浙皖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：浙皖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***

二〇一三年二月六日

工程项目名称：　浙皖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

浙皖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　（登记证编号 B23060061300 号）

审　　核：　王红海　（登记证编号 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	浙皖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	浙江省境内		

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。

这些地质勘察单位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。探明铀矿床×××个，提交工业储量×××万 t，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，必须尽快予以治理。

国家对此极为重视，对核设施退役工作提出了总体要求并进行了部署，在“八·五”、“十·五”、“十一·五”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，浙皖地区共治理矿床、矿（化）点 6 个(个别不能完全关闭)、封堵坑口 74 个、治理废（矿）石 34.08 万 t，退

役实验室 3 个，安排资金总计 1089.25 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。但根据“军工铀矿地质遗留勘探设施的基础资料调查及数据库建立与治理界限确定研究”成果（已于 2012 年通过国家国防科工局验收），截止到“十一·五”末，二六八大队、二六九大队、二七一大队遗留有坑（井）口、废（矿）石堆等勘探设施待治理的矿（床）点、矿化点共 116 个，分布于浙江省境内和安徽省。

为此，在“十二·五”期间，国家在浙皖地区安排了两期退役整治工作。根据国防科工局对浙皖地质“十二·五”一期工程初步设计的批复（科工二司【2013】868 号），浙皖地区地质“十二·五”一期工程退役治理主要内容为：治理铀矿（床）点 6 个、封堵坑井口 68 个、治理废石堆 68 个（废石总量 115891.7t、裸露面积 62552.1m^2），恢复探测剥土 332m^2，实施地点为浙江省的缙云县、开化县和松阳县，安徽省的枞阳县和黟县，涉及二六八大队和二七一大队（现为安徽省核工业地质勘查总院）2 个地勘单位。

浙皖地区地质“十二·五”二期工程(本次环评内容)治理的主要内容为：治理铀矿（床）点 3 个，封堵坑口 17 个，其中无水坑口 16 个，有水坑口 1 个；废（矿）石堆 17 个，废（矿）石量约 52496t，裸露面积 12108m^2，实施地点位于浙江省的遂昌县、诸暨市、嵊州市境内，涉及二六八大队、二六九大队两家地勘单位。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）《浙皖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》（GB18871-2002）；

(2)《铀矿冶设施退役环境管理技术规定》（GB14586-1993）；

(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》（GB15848-2009）；

(5)《铀矿地质设施退役辐射环境安全规程》（EJ913-1994）；

(6)《铀矿地质退役工程废渣治理项目管理办法》；

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

(8)《铀矿冶辐射防护和环境保护规定》（GB23727-2009）；

(9)《放射性废物管理规定》（GB14500-2002）；

(10)《地表水环境质量标准》（GB3838-2002）；

(11)《环境空气质量标准》（GB3095-1996）；

(12)《污水综合排放标准》（GB8978-1996）。

项目构成及退役目标：

一、项目构成

由《浙皖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，浙皖地区铀矿地质勘探设施“十二 •五”退役整治包括两期。本次环评项目为浙皖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　浙皖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	江西省核工业地质局二六八大队地质 “十二 • 五”二期退役整治单项
（1）	遂昌 406 矿点核勘探设施退役整治子项
二	浙江省核工业二六九大队地质 “十二 • 五”二期退役整治单项
（2）	诸暨上山头 693 矿床核勘探设施退役整治子项
（3）	嵊州谷来 95 矿床核勘探设施退役整治子项

浙皖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三个子项主要概况为：

1)二六八大队本项目拟治理的406矿（床）点概况如下：

遂昌县 406 铀矿点位于浙江省遂昌县安口乡桂洋村境内，区域内的四都源为瓯江遂昌的主要源头、是饮用水和农业用水的水源。区域内有国家 AAA 级风景区-神龙谷国家森林公园和九龙山自然保护区，有几十种国家保护珍贵树种如乌桕、猴头杜鹃等，野生动物有猕猴、黑鹿，国家级保护物种娃娃鱼等。

2）二六九大队本期（二期）拟治理的 2 个铀矿（床）点概况如下：

诸暨上山头693矿床：该矿床位于浙江省诸暨市东南方向28km处，属诸暨市陈蔡镇与绿化乡的交界处，矿区边缘有省级公路。诸暨市是浙江省城乡体系规划和新型城市化“十二·五”规划确定的环杭州湾城市群大城市培育对象，是越国古都、西施故里和於越文化的发祥地之一，具有丰富的自然与人文旅游资源，西施故里旅游区、五泄风景区、斗岩风景区、汤江风景区等在全国有较高的地位与影响，是中国优秀旅游城市和浙江省旅游经济强县市。该矿床位于当地的石壁水库上游，与之相距约1km左右，流过废渣堆的雨水汇入水库中，对当地水源造成一定程度污染。

嵊州谷来95矿床：该矿床位于浙江省嵊州市北西方向约18km处，位于嵊州市北山区谷来乡砩头村岩下岙组境内。该矿床位于当地村民自流水水源地——大沟口饮用水源地上游，与之相距约800m左右，流过废渣堆的雨水对当地水源造成一定程度污染。

根据治理项目的确定原则，浙皖地区“十二·五”二期工程治理的主要内容为：治理铀矿（床）点3个，封堵坑口17个，其中无水坑口16个，有水坑口1个；废（矿）石堆17个，废（矿）石量约52496t，裸露面积12108m^2。

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~附图四，源项具体情况详见表2，项目周边环境敏感点见表3。

表2 浙皖地区铀矿地质勘探设施“十二•五”退役整治二期工程铀矿床情况表

序号	矿床（点）名称	地理位置	废石堆			坑口	
			个	废石量	治理面积	无水	有水
				t	m^2	个	个
1	遂昌406矿点	浙江省遂昌县	9	13492	5691	9	/
2	诸暨上山头693矿床	浙江省诸暨市	3	11425	2055	3	/
3	嵊州谷来95矿床	浙江省嵊州市	5	27579	4362	4	1
合　　计			17	52496	12108	16	1

表3 项目环境敏感目标一览表

单位	矿床	河流/水库	方位	距离
二六九大队	诸暨上山头693矿床	石壁水库	下游	1km
	嵊州谷来95矿床	大沟口饮用水源地	下游	800m

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，退役整治目标与深度如下：

1.对坑口进行有效封堵，防止坑井口氡气外逸、控制废水外流、净化水源，保护公

众的健康与安全，封堵后的坑井口，严禁随意拆毁和变更。

2.废（矿）石堆的退役整治目标与深度为：

对于具备施工条件和运输条件的2个废石场（嵊州谷来95矿床F1和F6等2个废石场），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。

其余15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

⑴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。

⑵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。

经过三十多年的铀矿地质工作，二六八大队在各工作区共完成普查面积52000km^2，硐探工作量26600m，钻探工作量220000m，槽探工作量512000m^3，井探工作量10000m，发现异常点6970个，异常带337条，揭露评价83个矿点，提交铀工作储量××××t，铀远景储量××××t。1979年该队入赣以后，在原有基础上，继续开展铀矿地质普查勘探工作，先后在浙赣找到了铀矿床4个，铀矿点11个，铀矿化点13个，提交铀工业储量×t，铀品位均在*******范围内，有的矿点达*******以上。

浙江省核工业二六九大队在浙江的37年来，主要从事铀矿地质勘探和综合性研究工作，先后评价、提交了12个铀矿床，6个铀矿点；提交铀矿勘探基地3个，并获得10多项省部级地质科研成果奖，其中一项获国家科学技术进步一等奖。

工作时期都开展了地质填图、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。

现将各矿（床）点勘探简史简介如下：

1.遂昌县 406 铀矿点

遂昌406铀矿点，是由原华东608队9队第四小队1963年4月底最初发现，随后开始地表揭露和浅深部揭露。1964年3月份以后由第十三小队接手进行揭露，主要是浅深部坑道圈定相当于第一中段的矿化范围，在重点矿带做了工程加密，并选定Ⅰ、Ⅳ号重点工作。1980年~1985年，由核工业华东地勘局二六八大队四分队再次工作，通过清理前人大部分槽探工程和主要矿化坑道，重新编录取样工作，对矿区进行1/2000地质填图和γ评测，为控制矿化需要补充了部分山地揭露工程，最终矿点升格为揭露点。后因大队整体转民而停止勘探工作。

2.诸暨上山头 693 矿床

诸暨上山头693矿床由原华东六〇八队九队于1959年发现，1959～1964年间进行了一些伽玛普查、地表及浅部揭露，并投入少量钻探工作量。1974～1980年由二六九队两个综合队、三个普查队对该矿床进行深部揭露，共完成钻探工作量29661m，掘进坑道1392m，探槽19443m^3。

3.嵊州谷来 95 矿床

嵊州谷来95矿床由原华东六〇八队九队于1963年发现并进行了追索、详查和揭露工作。1976～1978年二六九队对该矿床进行了深部揭露。1980～1984年二六九队承担了该矿床的详查工作，并于1986年提交了储量报告。历年来共完成钻探工作量21674m，掘进坑道2461m，探槽4928m^3。

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

诸暨上山头693矿床位于浙江省诸暨市东南方向28km，属诸暨市陈蔡镇与绿化乡的交界处。矿床中心点地理坐标：东经120°19′25"，北纬29°28′18"。矿区边缘有省级公路通往璜山、诸暨、东阳，并与杭金衢高速公路相接，铁路有浙赣线经过诸暨。矿区属浙中山区的组成部分，为会稽山脉之余脉，区内总体地势南高北低，峰峦重迭，小溪纵横交错，山脊总体呈近南北方向展布为主。海拔高程一般在300m-500m，最高点590m，最低处为150m，相对高差150m-440m，山坡坡度一般为30°~35°，小部分地段达45°以上，属中低山-低山地形特征，区内植被茂密，杂草丛生。

嵊州谷来95矿床位于浙江省嵊州市北西方向约18km处，位于嵊州市北山区谷来乡砩头村岩下岙组境内。矿床中心点地理坐标：东经120°38′58"，北纬29°40′25"。矿区范围南北及东西均为1.08 km，面积3.24 km^2。工作区东侧有20km左右的县级以下公路通嵊州市，嵊州市有高速公路及国道北与绍兴、上虞、杭州、宁波相通，南与天台、黄岩相接，交通较方便。嵊州谷来95矿区属浙东山区的以部分，为四明山和会稽山脉的南段的二者相接处，大部分属中低山区，西部谷来一带则属山间盆地。山区最高海拔为808.94m，相对高差610m，地形较陡，切割厉害，山间溪流发育，流量季节性变化大。矿床范围内海拔高程一般在400m-500m，最高点692.37m，最低点为200m，相对高差为200m-490m，山坡坡度一般30°左右，少数地段达45°，属山地地形特征。区内植被茂密，以松树，杉树，杂树，毛竹为主。水土保持好。林木覆盖约占全区80%以上。

二、区域地质和矿床地质特征

诸暨上山头693矿床位于江山-绍兴深大断裂带的东段南侧，芙蓉山火山洼地东缘。地层以元古界双溪坞群，前中生界陈蔡群，三迭系，侏罗系及白垩系为主。区内火成岩为次火山岩。矿床处在陈宅一带。

浙江省嵊州市谷来95矿床位于上虞--陈蔡群起带之绍兴—江山及余姚—丽水两大断裂夹持区，芙蓉—叶大山中生代火山喷发带内蒋村火山洼地东南缘。地层以前中生界、侏罗系、白垩系、第三系为主。

三、气象特征

诸暨上山头693矿床位于诸暨市陈蔡镇，属亚热带季候风气候区，四季分明，雨水较多，光照充足，年温差大于同纬度邻县，小气候差距显著，具有典型的丘陵山地气候特征。气温年平均16.3°C，常年平均降水量约1373.6mm，降水日平均约158.3天，相对湿度约82%，日照年均约1887.6小时，年日照百分率为45%。

嵊州谷来95矿床位于嵊州市北山区谷来乡砩头村岩下岙组境内，属海洋性气候，多雨潮湿，四季分明，受台风影响明显，年平均气温16.2℃左右，最高气温40.7℃，最低-10.1℃，相对湿度约77%，年降雨量1300mm-1400mm。

四、地表水系简介

诸暨上山头693矿床矿区内山间溪流较为发育，流量季节变化大，旱季近于干枯，东侧是库容量为1亿多立方米的石壁水库。此外还有六个库容量不大的小水库，雨季水满，旱季部分水库露底，矿床附近有浦阳江支流璜山江。区内近东西向的II级沟很发育，并以大气降雨为补给来源，流量变化与降雨量有关，水量比较充沛。区内水库较多，最大的石壁水库，高水位期水位标高87.9m，淹没区跨石壁公社和绿化公社。小水库有8个，蓄水量都不大，均为农田灌溉而修的，到干旱季节水库里只剩少量的水。由于地形比较陡峻，山坡和山脊上植被不厚，雨水很易流失，仅一部分补给基岩风化裂隙潜水和第四纪孔隙潜水。所以本区水系虽然比较发育，但常年流水沟仅分布在沟谷下部。

嵊州谷来95矿床处在小舜江（及其水库）上游的支流—谷来溪的西侧。谷来溪自南而北流，随季节变化其流量也随之变化，旱季近于断流。该区属浙中低山水文地质区，曹娥江支流小舜江地下径流区，含水岩组富水性差异明显，自然排泄条件良好，地下、地表水均不会有大的汇集。该矿床所处地区属中低山区，雨量充沛，地表水系多以涧溪形式广泛发育，流量大的可达3升/秒。在旱季，大沟中流水常年不断，主要受大气降水补给及部分地下水排泄补给。季节性变化显著。区内水文地质条件很简单，所见的地表水体主要为由大气降水自然补给的小水库、小涧溪，规模大的地表水体几乎没有。矿床地下水主要受构造控制，该类型水往往在地势低洼的构造出露处以排泄的形式补给地表水。

五、水文地质简介

诸暨上山头693矿床所在区域属浙中低山丘陵水文地质区，富春江支流浦阳江地下径流区，各种岩性的富水程度差异明显，因地势存在一定高差，地下水交替相对较强，埋藏较浅。地下水受大气降水的补给充分，主要赋存在基岩裂隙及断裂裂隙含水带中。

嵊州谷来95矿床所在区属浙中低山水文地质区，曹娥江支流小舜江地下径流区，含水

岩组富水性差异明显。因区内地势高差相对较大，地下水交替相对较强及埋藏浅的特点。地下水受大气降水的补给充分，主要赋存在基岩风化裂隙和断裂裂隙及孔隙中。

六、自然灾害简介

据记载诸暨上山头693矿床区域历史上无地震、滑坡和泥石流等灾害发生的记录，根据该矿床的地层产状、岩性特征和断裂构造规模、地下水储存条件以及地形地貌特征，很难形成滑坡和泥石流等地质灾害。

据记载嵊州谷来95矿床所在区历史上无地震、滑坡和泥石流等灾害发生的记录，根据该矿床的地层产状、岩性特征和断裂构造规模、地下水储存条件以及地形地貌特征，很难形成滑坡和泥石流等地质灾害。

七、人文环境状况

诸暨市总面积2311km^2，常住人口约150万，是浙江省城乡体系规划和新型城市化“十二·五”规划确定的环杭州湾城市群大城市培育对象。

诸暨素有农业大县市之称，传统的粮食、生猪、茶叶、蚕茧、香榧五大拳头产品，总量居全省前列，新兴优高农业如珍珠、板栗、草莓等发展十分迅速。水利建设更是一直处在全省前列，曾获浙江省首届“大禹杯”金奖。诸暨民营经济发达，块状特色明显，形成了15大重点块状产业，成为诸暨农村经济和社会发展的重要支柱，其优势和特征十分明显。

诸暨是越国古都、西施故里和於越文化的发祥地之一，文化积淀深厚，名人名士辈出。诸暨具有丰富的自然与人文旅游资源，西施故里旅游区、五泄风景区、斗岩风景区、汤江风景区等在全国有较高的地位与影响，是中国优秀旅游城市和浙江省旅游经济强县市。

嵊州市总面积1784km^2，总人口73.37万，是全国第一批沿海经济开放县（市）。嵊州产业特色明显，目前嵊州已经形成了三大集群产业，即领带服装业，机械电机业、电器厨具业，此外，汽摩配件、电子信息、生物医药等行业发展迅速。自然资源和市场资源集中，境内有已知矿产15个矿种，其中，硅藻土远景总储量为5亿吨，属特大矿藏，居全国首位。另外，饰面石材、麦饭石等矿种具有加大开发远景和较好经济效益。

八、放射环境背景值

诸暨上山头693矿床范围地表的γ辐射剂量率环境本底值为13.5×10^{-8}Gy/h。区域内土壤中铀比活度背景值（1.1~6.0）mg/kg，土壤中镭-226比活度背景值（27.2~75.1）Bq/kg。

嵊州95矿床矿区的地表γ辐射剂量率环境本底值为14.8×10^{-8}Gy/h。区域内土壤中铀

比活度背景值（1.35~10.1）mg/kg，土壤中镭-226比活度背景值（21.3~150.2）Bq/kg。水中的铀含量背景值0.3μg/L，镭-226比活度背景值30mBq/L。

项目污染源项统计表

浙皖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、表 5：

表 4 项目废（矿）石堆污染源项相关参数

编 号	废石堆名称	数 量 t	裸露面积 m^2	贯穿辐射计量率×10^{-8}Gy/h			氡析出率 Bq/（m^2.s）			铀含量 mg/kg	^{226}Ra 含量 Bq/g	备注
				测点数	范围值	均值	测点数	范围值	均值			
1	щт-1	1403.6	1300	52	28~611	118	13	0.78~2.36	1.12	115	1406	遂昌406矿点
2	щт-2	2057.6	650	26	26~587	117	7	0.73~3.90	1.11	116	1419	
3	щт-3	1783.5	650	26	22~648	118	7	0.71~2.31	1.13	116	1419	
4	щт-4	1050	1014	41	27~512	116	10	0.73~3.35	1.15	113	1382	
5	щт-5	1957.5	647	26	24~718	119	6	0.77~2.78	1.13	116	1419	
6	щт-6	1870.5	650	26	27~526	112	7	0.71~2.50	1.08	109	1333	
7	щт-7	1708.8	520	21	25~516	115	5	0.79~2.43	1.05	112	1370	
8	щт-10	826.7	130	5	29~627	117	3	0.76~2.17	1.12	115	1406	
9	щт-12	833.8	130	5	22~283	104	3	0.72~1.88	1.01	101	1235	
10	F103	2832	420	17	13.7~126.85	80.7	4	0.47~2.01	1.24	105	1300	诸暨上山头693矿
11	F301	3053	615	25	21.15~174.8	131	4	0.312~1.47	0.97	156	1935	
12	F707	5540	1020	41	18.9~165.55	122	5	0.336~1.548	0.99	177.5	2200	
13	F1	1256	210	8	20.9~120.85	77.6	4	0.376~1.17	0.96	107.5	1335	嵊州市谷来95矿床
14	F6	1330	266	11	23.8~205.95	153	4	0.36~1.242	1.12	232.5	2885	
15	F8	2664	521	21	21.15~204.4	157	5	0.296~1.284	1.03	214	2655	
16	F9	2715	565	23	19.35~197.3	150	5	0.384~1.188	1.01	198	2455	
17	F19	19614	2800	112	16.2~93.65	52.3	8	0.344~1.074	0.85	82.5	1025	

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	硐口标高 m	坑口宽度 m	坑口高度 m	坑道深度 m	流出水			现状	备注
						水量 L/S	铀 mg/L	^{226}Ra Bq/L		
1	щт-1	689.5	2.2	2.6	96.8	/	/	/	完好	遂昌 406 矿点
2	щт-2	691.86	2.2	2.6	141.9	/	/	/	完好	
3	щт-3	686.68	2.2	2.6	123	/	/	/	完好	
4	щт-4	780.86	2.2	2.7	70	/	/	/	完好	
5	щт-5	705.64	2.2	2.6	135.0	/	/	/	完好	
6	щт-6	817.5	2.2	2.6	129.0	/	/	/	完好	
7	щт-7	690.44	2.5	2.2	122	/	/	/	完好	
8	щт-10	797.02	2.5	2.2	59	/	/	/	完好	
9	щт-12	857.64	2.5	2.2	59.5	/	/	/	完好	
10	KD-103	335.2	1.5	2.03	345	/	/	/	完好	诸暨上山头 693 矿床
11	KD-301	334.25	1.5	2.03	372	/	/	/	完好	
12	KD-707	330.91	1.5	2.03	675	/	/	/	完好	
13	PD-1	440.14	1.5	2.28	136	/	/	/	完好	嵊州市谷来 95 矿床
14	PD-6	435.83	1.5	2.28	144	/	/	/	完好	
15	PD-8	458.41	1.5	2.28	282	/	/	/	完好	
16	PD-9	435.18	1.5	2.28	294	/	/	/	完好	
17	PD-19	406.61	2	2.2	1651	0.394	5.8×10^{-3}	0.067	完好	

退役治理方案简介：

由项目建议书可知，本次“十二·五”二期工程所设计的治理方案如下：

一、覆土厚度确定

（1）覆盖材料的确定

本着恢复当地地貌和植被的需要，并考虑辐射防护最优化原则，覆土材料选项目所在地附近的黄土等，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均位于浙江省境内，地理位置、气候特征和土质等各种条件与浙江省内的七七一矿所在地区条件相似，因此参照七七一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：

$$X_1 = 94.22 \ln \frac{J_i}{J_0} - 2.56 \quad \cdots\cdots\cdots\cdots\cdots\cdots\cdots\cdots\cdots\cdots ①$$

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_0——为氡 析出率的管理限值J_0=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，由于七七一矿覆土实验中没有屏蔽γ的效果数据，因此参考七二一矿的覆盖试验数据$\Delta_{1/2}$=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$X=max\{X_3+\Delta X，35cm\}$。

浙皖地区的废（矿）石堆氡析出率范围值为0.296～3.90Bq/（m²·s），均值为1.068Bq/（m²·s）。通过计算，考虑到这些矿床所在地具有潮湿多雨的气候特点，结合当地施工、覆盖土土质及植被情况，确定废（矿）石堆的最小覆土厚度选取0.35m。少部分废（矿）石堆由于氡析出率偏高，通过计算确定废（矿）石堆的覆土厚度为0.35m以上，按计算选取。

本期工程各渣堆治理方案及覆土厚度见表6：

表6　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	矿床
1	щт-1	原地覆盖	1300	50	650	352	0	268 大队遂昌 406 矿床
2	щт-2	原地覆盖	650	50	325	516	0	
3	щт-3	原地覆盖	650	50	325	446	0	
4	щт-4	原地覆盖	1014	50	507	264	0	
5	щт-5	原地覆盖	647.4	50	324	490	0	
6	щт-6	原地覆盖	650	45	293	468	0	
7	щт-7	原地覆盖	520	45	234	428	0	
8	щт-10	原地覆盖	130	50	65	208	0	
9	щт-12	原地覆盖	130	40	52	210	0	
合计			5691.4	/	2775	3382	0	
10	F103	原地覆盖	420	60	252	410	0	269 大队诸暨上山头 693 矿床
11	F301	原地覆盖	615	40	246	1102	0	
12	F707	原地覆盖	1020	40	408	1054	0	
合计			2055	/	906	2566	0	
13	F1	**迁移归并**	210	0	29	0	814	269 大队嵊州谷来 95 矿床
14	F6	**迁移归并**	266	0	36	0	885	
15	F8	原地覆盖	521	45	234	578	0	
16	F9	原地覆盖	565	45	254	588	0	
17	F19	原地覆盖	2800	35	980	2654	0	
合计			4362	/	1533	3080	1699	

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17个，其中有水坑口1个。

2.无水坑口治理

无水坑口治理方案采用两道毛石墙封堵、中间废石充填。在坑口往里12.4m 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；中间充填废石，之后在坑口附近往里约2m处采用同样的方法砌筑第二道浆砌毛石墙，然后覆土掩埋坑口，夯实并植被、种树。无水坑口治理方案示意图见图一。



图一　　无水坑口治理方案示意图

3.有水坑口治理方案

有水坑口治理方案为两道混凝土墙封堵，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。治理方案说明：在坑口内修建被动式滤水集水池进行疏排水，对坑口采用两道砼墙封堵，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，集水池上盖钢筋砼预制板，砾石以自然安息角靠集水池内墙堆放、敷设土工布形成过滤层，坑道水流经过滤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、被动式滤水封堵方案示意图见图二。



图二　　有水坑口治理方案示意图

三、废（矿）石堆治理

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γ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3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～2000 mm之间。

根据中国土壤侵蚀类型图，本区为以水蚀为主的III4类型区。

废石场治理主要设防参数详见表 7。

表 7　废石堆治理主要设防参数

序号	矿床点名称	Sp1% mm/h	抗震设防（基本）烈度	标准冻深 cm	侵蚀类型	其他外界不良地质现象
1	浙江省遂昌县 406 矿点	110	6 度 0.05g	—	水蚀III4	无
2	浙江省诸暨上山头 693 矿床	120	6 度 0.05g	—	水蚀III4	无
3	浙江省嵊州谷来 95 矿床	120	6 度 0.05g	—	水蚀III4	无

3. 治理方案的确定

本期退役治理计划的3个矿（床）点，均位于浙江省，分布于浙江省遂昌、诸暨、嵊州等县（市）境内，共计治理废石堆共17个，总裸露面积1.2108万m^2，废石总量5.2496万t。

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。

设计根据地形图、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15个；采用清挖回填、迁移集中治理的废石场共2个，为嵊州谷来95矿床F1和F6等2个废石场。

4. 废石场原地覆盖的治理方案

本期工程采用原地覆盖治理的废石场共有15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（矿）石堆边坡及覆土，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.废石堆清挖回填、迁移集中的治理方案

本项目采用清挖搬迁治理的废石堆共有2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。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.采取的工程方法与措施：

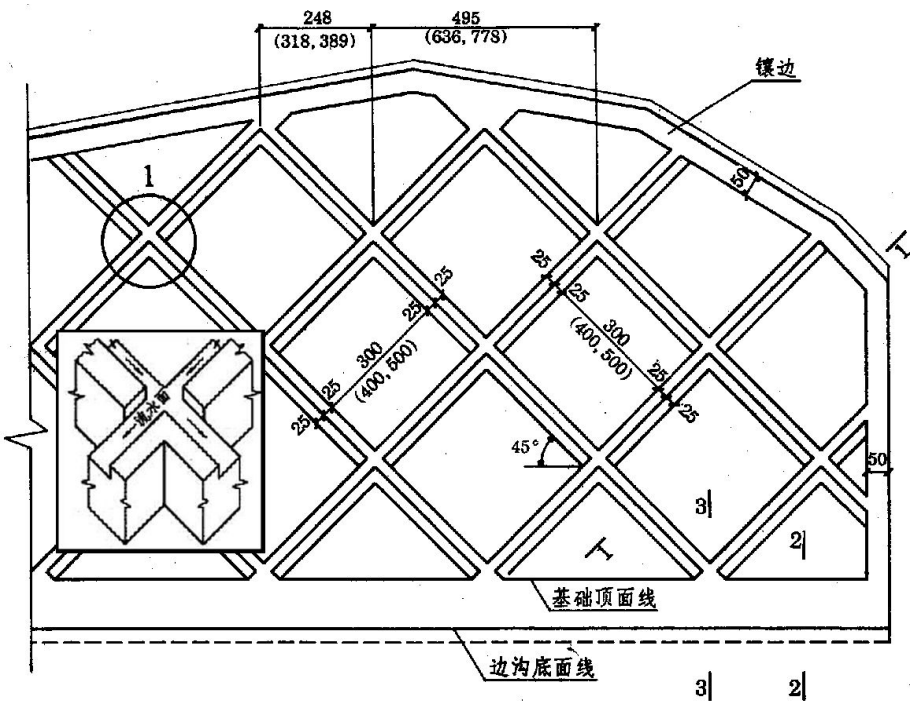
①废石堆边坡

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8。

表 8　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（Φ=40~50°）	1：1.00～1：1.25
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，护坡形式详见图三。



图三　　浆砌片石截水骨架护坡形式

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。

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S_p范围值在110~120mm/h之间

④边坡防护

本工程废石场总面积为 1.2108 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 61.51％，其余采用草灌护坡为38.49%。

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，通常采用草灌护坡、截水骨架内草灌护坡等形式的植被护坡进行防护，这是利用植被涵水固土的原理稳定岩土边坡同时绿化生态环境的工程防护技术。

植被护坡的主要功能：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；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；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

如前述，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。

四、土源与施工运输总体说明

1.土源

本退役整治工程各项覆盖治理等施工，需要使用大量的土，本着便于治理工程施工和较为经济的原则，退役治理实施单位经过前期调查、比较可取土量及运距等条件后，初步选定各治理矿（床）点的土源地，各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γ辐射剂量率等指标基本处于当地本底水平。

根据项目单位提供的有关资料，各矿（床）点初步选定的土源情况说明如下：

①遂昌 406 矿点：拟在矿床附近取土，土源运距约 5km。

②诸暨上山头 693 矿床和嵊州谷来 95 矿床：矿（床）点土层薄，矿区附近无合适土源。经调查土源选择在绍兴诸暨墨城一带，为砂粘质红泥土，土源的土质及土量均能满足覆盖要求,距诸暨上山头 693 矿床和嵊州谷来 95 矿床运距分别为 36km、44km，公路交通较为便利。

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。

2.施工运输

本工程拟整治的各矿（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。退役治理所需建材机械运距一般在44km以内，二次倒运距离一般在50m～200m之间。

五、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。

六、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

浙皖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17个废（矿）石堆废矿石总量52496t、裸露面积12108m^2，经监测，这些废（矿）石堆的氡析出率范围为0.296～3.90Bq/（m^2·s），均值为1.068Bq/（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19.0～890.0×10^{-8}Gy/h，均值为13.7～718×10^{-8}Gy/h，均超过当地本底水平（浙江省的本底水平为11.3～150.6×10^{-8}Gy/h，按面积均值为72.3×10^{-8}Gy/h，来源于《中国环境天然放射性水平》）；废（矿）石天然铀含量为82.5～232.5mg/kg，均值为134.47mg/kg，镭含量为1025～2885Bq/g，均值为1657.59Bq/g。

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，有些废（矿）石堆被洪水冲刷流失，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；敞开的坑井口和较深的探槽，还存在误入或坠落等诸多的不安全因素。探矿工程封闭前，对已探明的铀资源存在被盗挖流失的可能，对混杂于废石场中的副产矿石也存在被洪水冲刷而流散到环境的可能。

未封闭的 17 个坑口中 16 个坑口为无水坑口，1 个为有水坑口。坑口存在氡气逸出，其中有水坑口流出的污水中铀浓度为 5.8×10^{-3}mg/L，镭浓度为 0.067Bq/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。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

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、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，主要影响如下：

（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 1 个有水流出坑口，水量为 0.394L/s、U 天然浓度为 5.8×10^{-3} mg/L、^{226}Ra 浓度 0.067Bq/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

$$H^a_\gamma=0.7Rt$$

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^a_E=0.5xtgf

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：

$$D_{Rn}=\frac{R\cdot S}{u\cdot B\cdot H}$$

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_γ+ 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。

本次计算选取工程量最大的遂昌 406 矿床，该矿床含废石堆 9 个，废石量 13492 吨，裸露面积 $5691m^2$，年工作时间保守估计为 300 天，每天 8 小时，约 2400 小时；氡析出率取 406 矿床各渣堆中均值最大的шт-4 渣堆（$1.15Bq\bullet m^{-2}\bullet s^{-1}$），γ剂量率取 406 矿床各渣堆中均值最大的шт-5 渣堆（119×10^{-8}Gy/h）。

经计算：H^a_E——吸入氡子体所致有效剂量当量，0.74mSv；

H^a_γ——γ辐射所致有效剂量当量，1.98mSv；

工作人员有效剂量当量：H^a_E＋H^a_γ＝2.72mSv

浙江省的平均风速在 2～3m/s 之间，根据浙皖地区在“十二·五”二期工程安排的退役整治工程量，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

2.72mSv/a，远远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。

根据以上计算结果可以认为其他工作区矿床（矿化点）的退役整治过程中工作人员个人年有效剂量也不会超出管理限值。

施工过程中公众所受的有效剂量当量，同样以遂昌 406 矿床进行估算，估算模式同上，治理地区基本为林地，百姓日间居留时间较短，年时间取工作时间的 1/20，约为 120h。在施工过程中公众所受的有效剂量当量结果计算如下：

H^a_E——吸入氡子体所致有效剂量当量，0.01mSv；

H^a_γ——γ辐射所致有效剂量当量，0.10mSv；

裴口村关键居民组有效剂量当量：$H^a_E+H^a_\gamma=0.11$mSv

施工过程中公众人员所受的有效剂量当量为 0.11mSv/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。

由此可以看出，施工过程中，废（矿）石堆周边的工作人员和公众人员的个人年有效剂量均低于管理限值，废（矿）石堆对周边工作人员和公众人员的影响较小。

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～50m 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：本期工程绝大多数矿（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，属亚热带季风湿润气候区，各地年降雨量在 1300～2000mm 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。4～9 月为雨季，总降雨量占年降雨量的 70%～85%,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。

本期工程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。

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。

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%，能够有效的防止水蚀的发生。对于达不到验收标准，及时补种养护。

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。

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，覆盖厚度为 0.35～0.6m。

本期工程废石堆治理后的氡析出率和贯穿辐射剂量率按公式①、②计算得：

表 9 废石堆治理前后氡析出率及贯穿辐射剂量率结果表

序号	矿床名称	渣堆名称	覆土厚度（cm）	覆盖治理前（均值）		覆盖治理后（均值）	
				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	遂昌406矿点	щт-1	50	118	1.12	12.25	0.64
2		щт-2	50	117	1.11	12.15	0.64
3		щт-3	50	118	1.13	12.25	0.65
4		щт-4	50	116	1.15	12.04	0.66
5		щт-5	50	119	1.13	12.35	0.65
6		щт-6	45	112	1.08	14.58	0.65
7		щт-7	45	115	1.05	14.97	0.63
8		щт-10	50	117	1.12	12.15	0.64
9		щт-12	40	104	1.01	16.98	0.64
10	诸暨上山头693矿床	F103	60	80.7	1.24	5.33	0.64
11		F301	40	131	0.97	21.39	0.62
12		F707	40	122	0.99	19.92	0.63
13	嵊州谷来95矿床	F8	45	157	1.03	20.44	0.62
14		F9	45	150	1.01	19.53	0.61
15		F19	35	52.3	0.85	10.71	0.57

由上表可知，废石堆治理后氡析出率范围值为 0.57～0.66Bq/（m^2.s），低于管理限制 0.74Bq/（m^2.s），贯穿辐射剂量率在标准要求范围内。

治理后公众剂量估算：按照公式（1）～（3）估算退役终态后关键居民组居民所受剂量，氡析出率及贯穿辐射剂量率值取表 9 中治理后的最大值进行估算，即氡析出率为 0.66Bq/（m^2.s），贯穿辐射剂量率为 21.39×10^{-8}Gy/h。治理地区基本为林地，百姓在废渣堆上日间居留时间较短，居留因子选取 0.05，年时间为 8760h。

经计算：H^a_E——吸入氡子体所致有效剂量当量，0.07mSv；

H^a_γ——γ辐射所致有效剂量当量，0.07mSv；

关键居民组有效剂量当量：$H^a_E+H^a_\gamma=0.14$mSv

可以看出，公众人员所受的有效剂量当量为 0.14mSv/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

通过对浙皖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不同程度的处置与治理，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.本工程17个废石堆（废矿石总量52496t、治理面积12108m^2），经覆土植被和稳定化处理后，氡析出率比治理前降低了33%～58.88%，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。为抑制氡的析出和屏蔽贯穿辐射，所有废石堆进行了覆土治理；为防止废石堆不随意流失，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。

3.本工程为保护环境植草种树，恢复自然植被。本工程通过对废（矿）石堆、坑口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33%～58.88%，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。退役整治达到预定目标。

4.退役整治设施的长期安全和稳定性

浙皖地区铀矿地质勘探设施“十二.五”退役整治二期工程源项包括废石堆、坑口。

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。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。绿化选用的植被为常用的护坡植物狗牙根、弯叶画眉草、 结缕草 、竹节草 、假俭草 、银合欢 、紫荆等。

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。

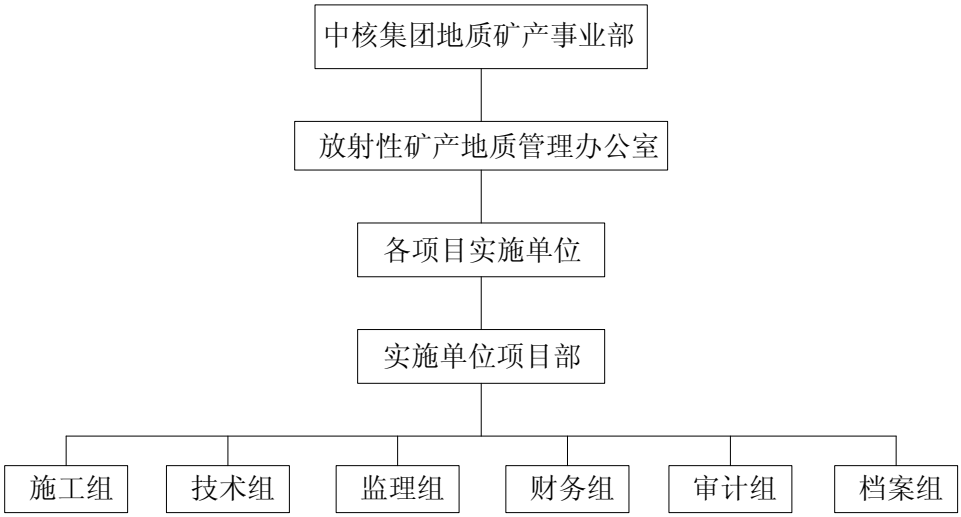
退役整治工程各单项指标的治理方案设计，均充分考虑了当地的地形地貌环境、水文地质情况以及地质构造等因素， 可以达到永久性退役的目的，并且这些工程的稳定期设计均为100年，完全可以保证工程的长期稳定性。

浙江省内在“八·五”到“十·五”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。

根据华东地区在“十二·五”期间安排的退役整治工程量，每个单项工程可以安排在2～

3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，浙江省的3个铀矿床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）在地表堆积的副产矿石是主要污染源，因此应首先对副产矿石进行治理，并尽可能回填入坑（井）口内，能够回填的废石也尽可能回填，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，首先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

浙皖地区铀矿地质勘探设施“十二·五”退役整治二期工程所需治理的 3 个铀矿（化）点，包括坑（井）口 17 个，废（矿）石堆 17 个，废石总量 5.2496 万 t、裸露面积 1.2108 万 m^2，废石场 γ 辐射空气吸收剂量率均值范围为（52.3~157）×10^{-8}Gy/h，氡析出率均值范围为（0.85~1.24）Bq/（m^2.s）。这些裸露的废（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。有些废（矿）石堆被洪水冲刷流失，掩埋农田和道路，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。这些需治理的铀矿（化）点需要尽快进行治理，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，废（矿）石堆的氡析出率预测可由治理前的 0.85～1.24Bq/（m^2·s）降低到 0.57～0.66Bq/（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（52.3~157）×10^{-8}Gy/h 降低到（5.33～21.39）×10^{-8}Gy/h，在本底值+17.4×10^{-8}Gy/h 范围内。

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遂昌406矿床工作人员有效剂量估算结果表明施工过程中工作人员的有效剂量当量远低于管理限值。

（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，浙皖地区铀矿地质勘探设施退役治理后废石堆氡析出率和贯穿辐射剂量率低于管理限值，公众人员的有效剂量当量低于管理限值。

综上所述：

（1）本次项目需治理的17个坑口的氡浓度及废水中铀、镭浓度和17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，未治理的剥土、探槽和浅井坡度较陡，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。

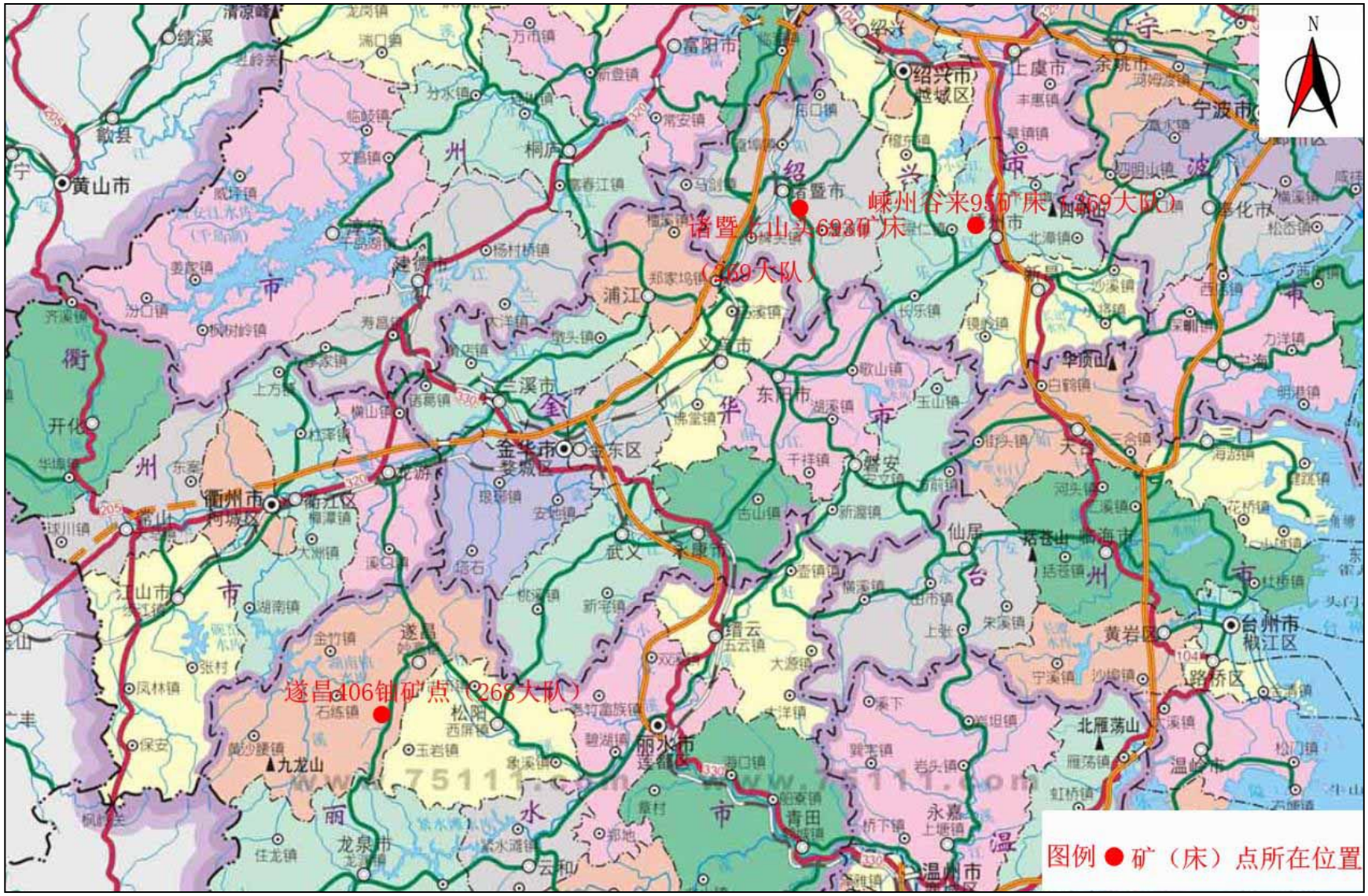
4.退役整治结束后，对于达到有限制开放和无限制开放水平的勘探设施原址要分别竖立告知牌，注明该区原有情况以及可以进行的生产生活和禁止的生产生活活动等事项，防止周边农户或人员在不知情的状况下对工程造成破坏或从事其他禁止的生产活动。

5.项目工程竣工以后，应进行退役终态后验收监测，并及时申请竣工验收。

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


N
嵊州谷来956矿床（369大队）
诸暨飞山头6937矿床
（369大队）
遂昌406钼矿点（268大队）
图例 ● 矿（床）点所在位置

附图一　　项目地理位置图