江西地区铀矿地质勘探设施“十二•五”退役整治二期工程

环境影响报告表

江西核工业环境保护中心

二〇一五年七月

铀矿地质勘探设施退役整治工程

环境影响报告表

项目名称：江西地区铀矿地质勘探设施“十二•五”

退役整治二期工程

联系人：谷华　　联系电话：13601113009

项目负责人签字：

项目单位全名：中国核工业地质局

项目单位公章

二〇一五年七月

国家环境保护部

编 制 说 明

1、本表一式 10 份，一律由具有环境影响评价资格的单位填写，经核工业地质局预审后，报国家环境保护总局批准。

2、随表附送退役项目的地理位置、退役设施总平面分布图等各一份。

3、第 1 页“项目退役原因”是指：该矿床（点）已是向国家提交储量报告，全程勘探任务结束，该勘探设施已完成其历史使命而停闭退役，还是由于政策性的、指令性的、或者是不具备继续勘探前景的以及经济等原因而停闭退役。

4、第 4 页“项目构成及退役目标”是专指纳入本次治理的各单项工程的构成及退役目标，应明确其退役深度是可达到无限制开放使用的深度，还是需要有限制开放使用深度，并应写明其限制的内容和程度。

5、第 5 页的“退役治理管理限值”一栏，凡是遵循国家标准的，可不重复填写，但必须明确给出本次退役工程所确定的个人剂量管理目标值。

6、第 7 页“项目停闭前的工作性质、规模简述及停闭前的工作简史”，是指设施正常运行时的性质、规模及简史。

7、第 11 页“污染源项统计”一栏，原则上应将已有的各类设施和放射性物质全部填写，包括可以不纳入治理的项目。对于可以不进行治理的项目，在表格“其它”栏内注明原因，如钻孔，应填写相应的数据，如已封孔或不构成任何影响的钻孔，在其它栏内填写“已封孔，不纳入本次治理范围”。

该栏内的“矿石样品”一项，应按粉末状的副样、块状的矿样和标本等，分别填写。

8、第 13 页“退役治理方案简介”一栏，应针对不同的单项工程，分别简要的介绍其治理方案，应包括废物的回收利用、送交贮存、以及通过去污、拆除、清除、挖运集中、封闭、回填与填埋、覆盖等方式的废物处置方案。

9、根据本表给出的格式填写，如某一栏目内容较多时可增页。如表的格式尚不能满足填写要求的，可在“环境影响评价结论、问题与建议”一栏内补充说明。



建设项目环境影响评价资质证书

机构名称：江西核工业环境保护中心
住　　所：江西省南昌市洪都中大道260厂院内
法定代表人：杜兴胜
证书等级：乙级
证书编号：国环评证乙　字第　2306　　号
有效期：至2016年1月16日
评价范围：环境影响报告书类别 — 采掘；社会区域；输变电及广电通讯***
环境影响报告表类别 — 一般项目环境影响报告表；特殊项目环境影响报告表***

中华人民共和国环境保护部
二〇一三年二月六日

工程项目名称：江西地区铀矿地质勘探设施“十二•五”退役整治二期工程

环境影响评价文件类型：环境影响报告表

评价机构（印章）：江西核工业环境保护中心

法定代表人（名章）：杜兴胜

经环境保护部环境影响评价工程师职业资格登记管理办公室审查，尹海华具备从事环境影响评价及相关业务的能力，准予登记。

职业资格证书编号：0010210

登记证编号：B23060121000

有效期限：2011年01月24日至2014年01月23日

所在单位：江西核工业环境保护中心

登记类别：社会区域类环境影响评价

中华人民共和国环境保护部 2011年01月24日



再次登记记录

时间	有效期限	签章
2016.01.20	延至2017年01月23日	
	延至 年 月 日	
	延至 年 月 日	
	延至 年 月 日	

变更登记记录

类别变更为核工业环境影响评价，登记证编号变为B23060121300。

2016年01月20日

变更登记记录

年 月 日

变更登记记录

年 月 日

变更登记记录

年 月 日

江西地区铀矿地质勘探设施
“十二．五”退役整治二期工程
环境影响报告表

编制单位：　　江西核工业环境保护中心
（国环评证乙字第2306号）

主　　任：　杜兴胜　（登记证B23060061300号）

审　　核：　王红海　（登记证B23060111600号）

项目负责人：　尹海华　（登记证编号B23060121300号）

姓名	职责	职称	证书编号	签名
尹海华	负责、编制	高级工程师	登记证编号B23060121300号	
魏善彪	编制	高级工程师	登记证编号B23060090800号	
吴群	编制	工程师	环评岗证字第B23060026号	

单 位 名 称	中国核工业集团公司地质矿产事业部		
地　　址	北京市东城区和平里七区十四号楼		
通　讯　处	北京市东城区和平里七区十四号楼	邮 编	100013
法人代表姓名	杜运斌	电 话	010-64270036
联系人姓名	谷华	电 话	13601113009
项 目 名 称	江西地区铀矿地质勘探设施“十二•五”退役整治二期工程		
项 目 地 点	江西省境内		

项目退役原因及依据：

一、项目退役原因

原核工业华东地质局（现为江西省核工业地质局）隶属于原中国核工业地质局（现为中国核工业集团公司地质矿产事业部，本项目承办单位），四十多年来主要在华东地区从事铀矿普查勘探工作，下设有二六一队、二六二队、二六三队、二六四队、二六五队、二六六队、二六七队、二六八队、二六九队、二七一队、二七二队、二七三队共十二个大队以及二七0研究所,后由于国家政策的调整，这些地质队均进行了属地化管理，江西省核工业地质局与核工业华东放射性矿产地质管理办公室合署办公（本项目分管单位），下辖有二六一队、二六三队、二六四队、二六五队、二六六队、二六七队和二六八队共七个大队，铀矿地质队伍也逐步由军转民，退出勘探的地区，所有勘探设施停止生产，即处于停闭状态。

这些地质队其普查勘探范围为我国华东地区，共投入硐探工作量约49万m，钻探工作量620万m，槽探工作量255万m^3。共探明铀矿床***个，提交工业铀储量***万吨，为我国核工业的发展，作出了重大贡献。铀矿普查勘探工作在取得优异成果的同时，也带来一定的环境问题，如堆积或排放地表的废（矿）石、废水，不同程度地污染了地面、农田、水体，已挖掘的坑（井）口，由于误入（或坠落）而给人畜带来一般性安全危害和放射性危害，其中堆积于地表的副产矿石，铀品位约在0.01%以上，极个别的达到1%。这些危害因素给环境带来负面影响，危及公众的安全，必须尽快对勘探施工过程中遗留的废（矿）石等予以治理。

为此，国家对核设施退役工作制定了总体要求并进行了部署，并在“八五”、“十五”、“十一五”、“十二五”期间安排专项资金，按照“轻、重、缓、急”的原则，对全国地区部分铀矿地质勘探设施进行了退役整治。截止到“十一•五”末，江西地区共治

理矿床、矿（化）点49个（部分不能关闭）、封堵坑口204个、治理废（矿）石170.57万t，退役实验室19个，安排资金总计6039.29万元，经退役整治的核设施基本达到了治理要求，消除了一般性安全危害和放射性危害，取得了良好的社会效益和环境效益。但江西省境内尚遗留有坑（井）口、废（矿）石堆等勘探设施的矿（床）点、矿化点共约213个。

根据国家对核设施退役工作的总体要求和国防科工局的部署，在“十二五”期间，江西地区安排了两期退役整治工作。

根据国防科工局对江西地质“十二五”一期工程初步设计的批复，江西地区“十二五”一期工程退役治理主要内容为：治理铀矿（床）点25个、封堵坑井口180个、填埋浅井58个、治理废石堆157个（废（矿）石总量600281t、裸露面积 225002.3m^2）、恢复探测剥土4355.6m^2，治理农田2019.5m^2、污染水体3369.6m^2、污染道路1290m^2。江西地质“十二五”一期工程，实施地点为江西省的乐安县、兴国县、宁都县、峡江县、新干县、吉水县、会昌县、瑞金市、铅山县、宜丰县、修水县、彭泽县、奉新县等13个市、县，涉及二六一大队、二六二大队、二六三大队、二六四大队、二六五大队、二六六大队、二六七大队等七家地勘单位，现已进入工程全面实施阶段。

江西地区“十二五”二期工程即本次环评内容，治理的主要内容为：治理铀矿（床）点8个、封堵坑口108个、填埋浅井24个、治理废石堆101个，（废（矿）石总量106481t、裸露面积66688m^2），实施地点为江西省的乐安县、会昌县、瑞金市等3个市、县，涉及二六一大队、二六四大队等二家地勘单位，这些铀矿（床）点所遗留的勘探设施将在本期工程中将全部退役整治完毕；根据源项调查科研成果，以上这些铀矿（床）点均地处社会和环境敏感地区，亟待退役整治。

二、项目退役依据

1.法律法规及项目相关文件

（1）《中华人民共和国环境保护法》（中华人民共和国主席令第九号）；

（2）《中华人民共和国放射性污染防治法》（中华人民共和国主席令第 6 号）；

（3）《中国核工业总公司军工核设施退役及放射性废物整治项目管理办法》；

（4）《铀矿地质退役工程废渣治理项目管理办法》；

（5）《江西地区军工铀矿地质勘探设施“十二五”退役整治二期工程项目建议书》（2014年9月）；

（6）《中核集团公司军工核设施退役及放射性废物治理“十二五”项目调整计划》；

2.评价标准

（1）《电离辐射防护与辐射源安全基本标准》（GB 18871-2002）；

（2）《铀矿冶设施退役环境管理技术规定》（GB 14586-93）；

（3）《铀矿地质辐射环境影响评价要求》（EJ/T 977-95）；

（4）《铀矿地质勘查辐射防护和环境保护规定》（GB 15848-2009）；

（5）《铀矿冶辐射环境监测规定》（GB 23726-2009）

（6）《铀矿地质设施退役辐射环境安全规定》（GB 913-94）；

（7）《铀矿地质退役工程废渣治理项目管理办法》；

（8）《铀矿冶设施退役工作的五项管理规定》（核总矿发[1995]135号）；

（9）《铀矿冶辐射防护和环境保护规定》（GB 23727-2009）；

（10）《放射性废物管理规定》（GB 14500-2002）；

（11）《地面水环境质量标准》（GB 3838-2002）；

（12）《环境空气质量标准》（GB 3095-1996）。

项目构成及退役目标：

一、 项目构成

由《江西地区军工铀矿地质勘探设施“十二五”退役整治二期工程项目建议书》(以下简称“项目建议书”)可知，华东地区铀矿地质勘探设施“十二·五”退役整治工作划分为两个工程开展：江西地区铀矿地质勘探设施“十二·五”退役整治工程、浙皖地区铀矿地质勘探设施“十二·五”退役整治工程。其中，江西地区铀矿地质勘探设施“十二·五”退役整治包括两期。本次环评项目为江西地区铀矿地质勘探设施“十二·五”退役整治二期工程，相关子项划分情况见表1：

表1　江西地区铀矿地质勘探设施“十二•五”退役整治二期工程子项划分

序号	单　项　名　称
一	二六一大队铀矿地质勘探设施“十二・五”退役整治二期工程单项
1	善堂庵矿床退役整治子项
2	何家矿床退役整治子项
3	书堂矿床退役整治子项
4	合溪富竹矿床退役整治子项
5	石口矿床退役整治子项
二	二六四大队铀矿地质勘探设施“十二・五”退役整治二期工程单项
6	上寮矿床退役整治子项
7	坪岗下矿点退役整治子项
8	罗背坑矿点退役整治子项

江西地区铀矿地质勘探设施“十二•五”退役整治二期工程中两个地质勘查单位八个子项主要概况为：

1)二六一大队本期（二期）拟治理的5个矿（床）点均位于相山矿田勘探区内，各矿（床）点概况如下：

善堂庵矿床：位于江西省乐安县公溪镇，最近居民点为山南分矿居民区，距善堂庵KD-6废石堆（为一期治理内容）200m左右。

何家矿床：位于江西省乐安县公溪镇，离矿床最近的居民点是书堂村，废石堆在小溪边上，废石堆周围是经济林。

书堂矿床：位于江西省乐安县，离矿床400m有居民点书堂村，废石堆在小溪边。

合溪富竹矿床：位于江西省乐安县坪溪乡，流经合溪富竹矿床KD-32废石堆的溪流，最终汇入流经矿区的坪溪河。

石口矿床：位于乐安县龚坊镇石口村，周围是经济林。

上述5个矿床经本期治理可以彻底关闭。

2)二六四队本期（二期）拟治理的 3 个铀矿（床）点（上寮矿床、罗背坑矿点和坪岗下矿点）概况如下：

上寮矿床（6723）：位于江西省赣州市会昌县文武坝镇，距最近老虎塘村约300m。

罗背坑矿点：位于江西省瑞金市拔英乡，革命圣地旅游区内，距最近石公坑村约650m。

坪岗下矿点：位于江西省会昌县中村镇，废石堆距最近平岗村820m。

上述铀矿（床）点均为已提交了储量报告且勘探工作完全终结的项目，均属未列入开发规划或属无开采价值的铀矿床、矿（化）点。

根据治理项目的确定原则，江西地区“十二·五”退役整治二期工程需要治理的矿床点为8个，主要源项包括：治理坑口108个，其中无水坑口97个，有水坑口11个；废（矿）石堆101个，废（矿）石量约106481t，治理面积66688m^2；浅（竖）井24个。

各治理单位各矿（床）点项目地理位置见地理位置图（附图一），退役设施分布见附图二~附图十一，源项具体情况详见表 2，项目周边环境敏感点见表 3。

表2　江西地区铀矿地质勘探设施“十二•五”退役整治二期工程治理源项一览表

序 号	矿床（点）名称	地理位置	废（矿）石堆			坑口		浅（竖）井
			个	废石量	裸露面积	无水	有水	
				t	m^2	个	个	个
（一）	**江西省核工业地质局二六一大队**		**85**	**74283**	**49620**	**92**	/	**21**
1	善堂庵矿床	江西省乐安县	37	29826	19502	39	/	11
2	何家矿床	江西省乐安县	2	1392	1962	2	/	
3	书堂矿床	江西省乐安县	13	18516	8107	13	/	1
4	石口矿床	江西省乐安县	18	18225	14337	23	/	6
5	合溪富竹矿床	江西省乐安县	15	6324	5712	15	/	3
（二）	**江西省核工业地质局二六四大队**		**16**	**32198**	**17068**	**5**	**11**	**3**
6	上寮矿床	江西省会昌县	5	15041	7085	1	4	1
7	罗背坑矿点	江西省瑞金市	7	8969	5564	3	4	2
8	坪岗下矿点	江西省会昌县	4	8188	4419	1	3	
合计			**101**	**106481**	**66688**	**97**	**11**	**24**

表3　江西地区铀矿地质勘探设施“十二•五”退役整治二期工程环境敏感点

单位	矿床	环境敏感点	方位	距离	规模（人）
二六一大队	善堂庵矿床	山南分矿居民点	西	1km左右	300
	何家矿床	书堂村	西南	2km	340
	书堂矿床	书堂村	东南	500m	340
	石口矿床	石口村	西北	1km	600
	合溪富竹矿床	合溪村	西	1.5km	60
二六四大队	上寮矿床	老虎塘村	西	300m	64
	罗背坑矿点	石公坑	东北	650m	32
	坪岗下矿点	平岗村	北	300m	26

二、 退役目标

退役整治工程属补救行动范畴，本退役整治工程主要源项类别为坑口、废石场、浅（竖）井等勘探设施，退役整治目标与深度如下：

1.坑口（有水流出坑口11个、无水坑口97个）、浅井（24个）均进行有效封堵，防止坑（井）口氡气外逸，控制废水外流，保护公众的健康与安全，防止人、畜掉入井口或误入坑道而造成意外伤害。

2.废（矿）石堆（101个、总量106481t）的退役整治目标与深度为：

①对于具备施工条件和运输条件的39个废石场（善堂庵矿床KD-64、KD-31、KD-41、KD-57、“KD-60、61”、KD-65、KD-76、KD-80、KD-84、KD-7、KD-78、KD-91、KD-59、KD-75、KD-69、KD-5和KD-18等17个废石场，书堂矿床KD-10废石场，石口矿床KD-1、KD-4、KD-5、KD-12、KD-16、KD-8、KD-9、KD-11、KD-13、KD-18，KD-15等11个废石场，合溪富竹矿床的KD-5、KD-9、KD-10，KD-7、KD-11，KD-18、KD-26，KD-4，KD-16等9个废石场，罗背坑矿点的KD-3废石场），经过技术经济比较后，采取完全挖除废（矿）石及污染超标底土、迁移和集中治理的方案，实施后其原址的退役整治将达到无限制开放使用的深度。若清挖后出现原址天然基底高于无限制开放使用控制标准限值的情况时，则将原址列为有限制开放使用场地，并视同为达到治理目标。

②其余62个废石场的退役整治，则达到有限制开放使用深度：进行覆盖、植被与稳定化处置、设立警示牌，以达到控制贯穿辐射水平和表层土中^{226}Ra核素含量、抑制氡析出，并防止由于自然力或其他原因引起的塌垮流失而造成环境污染的治理目的。

③以上列为有限制开放使用的场所或设施，退役治理后不得随意变动、削弱或破坏有关的退役整治设施（如对覆盖层、挡土墙或封堵墙、截排水沟、边坡防护等的损毁活动），不得用于与食物链有关的生产活动，不得长时间居留（如建房居住等），并应按照国家有关规定及要求进行长期监护。

退役治理管理限值：

各矿（化）点退役整治工程完成后，矿床周围环境各放射性核素应达到如下管理限值：

一、管理限值的确定原则

(1)属于国家或行业颁布标准中已确定的现行管理限值将直接被采用。

(2)属于国家或行业颁布标准中没有确定的管理限值，而在退役治理项目中又存在不可忽视的某种危害时，根据以下原则确定其管理限值：

①管理限值所控制的特定生活环境或工作环境使受照人群的辐射剂量必须低于个人剂量的基本限值，并为其他照射留有余地。

②根据现实国情国力，对永久终止使用的部分铀矿勘探设施或场地，退役治理后不可能达到交给地方无限制使用的深度，其相应的设施或场地要根据其使用方式和退役深度来确定其管理限值。

二、地表氡析出率的管理限值

参照《铀矿冶设施退役环境管理技术规定》（GB14586-93），废（矿）石堆等经最终处置后，其表面平均氡析出率不超过0.74Bq/（m^2·s）。

三、土壤中^{226}Ra残留量的管理限值

参照《铀矿冶辐射防护和环境保护规定》（GB 23727-2009）和《铀矿冶设施退役环境管理技术规定》（GB 14586-93），对于土地去污整治后，平均100m^2范围内土层中^{226}Ra 平均值不高于0.18Bq/g，对于移走废石堆后的土地，按照0.56Bq/g控制。

四、地表水体中放射性核素的管理限值

按照《铀矿地质勘查辐射防护和环境保护规定》（GB 15848-2009），退役治理后坑口流出水或废石堆渗出水流入环境时，保证在最不利的条件下，距排放口下游最近饮用水取水点水中天然铀浓度小于0.05mg/L，水中Ra-226浓度小于1.1Bq/L。

五、贯穿辐射剂量率控制值

根据《铀矿地质辐射环境影响评价要求》（EJ/T 977-1995），铀矿地质设施退役场所吸收剂量率扣除本底后不超过17.4×10^{-8}Gy/h。

本次退役治理工程，对于达到无限制开放使用深度的场址，其治理后的贯穿辐射剂量率按照接近当地本底值进行控制；对于达到有限制开放使用深度的场址或设施，其治理后的贯穿辐射剂量率按照（本底值+17.4×10^{-8}Gy/h）进行控制。

六、个人剂量管理限值

根据《铀矿地质勘查辐射防护和环境保护规定》（GB15848-2009），参照从事铀矿地质勘查职业工作人员年有效剂量约束值不高于15mSv/a，本次退役施工过程中职业照射剂量管理目标值为5mSv/a。

根据《铀矿地质勘查辐射防护和环境保护规定》（GB 15848-2009），铀矿地质设施退役治理和环境整治后，最终状态下的公众剂量约束值不超过0.25mSv/a。本项目选取0.25mSv/a作为最终状态下的公众年有效剂量管理目标值。而对于退役治理过程中公众的年有效剂量，参照铀矿地质坑、井探所致公众的年有效剂量约束值不应超过0.5mSv/a，本项目选取0.5mSv/a作为退役治理过程中的公众年有效剂量管理目标值。

项目停闭前的工作性质、规模简述及停闭前的工作简史：

铀矿地质队伍是专门从事铀矿地质勘探工作的，其任务是通过各种找矿手段来探明铀矿床的存在及分布、赋存形态和采冶的技术经济价值，最终向国家提交工业储量，其勘探设施场所在运行时属开放式放射性操作。

华东地区铀矿地质勘探工作自1957年开始找矿直至2005年，1986年以后，随着国家政策的调整，华东地区铀矿地质队伍逐步由军转民、退出勘探地区。此次江西地区铀矿地质勘探设施“十二·五”退役整治二期工程需整治的矿点及矿化点主要位于江西省的乐安县、会昌县、瑞金市等3个市、县，涉及二六一大队、二六四大队等两家地勘单位。1957年至1979年工作期间，在此区域开展了地质填图、物化探、钻探、探槽、坑探、浅井等地表及浅、深部揭露工作，提交了相关的揭露评价报告，并提交了一定的工业储量和探明了一定的地质远景储量。有的铀矿床(化)点因为矿体形状复杂，规模小且分散，构不成工业矿床而停止勘探工作；有的因为自然条件太差、交通十分不便，揭露勘探工作程度低而终止评价的，有的是完成了全程的地质勘探工作，勘探的使命已结束而导致进入退役整治阶段。总之停止勘探工作的原因是勘探工作已完全终结，勘探的使命已结束而进入退役整治阶段。

二六一大队本期治理5个矿（床）点，均位于江西省乐安县境内，分属于公溪、湖溪、金竹、龚坊镇等4个乡镇。其中，善堂庵、何家、书堂等3个矿（床）点属于相山矿田。除相山矿田内部矿床相距较近外，外围的石口、合溪富竹矿床相距较远。其中，石口矿床属玉华山岩体，合溪富竹矿点属招栖岩体。

相山矿田自1957年开始地质勘探，深部已投入钻、硐探工作量约200万m，控制深度一般300m，最深逾千米。相山地区已由一个航测异常点发展成为中国目前最大的铀矿田，被誉为祖国的“铀都”。各矿（床）点勘探简史简介如下：

1）何家矿床：该矿床是在1959年十二队发现的，1965年二六一队对十二号异常山脊的东北坡进行了地表揭露工作，深部进行了钻探控制，1965年8月在山脊南坡又施工了一个机掘坑道，1975年2月又陆续对该矿床进行了深部控制。1981年6月结束工作，并提交了储量报告。

2）书堂矿床：该矿床最初是由原华东六〇八队第二队于1958年底发现，1959年开始工作，地表进行了1：2000伽玛和爱曼测量、放射性水文工作，于矿床南部发现

异常，并经探槽、坑道、钻探等揭露，于 1961 年 5 月提交了《书堂矿床地质总结报告》。1970 年至 1989 年二六一队对书堂矿床进行了系统的放射性地质、物探、水化普查及钻探、槽探、井探等项工作，取得了较好的地质成果，于 1992 年 9 月提交了阶段性的矿床北段 14 至 26 线地段《书堂矿床普查地报告》，至 1994 年基本结束普查工作。

3）石口矿床：1960 年末被 608 队航空普查队发现，由于异常地表范围较大，且在沉积变质岩地区，可望有较大远景，加之在 261 队工作地区附近，交通方便，很快开始了揭露工作，初始由 261 队普查小队在此进行地表与浅部的详查揭露，情况良好，1961 年 2 月开始，工区也相继投入深部揭露工作，至 11 月份，共进行了 3km 的深部揭露工作，基本上对矿点进行了深与浅，点与面的控制。

4）合溪富竹矿床：该矿床于 1957 年由华东 608 队四分队航测发现，1958 年华东 608 队三分队在该地进行了 1：2.5 万的地面伽玛普查，1959 年华东 608 队二分队又进行了 1：2.5 万的伽玛复查，伽玛爱曼详测，地质及放射性水文测量，1960 年至 1962 年二队以富竹矿带为重点进行了比较系统的地表揭露。1970 年 261 队七工区又在该矿床进行了三年的工作，打了 52 个钻孔，工作量 13122m，基本了解了该矿床的成矿特征和矿化范围。

5）善堂庵矿床：该矿床于 1959 年开始进行勘探工作，先在有小岩体和水文异常出露的 4 号矿带进行坑、钻探揭露，后又重点在巴泉村前和 0 剖面两处做了大量工作。十二年来共完成钻、坑探工作量 53984m，其中钻探 47379m，坑探 6605m。

二六四大队本期拟治理 3 个矿床（点），均位于江西赣南勘探区内，分别为江西省会昌县文武坝镇的上寮矿床、中村镇的坪岗下矿点，以及瑞金市拔英乡的罗背坑矿点。各矿（床）点勘探简史简介如下：

1）上寮矿床

二六四大队四小队 1969 年在 1:1 万～1:2.5 万的伽玛普查中最初发现该矿床，1971 年起先后经该队三小队和六小队陆续工作，进行了 1:5 千～1:1 万伽玛详查、放射性水化找矿、地质填图以及地表和浅钻揭露。1973 年该队九分队开始对该地区进行深部揭露，于 1975 年和 1978 年分别提交了上寮地段和岭下—古坊地段两个勘探基地落实报告。1981 年开始，该队九分队正式转入详勘，至 1986 年结束。

2）罗背坑矿点

该矿点是由福建三队于1960年由最初发现的。1969年二六四大队六分队在该区进行普查时对其Ⅰ、Ⅱ号矿带进行了地表揭露；1970年二六四大队五分队进入该区对脉岩型矿化进一步实施坑道、浅井等揭露工程；1973至1974年普查时二分队在对其进行伽玛普查、水化找矿的同时大力开展地表揭露，扩大了该点的矿化范围；1979年科研三分队又对该区进行了反复工作。该矿点毗邻小富足矿床，为扩大河草坑矿田东部揭露工作，1980年7月八分队进入该区进行了深部钻探揭露普查，因该地段矿体短小、连续性差，1982年8月结束揭露工作。

3）坪岗下矿点

该矿点于1968年和1978年先后由二六四大队四分队进行伽玛普查测量、水化学找矿和径迹找矿工作，圈出了远景区，随后投入了大量的地表槽、钻探、坑探揭露工作量。1978年9月八分队进入该区进行了深部钻探揭露和坑道施工工作，扩大了找矿成果，后于1982年初撤出。

项目所在地区的环境特点简述（地形、地貌特点；地质特征；气象特征描述；污水汇入的地表水系简介；地震、滑坡、泥石流、溶洞、暴雨洪水等的概述；项目所在地区人文环境的概况介绍）：

一、地形、地貌特点

二六一队本期拟退役治理的 5 个矿床点中，善堂庵矿床、何家矿床和书堂矿床位于相山矿田勘探区，石口矿床和合溪富竹矿床位于相山矿田外围勘探区。项目区地形以丘陵、山区为主，其中山地占 38%，低丘岗地占 52%，高丘占 10%。区内中央高，四周低，山坡较陡，河流切割明显。

二六四队本期拟退役治理矿（床）点地处武夷山脉南段西麓，赣江东源贡水上游，行政区划分别归属于瑞金市武阳、谢坊、拔英乡和会昌县文武坝镇管辖。区内地势属中低山丘陵地带，以低山、丘陵地貌为主，地势周围高、中间低，自东南往西北略呈掌状倾斜。地形较复杂，风化剥蚀强，其特点是新构造运动缓慢，具有间歇抬升现象，基岩裸露，有薄层风化壳发育，并有崩塌、滑坡现象，流水切割中等，山坡较陡，山脊平缓，呈长垣状、垄状、馒头状，植被较稀疏，多河曲和侵蚀小盆地发育，为林农垦殖区。区内最高点在石窝岽，海拔标高 776.5m,最低点在大鱼塘, 海拔标高 191.0m。

区内溪流众多，主要河流为南来的湘江与东来的绵江，两江于会昌县城汇合流入贡江直入赣江。

二、区域地质和矿床地质特征

二六一队相山矿田位于华南加里东褶皱系的赣中南地隆与杨子准地台的江南台隆相接壤的台缘地带，处在中生代赣杭构造火山成矿带与乐安—宁都南北向花岗岩带交汇部位的相山火山岩盆地中。矿田内主要的地质构造有背斜、断裂破碎带、断层、弧形旋卷构造和裂隙系统等。矿田内各矿床类型均为火山岩型。

石口矿床区内见有前泥盆纪变质岩地层与白垩纪红色地层；矿区以南分布的多期轮回的花岗岩体作用于本区产生了多种张力和剪切裂隙。区内常见构造还有断裂和褶曲。矿区内矿化见于结晶片岩层的破碎裂隙内。合溪富竹矿床产于招牌复式岩体第一期的中粗粒似斑状黑云母花岗中；矿床断裂发育，构造活动频繁，热液蚀变明显，矿体严格受构造控制，多赋存于硅化构造破碎带及其破碎带和钠长石化带的矿体中。

二六四队河草坑矿床处于北北东向武夷山岩浆岩—铀成矿带与近东西向南岭岩浆岩——铀成矿带的交汇部位，河草坑矿田正处于武夷和南岭两个隆起带的反接复合部位。区内构造比较发育，以断裂构造为主，具有多期性和继承性，属印支运动至燕山

运动晚期，东西向构造形成较早，其后是与邵武—河源深断裂配套的次级构造，多为切割东西向的北北东向构造，东西向断裂自北向南有黄田、阳背坑—白石崇，石下—新迳，大山尾—大富足，五里排—河草坑，放羊山—马鞍寨，古坊店，车下坳—仙坑等。地层分布有：白垩纪陆相红色砂砾岩、火山碎屑岩、熔岩。出露岩石主要有：似斑状黑云母花岗岩、黑云母花岗岩、煌斑岩、石英斑岩、安山岩脉、辉绿岩、板岩、紫红色砾岩、石英砂岩。控矿因素主要是受构造裂隙、围岩碎裂程度和围岩蚀变的种类、强度三因素控制。

三、气象特征

二六一队项目区乐安县地处中亚热带湿润季风区，气候温和，雨量充沛，光照充足，四季分明。年平均气温 17℃，最高气温 39.5℃，最低气温-9.8℃，平均相对湿度 82%，年平均降雨量 1690mm，年日照总时数 1579h，无霜期 240d；年均风速 1.6m/s，最大风速 28m/s，主导风向为 NNW 方向。

二六四队本期工程所处矿区属亚热带丘陵山区湿润季风气候区，具有冬、夏季风盛行，春、夏降水集中，气候温和，四季分明，热量丰富，雨量充沛，酷暑和严冬时间短，无霜期长等气候特征。年平均气温19.2℃，最高气温39.6℃，最低气温-5℃；年均相对湿度81.9%；年均降雨量1624mm，最大降雨量1774.5mm，最小降雨量1167.7mm；雨季集中在4-6月。年均蒸发量1300mm，平均无霜期280天。

四、地表水系简介

二六一队本期项目区内地表水系较发育，主要是山涧小溪，以中央为分水岭向四周呈放射状分部。区内最大常年流水的河流为抚河支流—凤岗河与宝塘河，流向为北东，在崇仁汇合注入抚河。与凤岗河相关的有争先河、云际河、沙洲溪。与宝塘河相关的有石马山河、白云河、邹家山河、芙蓉河、石洞河等小溪流。河流主要靠大气降水补给，流量随季节而变化。

二六四队本期项目区域内地表水系发育，两条主要河流流经矿区附近，一条是绵江，另一条是湘江，均为长江流域赣江水系贡江支流。绵江又称瑞金河，是贡水在会昌县城以上的上游河道，发源于石城县鸡公崇，流经瑞金县城、武阳、谢坊，在会昌县城注入贡水；绵江在瑞金境内长119km，自东北流向西南，流域面积1589km^2，落差239m，平均坡降0.91%，平均流量43.6m^3/s。湘江流经寻乌罗珊和会昌筠门岭、右水、麻州，于会昌县城与绵江会合流入贡水，湘江在会昌境内长80km，水系流域总面积1547 km^2，自南向北流，落差743m，平均坡降1.63‰。河流径流量补给主要是降水，属雨水

补给型，径流量年内分配不均衡。矿区境内绵江由黄田溪、牛牯岭溪和松山排溪补给，湘水由古坊溪补给。人工水库有石壁坑、东瓜坑以及元益陂水库，以供发电和农田灌溉用水。

五、水文地质简介

二六一队本期项目区内地下水根据地形、构造特征可分四大区：河谷及河谷水文地质区、褶皱丘陵水文地质区、褶皱丘陵构造带水文地质区、剥蚀侵蚀山岳水文地质区。地下水的类型可分为第四系孔隙水、风化带裂隙水、基岩裂隙水、构造裂隙水。矿区内地表水主要类型为HCO_3-Na·Ca型，pH值在6左右，矿化度0.05g/L左右。

二六四队本期工程所处区内地下水的分区主要为第四系松散岩类孔隙水区和红岩承压水区,赋存特征主要为大气降水补给，通过包气带、坡积物、残积物渗入地下水，水交替强烈。在风化壳上，主要为坡积物水和风化裂隙水，在风化壳下的基岩中，主要有构造带脉状水。花岗岩系中地下水以风化壳潜水和构造裂隙水为主，风化壳潜水季节性强，流量不稳定，构造裂隙水受构造开放程度和地下水动力条件制约，流量较稳定；变质岩系以孔隙水、上层滞水、透镜状潜水为主，流量较稳定；沉积岩系以浅层孔隙水、层理中吸附水、透镜状潜水为主，季节性强，易干涸。

地下水的化学特征：水质类型主要为重碳酸水，以重碳酸钠钙为主，重碳酸钙钠为次。PH为6.5-7.5，矿化度0.02-0.95g/L。地下水以泉或自流孔的形式排出地表流入溪流，而后流入绵江、湘江，当地侵蚀基准面标高为150m。

六、自然灾害简介

二六一队本期项目区内灾害主要有：水灾、旱灾、雹灾、霜灾、冰冻等。泥石流滑坡偶有发生。本区未有破坏性地震发生的记录。

二六四队本期工程所处区域内自然灾害主要有暴雨、干旱、冰雹等。每年的4-6月为暴雨的高发期，大暴雨往往会导致洪水泛滥，造成山体滑坡，甚至引发泥石流，近年来大暴雨的频繁发生，已成为赣南最大的自然灾害。每年的7-9月，是赣南高温、干旱时期，日最高气温大于35℃，持续的高温干旱对农业、工业、运输及人民生活等都会造成不利的影响。本区内没有发生过地震引发的地质灾害。

七、人文环境状况

二六一队本期项目所在的公溪镇以农业生产为主；工业方面主要为一些竹木加工的民营企业。另外，中国核工业总公司七二一矿及江西省核工业地质局二六一大队皆坐落在公溪镇。矿床附近居民民族为汉族，人口密度 143 人/km^2，主要居住在地势平

坦的山坡下和交通便利的公路两旁。本项目所在区域内无名胜古迹、旅游疗养地和自然保护区。

二六四队本期工程位于瑞金市和会昌县境内。两地人口总数为106.5万，其中农业人口89.1万，占总人口的83.7%；人口密度206人/km^2，人口自然增长率为8.2‰。居民以汉族为主，并有畲、回、壮、苗、满、侗、傣和高山族等少数民族。

八、放射环境背景值

由二期工程项目建议书可知，二六一大队本期拟治理 5 个矿（床）点的γ辐射剂量率的均值为（12.8～21.5）×10^{-8}Gy/h，土中 $U_{天然}$含量为 29.4～41.5mg/kg，土中 ^{226}Ra 含量为 341～462 Bq/kg。

二六四大队本期拟治理 3 个矿（床）点的γ辐射剂量率的均值为 14.2×10^{-8}Gy/h，土中 $U_{天然}$含量为 17.9～47.4Bq/kg，土中 ^{226}Ra 含量为 86.1～153.9 Bq/kg。区域内水体中天然放射性核素浓度：铀（0.24~1.42）μg/L，镭（1.27~14.4）mBq/L。

项目污染源项统计表

江西地区铀矿地质勘探设施“十二·五”退役整治二期工程各污染源项统计情况见表 4 至表 6：

表 4　　项目废（矿）石堆污染源项相关参数

序号	名称及代号	数量 t	占地面积 m^2	裸露面积 m^2	铀含量 mg/kg	^{226}Ra含量 Bq/kg	贯穿辐射剂量率，$\times10^{-8}$Gy/h			氡析出率，Bq/（m^2·s）			单位
							测点数	范围值	均值	测点数	范围值	均值	
1	善堂庵KD-12	15300	3447	4550	79.09	927.06	159	38.4~184.6	58.4	43	0.52~0.82	0.63	二六一大队
2	善堂庵KD-4	540	452	518	69.47	814.30	21	38.4~191.5	64.3	5	0.39~0.74	0.61	
3	善堂庵KD-64	204	175	192	70.95	831.65	8	26.2~78.7	65.6	3	0.56~0.96	0.75	
4	善堂庵KD-31	324	270	342	62.33	730.61	14	25.9~85.3	35.2	3	0.44~0.95	0.76	
5	善堂庵KD-41	384	328	439	83.44	978.05	18	27.5~106.2	43.3	4	0.67~1.25	0.94	
6	善堂庵KD-48	720	548	687	79.84	935.85	26	23.9~72.1	35.2	6	0.35~0.82	0.74	
7	善堂庵KD-57	480	295	335	74.17	869.39	16	34.6~70.4	44.7	4	0.28~1.06	0.86	
8	善堂庵KD-58	372	239	296	49.22	576.94	14	21.2~91.6	68.1	4	0.41~1.12	0.71	
9	善堂庵KD-60、61	300	306	348	58.80	689.23	14	34.2~112.4	83.2	4	0.51~0.91	0.78	
10	善堂庵KD-65	1080	780	844	65.02	762.14	34	35.4~85.2	53.3	8	0.46~0.87	0.75	
11	善堂庵KD-76	144	130	147	65.51	767.88	6	38.8~94.3	67.4	3	0.69~1.08	0.84	
12	善堂庵KD-79	552	410	496	80.34	941.71	20	26.5~126.8	87.5	5	0.45~1.15	0.88	
13	善堂庵KD-80	444	350	393	59.78	700.72	16	37.2~74.7	57.6	4	0.48~1.01	0.76	
14	善堂庵KD-84	396	326	405	44.74	524.42	16	25.1~94.2	54.2	4	0.62~0.84	0.71	
15	善堂庵KD-85	300	258	302	61.41	719.82	12	20.6~95.1	43.3	3	0.63~0.91	0.75	
16	善堂庵KD-87	288	236	274	53.01	621.36	11	34.5~81.3	45.2	3	0.48~1.34	0.78	
17	善堂庵KD-7	192	214	254	73.37	860.01	9	33.9~106.5	66.5	3	0.52~0.81	0.71	
18	善堂庵KD-15	708	538	678	96.21	1127.74	27	42.7~98.7	78.1	7	0.55~1.05	0.77	
19	善堂庵KD-51	204	170	229	43.11	505.32	9	28.0~108.2	83.9	3	0.48~1.04	0.79	
20	善堂庵KD-78	300	283	350	62.26	729.79	14	20.1~82.3	47.5	4	0.26~0.92	0.71	
21	善堂庵KD-91	216	175	238	40.04	469.33	10	25.5~83.2	41.4	3	0.58~1.29	0.84	
22	善堂庵KD-8	348	320	398	33.08	387.75	16	36.3~187.5	81.0	4	0.71~1.34	0.94	

续表 4　　项目废（矿）石堆污染源项相关参数

序号	名称及代号	数量 t	占地面积 m^2	裸露面积 m^2	铀含量 mg/kg	^{226}Ra含量 Bq/kg	贯穿辐射剂量率，$\times10^{-8}$Gy/h			氡析出率，Bq/（m^2·s）			单位
							测点数	范围值	均值	测点数	范围值	均值	
23	善堂庵KD-59	336	128	141	86.65	1015.68	6	57.4~174.6	79.3	3	0.63~1.05	0.77	二六一大队
24	善堂庵KD-75	132	158	190	56.21	668.43	7	38.5~122.1	60.8	3	0.32~0.76	0.51	
25	善堂庵KD-68	384	291	341	56.82	666.02	15	48.4~159.2	63.5	4	0.59~1.19	0.79	
26	善堂庵KD-69	348	263	368	43.89	514.46	13	39.1~193.0	74.2	4	0.48~0.99	0.71	
27	善堂庵KD-73	468	385	437	57.31	671.76	19	37.3~267.9	67.2	5	0.63~1.12	0.75	
28	善堂庵KD-77	570	433	517	65.47	767.41	21	31.5~193.2	98.6	5	0.71~1.23	0.86	
29	善堂庵KD-90	504	408	530	69.27	811.96	17	29.8~164.1	83.4	4	0.59~1.35	0.91	
30	善堂庵KD-92	300	248	355	41.47	486.09	11	45.2~167.3	74.5	3	0.46~0.91	0.65	
31	善堂庵KD-88	1284	988	1228	56.82	666.02	45	59.1~185.6	91.2	11	0.37~1.11	0.71	
32	善堂庵KD-1	336	292	380	52.26	612.57	14	30.4~175.7	87.1	4	0.37~1.03	0.69	
33	善堂庵KD-2	264	215	412	43.32	507.78	10	28.6~201.7	89.3	3	0.61~0.98	0.76	
34	善堂庵KD-3	252	206	375	49.78	583.50	9	55.7~211.2	90.1	3	0.26~1.32	0.77	
35	善堂庵KD-5	288	240	339	42.01	492.42	11	28.3~189.2	69.7	3	0.62~0.99	0.75	
36	善堂庵KD-18	216	198	238	72.46	849.35	10	26.2~94.5	74.4	3	0.57~1.19	0.76	
37	善堂庵KD-10	348	722	936	47.90	561.46	35	31.3~174.6	63.4	10	0.47~0.97	0.7	
38	何家KD-14	660	744	912	40.54	494.99	32	32.5~154.3	83.2	8	0.54~1.18	0.76	
39	何家KD-15	732	825	1050	57.34	700.12	37	23.5~211.8	156.3	9	0.37~1.06	0.77	
40	书堂KD-19	12240	3700	4380	56.01	678.33	155	19~237.8	103.5	41	0.68~1.02	0.83	
41	书堂KD-20	3216	1005	1129	30.7	371.81	48	17.19~76.4	21.5	11	0.72~0.98	0.85	
42	书堂KD-10	204	116	136	55.18	662.16	11	20.4~126.2	58.5	4	0.72~0.98	0.83	
43	书堂KD-14-2	276	180	248	53.77	645.24	9	19.2~237.6	69.6	3	0.71~0.99	0.81	
44	书堂KD-14-1	420	330	356	44.68	536.16	15	23.9~90.1	35.4	4	0.54~0.92	0.75	

续表 4　　项目废（矿）石堆污染源项相关参数

序号	名称及代号	数量 t	占地面积 m^2	裸露面积 m^2	铀含量 mg/kg	^{226}Ra含量 Bq/kg	贯穿辐射剂量率，$\times10^{-8}$Gy/h			氡析出率，Bq/（m^2·s）			单位
							测点数	范围值	均值	测点数	范围值	均值	
45	书堂KD-517-3	252	195	220	32.72	392.64	9	23.7~76.2	43	3	0.32~0.78	0.57	二六一大队
46	书堂KD-5-2	204	95	138	39.86	478.32	9	23.5~84.2	46.1	3	0.36~0.96	0.67	
47	书堂KD-5-1	444	201	285	56.55	683.88	16	20.6~115.2	53.1	4	0.88~1.02	0.95	
48	书堂KD-37	336	256	349	32.02	384.24	12	21.5~85.2	39.6	3	0.44~0.93	0.65	
49	书堂KD-45	144	125	134	32.62	391.44	6	31.2~86.1	52.9	3	0.33~0.77	0.54	
50	书堂KD-40	204	146	174	48.87	586.44	8	25.1~105.3	56.7	3	0.72~0.98	0.85	
51	书堂KD-46	360	189	242	30.82	369.84	14	22.3~58.3	32.6	4	0.31~0.75	0.51	
52	书堂KD-47	216	188	316	49.5	594.00	9	30.8~82.5	44.3	3	0.32~0.84	0.62	
53	石口KD-19、20	648	511	642	93.82	1145.54	19	35.5~240.0	83.5	6	0.52~0.90	0.74	
54	石口KD-1	1176	655	764	102.62	1127.69	36	32.6~206.3	82.7	9	0.56~1.17	0.78	
55	石口KD-2、7、22	1908	1991	3449	59.97	737.63	102	41.5~267.2	91.4	27	0.17~1.51	0.8	
56	石口KD-2-1、3	5512	1980	2122	52.93	651.04	98	28.3~122.2	64.1	28	0.31~1.06	0.58	
57	石口KD-4	228	227	253	68.89	847.35	14	21.2~146.8	69.4	5	0.5~1.07	0.76	
58	石口KD-5	528	360	422	45.92	564.82	21	44.5~107.6	76.2	6	0.49~0.96	0.75	
59	石口KD-6、17	4417	1588	1620	59.58	732.83	84	27.4~120.8	54.3	26	0.48~1.45	0.91	
60	石口KD-8	216	425	576	58.69	721.89	24	38.4~103.7	69.3	5	0.53~0.99	0.82	
61	石口KD-9	324	152	181	58.36	717.83	11	35.6~136.3	98.2	3	0.41~0.79	0.66	
62	石口KD-11	408	540	645	36.50	448.95	34	32.8~82.0	66.2	7	0.18~1.04	0.75	
63	石口KD-12	228	208	242	58.87	724.10	13	43.1~184.4	93.3	4	0.48~0.98	0.76	
64	石口KD-13	288	142	154	67.15	825.95	9	37.8~137.3	80.2	3	0.42~1.12	0.76	
65	石口KD-14	348	622	793	67.97	822.44	32	30.5~218.3	92.7	3	0.35~0.99	0.68	
66	石口KD-15	216	375	402	42.48	522.50	22	25.8~103.1	59.5	6	0.18~1.21	0.69	

续表 4　　项目废（矿）石堆污染源项相关参数

序号	名称及代号	数量 t	占地面积 m^2	裸露面积 m^2	铀含量 mg/kg	^{226}Ra含量 Bq/kg	贯穿辐射剂量率，$\times10^{-8}$Gy/h			氡析出率，Bq/（m^2·s）			单位
							测点数	范围值	均值	测点数	范围值	均值	
67	石口KD-16	216	281	372	45.72	562.36	17	33.4~85.2	45.2	5	0.32~1.04	0.76	二六一大队
68	石口KD-18	384	241	270	45.05	549.61	15	25.7~135.5	60.3	3	0.39~0.93	0.68	
69	石口KD-21	588	579	680	68.91	847.59	32	40.2~170.5	91.3	8	0.23~1.1	0.75	
70	石口KD-23	592	591	750	53.24	650.06	34	23.6~212.7	79.5	9	0.26~1.02	0.79	
71	合溪富竹KD-8	1020	626	833	61.12	740.22	43	21.1~73.6	34.6	11	0.25~0.77	0.55	
72	合溪富竹KD-5	696	464	516	39.62	479.84	25	20.2~56.8	31.7	7	0.17~0.68	0.37	
73	合溪富竹KD-9	240	189	221	43.81	530.58	11	20.0~42.6	28.7	3	0.27~0.89	0.65	
74	合溪富竹KD-12	420	353	411	28.22	341.77	22	21.3~37.6	26.4	7	0.11~1.37	0.76	
75	合溪富竹KD-13	1140	595	688	168.31	2019.7	35	24.8~135.8	75.5	9	0.18~0.92	0.76	
76	合溪富竹KD-16	360	312	389	115.14	1363.7	16	35.5~88.1	52.4	3	0.43~1.25	0.76	
77	合溪富竹KD-4	288	245	319	92.32	1127.22	16	42.2~68.5	52.3	3	0.51~1.09	0.79	
78	合溪富竹KD-7	144	154	226	88.83	1052.1	14	24.2~40.1	31.6	5	0.32~0.98	0.75	
79	合溪富竹KD-10	228	205	208	69.28	820.5	16	20.1~26.8	23.5	5	0.46~0.94	0.77	
80	合溪富竹KD-11	156	132	190	92.32	1127.23	7	42.2~68.5	52.3	3	0.51~1.09	0.79	
81	合溪富竹KD-14	216	186	241	120.31	1469.0	22	33.4~66.2	45.1	5	0.48~1.22	0.88	
82	合溪富竹KD-15	312	280	341	51.52	629.1	32	39.8~79.3	75.2	6	0.37~0.99	0.78	
83	合溪富竹KD-18	396	233	325	64.06	782.2	17	35.5~85.3	65.7	4	0.47~0.84	0.76	
84	合溪富竹KD-3	396	360	483	51.32	615.84	22	29.3~109.8	48.3	6	0.39~1.05	0.85	
85	合溪富竹KD-26	312	274	321	108.00	1318.7	12	37.6~143.1	53.4	3	0.41~1.25	0.94	

续表 4　　项目废（矿）石堆污染源项相关参数

序号	名称及代号	数量 t	占地面积 m^2	裸露面积 m^2	铀含量 mg/kg	^{226}Ra含量 Bq/kg	贯穿辐射剂量率，$\times10^{-8}$Gy/h			氡析出率，Bq/（m^2·s）			单位
							测点数	范围值	均值	测点数	范围值	均值	
86	上寮矿床KD-1	5848	2035	2319	265	2830	94	18.6~156.3	80.0	24	0.59~1.55	1.11	二六四大队
87	上寮矿床KD-2	4803	1812	2049	245	2790	80	22.1~206.5	115.5	20	0.46~1.46	1.02	
88	上寮矿床KD-3	1305	656	753	132	1610	28	21.6~157.1	89.7	7	0.39~1.19	0.86	
89	上寮矿床KD-4	644	489	601	88	1070	20	23.3~196.1	108.9	6	0.33~1.03	0.66	
90	上寮矿床KD-5	2441	1180	1363	232	2630	53	25.7~218.4	111.6	13	0.34~1.34	0.84	
91	罗背坑矿点KD-1	668	563	579	86	1050	25	16.2~114.6	67.8	6	0.39 ~1.18	0.78	
92	罗背坑矿点KD-2	1657	691	704	163	1790	30	14.3~179.7	97.7	8	0.30 ~1.27	0.83	
93	罗背坑矿点KD-3	1081	683	728	128	1380	30	18.4~216.6	107.6	7	0.24 ~1.08	0.70	
94	罗背坑矿点KD-4	1399	1018	1032	126	1538	45	15.9~223.6	115.7	12	0.42 ~1.22	0.84	
95	罗背坑矿点KD-5	806	616	658	106	1294	25	23.7~239.1	130.5	6	0.35 ~1.10	0.70	
96	罗背坑矿点KD-6	1622	926	966	139	1570	40	19.5~210.8	114.6	10	0.39 ~1.32	0.80	
97	罗背坑矿点KD-7	1736	851	897	152	1680	34	22.4~273.2	145.5	8	0.43 ~1.30	0.83	
98	坪岗下矿点KD-1	5047	2000	2225	291	3250	92	38.2~157.3	135.7	23	0.51 ~1.48	1.17	
99	坪岗下矿点KD-2	1442	794	919	158	1890	35	21.2~135.2	85.6	9	0.34 ~1.22	0.86	
100	坪岗下矿点KD-3	716	487	567	120	1470	22	26.2~256.0	104.5	5	0.38 ~1.17	0.66	
101	坪岗下矿点KD-4	983	629	708	128	1560	30	20.6~192.7	115.6	7	0.40 ~1.11	0.86	

项目污染源项统计表

表 5　项目坑（井）口污染源项相关参数

序号	名称及代号	坑口标高 m	坑口宽度 m	坑口高度 m	坑深 m	完好程度	清理坍塌量 m^3	流出水				单位
								水量 L/s（丰水/枯水）	铀含量 mg/L	^{226}Ra Bq/L	被利用情况	
1	善堂庵 KD-12	186.07	2.3	2.1	1275	完好	/	/	/	/	/	二六一大队
2	善堂庵 KD-4	135.01	2.3	2.1	45	完好	/	/	/	/	/	
3	善堂庵 KD-64	225.13	2.3	2.1	17	完好	/	/	/	/	/	
4	善堂庵 KD-31	197.09	2.3	2.1	27	完好	/	/	/	/	/	
5	善堂庵 KD-41	170.69	2.3	2.1	32	完好	/	/	/	/	/	
6	善堂庵 KD-48	193.26	2.3	2.1	60	完好	/	/	/	/	/	
7	善堂庵 KD-57	177.13	2.3	2.1	40	完好	/	/	/	/	/	
8	善堂庵 KD-58	172.09	2.3	2.1	31	完好	/	/	/	/	/	
9	善堂庵 KD-60	194.27	2.3	2.1	12	完好	/	/	/	/	/	
10	善堂庵 KD-61	194.31	2.3	2.1	25	完好	/	/	/	/	/	
11	善堂庵 KD-65	184.13	2.3	2.1	90	完好	/	/	/	/	/	
12	善堂庵 KD-76	170.05	2.3	2.1	37	坍塌	14.5	/	/	/	/	
13	善堂庵 KD-79	157.29	2.3	2.1	46	完好	/	/	/	/	/	
14	善堂庵 KD-80	161.23	2.3	2.1	37	完好	/	/	/	/	/	
15	善堂庵 KD-84	183.07	2.3	2.1	33	完好	/	/	/	/	/	
16	善堂庵 KD-85	170.36	2.3	2.1	25	完好	/	/	/	/	/	
17	善堂庵 KD-87	169.23	2.3	2.1	24	完好	/	/	/	/	/	
18	善堂庵 KD-7	253.29	2.3	2.1	16	完好	/	/	/	/	/	
19	善堂庵 KD-15	225.43	2.3	2.1	59	完好	/	/	/	/	/	
20	善堂庵 KD-51	240.19	2.3	2.1	17	完好	/	/	/	/	/	
21	善堂庵 KD-78	237.11	2.3	2.1	25	完好	/	/	/	/	/	

续表 5　项目坑（井）口污染源项相关参数

序号	名称及代号	坑口标高 m	坑口宽度 m	坑口高度 m	坑深 m	完好程度	清理坍塌量m^3	流出水				单位
								水量 L/s（丰水/枯水）	铀含量 mg/L	^{226}Ra Bq/L	被利用情况	
22	善堂庵 KD-91	250.22	2.3	2.1	18	坍塌	14.5	/	/	/	/	二六一大队
23	善堂庵 KD-8	228.57	2.3	2.1	29	完好	/	/	/	/	/	
24	善堂庵 KD-59	184.42	2.3	2.1	28	完好	/	/	/	/	/	
25	善堂庵 KD-75	184.11	2.3	2.1	11	完好	/	/	/	/	/	
26	善堂庵 KD-68	178.32	2.3	2.1	32	完好	/	/	/	/	/	
27	善堂庵 KD-69	184.57	2.3	2.1	29	完好	/	/	/	/	/	
28	善堂庵 KD-73	175.72	2.3	2.1	39	完好	/	/	/	/	/	
29	善堂庵 KD-77	163.41	2.3	2.1	48	坍塌	14.5	/	/	/	/	
30	善堂庵 KD-90	172.22	2.3	2.1	42	完好	/	/	/	/	/	
31	善堂庵 KD-92	129.17	2.3	2.1	25	完好	/	/	/	/	/	
32	善堂庵 KD-88	192.41	2.3	2.1	107	完好	/	/	/	/	/	
33	善堂庵 KD-1	135.65	2.3	2.1	28	完好	/	/	/	/	/	
34	善堂庵 KD-2	148.33	2.3	2.1	22	完好	/	/	/	/	/	
35	善堂庵 KD-3	128.17	2.3	2.1	21	完好	/	/	/	/	/	
36	善堂庵 KD-5	140.86	2.3	2.1	24	完好	/	/	/	/	/	
37	善堂庵 KD-18	217.32	2.3	2.1	18	完好	/	/	/	/	/	
38	善堂庵 KD-10	223.16	2.3	2.1	29	完好	/	/	/	/	/	
39	善堂庵 KD-9	225.41	2.3	2.1	8	坍塌	14.5	/	/	/	/	
40	何家 KD-14	143.86	2.3	2.1	55	完好	/	/	/	/	/	
41	何家 KD-15	131.27	2.3	2.1	61	坍塌	14.5	/	/	/	/	
42	书堂 KD-10	344.03	2.3	2.1	17	坍塌	14.5	/	/	/	/	
43	书堂 KD-19	339.62	2.3	2.1	1020	坍塌	14.5	/	/	/	/	
44	书堂 KD-20	342.16	2.3	2.1	268	坍塌	14.5	/	/	/	/	
45	书堂 KD-5-1	554.63	2.3	2.1	37	完好	/	/	/	/	/	

续表 5　　项目坑（井）口污染源项相关参数

序号	名称及代号	坑口标高 m	坑口宽度 m	坑口高度 m	坑深 m	完好程度	清理坍塌量m^3	流出水				单位
								水量 L/s（丰水/枯水）	铀含量 mg/L	^{226}Ra Bq/L	被利用情况	
46	书堂 KD-5-2	497.84	2.3	2.1	17	完好	/	/	/	/	/	二六一大队
47	书堂 KD-517-3	515.32	2.3	2.1	21	坍塌	14.5	/	/	/	/	
48	书堂 KD-37	414.26	2.3	2.1	28	完好	/	/	/	/	/	
49	书堂 KD-40	371.27	2.3	2.1	17	完好	/	/	/	/	/	
50	书堂 KD-45	401.12	2.3	2.1	12	完好	/	/	/	/	/	
51	书堂 KD-46	355.32	2.3	2.1	30	完好	/	/	/	/	/	
52	书堂 KD-47	381.26	2.3	2.1	18	完好	/	/	/	/	/	
53	书堂 KD-14-1	512.13	2.3	2.1	35	完好	/	/	/	/	/	
54	书堂 KD-14-2	447.19	2.3	2.1	23	坍塌	14.5	/	/	/	/	
55	石口 KD-19	169.52	2.3	2.1	32	完好	/	/	/	/	/	
56	石口 KD-10	175.6	2.3	2.1	22	完好	/	/	/	/	/	
57	石口 KD-1	202.98	2.3	2.1	98	完好	/	/	/	/	/	
58	石口 KD-2	218.3	2.3	2.1	47	完好	/	/	/	/	/	
59	石口 KD-2-1	214.09	2.3	2.1	48	坍塌	14.5	/	/	/	/	
60	石口 KD-3	200.13	2.3	2.1	412	完好	/	/	/	/	/	
61	石口 KD-4	204.05	2.3	2.1	19	完好	/	/	/	/	/	
62	石口 KD-5	201.52	2.3	2.1	44	完好	/	/	/	/	/	
63	石口 KD-6	171.91	2.3	2.1	324	完好	/	/	/	/	/	
64	石口 KD-17	165.66	2.3	2.1	44	完好	/	/	/	/	/	
65	石口 KD-7	204.88	2.3	2.1	59	完好	/	/	/	/	/	
66	石口 KD-8	199.04	2.3	2.1	18	完好	/	/	/	/	/	
67	石口 KD-9	192.19	2.3	2.1	27	完好	/	/	/	/	/	
68	石口 KD-11	224.91	2.3	2.1	34	坍塌	14.5	/	/	/	/	
69	石口 KD-12	175	2.3	2.1	19	完好	/	/	/	/	/	
70	石口 KD-13	163.78	2.3	2.1	24	完好	/	/	/	/	/	

续表 5　项目坑（井）口污染源项相关参数

序号	名称及代号	坑口标高 m	坑口宽度m	坑口高度m	坑深 m	完好程度	清理坍塌量m^3	流出水				单位
								水量L/s（丰水/枯水）	铀含量 mg/L	^{226}Ra Bq/L	被利用情况	
71	石口 KD-14	178.71	2.3	2.1	29	完好	/	/	/	/	/	二六一大队
72	石口 KD-15	210.36	2.3	2.1	18	完好	/	/	/	/	/	
73	石口 KD-16	219.23	2.3	2.1	18	完好	/	/	/	/	/	
74	石口 KD-18	187.78	2.3	2.1	32	完好	/	/	/	/	/	
75	石口 KD-21	213.67	2.3	2.1	49	完好	/	/	/	/	/	
76	石口 KD-22	210.1	2.3	2.1	53	坍塌	14.5	/	/	/	/	
77	石口 KD-23	174.01	2.3	2.1	51	完好	/	/	/	/	/	
78	合溪富竹 KD-3	566.51	2.3	2.1	33	完好	/	/	/	/	/	
79	合溪富竹 KD-4	587.06	2.3	2.1	24	完好	/	/	/	/	/	
80	合溪富竹 KD-8	516.52	2.3	2.1	85	完好	/	/	/	/	/	
81	合溪富竹 KD-16	527.26	2.3	2.1	30	完好	/	/	/	/	/	
82	合溪富竹 KD-15	353.71	2.3	2.1	26	完好	/	/	/	/	/	
83	合溪富竹 KD-18	344.95	2.3	2.1	33	完好	/	/	/	/	/	
84	合溪富竹 KD-26	333.04	2.3	2.1	26	完好	/	/	/	/	/	
85	合溪富竹 KD-5	404.21	2.3	2.1	58	完好	/	/	/	/	/	
86	合溪富竹 KD-7	452.56	2.3	2.1	12	坍塌	14.5	/	/	/	/	
87	合溪富竹 KD-9	389.49	2.3	2.1	8	完好	/	/	/	/	/	
88	合溪富竹 KD-10	432.18	2.3	2.1	19	完好	/	/	/	/	/	
89	合溪富竹 KD-11	451.25	2.3	2.1	13	完好	/	/	/	/	/	
90	合溪富竹 KD-12	414.83	2.3	2.1	35	完好	/	/	/	/	/	
91	合溪富竹 KD-13	387.46	2.3	2.1	95	完好	/					
92	合溪富竹 KD-14	352.34	2.3	2.1	18	完好	/					

续表 5　项目坑（井）口污染源项相关参数

序号	名称及代号	坑口标高 m	坑口宽度 m	坑口高度 m	坑深 m	完好程度	清理坍塌量 m^3	流出水				
								水量 L/s（丰水/枯水）	铀含量 mg/L	^{226}Ra Bq/L	被利用情况	单位
93	上寮矿床 KD-1	263.00	2	2.2	496.3	完好	/	0.023	0.0179	0.219	漫流	二六四大队
94	上寮矿床 KD-2	/	2	2.2	403.1	完好	/	0.017	0.0185	0.206	漫流	
95	上寮矿床 KD-3	224.00	2	2	125.0	完好	/	0.012	0.0148	0.181	漫流	
96	上寮矿床 KD-4	200.00	2	2	60.8	完好	/	0.008	0.0169	0.157	漫流	
97	上寮矿床 KD-5	241.00	2	2	230.3	完好	/	无	/	/	/	
98	罗背坑矿点 KD-1	349.00	2	2	63.0	完好	/	/	/	/	/	
99	罗背坑矿点 KD-2	318.00	2	2	158.2	完好	/	/	/	/	/	
100	罗背坑矿点 KD-3	343.00	2	2	102.0	完好	/	0.008	0.0139	0.170	漫流	
101	罗背坑矿点 KD-4	348.00	2	2	132.0	完好	/	0.007	0.0129	0.157	漫流	
102	罗背坑矿点 KD-5	281.00	2	2	76.0	完好	/	0.003	0.0128	0.137	漫流	
103	罗背坑矿点 KD-6	280.00	2	2	153.0	完好	/	/	/	/	/	
104	罗背坑矿点 KD-7	269.00	2	2	163.8	完好	/	0.011	0.0119	0.145	漫流	
105	坪岗下矿点 KD-1	/	2	2	476.1	完好	/	0.014	0.0035	0.055	漫流	
106	坪岗下矿点 KD-2	/	2	2	136.1	完好	/	0.012	0.0035	0.031	漫流	
107	坪岗下矿点 KD-3	/	2	2	67.5	完好	/	/	/	/	/	
108	坪岗下矿点 KD-4	/	2	2	92.7	完好	/	0.016	0.0024	0.024	漫流	

备注：有水坑口 11 个，无水坑口 97 个

项目污染源项统计表

表 6　浅井污染源项相关参数

序号	矿床名称	类型	名称及代号	井口标高	井口长度，m	井口宽度，m	井深,m	底部连通情况	支护形式	完好程度	单位
1	善堂庵矿床	浅井	QJ1	230.1	1.5	1.5	8.2	无连通	无	完好	二六一大队
2		浅井	QJ2	267.2	1.5	1.5	6.7	无连通	无	完好	
3		浅井	QJ3	146.3	1.6	1.6	8.8	无连通	无	坍塌	
4		浅井	QJ4	145.3	1.5	1.5	9.2	无连通	无	完好	
5		浅井	QJ5	235.3	1.5	1.5	5.4	无连通	无	完好	
6		浅井	QJ6	150.1	1.5	1.5	8.7	无连通	无	完好	
7		浅井	QJ7	138.5	1.5	1.5	6.9	无连通	无	完好	
8		浅井	QJ8	189.84	1.5	1.5	8.8	无连通	无	完好	
9		浅井	QJ9	159.02	1.5	1.5	7.5	无连通	无	坍塌	
10		浅井	QJ10	181.7	1.5	1.5	7.3	无连通	无	完好	
11		浅井	QJ11	170.76	1.5	1.5	9.2	无连通	无	完好	
12	书堂矿床	浅井	QJ-14-3	500.0	1.5	1.5	5.6	无连通	无	完好	
13	石口矿床	浅井	QJ-4	200.0	1.6	1.6	9.2	无连通	无	完好	
14		浅井	QJ-5	193.3	1.5	1.5	8.6	无连通	无	坍塌	
15		浅井	QJ-6	206.5	1.6	1.6	7.3	无连通	无	完好	
16		浅井	QJ-7	174.8	1.6	1.6	5.8	无连通	无	完好	

续表 6　浅井污染源项相关参数

序号	矿床名称	类型	名称及代号	井口标高	井口长度，m	井口宽度，m	井深，m	底部连通情况	支护形式	完好程度	单位
17	石口矿床	浅井	QJ-8	217.9	1.5	1.5	8.5	无连通	无	完好	二六一大队
18		浅井	QJ-9	195.2	1.6	1.6	9.1	无连通	无	完好	
19	合溪富竹矿床	浅井	QJ-8	563.7	1.5	1.5	6.7	无连通	无	完好	
20		浅井	QJ-9	572.2	1.5	1.5	5.2	无连通	无	完好	
21		浅井	QJ-10	392.5	1.5	1.5	8.5	无连通	无	完好	
22	上寮矿床	浅井	Ⅲ6-1	242.00	1.3	1.2	10	底部与平巷连通	无	完好	二六四大队
23	罗背坑矿点	浅井	Ⅲ11-6	351.00	1.2	1.2	7	无连通	无	完好	
24		浅井	Ⅲ11-8	269.00	1.3	1.2	11	底部与平巷连通	无	完好	

退役治理方案简介：

根据《江西地区军工铀矿地质勘探设施“十二五”退役整治二期工程项目建议书》可知，本次“十二·五”二期工程所设计的治理方案如下：

一、覆土厚度的确定

（1）覆盖材料的确定

根据辐射防护的最优化原则，从恢复当地生态环境的需要，选江西地区广泛存在的粘土、亚粘土作为覆土材料，但必须对所选的黄土进行放射性检测，其放射性应在本底范围内。

（2）覆土厚度的计算公式

①覆土厚度与屏蔽氡析出率的关系式

鉴于拟治理的矿（床）点与核工业七二一矿同位于江西省抚州地区境内，地理位置、气候特征和土质等种条件基本相同，因此本项目参照七二一矿一期退役治理的废石堆覆盖试验结果，作为本项目覆土厚度计算的依据，其覆土厚度与抑制氡析出率的关系式为：

$$X_1 = 65.04 \ln \frac{J_i}{J_0} + 23.49 \quad \cdots\cdots\cdots\cdots\cdots\cdots\cdots\cdots\cdots\cdots ①$$

相关系数：γ＝0.9987

式中：X_1 为需要覆盖的夯实后的轻壤土厚度，cm；

J_i 为覆盖前的氡析出率平均值，Bq/（m^2·s）；

J_o 为氡析出率的管理限值J_o =0.74Bq/（m^2·s）。

②覆土厚度与屏蔽γ辐射的关系式

根据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为：

$$X_2 = \Delta_{1/2} \log_2 (\frac{H_i}{H_0}) \quad \cdots\cdots\cdots\cdots\cdots\cdots\cdots\cdots\cdots\cdots ②$$

式中：X_2——压实后的覆盖材料厚度（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，根据七二一矿现有退役项目的覆盖试验数据计算得$\Delta_{1/}$=15.3cm；

H_i——覆盖前的γ辐射剂量率平均值（×10^{-8}Gy/h）；

H_o——γ辐射剂量率的控制值，即“（本底值+17.4）×10^{-8}Gy/h。

（3）覆盖厚度的确定

1）根据覆盖厚度与抑制氡析出率的关系式（公式①），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（公式②），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）考虑自然营力长期作用的覆盖厚度安全余量：根据《近 60 年我国土壤侵蚀科学研究进展——“中国水土流失与生态安全综合科学考察”》成果，我国多年平均土壤侵蚀模数为 3400t/(km²•a)，一般地区（扣除强烈级以上、含强烈级）为 2500t/(km²•a)，按照工程稳定期 50 年的标准计算，所需余量为 9.62cm～13.07cm。因此，本项目考虑风蚀、雨蚀等不利因素对覆盖层的长期作用影响，取 10cm～15cm 的裕度作为覆盖厚度的安全余量、记为ΔX。

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

综上所述，本项目覆盖厚度设计值 $X=max\{X_3+\Delta X，X_{min}\}$、即 $X=max\{X_3+\Delta X，35cm\}$。

由项目建议书可知，本期工程各渣堆治理方案及覆土厚度见表7：

表7　渣堆治理方案及覆土厚度

序号	源项名称	治理方案	治理/平整面积 m²	覆土厚度 cm	覆土体积 m³	整坡/清挖废石 m³	集中治理迁移其它废石堆量 m³	矿床	单位
1	善堂庵 KD-12	原地覆盖	4550	35	1593	510	0	善堂庵矿床	二六一大队
2	善堂庵 KD-4	原地覆盖	518	35	181	18	0		
3	善堂庵 KD-64	**迁移归并**	192	0	26	0	218		
4	善堂庵 KD-31	**迁移归并**	342	0	41	0	342		
5	善堂庵 KD-41	**迁移归并**	439	0	49	0	410		
6	善堂庵 KD-48	原地覆盖	687	35	240	24	0		
7	善堂庵 KD-57	**迁移归并**	335	0	44	0	444		
8	善堂庵 KD-58	原地覆盖	296	35	104	14	0		
9	善堂庵 KD-60、61	**迁移归并**	348	0	46	0	350		
10	善堂庵 KD-65	**迁移归并**	844	0	117	0	1068		
11	善堂庵 KD-76	**迁移归并**	147	0	20	0	158		
12	善堂庵 KD-79	原地覆盖	496	45	223	20	0		
13	善堂庵 KD-80	**迁移归并**	393	0	53	0	457		
14	善堂庵 KD-84	**迁移归并**	405	0	49	0	416		

续表 7　渣堆治理方案及覆土厚度

序号	源项名称	治理方案	治理/平整面积 m^2	覆土厚度 cm	覆土体积 m^3	整坡/清挖废石 m^3	集中治理 迁移其它废石堆量 m^3	矿床	单位
15	善堂庵 KD-85	原地覆盖	302	35	106	10	0	善堂庵矿床	二六一大队
16	善堂庵 KD-87	原地覆盖	274	40	110	10	0		
17	善堂庵 KD-7	**迁移归并**	254	0	32	0	235		
18	善堂庵 KD-15	原地覆盖	678	40	271	24	0		
19	善堂庵 KD-51	原地覆盖	229	40	92	8	0		
20	善堂庵 KD-78	**迁移归并**	350	0	42	0	336		
21	善堂庵 KD-91	**迁移归并**	238	0	26	0	225		
22	善堂庵 KD-8	原地覆盖	398	50	199	12	0		
23	善堂庵 KD-59	**迁移归并**	141	0	19	0	263		
24	善堂庵 KD-75	**迁移归并**	190	0	24	0	168		
25	善堂庵 KD-68	原地覆盖	342	40	137	14	0		
26	善堂庵 KD-69	**迁移归并**	368	0	39	0	351		
27	善堂庵 KD-73	原地覆盖	437	35	153	126	0		
28	善堂庵 KD-77	原地覆盖	517	45	233	20	0		
29	善堂庵 KD-90	原地覆盖	530	50	265	18	0		
30	善堂庵 KD-92	原地覆盖	355	35	124	10	0		
31	善堂庵 KD-88	原地覆盖	1228	35	430	44	0		
32	善堂庵 KD-1	原地覆盖	441	35	154	12	0		
33	善堂庵 KD-2	原地覆盖	412	40	165	10	0		
34	善堂庵 KD-3	原地覆盖	272	40	109	10	0		
35	善堂庵 KD-5	**迁移归并**	339	0	36	0	304		
36	善堂庵 KD-18	**迁移归并**	238	0	30	0	239		
37	善堂庵 KD-10	原地覆盖	936	35	328	163.62	0		
38	何家 KD-14	原地覆盖	1019	40	407.6	216	0	何家矿床	
39	何家 KD-15	原地覆盖	1050	45	472.5	250	0		
40	书堂 KD-19	原地覆盖	4380	45	1971	2230	0	书堂矿床	
41	书堂 KD-20	原地覆盖	1129	45	508.05	456	0		

表 7　渣堆治理方案及覆土厚度

序号	源项名称	治理方案	治理/平整面积 m^2	覆土厚度 cm	覆土体积 m^3	整坡/清挖废石 m^3	集中治理	矿床	单位
							迁移其它废石堆量 m^3		
42	书堂 KD-10	**迁移归并**	136	0	17.00	0	183		
43	书堂 KD-14-2	原地覆盖	248	40	99.20	110	0	书堂矿床	二六一大队
44	书堂 KD-14-1	原地覆盖	356	35	124.60	156	0		
45	书堂 KD-517-3	原地覆盖	220	35	77.00	92	0		
46	书堂 KD-5-2	原地覆盖	138	35	48.30	54	0		
47	书堂 KD-5-1	原地覆盖	285	50	142.50	120	0		
48	书堂 KD-37	原地覆盖	349	35	122.15	154	0		
49	书堂 KD-45	原地覆盖	134	35	46.90	54	0		
50	书堂 KD-40	原地覆盖	174	45	78.30	66	0		
51	书堂 KD-46	原地覆盖	242	35	84.70	92	0		
52	书堂 KD-47	原地覆盖	316	35	110.60	120	0		
53	石口 KD-19、10	原地覆盖	642	35	224.70	22	0	石口矿床	
54	石口 KD-1	**迁移归并**	764	0	98.00	0	1046		
55	石口 KD-2、7、	原地覆盖	2849	40	1139.60	840	0		
56	石口 KD-2-1、3	原地覆盖	2648	35	926.80	184	496		
57	石口 KD-4	**迁移归并**	253	0	34.00	0	263		
58	石口 KD-5	**迁移归并**	422	0	54.00	0	509		
59	石口 KD-6、17	原地覆盖	1779	50	889.50	936	0		
60	石口 KD-8	**迁移归并**	576	0	63.50	0	375		
61	石口 KD-9	**迁移归并**	206	0	29.00	0	297		
62	石口 KD-11	**迁移归并**	645	0	81.00	0	551		
63	石口 KD-12	**迁移归并**	242	0	31.00	0	251		
64	石口 KD-13	**迁移归并**	154	0	21.00	0	245		
65	石口 KD-14	原地覆盖	793	35	277.55	112	0		
66	石口 KD-15	**迁移归并**	402	0	56.00	0	345		
67	石口 KD-16	**迁移归并**	322	0	44.50	0	299		

续表 7　渣堆治理方案及覆土厚度

序号	源项名称	治理方案	治理/平整面积 m^2	覆土厚度 cm	覆土体积 m^3	整坡/清挖废石 m^3	集中治理 迁移其它废石堆量 m^3	矿床	单位
68	石口 KD-18	**迁移归并**	270	0	36.00	0	358	石口矿床	二六一大队
69	石口 KD-21	原地覆盖	680	35	238.00	218	0		
70	石口 KD-23	原地覆盖	750	40	300.00	236	0		
71	合溪富竹 KD-8	原地覆盖	889	35	311.15	470	0	合溪富竹矿床	
72	合溪富竹 KD-5	**迁移归并**	438	0	59.00	0	624		
73	合溪富竹 KD-9	**迁移归并**	221	0	28.00	0	247		
74	合溪富竹 KD-12	原地覆盖	411	40	164.40	188	0		
75	合溪富竹 KD-13	原地覆盖	688	40	275.20	256	0		
76	合溪富竹 KD-16	**迁移归并**	289	0	34.50	0	339		
77	合溪富竹 KD-4	**迁移归并**	319	0	36.50	0	307		
78	合溪富竹 KD-7	**迁移归并**	251	0	33.00	0	213		
79	合溪富竹 KD-10	**迁移归并**	212	0	30.50	0	250		
80	合溪富竹 KD-11	**迁移归并**	203	0	27.50	0	198		
81	合溪富竹 KD-14	原地覆盖	384	45	172.80	130	0		
82	合溪富竹 KD-15	原地覆盖	593	40	237.20	140	0		
83	合溪富竹 KD-18	**迁移归并**	330	0	40.00	0	381		
84	合溪富竹 KD-3	原地覆盖	483	45	217.35	210	0		
85	合溪富竹 KD-26	**迁移归并**	263	0	33.50	0	308		
86	KD-1	原地覆盖	2319	60	1391.40	1030	0	上寮矿床	二六四大队
87	KD-2	原地覆盖	2049	55	1126.95	488	0		

续表 7　渣堆治理方案及覆土厚度

序号	源项名称	治理方案	治理/平整面积 m^2	覆土厚度 cm	覆土体积 m^3	整坡/清挖废石 m^3	集中治理 迁移其它废石堆量 m^3	矿床	单位
88	KD-3	原地覆盖	753	45	338.85	44	0	上寮矿床	二六四大队
89	KD-4	原地覆盖	601	35	210.35	22	0		
90	KD-5	原地覆盖	1363	45	613.35	428	0		
91	KD-1	原地覆盖	622	40	248.80	100	0	罗背坑矿点	
92	KD-2	原地覆盖	814	45	366.30	56	0		
93	KD-3	原地覆盖	728	35	254.80	200	0		
94	KD-4	原地覆盖	1152	45	518.40	310	0		
95	KD-5	原地覆盖	658	40	263.20	60	0		
96	KD-6	原地覆盖	966	40	386.40	56	0		
97	KD-7	原地覆盖	897	45	403.65	58	0		
98	KD-1	原地覆盖	2225	65	1446.25	250	0	坪岗下矿点	
99	KD-2	原地覆盖	919	45	413.55	174	0		
100	KD-3	**迁移归并**	567	0	73.00	0	690		
101	KD-4	原地覆盖	708	45	318.60	34	0		

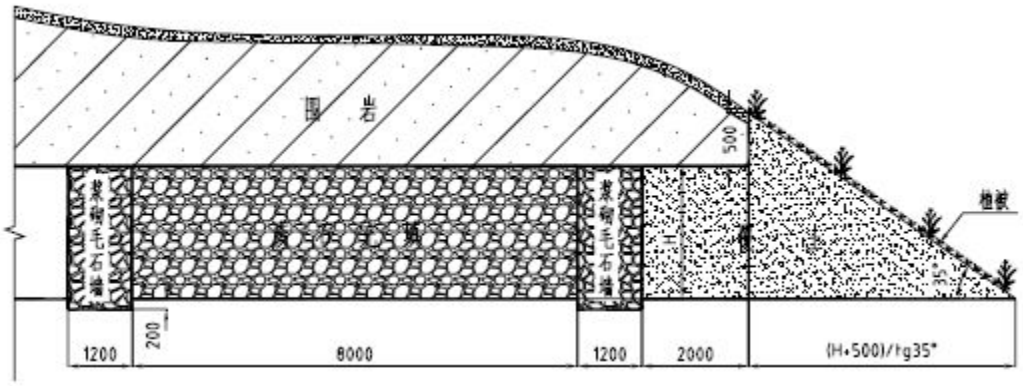
二、坑口治理总体说明

为阻止坑口氡气体外逸，防止人畜误入废弃的坑口造成不必要伤害，对地表坑口进行封堵治理。

1）坑口治理对象分为无水坑口和有水坑口两种。本项目需治理的坑口共108个，其中无水坑口共97个、有水坑口共11个。

2）无水坑口治理

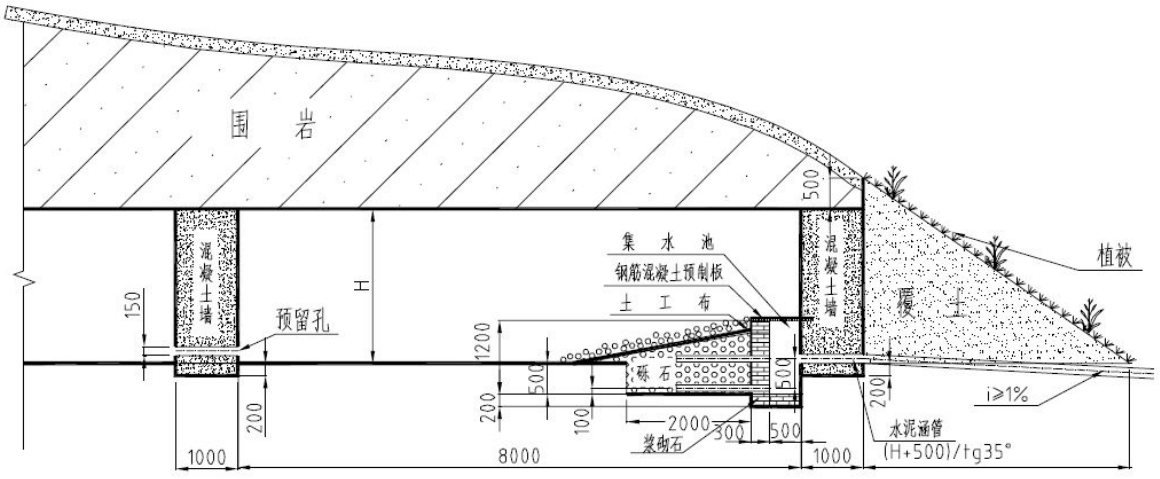
无水坑口治理方案为：两道浆砌毛石墙封堵、中间废石充填。在坑口往内12.4m 岩性较稳固处砌筑第一道嵌入底板和两侧各0.2m深的毛石墙、墙厚1.2m；中间充填废石，之后在坑口附近往内约2m 处采用同样的方法砌筑第二道毛石墙，然后覆土掩埋坑口，夯实并植被、种树。封堵方案示意图见图一。



图一　无水流出的平硐口封堵方案示意图

3）有水坑口治理

有水坑口治理方案为采用两道混凝土墙封堵，在两墙间设疏水过滤池。在坑口往内约10m岩性较稳固处砌筑第一道嵌入底板和两侧各0.2m深的混凝土墙，墙厚1.0m，在砌筑第一道墙时要注意预埋4 根管。从坑口处开始往里约1.5m处设置一道浆砌石墙（墙厚0.3m，墙高1.2m），浆砌石墙外侧地面铺设一层厚0.2m、宽0.5m 浆砌石做为过滤池用，在砌筑浆砌石墙时，要注意预埋PVC管（每条PVC管上要打直径为10mm的小孔50个，然后用尼龙网布裹住PVC管，把其中一部分预埋到浆砌石墙内），然后在墙的另一侧及底板2m长的范围内堆放砾石，堆放砾石时按照砾石的自然安息角堆放在浆砌石墙的内侧，同时要保证PVC 管的完整性；在砾石及PVC管的上面铺设一层土工布，并用砾石压住。砌筑第二道混凝土墙，注意预埋水泥函管；砌到与浆砌石墙高度相同时，在过滤池上放置钢筋砼预制板，然后覆土掩埋坑口，夯实并植被、种树。疏水、封堵方案示意图见图二。



图二　被动式坑口滤水层、集水池结构示意图

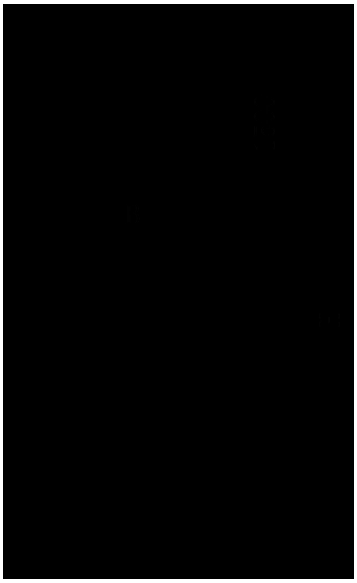
三、浅井治理总体说明

探矿浅井，极易使人、畜坠落，需要治理。为确保人畜安全和阻止氡气外逸，可采用的治理方案分两种情况：

1）对井口完好的浅井采用全井筒填充废石至临近地表1.5m处，再夯填土掩埋井口并植被的方法治理。

2）对井口已坍塌的浅井采用回填、找平井口“小塌坑”并植被的方法治理。

治理方案示意图三。



图三 浅井治理方案示意图

四、废石场治理总体说明

（1）治理原则

①充分考虑当地的自然环境、地形地貌，做到因地制宜、切合当地实际，采用技术成熟、施工简便的治理方案。

②废石堆退役治理一般达到有限制开放使用深度。进行覆土、植被与稳定化处置、设立警示牌，以达到控制表面氡析出率析出和贯穿辐射剂量率的治理目的。退役治理后不得随意破坏和变动治理设施。

③对于具备施工条件和运输条件的废石堆，经过技术经济比较后，尽可能采用挖除、迁移、集中的处置方案，治理后其原址退役治理将达到无限制开放使用的深度。

（2）环境特点与影响稳定性的主要因素

列入本期退役治理计划的8个矿（床）点，所在地区植被较好，地貌类型为丘陵山地，属中亚热带季风气候区或北亚热带湿润气候区，年平均降雨量在1300mm～1800mm之间。

根据中国土壤侵蚀类型图，本区为水蚀Ⅲ4类型区。所有矿床（点）抗震设防烈度均为6度0.05g。废石场治理主要设防参数详见表8。

表 8　废石场治理主要设防参数

序号	矿床点名称	Sp1% mm/h	抗震设防(基本）烈度	侵蚀类型	其他外界不良地质现象
1	善堂庵矿床	100	6 度 0.05g	水蚀III4	无
2	何家矿床	100	6 度 0.05g	水蚀III4	无
3	书堂矿床	100	6 度 0.05g	水蚀III4	无
4	合溪富竹矿床	100	6 度 0.05g	水蚀III4	无
5	石口矿床	100	6 度 0.05g	水蚀III4	无
6	上寮矿床	100	6 度 0.05g	水蚀III4	无
7	罗背坑矿点	100	6 度 0.05g	水蚀III4	无
8	坪岗下矿点	100	6 度 0.05g	水蚀III4	无

（3）治理方案的确定

列入本期退役治理计划的8个矿（床）点，分布在江西省的乐安县、会昌县、瑞金市等3个市、县，共治理的废石堆共101个，废石总量10.6481万t，总裸露面积6.6688万m^2。

本地区核地质勘探设施点多、面广、较为分散，多在山地丘陵，同一个矿床（点）的废石堆相距较远，地形坡度大，多数不具备搬迁、归并条件，因此大部分废石堆采用原地覆盖治理方案。

根据地形图、工程实施单位提供的有关设计基础资料和数据，对每个废石场按以下技术条件，一一鉴别、比较后确定采取回填、迁移、归并等集中处置方案或原地覆盖治理方案：

1）废（矿）石堆的废石量极小、大部分可消纳于坑（井）口的废石堆，则考虑清挖回填坑（井）口，剩余部分迁移至临近的废石场进行集中治理的方案。

2）废（矿）堆距离露天采坑、塌陷坑较近时，则考虑迁移至露天采坑或塌陷坑中进行集中处置。本工程无露天采坑、塌陷坑等源项。

3）几个废（矿）石堆距离近，至少有1个较大的废（矿）石堆，其原地形平缓（基底坡度小于20°～24°），坡顶平台较大、边坡面积小、堆置高度低，则考虑将其他废石堆迁移至该废（矿）石堆、集中治理，受纳后的废（矿）石堆须满足稳定性要求。

4）处于相对不稳定状态的废（矿）石堆，若原地覆盖治理难度大，稳定化处置工程量大、费用高，则考虑迁移至安全稳定的场址进行覆盖治理方案。

5）清挖回填、迁移、集中治理的废（矿）石堆，宜具备小型施工机械和车辆的运用条件，与原地覆盖治理方案相比可节省治理费用。

根据以上原则和技术条件要求，本工程废（矿）石堆治理方案设计结果：采用原地覆盖治理的废石场共62个；采用清挖回填、迁移集中治理的废石场共39个，分别为善堂庵矿床KD-64、KD-31、KD-41、KD-57、“KD-60、61”、KD-65、KD-76、KD-80、KD-84、KD-7、KD-78、KD-91、KD-59、KD-75、KD-69、KD-5和KD-18等17个废石场，书堂矿床KD-10废石场，石口

矿床KD-1、KD-4、KD-5、KD-12、KD-16、KD-8、KD-9、KD-11、KD-13、KD-18，KD-15等11个废石场，合溪富竹矿床的KD-5、KD-9、KD-10，KD-7、KD-11，KD-18、KD-26，KD-4，KD-16等9个废石场，罗背坑矿点的KD-3废石场。

（4）废石场原地覆盖的治理方案

江西地区铀矿地质勘探设施中采用原地覆盖治理的废石场共有62个，其治理方案为：首先平整场地、消除土包、整坡并根据需要设置马道，然后进行覆土并分层压实（压实度达到90%以上），最后恢复植被并设置警示标志。为稳固废石场、尾渣堆边坡及覆土，在其坡脚砌筑挡土墙，同时为防止雨水冲刷覆土，在其上部以及马道上修砌边沟以防土坡雨力侵蚀。最后，设立警示牌，治理达到有限制使用深度，满足覆盖之后其表面氡析出率不大于0.74Bq/(m^2•s)、γ外照射空气吸收剂量率不超过17.4×10^{-8}Gy/h（扣除本底后）的管理限值要求。

边坡一般采取草灌护坡进行防护，对高大及坡陡的边坡则采用浆砌片石截水骨架草灌护坡进行防护。

（5）废石场清挖外运的治理方案

本项目采用清挖回填、迁移集中治理的废石堆共有39个，其治理方案为：将废石及下部污染土一并挖除，将污染物尽量就近运至坑口内回填治理，回填后余下的污染物则就近运至相邻的废石场内进行集中处置，最后对原址平整、恢复植被。根据清挖迁移废（矿）石堆的监测数据，类比“十一五”、“十二五”铀矿地质退役治理工程经验，确定下部污染土超挖深度按50cm考虑，实施过程要求做到“边施工边监测”，使原址达到无限制使用深度，满足土壤^{226}Ra残留量、γ辐射剂量率接近当地本底值的管理限值要求。

（6）采取的工程措施、方法及标准

1）废石堆边坡

边坡设计与稳定性分析：根据《岩土工程勘察规范》（GB50021-2001、2009版）和《水电水利工程边坡设计规范》（DL/T 5353-2006），小型废石堆的抗滑稳定安全系数为土体内摩擦角的正切值与坡角正切值之比，已有边坡的稳定性系数应大于等于1.10。故废石堆边坡设计根据以下情况，采用与堆石边坡内摩擦角/天然安息角相应的边坡坡率，具体详见表9。

表9　堆积体边坡坡率参考值

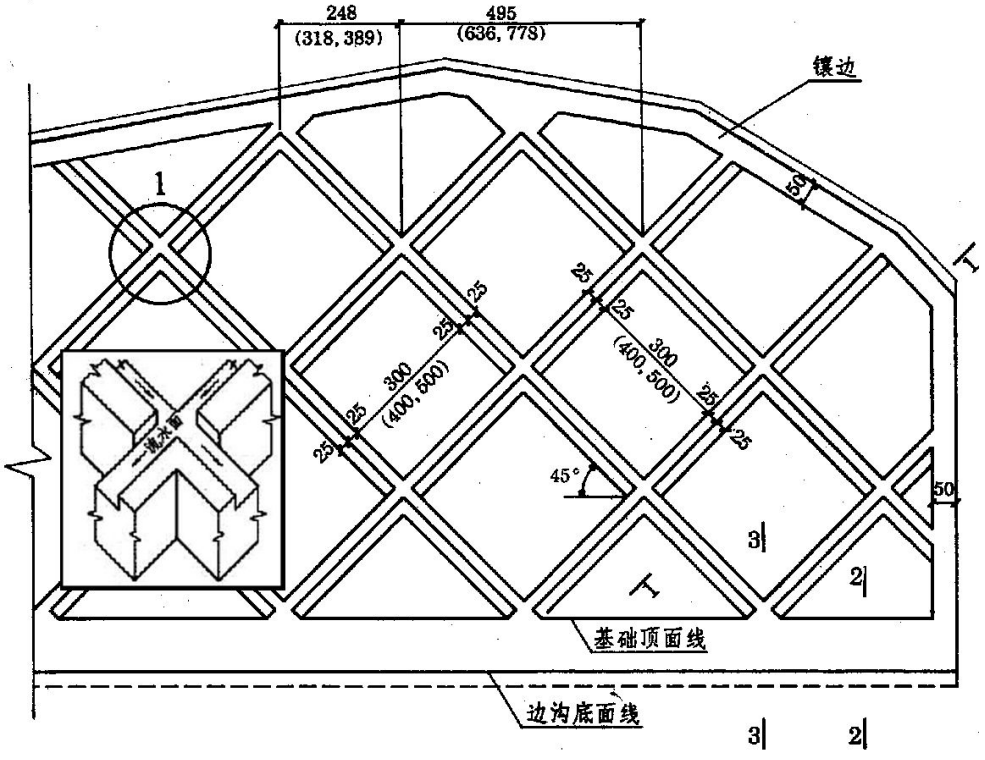
岩堆情况	条件说明	边坡坡度
不含杂质的碎石	山区的堆积层	1：1.00～1：1.25

	（Φ=40~50°）	
不含杂质的碎石	平坦地区、已密实（Φ=40~50°）	1：0.75～1：1.00
碎石被小颗粒包围，碎石间互不接触	小颗粒是无粘结粒的砂（Φ≈35°）	1：1.50
碎石被小颗粒包围，碎石间互不接触	小颗粒是粘性土（Φ=30~35°）	1：1.75～1：2.00
碎石相互间尚能接触，中夹粘性土	碎石有棱角（Φ=40~45°）	1：1.25
	碎石失去棱角、较圆滑（Φ=35～40°）	1：1.50
一般堆积层	（Φ≈35°）	≥1：1.50

注：Φ为内摩擦角。

废石场边坡一般采取草灌护坡进行防护；对高大及坡陡的边坡则采用浆砌片石截水骨架草灌护坡进行防护，护坡形式详见图四。

对边坡高度超过雨力冲刷临界高度的废石堆，分段设置边坡内部排水沟或马道；马道宽度一般为3m，马道上根据需要设置挡土墙和边沟。



图四　浆砌片石截水骨架护坡形式

2）挡土墙

普通重力式挡土墙选用国家建筑标准设计图集《挡土墙》（图号04J008）或根据所在地区抗震设防烈度设计。

3）截水沟

截水沟按百年一遇重现期的防洪标准进行设计，根据全国P＝1%的暴雨等值线图，本工程设计雨力Sp范围值在110~120mm/h之间。

4）边坡防护

铀矿地质退役整治的主要特点是采用了大量的土作为覆盖材料，以此达到抑制氡析出和屏蔽贯穿辐射的治理目标。为了保持废石边坡覆盖层的长期稳定，在退役实践中，结合植被恢复的需要，采用草灌护坡、截水骨架内草灌护坡等形式的植被护坡进行防护，这有利于稳定岩土边坡同时绿化生态环境。

本工程废石场总面积为6.6688万m^2，根据气候特征、地形和边坡要素，对于边坡较高、较长、较陡及面积较大的废石场，设计采用了防止土坡雨力侵蚀较为有效、造价经济的截水骨架内种草护坡，边坡防护面积占治理总面积的36.05％，其余采用草灌护坡为63.95%。

植被护坡的主要功能：

①浅根加筋。植草的根系在土中盘根错节，使边坡土体成为土与草根的复合材料，使土体强度提高。

②降低坡体空隙水压力。边坡失稳与坡体水压力的大小有密切关系，降雨是诱发滑坡的重要因素之一。植物通过吸收和蒸腾坡体内水分，降低土体的空隙水压力，提高土体的抗剪强度，有利于边坡体的稳定。

③降雨截流、削弱溅蚀。植被能拦截高速下落的雨滴，削弱能量、减少土粒的溅蚀，能够减少和避免水蚀。

根据多年治理实践的经验和教训，需要重视植被护坡的形成：在覆土过程中和植被形成前，如遭遇的短历时强降雨易发生因雨力冲蚀引起裸露的覆盖土层大量流失，甚至造成严重的水毁损失，因此，在废石场治理过程中，必须遵循“预防为主、防治结合”的原则，一方面治理单位必须合理组织施工顺序，做到“避免在雨季进行覆土施工、覆盖后必须及时防护”，加强施工过程中全面的质量控制；另一方面，在植被护坡形成过程中，也应采用草帘或植被网等材料进行覆盖养生及防水蚀，这样能够促进植被护坡的形成，避免或减少水蚀。

植被护坡验收标准确定为1级－无鳞片状面蚀，即地面植物生长良好、分布均匀、覆盖率大于70%，并能够形成自然循环演替。

5）植被恢复

废石场植被恢复既是退役环境治理的重要组成部分，也是保持废石场治理工程长期稳定的重要工程措施之一，设计采用的植物群落类型为草灌型，以灌木、草本类为主而建造的植物群落适用于陡坡、易侵蚀坡面及周围为农田、山地等，是废石场治理的主要选型。

根据中国草坪气候生态区划图，本区属Ⅷ区温暖湿润带。Ⅷ区常用的护坡植物为狗牙根、弯叶画眉草、结缕草、竹节草、假俭草、银合欢、紫荆，各矿（床）点可根据具体情况选用。

五、施工运输总体说明

江西地区多以中、低山丘陵为主，本工程各治理矿（床）点均位于山区。建筑材料及覆盖粘土一般情况采用汽车或农用车运输，当施工运输极为困难的部位、道路运输不能到达治理部位时，只能采用畜力运输或人力运输。建筑材料运输运距一般35km以内，人运200~500m。

根据项目单位提供的有关资料，退役治理覆盖用土初步选定在拟治理矿（床）点附近取土，一般运距在3km以内。土源地的土量较为充足，且土壤的$U_{天然}$、^{226}Ra含量、氡析出率及贯穿辐射剂量率等指标基本处于当地本底水平。土源地取土施工时，尽量避免在暴雨季节进行土方开挖作业，以减少水土流失量；在取土之后，按照当地水土保持和土地复垦的有关规定和要求进行植被恢复、恢复土源地生态环境。

六、施工一般程序

在实施过程中，为确保施工质量和治理效果，施工前应合理安排施工计划，应制定和落实在施工期和养护期防治水蚀、水毁的施工方案和预案；进一步落实土源和建材供应渠道，土源的土质及土量应能满足覆盖要求；材料检验、施工程序、质量评定应符合国家和核行业有关施工规范和规定。

实施时应遵循“边施工边监测、监测指导施工”的退役整治原则，以及国家和核行业有关现行规范和标准，既要满足治理要求、达到治理效果，又要控制施工量，不必要的工耗应予以避免，对具体的单项工程，通常按下述程序进行实施：

（1）在地表堆积的副产矿石是主要污染源，因此应首先对副产矿石进行挑拣，并将其尽可能回填入坑（井）口内，能够回填的废石也应尽可能回填，然后再实施坑（井）口封闭工程。

（2）对较长时间已处于稳定的废（矿）石堆，原则上可不作放坡处理；对不稳定边坡按设计要求作放坡处理或实施护坡工程；对已被雨水冲刷过的废（矿）石堆，要根据其所处位置、地形进行整坡处理，把散落到农田、沟谷、道路上的废（矿）石回收归堆；对难于回填到坑（井）内的副产矿石，应提前掩埋到废石堆下部，并且要边处置、边压实。

（3）需要挖除、集中的废（矿）石堆，需提前进行挖除、运输、集中。挖除必须彻底，经监测达到要求后才可以结束。

（4）根据工程设计文件，对各治理子项实施砌筑封堵墙、挡墙、护坡、截（排）水沟等实体工程，实施时应避开雨季，尤其要防止山洪暴发对在建工程的损毁。

（5）在稳定化处置工程完成后，再开始进行覆盖工程，要求边覆土边压实，下层土的密

实度应不小于0.90，表层植被层、密实度应不小于0.85。部分护坡工程要与覆土工程同步进行。

（6）进行植被绿化。在植被护坡形成过程中，应采用草帘等材料进行覆盖养生及防水蚀，这样能够促进植被护坡的形成，避免或减少水蚀。

七、质量保证

为顺利实施铀矿退役项目，达到铀矿退役目标，单位从以下方面确保铀矿退役项目的质量。

（1）严格遵循有关的国家规定以及相应的法规和规范。

（2）由具有核工业行业甲级资格的设计部门进行设计，设计单位具有良好的质量保证管理体系和严格的质量控制，可为设计方案提供了可靠的质量保证。

（3）由具有相近监理资质及相关业绩的监理单位进行工程监理，由具有一定相关施工技术和经验的施工单位严格按设计施工。

环境影响分析和退役终态描述：

一、环境影响分析

1.整治前的环境影响

江西地区铀矿地质勘探设施“十二·五”退役整治二期工程需整治的101个废（矿）石堆共有废石量106481t、裸露面积积66688m^2，经监测，这些废（矿）石堆的氡析出率范围为0.11～1.55Bq/（m^2·s），均值为0.79Bq/（m^2·s），超过国家规定的管理限值；γ外照射吸收剂量率范围为16.2～273.2×10^{-8}Gy/h，均值为78.37×10^{-8}Gy/h，超过当地本底水平（这些废（矿）石堆所在地区的本底为12.8～21.5×10^{-8}Gy/h）；废（矿）石天然铀含量为28.22～291mg/kg，均值为76.71mg/kg，镭含量为341.77～3250Bq/kg，均值为904.31Bq/kg。废（矿）石在坑井口的出口处就地堆放，对周围环境造成直接的负面影响，部分废（矿）石堆可能被洪水冲刷流失，掩埋河滩和道路，对当地生态环境和居民生产和生活构成明显或潜在的危害，敞开的坑井口，还存在误入或坠落等诸多的不安全因素。

未封闭的 108 个坑口中 11 个坑口为有水坑口，97 个为无水坑口。坑口存在氡气逸出，其中 11 个有水坑口流出的污水中铀浓度为 0.0024mg/L～0.0185mg/L，镭浓度为 0.024～0.219Bq/L，这些对坑口周围的地表水造成了一定的污染，也对附近的居民和人畜构成了一定的安全隐患。

上述危险因素可通过吸入、食入、接触和外照射等途径，对公众造成内、外照射危害和一般性安全事故。另外，需治理的剥土坡度较陡，浅井未进行封闭，很容易造成人畜跌入的一般安全性危害。因此设施在停止服役后，应及时进行退役整治。

2.整治工程施工过程中的环境影响及环境保护措施

2.1 施工过程中的环境影响分析

“十二·五”退役整治二期工程主要为废（矿）石堆的整治、坑（井）口的封闭、浅井的废石回填、井口覆土植被等，在退役治理过程中产生的污染物主要包括氡气、施工扬尘、放射性废水、施工废水、施工机械噪声和固体废弃物等。

（1）废气

①放射性废气

在退役治理过程中，坑（井）口、废石堆等源项不断向外环境释放氡气。

②非放射性废气

在覆盖施工、污染物挖除、建筑物拆除以及物料装卸和运输等过程中，都存在扬尘污染。扬尘排放方式主要为无组织间歇性排放，其产生受风向、风速和空气湿度等气候条件及施工方

式、开挖裸露面积大小、物料运输车辆的装载方式、车辆的行驶速度、施工区和运输线路下垫面等因素的影响。

（2）废水

①放射性废水

本项目退役治理过程中存在的放射性废水主要为坑口流出水，本项目共有 11 个有水流出坑口，水量为 0.003L/s～0.023L/s、$U_{天然}$浓度为 0.0001mg/L～0.053mg/L、^{226}Ra 浓度 0.024Bq/L~0.219Bq/L，随着退役整治工程的实施，有水流出坑口出水中核素浓度将显著降低。

②非放射性废水

本项目产生的非放射性废水主要包括施工废水和施工人员产生的生活污水。其中，施工废水主要为施工设备清洗和水泥养护排水、水量较小，主要污染物为泥沙，对环境影响较小；另外，施工人员的进驻将产生一定量的生活污水，其污染物主要为 COD、SS。

（3）噪声

本项目产生的噪声主要为退役治理过程中的施工机械噪声，主要产噪设备有装载机、搅拌机、运输车辆等，噪声值为 80dB(A)～90dB(A)。

（4）固体废弃物

本项目产生的固体废弃物主要为退役治理过程中产生的废石子、废水泥、石材下角料等。

2.2 个人年有效剂量当量估算

铀矿废（矿）石堆、坑口等中含有铀、镭及其衰变子体等放射性核素，存在γ射线等放射性射线，并释放氡气，通过外照射及内照射等方式对施工人员和周围公众人员产生一定的辐射影响。

施工过程对施工人员的有效剂量当量估算模式如下：

（1）γ辐射所致有效剂量当量估算

$$H^a_\gamma=0.7\times R\times t \quad \text{……（1）}$$

式中：H^a_γ——γ辐射所致有效剂量当量，Sv；

0.7——剂量转换系数；

R——空气中γ吸收剂量率，$Gy.h^{-1}$；

t——工作时间，h。

（2）吸入氡子体所致有效剂量当量估算

$$H_E^a=0.5\times x\times t\times g\times f \quad \text{……（2）}$$

式中：H^a_E——吸入氡子体所致有效剂量当量，Sv；

0.5——氡与其子体的平衡因子；

x——氡平均浓度，$Bq.m^{-3}$；

t——工作时间，h；

g——氡子体吸入剂量转换因子，$Sv[Bq.h.m^{-3}]^{-1}$，取 1.7×10^{-8}；

f——停留时间的份额，施工人员取 1，公众取 0.3。

（3)根据场地氡析出率,采用箱式模式估算在静风$(u<0.5m/s)$条件下产生的场地氡浓度，所用公式如下：

$$D_{Rn}=\frac{R\cdot S}{u\cdot B\cdot H} \quad \text{……（3）}$$

式中，D_{Rn}——场地中氡浓度，Bq/m^3；

R——场地氡析出率，$Bq/(m^2\cdot s)$；

S——场地面积，m^2；

U——风速，取 0.1m/s；

B——垂直风向的场地宽度，m；

H——氡气体分布高度，取 10m。

（4）$H=H^a_\gamma+H^a_E$

式中：H——有效剂量当量，Sv；

H^a_γ、H^a_E 同前。

通过上述公式可以估算施工人员在施工过程中所受的有效剂量当量，估算结果如下：

根据以往工作经验，为避开上半年的雨水季节，江西退役整治工程一般安排在每年下半年进行，而且绝大多数能够在半年内完成。

本次计算选取源项最大的二六一大队的善堂庵矿床，该矿床需治理 37 个渣堆，废石量 29826 吨，裸露面积 19502m^2，其中 20 个废渣堆采用原地覆盖处置方式，17 个采用迁移归并的处置方式，整坡/清挖废石 1077.62t，覆盖黄土 5235m^3，修筑排水沟 1074.55m，砌筑挡土墙 1419.8m，植被恢复 19440.8m^2，预计工作时间 2400 小时（每年 300 天，每天 8h），善堂庵矿床需治理 37 个渣堆的平均氡析出率为 0.73Bq/(m^2·s)，平均贯穿辐射剂量率为 $65.41\times10^{-8}Gy.h^{-1}$。

经计算：H^a_E——吸入氡子体所致有效剂量当量，2.07mSv；

H^a_γ——γ辐射所致有效剂量当量，1.10mSv；

工作人员有效剂量当量：$H^a_E+H^a_\gamma=3.17mSv$

施工过程中，公众基本不在废矿（渣）石堆上停留，年接触时间保守估计约 365h，保守估计，公众年有效剂量当量计算时，氡析出率及贯穿辐射剂量率取值同施工人员，将相关参数代入上述公式计算得：

H^a_E——吸入氡子体所致有效剂量当量，0.09mSv；

H^a_γ——γ辐射所致有效剂量当量，0.17mSv；

公众有效剂量当量：$H^a_E+H^a_\gamma=0.26$mSv

根据江西地区“十二·五”退役整治二期工程安排的退役整治工程量，每个单项工程可以安排在 1～2 年内完成，从上表可知，即使在静风条件下一年内完成该项目，施工人员所受的有效剂量当量为 3.17mSv/a，低于工作人员个人年有效剂量当量管理限值（5mSv），故施工过程对施工人员的影响较小。公众人员所受的有效剂量当量为 0.26mSv/a，低于公众人员个人年有效剂量当量管理限值（0.5mSv），故施工过程对周围公众的辐射影响较小。

2.3 环境保护措施

2.3.1 一般（非放射性）环境保护措施

（1）废气：在覆土覆盖和废（矿）石堆挖除施工中，应避开大风天气，同时对施工现场设围挡，并注意施工材料的选用和堆放，尽量少用干水泥，对易产生扬尘的材料如水泥、石灰等堆放在工棚内，同时对施工场地进行定期洒水，对场地内运输通道及时清扫、冲洗，对施工外运车辆采取覆盖，从而有效降低施工扬尘对周边环境的影响。另外，施工扬尘对环境的影响是短暂的，随施工的结束而消失，不会对周围环境空气质量造成明显的影响。

（2）废水：施工废水主要污染物为泥沙且水量较小，可在施工场地设简易沉淀池，将施工废水收集沉淀后，回用于施工或用于施工场地喷洒降尘；另外，施工场地可设置临时旱厕以解决施工人员如厕问题。

（3）噪声防治措施：为减少退役治理过程中产生噪声对环境的影响，采取合理安排施工时间、文明操作、合理安排运输路线、合理布局施工场地、选用低噪设备、建立临时围挡、尽量避免夜间施工等措施减少噪声污染。由于治理地点基本位于荒郊野外远离周围居民，施工噪声对周围居民产生的影响极小，经距离衰减后，本项目施工过程中产生的噪声能够满足相关要求。

（4）固体废弃物防治措施：退役治理过程中产生的废石子、废水泥、石材下角料等少量固体废弃物，可通过合理组织施工，将这类固体废弃物集中于废石场一并处置，或运至就近的

垃圾填埋场处置。

2.3.2 辐射防护措施

①氡气及氡子体：为阻止坑（井）口氡气外逸，本项目对地表坑（井）口进行封堵治理：坑口采用两道毛石墙封堵、中间废石充填的治理方案，井口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方法治理。废石堆采用覆土治理，从而抑制氡气析出。

配备防尘口罩等劳动保护用品。

②α、β放射性表面污染的防护：保持工作场所的清洁卫生，降低粉尘浓度，经常清洗设备及地面，注意皮肤、手、工作服的去污。

③γ辐射：根据工作条件，采用屏蔽防护、远距离操作或控制工作时间，以防止受到过量照射。

④放射性废水：本项目退役治理过程中存在的放射性废水主要为坑口流出水，而坑口流出水在本项目中作为源项进行治理，采取了过滤疏排的封堵方案：对坑口采用两道砼墙封堵，在两墙之间设置简易砾石过滤层和集水池、上盖钢筋砼预制板，坑道水流经“土工布+砾石”层通过滤水管进入集水池后，再用涵管将坑口出水导出，最后在硐口覆土植被。

通常地质探矿坑道流出水超标主要原因是呈细颗粒状的悬浮体占多数所致，采用“土工布+砾石”层对于悬浮物有较好的过滤效率，而采用封堵墙可降低氧化溶解作用，这两种措施可在很大程度降低流出水中的铀、镭浓度，经过铀矿冶、铀矿地质系统有水坑口治理近20年实践检验，过滤疏排的封堵方案能够保证下游第一取水点水质满足管理限值。

⑤在辐射作业场所不得进食、吸烟和存放食品，辐射工作人员饮食前必须洗手、漱口。制定严格的作业程序，严格按照程序工作、休息，降低工作人员不必要的职业照射。

⑥其他：

清挖和回填操作过程进行湿式除尘，有效降低粉尘浓度，减少粉尘飞扬。

染物进行坑内回填前，建立完善的通风系统，确保坑内通风安全。

尽量采用机械设备作业，减轻工作人员的劳动强度。

2.3.3 其他环境保护措施

①在退役治理过程中，包括对废石及污染物的挖除、迁移和运输等操作过程，应防止放射性物质和各类污染物在环境中流失、扩散，造成污染面积扩大或处置不彻底。

②新修施工便道时，宜先行收集和集中存放剥离的表土，供废石场治理或施工便道用毕后的植被恢复之用；新修施工便道在使用完毕后，不再留续使用（如供当地村民使用）的部位应

恢复植被。

③应在指定的土源地取土，土源地使用完毕后应及时恢复植被。

④加强施工场地的管理，合理选择施工临时场地，临时占用土地后及时进行环境恢复。

⑤动土作业尽量避免风雨天，以免造成水土流失。

2.3.4 治理工程中应急措施

①废石边坡的自身稳定性

在本工程中，绝大多数废石场高度在 6m～22m 以内，基底地面坡度均小于 24°，整体稳定性良好。另根据提供的基础资料显示，废石场所在山体无崩坍、滑坡、泥石流等不良地质现象。因此，本工程废石场边坡稳定性是能够得到保证的。废石场为土石混合堆积体，为了确保其稳定性，在高阶段设计采用坡率法设计，严格采用与天然安息角相应的边坡坡率，废石边坡一般按缓于 1：1.50 的坡率控制，边坡高度超过 20m，设马道、马道上设边沟及挡土墙。

②上游河水对废石场冲刷的稳定性分析

废石场外围均设置了浆砌片石截水沟，以此截流上游客水，可排泻重现期 100a 的设计暴雨洪水。排水沟断面考虑到上游冲下的悬浮物的泄洪能力影响，按规范设置有安全超高，排水沟水流流速 V 满足：$V_{不淤}=0.4m/s \leq V \leq V_{允}=3.0m/s$。

废石场属核设施退役治理，需要长期监管，特别是在雨季到来之前，应及时加以维护。因此，在保持必要的维护基础上，本工程防洪安全是可以得到保障的。

③坡脚水流的冲刷和洪水淹没的事件

本工程无滨河废石场，故不存在坡脚水流的冲刷和洪水淹没的事件场景。

④废石场覆盖层的雨蚀、风蚀

列入本期退役治理计划的 3 个矿（床）点，根据地形地貌照片显示，绝大多数矿（床）点所在地区植被较好；所处地貌类型为南方山地丘陵地区，山岭连绵、山体庞大、岭谷相间，属中亚热带季风湿润气候区或亚热带丘陵山区湿润季风气候区，各地年降雨量在 1300mm~1800mm 之间，其地理分布具有东部多，西部少；丘陵山区多，河谷平原少；夏季迎风坡多，背风坡少的特点。由于受冬夏季风交替影响，降雨量季节分配不均，干湿分明。4 月~6 月为雨季，强降水天气过程较频繁，容易发生洪灾。

根据中国土壤侵蚀类型图，本区为以水蚀为主的III_4类型区。

从我国当前国情和国力出发，对废石边坡治理主要采用植被绿化综合防护方法，这是利用植被涵水固土的原理稳定岩土边坡同时美化生态环境的一项技术，在水土保持实践中得以证明是一种行之有效的工程措施。设计采用的植物群落类型为草灌型，以灌木、草本类为主而建造

的植物群落适用于陡坡、易侵蚀坡面及周围为农田、山地等，是废石边坡治理的主要选型。

土质坡面雨力侵蚀的机理是：早期侵蚀模式为面蚀，面蚀包括雨滴的击溅侵蚀、降雨产流初期的鳞片状侵蚀和细沟侵蚀。击溅侵蚀是指雨滴直接打击裸露土质坡面所产生的土粒溅散位移现象。鳞片状侵蚀是片状水流在坡面上引起的侵蚀、细沟侵蚀是鳞片状侵蚀进一步发育的结果，随着细沟侵蚀的进一步发展，在坡面上具有一定汇水面积的切沟形态就会出现。切沟更会因水力的集中冲刷，以沟底下切、沟岸扩张和沟头前进等方式对坡面进行重新塑造，这种因水力侵蚀而发生的坡面变化特别迅速、复杂，对废石场的治理构成危害较大。因此，防止雨蚀主要是防止早期面蚀的发生。

在施工过程中的覆土阶段和植被护坡形成阶段，近乎裸露的土坡可能会因暴雨而出现水蚀、造成损失，因此，在治理施工时，必须在雨季采用草帘等材料及时对尚属幼期的植被层进行覆盖养生及防水蚀，这样能够促进植被护坡的形成，从而避免或减少水蚀，本工程为此制定了相应措施。

根据土壤侵蚀原理，在非农耕地坡面上，由于人为不合理活动如过度采樵、放牧和自然等原因，使植物种类减少，生长退化，覆盖率降低，导致发生鳞片状面蚀，鳞片状面蚀发生程度及其发展强度主要与地表植物的生长状况、覆盖率高低和分布有关，详见表 10。因此，植被护坡验收标准确定为 1 级－无鳞片状面蚀，即地面植物生长良好、分布均匀、覆盖率大于 70%，除草灌护坡之外，设计还采用了浆砌片石截水骨架草灌护坡、防护总面积为 24040m^2（占总治理面积的 36.05%），这样对于边坡较高、较长、较陡及面积较大的废石场更能有效的防治水蚀发生。

表 10　地表植物生长状况与鳞片状面蚀程度划分标准

鳞片状面蚀程度	地表植物生长状况
1 级　无鳞片状面蚀	地面植物生长良好，分布均匀，一般覆盖率大于 70％
2 级　弱度鳞片状面蚀	地面植物生长一般，分布不均匀，可以看出“羊道”，但土壤尚能连接成片，鳞片部分土壤较为坚实、覆盖率为 50～70％。
3 级　中度鳞片状面蚀	地面植物生长较差，分布不均匀，鳞片状部分因面蚀已明显凹下，鳞片间部分土壤和植物丛尚好，覆盖率为 30～50％。
4 级　强度鳞片状面蚀	地面植物生长极差，分布不均匀，鳞片状部分已扩大连片，而鳞片间土地反而缩小成斑点状，覆盖率小于 30％。

综上所述，本工程防止废石场覆盖层雨蚀的破坏是有效的。

⑤人为侵扰的影响

人为侵扰主要考虑人们在废石场上的活动，其形式主要有人为挖掘浆砌片石、破坏护坡和放牧等。

1）挖掘浆砌块石和破坏护坡的事件分析

原地覆盖治理的废石场采用浆砌块石挡土墙进行支挡，设置浆砌片石排水沟，采用浆砌片石截水骨架护坡或植草护坡，如发生人为挖掘浆砌片石砌体、破坏植草护坡，无疑会危及废石场长期稳定。由于原地覆盖治理的废石场属于有限制使用的核退役设施，需要长期监管，一旦发生危及废石场的人为破坏事件时，应立即采取补救措施加以修复，可以防止事故的发生。

2）放牧的事件分析

本工程所治理的地区，基本为农业区和林区。废石场属于有限制开放使用的核退役设施，原则上禁止放牧。为了避免和减少牲畜破坏植被护坡，采用适口性差的植物种恢复植被。随着人们素质的提高，也会自觉保护废石场的植被。

⑥降低坑道施工中职业人员氡子体吸入内照射辐射影响

坑道施工过程中，应加强坑道口处通风，同时监测氡浓度，保证达到接近露天场地空气氡浓度。

3.整治工程竣工后的环境影响

退役整治工程竣工后，由于对废（矿）石堆筑墙拦渣，其表面覆盖了黄土，并已进行了植被绿化，故具备了足够的抗风蚀、雨蚀的能力，并且拦土墙的设计充分考虑了当地的地震烈度情况及历年的洪水情况，拦土墙在竣工后具备长期稳定性；此外，在废（矿）石堆的周围砌筑的排水沟，具有一定的泄洪能力，在因暴雨发生洪水时，可以导引洪水，避免其对已经整治的废（矿）石堆的冲刷，保证整治效果。有水流出的坑道口经过修建被动式滤水集水池进行疏排水并封闭坑口后，不再有废水未经处理就直接外排，极大地改善了周围地表水的水质，并且在整治后坑道口及其废（矿）石堆的放射性环境都在国家规定的限值范围之内。因此，退役整治工程竣工后，将对矿区周围的环境起到较好的保护作用。

本工程实施后，对于工程计划内的所有坑口，均采取了永久的封堵措施，杜绝了坑内、井下的氡气外逸，也避免了由于人畜误入或坠落而带来的安全隐患。

为减少氡气析出所带来的危害，根据每个废（矿）石堆表面氡气析出率的监测结果，再根据所处不同的位置、环境，均进行不同覆盖厚度的黄土覆盖，大部分覆盖厚度为 0.35～0.4m，考虑到当地施工、覆盖土土质及植被情况，确定废（矿）石堆的基本覆土厚度为 0.35m，极少部分废（矿）石堆由于氡析出率较高通过理论计算覆土厚度（如 264 队坪岗下矿点的 KD-1 废石堆，氡析出率 1.48Bq/（m^2·s）），覆土厚度达 0.65m。

将各渣堆（搬迁渣堆除外）氡析出率、贯穿辐射剂量率均值数据代入公式①、②得治理后氡析出率及贯穿辐射剂量率的值，详见表 11：

表 11　废石堆治理前后氡析出率及贯穿辐射剂量率

序号	矿床名称	渣堆名称	覆土厚度（cm）	覆盖治理前		覆盖治理后	
				贯穿辐射剂量率（×10^{-8}Gy/h）	氡析出率（Bq/（m^2·s））	贯穿辐射剂量率（×10^{-8}Gy/h）	氡析出率（Bq/（m^2·s））
1	善堂庵矿床	KD-12	35	58.4	0.63	11.96	0.53
2		KD-4	35	64.3	0.61	13.17	0.51
3		KD-48	35	35.2	0.74	7.21	0.62
4		KD-58	35	68.1	0.71	13.95	0.59
5		KD-79	45	87.5	0.88	11.39	0.63
6		KD-85	35	43.3	0.75	8.87	0.63
7		KD-87	40	45.2	0.78	7.38	0.61
8		KD-15	40	78.1	0.77	12.75	0.60
9		KD-51	40	83.9	0.79	13.70	0.61
10		KD-8	50	81	0.94	8.41	0.63
11		KD-68	40	63.5	0.79	10.37	0.61
12		KD-73	35	67.2	0.75	13.76	0.63
13		KD-77	45	98.6	0.86	12.84	0.62
14		KD-90	50	83.4	0.91	8.66	0.61
15		KD-92	35	74.5	0.65	15.26	0.54
16		KD-88	35	91.2	0.71	18.68	0.59
17		KD-1	35	87.1	0.69	17.84	0.58
18		KD-2	40	89.3	0.76	14.58	0.59
19		KD-3	40	90.1	0.77	14.71	0.60
20		KD-10	35	63.4	0.7	12.99	0.59
21	书堂矿床	KD-14	40	83.2	0.76	13.59	0.59
22		KD-15	45	156.3	0.77	20.35	0.55
23		KD-19	45	103.5	0.83	13.48	0.60
24		KD-20	45	21.5	0.85	2.80	0.61
25		KD-14-2	40	69.6	0.81	11.37	0.63
26		KD-14-1	35	35.4	0.75	7.25	0.63
27		KD-517-3	35	43	0.57	8.81	0.48
28		KD-5-2	35	46.1	0.67	9.44	0.56
29		KD-5-1	50	53.1	0.95	5.51	0.63
30		KD-37	35	39.6	0.65	8.11	0.54
31		KD-45	35	52.9	0.54	10.83	0.45
32		KD-40	45	56.7	0.85	7.38	0.61
33		KD-46	35	32.6	0.51	6.68	0.43
34		KD-47	35	44.3	0.62	9.07	0.52
35		KD-19、20	35	83.5	0.74	17.10	0.62

续表 11　废石堆治理前后氡析出率及贯穿辐射剂量率

序号	矿床名称	渣堆名称	覆土厚度（cm）	覆盖治理前		覆盖治理后	
				贯穿辐射剂量率（×10^{-8}Gy/h）	氡析出率（Bq/（m^2·s））	贯穿辐射剂量率（×10^{-8}Gy/h）	氡析出率（Bq/（m^2·s））
36	书堂矿床	KD-2、7、22	40	91.4	0.8	14.93	0.62
37		KD-2-1、3	35	64.1	0.58	13.13	0.49

38		KD-6、17	50	54.3	0.91	5.64	0.61
39		KD-14	35	92.7	0.68	18.99	0.57
40	石口矿床	石口 KD-21	35	91.3	0.75	18.70	0.63
41		石口 KD-23	40	79.5	0.79	12.98	0.61
42	合溪富竹矿床	KD-8	35	34.6	0.55	7.09	0.46
43		KD-12	40	26.4	0.76	4.31	0.59
44		KD-13	40	75.5	0.76	12.33	0.59
45		KD-14	45	45.1	0.88	5.87	0.63
46		KD-15	40	75.2	0.78	12.28	0.61
47		KD-3	45	48.3	0.85	6.29	0.61
48	上寮矿床	KD-1	60	80	1.11	5.28	0.63
49		KD-2	55	115.5	1.02	9.56	0.63
50		KD-3	45	89.7	0.86	11.68	0.62
51		KD-4	35	108.9	0.66	22.30	0.55
52		KD-5	45	111.6	0.84	14.53	0.60
53	罗背坑矿点	KD-1	40	67.8	0.78	11.07	0.61
54		KD-2	45	97.7	0.83	12.72	0.60
55		KD-3	35	107.6	0.7	22.04	0.59
56		KD-4	45	115.7	0.84	15.06	0.60
57		KD-5	40	130.5	0.7	21.31	0.54
58		KD-6	40	114.6	0.8	18.71	0.62
59		KD-7	45	145.5	0.83	18.94	0.60
60	坪岗下矿点	KD-1	65	135.7	1.17	7.14	0.62
61		KD-2	45	85.6	0.86	11.15	0.62
62		KD-4	45	115.6	0.86	15.05	0.62

公众剂量估算：由表 11 可知，各渣堆覆土后，氡析出率的范围值为 0.46～0.63Bq/（m^2.s），贯穿辐射剂量率范围值为（4.31～22.3）×10^{-8}Gy/h。保守估计，将表 11 中覆土后氡析出率及贯穿辐射剂量率的最大值代入公式（1）～（3），估算退役终态后公众人员民所受剂量。百姓日间居留时间较短，年时间为 8760h，居留因子选取 0.05。

经计算：H^a_E——吸入氡子体所致有效剂量当量，0.10mSv；

H^a_γ——γ辐射所致有效剂量当量，0.07mSv；

退役终态后公众有效剂量当量：$H^a_E+H^a_\gamma=0.17$mSv。

可以看出，公众人员所受的有效剂量当量为 0.17mSv/a，低于公众人员个人年有效剂量当量管理限值（0.25mSv），故各废石堆退役治理后对周围公众的辐射影响较小。

二、退役终态描述

通过对江西地区铀矿地质勘探设施“十二·五”退役整治二期工程进行退役整治后，各类超出管理限值的源项均得到了程度不同的处置与治理，退役整治后的各源项将处于长期稳定的

状态，从而使工程所在区域的环境质量得到较大程度的改善，也使当地居民因放射性废（矿）石堆污染而引起的社会不稳定因素得以彻底解决：

1.坑口得以严密的封堵，防止了坑内氡及其子体的外逸，也避免了人畜误入而造成的意外伤害等一般安全危害的发生；有水坑口采取封闭及被动式滤水集水池进行疏排水措施，将水中悬浮的颗粒物过滤沉积，随着时间的推移和环境的变化，水中溶解的铀会逐渐降低，同时通过坑口封闭和集中疏排后，也可以改善目前有水坑口漫流的现象，从而改善周围环境。

2.浅井经废石回填和井口覆土植被，确保了人畜安全和抑制了氡的析出，恢复了地貌；探槽经放缓边坡植被后，消除了对人畜的安全威胁。

3.本期工程拟治理101个废石堆（废石总量10.6481万t，总裸露面积6.6688万m^2），其中39个废石堆进行清挖回填、迁移集中处理，另外62个废石堆采用原地覆土的方式进行处置。废石堆经覆土植被和稳定化处理后，氡析出率比治理前降低了16%～43%，氡析出率降到了管理限值以下，贯穿辐射也降到了接近当地本底水平。同时，为防止废石堆不随意流失，在废石堆周边砌筑了挡土墙、排水沟、浆砌片石截水骨架护坡等构筑物，并恢复了植被。废石堆经上述措施治理后，可保持废石堆的长期稳定。

本工程通过对废（矿）石堆、坑口、浅井等源项采取相关的处理和治理措施，使各单项指标均满足管理限值的要求，氡析出率比治理前降低16％～43％，均满足低于0.74Bq/（m^2·s）的管理限值要求，贯穿辐射剂量率基本接近当地本底水平，消除了一般安全危害和氡析出危害等放射性危害，达到了恢复地貌、消除环境的不稳定因素和保证了民众的安全。通过此次治理将对当地产生良好的社会经济效益，极大的改善生态环境。退役整治能达到预定目标。

4.退役整治设施的长期安全和稳定性

“十二.五”退役整治二期工程源项包括废石堆、坑口、浅井。无水坑口采用砌筑两道毛石墙封堵，废石填充；有水坑口采用被动式滤水集水池，砌筑毛石墙方案处理；浅井为废石填充覆土植被。治理结束后，退役设施比较安全稳定，如无水坑口和有水坑口的毛石墙和被动式滤水集水池，结构简单，单个工程量小，且设立在坑道内，受人为因素和自然因素干扰小。

本次退役整治工程以废石堆治理为主，废石堆治理方案有两种：原地覆盖和清挖、清除、集中处置。对于具备施工条件和运输条件的废石场，经过技术经济比较，采用挖除、迁移、集中处置方案，治理后达到无限制开放要求，采用该方案的废石堆整治结束后废石已经清挖迁移到别的坑口、浅井或附近地形较为平缓的废石堆上，故废石堆原址无永久性退役设施。因此必须重视采用原地覆盖的废石堆退役设施的长期安全和稳定性。

采用原地覆盖的废石堆的边坡坡率设置合理，稳定系数取值恰当，废石堆整体稳定性较好。

设立档土墙可以防止废渣和泥土流失，废石场上部和马道上修砌边沟可以有效防范土坡雨力侵蚀。采用种草护坡、截水骨架内种草护坡、浆砌片石护坡等形式的植被护坡可以涵水固土、稳定岩土边坡、绿化生态环境。绿化选用的植被为适合江西地区生长的狗牙根、弯叶画眉草、结缕草、竹节草、假俭草、银合欢、紫荆等，植被成活率高，生长快，可以较快恢复当地生态环境。

采取以上措施后，原地覆盖的废石堆退役治理后不易倒塌，能够有效防止废渣和水土流失。通过覆土植被后，废石堆表面可较快恢复当地自然地貌。

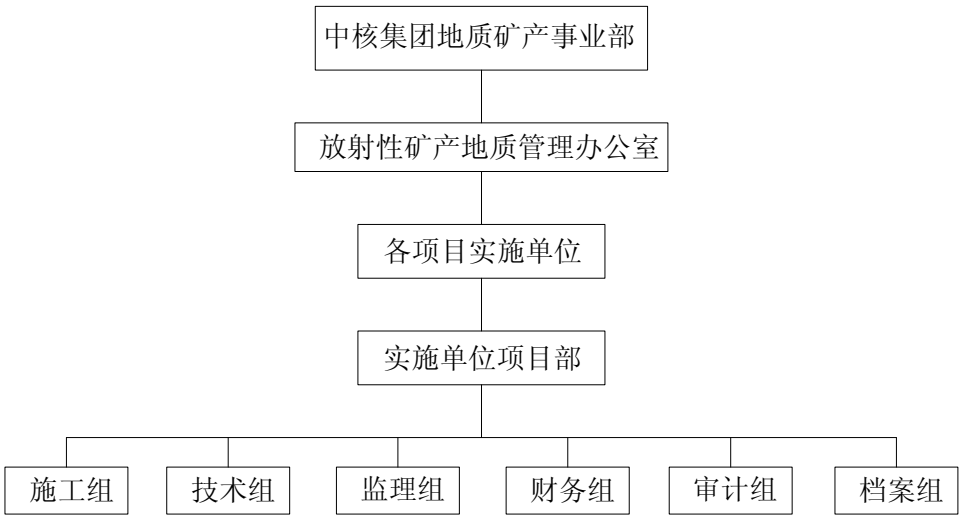
退役整治工程各单项指标的治理方案设计，均充分考虑了当地的地形地貌环境、水文地质情况以及地质构造等因素，可以达到永久性退役的目的，并且这些工程的稳定期设计均为100年，完全可以保证工程的长期稳定性。

江西片区在“八·五”到“十一·五”期间已经进行过多个退役工程，其退役方案和本次退役方案类似，各种施工手段和材料等比本次退役还要落后，已经退役的工程根据监测，各单项指标都已经达到当初退役设计的要求，并且都很好地恢复了当地的自然地貌，和周围的环境已经很好地溶为一体，受到了当地政府和人民的大力称赞。因此本次“十二·五”退役整治二期工程在对退役方案更完善的情况下，最终的退役效果会更好。

监督、监测与管理计划：

一、监督

本工程点多、面广、实施地点分散，军工铀矿地质勘探设施退役整治捆绑工程采取分级管理，组织机构图见下图：



其中：中国核工业集团公司地质矿产事业部为本工程的承办单位，总体负责全国军工铀矿地质退役治理项目的规划编制、年度计划安排、资金下拨、实施进度与质量监控、项目有关报告和资料的审查、项目预验收等工作。各地区放射性矿产地质管理办公室受中国核工业集团公司地质矿产事业部的委托，负责辖区内退役整治单项工程的组织管理、监督检查和子项工程预验收等工作。各项目实施单位（各地质大队）负责本单位退役整治单项工程的具体实施。

在整治过程中，核工业华东放射性矿产地质管理办公室应不定期深入施工现场对整治工程进行检查、监督。各施工单位应严格按施工设计要求执行，不得任意更改；在每个单项工程完工前，至少要进行2～3次质量检查，以确保整治效果。

在整个退役整治工程全部竣工后，要向当地村民做好宣传教育，严格禁止在整治工程上种植可食植物或农作物，禁止在已整治工程上建房，禁止使用废（矿）石堆作为房屋或其它建筑材料。定期到退役工程进行检查、维护，防止一切人为破坏。

二、监测

铀矿退役治理过程中，需进行施工过程中的监测、退役终态后评估监测及监护期的监测，各期监测目的与内容如下：

1.施工过程中的监测

在施工过程中，要始终坚持管理人员亲临施工现场，对工程基础深度、工程用料、墙体规格、黄土覆盖厚度、水泥指标、石材放射性及硬度、砂石的粒度、清洁度以及γ辐射空气吸收

剂量率等随时进行监测，对达不到设计要求的应及时予以纠正。做到“边施工、边监测，监测结果指导施工”，以确保治理的各类源项是否达到了设计的退役深度。各源项监测要求及监测布点如下：

1.1 清挖治理的监测

（1）监测要求

废（矿）石堆清挖治理过程中的监测要求如下：

①第一次在清挖污染土 30cm 左右后进行，首先进行贯穿辐射剂量率监测，如果贯穿辐射剂量率接近当地本底水平，再进行土壤中 ^{226}Ra 残留量的监测。

②当贯穿辐射剂量率和土壤中 ^{226}Ra 残留量均满足相应管理限值的要求时，即可停止清挖。

③如果①中的贯穿辐射剂量率达不到当地本底水平，以后每隔 10cm 进行一次贯穿辐射剂量率监测，直至贯穿辐射剂量率接近当地本底水平时，再进行土壤中 ^{226}Ra 残留量的监测，直至所有监测项目均满足相应管理限值要求时，方可停止污染物的清挖。

④如果发现存在异常点（现象）时，应注意查明原因做适当处理；需补做工程或增加清挖量时，尚需小范围、小规模的补充若干次，监测应配合工程进度，及时的给出监测结果。

当废（矿）石堆完全清挖迁移后基底超挖较深，出现原址天然基底高于无限制开放使用控制标准限值的情况（如基底呈现铀矿脉露头，导致γ辐射剂量率等较高），继续超挖有悖于退役整治目的的不可预见情况时，应中止超挖并按程序征得主管部门、环保部门的同意后，做适当调整处理（如进行覆盖治理）后，将原址列为有限制开放使用场地、视同达到治理目标。

（2）监测布点

①γ 辐射剂量率的监测布点：每块场地一般按 $50m^2$ 取 1 个监测点且不少于 5 个点。

②土壤中 ^{226}Ra 残留量的监测布点：每处污染场地一般按 $200m^2$ 内取 1 个监测点且不少于 3 个点。

1.2 覆盖治理实施过程中的监测

（1）监测要求

废石场等覆盖工程实施过程中的监测程序如下：

①按设计覆盖厚度进行覆盖并按要求压实后，进行贯穿辐射剂量率的监测，如果贯穿辐射剂量率达到有限制开放使用退役深度的贯穿辐射剂量率控制值（即本底值+17.4×10^{-8}Gy/h），随即进行地表氡析出率的监测。

②如果地表氡析出率满足相应的管理限值，随即停止覆盖。

③如果①中贯穿辐射剂量率达不到有限制开放使用退役深度的贯穿辐射剂量率控制值，以

后每覆盖10cm并压实后进行一次贯穿辐射剂量率的监测，直至贯穿辐射剂量率达到控制值时，再进行地表氡析出率的监测。直至所有的监测项目均满足相应的管理限值时，方停止覆盖。

④如果发现存在异常点，需补做工程或增加覆盖厚度时，尚需小范围，小规模的补充若干次，监测应配合工程进度，及时的给出监测结果。

（2）监测布点

①γ辐射剂量率的监测布点：每块场地一般按50m^{2}取1个监测点且不少于5个点。

②表面氡析出率监测：每处污染场地一般按200m^{2}内取1个监测点且不少于3个点。

1.3 其他监测

根据源项监测数据及治理方案特点，治理后的探槽、钻机平台监测项目为γ辐射剂量率，探槽布点为每5m布1个且不少于5个/条，钻机平台为每块场地一般按50m^{2}取1个监测点且不少于5个点。

2.退役终态后评估监测

在退役整治工程竣工后，应委托具有资质的单位进行最终的竣工环境保护验收监测，以确定是否已达到预期的整治效果，及时发现可能的污染环境的事件及途径，为设施的验收交付工作提供数据，并及时申请项目的竣工环境保护验收。

3.监护期监测

监护期主要对废石场、尾矿库或坑口流出水等进行监测，监测项目包括$U_{天然}$、^{226}Ra、氡析出率、γ辐射空气吸收剂量率等，退役治理竣工后前2年监测频次不少于1次/年，以后可每年降低监测频次。

三、管理计划

在整个施工过程中，为了确保工程质量，要建立严格的岗位责任制，明确责任。还应抽调专门人员负责整治计划资金的下达、预算及使用等管理，以做到专款专用。

本期退役整治工程，均按轻、重、缓、急的原则而进行安排，对于“重中之重、急中之急”的单项予以优先解决。

根据江西地区铀矿地质勘探设施“十二·五”退役整治二期工程的退役整治工程量，每个单项工程可以安排在1～2年内完成，各单项工程之间依据项目的紧迫程度，可穿插进行，总的工期按45个月控制。

在退役工程资金能够得到充分保证的基础上，本期工程的8个单项工程可同时开工实施。根据各单项工程的紧迫性、治理工程量和二次废物受纳点的需要，以及各治理工程相互间的依存关系，安排各治理工程的相对施工顺序与施工进度。

施工前要作好下述工作：材料准备充分、施工组织管理与技术管理健全，前期工作应到位（如三通一平）。对具体的单项工程，原则上按下述程序进行实施：

（1）在地表堆积的废石是主要污染源，因此应首先对废石进行治理，并尽可能回填入坑（井）口内，能够回填的废石和底泥也尽可能回填，然后再实施坑（井）口封闭工程。

（2）对较长时间已处于稳定的废（矿）石堆，原则上可不作放坡处理；对不稳定边坡要作放坡处理或实施护坡工程；对已被洪水冲刷过的废（矿）石堆，要根据其所处位置、地形进行整坡处理，把散落到农田、沟谷、道路上的废（矿）石回收归堆；对难于回填到坑（井）内的副产矿石，应提前掩埋到废石堆下部，并且要边处置、边夯实。

（3）需要挖除、集中的废（矿）石堆，需提前挖除、运输、集中。挖除必须彻底，通过监测达到要求后才可以结束。

（4）根据工程设计文件，对各单项工程进行砌筑封堵墙、挡墙、护坡、截（排）水沟的各项工程，这是工程的主体，实施时一定要避开雨季，尤其要防止山洪暴发对工程造成损坏。

（5）在稳定化处置工程完成后，再开始进行覆盖工程，要求边覆土边夯实，下层土的密实度应不小于 0.90，表层 20cm 植被层，密实度应不小于 0.85。部分护坡工程要与覆土工程同步进行，相关要求与实施程序，按施工图要求进行即可。

（6）最终进行植被绿化。在植被护坡形成过程中，应采用草帘等材料进行覆盖养生及防水蚀，这样能够促进植被护坡的形成，避免或减少水蚀。

在实施过程中，为确保施工质量和治理效果，施工前要编制施工组织计划，实施时要遵循“边施工边监测、监测指导施工”的退役整治原则，即要满足治理要求、达到治理效果，又要控制施工量，不必要的工耗应予以避免。

退役整治工程竣工后，应做竣工符合性检查验收，以确定治理效果是否达到设计要求及国家的规定要求。

环境影响评价结论、问题与建议：

一、环境影响评价结论

1.项目环境质量现状分析

根据治理项目的确定原则，江西地区“十二·五”退役整治二期工程需要治理的矿床点为 8 个，主要源项包括治理坑口 108 个，其中无水坑口 97 个，有水坑口 11 个；废（矿）石堆 101 个，废（矿）石量约 106481t，治理面积 66688m^2；浅（竖）井 24 个。其中，废石场γ辐射空气吸收剂量率均值范围为（26.4~156.3）×10^{-8}Gy/h，氡析出率均值范围为（0.51~1.17）Bq/（m^2·s）。裸露的废（矿）石在坑井口的出口处就地堆放，对周围环境造成了一些负面影响；敞开的坑井口浅井还存在误入或坠落等诸多的不安全因素；有些坑口还有污水流出，流出的污水对周围的地表水造成了一定的污染，也对附近的居民和人畜构成了一定的安全隐患。这些需治理的铀矿（化）点对周围环境带来了不同程度的影响和污染，需要尽快进行治理，以恢复当地的自然环境，为附近居民提供一个良好的生态环境。

2.治理措施有效性分析

（1）坑口治理

按照坑口整治方案治理后，坑井口得以严密的封闭，防止了坑内、井下氡气外逸，也避免了人畜误入或坠落坑井造成意外伤害。有水坑口经疏水封闭及被动式滤水集水池进行疏排水措施，将水中悬浮的颗粒物过滤沉积后，可有效的阻断坑口流出水中的悬浮物，随着时间的推移和环境的变化，其水中的放射性核素含量可达到一个新的较低的平衡态，同时通过坑口封闭和集中疏排后，也可以改善目前有水坑口漫流的现象，在有效控制与管理下，可防止坑口流出水对周围居民的危害。封堵后的坑口在进行覆土、掩埋、植被后，能使周围植被在短期内得到恢复。

（2）废（矿）石堆治理

按照废（矿）石堆整治方案治理后，废（矿）石堆能够得到很好的稳定，并能有效地屏蔽γ辐射和抑制氡的析出。在废（矿）石堆表面覆盖黄土后进行植被绿化，能使植被尽快地得到恢复，并能使其具备足够的抗风蚀、雨蚀的能力。另外，为防止雨水汇集冲刷废（矿）石堆，在废（矿）石堆周围砌筑的排水沟，具有一定的泄洪能力，在因暴雨发生洪水时，可以导引洪水，避免其对已经治理的废（矿）石堆的冲刷，可以保证治理效果。

在治理后，渣堆的氡析出率预测可由治理前的 0.51～1.17Bq/（m^2·s）降低到 0.46～0.63Bq/（m^2·s）以下，低于国家规定的 0.74Bq/（m^2·s）的管理限值。γ辐射空气吸收剂量率由（26.4~156.3）×10^{-8}Gy/h 降低到（4.31～22.3）×10^{-8}Gy/h，在本底值+17.4×10^{-8}Gy/h 范围内。

（3）浅井治理

浅井经过废石填充封口，夯土掩埋并植被绿化后，消除了人畜容易跌入的安全隐患，能达到治理目的。

3.退役整治过程和退役终态有效剂量

（1）退役整治过程中对施工人员会产生一定的辐射影响，通过选取工程量最大、氡析出率和贯穿辐射剂量率相对较高的二六一大队的善堂庵矿床的工作人员有效剂量进行估算，估算结果表明施工过程中工作人员的有效剂量当量低于管理限值。

（2）退役治理结果后有可能对附近公众产生一定的辐射影响，通过估算，治理后废石堆氡析出率和贯穿辐射剂量率低于达到管理限值，公众人员的有效剂量当量低于管理限值。

综上所述：

（1）本次“十二·五”二期工程需治理的108个坑口的氡浓度及废水中铀、镭浓度和101个废（矿）石堆的γ外照射吸收剂量率及氡析出率均高于当地本底或超过国家规定限值，未治理浅井坡度较陡，容易造成人畜跌入的危险，这些都给当地村民带来了一定的安全隐患和心理压力。因此，尽快进行退役整治工程是很必要的。

（2）整治工程的治理方案经济、技术可行、治理措施比较切实、有效。按此方案实施后，各辐射强度可接近当地本底或低于国家规定限值，能达到预期的治理效果。

二、问题与建议

1.整治过程中，应成立专门的组织与管理机构，负责整治工作的具体实施，以保证整治工作的顺利进行，确保整治工程质量。

2.在施工期、要坚持“边施工治理边监测，监测结果指导施工”的退役整治原则，即要将危险因素控制在可合理达到的最低水平。

3.治理后，需制定一个长期有效的保护措施，以防止在完全恢复自然地貌前治理工程遭到破坏。

4.退役整治结束后，对于达到有限制开放和无限制开放水平的勘探设施原址要分别竖立告知牌，注明该区原有情况以及可以进行的生产生活和禁止的生产生活活动等事项，防止周边农户或人员在不知情的状况下对工程造成破坏或从事其他禁止的生产活动。

5.项目工程竣工以后，应进行退役终态后验收监测，及时申请竣工验收。

6.各地质大队对已退役和通过竣工环保验收的项目进行了适量的后期监护，但因后期监护费用无资金来源、无相应的移交监护办法等，导致已退役项目后期监护不系统全面和长久。建

议国家尽快制定出台相关的移交监护办法，明确退役源项的移交期限和监管主体，并安排专项资金用于监护期的监测、维护等相关工作，保障后续监护工作的正常开展。

7. 本项目退役治理工程竣工验收后，建议交付给地方政府，接收方应对退役治理工程中的覆盖层、废石场等有限制开放设施的安全稳定性与有效性进行长期监护。若未能交付地方时，建议国家安排专项资金用于监护期的监测、维护等相关工作，保障后续监护工作的正常开展。

地质（总）局预审意见： 经办人签字　　单位盖章 年　月　日　　年　月　日
国家环保部审批意见： 经办人签字　　单位盖章 年　月　日　　年　月　日


善堂庵、何家矿床
石口矿床
抚（261大队）
州
（261大队）书堂矿床（261大队）
乐安县
谷溪富竹矿床
（261大队）
罗背坑矿点（264大队）
上寮矿床（264大队）
坪岗下矿点（264大队）
图例●矿（床）点所在位置
N

附图一　　项目地理位置图