湖南地区铀矿地质勘探设施“十二五”退役整治二期工程（湖南片区）

环境影响报告表

（公示版）

中国核工业地质局

二〇一五年十一月



建设项目环境影响评价资质证书

001624

机构名称：核工业二三〇研究所

住　　所：湖南省长沙市雨花区桂花路34号

法定代表人：范立亭

证书等级：乙级

证书编号：国环评证乙字第2719号

有效期：至2016年1月16日

评价范围：环境影响报告书范围 — 冶金机电；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***

仅限于湖南地区铀矿地质勘探设施“十二五”退役整治二期工程（湖南片区）使用

二〇一二年十二月二十四日

项目名称：湖南地区铀矿地质勘探设施“十二五”退役整治二期工程（湖南片区）

文件类型：环境影响报告表

适用的评价范围：特殊项目环境影响报告表

法定代表人：范立亭　　（签章）

主持编制机构：核工业二三〇研究所（签章）

湖南地区铀矿地质勘探设施“十二五”退役整治

二期工程（湖南片区）

环境影响报告表编制人员名单表

编制主持人		姓名	职业资格证书编号	登记证编号	专业类别	本人签名
		钟志贤	0005475	B27190071300	核工业类	钟志贤
主要编制人员情况	序号	姓名	职业资格证书编号	登记证编号	编制内容	本人签名
	1	潘庚华	0010632	B27190081200	项目概况、环境简况、工程分析、监督、监测与管理计划	潘庚华
	2	岳启建	0005460	B27190021000	主要污染物产生及排放情况、环境影响分析及环境保护措施、结论与建议	岳启建
	3	曹迎红	00016589	B27190140500	报告校对	曹迎红
	4	刘群芳	0000581	B27190011200	报告审核	刘群芳

单位名称	中国核工业地质局		
地址	北京市东城区和平里七区十四号楼		
通讯处	北京市 762 信箱	邮编	100013
法人代表	曹述栋	电话	010－64270518
联系人	谷 华	电话	010－64217890
项目名称	湖南地区铀矿地质勘探设施“十二五”退役整治二期工程（湖南片区）		

项目退役原因及依据：

湖南地区铀矿地质勘探设施“十二五”退役整治二期工程涉及湖南、江西两省，由于湖南地区铀矿地质勘探设施“十二五”退役整治二期工程大夏矿点位于江西省；广西地区铀矿地质勘探设施“十二五”退役整治二期工程中 844 矿点位于湖南省，为方便地方环保部门监管，将湖南地区铀矿地质勘探设施“十二五”退役整治二期工程中大夏矿点列入《湖南地区铀矿地质勘探设施“十二五”退役整治二期工程（江西片区）》环评报告中；将广西地区铀矿地质勘探设施“十二五”退役整治二期工程中 844 矿点的列入《湖南地区铀矿地质勘探设施“十二五”退役整治二期工程（湖南片区）》环评报告中；本项目为《湖南地区铀矿地质勘探设施“十二五”退役整治二期工程（湖南片区）》环评报告。

一、 项目退役原因

湖南片工作区处在长沙市、怀化市、郴州市、永州市、益阳市、邵阳市及岳阳市等 7 个工作区的 12 县 18 个乡镇。多为 1957 年～1994 年间进行揭露、勘探、详查、深部揭露、初勘等地质勘探工作，在本期工程所列退役治理项目中，各铀矿（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无开采价值的铀矿（床）点，这些铀矿（床）点基本是 1986 年以后国家政策性调整，停止继续勘探而遗留的待治理项目，均已列入“中核集团公司核设施退役及放射性废物治理‘十二五’项目调整计划”；这些待治理项目存在着不容忽视的环境问题，必须尽快实施退役治理。从事地质勘探施工中，先后施工有坑道 173 个，浅井 77 个，剥土 42 块等。

在勘探工程结束后，纳入本期退役整治的矿（床）点遗留地表敞开坑口 173 个，浅（竖）井 77 条，废石堆 764994t（总裸露面积 229814m^2）。坑口有氡气外逸、少数坑口有废水流出，对周围农田、地表水体造成一定程度的污染。废石堆、剥土等表面 ^{222}Rn 析出率大多数超过 0.74Bq/m^2·s 的管理限值，贯穿辐射剂量率大部分超过勘探区本底水平数

倍。

废石堆在坑口附近就地堆放，有的在居民点附近，有的在小溪旁，有的在风景名胜区、经济开发区，有的在少数民族聚居地区，这样一是对周围环境造成直接的负面影响，二是有些废石堆被洪水冲刷流失，掩盖农田和道路，对当地生态环境及居民生产和生活构成明显或潜在的危害，三是敞开的坑口，还存在误入或坠落等诸多不安全因素。在探矿工程封闭前，对已探明的资源存在被盗挖流失的可能，混杂于废石堆中副产矿石也存在被洪水冲刷而流散到环境的可能。

本期工程拟退役整治的矿（床）点，均属于地处社会和环境敏感地区的铀矿地质勘探设施。

三〇一大队小江矿点少数废石堆被当地村民利用，对当地村民的身体健康存在潜在危害；早禾田矿床部分废石堆被当地村民乱开乱挖，流失到农田给当地村民生产、生活构成了潜在的危害；早禾田矿床、小江矿点、牛栏冲矿点周围居民反应强烈，多次到队部上访要求尽快解决环境污染问题，造成了一定程度的不良社会影响。因此在“十二五”二期工程中安排三〇一大队对这 3 个矿（床）点进行退役整治。

三〇二大队秀才洞矿床矿区范围内人口较为密集，对周围居民的生活存在着潜在的危害；秀才洞矿床勘探结束后遗留部分坑口和塌陷坑，存在这人畜误入或坠落的可能，几年前曾发生过在坑口内人员伤亡事故。因此在“十二五”二期工程中安排三〇二大队对该矿床进行退役整治。

三〇三大队牛头江矿床、枫木铺矿床和葛藤坪矿点，当地政府多次要求加快实施退役治理工作。因此在“十二五”二期工程中安排三〇三大队对这 3 个矿（床）点进行退役整治。

三〇四大队岩门矿点、西家冲矿点、楠木坪矿点，由于废石的流失对当地的地表水体造成了一定程度的污染；当地居民和政府反映强烈，要求尽快进行治理；黑洞溪所在位置较为敏感，当地政府多次要求尽快进行退役治理。因此在“十二五”二期工程中安排三〇四大队对这 4 个矿点进行退役整治。

三〇六大队管家坳矿点紧靠农田，遇到雨季流经废石堆的废水直接进入农田，当地村民反映强烈；西冲矿点位于村民住宅和村小学的上部，对当地居民和学生安全构成了潜在的安全隐患；石背矿点下游紧靠一条水渠和农田，存在着污染农田和水渠的潜在危害，当地村民利用该水渠作为饮用水，对当地居民的生活带来了潜在的危害因素。因此在“十二五”二期工程中安排三〇六大队对这 3 个矿点进行退役整治。

三一一大队塘子边矿床、黄裴洞矿点、老米坳矿点、大夏矿点、小坪矿点、岩门溪矿点自地质勘探工作结束后，遗留的设施均未得到有效处置，给当地环境造成了不同程度的污染，曾经发生过村民坠入浅井的事故，当地村民对此反映强烈；因此在“十二五”二期工程中安排三一一大队对这 6 个矿（床）点进行退役整治。

尽快对这些矿（床）点进行退役整治，符合国家《核安全与放射性污染防治“十二五”规划及 2020 年远景目标》的有关要求。

综上所述，20 个铀矿床（点）的地质勘探施工遗留下的 173 个坑口未封闭，残留在地表的 114 个废（矿）石堆总堆积量 764994t 及其他被污染物尚未进行任何处置。而很多的铀矿地质勘探设施退役后，处于失控管理状态。退役设施且与当地居民相距较近，多数与农田、居民饮用水相邻，或废（矿）石被雨水冲刷流失严重，造成下发农田及作物被（毁）污染，或人畜坠落（误入）未封闭的坑（井），造成人畜伤害，目前，其放射性核素已经通过多途径注入环境，对环境造成一定影响，特别是给当地村民生产、生活造成极大危害，存在环境影响隐患和人身安全隐患。

因此，上述铀矿地质勘探设施进行退役整治已势在必行。根据国防科工局、国家环保部、中国核工业地质局等上级部门的有关精神，拟对这些未治理的坑道口、废（矿）石堆、浅井等进行治理，恢复自然生态。本次项目的责任主体单位是中国核工业地质局，退役工程设计单位为中核第四研究设计工程有限公司，退役工程实施单位为湖南省核工业地质局三〇一大队、三 O 二大队、三 O 三大队、三 O 四大队、三 O 六大队、三一一大队和广西壮族自治区三一 O 核地质大队）。

二、 退役依据

退役整治的依据主要有：

（1）《中华人民共和国环境保护法》；

（2）《中华人民共和国放射性污染防治法》；

（3）《中国核工业总公司核设施退役及放射性废物整治项目管理办法》；

（4）《电离辐射防护与辐射安全基本标准》（GB18871-2002）；

（5）《放射性废物管理规定》(GB14500-2002)；

（6）《铀矿冶设施退役环境管理技术规定》（GB14586-93）；

（7）《铀矿地质设施退役辐射环境安全规定》G913-94；

（8）《铀矿地质辐射环境影响评价要求》（EJ/T 977-95）；

（9）《铀矿地质退役工程废渣治理项目管理办法》；

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

（11）《湖南地区铀矿地质勘探设施“十二五”退役整治二期工程项目建议书》中核第四研究设计工程有限公司。

三、 评价标准

（1）《电离辐射防护与辐射源安全基本标准》GB18871-2002；

（2）《放射性废物管理规定》GB14500-2002；

（3）《铀矿地质勘查辐射防护和环境保护规定》GB15848-2009；

（4）《铀矿地质设施退役辐射环境安全规程》EJ913-94；

（5）《铀矿冶辐射防护和环境保护规定》GB23727-2009；

（6）《铀矿冶设施退役环境管理技术规定》GB14586-93；

（7）《铀矿地质辐射环境影响评价要求》（EJ/T 977-95）；

（8）《环境空气质量标准》GB3095-1996；

（9）《地表水环境质量标准》GB3838-2002；

（10）《声环境质量标准》GB3096-2008；

（11）《土壤环境质量标准》GB15618-2008；

（12）《污水综合排放标准》GB8978-1996；

（13）《大气污染物综合排放标准》GB16297-1996；

（14）《建筑施工场界环境噪声排放标准》GB12523-2011。

项目构成及退役目标：

1、　　项目构成：

列入本期评价的共有 20 个铀矿床（点），包括 173 个坑口（其中涌水坑口 60 个），114 个废（矿）石堆场（废（矿）石堆积量为 764994t，裸露面积 229814.4m^2），剥土 42 处，7416 m2，浅井 77 个，608.6m，污染农田 3 处，总面积 11966 m^2。岩(矿）芯堆 2 堆，313t；探槽 48 条，1692m；被污染道路 15 条，总长度 3470m；被污染场地 18 处，面积 73458m^2；塌陷坑 1 处，容积 13394m^3；被污染建构筑物 1 处，占地面积 750m^2；被污染水体 3 条，总长度 1550m。项目构成详见表 1。

表 1 湖南地区铀矿地质勘探设施“十二五”退役整治二期工程项目统计表

序号	矿（床）点名称	废（矿）石堆			坑口		浅井		剥土		岩芯堆	塌陷坑		污染农田		污染道路		污染场地	污染水体		建构筑物		探槽	
		个数	废（矿）石量 t	裸露面积 m^2	无水	有水	个	深度(m)	个数	面积 m^2	数量 t	数量	容积	数量	面积 m^2	数量	长度 m	面积 m^2	数量	长度 m	数量	面积 m^2	条	长度 m
1	早禾田矿床	5	13892	5557	4	1	3	27						1	6000									
2	小江矿点	11	45614	21046	11	0	10	94			150										1	750		
3	牛栏冲矿点	12	37410	18492	12	0	5	51	2	166	163													
4	秀才洞矿床	6	123304	44488	3	3	17	106.7	7	1512		1	13394	1	2600	1	2200	32000	1	800				
5	牛头江矿床	11	119764	33373	28	8			7	845														
6	枫木铺矿床	2	42668	12937	10	3			5	2799														
7	葛藤坪矿点	12	23933	9033	1		6	94																
8	岩门矿点	8	21695	8121		9										7	333	2142						
9	西家冲矿点	8	55045	14841		14										4	526	10465						
10	楠木坪矿点	1	33307	15929.4		8	9	41								1	273	21303	1	250				
11	黑洞溪矿点	2	19258	8700		7	4	38.9	6	511						2	138	7548	1	500				

序号	矿（床）点名称	废（矿）石堆			坑口		浅井		剥土		岩芯堆	塌陷坑		污染农田		污染道路		污染场地	污染水体		建构筑物		探槽	
		个数	废（矿）石量 t	裸露面积 m^2	无水	有水	个	深度(m)	个数	面积 m^2	数量 t	数量	容积	数量	面积 m^2	数量	长度 m	面积 m^2	数量	长度 m	数量	面积 m^2	条	长度 m
12	管家坳矿点	2	10635	2728	2									1	3366									
13	西冲矿点	2	8736	1359	3																			
14	石背矿点	1	13054	3637	1																			
15	塘子边矿床	3	10433	3180	3		10	57	8	924														
16	黄裴洞矿点	6	20985	5912	6		6	44	4	386														
17	老米坳矿点	4	23636	5910	6				1	108														
18	小坪矿点	3	14892	4025	4		1	13	2	165														
19	岩门溪矿点	5	12849	4015	5																			
20	844 矿点	10	113884	6531	4	6	6	42														48	1692	
合计		**114**	764994	229814.4	**113**	**60**	**77**	**608.6**	**42**	**7416**	**313**	**1**	**13394**	**3**	**11966**	**15**	**3470**	**73458**	**3**	**1550**	**1**	**750**	**48**	**1692**

2、 退役目标：

2.1退役整治目的

（1）防止坑口氡气外逸和废水外流所带来的危害，净化水源，保护当地居民生产、生活安全，防止人、畜掉入竖井、误入坑道而造成意外伤害。

（2）保持废（矿）石堆长期的稳定，防止由于自然力或其他原因引起塌垮流失，造成环境污染事故，同时基本恢复当地的自然生态环境和植被。

（3）合理的降低公众的辐射剂量，使退役整治各单项工程的相应指标低于国家和部颁的相应标准；治理后的环境质量与公众安全，应满足国家颁布的和部颁的各项规定、标准和规范。

（4）保护已探明的铀矿资源，不被盗采和破坏。

（5）防止水土流失、恢复自然地貌。

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

2.2退役整治的目标

退役整治工程属补救行动范畴，总体目标为合理的减低公众的辐射剂量、保障公众安全，满足国家和行业颁布标准的管理限值，治理后的铀矿地质勘探设施达到国家环境保护有关标准要求，使治理范围内的生态环境得以基本恢复并能长期保持。

本期退役整治工程的主要治理源项为坑（井）口、废（矿）石堆、剥土、探槽、岩芯堆、塌陷坑、污染农田、污染道路、污染场地、污染水体、建（构）筑物等，退役整治深度如下：

1）坑口（有水坑口60个，无水坑口113个），浅（竖）井（77个）均进行有效封堵，防止坑口氡气外逸、控制废水外流，保护公众的健康与安全，防止人畜误入坑道而造成意外伤害。治理后的坑（井）口严禁随意打开。

2）废（矿）石堆（114个，总废（矿）石量764994t）退役整治目标与深度为：

（1）对具备施工条件和运输条件的5个废（矿）石堆（早禾田矿床的KD-3、秀才洞矿床的KD23-17、岩门矿点的ZD-1、ZD-3、西家冲矿点ZD-5），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106个废（矿）石堆采取原地覆盖治理，达到有限制开放使用的深度：进行覆盖、植被与稳定化处置、设立警示牌，以达到控制γ辐射水平和表层图中^{226}Ra核素含量、抑制^{222}Rn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）剥土（42处，总裸露面积7416m^2）经退役整治后达到有限制开放使用深度：进行覆土、植被并设立警示牌，以达到控制γ辐射水平和表层土中226Ra含量及抑制^{222}Rn析出的治理目的。

4）岩芯堆（313t）经退役整治后原址达到无限制开放使用深度：将岩芯集中运至附近坑（井）口回填，以达到消除污染危害的目的。

5）塌陷坑（1处）经退役整治后达到有限制开放使用深度：进行充填废（矿）石在覆土植被，以达到控制γ辐射水平和抑制^{222}Rn析出率并消除安全隐患的目的。

6）污染农田（11966m^2）经退役整治后达到无限制开放使用深度：进行清挖再覆土熟化，以达到满足农作物生长的目的。

7）污染道路（3470m）经退役整治后达到无限制开放使用深度：进行清挖回填坑口再覆土，以达到恢复其原有使用功能的目的。

8）污染场地（73458m^2）经退役整治后达到无限制开放使用深度：进行清挖回填坑口再覆土，以达到消除污染危害的目的。

9）污染水体（1550m）经退役整治后达到无限制开放使用深度：进行清挖底泥回填坑（井）口，以达到恢复水体原有使用功能的目的。

10）建（构）筑物（750m^2）经退役整治后达到无限制开放使用深度：进行拆除运至附近坑（井）口，以达到消除污染危害和安全隐患的目的。

11）探槽（48条、1692m）放缓槽壁边坡或回填，覆土并植被，以控制γ辐射水平，达到有限制开放使用深度，基本恢复地貌和生态环境。

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。

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

2.3退役治理范围

退役治理范围主要为废（矿）石堆、坑口，还应根据各废渣堆的天然放射性水平和废渣流失的实际情况进行圈定各废（矿）石堆的治理范围，对有涌出水的坑道还应根据涌出水的天然放射性水平以及坑道水流经路径的底泥和土壤中放射性水平确定治理范围。

退役治理管理限值：

管理限值的确定原则

1）属国家或行业标准中已确定的现行管理限值将直接被采用。

2）属国家或行业标准中没有确定的管理限值，而在退役整治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）根据现有国情国力，对永久终止使用的部分铀矿地质勘探设施或场地，退役治理后不可能全部达到交给地方无限制使用的深度，大部分设施只能达到有限制使用退役深度，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。

管理限值

1）个人剂量管理限值

（1）公众剂量管理目标值

根据《铀矿地质勘查辐射防护和环境保护规定》（GB15848-2009），铀矿地质勘探设施经退役治理和环境整治后，最终状态下公众剂量约束值不超过 0.25mSv/a。根据本项目的实际情况，确定退役治理后公众的年有效剂量管理目标值为 0.25mSv/a。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。

（2）职业照射剂量管理目标值

参照《铀矿地质勘查辐射防护和环境保护规定》（GB15848-2009），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，根据本项目实际情况，选取 5mSv/a 作为本次退役施工过程中的职业照射剂量管理目标值。

2）地表 ^{222}Rn 析出率的管理限值

根据《铀矿地质设施退役环境安全规程》（EJ913-1994）和《铀矿地质辐射环境影响评价要求》（EJ/T 977-1995），废（矿）石堆等设施经最终处置后，其表面平均 ^{222}Rn 析出率不超过 0.74Bq/m^2·s。

3）地表水体中放射性核素的管理限值

根据《铀矿地质勘查辐射防护和环境保护规定》（GB15848-2009），退役治理后的坑（井）口、废（矿）石堆等流出水或渗出水向江河排放时，保证在最不利的条件下，在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 ^{226}Ra 浓度小于 1.1Bq/ L。

4）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》（GB23727-2009），土地去污整治后，对 ^{226}Ra 的最高比活度要求为任何平均 100m^2 范围内，土层中平均值不高于 0.18Bq/g；对于移走废（矿）石堆后的土地，按照 0.56Bq/g 控制。

5）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），对于治理后的铀矿地质勘探设施，其周围的γ外照射空气吸收剂量率不超过 17.4×10-8Gy/h（扣除本底后）。

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+17.4×10-8Gy/h”进行控制。

环境保护目标

表 2 湖南片环境保护目标基本情况一览表

序号	矿床(点)名称	距居民最近的废（矿）石堆名称	废（矿）石量(t)	距居民的距离(m)	居民人数	距河流（溪沟）距离（m）
1	早禾田矿床	KD-5	5040	600	500	600
2	小江矿点	KD-1	4028	230	400	100
3	牛栏冲矿点	KD-2	3387	260	400	100
4	秀才洞矿床	KD21-16	16407	200	500	300
5	牛头江矿床	Ⅶ号废（矿）石堆	3135	6000	210	50
6	枫木铺矿床	Ⅱ号废（矿）石堆	3420	400	30	100
7	葛藤坪矿点	Ⅹ号废（矿）石堆	1729	240	140	280
8	岩门矿点	ZD-1	415	2000	50	50
9	西家冲矿点	ZD-1	13991	500	30	50
10	楠木坪矿点	ZD-1	36203	300	50	50
11	黑洞溪矿点	ZD-1	17017	2000	500	50
12	管家坳矿点	F22----F21	8495	3600	1200	300
13	西冲矿点	F25	2392	200	1600	500
14	石背矿点	F28	13054	2500	1400	600
15	塘子边矿床	KD2 废（矿）石堆	10433	4200	36	60
16	黄裴洞矿点	KD1 废（矿）石堆	20985	560	2700	30
17	老米坳矿点	KD2 废（矿）石堆	23636	430	24	57
18	小坪矿点	KD1 废（矿）石堆	14892	3890	360	50
19	岩门溪矿点	KD1 废（矿）石堆	12849	2600	350	50
20	844 矿点	山 T-8 废（矿）石堆	10530	500	350	10
合计			**318405**		**10750**	

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）：

1、地形地貌特点：

湖南长沙工作区属低山丘陵地形，地势平坦，高差不大，区内地势高低起伏变化不太大，属丘陵地带，相对高差 50m—300m 间。

湖南郴州工作区属低山丘陵地形，地势平坦，高差不大，山脉、山谷多呈南北向，海拔标高一般为 200～250 米，最高海拔 529.40 米，最低 156.20 米。

湖南益阳工作区地处雪峰山弧形转折地段，地形属中低山区，海拔一般在 200～350 米，相对高差为 150 米左右。地形切割较绝裂，多处形成陡崖地貌，水系冲沟发育，山上多为林区。

湖南永州工作区属高山陡坡地形，海拔高一般为 800～1100m，最高 1959.20m。地形切割厉害，为高侵蚀地貌，山坡 45°～60°。

湖南怀化工作区属高山陡坡地形，地处雪峰山脉、武陵山脉，海拔一般海拔 300～600m，最高 1614m，属低山类型的中低山区，山坡 25°～32°。

湖南邵阳工作区属低山类型的中低山区，所处海拔 300-800 米，相对高差 500m 以上，地形切割一般，坡度多为 20°-35°。矿点的西部，S219 以西为盆地，是当地的耕作之地，地面植被发育，山林主要有杉木、松木、灌木和部分果林。

湖南岳阳工作区属幕阜山岩体中南部，属中等山区，矿点范围内最高海拔 780m,地形切割利害，相对高差 400m，此地气候温暖,雨量充沛,溪流常年不竭,植被发育，丛林密布。

2、地质特征：

湖南长沙工作区处于江南古陆南缘，宁乡大断裂西段北侧，区内出露地层主要是板溪群、震旦系和寒武系。板溪群上部由泥、砂质板岩组成，中部为千枚岩和石英砂岩组成，下部为云母片岩。全厚 750～800m。震旦系上部是硅质泥板岩，中部是燧石层，下部是硅质泥板岩和炭质页岩。总厚 250～500m。寒武系上部黑色碳质板岩和泥质板岩，中部含磷炭板岩，下部泥质岩和硅质炭质板岩，总厚约 100m。矿点南西，出露大面积的花岗岩。

湖南郴州工作区：地层主要有泥盆系灰岩、石炭系灰岩、砂（页）岩和二迭

系灰岩及硅质岩，总体呈南北向展布。褶皱构造发育，多为开阔背向斜。断裂构造为耒临南北向和郴怀北北东向构造带，多在背斜轴部发育。岩浆岩不发育，局部地段可见基性或中酸性小型岩脉、岩株。铀矿化主要产于石碳系石磴子灰岩，二迭系当冲组硅质岩中，棋子桥泥质灰岩中有少量矿化。当冲组硅质岩中矿化为热液改造形成。

湖南益阳工作区：处于杨子准地台江南台隆雪峰山复背斜南东翼，属华南裙皱系湘桂裙皱带的雪峰山南东绿拱裙带中隆起地块。岩浆岩主要为脉岩，以云煌岩为主，常治地层走向或斜切地层产出。区内裙皱和断裂构造发育，构造形成多呈北东向和北北东向。区内震旦系、寒武系含劣质煤岩层，黄铁矿含量较高，氧化的常在地表形成酸性水质。区内铀矿大多受层位控制，主要与震旦系和寒武系“黑色岩系”关系密切，铀矿以富集部位多与禁闭型向斜和顺层断层或横切断裂变异部位。

湖南永州工作区：为南岭构造带北侧——九嶷山复式岩浆岩带。地层由基底和盖层两部分组成。基底地层为震旦系，寒武系浅变质岩系；岩体南北盖层为泥盆系，东部有白垩系。岩浆岩发育，自西向东为加里东期雪花顶花岗岩，燕山早期金鸡岭花岗岩，印支期砂子岭花岗岩、燕山晚期天鹅寨次火山岩和火山岩。断裂构造很发育，规模大小不一，多方向多期次，有脉体充填。铀矿化产于花岗岩与变质岩接触部位为主，岩体内部矿化规模小，属热液型铀矿化；与断裂构造关系密切。

湖南怀化工作区：区内大地构造属江南台背斜、武陵山地穹、九龙山褶皱带。区内出露的主要地层为上元古界的板溪群，次有上古生界的中上石炭和二迭系的滨海相浅海沉积，以及白垩——第三系的陆相碎屑岩建造，上古生界与元古界地层呈角度不整合接触，白垩——第三系地层与板溪群地层主要为断裂接触。区内总体为单斜岩层，由西往东，由老到新。

湖南邵阳工作区位于西岩—城步向斜的东翼，赋存于武冈—城步北北东向弧型断裂及次级构造和层间破碎带中，北北东向构造发育，陡山沱组，留茶坡组和小烟溪组中的层间挤压破碎带为控矿构造，且规模较大，延伸较远，成矿类型为淋积型，矿石主要为碎裂或块状的含炭白云质泥岩和炭质泥岩，矿石品位0.05%-0.1%之间，矿体多呈透镜状，矿物组成为次生铀矿、褐铁矿和炭泥质物等。

湖南岳阳工作区位于华夏系巨型第二沉降带的二级隆起带。区内地层从远古界至新生界均有分布；区内断裂构造十分发育，有东西向区域性构造带三条，横贯湘东北。铀矿化类型主要是热液型矿化受次级构造控制，矿体多呈扁豆体状分布，铀矿化与赤铁矿化和褐铁矿化有关。

3、气象特征描述：

湖南长沙工作区：属中亚热带向北亚热带过渡的大陆性季风湿润气候，四季分明，寒冷期短，炎热期长。年日平均气温 16.8℃，最高气温 40℃，最低气温-2℃，年平均无霜期 274 天，年平均日照 1737.6 小时，境内雨水充足，丰水期在 4～6 月，年均降水量 1358.3 毫米，年平均相对湿度 81%。夏季多偏南风，他季多偏北风，冻土深度为 0.15 米。

湖南郴州工作区：属中亚热带季风湿润气候，年平均气温 17.8℃，降水量 1466mm，无霜期 290 天。

湖南益阳工作区：属中亚热带季风湿润气候，年平均气温 16℃，降水量 1673mm，无霜期 274 天。

湖南永州工作区：属中亚热带季风湿润气候，年平均气温 18.0℃，降水量 1400mm，无霜期 287 天。

湖南怀化工作区：属中亚热带季风湿润气候，年平均气温 16.5℃，降水量 1563mm，无霜期 272 天。

湖南邵阳工作区：地处中亚热带季风湿润气候区，四季分明,雨量充沛，冬少严寒，夏无酷暑，山地逆温效应明显，全年日照时数在 1134.6—1601.5 小时左右，年平均气温为 16.1℃，年平均降水量 1218.5mm，年平均降雪日数为 9.8 天，相对湿度年平均 75-85%之间，年平均有霜日数为 17.1 天，全年冰冻平均天数为 8.7 天。境内除盛夏与初秋盛行偏南风，主要风向为偏北风，年平均风速 2.3 米/秒，最大风力可达 8-9 级。

湖南岳阳工作区：属亚热带季风湿润气候,年平均气温 16.9℃，年降雨量 2294mm，年蒸发量 1284mm，无霜期 274d，年均日照时间 1524 h,全年主导风向 NW、SE，平均风速 1.7m/s。

4、污水汇入的地表水系简介：

湖南长沙工作区【1 个铀矿床（点）**】**：区内溪流较多，溪流经龙泉河注入

汐水汇入湘江。

湖南郴州工作区【2 个铀矿床（点）**】：**其中秀才洞矿床区内水系发育，主要河流是热水—集龙河，由西向东流经本区中部，全长大于 40km，河道弯曲，支流密布；老米坳矿点矿区地表水系较发育，主要有沤江，小溪密布矿区，沤江水系自南向北流经东江，汇入湘江。

湖南益阳工作区【3 个铀矿床（点）**】：**该区水系属资江流域，潺溪河经过矿区注入资江，小溪数条流水常年不竭。

湖南永州工作区【2 个铀矿床（点）**】：**区域属湘江上游，自然区内水系为湘江水系。区内最大的河流九嶷河注入宁远河，与潇水相汇后注入湘江。

湖南怀化工作区【8 个铀矿点**】：**其中早禾田矿床、小江矿点和牛栏冲矿点区域内地表水系发育，常年有许多小溪密布矿区，流向均为由北向南；黑洞溪矿点水系属沅江流域怀化地区江段，黑洞溪经过矿区注入沅江，小溪数条流水常年不竭；管家坳矿点和西冲矿点区域地表水系属沅江流域的溆水，各矿点附近的二都河由南向北，三都河，四都河由北往南流入溆水，再经溆水汇入沅江。溆水水系主要用于农田灌溉和居民用水；塘子边矿点和岩门溪矿点矿区地表水系发育,分布着团结水库、比子坑水库，小溪密布矿区,溪水由北向南流经水库，汇入沅江。

湖南邵阳工作区【1 个铀矿点**】：**位于湘西南边陲河源区县，地表切割强烈，河川水系发育，呈树枝状分布。

湖南岳阳工作区【2 个铀矿点**】：**区域地表水系发育，分布着相山咀水溪，昌水等，矿区小溪密布，流入相山咀水溪，相山咀水溪由南向北流经昌水，汇入汨水。

5、地震、滑坡、泥石流、溶洞、暴雨洪水等的概述：

从公元 209 年到 2009 年的 1800 年间有 147 年发生过 1 次或多次共 226 次地震记载。在 226 次地震中，可以判明是 4.3 级以上并具有破坏性的地震 11 次。

郴州、湘西、益阳、娄底、永州等工作区的溶洞较为发育，而株州、怀化等工作区次之。每年春夏常有暴雨山洪发生，山洪暴发时常有滑坡、泥石流发生。

6、项目所在地区人文环境的概况介绍：

湖南长沙工作区：所在地区位于低、中山区，人口密度 261 人/km2，居民以汉族为主，依山傍水而居。地区以农业以种植业、畜牧业、渔业为主，工业不发

达，主要有竹木手工业私人作坊等。主要粮食作物为水稻、薯类；农产品以粮食、油料、生猪、家禽、茶叶、生姜为主。区域内为全国闻名的“鱼米之乡”

湖南郴州工作区：以汉族居住为主，人口较密，人口密度为每平方公里 203 人，经济较发达，农业以水稻为主，烤烟为主要经济作物，小型工矿企业有所发展，主要是采煤、锰铁矿和炼铁等，旅游资源较多。

湖南益阳工作区：以汉族居住为主，人口密度为每平方公里 196 人，主要农作物有粮、油、棉、茶叶等，珍稀树种有银杏、红豆杉等，工业产品有精锑、原煤、竹胶板等。石林、溶洞别具一格，人文景观较多。

湖南永州工作区：以瑶族居住为主，人口密度为每平方公里 137 人，森林广布，野生动植物种类繁多，有国家保护的珍稀动、植物。区内有 3 个国家森林公园和自然保护区，典型的丹霞地貌，喀斯特溶洞群，以及舜帝文化、瑶族风情等构成湖南省著名的风景。

湖南怀化工作区：以汉族居住为主，人口密度为每平方公里 205 人，主要农作物有粮、油、棉、茶叶等，工业产品有建材、食品、冶金、原煤、黄金等，有红色旅游及溶洞、石笋等人文自然景观。

湖南邵阳工作区：地处湘西南边陲，古为南楚和百越相交之城，系南楚极边之苗疆；南邻广西龙胜、资源二县，西接怀化通道县，总面积 2646.07km^2，辖 10 个乡镇，10 个国营农、林、牧、渔场，总人口 25 万人，人口密度 95 人/km^2，城步境内南岭山脉与雪峰山脉交会，山峰耸立，溪河纵横，资源丰富。

湖南岳阳工作区：区域共有人口 101.82 万，人口分布密度 247 人/km^2，居住民族均为汉族，人群健康状况良好，无特殊的地方病和流行病。

退役治理方案简介：

1、设施退役整治的基本原则

（1）退役整治方案应能够控制各类污染物，防止各类污染物在环境中流失与扩散；应能够有效的抑制和屏蔽各类有害因素；杜绝各种伤害事故的发生，以保证环境质量的改善和公众的健康与安全。

（2）应使处置设施的功能长期有效，有较高的稳固性与可靠性。

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

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

（5）在保证退役整治效果的前提下，尽可能节省退役整治费用。退役整治的工程量和费用的计算做到实事求是，退役整治费用估算按照相关规定进行编制。

2、设施退役整治方案

（1）坑口治理方案

为阻止坑口 ^{222}Rn 气体外逸，防止人畜误入废弃的坑口造成不必要的伤害，需对地表坑口进行封堵治理。

①坑口治理对象分为：无水流出的坑口、有水流出的坑口和斜井口。

②无水流出的坑口治理

无水流出的坑口治理方案为：两道浆砌毛石墙封堵、中间废（矿）石充填。在平硐口往内 7~10m 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（矿）石，之后在硐口附近往内约 2m 处采用同样的方法砌筑第二道毛石墙，然后覆土掩埋硐口，夯实并植被、种树。封堵方案示意图见图 1。

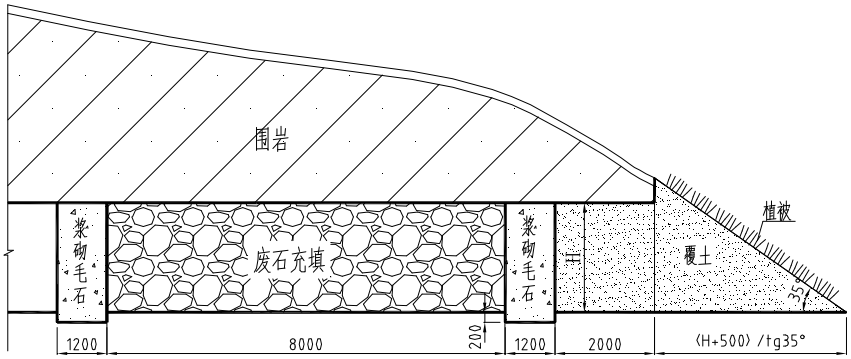

图 1　无水坑口治理方案示意图

③有水流出坑口的治理

治理方案为：两道（长度小于 30m 的坑口采用一道）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一层厚 0.2m、宽 0.5m 浆砌石作为过滤池用，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，注意预埋水泥涵管；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。

有水坑口治理方案中被动式滤水集水池疏水起到的效果：

（1）由于 U^{4+}难溶于水，且 U^{4+}经过一定的氧化条件后容易被氧化成 U^{6+}，而 U^{6+}易溶于水。方案中采用在坑口修建被动式滤水集水池后，可以减缓氧化条件。

（2）在坑口修建被动式滤水集水池后可以沉淀巷道中的悬浮物，进而减少外排水中铀、镭的含量。

（3）在坑口修建被动式滤水集水池后使得巷道内的铀、镭含量在一定时间后达到一个动态平衡。疏水、封堵方案示意图见下图。

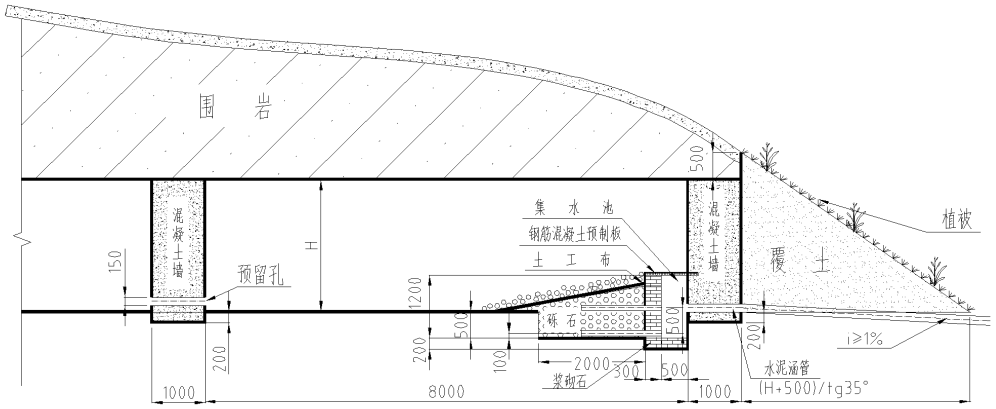

图 2 有水坑口治理方案示意图

被动式疏水方案，可将水中悬浮的颗粒物过滤去除，去除效率达 70％以上。一方面由于水的积存，使得坑道内矿体处于缺氧环境下，U^{4+}很难氧化为U^{6+}，而U^{4+}是难溶于水的，所以坑道流出水中铀的浓度是逐渐降低的；另一方面从矿体内溶解铀，是由表及里进行的，随着时间的推移，水中溶解铀也是越来越少。这种被动式疏水的方法，可以掌握它的影响范围及途径，可以进一步采取措施，是可控制的、比较经济有效的、被动式的处理方式，适用于退役工程的使用。对于有水坑口，由于坑道涌出水的常年作用，在水流沿线的土壤和底泥中将富集放射性核素，所以在治理时应根据对附近土壤和底泥的监测结果，对有异常的范围应纳入本次治理范畴，采取将异常区域的土壤和底泥搬运到就近废渣堆一并进行整治。在“十一五”退役整治工程中，若尔盖崇尔 8112 铀矿床 4 个探矿坑口流出水治理前 $U_{天然}$在（0.100~0.340）mg/L，^{226}Ra 浓度在（1.63~4.57）Bq/L，根据“源项调查科研”对全国铀矿地质 1580 多个探矿坑口出水监测结果表明，该铀矿坑口流出水 $U_{天然}$、^{226}Ra 浓度值较高，具有不大于 4%的超越概率。核工业西南放射性矿产地质管理办公室于 2009 年对该铀矿探矿坑口水浓度进行了监测，其结果表明采用该方案治理后 1 个月末坑口流出水中的 $U_{天然}$为（0.039~0.106）mg/L、^{226}Ra 浓度为（0.47~0.65）Bq/L；3 个月后 $U_{天然}$浓度平均为 0.024 mg/L、^{226}Ra 浓度为 0.07Bq/L，坑口水治理满足了标准限值要求。

（2）废（矿）石堆治理方案

A 治理原则

①治理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（矿）石堆退役整治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；以达到控制贯穿辐射水平和表层土中^{226}Ra核素含量以及^{222}Rn的析出的治理目的；退役后不得随意破坏和变动整治设施。

③对于具备施工条件和运输条件的废（矿）石堆，经过技术经济比较，采用挖除、迁移、集中处置方案，处置后其原址退役整治将达到无限制开放使用深度。

B 废（矿）石堆原地覆盖的治理方案

在铀矿冶和铀矿地质遗留设施退役治理方案选取时，一般对于废（矿）石量较大、氡析出率较高的设施考虑生物阻挡层，如较大的尾矿库采取的退役治理方案一般为先覆盖一层粘土层，再在其上铺设一层卵石层，之后再在卵石层之上覆盖黄土，以防止生物侵扰。

而对于铀矿地质的废（矿）石堆，其表面氡析出率均较低，覆土厚度也较薄，一般的覆土厚度在50cm左右。卵石层（生物阻挡层）抑制氡析出的效率很低，如果再在废（矿）石堆上考虑一层卵石层，同时考虑覆盖黄土，必将造成覆盖厚度增加，造成的治理费用也相对较高，从经济代价效率考虑是不划算的。另外由于卵石层的渗透系数很大，也容易造成雨水的侵入，有可能对附近的地下水造成一定的污染。因此在铀矿地质废（矿）石堆退役治理方案中未考虑生物阻挡层。本次整治矿点多为山坡堆积型废（矿）石堆，故均采用原地覆盖的治理方案。

原地覆盖治理方案概括为：首先平整场地、消除土包、整坡，然后覆土并分层压实（压实度达到85％以上），最后植树、种草并设置警示标志，治理达到有限制使用深度。为稳固废（矿）石堆边坡及覆土，在废（矿）石堆坡脚砌筑挡土墙，同时为防止雨水冲刷覆土，在废（矿）石堆上部和两侧修砌边沟以防土坡雨力侵蚀。

废（矿）石堆边坡一般采取植草护坡进行防护；对于高大边坡则采用浆砌片石截水骨架护坡或三维土工网复合植被护坡进行防护；滨河的废（矿）石堆岸边设置浸水重力式挡土墙，最高洪水位以下部分的边坡采用浆砌片石护坡进行防护。

覆盖材料的确定

覆盖材料一般选取当地的黄土，要求其土壤中的铀镭含量、贯穿辐射剂量率及地表氡析出率均应能达到当地的本底水平。对于取土后的土源地采取平整场地，并恢复植被的处理措施。

覆土厚度的计算公式

因本项目中大多数铀矿（床）点地理位置处在湖南省境内，湖南省核工业地质局在三○三大队东城矿床的I号废（矿）石堆上进行了覆盖厚度与抑制^{222}Rn析出率关系及屏蔽γ辐射效果的试验，试验结果如下：

表 25 覆盖厚度与 ^{222}Rn 析出率及贯穿辐射剂量率的试验结果

覆盖厚度，m	0	0.1	0.2	0.3	0.4	0.5	0.6
^{222}Rn 析出率，Bq/（m^2·s）	1.30	1.19	1.10	1.00	0.80	0.50	0.31

覆盖厚度计算公式

（1）覆盖厚度与抑制 ^{222}Rn 析出率的关系式

根据覆土试验数据，推导出覆盖厚度与抑制 ^{222}Rn 析出率的关系式为：

$$X = 33.5ln\frac{J_i}{J_0} + 16.07$$

相关系数：γ=0.9986

式中：

X 为需要覆盖夯实后的粘土厚度，cm；

J_i 为覆盖前的 ^{222}Rn 析出率平均值，Bq/m^2·s；

J_o 为 ^{222}Rn 析出率的管理限值 J_o = 0.74Bq/m^2·s。

（2）覆盖厚度与屏蔽γ辐射的关系式

根据γ射线在屏蔽材料中的减弱规律，覆盖厚度与屏蔽贯穿辐射剂量率的关系式为：

$$X = \Delta_{1/2}\log_2(\frac{H_i}{H_0})$$

式中：

X 为需要覆盖夯实后的粘土厚度，cm；

$\Delta_{1/2}$ 为覆盖粘土的半值层厚度，即贯穿辐射剂量率减弱一半所需的覆盖厚度，根据覆盖试验数据计算出本项目的半值层厚度约为 18.5cm；

H_i 为覆盖前的贯穿辐射剂量率平均值，×10^{-8}Gy/h；

H_o为贯穿辐射剂量率的控制值（即本底值+17.4×10^{-8}Gy/h）。

覆盖厚度的确定

覆土厚度设计值按照以下步骤确定：

1）根据覆盖厚度与抑制 ^{222}Rn 析出率的关系式，按源项的表面 ^{222}Rn 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辐射的关系式，按源项的贯穿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、贯穿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/(km^2•a)，一般地区（扣除强烈级以上、含强烈级）为2500t/(km^2•a)，按照工程稳定期50年的标准计算，所需余量为9.62cm～13.07cm，故为避免风蚀、雨蚀对覆盖层的不利影响，本项目取 10cm～15cm 的裕度作为覆盖厚度安全余量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 X_{min}＝35cm；

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

贯穿辐射剂量率通过物质时与该物质的分子和原子发生相互作用而被减弱，其经过物质时近似服从指数衰减规律，即$I = I_0e^{-\mu d}$，其中：I为通过某物质厚度时的辐射强度；I_0为射线穿过某物质前的辐射强度；μ为线性减弱系数，原子序数大的物质μ大；d为经过某物质（土质）的厚度（单位㎝）。根据该公式，当μ线性减弱系数一定时，随着物质屏蔽厚度的增加，辐射强度逐渐减弱。因此，对废（矿）石堆采取适当的覆土厚度措施后，可有效降低贯穿辐射剂量率，达到整治目的。考虑中南大部分地区潮湿多雨的气候特点，结合当地施工及植被情况，为避免雨蚀所带来的影响，确定废（矿）石堆的覆土最小厚度选取0.35m。施工过程中边施工边监测，若监测到超标点则继续加厚，直至达标。

根据关系式计算各待治理废渣堆的黄土覆盖厚度见下表。

表26 湖南片区废（矿）石堆治理方案统计

序号	矿床（点）	源项名称	治理方案	覆盖层厚度（cm）
1	早禾田矿床	废（矿）石堆 KD-1	原地覆盖	35
2	早禾田矿床	废（矿）石堆 KD-2	原地覆盖	35
3	早禾田矿床	废（矿）石堆 KD-3	清挖	0
4	早禾田矿床	废（矿）石堆 KD-4	原地覆盖	35
5	早禾田矿床	废（矿）石堆 KD-5	原地覆盖	40
6	小江矿点	废（矿）石堆 KD-1	原地覆盖	35
7	小江矿点	废（矿）石堆 KD-2	原地覆盖	35
8	小江矿点	废（矿）石堆 KD-3	原地覆盖	35
9	小江矿点	废（矿）石堆 KD-4	原地覆盖	35
10	小江矿点	废（矿）石堆 KD-5	原地覆盖	35
11	小江矿点	废（矿）石堆 KD-6	原地覆盖	35
12	小江矿点	废（矿）石堆 KD-7	原地覆盖	35
13	小江矿点	废（矿）石堆 KD-8	原地覆盖	35
14	小江矿点	废（矿）石堆 KD-11	原地覆盖	35
15	小江矿点	废（矿）石堆 KD-9	原地覆盖	35
16	小江矿点	废（矿）石堆 KD-12	原地覆盖	35
17	牛栏冲矿点	废（矿）石堆 KD1-1	原地覆盖	35
18	牛栏冲矿点	废（矿）石堆 KD1-2	原地覆盖	35
19	牛栏冲矿点	废（矿）石堆 KD1-3	原地覆盖	35
20	牛栏冲矿点	废（矿）石堆 KD1-4	原地覆盖	35
21	牛栏冲矿点	废（矿）石堆 KD1-5	原地覆盖	35
22	牛栏冲矿点	废（矿）石堆 KD1-6	原地覆盖	35
23	牛栏冲矿点	废（矿）石堆 KD1-8	原地覆盖	35
24	牛栏冲矿点	废（矿）石堆 KD1-9	原地覆盖	35
25	牛栏冲矿点	废（矿）石堆 KD1-10	原地覆盖	35
26	牛栏冲矿点	废（矿）石堆 KD1-11	原地覆盖	35
27	牛栏冲矿点	废（矿）石堆 KD1-12	原地覆盖	35
28	牛栏冲矿点	废（矿）石堆 KD1-13	原地覆盖	35
29	秀才洞矿床	KD20-15	原地覆盖	70
30	秀才洞矿床	KD21-16	原地覆盖	65
31	秀才洞矿床	KD23-17	清挖	0
32	秀才洞矿床	KD22-18	原地覆盖	70
33	秀才洞矿床	KD24-19	原地覆盖	70
34	秀才洞矿床	KD25-20	原地覆盖	70
35	葛藤坪矿点	Ⅰ号废（矿）石堆	原地覆盖	35
36	葛藤坪矿点	Ⅱ号废（矿）石堆	原地覆盖	35
37	葛藤坪矿点	Ⅲ号废（矿）石堆	原地覆盖	35
38	葛藤坪矿点	Ⅳ号废（矿）石堆	原地覆盖	35
39	葛藤坪矿点	Ⅴ号废（矿）石堆	原地覆盖	35
40	葛藤坪矿点	Ⅵ号废（矿）石堆	原地覆盖	35

序号	矿床（点）	源项名称	治理方案	覆盖层厚度（cm）
41	葛藤坪矿点	Ⅶ号废（矿）石堆	原地覆盖	35
42	葛藤坪矿点	Ⅷ号废（矿）石堆	原地覆盖	35
43	葛藤坪矿点	Ⅸ号废（矿）石堆	原地覆盖	35
44	葛藤坪矿点	Ⅹ号废（矿）石堆	原地覆盖	35
45	葛藤坪矿点	Ⅺ号废（矿）石堆	原地覆盖	35
46	葛藤坪矿点	Ⅻ号废（矿）石堆	原地覆盖	35
47	枫木铺矿点	Ⅰ号废（矿）石堆	原地覆盖	35
48	枫木铺矿点	Ⅱ号废（矿）石堆	原地覆盖	35
49	牛头江矿床	Ⅰ号废（矿）石堆	原地覆盖	35
50	牛头江矿床	Ⅱ号废（矿）石堆	原地覆盖	35
51	牛头江矿床	Ⅲ号废（矿）石堆	原地覆盖	35
52	牛头江矿床	Ⅳ号废（矿）石堆	原地覆盖	35
53	牛头江矿床	Ⅴ号废（矿）石堆	原地覆盖	35
54	牛头江矿床	Ⅵ号废（矿）石堆	原地覆盖	35
55	牛头江矿床	Ⅶ号废（矿）石堆	原地覆盖	35
56	牛头江矿床	Ⅷ号废（矿）石堆	原地覆盖	35
57	牛头江矿床	Ⅸ号废（矿）石堆	原地覆盖	35
58	牛头江矿床	Ⅹ号废（矿）石堆	原地覆盖	35
59	牛头江矿床	Ⅺ号废（矿）石堆	原地覆盖	35
60	岩门矿点	岩门 ZD-1	清挖	0
61	岩门矿点	岩门 ZD-2	原地覆盖	50
62	岩门矿点	岩门 ZD-3	清挖	0
63	岩门矿点	岩门 ZD-4	原地覆盖	35
64	岩门矿点	岩门 ZD-5	原地覆盖	45
65	岩门矿点	岩门 ZD-6	原地覆盖	50
66	岩门矿点	岩门 ZD-7	原地覆盖	50
67	岩门矿点	岩门 ZD-8	原地覆盖	45
68	西家冲矿点	西家冲 ZD-1	原地覆盖	50
69	西家冲矿点	西家冲 ZD-2	原地覆盖	45
70	西家冲矿点	西家冲 ZD-3	原地覆盖	50
71	西家冲矿点	西家冲 ZD-4	原地覆盖	45
72	西家冲矿点	西家冲 ZD-5	清挖	0
73	西家冲矿点	西家冲 ZD-6（西 ZD-1）	原地覆盖	50
74	西家冲矿点	西家冲 ZD-7（西 ZD-2）	原地覆盖	50
75	西家冲矿点	西家冲 ZD-8（东 ZD-1）	原地覆盖	45
76	楠木坪矿点	楠木坪 ZD-1	原地覆盖	50
77	黑洞溪矿点	黑洞溪 ZD-1	原地覆盖	40
78	黑洞溪矿点	黑洞溪 ZD-2	原地覆盖	40
79	管家坳矿点	F22	原地覆盖	40
80	管家坳矿点	F21	原地覆盖	35
81	西冲矿点	F25-1	原地覆盖	45

序号	矿床（点）	源项名称	治理方案	覆盖层厚度（cm）
82	西冲矿点	F25-2	原地覆盖	45
83	石背矿点	F28	原地覆盖	40
84	黄裴洞矿点	KD1	原地覆盖	35
85	黄裴洞矿点	KD2	原地覆盖	35
86	黄裴洞矿点	KD3	原地覆盖	35
87	黄裴洞矿点	KD4	原地覆盖	35
88	黄裴洞矿点	KD5	原地覆盖	35
89	黄裴洞矿点	KD6	原地覆盖	40
90	老米坳矿点	KD1	原地覆盖	35
91	老米坳矿点	D2、KD6	原地覆盖	35
92	老米坳矿点	KD3、KD5	原地覆盖	35
93	老米坳矿点	KD7	原地覆盖	35
94	塘子边矿点	KD1	原地覆盖	50
95	塘子边矿点	KD2	原地覆盖	40
96	塘子边矿点	KD3	原地覆盖	35
97	小坪矿点	KD1	原地覆盖	35
98	小坪矿点	KD1-2、KD2	原地覆盖	40
99	小坪矿点	KD3	原地覆盖	35
100	岩门溪矿点	KD1	原地覆盖	35
101	岩门溪矿点	KD2	原地覆盖	40
102	岩门溪矿点	KD3	原地覆盖	40
103	岩门溪矿点	KD4	原地覆盖	40
104	岩门溪矿点	KD5	原地覆盖	35
105	844 矿点	844 矿点山 T-1	原地覆盖	40
106	844 矿点	844 矿点山 T-2	原地覆盖	40
107	844 矿点	844 矿点山 T-3	原地覆盖	40
108	844 矿点	844 矿点山 T-4	原地覆盖	35
109	844 矿点	844 矿点山 T-5	原地覆盖	45
110	844 矿点	844 矿点山 T-6	原地覆盖	40
111	844 矿点	844 矿点山 T-7	原地覆盖	40
112	844 矿点	844 矿点山 T-8	原地覆盖	40
113	844 矿点	844 矿点山 T-9	原地覆盖	40
114	844 矿点	844 矿点山 T-10	原地覆盖	40

C 废（矿）石清挖回填坑（井）口的治理方案

清挖回填坑（井）口的治理方案适用于废（矿）石量小、可完全容纳于坑道内，且运距不长。

治理方案概括为：对全部废（矿）石及废（矿）石堆下部污染土层进行彻底清挖，将所产生的污染物尽可能回填至就近的坑口内进行集中处置，再将回填后余下的污染物，就近运至相邻的废（矿）石堆内进行集中处置；治理后，

对原址平整并恢复自然地貌，治理达到无限制开放使用的退役深度。

对于具备施工条件和运输条件的废（矿）石堆（早禾田矿床的 KD-3、秀才洞矿床的 KD23-17、岩门矿点的 ZD-1、ZD-3、西家冲矿点 ZD-5）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。

D 滨河废（矿）石堆的治理措施

本工程有滨河废（矿）石堆 7 个（牛栏冲矿床 KD1-2、KD1-6、KD1-13、牛头江矿床Ⅵ号、Ⅶ号、Ⅸ号、塘子边矿床 KD1 等 7 个废（矿）石堆），治理方案如下：

为防止水毁所采取的工程措施：在其岸边设置浸水重力式挡土墙，基础埋置在冲刷线以下；当冲刷线很深、施工有困难时，根据地质条件、工程量和施工难易程度等因素，采用浅基防护或是深基防护。

本工程主要采用浸水挡墙（扣墙）、护坦式基脚等浅基防护措施；最高洪水位以下部分的边坡采用浆砌片石护坡进行防护，浸水挡墙及浆砌片石护坡的防护总高度，等于最高洪水位加 0.5m 的安全超高。

E 废（矿）石堆治理工程方法与措施

本地区铀矿地质勘探设施“十二五”退役整治二期工程，共治理铀矿（床）点 20 个、治理废（矿）石堆 114 个，其中，5 个废（矿）石堆（早禾田矿床的 KD-3、秀才洞矿床的 KD23-17、岩门矿点的 ZD-1、ZD-3、西家冲矿点 ZD-5 等 5 个废（矿）石堆）采用清挖回填、迁移集中的治理方案，其余 109 个废（矿）石堆采用原地覆盖的治理方案。

①废（矿）石堆边坡

一般采用与堆石边坡天然安息角相应的边坡坡率，坡率一般采用 1：1.5 的坡率控制，还根据废（矿）石堆具体情况，具体对待：如不含杂质的废（矿）石堆其坡率可为 1：1.25，废（矿）石被粘粒包围、互不接触的废（矿）石堆则坡率不应陡于 1：1.75。废（矿）石堆边坡一般采取植草护坡进行防护；对于高大边坡则采用浆砌片石截水骨架护坡和土工网复合植被护坡进行防护，护坡形式详见图 4、5。

对边坡高度超过 20m 的废（矿）石堆，设置马道进行整坡，马道宽度一般为 3m，马道上根据需要设置挡土墙和边沟。

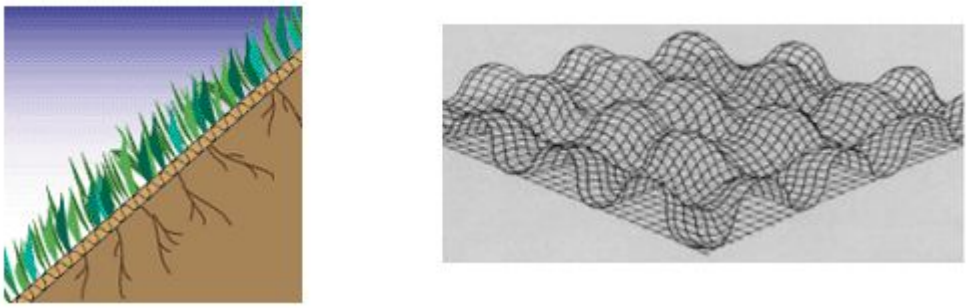

图 3　三维土工网护坡形式

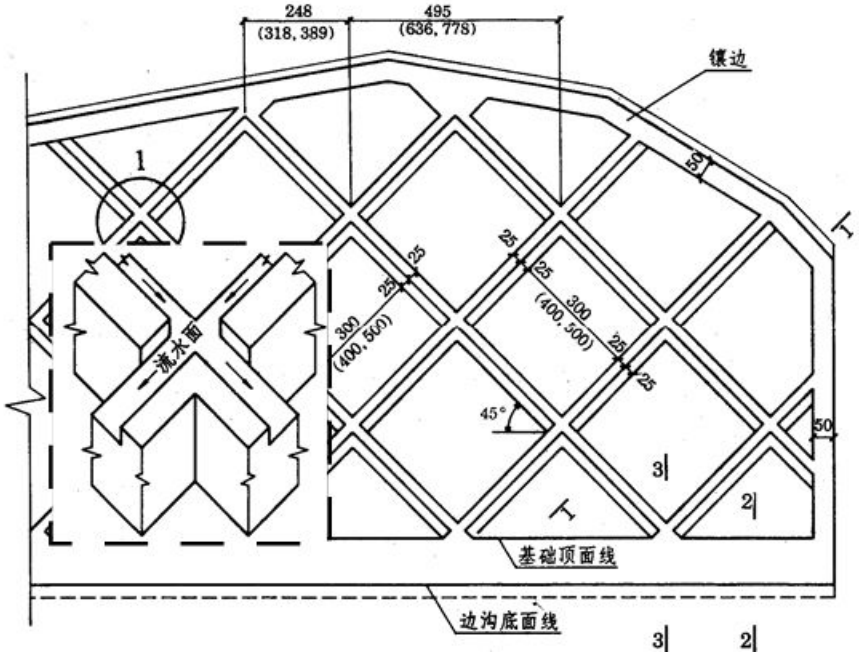

图 4　浆砌片石截水骨架护坡形式（方格型）

根据《岩土工程勘察规范》（GB50021—2001），验算已有边坡的稳定性，其边坡稳定系数取值为 Fs≥1.10，8 度、9 度地震地区还进行抗震检算。

②挡土墙

挡土墙根据所在地区抗震设防烈度设计或选用国家建筑标准设计图集《挡土墙》04J008。

③截水沟

截水沟按 P＝1%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 60mm/h～100mm/h 之间。

④边坡防护

本工程废（矿）石堆治理总面积为 229814.4m^2 ，根据气候特征、地形和边坡要素，对于边坡较高、边坡较长、面积较大的废（矿）石堆，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，占治理总面积的31.09%；采用土工网复合植被护坡的占34.64%、采用浆砌片石截水骨架草灌护坡的占14.95%、采用浆砌片石护坡的占1.44%；其余采用草灌护坡为48.98%。

铀矿地质退役整治的主要特点是采用了大量的黄土作为覆盖材料，以此达到抑制 ^{222}Rn 析出和屏蔽贯穿辐射的治理目标，所占投资比重较大。为了保持废（矿）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，通常采用种草护坡、截水骨架内种草护坡、三维土工网复合植被护坡、土工格室植被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。

⑤植被恢复

如前述，废（矿）石堆植被恢复既是退役环境治理的重要组成部分，也是保持废（矿）石堆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（矿）石堆治理的主要选型。根据中国草坪气候生态区划图，本区属Ⅷ区温暖湿润区。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、紫荆等。

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（矿）石堆治理过程中，

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%。

F 施工运输总体说明

①土源：拟在矿床点附近购土，土源的土质及土量均能满足覆盖要求，取土后需恢复植被。

②施工运输:如前述，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，二次倒运距离在50m～900m 之间。

G 废（矿）石堆稳定性分析说明

a 影响稳定性的主要事件

事件1：废（矿）石边坡的自身稳定性；

事件2：上游客水对废（矿）石堆冲刷；

事件3：坡脚水流的冲刷和洪水淹没的事件；

事件4：废（矿）石堆覆盖层的雨蚀、风蚀；

事件 5：人为侵扰的影响。

① 废（矿）石边坡的自身稳定性分析

目前各废（矿）石堆均处于稳定状态。废（矿）石堆为土石混合堆积体，边坡稳定性分析根据《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（矿）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（矿）石堆边坡设计根据具体情况，采用与堆石边坡内摩擦角/天然安息角相应的边坡坡率，一般按缓于1：1.50的坡率控制，在本工程中，废（矿）石堆基底地面坡度均小于24°，整体稳定性良好。废（矿）石堆所在山体无崩塌、滑坡、泥石流等不良地质现象。因此，本工程废（矿）

石堆边坡稳定性是能够得到保证的。

② 上游客水对废（矿）石堆冲刷的稳定性分析

废（矿）石堆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≤V≤V允＝3.0m/s。

治理后的废（矿）石堆属核工业退役设施需要长期监管，特别是在雨季到来之前应及时加以维护。因此，在保持必要维护的基础上，本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

对于滨河废（矿）石堆，在其岸边设置浸水重力式挡土墙，基础埋置在冲刷线以下。当冲刷线很深，施工有困难时，根据地质条件、工程量和施工难易程度等因素，采用浅基防护或是深基防护。浅基防护措施有石笼、混凝土四面体、大型砌块、柔性混凝土块板、浸水挡墙（扣墙）、护坦式基脚；深基防护措施有桩基、沉井基础等。本工程主要采用浅基防护措施－浸水挡墙（扣墙）、护坦式基脚等措施。

最高洪水位以下部分的边坡采用浆砌片石护坡进行防护：防护高度按最高洪水位加0.5m安全超高，根据具体的防护地段，考虑局部股流壅高和河湾凹岸的壅高及冲高。

④ 废（矿）石堆覆盖层防止水蚀、风蚀的分析

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，必须在雨季采用操练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%，除草灌护坡之外，设计还采用了土工网复合植被护坡、防护总面积为63006m^2（占总治理面积的34.64%），浆砌片石截水骨架草灌护坡、防护总面积为27190m2（占总治理面积的14.95%），浆砌片石护坡、防护总面积为2612m2（占总治理面积的1.44%），这样对于边坡较高、较长、较陡及面积较大的废（矿）石堆更能有效的防治水

蚀发生因此，本工程防止废（矿）石堆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（矿）石堆上的活动，其形式主要有人为挖掘浆砌片石、破坏护坡和放牧等。

原地覆盖治理的废（矿）石堆采用浆砌块石挡土墙进行支挡，设置浆砌片石排水沟，采用土工网复合植被护坡、浆砌片石截水骨架护坡等，如发生人为挖掘浆砌片石砌体、破坏土工网，无疑会危及废（矿）石堆长期稳定。由于原地覆盖治理的废（矿）石堆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（矿）石堆的人为破坏事件时，应立即采取补救措施加以修复，可以防止事故的发生。

废（矿）石堆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（矿）石堆的植被。

本工程所治理的地区，基本为农业区和林区，基本上没有牧区，因此，放牧对废（矿）石堆治理稳定性的影响，基本可以不考虑。

b 稳定性分析的结论

综上所述，从废（矿）石边坡的自身稳定性、上游客水对废（矿）石堆冲刷、坡脚水流的冲刷和洪水淹没、废（矿）石堆覆盖层的雨蚀及风蚀、人为侵扰的影响等 5 个方面，进行逐一分析，可见设计方案是可靠的，项目单位通过合理组织施工、加强施工过程中全面质量控制及监理，竣工之后按照有限制开放使用的核退役设施要求进行监管，退役治理后的废（矿）石堆是能够保持长期稳定的。

（3）浅井治理方案：

该类井口系指探矿浅井，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：利用附近废（矿）石堆的废（矿）石把浅井回填至距地表 1.5m 处，然后夯填粘土至地表并植被，浅井治理方案示意图见图 6。

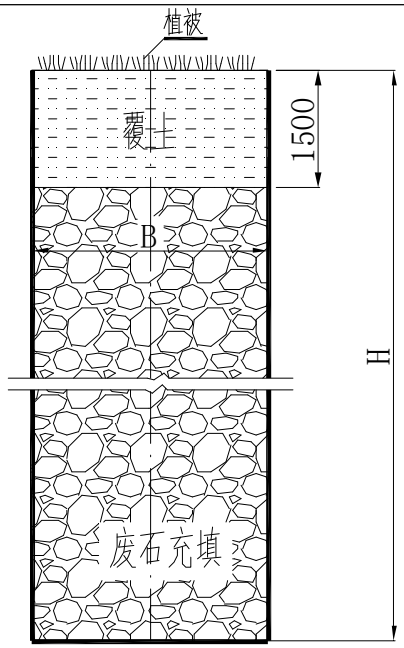

图 5　浅井封堵方案示意图

(4)探槽治理方案

根据探槽在山坡的分布走向可分为竖向探槽和横向探槽。竖向探槽使山地地表植被遭到破坏，也是造成水土流失的诱因，最初宽约2m，由于顺山坡坡度（接近于垂直等高线）展布，成为雨水径流的天然通道，经过多年的冲刷，目前已有水土流失的情况存在。横向探槽接近于平行等高线展布，既给山地的植被造成了一定的破坏，也给草原牧业生产带来了不便。由于探槽不是很深，容积不是很大，而且经过了长时间的风化、剥落，故针对横向探槽和纵向探槽分别采用的治理方案为：

1）横向探槽

针对横向探槽的特点，采用放缓槽壁两侧边坡、消除安全隐患后，再植被、种树方案，横向探槽治理方案示意图见图6。

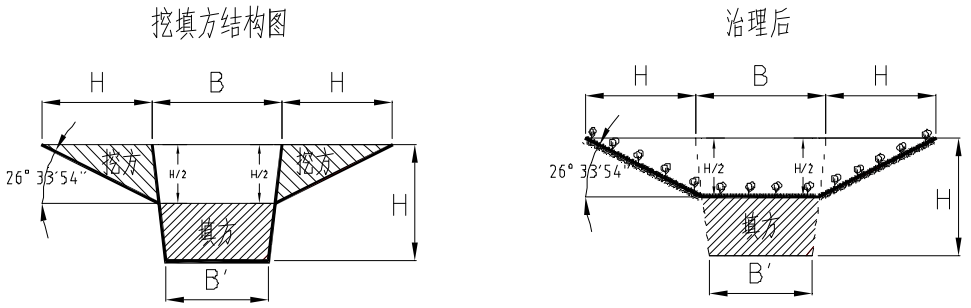

图 6 横向探槽治理方案示意图

2）竖向探槽

针对纵向探槽的特点，采用在探槽下部回填回填粘土至与地表基本齐平后（消除安全隐患和水土流失诱因），再植被、种树的方案，竖向探槽治理方案示意图见图 7。

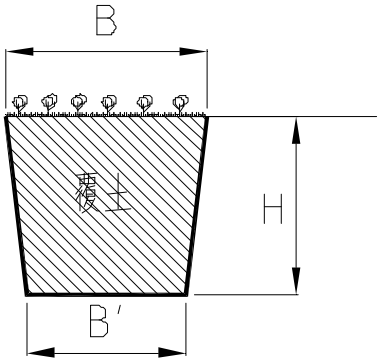

图 7　竖向探槽治理方案示意图

（4）剥土

直接在剥土底部进行覆土、植被。剥土坑治理方案示意图见图 8。

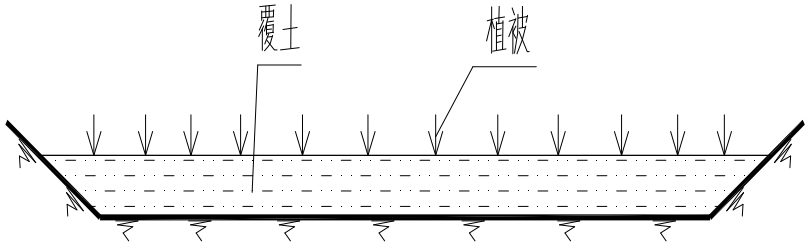

图 8　剥土坑治理方案示意图

（5）污染场地类及建筑器材类治理

A 污染场地:清除污染场地的污染物，回填到就近坑（井）口或废（矿）石堆内掩埋，然后回填土，最后平整场地.

B 污染道路:清挖道路上的污染物，清挖出的污染物就近运至坑（井）口或废（矿）石堆回填，然后回填土、夯实。

C 污染农田：首先清挖农田里的污染物，然后再覆土，覆土厚度要满足农作物的生长，清挖出的污染物运至就近坑（井）口或废（矿）石堆回填。

D 首先拆除建（构）筑物后，再对地基进行清挖，集中将拆除的建（构）筑物和清挖的污染物运至附近坑（井）口或废（矿）石堆掩埋处置，最后平整挖除的场地。

(6)被污染河沟治理方案

清除水体淤泥，运至就近的坑（井）口或废（矿）石堆回填。

(7)岩（矿）芯堆治理方案

地质队探矿区域遗留的岩芯堆破坏了自然植被与生态环境，带来了一定的辐射危害，需要治理。采用治理方案为：将零散的岩矿芯集中起来，运至就近坑（井）口或废（矿）石堆回填。

(8)塌陷坑治理总体说明

利用附近废（矿）石堆的废（矿）石对塌陷坑进行充填，然后覆相应厚度的土，夯实并植被。

(9)探槽治理总体说明

为控制γ辐射水平，防治水土流失、基本恢复地貌和生态环境，探槽的整治方法如下：

1）横向探槽采用放缓边坡后再植被、种树的治理措施；

2）竖向探槽采用回填粘土再植被、种树的治理措施。

本工程共治理 310 大队矿点横向探槽 11 条，竖向探槽 37 条。竖向探槽采取回填粘土再恢复植被的治理措施，对探槽放缓槽壁边坡或回填，覆土并植被，以控制γ辐射水平，达到有限制开放使用深度，基本恢复地貌和生态环境。

3、环境影响分析

（1）整治前的环境影响

湖南地区铀矿地质勘探设施“十二五”退役整治二期工程（湖南片区）此次计划退役整治的 20 个铀矿床（点），包括 173 个坑口（其中涌水坑口 60 个），114 个废（矿）石堆场（废（矿）石堆积量为 764994t，裸露面积 229814.4m^2），剥土 42 个，7416m^2，浅井 77 个，608.6m;污染农田 3 块,11966m^2。岩(矿）芯堆 3 堆，313t；污染水体 3 口塘，1550m^2；污染场地 73458m^2 等。**经监测，这些废（矿）石堆的 ^{222}Rn 析出率范围为 0.24～2.50Bq/m^2·s，均值为 0.89Bq/m^2·s，超过管理目标值；贯穿辐射剂量率范围为 51～1028×10^{-8}Gy/h，均值为 140×10^{-8}Gy/h，均超过当地本底水平；废（矿）石天然铀含量为 205g/kg，镭含量为 2507Bq/kg**。这些裸露的废（矿）石在坑井口的出口处就地堆放，有的在居民点附近。这样，一是对周围环境造成负面影响，二是有些废（矿）石堆被洪水冲刷流失，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，三是敞开的坑井口，还存在误入或坠落等诸多的不安全因素。采取的处理方式仍然为废（矿）石堆原地覆盖的处理措施。施工中要求采取围栏施工的方式，施工结束后设立明显的警示标志，以警示当地群众不要靠近或破坏。

未封闭的铀矿工程坑口，有大量的氡气逸出，**坑口氡浓度为 1923.9Bq/m^3，**对坑口周围的环境空气造成了一定的污染，也对附近的居民和人畜构成了一定的安全隐患。

上述影响因素可通过吸入、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）治理工程施工过程中的环境影响

A、施工过程中对工作人员的影响分析

由于“十二·五”退役整治二期工程主要包括废（矿）石堆的整治、坑口的封闭等，每处地方的工程相对较小，而且这些工程都在山区，对环境没有太大的影响。其对环境可能造成的影响主要有：

①坑口封闭及剥土的边坡放缓和废（矿）石堆的覆盖取土、施工临时用地会

造成一定范围内的植被破坏。

②施工过程所产生的施工扬尘、施工噪声对局部环境的影响。

③有些废（矿）石堆的治理需要修建一些便道，可能对周围的一些植被造成破坏。

④整治所需的水泥及砂石等材料在装卸运输中的洒落存在一定的环境影响。

⑤施工人员在工程施工过程中可能产生的生活废水及生活垃圾等。

⑥施工人员在施工过程中和废（矿）石堆接触频繁，放射性核素对施工人员有一定的影响。

对第①种情况所造成的环境影响，建议项目单位应根据废（矿）石堆周围的地形地貌特征以及地质状况，合理选择取土场地，确保取土场在工程完工后，要对开挖取土表层进行植被绿化，植被方法同坑口及渣堆的植被方法，植被所用草种应选取取土以前该地的草种，以维持当地的原有生态状况。对施工临时用地应选择在开阔和植被较少地地方，施工结束后应对临时用地进行植被绿化。

对第②种情况所产生的环境影响，由于治理区处于山区，远离居民点，而且各治理点施工工期较短，影响时间有限，所产生的施工扬尘、施工噪声对局部区域的大气、声学环境将产生一定的影响，随着施工结束，影响随之消失。

对第③种情况所造成的环境影响，因为在修建马道时，主要是在原有的道路上进行扩建和整修，工程结束后该道路可为当地村民继续使用，但需要对道路两边的边坡进行稳定化处置，以防止因雨水的冲刷而坍塌，产生水土流失。

对第④种情况所造成的环境影响，因为这些影响均属于短期行为，亦局限于一定范围，而且退役整治工程在山区，因此影响不大，随着工程的结束，其影响也就消失。但在施工过程中要加强现场施工管理和监督，注意对当地的水土保持，尽量避免因整治施工而对环境造成破坏。

对第⑤种情况有可能带来的环境影响，因为在工程施工过程中，除技术负责人为工程实施单位指派外，所有工程施工人员均为当地聘请的民工，也就是矿（化）点附近的村民。工程技术人员都住在附近乡镇的招待所或者附近村民家中，不会在治理区产生生活废水和生活垃圾。民工都在家里食宿，也不会在矿区产生

生活废水和生活垃圾。因此在整个工程实施过程中，不会产生生活废水和生活垃圾。

对第⑥种情况带来的放射性环境影响，估算模式为：

Ⅰ 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。

Ⅱ 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，取 0.3。

Ⅲ 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。

Ⅳ $H= H^a_\gamma+ H^a_E$

式中：H——有效剂量当量，Sv。

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。湖南片区源项需治理 20 个矿床(点)、117 个渣堆，每个矿点工作时间大约 12 个月，每天工作 8 小时预计工作时间 2880 小时。

工作人员有效剂量当量估算表

序号	矿床(点)名称	H^a_E（mSv）	H^a_γ（mSv）	$H^a_E+H^a_\gamma$（mSv）
1	早禾田矿床	0.498	2.439	2.937
2	小江矿点	0.810	2.298	3.108
3	牛栏冲矿点	0.749	2.056	2.805
4	秀才洞矿床	2.324	10.725	13.049
5	牛头江矿床	1.087	2.661	3.748
6	枫木铺矿床	0.652	2.439	3.091
7	葛藤坪矿点	0.489	1.996	2.485
8	岩门矿点	0.536	3.347	3.883
9	西家冲矿点	0.796	3.548	4.344
10	楠木坪矿点	0.825	3.911	4.736
11	黑洞溪矿点	0.548	2.480	3.028
12	管家坳矿点	0.341	2.339	2.68
13	西冲矿点	0.344	2.580	2.924
14	石背矿点	0.474	1.915	2.389
15	塘子边矿床	0.352	2.621	2.973
16	黄裴洞矿点	0.486	2.359	2.845
17	老米坳矿点	0.491	2.379	2.87
18	小坪矿点	0.354	2.399	2.753
19	岩门溪矿点	0.391	2.278	2.669
20	844 矿点	0.469	1.915	2.384

根据上表，湖南片区工作人员受有效剂量当量最大估算值为秀才洞矿床。

经计算：H^a_E——吸入氡子体所致有效剂量当量，2.324mSv；

H^a_γ——γ辐射所致有效剂量当量，10.725mSv；

工作人员有效剂量当量：$H^a_E+H^a_\gamma=13.049$mSv；

根据中南地区在“十二五”二期工程期间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，除秀才洞矿床外其他矿（床）点施工人员所受的有效剂量当量低于《铀矿地质勘查辐射防护和环境保护规定》（GB15848-2009）中“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”，但高于工作人员个人年职业照射剂量管理目标值（5mSv）。由于秀才洞矿床 6 个废（矿）石堆工作人员有效剂量当量估算如下表。

秀才洞矿床 6 个废石堆工作人员有效剂量当量估算表

序号	矿床(点)名称	H^a_E（mSv）	H^a_γ（mSv）	$H^a_E+H^a_\gamma$（mSv）
1	秀才洞 KD20-15	0.162	1.828	1.99
2	秀才洞 KD21-16	0.139	1.546	1.685
3	秀才洞 KD23-17	0.149	1.814	1.963
4	秀才洞 KD22-18	0.147	1.895	2.042
5	秀才洞 KD24-19	0.148	1.808	1.956
6	秀才洞 KD25-20	0.199	1.831	2.03

根据上表对秀才洞矿床 6 个废（矿）石堆工作人员有效剂量当量估算，环评要求秀才洞矿床施工人员最多只能对 2 个废石堆进行施工，即秀才洞矿床需要安排 3 组及以上施工人员施工队伍（每组最多只能参加 2 个废石堆退役治理工程）。

为有效减少施工人员在施工活动中所接受的辐射，环评要求：

1）施工现场应不定时洒水降尘，以减少铀尘污染。

2）施工人员作业时应穿戴工作服、口罩、靴子等劳保用品，并定期更换，下班后淋浴，以减少放射性表面沾污。

3）施工人员不得在工作场所吃饭、吸烟等。

4）对于少数坑道较长的坑道，在砌筑第一道毛石墙时，必须采取坑道通风设施进行通风处理，经检测达到或接近当地本底时方可进入施工；

5）施工人员进入坑道前必须由专业的安全员对坑道四壁进行安全检查，确

定无塌方时方可进入。

同时为提高劳动者的个人的实体防护，对突发污染事件环评提出了以下应急措施：

①设立以项目经理为组长的各施工班组骨干为成员的事故应急领导小组和事故应急小分队，并明确各人在事故发生时的职责。

②与当地政府、公安、医院建立紧急事故处理信息通道，一旦发生事故在第一时间与各方紧急联系，获得各方的援助。

③加强日常施工中的施工监测，做好数据统计和预报工作，发现情况及时预警，及时采取应急措施，将事故率降至最低。

④在日常施工中，进行紧急事故的培训工作，保证事故突发时的救援工作指挥到位、救援工作井井有条，确保将事故损失降至最低。

⑤采取有效措施防止施工人员中毒，如戴防毒面具和必要的个人防护措施。

⑥地质灾害应急预案要点

为防止地质灾害的发生，需要加强巡视，如果发现滑移动向，必须尽快向周围公众进行通告，及时对滑坡下方实施交通管制，及时按照预先定好的避灾线路疏散可能受到影响的村寨居民，降低事故危害。

⑦溃坝、滑坡等应急预案要点

风险发生时，及时组织疏散排渣场下游的人员，对道路进行交通管制，废（矿）石堆或临时堆场附近 500m 范围内不允许非工作人员进入，确保事故抢险通道畅通。

⑧洪灾应急预案要点

详细了解项目区的气象水文信息与资料，及时掌握洪涝灾害的动向，确实抓好排洪工程建设，一旦发生洪灾，立即向上级主管部门及环境主管部门报告，并尽快撤离。

B、施工过程中对公众的影响分析

1)施工过程坑井口得以严密的封闭，防止了坑内、井下氡气外逸。有水坑口经疏水封闭后，可有效的阻断坑口流出水中的悬浮物，并在一定时间以后，其水

中的放射性核素含量可达到一个新的较低的平衡态，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。

2)废（矿）石堆及剥土经稳定化处置、覆盖与植被后，氡析出率降到管理限值以下，贯穿辐射剂量率也将降低到接近原本底水平。

3)对遗留的建筑物拆除（或去污），消除了潜在的安全隐患。

4)对岩矿芯进行妥善处置，废弃的岩芯与废（矿）石等污染物集中处置，有保留价值的矿芯等运至适合场所存放。

5)被污染的农田、河沟、水塘或道路等，经过清挖迁移污染物的治理，原址达到无限制开放使用退役深度。

从上可以看出，随着施工的进行，放射性流出物及浓度不断减少，贯穿辐射剂量率和氡及其子体浓度逐步降低。施工过程中各源项对周围公众和环境的放射性影响正逐步削弱施工过程中，附近居民被要求远离工作场所，因此受源项治理工程辐射影响较小。相对受辐射影响较大的为施工人员。

湖南地区选取离居民最近的源项三一一大队黄裴洞矿点的 KD1 废（矿）石堆估算, 废（矿）石堆施工时间大约 2 个月，裸露面积 1014m^2，贯穿辐射剂量率均指为 112×10^{-8}Gy/h，氡析出率均指为 0.96Bq/m^2·s，因为该矿床位于山间林地，故居民每天在工作场所待 2 小时左右，预计工作时间 120 小时。

经计算：H^a_E——吸入氡子体所致有效剂量当量，0.032mSv；

H^a_γ——γ辐射所致有效剂量当量，0.094mSv；

公众有效剂量当量：$H^a_E+H^a_\gamma=0.126$mSv

公众人员所受的有效剂量当量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。

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

C、施工运输活动环境影响分析

运输活动为合并的废（矿）石堆的废渣运输以及高品位废（矿）石回填运输，运输路线均较短。运输方式分为汽车运输以及人工运输。汽车运输，矿石运输沿途路面产生的扬尘，取决于道路的湿润程度、道路平整度、路面类型、载重量等，

建设方可采取运输车辆出车前清洗干净、车顶加盖封闭雨篷，并洒水抑尘、减速通行、限制载重来减少扬尘产生量，降低扬尘污染；安排保洁人员，将运输过程沿线洒落的废矿石及时清运，避免二次污染。人工运输，保证运输工具不洒落，及时进行路面的监测。

（3）整治工程竣工后的环境影响

1）剂量估算

本次湖南地区勘探设施退役整治工程包括湖南省核工业地质局三〇一大队、三〇二大队、三〇三大队、三〇四大队、三〇六大队、三一一大队和广西壮族自治区三一〇核地质大队的 20 个铀矿（床）点。矿点的主要放射性源项为废（矿）石堆和坑口，经过类比，退役治理前气载流出物所致最大个人有效剂量为 0.09mSv/a，贯穿辐射所致最大个人有效剂量为 0.27mSv/a，其总的有效剂量水平为 0.36mSv/a，主要途径为废（矿）石堆释放的 ^{222}Rn 的吸入危害和贯穿辐射所致外照射危害。退役治理后所致最大个人有效剂量为 0.05mSv/a。为退役治理前的 13.9%，低于公众人员个人年有效剂量当量管理限值（0.25mSv），故施工完成后对周围公众的辐射影响较小。

2）竣工后环境影响

湖南地区铀矿地质勘探设施“十二五”退役整治二期工程（湖南片区）严格按照施工设计进行施工，由于对废（矿）石堆已经采取了筑墙拦渣的治理措施，而且其表面已经覆盖了黄土，并已进行了植被绿化，故已经具备了足够的抗风蚀、雨蚀的能力，植被绿化所用的植物均为牲畜不吃的当地野草。对于各矿点的坑道，已经采取了坑口双层封闭措施，并对封闭后的坑口进行了覆土植被，以恢复其原始自然面貌。此外，在废（矿）石堆的周围都砌筑有排水沟，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。因此，湖南地区铀矿地质勘探设施“十二·五”退役整治工程竣工后，已经对周围的环境起到了很好的改善及较好的保护作用。

（4）退役终态描述

本工程实施后，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，从而使工程所在区域的环境质量得到一定程度的改善，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解决：

（1）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；有水坑口疏水封闭后，坑井水经过沉淀、过滤后流出，将得到有效的控制与严密的监管，可以安全排放。

（2）拟治理的114个废（矿）石堆经稳定化处置、覆盖与植被后，氡析出率比治理前降低50％～52.4％。废（矿）石堆原地覆盖治理后氡析出率降到管理限值以下，贯穿辐射剂量率达到扣除本底后不超过17.4×10^{-8}Gy/h的有限制开放使用管理限值；废（矿）石堆彻底清除就近运至相邻废（矿）石堆处置后，氡析出率降到本底值，贯穿辐射剂量率降低到原本底水平，达到无限制开放使用程度。

（3）被污染农田（草场）污染土层得以彻底清除，并覆土还田植被，切断了放射性核素进入食物链的途径。

上述环境治理措施将极大的改善生态环境，退役整治后，各单项指标均能满足管理限值的要求，退役整治设施处于安全稳定的状态，其辐射危害可达到可接受的水平。预测各子项工程经退役整治后，^{222}Rn析出率比治理前降低50～52.4%，均满足小于等于0.74Bq/（$m^2\cdot s$）的管理限值要求，废（矿）石堆原地覆盖治理后氡析出率降到管理限值以下，贯穿辐射剂量率达到扣除本底后不超过17.4×10^{-8}Gy/h的有限制开放使用管理限值；废（矿）石堆彻底清除就近运至相邻废（矿）石堆处置后，氡析出率降到本底值，贯穿辐射剂量率降低到原本底水平，达到无限制开放使用程度。湖南地区铀矿地质勘探设施“十二五”退役整治二期工程（湖南片区）竣工后达到预定目标。

监督、监测与管理计划：

1 监督、检查

检查和监督的主要内容包括：

（1）是否严格按照规定时间完成了项目的治理任务；

（2）是否严格按照设计要求进行了施工；

（3）是否对冲刷流失的废（矿）石及搬迁过程中遗漏的废渣进行了清理，并返回废渣堆；

（4）施工结束后，对取土场是否进行了平整和复垦措施；

（5）施工结束后的环境监测结果是否满足标准要求，是否达到无限制开放或有限制开放使用的治理目标。

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。

2 环境监测

在施工过程中，要始终贯彻“边监测，边施工，监测指导施工” 的原则。坚持技术人员亲临施工现场，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外照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。在每个单项工程整治完工前，至少要进行 2～3 次放射性扫描监测，该监测主要目的是为了指导施工，检验施工是否达到要求，因此无需严格按照监测规范进行布点，可根据各治理点废（矿）石堆的大小来确定监测点数，建议采用 1m×1m 到 5m×5m 之间的网格进行。对不合格的工程要及时采取补救措施，以保证退役整治工程的最终质量。

在退役整治工程竣工后，应委托经国家计量认证、并具有相应监测资质的单位进行最终的放射性监测和委托具有相应评价资质的单位进行最终的竣工环境影响评价。以确定是否已达到预期的整治效果。监测的主要内容包括：

（1）渣堆及周边环境贯穿辐射剂量率；

（2）渣堆表面氡析出率；

（3）坑道（井）口附近的大气环境氡浓度监测。

（4）渣堆周围土壤及水体中放射性污染监测。监测因子为：土壤及地表水体中铀、镭含量。

监测方案详见下表所示。

表 40　环境监测方案一览表

源项名称	测点数/取样数				
	贯穿辐射剂量率/频次	氡析出率	土中/废（矿）石中底泥中/铀镭含量	氡浓度	水中铀镭
一、剥土					
1) 面积≤100m²	2	1	取不少于5点制混合样1个	——	——
2) 面积＞100m²	1个/50m²	每200m²布1个且≥2个		——	——
二、坑井口	——	——	——	1个	1个
三、废(矿)石堆					
1)面积≤100m²	1	1	清挖废（矿）石中取不少于5点制混合样1个	——	——
2)面积＞100m²	1个/50m²	每200m²布1个且≥2个		——	——
四、被污染农田					
面积＞100m²	1个/50m²	每100m²布1个且≥2个	取不少于5点制混合样1个	——	——
五、被污染道路	3个/50m：路边各1个、路中1个	每200m²布1个且≥2个	——	——	——
六、被污染河流					
1) 上游100m	——	——	——	——	1个
2)污染河段	——	——	取不少于5处制混合样1个	——	1个
2) 下游100m	——	——	——	——	1个
七、被污染池塘	——	——	取不少于5处制混合样1个	——	1个
八、浅井	每条浅井布点≥5个	——	——	——	——
九、岩(矿)芯堆	每处≥5个	每200m²布1个且≥2个	取不少于5处制混合样1个	——	——

十、工业场地	1 个/50m^2	每 200m^2 布 1 个且≥2 个	取不少于5处制混合样1个	——	——
十一、探槽	每条探槽布点≥5 个	——	——	——	——
十二、塌陷坑	每个塌陷坑布点≥5 个	——	——	——	——
十三、污染建筑	1 个/50m^2	每 200m^2 布 1 个且≥2 个	——	——	——

4 管理计划

在退役整治工程施工前的准备阶段，为了确保施工期间的有序进行，首先，应组织进行人员培训，成立专门的管理机构，明确岗位、责任；其次，应明确治理工程目标及管理限值。

在整治工程施工过程中，为了确保工程质量，为了做到专款专用，应抽调专门人员负责整治计划资金的下达、预算及使用管理等。并安排一定的技术人员进行现场监督、监测，以指导施工进度及施工质量。

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。

同时建议国家有关部门，还应与项目所在地人民政府协商制定一个保护退役整治工程的规章制度，竣工后的整治工程应由各地质大队继续负责监督和监管职能，直至达到彻底稳定期后，移交当地政府进行监护管理，对退役整治工程设施进行定期检查和维护，如发生墙体跨塌等自然损害，应及时通报各地质大队进行修复，以确保整治效果。

结论与建议：

一、评价结论

1、项目概况

湖南地区铀矿地质勘探设施“十二五”退役整治二期工程（湖南片区），共有20个铀矿床（点），主要源项分别为坑口173个，其中无流出水坑口113个、有流出水坑口60个；废（矿）石堆114个，废（矿）石量约764994t；浅（竖）井77条；剥土42处，面积约7416m^2；岩芯堆2处，总重313t；塌陷坑1处，容积13394m^3；被污染农田3处，面积11966m^2；被污染道路15条，总长度3470m；被污染场地18处，面积73458m^2；被污染建构筑物1处，占地面积750m^2；被污染水体3条，总长度1550m，探槽48条，长度1692m。

2、辐射环境现状

本期退役整治工程的主要治理源项为坑（井）口、废（矿）石堆、剥土、探槽、岩芯堆、塌陷坑、污染农田、污染道路、污染场地、污染水体、建（构）筑物等源项辐射环境质量均不能满足相应的环境质量标准要求。

退役整治工程属补救行动范畴，总体目标为合理的减低公众的辐射剂量、保障公众安全，满足国家和行业颁布标准的管理限值，治理后的铀矿地质勘探设施达到国家环境保护有关标准要求，使治理范围内的生态环境得以基本恢复并能长期保持。

3、环境影响分析

（1）施工期环境影响分析

退役治理施工过程中对环境可能造成的影响主要有：生态环境、大气环境、水环境和声环境等。取土覆盖废（矿）石堆，在取土处及造成植被破坏，水土流失，及时覆土植被可有效降低对生态环境的影响。施工期，频繁使用机动车辆、废（矿）石堆取土覆土过程中将产生扬尘。靠近关键居民组附近废（矿）石堆治理过程中应定期对裸露黄土喷水，防止对居民造成扬尘污染。施工期废水主要来自无组织排放的生活污水，以及施工后期排放的少量井下涌水。施工机械所产生的噪声为短期突发性噪声，因大多数矿点施工现场远离居民点，因而对周围居民的影响较小。为将施工影响降到最低，施工前必需制订切实可行的施工噪声防治措施，禁止各种打桩机、混凝土振动泵夜间施工，夜间施工噪声不得超过50dB(A)，且需尽可能降低施工噪声对周围环境的影响。施工期环境噪声必须符

合《建筑施工场界环境噪声排放标准》（GB12523-2011）。

（2）剂量估算

秀才洞矿床施工人员所受的有效剂量当量为13.049mSv，低于《铀矿地质勘查辐射防护和环境保护规定》（GB15848-2009）中“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”，但高于工作人员个人年职业照射剂量管理目标值（5mSv），因此，本环评要求湖南省核工业地质局三〇二大队安排3组及以上施工队伍对秀才洞矿床6个废（矿）石堆进行施工（每组最多只能参加2个废石堆退役治理工程），使秀才洞矿床施工人员所受的有效剂量当量低于工作人员个人年职业照射剂量管理目标值。

其他矿床点施工过程中对工作人员有效剂量当量最大值为4.736mSv，低于工作人员个人年有效剂量当量管理目标值（5mSv）；施工过程中对公众所受的有效剂量当量为0.126mSv，低于施工期公众年有效剂量管理目标值（0.5mSv）；覆盖以后，γ外照射剂量不超过本底17.4×10^{-8}Gy/h达到有限制开放程度，居民在废（矿）石堆上时间份额占总份额的0.05，废（矿）石堆对周围居民贡献剂量约为0.05mSv/a，低于公众的年有效剂量管理目标值（0.25mSv）。

（3）营运期环境影响分析

①本工程实施后，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，各矿点人均个人剂量在管理限值（0.25mSv）以下，从而使工程所在区域的环境质量得到一定程度的改善，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解决。

②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；有水坑口疏水封闭后，坑井水经过沉淀、过滤后流出，将得到有效的控制与严密的监管，可以安全排放。

③拟治理的废（矿）石堆经稳定化处置、覆盖与植被后，氡析出率比治理前降低50％～52.4％。废（矿）石堆原地覆盖治理后氡析出率降到管理限值以下，贯穿辐射剂量率达到扣除本底后不超过17.4×10^{-8}Gy/h 的有限制开放使用管理限值；废（矿）石堆彻底清除就近运至相邻废（矿）石堆处置后，氡析出率降到本底值，贯穿辐射剂量率降低到原本底水平，达到无限制开放使用程度。

4、总结论

上述环境治理措施将极大的改善生态环境，退役整治后，各单项指标均能满

足管理限值的要求，各矿点人均个人剂量在管理限值（0.25mSv）以下，退役整治设施处于安全稳定的状态，其辐射危害可达到可接受的水平。预测各子项工程经退役整治后，^{222}Rn析出率比治理前降低50～52.4%，均满足小于等于0.74Bq/（$m^2 \cdot s$）的管理限值要求，废（矿）石堆原地覆盖治理后氡析出率降到管理限值以下，贯穿辐射剂量率达到扣除本底后不超过17.4×10^{-8}Gy/h 的有限制开放使用管理限值；废（矿）石堆彻底清除就近运至相邻废（矿）石堆处置后，氡析出率降到本底值，贯穿辐射剂量率降低到原本底水平，达到无限制开放使用程度。广西地区铀矿地质勘探设施“十二五”退役整治二期工程竣工后达到预定目标。

二、建议与要求

建议各大队与项目所在地人民政府、环保部门协商制定有效的规章制度，广泛宣传保护已竣工的治理工程设施，加强退役工程施工期的环境保护与质量管理，协调村民关系，做好如下工作：

（1）制定《铀矿地质勘探设施退役治理工程施工监理制度》，确保退役工程质量。

（2）退役工程施工过程中必须遵循“边监测边施工，以监测导施工”的原则，施工过程加强场地、农田和菜地土壤中 ^{226}Ra 的监测，以及各矿点关键居民点氡浓度监测和河水（特别是饮用水源）的监测。

（3）靠近环境敏感点附近废（矿）石堆治理过程中应定期对裸露黄土喷水，防止对居民造成扬尘污染；施工前必需制订切实可行的施工噪声防治措施，施工期环境噪声必须符合《建筑施工场界环境噪声排放标准》（GB12523-2011）。

（4）工程竣工后，每年需到治理工程现场进行工程质量巡查，观察拦渣坝墙的稳固性，排水沟的排水能力和植被的长势情况，同时进行场地、农田、菜地土壤中 ^{226}Ra 的监测，以及各矿点环境敏感点氡浓度监测和河水（特别是饮用水源）的环境监测。

（5）严格禁止在有限制开放场所种植可食植物和块茎植物等农作物；严禁在治理工程上建房和破坏已封闭好的坑道口、排水沟和防洪沟等设施。

（6）各从十五、十一五及十二五一期已退役的项目的监管均由项目实施单位自行承担监管和治理工程的监护，治理单位每年对治理工程例行检查 1～2 次。如出现较大的暴雨和洪水，则及时赶赴现场进行检查。

（7）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。

（8）退役工程竣工后，必须经有资质单位监测并办理退役环评和竣工验收手续，各项环境指标合格后方可交地方政府监管。

（9）为了使秀才洞矿床施工人员所受的有效剂量当量低于工作人员人年职业照射剂量管理目标值 5mSv，湖南省核工业地质局三〇二大队须安排 3 组及以上施工队伍（不同施工人员）对秀才洞矿床 6 个废（矿）石堆进行施工（每组最多只能参加 2 个废石堆退役治理工程）。

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