鄂豫地区铀矿地质勘探设施“十二五”退役整治二期工程（湖北片区）

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



001641

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

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***

二〇一二年十二月二十四日

仅用于鄂豫地区铀矿地质勘探设施“十二五”退役整治二期工程（湖北片区）使用

项目名称：鄂豫地区铀矿地质勘探设施“十二五”退役整治二期工程（湖北片区）

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）

鄂豫地区铀矿地质勘探设施“十二五”退役整治

二期工程（湖北片区）

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	鄂豫地区铀矿地质勘探设施“十二五”退役整治二期工程（湖北片区）		

项目退役原因及依据：

鄂豫地区铀矿地质勘探设施“十二五”退役整治二期工程涉及湖北、河南两省，为方便地方环保部门监管，报告按湖北片区和河南片区编制，本文为鄂豫地区铀矿地质勘探设施“十二五”退役整治二期工程（湖北片区）环评报告。

一、 项目退役原因

湖北片工作区处在十堰市、孝感市 2 个工作区的 3 县 3 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 3 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 22 个，浅井 3 个，剥土 1 块等。在本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。

地质勘探结束后，在地表主要遗留有坑口 22 个（全为无水坑口），废（矿）石堆 22 个、废石总量 90451t，浅井 3 个，剥土 1 处，岩（矿）芯堆 25t。坑（井）口有氡气外逸、少数坑口废水外流，造成对周围农田、水源的污染。废（矿）石堆及剥土表面氡析出率大多数超过 0.74Bq/（m^2•s）的管理限值，γ辐射剂量率均值大部分超过勘探矿区本底水平的数倍。

废（矿）石在坑（井）口的出口处就地堆放，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（矿）石堆被洪水冲刷流失，掩埋农田和道路，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（井）口，还存在误入或坠落等诸多的不安全因素。另外，裸露地表的岩（矿）芯堆不同程度造成了景观破坏或水土流失，也对周围的生态环境造成了一定的破坏。

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，对混杂于废（矿）石堆中的副产矿石也存在被洪水冲刷而流散到环境的可能。

本项目拟退役整治的矿（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：

综上所述，3 个铀矿床（点）的地质勘探施工遗留下的 22 个坑口未封闭，残留在地表的 22 个废（矿）石堆总堆积量 90451t 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北省核工业地质局。

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）《鄂豫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 3 个铀矿床（点），包括 22 个坑口（全为无水坑口），22 个废（矿）石堆场（废（矿）石堆积量为 90451t，裸露面积 25258m^2），浅井 3 个，16.3m,岩(矿）芯堆 1 堆，25t。项目构成详见下表。

鄂豫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（湖北片区）

序号	矿床（点）名称	废（矿）石堆			坑口		浅井个	剥土		岩（矿）芯堆 t
		个数	废（矿）石量 t	裸露面积 m^2	无水	有水		个数	面积 m^2	
5	下营矿点	12	31008	8988	12	0	0	0	0	0
6	黄云铺矿点	7	44308	12453	7	0	0	0	0	0
7	烟果冲矿点	3	15135	3817	3	0	3	1	260	25
合计		22	90451	25258	22	0	3	1	260	25

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将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、浅井、废（矿）石堆、剥土、岩矿（芯）堆等5类遗留勘探设施，退役整治深度如下：

1)坑口（有水流出坑口2个、无水坑口29个）、井口（3个）均进行有效封堵，防止坑（井）口氡气外逸、控制废水外流，保护公众的健康与安全，防止人、畜掉入浅井、误入坑道而造成意外伤害。

2)废（矿）石堆（22个、总量90451t）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3个废石场（下营矿点的KD-7废石场，黄云铺矿点的KD-6和KD-7等2个废石场），经过技术经济比较，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。

注：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19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)对于剥土（1处、裸露面积260m^2，烟果冲矿点BT-1剥土）的退役整治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^{226}Ra核素含量以及抑制^{222}Rn析出的治理目的。

4)对于岩（矿）芯堆（25t），采取挖除、迁移、集中运至就近坑（井）口内回填处置的方案，实施后其原址的退役整治将达到无限制开放使用的深度。

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（矿）石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 ^{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；对于移走尾矿（渣、废石）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

湖北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	距河流距离（m）
1	黄云铺矿点	KD-4	3692	500	22	200
2	烟果冲矿点	KD-1	11473	600	15	10
3	下营矿点	KD-12	1756	200	8	500
合计			16921		45	

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：

湖北十堰工作区：郧西县地处鄂豫陕三省交界处，属于鄂西北边塞顶点，南临汉江天险，北靠秦岭山脉，西南接川陕边境的大巴山脉，东以郧县为邻，四周均为大山所围，境内间有不少大小不等的村落平川。地势西北高，东南低，海拔多在 800m 以上；中部汉江谷地为海拔 250m~500m 的丘陵区。本区山地相连，植被覆盖较好。

湖北孝感工作区：安陆市地处桐柏山、大洪山余脉的丘陵与江汉平原北部交汇地带，地势北高南低，北部为丘陵岗地，南部为河谷平原。矿区以低山地貌为主，地面高程 50m~1000m。

2、地质特征：

湖北十堰工作区：郧西下营、黄云铺矿点产于寒武系炭硅岩层中。各点铀矿化程度不同，受南北方向压应力作用及各类构造挤压破碎带、揉皱带、张性正断层，多压扭断性断层所控制，呈点状、团块状断续性分布，原生、次生铀矿均呈团块，星点状产出，伴生矿物有磷、钒、石煤、黄铁矿、褐铁矿、高岭土、绿松石、孔雀石等。

湖北孝感工作区：烟果冲矿点位于淮阳山字型构造前弧西翼鄢家冲倒转向斜 NE 翼，下寒武统地层组成其核部，震旦系上统地层组成其两翼。铀矿化产于下寒武薄层炭质硅质板岩含磷结核层中，矿化受区域性大构造之次极小构造控制层间破碎带控矿，铀和磷、钒等矿伴生。

区内出露地层有：下元古界应山群伏苓组，下部为浅黄色千枚岩及千枚状板岩等，中部为一套硅质泥碳质灰岩及碳硅板岩和泥碳板岩，上部为绢云母千枚状板岩等；中新生界东湖群红色砾岩；新生界第四系沿河沟分布之残积冲积物等。地层总的呈北西—南东方向分布。

3、气象特征描述：

湖北十堰工作区：工作区处于华北自然区域和华中自然区域之间，是过渡地带，属于“副热带北界大陆性季风气候。”特点是：四季分明，雨量适中，日照充

足，气候温和，无霜期长，严冬时间短。区内年平均气温 15.4℃，极端最高温度 41.9℃，极端最低温度 2.5℃；年均降雨量 800mm 左右；年均日照为 1874h。

湖北孝感工作区：区域属北亚热带季风气候区，气候特征为春秋短、冬夏长，四季分明，夏季炎热多雨。年平均气温为 16.0℃，一月份平均气温为 2.8℃，七月份平均气温 26.1℃；年平均降水量 1100mm。

4、污水汇入的地表水系简介：

湖北十堰工作区【2 个铀矿床（点）**】**：境内主要河流有金钱河、天河、归仙河、泥河、兰河、仙河等。其中，纵贯南北的金钱河、天河、仙河属汉江一级支流。

湖北孝感工作区【1 个铀矿床（点）**】**：烟果冲矿点地处安陆、京山、随州三县市交界处，漳河水系北岸，流经王义贞镇的主要河流为汝南河。

5、地震、滑坡、泥石流、溶洞、暴雨洪水等的概述：

区内近百年来无地震资料记载，很少见大范围滑坡，泥石流等地质灾害发生，抗震设防烈度为六度。

6、项目所在地区人文环境的概况介绍：

湖北十堰工作区：下营矿点所在乡，下辖 16 个村、92 个村民小组、5909 户、21974 人，区内人口密度 340 人/km^2；黄云铺矿点与下营矿点区内人口密度 291 人/km^2，。

湖北孝感工作区：烟果冲矿点所在镇，下辖 28 个行政村和 1 个街道居委会。总人口 3.2 万人，其中农业人口 29058 人。

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。

本工程坑口全为无水坑口，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。

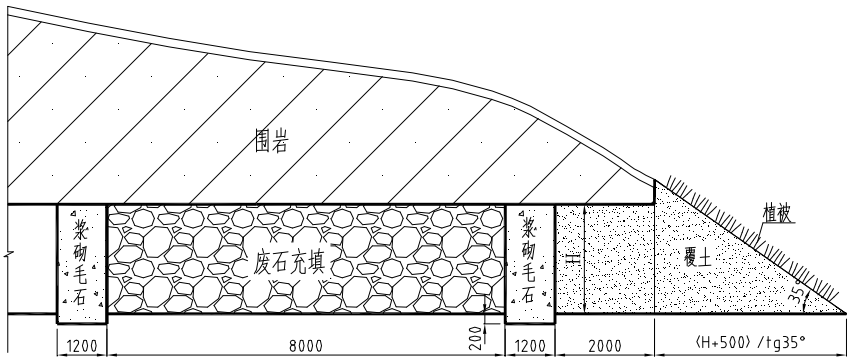

图 1　无水坑口治理方案示意图

（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

三〇九大队在“十二五”二期工程前期工作中，在湖北省孝感地区的烟果冲矿点开展了覆盖试验，本工程采用由覆盖试验结果推导出的覆土厚度与抑制^{222}Rn析出率的关系式，作为本工程覆土厚度的依据。其覆土厚度与抑制^{222}Rn析出率的关系式为：

$$X_1 = 70.95\ln\frac{J_i}{J_0} + 10.92$$（相关系数 r=0.9976）

式中：X_1 —— 覆盖、压实后的覆土厚度（cm）；

J_i —— 覆盖前的 ^{222}Rn 析出率平均值（$Bq\cdot m^{-2}\bullet s^{-1}$）；

J_o —— ^{222}Rn 析出率的管理限值，J_o=0.74$Bq\cdot m^{-2}\bullet s^{-1}$。

覆盖厚度与屏蔽γ辐射剂量率的关系式

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：

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

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

覆盖试验数据，计算得出$\Delta_{1/2}$≈16.5cm；

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

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

为抑制氡析出和控制γ辐射水平，废（矿）石堆、剥土等覆盖厚度按以下步骤计算确定：

根据覆盖厚度与抑制^{222}Rn析出率的关系式（公式2-1），按源项的表面^{222}Rn析出率均值计算出覆盖厚度X_1。

根据覆盖厚度与屏蔽γ辐射剂量率的关系式（公式2-2），按源项的γ辐射剂量率均值计算出覆盖厚度X_2。

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}。

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。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。

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}、即X=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$I = I_0 e^{-\mu d}$，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cm）。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。

湖北片区废（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	下营矿点	下营 KD-1	原地覆盖	35
2	下营矿点	下营 KD-2	原地覆盖	35
3	下营矿点	下营 KD-3	原地覆盖	40
4	下营矿点	下营 KD-4	原地覆盖	35
5	下营矿点	下营 KD-5	原地覆盖	45
6	下营矿点	下营 KD-6	原地覆盖	40
7	下营矿点	下营 KD-7	清挖	0
8	下营矿点	下营 KD-8	原地覆盖	45
9	下营矿点	下营 KD-9	原地覆盖	35
10	下营矿点	下营 KD-10	原地覆盖	40
11	下营矿点	下营 KD-11	原地覆盖	45
12	下营矿点	下营 KD-12	原地覆盖	40
13	黄云铺矿点	黄云铺 KD-1	原地覆盖	35
14	黄云铺矿点	黄云铺 KD-2	原地覆盖	45
15	黄云铺矿点	黄云铺 KD-3	原地覆盖	35
16	黄云铺矿点	黄云铺 KD-4	原地覆盖	40
17	黄云铺矿点	黄云铺 KD-5	原地覆盖	35
18	黄云铺矿点	黄云铺 KD-6	清挖	0
19	黄云铺矿点	黄云铺 KD-7	清挖	0
20	烟果冲矿点	KD-1	原地覆盖	35
21	烟果冲矿点	KD-2	原地覆盖	35
22	烟果冲矿点	KD-3	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（下营 KD-7、黄云铺 KD-6、黄云铺 KD-7）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 1 个滨河废（矿）石堆，设计在废（矿）石堆坡脚设置了浸水挡土墙及护坦，并结合河流水位，使得废（矿）石堆滨河侧边坡所采用的片石护坡高于最高洪水位 0.5m 以上，可有效防止水流冲刷废（矿）石堆坡脚和洪水淹没废（矿）石堆的事件的发生。

E 废（矿）石堆治理工程方法与措施

十堰工作区共有 19 个废（矿）石堆需要治理，其中下营矿点 12 个、黄云铺矿点 7 个，均属山坡堆积型废（矿）石堆。

下营矿点 KD-7 和黄云铺矿点 KD-6、KD-7 等 3 个废（矿）石堆，采用迁移归并的治理方案，治理后列为无限制开放使用的区域：

考虑到下营矿点 KD-7 废（矿）石堆（废（矿）石量为 1097t）、KD-9 废（矿）石堆（废（矿）石量为 4444t）、相距较近，且具备容纳 KD-7 废（矿）石堆全部废（矿）石及超挖污染土的条件，故将 KD-7 废（矿）石堆彻底挖除，并将全部污染物回填坑口后，迁移至 KD-9 废（矿）石堆集中处理。废（矿）石堆迁移后，需对原址进行平整并恢复自然地貌，治理后达到无限制开放使用的退役深度。

考虑到黄云铺矿点 KD-6、KD-7 废（矿）石堆（废（矿）石量分别为 1219t，802t）、KD-2 废（矿）石堆（废（矿）石量为 4142t）相距较近，且具备容纳 KD-6、KD-7 废（矿）石堆全部废（矿）石及超挖污染土的条件，故将 KD-6、KD-7 废（矿）石堆彻底挖除，并将全部污染物回填坑口后，迁移至 KD-2 废（矿）石堆集中处理。废（矿）石堆迁移后，需对原址进行平整并恢复自然地貌，治理后达到无限制开放使用的退役深度。

㉀除上述 3 个废（矿）石堆外，其余 16 个废（矿）石堆均采用原地覆盖的治理方案，治理后列为有限制开放使用的区域。

为防止雨力侵蚀土坡，除设置截排水沟以外，下营矿点的 KD-1、KD-2、KD-3、KD-5、KD-8、KD-6、KD-9、KD-10、KD-11 以及黄云铺矿点的 KD-1、KD-2、KD-3、KD-5 等 13 个废（矿）石堆采用浆砌片石截水骨架护坡进行防

护；下营矿点的 KD-4、KD-12 和黄云铺矿点的 KD-4 等 3 个废（矿）石堆采用种植草灌护坡进行防护

⑤烟果冲矿点共有 3 个废（矿）石堆需要治理，除 KD-1 废（矿）石堆紧靠水库外，其余 2 个废（矿）石堆均为山坡堆积型废（矿）石堆。

1）KD-2 和 KD-3 等 2 个废（矿）石堆均采用原地覆盖的治理方案，治理后列为有限制开放使用的区域。

为防止雨力侵蚀土坡，除设置截排水沟以外，KD-2 废（矿）石堆采用浆砌片石截水骨架护坡进行防护；KD-3 废（矿）石堆采用种植草灌护坡进行防护。

2）KD-1 废（矿）石堆（废（矿）石量为 11474t）紧靠水库，水库最高水位为+104.5m、常水位为+98.7m，废（矿）石堆顶部高程约为+107.0m，底部标高约为+98.7m。

该废（矿）石堆治理方案为：在坡脚砌筑重力式浸水挡土墙（挡土墙型号为 NYQ4F3），采取扣墙（墙深 1.0m）、护坦（宽 1.5m）等浅基防护措施；对最高洪水位加安全超高 0.5m 以下的废（矿）石边坡，采用浆砌片石护坡进行护砌，以防出现河水冲刷坡脚引起废（矿）石流失或垮塌的事故；然后，在其上部覆土并恢复植被，最后设立警示牌，治理后该废（矿）石堆列为有限制开放使用的区域。

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。

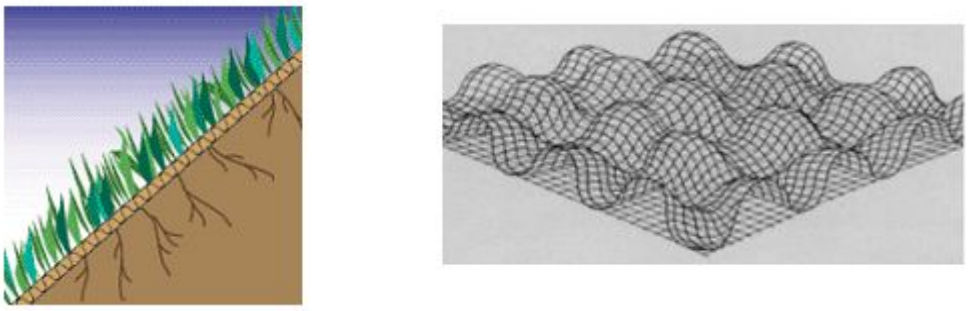

图 4　　三维土工网护坡形式

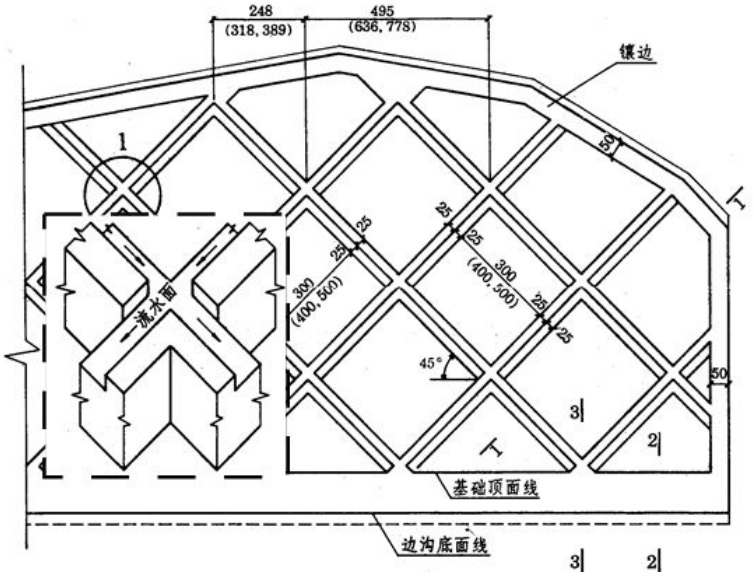

图 5　　浆砌片石截水骨架护坡形式（方格型）

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 2.111 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，采用土工网复合植被护坡的占 3.47%、采用浆砌片石截水骨架草灌护坡的占 65.12%、采用岸边浆砌片石护坡的占 3.32%；其余采用草灌护坡为 28.09%。

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Ⅸ区热带亚热带。Ⅸ区常用的护坡植物为狗牙根、结缕草、竹节草、假俭草、巴哈雀稗、白三叶、夹竹桃，各矿点可根据具体情况选用。

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，设计还采用了浆砌片石骨架草灌护坡、防护总面积占总治理面积的65.12%；浆砌片石护坡、防护面积占总治理面积的3.32%，土工网复合植被护坡、防护面积占总治理面积的3.47%，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，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。

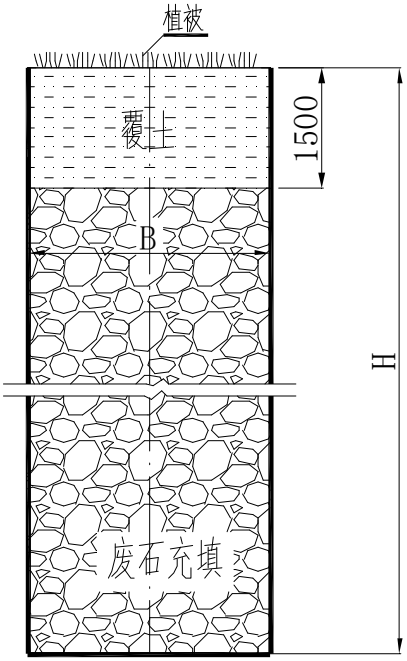

图 6　　浅井封堵方案示意图

（4）剥土

地质队探矿区域遗留的剥土坑，一般处于异常地带，需要治理。由于剥土坑不是很深，但裸露面积很大，故采用剥土表面覆土植被治理方案。剥土坑治理方案示意图见图 7。

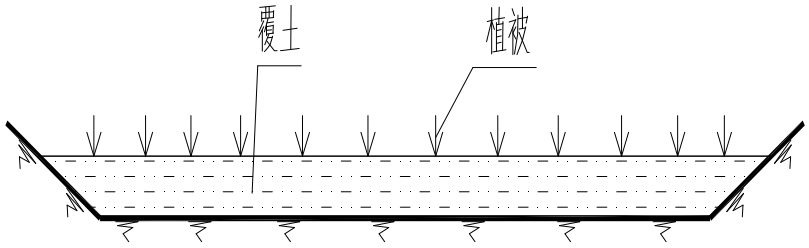

图 7　　剥土坑治理方案示意图

（5）浅井岩（矿）芯堆

烟果冲矿点遗留地表 1 处岩（矿）芯堆，目前堆放在 KD-3 坑口附近的山坡平台上，堆放面积约 8m^2，堆存总量 25t。采取将岩（矿）芯集中运至烟果冲矿点 KD-3 回填的治理措施。

3、环境影响分析

（1）整治前的环境影响

鄂豫地区铀矿地质勘探设施“十二五”退役整治二期工程（湖北片区）此次计划退役整治的 3 个铀矿床（点），包括 22 个坑口（全为无水坑口），22 个废（矿）石堆场（废（矿）石堆积量为 90451t，裸露面积 25258m^2）,剥土 1 个，裸露面积计 260m^2,浅井 3 个，16.3m。经监测，这些废（矿）石堆的 ^{222}Rn 析出率范围为 0.37～1.73Bq/m^2·s，均值为 0.84Bq/m^2·s，超过管理目标值；贯穿辐射剂量率范围为 36～253×10^{-8}Gy/h，均值为 116×10^{-8}Gy/h，均超过当地本底水平；废（矿）石天然铀含量为 188.58mg/kg，镭含量为 2314.97Bq/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。十堰工作区下营矿点 KD-12 废（矿）石堆距居民点约 50m。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 1076Bq/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

果如下表。湖北片区源项需治理 3 个矿床(点)、22 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	下营矿点	0.592	2.822	3.414
2	黄云铺矿点	0.697	2.460	3.157
3	烟果冲矿点	0.368	1.734	2.102

根据上表，湖北片区工作人员受有效剂量当量最大估算值为黄云铺矿点。

经计算：H^a_E——吸入氡子体所致有效剂量当量＝0.592mSv；

H^a_γ——γ辐射所致有效剂量当量＝2.822mSv；

工作人员有效剂量当量：$H^a_E+H^a_\gamma$＝3.414mSv。

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，从上表可知，每个单项工程可以安排在 12 个月内完成，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。

湖北片区距居民点最近的下营矿点 KD-12 废石堆估算，裸露面积 509m^2，贯穿辐射剂量率均指为 156×10^{-8}Gy/h，氡析出率均指为 0.93Bq/m^2·s， 废（矿）石堆施工时间大约 3 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 180 小时。

经计算：H^a_E——吸入氡子体所致有效剂量当量，0.010mSv；

H^a_γ——γ辐射所致有效剂量当量，0.197mSv；

公众有效剂量当量：$H^a_E+H^a_\gamma=0.207$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

在待治理的矿点中，小十堰工作区下营矿点 KD-12 废（矿）石堆外围距离最近的居民仅 50m。

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有效剂量为 0.12mSv/a，γ辐射所致最大个人有效剂量为 0.32mSv/a，其总的有效剂量水平为 0.44mSv/a，出现在下营矿点 KD-12 废（矿）石堆东北方向（0～1）km 的居民组，主要途径为废（矿）石堆释放的 ^{222}Rn 的吸入危害和γ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 0.059mSv/a，为退役治理前的 13.4%，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

鄂豫地区铀矿地质勘探设施“十二五”退役整治二期工程（湖北片区）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，湖北片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22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。鄂豫地区铀矿地质勘探设施“十二五”退役整治二期工程（湖北片区）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、剥土					
1)面积≤100m^2	2	1	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		——	——
二、坑井口	——	——	——	1个	1个
三、废(矿)石堆					
1)面积≤100m^2	1	1	清挖废（矿）石中取不少于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		——	——
四、岩心堆					
1)面积≤100m^2	2	1	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		——	——
五、浅井	——	——	——	1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

鄂豫地区铀矿地质勘探设施“十二五”退役整治二期工程（湖北片区），共有3个铀矿床（点），湖北片区“十二五”退役整治二期工程需治理的铀矿（床）点为19个，主要源项分别为坑口22个，全为无水坑口；废（矿）石堆22个，废（矿）石量约90451t；浅（竖）井3条；剥土1处，面积约260m^2；岩芯堆1处，总重25t；。

2、辐射环境现状

本期退役整治工程的主要治理源项为坑口、废（矿）石堆、剥土、岩芯堆和浅（竖）井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，下营矿点KD-12废（矿）石堆距最近的居民点仅有50米，故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 3.414mSv，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 0.207mSv，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 0.059mSv/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/（$m^2\cdot s$）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。鄂

豫地区铀矿地质勘探设施“十二五”退役整治二期工程（湖北片区）竣工后达到预定目标

二、承诺与建议

建议湖北省核工业地质局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