广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

（公示版）

中国核工业地质局

二〇一五年十一月



001631

建设项目环境影响评价资质证书

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

仅限于广西地区铀矿地质勘探设施“十二五”退役整治二期工程使用

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***

中华人民共和国环境保护部

二〇一二年十二月二十四日

项目名称：广西地区铀矿地质勘探设施“十二五”退役整治二期工程

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）

广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	广西地区铀矿地质勘探设施“十二五”退役整治二期工程		

项目退役原因及依据：

广西地区铀矿地质勘探设施“十二五”退役整治二期工程涉及广西、湖南两省，为方便地方环保部门监管，位于湖南省邵阳市城步县的 844 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（湖南片区）》中，本文为广西地区铀矿地质勘探设施“十二五”退役整治二期工程环评报告。

一、 项目退役原因

广西片工作区处在柳州市、河池市、梧州市、玉林市、贵港市及桂林市等 6 个工作区的 12 县 17 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，本次上报的 8 个铀矿床（点）均向国家提交了储量报告及揭露评价报告，完成勘探工作后而撤离，目前进入退役整治阶段。从事地质勘探施工中，先后施工有坑道 92 个，浅井 272 个，探槽 48 条等。

广西地区列入本期整治工程的矿（床）点共 8 个，治理的项目包括坑口、废（矿）石堆、浅井和探槽。地质勘探结束后，遗留在地表的设施对周围环境和公众构成了危害。其中各坑口绝大部分没有封堵，不断向周围环境释放大量 ^{222}Rn，造成环境污染；部分坑口有污水外流，还有些村民直接利用坑口污水进行农田浇灌，上述情况对当地村民的生产、生活及身体健康构成明显的或潜在的危害。

废（矿）石堆所含的长寿命核素和不断析出的 ^{222}Rn 对当代和后代具有潜在的危害。部分废（矿）石在坑口就地堆放，有些距离村庄较近，还有部分废（矿）石堆放于小溪、河流、农田等附近。这些废（矿）石容易被洪水冲刷流失，流入附近河流或小溪影响其水质，部分废（矿）石流入农田，造成放射性核素随农田内种植的农作物迁移至人体内，对周围公众造成一定的健康危害。

裸露在地表的废（矿）石堆在一定程度上影响了植被的生长发育，在造成景观破坏的同时也对周围的生态环境造成了负面影响。

开放型的坑口、浅井还存在着人畜坠落的不安全隐患，随意堆放的废（矿）石堆未经过任何稳定措施处置，遇暴雨洪水易诱发滑坡、泥石流等自然灾害。同时也导致了该地区的水土流失。

另外，随着《中华人民共和国环境保护法》和《中华人民共和国放射性污染防治法》的不断宣传和贯彻，各地人民政府及村民对治理环境的要求很迫切，反映十分强烈：

（1）三〇五大队马腰矿点裸露的废（矿）石堆旁边就是耕地、民居，对空气、土壤及耕作者等存在明显的影响隐患；坑口、浅井、槽探不断有氡气逸出，给群众带来误入的危害及心里压力，给生产生活带来很大的安全隐患；地质勘探设施所造成的水土流失、环境破坏，影响恢复生态环境，已经引起当地政府高度关注，多次要求大队进行环境整治。

（2）三〇七大队苷香岭-石沟矿点，当地政府要求对已有的污染源要进行彻底整治。

（3）三一〇大队桩子田矿化点的坑口和渣堆紧靠水库边，对周围公众的生产、生活构成了一定程度的威胁。

综上所述，8 个铀矿床（点）的地质勘探施工遗留下的 92 个坑口未封闭，残留在地表的 40 个废（矿）石堆总堆积量 107576t 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广西壮族自治区三〇五核地质大队、广西壮族自治区三〇七核地质大队和广西壮族自治区三一〇核地质大队）。

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）《广西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 8 个铀矿床（点），包括 92 个坑口（其中涌水坑口 10 个），40 个废（矿）石堆积量为 107576t，裸露面积 35806m^2），浅井 272 个，2120.3m，探槽 185 条，9990m。项目构成详见下表。

广西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		探槽	
		个数	废（矿）石量 t	裸露面积 m^2	无水	有水	个数	深度	条数	长度 m
1	泗顶矿点	11	12067	5313	11				-	-
2	马腰矿点	12	9648	4245	11	1	66	598	-	-
3	371 矿床	4	9440	3148	48		146	1025.1	-	-
4	苗香岭-石沟矿点	3	11607	7401	7		24	201.5	-	-
5	伟扬矿床	2	2152	6696	5		30	161.2	-	-
6	半峡矿化点	3	24004	1874		3	3	17	47	2620
7	石山底矿化点	3	15564	4815		4			90	4838
8	桩子田矿化点	2	23094	2314		2	3	16	47	2478
合计		40	107576	35806	82	10	129	1087.2	185	9990

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，总体目标为合理的降低公众的辐射剂量、保障公众安全，满足国家和部颁标准的管理限值要求，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。

本退役整治工程主要治理源项为坑口、废（矿）石堆、浅井和探槽等4类遗留勘探设施，退役整治深度如下：

1）坑口（有水流出坑口10个、无水坑口82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。

2）废（矿）石堆（40个，总废（矿）石量107576t）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7个废（矿）石堆（305队泗顶矿点的KD-1废（矿）石堆和马腰矿点的KD-1、KD-4、KD-5、KD-6、KD-9、KD-12废（矿）石堆），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，对原址平整、恢复植被，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33个废（矿）石堆的退役整治，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γ辐射水平和表层土中^{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）消除浅井（272个）的一般安全隐患，恢复自然地貌。对于已有矿体露头的浅井，治理完成后仍限定在有限制开放使用的退役深度；对于仍处于天然本底状态的浅井，治理完成后可无限制的开放使用。

4）对探槽（185条）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。

5）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)凡属国家或部颁标准中已确定的现行管理限值，将直接采用。

2)凡属国家或部颁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，可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，并为其它照射留有余地。

(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。

管理限值

1)个人剂量管理目标值

(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。针对本工程的实际情况，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，本工程选取 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

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，本工程退役施工过程中职业照射剂量管理目标值确定为 5mSv/a。

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/T977-1995），废（矿）石堆、尾渣堆经退役治理与环境整治后，其表面氡析出率应不大于 0.74Bq/(m^2•s)。

3)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 226Ra 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；对于移走尾矿（渣、废（矿）石）后的土地，按 0.56Bq/g 控制。

4)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，保证在最不利条件下，距排放口下游最近饮用水取水点水中 U 天然浓度小于 0.05mg/L，水中 ^{226}Ra 浓度小于 1.1Bq/L。

5)γ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/T977-1995），铀矿地质设施退役场所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γ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γ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

广西地区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(人)	距河流（溪沟）距离（m）
1	马腰矿点	废（矿）石堆 KD-1	840	3	200	1500
2	泗顶矿点	废（矿）石堆 KD-1	1105	2000	2000	1500
3	伟扬矿床	一号废(矿)石堆、二号废(矿)石堆	2152	2000	500	
4	371 矿床	一号废(矿)石堆	9440	1100	400	
5	替香岭-石沟矿点	一号废(矿)石堆	11607	1000	500	
6	石山底矿化点	PD-83a、PD-83b	6264	500	280	2
7	半峡矿化点	山 T-2	12758	600	50	250
8	桩子田矿化点	山 T-4	6381.3	500	100	300

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：

广西柳州工作区东北部属中山、低山及丘陵地区；东南部为岩溶峰林洼地和岩溶峰丛谷地；西南部多为岩溶孤峰平原；西北部为融江河谷小平原。泗顶矿点工作区属岩溶峰丛洼地，其地貌特征是：区内石山高大挺拔、峰峦成丛，连绵不断，山体内溶洞极为发育，峰丛与峰丛之间构成许多大小不等形态各异的低洼地。区内以灰岩石山为主，灰岩石山多形成馒头状或三面山山峰，最高标高 800.5m，最低为 242.1m，一般 400～650m，相对高差 250m 左右。石山上低矮灌木和毛草发育。

广西河池工作区地势北高南低，自西北向东南倾斜。西部有东风岭，南部有都阳山，中部有怀达山，海拔多在 500m 至 1000m。北部以土山为主，石山穿插其间；南部以石山为主，夹有少数土山，石山山峰挺拔，岩溶发育。山间的小盆地和石山中的洼地，是境内主要农作基地。马腰矿点区域内为岩溶峰林区和中山丛林区，山峰挺拔，岩溶发育。海拔高度一般 700m-900m，最高达 1136m。植被以灌木丛林和毛草为主。

广西梧州工作区、广西玉林工作区、广西贵港工作区：桂东南的地势总体上呈西北低，东南高。大容山—六万大山—罗阳山一带为界，北部地区水系汇入珠江水系，南部地区向西南流入北部湾。东南部为中、低山地形 ，往西北逐渐坡降，坡角一般在 10°～15°间，至西北部则为镇龙山—龙山低山、丘陵区，中间为数条波状起伏的平原和谷地地形。区内地貌为侵蚀地貌和侵蚀溶蚀地貌，主要表现为丘陵景观，局部零星峰林、谷地、平原宽谷的岩溶地貌特征。区内地形复杂，连绵起伏、沟壑纵横，地貌类型多样，最大相对高差在 800m 以上，一般在 50m～500m；山脉间的丘陵、山前平原、盆地标高在 500m 以下，一般为 100m～150m。

广西桂林工作区:半峡矿化点座落在越城岭东侧，苗儿山群峰中麓东部，越城岭花岗岩体最高海拔 2123.4m，苗儿山岩体最高海拔 2141.5m，两岩体走向为北北东向。 矿化点区域内为典型的多地形地貌，地形较陡，属河谷纵横地形陡峭，植被发育的中底山区，海拔高度 400m~800m，相对高度 200m~500m。

石山底矿化点座落在海拔1883m的金紫山南面，总的地势由东往西，东西高，中间低，由北到南，中间高，南北低。海拔最高750m，最低600m。流经矿化点附近较大的五排河发源于海拔1883米的金紫山，是资源县境内第二大河，流经车田、两水、河口三个民族乡后，滔滔西去，汇入柳江，最后流入珠江，属珠江水系。矿化点内的河流龙洞峡，全长约2000m。矿点植被发育,多为松树、杉树、毛竹和杂木。

桩子田矿化点座落在越城岭东侧，苗儿山群峰中麓东部，越城岭花岗岩体最高海拔2123.4m，苗儿山岩体最高海拔2141.5m，两岩体走向为北北东向。区内为典型的多地形地貌，地形较陡，属河谷纵横地形陡峭，植被发育的中底山区，矿化点内海拔最高600m，最低为450m，相对高差一般在100m—150m之间。有漠川河流入矿化点，再汇入湘江后流入长江。矿化点植被发育,灌木丛生，杉松密集。

2、地质特征：

广西柳州工作区泗顶地区出露地层有寒武系、泥盆系、石炭系和第四系。矿区内以断裂构造为主。矿点位于北西向和北东向构造的交汇部位，其中北东向断裂构造倾向北西，倾角10-15°；北西向断裂构造倾向北东，倾角75°左右。泗顶矿点铀矿化受断裂构造控制，产于铅锌矿层的构造破碎带中。地下水主要有孔隙潜水、岩溶水和岩溶裂隙水。孔隙潜水分布于山前坡积层中，埋藏浅，受降水补给，由高处向低处径流，其排泄形式多呈渗透状渗出或细流量泉水，季节影响明显。岩溶水和岩溶裂隙水形成于灰岩中，埋藏较深，是区内分布最广的地下水。

广西河池工作区：马腰地区位于广西山字形构造前弧西翼中部，北西向丹池大断裂西侧，板升屉状向斜北段。区内出露的地层有石炭系、二叠系、三叠系、第四系。矿区内的构造有马腰小背斜、北东东向断层组、近南北向断裂、北西向断层组。铀矿化受近南北向断裂影响的层间破碎带控制，岩性为泥岩、泥质页岩角砾岩，见黄铁矿化。本区地下水主要有孔隙潜水、岩溶水和岩溶裂隙水。孔隙潜水分布于山前坡积层中，埋藏浅，受降水补给，由高处向低处径流，其排泄形式多呈渗透状渗出或细流量泉水，季节影响明显。岩溶水和岩溶裂隙水形成于灰岩中，埋藏较深，是区内分布最广的地下水。

广西梧州工作区、广西玉林工作区、广西贵港工作区：该区处于桂东南华夏系构造体系之云开隆起西缘、博白——岑溪深大断裂带、华南地槽浦北—大容山

隆起带北段、灵山—寨圩坳陷带中段之南东缘。区内地层自古生界至新生界均有出露；下古生界为地槽类复理式砂、页岩建造；上古界为地台型浅海碳酸盐岩建造；中、新生界主要为陆相红色磨拉石建造，局部火山岩建造。变质岩多为混合花岗岩，呈条带状分布于云开台隆。第四系为冲、洪、坡、残积层,各铀矿床（点）的的矿化程度均受到构造破碎带或刺激裂隙或脉岩所控制，呈似层状、点状、团块状连续或断续分布,区内地下水较丰富。

广西桂林工作区：半峡矿化点位于苗儿山岩体中段东侧，苗儿山岩体的外接触带，以泥盆系地层组成。铀矿化主要在泥盆系富含有机质碳酸岩。燕山运动以断裂和断块运动为主，并伴随花岗岩的多次侵入活动，构成苗儿山复式岩体。燕山期构造运动强度大，持续时间长，形成的构造带规模大，次级构造发育，并以弯曲、膨胀、交叉、褶皱等复合构造形迹出现。矿化点出露的岩石除中泥盆系郁江阶砂岩和东岗岭阶灰岩外尚存构造角砾岩加方解石脉岩。

石山底矿化点位于苗儿山岩体中段西南侧外接触带，立寨坪——两金向斜的东翼。向斜两翼由板溪群、震旦系、奥陶系组成，核部为泥盆系由一套浅海——滨海相的砂岩、粘土岩、硅质岩及少量的碳酸盐岩组成。历经多次构造运动并承受区域变质作用，使岩层发生了不同程度的构造变形和区域变质。区域性车田断裂破碎带呈北东向贯穿矿化点，为成矿提供了有力利的通道和空间。铀矿化主要见于寒武系清溪组下部板岩段和震旦系陡山沱组炭硅板岩中，受层位控制明显。燕山运动以断裂和断块运动为主，并伴随花岗岩的多次侵入活动，构成苗儿山复式岩体。燕山期构造运动强度大，持续时间长，形成的构造带规模大，次级构造发育，并以弯曲、膨胀、交叉、褶皱等复合构造形迹出现。

桩子田矿化点位于苗儿山岩体中段东侧，苗儿山岩体的外接触带，以泥盆系地层组成。铀矿化主要在泥盆系富含有机质碳酸岩。燕山运动以断裂和断块运动为主，并伴随花岗岩的多次侵入活动，构成苗儿山复式岩体。燕山期构造运动强度大，持续时间长，形成的构造带规模大，次级构造发育，并以弯曲、膨胀、交叉、褶皱等复合构造形迹出现。矿化点出露的岩石有中泥盆统郁江阶、东岗岭阶及上泥盆统桂林组融县组地层。矿化点区域位于大角丘-铁山坪背斜的北部倾伏端。而盘古岭断裂则通过桩子田的西部，使本区域的褶皱、断裂构造较为发育。

3、气象特征描述：

广西柳州工作区：属中亚热带季风气候区。太阳辐射强，气候温暖，雨水充沛，冬短夏长，雨热同季，气候资源丰富。年均气温 19℃，一月平均气温 8.5℃，七月平均气温 27.8℃，霜期始于十二月上旬，止于二月中旬，年均无霜期 292 天。年均降雨量 1942.5mm，雨季集中在五至八月。一年四季以东北风频率最多，其次是静风，北风和东北偏北风的频率居第三。

广西河池工作区：位于中、南亚热带之间的季风气候区。总的气候特征是夏长冬短，雨热同季，冬暖夏凉，气候温和，光照充足，局部灾害天气频繁，光、温、水的地域差异明显，四季分明。年平均温度 20℃，降雨量 1563.1mm，日照 1490.2h，无霜期在 340d 以上。3 月至 8 月多为西南风，9 月至 10 月多为西北风，11 月至次年 2 月多为东风。差不多一年有一半时间是静风，4 至 5 月份为多风期。

广西梧州工作区：本区域属于亚热带强潮湿季风气候，温暖潮湿多雨，冬凉夏热，夏长冬短，冬干夏潮，全年霜期极短。区域年平均降雨量 1470.95mm；年平均气温 21℃，最高气温 38℃，最低-2.30℃。相对温度 75%～84%。

广西玉林工作区：本区域属于亚热带强潮湿季风气候，温暖潮湿多雨，冬凉夏热，夏长冬短，冬干夏潮，全年霜期极短。区域年平均降雨量 1470.95mm；年平均气温 21℃，最高气温 38℃，最低-2.30℃。相对温度 75%～84%。

广西贵港工作区：本区域属于亚热带强潮湿季风气候，温暖潮湿多雨，冬凉夏热，夏长冬短，冬干夏潮，全年霜期极短。区域年平均降雨量 1470.95mm；年平均气温 21℃，最高气温 38℃，最低-2.30℃。相对温度 75%～84%。

广西桂林工作区：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。

4、污水汇入的地表水系简介：

广西柳州工作区【1 个铀矿床（点）**】：**区域干流是融江，流经矿点附近的河流是泗顶河。

广西河池工作区【1 个铀矿床（点）**】：**区域干流是红水河，流经矿点附近

河流是坡豪河。

广西梧州工作区【1 个铀矿床（点）】、**广西玉林工作区**【1 个铀矿床（点）】及**广西贵港工作区**【1 个铀矿点】：区内水系发育，河流密布，水量丰富。主要河流有浔江、黔江、郁江、北流河、白沙河、黄华河、九州江等，呈树枝状分布。上述河流分属两大水系：向北、北东流入郁江、浔江，属珠江水系；向南、西南注入北部湾，属北部湾水系。

广西桂林工作区【3 个铀矿点】：桩子田矿化点、半峡矿化点地表水系较发育，长江水系干流湘江的主要支流就有漠川河、最终流入湘江;石山底矿化点地表水系发育，主要河流有五排河（浔江上游）属长江水系，是资源第二大河流,最终流入珠江。

5、地震、滑坡、泥石流、溶洞、暴雨洪水等的概述：

柳州、河池、梧州、玉林、贵港、桂林等工作区的溶洞较为发育。雨季常有洪水、山洪暴发，受山洪、台风影响，局部地区产生坍塌、滑坡、泥石流等地质现象。

6、项目所在地区人文环境的概况介绍：

广西柳州工作区：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”

广西河池工作区：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。

广西梧州工作区：主要为汉族，少数民族有壮族、瑶族、苗族等，劳动力充足，通晓汉语，地方方言为粤语、客家话；区内人口分布密度较大，工作区人口密度平均为：三七一矿床人口密度平均为 183 人/km^2。

广西玉林工作区：主要为汉族，少数民族有壮族、瑶族、苗族等，劳动力充足，通晓汉语，地方方言为粤语、客家话；区内人口分布密度较大，工作区人口密度平均为：苴香岭—石沟矿点人口密度平均为 300 人/km^2。

广西贵港工作区：主要为汉族，少数民族有壮族、瑶族、苗族等，劳动力充

足，通晓汉语，地方方言为粤语、客家话；区内人口分布密度较大，工作区人口密度平均为：伟扬矿床人口密度平均为 451.4 人/km^2。

广西桂林工作区：半峡矿化点周围居民多为汉族、还有瑶、壮等少数民族，人口稀少，但劳动力较充足。石山底矿化点周围居民多依山傍水居住，在河溪交汇处或山间小盆地相对集中。桩子田矿化点周围居民多为汉族、还有瑶、壮等少数民族，人口稀少，劳动力较充足，。

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。

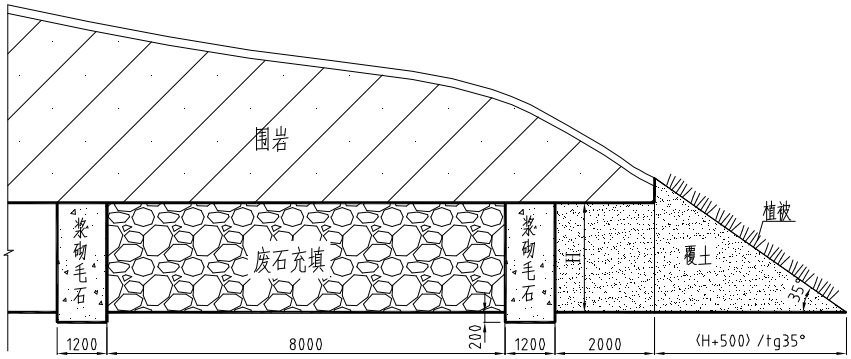

图 1　无水坑口治理方案示意图

③有水流出坑口的治理

采用疏水、被动式滤水封堵的治理方案，治理方案：采用在坑口内修建被动式滤水集水池进行疏排水，考虑到地质探矿设施永久性退役，对坑口进行两道砼墙封堵，两墙相距约 10m，在两墙之间设置被动式简易砾石过滤层和集水池，集水池长 1.0m、高 1.2m，上盖钢筋砼预制板。砾石以自然安息角靠集水池内墙堆放，形成砾石过滤层，坑道水流经砾石层通过滤水管进入集水池后，用Φ150 的水泥涵管将坑口出水导出，然后用暗管直接疏排。

④有水流出坑口治理工程方法与措施

有水坑口治理方案为：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。疏水、封堵方案示意图见下图。

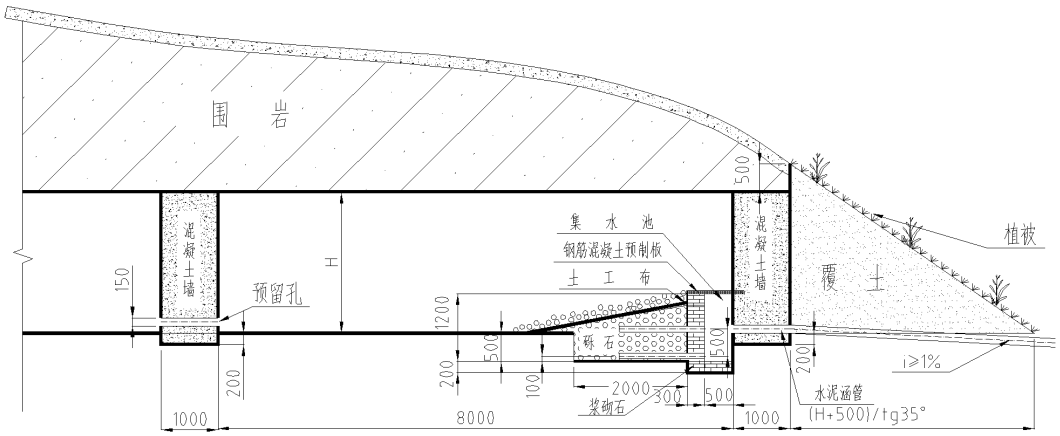

图 2 有水坑口治理方案示意图

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”退役整治二期工程中，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

因本项目中所有的矿床（点）均位于广西自治区境内，因此选用位于广西自治区大新县境内的七〇一矿退役治理工程的覆盖试验资料，做为该项目选择覆土厚度的依据，其覆土厚度与抑制 ^{222}Rn 析出率的关系式为：

$$X=0.5ln（J_i/J_o）+0.03 \quad （式 2.5-1）$$

式中：X——需要覆盖的夯实后的土壤厚度，m；

J_i——覆盖前 ^{222}Rn 析出率平均值，$Bq/m^2·s$；

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

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：

$$X = \Delta_{1/2} \log_2(\frac{H_i}{H_0}) \quad （式2.5-2）$$

式中：

X为需要覆盖的夯实后粘土的厚度，cm；

$\Delta_{1/2}$ 为半值层厚度，即γ辐射剂量率减弱一半所需的覆盖层厚度，根据覆盖试验数据计算出本项目的半值层厚度为23.4cm；

Hi为覆盖前的γ辐射剂量率平均值，$\times10^{-8}$Gy/h；

Ho为γ辐射剂量率的控制值，即本底值+17.4$\times10^{-8}$Gy/h。

1）根据覆盖厚度与抑制^{222}Rn析出率的关系，按源项的表面^{222}Rn析出率均值计算出覆盖厚度X1；

2）根据中覆盖厚度与屏蔽γ辐射剂量率的关系，按源项的γ辐射剂量率均值计算出覆盖厚度X2；

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X3＝max｛X1，X2｝；

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)，按照工程正常使用年限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为35cm，记为Xmin；

综上所述，本项目覆盖厚度设计值X＝max{X3+ΔX，Xmin}= max{X3+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 = I0e-μd，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。

广西地区废（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	泗顶矿点	KD-1	清挖	0
2	泗顶矿点	KD-2	原地覆盖	40
3	泗顶矿点	KD-3	原地覆盖	40
4	泗顶矿点	KD-4	原地覆盖	45
5	泗顶矿点	KD-5	原地覆盖	45
6	泗顶矿点	KD-6	原地覆盖	50
7	泗顶矿点	KD-7	原地覆盖	50
8	泗顶矿点	KD-8	原地覆盖	35
9	泗顶矿点	KD-9	原地覆盖	35
10	泗顶矿点	KD-10	原地覆盖	35
11	泗顶矿点	KD-11	原地覆盖	35
12	马腰矿点	KD-1	清挖	0
13	马腰矿点	KD-2	原地覆盖	45
14	马腰矿点	KD-3	原地覆盖	40

15	马腰矿点	KD-4	清挖	0
16	马腰矿点	KD-5	清挖	0
17	马腰矿点	KD-6	清挖	0
18	马腰矿点	KD-7	原地覆盖	35
19	马腰矿点	KD-8	原地覆盖	40
20	马腰矿点	KD-9	清挖	0
21	马腰矿点	KD-10	原地覆盖	40
22	马腰矿点	KD-11	原地覆盖	50
23	马腰矿点	KD-12	清挖	0
24	371 矿床	一号废（矿）石堆（шт-1 等）	原地覆盖	40
25	371 矿床	二号废（矿）石堆（шт-18 等）	原地覆盖	40
26	371 矿床	三号废（矿）石堆（шт-2 等）	原地覆盖	35
27	371 矿床	四号废（矿）石堆（шт-19 等）	原地覆盖	35
28	菭香岭-石沟矿点	一号废（矿）石堆（YD-1 等）	原地覆盖	50
29	菭香岭-石沟矿点	二号废（矿）石堆（CD-2 等）	原地覆盖	45
30	菭香岭-石沟矿点	三号废（矿）石堆（CD-3、CD2-155 等）	原地覆盖	50
31	伟扬矿床	一号废（矿）石堆(KD—1、KD—5 等）	原地覆盖	35
32	伟扬矿床	二号废（矿）石堆（KD—2、KD—3 等）	原地覆盖	35
33	半峡矿化点	山 T-1	原地覆盖	35
34	半峡矿化点	山 T-2	原地覆盖	35
35	半峡矿化点	山 T-5	原地覆盖	35
36	石山底矿化	石山底 PD-59	原地覆盖	45
37	石山底矿化	石山底 PD-63	原地覆盖	35
38	石山底矿化	石山底 PD-83a、PD-83b	原地覆盖	40
39	桩子田矿化点	桩子田矿化点山 T-3	原地覆盖	35
40	桩子田矿化点	桩子田矿化点山 T-4	原地覆盖	35

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（305 队泗顶矿点的 KD-1 废（矿）石堆和马腰矿点的 KD-1、KD-4、KD-5、KD-6、KD-9、KD-12 废（矿）石堆）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 3 个，分别为半峡矿化点山 T-1、石山底 PD-63 以及石山底 PD-83a、PD-83b 废（矿）石堆：

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 8 个、治理废（矿）石堆 40，其中，7 个废（矿）石堆（305 队泗顶矿点的 KD-1 废（矿）石堆和马腰矿点的 KD-1、KD-4、KD-5、KD-6、KD-9、KD-12 废（矿）石堆）采用清挖回填、迁移集中的治理方案，其余 37 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。

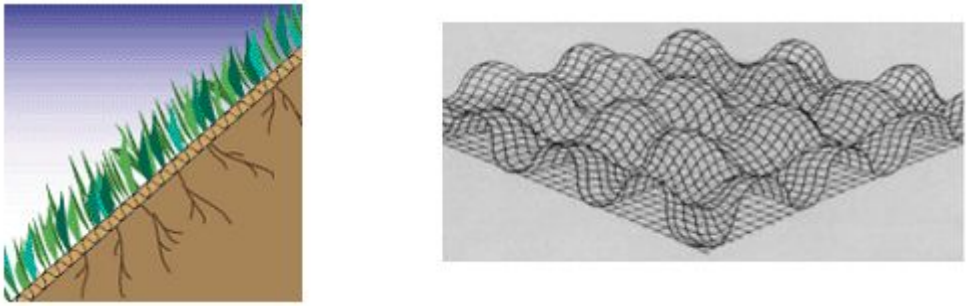

图 4 三维土工网护坡形式

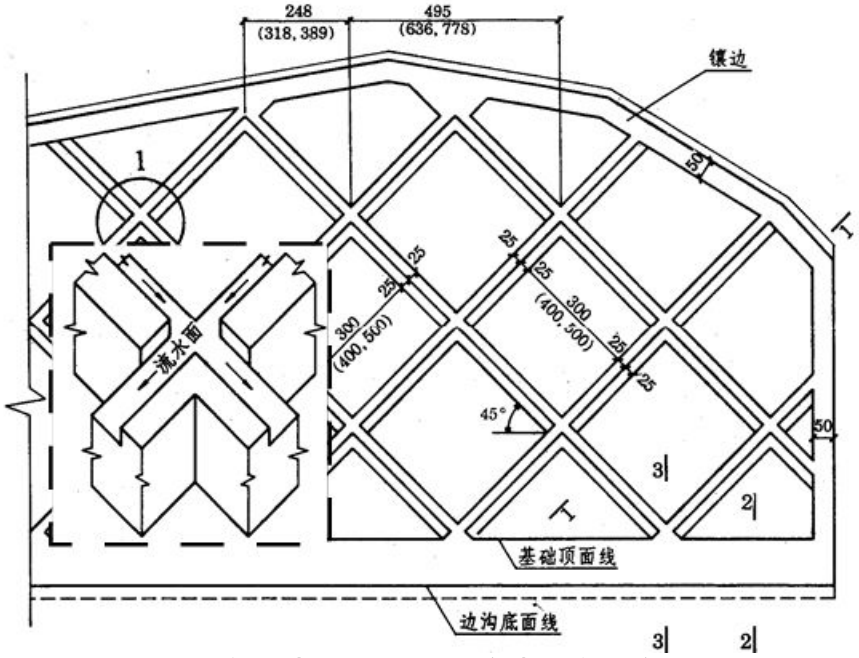

图 5 浆砌片石截水骨架护坡形式（方格型）

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 2.5645 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（矿）石堆，采用了防止土坡雨力侵蚀较为有效、造价经济的骨架内种草护坡，占治理总面积的 45.21%；岸边采用浆砌片石护坡的占 10.33%；其余采用种草护坡。

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：1 级－无鳞片状面蚀，即地面植物生长良好、分布均匀、一般覆盖率大于 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，广西地区以丘陵山地为特色，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 200m～2000m 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。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骨架草灌护坡，防护总面积为14007m^2（占总治理面积的45.21%）及浆砌片石护坡，防护面积为3199m^2（占总治理面积的10.33%），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。

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。

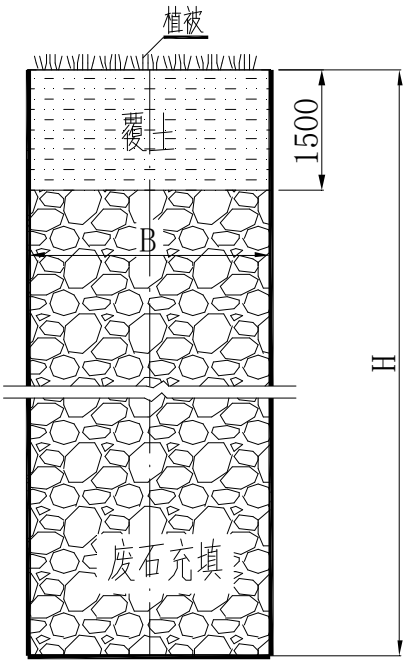

图 6　　浅井封堵方案示意图

（4）探槽治理

地质队探矿区域遗留的探槽，对人、畜的安全构成威胁，故这些探槽需要治理。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 7。

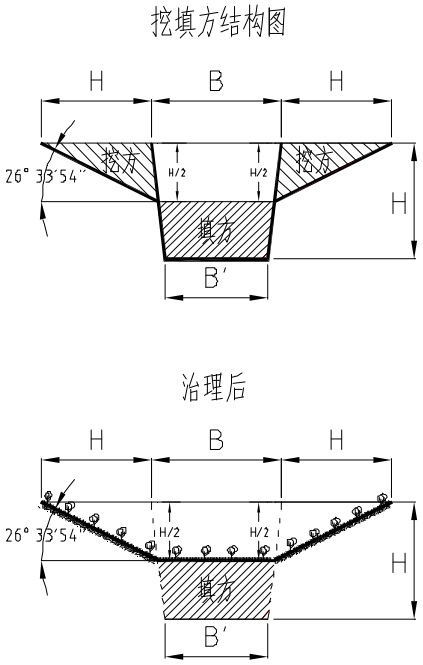

图 7　横向探槽治理方案示意图

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 8。

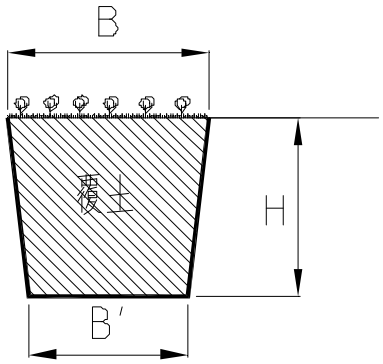

图 8　竖向探槽治理方案示意图

3、环境影响分析

（1）整治前的环境影响

广西地区铀矿地质勘探设施“十二五”退役整治二期工程此次计划退役整治的 8 个铀矿床（点），包括 92 个坑口（其中涌水坑口 10 个），40 个废（矿）石堆场（废（矿）石堆积量为 107576t，裸露面积 35806m^2），浅井 272 个，2120.3m，探槽 185 个，9990m。经监测，这些废（矿）石堆的 ^{222}Rn 析出率范围为 0.29～1.72Bq/m^2·s，均值为 0.80Bq/m^2·s，超过管理目标值；贯穿辐射剂量率范围为 18～256×10^{-8}Gy/h，均值为 89×10^{-8}Gy/h，均超过当地本底水平；废（矿）石天然铀含量为 150.58mg/kg，镭含量为 1853.97Bq/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。各治理点周围居民是本项目的关键居民组，距离居民最近的是三〇五大队的马腰矿点 KD-1，其上已有建筑，退役考虑拆除搬迁民房后清挖治理。退役治理后距离居民点最近的是马腰矿点 KD-10 废（矿）石堆，距离居民点约 50m。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 942.1Bq/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，而且退役整治二期工程在山区，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。广西片区源项需治理 8 个矿床(点)、40 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	泗顶矿点	0.455	1.915	2.37
2	马腰矿点	0.402	2.076	2.478
3	三七一矿床	0.301	1.814	2.115
4	苷香岭-石沟矿点	0.524	2.641	3.165
5	伟扬矿床	0.403	1.633	2.036
6	半峡矿化点	0.264	1.572	1.836
7	石山底矿化点	0.423	2.137	2.560
8	桩子田矿化点	0.286	1.230	1.516

根据上表，广西片区工作人员受有效剂量当量最大估算值为苷香岭-石沟矿点。

经计算：H^a_E——吸入氡子体所致有效剂量当量，0.524mSv；

H^a_γ——γ辐射所致有效剂量当量，2.641mSv；

工作人员有效剂量当量：$H^a_E+H^a_\gamma=3.165$mSv

根据中南地区在“十二·五”二期工程期间安排的退役整治二期工程量，从上表可知，每个单项工程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。

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。

广西地区选取距居民点最近的 305 大队马腰矿点 KD-1 废石堆估算，裸露面积 370m^2，贯穿辐射剂量率均指为 123×10^{-8}Gy/h，氡析出率均指为 0.83Bq/m^2·s，废（矿）石堆施工时间大约 2 个月，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，0.006mSv；

H^a_γ——γ辐射所致有效剂量当量，0.103mSv；

公众有效剂量当量：$H^a_E+H^a_\gamma=0.109$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

各治理点周围居民是本项目的关键居民组，距离居民最近的是三〇五大队的马腰矿点 KD-1，其上已有建筑（该建筑现已拆除），退役考虑拆除搬迁民房后清挖治理。

矿点的主要放射性源项为废（矿）石堆和坑口，依据前述计算公式（治理地区基本为林地，百姓日间居留时间较短，故居留因子选取 0.05），退役治理前气载流出物所致最大个人剂量为 0.06mSv/a，γ辐射所致最大个人剂量为 0.26mSv/a，最大个人总剂量为 0.32mSv/a，主要途径为废（矿）石堆释放的氡气和γ辐射所致照射。退役治理后所致最大个人剂量为 0.04mSv/a，为退役治理前的 12.5%。

2）竣工后环境影响

广西地区铀矿地质勘探设施“十二五”退役整治二期工程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，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，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40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。

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。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。

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。

在整个退役整治二期工程全部竣工后，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，以保证退役整治二期工程的最终质量。

在退役整治二期工程竣工后，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γ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。

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、坑口	——	——	——	1 个	1 个
二、废(矿)石堆					
1)面积≤100m^2	1	1	清挖取不少于5 点制混合样1 个	——	——
2)面积＞100m^2	1 个/50m^2	每 200m^2 布 1 个 且≥2 个		——	——
三、浅井	——	——	——	1 个	——
四、探槽					
1)面积≤100m^2	1	1	取不少于5 点制混合样1	——	——
2)面积＞100m^2	1 个/50m^2	每 200m^2 布 1 个 且≥2 个		——	——

4 管理计划

在退役整治二期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。

退役整治二期工程竣工后，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二期工程的规章制度，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，对退役整治二期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、结论

1、项目概况

广西地区铀矿地质勘探设施“十二五”退役整治二期工程，共有 8 个铀矿床（点），包括 92 个坑口（其中涌水坑口 10 个），40 个废（矿）石堆场（废（矿）石堆积量为 107576t，裸露面积 35806m^2），浅井 272 个，2120.3m,探槽 185 个，9990m。

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、探槽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。但是，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

施工过程中对工作人员有效剂量当量为 3.165mSv，低于工作人员个人年有

效剂量当量管理限值（5mSv）；施工过程中对公众所受的有效剂量当量为 0.109 mSv，低于施工期公众人员个人年有效剂量当量管理限值（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 0.04mSv/a，低于公众人员个人年有效剂量当量管理限值（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·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、承诺与建议

建议各地质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。

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