陕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）

项目名称： 陕西地区铀矿地质勘探设施“十二·五”退役整治二期工程

项目联系人：梁家玮　联系电话：010-64270138

项目单位全名：中国核工业地质局

中国核工业地质局

二〇一五年六月



建设项目环境影响评价资质证书

机构名称：核工业二〇三研究所

住　　所：陕西省西安市规划红光大道以南协同创新港研发中试8号楼

法定代表人：徐高中

证书等级：甲级

证书编号：国环评证甲字第　3608　号

有效期：至2016年3月14日

评价范围：环境影响报告书类别 — 甲级：建材火电；采掘***乙级：冶金机电；化学工业；社会区域；核工业***

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***

二〇一四年七月二十九日

环评编制单位：核工业二〇三研究所

项目名称：陕西地区铀矿地质勘探设施“十二·五”退役整治二期工程

法定代表人：徐高中

项目负责人：余新山

环评工程师登记证号：A36080101300

责　任　栏					
姓　名	职　称	环评工程师登记证号	环评上岗证号	职　责	签　名
王天明	研究员	核安全工程师0900299	A36080001	报告审核	
余新山	高　工	A36080101300	A36080004	总报告编写	
胡渭平	工程师	A36080110600	A36080018	报告编写	

经国家环境保护总局环境影响评价工程师职业资格登记管理办公室审查，余新山具备从事环境影响评价及相关业务的能力，准予登记。

职业资格证书编号：0007488

登记证编号：A36080101300

有效期限：2008年01月15日至2011年01月14日

所在单位：核工业二0三研究所

登记类别：核工业类环境影响评价

再复印无效

国家环境保护总局

2008年01月15日



再次登记记录

时间	有效期限	签章
2010.10.26	延至2014年01月14日	
2013.11.14	延至2017年01月14日	
	延至　年　月　日	
	延至　年　月　日	

单位名称	中国核工业地质局		
地　　址	北京市东城区和平里 7 区		
通讯地址	北京市 762 号信箱	**邮编**	100013
法人代表	杜运斌	**电话**	010-64270508
联 系 人	梁家玮	**电话**	010-64270138
项目名称	陕西地区铀矿地质勘探设施“十二·五”退役整治二期工程		
项目地点	陕西省境内		

1 退役原因及评价依据：

1.1 项目退役原因

陕西地区矿产资源蕴藏丰富，是我国最早进行铀矿地质勘探的重点地区之一，1958 年二一一大队奉调入陕，陕西地区开始了铀矿地质找矿事业。1965 年以后二〇八大队、二一四大队、二二四大队等 3 支铀矿地质专业队伍，也相继转战陕西省各地开展铀矿地质勘查和科研工作，陕西地区铀矿普查勘探工作进入了一个繁忙时期；1986 年以后，随着国家政策的调整，陕西地区各支铀矿地质队伍逐步退出了勘探地区。

在生产时期，陕西地区各支铀矿地质大队实施的探矿工程主要是钻探、槽探、浅井、深井、斜井、坑道、剥土等作业，共投入钻探工作量约****万 m、井探约**万 m、硐探约**万 m、槽探约**万 m^3，各地质大队年平均勘探掘进排出地表的放射性废（矿）石达**万 t～**万 t，个别达**万 t 以上，其中副产矿石约占 4%～6%左右，这些遗留勘探设施至今仍给环境带来不同程度负面影响，在一定程度上危及公众的安全，必须尽快予以治理。

遵循“轻重缓急、分期申报、分期治理，对于水源地上游或河沟边的，居民密集或人员活动相对频繁的，少数民族聚居地、旅游开发区、自然保护区和经济开发区的铀矿床、铀矿（化）点予以优先解决”的原则，为进一步加快核地质系统退役整治工作的进程，“十二五”期间国防科工局在本地区安排了两期铀矿地质勘探设施退役整治工作：陕西地区铀矿地质勘探设施“十二五”退役整治工程，简称陕西地区“十二五”一期工程，一期工程环评报告表已于 2012 年 9 月 28 日得到国家环保部的批复（环审〖2012〗271 号），退役整治铀矿（床）点 16 个，目前已进入工程全面实施阶段。

根据国家对核设施退役工作的总体要求和国防科工局的部署，根据《核安全与放射性污染防治“十二五”规划及 2020 年远景目标》和《陕西地区铀矿地质勘探设施“十二五”退役整治工程专项规划》要求，陕西地区铀矿地质勘探设施“十二五”退役整治二

期工程（简称陕西地区“十二五”二期工程），拟再退役整治铀矿（床）点 10 个。根据源项调查科研成果，以上这些铀矿（床）点均地处社会和环境敏感地区亟待退役整治。

1.2 评价依据及采用标准

1.2.1 评价依据

（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）《铀矿地质退役工程废渣治理项目管理办法》；

（5）《中国核工业地质局铀矿地质勘探设施“十二五”退役整治工程 专项规划》（2010 年 7 月）

（6）《核安全与放射性污染防治“十二五”规划及 2020 年远景目标》；

（7）《铀矿冶设施退役工作的五项管理规定》核总矿发〔1995〕135 号；

（8）《铀矿地质勘探设施退役治理项目管理办法》中核地安发〔2010〕130 号；

（9）《陕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》(2014 年 9 月)。

1.2.2 采用标准

（1）《电离辐射防护与辐射安全基本标准》（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）《铀矿地质辐射环境影响评价要求》（EJ/T 977-95）；

（5）《铀矿地质设施退役辐射环境安全规程》（GB913-94）；

（6）《铀矿冶设施退役环境管理技术规定》（GB14586-93）；

（7）《铀矿冶辐射防护和环境保护规定》（GB23727-2009）；

（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）《大气污染物综合排放标准》（GB16297-1996）；

（12）《建筑施工场界环境噪声排放标准》（GB12523-2011）。

1.3 退役整治源项的总体说明

1.3.1 源项调查情况说明

本项目的源项调查，是通过源项普查、源项调查两步工作进行，即先后开展了“铀矿地质遗留勘探设施的基础资料调查及数据库建立与治理界限确定研究”中的源项普查工作、工程项目的源项调查与基础资料调研工作，从而为本项目退役治理工作提供较为全面、准确的支撑和依据。

1.3.1.1 科研项目源项普查阶段的工作情况

在“铀矿地质遗留勘探设施的基础资料调查及数据库建立与治理界限确定研究”项目中，由中国核工业地质局统一部署、统一协调、统一监督检查，组织全国 6 个地区的放射性矿产地质管理办公室和 47 个铀矿地质大队、2 个铀矿地质研究所，在核四院指导和统一要求下，在经过统一现场培训，统一普查范围和对象，统一普查标准和内容，统一普查仪器和方法，统一普查时间，统一资料整理和上报之后，实现了对全国范围内的铀矿地质遗留勘探设施一次系统的全面的普查工作，并获取了各铀矿床（点）勘探简史、地理位置及各类环境、社会和经济信息。

实施步骤：第一阶段为室内资料收集阶段（2009 年 1 月至 5 月）；第二阶段为野外实地普查阶段（2009 年 5 月至 12 月）；第三阶段为普查资料整理阶段（2009 年 12 月至 2010 年 4 月）；第四阶段为普查资料成果验收提交阶段（2010 年 4 月至 2011 年 12 月）。

在源项普查阶段，全国铀矿地勘单位及核四院等相关院所共直接投入科研人员 411 人，动用车辆数百台次，各类监测分析仪器百余台（套），行程 124 万 km，历时 8 个月，普查涉及 24 个省区、536 个市县，共采集各类数据 177.8 万个，编制调查表格数 2 万多份，摄制电子照片 2 万余幅，制作相关图件近 4000 多份，现场摄像数百小时，查清了全国铀矿地质遗留勘探设施的“家底”，为科学的进行退役治理分类和按照“轻、重、缓、急”的原则进行治理界限确定奠定了扎实的基础。

1.3.1.2 退役治理工程项目源项调查与基础资料调研工作

为了满足退役治理工程项目对资料和数据的深度要求，西北地质办组织各大队根据“质量保证措施”要求，在源项普查的基础上，进一步对“十二五”二期工程各铀矿（床）点各源项进行加密监测，对源项普查数据进行了核实比对，同时完成了工程源项地形图的测绘、工程构筑物地基基础的鉴别，落实了各铀矿（床）点土源地、施工运输条件和防排洪设计条件，更新了矿（床）点所在环境、社会和经济信息，收集了地材价格和临时占地、青苗及林木补偿等造价资料，汇编形成了“十二五”二期工程基础资料报告。

1.3.2 退役整治铀矿（床）点情况说明

陕西地区铀矿地质勘探设施“十二五”退役整治二期工程共有 10 个铀矿（床）点。

根据治理项目的确定原则，陕西地区“十二五”（二期）退役整治项目需要治理的矿床点为 10 个。主要源项包括：坑口 83 个，其中有水坑口 7 个；浅井 37 个；斜井 1 个；废（矿）石堆 75 个，废（矿）石量约 303510t，治理面积 101421.7m^2，陕西地区“十二五”退役整治二期工程构成情况详见表 1.3-1。

1.4 退役整治工程性质及原因

1.4.1 退役整治工程性质

工程性质：正常生产时期，是为核设施提供核燃料而进行的铀矿资源勘探作业，其作业方式为开放型生产操作。停闭后的退役治理阶段，属于铀矿地质勘探任务完全终结、永久终止性善后治理、废物处置和环境整治工程，属补救行动性质的放射防护体系。

1.4.2 退役治理对象

（1）坑口、浅井、斜井有氡气外逸、少数坑口废水外流，对周围环境有一定程度的影响，而且存在人畜掉入浅井或误入坑道造成意外伤害等现实或潜在的安全隐患，因此，将所有坑口、浅井、斜井列为治理对象。

（2）根据废石控制标准、地表 ^{222}Rn 析出率的管理限值以及环境 γ 贯穿辐射剂量率的管理目标值，确定将所有的废石堆列为治理对象。

据所收集的源项基础资料显示，本项目退役治理的对象主要为坑口、浅井、斜井和废（矿）石堆等遗留勘探设施。

1.4.3 退役整治原因

本期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《中国核工业地质局铀矿地质勘探设施“十二五”退役整治工程 专项规划》。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。

表 1.3-1　“十二五”退役整治二期工程源项一览表

序号	名称及代号	地理位置	废（矿）石堆			无水坑口（个）	有水坑口（个）	浅井（个）	斜井（个）
			（个）	废石量（t）	裸露面积（m^2）				
一	**核工业二〇八大队**		**4**	**9771**	**2014.5**	**4**	**—**	**—**	**—**
1	230 矿点	陕西省	2	5073	764.3	2	—	—	—
2	327 矿点	陕西省	2	4698	1250.2	2	—	—	—
二	**核工业二一一大队**		**14**	**107850**	**16211**	**18**	**—**	**3**	**—**
3	1105 矿点	陕西省	6	52560	8026	9	—	—	—
4	1 矿床	陕西省	6	37260	6181	7	—	3	—
5	6503 矿点	陕西省	2	18030	2004	2	—	—	—
三	**核工业二一四大队**		**27**	**92505**	**42395**	**22**	**6**	**29**	**—**
6	903 矿点	陕西省	22	82416	35240	17	6	28	—
7	783 矿点	陕西省	5	10089	7155	5	—	1	—
四	**核工业二二四大队**		**30**	**93384**	**40801.2**	**32**	**1**	**5**	**1**
8	2 矿床（剩余部分）	陕西省	10	17386	7767	10	—	2	—
9	1 矿点（剩余部分）	陕西省	18	71213	31035.2	20	1	2	—
10	2 矿点	陕西省	2	4785	1999	2	—	1	1
五	**合　计**		**75**	**303510**	**101421.7**	**76**	**7**	**37**	**1**

1.5 退役整治的必要性与目的及深度

1.5.1 退役整治的必要性

（1）在勘探工程终结后，遗留地表敞开的坑（井）口 121 个，废（矿）石堆 75 个（废渣量 303510t、总裸露面积 101421.7m^2）。坑（井）口有氡气外逸、少数坑口废水外流。对周围局部环境造成了一定的辐射影响。

（2）废（矿）石在坑口出口处就地堆放，未采取任何防护措施，对周围环境造成直接的负面影响。敞开的坑（井）口，还存在误入或坠落等诸多的不安全因素。

（3）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，对混杂于废石场中的副产矿石也存在被洪水冲刷而流散到环境的可能。

（4）本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：

① 二〇八大队“十二五”退役整治二期单项： 230 矿点、327 矿点位于陕西，旅游区位优势明显。

② 二一一大队“十二五”退役整治二期单项： 1105 矿点、1 矿床和 6503 矿点，区内生态旅游资源尤为丰富。

③ 二一四大队“十二五”退役整治二期单项： 903 矿点和 783 矿点，该区域有国家级自然保护区”。

④ 二二四大队“十二五” 退役整治二期单项：2 矿床（剩余部分）、1 矿点（剩余部分）和 2 矿点。该区域有国家级自然保护区、原始森林公园及省级文物。2 矿点废（矿）石堆位置距居民点距离较近。

陕西地区“十二五”二期工程 10 个铀矿（床）点实施退役整治，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。

1.5.2 退役整治目的

（1）防止坑（井）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）保持废石场长期的稳定，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，同时恢复当地的自然生态环境。

（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，使治理范围内的生态环境得以基本恢复。

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。

1.5.3 退役整治目标与深度

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，治理范围内的生态环境得以基本恢复并能长期保持。

本工程退役整治源项类别为坑口、浅井、废（矿）石堆 3 类遗留勘探设施，退役整治深度如下：

（1）坑口、井口（有水流出坑口 7 个、无水坑口 76 个、浅井 37 个、斜井口 1 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、畜掉入竖井、误入坑道而造成意外伤害。

（2）废（矿）石堆（75 个、废石总量 303510 万 t 裸露面积 101421.7m^2、）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二二四大队的 QJ-1 废石堆，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，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 74 个废石场的退役整治，则达到有限制开放使用深度：进行覆盖、植被与稳定化处置、设立警示牌，以达到控制贯穿辐射水平和表层土中 ^{226}Ra 核素含量、抑制 ^{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 浅井共 37 个的退役整治达到有限制开放使用深度：进行覆土、植被以达到控制贯穿辐射水平和表层土中 ^{226}Ra 核素含量以及抑制 ^{222}Rn 析出的，并基本恢复地貌和生态环境的治理目的。

④ 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 退役治理管理限值

根据陕西地区“十二·五”退役整治二期工程要求，各矿（床）点退役整治工程完成后，整治工程周围的辐射环境防护措施应达到如下管理限值：

2.1 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，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。

2.2 个人剂量管理目标值

依据《铀矿地质辐射防护和环境保护规定》（GB15848-2009）的规定，退役治理过程中对工作人员的个人剂量约束值为 15mSv/a，管理限值确定为 5mSv/a。

退役治理过程中对公众的个人剂量约束值为 0.5mSv/a。

退役终态对于公众的个人剂量约束值为 0.25mSv/a。

2.3 废石的控制标准

根据《铀矿地质辐射防护和环境保护规定》（GB15848-1995）的规定，比活度大于 7.4×10^{4}Bq/kg 的废石应尽可能回填，小于 7.4×10^{4}Bq/kg 的废石应建坝稳定存放或就地浅埋，然后覆土植被。

2.4 地表 ^{222}Rn 析出率的管理目标值

参照《铀矿冶设施退役环境管理技术规定》（GB14586-93）、《铀矿地质设施退役治理辐射环境安全规程》（EJ913-94）和《铀矿地质辐射环境影响评价要求》（EJ/T977-95）规定，废（矿）石堆经退役治理与环境整治后，其表面平均 ^{222}Rn 析出率不超过

0.74Bq/m^2 s。

无限制开放目标值为当地同类地表类型的本底值。

2.5 土壤中^{226}Ra 残留量的管理目标值

根据《铀矿冶设施退役环境管理技术规定》（GB14586-93），对于土地去污整治后，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。

2.6 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。

2.7 环境贯穿辐射剂量率管理目标值

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 174nGy/h（扣除本底后）。

本次退役治理项目，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^{-8}Gy/h）进行控制。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。

3 项目停闭前的工作性质、规模简述及停闭前的工作简史：

3.1 退役整治工程简述

3.1.1 铀矿地质勘查工作概述

铀矿地质勘查工作的一般程序是：区域地质调查→普查→详查→勘探→提交最终勘查成果。在这些勘查步骤中，通过运用航测遥感、物探、水文和揭露评价（槽探、钻探、井探、硐探等）等技术和手段来查明地质储量，同时还伴随一系列的基础地质工作，如地形测量、地质填图、原始资料编录、岩石矿物鉴定、样品的化学和物理分析、矿石工艺试验、资料综合整理等。在铀矿地质勘查工作中，造成明显的环境问题和给公众带来危害的，主要发生在揭露评价和勘探阶段。

在揭露评价时，需要进行地质填图，以查明矿化带产出的地质条件，开展详细放射性测量，找出所有的异常，确定矿化带的分布方向。放射性测量通常按剖面线进行，在覆土不厚的情况下，揭露异常要剥土或施工探槽，探槽的间距通常为 10m～20m；在覆土较厚的地方，要施工浅井或浅钻孔；为查明深部铀矿化情况，要施工钻孔和坑道；施

工位置的选择以穿过矿体为目的。所有的工程都要进行地质和物探编录，达到探明矿化的范围、矿床的成因类型、构造特征和矿体形态等目的，最终提交评价报告。

勘探是对铀矿床进行全面工业评价的决定性阶段。勘探手段主要是钻探和硐探，以查明铀矿床产出的地质条件，圈定矿体的形态和规模，探明各级铀矿储量，取得矿石品位和物质成分、矿石工艺试验性能、水文地质和矿山开采等技术资料，编写可供矿山设计的矿床储量报告。对于不同勘探类型的铀矿床，采用的勘探手段、勘探系统、钻硐探比例和勘探网的密度也各不相同，常用的勘探网密度为 100m×50m 至 40m×40m。在勘探过程中，为获得足够全面的地质资料和探明可靠的铀矿工业储量，必须投入大量的钻硐探工作量。钻探的主要任务是圈定矿体，硐探的主要任务是验证钻孔的资料，确定工业矿体的界线，获得矿石在化学、矿物成分及技术加工性能等方面的资料。通常，探明一个千吨左右的铀矿床需要投入数十万米的钻硐探工作量。

由此可见，为探明铀矿资源，铀矿地质系统所进行的槽探、钻探、井探和硐探的工作量是巨大的，而这些工作将在地表遗留探槽、钻孔、坑井口、副产矿石与废石堆等勘探设施，这将带来现实的或潜在的环境问题，因此，给现实或潜在带来环境问题的铀矿地质勘探设施－坑（井）口、探槽、岩芯堆、剥土和废石堆等，应予以退役整治。

3.1.2 退役整治工程

国家对核设施退役治理与放射性废物处理处置工作极为重视，于“八·五”、“九·五”、“十·五”、“十一·五”和“十二五”一期先后安排资金，按照“轻、重、缓、急”的原则，对陕西地区部分铀矿地质遗留勘探设施进行了退役整治，共治理矿床、矿（化）点 38 个、封堵坑（井）口 187 个、治理废（矿）石 89.12 万 t、退役实验室 7 个，安排资金总计 3781.13 万元，经退役整治的核设施基本达到了治理要求，消除了一般性安全危害和放射性危害，取得了良好的社会效益和环境效益。

在“十二五”期间，遵循“轻重缓急、分期申报、分期治理，对于水源地上游或河沟边的，居民密集或人员活动相对频繁的，少数民族聚居地、旅游开发区、自然保护区和经济开发区的铀矿（床）点予以优先解决”的原则，根据《中国核工业地质局铀矿地质勘探设施“十二五”退役整治工程 专项规划》（2010 年 7 月），在本地区安排了两期铀矿地质勘探设施退役整治工作：

陕西地区“十二五”一期工程：主要治理内容为 801 矿床（剩余部分、“九·五”局部退役）、802 矿床（剩余部分、“九·五”局部退役）、201 矿点（剩余部分、“十一·五”对揭露矿体的遗留设施进行局部退役）、4282 矿点等 1 个矿（床）点，封堵坑（井）口 24 个，

治理废石场 23 个（废石总量 59631t、裸露面积 19008m^2），治理剥土 1 处（裸露面积 310m^2），目前已进入工程竣工收尾阶段。

陕西地区“十二五”二期工程：拟再退役整治铀矿（床）点 10 个，封堵坑（井）口 83 个（其中有水流出坑口 7 个），浅井 37 个，斜井 1 个；治理废（矿）石堆 75 个（废石总量 303510t、裸露面积 101421.7m^2）。

陕西地区铀矿地质勘探设施“十二五”退役整治二期工程 10 个矿（床）点，均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。

3.2 退役整治工程单位简述

工程名称：陕西地区铀矿地质勘探设施“十二五”退役整治二期工程

承办单位：中国核工业地质局

分管单位：核工业西北放射性矿产地质管理办公室

设计单位：中核第四研究设计工程有限公司

工程实施单位：核工业二〇八大队、陕西省核工业地质局二一一大队、陕西省核工业地质局二一四大队和陕西省核工业地质局二二四大队。

（1）中国核工业地质局为本工程的承办单位，总体负责全国铀矿地质退役治理项目的规划编制、年度计划安排、资金下拨、实施进度与质量监控、项目有关报告和资料的审查、项目预验收等工作。

（2）各地区放射性矿产地质管理办公室受中国核工业地质局的委托，负责辖区内退役整治单项工程的组织管理、监督检查和子项工程预验收等工作。

（3）各单项工程实施单位（各地质大队）负责本单位退役整治单项工程的具体实施。

本地区铀矿地质系统在“十二五”期间及“十二五”以前，已经进行了若干勘探设施和地质系统实验室的退设整治工程，具备较强的项目管理能力，保有一支具备施工能力的治理队伍，积累了丰富的治理经验，并且铀矿地质系统退役整治工程治理技术路线成熟、施工技术简单，因此，本工程能够按照国家核设施退役治理及放射性废物处置工程的有关规定和要求顺利实施。

单项工程实施单位基本情况简述如下：

3.2.1 核工业二〇八大队简介

核工业二〇八大队前身为核工业西北地质局二〇八大队，1965 年组建于广东省佛岗县，同年奉调入陕。2000 年实行属地化管理后，该队作为中国核工业地质局保留的三支

地质队之一，现名为核工业二〇八大队。

核工业二〇八大队是集区调、普查、揭露、地质科研及多种经营的综合型地勘单位，仍承担着国家铀矿地质重点找矿任务。大队现有职工 1302 人，在职职工 825 人，其中各类专业技术人员 260 余人。建队以来，该队先后在广东、陕西、湖北、山西及内蒙古等 5 省区进行铀矿地质勘探工作，共完成普查区调面积**万 km^2，硐探**万 m，钻探**万 m，提交工业储量****t，远景储量****t。荣获多项国家级地质科研奖项，为我国的铀矿地质事业作出了重大贡献。

目前，二〇八大队由原来单一的铀矿勘查拓展为铀业、矿业开发、地质技术服务、基础工程、机加工等多元化的发展格局，是核地质系统一支专业门类齐全（包括地质、水文、物探、测量、分析测试）、规模最大、综合勘查能力强，兼具科研、生产与市场开发功能的综合性队伍，该队的质量、安全、环保等管理机构健全，多年来在质量、安全、环保、退役治理等工作中取得了较好的成绩，受到了中核集团公司、中国核工业地质局以及当地政府的好评。

核工业二〇八大队在十二五以前，完成了 9 个铀矿（床）点的退役治理工作，积累了丰富的治理经验，具备实施铀矿地质勘探退役设施治理任务能力。详见表 3.2-1。

表 3. 2-1 二〇八大队已完成退役整治的工作量

序号	治理项目名称	坑井口（个）	废渣堆（t）	废渣堆（个）
1	801 矿床（一期）	3	10960	3
2	802 矿床（一期）	4	19359	3
3	803 矿点	1	10737	1
4	71 矿点	2	1065	1
5	81 矿点	4	3343	1
6	810 矿点	2	5610	2
7	715 矿点	8	4497	8
8	302 矿点	7	24432	7
9	201 矿点（一期）	9	22892	9
合计		40	102895	35

该大队在十二五退役治理一期工程中，已报批正处于实施阶段的有 801 矿床（剩余部分）、802 矿床（剩余部分）、201 矿点（剩余部分）和 4282 矿点，均位于陕西省境内，其工作量详见表 3.2-2。

表 3.2-2　　“十二五”退役整治一期工程正在实施的工作量

序号	名称及代号	废（矿）石堆				坑口（个）		剥土		塌陷坑	
		个数	废石量（t）	占地面积（m^2）	裸露面积（m^2）	有水	无水	个数	裸露面积（m^2）	个数	容积（m^3）
一	二〇八大队										
1	801 矿床（剩余部分）	7	12682	3290	4361	—	7	1	310	—	—
2	802 矿床（剩余部分）	10	29797	6053	7223	—	11	—	—	1	4000
3	201 矿点（剩余部分）	5	10342	4000	5459	—	5	—	—	—	—
4	4282 矿点	1	6810	1500	1965	—	1	—	—	—	—
合计		23	59631	14843	19008	—	24	1	310	1	4000

3.2.2 陕西省核工业地质局二一一大队简介

陕西省核工业地质局二一一大队，前身为 1956 年于山西省太原市组建的地质部第三局一八二队十一分队，同年 9 月在山西省中条山胡家峪建立了分队部；1958 年 5 月更名为第二机械工业部第三局一八二队第十一分队， 1982 年 8 月再次更名为核工业西北地勘局二一一大队。2000 年实行属地化管理后，改为现称。大队现有职工 629 人，其中各类高、中级技术人员 234 人。

二一一大队是一支从事铀矿地质工作的专业地质队伍，自 1956 年至 2000 年间，先后在山西、陕西等地从事铀矿地质普查和勘探工作，共完成铀矿普查和详查面积** km^2。先后找到铀矿异常带****余条，异常点**多个，施工钻探工作量为****m，硐探工作量为****m，井探工作量为****m，槽探工作量为****m^3，探明铀矿床**个、铀矿点**个、铀矿化点**个。该队提交工业储量****t，远景储量****t，为我国核工业的发展作出了一定的贡献。

目前，二一一大队业务范围涉及地质勘探、矿产品选冶、钻硐探施工、工程勘察等领域，该队拥有固体矿产勘查、地球物理勘查、地质钻探等甲级证书，和地球化学勘查、水文工程环境地质调查、液体矿产勘查、岩矿鉴定与测试等乙级资质证书，该队的质量、安全、环保等管理机构健全，多年来在质量、安全、环保、退役治理等工作中取得了较好的成绩，受到了当地政府的好评。

核工业二一一大队在十二五以前，完成了 10 个铀矿（床）点的退役治理工作，积累了丰富的治理经验，具备实施铀矿地质勘探退役设施治理任务能力。其退役治理工作

量详见表 3.2-3。

表 3.2-3　　二一一大队已完成退役整治的工作量

序号	治理项目名称	坑（井）口（个）	废渣堆（个）	废渣堆（t）
1	104 矿床	5	5	23800
2	1101 矿点	2	2	5900
3	1102 矿点	1	1	16600
4	1103 矿点	3	3	1500
5	1104 矿点	1	1	13600
6	2700 矿点	5	5	16700
7	405 矿床	4	4	7400
8	101 矿点（一期）	10	4	61030
9	201 矿点	3	3	19500
10	2501 矿点	14	8	70900
合 计		48	36	236930

该大队在“十二五”退役治理一期工程中，已报批正处于实施阶段的有 1 矿点、401 矿区外围矿化点和 2 矿点，其工作量详见表 3.2-4。

表 3.2-4　“十二五”退役整治一期工程正在实施的工作量

序号	名称及代号	地理位置	废（矿）石堆				坑口（个）		井口个数
			个数	废石量（t）	占地面积（m^2）	裸露面积（m^2）	有水	无水	
1	1 矿点	陕西省	1	14700	2280	3078	—	1	—
2	401 矿区外围矿化点	陕西省	15	81310	16767	23134	1	19	2
3	2 矿点	陕西省	6	31200	7027	9800	—	8	7
合计			22	127210	26074	36012	1	28	9

3.2.3 陕西省核工业地质局二一四大队简介

陕西省核工业地质局二一四大队，前身为西北一八二队直属队，1964 年组建于山西省繁峙县沙河镇。1967 年更名为西北一八二队第十四分队，直属原二机部三局管辖，1982 年又更名为核工业西北地质局二一四大队，2000 年属地化管理后，改为现称。大队现有职工 1069 人，其中各类高、中级技术人员 100 余人。

1964 年至 2000 年间，二一四大队主要在山西省、陕西省等地开展铀矿地质综合区调、普查、揭露勘探工作。在三十多年间，累计施工探矿坑道、浅井总深度约为****万 m、槽探**万 m^3、钻探****万 m；提交工业储量****t，探明远景储量****t；该队为我国核工业的发展做出了一定的贡献。

目前，二一四大队业务范围涉及地质勘探、矿产品选冶、钻硐探施工、工程勘察等领域，该队拥有固体矿产勘查、工程勘察等甲级资质，和水资源评价、测绘等甲级资质。该队的质量、安全、环保等管理机构健全，多年来在质量、安全、环保、退役治理等工作中取得了较好的成绩，受到了当地政府的好评。

核工业二一四大队在十二五以前，完成了 7 个铀矿（床）点的退役治理工作，积累了丰富的治理经验，具备实施铀矿地质勘探退役设施治理任务能力。其退役治理工作量详见表 3.2-5。

表 3. 2-5　　二一四大队已完成退役治理的工作量

序号	治理项目名称	坑井口（个）	废渣堆（个）	废渣堆（t）
1	141 矿床（一期）	3	3	4149
2	903 矿点（一期）	3	3	14935
3	350 矿点	2	2	18711
4	904 矿床（一期）	2	8	88536
5	904 矿床（一期水毁补治）	0	2	30922
6	904 矿床（剩余部分）	24	20	41631
7	690 矿点	6	5	29926
合 计		40	43	228810

该大队在“十二五”退役治理一期工程中，已报批正处于实施阶段的有 141 矿床（剩余部分）、406 矿点、970 矿点、425 矿点、719 矿点及 210 矿点等 6 个矿（床）点，详见表 3.2-6。

表 3. 2-6　“十二五”退役整治一期工程正在实施的工作量

序号	名称及代号	地理位置	废（矿）石堆				坑口（个）	
			个数	废石量（t）	占地面积（m^2）	裸露面积（m^2）	有水	无水
1	210 矿点	陕西省	5	14101	11373	13909	—	5
2	141 矿床（剩余部分）	陕西省	3	9756	2824	3804	—	4
3	425 矿点	陕西省	7	21302	10267	12682	2	6
4	719 矿点	陕西省	1	2782	1400	1890	—	1
5	406 矿点	陕西省	5	40906	6760	8764	—	12
6	970 矿点	陕西省	3	11060	4727	5201	—	3
合　计			24	99907	37351	46250	2	31

3.2.4 陕西省核工业地质局二二四大队简介

陕西省核工业地质局二二四大队前身为核工业西北地质局二二四大队， 1955 年组建于新疆乌鲁木齐市，是我国铀矿地质系统成立较早的专业地质勘探队伍之一，大队现有职工1242 人，其中各类高、中级技术人员200 余人。属地化管理后改称陕西省核工业地质局二二四大队。

在 1955 年至 2000 年间，二二四大队先后在新疆、甘肃、青海和陕西等省区开展铀矿地质勘探工作，先后提交工业储量****t，探明远景储量****t，为我国核工业的发展做出了一定贡献。

目前，二二四大队业务范围涉及地质勘探、矿产品选冶、钻硐探施工、工程勘察等领域，该队拥有固体矿产勘查、工程勘察、地质灾害治理勘查和设计、测绘等多项资质。该队的质量、安全、环保等管理机构健全，多年来在质量、安全、环保、退役治理等工作中取得了较好的成绩，受到了当地政府的好评。

核工业二二四大队在“十二五”以前，完成了 15 个铀矿（床）点的退役治理工作，积累了丰富的治理经验，具备实施铀矿地质勘探退役设施治理任务能力。其退役治理工作量详见表 3.2-7。

表 3.2-7　二二四大队已完成退役整治的工作量

序号	治理项目名称	坑井口（个）	废渣堆（个）	废渣堆（t）
1	01 矿床	1	2	55200
2	02 矿床（一期）	3	3	31000
3	03 矿床	3	2	25000
4	01 矿点（一期）	7	1	74000
5	02 矿点（一期）	2	2	10000
6	04 矿床	4	4	20720
7	05 矿床（一期）	10	9	30040
8	03 矿点	3	3	22169
9	04 矿点	3	3	14065
10	607 矿点	10	3	35771
11	601 矿点	3	1	15397
12	143 矿点	4	3	9592
13	2405 矿点	2	1	10768
14	06 矿床（剩余部分）	1	6	25174
15	07 矿床	3	2	40230
合　计		54	45	419126

该大队在“十二五”退役治理一期项目中，已报批正处于实施阶段的详见表 3.2-8。

表 3.2-8 “十二五”退役整治一期工程一览表

序号	名称及代号	地理位置	废（矿）石堆				尾渣堆			坑口（个）	
			个数	废石量（t）	占地面积（m^2）	裸露面积（m^2）	个数	渣堆量（t）	裸露面积（m^2）	有水	无水
1	103 矿点	陕西省	2	7614	4069	4713	—	—	—	—	2
2	矿点（剩余部分）	陕西省	3	3736	1053	1248	—	—	—	—	3
3	矿床（剩余部分）	陕西省	3	83988	9665	13247	1	27000	9812	1	2
合 计			8	95338	14787	19208	1	27000	9812	1	7

3.2 陕西地区“十二五”退役整治二期工程

根据陕西地区铀矿地质勘探设施“十二五”退役整治工程专项规划，结合陕西各矿（床）点的实际情况，在待退役整治的遗留勘探设施中，本次陕西“十二五”退役整治二期工程计划治理 10 个铀矿（床）点，退役整治工程情况详见表 3.2－9。

表 3.2-9 陕西地区“十二五”退役整治二期工程

大队名称	矿（床）点名称	治理内容
二〇八大队	230 矿点、327 矿点	矿点 2 个：无水坑口 4 个；废（矿）石堆 4 个，废石量 9771t，裸露面积 2041.5m^2。
二一一大队	1105 矿点、铀矿床。6503 矿点	矿（床）点 3 个：无水坑口 18 个，浅井 3 个；废（矿）石堆 14 个，废石量 107850t，裸露面积 16211m^2。
二一四大队	903 矿点、783 矿点	矿点 2 个：无水坑口 22 个，有水坑口 6 个；浅井 29 个；废（矿）石堆 27 个，废石量 92505t，裸露面积 42395m^2。
二二四大队	矿床（剩余部分）、矿点（剩余部分；1 矿点	矿（床）点 3 个：无水坑口 32 个，有水坑口 1 个；浅井 5 个；斜井 1 个；废（矿）石堆 30 个，废石量 93384t，裸露面积 40801.2m^2。
合 计		矿（床）点 10 个：坑口 83 个；浅井 37；斜井 1 个；废（矿）石堆 75 个，废（矿）石量 303510t，裸露面积 101421.7m^2。

3.2.1 退役整治工程实施计划

陕西地区铀矿地质勘探设施“十二五”退役整治二期工程，为二 0 八大队、二一一大队、二一四大队、二二四大队的 10 个矿（床）点退役整治的捆绑工程，实施地点为陕西省境内。根据治理工程量，每个单项工程可以安排在 2 年内完成，各子项工程之间依据项目的紧迫程度穿插进行，退役整治总的施工期约为 2.5 年，因此，本工程建设周期总体确定为 45 个月。

本工程环境影响报告表被批准及资金到位后，即可开展初步设计和施工准备，在项目实施过程中，将严格执行国家招标管理制度，加强项目管理和工程监理，严格执行国防科工局及中核集团公司关于核设施退役与放射性废物治理项目管理的有关规定，在计划时间内竣工是可以实现的。

4 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括介绍）：

4.1 工作区勘探设施退役整治简述

上世纪 60、70 年代，二〇八大队会同二一一大队在陕西省连续找矿十多年，发现了大量的铀矿异常点（带），对其中成矿条件较好的异常点（带）进行了浅部和深部的工程揭露，地质勘探工作几进几出、几上几下，最后作出了揭露评价。1976 年以后，该队勘探工作转移至鄂尔多斯盆地南部的陕北地区，于是终止了在陕西的铀矿地质勘探工作。该矿点未列入开发规划或无开采价值的铀矿（床）点，即勘探使命已结束进入退役整治阶段。

核工业二〇八大队在“十二五”退役整治二期工程中，拟对陕西省内的 230 矿点和 327 矿点遗留的 4 个坑口、4 个废（矿）石堆进行整治。

工作区治理的 4 个坑口，均为无水坑口，采用两道毛石墙封堵、中间充填废石的治理方案；4 个废（矿）石堆均为山坡堆积型的废石堆，采用原地覆盖的治理方案，为防止雨力侵蚀土坡，除山 T-2 废（矿）石堆设置截排水沟外，其余均采用浆砌片石截水骨架护坡进行边坡防护。治理后列为有限制开放使用的区域。

4.1.1 环境概况

4.1.1.1 自然环境

（1）地理位置及交通

安康工作区列入本期退役治理的铀矿点共计 2 个，各矿点的地理位置见表 4.1-1。

表 4.1-1　安康工作区退役铀矿点地理位置及交通

序号	名称及代号	地理位置	交通状况
1	230 矿点	陕西省	区内交通尚属便利，与外界有公路或简易公路相通。
2	327 矿点	陕西省	

（2）地形、地貌

治理区系寒武系浅变质岩，岩型为碳硅质板岩，矿化赋存于断裂破碎带中，和脉岩接触带上，山势陡峭，沟谷深切，山上土壤很薄，多为岩石裸露，相对高差达 269m。

（3）区域地质

区内系寒武系、志留系浅变质岩，岩性为碳质或碳硅质板岩、黄斑岩及千枚岩。矿化赋存在断裂破碎带中和脉岩接触带上，矿点地下水多为裂隙水和层间水，地下水受大

气降水补给。

矿（床）点铀矿化程度受各类脉岩和构造破碎带所控制，呈点状、团块状、带状断续分布。原生长、次生铀矿物呈脉状、团状或星点状产出，多与石碳、铀、铁和矾等矿物伴生共生。

（4）气候特征

属北亚热带大陆湿润性季风气候区，气候温和，雨量充沛，四季分明，无霜期长。极端最高气温 41.7℃，极端最低气温-9.5℃，年平均气温 15℃，年降水量在 750mm～1100mm 之间，60％集中在 7、8、9 月，多为暴雨和连阴雨。年蒸发量 127.4mm，日照时数在 1495.6 小时～1836.2 小时之间，年均风速 1.5m/s，最大风速 8m/s，主导风向为偏东风，频率为 6.9%，次主导风向 SEE，频率为 4.81%。年冻土最大深度 10cm，无霜期 210～270d。

（5）地表水系

境内河流纵横，沟溪密布。境内流长 110.2km，流域面积在 100km^2 以上的河流有 17 条，5km^2 以上的河沟有 210 条。年均径流总量为 13.06 亿 m^3。

（6）水文地质

地下水较为丰富、地下水类型多样，地表水主要由大气降水补给，受气候影响显著，具有季节性特点。区内地下水赋存在风化裂隙中，含水厚度较大，含水较丰富，排泄于地表水中。

孔隙潜水主要分布于河漫滩和位置较低的洪积扇。水量较丰，含水厚度适中，水位埋深 1～3m。地下水的补给来源主要为降雨，季节变化显著。

（7）自然灾害

区内多暴雨、洪水等灾害。雨季在 7～9 月，多连阴雨天气，时有暴雨天气。近几年来，每年都发生多次大、小不等的泥石流、滑坡、崩塌和山洪等灾害，曾有造成部分县、村、镇公路、农田和房屋被毁的灾情报道。

4.1.1.2 社会环境

（1）人口状况

区内总人口 298 万，其中非农业人口 49 万，市镇人口 249 万。

区内有汉、回、满、蒙、苗、白、侗、壮等 23 个少数民族，汉族占总人口的 99.1%，少数民族占 0.9%。

（2）工农业发展状况

区内农业经济占主导地位。农业主要分布在平坝、河谷及半山坡，人均耕地面积1.1 亩，主种水稻、小麦、玉米、土豆、茶叶、油菜等。

该区的自然资源，除粮食外，主要有烤烟、魔芋、黄姜、板栗、杜仲、食用菌和畜禽等产品，其中烟叶品质仅次于云烟而高于贵烟。在实现粮食稳定增产基础上，调整农业产业结构，大兴黄姜、烤烟、蚕桑、畜牧等主导产业。矿资源有煤炭、沙金、毛凡、重晶石和铀矿等 55 种。

工业主要有制药、丝稠、化工、水电、采矿等工业企业。

（3）旅游及其他

区内旅游区位优势明显。区内现已查明景区 32 处，景点 78 个，其中国家级森林公园 5 个，省级森林公园多处，国家级自然保护区 2 个，省级风景名胜区 2 个，现已开发的景区景点 29 处。

4.1.2 环境背景值

本区室外贯穿辐射剂量率范围值为（7.1～18.3）$\times10^{-8}$Gy/h、均值为 10.7×10^{-8}Gy/h，土壤中天然铀均值为 3.9mg/kg、^{226}Ra 均值为 43.9Bq/kg。

4.2 工作区勘探设施退役整治简述

陕西省核工业二一一大队在陕西工作区进行了 1105 矿点、铀矿床和 6503 矿点的勘探工作。

1105 矿点于 1962 年开始持续至 1980 年结束，该矿点勘探工作于 1980 年完成并提交了评价报告。

铀矿床地质工作自 1958 年由原西北 182 大队九队开始，至 1994 年完成勘探揭露和评价工作，对该矿床进行了较为充分的勘探揭露工作，投入大量的勘探工程。该矿床勘探工作于 1994 年全部完成并提交了储量报告。

6503 矿点于 1978 年开始勘探工作持续至 1981 年结束，进行了充分的普查、详查和地表勘探揭露工作。

上述矿（床）点已提交了评价报告或储量报告，是勘探工作全部终结的矿（床）点，属于未列入开发规划或无开采价值的矿点，即勘探使命已结束进入退役整治阶段。

陕西省核工业二一一大队在“十二五”退役整治二期工程中，拟对工作区内的 1105 矿点、铀矿床和 6503 矿点遗留的 18 个坑口、14 个废（矿）石堆和 3 个浅井进行整治。

工作区拟治理的 18 个坑口，均为无水坑口，采用两道毛石墙封堵、中间充填废石

的治理方案。14 个废（矿）石堆均为山沟堆积型废石场，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，除 1105 矿点 KD-2161（铀矿床 KD-5 废石场采用土工网护坡）废石场外，其余废石场均采用浆砌片石截水骨架护坡进行边坡防护。3 个浅井采取利用附近废石场的废石把浅井回填至距地表 1.5m 处，然后夯填黄土至地表并植被治理方案。

4.2.1 工作区 1105 矿点区域环境概况

4.2.1.1 环境概况

4.2.1.1.1 自然环境

（1）地理位置及交通

1105 矿点位于陕西省，区内交通便利，市、县、镇（乡）、村之间均有公路或简易公路相通。

（2）地形、地貌

本区属高山区，地形陡峭，相对高差大，林密、多雨、湿冷，海拔高度 1400～1730m，相对标高 200～330m，气候多雨潮湿，植被发育。

（3）区域地质

1105 矿点处于祁吕贺山字形构造西侧马蹄形盾地，陇西旋卷构造体系南端，南部紧邻秦岭东西向挤压带；矿点、矿化点受其派生的次一级张性、张扭性断裂所控制。出露岩性以印支期花岗岩为主，常见煌斑岩及辉绿岩脉。控矿构造为两组北北东向断裂带，间距约 800m。一条延伸 5km，一条延伸 1km，发育硅质细脉及硅化，宏观上构成了一条范围较宽，延伸较远，具有相当规模的硅化蚀变带，成为本地区的骨架性构造。

（4）气候特征

该区属于暖温带半湿润气候，全年气候变化受东亚季风（包括高原季风）控制。年平均气温 10.1℃，室内平均气温以渭河平原谷地为最高，达 12～14℃，极端最高温度 40.3℃，极端最低温度-19.9℃。年平均降水量在 590～900mm 之间，是关中降水量最多的地区，降水集中在 6～9 月。日照比较充足，大部分地区年平均日照时数在 2000～2200h 之间。主导风向为 ESE，静风频率 42.0%。

（5）地表水系

1105 矿点区内地表水系发达，主次水系呈树枝状分布，沟谷长年流水，流量为 0.2m^3/s，年最枯流量为 0.1m^3/s。

（6）水文地质

1105 矿点地下水，主要为低矿化度的重碳酸钙、重碳酸钠型水，PH 值：7.8～8.5。

（7）自然灾害

干旱、冰雹是本区两种主要自然灾害。冰雹、干旱自然灾害频繁，据历史记载，群众防雹已有三百多年的历史，雹期最早三月份出现，最迟十一月结束。

本区为地震多发区，抗震设防烈度为 8 度。

4.2.1.1.2 社会环境

（1）人口状况

1105 矿点区内人口分布相对较多，约有 1.6 万人，大部为汉族，人口平均密度约为 78 人/km^2，在矿点附近人口密度较大，约为 211 人/km^2，矿点位于最近的居民点西南方约 3km 处，居民 253 人，人口自然增长率为 0.5%。

（2）工农业发展状况

本区是西北地区重要的工业基地，有矿物，冶金，机械，车辆，和建材等重工业，也有轻纺，食品，烟酒等轻工业。目前钛材、钢桥梁、铁路道岔、灯泡产量在全国名列前茅。

当地居民主要从事农业生产，主种小麦、玉米、土豆、乔麦、高粱及豆类等；经济作物有油菜、大麻、烟叶、苹果、板栗、核桃以及食用菌等；人均耕地面积 1.3～2 亩；畜牧业生产主要有奶畜、肉牛、肉羊、生猪、家禽五大畜种，现正在构建奶牛、肉羊、肉牛、猪禽四大畜产经济带。

（3）旅游及其他

本区旅游资源十分丰富，素有“炎帝故乡”、“青铜器之乡”和“民间工艺美术之乡”的美称。

4.2.1.2 环境背景值

该区室外贯穿辐射剂量率范围值为（8.0～15.9）×10^{-8}Gy/h、均值为 10.1×10^{-8}Gy/h，土壤中天然铀均值为 3.07mg/kg、^{226}Ra 均值为 35.5Bq/kg。

4. 2. 2 工作区铀矿床区域环境概况

4.2.2.1 环境概况

4.2.2.1.1 自然环境

（1）地理位置及交通

铀矿床位于陕西省，区内交通便利，市、县、镇（乡）、村之间均有公路或简易公

路相通。

（2）地形、地貌

铀矿床地貌属于构造剥蚀中～低山型，最高海拔标高为 2580m，最低海拔标高为946m，相对高差一般 200m～500m，多数山峰海拔标高 1200m～1560m 河谷地貌由东向西由“U”型谷变为“V”型谷，地形上表现出中部为河谷洼地，两侧为山地的特点。

（3）区域地质

铀矿床处于侏罗系及下白垩系志丹群泾川组组成的轴向北东的向斜内，南、北、西均有古生界及中生界三迭系出露:矿床内褶皱断裂均不发育,地层产状平缓,一般为 3°～5°。矿床处于下白垩系志丹群泾川组中，泾川组第五段岩性为砂质泥岩及泥岩，呈水平层理，属湖相沉积，而第二、三段及第四段主要是砾状砂岩、中粗粒及细粒砂岩夹砂质泥岩，地层具交错层理和砂～泥～泥结构，属河流相沉积。

（4）气候特征

该区属于暖温带半湿润气候，全年气候变化受东亚季风（包括高原季风）控制。年平均气温 10.1℃, 室内平均气温以渭河平原谷地为最高，达 12～14℃，极端最高温度40.3℃，极端最低温度-19.9℃。年平均降水量在 590～900mm 之间，是关中降水量最多的地区,降水集中在 6～9 月。日照比较充足,大部分地区年平均日照时数在 2000～2200h 之间。主导风向为 ESE，静风频率 42.0%。

（5）地表水系

铀矿床区内地形切割强烈，使地表水系发达，主次水系呈树枝状分布，流经矿点的水系汇入主干流河。

（6）水文地质

铀矿床地下水的补给来源主要动为大气降水。地形切割强烈而使水文网发育。为地下水迳流创造了有利条件。矿区的河溪流量随季节变化很大，冬夏很小，一般为 0.002 L/s～0.069L/s。地下水流向在局部变化很大，但大致是从矿区外围向矿区两个矿段中心流动。地下的排泄除蒸发一部分外，以泉水形式排泄给地表水。

（7）自然灾害

干旱、冰雹是本区两种主要自然灾害。冰雹、干旱自然灾害频繁，据历史记载，群众防雹已有三百多年的历史，雹期最早三月份出现，最迟十一月结束。

本区处于地震多发区，抗震设防烈度为 8 度。

4.2.2.1.2 社会环境

（1）人口状况

铀矿床区内人口分布相对较多，约有 0.8 万人，大部为汉族，少量回族，人口密度约为 189 人/km^2。矿点位于最近的居民点约 0.5 公里处，有居民 223 人，人口自然增长率为 0.5%。

（2）工农业发展状况

本区有矿物，冶金，机械，车辆，和建材等重工业，也有轻纺，食品，烟酒等轻工业。目前钛材、钢桥梁、铁路道岔、灯泡产量在全国名列前茅。

当地居民主要从事农业生产，主种小麦、玉米、土豆、乔麦、高梁及豆类等；经济作物有油菜、大麻、烟叶、苹果、板栗、核桃以及食用菌等；人均耕地面积 1.3～2 亩；畜牧业生产主要有奶畜、肉牛、肉羊、生猪、家禽五大畜种，现正在构建奶牛、肉羊、肉牛、猪禽四大畜产经济带。

（3）旅游及其他

该区旅游资源十分丰富，素有“炎帝故乡”、“青铜器之乡”和“民间工艺美术之乡”的美称。

4.2.2.2 环境背景值

该区区室外贯穿辐射剂量率范围值为（8.0～15.9）×10^{-8}Gy/h、均值为 10.1×10^{-8}Gy/h，土壤中天然铀均值为 3.07mg/kg、^{226}Ra 均值为 35.5Bq/kg。

4. 2. 3 工作区 6503 矿点区域环境概况

4.2.3.1 环境概况

4.2.3.1.1 自然环境

（1）地理位置及交通

6503 矿点位于陕西省区内交通便利，市、区、镇之间有公路相通。

（2）地形、地貌

本区地处秦岭山脉南麓中高山区，主要山脉走向近东西，与区域地质构造线基本一致。地形切割强烈，地势陡峭，地形复杂，沟谷发育，沟谷断面多呈“V”字型，属构造侵蚀地貌。区内最高海拔标高 2301m。最低侵蚀基准面标高 1389m，相对高差 912m。区内植被发育，林木茂密，第四系覆盖广厚。覆盖厚度一般 1m～2m，地形总体呈北高南低趋势。

（3）区域地质

工作区位于秦岭板块南秦岭北部逆冲推覆构造系之内。出露地层主要为一套中、上泥盆统海相细碎屑—碳酸盐沉积建造的浅变质岩系。

（4）气候特征

本区气候属秦岭南麓半潮湿气候区，年降水量 557.8mm～1069.5mm，降水多集中在 7、8、9 三个月。最高气温 36℃，极端最低气温-13.10℃，年平均气温 12.4℃。无霜期 215d，每年 11 月至来年 3 月为降雪期。具春寒、伏旱、夏洪、秋涝的特征。

（5）地表水系

该区水系均属长江水系，发源于秦岭南麓，由北向南流经勘查区。勘查区内常年流水，水质清洌，是当地居民生产、生活用水。

（6）水文地质

地下水水化学类型主要是重重碳酸钙、重碳酸钙、镁型水，矿化度一般是 0.3～0.5g/l，$_{P}$H 值一般在 7～8 之间。本区放射性异常水与矿体关系较为密切，一般矿化好的地段为铀、氡高异常水。

（7）自然灾害

本区主要自然灾害干旱、冰雹、霜冻、暴风、暴雨及由此产生的山洪和泥石流。

4.2.3.1.2 社会环境

（1）人口状况

区内人口分布差异很大，区内约有人口 0.7 万人，大部为汉族，人口密度约为 125 人/km^2；矿点位于最近的距民点东北方约 80m 处，有居民 159 人，人口自然增长率为 0.11%。

（2）工农业发展状况

工作区内有一批工业项目和农副产品加工企业，主要有秦岭豆制品厂、明强豆制品厂、正旺食品厂、友能腊肉厂等为主导的绿色食品加工企业；以石英砂、钼矿、铁矿、大理石材开发的矿产开采业逐步扩大规模，成为工业经济发展的重要支撑；以中药资源为主的生物资源开发，在基地建设规模效益上取得突破性进展，一批大户、能人进入天麻、猪苓、党参等中药材开发领域，以企业化生产、专业化经营的发展模式促进药材企业发展，形成一批农业生产型企业，带动了当地工业经济发展。

（3）旅游及其他

该区域生态旅游资源尤为丰富，自然景观美妙多姿，奇异罕见；人文景观底蕴深厚，

别具特色；森林植物景观古朴优美，秀冠三秦。

4.2.3.2 环境背景值

该区室外贯穿辐射剂量率范围值为（7.1～18.3）×10^{-8}Gy/h、均值为 10.7×10^{-8}Gy/h，土壤中天然铀均值为 3.9mg/kg、^{226}Ra 均值为 43.9Bq/kg。

4. 3 工作区勘探设施退役整治简述

陕西省核工业二一四大队在工作区进行了 903 矿点和 783 矿点的勘探工作。

903 矿点系原西北一八二队九队于 1960 年发现，1961 年开始深部揭露，1966 年因“文革”的影响而撤出，期间进行了地形、地质、伽玛、爱曼、水化及槽探、硐探、井探、钻探等工作。二一四大队于 1976 年开始进行矿区详勘和外围 2.5km^2 普查，1980 年野外勘探工作结束。

783 矿点系原西北一八二队九队于 1960 年发现，1963 年开始深部揭露工作，1969 年因“文革”的影响而迫离该矿区，二一四大队于 1974 年开始对本矿区及外围进行普查与揭露工作，经过 5 年的详勘，于 1978 年 10 月正式落实了现在规模的铀矿点。

903 矿点和 783 矿点的勘探工作全部终结，属于未列入开发规划或无开采价值的矿点，即勘探使命已结束进入退役整治阶段。

陕西省核工业二一四大队在“十二五”退役整治二期工程中，拟对工作区内的 903 矿点和 783 矿点遗留的 28 个坑口、27 个废（矿）石堆和 29 个浅井进行整治。

工作区拟治理的 28 个坑口，其中 6 个为有水坑口，22 个为无水坑口；对有水坑口，采用两道混凝土墙封闭，并在坑口内修建被动式滤水集水池进行疏排水的治理方案；无水坑口采用两道毛石墙封堵、中间充填废石的治理方案。27 个废（矿）石堆均为山沟、山坡堆积型废石场，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，903 矿点的 KD-7、KD-16、KD-19 和 783 矿点的 KD-2 废石场采用浆砌片石截水骨架护坡进行边坡防护。

由于 903 矿点的 KD-3 和 KD-1、5 废石场紧靠溪沟边，采取的治理方案为：在坡脚砌筑重力式浸水挡土墙，墙基采取护坦等浅基防护措施；对最高洪水位加安全超高 0.5m 以下的废石边坡，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。

对 29 个浅井采取利用附近废石场的废石，将浅井回填至距地表 1.5m 处，然后夯实填黄土至地表并植被的治理方案。

4.3.1 工作区 903 矿点区域环境概况

4.3.1.1 环境概况

4.3.1.1.1 自然环境

（1）地理位置及交通

903 矿点位于陕西省，沟口有简易公路与主公路、铁路和高速公路相通，交通较方便。

（2）地形、地貌

903 矿点主要是由花岗岩和变质岩等坚硬基岩组成的秦岭侵蚀构造中山与中低山区，海拔 1140m～1660m。河谷地貌由北向南由“U”型谷变为“V”型谷，地形上表现出北部为河谷平缓洼地，南部两侧为陡峭的山地特点。

（3）区域地质

903 矿点处于北秦岭加里东褶皱带北缘，关山—牛头山岩体北部外接触带的混合变质岩地层中，为一套中深度变质的片麻岩和片岩，属下元古界秦岭群（Pt_1），以黑云母斜长片麻岩为主，夹角闪片麻岩及少量大理岩、石英岩。片麻岩经受强烈的混合岩化作用，形成各类混合岩及混合岩化岩石。

（4）气候特征

903 矿点勘探区气候属暖温带大陆季风气候。平均气温为 10.7℃，极端最高温度 40.3℃，最低温度-19.9℃。平均降雨量 600.1mm，历年短历时降雨量 H_{24h}=116.4mm(1970 年 8 月 29 日)，H_{1h}=38.1mm(1989 年 7 月 15 日～16 日)。降雨季节主要集中在 7～9 月份，年降雨天数平均 104d。气压 901.6～918.0hPa，相对湿度度年均为 71%。矿区年均风速 1.5m/s，最大为 2.1m/s，多以静稳风（谷风）为主，风向频率 33%，其次为东南(ES)风和西北(WN)风，各占 15%。

（5）地表水系

903 矿点附近的河流流域面积 218.9km^2，年均流量 0.43m^3/s，年最大流量 37.1m^3/s，丰水期流量 11.2m^3/s，洪水期流量 34.0m^3/s。平水期流量 1.83m^3/s，水力坡度 1.56%～2.30%。

（6）水文地质

该矿区地下水水质在花岗岩和混合岩分布区多以 HCO_3—Ca•Na 型为主；变质岩区多以 HCO_3—Ca•Mg 型水为主；矿化地段多为 HCO_3•SO_4—Ca•Na 型。PH 值一般为 7.2～7.8，矿化度为 0.19～0.28g/L。地下水中铀含量（10～100）μg/L，镭（^{226}Ra)含量 1.30～

1.60Bq/L，氡浓度为 31.1～200Bq/L。

（7）自然灾害

该区处于旋纽构造带和祁、吕、贺“山”字型构造体系前弧和脊柱交接复合部位。地震烈度一般 6～8 度、震级 8 级，2 级以上地震共发生 95 次。本区除陡崖处常有堆状崩石堆积外，新近历史上未发生滑坡和泥石流等地质灾害。

4.3.1.2 社会环境

（1）人口状况

人口主要分布于公路附近的村镇，人口自然增长率 13.7‰，人口密度 81.4 人 km^2。

（2）工农业发展状况

区内工业落后，主要以农业为主，经济发展滞后。当地居民主要从事农业，主种小麦、玉米、土豆、荞麦、高粱及豆类等。经济作物有油菜、大麻、烟叶、辣椒等。主食面粉、副食土豆、猪羊肉等。

（3）旅游及其他

该区旅游景点主要有旅游风景区。

4.3.1.3 环境背景值

本区室外贯穿辐射剂量率范围值为（8.0～15.9）$\times10^{-8}$Gy/h、均值为 10.1×10^{-8}Gy/h；土壤中天然铀均值为 3.07mg/kg、^{226}Ra 均值为 35.5Bq/kg；水体中天然放射性核素浓度为：平水期天然铀含量均值为 4.21×10^{-3}mg/L，^{226}Ra 含量均值为 5.8×10^{-3}mg/L；枯水期天然铀含量均值为 5.55×10^{-3}mg/L，^{226}Ra 含量均值为 4.3×10^{-3}mg/L。

4. 3. 2 工作区 783 矿点区域环境概况

4.3.2.1 环境概况

4.3.2.1.1 自然环境

（1）地理位置及交通

783 矿点位于陕西省，该矿点距公路、铁路和高速公路 40km，交通较方便。

（2）地形、地貌

783 矿点海拔 1140m～1680m。河谷地貌由东向西由“U”型谷变为“V”型谷，地形上表现出中部为宽缓的河谷洼地，两侧为陡峭的山地特点。

（3）区域地质

783 矿点处于北秦岭加里东褶皱带北缘，为一套中深度变质的片麻岩和片岩，属下元古界秦岭群（Pt_1），以黑云母斜长片麻岩为主，夹角闪片麻岩及少量大理岩、石英岩。

片麻岩经受强烈的混合岩化作用，形成各类混合岩及混合岩化岩石。

（4）气候特征

该区气候属暖温带大陆季风气候，平均气温为 10.7℃，极端最高温度 40.3℃，最低温度-19.9℃。平均降雨量 600.1mm，历年短历时降雨量 H_{24h}=116.4mm(1970 年 8 月 29 日)，H_{1h}=38.1mm(1989 年 7 月 15 日～16 日)。降雨季节主要集中在 7～9 月份，年降雨天数平均 104d。气压 901.6～918.0hPa，相对湿度度年均为 71%。矿区年均风速 1.5m/s，最大为 2.1m/s，多以静稳风（谷风）为主，风向频率 33%，其次为东南(ES)风和西北(WN)风，各占 15%。

（5）地表水系

783 矿点流域面积 3.2km^2，年均流量 0.14m^3/s，年最枯流量 0.091m^3/s，丰水期流量 0.33m^3/s，洪水流量 2.8m^3/s，平水期流量 0.21m^3/s，水力坡度 6.6%。

（6）水文地质

该矿区地下水水质在花岗岩和混合岩分布区多以 HCO_3—Ca•Na 型为主；变质岩区多以 HCO_3—Ca•Mg 型水为主；矿化地段多为 HCO_3•SO_4—Ca•Na 型。PH 值一般为 7.2～7.8，矿化度为 0.19～0.28g/L。地下水中铀含量（10～100）μg/L，镭（^{226}Ra)含量 1.30～1.60Bq/L，氡浓度为 31.1～200Bq/L。

（7）自然灾害

该勘探区地震烈度一般 6～8 度、震级 8 级，2 级以上地震共发生 95 次。本区除陡崖处常有堆状崩石堆积外，新近历史上未发生滑坡和泥石流等地质灾害。

4.3.2.1.2 社会环境

（1）人口状况

人口主要分布于公路附近的村镇，人口自然增长率 13.7‰，人口密度 81.4 人 km^2。

（2）工农业发展状况

区内工业落后，主要以农业为主，经济发展滞后。当地居民主要从事农业，主种小麦、玉米、土豆、荞麦、高梁及豆类等。经济作物有油菜、大麻、烟叶、辣椒等。主食面粉、副食土豆、猪羊肉等。

（3）旅游及其他

该区主要旅游景点主要有旅游风景区。

4.3.2.2 环境背景值

本区室外贯穿辐射剂量率范围值为（8.0～15.9）×10^{-8}Gy/h、均值为 10.1×10^{-8}Gy/h；

土壤中天然铀均值为 3.07mg/kg、^{226}Ra 均值为 35.5Bq/kg。

783 矿点周边区域贯穿辐射环境本底为 14×10^{-8}Gy/h；土壤中天然铀含量为 6.98mg/kg，^{226}Ra 含量 87.69Bq/kg；地表水体中天然铀含量为 52.1ug/L，^{226}Ra 含量 0.046Bq/L。

4.4 矿床（剩余部分）勘探设施退役整治简述

矿床于 1972 年～1977 年进行地质勘察，历时五年完成。在 0.125km^2 的矿床范围内，采用地质填图和物化探等综合找矿方法，运用浅、深部的钻、硐、槽探手段，圈出五个矿体。该矿床未列入开发规划或无开采价值的矿点，即勘探使命已结束进入退役整治阶段。

陕西省核工业二二四大队在“十二五”退役整治二期工程中，拟对矿床（剩余部分）遗留的 10 个坑口、10 个废（矿）石堆和 2 个浅井进行整治。

矿床（剩余部分）拟治理的 10 个坑口，均为无水坑口，采用两道毛石墙封堵、中间充填废石的治理方案。拟治理的 10 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，6303 山 T-2、6303 山 T-3、6263 山 T-1、6263 山 T-2、6263 山 T-3 这 5 个废石场采用浆砌片石截水骨架护坡进行边坡防护。

由于山 T-1 及山 T-2 废石场紧靠溪沟边，采取的治理方案为：在坡脚砌筑重力式浸水挡土墙，墙基采取护坦等浅基防护措施；对最高洪水位加安全超高 0.5m 以下的废石边坡，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，治理后该废石场列为有限制开放使用的区域。

对 2 个浅井采取利用附近废石场的废石，将浅井回填至距地表 1.5m 处，然后夯实填黄土至地表并植被的治理方案。

4.4.1 矿床（剩余部分）区域环境概况

4.4.1.1 环境概况

4.4.1.1.1 自然环境

（1）地理位置及交通

矿床（剩余部分）位于陕西境内，区内交通不太方便，有简易公路直达。

（2）地形、地貌

该区属秦岭腹地的中、高山区，分水岭地形，海拔高度在 1000 米以上，最高为 1624

米，沟深坡陡，多呈“V”字型沟谷，地形复杂，总趋势是北高南低。植被较为发育，林木覆盖面积达 70%以上。

（3）区域地质

区内地层除第四系松散堆积物处，皆为太古界太华群中部沉积变质岩系。主要岩性有黑云母斜长片麻岩、白云母斜长片麻岩、大理岩、石英片岩、黑云母角闪片麻岩和花岗岩化均质混合岩。区内岩浆岩分布较广，主要为高山寺岩体、宽坪岩体及各期脉岩。构造有褶皱、断裂二种，以断裂构造较为发育。

（4）气候特征

该区属半干旱大陆性气候，雨水多集中在秋季，地形雨较多，暴雨也时有发生。区内阴雨天气较多，湿度系数为 0.37，平均气温 14.4℃,最低气温-11.3℃，最高气温可达 39.1℃，7、8 月份天气炎热，11 月中旬开始下雪，10 月中旬至来年 4 月初为霜降期，山地气候特征明显。主要风向为 NW－ES，最大风力 7 级。

（5）地表水系

区域内水系较为发育，呈树枝状展布，最终流入汉江水系。

（6）水文地质

该区的地下水主要受大气降水的补给，含矿构造则是地下水的主要排泄通道，地下水类型主要是构造裂隙水。地下水化学成分一般是低矿化度 HCO_3—NaCa 型水和 HCO_3—CaBa 型水，个别见 SO_4—Ca·Na 型水。PH 值在 7.8 左右。地下水的水化学类型，水质类型与地表水、井水、泉水基本相同，主要见 Ca、Ba 离子。

（7）自然灾害

区内抗震设防烈度为 6 度（0.05g），地区暴雨、冰雹、霜冻、飓风、雷击、干旱等灾害性天气时有发生，易发引山洪、泥石流等。

4.4.1.1.2 社会环境

（1）人口状况

区内居民相对较为稀少，矿区内人口主要是汉族，人口密度为 40 人/k ㎡左右，分布在山中较为平坦开阔的地方，不太集中，在 5km 范围内居民点数量为 1 个，人口总数为 1000 人左右，60％以上为成年人。矿床（剩余部分）一废（矿）石堆位于居民住宅后面，距离居民最近距离为 3m。

（2）工农业发展状况

区内工业落后，主要以林业、种植业为主，农作物以小麦、玉米为主，土豆、红薯

次之，经济作物主要有核桃、木耳、花生、柿子、天麻等，部分食物靠外来补给，居民生活水平较低，文化经济较落后。

（3）旅游及其他

矿区周边有国家级自然保护区、省级名胜风景区、森林公园等。

4.4.1.3 环境背景值

本区室外天然贯穿辐射剂量率范围值为（6.0~18.5）×10^{-8}Gy/h，均值为10.7×10^{-8}Gy/h；土壤中天然铀含量均值为2.5mg/kg，^{226}Ra含量均值为37.8Bq/kg。

4.5 矿点（剩余部分）勘探设施退役整治简述

该矿点于1964年～1966年进行地质勘察，历时三年完成。在2.5平方公里的范围内，采用地质填图和物化探等综合找矿方法，运用浅、深部的钻、硐、槽探手段，圈出工业矿体。该矿点未列入开发规划或无开采价值的矿点，即勘探使命已结束进入退役整治阶段。

陕西省核工业二二四大队在“十二五”退役整治二期工程中，拟对矿点（剩余部分）遗留的21个坑口、18个废（矿）石堆和2个浅井进行整治。

矿点（剩余部分）拟治理的21个坑口，其中1个为有水坑口，20个为无水坑口；对有水坑口，采用两道混凝土墙封闭，并在坑口内修建被动式滤水集水池进行疏排水的治理方案；无水坑口采用两道毛石墙封堵、中间充填废石的治理方案。拟治理的18个废（矿）石堆均山沟、山坡堆积型废石场，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，北沟东山T-4、庙沟山T-1、庙沟山T-3、庙沟山T-4、庙沟山T-6、东沟山T-1、东沟山T-4这7个废石场采用浆砌片石截水骨架护坡进行边坡防护；北沟西山T-1、东沟山T-2、东沟山T-3、东山T-6这4个废石场则采用土工网复合植被护坡进行边坡防护。拟治理的2个浅井，采取利用附近废石场的废石，将浅井回填至距地表1.5m处，然后夯实填黄土至地表并植被的治理方案。

4.5.1 矿点（剩余部分）区域环境概况

4.5.1.1 环境概况

4.5.1.1.1 自然环境

（1）地理位置及交通

矿点（剩余部分）位于陕西境内。区内交通不太方便，有简易公路直达。

（2）地形、地貌

该区属秦岭腹地的中、高山区，分水岭地形，海拔高度在 1000 米以上，最高为1624m，沟深坡陡，多呈“V”字型沟谷，地形复杂，总趋势是北高南低。植被较为发育，林木覆盖面积达 70%以上。

（3）区域地质

矿点（剩余部分）区内地层为太古界太华群下部岩系。主要岩性有黑云母斜长片麻岩、白云母斜长片麻岩、大理岩、石英片岩、黑云母角闪片麻岩和花岗岩化均质混合岩。区内岩浆岩分布较广，主要为高山寺岩体、宽坪岩体及各期脉岩。构造有褶皱、断裂二种，以断裂构造较为发育。

（4）气候特征

该区属半干旱大陆性气候，雨水多集中在秋季，地形雨较多，暴雨也时有发生。区内阴雨天气较多，湿度系数为 0.37，平均气温 14.4℃,最低气温-11.3℃，最高气温可达39.1℃，7、8 月份天气炎热，11 月中旬开始下雪，10 月中旬至来年 4 月初为霜降期，山地气候特征明显。主要风向为 NW－ES，最大风力 7 级。

（5）地表水系

区域内水系较为发育，呈树枝状展布，最终流入汉江水系。

（6）水文地质

该区的地下水主要受大气降水的补给，含矿构造则是地下水的主要排泄通道，地下水类型主要是构造裂隙水。地下水化学成分一般是低矿化度 HCO_3—Na Ca 型水和 HCO_3—Ca Ba 型水，个别见 SO_4—Ca Na 型水。PH 值在 7.8 左右。地下水的水化学类型，水质类型与地表水、井水、泉水基本相同，主要见 Ca、Ba 离子。

（8）自然灾害

区内抗震设防烈度为 6 度（0.05g），地区暴雨、冰雹、霜冻、飓风、雷击、干旱等灾害性天气时有发生，易发引山洪、泥石流等。

4.5.1.1.2 社会环境

（1）人口状况

区内居民相对较为稀少，矿区内人口主要是汉族，人口密度为 40 人/k ㎡左右，分布在山中较为平坦开阔的地方，不太集中，在 5km 范围内居民点数量为 1 个，人口总数为 1000 人左右，60％以上为成年人。矿点（剩余部分）废（矿）石堆距离居民最近距离约 500m，方位为西南方向。

（2）工农业发展状况

区内工业落后，主要以林业、种植业为主，农作物以小麦、玉米为主，土豆、红薯次之，经济作物主要有核桃、木耳、花生、柿子、天麻等，部分食物靠外来补给，居民生活水平较低，文化经济较落后。

（3）旅游及其他

该区域有国家级自然保护区、省级名胜风景区、森林公园等。

4.5.1.2 环境背景值

本区室外天然贯穿辐射剂量率范围值为（6.0~18.5）$\times10^{-8}$Gy/h，均值为10.7$\times10^{-8}$Gy/h；土壤中天然铀含量均值为2.5mg/kg，^{226}Ra含量均值为37.8Bq/kg。

4.6 矿点勘探设施退役整治简述

2矿点于1991年由二二四大队6分队进行了揭露工作，施工勘探工程主要有硐探、井探，于1992年提交了矿点地质报告。该矿点未列入开发规划或无开采价值的矿点，即勘探使命已结束进入退役整治阶段。

陕西省核工业二二四大队在“十二五”退役整治二期工程中，拟对2矿点遗留的2个坑口、2个废（矿）石堆、1个浅井和1个斜井进行整治。

2矿点拟治理的2个坑口，均为无水坑口，采用两道毛石墙封堵、中间充填废石的治理方案。拟治理的废（矿）石堆2个，采取将QJ-1废石场内的废石全部清挖迁移至XJ-1 废石场后进行覆盖的治理方案。清挖迁移后的场址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。

拟治理的1个浅井，采取利用附近废石场的废石，将浅井回填至距地表1.5m处，然后夯实填黄土至地表并植被的治理方案。斜井1个，采用两道砼墙封堵，两道砼墙之间采用废石充填，最后在井口采用覆土植被的治理方案。

4.6.1 2矿点区域环境概况

4.6.1.1 环境概况

4.6.1.1.1 自然环境

（1）地理位置及交通

2矿点位于陕西省，该区地处秦岭腹地，距矿点南有国道，周边交通较为便利。

（2）地形、地貌

该区地处秦岭腹地，属中低山区，地形切割强烈，山高坡陡，海拔高度760m～1274m，相对高差400m左右，地势北高南低。由于本区处于我国南北方过渡区，气候比较温和，雨量充沛，便于植物生长，植被覆盖率面积占80％以上，植被发育，树林

茂密。

（3）区域地质

区域地层主要分为秦岭群，秦岭群主岩性为黑云斜长片麻岩、各类混合岩；矿区出露地层为下元古界秦岭群第三岩性段，矿体围岩为加里东期花岗岩及伟晶花岗岩岩脉。

区内构造和断裂发育，矿点主要受构造控制，其次受伟晶花岗岩脉的控制。

（4）气候特征

本工作区属北亚热带向暖温带过渡的季风性半湿润山地气候，冬无严寒，夏无酷暑，气候温和，四季分明。年均降雨量 745.3mm（多集中在 7～9 月），年平均气温 13.9℃，最高气温 40.7℃，最低气温 12.8℃，年平均蒸发量 1132.8mm，11 月中旬至来年 3 月中旬为降雪期，最大冻土 15cm。

（5）地表水系

本区河流属汉江流域，丹江水系。多为一、二级水系，树枝状展布，主要有金峪河、清油河和试马河，河水主要由降水补给。因降雨相对集中，常在山沟形成山洪，冲毁山路。丹江流域多年平均径流量为 $8.2\times10^8m^3$，受季节性气候变化的影响，径流的年内分配不均，枯水期河水主要靠地下水补给，流量小而稳定，洪水期流量可达 $6240m^3/s$，7～10 月径流量为 $3.6\times10^8m^3$，占年径流量的 44％，径流年际变化大，最大年径流量 $16.3\times10^8m^3$，是最小年径流量的 6～7 倍。

（6）水文地质

矿区在区域水文地质单元中为补给水，区内主要有四种地下水：第四系孔隙潜水含（透）水层、风化壳含（透）水层、基岩裂隙含水层和构造含水层。第四系含（透）水层，泉水流量小于 0.039L/s；基岩风化带透水层，单位涌水量小于 0.005L/s；构造破碎带含水层，单位涌水量小于 0.001L/s；伟晶花岗岩脉含水层,该水层为矿床的主要含水层,最大流量可达 0.0L/s。矿点地下水的径流排泄主要受含矿岩脉扩风化壳裂隙控制，风化壳裂隙水随地形条件迳流，地形有利于地下水排泄，构造富水性弱，水文地质条件简单。

（7）自然灾害

本区地震活动比较活跃，历史上最高震级为 8 级，震中裂度为 11 度。抗震设防烈度为 6 度（0.05g）。该区为暴雨较多的地区，且暴雨具有集中、量大、面广、历时长的特点，易引发山洪和泥石流。

4.6.1.1.2 社会环境

（1）人口状况

该区人口以汉族为主，密度较低（为 80 人/km^2）。人口主要分布于河谷和公路附近的村镇，分布极不平均。矿区人口约 2000 人，在 5km 范围内居民点数量为 1 个，人口数量为 400 人。废（矿）石堆所处位置距居民点最近距离为 800m 左右，居民点方位在废（矿）石堆东南方向。

（2）工农业发展状况

该区居民以农林业、种植业为主，人多地少，区内无工业生产，属山区型经济，农作物以玉米、小麦为主，土豆、红薯次之，经济作物有核桃、木耳、花生、芝麻等，生活水平相对较低，文化经济较为落后。

（3）旅游及其他

矿点所在区域有自然保护区、森林公园。森林公园位于距离矿区东南 15 公里处，金森林公园已成为当地著名旅游胜地。

4.6.1.2 环境背景值

商洛地区室外天然贯穿辐射剂量率范围值为（6.0~18.5）×10^{-8}Gy/h，均值为 10.7×10^{-8}Gy/h；土壤中天然铀含量均值为 2.5mg/kg，^{226}Ra 含量均值为 37.8Bq/kg。

4. 7 退役整治二期工程源项

依据“铀矿地质遗留勘探设施的基础资料调查及数据库建立与治理界限确定研究”中的源项调查科研成果，经表 1.3-1 资料统计结果，本次陕西地区“十二五”退役整治二期工程共治理铀矿（床）点 10 个，其中包括坑口 83 个（有水坑口 7 个），浅井 37 个，斜井 1 个；废（矿）石堆 75 个，废（矿）石量 303510t，裸露面积 101421.7m^2。

陕西地区“十二五”退役整治二期工程各矿点污染源项统计结果见表 4.7-1、4.7-2。

表 4. 7-1　　陕西地区“十二·五”退役整治二期工程各矿（床）点污染源项统计结果一览表

序号	名称及代号	数量（t）	占地面积（m^2）	裸露面积（m^2）	$U_{天然}$含量（mg/kg）	^{226}Ra（Bq/kg）	γ 辐射剂量率（$\times10^{-8}$Gy/h）			氡析出率（Bq/m^2 s）		
							测点数	范围	均值	测点数	范围	均值
一、230 矿点												
1	山 T-1	3945	451	539	126.4	1542.08	35	74.3～132.1	92	5	0.77～0.96	0.84
2	山 T-2	1128	189	225.3	289.3	3529.46	28	94～340.8	182.6	5	0.75～0.98	0.86
二、327 矿点												
3	山 T－1	3007	667	795.7	75.5	921.1	35	57.4～168.3	115	5	0.75～0.99	0.87
4	山 T－2	1691	384	454.5	106.48	1299.06	42	51.5～153.4	114	5	0.64～0.99	0.81
三、1105 矿点												
5	KD－2161	2230	607	647	39.38	480.43	55	31.2～142.9	115.2	5	0.52～1.36	1.08
6	KD－2162	18360	2044	2395	67.42	822.52	334	41.6～153.8	101.9	6	0.69～1.25	1.02
7	KD－2163	3300	633	739	32.81	400.28	45	65.6～132.8	98.3	5	0.73～1.21	1.05
8	KD－203、201、200、204	12250	1700	1885	60.32	735.90	442	52.5～186.3	111.4	6	0.71～1.31	1.05
9	KD－205	8520	1190	1352	49.65	605.73	52	38.1～138.2	98.9	5	0.74～1.37	1.11
10	KD－202	7900	874	1008	48.62	593.16	62	30.1～152.6	116.2	6	0.69～1.52	1.12

续表 4.7-1　　陕西地区“十二·五”退役整治二期工程各矿（床）点污染源项统计结果一览表

序号	名称及代号	数量（t）	占地面积（m^2）	裸露面积（m^2）	$U_{天然}$含量（mg/kg）	^{226}Ra（Bq/kg）	γ辐射剂量率（$\times10^{-8}$Gy/h）			氡析出率（Bq/m^2 s）		
							测点数	范围	均值	测点数	范围	均值
四、1矿床												
11	KD－1、2	14090	1790	2089	67.36	821.79	241	51.4～169.3	132.6	5	0.68～1.56	1.02
12	KD－3	5210	1002	1204	49.65	605.73	157	75.8～135.6	107	5	0.72～1.15	1.06
13	KD－4	8510	584	652	105.62	1288.56	101	78.1～193.4	123.8	5	0.69～1.29	1.11
14	KD－5	4900	1038	1246	50.03	610.37	88	28.6～189.1	95.8	6	0.65～1.32	1.01
15	KD－6	3870	670	801	43.07	525.45	51	69.8～154.8	123.2	5	0.77～1.37	1.17
16	KD－7	680	165	189	34.74	423.83	16	31.1～123.2	74.2	5	0.72～1.01	0.93
五、6503矿点												
17	KD-1	9100	1049	1163	31.2	380.64	148	21.85～128.12	88.74	10	0.65～1.08	0.79
18	KD-2	8930	746	841	38.2	466.04	86	25.31～158.23	113.2	6	0.68～1.30	1.19
六、903矿点（剩余部分）												
19	KD-2	1420	665	769	281	4038.2	25	22.3～178.5	85	6	0.52～0.92	0.81
20	KD-3	23385	2077	2484	232	2830.4	128	25.4～77.2	54	6	0.61～0.94	0.78
21	KD-1、5	19558	2878	3281	264	3220.8	124	24.3～69 .4	51	6	0.63～0.91	0.79
22	KD-6	2880	719	866	184	2244.8	41	33.8～68.2	55	6	0.69～0.91	0.77
23	KD-7	1620	2056	2806	272	3928.4	59	21.6～71.6	47	6	0.65～0.94	0.82
24	KD-8	1160	1322	1560	285	3477	29	20.2～61.6	43	6	0.71～0.92	0.76

续表 4.7-1　　陕西地区“十二·五”退役整治二期工程各矿（床）点污染源项统计结果一览表

序号	名称及代号	数量（t）	占地面积（m^2）	裸露面积（m^2）	$U_{天然}$含量（mg/kg）	^{226}Ra（Bq/kg）	γ辐射剂量率（$\times10^{-8}$Gy/h）			氡析出率（Bq/m^2 s）		
							测点数	范围	均值	测点数	范围	均值
六、903 矿点（剩余部分）												
25	KD-9	1670	1041	1399	255	3721	37	45.2～68.1	52	6	0.59～1.11	0.82
26	KD-10	2350	956	1041	261	3794.2	51	34.1～188.9	98	6	0.72～0.91	0.82
27	KD-12	4075	862	971	238	2903.6	46	25.9～67.2	52	6	0.52～0.95	0.82
28	KD-13	1288	774	890	155	1891.1	34	24.1～74.8	65	6	0.48～0.89	0.76
29	KD-14	2428	1359	1566	153	1867.6	45	27.3～69.4	51	6	0.61～0.91	0.79
30	KD-15	2155	1504	1769	164	2000.8	68	32.8～168.7	55	6	0.7～0.92	0.77
31	KD-16	1890	1180	1465	291	4160.2	48	24.2～81.6	42	6	0.64～0.94	0.84
32	KD-19	1264	1463	1748	122	1488.4	41	20.5～61.6	47	6	0.6～0.97	0.77
33	KD-23	2512	882	1045	248	3025.6	63	35.2～98.7	55	6	0.63～1.02	0.92
34	KD-24	860	1455	1707	189	2305.8	27	24.8～188.9	86	6	0.72～0.91	0.84
35	KD-25	1865	766	850	188	2294.1	48	25.9～77.2	52	6	0.62～0.95	0.81
36	KD-26	1725	1249	1381	229	2793.8	54	27.7～99.4	54	6	0.61～0.91	0.79
37	KD-20	1796	1165	1271	191	2330.2	36	32.8～68.2	55	6	0.69～0.89	0.77
38	KD-29	1529	1485	1701	209	2549.8	45	24.6～71.6	44	6	0.64～0.91	0.82
39	KD-37	2791	1150	1345	281	3428.2	69	20.2～81.6	46	6	0.63～0.97	0.78
40	KD-38	2195	2801	3325	217	2647.4	87	35.2～88.5	62	6	0.66～1.04	0.89

续表 4.7-1　　陕西地区“十二·五”退役整治二期工程各矿（床）点污染源项统计结果一览表

序号	名称及代号	数量（t）	占地面积（m^2）	裸露面积（m^2）	$U_{天然}$含量（mg/kg）	^{226}Ra（Bq/kg）	γ辐射剂量率（$\times10^{-8}$Gy/h）			氡析出率（Bq/m^2 s）		
							测点数	范围	均值	测点数	范围	均值
七、783 矿点												
41	KD-1	2808	2791	3168	56.6	690.52	35	65.7～120	88	5	0.63～0.92	0.77
42	KD-2	2322	800	949	31.5	384.3	37	24.6～73.9	49	5	0.66～0.98	0.80
43	KD-3	1899	717	893	10.3	1256.6	27	16.3～36.9	32	5	0.55～0.93	0.76
44	KD-4	1629	908	1022	47.8	583.16	25	21～39.2	31	5	0.76～0.97	0.83
45	KD-5	1431	876	1123	55.3	674.66	28	32～45.5	41	5	0.72～0.99	0.87
八、2 矿床（剩余部分												
46	洼沟山 T-1	1512	555	618	90.1	1099.22	29	49.2～106.7	82.8	5	0.64～0.95	0.84
47	洼沟山 T-2	1584	499	511	70.7	862.54	25	41～69.8	54.4	4	0.68～0.95	0.81
48	甘沟山 T-1	1780	816	1110	42.6	519.72	41	28.7～90.3	60.6	5	0.57～1.0	0.80
49	甘沟山 T-2	1690	542	601	78.9	962.58	25	57.4～115.4	92.1	5	0.7～0.94	0.84
50	6303 山 T-1	2250	859	1016	119.4	1456.68	30	41～234	131.5	6	0.58～0.96	0.75
51	6303 山 T-2	1540	586	699	147.5	1799.5	25	82.1～295.6	193.6	5	0.66～0.94	0.76
52	6303 山 T-3	1890	736	857	150.1	1831.22	27	82.1～114.9	100.9	5	0.64～0.98	0.80
53	6263 山 T-1	1790	639	751	279	3403.8	20	110.8～483.1	295.6	4	0.71～0.92	0.74
54	6263 山 T-2	2250	714	845	69.8	851.56	24	64.8～127.4	94.2	4	0.53～0.94	0.76
55	6263 山 T-3	1100	639	759	100.2	1222.44	16	77.4～160.1	116	3	0.68～0.91	0.79

续表 4.7-1　　陕西地区“十二·五”退役整治二期工程各矿（床）点污染源项统计结果一览表

序号	名称及代号	数量（t）	占地面积（m^2）	裸露面积（m^2）	$U_{天然}$含量（mg/kg）	^{226}Ra（Bq/kg）	γ辐射剂量率（$\times10^{-8}$Gy/h）			氡析出率（Bq/m^2 s）		
							测点数	范围	均值	测点数	范围	均值
九、1矿点（剩余部分）												
56	北沟东山T－1	2057	246	288	17.2	209.84	17	22.9～37.4	33.5	5	0.64～0.99	0.77
57	北沟东山T－2	2728	1426	1682	28.8	351.36	60	16.4～61.6	41.7	15	0.7～0.93	0.81
58	北沟东山T－4	4190	1472	1727	46.8	570.96	50	22.3～57.8	39.6	11	0.69～0.92	0.87
59	北沟西山T－1	2398	1488	1752	50.6	617.32	70	20.5～42.8	32.9	5	0.57～0.93	0.78
60	北沟西山T－2	1520	255	300	24.5	298.9	22	.25.8～98.5	61.3	5	0.56～0.97	0.77
61	北沟西山T－3	1260	300	349	47.3	577.06	25	23.6～76.5	56.3	5	0.49～0.96	0.79
62	庙沟山T－1	1107	320	382	37.2	453.84	15	27.3～297.5	108.2	3	0.7～0.93	0.82
63	庙沟山T－2	1485	385	453	64.3	784.46	27	58.5～193	98.7	5	0.67～0.96	0.76
64	庙沟山T－3	1935	1356	1617	19.6	239.12	27	82.1～303.8	169.2	4	0.58～0.96	0.82
65	庙沟山T－4	1584	490	584	38.6	470.92	24	49.2～123.2	72.6	5	0.73～0.96	0.77
66	庙沟山T－5	1935	616	734	15.4	187.88	25	34.2～53.3	42.1	5	0.7～0.92	0.80
67	庙沟山T－6	1914	438	522	21.9	267.18	24	27.8～53.3	42.8	3	0.55～0.93	0.77
68	东沟山T－1	7987	3150	3631	23.6	287.92	110	29.6～61.2	46.3	14	0.56～0.96	0.89
69	东沟山T－2	11742	4731	5317	43.2	527.04	170	32.5～53.6	42.5	20	0.61～0.94	0.91
70	东沟山T－3	8529	3537	3995.2	41.9	511.18	220	36.9～58.7	41.2	20	0.72～0.98	0.89
71	东沟山T－4	5328	1650	1946	35.6	434.32	100	33.4～61.6	42.5	10	0.62～0.97	0.87

续表 4.7-1　　陕西地区“十二·五”退役整治二期工程各矿（床）点污染源项统计结果一览表

序号	名称及代号	数量（t）	占地面积（m^2）	裸露面积（m^2）	$U_{天然}$含量（mg/kg）	^{226}Ra（Bq/kg）	γ辐射剂量率（$\times10^{-8}$Gy/h）			氡析出率（Bq/m^2 s）		
							测点数	范围	均值	测点数	范围	均值
九、2矿点（剩余部分）												
72	东沟山T－5	6369	1744	2073	33.8	412.36	110	31.5～52.6	38.9	10	0.68～1.12	0.93
73	东沟山T－6	7145	3100	3683	39.2	478.24	130	37.3～59.8	41.6	10	0.63～0.98	0.88
十、3矿点												
74	XJ－1	4670	1584	1912	125.6	1532.3	12	63.5～351	148.6	13	0.53～0.96	0.88
75	QJ－1	115	73	87	321.7	3924.7	12	71.2～348.5	149.8	12	0.55～0.96	0.73
合 计		303510	86630	101421.7			4887			483		

表 4. 7-2　　陕西地区“十二·五”退役整治二期工程有水坑口污染源项统计结果一览表

序号	名称及代号	硐口标高（m）	坑口宽度（m）	坑口高度（m）	坑道深度（m）	原始功能	完好程度	清理坍塌量（m3）	流出水			
									水量（L/s）	铀含量（mg/L）	^{226}Ra（Bq/L）	被利用情况
一、903 矿点（剩余部分）												
1	KD-5	1280	2.2	2	972	探矿	坍塌	2	0.122	0.056	0.6832	漫流
2	KD-7	1341.5	2	2	162	探矿	坍塌	2	0.081	0.072	0.8784	漫流
3	KD-8	1284.2	2	2	116	探矿	坍塌	3	0.042	0.052	0.6344	漫流
4	KD-19	1278.3	2	2	126	探矿	坍塌	3	0.088	0.055	0.671	漫流
5	KD-25	1185.8	2	2	185	探矿	坍塌	2	0.056	0.062	0.7564	漫流
6	KD-29	1332.6	2	2	152	探矿	坍塌	2	0.054	0.061	0.7442	漫流
二、1 矿点（剩余部分）												
7	东沟山 T－2	498.3	3	3	174	探矿	完好	/	1.85×10^{-4}	0.02	1.1	

5 退役整治方案的总体说明

5.1 废石（渣）堆的治理方案

废石（渣）堆的治理方案一般采用黄土覆盖、修筑护坡、建挡渣墙、修截排水沟进行疏水等措施进行治理。

5.1.1 覆盖材料的确定

根据辐射防护的最优化原则，从恢复当地生态环境的需要，选陕西地区广泛存在的粘土、亚粘土作为覆土材料。土质要求为无污染的土壤，其来源丰富，可以满足工程需要。

5.1.2 覆盖厚度的计算公式

（1）覆土厚度与抑制 ^{222}Rn 析出率的的关系式

西北地质办在“十二五”前期工作中，针对性的开展了铀矿地质废（矿）石场覆盖试验并提交了《覆土试验报告》，本工程采用该覆土试验报告推荐的覆土厚度与抑制 ^{222}Rn 析出率的关系式，作为本工程覆土厚度的依据：

$$X_{黄土} = 57.43Ln\frac{J_{黄土}}{J_0} + 6.35 \text{（相关系数：r=0.9986）} \quad (5.1\text{-}1)$$

式中：$X_{黄土}$—需要覆盖的夯实后的粘土、亚粘土厚度，cm；

$J_{黄土}$—覆盖前的 ^{222}Rn 析出率平均值，$Bq/(m^2 \cdot s)$；

J_0 —^{222}Rn 析出率环境治理目标限值，$J_o = 0.74 Bq/(m^2 \cdot s)$。

（2）覆土厚度与屏蔽 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：

$$X = \Delta_{1/2} \log_2(\frac{H_i}{H_0}) \quad (5.1\text{-}2)$$

式中：X—为需要覆盖的夯实后粘土的厚度，cm；

$\triangle_{1/2}$—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，本项目取 17.6cm；

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

Ho—为 γ 辐射剂量率的控制值，即本底值+17.4×10^{-8}Gy/h。

（3）覆盖厚度的确定

1) 根据覆盖厚度与抑制 ^{222}Rn 析出率的关系式（公式 5.1-1），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 辐射剂量率的关系式（公式 5.1-2），按源项的 γ 辐射剂量率均值计算出覆盖厚度 X_2。

3）覆盖厚度应使覆盖后的氡析出率、γ 辐射剂量率均满足管理限值的要求，故覆盖厚度计算结果值 X_3＝max{X_1，X_2}。

4）考虑自然营力长期作用的覆盖厚度安全余量：根据《近 60 年我国土壤侵蚀科学研究进展—“中国水土流失与生态安全综合科学考察”》成果，我国多年平均土壤侵蚀模数为 3400t/(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 的厚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，本项目废石堆、尾渣堆覆盖厚度值 X=max{X_3+ΔX，X_{min}}，即 X=max{X_3+ΔX，35cm}作为本地区退役二期治理方案设计的依据。本次覆土厚度均按各废石堆的氡析出率及 γ 辐射剂量率的平均值进行估算，两者覆土厚度估算结果取其最大值作为本次退役二期治理工程的覆土厚度。各矿（床）点的废石堆主要采用原地覆盖的治理方案。

列入本次退役二期治理的废石（渣）堆 75 个，废石总量 303510t，裸露面积 101421.7m^2。

覆土厚度具体见表 5.2-9。

5.2 整治工程总体说明

5.2.1 坑口治理总体说明

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伤害，对地表坑口进行封堵治理。本次“十二五” 二期治理的坑口 83 个，其中无水坑口 76 个，有水坑口 7 个。无水坑口有关参数见表 5.2-1，有水坑口有关参数见表 4.7-2。

表 5.2-1　陕西地区“十二五” 二期治理坑口相关参数

序号	名称及代号	硐口标高（m）	坑口宽度（m）	坑口高度（m）	坑道深度（m）	原始功能	完好程度	清理坍塌量（m^3）
一、230 矿点								
1	山 T-1	550	2.2	2	358.6	探矿	完好	
2	山 T-2	623	2.2	2	102.5	探矿	完好	
二、327 矿点								
3	山 T-1	1052	2.2	2	273.4	探矿	完好	
4	山 T-2	1104	2.2	2	153.7	探矿	坍塌	
三、1105 矿点								
5	KD-2161	1489.1	2.3	2.3	234	探矿	完好	/
6	KD-2162	1519.3	2.5	2.5	1846	探矿	坍塌	0.2
7	KD-2163	1549.8	2	2	330	探矿	坍塌	0.2
8	KD-203	1510.4	2.5	2.5	709	探矿	坍塌	1.5
9	KD-201	1517.6	1.8	1.8	395	探矿	坍塌	1.5
10	KD-204	1509.8	2	2	61	探矿	坍塌	2
11	KD-200	1512.7	2	2	45	探矿	坍塌	2
12	KD-205	1504.1	2	2	853	探矿	坍塌	2
13	KD-202	1488.5	2	2	791	探矿	坍塌	2
四、矿床								
14	KD－1	1496.8	2	2	658	探矿	坍塌	2
15	KD－2	1550	2	2	751	探矿	坍塌	2.5
16	KD－3	1492	2	2	521	探矿	坍塌	3
17	KD－4	1495	2	2	851	探矿	坍塌	3
18	KD－5	1480.1	2	2	490	探矿	坍塌	2.5
19	KD－6	1468.2	2	2	387	探矿	坍塌	2.7
20	KD－7	1509	2	2	68	探矿	坍塌	11.5
五、6503 矿点								
21	KD-1	1208	2	2	965	探矿	坍塌	0.5
22	KD-2	1289	2.2	2.2	893	探矿	坍塌	0.5
六、903 矿点（剩余部分）								
23	KD-1	1276.2	2.2	2	806	探矿	坍塌	3
24	KD-2	1365.5	2	2	142	探矿	坍塌	2
25	KD-3	1236.5	2.2	2	2135	探矿	坍塌	3
26	KD-6	1273.3	2	2	288	探矿	坍塌	2
27	KD-9	1318.9	2	2	167	探矿	坍塌	3
28	KD-10	1247.2	2	2	235	探矿	坍塌	4
29	KD-12	1263.7	2	2	407	探矿	坍塌	2
30	KD-13	1286.24	2	2	128	探矿	坍塌	2
31	KD-14	1258.3	2	2	242	探矿	坍塌	2
32	KD-15	1265.6	2	2	215	探矿	坍塌	3
33	KD-16	1303.6	2	2	189	探矿	坍塌	3

续表 5.2-1　陕西地区“十二五” 二期治理坑口相关参数

序号	名称及代号	硐口标高（m）	坑口宽度（m）	坑口高度（m）	坑道深度（m）	原始功能	完好程度	清理坍塌量（m^3）
六、903 矿点（剩余部分）								
34	KD-23	1252.5	2	2	251	探矿	坍塌	6
35	KD-24	1344.7	2	2	75	探矿	坍塌	2
36	KD-26	1156.3	2	2	154	探矿	坍塌	2
37	KD-20	1258.3	2	2	179	探矿	坍塌	2
38	KD-37	1288.3	2	2	279	探矿	坍塌	3
39	KD-38	1278.5	2	2	196	探矿	坍塌	3
七、783 矿点								
40	KD-1	1247.4	2.2	2	312	探矿	坍塌	5
41	KD-2	1249.2	1.8	2	258	探矿	坍塌	4
42	KD-3	1156.5	1.8	2	211	探矿	坍塌	6
43	KD-4	1005.4	1.8	2	181	探矿	坍塌	12
44	KD-5	1116.96	1.8	2	159	探矿	坍塌	15
八、1 矿床（剩余部分）								
45	洼沟山 T-1	742	2	1.8	168	探矿	完好	
46	洼沟山 T-2	744	2	1.8	176	探矿	完好	
47	甘沟山 T-1	1040	2	2	178	探矿	完好	
48	甘沟山 T-2	1045	2	2	169	探矿	完好	
49	6303 山 T-1	1204	2	2	225	探矿	完好	
50	6303 山 T-2	1259	2	2	154	探矿	完好	
51	6303 山 T-3	890	2	2	189	探矿	完好	
52	6263 山 T-1	1257	2	2	179	探矿	完好	
53	6263 山 T-2	1210	2	2	226	探矿	完好	
54	6263 山 T-3	1225	2	2	110	探矿	完好	
九、矿点（剩余部分）								
55	北沟东 山 T－1	108.3	2.2	2	187	探矿	完好	/
56	北沟东 山 T－2	101.6	2.2	2	248	探矿	完好	/
57	北沟东 山 T－3	950	2	2	234	探矿	完好	/
58	北沟东 山 T－4	95.5	2	2.5	336	探矿	完好	/
59	北沟西 山 T－1	518.8	2	1.8	267	探矿	完好	/
60	北沟西 山 T－2	602.9	1.8	2	169	探矿	完好	/
61	北沟西山 T－3	999	2	2	126	探矿	完好	/
62	庙沟山 T－1	939	1.8	2	123	探矿	完好	/
63	庙沟山 T－2	768	2.2	2	135	探矿	完好	/
64	庙沟山 T－3	864	2	1.8	215	探矿	完好	/
65	庙沟山 T－4	917	2	1.8	176	探矿	完好	/
66	庙沟山 T－5	817.9	2	1.8	215	探矿	完好	/
67	庙沟山 T－6	763	2.2	2	174	探矿	完好	/

续表 5.2-1　陕西地区“十二五” 二期治理坑口相关参数

序号	名称及代号	硐口标高（m）	坑口宽度（m）	坑口高度（m）	坑道深度（m）	原始功能	完好程度	清理坍塌量（m^3）
九、矿点（剩余部分）								
68	东沟山 T－1	504.6	2.5	3	426	探矿	完好	/
69	东沟山 T－3	501	2.5	3	457	探矿	完好	/
70	东沟山 T－4	503.1	2.5	3	285	探矿	完好	/
71	东沟山 T－5	502.9	2.5	2.5	408	探矿	完好	/
72	东沟山 T－6	501	2.5	3	149	探矿	完好	/
73	东沟山 T－7	501	2.5	3	233	探矿	坍塌	50
74	东沟山 T－8	503	2	2.5	57	探矿	完好	/
十、2 矿点								
75	山 T－5	316.8	2.5	2.5	170	探矿	完好	
76	山 T－6	320.3	2.5	2.5	240	探矿	完好	
合计					25749.2			178.6

（1）无水坑口

无水坑口治理方案：坑道长度＜30m 的坑口采用一道毛石墙封堵；坑道长度≥30m 的坑口采用两道毛石墙封堵、中间废石充填的治理方案，在坑口往里 12.4m 岩性较稳固处砌筑第 1 道嵌入底板和两侧 0.2m 深的浆砌毛石墙、墙厚 1.2m；中间充填废石，之后在坑口附近往里约 2m 处采用同样的方法砌筑第 2 道浆砌毛石墙，然后覆土掩埋坑口，夯实并植被、种树，治理方案见示意图 5.2-1。

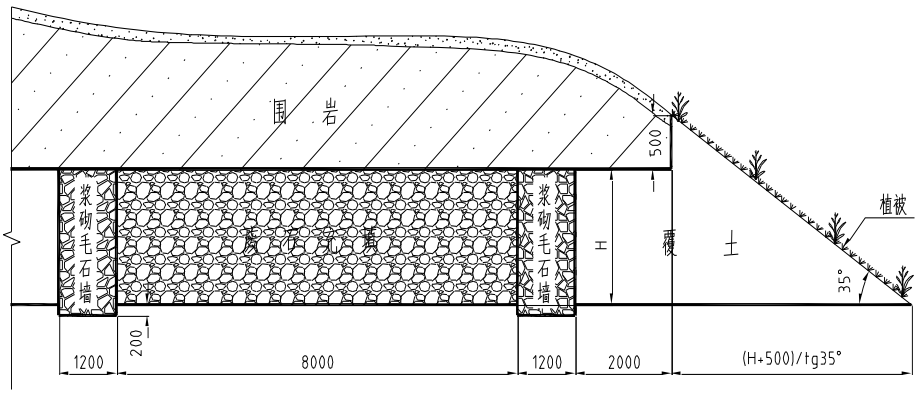

图 5.2-1　无水坑口封堵方案示意图　（坑道长度≥30m）

本次陕西地区“十二五” 二期治理的无水坑口共 76 个，治理主要工程量见表 5.2-2。

表 5.2-2　陕西地区“十二五”无水坑口退役二期治理工程量

序号	矿床（点）名称	坑口数(个)	浆砌毛石(m^3)	刻槽(m^3)	废石(m^3)	覆土(m^3)	植草(m^2)	种树(株)
1	230 矿点	2	30.2	6.4	77.4	107.8	78.0	20
2	327 矿点	2	30.2	6.4	77.4	107.8	78.0	20
3	1105 矿点	9	140.3	29.4	361.1	524.5	358.1	89
4	1 矿床	7	97.3	21.7	246.4	343.0	247.8	63
5	6503 矿点	2	30.4	6.5	77.8	111.3	77.5	20
6	903 矿点（剩余部分）	17	238.7	52.9	605.4	842.8	609.0	155
7	783 矿点	5	66.3	15.2	165.5	230.3	166.6	42
8	2 矿床（剩余部分）	10	136.6	30.6	345.0	475.8	348.4	87
9	1 矿点（剩余部分）	20	342.0	69.1	888.4	1368.3	869.1	217
10	2 矿点	2	41.4	7.6	110.0	172.2	106.2	26
合计		76	1153.4	245.8	2954.4	4283.8	2938.7	739

（2）有水坑口

有水坑口治理方案：两道混凝土墙封堵，在两墙间设疏水过滤池，即采用疏水、被动式滤水封堵的治理方案。治理方案说明：在坑口内修建被动式滤水集水池进行疏排水，对坑口采用两道砼墙封堵，两墙相距约 8m，在两墙之间设置被动式简易砾石过滤层和集水池，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，并在砾石过滤层和集水池的浆砌石墙内，采用尼龙网裹住打孔的 PVC 管形成滤水管，坑道水流经砾石层通过滤水管进入集水池后，再用水泥涵管将坑口出水导出，最后在硐口覆土植被，疏水、被动式滤水封堵方案见示意图 5.2-2。

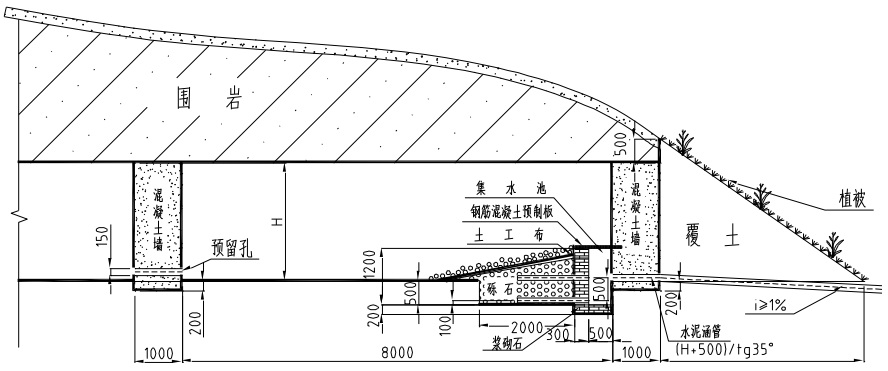

图 5.2-1　有水坑口治理方案示意图

本次陕西地区“十二五”二期治理的有水坑口共 7 个，治理主要工程量见表 5.2-3。

表 5.2-3　　陕西地区“十二五”有水坑口退役二期治理工程量

矿床（点）名称	坑口数（个）	砼（m^3）	刻槽（m^3）	过滤池								覆土（m^3）	植草（m^2）	种树（株）
				浆砌石量（m^3）	砾石量（m^3）	PVC 管材（m）	过滤管打孔（个）	尼龙网布（m^2）	土工布（m^2）	钢砼预制板（块）	砼涵管（m）			
903 矿点（剩余部分）	6	70.6	32.1	6.7	22.2	72.0	2400.0	22.8	46.8	49.0	36.0	245.2	216.0	55
2 矿点（剩余部分）	1	14.2	6.0	1.3	4.9	12.0	400.0	3.80	9.0	9.0	6.0	52.1	44.2	11
合计	7	84.8	38.1	8.0	27.1	84.0	2800	26.6	55.8	58.0	42	297.3	260.2	66

5.2.2 浅井治理总体方案

本次陕西地区“十二五”二期治理的浅井均为底部无连通的浅井，总深度 440.3m。浅井有关参数见表 5.2-4。

表 5.2-4　　陕西地区“十二五” 二期治理的浅井相关参数

序号	名称及代号	井口标高（m）	井口长度（m）	井口宽度（m）	井深（m）	底部连通情况	支护形式	完好程度
一、1 矿床								
1	QJ-1	1491.5	2	1.8	8.5	无连通	木架支护	完好
2	QJ-2	1495.5	2	2	7	无连通		完好
3	QJ-3	1503.9	2	2	6	无连通		完好
二、903 矿点（剩余部分）								
4	QJ-1	1270.8	3.5	2.5	11	无连通	无	完好
5	QJ-2	1264.9	2.8	2.5	16	无连通	无	完好
6	QJ-4	1257.2	2.8	2.5	15	无连通	无	完好
7	QJ-5	1270	2.8	2.5	16	无连通	无	坍塌
8	QJ-6	1268.6	2.8	2.5	15	无连通	无	完好
9	QJ-7	1278.8	2.8	2.5	9	无连通	无	完好
10	QJ-8	1278.2	2.8	2.5	8	无连通	无	坍塌
11	QJ-10	1260.4	3.5	2.5	15.5	无连通	无	坍塌
12	QJ-11	1278.7	3.5	2.5	23	无连通	无	完好
13	QJ-13	1289.2	2.8	2.5	12	无连通	无	完好
14	QJ-14	1273.2	2.8	2.5	7	无连通	无	完好
15	QJ-15	1265.3	2.8	2.5	11	无连通	无	完好
16	QJ-16	1354.3	2.8	2.5	6.5	无连通	无	完好
17	QJ-17	1276.5	2.8	2.5	8	无连通	无	完好
18	QJ-18	1268.2	2.8	2.5	17	无连通	无	完好
19	QJ-19	1350.1	2.8	2.5	16	无连通	无	完好
20	QJ-20	1296.7	2.8	2.5	12	无连通	无	坍塌
21	QJ-22	1358.6	2.8	2.5	14	无连通	无	坍塌
22	QJ-24	1280.2	2.8	2.5	15	无连通	无	完好
23	QJ-25	1258.3	2.8	2.5	7	无连通	无	完好
24	QJ-26	1262.7	2.8	2.5	18	无连通	无	完好
25	QJ-35	1266.8	2.8	2.5	14	无连通	无	完好
26	QJ-40	1254.2	2.8	2.5	12	无连通	无	坍塌
27	QJ-42	1273.5	2.8	2.5	18	无连通	无	坍塌
28	QJ-43	1266.2	3.5	2.5	7	无连通	无	坍塌
29	QJ-44	1322.2	3.5	2.5	6	无连通	无	完好
30	QJ-45	1273.2	2.8	2.5	19	无连通	无	完好
31	QJ-47	1266.8	2.8	2.5	15	无连通	无	完好

续表 5.2-4　　陕西地区“十二五” 二期治理的浅井相关参数

序号	名称及代号	井口标高（m）	井口长度（m）	井口宽度（m）	井深（m）	底部连通情况	支护形式	完好程度
三、783 矿点								
32	QJ-1	1237.4	2	1.8	15	无连通	无	完好
四、2 矿床（剩余部分）								
33	6303QJ-1	876	1.5	1.5	6	无连通	无	坍塌
34	6303QJ-2	1249	1.5	1.5	4	无连通	无	坍塌
五、1 矿点（剩余部分）								
35	庙沟 QJ-1	798	1.5	1.5	12.8	无连通	无	完好
36	庙沟 QJ-2	778	1	1	8	无连通	无	坍塌
六、2 矿点								
37	QJ-1	301.9	3	2.5	10	无连通	无	完好
合计					440.3			

为确保人畜安全和阻止氡气外逸，采取废石回填、井口覆土封堵的治理方案：

利用附近废石场的废石将浅井回填至距地表 1.5m 处，然后夯填覆土至地表并植被，治理方案见示意图 5.2-3。

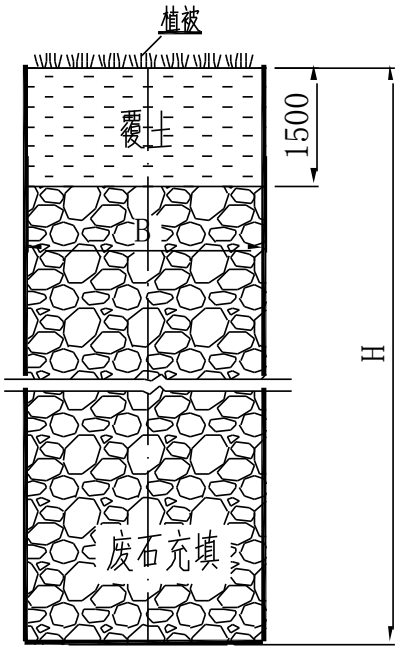

图 5.2-3　浅井治理方案示意图

本次“十二五” 二期治理的浅井共 37 个，治理主要工程量见表 5.2-5。

表 5.2-5　陕西“十二五”退役浅井二期治理工程量

序号	矿床（点）	废石（m^3）	覆土（m^3）	植被（m^2）
1	1 矿床	71.7	19.1	11.6
2	903 矿点（剩余部分）	2578.6	338.8	205.0
3	783 矿点	53.5	5.9	3.6
4	2 矿床（剩余部分）	17.3	7.4	4.6
5	1 矿点（剩余部分）	35.2	5.4	3.3
6	2 矿点	53.5	5.9	3.6
	合计	2809.8	382.5	231.7

5.2.3 斜井治理总体方案

本次陕西地区“十二五”二期治理的斜井仅为 2 矿点中的一个，浅井有关参数见表 5.2-6。

表 5.2-6　陕西地区“十二五” 二期治理的斜井相关参数

序号	名称及代号	井口标高（m）	井口长度（m）	井口宽度（m）	井深（m）	底部连通情况	支护形式	完好程度
1	XJ-1	324.3	3	2.5	151	无连通	无	完好

治理方案：采用两道砼墙封堵，在斜井口往内 7m 处，岩性较稳固处砌筑第一道嵌入底板和两侧 200mm 深的砼墙，墙厚 1m；在斜井口附近同样，砌筑第二道砼墙，然后覆土掩埋斜井口，覆土植被工程按最小覆土厚度 500mm 控制，并按 35°的堆积坡度设计，施工中必须满足其控制要求掩埋斜井口、夯实并植被。斜井治理方案见示意图 5.2-4。

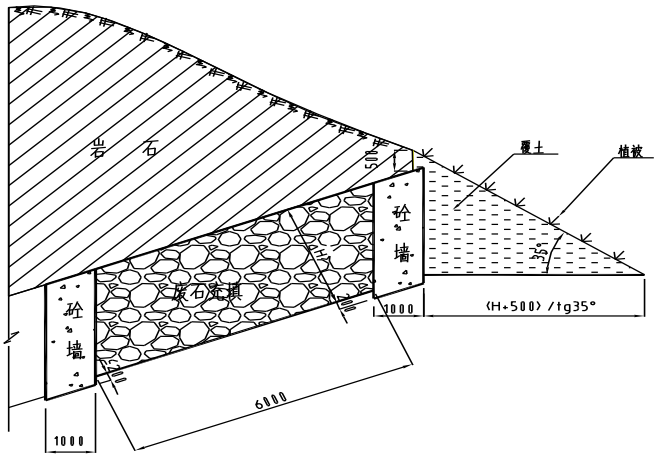

图 5.2-4　斜井治理方案示意图

本次陕西地区“十二五”二期治理的斜井一个，治理主要工程量见表 5.2-7。

表 5.2-7　陕西“十二五”退役斜井二期治理工程量

序号	矿床（点）	浆砌毛石（m^3）	刻槽（m^3）	废石（m^3）	覆土（m^3）	植被（m^2）	种树（株）
1	2 矿点	20.4	4.3	49.5	115.0	62.0	16
合　计		20.4	4.3	49.5	115.0	62.0	16

5.2.4 废（矿）石堆治理总体方案

列入陕西地区“十二五”退役治理二期工程有 10 个矿（床）点，共治理废（矿）石堆 75 个，裸露面积 101421.7m^2、废石渣总量 303510 t。

5.2.4.1 治理原则

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

（2）废石场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石场，经过技术经济比较后，尽可能采用挖除、迁移、集中的处置方案，治理后其原址退役整治将达到无限制开放使用深度。

5.2 环境特点与影响稳定性的主要外界因素

列入本期退役整治计划的 10 个矿（床）点，绝大多数矿（床）点所在地区植被较好；所处地貌类型为陕西南部山地丘陵、陕西中部的秦岭山区和陕西西北部的陕北高原，以多山与高原为特色；所处气候属大陆性季风气候区，年平均降雨量在 700mm 左右，由东南向西北递减，降雨多集中在 7、8、9 三个月，约占年降雨量的 50%～70%，降雨量年际变化较大，最大年降雨量 1100mm，最小年降雨量为 557mm，相差近 2 倍，夏秋季降雨多以暴雨形式出现，雨量及强度大。

根据中国土壤侵蚀类型图，本区为以水蚀为主的Ⅲ5 类型区。

废石场治理主要设防参数详见表 5.2-8。

表 5.2-8　　陕西“十二五”二期废石场治理主要设防参数

序号	矿床点名称	设计雨力（$S_{p1\%}$，mm/h）	抗震设防（基本）烈度	标准冻深（cm）	土壤侵蚀类型	其他外界不良地质现象
1	230 矿点	110	7 度 0.10g	—	水蚀III_5	无滑坡、灾害性泥石流
2	327 矿点	100	6 度 0.05g	—	水蚀III_5	无滑坡、灾害性泥石流
3	1105 矿点	80	7 度 0.15g	—	水蚀III_5	无滑坡、灾害性泥石流
4	1 矿床	70	8 度 0.20g	—	水蚀III_5	无滑坡、灾害性泥石流
5	6503 矿点	80	6 度 0.05g	—	水蚀III_5	无滑坡、灾害性泥石流
6	903 矿点（剩余部分）	70	8 度 0.20g	—	水蚀III_5	无滑坡、灾害性泥石流
7	783 矿点	70	8 度 0.20g	—	水蚀III_5	无滑坡、灾害性泥石流
8	2 矿床（剩余部分）	110	6 度 0.05g	—	水蚀III_5	无滑坡、灾害性泥石流
9	1 矿点（剩余部分）	110	6 度 0.05g	—	水蚀III_5	无滑坡、灾害性泥石流
10	2 矿点	100	6 度 0.05g	—	水蚀III_5	无滑坡、灾害性泥石流

5.2.5.3 治理方案的确定

本地区退役整治勘探设施点多、面广、较为分散，多在山地丘陵，平均一个矿（床）点约有 3～7 个废石场，同一勘探区或同一个矿点废石堆相距上千米甚至上百公里，地形坡度大，多数不具备集中处置的条件，所以多数采取原地覆盖的治理方案。

同一矿床的几个废石场，相距较近，其中有一个废石场位于山谷中，地形较为宽缓，具备容纳其他废石场的全部废石及超挖污染土的条件，这样则采用迁移、相对集中的覆盖治理方案。

5.2.5.4 废石场（尾渣堆）原地覆盖的治理方案

本工程采用原地覆盖治理的废石场共 73 个，其治理方案概括为：首先平整场地、消除土包、整坡并根据需要设置马道，然后覆土并分层压实（压实度达到 90%以上），最后植树、种草并设置警示标志。为稳固废石场边坡及覆土，在废石堆坡脚砌筑挡土墙，同时为防止雨水冲刷覆土，在废石场上部以及马道上修砌边沟以防土坡雨力侵蚀。最后，设立警示牌，治理达到有限制使用深度，满足覆盖之后其表面氡析出率不大于 0.74Bq/(m^2•s)、γ外照射空气吸收剂量率不超过 17.4×10^{-8}Gy/h（扣除本底后）的管理限值要求。

废石场边坡一般采取植草护坡进行防护，对高大及坡陡的边坡则采用浆砌片石截水骨架护坡和土工网复合植被护坡进行防护。

废（矿）石堆原地覆盖的治理工程量见表 5.2-9。

表 5.2-9　　陕西地区“十二五”二期废（矿）石堆原地覆盖治理工程量统计表

序号	名称及代号	整坡/清挖废石（m^3）	覆盖层		排水沟				挡土墙				植被恢复		砌石骨架护坡（m^2）	警示牌（个）
			厚度（cm）	体积（m^3）	长度（m）	挖方（m^3）	砌体（m^3）	C25 砼（m^3）	长度（m）	挖方（m^3）	砌体（m^3）	C25 砼（m^3）	植草（m^2）	种树（棵）		
一、230 矿点（核工业二〇八大队）																
1	山 T－1	—	35	189	47.9	73.61	36.25	—	74.7	113.72	169.04	5.02	539	134	487	1
2	山 T－2	—	55	124	20.95	34.24	17.9	—	42.7	67.01	85.54	0	225.3	56	202	1
合计				313	68.85	107.85	54.15		117.4	180.73	254.58	5.02	764.3	190	689	2
二、327 矿点（核工业二〇八大队）																
3	山 T－1	—	35	278	61.3	93.95	46.13	—	83.6	140.72	261.59	11.18	795.7	198	0	1
4	山 T－2	—	35	159	50	75.21	36.21	—	74.3	110.85	132.01	0	454.5	113	391	1
合计				437	111.3	169.16	82.34		157.9	251.57	393.6	11.18	1250.2	311	391	2
三、1105 矿点（核工业二一一大队）																
5	KD－2161	76	40	258.80	75.25	418.93	163.08	—	50.97	353.22	427.64	—	647	161	0	1
6	KD－2162	980	35	838.25	231.28	1442.37	535.76	—	208.89	1447.61	1752.59	—	2395	598	1995	1
7	KD－2163	110	40	295.60	109.98	445.39	192.44	—	95.42	514.12	492.00	—	739	184	609	1
8	KD－203、201、200、204	750	40	754.00	189.89	2037.81	806.77	90.4	79.6	499.77	559.10	—	1885	471	1285	1
9	KD－205	284	40	540.80	137.23	886.51	336.83	—	94.39	520.74	512.21	—	1352	338	1152	1
10	KD－202	380	45	453.60	161.33	896.67	348.15	—	152.25	1055.09	1277.38	—	1008	252	808	1
合计		2580		3141.05	904.96	6127.68	2383.03	90.4	681.52	4390.55	5020.92		8026	2004	5849	6

续表 5.2-9　　陕西地区“十二五”二期废（矿）石堆原地覆盖治理工程量统计表

序号	名称及代号	整坡/清挖废石（m^3）	覆盖层		排水沟			挡土墙				植被恢复		砌石骨架护坡（m^2）	土工网护坡 m^2	警示牌（个）
			厚度（cm）	体积（m^3）	长度（m）	挖方（m^3）	砌体（m^3）	长度（m）	挖方（m^3）	砌体（m^3）	C25砼（m^3）	植草（m^2）	种树（棵）			
四、1矿床（核工业二一一大队）																
11	KD－1、2	330	50	1044.50	151.53	945.39	351.39	98.14	570.63	593.80	—	2089	522	1689	—	1
12	KD－3	50	40	481.60	76.34	373.61	151.46	122.76	715.68	746.74	—	1204	301	1134	—	1
13	KD－4	60	40	260.80	94.88	464.08	187.98	92.18	563.56	720.08	20.52	652	163	452	—	1
14	KD－5	50	35	436.10	125.94	589.14	241.55	111.73	628.46	631.60	—	1246	311	0	1166	1
15	KD－6	40	45	360.45	97.16	454.74	186.58	84.14	490.08	510.88	—	801	200	736	—	1
16	KD－7	24	35	66.15	57.93	234.97	101.73	46.37	277.44	296.96	—	189	47	184	—	1
合计		554		2649.6	603.78	3061.93	1220.69	555.32	3245.85	3500.06	20.52	6181	1544	4195	1166	6

续表 5.2-9　　陕西地区“十二五”二期废（矿）石堆原地覆盖治理工程量统计表

序号	名称及代号	整坡/清挖废石（m^3）	覆盖层		排水沟			挡土墙				植被恢复		砌石骨架护坡（m^2）	片石护坡（m^2）	警示牌（个）
			厚度（cm）	体积（m^3）	长度（m）	挖方（m^3）	砌体（m^3）	长度（m）	挖方（m^3）	砌体（m^3）	C25砼（m^3）	植草（m^2）	种树（棵）			
五、6503矿点（核工业二一一大队）																
17	KD-1	304	35	199.50	139.43	1359.69	559.36	104.81	568.07	1039.71	67.08	570	142	—	593	1
18	KD-2	298	45	378.45	92.79	905.41	372.80	95.65	409.97	495.36	11.81	841	210	561	—	1
合计		602		577.95	232.22	2265.1	932.16	200.46	978.04	1535.07	78.89	1411	352	561	593	2

续表 5.2-9　　陕西地区“十二五”二期　废（矿）石堆原地覆盖治理工程量统计表

序号	名称及代号	整坡/清挖废石（m^3）	覆盖层		排水沟				挡土墙				植被恢复		砌石骨架护坡（m^2）	片石护坡 m^2	警示牌个
			厚度（cm）	体积（m^3）	长度（m）	挖方（m^3）	砌体（m^3）	C25 砼（m^3）	长度（m）	挖方（m^3）	砌体（m^3）	C25 砼（m^3）	植草（m^2）	种树（棵）			
六、903 矿点（剩余部分）**（核工业二一四大队）**																	
19	KD-2	100	35	269	49.35	177.74	98.29	—	90.09	342.34	360.36	—	769	192	—	—	1
20	KD-3	780	35	288	117.01	419.97	231.58	—	216.04	1017.49	2201.46	66.55	824	206	—	166	1
21	KD-1、5	1780	35	323	137.08	508.16	291.93	—	215.77	963.43	1839.54	48.6	923	230	—	235	2
22	KD-6	200	35	303	88.92	240.97	98.7	—	105.18	399.68	420.72	—	866	216	—	—	1
23	KD-7	190	35	982	151.01	308.76	150.42	—	131.48	343.16	276.11	—	2806	701	2561	—	1
24	KD-8	230	35	546	156.92	356.8	165.35	—	143.19	415.73	367.77	—	1560	390	—	—	1
25	KD-9	490	35	490	123.11	254.73	125.69	—	116.45	352.99	369.47	—	1399	349	—	—	1
26	KD-10	320	35	364	62.48	185.45	85.31	—	101.84	386.99	480.68	—	1041	260	—	—	1
27	KD-12	136	35	340	115.77	346.07	160.48	—	86.5	328.7	408.28	—	971	242	—	—	1
28	KD-13	186	35	312	72.89	223.51	106.6	—	85.82	326.12	343.28	—	890	222	—	—	1
29	KD-14	166	35	548	36.79	132.78	73.55	—	143.66	545.91	574.64	—	1566	391	—	—	1
30	KD-15	300	35	619	113.64	352.8	170.47	—	127.8	485.64	511.2	—	1769	442	—	—	1
31	KD-16	140	35	513	129.39	363.66	156.5	—	131.65	500.27	554.1	—	1465	366	1344	—	1
32	KD-19	70	35	612	185.8	386.02	191.3	—	156.2	485.05	498.35	—	1748	437	1574	—	1
33	KD-23	130	35	366	65.49	189.28	84.37	—	104.8	398.24	419.2	—	1045	261	—	—	1

续表 5.2-9　　陕西地区“十二五”二期　废（矿）石堆原地覆盖治理工程量统计表

序号	名称及代号	整坡/清挖废石（m^3）	覆盖层		排水沟				挡土墙				植被恢复		砌石骨架护坡（m^2）	片石护坡（m^2）	警示牌个
			厚度（cm）	体积（m^3）	长度（m）	挖方（m^3）	砌体（m^3）	C25 砼（m^3）	长度（m）	挖方（m^3）	砌体（m^3）	C25 砼（m^3）	植草（m^2）	种树（棵）			
六、903 矿点（剩余部分）**（核工业二一四大队）**																	
34	KD-24	186	35	597	71.12	163.08	88.74	—	115.22	375.64	432.74	—	1707	426	—	—	1
35	KD-25	120	35	298	58.85	169.97	75.7	—	114.83	380.14	569.28	27.04	850	212	—	—	1
36	KD-26	560	35	483	69.55	208.79	97.29	—	123.96	555.17	936.17	42.06	1381	345	—	—	1
37	KD-20	86	35	445	97.22	520.83	318.01	53.48	77.5	202.28	162.75	—	1271	317	—	—	1
38	KD-29	70	35	595	102.18	211.84	104.74	—	156.15	496.22	523.13	—	1701	425	—	—	1
39	KD-37	94	35	471	105.45	333.29	208.4	—	135.06	352.5	251.91	—	1345	336	—	—	1
40	KD-38	90	35	1164	113.49	354.06	219.94	—	90.39	235.92	189.82	—	3325	831	—	—	2
合计		6424		10928	2223.51	6408.56	3303.36	53.48	2769.58	9889.61	12690.96	184.25	31222	7797	5479	4018	24
七、783 矿点（核工业二一四大队）																	
41	KD-1	320	35	1109	126.64	390.37	187.21	—	213.44	699.89	1030.87	48	3168	792	—	—	2
42	KD-2	160	35	332	69.76	200.30	95.86	—	106.12	300.36	274.34	—	949	237	781	—	1
43	KD-3	280	35	313	65.17	198.15	93.64	—	85.69	273.88	384.88	16.88	893	223	—	—	1
44	KD-4	160	35	358	84.89	230.37	103.59	—	125.8	380.52	347.5	0	1022	255	—	—	1
45	KD-5	160	35	393	54	178.25	91.50	—	75.99	230.12	273.1	8.55	1123	280	—	—	1
合计		1080	—	2505	400.46	1197.44	571.80	—	607.04	1884.77	2310.69	73.43	7155	1787	781	—	6

续表 5.2-9　　陕西地区“十二五”二期废（矿）石堆原地覆盖治理工程量统计表

序号	名称及代号	整坡/清挖废石（m^3）	覆盖层		排水沟			挡土墙				植被恢复		砌石骨架护坡（m^2）	土工网护坡（m^2）	片石护坡（m^2）	警示牌个
			厚度（cm）	体积（m^3）	长度（m）	挖方（m^3）	砌体（m^3）	长度（m）	挖方（m^3）	砌体（m^3）	C25 砼（m^3）	植草（m^2）	种树（棵）				
八、2 矿床（剩余部分）（核工业二二四大队）																	
46	洼沟山 T-1	52	35	216	57.6	113	47.46	88.82	163.43	401.25	20.72	618	154	—	—	—	1
47	洼沟山 T-2	54	35	179	50.83	118.18	47.02	77.98	143.48	320.98	13.35	511	127	—	—	—	1
48	甘沟山 T-1	60	35	37	89.36	231.41	97.37	54.65	85.25	582.55	31.34	107	26	—	—	1003	1
49	甘沟山 T-2	58	35	21	47.05	118.88	48.31	45.98	71.73	429.97	22.49	59	14	—	—	542	1
50	6303 山 T-1	76	35	356	54.78	138.8	56.63	106.71	196.35	321.2	—	1016	254	—	—	—	1
51	6303 山 T-2	52	55	384	52.6	132.51	53.61	98.53	181.29	307.01	—	699	174	662	—	—	1
52	6303 山 T-3	64	35	300	25.44	98.23	44.29	109.35	201.2	337.49	9.55	857	214	798	—	—	1
53	6263 山 T-1	60	55	413	54.72	130.13	53.52	98.01	180.34	304.51	—	751	187	694	—	—	1
54	6263 山 T-2	76	35	296	48.99	123.88	50.4	95.75	176.18	296.35	—	845	211	813	—	—	1
55	6263 山 T-3	38	35	266	63.32	154.46	59.48	125.93	231.71	385.96	—	759	189	746	—	—	1
合 计		590	—	2468	544.69	1359.48	558.09	901.71	1630.96	3687.27	97.45	6222	1550	3713	—	1545	10

续表 5.2-9　　陕西地区“十二五”二期废（矿）石堆原地覆盖治理工程量统计表

序号	名称及代号	整坡/清挖废石（m^3）	覆盖层		排水沟			挡土墙			植被恢复		砌石骨架护坡（m^2）	土工网护坡（m^2）	警示牌（个）
			厚度（cm）	体积（m^3）	长度（m）	挖方（m^3）	砌体（m^3）	长度（m）	挖方（m^3）	砌体（m^3）	植草（m^2）	种树（棵）			
九、1矿点（剩余部分）（核工业二二四大队）															
56	北沟东山T－1	70	35	101	31.7	78.96	34.58	56.72	104.37	176.83	288	72	—	—	1
57	北沟东山T－2	92	35	589	156.13	458.46	175.86	147.29	271.01	443.34	1682	420	—	—	1
58	北沟东山T－4	140	35	604	73.17	184.8	75.05	135.7	216.22	260.24	1727	431	1582	—	1
59	北沟西山T－1	80	35	613	79.13	194.4	83.62	137.81	264.37	457.73	1752	438	—	1635	1
60	北沟西山T－2	52	35	105	32.56	85.42	36.58	59.01	122.13	231.5	300	75	—	—	1
61	北沟西山T－3	42	35	122	29.39	78.13	34.04	57.28	93.42	119.37	349	87	—	—	1
62	庙沟山T－1	38	35	134	48.06	136.06	49.08	87.28	172.74	310.98	382	95	382	—	1
63	庙沟山T－2	50	35	159	41.29	103.83	41.9	74.27	136.66	229.2	453	113	—	—	1
64	庙沟山T－3	66	50	809	32.77	111.52	52.21	129.88	259.21	471.4	1617	404	1617	—	1
65	庙沟山T－4	54	35	204	28.78	86.19	34.1	87.19	160.43	269.28	584	146	584	—	1
66	庙沟山T－5	66	35	257	40.64	104.94	43.98	96.65	155.42	191.65	734	183	—	—	1
67	庙沟山T－6	64	35	183	49.78	114.32	44.63	86.09	139.85	183.9	522	130	522	—	1
68	东沟山T－1	268	35	1271	70.7	208.17	102.12	159.17	256.8	319.37	3631	907	2979	—	2
69	东沟山T－2	392	35	1861	134.83	347.13	144.88	227.12	370.59	474.09	5317	1329	—	5193	3

续表 5.2-9　　陕西地区“十二五”二期废（矿）石堆原地覆盖治理工程量统计表

序号	名称及代号	整坡/清挖废石（m^3）	覆盖层		排水沟			挡土墙			植被恢复		砌石骨架护坡（m^2）	土工网护坡（m^2）	警示牌（个）
			厚度（cm）	体积（m^3）	长度（m）	挖方（m^3）	砌体（m^3）	长度（m）	挖方（m^3）	砌体（m^3）	植草（m^2）	种树（棵）			
九、矿点（剩余部分）（核工业二二四大队）															
70	东沟山 T－3	286	35	1398	120.33	317.37	136.88	238.59	382.41	467.5	3995.2	998	—	3845.2	2
71	东沟山 T－4	178	35	681	54.05	143.18	62.11	136.94	224.65	291.16	1946	486	1834	—	1
72	东沟山 T－5	214	35	726	58.27	149.54	62.14	164.6	265	327.76	2073	518	2038	—	1
73	东沟山 T－6	240	35	1289	119.86	285.34	117.53	211.01	339.05	417.24	3683	920	—	3613	2
	合计	2392	—	11106	1201.44	3187.76	1331.29	2292.6	3934.33	5642.54	31035.2	7752	11538	14286.2	23
十、2 矿点（核工业二二四大队）															
74	XJ－1	156	50	956	80.11	155.66	64.48	148.26	272.8	446.26	1912	478	1815	—	1
75	QJ－1	108	—	11	—	—	—	—	—	—	87.6	21	—	—	—
合计		264	—	967	80.11	155.66	64.48	148.26	272.8	446.26	1999.6	499	1815	—	1

5.2.5.5 废（矿）石堆清挖回填、迁移集中的治理方案

本次采用迁移、相对集中治理的废石场为 2 矿点的 QJ-1 废石场（1 个），治理方案概括为：

将 2 矿点的 QJ-1 废石场内的废石就近运至坑道内回填治理，回填后余下的污染物则就近运至相邻的废石场内（XJ-1 废石场）进行集中处置，最后对原址平整、恢复植被。废（矿）石堆下部污染土超挖深度按 50cm 考虑，实施过程要求做到“边施工边监测”，使原址达到无限制使用深度，满足土壤 ^{226}Ra 残留量、γ 辐射剂量率接近当地本底值的管理限值要求。

5.2.5.6 滨河废石场的治理措施

本工程滨河废石场共 4 个，均采用原地覆盖的治理方案；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。

5.2.5.7 采取的工程方法与措施

（1）废石场边坡

一般采用与堆石边坡天然安息角相应的边坡坡率，坡率一般按 1：1.5 的坡率控制。如不含杂质的废石堆其坡率可为 1：1.25，废石被粘粒包围、互不接触的废石堆则坡率不应陡于 1：1.75。

废石场边坡一般采取植草护坡进行防护；对高大及坡陡的边坡则采用浆砌片石截水骨架护坡和土工网复合植被护坡进行防护。

废石场边坡护坡形式见示意图 5.2-5 及图 5.2-6。

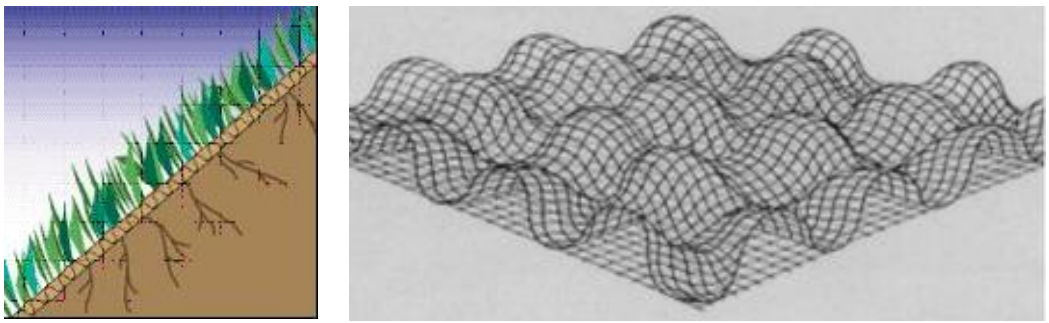

图 5.2-5　三维土工网护坡形式示意图

67

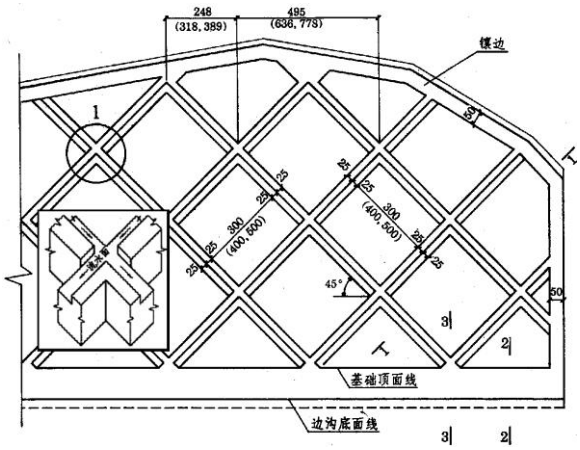

图 5.2-6　方格型截水骨架护坡形式示意图

对边坡高度超过 20m 的废石堆，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。

根据《岩土工程勘察规范》（GB50021），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 度地震地区需进行抗震检算。

（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》（图号 04J008）。

（3）截水沟

截水沟按百年一遇重现期的防洪标准进行设计，根据全国 P＝1%的暴雨等值线图，本工程设计雨力 S_p 范围值在 70mm/h～110mm/h 之间。

（4）边坡防护

本工程废石场治理总面积约为 101422m^2，根据气候特征、地形和边坡要素，对于边坡较高、较长、较陡及面积较大的废石场，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 34.78%；采用土工网复合植被护坡的占 13.62%；岸边采用浆砌片石护坡的占 9.44%；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。

植被护坡的主要功能：

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

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

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

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

植被护坡验收标准确定为 1 级－无鳞片状面蚀，即地面植物生长良好、分布均匀、覆盖率大于 70%。

（5）植被恢复

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

根据中国草坪气候生态区划图，本区属Ⅴ区北过渡带和Ⅱ区寒冷半干旱带。Ⅴ区常用的护坡植物为结缕草、高羊茅、易穗苔草、白三叶、野牛草、紫穗槐和连翘等；Ⅱ区常用的护坡植物为高羊茅、白三叶、小冠花、无芒雀麦 扁穗冰草、紫花苜蓿、胡枝子、枸杞、紫穗槐等，各矿点可根据具体情况选用。

5.2.6 施工运输总体说明

陕西地区以多山与高原为特色，需整治的各废（矿）石堆和坑（井）口均位于山区。建筑材料及覆盖材料一般情况均采用汽车或农用车运输，当施工运输极为困难的地段、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，有时尚需拓宽

道路，以保证整治材料的到位。

6 环境影响分析与退役终态描述：

6.1 环境影响分析

6.1.1 整治前的环境影响

6.1.1.1 区域环境敏感目标分布情况

根据提供的“十二五”退役整治二期工程基础资料显示，本次退役治理的废（矿）石在坑（井）口的出口处就地堆放在山坡、河流、小溪、风景名胜区范围内，部分在居民点附近。陕西地区“十二五”退役整治二期工程区域环境敏感点分布情况详见表6.1-1。

表 6.1-1 “十二五”退役整治二期工程区域环境敏感点分布情况一览表

矿点名称	河流			居民点			
	名称	距离(m)	方位	名称	距离（m）	方位	人口(人)
230 矿点	xxx	500	W	xxx	900	W	224
327 矿点	xxx	1900	E	xxx	1300	EN	316
	xxx	1800	W	xxx	8100	WS	5201
1105 矿点	xxx	8000	E	xxx	3000	WS	253
1 矿床	xxx	7000	E	xxx	500	W	223
6503 矿点	xxx	9000	WS	xxx	80	WS	159
903 矿点（剩余部分）	xxx	4500	N	xxx	800	N	1500
783 矿点	xxx	200	NE	xxx	300	NE	1200
2 矿床（剩余部分）	xxx	1000	S	xxx	5000	EN	800
1 矿点（剩余部分）	xxx	900	ES	xxx	4000	WN	1000
2 矿点	xxx	5000	WS	xxx	800	ES	400

6.1.1.2 辐射环境影响现状分析

（1）辐射环境本底

据陕西“十二五”退役整治二期工程基础资料显示，退役整治二期工程所在地区的辐射环境本底见表6.1-2。

表 6.1-2　　陕西“十二五”二期整治工程所在区域辐射环境本底

序号	矿点	γ 空气吸收剂量率（10^{-8} Gy/h）		土壤	
		范围	均值	天然 U（mg/kg）	^{226}Ra（Bq/kg）
1	230 矿点	7.1～18.3	10.7	3.9	43.9
2	327 矿点	7.1～18.3	10.7	3.9	43.9
3	1105 矿点	8.0～15.9	10.1	3.07	35.5
4	1 矿床	8.0～15.9	10.1	3.07	35.5
5	6503 矿点	7.1～18.3	10.7	3.90	43.9
6	903 矿点（剩余部分）	8.0～15.9	10.1	3.07	35.5
7	783 矿点	8.0～15.9	10.1	3.07	35.5
8	2 矿床（剩余部分）	6.0~18.5	10.7	2.5	37.8
9	1 矿点（剩余部分）	6.0~18.5	10.7	2.5	37.8
10	2 矿点	6.0~18.5	10.7	2.5	37.8

（2）辐射环境影响现状

陕西地区“十二五”退役整治二期工程需整治的 10 个矿（床）点，共计坑口 83 个、废（矿）石堆 75 个，总废石量 303510 t、裸露面积 101421.7㎡；浅井 37 个，斜井 1 个。这些裸露的含放射性物质的废石就地堆放，一是对周围环境造成负面影响，二是有些废（矿）石对当地居民生产和生活构成潜在的危害，三是敞开的坑（浅、斜井）口，还存在误入或坠落等诸多的不安全因素。四是裸露的废(矿）石堆、坑（井）口在一定程度上破坏了当地的自然景观，必须尽快实施退役治理。

未封闭的铀矿工程坑（井）口，有大量的氡气逸出，对其周围环境空气造成一定的污染。另外，本项目有 7 个坑口有水流出，对附近地表水体局部地段产生一定影响，应及时进行退役整治。

6.1.2 整治阶段环境影响分析

工程整治阶段产生的环境影响涉及面广，污染种类繁多，其中：主要以生态环境影响为主，其次包括：水土流失、废气、废水、噪声等环境污染因素。

6.1.2.1 生态环境影响分析

整治工程施工中，由于施工材料的堆放、运输道路的修筑以及取土场的开挖等均需破坏一定的地表植被。

采取的防护措施为：对施工材料堆放场地及时清理，尽量恢复原状；施工便道修建时，尽量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居民继续使用，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。在施工

阶段，应尽量避免在雨季施工，以减少水土流失；其次要做到有序施工，即每次取土量以工程需要为宜，禁止采用大开挖的形式。同时加强施工现场监督管理，每次施工结束后，应对施工开挖现场进行降坡、平整，恢复区域自然地貌。

6.1.2.2 环境空气影响分析

治理工程在覆土和废（矿）石堆清运回填过程中，将会产生一定的粉尘影响。因此，在施工过程中，应避开大风天气，同时对施工现场设围挡，并注意施工材料的选用和堆放，尽量少用干水泥，对水泥、石灰等易产生扬尘的材料集中堆放并采取加盖篷布，对施工场地进行定期洒水，可有效降低粉尘的影响程度。由于本期治理施工活动主要位于山区，影响范围仅限于治理施工场地附近局部地段，主要是矿床（剩余部分）甘沟山 T-1 废（矿）石堆施工场地对附近约 3m 的居民影响。因此，在施工工程中，应定期对施工场地易起尘地段进行洒水作业，可有效缓解施工粉尘的影响，施工扬尘的影响是暂时的，伴随着施工期的结束其影响也将消失。分析认为，施工过程中产生的粉尘对周围环境空气影响是可以接受的。

6.1.2.3 环境噪声影响分析

治理工程施工过程中主要使用一些大型机械设备，该设备将会产生一定的噪声影响。为减缓噪声对环境的影响，可选用低噪设备，同时合理安排施工时段及运输路线、尽量避免夜间或休息时间进行施工等措施，以减少噪声污染。由于治理项目最近的一户居民点约 3m，应加强施工阶段的施工噪声管理，严格控制大型设备运行时段或尽量进行人工作业，不采用大型设备进行施工，采取相应降噪措施后，可以为居民接受；满足《建筑施工场界环境噪声排放标准》（GB12523-2011）标准要求。

6.1.2.4 施工运输环境影响分析

运输活动为合并的废石场的废渣运输以及高品位废石回填运输，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：废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，施工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。

6.1.2.5 对野生动物的影响分析

本治理工程施工过程中对陆生动物产生的直接影响较小，主要是间接影响。施工中的植被破坏、机械噪声和施工人员的活动等，将会对少数分布较近的野生动物的栖

息环境产生干扰。鉴于本期治理工程施工时间周期较短，且局限于一定的范围内，因此，对野生动物影响小。

6.1.2.6 施工人员生活废水及生活垃圾影响分析

本期退役整治单项工程实施单位有 4 个（二〇八大队、二一一大队、二一四大队和二二四大队），需治理的各矿（床）点分布较散且位于山区，施工现场不设生活设施，主要使用机械设备进行施工整治；且施工时间有限；施工技术人员由工程实施单位指派，施工人员均为聘请当地的居民，在整个工程实施过程中产生的生活污水及生活垃圾极少，对周围环境影响小。

6.1.2.7 施工过程中对环境的辐射影响分析

本项目施工过程中产生的辐射影响主要是废石堆放场地析出 的 ^{222}Rn 造成居民吸入内照射，其次为公众在废石堆附近滞留产生的外照射。由于本项目治理的各矿（床）点在山区，分布较分散且相互间距离较远，治理施工时，基本是逐个矿（床）点的进行，彼此独立、相互影响很小。另外本项目总的施工期为 45 个月，各个矿（井）点最短的施工期为 5 个月，最长的施工期为 14 个月，退役治理过程的影响是暂时的，随着施工结束会逐渐恢复正常。分析认为，退役治理过程对环境产生的辐射影响是较小的。

6.1.2.8 对施工人员及公众的辐射影响分析

退役治理施工过程中，对施工人员和公众受到的照射途径主要有两种，一是吸入氡及其子体产生的内照射，二是废石场产生的外照射。

退役设施治理现场主要为施工人员，施工人员在治理工程施工过程中，将近距离接触退役设施，会使施工人员受到一定的辐射影响。因此本次退役治理过程中工作人员职业照射剂量分析主要对进行废石场施工的工作人员进行职业照射剂量分析。

鉴于本期治理各矿点退役设施相距较远，据提供的源项分析，从辐射安全角度考虑，本次剂量估算选择源项最大的退役设施为单元进行估算，由于施工过程不可能全年均在污染最高处施工作业，故选择源项最大的 211 大队 903 矿点，该队需治理废（矿）石堆 22 个，废石量 82416t，裸露面积 35240m^2。根据整治工程进度安排，该矿点废石场整治年工作时间最多约 7 个月，每天工作 6h，预计年工作时间 1260h。

施工过程中各源项对周围公众的辐射影响，随着施工进度逐步削弱。由于各施工场地均位于山地，施工现场要求附近居民尽量远离，一般当地居民是不会到施工现场的；保守考虑，假如当地居民每天在施工场所待 30min，预计滞留时间为 105h。

施工人员及公众接受的附加剂量估算模式为：

γ 辐射外照射有效剂量估算模式为：

$$H_\gamma=D_\gamma \times T \times 0.7 \times 10^{-6}$$

式中：H_γ—γ 辐射外照射人均年有效剂量当量，mSv；

D_γ—γ 空气吸收剂量率，nGy/h；

T—工作时间，h；

0.7—剂量转换因子，Sv/Gy；

吸入氡子体内照射有效剂量估算模式为：

$$H_E^a = 0.5 \ X \ q_E^a \ t$$

式中：H_E^a—为施工人员吸入氡子体所致剂量，Sv/a；

0.5—为氡与其子体平衡因子；

X—为氡浓度，Bq/m^3；

q_E^a—为施工人员氡子体吸入剂量转换因子，$Sv[Bq \cdot h \cdot m^{-3}]^{-1}$；为 1.7×10^{-8}；

t—为施工人员在施工现场滞留时间，h/a。

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，采用的模式如下：

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

式中， D_{Rn}—场地中氡浓度， Bq/m^3；

R—场地氡析出率， $Bq/(m^2 \ s)$；

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。

经剂量模式估算，施工人员接受的外照射附加年有效剂量为 0.86 mSv；吸入氡子体所致内照射附加年有效剂量为 1.03mSv，叠加为 1.89 mSv/a；公众接受的外照射附加年有效剂量为 0.07 mSv；吸入氡子体所致内照射附加年有效剂量为 0.09mSv，叠加为 0.16 mSv/a；满足本次提出的施工人员剂量管理限值和公众剂量约束值（施工人员 5mSv/a，公众 0.5mSv/a），对施工人员和公众的辐射影响是可以接受的，随着施工工程结束其影响消失。

根据以上计算结果，分析认为，在其他矿(床)点的退役整治过程中的施工人员和附

近公众接受的个人年有效剂量，不会超出本次环评提出的施工人员剂量管理限值和公众剂量约束值。

6.1.2.8 施工期间防护措施

为了保证在施工期间使施工人员接受到的剂量达到尽可能低的水平，应采取如下防护措施：

（1）个人防护措施

1）施工前，对施工人员进行放射性基本知识和辐射安全防护方面的宣传，提高辐射安全文化素养，增强施工人员的自我保护意识。

2）在有公众的施工地段，应设控制区及警示标志，施工阶段严禁闲杂人员进入施工场地，避免接受不必要的剂量。

3）施工人员进入施工现场，应佩戴个人剂量计，施工时，穿戴工作服、靴子、安全帽和佩戴防氡口罩；废石清挖、倒运工作人员还应佩带手套等防护用品。

4）在有水的条件下，可不定时对治理的退役设施进行洒水降尘；在无水情况下，施工人员尽可能位于上风向进行作业。

5）对于γ辐射剂量率较高的退役设施，尽可能缩短施工作业时间，减少近距离接触时间。

6）施工人员休息时，尽可能远离（10m 以上且为上风向）退役设施，以减少外照射及吸入。

7）施工作业场所内不得进食、吸烟和存放食品。

8）施工作业结束后，有条件情况下，应及时洗浴，换掉工作服，以减少放射性表面沾污。

（2）治理过程中的防护措施

1）在进行坑（井）口封堵治理时，采取局扇对坑（井）口进行通风，以减少对施工人员和周围环境的污染。

2）对于采取清挖治理的废石场、废渣堆等设施，在施工过程中采取不定时洒水、帆布遮挡等措施，抑制扬尘向周围环境的扩散。同时在大风天气时，禁止施工以减少对周围环境的污染。

3）对采取清挖治理的设施，在彻底清挖后在原址有可能存在着遗漏或洒落的放射性污染，如不及时发现，可能造成污染面积扩大对周围环境再次造成污染。在清挖过程中认真贯彻“边监测，边施工” 的施工方案，发现异常及时进行清理，确保对污染物

的彻底清除，减少对周围环境的污染。

4）放射性废物需运输时，应合理选择废物运输路线，运输路线绕开人口稠密的地区，尽量避开村庄，以减少废物运输过程中对周围公众的影响。

5）废物运输车辆尽量采用密闭性良好的车辆，运输废物上加盖帆布，同时车辆行驶过程中，严格控制车速，减少污染物的洒落。

（3）治理过程中的废物最小化

1）铀矿冶遗留设施产生的废物尽可能回填井下、原地治理的废石场或不能达到无限制开放使用的露天采场废墟。

2）对于废石量较小的废石场，如果条件允许尽可能回填井下或集中迁移至其它废石场。

3）原地治理的废石场尽可能将废石集中收敛，减少占地面积和覆土面积。

6.1.3 整治工程竣工后的环境影响分析

（1）剂量估算

本次待治理的矿床（剩余部分）中的甘沟山 T-1 废（矿）石堆位于居民住宅后面，距离居民最近距离为 3m，为关键居民组。依据前述剂量估算模式（居民在室外居留因子选取 0.08），退役治理前气载流出物所致最大个人有效剂量为 0.28mSv/a，γ 辐射所致最大个人有效剂量为 0.05mSv/a，其总的有效剂量水平为 0.33mSv/a，主要途径为废（矿）石堆释放的 ^{222}Rn 子体的吸入。退役治理后所致个人最大有效剂量为 0.05mSv/a，为退役治理前的 15.2%，符合本次提出的公众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）整治工程后的环境影响分析

陕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，对各废（矿）石堆采取了筑墙拦渣的治理措施，而且其表面覆盖黄土，并进行植被绿化，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。对于各矿点坑道口，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，以恢复其原有自然面貌。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，在暴雨期间，可以导引洪水，避免其对整治的废（矿）石堆的冲刷，确保整治效果。坑（井）口经封堵（回填）后，阻止了坑（道）井内氡气向外环境的释放，原有的不安全隐患也将随之消失。整治工程后，限制了该区局部地段的放射性核素进一步向环境中的迁移和扩散，最终减缓了公众接受的辐射剂量，使受影

响的环境介质中放射性核素达到《铀矿地质辐射防护和环境保护规定》(GB15848-1995)的要求和尽可能低的原则。同时恢复了自然面貌，改善了生态环境和景观环境，具有良好的环境和社会效益。

陕西地区“十二五”退役整治二期工程的实施单位，在陕西已完成了若干勘探设施的退设整治工程，具备较强的项目管理能力，保有具备施工能力的治理队伍，积累了丰富的治理经验，并且铀矿地质系统退役整治工程治理技术路线成熟、施工技术简单，因此，本工程能够按照国家核设施退役治理及放射性废物处置（处理）工程的有关规定和要求顺利实施。

（3）退役终态描述

本期退役治理工程实施后，各类超出管理限值的源项均得到了不同程度的处置与处理，从而使工程所在区域的环境质量得到了明显的改善，也使当地居民因放射性废（矿）石堆污染而引起的恐慌心理得到缓解，社会不稳定因素得以彻底解决。

1）对所有未封堵的坑（井）口均采取了永久性封堵措施，杜绝了井下 ^{222}Rn气的逸出，并避免了由于人畜的误入或坠入而带来的安全隐患。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。

2）遗留地表的废（矿）石堆经经稳定化处置、覆盖与植被后，其表面的氡析出率值满足≤0.74Bq/m^2 s的管理限值，γ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；废石堆彻底清除就近运至相邻废石堆处置后，氡析出率降到本底值，γ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）为了稳定堆积于地表的废石等固体废物，使之不随意流失于环境中，设计采取建挡土墙、护坡和排水沟等措施；该构筑物工程稳定期为100年。通过规范设计，加强施工组织、技术和材料及现场管理的力度，确保了工程质量；在整治工程验收之后的有效监管下，治理工程能够满足长期稳固的要求。

综上所述，退役整治后，各单项指标均能满足管理限值的要求，退役整治设施处于长期安全稳定的状态，其辐射影响达到可接受的水平。预测各子项工程经退役整治后，^{222}Rn析出率比治理前降低19～53%，达到小于0.74Bq/m^2 s 的管理限值要求，贯穿辐射剂量率基本接近当地本底水平，退役设施附近的辐射安全隐患消除；对公众所接受的剂量可以满足本次评价提出的管理目标值，退役整治达到预定目标。

退役整治工程各单项指标的治理方案设计，均充分考虑了当地的地形地貌环境、

水文地质情况以及地质构造等因素，对坑口的退役治理，进行了两道砼墙封堵，两墙相距约10m，而且在封堵后的坑口还进行覆土植被，此设计方案可以达到永久性退役的目的。对废石堆的坡面进行护坡处理以及在废石堆的两边进行截水沟设计，这些设计都充分考虑了当地的最大降雨量情况，能够达到足够的抗风蚀、雨蚀的能力，对废石堆进行修建挡渣墙工程，在设计时也充分考虑了当地的地震强度和雨力强度等因素，并且这些工程的稳定期设计均为100年，完全可以保证工程的长期稳定性。

陕西地区在“十 ·五”到“十一 ·五”期间已经完成过多个退役工程，其退役方案和本次退役方案类似，经对退役整治工程的竣工验收监测结果统计资料显示，其各单项指标都已经达到当初退役设计的目标要求，缓解了废渣的迁移和放射性核素流失所造成的环境影响，有效的控制了废（矿）石流失、废气扩散，改善了当地辐射环境质量；并且都很好地恢复了当地的自然地貌，与当地自然地貌溶为一体，保持了水土，受到了当地政府和公众的好评。

6.2 原地覆盖治理的废石场长期稳定性分析

6.2.1 治理方法及工程措施的简述

陕西地区 “十二五”退役整治二期工程，共治理铀矿（床）点 10 个、治理废石场 75 个，其中 1 个废石场（2 矿点 QJ-1）采用挖除、搬迁、集中的治理方案，74 个废石场采用原地覆盖的治理方案，其治理方法及工程措施简述如下：

（1）收集撒落废石，平整坡面、消除土包、削坡并设马道，然后压实坡面。

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，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 度地震地区还须进行抗震检算。

（2）在坡脚及沿废石场两长边砌筑挡土墙以稳定废石场。

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》（图号 04J008）。

1）抗滑稳定验算 主要组合时，抗滑稳定系数 Kc≥1.3；附加组合时，Kc≥1.2；考虑偶然组合时，Kc≥1.1；

2）抗倾覆稳定验算 主要组合时，抗滑稳定系数 K0≥1.5；附加组合时，K0≥1.3；考虑偶然组合时，K0≥1.1。

（3）在坡顶砌筑截水沟、以防洪水冲刷废石场，在马道设置边沟以防坡面雨力侵蚀。

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 70mm/h～110mm/h 之间。

（4）分层覆土压实、压实度不低于 0.90、植被土层压实度不低于 0.85，覆土厚度达到相应设计厚度，以达到抑制 ^{222}Rn 析出和屏蔽贯穿辐射水平的治理要求。

在覆盖施工过程中，严格执行《土方与爆破工程施工及验收规范》（GBJ201-83），质量严格按《土方与爆破工程施工及验收规范》（GBJ201-83）和《公路工程质量检验评定标准》（JTJ071-98）的有关规定控制，即“填土压实后应有 90%以上符合设计要求，其余 10%的最低值与设计值的差，不得大于 0.08g/cm^3，且应分散不得集中。检查方法和频率：密度法、每 2000m^2 每压实层测 4 处。

（5）坡面采用植草护坡、浆砌片石截水骨架内植草护坡和土工网复合植被护坡进行防护，最后种树植被、设立警示牌。

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％。

整治工程竣工之后按照有限制开放使用核退役设施的要求进行监管，废石场的挡渣墙、护坡和截水沟等设施，能够保持长期有效。

6. 2. 2 稳定性分析

6.2.2.1 影响稳定性的主要事件

事件 1：废石边坡的自身稳定性；

事件 2：上游客水对废石场冲刷；

事件 3：坡脚水流的冲刷和洪水淹没的事件；

事件 4：废石场覆盖层的雨蚀、风蚀；

事件 5：人为侵扰的影响。

6.3.2.2 废石边坡的自身稳定性分析

根据所提供的设计基础资料显示，目前各废石场均处于稳定状态。废石场为土石混合堆积体，为了确保其稳定性，在高阶段设计采用坡率法设计，采用与天然安息角相应的边坡坡率，见表 6.3-1。

表 6.3-1　　废石场堆积体边坡坡率参考值

岩堆情况	条件说明	边坡坡度
不含杂质的碎石	山区的堆积层	1：1.00～1：1.25
碎石被小颗粒包围，碎石间互不接触	小颗粒是无粘结粒的砂	1：1.50
碎石被小颗粒包围，碎石间互不接触	小颗粒是粘性土	1：1.75～1：2.00
碎石相互间尚能接触，中夹粘性土	碎石有棱角	1：1.25
	碎石失去棱角、较圆滑	1：1.50
一般堆积层		≥1：1.50

因此，废石边坡一般按缓于 1：1.50 的坡率控制，边坡高度超过 20m，设马道、马道上设边沟及挡土墙。

按照《钢铁企业总图运输设计规范》（YBJ52-88）判断其整体稳定性：根据该规范第 3.5.4 条及其条文说明，国内外大量调研资料表明“废石场（排土场）高度 30m～200m，基底地面坡度在小于 24°的情况下，其稳定性良好”；“我国铁（公）路路基设计时，通常把地面横坡限制在 1：2.5 以下，作为区分陡坡路基进行个别设计的范围。这一坡度大体也是在 20°～24°，说明以地面坡度不超过 24°，作为评判土工构筑物（含废石场、排土场）是否可能发生整体下滑的界限是符合设计现状的”。在本工程中，废石场高度在 10m～55m 以内，基底地面坡度均小于 24°，整体稳定性良好。

另根据所提供的基础资料显示，废石场所在山体无崩坍、滑坡、泥石流等不良地质现象。因此，本工程废石场边坡稳定性是能够得到保证的。

6.3.2.3上游客水对废石场冲刷的稳定性分析

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

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

6.3.2.4 坡脚水流的冲刷和洪水淹没的事件

对于滨河废石场，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。

6.3.2.5 废石场覆盖层防止水蚀、风蚀的分析

列入本期退役整治计划的 10 个矿（床）点，根据地形地貌照片显示，绝大多数矿（床）点所在地区植被较好；所处地貌类型为陕西南部山地丘陵、陕西中部的秦岭山区和陕西西北部的陕北高原，以多山与高原为特色；所处气候属大陆性季风气候区，年平均降雨量在 700mm 左右，由东南向西北递减，降雨多集中在 7、8、9 三个月，约占年降雨量的 50%～70%，降雨量年际变化较大，最大年降雨量 1100mm，最小年降雨量为 557mm，相差近 2 倍，夏秋季降雨多以暴雨形式出现，雨量及强度大。

根据中国土壤侵蚀类型图，本区为以水蚀为主的Ⅲ5 类型区。

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

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

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

根据土壤侵蚀原理，在非农耕地坡面上，由于人为不合理活动如过度采樵、放牧和自然等原因，使植物种类减少，生长退化，覆盖率降低，导致发生鳞片状面蚀，鳞片状面蚀发生程度及其发展强度主要与地表植物的生长状况、覆盖率高低和分布有关，详见表 6.3-2。

表 6.3-2　　地表植物生长状况与鳞片状面蚀程度划分标准

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

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%，除此之外，设计还采用了截水骨架护坡防护总面积为 58361m^2（占总治理面积的 31.09%），采用土工网复合植被护坡防护总面积为 6359m^2（占总治理面积的 3.39%），这样更加能够有效的防止水蚀的发生。

综上所述，本工程防止废石场覆盖层雨蚀的破坏是有效的。

6.3.2.6 人为侵扰的影响

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

1) 挖掘浆砌块石和破坏护坡的事件分析

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

2) 放牧事件分析

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

6.3.3 稳定性分析结论

综上所述，从废石边坡的自身稳定性、上游客水对废石场冲刷、坡脚水流的冲刷和洪水淹没、废石场覆盖层的雨蚀及风蚀、人为侵扰的影响等五个方面，进行逐一分析，可见设计方案是可靠的，建设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，整治工程竣工之后按照有限制开放使用核退役设施的要求进行监管，废

石场的治理是能够保持长期稳定的。

7 监督、监测与管理计划：

7.1 监督、检查

中国核工业地质局是全国铀矿地质退役整治项目组织实施单位，负责编制规划建议、年度计划建议、组织铀矿地质退役整治项目的实施及监督检查等工作。受核工业地质局委托，核工业西北放射性矿产地质管理办公室负责西北地区铀矿地质勘探设施的退役整治监督管理工作。主要内容包括：

（1）是否在规定时间内，保质保量的完成了各项整治工程；

（2）整治工程是否严格按照设计要求进行施工；

（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，并返回废石堆；

（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相关标准要求，是否达到无限制开放或有限制开放使用的治理目标。对有限制使用的设施及场地，在四周设置明显和坚固的永久标牌，标明工程名称、性质、年代和禁令。

（6）制定事故应急计划，当发生人为侵扰和自然灾害事故时，能够迅速做出反应并采取相应的处置对策。

（7）在整个退役整治工程全部竣工后，对有限制使用区域进行定期监护，并向当地居民做好宣传教育，严禁在该区域内进行开挖的土建施工、放牧及耕种等。

7.2 监测

治理工程实施单位原来就是从事铀矿地质找矿工作，充分具备了辐射环境测量的技术能力，在退役整治过程中，作为监测工作的责任主体。治理前制定严格的、周密的监测计划和操作细则，监测技术人员监测前进行短期培训，并对监测结果进行校核与比对，确保监测质量。

在施工过程中，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，对工程材料的放射性强度及治理设施场地等不定时进行监测，对达不到设计要求的部位及时进行整改。在每个单项工程整治竣工前，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。

对辐射影响较大的退役设施，建议按施工人员 50%的比例，选择有代表性的施工人员佩戴个人剂量计，进行个人剂量监测，其测量时间和测量不确定度应满足有关标准的要求。个人剂量计检测结果备案。

退役设施整治后，应进行治理后的监测及保护与监护期监测，监测项目为：γ 空气吸收剂量率、氡浓度及氡子体。监测点位、测量、采样、数据处理等过程必须实施质量控制和采取相应的质量保证措施。监测仪器、测量方法应满足相应国家标准规定要求。

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。

监测方案详见表 7.2-1。

表 7. 2-1　　环境监测方案一览表

源项名称	测点数/取样数				
	γ 空气吸收剂量率/频次	氡析出率	土中/废石中底泥中/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	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、被污染农田					
面积＞100m^2	1 个/50m^2	每 100m^2 布 1 个	取不少于 5 点制混合样 1 个	/	/

		且≥2 个			
五、被污染道路	3 个/50m：路边各 1 个、路中 1 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
3)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

7.3 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，应设置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。

8 环境影响评价结论、问题与建议：

8.1 环境影响评价结论

8.1.1 环境质量现状结论

依据陕西地区“十二五”退役整治二期工程基础资料，本次待治理各矿（床）点退役设施监测的γ 空气吸收剂量率及氡析出率值，均高于当地环境本底值和本次环评提出的管理目标值要求，表明当地局部环境已遭受到了一定的辐射影响。

8.1.2 退役工程分析结论

（1）退役工程内容

本期退役治理工程内容主要包括铀矿（床）点 10 个，其中坑（井）口 83 个（有水流出坑口 7 个，无水坑口 76 个），浅井 37 个，斜井 1 个；废（矿）石堆 75 个，废石总量 303510t，裸露面积 101421.7m^2。

（2）治理方案

对无水坑口采用两道毛石墙封堵、中间充填废石的治理方案；对有水坑口采用两道混凝土墙封堵，在两墙间设疏水过滤池，即采用疏水、被动式滤水封堵的治理方案。对浅井采取废石回填、井口覆土封堵、地表面植被的治理方案。斜井采用两道砼墙封堵，然后覆土掩埋斜井口，覆土植被的治理方案。废（矿）石场主要采用原地覆土植被，同时采用浆砌片石截水骨架护坡和土工网复合植被护坡，并修筑挡土墙和截（排）水沟的治理方案。

（3）治理方案可行性

陕西地区“十二五”退役整治二期工程治理方案，根据当地的具体情况，考虑了治理工程的补救性质，结合自然环境、社会环境和心理因素等，做到了因地制宜、切合实际。设计中治理方案进行了多方案比较，选取的方案较为合理。因此，该工程退役治理方案是可行的。

本期退役治理工程实施后，不仅降低了周围公众的个人附加有效剂量，保护了环境，而且缓解了当地居民因放射性污染而引起的环境纠纷，环境效益、社会效益显著。该工程治理实施后，有效的减少了放射性物质对周围环境的影响。

8.1.3 施工期环境影响分析

（1）施工期

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。取土覆盖废石场，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、 废石场取土覆土过程中将产生扬尘。对关键居民组附近废石场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。但高山寺矿床（剩余部分）甘沟山 T-1 废（矿）石堆施工场地附近居民住宅约 3m，因此，在施工前必需制订切实可行的施工噪声防治措施，夜间施工噪声不得超过 50dB(A)，施工期噪声必须符合《建筑施工场界环境噪声排放标准》（GB12523-2011），并尽可能降低施工噪声对周围环境的影响。

（2）剂量估算

施工过程中对施工人员附加年有效剂量当量为 1.89mSv，公众接受的个人年有效剂量当量为 0.16mSv，符合本次提出的施工人员剂量管理限值和公众剂量约束值（施工人员 5mSv/a，公众 0.5mSv/a），对施工人员和公众的辐射影响是可以接受的，随着施工工程结束其影响消失。

8.1.4 退役治理工程稳定性分析

通过对废石场的边坡稳定性、上游洪水对废石场冲刷的稳定性、坡脚水流的冲刷和洪水淹没的事件、覆盖层防水蚀、风蚀分析、人为侵扰分析，本次废石场的治理方案可以保证长期稳定性。另外通过建设单位合理组织施工、加强施工过程中的全面质量控制及监理，竣工后按照有限制开放使用核退役设施的要求进行监管，治理后废石场的长期稳定性是能够保证的。

8.1.5 退役整治效果分析

本期退役治理工程实施后，原来各类超过管理限值的源项均得到了不同程度的处置和治理，退役整治后的各源项将处于长期稳定的状态，当地辐射环境质量得到较大程度的改善，公众所致个人最大有效剂量为 0.05mSv/a，为退役治理前的 15.2%，符合本次提出的公众个人年有效剂量当量管理限值（0.25mSv）。

（1）坑（井）口得以严密封堵，防止了氡气的外逸，消除了人畜误入或坠落坑井的安全隐患；

（2）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，对当地地表水体影响小。

（3）废（矿）石堆采用原地覆盖、植被的治理方案，经稳定化处置、覆盖与防水蚀、风蚀保护后，氡析出率降到管理限值以下，γ辐射剂量率达到相应的管理限值要求；整治后的废（矿）石堆达到有限制开放使用管理限值；废石堆彻底清除就近运至相邻

废石堆处置后，氡析出率降到本底值，γ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）为了稳定放射性废渣不随意流失，砌筑了相应等级的挡土墙、截排水沟，修建了植草护坡、浆砌片石截水骨架内植草护坡和土工网复合植被护坡并恢复了生态环境及地貌景观，采取的防治措施可保持废（矿）石堆的长期稳定。

本期退役治理工程的实施，使退役整治设施的各单项指标均能满足管理限值的要求，退役整治设施处于长期安全稳定的状态，其辐射影响达到可接受的水平。预测各子项工程经退役整治后，^{222}Rn析出率降低到治理前的19～53%，满足本次提出的管理目标值（≤0.74Bq/m^{-2} s^{-1}）要求，γ 空气吸收剂量率达到管理限值（本底值＋174nGy/h）要求。改善了当地环境辐射质量，退役整治工程达到预定目标。

8.1.6 主要结论

综上所述，陕西地区铀矿地质勘探设施“十二五”退役整治二期工程，所采用的治理方案技术路线成熟、可靠，并在辐射防护和环境保护等方面采取了切实有效的工程措施，治理后的铀矿地质勘探设施将处于长期安全稳定的状态，满足国家辐射环境保护的相关标准要求，使当地生态环境得以恢复，当地环境质量得到较大程度的改善，公众因放射性污染引起的社会不稳定因素得以解决；环境效益、社会效益显著。因此，应尽快实施本期退役整治工程。

8.2 承诺与建议

建议陕西地区“十二五”退役整治二期工程整治单位的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管理规章制度， 广泛宣传保护已竣工的各项治理工程设施，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）退役整治工程施工期间，严格按照“边监测边施工，监测指导施工”的原则进行，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（床）点关键居民点氡浓度监测和河水（特别是饮用水源）的监测。

（4）退役整治中，对环境敏感点较近的废石场施工场地定期洒水，防止对居民造成扬尘污染；并在施工前，制订切实可行的施工噪声防治措施，施工期环境噪声须符合《建筑施工场界环境噪声排放标准》（GB12523-2011）的要求。

（5）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。

（6）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。

（7）退役治理工程完成治理后，各地质大队进行长期监护有一定困难，一是远离矿点，二是没有长期监护经费。为此建议上级部门与地方政府进行沟通，为了保证治理工程发挥其环境保护的功能，在治理工程环境保护验收合格后移交当地政府，由工程所在地的县、乡接管进行监管和监护。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移交地方政府监管。

地质局预审意见：

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