使用
废石堆	KD-X1 废石堆	原址形成尾渣库，作为本项目放射性废物的集中受纳场所。覆盖治理后，表面氡析出率≤0.74Bq/（m ² •s）。	有限制开放或使用
	6 处废石堆	清挖治理后，任何 100m ² 范围内土层中 ²²⁶ Ra 活度浓度平均值≤本底值+0.18Bq/g。	无限制开放或使用
尾渣堆	尾渣堆（WZ-1）		

源项类型	源项	退役治理目标	退役治理深度
一、黄泥湖矿点			
工业场地	工业场地		
设备管线	污染设备(40 台件)	金属材质的送至核工业铀矿冶放射性污染金属熔炼处理中心（710 厂）进行熔炼处置、非金属材质的运至尾渣库填埋处置。	处于可控状态
	管线(11000m)		
建（构）筑物	35 座建（构）筑物	拆除后受污染建筑垃圾运至尾渣库处置；未受污染的建筑垃圾运至赣州市寻乌县桂竹帽镇建筑垃圾填埋场处置。	原址无限制开放或使用
二、大峯围矿点			
坑（井）口	有水坑口（1 个）	永久性封堵，防止 ^{222}Rn 气的逸出，控制废水外流；严禁随意打开。	有效封堵，防止氡气外逸，控制废水外流，保护公众健康与安全
	无水坑口（3 个）	永久性封堵，防止 ^{222}Rn 气的逸出；严禁随意打开。	
	浅（竖）井（9 个）		
废石堆	废石堆（KD-2、3、KD-X1 和 KD-1 废石堆）	清挖治理后，任何 100m^2 范围内土层中 ^{226}Ra 活度浓度平均值 \leq 本底值 $+0.18\text{Bq/g}$ 。	无限制开放或使用
废渣堆	废渣堆（WZ-2）		
工业场地	工业场地		
污染道路	大峯围污染道路		
设备管线	污染设备(5 台件)	金属材质的送至核工业铀矿冶放射性污染金属熔炼处理中心（710 厂）进行熔炼处置、非金属材质的运至尾渣库填埋处置。	处于可控状态
	管线(5700m)		
建（构）筑物	24 座建（构）筑物	拆除后受污染建筑垃圾运至黄泥湖矿点尾渣库处置；未受污染的建筑垃圾运至赣州市寻乌县桂竹帽镇建筑垃圾填埋场处置。	原址无限制开放或使用

6.2 制定治理方案的原则

6.2.1 治理原则

总体方案制定贯彻落实“安全第一、质量第一”的根本方针，坚持“辐射防护最优化与放射性废物最小化”和“废物集中处置”的原则，具体治理方案遵循以下原则：

- 1) 在确保设施安全稳定前提下，放射性固体废物尽可能集中处置。
- 2) 退役治理方案应能够控制各类污染物，防止各类污染物在环境中流失与扩散；应能够有效的抑制和屏蔽各类有害因素；杜绝各种伤害事故的发生，以保证环境质量的改善和公众的健康与安全。
- 3) 应使处置设施的功能长期有效，有较高的稳固性与可靠性。

4) 退役治理方案应充分考虑到当地的自然环境、施工条件、社会状况和公众的心理因素，力求做到因地制宜、切合实际、施工简单、具有较强的可操作性，材料尽可能就地取材，治理方案力求做到施工技术相对简单，以降低劳动强度，保证施工人员的安全。

5) 退役治理工程量与发生危害的概率及危害程度的大小相适应，消耗的代价与获得的效益相适应，在不违背上述原则的前提下，尽可能将有害物回填坑内、井下或集中处置以缩小污染范围，对于减少有害物在地面堆积面积的设计方案给予优先考虑。

6) 污染物集中处置应按照不同污染程度优先处置放射性水平较高污染物。

7) 高度重视铀矿退役治理项目生态环境修复与环境保护工作。

6.2.2 总体治理方案的确定

本项目拟治理黄泥湖矿点和大鞏围矿点均位于江西省赣州市寻乌县桂竹帽镇境内。其中，黄泥湖矿点地处项目区域的东北侧，源项相对集中于尾渣堆周围；而大鞏围矿点地处项目区域的西南侧，源项相对集中于废渣堆周围。

两矿点间道路通行里程约 9km，该道路分为三个路段，即路段 1：大鞏围矿点→大鞏围村简易路；路段 2：大鞏围村→白面石村公路；路段 3：白面石村→黄泥湖矿点简易路。整体来看，本项目黄泥湖矿点和大鞏围矿点各自源项相对集中，两矿点间相距一定距离。

本项目遵循放射性废物最小化和集中处置原则，利用黄泥湖矿点尾渣堆下游的 KD-X1 废石堆所处沟谷适宜建设拦渣坝的地形条件，修建拦渣坝、溢洪道防排洪设施，形成尾渣库并作为项目所有放射性废物集中处置场所，即除坑（井）口、露天采场需就地封堵、覆盖外，其他所有治理源项均采取清挖废石、尾渣及其下部污染土，将所产生的污染物运至黄泥湖矿点尾渣库集中处置，形成污染源减至最小、处理较为彻底的治理方案。

退役治理工程实施后黄泥湖矿点和大鞏围矿点区域范围内仅遗留尾渣库和露天采场等设施，地表设施占地较退役治理实施前减少 31694m²，是原占地面积的 56.77%。

6.3 治理方案

6.3.1 覆盖厚度的确定

6.3.1.1 覆土试验

1) 覆盖材料的选择

本项目选取黄泥湖矿点南侧 1.5km 处粘土做为本试验覆土材料，土源土量较为充足，且土壤的最大干密度为 1.74g/cm^3 、对应的最佳含水量为 19.8%；试验用土表面的氡析出率范围值为 $(0.06\sim 0.07)\text{Bq}/(\text{m}^2\cdot\text{s})$ ； γ 辐射剂量率范围值为 $(15.2\sim 15.5)\times 10^{-8}\text{Gy/h}$ ；土壤中 $U_{\text{天然}}$ 含量范围值为 $(9.4\sim 10.3)\text{mg/kg}$ 、 ^{226}Ra 含量范围值为 $(114\sim 120)\text{Bq/kg}$ ，均在本底范围内。

2) 覆土试验

(1) 试验概述及结果

为给退役治理方案提供覆土厚度的科学依据，二六四大队委托江西省核工业地质局测试研究中心以黄泥湖矿点尾渣堆为试验场地，选取黄泥湖矿点南侧约 1.5km 处的土源地的土为覆盖试验用土，在尾渣堆上进行了不同覆土厚度与氡析出率和 γ 辐射剂量率的影响关系实验，试验结果如表 6.3-1 所示。

表 6.3-1 覆盖厚度与氡析出率和 γ 辐射剂量率的试验结果

覆土厚度, m	0.0	0.2	0.4	0.6	0.8
氡析出率, $\text{Bq}/\text{m}^2\cdot\text{s}$	2.99	2.54	2.09	1.63	0.96
γ 辐射剂量率, $\times 10^{-8}\text{Gy/h}$	919.7	164.7	96.2	74.8	60.2
干密度, g/cm^3	—	1.65	1.57	1.63	1.61
含水量, %	—	20.9	22.8	21.9	21.6
覆土厚度, m	1.0	1.2	1.4	1.6	—
氡析出率, $\text{Bq}/\text{m}^2\cdot\text{s}$	0.76	0.66	0.63	0.57	—
γ 辐射剂量率, $\times 10^{-8}\text{Gy/h}$	49.8	40.1	34.0	32.2	—
干密度, g/cm^3	1.57	1.60	1.58	1.57	—
含水量, %	22.5	20.9	21.2	22.1	—

(2) 覆盖厚度与抑制氡析出率的关系

根据表 6.3-1 试验结果，采用最小二乘法线性回归得到覆盖厚度与抑制氡析出率的关系式如下：

$$X_1 = 80.4 \ln \frac{J_i}{J_0} + 5.92 \quad (6-1)$$

相关系数： $r=0.9649$

式中：

X_1 ——需要覆盖的夯实后覆土的厚度，cm；

J_1 ——覆盖前的氡析出率平均值， $Bq/m^2 \cdot s$ ；

J_0 ——覆盖后的氡析出率，取管理限值， $J_0=0.74Bq/m^2 \cdot s$ 。

（3）覆盖厚度与屏蔽 γ 辐射剂量率的关系

根据表 6.3-1 试验结果和 γ 射线在屏蔽材料中的减弱规律，覆盖厚度与屏蔽 γ 辐射剂量率的关系式如下：

$$X_2 = \Delta_{1/2} \log_2 \left(\frac{H_i}{H_0} \right) \quad (6-2)$$

式中：

X_2 ——屏蔽 γ 辐射需要覆盖的夯实后覆土的厚度，cm；

$\Delta_{1/2}$ ——半值层厚度，即 γ 辐射剂量率减弱一半所需的覆盖层厚度，本项目的半值层厚度是根据表 6.3-1 所列覆盖试验数据计算得出（式 6-2 实测值与拟合值的偏差 $\delta = (X_{\text{实测}i} - X_{\text{拟合}i})^2$ ，待定系数应使 $\sum \delta \rightarrow \min$ 。利用 Excel 规划求解功能进行计算当 $\Delta_{1/2}=22.06\text{cm}$ 时 $\sum \delta$ 最小、四舍五入后取值为 22.1cm），约为 22.1cm；

H_i ——覆盖前的 γ 辐射剂量率平均值， $\times 10^{-8}\text{Gy/h}$ ；

H_0 —— γ 辐射剂量率的本底值 $+17.4 \times 10^{-8}\text{Gy/h}$ 。

6.3.1.2 露天采场覆盖方案

1) 覆盖厚度确定原则

（1）覆盖厚度的确定原则

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根据覆盖厚度与屏蔽 γ 辐射剂量率的关系式，按源项的 γ 辐射剂量率均值计算出覆盖厚度 X_2 ；

③覆盖厚度应使覆盖后的氡析出率、 γ 辐射剂量率均满足管理限值的要求，故覆盖厚度计算结果值 $X_3 = \max \{X_1, X_2\}$ 。

④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》（EJ/T20075-2014），增加 10cm 至 15cm 厚的多年土壤侵蚀余量（ ΔX ），并按工程模数取整；表层 10cm 至 20cm 厚的压实度不小于 0.85，其下层的压实度不宜小于 0.90。

⑤根据《铀矿冶辐射防护和辐射环境保护规定》（GB23727-2020）植被层厚度考虑侵蚀余量后应不小于 50cm、记为 X_{\min} 。

综上所述，本项目覆盖厚度设计值 $X = \max\{X_3 + \Delta X, X_{\min}\}$ 、即 $X = \max\{X_3 + \Delta X, 50\text{cm}\}$ 。

2) 覆盖厚度的确定

本项目露天采场为原地覆盖方案，通过计算并按上述原则确定覆盖厚度，详见下表 6.3-2。

表 6.3-2 原地治理设施覆盖厚度一览表

名称	氡析出率 $\text{Bq}/\text{m}^2\cdot\text{s}$	γ 辐射剂量率 $\times 10^{-8}\text{Gy}/\text{h}$	覆土厚度, cm			
			X_1	X_2	$X_3 + \Delta X$	X
黄泥湖露天采场 LTCC-1	1.18	368.2	43.4	77.8	87.8	90

6.3.1.3 尾渣库覆盖方案

为了消除尾渣库存在的放射性危害和一般安全隐患，同时兼顾集中处置原则，本项目将尾渣库作为所有废物的最终容纳场所，为了确保其治理后的长期安全稳定，对容纳、回填各类放射性废物后的尾渣库采用多层复合结构进行覆盖治理。覆盖结构自下而上依次为：降氡层、隔水层、隔离层和植被层。

1) 降氡层

本项目黄泥湖尾渣库为污染物集中堆存处置场所，污染物回填顺序自下而上依次为“尾渣+废石+污染土”。考虑上述污染物对抑制尾渣的氡析出和屏蔽 γ 辐射起到一定作用，以及污染土自身的氡析出和 γ 辐射剂量率叠加影响，通过计算并按覆土厚度的设计原则确定用以屏蔽贯穿辐射和抑制氡析出的覆盖土层厚度。即：

经过计算回填废石和污染土覆盖后，尾渣表面氡析出率由 $2.59 \text{ Bq}/(\text{m}^2\cdot\text{s})$ 降低至 $0.06 \text{ Bq}/(\text{m}^2\cdot\text{s})$ （不考虑污染土本身的氡析出），回填污染土的表面氡

析出率均值为 $1.47\text{Bq}/(\text{m}^2\cdot\text{s})$ 、 γ 辐射剂量率均值为 $215\times 10^{-8}\text{Gy/h}$ ，考虑叠加后，污染土层表面的氡析出率计算值为 $1.53\text{Bq}/(\text{m}^2\cdot\text{s})$ 、 γ 辐射剂量率取值为 $215\times 10^{-8}\text{Gy/h}$ ，按覆土厚度的确定原则，降氡所需覆土厚度为 X_1 为 64.4cm 、屏蔽 γ 辐射剂量率所需厚度 X_2 为 52.8cm 。工程向上取整后，最终确定尾渣库降氡及屏蔽 γ 辐射剂量率层厚度为 65cm 。

2) 隔水层

为了防止大气降水渗入尾渣库产生放射性渗水、以及其渗出产生污染，本项目采用“膨润土防水毯+土工膜（厚 1.5mm ）”进行防渗。

3) 隔离层（导水层）

为了排除上部渗水，同时防止啮齿动物、植物根系破坏防渗层及防氡屏蔽层，采用 20cm 厚的砂卵石层，以达到防侵扰目的。

4) 植被层

为了恢复自然地貌，以及减少风蚀和大气降水的淋浸，根据《铀矿冶辐射防护和辐射环境保护规定》（GB23727-2020）的相关规定，铀尾渣库的植被层厚度考虑侵蚀余量后取 50cm 。

5) 尾渣库最终覆盖方案

综上所述，为了达到抑制氡析出、防止土壤侵蚀（风/雨蚀）、防止尾渣渗液产生和渗出、防止生物侵扰和植被恢复等目的，本项目尾渣库确定采用多层复合覆盖结构，其结构如下图所示，覆盖层自下而上依次为①降氡层 65cm 、②隔水层为膨润土垫+土工膜（厚 1.5mm ）、③导水层 20cm 、④植被层 50cm ，共 4 层结构组成，共厚 135cm 。

6.3.2 清挖治理深度确定

对于铀矿勘探、采冶退役治理项目而言，各类清挖治理的污染设施和周围环境的清挖治理工程量主要是由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 ^{226}Ra 含量的垂直分布情况和管理限值标准来确定的。

各清挖治理设施或环境的清挖深度的确定步骤如下：

1) 针对堆存量较少且地形简单设施：根据该类设施或环境的监测数据与

该类设施或环境的土壤中 ^{226}Ra 残量的管理限值标准进行对比，确定各类设施或环境的污染深度。

针对堆存量较大且地形复杂设施：本项目为黄泥湖矿点尾渣堆和大鞞围废渣堆，根据地形图、钻孔数据及污染土数据，采用 Surfer11 软件建立模型分析而得，渣堆清挖深度分析结果如图 6.3-1 和图 6.3-2 所示。

2) 结合清挖治理方案的施工特点，依据尾渣堆、废石（渣）堆、工业场地、污染道路的垂直分布监测数据确定其清挖深度，并在清挖过程中边施工、边监测，通过监测来确定各设施是否达到了设计的退役深度。如按原设计要求的工作程序已完成，而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。

本项目清挖治理各类设施和场地的清挖深度见表 6.3-3。

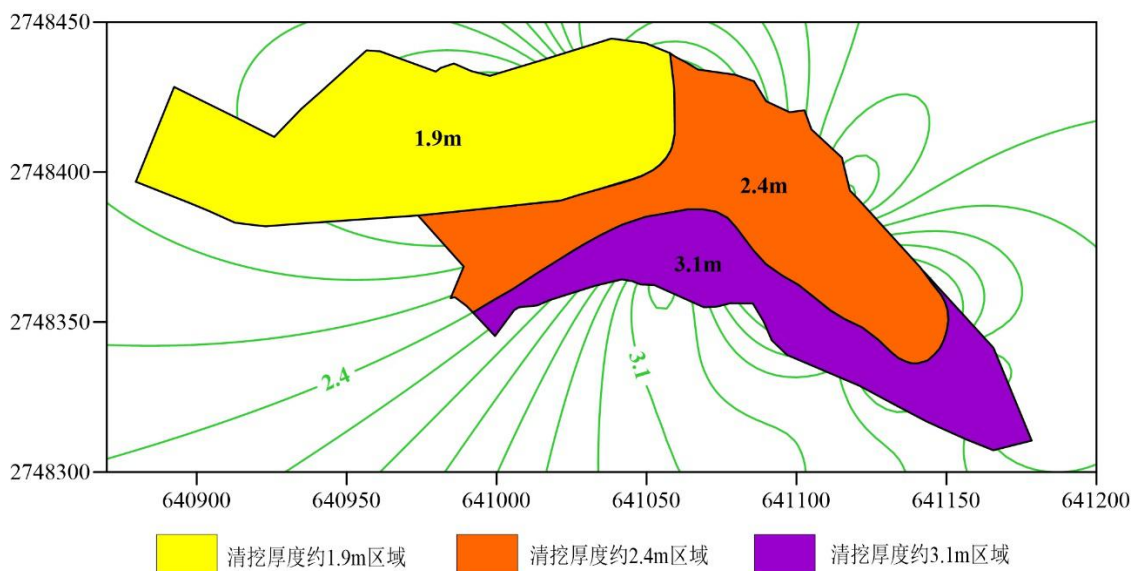


图 6.3-1 黄泥湖尾渣堆清挖深度分区图

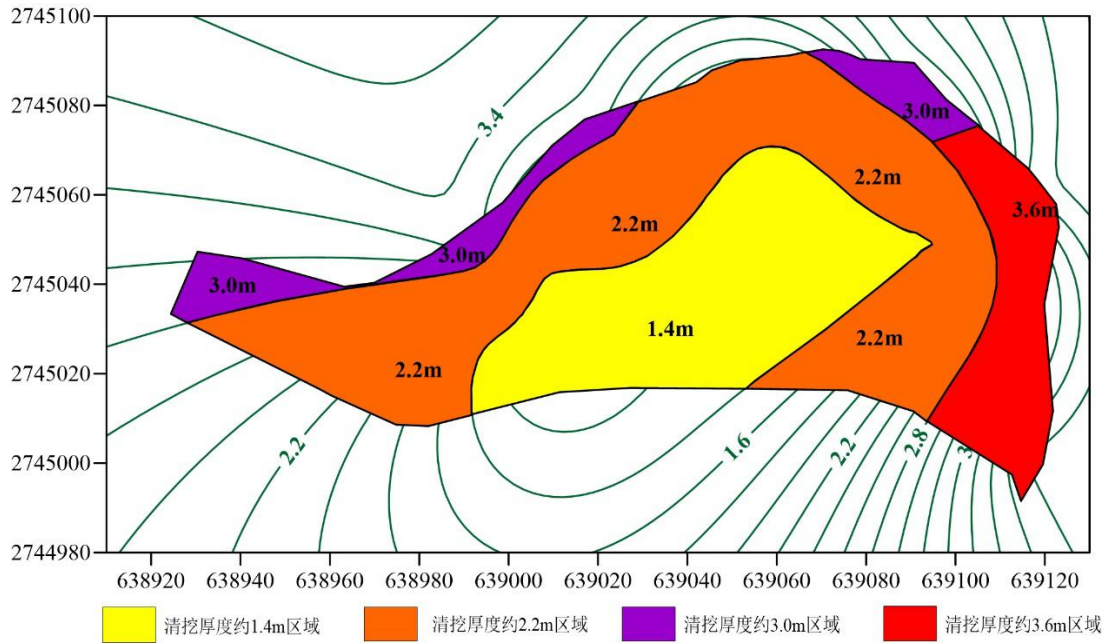


图 6.3-2 大鞞围废渣堆清挖深度分区图

表 6.3-3 各类设施和场地的清挖深度

序号	清挖设施和 环境类别	矿点	源项名称	管理限值	清挖深度 cm
				(²²⁶ Ra, Bq/kg)	
1	废石堆	黄泥湖矿点	KD-2	297	110
			KD-3		150
			KD-6		150
			KD-7		110
			KD-8		150
			KD-9		120
		大鞞围矿点	KD-1		150
			KD-2、3 KD-X1		110 170
2	工业场地	大鞞围矿点	工业场地 GYCD-1	40	
		黄泥湖矿点	工业场地 GYCD-2	40	
3	污染道路	大鞞围矿点	污染道路	40	
4	尾（废）渣堆	黄泥湖矿点	尾渣堆 WZ-1 首部	310	
			尾渣堆 WZ-1 中部	240	
			尾渣堆 WZ-1 尾部	190	
		大鞞围矿点	废渣堆 WZ-2 一区	360	
			废渣堆 WZ-2 二区	300	
			废渣堆 WZ-2 三区	220	
			废渣堆 WZ-2 四区	140	

6.3.3 治理方案及可行性分析

6.3.3.1 坑（井）口治理

黄泥湖矿点（含大峯围矿点），遗留地表 15 个井口和 12 个坑口，均为原地质队勘探和采冶井巷工程。其中，有水坑口有 2 个，无水平硐口有 10 个，浅井 9 个，竖井 6 个，从二六四大队进驻矿点直到现在 20 多年时间内未有水从无水平硐口及井口流出。本项目针对无水坑口、浅井、竖井以及有水坑口等四种类型分别采取不同措施治理，具体方案如下：

1) 浅井口治理方案

对浅井口进行封堵治理：井口均较为完好，无塌陷，采用全井筒填充废石至临近地表处，再夯填土掩埋井口并植被的治理方案。治理示意图见图 6.3-2。

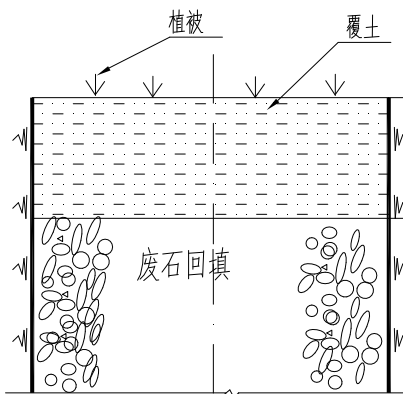


图 6.3-2 浅井治理示意图

2) 无水坑口治理方案

对无水坑口进行封堵治理：两道毛石墙封堵中间废石充填方案。在平硐口往内约 12.4m 处岩性较稳固处，砌筑第一道嵌入底板和两侧 0.2m 深的浆砌毛石墙，墙厚 1.2m；在硐口里约 2m 处同样砌筑第二道砣墙，两墙之间用废石填满，然后覆土掩埋硐口，夯实并种草植树。无水坑口治理示意图见图 6.3-3。

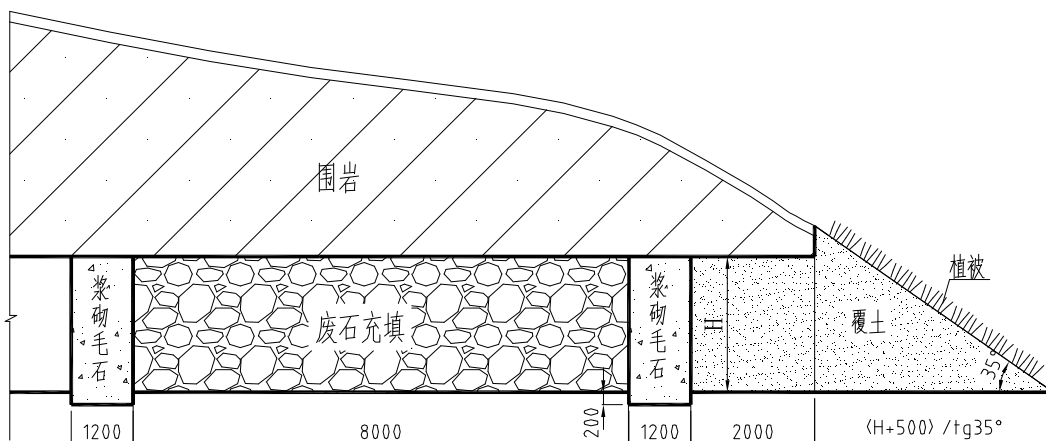


图 6.3-3 无水坑口治理示意图

3) 竖井口治理方案

竖井口进行封堵治理：采用砌筑混凝土隔墙切断与平巷的连通，中间充填废石、上部采用钢筋混凝土板封堵的治理方案。即，首先在竖井与平巷连接处，在两侧平巷向内约 4m 岩性较稳固处砌筑道嵌入底板和两侧各 0.2m 深的混凝土墙，然后利用附近废石堆的废石把井筒回填至距地表 1.5m 处，在废石上部设 0.5m 厚钢筋混凝土板封堵，板四周深入井壁 0.5m，板上覆土至井口，地表恢复植被。竖井口治理示意图见图 6.3-4。

4) 有水坑口治理方案

对有水坑口进行封堵治理：两道混凝土墙封堵，在两墙间设疏水过滤池，即采用疏水、被动式滤水封堵的治理方案。在坑口内修建被动式滤水集水池进行疏排水，对坑口采用两道砣墙封堵，两墙相距约 8m，在两墙之间设置被动式简易砾石过滤层和集水池，上盖钢筋砣预制板。坑道水流经砾石层通过滤水管进入集水池后，再用水泥涵管将坑口出水导出，最后在硐口覆土植被，疏水、被动式滤水封堵。有水坑口治理示意图见图 6.3-5。

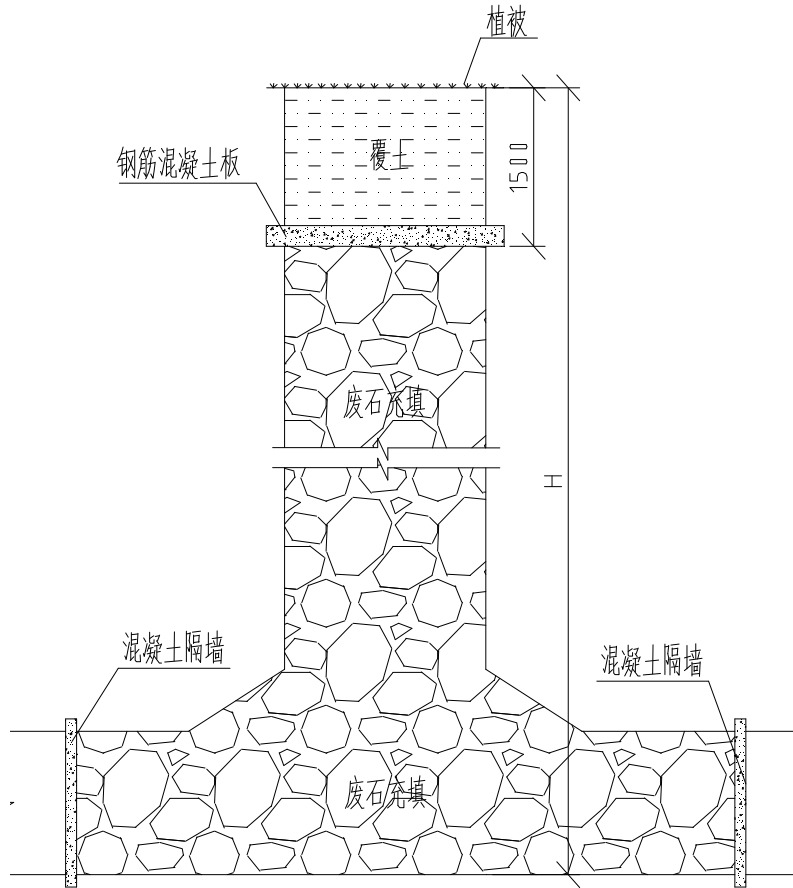


图 6.3-4 竖井口治理示意图

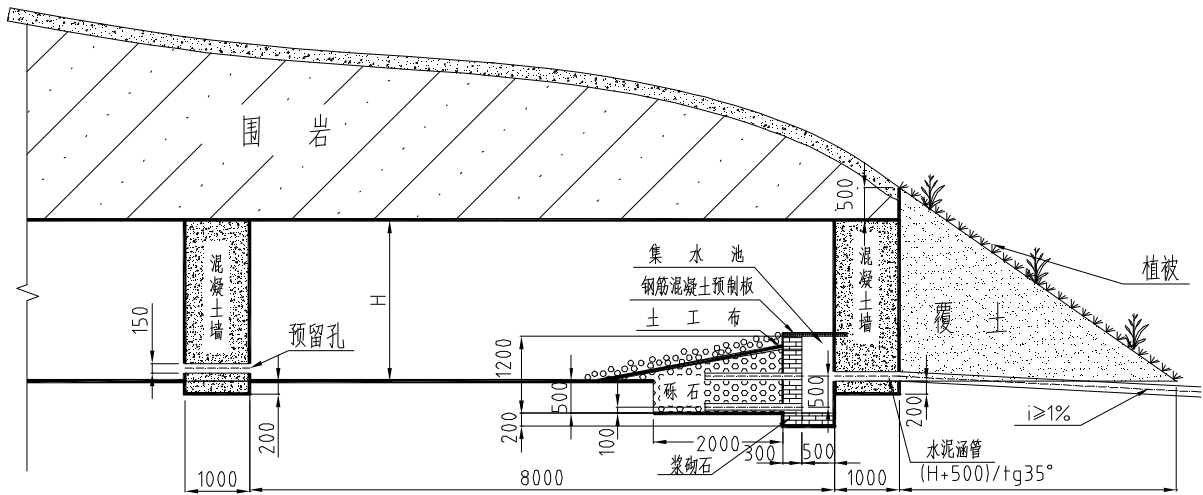


图 6.3-5 有水坑口治理示意图

5) 治理方案的可行性分析

(1) 无水坑口及井口可行性分析

无水坑口和竖井口封堵墙均采用两道结构致密的封堵墙，中间填废石再加上粘土层覆盖；浅井口采用全井筒填充废石至临近地表再加上粘土覆盖层。废石、粘土都是良好的屏蔽体，能够有效的切断井下采场与外环境的联系，防止氡逸出。并且长期的工程实践证明，对于防止人为破坏以及杜绝人畜误入等安全事故的发生，该方案的治理效果是非常明显的。

因此，无水坑口和竖井口治理采用两道结构致密的封堵墙、中间废石充填方案的治理方案是可行的，浅井口治理采用全井充填再覆土的方案是可行的。

(2) 有水坑口可行性分析

有水坑口采用两道混凝土墙封堵，在两墙间设疏水过滤池的方案，有效抑制了氡的外溢和杜绝人畜误入的事故。本项目坑口流出水中 $U_{\text{天然}}$ 、 ^{226}Ra 等核素浓度较低，均低于排放口处放射性核素的管理限值，并具有明确的接纳水体（即黄泥湖小溪和群裕河）且接纳水体满足 5 倍稀释倍数，经稀释后对环境的影响较小。

生产实践表明，从坑道口排放水中含有少量溶解态的铀，有一定数量的铀是呈细颗粒状的悬浮体，如果在坑道口修建简易的滤水集水池，通过砾石或土工布，将固体状的悬浮物滤掉，可以降低坑道出水中的 $U_{\text{天然}}$ 浓度。

另外，矿石中 $U_{\text{天然}}$ 转移至水中需要一定的氧化条件，一旦有水坑口被封堵后，很难与空气接触，破坏其转化条件，对降低坑道出水中的 $U_{\text{天然}}$ 浓度具有一定效果。

因此，疏水封堵的治理方案能够满足治理目标，治理效果较好。

6.3.3.2 露天采场治理

1) 露天采场治理方案

本项目黄泥湖矿点露天采场为山坡型采场，且无积水，拟采用原地覆盖治理方案，即对露天采场边坡覆土 90cm，修筑挡土墙 40m，修筑排水沟长度 93m，并在边坡铺设土工网护坡，最后恢复边坡植被并设警示牌。露天采场治

理后达到有限制开放或使用的退役治理深度。

3) 治理方案的可行性分析

露天采场采用粘土覆盖并植被，同时在露采底部和边坡修筑挡土墙、排水沟和土工网护坡，可保证露采边坡的稳定。

露天采场覆土 90cm 治理后，可以有效的抑制 ^{222}Rn 气逸出、屏蔽 γ 辐射剂量率，利用覆土厚度公式对氡析出率和 γ 辐射剂量率水平进行预测，结果分别为 $0.41\text{Bq}/\text{m}^2\cdot\text{s}$ 和 $21.9\times 10^{-8}\text{Gy}/\text{h}$ ，小于 $0.74\text{Bq}/\text{m}^2\cdot\text{s}$ 和“本底值+ $17.4\times 10^{-8}\text{Gy}/\text{h}$ ”管理限值的要求。

因此，从稳定性和辐射安全性角度看来，露天采场治理方案是可行的。

6.3.3.3 废石（渣）堆治理

1) 治理方案

本项目废石（渣）堆共 11 处，黄泥湖矿点废石堆 7 处（废石量 100495t，裸露面积 12311m^2 ），大峯围矿点废石堆 3 处（废石量 18594t，裸露面积 8547m^2 ）、废渣堆 1 处（废渣量 46500t，裸露面积 13000m^2 ）。具体治理方案如下：

(1) 黄泥湖矿点废石堆治理方案

①黄泥湖矿点 KD-X1 废石堆治理方案

KD-X1 废石堆治理方案：本项目拟用 KD-X1 废石堆所处沟谷修建尾渣库，该废石堆包含在库址内，因此与尾渣库治理一并考虑。

②黄泥湖矿点其它 6 个废石堆治理方案

其余 6 个废石堆治理方案：该废石堆均为山坡堆积型，本项目拟采用清挖、迁移治理的方案。即将该 6 处废石堆及下部污染土全部清挖、迁移至尾渣库内，与尾渣库治理一并考虑。废石堆清挖污染土的深度见表 6.3-3。

具体治理方案如下：

a.将黄泥湖矿点 KD-2、KD-3、KD-6、KD-7、KD-8、KD-9 全部废石及其下部污染土清挖后运至尾渣库内进行集中处置，考虑松散系数后，共计 16670m^3 ；

b.废石堆清挖施工过程中，应贯彻“边施工、边监测，监测指导施工”的原则，彻底清挖污染土层，治理后在辐射安全方面均可达到无限制开放或使用；

c.对清挖后的废石堆原址进行场地平整，然后用土回填超挖部分并压实（压实度 $\geq 85\%$ ），最后种草、植树以恢复自然植被。

（2）大鞞围矿点废石（渣）堆治理方案

①大鞞围矿点废石堆治理方案

本项目拟采用清挖、迁移治理的方案。即将该废石堆及下部污染土全部清挖、迁移至黄泥湖矿点尾渣库内，与尾渣库治理一并考虑。废石堆清挖污染土的深度见表 6.3-3。具体治理方案如下：

a.将大鞞围矿点 KD-1、KD-2、3 和 KD-X1 废石堆的全部废石及其下部污染土清挖后运至黄泥湖矿点尾渣库内进行集中处置，考虑松散系数后，共计 26913m^3 ；

b.废石堆清挖施工过程中，应贯彻“边施工、边监测，监测指导施工”的原则，彻底的清挖污染土层，治理后达到无限制开放或使用深度；

c.对清挖后的废石堆原址进行场地平整，然后用土回填超挖部分并压实（压实度 $\geq 85\%$ ），最后种草、植树以恢复自然植被；

d.为防止雨水冲刷覆土植被效果，根据地形条件等影响因素，大鞞围矿点 KD-X1 废石堆原址砌筑长度约 271.33m 的排水沟（排水沟底宽 1.6m 、深 1.4m ，侧壁为 $1:0.5$ 的梯形断面）引离上游客水。

②大鞞围矿点 WZ-2 废渣堆治理方案

本项目拟采用清挖、迁移治理的方案。即将该废渣堆及下部污染土全部清挖、迁移至黄泥湖矿点尾渣库内，与尾渣库治理一并考虑。废渣堆清挖污染土的深度见表 6.3-3。具体治理方案如下：

a.将大鞞围矿点 WZ-2 废渣堆的全部废渣及其下部污染土清挖后运至黄泥湖矿点尾渣库内进行集中处置，考虑松散系数后，共计 61442m^3 ；

b.废渣堆清挖施工过程中，应贯彻“边施工、边监测，监测指导施工”的原则，彻底的清挖污染土层，治理后达到无限制开放或使用深度；

c.对清挖后的废渣堆原址进行场地平整，然后用土回填超挖部分并压实（压实度 $\geq 85\%$ ），最后种草、植树以恢复自然植被；

d.为防止雨水冲刷覆土植被效果，根据地形条件等影响因素，大鞞围矿点 WZ-2 废渣堆原址砌筑长度约 311.76m 的排水沟（排水沟底宽 1.2m 、深 1.1m ，

侧壁为 1:0.5 的梯形断面）引离上游客水。

③大鞏围矿点废石（渣）运输方案

大鞏围矿点的废石（渣）以及超挖的污染土等废物量约 88355m^3 ，废石容重按照 $1.8\text{t}/\text{m}^3$ ，污染土容重按照 $1.5\text{t}/\text{m}^3$ 计算，上述废物总重约 12.7 万 t，运输工期为 6 个月，选用 10t 的密闭箱式自卸车进行运输，为避免废石（渣）的洒落，考虑废石（渣）与车厢顶部保留一定富裕空间、按每车 9.5t 的装载量，共计运输约 13368 次，运输车辆 10 辆，运输频次约 74 次/天。

为减少废石（渣）运输对运矿道路环境和居民造成的影响，设计选取的运输路线为：大鞏围矿点→大鞏围村→白面石村→黄泥湖矿点，运输距离约 9km，该运矿道路为二六四大队勘探、采冶期间修筑的简易通路，运输路线见图 6.3-6。目前，大鞏围矿点至“大鞏围-白面石村”村村通公路为土质路面（长约 0.5km），大鞏围至白面石村北侧中段为现有水泥路面（长约 5km），白面石村北侧中段至黄泥湖矿点为土质路面（长约 3.5km）。

在黄泥湖矿点和 大鞏围矿点关停后，由于疏于维护、部分路段路基已破损，故本项目按照《厂矿道路设计规范》（GBJ22-87）中相关规定新建厂外辅助道路，具体要求如下：行车速度为 15km/h，路面宽为 3.5m，路基宽为 5.5m，最小圆曲线半径为 15m，最大纵坡为 9%，路面结构为泥结碎石简易路面。为保证运输过程中不发生运输事故，在运输过程中需采取一定防护措施。

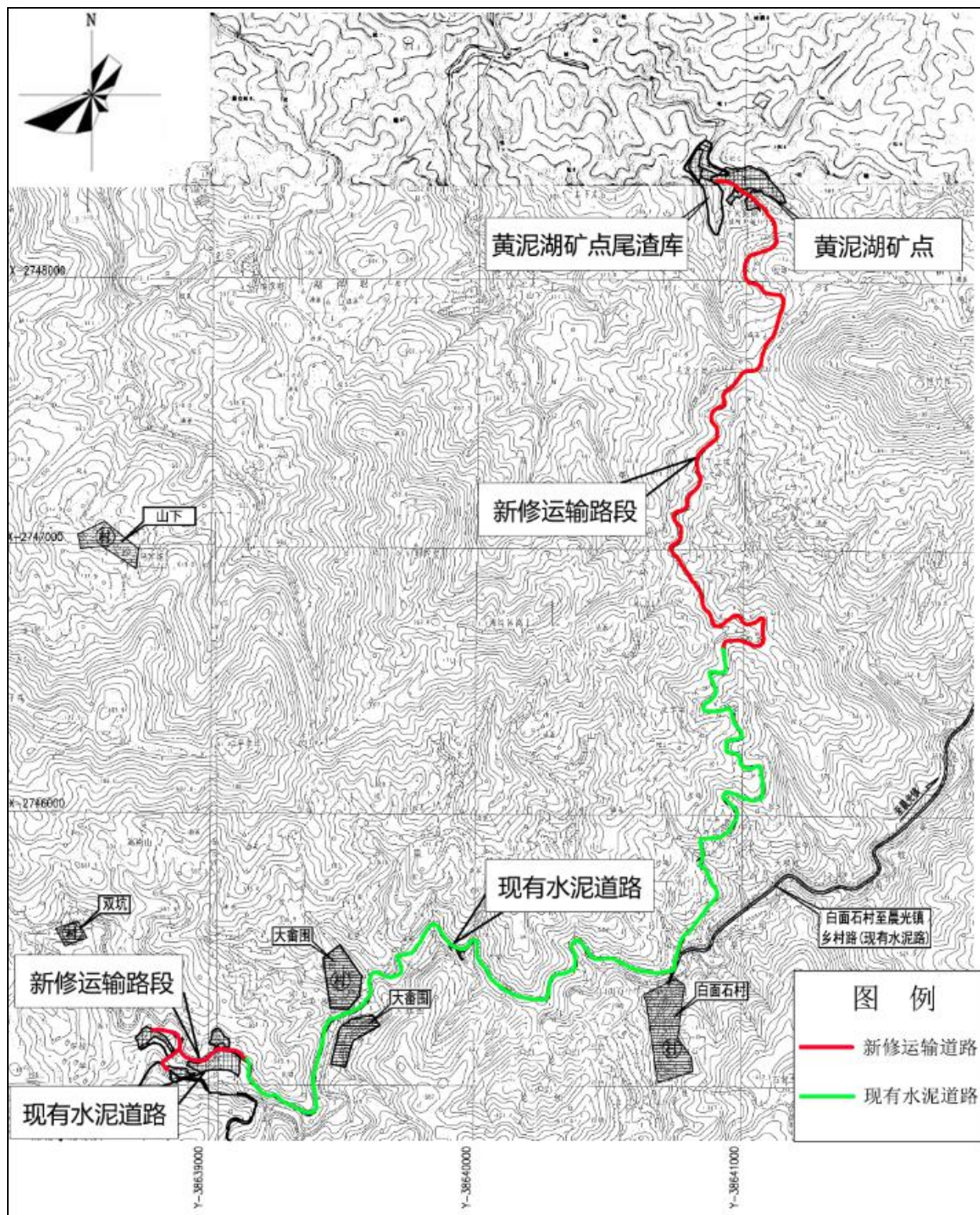


图 6.3-6 本项目大峯围矿点废石（渣）运输路线图

本项目新修运输道路方案以及运输过程中的防护要求如下：

a.新修运输道路方案

新修两条运输道路，第一条为大峯围矿点各设施之间至村村通运输道路，

该道路为 10cm 厚的泥结碎石路面，总长度为 500m，路基宽 5.5m，路面宽 3.5m，面积约 1750m²，新修的道路满足《厂矿道路设计规范》（GBJ22-87）规定的要求。

第二条为白面石村北侧水泥路段终点至黄泥湖矿点尾渣库的运输道路，该道路为 10cm 厚的泥结碎石路面，总长度为 3.5km，路基宽 5.5m，路面宽 3.5m，面积约 12250m²，新修的道路满足《厂矿道路设计规范》（GBJ22-87）规定的要求。

b. 运输过程中的防护要求

由于运输过程中，大鞏围矿点—黄泥湖矿点的道路需要穿过村庄，为减少废石（渣）运输对道路沿途环境、特别是大鞏围村和白面石村的影响，本项目运输采取了以下措施：

a) 技术措施

(a) 运输道路

合理选择废石（渣）运输路线，对运输道路不定期的维护，发现有坑洼不平等情况，及时进行修补，保障运输道路的路面质量，减少废石（渣）的撒漏。

(b) 运输车辆

为防止运输过程中的废石（渣）撒漏，本项目采用 10t 密闭箱式自卸车进行运输。

b) 管理措施

(a) 相关规章制度

运输过程中严格执行《铀矿冶辐射防护和辐射环境保护规定》（GB23727-2020）等相关标准、规程，并履行有关手续。同时核工业二六四大队在组织实施废石（渣）运输之前应制定相应的运输规程。

(b) 车速控制

在废石（渣）运输过程中严格控制车速，尤其是在运输转弯、陡坡和途经的居民点处，运输车辆车速要严格控制，同时避免夜间行车，减少翻车事故以及交通事故。

(c) 装车要求

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

（d）沿途清扫

运输车辆应配置洒落清扫工具，在运输过程中如发现废石（渣）洒落时及时由专人对洒落的废石、废渣进行清理，对周围路面进行清扫，并将清扫废物装车一并运至尾渣库内。

（e）加强监测

运输期间对运废石（渣）经过的沿途道路及沿途居民点进行放射性监测，发现异常应立即采取治理措施。

3）治理方案的可行性分析

（1）清挖方案的可行性分析

对黄泥湖矿点废石堆（除 KD-X1 废石堆外）；大鞏围矿点 KD-1、KD-2、3、KD-X1 废石堆和 WZ-2 废渣堆均采用挖除废石（渣），并对废石（渣）堆原址下部土层进行平均深度为 110cm~360cm 的清挖方案。施工时废石（渣）堆下部土壤中镭含量达到“本底值+0.18Bq/g”以下才停止超挖，以保证含有放射性物质的废石（渣）及污染土均被彻底清除。最后用粘土回填废石（渣）堆原址等治理措施，回填粘土厚度为 110cm~360cm。该方案清理了污染物，且操作简单，技术成熟，满足治理的要求，治理方案可行。

（2）运输方案的可行性分析

本项目大鞏围矿点废石（渣）运输路线为：大鞏围矿点→大鞏围村→白面石村→黄泥湖矿点，运输距离约 9km，运输工期约 6 个月，运输次数为 13368 次，采用运输车辆为全密闭箱式自卸车。该运输方案的运输距离和工期都较短，并且选择的运输路线为原核工业二六四大队勘探、采冶生产期间所应用的路线，同时本项目对其中约 4.0km 土质道路按照《厂矿道路设计规范》（GBJ22-87）中相关要求重新进行了修筑，确保了路况条件能够满足施工运输要求，另外还采取了相应的措施（措施见 6.3.3.3 节）避免撒漏或翻车事故的发生。

因此，制定严密的安全运输计划，并在运输过程中严格执行，本项目的

运输安全是能够保证的。

6.3.3.4 尾渣堆治理

1) 治理方案

本项目治理尾渣堆 1 个（尾渣量 11.3 万 t，裸露面积 20000m²），治理基本路线为：将黄泥湖矿点尾渣堆全部尾渣及下部污染土清挖至尾渣库，具体治理方案如下：

（1）将黄泥湖 WZ-1 尾渣堆全部尾渣连同其下部污染土（清挖深度 1.9m~3.1m）清挖后运至尾渣库进行集中处置，清挖尾渣及污染土共计 111200m³。

（2）尾渣清挖施工过程中，应贯彻“边施工、边监测，监测指导施工”的原则，彻底的清挖污染土层，治理后原址土壤中 ²²⁶Ra 活度浓度不高于“本底值+0.18Bq/g”。

（3）对清挖后的尾渣堆原址进行场地平整，然后在超挖的部分回填粘土 1.9m~3.1m 并压实（压实度≥85%），同时，为防止雨水冲刷覆土植被效果，根据地形条件等影响因素，砌筑长度约 421.31m 的排水沟（排水沟底宽 1.0m、深 1.0m，侧壁为 1: 0.5 的梯形断面）引离上游客水。最后种草、植树以恢复自然植被。治理后，可达到无限制开放或使用。

2) 治理方案的可行性分析

对黄泥湖矿点尾渣堆 WZ-1 采取挖除尾渣，并对尾渣堆原址下部土层进行深度为 1.9m~3.1m 的超挖治理方案。施工时尾渣堆下部土壤中镭含量达到“本底值+0.18Bq/g”以下才停止超挖，以保证含有放射性物质的尾渣及污染土均被彻底清除。最后用粘土回填尾渣堆原址等治理措施，回填粘土厚度为 1.9m~3.1m。清挖回填治理后种草、植被。该方案清理了污染场地，且操作简单，技术成熟，能够满足治理的要求，治理方案可行。

6.3.3.5 工业场地治理

本项目停产遗留 2 处工业场地，黄泥湖矿点工业场地 3881m² 和大鞞围矿点工业场地 3143 m²。本项目工业场地基本治理路线为：全部的污染土壤清挖、迁移至黄泥湖矿点尾渣库，集中处置。

1) 治理方案

(1) 将黄泥湖矿点和大鞞围矿点工业场地污染土壤全部清挖后运至尾渣库内进行集中处置，考虑松散系数后，共计 3006m³。

(2) 工业场地污染土壤清挖施工过程中，应贯彻“边施工、边监测，监测指导施工”的原则，彻底的清挖污染土层。治理后，可达到无限制开放或使用。

(3) 对清挖后的工业场地原址进行场地平整，然后用土回填超挖部分并压实（压实度≥85%），最后种草、植树以恢复自然植被。

(4) 为防止雨水冲刷覆土植被效果，根据地形条件等影响因素，黄泥湖矿点工业场地原址砌筑长度约 115.39m 的排水沟（排水沟底宽 1.0m、深 1.0m，侧壁为 1:0.5 的梯形断面）引离上游客水。

2) 治理方案的可行性分析

本项目共有 2 处污染工业场地，全部采取清挖回填治理方案，污染物运至黄泥湖矿点尾渣库内，清理了污染场地，且操作简单，技术成熟，满足治理的要求，治理方案可行。

6.3.3.6 设备、管线治理

本项目遗留地表的污染设备管线共计 45 台（件）、管线 16700m、总重量 94.33t。根据污染设备、管线的现状及监测数据，确定治理方案路线为：将金属材质的设备、管线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；将非金属材质的运至黄泥湖矿点尾渣库集中填埋处置。

1) 治理方案

黄泥湖矿点和大鞞围矿点设备、管线治理方案如表 6.3-6 所示。

表 6.3-6 两个矿点污染设备、管线的详细方案

矿点	总重量 (t)	治理方案		
		分类	数量 (t)	治理方案
黄泥湖	76.78	无利用价值的非金属设备管线	65.47	经人工拆除、解体后，运至尾渣库集中处置。
		无利用价值和污染的金属设备管线	11.31	拆除解体，去污满足接收标准后，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置。
大鞞围	17.55	无利用价值的非金属设备管线	13.15	经人工拆除、解体后，运至黄泥湖矿点尾渣库集中处置。

矿点	总重量 (t)	治理方案		
		分类	数量 (t)	治理方案
		无利用价值和污染的金属设备管线	4.4	拆除解体，去污满足接收标准后，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置。

本项目受污染设备、器材、管线 α 表面污染水平为(0.009~0.139) Bq/m²，满足核工业铀矿冶放射性污染金属熔炼处理中心熔炼处理的接收标准，现场去污主要采用干法擦拭、刮削锤击等物理方法去除表面结合疏松的污染物，以达到减少运输过程放射性污染扩散的目的。

2) 治理方案的可行性分析

对于受污染的设备 and 管线采用分类处理的方式，对于无利用价值的和污染的金属设备管线熔炼去污后再利用；无利用价值的非金属设备管线集中填埋处置，该治理方案最大限度的进行了资源化回收，同时体现了废物最小化的特点，各种受污染的设备及管线均得到了有效处置，并处于可控状态，治理方案是可行的。

6.3.3.7 建（构）筑物治理

黄泥湖矿点和大峯围矿点遗留地表的建（构）筑物总占地面积分别为2041m²和1213m²，全部为生产配套设施，目前处于闲置状态，破损比较严重，已失去再利用价值，拟将所有建（构）筑物拆除处理。

1) 受污染建（构）筑物

对于受污染的建（构）筑物采用机械拆除的方式进行处理，其中黄泥湖矿点受污染的建（构）筑物共计27座，占地面积约1088m²，拆除污染建筑垃圾量约996m³；大峯围矿点受污染的建（构）筑物共计17座，占地面积715.1m²，拆除污染建筑垃圾量610m³。

上述受污染建筑垃圾拆除后均运至黄泥湖矿点的尾渣库集中处置。

2) 未受污染建（构）筑物

同样，对于未受污染的建（构）筑物采用机械拆除的方式进行处理，其中黄泥湖矿点未受污染的建（构）筑物共计8座，占地面积约953m²，拆除未受污染建筑垃圾量约1056m³；大峯围矿点未受污染的建（构）筑物共计7座，占地面积498m²，拆除未受污染建筑垃圾量633m³。

上述未受污染建筑垃圾运至赣州市寻乌县桂竹帽镇建筑垃圾填埋场处置，

运输距离约 46km。

该方案依据废物最小化原则，将建（构）筑物分为污染和未受污染两类，并分类处理，方案技术成熟可靠，方案是可行的。

6.3.3.8 污染道路治理

1) 治理方案

污染道路清挖污染物后恢复道路使用功能。具体治理方案为：

在施工运输全部结束后，首先彻底清挖污染道路路面及下部污染土、清挖深度 40cm，将污染物运至黄泥湖矿点尾渣库进行集中处置，考虑松散系数后，清挖体积 285m³，并按要求进行分层回填和压实；然后对道路原址进行路基平整，铺筑填料并压实（压实度 ≥ 0.95 ）；最后修筑泥结碎石面层，恢复道路通行功能。

2) 治理方案的可行性分析

施工过程中坚持“边施工、边监测，监测指导施工”的原则，保证放射性污染物全部被清除干净，污染道路基本可以恢复到当地本底水平，能够达到治理目标。同时清挖后的道路原址进行路基平整，铺筑填料并压实，最后修筑泥结碎石面层，恢复原有使用功能，因此污染道路的治理方案是合理可行的。

6.3.3.9 尾渣库治理

本项目黄泥湖矿点的尾渣堆为堆上筑堆形成，具有堆存量多、堆放不规范、边坡较高、坡度较陡的特点，而且现有堆存渣堆的场地设有简易的防洪设施及拦渣坝，已为事实的简易尾渣库。由于拦渣坝、防洪设施设置标准低、属临时性质，无法形成有效拦截，存在较大的安全隐患。因此，为确保铀尾渣处置的安全稳定，拟利用尾渣堆下游废石堆 KD-X1 所处沟谷修建拦渣坝、溢洪道防排洪设施，形成尾渣库（有效库容 32 万 m³）其作为本项目所有放射性废物的最终容纳场所。既可消除黄泥湖矿点目前尾渣堆堆放不规范、无有效拦截设施等因素而存在的安全隐患，同时兼顾环保、满足废物集中处置原则。当所有污染物填筑后，需对其进行无害化治理。库址现状见图 6.3-7，库址地形地貌照片见图 6.3-8。

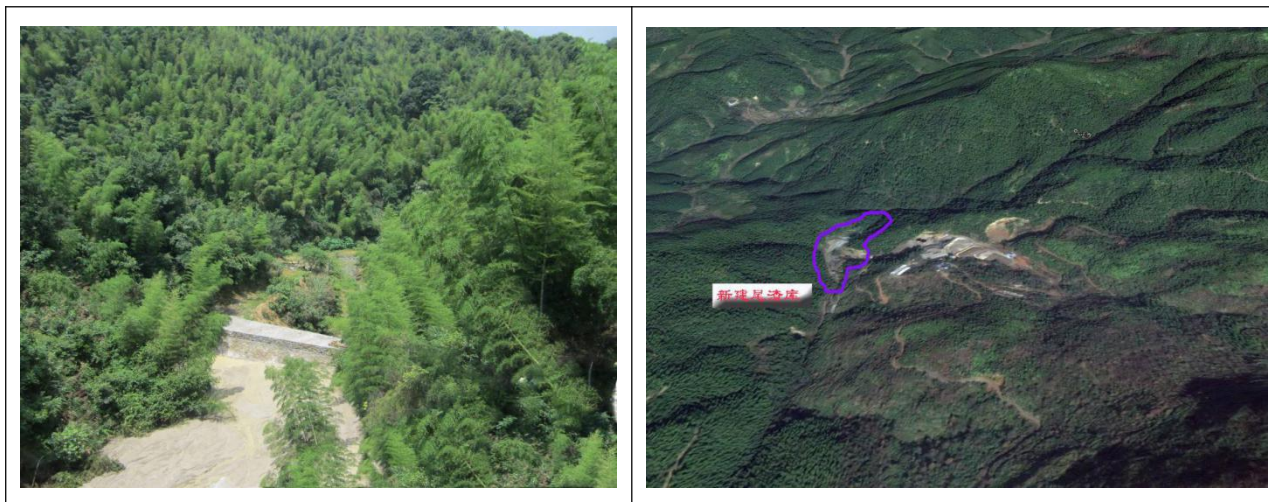


图 6.3-7 黄泥湖 KD-X1 废石堆现状

图 6.3-8 尾渣库地形地貌

1) 库容分析

(1) 尾渣库库内废物及覆盖层分析

本项目尾渣库容纳外部废物量为 23.05 万 m³ 和本身黄泥湖矿点 KD-X1 废石量约 5 万 m³，容纳废物量约 28.05 万 m³。采用多层覆盖层约 3.32 万 m³，共计废物及覆盖层约 31.37 万 m³，详见表 6.3-7。

表 6.3-7 尾渣库库内废物及覆盖层量

序号	矿点	类别	源项	方量, m ³	备注
1	黄泥湖矿点	清挖	废石堆及下部污染土	16670	不含 KD-X1 废石堆
2		清挖	尾渣堆及下部污染土	120545	
3		清挖	工业场地	1661	
4		拆除	建(构)筑物	996	
5		原地	KD-X1 废石堆	50000	
6	大峯围矿点	清挖	废石堆及下部污染土	26913	
7		清挖	尾渣堆及下部污染土	61442	
8		清挖	工业场地	1345	
9		拆除	建(构)筑物	610	
10		清挖	污染道路	285	
11	多层覆盖层			33224	滩面面积 2.3 万 m ² ，厚 1.35m，松散系数 1.07
12	合计			313691	

(2) 尾渣库库容计算分析

本项目修建尾渣库坝顶标高 506m，堰顶标高 503m，坝体安全超高 3m，标高 480m 以下为黄泥湖矿点 KD-X1 废石堆，尾渣库库容计算如下：

根据 1:1000 地形图量算出不同标高处的尾渣库周围面积，将不同标高的

尾渣考虑为台体，可得出 501.6m 标高以下尾渣库库容，标高 501.6m~503.0m 为多层覆盖层，计算如表 6.3-8 所示。本项目尾渣库设计库容为 320162m³，固本尾渣库有效库容约 32 万 m³，满足本项目废物受纳容积要求。

表 6.3-8 501.6m 标高以下库容计算

标高 m	近似类型	库内平均面积 m ²	区间库容 m ³	备注
480 以下	/	/	50000	KD-1X 废石堆
480-485	台体	3951	19755	
485-490	台体	7056	35280	
490-495	台体	10485	52425	
495-500	台体	14378	71890	
500-501	台体	16988	16988	
501-501.6	台体	18000	10800	
501.6	椎体（2%放坡）	/	29800	
501.6~503	台体	23000	33224	多层覆盖层
合计			320162	

2) 库址条件分析

(1) 地形条件

根据黄泥湖矿点尾渣库工程地质勘察岩土工程勘察报告，勘察区地处南岭山脉北坡，区域地貌属中低山，山高坡陡，总体地势中部较底四周较高，地形条件复杂，植被发育，地形切割强烈，冲沟发育。库区山沟上游为“V”型沟，中下游为“U”型沟，主沟近南北走向，该沟长约 0.6km，沟底宽 5~30m，库区范围内山势雄厚，坡面植被茂盛，适宜建库。

(2) 地质条件

勘察范围包括拟建挡渣坝及溢洪道，现查明在钻探所达深度范围内，场区地层自上而下可划分为尾砾砂层、素填土、第四系全新统残积层和基岩。

其中，残积层为粉质粘土，厚度变化在 0~6.1m 之间，主要由粘、粉粒组成，局部夹含有粒径为 5~10cm 的残积块石，原岩结构特征较为清楚，系火山碎屑岩风化残积产物。

基岩为侏罗纪火山碎屑岩，该层基岩分布整个库区，从上之下分别为强风化火山碎屑基岩和中风化火山碎屑岩。其中，强风化火山碎屑岩厚度变化

为 0.90~6.20m，与中风化岩呈渐变过渡关系；中风化火山碎屑岩分布整个库区，厚度变化为 5.00~28.00m。灰黄色，岩芯以短柱状为主，节长一般为 5~15cm，裂隙发育一般，岩芯较完整，风化裂隙发育一般，岩体较完整，该层未揭穿，在勘察范围内未发现洞穴或软弱夹层，岩体基本质量等级为 IV 级。

（3）防渗条件

库区底部及两侧岸坡基岩层为中风化火山碎屑岩，该岩层的渗透系数为 $5 \times 10^{-7} \text{cm/s}$ ，厚度变化为 5~28m，并且该层在整个库区范围内无渗漏点存在，是良好的天然隔水层，地下水位在天然基础层地表 3m 以下，能够满足《核工业铀水冶厂尾矿库、尾渣库安全设计规范》（GB50520-2009）中相关要求。

（4）自然灾害

勘察区内构造不发育，未发现全新世活动断裂；所在沟道及上游两岸植被较发育，勘察区内未发现滑坡、崩塌等其他不良地质作用，岩体揭露范围内无洞穴或软弱夹层，坝址区是稳定的。

综上所述，现场调查及钻探结果表明，库区内无不良地质作用，稳定性较好，地层条件和防渗条件均能满足 GB50520-2009 标准的要求，适宜建库。

3）尾渣库修建

本项目尾渣库由拦渣坝和溢洪道等组成。工程等级为 4 级，防洪标准为重现期 50a、校核重现期 500a，最小安全超高设计为 0.5m，校核为 0.3m。修建内容包括拦渣坝和溢洪道等，修建后的尾渣库占地面积约 23700m²，滩面面积约 23000m²。

（1）拦渣坝

拦渣坝采用透水堆石坝型，位于黄泥湖废石堆 KD-X1 下游沟谷狭窄处，堆存污染物数量 28.05 万 m³，拦渣坝高 31m，坝顶标高 506m，坝顶宽 4m，上游坝坡 1: 1.6，下游坝坡 1: 1.8，拦渣坝顶及下游坝坡坡面采用 0.4m 厚浆砌块石护砌，上游坝坡坡面采用 0.4m 厚干砌石护砌。下游坝坡标高 492m 处设马道，马道以下坡面按 2m 间距布置 PVC 排水管。为避免细颗粒尾渣流失库外造成下游环境辐射污染，上游坝坡铺设土工布反滤层。

拦渣坝顶标高 506m，堰顶标高 503m，高差 3m，库内滩面坡向溢洪道，滩面汇集的雨水集中通过溢洪道溢流堰排出库外，不会使滩面积水。设置安

全超高可以保证尾渣库溢洪道在遭遇设计和校核频率暴雨洪水时的排洪能力，防止洪水漫顶，保障坝体防洪安全。

（2）溢洪道

治理后的尾渣库汇水面积约 1.09km^2 ，坝址至分水岭长 $L=1.36\text{km}$ ，主沟坡降 $J=0.122$ ，年最大 24 小时点雨量均值 118mm ，年最大 24 小时点雨量变差系数 0.45 ，根据小流域洪水计算简化推理公式，得到尾渣库流域 24h 设计频率和校核频率最大洪峰流量分别为 $35.36\text{m}^3/\text{s}$ 和 $46.53\text{m}^3/\text{s}$ 。库区地形线测算可知库内两侧山坡坡度很陡，局部坡度甚至达到了 65° ，截洪沟工程量大且截水效果差，因此不适宜修建截洪沟。最终尾渣库采用坝肩溢洪道的排洪方式，溢洪道采用开敞式宽顶堰，较之截洪沟更便于日常管理和维护。

溢洪道由堰顶段、陡槽段和消力池组成，为了保证结构稳定安全，溢洪道坐在山体基岩之上。溢流堰宽 10m ，陡槽宽 6m ，边墙高 2m 。根据溢流堰溢流公式，排泄设计频率（ $P=2\%$ ）最大洪峰流量时，尾渣库溢流堰实际安全超高 1.17m ，大于《核工业铀水冶厂尾矿库、尾渣库安全设计规范》

（GB50520-2009）中规定的最小安全超高 0.5m ；排泄校核频率（ $P=0.2\%$ ）最大洪峰流量时，实际安全超高 0.81m ，大于《核工业铀水冶厂尾矿库、尾渣库安全设计规范》（GB50520-2009）最小安全超高 0.3m ，可见尾渣库防洪安全性满足规范要求。

拦渣坝顶标高 506m ，堰顶标高 503m ，高差 3m ，溢流堰宽 10m ，陡槽宽 6m ，边墙高 2m ，消力池采用下挖式，池长 15m ，池宽 6m ，池深 2m 。溢洪道为浆砌石结构，底板采用 C30 砼护面。

另外，为了减少入库水量，实现清污分流，在南侧库尾修建一座高 4m 的浆砌石拦水坝，同时尾渣库西侧治理后滩面岸坡修建浆砌石排水沟，将山沟水导入溢洪道内。排水沟断面 0.6m （宽） $\times 0.8\text{m}$ （高），长约 350m 。

治理后的尾渣库滩面进行了覆盖治理，上有植被护面，可有效防止日常雨水径流对滩面覆盖层的冲蚀，南侧及西侧山沟流水通过溢洪道排出库外。综上，尾渣库的防洪及日常排泄能力能够满足要求。

4) 尾渣库治理方案

尾渣库受纳黄泥湖矿点和大峯围矿点除坑（井）口、露天采场源项外，其他所有治理源项清挖后产生的全部放射性污染物，基本退役治理技术路线：

黄泥湖 KD-X1 废石堆整平—修建排水盲沟—库内污染物填筑—库内尾渣滩面覆土植被—设置沉降位移观测—设置警示牌。尾渣库治理方案剖面图见图 6.3-9。

（1）场地整平

黄泥湖废石堆 KD-X1 处于尾渣库库址范围内，废石量约 9 万 t，尾渣库拦渣坝修建以后，首先进行库内废石堆场地平整压实，平整压实后场地标高 480m。

（2）修建排水盲沟

黄泥湖矿点 KD-X1 坑口（有水坑口）位于尾渣库边界上游，该坑口旱季流量 $2.83 \text{ m}^3/\text{d} \sim 3.87 \text{ m}^3/\text{d}$ ，雨季 $30 \text{ m}^3/\text{d} \sim 40 \text{ m}^3/\text{d}$ 。本项目以排水坑口为起点，沿整平压实后的黄泥湖矿点 KD-X1 废石堆向下游修筑排水盲沟，将坑口水全部引出库外，消除坑口流水对治理后尾渣库滩面覆盖层可能产生的冲刷破坏等影响。

排水盲沟为梯形结构，断面面积 0.02 m^2 ，长度约 180m。沟中间回填块石，周围铺设土工布并回填砂卵石反滤层，盲沟最外层包裹两层土工膜以防止沟内水渗入库内，土工膜以上覆盖 0.5m 厚尾渣防护层。其结构示意图如图 6.3-10 所示。

（3）库内污染物填筑

库内收纳外运废物约 23.05 万 m^3 ，污染物运至尾渣库，应分层进行填筑，碾压夯实，污染土压实度不小于 0.92，尾渣及废石相对密度不小于 0.7。污染物进行填筑时，按照污染程度由下至上顺序填筑尾渣（废渣）、废石、污染土和其它污染物。

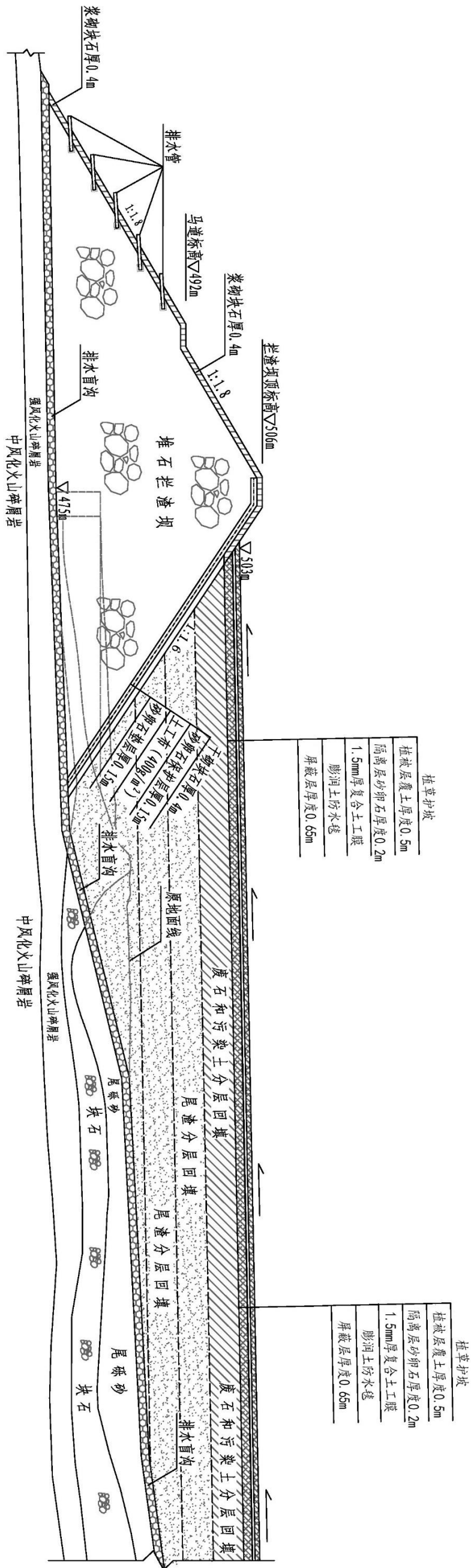


图 6.3-9 尾渣库治理方案剖示意图

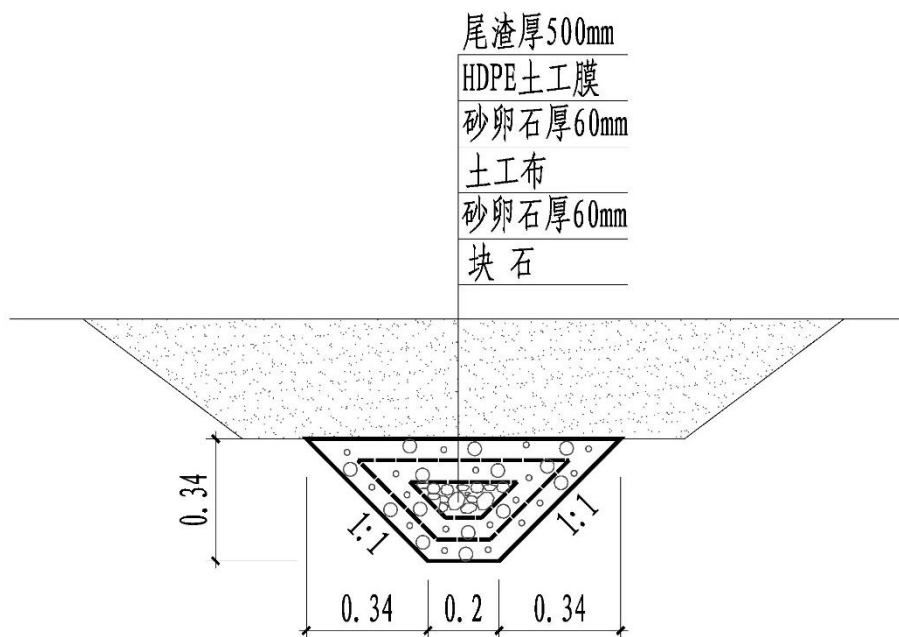


图 6.3-10 排水盲沟示意图

(4) 库内尾渣滩面覆土植被

尾渣库滩面覆盖治理采用复合层结构，即由下至上依次为粘土氩气抑制层厚 0.65m、膨润土防水毯（规格为 $5.5\text{kg}/\text{m}^2$ ）、1.5mm 厚复合土工膜、砂卵石隔离层厚 0.2m、植被层厚 0.50m，表面植草护坡，尾渣滩面面积 2.3 万 m^2 。

尾渣滩面覆盖治理以后，最终滩面标高低于溢流堰底坎标高。尾渣滩面由库内坡向坝肩溢洪道，坡度大于 1%，保持库内大部分尾渣滩面干涸状态。

(5) 沉降位移观测

在拦渣坝顶部最大坝高处及两侧不同坝高处布置 3 个混凝土观测标点桩，3 个观测标点延长线上两端山坡稳固处，各设置 1 个混凝土观测基点桩，以便了解尾渣库退役治理后拦渣坝体沉降位移沉降变化情况，及时发现和消除安全隐患。坝体水平位移采用视准线法进行观测，垂直沉降位移采用水准测量方法进行观测。

(6) 设置警示牌

尾渣库治理完后，在其周边按照东西南北方向，分别设立 4 块警示牌。

5) 尾渣库退役治理方案可行性分析

(1) 尾渣库的辐射安全可靠性的分析

尾渣库作为黄泥湖矿点和大峯围矿点废物集中受纳场所，采取原地覆盖、

植被的治理措施，覆盖层厚度为 135cm，其中防氡及 γ 辐射剂量率屏蔽层为 65cm。屏蔽层厚度的确定依据回填尾渣、废石及污染土后的表面氡析出率平均水平及粘土覆盖试验。屏蔽层材料为粘土，取土地需经过监测确定取土场的 γ 辐射剂量率、表面氡析出率以及土壤中的铀镭含量均处于当地本底水平、为清洁的粘土，方可作为土源地。由于粘土密实度高，孔隙度小，透过系数仅为 $10^{-8}\sim 10^{-9}\text{cm/s}$ ，对氡的析出有较好的抑制作用。所以，利用覆土厚度公式对尾渣库屏蔽后氡析出率和 γ 辐射剂量率水平预测，结果分别为 $0.73\text{Bq/m}^2\cdot\text{s}$ 和 $27.99\times 10^{-8}\text{Gy/h}$ ，满足小于 $0.74\text{Bq/m}^2\cdot\text{s}$ 和“本底值+ $17.4\times 10^{-8}\text{Gy/h}$ ”管理限值的要求，屏蔽后的尾渣库列为有限限制开放或使用。

（2）尾渣库的安全稳定性分析

①库址条件简要分析

库区内无滑坡、坍塌等不良地质作用，岩体揭露范围内无洞穴或软弱夹层，稳定性较好；地层由上至下为尾砾砂层、素填土、第四系全新统残积层和基岩，基岩为侏罗纪火山碎屑岩，地质条件较好；库区岩层岩体节理裂隙发育一般，岩石完整性较好，渗透性较差（渗透系数 $5\times 10^{-7}\text{cm/s}$ ），为相对隔水层，尾渣库水难以渗至周边地层。由此可见，库址周围环境稳定性较好，地层岩石完整性及地质结构较好，且水文地质条件渗透性较差，适宜建库。因此，从库址条件角度看，治理方案是可行的。

②尾渣库防洪分析

尾渣库的排洪设施采用溢洪道，其中溢流堰顶宽 10m，边墙高 3.0m。经洪水计算，排泄设计频率（ $P=2\%$ ）暴雨洪水时，溢洪道实际安全超高为 1.17m，大于规范规定最小安全超高 0.5m。排泄校核频率（ $P=0.2\%$ ）暴雨洪水时，溢洪道实际安全超高为 0.81m，大于规范规定最小安全超高 0.3m。尾渣库防洪安全可满足规范规定的 4 等尾渣库要求，尾渣库防洪安全是有保障的。因此，从尾渣库防洪角度看，治理方案是可行的。

③尾渣库坝体安全稳定性分析

尾渣库所在地区地震烈度为 7 度，按照《核工业铀水冶厂尾矿库、尾渣库安全设计规范》（GB50520-2009），尾渣库应验算坝体正常工作条件（尾渣库内无积水，尾渣坝体无浸润线）及非常工作条件（正常工作条件下遭遇地

震)时的坝体稳定性。当采用不计条块间作用力的瑞典圆弧法计算坝坡抗滑稳定安全系数时,要求坝体正常工作条件下最小安全系数不小于 1.15,非常工作条件下,最小安全系数不小于 1.01。

坝体稳定计算剖面为拦渣坝高 31m,坝顶宽 4m,上游坝坡 1: 1.6,下游坝坡 1: 1.8。经坝体稳定计算可知,正常工作条件下坝坡抗滑稳定最小安全系数为 1.24,非常工作条件下最小安全系数为 1.11,均满足规范规定最小安全系数限值要求。

拦渣坝体顶部设置了坝体沉降位移观测桩,实施定期或不定期进行现场监测,及时了解和掌握坝体安全动态,及时发现和解决问题,可保证尾渣库退役治理后坝体安全稳定。

④覆盖层长期稳定性分析

尾渣库滩面覆盖层采用复合结构,由下至上依次为粘土氦气抑制层厚 0.65m、膨润土防水毯(规格为 $5.5\text{kg}/\text{m}^2$)、1.5mm 复合土工膜、砂卵石隔离层厚 0.2m、植被层厚 0.50m,表面植草护坡。其中,砂卵石层既有导排水功能又可避免啮齿动物及植物根系可能造成粘土层破坏的不利影响,膨润土防水毯和复合土工膜组成的复合防渗层可以有效隔离雨水渗入氦气抑制层及尾渣库内。尾渣滩面由库内坡向坝肩溢洪道,坡度大于 1%,导排尾渣库滩面雨水,使尾渣库滩面保持干涸。另外,尾渣库滩面覆盖层表面植草护坡,提高了抵御径流冲刷及风雨侵蚀的能力。因此,从覆盖层长期稳定性来看,尾渣库治理方案是可行的。

⑤人为侵扰稳定性分析

人为侵扰主要考虑人们在尾渣库上的活动,其形式主要有人为挖掘浆砌片石、破坏护坡和放牧等。由于原地覆盖治理的尾渣库属于有限制使用的退役核设施,需要长期监管,一旦发生危及尾渣库的人为破坏事件时,应立即采取补救措施加以修复,可以防止事故的发生。此外,本项目治理区域基本为非放牧区,为了避免和减少牲畜破坏植被护坡,设计采用适口性差的植物种恢复植被。随着人们素质的提高,也会自觉保护尾渣库的植被。因此,尾渣库人为侵扰的稳定性是能够得到保证的。

综上所述,尾渣库退役治理后能够满足长期稳定的要求。

6.3.4 土源

本项目覆盖治理的设施覆土和清挖设施回填土量共计 137188m³，风化料 200m³，各治理部位具体用土量详见表 6.3-9。

表 6.3-9 覆盖用土需用量表

序号	矿点名称	名称及代号	覆盖、回填及植被恢复用土 m ³	路基回填风化料 m ³
1	黄泥湖矿点	工业场地	4615	—
2		尾渣堆	44400	—
3		废石堆	8496	—
4		坑（井）口	420	—
5		露天采场	1025	—
6		尾渣库	29100	—
7	大鞞围矿点	污染道路	—	200
8		工业场地	3144	—
9		废石（渣）堆	45752	—
10		坑（井）口	236	—
合计			137188	200

通过现场初步调查，距离本项目黄泥湖矿点南侧约 1.5km 处的黄泥湖土源地，以及大鞞围矿点北侧约 1km 处的大鞞围土源地分别为各自矿点退役治理提供覆土，土壤的 ²²⁶Ra 含量、氡析出率及γ辐射剂量率等指标基本处于当地本底水平，符合治理要求，可取土量能够满足退役治理需求。各土源地的参数见表 6.3-10。

表 6.3-10 土源地相关参数

序号	土源地名称	拟取土土源地				
		可取土量 万 m ³	γ辐射剂量率 ×10 ⁻⁸ Gy/h	氡析出率 Bq/m ² ·s	U _{天然} 含量 mg/kg	²²⁶ Ra 含量 Bq/kg
1	大鞞围土源地	6.1	15.2	0.06	10.3	120
2	黄泥湖土源地	7.7	15.2	0.07	9.4	114

各土源地取土施工时，尽量避免在暴雨季节进行土石方开挖作业，以减少水土流失量。同时各土源地在取土之后，按照地方水土保持的有关规定，需要种草、植树，植被选择当地的优势物种栽种，防止水土流失，改善生态环境，恢复自然植被。其中，黄泥湖矿点土源地种草 17309m²，植树 4327 棵；

大鞞围矿点土源地种草 21945m²，植树 5486 棵。其中种植的草本及树木均为当地优势物种。

6.3.5 治理工程的植被恢复

本项目地处广东省和江西省交接的寻乌县桂竹帽镇内，地表植被属亚热带常绿季雨林，草本植被主要有各种蕨类植物和大芒、硬骨草、画眉草等，树种主要以松、杉、竹、油茶为主。本项目针对废石（渣）堆、尾渣库、工业场地、露天采场废墟等源项采取了种草、植树的治理措施，这既是退役环境治理的重要组成部分，也是保持废石（渣）堆、尾渣库、露天采场废墟等治理工程长期稳定的重要工程措施之一，本项目采用的草籽、树种（灌木）根系不发达，为当地主要常见物种，对当地的气候、土壤等环境适宜性较强。各治理设施恢复植被的详细方案见表 6.3-11。

表 6.3-11 植被恢复方案

工程内容	各治理设施植被恢复量						合计
	坑（井）口	露天采场	废石（渣）堆	尾渣堆	工业场地	尾渣库	
一、黄泥湖矿点							
种草，m ²	319.8	1137.5	6874	18000	3881	23000	53212.3
植树，棵	77	—	1719	4500	970	—	7266
二、大鞞围矿点							
种草，m ²	186.3	—	21547	—	3143	—	24876.3
植树，棵	40	—	5387	—	786	—	6213

6.3.6 退役治理工程计划步骤

本项目建设周期 48 个月，实施顺序及主要时间节点如下：

1) 第 1 年度前 9 个月进行工程前期准备工作，主要工作内容包括：初步设计编报及审批，施工图设计及施工准备等；

2) 第 1 年度第 10 个月至第 4 年度第 3 个月，进行退役治理工程施工，根据黄泥湖矿点（含大鞞围矿点）退役治理工程各拟退役治理设施的分布情况，以及各单项工程之间的相互影响关系，安排退役治理顺序如下：

第一步：在黄泥湖废石堆 KD-X1 修建尾渣库拦渣坝，对废石堆 KD-X1 进行场地平整。

第二步：对大鞏围矿点的废石（渣）堆、工业场地、污染道路进行清挖治理，拆除大鞏围矿点建（构）筑物，并和拟填埋的设备一起运至黄泥湖尾渣库内集中处置。

第三步：对大鞏围矿点采取清挖治理的设施原址进行场地平整并恢复植被。

第四步：大鞏围矿点的坑（井）口进行封堵治理。

第五步：对黄泥湖矿点的尾渣堆、废石堆、工业场地进行清挖治理，拆除黄泥湖矿点的建（构）筑物，并和拟填埋的设备一起运至黄泥湖尾渣库集中处置。

第六步：对黄泥湖矿点采取清挖治理的设施原址进行场地平整并恢复植被。

第七步：对黄泥湖矿点的坑（井）口进行封堵治理，对露天采场废墟进行原地覆盖并恢复植被治理。

第八步：所有废物填埋（填埋顺序自下而上依次为“尾渣+废石+尾渣堆下部污染土+其余污染土”）后对黄泥湖尾渣库进行封库处置，采取复合多层覆盖方式对尾渣库进行覆盖，同时设置拦渣坝沉降位移观测设施，并设置警示标识。

黄泥湖矿点和大鞏围矿点相隔一定距离，不存在施工干扰问题，为保证工程进度，可平行进行施工。

3）第4年度第4个月至第5年度第3个月，为工程竣工验收期。

6.4 退役终态

本项目实施后，各类超出管理限值的源项均得到了不同程度的处置与治理，从而使工程所在区域的环境质量得到了明显的改善。退役治理后环境状态如下：

1）对所有未封堵的坑（井）口均采取了永久性封堵措施，杜绝了坑（井）口²²²Rn气的逸出，并避免了由于人畜的误入或坠入而带来的安全隐患。对有水流出坑口采取过滤疏排封堵措施，流出水经过沉淀、过滤后排放，将得到有效的控制与严密的监管。

2) 露天采场采取覆土植被治理后，覆土后的氡析出率和 γ 辐射剂量率水平小于 $0.74\text{Bq}/\text{m}^2\cdot\text{s}$ 和“本底值+ $17.4\times 10^{-8}\text{Gy}/\text{h}$ ”的管理限值，同时对露天采场修建挡土墙和排水沟，并采用土工网对露天采场边坡进行防护，可有效的保持露天采场的长期稳定，达到有限制开放或使用要求。

3) 本项目遗留地表的 11 个废石（渣）堆和 1 个尾渣堆，除黄泥湖矿点 KD-X1 废石堆作为尾渣库的库址外，其余 10 个废石（渣）堆和 1 个尾渣堆均采用清挖、迁移、集中处置方案，治理后原址土壤中 ^{226}Ra 含量均值不高于“本底值+ $0.18\text{Bq}/\text{g}$ ”，并原址进行场地平整和恢复植被，经治理后在辐射安全方面废石（渣）堆、尾渣堆原址均可达到无限制开放或使用要求。

4) 本项目在黄泥湖矿点拟利用废石堆 KD-X1 场址修建尾渣库，作为堆存两个矿点所有尾渣、废石及其他放射性污染物的集中处置场所。尾渣库的有效库容为 32 万 m^3 。所有废物回填至库内后，采用原地覆盖稳定治理方案。为抑制氡的析出，同时为了防止啮齿类动物对尾渣库的覆盖层造成侵扰或破坏，采取覆土+膨润土防水毯+复合土工膜+砂卵石层+植被层的多层覆盖措施。治理后，尾渣库的氡析出率和 γ 辐射剂量率水平小于 $0.74\text{Bq}/\text{m}^2\cdot\text{s}$ 和“本底值+ $17.4\times 10^{-8}\text{Gy}/\text{h}$ ”的管理限值。同时对尾渣库修建拦渣坝、溢洪道及设置坝体沉降位移观测设施，使其退役治理后能够满足长期安全稳定的要求。

5) 本项目 2 处工业场地，均采取清挖污染物及下部污染土、然后平整原址场地并恢复植被的治理措施，治理后原址土壤中 ^{226}Ra 含量均值不高于“本底值+ $0.18\text{Bq}/\text{g}$ ”，最终达到无限制开放或使用。

6) 对污染的设备管线，拆除后根据不同材质，金属材质送核工业铀矿冶放射性污染金属熔炼处理中心（710 厂）熔炼处置，非金属材质送尾渣库集中填埋处置，使其均处于受控状态，杜绝了流失。

7) 遗留地表的建（构）筑物均为生产配套设施，进行全部拆除，拆除后的受污染建筑垃圾均运至尾渣库集中填埋，未受污染的建筑垃圾均运至赣州市寻乌县桂竹帽镇建筑垃圾填埋场处置。

8) 污染道路 1 条，清挖污染物后修筑泥结碎石面层，恢复原始功能。治理后原址土壤中 ^{226}Ra 含量均值不高于“本底值+ $0.18\text{Bq}/\text{g}$ ”，最终达到无限制

开放或使用。

6.5 退役废物管理

6.5.1 退役治理前源项分析

本项目退役治理前的放射性废气主要为废石（渣）堆、尾渣堆、露天采场和坑（井）口等不断释放 ^{222}Rn 及子体。废水主要为有水坑口涌出的含有铀镭等放射性污染核素的废水以及 SO_4^{2-} 等非放射性核素。

1) 退役治理前放射性废气产生、排放情况

(1) 废石（渣）堆、尾渣堆积露天采场氡释放量

废石（渣）堆、尾渣堆和露天采场氡释放量见表 6.5-1，它们的氡释放量计算方法一致，需要的参数为源项裸露面积和平均氡析出率，计算公式为：

$$F_{\text{Rn}}=S \cdot \delta \cdot t \quad (6-3)$$

式中：

F_{Rn} ——氡释放量，Bq/a；

S ——废石（渣）堆或尾渣堆的裸露面积， m^2 ；

δ ——平均氡析出率， $\text{Bq}/(\text{m}^2 \cdot \text{s})$ ；

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

表 6.5-1 废石（渣）堆、尾渣堆和露天采场氡释放量

序号	矿点	源项名称	裸露面积, m^2	氡析出, $\text{Bq}/(\text{m}^2 \cdot \text{s})$	氡释放量, Bq/a
1	黄泥湖矿点	露天采场 LTCC-1	1137.5	1.18	4.23E+10
2		尾渣堆 WZ-1	20000	1.96	1.24E+12
3		工业场地 GYCD-2	3881	1.46	1.79E+11
4		黄泥湖废石堆 KD-2	2598	1.47	1.20E+11
5		黄泥湖废石堆 KD-3	652	0.95	1.95E+10
6		黄泥湖废石堆 KD-6	593	0.86	1.61E+10
7		黄泥湖废石堆 KD-7	1382	1.37	5.97E+10
8		黄泥湖废石堆 KD-8	905	0.82	2.34E+10
9		黄泥湖废石堆 KD-9	744	0.95	2.23E+10
10		黄泥湖废石堆 KD-X1	5437	1.26	2.16E+11
11	大峯围矿点	大峯围废石堆 KD-1	314	0.85	8.42E+09
12		大峯围废石堆 KD-2、3	3109	1.19	1.17E+11
13		大峯围废石堆 KD-X1	5124	0.94	1.52E+11
14		废渣堆 WZ-2	13000	1.59	6.52E+11
15		工业场地 GYCD-1	3143	1.11	1.10E+11

合计	2.97 E+12
----	-----------

(2) 坑（井）口氡释放量

根据源项调查的结果，本项目需治理的坑（井）口总计 27 个，各坑（井）口的氡浓度较高，本项目考虑将坑（井）口纳入气态流出物之中，同时保守计算假设坑（井）口内的氡全部由坑（井）口附近的风带出，本项目选取全年平均风速（1.2m/s）进行估算。坑（井）口氡释放量见表 6.5-2。计算需要的参数为坑（井）口氡浓度、年平均风速和坑（井）口尺寸。计算公式为：

$$F_{Rn} = C_{Rn} \cdot v \cdot S \cdot t \quad (6-4)$$

式中： F_{Rn} ——氡释放量，Bq/a；

C_{Rn} ——坑（井）口氡浓度，Bq/m³；

v ——坑（井）口附近的风速，1.2m/s；

S ——坑（井）口面积，m²；

t ——氡释放时间，取 3.15×10^7 s。

表 6.5-2 坑（井）口氡释放量

序号	矿点	源项名称	坑（井）口面积，m ²	氡浓度，Bq/(m ² ·s)	氡释放量，Bq/a
1	黄泥湖矿点	黄泥湖 KD-2	4.4	2198	3.64E+11
2		黄泥湖 KD-3	4.4	2450	4.05E+11
3		黄泥湖 KD-8	4.4	1498	2.48E+11
4		黄泥湖 KD-9	4.4	1295	2.14E+11
5		黄泥湖 KD-6	4	2250	3.41E+11
6		黄泥湖 KD-7	4	1350	2.05E+11
7		黄泥湖 KD-X2	4.4	2060	3.41E+11
8		黄泥湖 JT-1	1.44	980	5.38E+10
9		黄泥湖 JT-2	1.56	1900	1.11E+11
10		黄泥湖 JT-3	1.68	1400	8.87E+10
11		黄泥湖 JT-4	1.44	1010	5.55E+10
12		黄泥湖 JT-85	1.44	920	5.06E+10
13		黄泥湖 JT-9	1.44	900	4.95E+10
14		黄泥湖 KD-X1	5.5	2450	5.07E+11
15	大崮围矿点	大崮围 KD-1	4.4	1350	2.23E+11
16		大崮围 KD-2	4.4	1840	3.04E+11
17		大崮围 KD-3	4.4	1760	2.91E+11
18		大崮围 JT-1	1.44	860	4.73E+10
19		大崮围 JT-2	1.44	920	5.06E+10
20		大崮围 JT-3	1.56	880	5.12E+10
21		大崮围 JT-4	1.44	1020	5.60E+10

22		大峯围 JT-5	1.56	1060	6.17E+10
23		大峯围 JT-6	1.56	960	5.59E+10
24		大峯围 JT-21	1.56	740	4.31E+10
25		大峯围 JT-22	1.68	620	3.93E+10
26		大峯围 JT-24	1.44	940	5.16E+10
27		大峯围 KD-X1	5.5	2150	4.45E+11
合计					4.75E+12

综上所述，退役治理前由废石（渣）堆、尾渣堆、露天采场及坑（井）口的氡释放总量为 $7.72 \times 10^{12} \text{Bq/a}$ 。

2) 退役治理前废水产生、排放情况

(1) 退役治理前废水放射性核素

废液主要为坑口流出水，其中黄泥湖 KD-X1 坑口流出水 $U_{\text{天然}}$ 浓度范围值 $0.013 \sim 0.014 \text{mg/L}$ ， ^{226}Ra 浓度范围值 $0.031 \sim 0.042 \text{Bq/L}$ ，流量为 $2.83 \sim 40.0 \text{m}^3/\text{d}$ ；大峯围 KD-X1 坑口流出水 $U_{\text{天然}}$ 浓度范围 $0.0034 \sim 0.0075 \text{mg/L}$ ， ^{226}Ra 浓度范围值 $0.063 \sim 0.071 \text{Bq/L}$ ，流量为 $1.82 \sim 2.96 \text{m}^3/\text{d}$ 。另外，坑口流出水中 ^{230}Th 数据参考《铀矿冶规划环评》中推荐的公式计算获得。坑口流出水中放射性核素浓度见表 6.5-3。

$$C_{230\text{Th}} = C_{226\text{Ra}} / 0.731 \quad (6-5)$$

$$C_{210\text{Po}} = C_{226\text{Ra}} \times 0.04664 \quad (6-6)$$

$$C_{210\text{Pb}} = C_{210\text{Po}} \times 2.112 \quad (6-7)$$

式中：

$C_{230\text{Th}}$ ——水中 ^{230}Th 浓度， Bq/m^3 ；

$C_{210\text{Po}}$ ——水中 ^{210}Po 浓度， Bq/m^3 ；

$C_{210\text{Pb}}$ ——水中 ^{210}Pb 浓度， Bq/m^3 ；

$C_{226\text{Ra}}$ ——水中 ^{226}Ra 浓度， Bq/m^3 。

表 6.5-3 坑口流出水放射性核素浓度

源项	水量 (m^3/d)	^{238}U (Bq/m^3)	^{234}U (Bq/m^3)	^{230}Th (Bq/m^3)	^{226}Ra (Bq/m^3)	^{210}Pb (Bq/m^3)	^{210}Po (Bq/m^3)
黄泥湖坑口 流出水	2.83~40.0	172.2	172.2	57.4	42	60	80
大峯围坑口 流出水	1.82~2.96	92.3	92.3	97.1	71	10	1

注：核素浓度取最大值。

(2) 退役治理前废水非放射性核素

退役治理前黄泥湖矿点坑口流出水中 SO_4^{2-} 含量为 91.3mg/L，大鞏围矿点坑口流出水中 SO_4^{2-} 含量为 52.8mg/L。

6.5.2 施工过程中含放射性核素污染物

本项目施工过程中的放射性废气主要为废石（渣）堆、尾渣堆、露天采场废墟、工业场地、坑（井）口等不断释放的 ^{222}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 ^{222}Rn 的释放与治理前没有大的变化。另外，坑口流出水中核素浓度稳定，同退役治理前基本相同。

6.5.3 退役治理后含放射性核素污染物

1) 退役治理后放射性废气产生、排放情况

本项目退役治理后的废气主要为黄泥湖矿点尾渣库和露天采场不断释放的 ^{222}Rn 及子体。

相比退役治理前，黄泥湖矿点尾渣库和露天采场均达到有限限制开放或使用，其氡析出率降到管理限值以下；坑（井）口全部得到了封堵，抑制了 ^{222}Rn 的逸出，不再对周围大气造成污染；采取清挖治理的黄泥湖矿点废石堆（除 KD-X1 废石堆外）、工业场地以及大鞏围矿点废石（渣）堆及工业场地原址可以基本恢复到当地本底水平。

退役治理完成后，气态放射性流出物参数见表 6.5-4。表中尾渣库、露天采场的氡析出率均按照管理限值保守考虑。

表 6.5-4 退役治理完成后尾渣库、露天采场氡释放量

序号	矿点	源项名称	滩面面积 m^2	氡析出率 $\text{Bq}/(\text{m}^2\cdot\text{s})$	氡释放量 Bq/a
1	黄泥湖 矿点	露天采场 LTCC-1	1137.5	0.74	2.65E+10
2		尾渣库	23000	0.74	5.37E+11
合计					5.64E+11

综上所述，退役治理后黄泥湖矿点尾渣库和露天采场氡释放总量为 $5.64 \times 10^{11} \text{Bq/a}$ 。

2) 退役治理后废水产生、排放情况

退役治理后，黄泥湖矿点和大鞏围矿点的坑口流出水经过被动式过滤、疏水设施后经排水沟或排水盲沟排出分别汇入黄泥湖小溪和群裕河，坑口流出水中核素浓度稳定，同退役治理前基本相同。

6.5.4 废物最小化和集中处置

本项目在退役治理方案实施过程中，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、固体废物的产生并集中处置固体废物，具体体现在：

1) 废物最小化措施

(1) 本项目针对尾渣库采用了由下至上“氦气粘土抑制层+复合防渗层+砂卵石隔离层+植被层”多层覆盖结构，对废石（渣）、尾渣等的氦析出具有极大抑制作用，并避免雨水渗入废石（渣）、尾渣内。因此，本项目对氦气释放量起到减少作用。

(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。

(3) 本项目采用对坑（井）口封堵治理以及固体废物集中处置的治理方案，极大减少了氦气释放量。退役治理前，各设施裸露面积总和为 62019.5m²，氦释放量为 7.72×10¹²Bq/a；退役治理后，各设施裸露面积总和为 24137.5m²，氦释放量为 5.64×10¹¹Bq/a。由此可知，废气产生量极大减少。

(4) 尾渣库库区岩层岩体节理裂隙发育一般，岩石完整性较好，渗透性较差（渗透系数 5×10⁻⁷cm/s），为相对隔水层，可有效防止地下水渗入尾渣库。

(5) 加强退役治理工程管理，采用密闭箱式自卸车运输废石（渣）等，避免运输过程中二次污染。

(6) 对未受污染的建筑垃圾运至填埋场处置，减少了尾渣库内废物量，达 1689m³。

2) 废物集中处置的考虑

本项目废物集中处置场所为黄泥矿点尾渣库。即在黄泥湖矿点拟充分利用 KD-X1 废石堆作为集中污染物受纳场所，形成尾渣库，将本项目产生的所有放射性废物均集中至该尾渣库进行处置，尽可能将污染物集中处置以缩小

污染范围，减少有害物在地表堆积面积。

另外，露天采场废墟不具备清挖条件，且容量不足以将所有废物集中处置，因此进行就地覆盖治理。黄泥湖矿点尾渣库和露天采场位置见图 6.5-1。

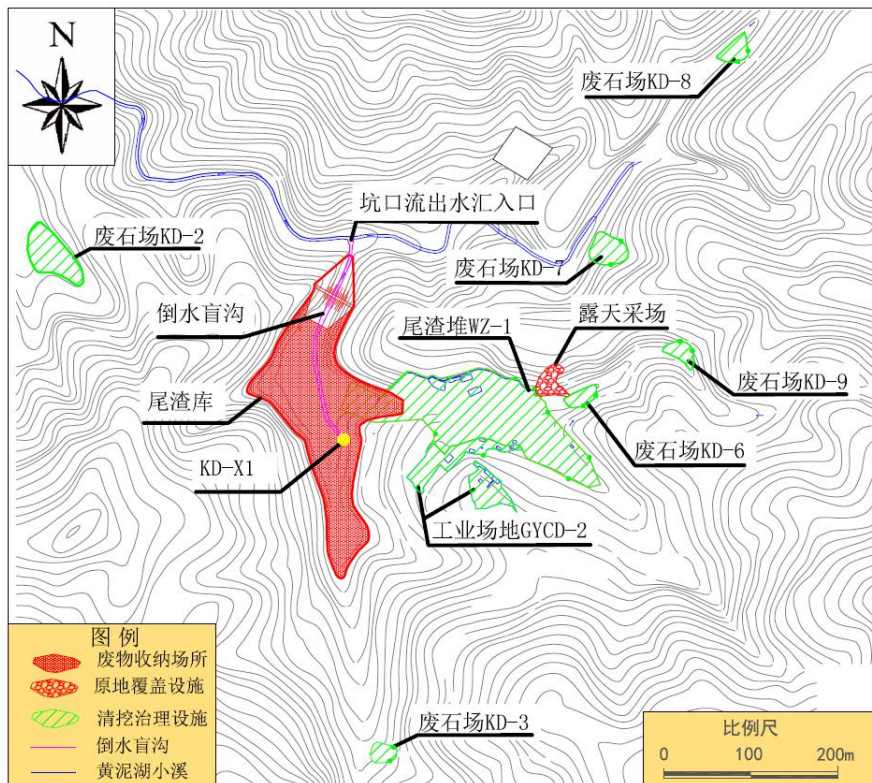


图 6.5-1 黄泥湖矿点集中受纳场所和露天采场位置

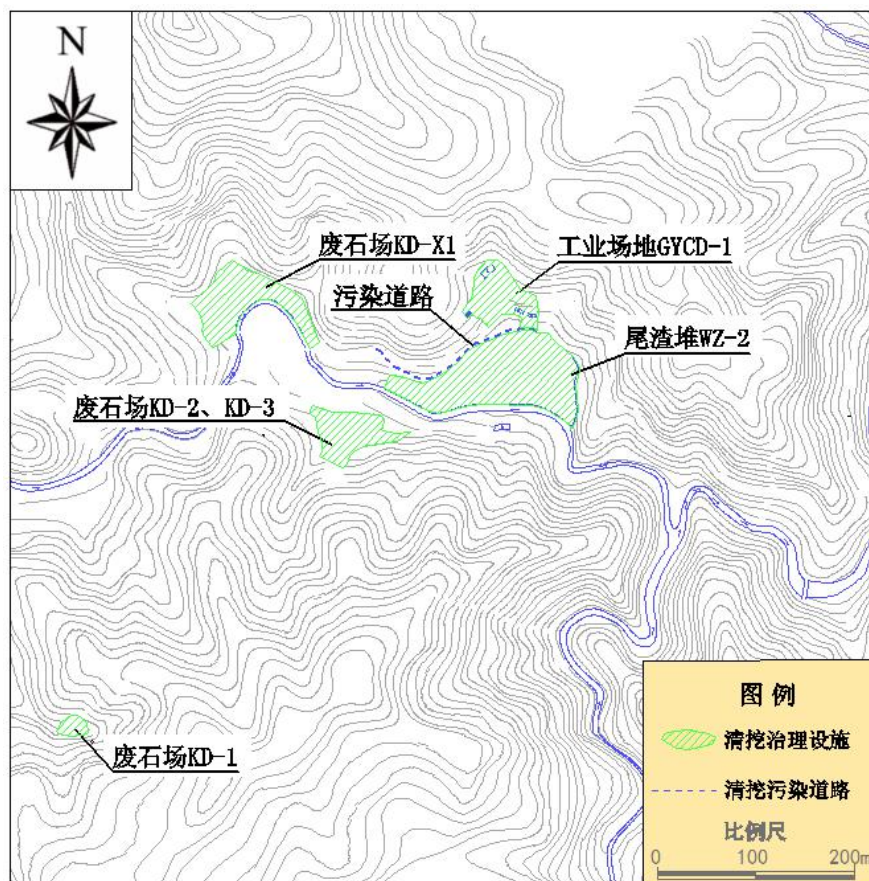


图 6.5-2 大鞏围矿点清挖设施

6.6 退役治理环境保护措施及其可行性论证

6.6.1 退役治理环境保护措施

1) 尾渣库

尾渣库在容纳了黄泥湖矿点和大鞏围矿点退役治理过程中清挖的污染物后，以拦渣坝为基础采用上游法堆积筑坝，增设拦渣坝浆砌石护坡，尾渣坝坡及滩面进行覆盖，修建溢洪道、导水盲沟和坝体观测设施等。

尾渣库底部岩层岩体节理裂隙发育一般，岩石完整性较好，渗透性较差（渗透系数 $5 \times 10^{-7} \text{cm/s}$ ），为相对隔水层，地下水难以渗至尾渣库内；尾渣库顶部由下至上采用氦气抑制层+复合防渗层+砂卵石隔离层+植被层的复合结构，可有效抑制氦析出和屏蔽 γ 辐射剂量率，减少辐射影响。同时，尾渣库西侧修筑排水沟和坝顶溢洪道，可及时排走尾渣库四周汇水以及滩面积水。

尾渣库库区范围内堆存废石约 9 万 t，占用库容约 5 万 m^3 。尾渣库设计有效库容约 32 万 m^3 ，尚余库容约 27 万 m^3 ，本项目其它尾渣堆、废石（渣）堆、

工业场地、污染建（构）筑物等，清挖污染物共计 23.05 万 m³，覆盖层占用 3.32 万 m³，余量 0.63 万 m³，尾渣库库容可以满足废物容纳量要求。

2) 露天采场

黄泥湖矿点露天采场采取原地覆盖治理方案，对该设施进行场地平整，修筑直立式挡土墙、土工网护坡和新建排水沟，可及时排走四周汇水以及防止雨水冲刷。采用粘土进行覆盖治理，可有效抑制氡析出和屏蔽 γ 辐射剂量率，减少辐射影响。

3) 其它设施

(1) 无水坑（井）口

无水坑口和竖井口封堵墙均采用两道结构致密的封堵墙，中间填废石；浅井口采用全井筒填充废石至临近地表再加上粘土覆盖层，都是良好的屏蔽体，能够有效的切断井下采场与外环境的联系，防止氡逸出，并在坑（井）口覆土植被。

(2) 有水坑口

有水坑口采用两道混凝土墙封堵，在两墙间设疏水过滤池的方案，有效抑制了氡的外溢和杜绝人畜误入事故的发生。

(3) 其它废石（渣）堆、尾渣堆及工业场地

彻底清挖废石（渣）、尾渣及下部污染土，将所有污染物运至尾渣库集中治理，并在清挖设施原址用粘土回填植被。

(4) 污染道路

彻底清挖污染道路的污染物，将全部污染物运至黄泥湖矿点尾渣库集中治理，并恢复原有使用功能。

6.6.2 退役治理环境保护措施可行性论证

1) 尾渣库覆盖治理环保措施可行性论证

(1) 辐射安全论证

尾渣库作为本项目放射性废物集中受纳场地，采取原地覆盖、植被的治理措施，覆盖厚度为 135cm，其中屏蔽 γ 和降氡层厚度为 65cm。由于粘土密实度高，孔隙度小，透过系数仅为 $10^{-8} \sim 10^{-9} \text{cm/s}$ ，对氡的析出有较好的抑制作用。所以，利用覆土厚度公式对尾渣库覆土后氡析出率和 γ 辐射剂量率水平预

测，结果分别为 $0.73\text{Bq/m}^2\cdot\text{s}$ 和 $27.99\times 10^{-8}\text{Gy/h}$ ，满足小于 $0.74\text{Bq/m}^2\cdot\text{s}$ 和“本底值+ $17.4\times 10^{-8}\text{Gy/h}$ ”管理限值的要求，覆盖后的尾渣库列为有限制开放或使用。

因此，从辐射安全可靠角度看尾渣库治理环保措施是可行的。

（2）安全稳定论证

①库址条件论证：根据黄泥湖矿点尾渣库地质勘察报告，尾渣库库区山沟上游为“V”型沟，中下游为“U”沟，型沟，主沟近南北走向，库区范围内山势雄厚，地形条件较好；库区地质从上至下为尾砾砂层、素填土、第四系全新统残积层和基岩，基岩层为侏罗纪火山碎屑岩分布整个库区，最下部为中风化火山碎屑岩，裂隙发育一般，岩芯较完整，风化裂隙发育一般、岩体较完整、未揭穿，且无滑坡、崩塌等不良地质作用，库区地质条件较好；库区底部及两侧岸坡的中风化火山碎屑岩渗透系数为 $5\times 10^{-7}\text{cm/s}$ ，厚度变化为 5~28m，并且该层在整个库区范围内无渗漏点存在，地下水位在天然基础层地表 3m 以下，满足 GB50520-2009 中“库基天然基础层的渗透系数不大于 $1\times 10^{-6}\text{cm/s}$ ，厚度不小于 1.5m，且地下水位在天然基础层地表 3m 以下”天然基础层可作为防渗层和隔水层的相关要求。故从地形、地质、防渗等条件分析，尾渣库库址适宜建库。

②防洪安全论证：尾渣库采用溢洪道，经洪水计算，排泄设计频率（ $P=2\%$ ）暴雨洪水时，溢洪道实际安全超高为 1.17m，大于规范规定最小安全超高 0.5m；排泄校核频率（ $P=0.2\%$ ）暴雨洪水时，溢洪道实际安全超高为 0.81m，大于规范规定最小安全超高 0.3m，防洪安全可满足规范规定的 4 等尾渣库要求，防洪安全满足要求。

③拦渣坝稳定性论证：尾渣库坝体稳定计算剖面为拦渣坝高 31m，坝顶宽 4m，上游坝坡 1: 1.6，下游坝坡 1: 1.8。经坝体稳定计算可知，正常工作条件下（尾渣库内无积水，尾渣坝体无浸润线）坝坡抗滑稳定最小安全系数为 1.24，非常工作条件下（正常工作条件下遭遇地震）最小安全系数为 1.11，均满足《核工业铀水冶厂尾矿库、尾渣库安全设计规范》（GB50520-2009）中最小安全系数限值要求。

同时，拦渣坝体顶部设置了坝体沉降位移观测桩，实施定期或不定期进

行现场监测，及时了解和掌握坝体安全动态，及时发现和解决问题，可保证尾渣库退役治理后坝体安全稳定。

④风蚀雨蚀安全论证：尾渣滩面由库内坡向坝肩溢洪道，坡度大于 1%，导排尾渣库滩面雨水，使尾渣库滩面保持干涸。另外，尾渣库滩面覆盖层表面植草护坡，提高了抵御径流冲刷及风雨侵蚀的能力；另外复合覆盖层设有砂卵石隔离层有效防止动物打洞和植物根茎穿破氩抑制层，尾渣库长期稳定性可以满足。

⑤长期监护措施论证：加强长期监护，一旦发生危及尾渣库的人为破坏事件时，应立即采取补救措施加以修复，可以防止事故的发生，可有效防止人为侵扰。

因此，从安全稳定可靠性角度看尾渣库治理环保措施是可行的。

2) 清挖治理环保措施的可行性论证

本项目黄泥湖矿点所有废石堆、尾渣堆、工业场地以及大鞏围矿点废石（渣）堆、工业场地和污染道路均采用清挖措施进行治理，通过对比各类设施或环境的管理限值标准和实际监测值，严格执行“边施工、边监测，监测指导施工”的原则，判断各类设施或环境的污染深度，再结合施工特点，分层清挖，经计算，各设施清挖深度 40cm~360cm 不等，治理后土层中 ^{226}Ra 活度浓度平均值均满足相应管理限值要求，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或使用深度，措施可行。

3) 生态保护和改善效果可达性论证

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，使其与周围环境相融合，同时加强长期监护，退役后生态改善效果可达。

4) 经济合理性分析

黄泥湖矿点（含大鞏围矿点）退役治理工程属于军工铀矿地质设施永久终止性善后治理、废物处置和环境整治工程，工程总投资 6240 万元，预计收益 65.4 万元，资金来源全部为军工核设施退役及放射性废物治理专项资金。各部分费用的投资估算均按照国防科工局、财政部相关文件及当地有关费用定额进行核算，依据充分，方法合理，因此治理方案经济合理。

7 退役治理前环境影响评价

7.1 退役治理前源项

退役治理源项分析见§6.5.1 章节，其中气载流出物源项特征参数见表 7.1-1；液态流出物源项见表 7.1-2 和表 7.1-3；源项相对位置分布见图 7.1-1。

表 7.1-1 退役治理前气载流出物源项特征参数

序号	矿点	源项名称	流速 m/s	等效 半径 m	排放 高度 m	氡浓度 Bq/m ³	等效面积 m ²	氡释放量 Bq/a	源项 类型
1	黄泥湖矿点	黄泥湖 KD-2	1.2	1.18	0	2198	—	3.64E+11	点源
2		黄泥湖 KD-3	1.2	1.18	0	2450	—	4.05E+11	点源
3		黄泥湖 KD-8	1.2	1.18	0	1498	—	2.48E+11	点源
4		黄泥湖 KD-9	1.2	1.18	0	1295	—	2.14E+11	点源
5		黄泥湖 KD-6	1.2	1.13	0	2250	—	3.41E+11	点源
6		黄泥湖 KD-7	1.2	1.13	0	1350	—	2.05E+11	点源
7		黄泥湖 KD-X2	1.2	1.18	0	2060	—	3.41E+11	点源
8		黄泥湖 JT-1	1.2	0.68	1	980	—	5.38E+10	点源
9		黄泥湖 JT-2	1.2	0.7	1	1900	—	1.11E+11	点源
10		黄泥湖 JT-3	1.2	0.73	1	1400	—	8.87E+10	点源
11		黄泥湖 JT-4	1.2	0.68	1	1010	—	5.55E+10	点源
12		黄泥湖 JT-85	1.2	0.68	1	920	—	5.06E+10	点源
13		黄泥湖 JT-9	1.2	0.68	1	900	—	4.95E+10	点源
14		黄泥湖 KD-X1	1.2	1.32	0	2450	—	5.07E+11	点源
15		露天采场 LTCC-1	—	—	—	—	1137.5	4.23E+10	面源
16		尾渣堆 WZ-1	—	—	—	—	20000	1.24E+12	面源
17		工业场地 GYCD-2	—	—	—	—	3881	1.79E+11	面源
18		黄泥湖废石堆 KD-2	—	—	—	—	2598	1.20E+11	面源
19		黄泥湖废石堆 KD-3	—	—	—	—	652	1.95E+10	面源
20		黄泥湖废石堆 KD-6	—	—	—	—	593	1.61E+10	面源
21		黄泥湖废石堆 KD-7	—	—	—	—	1382	5.97E+10	面源
22		黄泥湖废石堆 KD-8	—	—	—	—	905	2.34E+10	面源
23		黄泥湖废石堆 KD-9	—	—	—	—	744	2.23E+10	面源
24		黄泥湖废石堆 KD-X1	—	—	—	—	5437	2.16E+11	面源
25	大峯围矿点	大峯围 KD-1	1.2	1.18	0	1350	—	2.23E+11	点源
26		大峯围 KD-2	1.2	1.18	0	1840	—	3.04E+11	点源
27		大峯围 KD-3	1.2	1.18	0	1760	—	2.91E+11	点源
28		大峯围 JT-1	1.2	0.68	1	860	—	4.73E+10	点源
29		大峯围 JT-2	1.2	0.68	1	920	—	5.06E+10	点源
30		大峯围 JT-3	1.2	0.7	1	880	—	5.12E+10	点源

序号	矿点	源项名称	流速 m/s	等效 半径 m	排放 高度 m	氡浓度 Bq/m ³	等效面积 m ²	氡释放量 Bq/a	源项 类型
31	大崮围矿点	大崮围 JT-4	1.2	0.68	1	1020	—	5.60E+10	点源
32		大崮围 JT-5	1.2	0.7	1	1060	—	6.17E+10	点源
33		大崮围 JT-6	1.2	0.7	1	960	—	5.59E+10	点源
34		大崮围 JT-21	1.2	0.7	1	740	—	4.31E+10	点源
35		大崮围 JT-22	1.2	0.73	1	620	—	3.93E+10	点源
36		大崮围 JT-24	1.2	0.68	1	940	—	5.16E+10	点源
37		大崮围 KD-X1	1.2	1.32	0	2150	—	4.45E+11	点源
38		大崮围废石堆 KD-1	—	—	—	—	314	8.42E+09	面源
39		大崮围废石堆 KD-2、3	—	—	—	—	3109	1.17E+11	面源
40		大崮围废石堆 KD-X1	—	—	—	—	5124	1.52E+11	面源
41		废渣堆 WZ-2	—	—	—	—	13000	6.52E+11	面源
42		工业场地 GYCD-1	—	—	—	—	3143	1.10E+11	面源

表 7.1-2 退役治理前液态流出物放射性核素浓度

源项	水量 (m ³ /d)	²³⁸ U (Bq/m ³)	²³⁴ U (Bq/m ³)	²³⁰ Th (Bq/m ³)	²²⁶ Ra (Bq/m ³)	²¹⁰ Pb (Bq/m ³)	²¹⁰ Po (Bq/m ³)
黄泥湖坑口流出水	2.83~40.0	172.2	172.2	57.4	42	60	80
大崮围坑口流出水	1.82~2.96	92.3	92.3	97.1	71	10	1

注：核素浓度取最大值。

表 7.1-3 退役治理前液态流出物非放射性核素浓度

源项	水量 (m ³ /d)	SO ₄ ²⁻ (mg/L)
黄泥湖坑口流出水	2.83~40.0	91.3
大崮围坑口流出水	1.82~2.96	52.8

7.2 基本参数设置

7.2.1 评价方法

本项目退役治理前辐射环境影响评价的基本指标是黄泥湖矿点和大崮围矿点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。

7.2.2 照射途径

本项目照射途径主要为空气吸收内照射，计算考虑的放射性核素主要为 ^{222}Rn ；液态流出物放射性核素浓度很低，经受纳水体稀释后远低于其上游水中核素浓度，故本项目仅对地表水途径辐射影响进行分析，详见§7.3.2 章节；另经现场踏勘与调查，当地居民饮用水为山涧水，部分农田使用地表水灌溉，退役治理矿点周围无地下水使用途径。故本项目退役治理照射途径主要为吸入内照射。

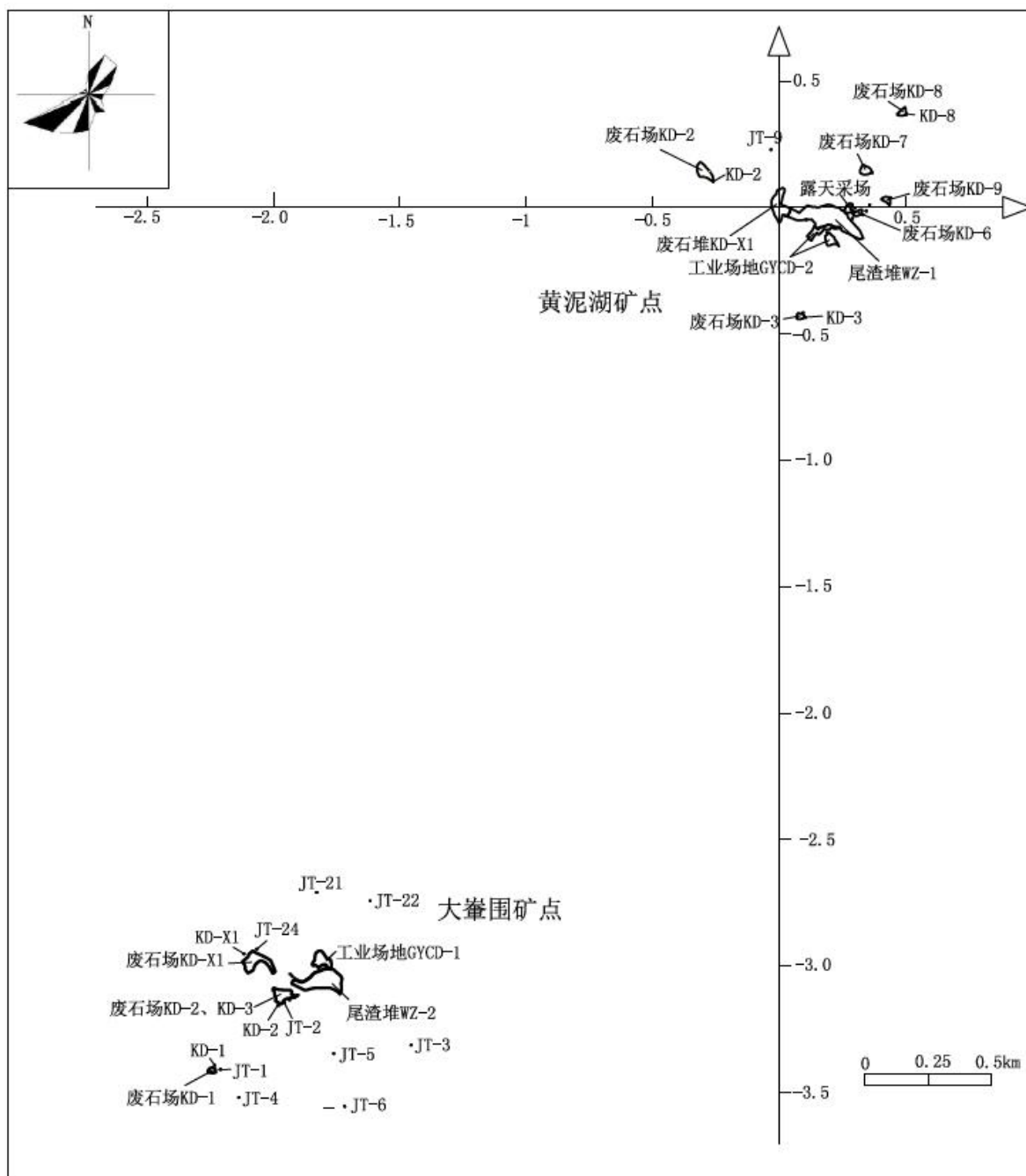


图 7.1-1 退役治理前源项对位置图

7.2.3 参数设置

1) 评价中心

本项目评价中心是以退役治理后对居民影响最大的气载流出物源项，即黄泥湖矿点尾渣库为评价中心。

2) 评价子区及年龄组划分

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 岁，幼儿组 1~7 岁，少年组 7~17 岁，成人组>17 岁。

3) 评价年份

本项目退役治理前辐射环境影响评价年份设定为 2018 年。

4) 评价参数及模式

本次气载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 开发的法规扩散模式 AERMOD，剂量计算模式根据 IAEA 和 ICRP 最新剂量模式和参数创建。具体模式与参数详见附录 1。

7.3 退役治理前环境影响剂量估算与评价

7.3.1 气载途径辐射环境影响剂量估算

7.3.1.1 环境敏感目标辐射环境影响

退役治理前本项目气载源项所致周边 3km 范围内以及大崮围矿点 3km 范围内环境敏感目标核素浓度和公众剂量结果见表 7.3-1。

从表 7.3-1 可以看出，退役治理前气载源项对周围 3km 范围内各居民点中影响最大的是评价中心的 SSW 方位、3.1km 处大崮围，所有源项对大崮围空气中氡贡献浓度为 1.40Bq/m³，所致该居民点的最大个人剂量为 2.98×10⁻²mSv/a。

退役治理前各气载污染源项对大崮围影响的贡献情况见表 7.3-2。从表中可知，对大崮围居民点个人剂量贡献最大的气载源项是废渣堆 WZ-2，贡

献份额是 43.90%。

表 7.3-1 退役治理前 3km 范围内环境敏感点辐射环境影响

序号	居民点	方位	距评价中心距离 (km)	距离大峯围矿 点距离 (km)	²²² Rn 浓度 (Bq/m ³)	公众个人剂 量 (mSv/a)
1	高湖寨	WNW	1.7	3.9	2.98E-01	6.37E-03
2	割藤垌门 口	NNW	2.7	5.4	1.67E-01	3.58E-03
3	山下	WSW	0.9	2.9	6.36E-01	1.36E-02
4	铁丝里	NNW	2.6	5.7	1.54E-01	3.29E-03
5	大峯围	SSW	3.1	0.5	1.40E+00	2.98E-02
6	白面石村	S	2.5	2.1	2.09E-01	4.46E-03
7	新屋	SSE	2.3	2.9	1.67E-01	3.57E-03
8	峯下	SE	2.1	3.4	1.81E-01	3.86E-03
9	桂龙嶂下	SW	5.8	2.4	9.05E-02	1.93E-03
10	野猪窝	SW	4.4	1.2	2.00E-01	4.28E-03
11	双坑	SW	3.8	0.7	2.17E-01	4.64E-03
12	上桂村	WSW	4	2.5	1.35E-01	2.88E-03
13	荸荠塘	WSW	2.6	1.9	1.75E-01	3.74E-03

表 7.3-2 各源项对大峯围影响的贡献情况

序号	源项	氡浓度贡献值 (Bq/m ³)	个人剂量贡献值 (mSv/a)	份额 (%)
1	黄泥湖 KD-2	6.86E-03	1.46E-04	0.49
2	黄泥湖 KD-3	9.06E-03	1.93E-04	0.65
3	黄泥湖 KD-8	3.65E-03	7.78E-05	0.26
4	黄泥湖 KD-9	3.60E-03	7.65E-05	0.26
5	黄泥湖 KD-6	6.06E-03	1.29E-04	0.43
6	黄泥湖 KD-7	3.46E-03	7.37E-05	0.25
7	黄泥湖 JT-1	1.02E-03	2.16E-05	0.07
8	黄泥湖 JT-2	2.04E-03	4.36E-05	0.15
9	黄泥湖 JT-3	2.06E-03	4.38E-05	0.15
10	黄泥湖 JT-4	1.01E-03	2.14E-05	0.07
11	黄泥湖 JT-8	9.25E-04	1.97E-05	0.07
12	黄泥湖 JT-9	9.35E-04	1.99E-05	0.07
13	黄泥湖 KD-X1	1.02E-02	2.16E-04	0.73

序号	源项	氡浓度贡献值 (Bq/m ³)	个人剂量贡献值 (mSv/a)	份额 (%)
14	黄泥湖 KD-X2	6.66E-03	1.42E-04	0.48
15	大崮围 KD-1	5.78E-02	1.23E-03	4.13
16	大崮围 KD-2	1.19E-01	2.53E-03	8.49
17	大崮围 KD-3	1.27E-01	2.70E-03	9.06
18	大崮围 JT-1	1.20E-02	2.55E-04	0.86
19	大崮围 JT-2	2.13E-02	4.53E-04	1.52
20	大崮围 JT-3	3.35E-02	7.11E-04	2.39
21	大崮围 JT-4	1.16E-02	2.48E-04	0.83
22	大崮围 JT-5	3.16E-02	6.74E-04	2.26
23	大崮围 JT-6	1.81E-02	3.84E-04	1.29
24	大崮围 JT-21	1.57E-02	3.33E-04	1.12
25	大崮围 JT-22	3.28E-02	6.98E-04	2.34
26	大崮围 JT-24	1.12E-02	2.39E-04	0.80
27	大崮围 KD-X1	8.32E-02	1.77E-03	5.94
28	露天采场 LTCC-1	5.12E-04	1.09E-05	0.04
29	尾渣堆 WZ-1	1.55E-02	3.30E-04	1.11
30	工业场地 GYCD-2	2.35E-03	5.02E-05	0.17
31	黄泥湖废石堆 KD-2	1.38E-03	2.93E-05	0.10
32	黄泥湖废石堆 KD-3	2.81E-04	5.98E-06	0.02
33	黄泥湖废石堆 KD-6	1.81E-04	3.85E-06	0.01
34	黄泥湖废石堆 KD-7	6.90E-04	1.47E-05	0.05
35	黄泥湖废石堆 KD-8	2.31E-04	4.92E-06	0.02
36	黄泥湖废石堆 KD-9	2.31E-04	4.92E-06	0.02
37	黄泥湖废石堆 KD-X1	2.59E-03	5.51E-05	0.19
38	大崮围废石堆 KD-1	4.10E-03	8.72E-05	0.29
39	大崮围废石堆 KD-2、3	5.54E-02	1.18E-03	3.96
40	大崮围废石堆 KD-X1	2.62E-02	5.56E-04	1.87
41	废渣堆 WZ-2	6.15E-01	1.31E-02	43.90
42	工业场地 GYCD-1	4.35E-02	9.26E-04	3.11
43	合计 (mSv/a)	1.40E+00	2.98E-02	/
44	份额 (%)	/	/	100.00

7.3.1.2 各子区地面空气中氡浓度分布

项目放射性气载流出物所致各子区地面空气中各核素的浓度见表 7.3-3。

从该表可知，在有人子区中，退役治理前气载放射性流出物所致空气中各核素最大贡献浓度出现在 SSW 方位、3~5km 处，该子区地面空气中 ^{222}Rn 最大贡献浓度为 1.40Bq/m^3 ，主要是由大峯围矿点在评价中心 3~5km 子区内所引起的。

在无人子区中，退役治理前气载放射性流出物所致空气中各核素最大贡献浓度出现在 ENE 方位、0~1km 处，该子区地面空气中 ^{222}Rn 最大贡献浓度为 8.55Bq/m^3 。

表 7.3-3 退役治理前气载流出物所致各子区空气中氡浓度 单位： Bq/m^3

核素	方位	距离 (km)					
		0~1	1~2	2~3	3~5	5~10	10~20
^{222}Rn	N	1.76E+00	1.17E-01	2.30E-01	1.34E-01	5.73E-02	2.03E-02
	NNE	2.67E+00	1.65E-01	1.44E-01	1.55E-01	5.83E-02	1.44E-02
	NE	5.27E+00	7.34E-01	2.23E-01	1.49E-01	8.59E-02	1.76E-02
	ENE	8.55E+00	1.06E+00	3.70E-01	1.32E-01	6.12E-02	1.39E-02
	E	6.06E+00	5.42E-01	1.61E-01	9.30E-02	3.87E-02	1.15E-02
	ESE	2.68E+00	3.46E-01	1.35E-01	5.77E-02	1.98E-02	7.90E-03
	SE	1.99E+00	1.68E-01	1.81E-01	3.96E-02	3.12E-02	9.61E-03
	SSE	3.49E+00	1.96E-01	1.67E-01	1.83E-02	2.48E-02	9.26E-03
	S	3.14E+00	1.54E-01	2.09E-01	3.79E-02	2.45E-02	5.43E-03
	SSW	1.42E+00	7.89E-02	3.32E-01	1.40E+00	5.09E-02	1.00E-02
	SW	1.09E+00	1.63E-01	1.63E-01	2.17E-01	5.86E-02	1.40E-02
	WSW	6.36E-01	1.09E-01	1.75E-01	1.35E-01	2.86E-02	1.11E-02
	W	1.27E+00	1.41E-01	9.63E-02	2.73E-02	4.24E-02	1.29E-02
	WNW	1.33E+00	2.98E-01	1.48E-01	2.37E-02	2.54E-02	1.18E-02
	NW	1.12E+00	1.26E-01	1.80E-01	8.20E-02	3.42E-02	1.23E-02
NNW	1.26E+00	1.04E-01	1.67E-01	9.38E-02	3.94E-02	1.31E-02	

注：阴影部分为无人子区。

7.3.1.3 各子区公众个人剂量分布

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。评价范围内公众个人剂量等值线分布见图 7.3-1。

从该表可知，退役治理前本项目气载放射性流出物所致有人子区最大个人剂量出现在 SSW 方位、3~5km 子区内，该子区内最大个人剂量值为

0.0298mSv/a，主要是由大鞏围矿点在评价中心 3~5km 子区内所引起的。

退役治理前本项目气载放射性流出物所致无人子区最大个人剂量出现在 ENE 方位、0~1km 子区内，该子区内潜在照射最大个人剂量值为 0.183mSv/a。

表 7.3-4 气载流出物所致各子区各年龄组个人剂量 单位：mSv/a

核素	方位	距离 (km)					
		0~1	1~2	2~3	3~5	5~10	10~20
²²² Rn	N	3.76E-02	2.50E-03	4.92E-03	2.86E-03	1.22E-03	4.34E-04
	NNE	5.71E-02	3.53E-03	3.08E-03	3.31E-03	1.25E-03	3.08E-04
	NE	1.13E-01	1.57E-02	4.77E-03	3.18E-03	1.84E-03	3.76E-04
	ENE	1.83E-01	2.27E-02	7.91E-03	2.82E-03	1.31E-03	2.97E-04
	E	1.30E-01	1.16E-02	3.44E-03	1.99E-03	8.27E-04	2.46E-04
	ESE	5.73E-02	7.40E-03	2.89E-03	1.23E-03	4.23E-04	1.69E-04
	SE	4.25E-02	3.59E-03	3.86E-03	8.46E-04	6.67E-04	2.05E-04
	SSE	7.46E-02	4.19E-03	3.57E-03	3.91E-04	5.30E-04	1.98E-04
	S	6.71E-02	3.29E-03	4.46E-03	8.10E-04	5.24E-04	1.16E-04
	SSW	3.04E-02	1.69E-03	7.10E-03	2.98E-02	1.09E-03	2.14E-04
	SW	2.33E-02	3.48E-03	3.48E-03	4.64E-03	1.25E-03	2.99E-04
	WSW	1.36E-02	2.33E-03	3.74E-03	2.88E-03	6.11E-04	2.37E-04
	W	2.71E-02	3.01E-03	2.06E-03	5.84E-04	9.06E-04	2.76E-04
	WNW	2.84E-02	6.37E-03	3.16E-03	5.07E-04	5.43E-04	2.52E-04
	NW	2.39E-02	2.69E-03	3.85E-03	1.75E-03	7.31E-04	2.63E-04
NNW	2.69E-02	2.22E-03	3.57E-03	2.00E-03	8.42E-04	2.80E-04	

注：阴影部分为无人子区

7.3.1.4 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 0.0684 人·Sv/a。

表 7.3-5 气载放射性流出物所致集体有效剂量

距离	0~1km	0~2km	0~3km	0~5km	0~10km	0~20km
20km 集体剂量, 人·Sv/a	2.04E-04	2.80E-04	1.25E-03	1.60E-02	3.03E-02	6.84E-02
份额, %	0.30	0.41	1.83	23.36	44.35	100.0

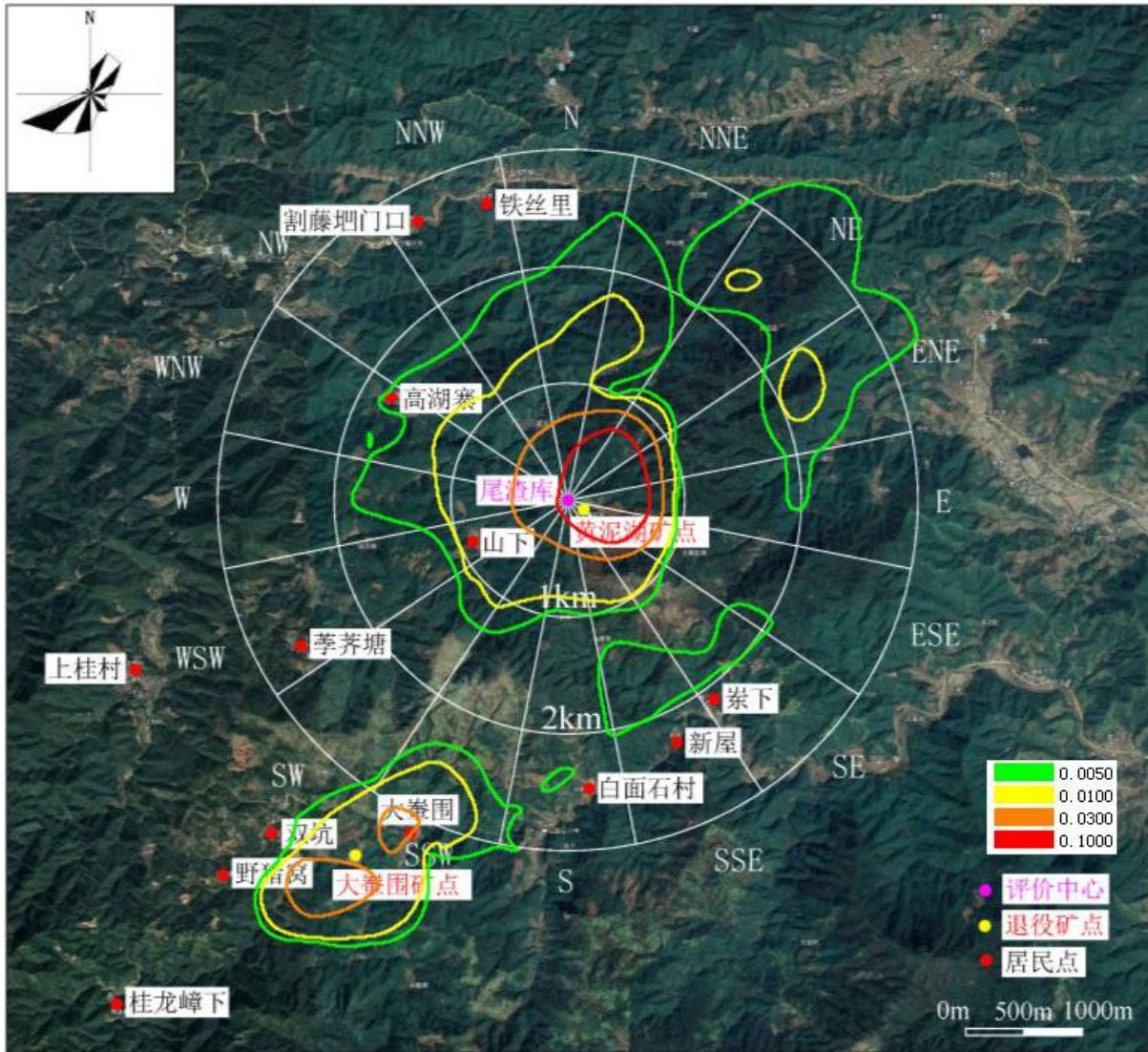


图 7.3-1 退役治理前气载流出物所致公众受照剂量等值线图

7.3.2 地表水途径辐射环境影响分析

放射性废水主要为坑口流出水，其中黄泥湖 KD-X1 坑口流出水 $U_{\text{天然}}$ 浓度范围值 0.0130~0.0140mg/L， ^{226}Ra 浓度范围值 0.031~0.042Bq/L，流量为 2.83~40.0m³/d；大峯围 KD-X1 坑口流出水 $U_{\text{天然}}$ 浓度范围 0.0034~0.0075mg/L， ^{226}Ra 浓度范围值 0.063~0.071Bq/L，流量为 1.82~2.96m³/d。两个有水坑口中放射性核素浓度很小，分别排入黄泥湖小溪和群裕河，接纳水体枯水期流量分别为 6912m³/d 和 31104m³/d，最小稀释倍数分别为 173 和 10368。

初步估算，坑口流出水经接纳稀释后，致使黄泥湖小溪 $U_{\text{天然}}$ 附加值为 8.1×10^{-5} mg/L， ^{226}Ra 附加值为 2.4×10^{-4} Bq/L，远小于黄泥湖小溪上游地表水

$U_{\text{天然}} 5.2 \times 10^{-3} \text{ mg/L}$ 和 $^{226}\text{Ra} 3.6 \times 10^{-3} \text{ Bq/L}$ ，分别占比 1.56% 和 6.67%，环境影响非常小；致使群裕河小溪 $U_{\text{天然}}$ 附加值为 $7.2 \times 10^{-7} \text{ mg/L}$ ， ^{226}Ra 附加值为 $6.8 \times 10^{-6} \text{ Bq/L}$ ，远小于群裕河上游地表水 $U_{\text{天然}} 6.04 \times 10^{-3} \text{ mg/L}$ 和 $^{226}\text{Ra} 4.28 \times 10^{-3} \text{ Bq/L}$ ，分别占比 0.01% 和 0.16%，环境影响非常小。

7.3.3 剂量汇总与评价

综上所述，主要影响为气载途径，地表水途径造成影响非常小。退役治理前 20km 范围内的关键居民组为评价中心 SSW 方位、3.1km 处大峯围，公众最大个人剂量值为 0.0298mSv/a；评价区域 20km 范围内无人子区潜在最大个人剂量为 0.183mSv/a，出现在评价中心 ENE 方位、0~1km 处；评价区域 20km 范围内居民产生的集体剂量为 0.0684 人·Sv/a。主要由气载放射性流出物所致，关键途径为吸入内照射，关键核素为 ^{222}Rn 。

7.3.4 地表水非放射性环境影响评价

本项目接纳水体稀释倍数较大，排放后基本混合均匀，采用零维模型，进行定量预测模型如下：

$$C = (C_p Q_p + C_h Q_h) / (Q_p + Q_h) \quad (7-1)$$

式中：

C ——污染物浓度，mg/L；

C_p ——污染物排放浓度，mg/L；

Q_p ——污水排放量， m^3/s ，取坑口流出水污染物浓度最大值；

C_h ——河流上游污染物浓度，mg/L，见地表水环境质量监测数据；

Q_h ——河流流量， m^3/s ，监测时段（枯水期）流量。

接纳水体中 SO_4^{2-} 下游完全混合段浓度见表 7.3-6。

表 7.3-6 SO_4^{2-} 下游完全混合段浓度值

接纳水体	SO_4^{2-} (mg/L)
黄泥湖小溪	2.45
群裕河	0.44
GB3838-2002 中 III 类水质标准	250

根据表 7.3-6 中下游完全混合段中 SO_4^{2-} 预测结果，均满足《地表水环境质量标准》（GB3838-2002）III 类水质标准。

8 退役治理施工过程中的环境影响

8.1 施工过程中的辐射环境影响分析

本项目施工中的主要工作包括尾渣库的修建，废石（渣）堆、尾渣堆的清挖、运输、回填土；废石（渣）堆、露天采场的覆土、植被，工业场地、污染道路污染土的清挖、运输，污染建（构）筑物的拆除与运输等。

施工过程中的环境危害因素主要是废石（渣）堆和尾渣堆表面 ^{222}Rn 析出造成居民吸入内照射的危害，其次为施工过程中增加了地表的扰动，使空气中放射性粉尘在施工场地附近略有增加。

本次退役治理项目施工过程中，对环境的影响具有如下特点：

1) 本项目治理两处矿点，两者之间直线距离约 3.5km，施工治理时，需将大峯围矿点污染物清挖迁移至黄泥湖矿点尾渣库，运输距离约 9km；另外，两个矿点内的治理对象较为集中，影响范围有限。

2) 本项目总工期为 48 个月，施工工期为 30 个月，因此退役治理过程的影响是暂时的，随着施工结束会慢慢恢复正常。

由于该项目的上述特点，退役治理过程对环境产生的影响是较小的。

8.1.1 源项分析

1) 气载流出物源项

(1) ^{222}Rn 的释放

废石（渣）堆和尾渣堆释放的 ^{222}Rn 是影响周围环境的主要污染源项。本项目共 1 个尾渣库和 1 个露天采场采取原地覆土、植被的治理方案，其它废石（渣）堆和工业场地等采取清挖并回填尾渣库治理方案。在治理过程中不会产生新的污染源项、扩大污染面积，此外运输过程中采用密闭箱式自卸车运输，避免沿途废石（渣）洒落，同时也减少 ^{222}Rn 及其子体在运输路线的释放。因此，施工过程中 ^{222}Rn 的释放与治理前没有大的变化。

(2) 悬浮物

在废石（渣）堆、尾渣堆以及各污染场地等设施集中治理过程中，由于人为扰动和自然风的驱使，可能会在卸车等环节产生扬尘，在风速较大的情形下，悬浮物较容易弥散空气中，因此要避免在大风天气进行施工，

同时保持施工洒水措施来抑制扬尘的产生；风速降低时，悬浮物由于重力作用会逐渐沉降下来，本次退役治理工程位于山区，有高山相隔，因此，退役治理过程的扬尘对周围公众的影响是比较小的，即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。

2) 液态流出物源项

施工过程中，黄泥湖矿点和大峯围矿点的坑口流出水经过被动式过滤、疏水设施后经排水沟或排水盲沟分别排至黄泥湖小溪和群裕河，坑口流出水中放射性核素浓度稳定，同退役治理前基本相同。

8.1.2 退役治理过程中公众辐射影响分析

在退役治理过程中，本项目产生的气载放射性流出物源项与治理前变化不大，液态流出物源项所致居民最大个人剂量很低，所以退役治理过程中气载流出物源项对公众的影响与退役治理前相比基本处于同一水平。因此本次退役治理施工过程中对公众的环境影响分析不再重复赘述，退役治理过程中的环境影响分析参考§7.3 章节。

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 ($v > 3\text{m/s}$) 尽量不要进行废石（渣）堆、尾渣堆和工业场地的开挖、倒运工作。
- 3) 施工人员在进废石（渣）和尾渣的挖运、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，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) 运输过程中采用密闭箱式自卸车运输，可减少废物洒落，避免沿途二次污染，同时减少运输路途中 ^{222}Rn 及其子体释放。

8.2 施工过程中非放射性环境影响分析

8.2.1 施工过程中大气环境影响分析

1) 施工期扬尘的产生

尾渣库内施工扬尘是本项目施工期主要的大气污染物。主要产尘为各类废物、覆盖土在尾渣库内卸车环节。

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：

$$Q=e^{0.61U} \frac{M}{13.5} \quad (8-1)$$

式中：

Q——起尘浓度，g/s；

U——平均风速，m/s，取当地多年平均风速 1.2m/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 1.54g/次，卸车过程中采取喷洒抑尘的措施后粉尘排放降低 80%，即 0.31g/次。根据本项目废物、覆土量以及尾渣库施工期限计算小时卸车次数约为 10 次；以此计算，卸车扬尘产生量为 0.86mg/s。

2) 施工期扬尘治理措施

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) 施工期扬尘环境影响评价

本项目考虑尾渣库内最大作业面积为 1000m²。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 4.92%，大于 1%，小于 10%，出现在 27m 处。本项目最大落地浓度出现在黄泥湖矿点退役范围之内，对外环境影响较小，故本项目大气环境影响评价的工作等级定为三级，评价范围为 5km。

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	28.753	3.19
27	44.271	4.92
50	31.754	3.53
100	15.955	1.77
200	6.93	0.77
300	4.117	0.46
500	2.09	0.23
900	0.95	0.11
1000	0.83	0.092
2000	0.32	0.036
3000	0.19	0.021
4000	0.13	0.014
5000	0.09	0.010

由估算结果可以看出，施工期扬尘排放可以满足《大气污染物综合排放标准》(GB16297-1996)表 2 二级标准无组织排放监控浓度限值 $1.0\text{mg}/\text{m}^3$ 的要求。本项目施工期厂界处距离施工场地最近为 0.9km 处的山下，其落地浓度为 $0.952\mu\text{g}/\text{m}^3$ 。本项目施工期大气环境影响可以接受。

8.2.2 施工过程中水环境影响分析

1) 施工期废水的产生

施工期废水污染源主要包括坑口流出水、施工废水和施工人员的生活污水。其中，黄泥湖矿点和大崮围矿点的坑口流出水水质稳定、与退役治理前基本相同，故退役治理过程中坑口流出水对公众的环境影响分析不再重复赘述、参考§7.3 章节。因此，本节仅对施工废水和施工人员生活污水的环境影响进行分析。

（1）生产废水

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，产生量极少。

（2）生活废水

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；按照施工人员 50 人进行估算，产生废水约 4t/d。

2) 施工期废水的处理

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

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

本项目在退役现场不建设施工营地，主要居住在距离施工现场直线距离约 10km 的晨光镇内，生活污水进入化粪池，定期处理，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。采用上述处理措施后，施工期的各种废水不会对项目周边的地表水环境产生不良影响。

8.2.3 施工过程中声环境影响分析

1) 施工期噪声的影响

施工期间噪声的主要来源为施工机械、运输车辆噪声、物料装卸碰撞声等，主要噪声源为运输车辆、挖掘机、推土机等，单体设备声源声级不超过 95dB（A）。

2) 施工期噪声的防治

（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) 运输车辆途经居民点附近，采取降低车速、严禁鸣笛措施，减少对途经居民点的噪声污染。

(4) 合理安排施工时间，严禁夜间施工。

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。

3) 施工期声环境影响分析

由于施工场地内设备位置不断变化，同一施工阶段的不同时间设备运行数量亦有波动，因此很难准确预测施工场界噪声值。本项目采用类比组合噪声最大值为声源，采用点声源几何发散衰减公式计算，预测公式如下：

$$L_{p2} = L_{p1} - 20\lg(r_2/r_1) \quad (8-2)$$

式中：

L_{p1} ——受声点 P1 处的声级；

L_{p2} ——受声点 P2 处的声级；

r_1 ——声源至 P1 点的距离，m；

r_2 ——声源至 P2 点的距离，m。

经类比调查，各类机械噪声声级及预测结果见表 8.2-2。

表 8.2-2 各类机械噪声声级及预测结果

序号	主要设备	最大噪声声级 dB(A)	噪声标准限值 dB(A)		影响半径 m	
			昼间	夜间	昼间	夜间
1	运输车辆	90	70	55	10	56.2
2	挖掘机	90			10	56.2
3	推土机	90			10	56.2
4	电锯	95			17.8	100
5	空压机	95			17.5	100

由上表可见，昼间施工设备噪音在施工设备 17.8m 处即可降至 70 dB(A) 的标准以下，夜间施工设备在距离设备 100m 处可降至 55 dB(A)，本退役项目在夜间不准施工，考虑多台设备的噪声叠加作用，一般施工场地周围 30m 可满足《建筑施工场界噪声排放标准值》(GB12523-2011) 昼间 70dB(A) 的标准要求。

该退役治理工程的施工场地主要在黄泥湖和大峯围两个工业场地内，其边界距离最近的村庄约 0.5km，按照最大噪声设备 95dB(A) 进行估算，其贡献值约为 41dB(A)，根据噪声的叠加规律，施工噪声对敏感点的贡献量极

低，且施工场地属于山区，与敏感点之间有山峦阻隔，施工噪声基本不会对敏感点产生影响，周围环境满足《声环境质量标准》（GB3096-2008）中3类标准要求。

8.2.4 施工过程中固体废物环境影响分析

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、清挖迁移废石（渣）、尾渣及污染土、废旧设备、管材以及表面去污产生的固体废物和少量的生活垃圾等。

2) 固体废物的处置

（1）建筑垃圾：本次退役工程建（构）筑物拆除产生约 3295m³ 的建筑垃圾，其中受污染建筑垃圾约 1606m³ 全部运至黄泥湖矿点尾渣库集中处置，未受污染建筑垃圾约 1689m³ 运至寻乌县桂竹帽镇建筑垃圾填埋场处置。

（2）清挖迁移废石（渣）、尾渣及污染土：本次退役治理过程清挖、迁移污染物共约 23.05 万 m³，全部运至黄泥湖矿点尾渣库集中填埋、覆土治理。

（3）废旧设备及管材：所有金属设备和管线约 15.71t，拆除、去污后，运至核工业铀矿冶放射性污染金属熔炼处理中心（710 厂）集中熔炼处置；对于非金属废物约 78.62t，拆除解体后送尾渣库集中处置。

（4）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，集中收集后送井下或尾渣库处置。

（5）施工过程约产生生活垃圾 16.5t/a，统一收集后交由环卫部门处理。该项目退役治理过程中固体废物产生及处置去向情况如表 8.2-3 所示。

表 8.2-3 退役过程中产生的固体废物一览表

项目	来源		去向
	种类	数量	
固体废物	清挖迁移废石（渣）、尾渣等及污染土	23.05 万 m ³	黄泥湖矿点尾渣库
	污染建筑垃圾	1606m ³	
	未受污染建筑垃圾	1689m ³	寻乌县桂竹帽镇建筑垃圾填埋场
	拆除设备、管线	94.33t	15.71t 金属设备管线运往核工业铀矿冶放射性污染金属熔炼处理中心（710 厂），78.62t 非金属设备管线

项目	来源		去向
	种类	数量	
			运往尾渣库集中处置。
	去污过程会产生少量的钢丝球、抹布等	—	集中收集后送尾渣库堆集中处置
	生活垃圾	16.5t/a	集中收集交环卫部门处理

8.2.5 施工过程中生态环境影响分析

1) 项目周边生态影响分析

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。本项目施工过程位于黄泥湖矿点和大鞏围矿点现有矿点内，不新增永久占地，因此不会对矿区及周边生态环境造成影响。

本项目采用清挖回填治理的废石（渣）堆、尾渣堆、工业场地、污染道路以及采取原地覆盖治理的尾渣库、露天采场在清挖、覆盖完成后均会对原有场地进行植被恢复，以使其与当地生态环境相融合。本项目实施后，共种草 78088.6m²，植树 13479 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。

2) 土源地生态影响分析

本项目土源地为 2 处，分别为距离黄泥湖矿点南侧约 1.5km 处的黄泥湖土源地、以及大鞏围矿点北侧约 1km 处的大鞏围土源地。项目共取土 137188m³，涉及土地面积 39254m²。

项目取土过程中，需避免在暴雨季节进行土方开挖作业，避免水土流水。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，共种草 39254m²，植树 9813 棵。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影响。因此，在采取有效的植被恢复措施后，对取土地生态环境影响较小。

8.3 施工过程中的环境保护防护措施

1) 在进行坑（井）口封堵治理时，采取局扇对坑（井）口进行通风，以减少对施工人员和周围环境的污染。

2) 对于采取清挖治理的废石（渣）堆、建（构）筑物、污染道路等设施，在清挖、回填过程中可能会产生扬尘，污染周围环境。因此在施工过程中采取不定期洒水、帆布遮挡等措施，抑制扬尘向周围环境的扩散。同时在大风天气时，禁止施工以减少对周围环境的污染。

3) 采取清挖治理的设施，在清挖后，原址有可能存在着遗漏或洒落的放射性污染，如不及时发现，可能造成污染面积扩大，对周围环境再次造成污染。因此在清挖过程中要认真贯彻“边施工，边监测”的施工方案，发现异常及时进行清理，确保对污染物的彻底清除，减少对周围环境的污染。

4) 放射性废物运输时，应采取防护措施，详见本报告 6.3.3.3 节中。

5) 建（构）筑物拆除后应该按照污染建筑垃圾和未受污染建筑垃圾分类堆放处置，避免交叉污染。

6) 本项目在施工过程中涉及到大型机械施工，其产生的噪声会对周围声环境造成一定程度的影响。本项目在施工过程中，尽量选择在白天进行施工，对于产生噪声较大的大型施工机械，禁止在夜间操作。

7) 本项目所需土均来自外地土源地，且需求量大，在土源运输过程易产生扬尘，而当地风速较小、空气湿度大在运输土源过程中扬尘量较小，对环境影响较小。同时，运输车顶土源上布置除尘毡布以防止扬尘，因此该运输过程中对环境、生态的影响很小。

8) 临时占地剥离的表土进行储存，作为生态恢复的土源。

9) 土源地取土施工时，尽量避免在暴雨季节进行土石方开挖作业，以减少水土流失量。同时各土源地在取土之后，按照地方水土保持的有关规定，需要种草、植树，植被选择当地的优势物种栽种，防止水土流失，改善生态环境，恢复自然植被。

9 退役治理后环境影响评价

9.1 退役治理后源项

退役治理后源项分析见§6.5.3 章节。退役治理后气载流出物源项特征见表 9.1-1，液态流出物源项同退役治理前相同，源项相对位置见图 9.1-1。

表 9.1-1 退役治理后气载放射性源项一览表

序号	矿点名称	源项名称	面源面积 m ²	氡析出率 Bq/m ² ·s	氡释放量 Bq/a	源项类型
1	黄泥湖矿点	露天采场 LTCC-1	1137.5	0.74	2.65E+10	面源
2		尾渣库	23000	0.74	5.37E+11	面源

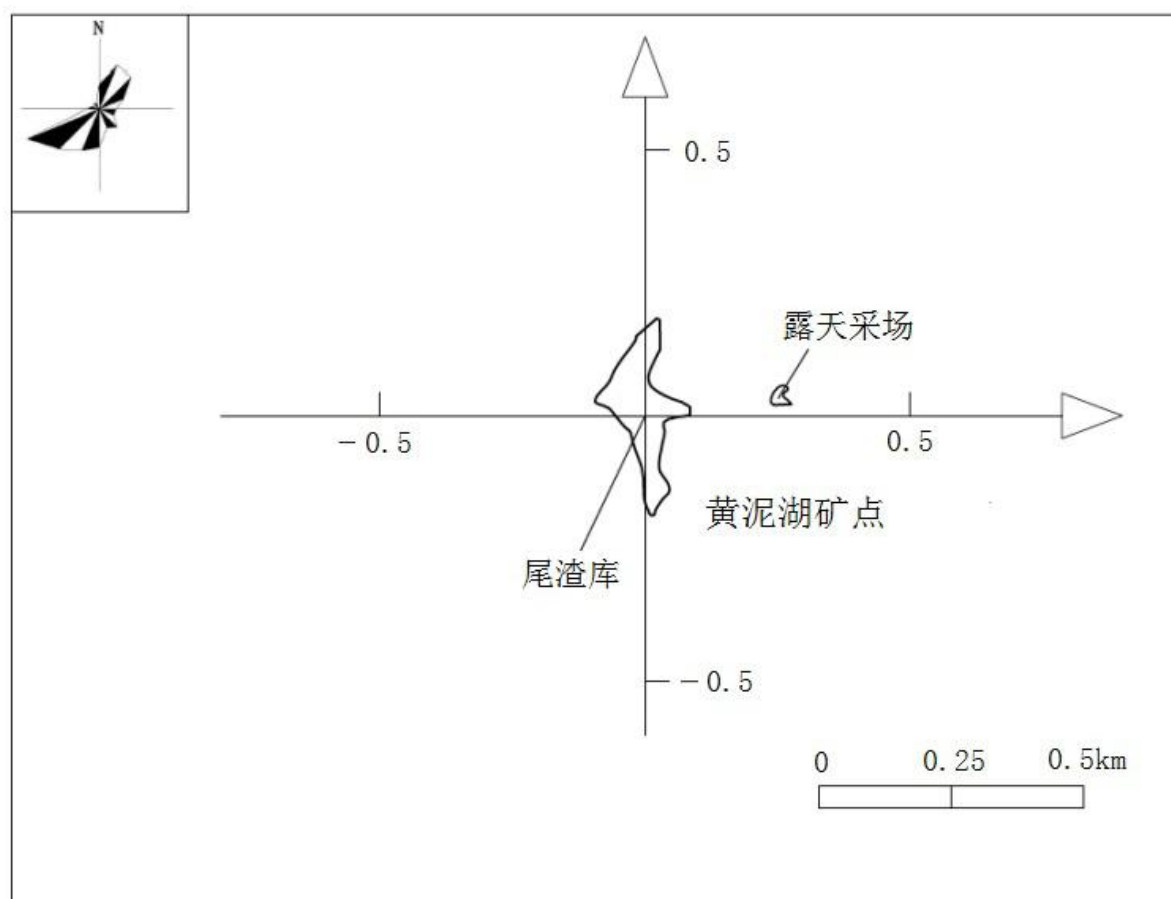


图 9.1-1 退役治理后源项相对位置图

9.2 退役治理后环境影响剂量估算与分析

9.2.1 气载途径辐射环境影响剂量估算

9.2.1.1 评价基本参数

退役治理后评价中心为黄泥湖尾渣库，评价年份为退役治理完成后第一年，即 2025 年。除源项变化外其余评价基本参数同退役治理前一致，本章节不在赘述。

9.2.1.2 环境敏感目标辐射环境影响

退役治理后本项目气载源项所致两个矿点周边 3km 范围内环境敏感目标核素浓度和公众剂量结果见表 9.2-1。

由表可知，退役治理后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 WSW 方位、0.9km 处山下，所有源项对山下空气中氡贡献浓度为 $4.85 \times 10^{-2} \text{Bq/m}^3$ ，所致该居民点的最大个人剂量为 $1.04 \times 10^{-3} \text{mSv/a}$ 。

表 9.2-1 退役治理后 3km 范围内环境敏感点辐射环境影响

序号	居民点	方位	距评价中心 距离 (km)	距离大崮围 矿点距离 (km)	^{222}Rn 浓度 (Bq/m^3)	公众个人剂量 (mSv/a)
1	高湖寨	WNW	1.7	3.9	2.28E-02	4.88E-04
2	割藤垵门口	NNW	2.7	5.4	1.45E-02	3.10E-04
3	山下	WSW	0.9	2.9	4.85E-02	1.04E-03
4	铁丝里	NNW	2.6	5.7	9.18E-03	1.96E-04
5	大崮围	SSW	3.1	0.5	7.16E-03	1.53E-04
6	白面石村	S	2.5	2.1	4.89E-03	1.05E-04
7	新屋	SSE	2.3	2.9	5.33E-03	1.14E-04
8	崮下	SE	2.1	3.4	5.86E-03	1.25E-04
9	桂龙嶂下	SW	5.8	2.4	1.95E-03	4.17E-05
10	野猪窝	SW	4.4	1.2	3.65E-03	7.80E-05
11	双坑	SW	3.8	0.7	4.28E-03	9.15E-05
12	上桂村	WSW	4	2.5	3.18E-03	6.80E-05
13	荸荠塘	WSW	2.6	1.9	7.75E-03	1.66E-04

退役治理后各污染源项对山下影响的贡献情况见表 9.2-2，由表可知，对山下敏感目标最大个人剂量贡献最大的源项是尾渣库，贡献份额 98.6%。

表 9.2-2 各源项对大峯围影响的贡献情况

序号	源项	²²² Rn 浓度 (Bq/m ³)	合计 (mSv/a)	份额 (%)
1	露天采场 LTCC-1	7.00E-04	1.50E-05	1.4
2	尾渣库	4.78E-02	1.02E-03	98.6
3	合计	4.85E-02	1.02E-03	100.00

9.2.1.3 各子区地面空气中氡浓度分布

退役治理后,气载放射性源项所致地面空气中氡浓度贡献值见表 9.2-3。

从上表可知,在有人子区中,退役治理后气载放射性流出物所致空气中各核素最大贡献浓度出现在 WSW 方位、0~1km 处,该子区地面空气中 ²²²Rn 最大贡献浓度为 4.85×10⁻²Bq/m³。

在无人子区中,退役治理后气载放射性流出物所致空气中各核素最大贡献浓度出现在 E 方位、0~1km 处,该子区地面空气中 ²²²Rn 最大贡献浓度为 0.385Bq/m³。

表 9.2-3 气载流出物所致各子区空气中氡浓度贡献值 (Bq/m³)

核素	方位	距离 (km)					
		0~1	1~2	2~3	3~5	5~10	10~20
²²² Rn	N	5.71E-02	6.02E-02	3.19E-02	1.41E-02	5.12E-03	1.94E-03
	NNE	1.73E-02	1.16E-02	1.75E-02	1.51E-02	1.05E-03	5.48E-04
	NE	2.32E-02	3.83E-03	1.62E-02	1.76E-02	7.32E-03	2.19E-03
	ENE	3.74E-02	2.66E-03	2.77E-02	1.45E-02	5.57E-03	1.61E-03
	E	3.85E-01	5.46E-03	9.76E-03	4.17E-03	2.24E-03	7.28E-04
	ESE	2.05E-02	5.70E-04	3.39E-03	3.92E-03	1.39E-03	4.50E-04
	SE	5.16E-03	1.93E-03	5.86E-03	2.29E-03	5.76E-04	2.40E-04
	SSE	9.05E-03	5.99E-03	5.33E-03	9.40E-04	4.90E-04	2.12E-04
	S	8.03E-03	2.61E-03	4.89E-03	2.25E-03	4.64E-04	3.24E-04
	SSW	2.02E-02	4.52E-03	3.16E-03	7.16E-03	3.46E-04	2.94E-04
	SW	3.33E-02	1.40E-02	3.93E-03	4.28E-03	6.32E-04	7.18E-04
	WSW	4.85E-02	8.53E-03	7.75E-03	3.18E-03	5.36E-04	4.12E-04
	W	3.15E-02	1.67E-02	9.41E-03	4.59E-03	2.02E-03	6.70E-04
	WNW	1.23E-01	2.28E-02	1.16E-02	5.21E-03	1.89E-03	6.58E-04
	NW	1.36E-01	2.81E-02	1.09E-02	5.26E-03	2.20E-03	7.40E-04
NNW	1.31E-01	3.70E-02	1.45E-02	7.39E-03	2.95E-03	8.88E-04	

注：阴影部分为无人子区。

9.2.1.4 各子区公众个人剂量分布

项目退役治理后气载放射性流出物所致各子区公众个人剂量见表 9.2-4。

评价范围内公众个人剂量等值线分布见图 9.2-1。

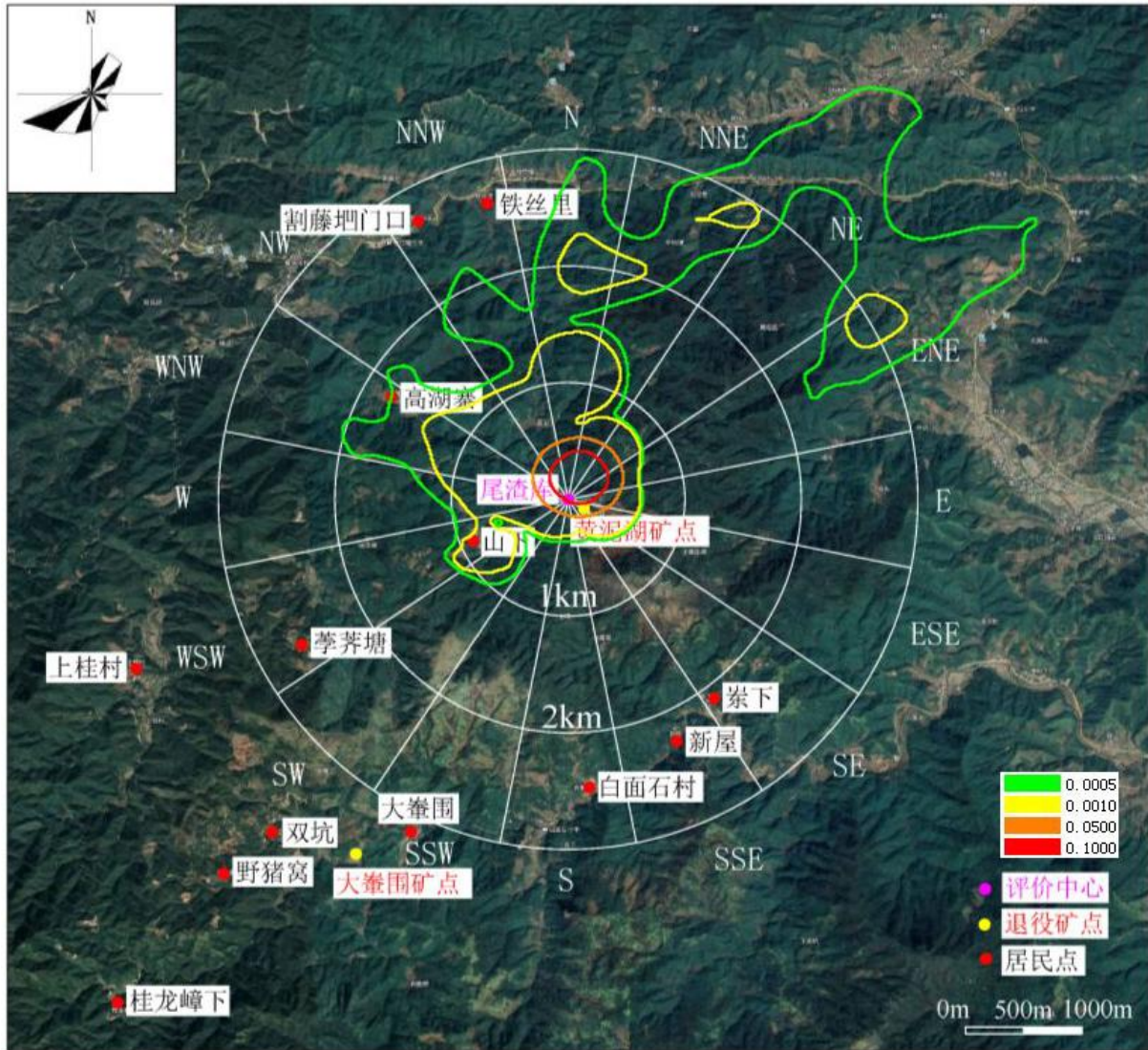


图 9.2-1 退役治理后气载流出物所致公众受照剂量等值线图

表 9.2-4 气载流出物所致各子区的个人剂量 (mSv/a)

核素	方位	距离 (km)					
		0~1	1~2	2~3	3~5	5~10	10~20
^{222}Rn	N	1.22E-03	1.29E-03	6.82E-04	3.01E-04	1.09E-04	4.15E-05
	NNE	3.70E-04	2.48E-04	3.74E-04	3.23E-04	2.24E-05	1.17E-05
	NE	4.96E-04	8.19E-05	3.46E-04	3.76E-04	1.56E-04	4.68E-05
	ENE	7.99E-04	5.69E-05	5.92E-04	3.10E-04	1.19E-04	3.44E-05
	E	8.23E-03	1.17E-04	2.09E-04	8.91E-05	4.79E-05	1.56E-05
	ESE	4.38E-04	1.22E-05	7.25E-05	8.38E-05	2.97E-05	9.62E-06
	SE	1.10E-04	4.13E-05	1.25E-04	4.89E-05	1.23E-05	5.13E-06
	SSE	1.93E-04	1.28E-04	1.14E-04	2.01E-05	1.05E-05	4.53E-06
	S	1.72E-04	5.58E-05	1.05E-04	4.81E-05	9.92E-06	6.93E-06
	SSW	4.32E-04	9.66E-05	6.75E-05	1.53E-04	7.40E-06	6.28E-06

核素	方位	距离 (km)					
		0~1	1~2	2~3	3~5	5~10	10~20
	SW	7.12E-04	2.99E-04	8.40E-05	9.15E-05	1.35E-05	1.53E-05
	WSW	1.04E-03	1.82E-04	1.66E-04	6.80E-05	1.15E-05	8.81E-06
	W	6.73E-04	3.57E-04	2.01E-04	9.81E-05	4.32E-05	1.43E-05
	WNW	2.63E-03	4.87E-04	2.48E-04	1.11E-04	4.04E-05	1.41E-05
	NW	2.91E-03	6.01E-04	2.33E-04	1.12E-04	4.70E-05	1.58E-05
	NNW	2.80E-03	7.91E-04	3.10E-04	1.58E-04	6.31E-05	1.90E-05

注：阴影部分为无人子区。

从该表可知，退役治理后本项目气载放射性流出物所致有人子区最大个人剂量出现在 WSW 方位、0~1km 子区内，该子区内最大个人剂量值为 $1.04 \times 10^{-3} \text{mSv/a}$ 。

退役治理后本项目气载放射性流出物所致无人子区最大个人剂量出现在 E 方位、0~1km 子区内，该子区内潜在照射最大个人剂量值为 $8.23 \times 10^{-3} \text{mSv/a}$ 。

9.2.1.5 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 $4.22 \times 10^{-3} \text{人} \cdot \text{Sv/a}$ 。

表 9.2-5 气载放射性流出物所致集体有效剂量

距离	0~1km	0~2km	0~3km	0~5km	0~10km	0~20km
20km 集体剂量, 人·Sv/a	1.55E-05	2.14E-05	6.07E-05	9.87E-04	1.74E-03	4.22E-03
份额, %	0.37	0.51	1.44	23.40	41.16	100.00

9.2.2 地表水环境影响分析

退役治理后，黄泥湖矿点和大崮围矿点的坑口流出水经过被动式过滤、疏水设施后经排水沟或排水盲沟分别排至黄泥湖小溪和群裕河，坑口流出水水质稳定，同退役治理前基本相同。

液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。因此本次退役治理后对公众的环境影响分析不再重复赘述，退役治理后的环境影响分析参考§7.3 章节。

9.2.3 地下水途径辐射环境影响估算

9.2.3.1 地下水影响途径分析

根据该工程的源项调查、治理方案和区域水文地质特征等分析，退役治理后可能涉及到对地下水环境产生影响主要为黄泥湖矿点的尾渣库。

本次退役治理工程拟在黄泥湖矿点废石堆 KD-X1 场址修建拦渣坝、排洪设施等形成尾渣库，用作黄泥湖矿点和大峯围矿点所有放射性废物的最终容纳场所，尾渣库设计库容 32 万 m³。

根据尾渣库勘察报告，库区岩层基本为火山碎屑岩（勘察揭露岩层为强风化火山碎屑岩及中风化火山碎屑岩），库区岩层岩体节理裂隙发育一般，岩石完整性较好。当所有污染物填筑后，尾渣库滩面覆盖治理采用复合层结构，即由下至上依次为粘土层 0.65m、膨润土防水毯（规格为 5.5kg/m²）、复合土工膜（两布一膜，材质 HDPE）1.5mm、砂卵石隔离层 0.2m、植被层 0.50m，最终尾渣库的多层覆盖总厚度为 135cm，形成天然顶部屏蔽层，此外，在库区设置排水沟和溢洪道引流上层客水，可有效阻隔上部水份及大气降水对尾渣库内污染物的淋滤。

综上所述，经过上述一系列顶部防渗覆盖、周边排水沟和溢洪道等退役治理手段，且尾渣库底部为天然防渗基底，对尾渣库内废物进行了全面包裹，充分的阻挡了大气降水及周边地表径流，可以有效地控制外来水对尾渣库内废物的冲刷和淋滤，使库内废物处于与外界环境隔离状态，有效地避免了尾渣渗滤进入地下水系统的风险。因此，尾渣库基本不会对周围地下水环境造成影响。

在正常工况下，上述环保措施可以有效的防止尾渣库渗滤液进入墙外地下水环境，不会对下游地下水产生影响。在非正常工况下，防渗膜破损，废水将通过破损区域进入到尾渣库下部地下水中，从而对尾渣库下游的地下水水质产生影响。本次地下水环境预测，假设尾渣库顶部防渗结构损坏和防渗膜达到使用寿命后全部失效的事故工况下，降水淋滤尾渣，渗滤液进入尾渣库下游含水层，渗流路径为沿地下水流向，在尾渣库内局部地下水流向为由南向北，在尾渣库外总体地下水流向为东南向西北方向，渗流流经地层主要为强风化火山碎屑岩，预测其对周边地下水水体产生的影响。

9.2.3.2 水文地质概念模型

本次评价中尾渣库地下水中放射性核素浓度分布的计算，采用的是中国原子能科学研究院编制的预测程序—XWATER。该程序可以准确地计算放射性核素及其衰变子体在含水层中的浓度分布情况。

放射性核素在地下水环境中迁移时，因核素（如 ^{238}U 等）衰变产物具有放射性，从而形成一个衰变链。各核素在迁移的过程中，有各自的分配系数，使其运动的速度有一定差别。在建立水文地质概念模型前，做如下假定：

- 1) 污染物在固相上的吸附遵从线性平衡关系。
- 2) 分配系数 k_d 和阻滞系数 R_d 满足 $R_d=1+k_d \times \rho_b/n_e$ 。
- 3) 弥散系数恒定，不考虑地下水的垂向流动差异。
- 4) 含水层中质量输运过程由两种基本输运现象控制，即为对流和弥散；同时假定吸附作用符合局部平衡假设，则吸附作用可以表达为线性关系。
- 5) 含水层侧向无限延伸，均质各向同性，厚度恒定为 h ，地下水流向单一（出于保守考虑，取渗透系数最大的方向作为研究方向），孔隙流速恒定为 u ，达西定律适用。

根据这些假设条件，将该区内地下水流场概化为一维流场二维水动力弥散的情况。

9.2.3.3 数学模型

假设地下水水流方向为 X 轴（X 方向地下水流速 u 保持不变），垂直于地下水水流方向为 Y 轴。则质量输运方程可以表达为：

污染物在含水层中的二维平面弥散基本方程为：

$$D_x \frac{\partial^2 c}{\partial x^2} + D_y \frac{\partial^2 c}{\partial y^2} - \lambda R_d c = R_d \frac{\partial c}{\partial t} + u \frac{\partial c}{\partial x} \quad (9-1)$$

以上方程的初始条件和边界条件为：

$$C(x,y,t)|_{t=0} = 0; \quad C(x,y,t)|_{x=\infty, y=\infty} = 0。$$

上式中：

C ——地下水中污染物浓度， Bq/m^3 ；

u ——地下水实际流速， m/s ；

D_x, D_y ——x、y 方向上的弥散系数， m^2/s ；

λ ——核素衰变常数， s^{-1} ；

R_d ——阻滞系数。

R_d 可写为： $R_d=1+k_d \times p_b/n_e$

式中：

n_e ——有效孔隙度，%；

p_b ——介质密度， g/cm^3 ；

k_d ——分配系数， $[Bq/g]/[Bq/cm^3]$ 。

假设尾渣库防渗失效部分为一个沿 X 方向长度为 l、沿 Y 方向宽度为 b 的水平矩形面源。选取该面源的中心为计算的坐标原点，见图 9.2-2。

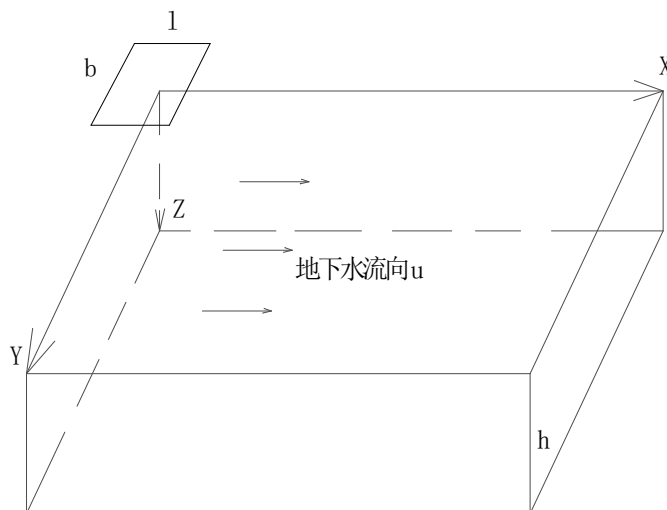


图 9.2-2 尾渣库渗水在地下水中迁移水文地质模型示意图

注：上图中 X 轴为地下水流向方向，Y 轴为水平垂直于地下水流向方向；h 为含水层厚度，其中 l 为尾渣库面源沿 X 方向的长度，b 为沿 Y 方向的平均宽度。（假设尾渣库失效面积为总防渗面积的 1‰，概化为 5m×5m 的面源。）

因此，在面源瞬时释放 1 个 Bq 的条件下，上述模型的解析解可表达为：

$$c_i(x, y, t) = \frac{1}{4n_e h b l R_d} \left[\operatorname{erf} \left(\frac{(x+l/2)-ut/R_d}{2\sqrt{D_x t/R_d}} \right) - \operatorname{erf} \left(\frac{(x-l/2)-ut/R_d}{2\sqrt{D_x t/R_d}} \right) \right] \quad (9-2)$$

$$\times \left[\operatorname{erf} \left(\frac{y+b/2}{2\sqrt{D_y t/R_d}} \right) - \operatorname{erf} \left(\frac{y-b/2}{2\sqrt{D_y t/R_d}} \right) \right] \times \exp(-\lambda t)$$

上式中：

$c_i(x, y, t)$ —— $t=0$ 时刻瞬时释放单位某核素 t 时刻 x, y 处液相中核素浓度， Bq/m^3 ；

t ——核素传输时间，d；
 h ——含水层的厚度，m；
 l ——面源沿 X 方向长度，m；
 b ——面源沿 Y 方向宽度，m。

其余符号意义同上。

尾渣库渗水连续排放，利用卷积积分可给出连续排放时污染物的浓度分布，即：

$$c(t) = \int_0^t c_i(t-\tau)f(\tau)d\tau \quad (9-3)$$

上式中：

$c(t)$ ——连续排放的污染物在 t 时刻的浓度，Bq/m³；

$c_i(t-\tau)$ —— $t=\tau$ 时刻瞬时释放单位某核素，在 $t-\tau$ 时刻 x, y 处液相中该核素浓度，Bq/m³；

$f(\tau)$ —— τ 时刻污染物的排放率，Bq/s。

本项目选择评价的因子为核素 U_{天然}、²²⁶Ra。

9.2.3.4 参数选取

1) 水文地质参数

本部分评价主要依据该区的地质水文地质勘察报告等相关资料，同时参阅有关文献，保守选取评价时所需的水文地质方面的参数。

评价中用到的水文地质参数列于表 9.2-6。

表 9.2-6 尾渣库评价区环境水文地质参数

参数名称	单位	数值
含水层厚度 h	m	6.2
渗透系数 k	m/d	0.026
水力坡度 I	/	0.069
平均孔隙流速 v	m/d	1.8×10^{-3}
有效孔隙度 n_e	%	20
纵向弥散系数 D_x	m ² /d	20
横向弥散系数 D_y	m ² /d	2.0

注：渗透系数保守取最大值。

2) 溶质运移参数

与本次计算的溶质运移有关参数见表 9.2-7。

表 9.2-7 溶质运移计算有关参数

核素	^{238}U	^{226}Ra	Mn
半衰期, a	4.47×10^9	1.6×10^3	—
核素衰变常数, a^{-1}	1.55×10^{-10}	4.33×10^{-4}	—
分配系数*, mL/g	4**	50	1000

注：*参数源自《地下水污染物迁移模拟（第二版）》郑春苗著，2009年高等教育出版社；**为 ^{238}U 分配系数。

9.2.3.5 渗水中核素浓度和渗入量

1) 渗入量

本评价模拟情景为：尾渣库防渗膜部分破损，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 后尾渣库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，预测情景示意图见图 9.2-3。

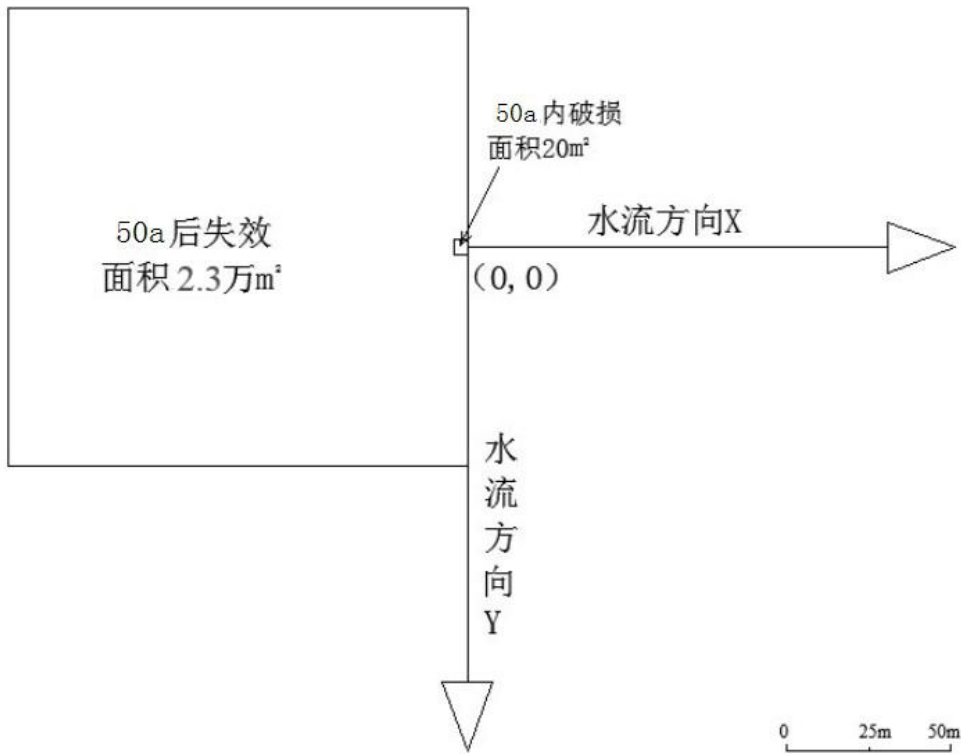


图 9.2-3 预测情景示意图

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%，寻乌县多年平均降水量为 1605.7mm，假设 50a 内的尾矿库防渗膜破损面积为总防渗面积的 1‰，取 23m²，经计算，渗水量为 2.44m³/a。50 年后尾矿库防渗膜达到使用寿命全部失效，失效面积为

23000m²，经计算，渗水量为 2440m³/a。

2) 核素浓度

根据黄泥湖矿点尾渣淋滤水监测数据，水中 U_{天然} 浓度为 0.004~0.096mg/L、²²⁶Ra 浓度为 0.100~0.426Bq/L、Mn 浓度为 0.039~0.840mg/L，SO₄²⁻浓度为 2.27~69.10mg/L，其中，SO₄²⁻满足《地下水质量标准》（GB/T 14848-2017）中III类标准。保守考虑，本次地下水预测选取了 U_{天然}、²²⁶Ra、Mn 浓度最大值，即 U_{天然} 含量 0.096mg/L、²²⁶Ra 活度浓度 0.426Bq/L 及 Mn 含量 0.84mg/L，预测其对地下水环境产生的影响。

9.2.3.6 模拟时间

本次预测模拟自假设防渗膜破损后开始，共预测 1000 年，分别列出其 20 年、50 年、500 年与 1000 年时各核素的浓度分布情况。

9.2.3.7 预测与分析

1) U_{天然}

表 9.2-8~表 9.2-11 分别列出了尾渣库退役治理后 20a、50a、500a 及 1000a 时 U_{天然} 在地下水中的浓度分布情况。

表 9.2-8 U_{天然} 浓度分布情况（20a）（mg/L）

水流方向 X (m)	垂直水流方向 Y (m)							
	1	10	20	30	40	50	100	150
1	2.19E-04	6.17E-08	0.00E+00	0.00E+00	0.00E+00	0.00E+00	0.00E+00	0.00E+00
10	1.53E-05	1.70E-08	0.00E+00	0.00E+00	0.00E+00	0.00E+00	0.00E+00	0.00E+00
20	3.95E-07	8.95E-10	0.00E+00	0.00E+00	0.00E+00	0.00E+00	0.00E+00	0.00E+00
30	8.06E-10	0.00E+00	0.00E+00	0.00E+00	0.00E+00	0.00E+00	0.00E+00	0.00E+00
40	0.00E+00	0.00E+00	0.00E+00	0.00E+00	0.00E+00	0.00E+00	0.00E+00	0.00E+00
50	0.00E+00	0.00E+00	0.00E+00	0.00E+00	0.00E+00	0.00E+00	0.00E+00	0.00E+00
100	0.00E+00	0.00E+00	0.00E+00	0.00E+00	0.00E+00	0.00E+00	0.00E+00	0.00E+00
150	0.00E+00	0.00E+00	0.00E+00	0.00E+00	0.00E+00	0.00E+00	0.00E+00	0.00E+00

表 9.2-9 $U_{\text{天然}}$ 浓度分布情况（50a）（mg/L）

水流方向 X (m)	垂直水流方向 Y (m)							
	1	10	20	30	40	50	100	150
1	3.23E-04	1.28E-06	1.00E-09	0.00E+00	0.00E+00	0.00E+00	0.00E+00	0.00E+00
10	6.91E-05	7.98E-07	7.26E-10	0.00E+00	0.00E+00	0.00E+00	0.00E+00	0.00E+00
20	1.05E-05	2.03E-07	2.31E-10	0.00E+00	0.00E+00	0.00E+00	0.00E+00	0.00E+00
30	1.76E-07	4.99E-09	0.00E+00	0.00E+00	0.00E+00	0.00E+00	0.00E+00	0.00E+00
40	1.35E-08	4.34E-10	0.00E+00	0.00E+00	0.00E+00	0.00E+00	0.00E+00	0.00E+00
50	9.22E-10	0.00E+00	0.00E+00	0.00E+00	0.00E+00	0.00E+00	0.00E+00	0.00E+00
100	0.00E+00	0.00E+00	0.00E+00	0.00E+00	0.00E+00	0.00E+00	0.00E+00	0.00E+00
150	0.00E+00	1.43E-36	0.00E+00	0.00E+00	0.00E+00	0.00E+00	0.00E+00	0.00E+00

表 9.2-10 $U_{\text{天然}}$ 浓度分布情况（500a）（mg/L）

水流方向 X (m)	垂直水流方向 Y (m)							
	1	10	20	30	40	50	100	150
1	9.27E-03	9.26E-03	9.26E-03	9.26E-03	9.27E-03	9.26E-03	1.24E-04	0.00E+00
10	6.84E-03	6.84E-03	6.83E-03	6.82E-03	6.82E-03	6.80E-03	1.15E-04	0.00E+00
20	4.85E-03	4.84E-03	4.83E-03	4.82E-03	4.81E-03	4.79E-03	9.87E-05	0.00E+00
30	2.48E-03	2.47E-03	2.46E-03	2.45E-03	2.44E-03	2.42E-03	6.59E-05	0.00E+00
40	1.53E-03	1.52E-03	1.52E-03	1.50E-03	1.50E-03	1.48E-03	4.61E-05	0.00E+00
50	8.93E-04	8.90E-04	8.83E-04	8.74E-04	8.69E-04	8.56E-04	2.98E-05	0.00E+00
100	2.55E-05	2.52E-05	2.46E-05	2.40E-05	2.36E-05	2.30E-05	1.15E-06	0.00E+00
150	1.73E-07	1.68E-07	1.59E-07	1.51E-07	1.47E-07	1.41E-07	8.86E-09	0.00E+00

表 9.2-11 $U_{\text{天然}}$ 浓度分布情况（1000a）（mg/L）

水流方向 X (m)	垂直水流方向 Y (m)							
	1	10	20	30	40	50	100	150
1	1.95E-02	1.95E-02	1.95E-02	1.95E-02	1.95E-02	1.94E-02	1.40E-03	8.12E-09
10	1.66E-02	1.66E-02	1.66E-02	1.66E-02	1.66E-02	1.65E-02	1.32E-03	1.06E-08
20	1.39E-02	1.39E-02	1.39E-02	1.39E-02	1.38E-02	1.37E-02	1.20E-03	1.27E-08
30	9.98E-03	9.98E-03	9.96E-03	9.93E-03	9.91E-03	9.81E-03	9.64E-04	1.51E-08
40	7.90E-03	7.90E-03	7.88E-03	7.85E-03	7.83E-03	7.74E-03	8.06E-04	1.55E-08
50	6.12E-03	6.11E-03	6.10E-03	6.07E-03	6.04E-03	5.97E-03	6.53E-04	1.52E-08
100	1.17E-03	1.17E-03	1.16E-03	1.15E-03	1.14E-03	1.12E-03	1.43E-04	7.52E-09
150	1.18E-04	1.17E-04	1.16E-04	1.15E-04	1.13E-04	1.10E-04	1.51E-05	1.43E-09

2) ^{226}Ra

表 9.2-12~表 9.2-15 分别列出了尾渣库退役治理后 20a、50a、500a 及 1000a 时 ^{226}Ra 在地下水中的浓度分布情况。

表 9.2-12 ^{226}Ra 浓度分布情况（20a）（Bq/L）

水流方向 X (m)	垂直水流方向 Y (m)							
	1	10	20	30	40	50	100	150
1	7.96E-05	0.00E+00	0.00E+00	0.00E+00	0.00E+00	0.00E+00	0.00E+00	0.00E+00
10	0.00E+00	0.00E+00	0.00E+00	0.00E+00	0.00E+00	0.00E+00	0.00E+00	0.00E+00
20	0.00E+00	0.00E+00	0.00E+00	0.00E+00	0.00E+00	0.00E+00	0.00E+00	0.00E+00
30	0.00E+00	0.00E+00	0.00E+00	0.00E+00	0.00E+00	0.00E+00	0.00E+00	0.00E+00
40	0.00E+00	0.00E+00	0.00E+00	0.00E+00	0.00E+00	0.00E+00	0.00E+00	0.00E+00
50	0.00E+00	0.00E+00	0.00E+00	0.00E+00	0.00E+00	0.00E+00	0.00E+00	0.00E+00
100	0.00E+00	0.00E+00	0.00E+00	0.00E+00	0.00E+00	0.00E+00	0.00E+00	0.00E+00
150	0.00E+00	0.00E+00	0.00E+00	0.00E+00	0.00E+00	0.00E+00	0.00E+00	0.00E+00

表 9.2-13 ^{226}Ra 浓度分布情况（50a）（Bq/L）

水流方向 X (m)	垂直水流方向 Y (m)							
	1	10	20	30	40	50	100	150
1	7.96E-05	0.00E+00	0.00E+00	0.00E+00	0.00E+00	0.00E+00	0.00E+00	0.00E+00
10	3.68E-09	0.00E+00	0.00E+00	0.00E+00	0.00E+00	0.00E+00	0.00E+00	0.00E+00
20	0.00E+00	0.00E+00	0.00E+00	0.00E+00	0.00E+00	0.00E+00	0.00E+00	0.00E+00
30	0.00E+00	0.00E+00	0.00E+00	0.00E+00	0.00E+00	0.00E+00	0.00E+00	0.00E+00
40	0.00E+00	0.00E+00	0.00E+00	0.00E+00	0.00E+00	0.00E+00	0.00E+00	0.00E+00
50	0.00E+00	0.00E+00	0.00E+00	0.00E+00	0.00E+00	0.00E+00	0.00E+00	0.00E+00
100	0.00E+00	0.00E+00	0.00E+00	0.00E+00	0.00E+00	0.00E+00	0.00E+00	0.00E+00
150	0.00E+00	0.00E+00	0.00E+00	0.00E+00	0.00E+00	0.00E+00	0.00E+00	0.00E+00

表 9.2-14 ^{226}Ra 浓度分布情况（500a）（Bq/L）

水流方向 X (m)	垂直水流方向 Y (m)							
	1	10	20	30	40	50	100	150
1	7.77E-05	7.77E-05	7.77E-05	7.78E-05	7.79E-05	7.80E-05	0.00E+00	0.00E+00
10	6.07E-09	6.05E-09	5.99E-09	5.74E-09	5.37E-09	5.18E-09	0.00E+00	0.00E+00
20	0.00E+00	0.00E+00	0.00E+00	0.00E+00	0.00E+00	0.00E+00	0.00E+00	0.00E+00
30	0.00E+00	0.00E+00	0.00E+00	0.00E+00	0.00E+00	0.00E+00	0.00E+00	0.00E+00

水流方向 X (m)	垂直水流方向 Y (m)							
	1	10	20	30	40	50	100	150
40	0.00E+00	0.00E+00	0.00E+00	0.00E+00	0.00E+00	0.00E+00	0.00E+00	0.00E+00
50	0.00E+00	0.00E+00	0.00E+00	0.00E+00	0.00E+00	0.00E+00	0.00E+00	0.00E+00
100	0.00E+00	0.00E+00	0.00E+00	0.00E+00	0.00E+00	0.00E+00	0.00E+00	0.00E+00
150	0.00E+00	0.00E+00	0.00E+00	0.00E+00	0.00E+00	0.00E+00	0.00E+00	0.00E+00

表 9.2-15 ²²⁶Ra 浓度分布情况 (1000a) (Bq/L)

水流方向 X (m)	垂直水流方向 Y (m)							
	1	10	20	30	40	50	100	150
1	7.77E-05	7.77E-05	7.77E-05	7.78E-05	7.79E-05	7.80E-05	0.00E+00	0.00E+00
10	6.07E-09	6.05E-09	5.99E-09	5.74E-09	5.37E-09	5.18E-09	0.00E+00	0.00E+00
20	0.00E+00	0.00E+00	0.00E+00	0.00E+00	0.00E+00	0.00E+00	0.00E+00	0.00E+00
30	0.00E+00	0.00E+00	0.00E+00	0.00E+00	0.00E+00	0.00E+00	0.00E+00	0.00E+00
40	4.07E-10	1.91E-10	1.76E-10	1.56E-10	1.41E-10	1.14E-10	0.00E+00	0.00E+00
50	0.00E+00	0.00E+00	0.00E+00	0.00E+00	0.00E+00	0.00E+00	0.00E+00	0.00E+00
100	0.00E+00	0.00E+00	0.00E+00	0.00E+00	0.00E+00	0.00E+00	0.00E+00	0.00E+00
150	0.00E+00	0.00E+00	0.00E+00	0.00E+00	0.00E+00	0.00E+00	0.00E+00	0.00E+00

3) Mn

表 9.2-16~表 9.2-19 分别列出了尾渣库退役治理后 20a、50a、500a 及 1000a 时 Mn 在地下水中的浓度分布情况。

表 9.2-16 Mn 浓度分布情况 (20a) (mg/L)

水流方向 X (m)	垂直水流方向 Y (m)							
	1	10	20	30	40	50	100	150
1	2.32E-05	0.00E+00	0.00E+00	0.00E+00	0.00E+00	0.00E+00	0.00E+00	0.00E+00
10	0.00E+00	0.00E+00	0.00E+00	0.00E+00	0.00E+00	0.00E+00	0.00E+00	0.00E+00
20	0.00E+00	0.00E+00	0.00E+00	0.00E+00	0.00E+00	0.00E+00	0.00E+00	0.00E+00
30	0.00E+00	0.00E+00	0.00E+00	0.00E+00	0.00E+00	0.00E+00	0.00E+00	0.00E+00
40	0.00E+00	0.00E+00	0.00E+00	0.00E+00	0.00E+00	0.00E+00	0.00E+00	0.00E+00
50	0.00E+00	0.00E+00	0.00E+00	0.00E+00	0.00E+00	0.00E+00	0.00E+00	0.00E+00
100	0.00E+00	0.00E+00	0.00E+00	0.00E+00	0.00E+00	0.00E+00	0.00E+00	0.00E+00
150	0.00E+00	0.00E+00	0.00E+00	0.00E+00	0.00E+00	0.00E+00	0.00E+00	0.00E+00

表 9.2-17 Mn 浓度分布情况（50a） (mg/L)

水流方向 X (m)	垂直水流方向 Y (m)							
	1	10	20	30	40	50	100	150
1	5.70E-05	0.00E+00	0.00E+00	0.00E+00	0.00E+00	0.00E+00	0.00E+00	0.00E+00
10	0.00E+00	0.00E+00	0.00E+00	0.00E+00	0.00E+00	0.00E+00	0.00E+00	0.00E+00
20	0.00E+00	0.00E+00	0.00E+00	0.00E+00	0.00E+00	0.00E+00	0.00E+00	0.00E+00
30	0.00E+00	0.00E+00	0.00E+00	0.00E+00	0.00E+00	0.00E+00	0.00E+00	0.00E+00
40	0.00E+00	0.00E+00	0.00E+00	0.00E+00	0.00E+00	0.00E+00	0.00E+00	0.00E+00
50	0.00E+00	0.00E+00	0.00E+00	0.00E+00	0.00E+00	0.00E+00	0.00E+00	0.00E+00
100	0.00E+00	0.00E+00	0.00E+00	0.00E+00	0.00E+00	0.00E+00	0.00E+00	0.00E+00
150	0.00E+00	0.00E+00	0.00E+00	0.00E+00	0.00E+00	0.00E+00	0.00E+00	0.00E+00

表 9.2-18 Mn 浓度分布情况（500a） (mg/L)

水流方向 X (m)	垂直水流方向 Y (m)							
	1	10	20	30	40	50	100	150
1	4.53E-04	4.18E-04	4.18E-04	4.19E-04	4.19E-04	4.20E-04	0.00E+00	0.00E+00
10	4.49E-08	2.64E-08	2.61E-08	2.55E-08	2.50E-08	2.39E-08	0.00E+00	0.00E+00
20	0.00E+00	0.00E+00	0.00E+00	0.00E+00	0.00E+00	0.00E+00	0.00E+00	0.00E+00
30	0.00E+00	0.00E+00	0.00E+00	0.00E+00	0.00E+00	0.00E+00	0.00E+00	0.00E+00
40	0.00E+00	0.00E+00	0.00E+00	0.00E+00	0.00E+00	0.00E+00	0.00E+00	0.00E+00
50	0.00E+00	0.00E+00	0.00E+00	0.00E+00	0.00E+00	0.00E+00	0.00E+00	0.00E+00
100	0.00E+00	0.00E+00	0.00E+00	0.00E+00	0.00E+00	0.00E+00	0.00E+00	0.00E+00
150	0.00E+00	0.00E+00	0.00E+00	0.00E+00	0.00E+00	0.00E+00	0.00E+00	0.00E+00

表 9.2-19 Mn 浓度分布情况（1000a） (mg/L)

水流方向 X (m)	垂直水流方向 Y (m)							
	1	10	20	30	40	50	100	150
1	8.29E-04	8.04E-04	8.04E-04	8.05E-04	8.06E-04	8.07E-04	0.00E+00	0.00E+00
10	1.25E-06	1.01E-06	1.00E-06	9.84E-07	9.70E-07	9.37E-07	0.00E+00	0.00E+00
20	0.00E+00	0.00E+00	0.00E+00	0.00E+00	0.00E+00	0.00E+00	0.00E+00	0.00E+00
30	0.00E+00	0.00E+00	0.00E+00	0.00E+00	0.00E+00	0.00E+00	0.00E+00	0.00E+00
40	0.00E+00	0.00E+00	0.00E+00	0.00E+00	0.00E+00	0.00E+00	0.00E+00	0.00E+00
50	0.00E+00	0.00E+00	0.00E+00	0.00E+00	0.00E+00	0.00E+00	0.00E+00	0.00E+00
100	0.00E+00	0.00E+00	0.00E+00	0.00E+00	0.00E+00	0.00E+00	0.00E+00	0.00E+00
150	0.00E+00	0.00E+00	0.00E+00	0.00E+00	0.00E+00	0.00E+00	0.00E+00	0.00E+00

4) 结果分析

由上述结果可知，随着尾渣库渗滤液的不不断渗漏，地下水核素污染羽逐渐向外围扩散。在水流方向与垂直水流方向，核素的浓度均随与尾渣库距离的增加而减小。

该尾渣库拦渣坝下游有一条黄泥湖小溪，其距离黄泥湖小溪的最近距离为 100m，最远距离约为 400m。假设尾渣库防渗膜破损区域为距离黄泥湖小溪最近的尾渣库边界处，距离黄泥湖小溪为 100m。由预测结果可知，在尾渣库防渗膜破损后第 50a 时， $U_{\text{天然}}$ 、 ^{226}Ra 和 Mn 的在下游 100m 处的浓度分别为 0，说明污染物未到达黄泥湖小溪。在模拟期末 1000a（即尾渣库防渗膜达到使用寿命全部失效后的第 900a）时，仅 $U_{\text{天然}}$ 迁移距离达 100m，且其对该处的地下水环境 $U_{\text{天然}}$ 浓度贡献值仅为 $1.17 \times 10^{-3} \text{mg/L}$ ，基本可忽略其对地下水环境及黄泥湖小溪的影响。

9.2.4 剂量汇总与评价

综上所述，退役治理后黄泥湖矿点和大峯围矿点辐射环境影响主要途径为气载途径，地表水和地下水途径辐射环境影响贡献值非常小。退役治理后 20km 范围内的关键居民组为评价中心 WSW 方位、0.9km 处山下，公众最大个人剂量值为 $1.04 \times 10^{-3} \text{mSv/a}$ ；评价区域 20km 范围内无人子区潜在最大个人剂量为 $8.23 \times 10^{-3} \text{mSv/a}$ ，出现在评价中心 E 方位、0~1km 处；评价区域 20km 范围内居民产生的集体剂量为 $4.22 \times 10^{-3} \text{人} \cdot \text{Sv/a}$ 。主要由气载放射性流出物所致，关键途径为吸入内照射，关键核素为 ^{222}Rn 。

9.3 退役治理效果分析

1) 气载途径辐射影响效果分析

退役治理后，随着气载流出物源项的大幅度降低，本项目所致的环境影响也随之减少。退役前后气载途径所致环境影响比较见表 9.3-1。

表 9.3-1 退役治理前后气载途径所致环境影响比较

比较项目	源项		无人子区最大氡浓度 Bq/m^3	有人子区最大氡浓度 Bq/m^3	公众最大个人剂量 mSv/a	集体剂量 $\text{人} \cdot \text{Sv/a}$
	数量个	氡释放量 Bq/a				
退役前	42	$7.72\text{E}+12$	$8.55\text{E}+00$	$1.40\text{E}+00$	$2.98\text{E}-02$	$6.84\text{E}-02$
退役后	2	$4.94\text{E}+11$	$3.85\text{E}-01$	$4.85\text{E}-02$	$1.04\text{E}-03$	$4.22\text{E}-03$

变化率, %	-95.2%	-93.6%	-95.5%	-96.5%	-96.5%	-93.8%
--------	--------	--------	--------	--------	--------	--------

由表可以看出，退役治理前地面空气中无人子区的氡浓度贡献最大值为 8.55Bq/m^3 ，有人子区氡浓度最大值为 1.40Bq/m^3 ；退役治理后无人子区最大值为 0.385Bq/m^3 ，有人子区氡浓度最大值为 0.0485Bq/m^3 。治理后无人子区氡浓度最大值为治理前的 4.5%；有人子区氡浓度最大值为治理前的 3.5%。退役治理后地面空气中的氡浓度明显减少。

本项目退役治理前公众最大个人剂量为 $2.98 \times 10^{-2}\text{mSv/a}$ ，治理后为 $1.04 \times 10^{-3}\text{mSv/a}$ ，治理后最大个人剂量为治理前的 3.5%。退役治理后源项所致各子区最大个人剂量明显减少。

退役治理前放射性源项所致 20km 范围内集体剂量为 6.84×10^{-2} 人·Sv/a，退役治理后集体剂量为 4.22×10^{-3} 人·Sv/a，退役治理后的集体剂量约为治理前的 6.2%。退役治理后 20km 范围内的集体剂量明显减少。

2) 液态途径辐射影响效果分析

退役治理后，黄泥湖矿点和大鞞围矿点的坑口流出水经过被动式过滤、疏水设施后经排水沟或排水盲沟分别排至黄泥湖小溪和群裕河，坑口流出水中放射性核素浓度稳定，同退役治理前基本相同。液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。

3) 地下水途径辐射影响效果分析

尾渣库采取顶部防渗覆盖、周边排水沟和溢洪道等退役治理手段，使尾渣库内废物进行了全面包裹，充分的阻挡了大气降水及周边地表径流。有效地控制外来水对尾渣库内废物的冲刷和淋滤，使库内废物处于与外界环境隔离状态，避免了尾渣渗滤进入地下水系统的风险。在正常工况下，上述环保措施可以有效的防止尾渣库渗滤液进入坝体外地下水环境，不会对下游地下水产生影响。

在非正常工况下，即尾渣库顶部防渗结构损坏和防渗膜达到使用寿命后全部失效的事故工况下降水淋滤尾渣，渗滤液进入尾渣库下游含水层。由预测结果可知：在尾渣库防渗膜破损后第 50a 时， $U_{\text{天然}}$ 、 ^{226}Ra 和 Mn 的在下游 100m 处的浓度分别为 0，说明污染物未到达黄泥湖小溪。在模拟期末 1000a（即尾渣库防渗膜达到使用寿命全部失效后的第 900a）时，仅 $U_{\text{天}}$

迁移距离达 100m，且其对该处的地下水环境 $U_{\text{天然}}$ 浓度贡献值仅为 $1.17 \times 10^{-3} \text{mg/L}$ ，基本可忽略其对地下水环境及黄泥湖小溪的影响。

由以上分析可知，本次退役工程的治理措施在减少辐射环境影响方面的作用是十分有效的。

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

本项目退役治理施工过程中及退役治理后可能对环境产生影响的环境事故包括：

1) 尾渣及废石（渣）运输事故

在废物集中处置治理过程中，黄泥湖矿点废石、尾渣装车运往尾渣库，大鞞围矿点废石（渣）堆装车运往尾渣库。在上述运输过程中，由于各种原因，可能导致尾渣和废石（渣）运输车辆交通事故，导致大量废石（渣）或尾渣洒落在沿途的事件。

2) 尾渣库溃坝事故

尾渣库在遭受特大洪水、且防排洪设施出现故障或者特大地震等自然破坏时，可能产生尾渣库溃坝事故。尾渣库溃坝可能造成大量尾渣浆随着洪水下泄的情景。一方面可对下游近距离、地势低的居民造成较为严重的人员伤亡；另一方面尾渣大量下泄会形成大面积的环境污染，主要表现为放射性废水对水体的污染、下泄尾渣对农田和土壤的污染、大面积尾渣滩面析出的氡对附近居民点造成的内照射等。

10.2 最大可信事故确定

10.2.1 尾渣及废石（渣）运输事故分析

本项目退役治理过程中，大鞞围矿点废石约 1.86 万 t、废渣 4.65 万 t 运往尾渣库集中处置，大鞞围矿点至尾渣库运输距离约 9km。

根据废石及尾渣运输密闭箱式自卸汽车的载重量，单次运输废石或尾渣量约为 9.5t，共 10 辆车，运输次数为 685 次/车辆，大鞞围矿点废石（渣）运输工期约 6 个月。根据核工业 30 年放射性物质运输统计数据，公路运输发生的事故概率为 $4.3 \times 10^{-7}/\text{km} \cdot \text{车次}$ ，故本项目单量车运输废石（渣）交通事故发生的风险值为 0.0053 次/a，可见发生事故的可能性较小。

但是，一旦事故发生，应立即采取有效的处理措施，及时将洒落的废石或尾渣进行清理，并对污染的土壤进行超挖，超挖土和废石运至尾渣库堆放，尽量减少对环境的污染。

10.2.2 尾渣库溃坝事故分析

尾渣库遭受特大洪水、防排洪设施出现故障时，可能发生溃坝事故，造成大量尾渣随着洪水下泄。尾渣大量下泄会形成面源污染，污染附近水体和土壤，尾渣滩面析出的氡对附近居民造成放射性照射。

尾渣库为沟谷型，采用堆石透水坝，拦渣坝高 31m，设计有效库容 32 万 m^3 （本项目尾渣库内集中堆存的污染物及覆盖层总方量约 31.37 万 m^3 ），若遭遇暴雨冲毁、洪水漫顶，冲毁坝体，尾渣下泄将可能会污染周围场地环境，并造成公众吸入内照射和 γ 外照射。尾渣库山谷为南北走向，地势南高北低。该库为尾渣库，且无水覆盖，发生溃坝后按照尾渣库中 30%的污染物、共计约 9.41 万 m^3 被冲出，结合当地地形条件，尾渣等废物将从南至北冲出库区，下泄至下游沟谷中，并沿沟谷至其地形相互交错处，最大影响距离约为坝高的 40 倍（40 倍坝高为有水覆盖尾矿库溃坝距离的经验数据，该库为尾渣库，且无水覆盖，为保守考虑，仍取该数据），结合尾渣库所在区域地形，尾渣库溃坝下泄影响范围约 48420 m^2 （含尾渣库现有裸露面积），表面氡析出率取 1.96Bq/ $m^2\cdot s$ ，按照 4 个月事故处理期考虑，氡排放量共计 9.98 $\times 10^{11}$ Bq；考虑 3~6 月雨季强降雨形成洪水，下泄洪水中冲刷尾渣而溶出的放射性核素含量较低，洪水泄至下游地表水体后，由于河水稀释，其放射性核素浓度会更低。

10.2.3 最大可信事故

由于尾渣库是铀矿冶工程的重要构筑物，其占地面积和容积较大、势能较高，一旦发生事故，影响程度大、范围广，是铀矿冶设施中事故影响后果较为严重的一类，并且具有事故处理周期长、难度大的特点。此外，根据事故情景分析可知，尾渣库发生事故后放射性物质排放量较大。因此，本次事故环境影响分析将尾渣库溃坝作为最大可信事故，对气载途径和液态途径所致的辐射环境影响进行预测与评价。

10.3 尾渣库溃坝事故后果预测

10.3.1 事故源项

1) 气态源项

本项目尾渣库内废物及覆盖层总量 31.37 万 m^3 ，根据事故情景假设，

一次暴雨冲刷夹带的尾渣共 9.41 万 m^3 ，尾渣滩面面积约 48420m^2 ，氡排放量共计 $9.98 \times 10^{11}\text{Bq}$ 。事故期间尾渣全部处于裸露状态，公众主要受到沉积尾渣析出的氡引起的吸入内照射影响。

2) 液态源项

本项目考虑 3~6 月雨季强降雨形成洪水，暴雨期最大日降水量达 300mm，溃坝后尾渣裸露面积约 48420m^2 ，冲刷尾渣洪水量约 14526m^3 ，排放量约 $0.17\text{m}^3/\text{s}$ 。

黄泥湖矿点尾渣堆存区经尾渣淋滤水样中核素浓度 $U_{\text{天然}}$ 为 0.096mg/L 、 ^{226}Ra 为 0.426Bq/L 。另外，水中 ^{230}Th 、 ^{210}Po 和 ^{210}Pb ，参考《铀矿冶规划环评》中推荐的公式计算获得，具体公式见 6.5 章。水中放射性核素浓度见表 10.3-1。

表 10.3-1 下泄洪水放射性核素浓度

下泄洪水	流量 (m^3/s)	^{238}U (Bq/m^3)	^{234}U (Bq/m^3)	^{230}Th (Bq/m^3)	^{226}Ra (Bq/m^3)	^{210}Pb (Bq/m^3)	^{210}Po (Bq/m^3)
	0.17	1181	1181	583	426	42	20

10.3.2 预测模式与参数

1) 气载途径

本次事故预测采用 UAIR-FINE 软件内置气象扩散模型 AERMOD，该模型基于高斯扩散模式，可利用长期气象条件进行污染物扩散的模拟，适用于本次气态途径的辐射影响预测。

(1) 子区划分与预测点设置

以尾渣库为预测中心，半径 3km 范围进行子区划分，分别以 1、2、3km 为半径画 3 个同心圆，与圆心角为 22.5° 的 16 个方位相交划分扇形区，共 48 个评价子区，预测中心周围 3km 范围内的居民点公众剂量进行预测。

(2) 气象参数

根据区域气象统计资料，降雨量最大的季节在 3~6 月，考虑事故清理周期为 4 个月，采用 3~6 月之间的气象参数为输入条件，进行尾渣库溃坝辐射环境影响预测。

2) 地表水途径

尾渣库溃坝后，下泄洪水中冲刷尾渣而溶出核素含量较低的放射性核素主要包括 ^{238}U 、 ^{234}U 、 ^{230}Th 、 ^{210}Po 和 ^{210}Pb ，洪水泄至下游地表水体后，通过地表水途径对公众所造成影响。

（1）照射途径

根据当地居民点对地表水使用途径，主要照射途径包括岸边活动外照射、农产品食入内照射、动物产品食入内照射和食鱼内照射。

（2）预测方法

本次液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 ULID-FINE 软件，该软件是在原 Y30LID 原理基础上界面化的程序，同时更新了最新的剂量参数。具体模式与参数详见报告书附录 2。

（3）受纳水体流量

本项目考虑事故清理周期为 4 个月，采用受纳水体 3~6 月份流量作为预测流量，根据项目单位提供的受纳水体及其下游汇入河流 3~6 月份流量见表 10.3-2。

表 10.3-2 受纳水体及其下游汇入河流 3~6 月份流量

月份	黄泥湖小溪流量, m^3/s	上桂河, m^3/s
3	0.26	1.2
4	0.36	1.45
5	0.29	2.23
6	0.27	1.32

（4）与评价相关参数

本项目参照同位于赣州市且生活习惯相近的 741 矿 II 期（全南县）中液态途径相关参数。主要包括环境水使用因子、食入受污染农产品参数和食入动物污染产品参数见表 10.3-3、表 10.3-4 和表 10.3-5。

表 10.3-3 环境水体使用因子

年龄组	婴儿		幼儿		少年		成人	
	最大	平均	最大	平均	最大	平均	最大	平均
岸边活动时间, a	0	0	0.02	0.01	0.11	0.07	0.22	0.13

表 10.3-4 食入受污染农产品参数

农产品	污水灌溉率 $m^3/m^2 \cdot a$	收获到消费时间 d		婴儿		幼儿		少年		成年	
		最短	平均	最大	平均	最大	平均	最大	平均	最大	平均
南方水稻, kg/a	0.7	10	180	0.02	0.02	80	60	150	120	190	160
蔬菜, kg/a	0.5	1	3	0.02	0.01	50	35	80	65	120	95
水果, kg/a	0.1	2	10	0.03	0.01	7	5	8	6	6	4

表 10.3-5 食入受污染动物产品参数

动物产品	动物饮污水量 L/d	屠宰到消费时间 d		婴儿消费量		幼儿消费量		少年消费量		成年消费量	
		最短	平均	最大	平均	最大	平均	最大	平均	最大	平均
蛋, kg/a	0.01	1	10	0	0	4	2	3	2.5	2	1.5
牛肉, kg/a	0.82	1	2	0	0	0.07	0.04	0.06	0.03	0.5	0.1
家禽, kg/a	0.02	1	2	0	0	2.0	1.4	7.0	5.5	11.5	8.6
猪肉, kg/a	0.4	1	2	0	0	10	4	10	5	15	10
食鱼, kg/a	—	—	—	0	0	2.5	1.6	4.5	2.9	5.2	3.5

(5) 评价范围

以尾渣库为预测中心半径 20km 范围内,尾渣库洪水下泄黄泥湖小溪及上桂河流经子区见图 10.3-1。

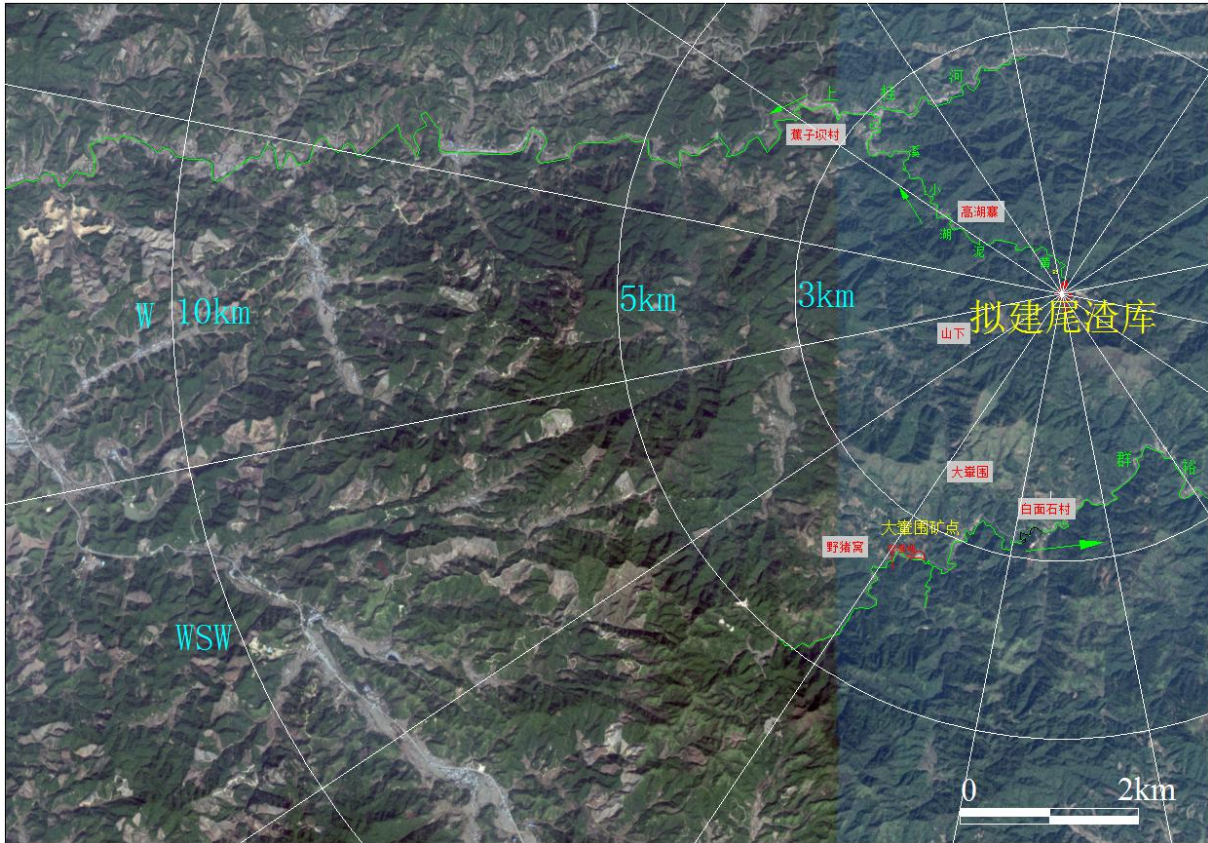


图 10.3-1 尾渣库洪水下泄黄泥湖小溪及上桂河流经子区图

10.3.3 事故期间辐射环境预测与评价

1) 气载途径辐射环境剂量估算

(1) 居民点氡浓度和公众剂量

尾渣库溃坝事故期间所致周围敏感点空气中氡浓度和公众个人剂量见表 10.3-6。

表 10.3-6 尾渣库溃坝事故期间 3km 范围内环境敏感点辐射环境影响

序号	居民点	方位	距评价中心距离 (km)	^{222}Rn 浓度 (Bq/m^3)	公众个人剂量 ($\text{mSv}/\text{次}$)
1	高湖寨	WNW	1.7	1.12E-01	2.39E-03
2	割藤垌门口	NNW	2.7	7.57E-02	1.62E-03
3	山下	WSW	0.9	1.84E-01	3.93E-03
4	铁丝里	NNW	2.6	6.45E-02	1.38E-03
5	大峯围	SSW	3.1	4.32E-02	9.24E-04
6	白面石村	S	2.5	5.52E-02	1.18E-03
7	新屋	SSE	2.3	1.77E-02	3.79E-04
8	峯下	SE	2.1	3.80E-02	8.12E-04

序号	居民点	方位	距评价中心距离 (km)	²²² Rn 浓度 (Bq/m ³)	公众个人剂量 (mSv/次)
9	桂龙嶂下	SW	5.8	1.27E-02	2.71E-04
10	野猪窝	SW	4.4	2.02E-02	4.32E-04
11	双坑	SW	3.8	2.47E-02	5.27E-04
12	上桂村	WSW	4	1.70E-02	3.63E-04
13	荸荠塘	WSW	2.6	3.64E-02	7.78E-04

由上表可知，尾渣库溃坝事故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 WSW 方位、0.9km 处山下，山下空气中氡贡献浓度为 0.184Bq/m³，所致该居民点的最大个人剂量为 3.93×10⁻³mSv/次，可满足本项目事故情况下公众剂量 1mSv/次的约束值要求。

(2) 各子区地面空气中 ²²²Rn 浓度及公众剂量

尾渣库溃坝事故期间，气载放射性源项所致地面空气中氡浓度贡献值见表 10.3-7。

表 10.3-7 气载流出物所致各子区空气中氡浓度贡献值 (Bq/m³)

核素	方位	距离 (km)					
		0~1	1~2	2~3	3~5	5~10	10~20
²²² Rn	N	1.02E-01	1.40E-01	1.65E-01	8.96E-02	3.28E-02	1.14E-02
	NNE	8.73E-02	2.13E-02	8.63E-02	1.01E-01	1.53E-02	3.00E-03
	NE	6.59E-02	1.38E-02	8.67E-02	1.03E-01	4.01E-02	1.34E-02
	ENE	2.95E-02	3.45E-02	1.57E-01	7.08E-02	2.14E-02	8.60E-03
	E	1.45E-02	3.42E-02	6.71E-02	3.29E-02	1.13E-02	2.51E-03
	ESE	1.07E-02	3.41E-03	1.92E-02	2.33E-02	7.92E-03	2.59E-03
	SE	8.30E-03	2.43E-03	2.01E-02	1.10E-02	3.46E-03	1.34E-03
	SSE	2.80E-02	2.31E-02	2.11E-02	6.59E-03	2.69E-03	1.18E-03
	S	2.79E-02	1.34E-02	2.48E-02	1.13E-02	2.93E-03	1.91E-03
	SSW	6.23E-02	1.53E-02	1.26E-02	1.56E-02	2.07E-03	1.76E-03
	SW	7.58E-02	3.80E-02	2.30E-02	8.48E-03	3.32E-03	3.70E-03
	WSW	1.84E-01	6.09E-02	1.93E-02	8.68E-03	2.66E-03	2.08E-03
	W	3.77E-01	1.11E-01	4.22E-02	1.61E-02	1.09E-02	3.86E-03
	WNW	9.68E-01	2.01E-01	7.58E-02	3.16E-02	1.13E-02	3.86E-03
NW	1.03E+00	1.37E-01	6.61E-02	3.06E-02	1.28E-02	4.23E-03	
NNW	7.88E-01	1.84E-01	9.08E-02	4.31E-02	1.72E-02	5.17E-03	

注：阴影部分为无人子区。

从上表可知，在有人子区中，尾渣库溃坝事故期间气载放射性流出物所致空气中各核素最大贡献浓度出现在 WSW 方位、0~1km 子区，该子区地面空气中 ^{222}Rn 最大贡献浓度为 0.184Bq/m^3 。

在无人子区中，尾渣库溃坝事故期间气载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 子区，该子区地面空气中 ^{222}Rn 最大贡献浓度为 1.03Bq/m^3 。

尾渣库溃坝事故条件下气载放射性流出物所致各子区公众个人剂量见表 10.3-8。评价范围内公众个人剂量等值线分布见图 10.3-2。

表 10.3-8 气态流出物所致各子区的个人剂量 (mSv/次)

核素	方位	距离 (km)					
		0~1	1~2	2~3	3~5	5~10	10~20
^{222}Rn	N	2.19E-03	3.00E-03	3.52E-03	1.92E-03	7.01E-04	2.43E-04
	NNE	1.87E-03	4.56E-04	1.84E-03	2.16E-03	3.27E-04	6.41E-05
	NE	1.41E-03	2.95E-04	1.85E-03	2.20E-03	8.57E-04	2.87E-04
	ENE	6.29E-04	7.37E-04	3.35E-03	1.51E-03	4.56E-04	1.84E-04
	E	3.09E-04	7.32E-04	1.43E-03	7.03E-04	2.41E-04	5.36E-05
	ESE	2.28E-04	7.28E-05	4.11E-04	4.97E-04	1.69E-04	5.53E-05
	SE	1.77E-04	5.20E-05	4.30E-04	2.36E-04	7.40E-05	2.86E-05
	SSE	5.99E-04	4.94E-04	4.51E-04	1.41E-04	5.75E-05	2.53E-05
	S	5.97E-04	2.86E-04	5.30E-04	2.42E-04	6.26E-05	4.09E-05
	SSW	1.33E-03	3.27E-04	2.70E-04	3.33E-04	4.43E-05	3.77E-05
	SW	1.62E-03	8.11E-04	4.92E-04	1.81E-04	7.10E-05	7.91E-05
	WSW	3.93E-03	1.30E-03	4.14E-04	1.86E-04	5.69E-05	4.44E-05
	W	8.07E-03	2.36E-03	9.01E-04	3.43E-04	2.34E-04	8.25E-05
	WNW	2.07E-02	4.30E-03	1.62E-03	6.76E-04	2.42E-04	8.25E-05
	NW	2.21E-02	2.93E-03	1.41E-03	6.54E-04	2.73E-04	9.05E-05
NNW	1.68E-02	3.94E-03	1.94E-03	9.22E-04	3.67E-04	1.11E-04	

注：阴影部分为无人子区。

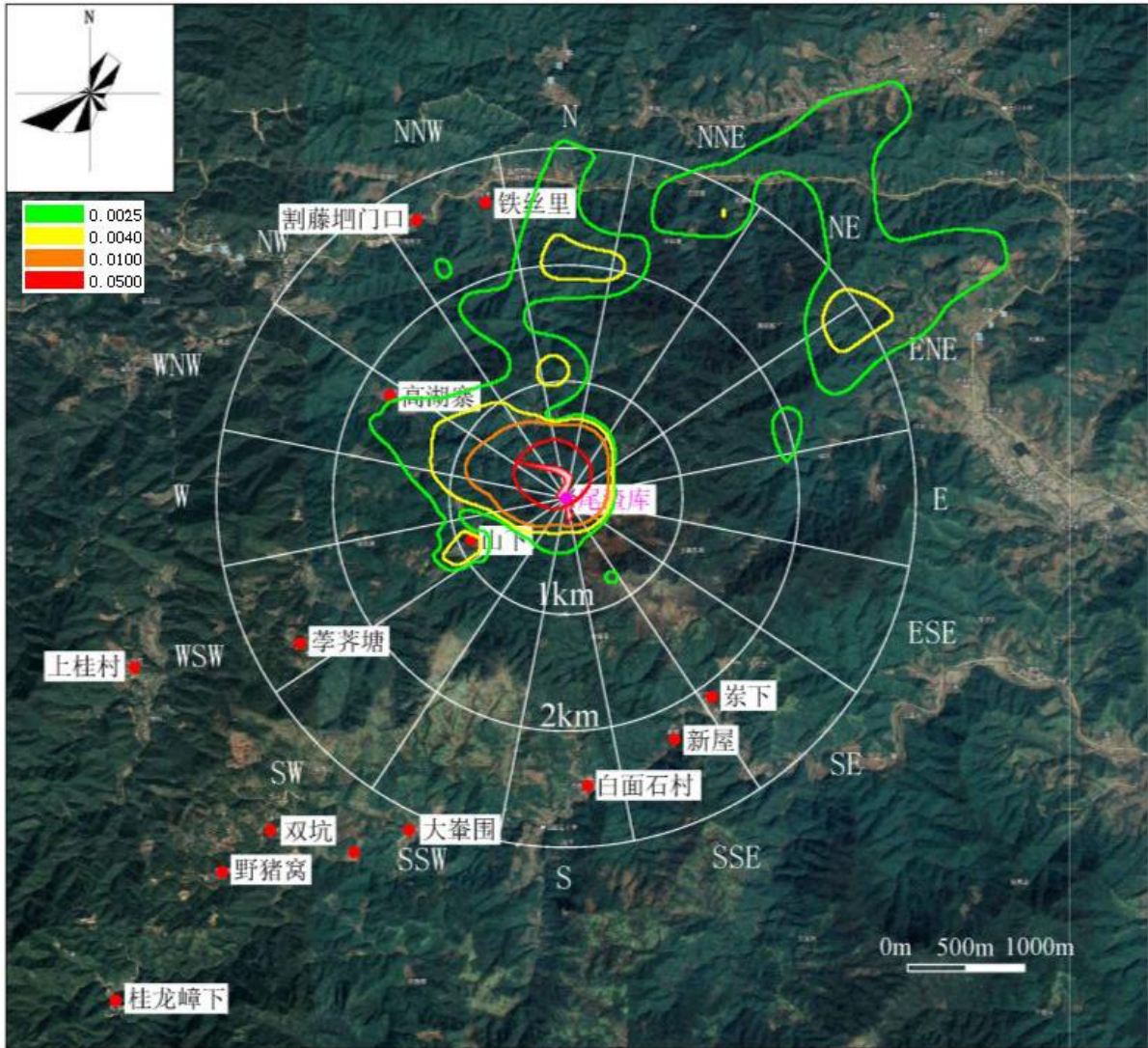


图 10.3-2 尾渣库溃坝气载流出物所致公众受照剂量等值线图

从上表可以看到，尾渣库溃坝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 WSW 方位、0~1km 子区内，该子区内最大个人剂量值为 $3.93 \times 10^{-3} \text{mSv/次}$ 。

2) 地表水途径辐射环境剂量估算

1) 各河段核素浓度

尾渣库溃坝事故所致接纳水体中各核素的活度浓度见表 10.3-9。

表 10.3-9 尾渣库溃坝致水体中各核素的活度浓度分布 单位： Bq/m^3

核素 河段 (km)	^{238}U	^{234}U	^{226}Ra	^{230}Th	^{210}Pb	^{210}Po
0~4	1.39E+02	1.39E+02	5.03E+01	6.88E+01	4.96E+00	2.36E+00
5~25	3.71E+01	3.71E+01	1.34E+01	1.83E+01	1.32E+00	6.28E-01

2) 个人剂量

尾渣库溃坝事故所致个人剂量见表 10.3-10。

表 10.3-10 尾渣库溃坝事故所致各子区个人剂量 单位：mSv/次

方位	年龄组	距离 (km)					
		0~1	1~2	2~3	3~5	5~10	10~20
W	婴儿	—	—	—	—	—	5.19E-08
	幼儿	—	—	—	—	—	8.11E-03
	少年	—	—	—	—	—	8.46E-03
	成年	—	—	—	—	—	4.83E-03
WNW	婴儿	—	1.95E-07	—	5.19E-08	5.19E-08	5.19E-08
	幼儿	—	3.05E-02	—	8.11E-03	8.11E-03	8.11E-03
	少年	—	3.18E-02	—	8.46E-03	8.46E-03	8.46E-03
	成年	—	1.81E-02	—	4.83E-03	4.83E-03	4.83E-03
NW	婴儿	—	—	—	5.19E-08	—	—
	幼儿	—	—	—	8.11E-03	—	—
	少年	—	—	—	8.46E-03	—	—
	成年	—	—	—	4.83E-03	—	—

由上表中可知，尾渣库溃坝事故所致有人子区个人有效剂量最大值出现在 WNW 方位、1~2km 子区的少年组，其值为 $3.18 \times 10^{-2} \text{mSv/次}$ ，主要途径为食鱼内照射、主要核素为 ^{210}Po ，份额约 40.1%。该子区其它年龄组剂量分别为婴儿组 $1.95 \times 10^{-7} \text{mSv/次}$ 、幼儿组 $3.05 \times 10^{-2} \text{mSv/次}$ 、成年组 $1.81 \times 10^{-2} \text{mSv/次}$ 。

3) 气液综合途径

本项目尾渣库溃坝气、液态流出物综合所致各子区、各年龄组的个人有效剂量见表 10.3-11。

表 10.3-11 该项目气、液态流出物所致个人剂量 单位：mSv/次

方位	年龄组	距离 (km)					
		0~1	1~2	2~3	3~5	5~10	10~20
N	婴儿	2.19E-03	3.00E-03	3.52E-03	1.92E-03	7.01E-04	2.43E-04
	幼儿	2.19E-03	3.00E-03	3.52E-03	1.92E-03	7.01E-04	2.43E-04
	少年	2.19E-03	3.00E-03	3.52E-03	1.92E-03	7.01E-04	2.43E-04
	成人	2.19E-03	3.00E-03	3.52E-03	1.92E-03	7.01E-04	2.43E-04
NNE	婴儿	1.87E-03	4.56E-04	1.84E-03	2.16E-03	3.27E-04	6.41E-05
	幼儿	1.87E-03	4.56E-04	1.84E-03	2.16E-03	3.27E-04	6.41E-05
	少年	1.87E-03	4.56E-04	1.84E-03	2.16E-03	3.27E-04	6.41E-05
	成人	1.87E-03	4.56E-04	1.84E-03	2.16E-03	3.27E-04	6.41E-05
NE	婴儿	1.41E-03	2.95E-04	1.85E-03	2.20E-03	8.57E-04	2.87E-04

方位	年龄组	距离 (km)					
		0~1	1~2	2~3	3~5	5~10	10~20
	幼儿	1.41E-03	2.95E-04	1.85E-03	2.20E-03	8.57E-04	2.87E-04
	少年	1.41E-03	2.95E-04	1.85E-03	2.20E-03	8.57E-04	2.87E-04
	成人	1.41E-03	2.95E-04	1.85E-03	2.20E-03	8.57E-04	2.87E-04
ENE	婴儿	6.29E-04	7.37E-04	3.35E-03	1.51E-03	4.56E-04	1.84E-04
	幼儿	6.29E-04	7.37E-04	3.35E-03	1.51E-03	4.56E-04	1.84E-04
	少年	6.29E-04	7.37E-04	3.35E-03	1.51E-03	4.56E-04	1.84E-04
	成人	6.29E-04	7.37E-04	3.35E-03	1.51E-03	4.56E-04	1.84E-04
E	婴儿	3.09E-04	7.32E-04	1.43E-03	7.03E-04	2.41E-04	5.36E-05
	幼儿	3.09E-04	7.32E-04	1.43E-03	7.03E-04	2.41E-04	5.36E-05
	少年	3.09E-04	7.32E-04	1.43E-03	7.03E-04	2.41E-04	5.36E-05
	成人	3.09E-04	7.32E-04	1.43E-03	7.03E-04	2.41E-04	5.36E-05
ESE	婴儿	2.28E-04	7.28E-05	4.11E-04	4.97E-04	1.69E-04	5.53E-05
	幼儿	2.28E-04	7.28E-05	4.11E-04	4.97E-04	1.69E-04	5.53E-05
	少年	2.28E-04	7.28E-05	4.11E-04	4.97E-04	1.69E-04	5.53E-05
	成人	2.28E-04	7.28E-05	4.11E-04	4.97E-04	1.69E-04	5.53E-05
SE	婴儿	1.77E-04	5.20E-05	4.30E-04	2.36E-04	7.40E-05	2.86E-05
	幼儿	1.77E-04	5.20E-05	4.30E-04	2.36E-04	7.40E-05	2.86E-05
	少年	1.77E-04	5.20E-05	4.30E-04	2.36E-04	7.40E-05	2.86E-05
	成人	1.77E-04	5.20E-05	4.30E-04	2.36E-04	7.40E-05	2.86E-05
SSE	婴儿	5.99E-04	4.94E-04	4.51E-04	1.41E-04	5.75E-05	2.53E-05
	幼儿	5.99E-04	4.94E-04	4.51E-04	1.41E-04	5.75E-05	2.53E-05
	少年	5.99E-04	4.94E-04	4.51E-04	1.41E-04	5.75E-05	2.53E-05
	成人	5.99E-04	4.94E-04	4.51E-04	1.41E-04	5.75E-05	2.53E-05
S	婴儿	5.97E-04	2.86E-04	5.30E-04	2.42E-04	6.26E-05	4.09E-05
	幼儿	5.97E-04	2.86E-04	5.30E-04	2.42E-04	6.26E-05	4.09E-05
	少年	5.97E-04	2.86E-04	5.30E-04	2.42E-04	6.26E-05	4.09E-05
	成人	5.97E-04	2.86E-04	5.30E-04	2.42E-04	6.26E-05	4.09E-05
SSW	婴儿	1.33E-03	3.27E-04	2.70E-04	3.33E-04	4.43E-05	3.77E-05
	幼儿	1.33E-03	3.27E-04	2.70E-04	3.33E-04	4.43E-05	3.77E-05
	少年	1.33E-03	3.27E-04	2.70E-04	3.33E-04	4.43E-05	3.77E-05
	成人	1.33E-03	3.27E-04	2.70E-04	3.33E-04	4.43E-05	3.77E-05
SW	婴儿	1.62E-03	8.11E-04	4.92E-04	1.81E-04	7.10E-05	7.91E-05
	幼儿	1.62E-03	8.11E-04	4.92E-04	1.81E-04	7.10E-05	7.91E-05
	少年	1.62E-03	8.11E-04	4.92E-04	1.81E-04	7.10E-05	7.91E-05
	成人	1.62E-03	8.11E-04	4.92E-04	1.81E-04	7.10E-05	7.91E-05
WSW	婴儿	3.93E-03	1.30E-03	4.14E-04	1.86E-04	5.69E-05	4.44E-05
	幼儿	3.93E-03	1.30E-03	4.14E-04	1.86E-04	5.69E-05	4.44E-05
	少年	3.93E-03	1.30E-03	4.14E-04	1.86E-04	5.69E-05	4.44E-05
	成人	3.93E-03	1.30E-03	4.14E-04	1.86E-04	5.69E-05	4.44E-05
W	婴儿	8.07E-03	2.36E-03	9.01E-04	3.43E-04	2.34E-04	8.26E-05
	幼儿	8.07E-03	2.36E-03	9.01E-04	3.43E-04	2.34E-04	8.19E-03

方位	年龄组	距离 (km)					
		0~1	1~2	2~3	3~5	5~10	10~20
	少年	8.07E-03	2.36E-03	9.01E-04	3.43E-04	2.34E-04	8.54E-03
	成人	8.07E-03	2.36E-03	9.01E-04	3.43E-04	2.34E-04	4.91E-03
WNW	婴儿	2.07E-02	4.30E-03	1.62E-03	6.76E-04	2.42E-04	8.26E-05
	幼儿	2.07E-02	3.48E-02	1.62E-03	8.79E-03	8.35E-03	8.19E-03
	少年	2.07E-02	3.61E-02	1.62E-03	9.14E-03	8.70E-03	8.54E-03
	成人	2.07E-02	2.24E-02	1.62E-03	5.51E-03	5.07E-03	4.91E-03
NW	婴儿	2.21E-02	2.93E-03	1.41E-03	6.54E-04	2.73E-04	9.05E-05
	幼儿	2.21E-02	2.93E-03	1.41E-03	8.76E-03	2.73E-04	9.05E-05
	少年	2.21E-02	2.93E-03	1.41E-03	9.11E-03	2.73E-04	9.05E-05
	成人	2.21E-02	2.93E-03	1.41E-03	5.48E-03	2.73E-04	9.05E-05
NNW	婴儿	1.68E-02	3.94E-03	1.94E-03	9.22E-04	3.67E-04	1.11E-04
	幼儿	1.68E-02	3.94E-03	1.94E-03	9.22E-04	3.67E-04	1.11E-04
	少年	1.68E-02	3.94E-03	1.94E-03	9.22E-04	3.67E-04	1.11E-04
	成人	1.68E-02	3.94E-03	1.94E-03	9.22E-04	3.67E-04	1.11E-04

注：表中阴影部分为无人子区。

尾渣库溃坝事故期间本项目气液综合所致最大个人剂量出现在 WNW 方位、1~2km 子区的少年组（高湖寨），其照射最大个人剂量值为 $3.61 \times 10^{-2} \text{mSv/次}$ ，可满足本项目事故情况下公众剂量 1mSv/次 的约束值要求。

10.4 事故防范及应急措施

10.4.1 事故防范措施

1) 尾渣库溃坝事故风险防范措施

尾渣库尾渣及其它废物筑坝时，要求分层碾压夯实，保证填筑质量，提高坝体稳定性；覆盖治理时，对尾渣库覆土植被护坡，防止风雨侵蚀冲刷破坏；长期监护时，做好坝体的位移沉降观测，发现问题要及时上报与处理；加强防护，避免挖掘浆砌块石、破坏护坡及建筑房屋和放牧等人为侵扰影响，一旦发现应及时制止，并采取相应的补救措施；定期对尾渣库进行监测。

2) 尾渣及废石运输防范措施

结合矿点地形，运输道路大多为山岭重丘碎石路面或水泥路面，尾渣及废石运输过程采取密闭措施，防止尾渣及废石撒漏，加强运输人员安全意识，减少事故发生。一但发生废石（渣）翻车事故，应马上上报安防部门，对现场进行控制，迅速组织车辆和相关监测人员赶赴现场，对洒落在

道路上的废石（渣）立即清除，并对道路及周围进行清扫，同时监测人员到现场进行事故监测并做好记录。

10.4.2 环境防范管理措施

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》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、事故应急救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。

10.4.3 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尾渣库溃坝下游调查是否有伤亡或被困人员，如有，应积极组织救援工作；

(2) 对尾渣库周围居民点所在地进行环境氡、地表水、饮用水的环境监测工作，确保居民点的辐射安全。必要时，进行居民的暂时撤离。

(3) 对污染水体的底泥进行监测，如监测不合格，应将超标范围内的水体底泥进行清挖，并将清挖固体废物运至尾渣库堆存。

(4) 对尾渣库下泄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，对下泄的尾渣利用推土机、运输车辆等进行清理，并对污染的土壤进行清挖，清挖后土壤中 ^{226}Ra 含量小于 0.18Bq/g ，

将尾渣尽可能集中到较小的范围内。

（5）立即启动对尾渣库的修复工作，在尾渣库修复后，及时将下泄的尾渣运回尾渣库。

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。

10.4.4 事故应急监测方案

事故发生后，应根据事故类型进行必要的应急环境监测，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，并将结果汇报当地政府的事故应急中心。

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尾渣滩面的大小，在下风向不同距离的居民区监测。

2) 水环境监测

监测项目： $U_{\text{天然}}$ 、 ^{226}Ra 、pH 等。

监测频次：事故发生后每天 1 次，至事故消除。

监测点位：尾渣库下游河段、地下水监测井。

3) 其它监测

运输事故时的被污染地面 γ 吸收剂量率；地下水、水体底泥及土壤中的 $U_{\text{天然}}$ 、 ^{226}Ra 。监测点位和监测频次根据事故严重程度而定。

10.5 小结

通过以上分析可知，退役治理后发生事故的较低，在长期监护过程中首先应做好事故防范措施，确保设施安全稳定，再次要制定详细的事故应急计划，在事故发生时应立即采取事故应急措施，将事故危害降至最低。在确保事故防范措施和应急措施全部落实的情况下，本项目是可行的。

11 退役治理的监测计划

11.1 退役治理过程中监测

11.1.1 监测目的及原则

1) 监测目的

由于本项目的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或使用的目的，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相应的退役深度（如：尾渣库和露天采场的覆盖厚度，废石（渣）堆、尾渣堆、工业场地及污染道路的清挖深度），以及选取的土源是否满足要求。如按要求的工作程序已完成，而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。

11.1.2 监测计划

11.1.2.1 土源的监测

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

11.1.2.2 清挖治理的监测

1) 监测要求

对集中处置废石（渣）堆、工业场地、尾渣堆、污染道路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，进行土壤中 ^{226}Ra 残留量的监测，当土壤中 ^{226}Ra 残留量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，经监测若出现任何平均 100m^2 范围内不满足相应管理限值要求的区域时，应对该区域补做铀镭垂直分布并查明原因以确定超挖深度，使最终达到治理目标和要求。

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

2) 监测布点

(1) γ 辐射剂量率的监测布点：污染场地一般按 50m^2 取 1 个监测点，每个监测点测 3~5 次读数后取平均值，每处场地不少于 5 个点。

污染道路按 10m 取 1 个监测断面，每个监测断面取 2~3 个监测点，每条道路至少取 5 个监测断面。

(2) 土壤中 ^{226}Ra 残留量的监测：污染场地一般按 100m^2 取 1 个监测点，每处场地不少于 3 个点；

污染道路一般按 50m 取 1 个监测点，且不少于 3 个点。

11.1.2.3 覆盖治理的监测

1) 监测要求

原地覆盖治理的露天采场和尾渣库等源项施工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 γ 辐射剂量率和地表 ^{222}Rn 析出率的监测。地表 ^{222}Rn 析出率 $\leq 0.74\text{Bq}/(\text{m}^2\cdot\text{s})$ （满足管理限值）时，随即停止覆盖。

(2) 在按设计覆盖厚度进行覆盖并按要求压实后，若出现地表 ^{222}Rn 析出率不满足有限制开放或使用退役深度的管理限值时，需增加覆盖厚度，按每增加覆盖压实 10cm 左右厚一层进行一次地表 ^{222}Rn 析出率监测加以控制，直至覆盖满足相应的管理限值时为止。

(3) 如果发现存在异常点（现象）时，应注意查明原因做适当处理，如覆盖前将放射性水平较高的废石、废渣优先填埋处置等；当需要增加覆盖厚度时，需加强监测，监测应进一步配合施工进度，及时给出监测结果。

2) 监测布点

(1) γ 辐射剂量率的监测布点：一般按 50m^2 取 1 个监测点，每个监测点测 3~5 次读数后取平均值，每处场地不少于 5 个点。

(2) 表面 ^{222}Rn 析出率监测：一般按 225m^2 取 1 个监测点，每处场地不少于 3 个点。

11.1.2.4 地下水监测

通过对黄泥湖矿点尾渣库的地下水监测井取样分析，通过日常监测确保不会对周边地下水产生影响。

- 1) 监测项目：水中的 $U_{\text{天然}}$ 、 ^{226}Ra 、 SO_4^{2-} 、Mn、pH。
- 2) 监测井布置原则：
 - (1) 尾渣库地下水监测井点位各不少于 3 个；
 - (2) 尾渣库地下水上游不得少于 1 个监测井；
 - (3) 尾渣库地下水下游不得少于 1 个监测井。
- 3) 监测频次：半年监测 1 次，每次取 1 个水样。

11.1.2.5 废水收集池（原尾液池）监测

对黄泥湖矿点尾渣堆下游及大峯围矿点 WZ-2 废渣堆下游的废水收集池（原尾液池）少量渗出水进行取样分析，通过监测确保不会对周边环境产生影响。

- 1) 监测项目：水中的 $U_{\text{天然}}$ 、 ^{226}Ra 、 SO_4^{2-} 、Mn、pH。
- 2) 监测位置：黄泥湖矿点和大峯围矿点废水收集池（原尾液池）。
- 3) 监测频次：1 次/月。

11.1.2.6 大峯围矿点至尾渣库运矿道路监测

对大峯围矿点至黄泥湖矿点尾渣库运输道路进行监测，通过监测发现异常并采取治理措施。

- 1) 监测项目： γ 辐射空气吸收剂量率。
- 2) 监测位置：大峯围矿点至黄泥湖矿点尾渣库之间的运输道路。
- 3) 监测频次：1 次/半年。

11.1.3 施工期间环境监测

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、地表水等常规介质的监测，监测计划见表 11.1-1。

表 11.1-1 施工期环境监测方案

监测对象	监测位置	监测频次	监测项目
空气	施工场界四周	1 次/季度	氡及其子体、TSP
陆地 γ	施工场界四周	1 次/半年	γ 辐射空气吸收剂量率
	大峯围矿点至尾渣库运矿道路		
噪声	施工场界四周	1 次/半年	等效连续 A 声级
地表水	1) 黄泥湖及大峯围坑口流出水排放口处上游 500m; 2) 排放口下游：完全混合段; 3) 第一取水点	1 次/半年	$U_{\text{天然}}$ 、 ^{226}Ra 、 ^{210}Po 、 ^{210}Pb 、 pH、Mn
地下水	黄泥湖矿点尾渣库的地下水监测井	1 次/半年	$U_{\text{天然}}$ 、 ^{226}Ra 、 SO_4^{2-} 、Mn、 pH

11.1.4 施工监测治理保证

- 1) 明确规定退役监督组织机构、管理、执行人员的权限、任务和职责。
- 2) 选用能够胜任监测工作的人员进行本项工作，对监测人员进行专门培训和考核，符合要求才能上岗。监测人员在实践中通过反复培训、考核，不断提高监测人员的素质。
- 3) 监测方法采用现行的国家颁布和核工业行业规定的标准监测方法，具体监测要求参考《铀矿冶辐射环境监测规定》（GB23726-2009）的有关内容。
- 4) 防止样品在预处理和分离过程中的核素损失和污染。监测人员严格按照操作程序和指南进行样品布点、取样、包装、运输、保存、接收、制备、分析和记录。
- 5) 采用标准分析方法或通用的分析方法进行测量和分析。
- 6) 所用的仪器、设备定期进行标定、比对和刻度。
- 7) 送部分样品进行外检，以确定实验室之间的误差范围，发现并解决分析测量中的问题。
- 8) 辐射监测数据进行统计学处理，对剂量计算模式及结果进行核查。
- 9) 监测数据应由质保人员监督、复查，通过审查的监测数据及原始记

录均建档归案，永久保存。

11.2 退役终态监测

根据《建设项目环境保护管理条例》的规定，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。因此，在本退役整治工程基本完工后，需要结合施工监测记录，进行核退役项目竣工环境保护验收监测工作，编报竣工环境保护验收监测报告。现根据国家及核行业相关规范和标准，制定本退役项目竣工环境保护验收监测方案。

11.2.1 监测介质

本退役整治工程竣工环境保护验收监测的介质主要包括坑口流出水、露天采场、废石（渣）堆、尾渣堆、工业场地、污染道路、尾渣库和受纳水体等。

11.2.2 监测项目

1) 原地覆盖治理的露天采场和尾渣库监测项目：覆盖层表面 γ 辐射剂量率， ^{222}Rn 析出率。

2) 清挖治理的废石（渣）堆、尾渣堆、工业场地和污染道路监测项目：清挖、迁移治理后的原址土地地表 γ 辐射剂量率，土壤中 $U_{\text{天然}}$ 、 ^{226}Ra 含量。

3) 有水坑口监测项目：坑口流出水中 $U_{\text{天然}}$ 、 ^{226}Ra 含量及pH，以及坑口流出水受纳水体下游第一取水口处水中 $U_{\text{天然}}$ 、 ^{226}Ra 含量及pH。

4) 地下水监测项目：尾渣库地下水 $U_{\text{天然}}$ 、 ^{226}Ra 、 SO_4^{2-} 、Mn、pH。

11.2.3 监测布点

1) 坑口流出水中的 $U_{\text{天然}}$ 、 ^{226}Ra 浓度及pH监测：每个有水流出坑口取1个监测点。

2) 受纳水体中的 $U_{\text{天然}}$ 、 ^{226}Ra 浓度及pH监测：每个坑口流出水汇入受纳水体处和下游第一取水口处各取1个监测点。

3) γ 辐射剂量率的监测：通常按 100m^2 取1个监测点，每个场地的监测点数不少于5个；污染道路按 10m 取1个监测断面，每条道路的监测断面数不少于5个，每个监测断面取2个监测点。

4) 氡析出率的监测：通常按 225m^2 取 1 个监测点，每个场地的监测点数不少于 3 个。

5) 土壤中 $\text{U}_{\text{天然}}$ 、 ^{226}Ra 含量的监测：通常按 100m^2 取 1 个监测点，每个场地的监测点数不少于 3 个。污染道路按 50m 取 1 个监测断面，每条道路的监测断面数不少于 5 个，每个断面 1~2 个点。

6) 地下水中 $\text{U}_{\text{天然}}$ 、 ^{226}Ra 、 SO_4^{2-} 、Mn、pH 的监测：利用施工期尾渣库地下水监测井进行取样监测，每个井各取 1 个监测点。

12 退役治理后的长期监护计划

12.1 长期监护的目的

本退役治理工程竣工验收后，其坑（井）口、露天采场、尾渣库等均为有限制开放或使用。由于有限制开放或使用的设施仍存有大量放射性废物，一旦受到自然因素或人为因素影响易于扩散，可能带来一定程度的放射性危害，因此在其退役治理后，必须对其进行长期的监督维护和监测，以便对出现的影响安全和环境的隐患和问题及时进行治疗，确保尾渣库、露天采场等设施的长期安全稳定，保护公众和环境安全。

该退役治理工程的监护由江西省核工业地质局二六四大队负责。

12.2 长期监护要求

12.2.1 监督管理人员的职责

本项目退役治理工程实施后监督管理工作十分重要，对退役后的监督管理配备 3~4 名专（兼）职工作人员，其职责包括：

1) 做好各种退役治理文件资料的保管工作，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) 为保证治理工程的质量，定期巡视、检查各治理设施的完好性，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，其监测工作由江西省核工业地质局二六四大队安防部门负责。

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 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。

巡视监护是定期对黄泥湖矿点的坑（井）口、尾渣库和露天采场及大鞞围矿点的坑（井）口的稳定性、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。

辐射安全监测是对上述巡视设施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 本项目长期监护对象及内容一览表

序号	矿点	设施类型	设施数量	主要监护内容	监护方式
1	黄泥湖矿点	尾渣库	1 座	1) 拦渣坝体及护坡； 2) 滩面覆盖氮抑制层、防侵扰层和植被层等； 3) 排洪设施等。	巡视监护和辐射监测
2		露天采场	1 处	1) 覆盖层； 2) 排水沟； 3) 挡土墙及护坡等。	
3		坑（井）口	14 个（含有水坑口 1 个）	1) 坑（井）口封堵墙； 2) 坑（井）口覆土； 3) 有水坑口疏水过滤设施等。	
4	大鞞围矿点	坑（井）口	13 个（含有水坑口 1 个）	1) 坑（井）口封堵墙； 2) 坑（井）口覆土； 3) 有水坑口疏水过滤设施等。	

12.2.3 巡视监护方案

1) 尾渣库、露天采场巡视监护方案

(1) 对尾渣库、露天采场的排洪设施、坑（井）口的封堵设施进行检查，发现工程遭到局部破坏时及时对其进行清除和修复。

(2) 对尾渣库、露天采场的覆盖层，每年必须进行施肥、补种。同时设置警示标志，防止人误入破坏植被。

(3) 每年对尾渣库、露天采场的坝体、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，达到整齐的外观效果。

2) 坑（井）口巡视监护方案

(1) 封堵设施是否完好，坑（井）口有无打开、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) 尾渣库、露天采场巡视监护频率

①结合现有“十二五”期间和“十三五”期间长期监护的铀矿冶设施监护实际情况，本项目尾渣库监护频次的要求为每日1次，露天采场监护频次的要求为每周2次。

②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) 坑（井）口、巡视监护频率

坑（井）口监护频率每月1次。

12.2.4 辐射监测方案

1) 监测内容

(1) 对尾渣库、露天采场表面的 γ 辐射剂量率、氡析出率等进行监测，发现问题及时补救。

(2) 对两个矿点的坑口水中 $U_{\text{天然}}$ 和 ^{226}Ra 进行分析监测，确保不会对周边地表水产生影响。

(3) 利用竣工验收时尾渣库地下水监测井，对尾渣库下游地下水进行分析监测，确保不会对周边地下水产生影响。

2) 监测布点

(1) 日常巡视监测

日常巡视过程中主要对尾渣库、露天采场的 γ 辐射剂量率监测，重点对其开裂受损、风蚀、雨蚀较明显、覆盖层厚度减少的部位进行监测，其他无明显变化的部位可根据具体情况进行抽测。每个监护设施的监测点位数不少于

5 个。

（2）定期监测

^{222}Rn 析出率原则按 $40\text{m}\times 40\text{m}$ 网格布点， γ 辐射剂量率原则按 $20\text{m}\times 20\text{m}$ 网格布点；坑口水监测每次至少各取 1 个水样进行 $U_{\text{天然}}$ 和 ^{226}Ra 监测；每个地下水监测井每次至少取 1 个水样进行 $U_{\text{天然}}$ 、 ^{226}Ra 、pH、 SO_4^{2-} 、Mn 监测。

3) 监测频率

（1）日常巡视监护

对尾渣库、露天采场等设施进行日常不定期巡视，监护人员在监护过程中随身携带 X- γ 剂量率仪，根据现场监护设施的具体情况随时进行测量。一旦发现超出限制使用范围的情况，应马上制止。

（2）定期监测

定期监测需要具有相关资质的单位进行监测。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，每隔 5 年申请一次退役治理长期监护工程。

13 结论与建议

13.1 结论

13.1.1 项目基本情况

本项目为黄泥湖矿点（含大峯围矿点）退役治理工程，退役项目位于江西省赣州市寻乌县桂竹帽镇的黄泥湖矿点和大峯围矿点，项目退役总费用6240万元。

退役治理的主要源项为坑（井）口、露天采场废墟、废石（渣）堆、工业场地、尾渣堆、污染设备管线、建（构）筑物以及污染道路等。

13.1.2 环境质量现状结论

本项目辐射环境质量现状监测工作由江西省核工业地质局测试研究中心承担。根据监测结果，黄泥湖及大峯围两个矿点周围的 γ 辐射剂量率与对照点及区域本底处于同一水平；大气中氡及子体浓度略高于对照点，但均在韶关-赣州本底范围之内；气溶胶监测结果与对照点相当；底泥、土壤中的铀镭含量在区域本底水平范围之内；地表水中的铀镭含量与赣州地区环境本底水平相当；地下水放射性核素含量均与区域本底值相当；生物样品中放射性核素含量满足GB14882-94的要求；地表水、土壤、地下水中的各项非放指标均满足相应质量标准要求。

13.1.3 源项调查结果

根据源项调查报告调查结果，最终确定黄泥湖矿点（含大峯围矿点）退役治理工程的主要治理源项包括：坑（井）口27个（其中无水坑口10个，有水坑口2个，浅（竖）井15个）；露天采场1处（裸露面积1137.5m²）；废石（渣）堆11个（废石（渣）总量165589t、总裸露面积33858m²）；尾渣堆1个（尾渣量113000t、裸露面积20000m²）；工业场地2处（污染面积7024m²）；污染设备45台（件）、管线16700m；建（构）筑物59座（占地面积3254m²）；污染道路1条（长度约190m）。

13.1.4 治理方案可行性结论

1) 退役治理方案

(1) 坑（井）口治理方案

对于无水坑口采用两道毛石墙封堵、中间充填废石的治理方案；有水坑口采用两道混凝土墙封闭并在坑口内修建被动式滤水集水池进行疏排水的治理方案；浅井采用全井筒填充废石至近地表、再夯填土掩埋井口并植被的治理方案；竖井采用砌筑混凝土隔墙切断与平巷的连通，中间充填废石、上部钢筋混凝土板封堵并覆土植被的治理方案。

(2) 露天采场废墟治理方案

采取覆盖治理方法，即采用原地覆土植被、砌筑挡墙稳固坡脚、设置排水沟及三维土工网护坡防止坡面冲刷的治理方案。

(3) 废石（渣）堆、尾渣堆治理方案

对黄泥湖矿点废石堆（除 KD-X1 废石堆）、尾渣堆和大峯围矿点废石（渣）堆以及设施下部污染土进行清挖、迁移至尾渣库集中处置，治理后原址场地覆土植被、恢复自然地貌。

(4) 尾渣库治理方案

为了消除隐患、安全处置尾渣，同时兼顾环保、满足废物集中处置原则，本项目利用黄泥湖矿点 KD-X1 废石堆所处沟谷修建拦渣坝、溢洪道等防排洪设施，形成尾渣库（设计有效库容 32 万 m³）、且将其作为黄泥湖和大峯围两矿点所有放射性废物的集中处置场所，治理方案为：修建拦渣坝，将所有放射性废物运至尾渣库内分层回填、压实，采取多层覆盖（粘土降氦层、膨润土防水毯+土工膜隔水层、砂卵石导水层、植被层）治理，同时修建排水沟、溢洪道和设置沉降位移观测设施，并设置警示标识。

(5) 污染设备、管线治理方案

经拆除、去污后，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处置，非金属材质的集中运至黄泥湖矿点尾渣库集中填埋处置。

(6) 其他

对工业场地、污染道路、建（构）筑物等污染超标区域进行清挖、去污、分类拆除整治，治理后原址场地或覆土植被、恢复自然地貌，或回填路基、恢复原有通行功能。

2) 可行性分析

黄泥湖矿点（含大峯围矿点）工程治理方案，根据当地的具体情况，考虑了治理工程的补救性质，结合自然环境、社会环境、心理因素和运输条件等，做到了因地制宜、切合实际。采用废物集中处置的总体治理方案，各源项选取的治理方案较为合理。因此，该工程退役治理方案是可行的。

本项目按照 GB50520-2009、工程等级 4 级修建尾渣库，防洪标准采用重现期 50a（P=2%）暴雨洪水设计、重现期 500a（P=0.2%）校核，设置有完善的防排洪措施，防洪安全有保障。尾渣库内平时处于干涸状态，尾渣表面采用多层覆盖结构，既可抑制氡析出和控制 γ 辐射水平、改善生态环境，也可在遭遇设计频率和校核频率的暴雨洪水条件下，使库内不会形成稳定的渗流场。该库按所在地区地震烈度 7 度进行设防，坝体稳定计算结果为正常工作条件下坝坡抗滑稳定最小安全系数 1.24，非常工作条件下最小安全系数 1.11，均满足 GB50520-2009 规范规定的最小安全系数限值要求。同时，拦渣坝体顶部设置有坝体沉降位移观测桩，可及时了解和掌握坝体安全动态，以保证退役治理后坝体安全稳定。另外，通过项目单位合理组织施工、加强施工过程中的全面质量控制及监理，竣工后按照有限制开放或使用核退役设施的要求进行监管，治理后尾渣库的长期稳定性是能够保证的。

综上，本退役治理工程实施后，不仅降低了周围公众的个人附加剂量和集体剂量、保护了环境，而且缓解了当地居民因放射性污染而引起的环境纠纷，环境效益、社会效益比较显著。该工程治理方案可行。

13.1.5 辐射环境影响评价结论

本次预测以黄泥湖矿点尾渣库为评价中心，进行了半径 20km 范围内的退役治理前和退役治理后的辐射环境影响预测，气态放射性流出物和液态放射性流出物所致辐射环境影响，分别采用 UAIR-FINE 和 ULID-FINE 程序进

行计算。

1) 退役治理前辐射环境影响评价

黄泥湖矿点（含大鞞围矿点）退役治理工程治理前主要有气态源项和液态源项。其中，气态源项包括废石（渣）堆、尾渣堆、露天采场、坑（井）口、工业场地等，不断向大气释放氡及子体；液态源项为坑口流出水。

退役治理前，气态源项所致公众最大个人剂量为 $2.98 \times 10^{-2} \text{mSv/a}$ ，关键居民组为评价中心 SSW 方位、3~5km 处的大鞞围，其关键途径为吸入内照射，关键核素为 ^{222}Rn ；20km 范围内的集体剂量为 $0.0684 \text{人} \cdot \text{Sv/a}$ 。

坑口流出水经受纳稀释后，致使黄泥湖小溪 $U_{\text{天然}}$ 附加值为 $8.1 \times 10^{-5} \text{mg/L}$ 、 ^{226}Ra 附加值为 $2.4 \times 10^{-4} \text{Bq/L}$ ；群裕河小溪 $U_{\text{天然}}$ 附加值为 $7.2 \times 10^{-7} \text{mg/L}$ 、 ^{226}Ra 附加值为 $6.8 \times 10^{-6} \text{Bq/L}$ ，均远小于上游地表水中 $U_{\text{天然}}$ 、 ^{226}Ra 浓度，增幅很小，不会对受纳水体产生明显的影响。

2) 退役治理过程中辐射环境影响评价

在退役治理过程中，本项目产生的气态源项与治理前变化不大，液态源项与治理前相比没有变化，退役治理过程中气态源项和液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。

3) 退役治理后辐射环境影响评价

黄泥湖矿点（含大鞞围矿点）退役治理工程治理后封堵了所有的坑（井）口，清挖了绝大部分废石（渣）堆、尾渣堆以及所有受污染的工业场地、污染道路，气态源项为原地覆盖治理的尾渣库和露天采场废墟等，源项数量由退役治理前的 42 个减少为 2 个。

退役治理后，气态源项所致公众最大个人剂量为 $1.04 \times 10^{-3} \text{mSv/a}$ ，关键居民组为评价中心 WSW 方位、0~1km 处的山下，其关键途径为吸入内照射，关键核素为 ^{222}Rn ；20km 范围内的集体剂量为 $4.22 \times 10^{-3} \text{人} \cdot \text{Sv/a}$ 。

黄泥湖矿点和大鞞围矿点的坑口流出水经过被动式过滤、疏水设施后经排水沟或排水盲沟分别排至黄泥湖小溪和群裕河，坑口流出水中放射性核素浓度稳定，同退役治理前基本相同。

本项目尾渣库采取多层覆盖防渗措施，并在周边设置排水沟、溢洪道等治理措施，使设施内废物处于与外界环境隔离状态，有效地避免了渗滤液进入地下水系统的风险，因此，正常工况下，本项目基本不会对周围地下水环境造成影响。在顶部防渗膜破损和达到使用寿命全部失效的非正常工况下，渗滤液将进入到尾渣库下游含水层，由预测结果可知，在尾渣库防渗膜破损后第 50a 时， $U_{\text{天然}}$ 、 ^{226}Ra 和 Mn 的在下游 100m 处的浓度分别为 0，说明污染物未到达黄泥湖小溪。在模拟期末 1000a（即尾渣库防渗膜达到使用寿命全部失效后的第 900a）时，仅 $U_{\text{天然}}$ 迁移距离达 100m，且其对该处的地下水环境 $U_{\text{天然}}$ 浓度贡献值仅为 $1.17 \times 10^{-3} \text{mg/L}$ ，基本可忽略其对地下水环境及黄泥湖小溪的影响。

4) 退役治理前后对比

本退役治理工程治理后较治理前，氡释放量减少了 93.6%，气态源项所致公众最大个人剂量降低了 96.5%，退役治理后 20km 范围内的集体剂量明显减小；液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；正常工况下基本不会对周围地下水环境造成影响，说明本次退役工程的治理措施在减少辐射环境影响方面的作用是十分有效的。

13.1.6 公众参与结论

江西省核工业地质局二六四大队在本报告编制期间，共开展两次公示，公示方式包括网上公示、现场张贴公示和报纸公示，公示期间均未收到公众意见反馈表。项目退役治理过程中，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与长期监护

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：尾渣库、露天采场等的覆盖厚度和清挖深度），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

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，其坑（井）口、原地治理的露天采场废墟、尾渣库等均为有限制开放或使用。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，确保尾渣库等设施的长期安全稳定，保护公众和环境安全。本项目的监护责任主体为江西省核工业地质局二六四大队。退役治理工程结束后，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 环评结论

综上所述，本项目为铀矿地质勘查、采冶设施退役治理工程。工程实施后，坑（井）口等设施的安全隐患被消除，尾渣库、废石（渣）堆及露天采场等各类遗留设施源项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，公众所受剂量预测较退役治理前将有大幅降低。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

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，对于覆土植被的地表设施，应注意其表面 γ 辐射剂量率和氡析出率的监测；对于清挖治理的设施，应注意其表面 γ 辐射剂量率和清挖基底土壤中 ^{226}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，以降低作业场所空气氡浓度。运输过程中注意交通安全，严格按有关规定装运。

3) 做好退役治理后的生态改善措施。

4) 施工中源项或治理方案发生重大变化，需通知并上报环保主管部门。

附录 1：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 、 θ^* 、 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：

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

式中：

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

u —排气筒出口处风速；

F_y —考虑烟羽迂回的横向分布函数，
$$F_y = \frac{1}{\sqrt{2\pi}\sigma_v} \exp\left(-\frac{y^2}{2\sigma_v^2}\right) ;$$

$j=1$ 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：

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

当 $z_r \geq z_{ieff}$ 时，不考虑有效反射面。

3) 污染物扩散过程中的衰减作用

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

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

$$\text{或 } D = 1 \quad (\psi = 0)$$

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

式中： ψ —污染物的衰减系数；

$T_{1/2}$ —污染物的半衰期，s。

4) 面源计算模式

对于面源，AERMOD 采用数值积分的处理方法，计算公式如下：

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

式中： Q_A —面源释放率， $\text{g}/\text{m}^2 \cdot \text{s}$ ；

K —单位转换系数；

D —污染物衰减项；

σ_y —水平扩散系数， m ；

σ_z —垂直扩散系数， m ；

u_s —排放源高度处的风速， m/s ；

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

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 φ_p 按下式计算：

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

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 ^{222}Rn 。

1、 ^{222}Rn 及其子体

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

式中： C_{Rn} — ^{222}Rn 浓度， Bq/m^3 ；

T —受照时间，h，全年取 8760h；

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

2、公众个人剂量

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， $\text{Sv} \cdot \text{人}/\text{a}$ ；

E_i — i 子区的个人剂量代表值， Sv/a ；

R_i — i 子区的人口数，人。

附录 2：液态途径辐射环境影响预测模式与参数

假定河道内河流流场为定常流场，河道的铅垂方向污染物浓度均匀分布；在河道的横截面上，当离排放点距离大于 40 倍河宽时，横向均匀混合。在横向均匀混合前，横断面上的最大浓度随下游距离呈反比变化。根据以上的假设，排放口下游距离 X 处的浓度计算式如下：

一、水体中扩散模式

1、横向均匀混合前的浓度

$$C(x, y) = \frac{Q}{F} \left[1 + 2 \sum_{n=1}^{\infty} \exp\left(-\frac{n^2 \pi^2 x k_y}{u B^2}\right) \cos \frac{n \pi Y_s}{B} \cos \frac{n \pi y}{B} \right] \exp\left(-\frac{3.17 \times 10^{-8} \lambda x}{u}\right)$$

式中：

$C(x, y)$ —核素的平均浓度，Bq/m³；

Q —核素排放率，Bq/s；

F —平均流量，m³/s；

$$F = F_r + F_0$$

F_r —河水流量，m³/s；

F_0 —废水排放流量，m³/s；

u —流速，m/s；

B —河宽，m；

Y_s —排放点离岸边距离，m；

λ —核素衰变常数，a⁻¹；

K_y —横向弥散系数，m²/s；

$$K_y = 0.6 U^* \cdot d = 0.6 d^{3/2} (gI)^{1/2}$$

式中：

$$U^* = \sqrt{gI}$$

d —河深，m；

g —重力加速度，m/s²；

I —水力坡度，无量纲。

2、横向均匀混合后的浓度

$$C(x) = \frac{Q}{F \cdot \sqrt{1+\alpha}} \exp\left[\frac{Xu}{2K_x}(1-\sqrt{1+\alpha})\right]$$

式中：

$$\alpha = 4 \times 3.17 \times 10^{-8} \lambda K_x / u^2$$

$$K_x = 0.011u^2 B^2 / U^* d$$

当 $\alpha \ll 1$ 时， $C(x) = \frac{Q}{F} \exp\left(\frac{-3.17 \times 10^{-8} \lambda u}{u}\right)$

3、考虑泥沙吸附后的水中核素浓度

对于泥沙吸附放射性核素所致的水体中的核素浓度，计算方法主要引用了 IAEA19 号报告。水体中核素浓度包括总核素浓度和水中溶解核素的浓度等两项。推荐在饮水途径时考虑水中溶解核素浓度、其它考虑总体浓度。

水中溶解核素计算公式如下：

$$C_{w,s} = \frac{C_{w,tot}}{1+0.001K_d S_s}$$

式中： S_s —悬浮沉积物的浓度， kg/m^3 或 g/L ；

0.001— K_d 从 L/kg 到 m^3/kg 的单位转换系数；

$C_{w,s}$ —水中溶解核素浓度（ Bq/L ）；

$C_{w,tot}$ —水质模型预测的水体中总浓度（ Bq/L ）。

分配系数 K_d （ L/kg ）用于描述核素在溶解物和沉积物之间的物质交换，对于特定核素，其推荐值见表 1。

表 1 淡水 K_d 推荐值

核素	Pb	Po	Ra	Th	U
K_d （ L/kg ）	2.0E+04	2.0E+06	500	1.0E+04	50

二、液态途径剂量模式

1、食鱼内照射剂量

$$D_a^a = 10^{-3} C^w U_a^a B_a g_{D_a} e^{-\lambda t_p}$$

式中： D_a^a —a 年龄组食入受污染鱼产生所致公众个人剂量， Sv/a ；

C^w —水中放射性核素浓度， Bq/m^3 ；

g_{Da} —食入剂量转换因子，Sv/Bq，具体见表 2；

U_w^a —a 年龄组对受污染鱼的年摄入量，kg/a；

B_a —核素由水到鱼（考虑淡水鱼）的浓集因子，L/kg，具体见表 3；

t_p —由收获至消费的时间，a，对于最大个人， $t_p=2.74\times 10^{-3}a$ ，对于平均个人， $t_p=2.74\times 10^{-2}a$ 。

表 2 食入剂量转换因子

核素	食入剂量转换因子 (Sv/Bq)			
	婴儿	幼儿	少年	成人
^{210}Pb	8.4E-06	3.6E-06	1.9E-06	6.9E-07
^{210}Po	2.6E-05	8.8E-06	2.6E-06	1.2E-06
^{226}Ra	4.7E-06	9.6E-07	8.0E-07	2.8E-07
^{230}Th	4.1E-06	4.1E-07	2.4E-07	2.1E-07
^{234}U	3.7E-07	1.3E-07	7.4E-08	4.9E-08
^{238}U	3.4E-07	1.2E-07	6.8E-08	4.5E-08

表 3 淡水鱼浓集因子

核素	^{210}Pb	^{210}Po	^{226}Ra	^{230}Th	^{234}U	^{238}U
B_a (L/kg)	300	50	50	100	10	10

2、水体浸没外照射

因划船或游泳受到的外照射剂量为：

$$D_B = 3.15 \times 10^7 M_p C^w U_a^p g_B$$

式中： D_B —游泳或划船所致年待积有效剂量，Sv/a；

U_a^p —a 年龄组的个人游泳或划船的年时间份额，h/a；

M_p —源和接受体的几何形状校正因子，对游泳， $M_p=1$ ，对划船， $M_p=0.5$ ；

g_B —水体浸没外照射剂量转换因子，(Sv/s) / (Bq/m³)，见表 4。

表 4 水体浸没外照射剂量转换因子

核素	水体浸没剂量转换因子 (Sv/s) / (Bq/m ³)
^{210}Pb	1.31E-19
^{210}Po	9.03E-22
^{226}Ra	6.95E-19
^{230}Th	3.94E-20
^{234}U	1.75E-20
^{238}U	7.95E-21

3、岸边沉积外照射剂量

放射性废水向江河排放造成的岸边放射性沉积物外照射剂量为：

$$D_B^S = 7.96 \times 10^8 C^w U_a^S W g_B^S \frac{1 - e^{-\lambda_e^S t_b}}{\lambda_e^S}$$

式中： D_B^S —岸边沉积外照射所致年有效剂量， Sv/a；

C^w —水中放射性核素浓度， Bq/m³；

U_a^S —a 年龄组的个人在岸边消耗的年时间份额， h/a；

W —描述照射几何学的岸宽因子， 河岸取 0.2；

g_B^S —岸边沉积外照射剂量转换因子， 与地表沉积外照射转换因子相同， (Sv/s) / (Bq/m²)， 具体见表 5；

λ —核素衰变常数， a⁻¹， 具体见表 6；

t_b —沉积物受水污染的时间， a。

表 5 岸边沉积外照射剂量转换因子

核素	岸边沉积剂量转换因子 (Sv/s) / (Bq/m ²)
²¹⁰ Pb	2.48E-18
²¹⁰ Po	8.29E-21
²²⁶ Ra	6.44E-18
²³⁰ Th	7.50E-19
²³⁴ U	7.48E-19
²³⁸ U	5.51E-19

表 6 核素衰变常数

核素	半衰期 T _{1/2} (a)	衰变常数 (d ⁻¹)
²¹⁰ Pb	2.23E+01	8.51E-05
²¹⁰ Po	3.78E-01	5.02E-03
²²⁶ Ra	1.60E+03	1.19E-06
²³⁰ Th	7.70E+04	2.47E-08
²³⁴ U	2.44E+05	7.78E-09
²³⁸ U	4.47E+09	4.25E-12

4、农产品食入内照射剂量

$$D_D^a = g_{Da} \sum U_a^P C^P$$

式中： D_D^a —a 年龄组食入受污染农产品所致公众个人剂量， Sv/a；

g_{Da} —食入剂量转换因子，Sv/Bq，具体见表 2；

U_a^p —a 年龄组受污染农产品的年摄入量，kg/a；

C^p —受污染农产品中核素浓度，Bq/kg，计算公式为

$$C^p = d \frac{B_v [1 - \exp(-\lambda_e^s t_b)]}{P \lambda_e^s} \exp(-\lambda t_h) \times \text{干重比例}$$

式中： d —灌溉水的沉积速率，Bq/

($m^2 \cdot a$)， $d = C^w I$ ， I 为农作物平均灌溉率， $m^3 / (m^2 \cdot a)$ ；

B_v —农作物转移系数，具体见表 7；

P —土壤有效表面密度， $260 kg/m^2$ 干土；

λ —核素衰变常数， d^{-1} ，具体见表 6；

λ_e^s —核素衰减速度，取 $2.7E-05 d^{-1}$ ；

t_b —核素沉积时间，d；

t_h —饲料贮存时间，d。

表 7 农产品转移系数

植物 \ 核素	^{210}Pb	^{210}Po	^{226}Ra	^{230}Th	^{234}U	^{238}U
水稻	8.4E-03	1.3E-02	8.7E-04	1.6E-04	2.43E-04	2.43E-04
小麦	1.1E-02	2.4E-04	1.7E-02	2.1E-03	6.2E-03	6.2E-03
谷物	1.1E-02	2.4E-04	1.7E-02	2.1E-03	6.2E-03	6.2E-03
蔬菜	8.0E-02	7.4E-03	9.1E-02	1.2E-03	2.0E-02	2.0E-02
水果	1.0E-01	2.0E-04	4.0E-02	5.0E-04	2.0E-03	2.0E-03
干饲料	1.6E-02	1.2E-01	1.7E-01	2.6E-03	1.5E-02	1.5E-02

5、动物产品食入内照射剂量

$$D_D^a = g_{Da} \sum U_a^a C^A$$

式中： D_D^a —a 年龄组食入受污染动物产品所致公众个人剂量，Sv/a；

g_{Da} —食入剂量转换因子，Sv/Bq，具体见表；

U_a^a —a 年龄组受污染动物产品的年摄入量，kg/a；

C^A —动物产品中核素浓度，Bq/kg，计算公式为

$$C^A = F_A [C^F Q_F + 10^{-3} C^w Q_w] e^{-\lambda t_s}$$

式中： F_A —由水或饲料向动物产品的转移系数，d/kg，具体见表 8；

C^F —受污染的动物饲料中核素浓度，Bq/kg;

Q_F —动物对污染饲料的消耗量，kg/d;

C^w —动物饮水中的核素浓度，即污染河流中核素浓度，Bq/m³;

Q_w —动物对污水的消耗量，kg/d;

t_s —动物产品由屠宰到消费的时间，d。

表 8 核素在肉、奶、蛋中的转移份额

动物产品 \ 核素	²¹⁰ Pb	²¹⁰ Po	²²⁶ Ra	²³⁰ Th	²³⁴ U	²³⁸ U
蛋	9.9E-04	3.1	0.2E-04	0.3E-05	1.1	1.1
奶	3.3E-04	2.3E-04	5.1E-04	2.9E-03	2.9E-03	2.9E-03
牛肉	9.3E-04	9.3E-04	1.7E-03	3.5E-04	4.2E-04	4.2E-04
羊肉	9.3E-04	9.3E-04	1.7E-03	3.5E-04	4.2E-04	4.2E-04
家禽肉	9.9E-04	2.4	9.9E-04	1.0E-02	0.75	0.75
猪肉	9.9E-04	9.9E-04	9.9E-04	1.0E-02	4.4E-02	4.4E-02

6、公众个人剂量

液态照射途径所致公众个人总照射剂量为各照射途径所致剂量之和：

$$D = D_a^a + D_B + D_B^S + D_D^a$$

式中：D—液态途径所致公众个人剂量，Sv/a;

D_a^a —a 年龄组食入受污染水生生物所致公众个人剂量，Sv/a;

D_B —游泳或划船所致公众个人剂量，Sv/a;

D_B^S —岸边沉积外照射所致公众个人剂量，Sv/a;

D_D^a —a 年龄组食入受污染农产品和动物产品所致公众个人剂量，Sv/a。

7、公众集体剂量

各子区公众集体剂量为：

$$S = \sum_{i=1}^7 D_i \times R_i$$

式中：S—各子区所有液态照射途径所致集体剂量，Sv·人/a;

D_i —各子区 i 照射途径所致公众个人剂量，Sv/a;

R_i —各子区 i 照射途径影响的人口数，人。

环评委托书

中核第四研究设计工程有限公司：

根据《中华人民共和国环境保护法》、《中华人民共和国环境影响评价法》和中华人民共和国国务院令 第 253 号《建设项目环境保护管理条例》的有关规定，现委托贵单位承担《黄泥湖矿点（含大峯围矿点）退役治理工程环境影响报告书》的编制工作，请根据国家法律法规要求尽快开展工作。

特此委托。

江西省核工业地质局二六四大队

2016年8月18日



赣州市生态环境局

关于黄泥湖矿点（含大鞞围矿点）退役治理工程环境影响评价执行标准的复函

江西省核工业地质局二六四大队：

你单位拟进行的“黄泥湖矿点（含大鞞围矿点）退役治理工程”建设项目环境影响评价工作已委托中核第四研究设计工程有限公司承担，根据该项目所在地寻乌县环境保护局出具的《关于黄泥湖矿点（含大鞞围矿点）退役治理工程项目环境影响报告执行评价标准函》（寻环督函〔2019〕36号），我局确认其环境影响评价执行标准如下：

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/T14848-2017）中III类标准；

4、声环境执行《声环境质量标准》（GB3096-2008）中3类标准；

5、土壤环境质量标准执行《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标准。

二、污染物排放标准

1、废气排放执行《大气污染物综合排放标准》(GB16297-1996)中二级标准;

2、废水排放执行《污水综合排放标准》(GB8978-1996)表1和表4中一级标准;

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

三、辐射环境标准

1、《电离辐射防护与辐射源安全基本标准》(GB18871-2002);

2、《铀矿冶辐射防护和环境保护规定》(GB23727-2009);

3、《铀矿冶辐射防护规定》(EJ993-2008);

4、《铀钍矿冶放射性废物安全管理技术规定》(GB14585-1993);

5、《铀矿冶设施退役环境管理技术规定》(GB14586-1993);

6、《铀矿冶设施环境影响评价规定》(GB/T23728-2009);

7、《铀矿冶辐射环境监测规定》(GB/T23726-2009)。





监 测 报 告

环监字 2018-291G 号

监测类别： 委 托 监 测

项目名称： 黄泥湖矿点（含大峯围矿点）退役
治理工程项目

委 托 方： 江西省核工业地质局二六四大队

江西省核工业地质局测试研究中心

二〇二〇年三月六日



监测报告说明

1. 本报告无本单位“检验检测专用章”和骑缝章无效。
2. 本报告无批准人签字无效。
3. 对本报告的任何删减、涂改无效。
4. 复制本报告中的部分内容无效；复制报告未重新加盖“检验检测专用章”无效。
5. 委托方如对本报告有异议，须于收到本报告之日（邮寄以邮戳为准）起十日内向本单位提出，逾期视为认可本报告。无法保存、复现的样品不受理复测要求。
6. 委托方自送样品的委托检测、其检测结果仅对来样负责。对不可复现的监测项目，结果仅对采样时所代表的时间和空间负责。
7. 本报告不得用于商业广告。

监测单位：江西省核工业地质局测试研究中心

单位地址：江西省南昌市洪都中大道 101 号

邮政编码：330002

电 话：0791—88227471

传 真：0791—88236020


E---Mail: jxhgcszx@126.com



监 测 报 告

报告编号：环监字 2018-291G 号

共 14 页 第 1 页

委托方	江西省核工业地质局二六四大队		联系人	蔡松	
监测日期	2018年5月21日-5月25日		主要监测人员	钟磊、张浩然	
大气压强	101.1kPa-101.8kPa		天气状况	晴	
气温	24℃-35℃		相对湿度	59%-81%	
监测目的	为《黄泥湖矿点（含大鞞围矿点）退役治理工程项目》提供现状监测数据				
监测项目	空气：氡及其子体、气溶胶（铀-天然、总α）、TSP； 陆地γ：γ辐射空气吸收剂量率； 土壤：铀-天然、镭-226、钍-210、铅-210、锰、镉、砷； 底泥：铀-天然、镭-226； 地表水：pH值、铀-天然、镭-226、钍-210、铅-210、锰、镉、砷、硫酸盐； 地下水：pH值、铀-天然、镭-226、钍-210、铅-210、锰、镉、砷； 生物：铀-天然、镭-226、钍-210、铅-210。				
监测依据	检测方法汇总表				
主要监测用仪器	检测方法汇总表				
监测点位	监测点位详见附件				
监测结论	详见监测结果表 <div style="text-align: right; margin-top: 20px;">  </div>				
批准	刘磊	审核	董赞	编制	(Signature)
日期	2020.3.0	日期	2020.3.6	日期	2020.3.6

报告日期：2020年3月6日



扫描全能王 创建

环监字 2018-291G 号

地表水监测结果

报告编号: 环监字 2018-291G 号

共 14 页 第 5 页

点位	监测项目										
	天然 U (mg/L)	²²⁶ Ra (Bq/L)	²¹⁰ Po (Bq/L)	²¹⁰ Pb (Bq/L)	Mn (mg/L)	Cd (mg/L)	As (mg/L)	SO ₄ ²⁻ (mg/L)	pH 值		
黄泥湖矿点坑口 流出水汇入口上 游 500m 处	0.00520	0.00363	0.001	0.01 _L	0.004 _L	0.00005 _L	0.0003 _L	2.21	7.42		
黄泥湖矿点坑口 流出水汇入口下 游 1km 处	0.00840	0.00914	0.007	0.016	0.004	0.00016	0.0018	2.26	7.65		
高湖寨村	0.00887	0.00769	0.007	0.013	0.004 _L	0.00006	0.0011	1.09	6.94		
蕉子坝村	0.00731	0.00689	0.006	0.01 _L	0.004 _L	0.00005 _L	0.0020	0.93	6.98		
大春围矿点坑口 流出水汇入口上 游 500m 处	0.00604	0.00428	0.001	0.01 _L	0.004 _L	0.00005 _L	0.0003 _L	0.442	7.46		
大春围矿点坑口 流出水汇入口下 游 1km 处	0.00659	0.00596	0.001	0.01 _L	0.004 _L	0.00006	0.0003 _L	0.36	7.52		
大春围	0.00657	0.00511	0.001	0.01 _L	0.005	0.00006	0.0003 _L	0.34	7.49		
白面石村	0.00418	0.00581	0.002	0.01 _L	0.004 _L	0.00005 _L	0.0003 _L	0.32	7.60		



扫描全能王 创建

土壤及底泥监测结果

报告编号：环监字 2018-291G 号

共 14 页 第 6 页

点位	监测项目					
	²³⁸ U (mg/kg)	²²⁶ Ra (Bq/kg)	Mn (mg/kg)	Cd (mg/kg)	As (mg/kg)	pH 值
黄泥湖矿点坑口流出水汇入口上游 500m 处底泥	3.77	46.27	/	/	/	/
黄泥湖矿点坑口流出水汇入口下游 1km 处底泥	13.6	45.77	/	/	/	/
高湖寨村底泥	12.4	97.9	/	/	/	/
蕉子坝村底泥	10.6	117.3	/	/	/	/
大峯围矿点坑口流出水汇入口上游 500m 处底泥	4.04	56.68	/	/	/	/
大峯围矿点坑口流出水汇入口下游 1km 处底泥	12.0	145.6	/	/	/	/
大峯围底泥	10.1	150.5	/	/	/	/
白面石村底泥	10.7	131.6	/	/	/	/
高湖寨土壤	11.8	131.9	364.8	0.183	13.1	6.70
蕉子坝村土壤	8.08	96.28	403.8	0.131	12.2	6.42
大峯围土壤	7.91	124.8	386.6	0.216	2.38	6.65
白面石村土壤	10.4	116.8	534.0	0.214	7.48	7.02
晨光镇政府所在地土壤	7.14	89.51	751.5	0.123	4.61	7.87



扫描全能王 创建

动植物样名称 采样点及监测项目		稻谷	蔬菜	鸡/鸭
高湖寨	天然铀(mg/kg 鲜)	0.0012	0.0003	0.0053
	镭-226(Bq/kg 鲜)	3.01	0.612	14.2
	钋-210(Bq/kg 鲜)	0.180	0.008	0.157
	铅-210(Bq/kg 鲜)	0.776	0.087	0.685
蕉子坝村	天然铀(mg/kg 鲜)	0.0037	0.0002	0.0089
	镭-226(Bq/kg 鲜)	1.45	0.453	8.77
	钋-210(Bq/kg 鲜)	0.107	0.011	0.121
	铅-210(Bq/kg 鲜)	0.569	0.063	0.899
大崧围	天然铀(mg/kg 鲜)	0.0011	0.0001	0.0048
	镭-226(Bq/kg 鲜)	3.69	0.821	17.4
	钋-210(Bq/kg 鲜)	0.301	0.024	0.141
	铅-210(Bq/kg 鲜)	0.685	0.091	0.734
白面石村	天然铀(mg/kg 鲜)	0.0022	0.0002	0.0885
	镭-226(Bq/kg 鲜)	0.907	0.196	8.12
	钋-210(Bq/kg 鲜)	0.090	0.030	0.399
	铅-210(Bq/kg 鲜)	0.622	0.078	0.830
晨光镇政府所在地	天然铀(mg/kg 鲜)	0.0014	0.0006	0.0192
	镭-226(Bq/kg 鲜)	0.495	0.904	8.32
	钋-210(Bq/kg 鲜)	0.076	0.028	0.168
	铅-210(Bq/kg 鲜)	0.582	0.093	0.758



扫描全能王 创建

附件:

检测方法汇总表

监测类别	监测项目	监测方法	监测/分析仪器	灵敏度/检出限
陆地 γ	γ 辐射空气吸收剂量率	即时测量法 GB/T14583-1993	FH40G 环境 X- γ 剂量率监测仪	10nGy/h
空气	氡浓度	连续氡监测法 GB/T14582-1993	RAD7 连续测氡仪	3.7Bq/m ³
	氡子体	脉冲电离室法 GB/T14582-1993	BWLM-PLUS-S 氡子体测量仪	1nJ/m ³
	气溶胶 (U _{天然})	HJ 840-2017 激光荧光法	MUA 微量铀分析仪	0.02ng/m ³ (空气)
	气溶胶 (总 α)	HJ 898-2017 厚源法	低本底总 α 总 β 测量仪	0.043 Bq/L
	TSP	GB/T15432-1995 重量法	HZ-104/55S 十万分之一天平/KB-6120 型多功能大气采样器	0.001mg/m ³
地表水/地下水	pH 值	GB6920-86 玻璃电极法	FE20 实验室 pH 计	0.01
	SO ₄ ²⁻	HJ 84-2016 离子色谱法	CIC-100 型离子色谱仪	0.018 mg/L
	砷	HJ694-2014 原子荧光法	AFS-2202E 型双道原子荧光光度计	0.0003mg/L
	镉	电感耦合等离子体原子质谱法 HJ700-2014	NexION300X 电感耦合等离子体质谱仪	0.00005 mg/L
	锰	HJ776-2015 发射光谱法	Optima5300DV 等离子体发射光谱仪	0.004 mg/L
	钋-210	HJ 813-2016 水中钋-210 的分析方法	α 能谱仪	0.001Bq/L
	铅-210	EJ/T 859-1994 水中铅-210 的分析方法	低本底 β 测量仪	0.01 Bq/L
	U _{天然}	HJ 840-2017 激光荧光法	MUA 微量铀分析仪	0.00002mg/L
	²²⁶ Ra	GB11214-1989 闪烁室射气法	DB-2001、FD-125 室内氡钍分析仪	0.002Bq/L
土壤/底泥	pH 值	LY/T1239-1999 玻璃电极法	FE20 实验室 pH 计	0.01
	镉	GB/T17140-1997 火焰原子吸收分光光度法	GGX-9 原子吸收分光光度计	0.05mg/kg
	锰	HJ780-2015X 射线荧光光谱法	AxiosMAXX 射线荧光光谱仪	10.0mg/kg
	砷	HJ680-2013 原子荧光法	AFS-2202E 型双道原子荧光光度计	0.01mg/kg
生物	天然铀	GB/T 16145-1995 生物样品中放射性核素的 γ 能谱分析法	低本底宽能高纯锗 γ 谱仪 BE5030	/
	镭-226	GB/T 16145-1995 生物样品中放射性核素的 γ 能谱分析法	环境 γ 谱仪/低本底宽能高纯锗 γ 谱仪 BE5030	/
	钋-210	食品中放射性物质钋-210 的测定 GB14883.5-2016	低本底 α 测量仪	0.74Bq/g 灰
	铅-210	EJ/T 859-1994 水中铅-210 的分析方法	低本底 β 测量仪	/



附件：

黄泥湖矿点（含大鞏围矿点）

退役治理工程

环境质量现状监测方案

中核第四研究设计工程有限公司

2018 年 5 月 17 日



1 项目概况

项目名称: 黄泥湖矿点(含大崧围矿点)退役治理工程

实施单位: 江西省核工业地质局二六四大队

工程地点: 江西省赣州市寻乌县桂竹帽镇

工程内容: 本项目退役治理主要源项为坑口、浅(竖)井、废石堆、尾渣堆、露天采场废墟、工业场地、污染设备、建构筑物、污染道路、尾渣库等。

2 现状监测目的

了解和掌握现阶段矿区周围环境中大气、水、水体底泥、土壤及生物中放射性物质的浓度水平,以便了解黄泥湖矿点(含大崧围矿点)待退役治理工程对环境的辐射影响程度,同时为退役治理后周围环境现状监测提供对比数据。

3 监测内容

本次环境质量现状监测内容主要包括:

- 1) 陆地 γ : γ 辐射空气吸收剂量率;
- 2) 空气: 氡及其子体、气溶胶 ($U_{\text{天然}}$ 、总 α)、TSP;
- 3) 地表水: $U_{\text{天然}}$ 、 ^{226}Ra 、 ^{210}Po 、 ^{210}Pb 、Mn、Cd、As、pH、 SO_4^{2-} ;
- 4) 地下水: $U_{\text{天然}}$ 、 ^{226}Ra 、 ^{210}Po 、 ^{210}Pb 、Mn、Cd、As、pH;
- 5) 土壤: $U_{\text{天然}}$ 、 ^{226}Ra 、Mn、Cd、As、pH;
- 6) 底泥: $U_{\text{天然}}$ 、 ^{226}Ra ;
- 7) 生物: $U_{\text{天然}}$ 、 ^{226}Ra 、 ^{210}Po 、 ^{210}Pb 。

4 监测方案

环境质量现状监测方案见表 1, 监测布点图见图 1。



表 1 环境质量监测方案

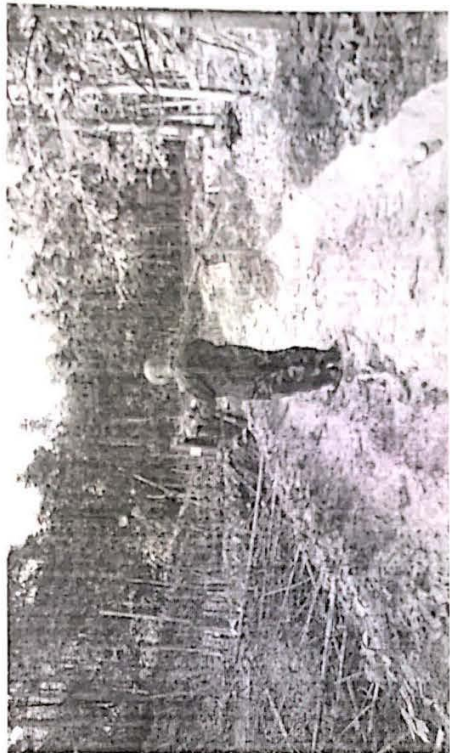
监测对象	监测位置	点位数	监测项目	监测频次
陆地 γ	1) 黄泥湖矿点: 山下、高湖寨、蕉子坝村; 2) 大鞞围矿点: 双坑、野猪窝、大鞞围、白面石村; 3) 对照点: 晨光镇政府所在地政府所在地。	8	γ 辐射空气吸收剂量率	每个点位监测 5 次。
空气	1) 黄泥湖矿点: 山下、高湖寨、蕉子坝村; 2) 大鞞围矿点: 双坑、野猪窝、大鞞围、白面石村; 3) 对照点: 晨光镇政府所在地政府所在地。	8	氡及其子体、气溶胶 (U 天然、总 α)、TSP	监测 1 次
地表水	1) 黄泥湖矿点: 坑口流出水汇入口上游 500m 处和下游 1km 处, 高湖寨村, 蕉子坝村各测 1 个点; 2) 大鞞围矿点: 坑口流出水汇入口上游 500m 处和下游 1km 处, 大鞞围, 白面石村各测 1 个点。	8	U 天然、 ^{226}Ra 、 ^{210}Po 、 ^{210}Pb 、Mn、Cd、As、pH、 SO_4^{2-}	监测 1 次
地下水	1) 黄泥湖矿点: 高湖寨、蕉子坝村; 2) 大鞞围矿点: 大鞞围、白面石村。	4	U 天然、 ^{226}Ra 、 ^{210}Po 、 ^{210}Pb Mn、Cd、As、pH	监测 1 次
土壤	1) 黄泥湖矿点: 高湖寨、蕉子坝村; 2) 大鞞围矿点: 大鞞围、白面石村; 3) 对照点: 晨光镇政府所在地政府所在地。	5	U 天然、 ^{226}Ra 、Mn、Cd、As、pH	监测 1 次
底泥	1) 其余与地表水相同。	8	U 天然、 ^{226}Ra	监测 1 次
环境生物	植物 1) 黄泥湖矿点: 高湖寨、蕉子坝村; 2) 大鞞围矿点: 大鞞围、白面石村; 3) 对照点: 晨光镇政府所在地政府所在地。 植物根据主要种植作物选取, 如水稻、谷物或蔬菜等。	5	U 天然、 ^{226}Ra 、 ^{210}Po 、 ^{210}Pb	监测 1 次
	动物 1) 黄泥湖矿点: 高湖寨、蕉子坝; 2) 大鞞围矿点: 大鞞围、白面石村; 3) 对照点: 晨光镇政府所在地政府所在地。 动物根据养殖情况分别取鸡、鸭或鱼等。	5	U 天然、 ^{226}Ra 、 ^{210}Po 、 ^{210}Pb	监测 1 次



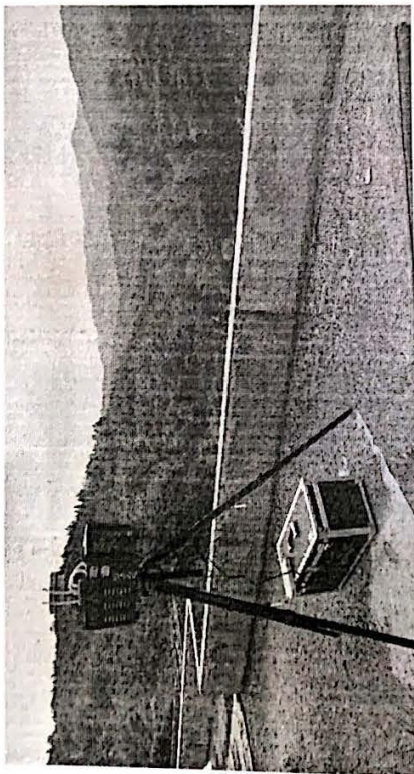
现场监测照片:



氦子体监测



γ 辐射周围剂量当量率监测



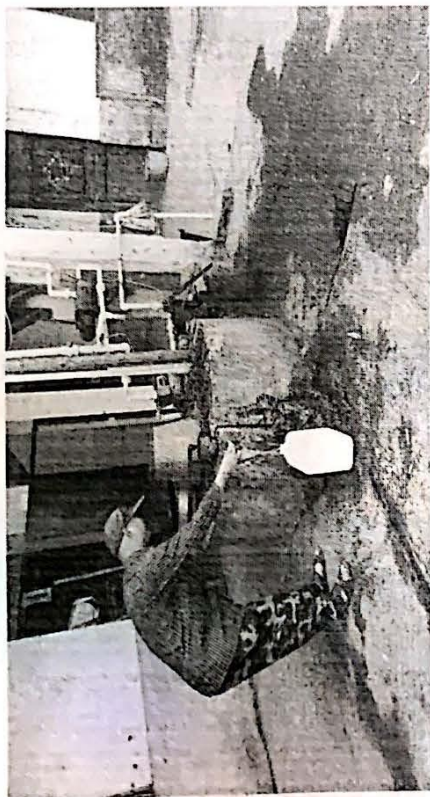
气溶胶取样



氦溶度监测



现场监测照片:



地下水取样



底泥取样

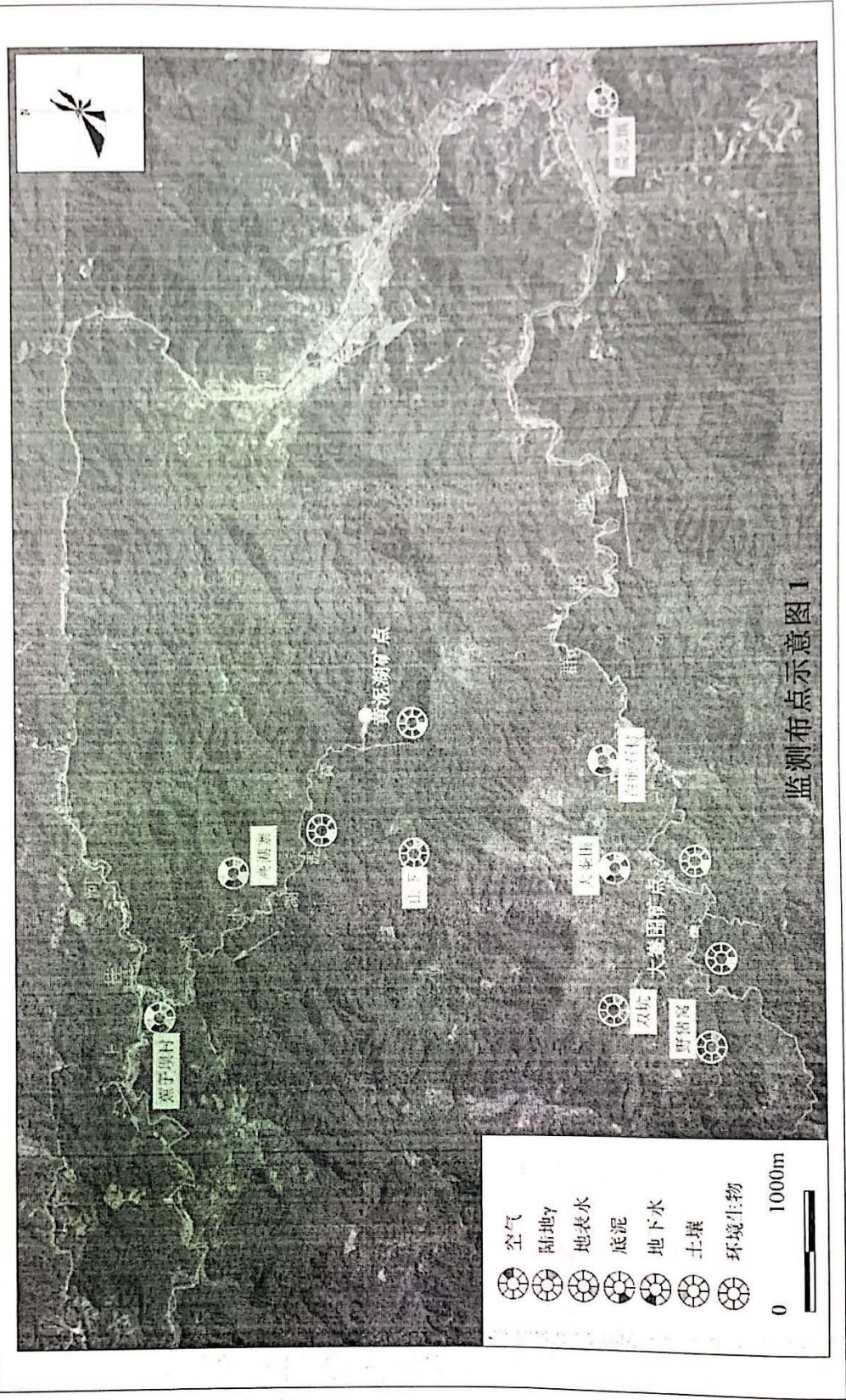


土壤取样



地表水取样





监测布点示意图 1





161420180567

附件 4

监 测 报 告

环监字 2019-291G 号

监测类别：委 托 监 测

项目名称：黄泥湖矿点（含大鞞围矿点）退役
治理工程项目

委托方：江西省核工业地质局二六四大队

江西省核工业地质局测试研究中心

二〇二〇年三月六日



扫描全能王 创建

监测报告说明

1. 本报告无本单位“检验检测专用章”和骑缝章无效。
2. 本报告无批准人签字无效。
3. 对本报告的任何删减、涂改无效。
4. 复制本报告中的部分内容无效；复制报告未重新加盖“检验检测专用章”无效。
5. 委托方如对本报告有异议，须于收到本报告之日（邮寄以邮戳为准）起十日内向本单位提出，逾期视为认可本报告。无法保存、复现的样品不受理复测要求。
6. 委托方自送样品的委托检测、其检测结果仅对来样负责。对不可复现的监测项目，结果仅对采样时所代表的时间和空间负责。
7. 本报告不得用于商业广告。

监测单位：江西省核工业地质局测试研究中心

单位地址：江西省南昌市洪都中大道 101 号

邮政编码：330002

电 话：0791—88227471

传 真：0791—88236020



E---Mail: jxhgcszx@126.com



监 测 报 告

报告编号：环监字 2019-291G 号

共 9 页 第 1 页

委托方	江西省核工业地质局二六四大队	联系人	蔡松		
监测日期	2019年3月23日-3月25日	主要监测人员	钟磊、张浩然		
大气压强	101.1kPa-101.8kPa	天气状况	晴		
气温	30℃-36℃	相对湿度	53%-82%		
监测目的	为《黄泥湖矿点（含大崧围矿点）退役治理工程项目》提供现状监测数据				
监测项目	土壤：铀-天然、镭-226； 底泥：铀-天然、镭-226； 地下水：pH、铀-天然、镭-226、钋-210、铅-210、锰、镉、砷、铁、铬、镍、锌、铜、K ⁺ 、Ca ²⁺ 、Na ⁺ 、Mg ²⁺ 、SO ₄ ²⁻ 、CO ₃ ²⁻ 、HCO ₃ ⁻ 、Cl ⁻ ；				
监测依据	HJ/T 61-2001、HJ776-2015、HJ 84-2016、EJ/T 900-94、EJ/T1075-1998、DZ/T 0064.75-1993、HJ 780-2015、HJ 84-2016、SY/T6404-1999、HJ700-2014、DZ/T 0064.51-1993、HJ694-2014、GB6920-86。				
主要监测用仪器	DB-2001、FD-125 室内氡钍分析仪 (№ F018)、BH3206 低本底总 α 总 β 测量仪 (№ F026)、Alpha-1102 可见分光光度 (№ F012)、FH40G 环境 x-γ 剂量率监测仪 (№ F117)、RAD7 α 能谱氡气检测仪 (№ F133、№ F134)、AxiosMAXX 荧光光谱仪 (№ F005)、GGX-9 原子吸收分光光度计 (№ F013)、NexION300X 电感耦合等离子体质谱 (№ F001)、AFS-2202E 原双道原子荧光光度计 (№ F014)、CIC-100 离子色谱仪 (№ F019)、PHS-3C 型 PH 计 (№ F099)、BWLM-PIUS-S 氦及其子体测量仪 (№ F135)。				
监测点位	监测点位详见附件				
监测结论	详见监测结果表 <div style="text-align: right;">  (检验检测专用章) 报告日期：2020年03月06日 </div>				
批准	刘磊	审核	董 斌	编制	
日期	2020.3.6	日期	2020.3.6	日期	2020.3.6

山 中 明 院 检



扫描全能王 创建

黄泥湖矿点地下水监测结果

报告编号：环监字 2019-291G 号

点位	监测项目									
	²³⁸ U (mg/L)	²²⁶ Ra (Bq/L)	²¹⁰ Po (Bq/L)	²¹⁰ Pb (Bq/L)	Mn (mg/L)	Cd (mg/L)	As (mg/L)	pH 值		
黄泥湖矿点 ZK2 (拟建尾渣库坝角 S4)	0.00016	0.0089	0.001	0.01L	0.007	0.00006	0.0003L	7.59		
黄泥湖矿点 ZK5 (拟建尾渣库左侧 S2)	0.00019	0.0150	0.002	0.01L	0.004L	0.00025	0.0027	7.49		
黄泥湖矿点 ZK14 (拟建尾渣库右侧 S3)	0.00024	0.0089	0.004	0.016	0.004L	0.00009	0.0003L	7.55		
黄泥湖矿点上游 50M 处 (拟建尾渣库上游 S1)	0.00033	0.0071	0.002	0.01L	0.007	0.00005L	0.0026	7.58		
黄泥湖矿点下游 50M 处 (拟建尾渣库下游 50 米 S5)	0.00045	0.0087	0.001L	0.01L	0.004L	0.00005L	0.0003L	7.54		

以下空白



黄泥湖矿点地下水监测结果

报告编号：环监字 2019-291G 号

共 9 页 第 3 页

点位	监测项目									
	Cu (mg/L)	Zn (mg/L)	Ni (mg/L)	Cr (mg/L)	Fe (mg/L)	Hg (mg/L)	K ⁺ (mg/L)	Ca ²⁺ (mg/L)		
黄泥湖矿点 ZK2 (拟建尾渣库坝角 S4)	0.006	0.0002	0.0008	0.0009	0.025	0.00008	3.19	5.23		
黄泥湖矿点 ZK5 (拟建尾渣库左侧 S2)	0.008	0.0003	0.0007	0.0002	0.013	0.00003	4.63	16.82		
黄泥湖矿点 ZK14 (拟建尾渣库右侧 S3)	0.005	0.0002	0.0012	0.0006	0.021	0.00002	4.86	16.72		
黄泥湖矿点上游 50M 处 (拟建尾渣库上游 S1)	0.009	0.0003	0.0008	0.0008	0.018	0.00006	2.75	12.28		
黄泥湖矿点下游 50M 处 (拟建尾渣库下游 50 米 S5)	0.004	0.0006	0.0002	0.0008	0.016	0.00007	4.58	16.64		
以下空白										



黄泥湖矿点地下水监测结果

报告编号：环监字 2019-291G 号

共 9 页 第 4 页

点位	监测项目							
	Na ⁺ (mg/L)	Mg ²⁺ (mg/L)	SO ₄ ²⁻ (mg/L)	CO ₃ ²⁻ (mg/L)	HCO ₃ ⁻ (mg/L)	Cl ⁻ (mg/L)		
黄泥湖矿点 ZK2 (拟建尾渣库坝角 S4)	7.21	2.14	0.48	-	1.33	8.33		
黄泥湖矿点 ZK5 (拟建尾渣库左侧 S2)	6.48	2.28	0.48	-	1.43	5.00		
黄泥湖矿点 ZK14 (拟建尾渣库右侧 S3)	7.14	3.12	0.48	-	1.22	13.33	以下空白	
黄泥湖矿点上游 50M 处 (拟建尾渣库上游 S1)	6.28	2.25	0.48	-	1.86	18.33		
黄泥湖矿点下游 50M 处 (拟建尾渣库下游 50 米 S5)	5.14	2.50	0.48	-	1.47	11.24		
以下空白								



扫描全能王 创建

大鞞围矿点地下水监测结果

报告编号：环监字 2019-291G 号

共 9 页 第 5 页

点位	监测项目									
	天然 U (mg/L)	²²⁶ Ra (Bq/L)	²¹⁰ Po (Bq/L)	²¹⁰ Pb (Bq/L)	Mn (mg/L)	Cd (mg/L)	As (mg/L)	pH 值		
大鞞围矿点上游 50m (废渣堆 WZ-2 地 下水上游 S6)	0.00019	0.0069	0.001	0.01L	0.007	0.00016	0.0003L	7.99		
大鞞围矿点下游 50m (废渣堆 WZ-2 地 下水下游 50 米 S9)	0.00025	0.0070	0.002	0.01L	0.004L	0.00015	0.0007	7.69		
大鞞围尾渣堆 ZK1 (废渣堆 WZ-2 与 群裕河之间左侧 S7)	0.00031	0.0109	0.003	0.019	0.004L	0.00009	0.0003L	7.35		
大鞞围尾渣堆 ZK2 (废渣堆 WZ-2 与 群裕河之间右侧 S8)	0.00018	0.0071	0.002	0.01L	0.007	0.00005L	0.0009	7.28		

以下空白



扫描全能王 创建

大鞞围矿点地下水监测结果

报告编号：环监字 2019-291G 号

共 9 页 第 6 页

点位	监测项目									
	Cu (mg/L)	Zn (mg/L)	Ni (mg/L)	Cr (mg/L)	Fe (mg/L)	Hg (mg/L)	K ⁺ (mg/L)	Ca ²⁺ (mg/L)		
大鞞围矿点上游 50m (废渣堆 WZ-2 地 下水上游 S6)	0.005	0.0069	0.0006	0.0009	0.017	0.00006	4.72	16.25		
大鞞围矿点下游 50m (废渣堆 WZ-2 地 下水下游 50 米 S9)	0.002	0.0090	0.0012	0.0006	0.014	0.00005	5.16	15.28		
大鞞围尾渣堆 ZK1 (废渣堆 WZ-2 与 群裕河之间左侧 S7)	0.005	0.0079	0.0009	0.0008	0.014	0.00009	3.28	18.82		
大鞞围尾渣堆 ZK2 (废渣堆 WZ-2 与 群裕河之间右侧 S8)	0.006	0.0051	0.0008	0.0008	0.016	0.00005	3.14	14.75		
以下空白										



扫描全能王 创建

大鞞围矿点地下水监测结果

报告编号：环监字 2019-291G 号

共 9 页 第 7 页

点位	监测项目							
	Na ⁺ (mg/L)	Mg ²⁺ (mg/L)	SO ₄ ²⁻ (mg/L)	CO ₃ ²⁻ (mg/L)	HCO ₃ ⁻ (mg/L)	Cl ⁻ (mg/L)		
大鞞围矿点上游 50m (废渣堆 WZ-2 地 下水上游 S6)	7.26	4.26	0.42	-	1.12	10.28		
大鞞围矿点下游 50m (废渣堆 WZ-2 地 下水下游 50 米 S9)	8.14	3.74	0.42	-	1.24	12.36		
大鞞围尾渣堆 ZK1 (废渣堆 WZ-2 与 群裕河之间左侧 S7)	10.22	4.11	0.42	-	1.16	14.12	以下空白	
大鞞围尾渣堆 ZK2 (废渣堆 WZ-2 与 群裕河之间右侧 S8)	10.18	3.28	0.42	-	1.27	14.22	以下空白	



扫描全能王 创建

补充监测方法及仪器

报告编号：环监字 2019-291G 号

共 9 页 第 9 页

监测项目		监测方法(标准名称及标准号)	监测仪器	检出限
底泥	^{238}U	γ 能谱分析法	环境 γ 谱仪	/
	^{226}Ra	γ 能谱分析法	环境 γ 谱仪	/
地表水及地下水	pH	玻璃电极法	FE20 实验室 pH 计	0.01PH
	$\text{U}_{\text{天然}}$	HJ840-2017 激光荧光法	MUA 微量铀分析仪	0.00002mg/L
	^{226}Ra	GB11214-1989 闪烁室射气法	DB-2001、FD-125 室内氡钍分析仪	0.002Bq/L
	^{210}Pb	EJ/T 859-1994 水中铅-210 的分析方法	低本底 β 测量仪	0.01 Bq/L
	^{210}Po	HJ 813-2016 水中钋-210 的分析方法	α 能谱仪	0.001Bq/L
	Mn	HJ776-2015 发射光谱法	Optima5300DV 等离子体发射光谱仪	0.004 mg/L
	Cd	电感耦合等离子体原子质谱法 HJ700-2014	NexION300X 等离子体发射质谱仪	0.00005 mg/L
	As	HJ694-2014 原子荧光法	AFS-2202E 型双道原子荧光光度计	0.0003mg/L
	Cu	电感耦合等离子体原子质谱法 HJ700-2014	NexION300X 电感耦合等离子体质谱仪	0.00008mg/L
	Zn	电感耦合等离子体原子质谱法 HJ700-2014	NexION300X 电感耦合等离子体质谱仪	0.0002 mg/L
	Ni	电感耦合等离子体原子质谱法 HJ700-2014	NexION300X 电感耦合等离子体质谱仪	0.00006 mg/L
	Cr	电感耦合等离子体原子质谱法 HJ700-2014	NexION300X 电感耦合等离子体质谱仪	0.00011 mg/L
	Fe	电感耦合等离子体原子质谱法 HJ700-2014	NexION300X 电感耦合等离子体质谱仪	0.00082 mg/L
	Hg	HJ694-2014 原子荧光法	AFS-2202E 型双道原子荧光光度计	0.00002mg/L
	K^+	电感耦合等离子体原子质谱法 HJ700-2014	NexION300X 电感耦合等离子体质谱仪	0.0045 mg/L
	Ca^{2+}	电感耦合等离子体原子质谱法 HJ700-2014	NexION300X 电感耦合等离子体质谱仪	0.0066 mg/L
	Na^+	电感耦合等离子体原子质谱法 HJ700-2014	NexION300X 电感耦合等离子体质谱仪	0.0063 mg/L
	Mg^{2+}	电感耦合等离子体原子质谱法 HJ700-2014	NexION300X 电感耦合等离子体质谱仪	0.0019mg/L
	SO_4^{2-}	离子色谱法	CIC-100 型离子色谱仪	0.018 mg/L
	CO_3^{2-}	滴定法		/
HCO_3^-	滴定法		/	
Cl^-	离子色谱法	CIC-100 型离子色谱仪	0.007 mg/L	





监 测 报 告

环监字 2019-345G 号

监测类别： 委 托 监 测

项目名称： 黄泥湖矿点（含大峯围矿点）退役
治理工程项目(补充监测)

委 托 方： 江西省核工业地质局二六四大队



江西省核工业地质局测试研究中心

二〇二〇年三月六日



监测报告说明

1. 本报告无本单位“检验检测专用章”和骑缝章无效。
2. 本报告无批准人签字无效。
3. 对本报告的任何删减、涂改无效。
4. 复制本报告中的部分内容无效；复制报告未重新加盖“检验检测专用章”无效。
5. 委托方如对本报告有异议，须于收到本报告之日（邮寄以邮戳为准）起十日内向本单位提出，逾期视为认可本报告。无法保存、复现的样品不受理复测要求。
6. 委托方自送样品的委托检测、其检测结果仅对来样负责。对不可复现的监测项目，结果仅对采样时所代表的时间和空间负责。
7. 本报告不得用于商业广告。

监测单位：江西省核工业地质局测试研究中心

单位地址：江西省南昌市洪都中大道 101 号

邮政编码：330002

电 话：0791—88227471

传 真：0791—88236020

E---Mail: jxhgcszx@126.com







扫描全能王 创建

监 测 报 告

报告编号：环监字 2019-345G 号

共 5 页 第 1 页

委托方	江西省核工业地质局二六四大队	联系人	蔡松		
监测日期	2019 年 6 月 25 日	主要监测人员	钟磊、张浩然		
大气压强	98.5kPa-100.9kPa	天气状况	晴		
气 温	24℃-33℃	相对湿度	53%-82%		
监测目的	为《黄泥湖矿点（含大峯围矿点）退役治理工程项目》提供补充监测数据				
监测项目	土壤：汞、铅、六价铬、铜、镍、锌；				
监测依据	检测方法汇总表				
主要监测用仪器	检测方法汇总表				
监测点位	监测点位详见附件				
监测结论	详见监测结果表 <div style="text-align: right; margin-top: 10px;">  (检验检测专用章) 报告日期：2020 年 3 月 6 日 </div>				
批 准		审 核		编 制	
日 期	2020.3.6	日 期	2020.3.6	日 期	2020.3.6

一 覽 正 本



扫描全能王 创建

附件：

检测方法汇总表

监测类别	监测项目	监测方法	监测/分析仪器	灵敏度/检出限
土壤	汞	GB/T22105.1-2008 原子荧光法	AFS-2202E 型双道原子荧光光度计	0.002mg/kg
	铜	HJ780-2015 X 射线荧光光谱法	AxiosMAX X 射线荧光光谱仪	1.2mg/kg
	铅			2.0mg/kg
	镍			1.5mg/kg
	锌			2.0mg/kg
	六价铬	HJ687-2014 原子吸收分光光度法	GGX-9 原子吸收分光光度计	2mg/kg



附件:

黄泥湖矿点 (含大鞞围矿点)

退役治理工程

环境质量补充监测方案

中核第四研究设计工程有限公司

2019 年 6 月 10 日



1 项目概况

项目名称：黄泥湖矿点（含大崧围矿点）退役治理工程

实施单位：江西省核工业地质局二六四大队

工程地点：江西省赣州市寻乌县桂竹帽镇

工程内容：本项目退役治理主要源项为坑口、浅（竖）井、废石堆、尾渣堆、露天采场废墟、工业场地、污染设备、建构筑物、污染道路、尾渣库等。

2 现状监测目的

了解和掌握现阶段矿区周围环境中大气、水、水体底泥、土壤及生物中放射性物质的浓度水平，以便了解黄泥湖矿点（含大崧围矿点）待退役治理工程对环境的辐射影响程度，同时为退役治理后周围环境现状监测提供对比数据。

3 监测内容补充现状监测内容主要包括：

1) 土壤：汞、铅、六价铬、铜、镍、锌；

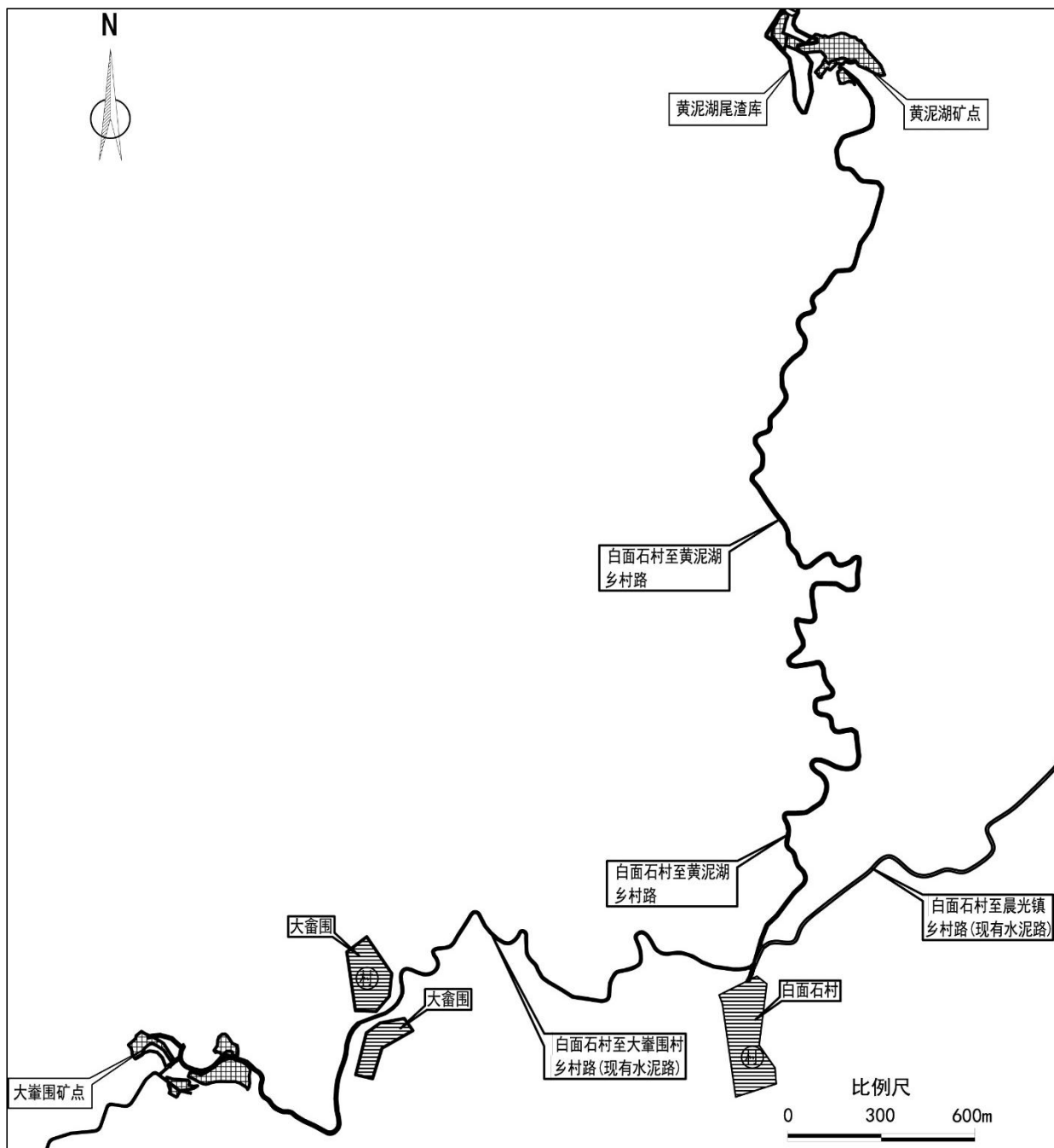
4 监测方案

环境质量现状监测方案见表 1。

表 1 环境质量监测方案表

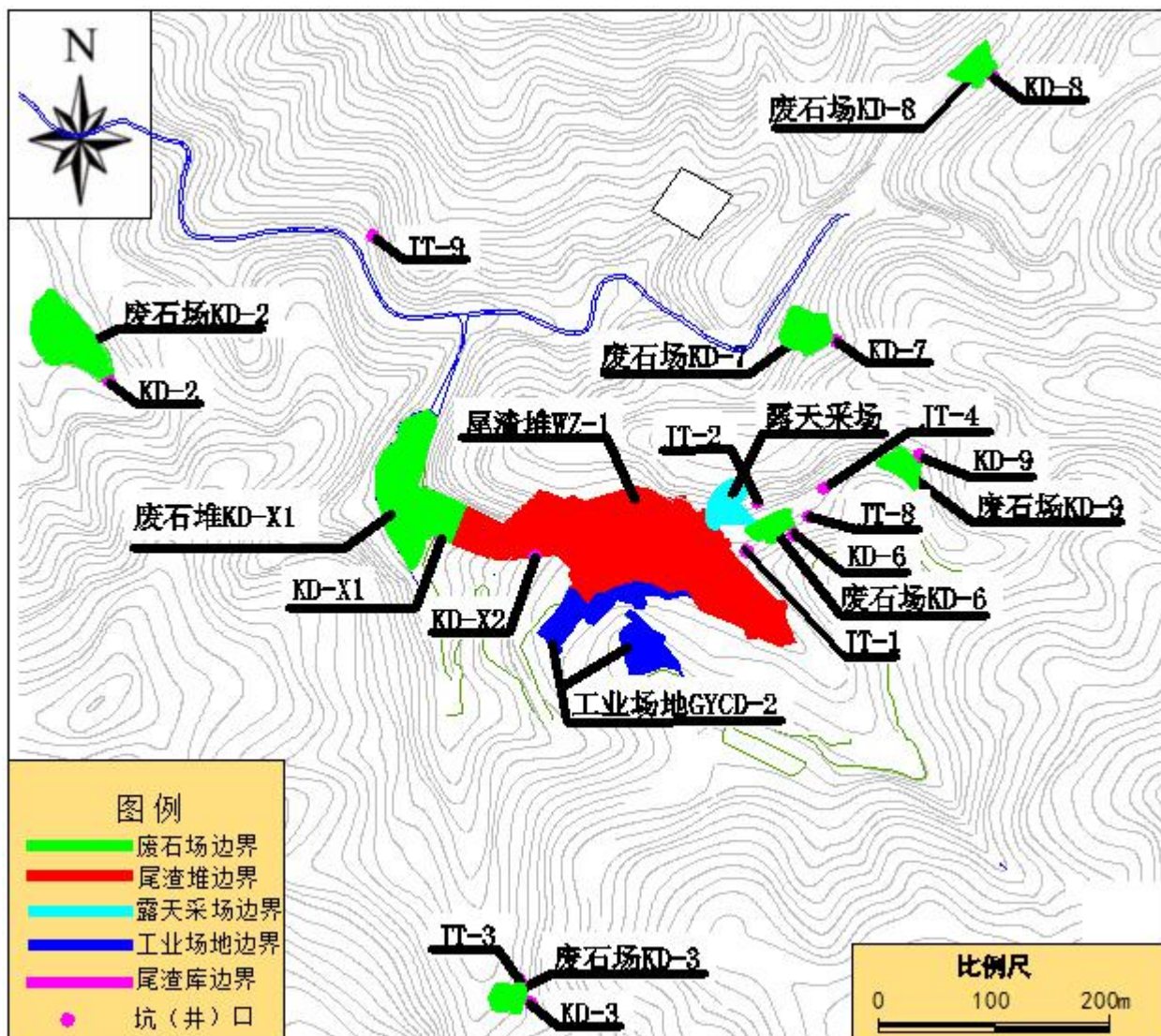
监测对象	监测位置	点位数	监测项目	监测频次
土壤	1) 黄泥湖矿点：高湖寨、蕉子坝村； 2) 大崧围矿点：大崧围、白面石村； 3) 对照点：晨光镇政府所在地政府所在地。	5	汞、铅、六价铬、铜、镍、锌	监测 1 次





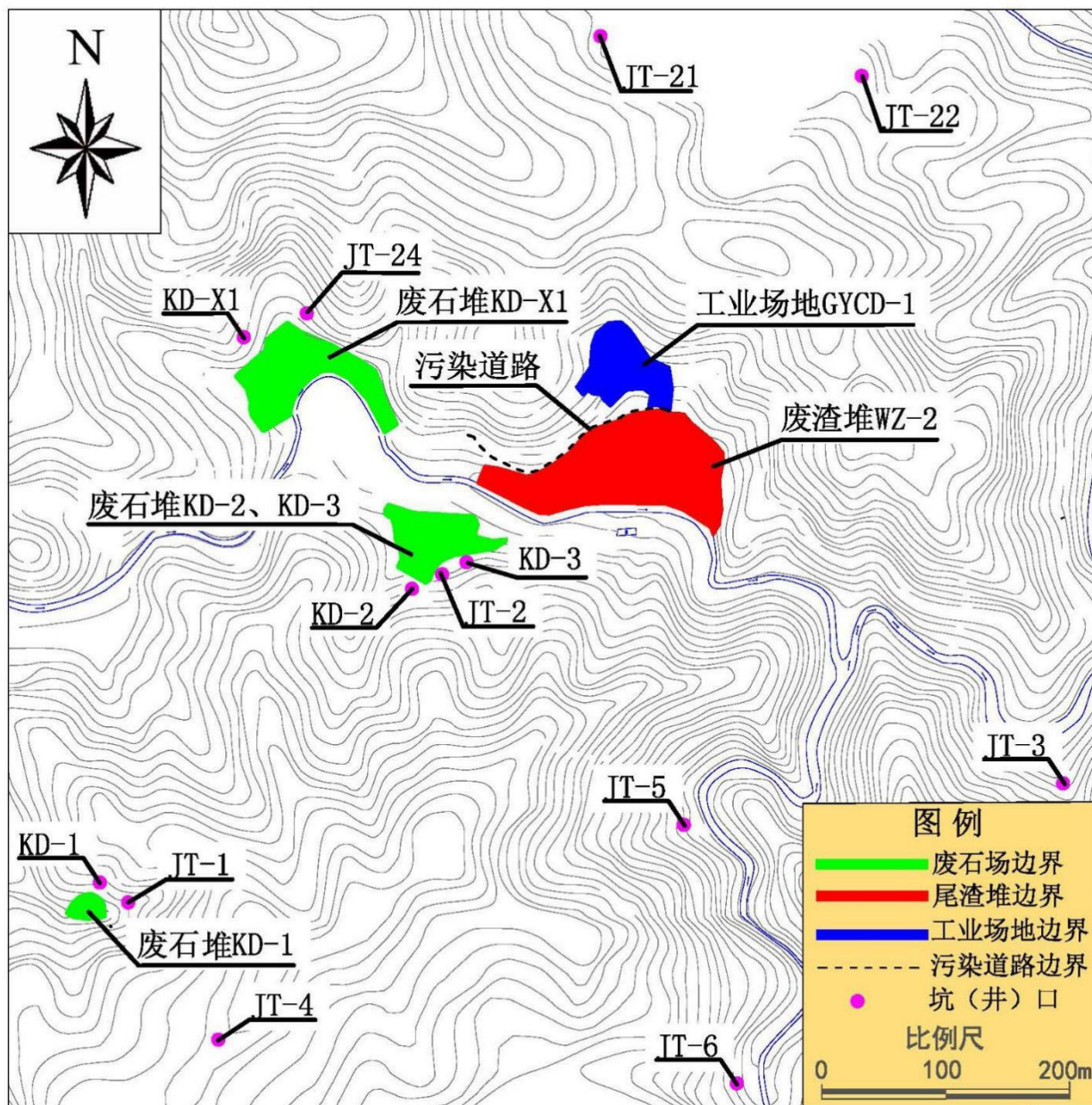
附图 1 本项目退役治理设施总体分布图

附图 2

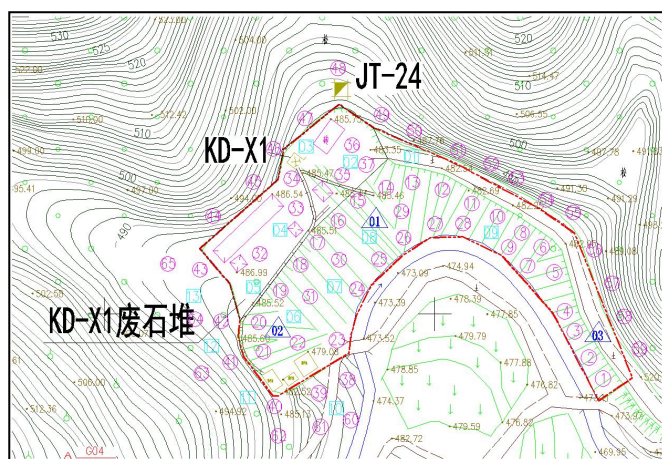


附图 2 黄泥湖矿点退役治理设施平面图

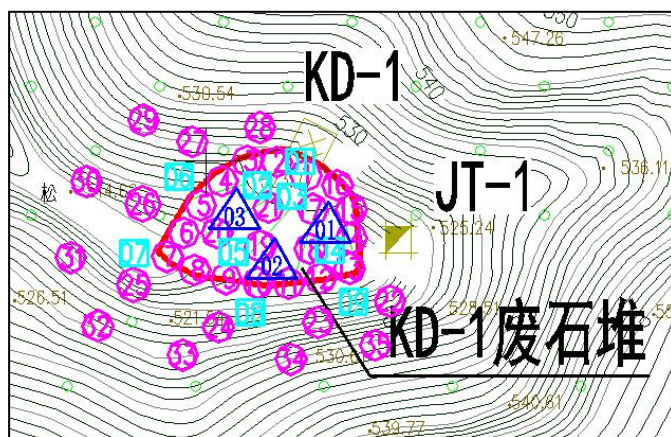
附图 3



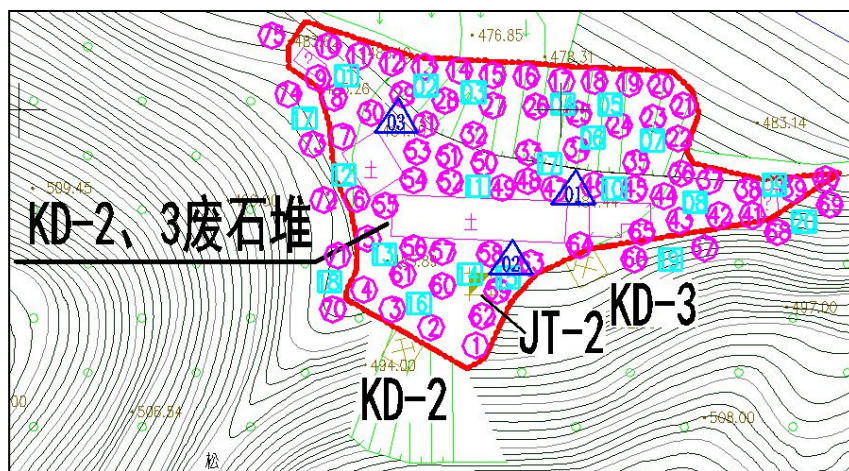
附图 3 大峯围矿点退役治理设施平面图



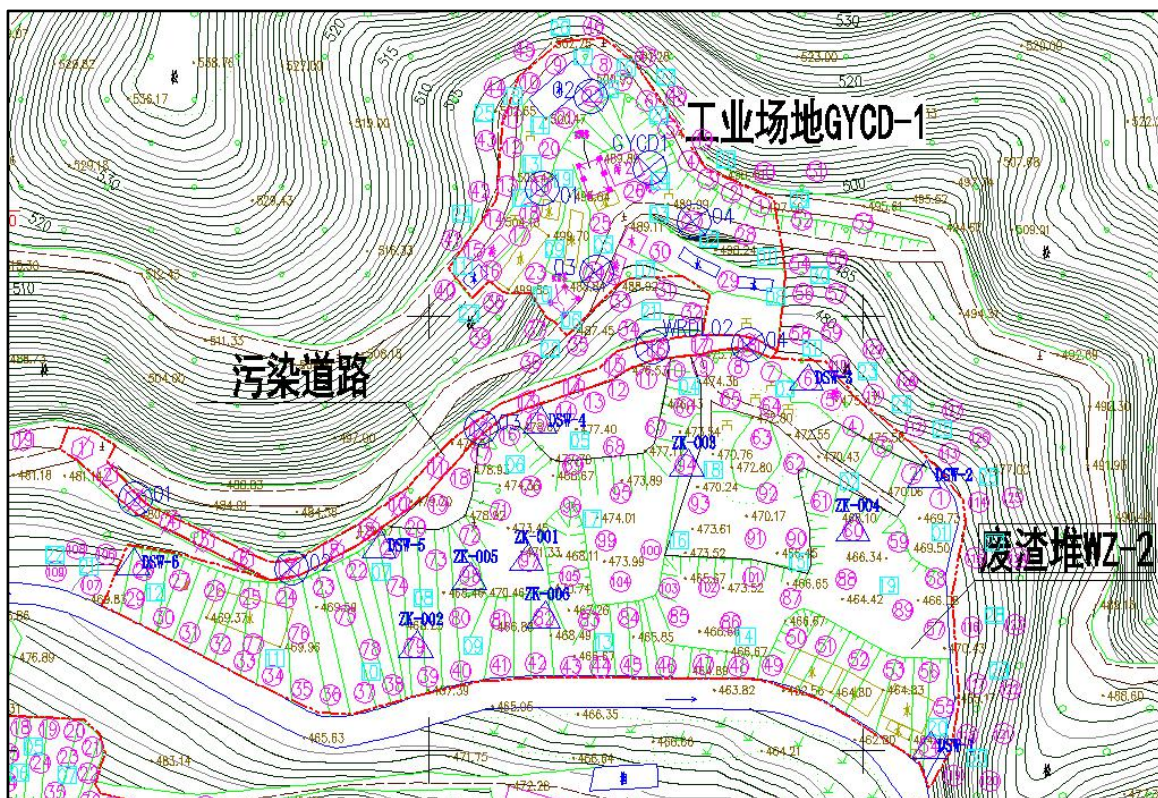
附图 4-1 大崮围矿点 KD-X1 废石堆源项调查布点图



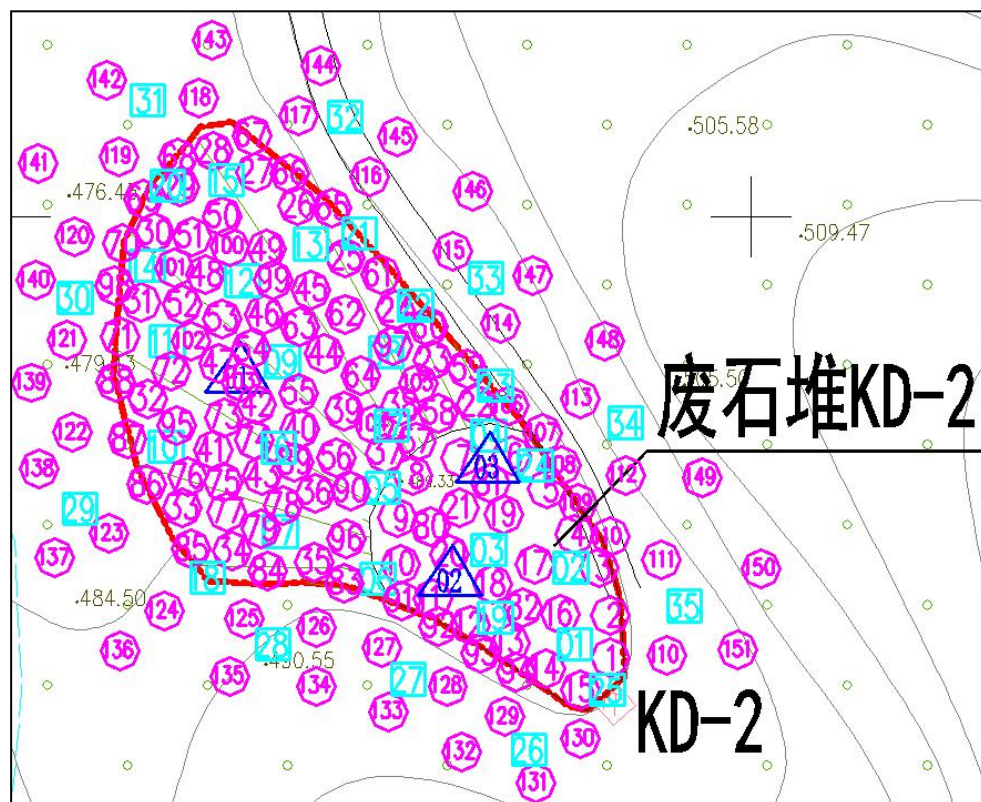
附图 4-2 大崮围矿点 KD-1 废石堆源项调查布点图



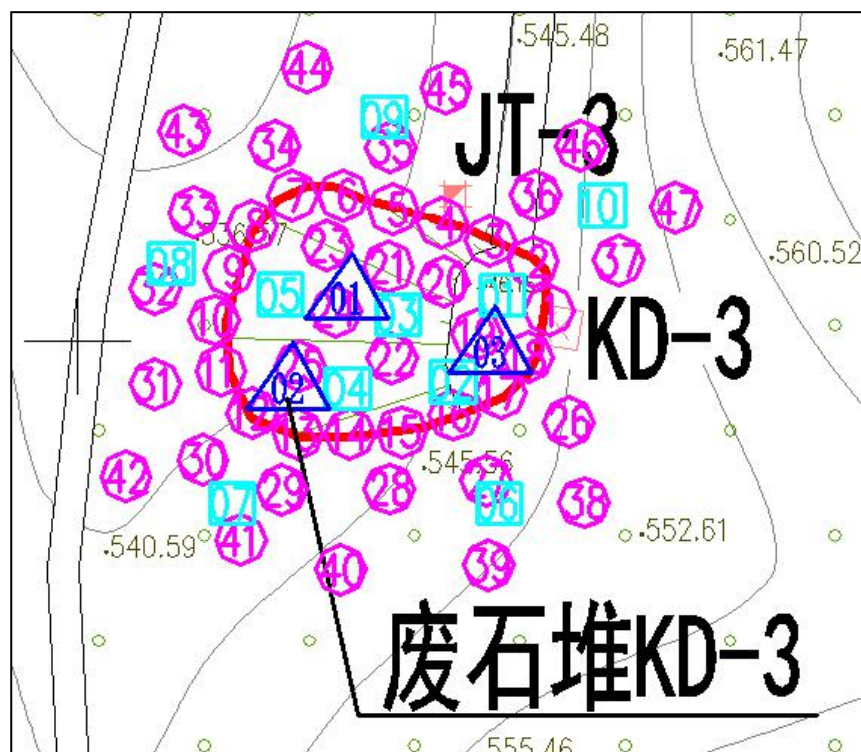
附图 4-3 大崮围矿点 KD-2、3 废石堆源项调查布点图



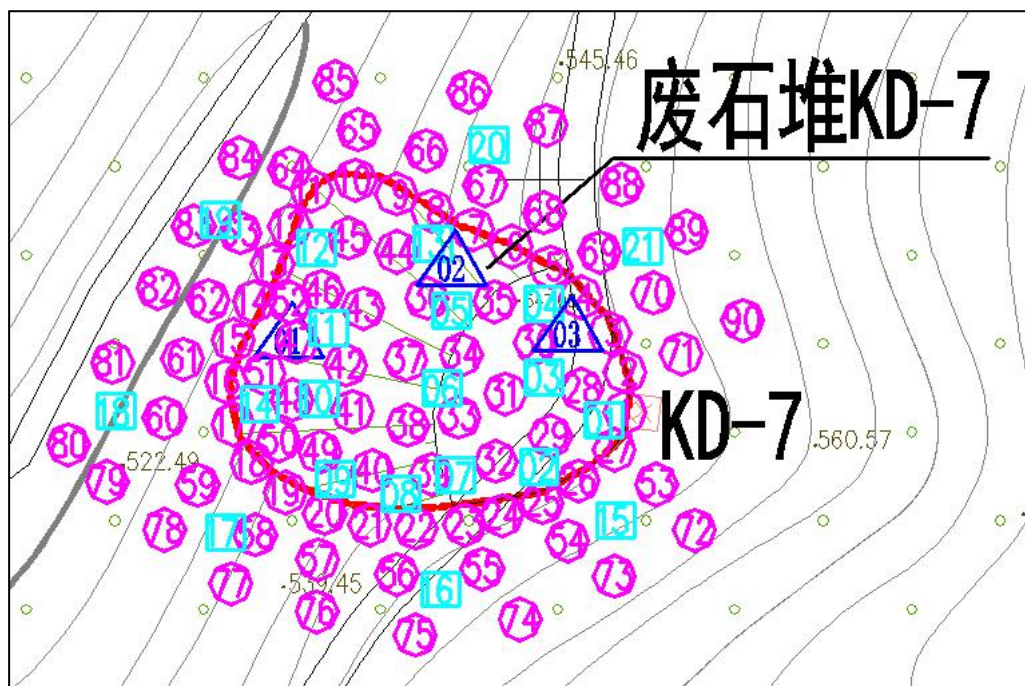
附图 4-4 大峯围矿点 WZ-2 废渣堆源项调查布点图



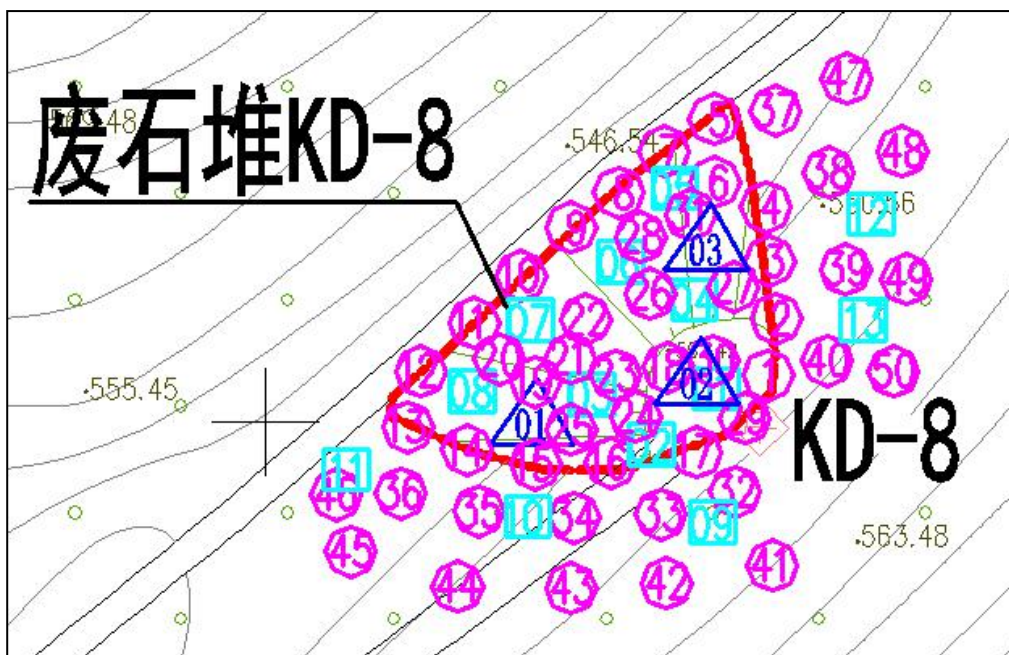
附图 4-5 黄泥湖矿点 KD-2 废石堆源项调查布点图



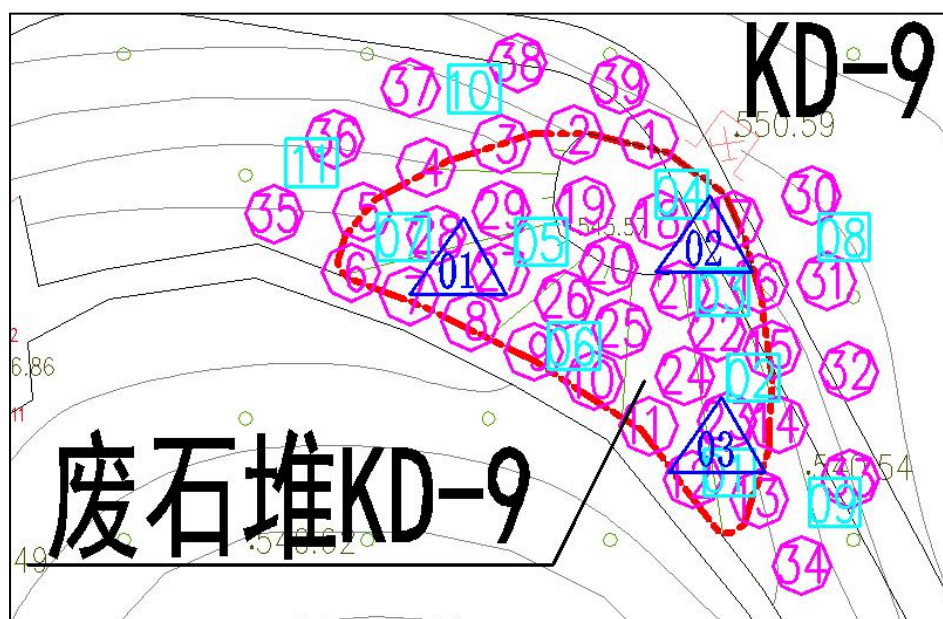
附图 4-6 黄泥湖矿点 KD-3 废石堆源项调查布点图



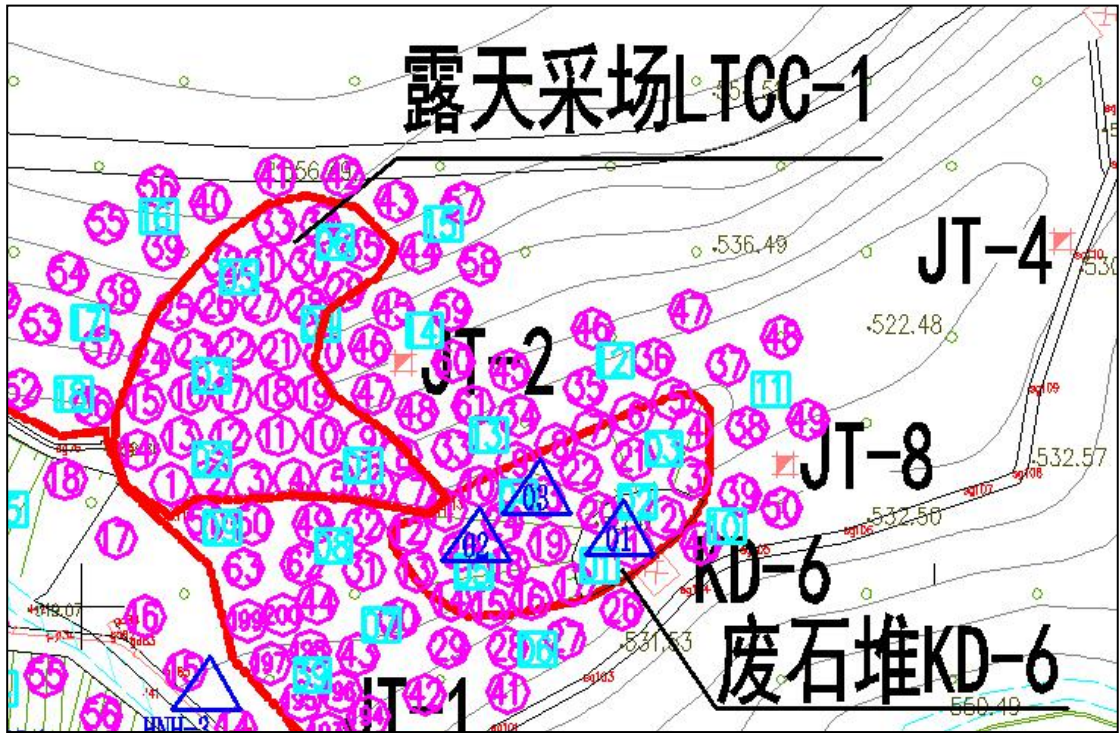
附图 4-7 黄泥湖矿点 KD-7 废石堆源项调查布点图



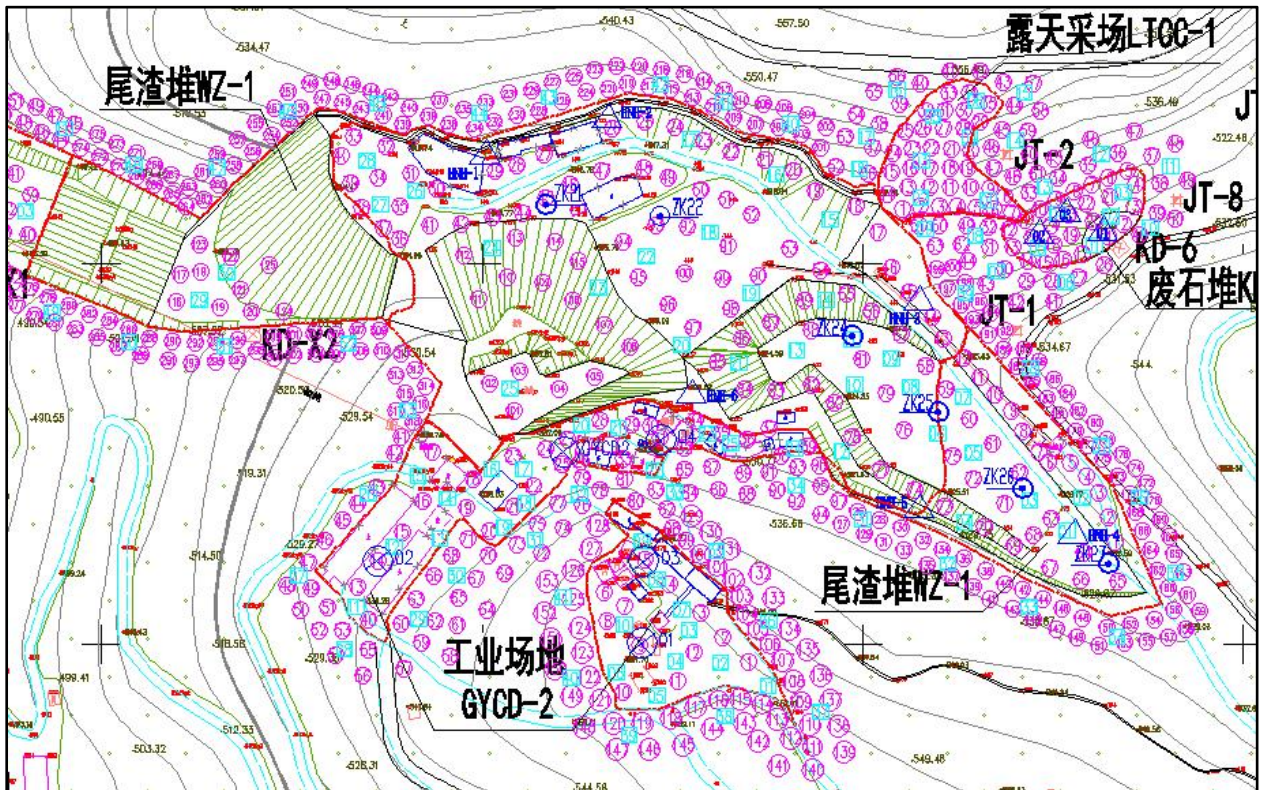
附图 4-8 黄泥湖矿点 KD-8 废石堆源项调查布点图



附图 4-9 黄泥湖矿点 KD-9 废石堆源项调查布点图



附图 4-10 黄泥湖矿点 KD-6 废石堆源项调查布点图



附图 4-11 黄泥湖矿点 WZ-1 尾渣堆源项调查布点图

