甘青地区铀矿地质勘探设施
“十二·五”退役整治二期工程（甘肃片区）
环境影响报告表

（公示版）

项目名称： 甘青地区铀矿地质勘探设施
“十二·五”退役整治二期工程（甘肃片区）

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；[illegible]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：甘青地区　铀矿地质勘探设施

“十二·五”退役整治二期工程（甘肃片区）

法定代表人：徐高中

项目负责人：喻铁华

环评工程师登记证号：A36080041300

评价人员情况						
姓名	从事专业	职称	环评工程师登记证号	环评上岗证号	职责	签名
王天明	环境工程	高 工	核安全工程师 0900299	A36080001	报告审核	王天明
喻铁华	环境工程	高 工	A36080041300	A36080005	报告编制	喻铁华
胡渭平	环境工程	工程师	A36080110600	A36080018	报告编制	胡渭平

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，喻铁华具备从事环境影响评价及相关业务的能力，准予登记。

职业资格证书编号：0004980

登记证编号：A36080041300

有效期限：2006 年 12 月 15 日至 2009 年 12 月 14 日

所在单位：核工业二〇三研究所

登记类别：核工业类环境影响评价

国家环境保护总局

2006 年12 月15 日



1872

再 次 登 记 记 录

时间	有效期限	签章
2010.15	延至 2011 年 12 月 14 日	
2012.12.05	延至 2015 年 12 月 14 日	
	延至 年 月 日	
	延至 年 月 日	

3

单 位 名 称	核工业地质局		
地　　址	北京市东城区和平里七区		
通　讯　处	北京市 762 号信箱	邮 编	100013
法人代表姓名	杜运斌	电 话	010-64270508
联系人姓名	梁家玮	电 话	010-64270138
项 目 名 称	甘青地区铀矿地质勘探设施 “十二·五”退役整治二期工程（甘肃片区）		
项 目 地 点	甘肃省境内		

1 项目退役原因及依据：

1.1 项目退役原因

甘青地区铀矿地质勘探设施 “十二·五”退役整治二期工程（甘肃片区），本次列入退役所涉及的单位有甘肃省核地质二一二大队（甘肃小砚沟矿点）、甘肃省核地质二一三大队（甘肃 7516 矿点、7620 矿点及 7612 矿点）、甘肃省核地质二一九大队（甘肃 7616 矿点）、宁夏回族自治区核工业地质勘查院（原核工业西北地质局二一七大队）（甘肃宕 741 矿点）共四个大队，6 个矿点，这些待治理的铀矿床、矿（化）点是各地质大队于 1966～1982 年所进行铀矿地质的勘探工程，矿点地质勘探工作全部结束，均属于未列入开发规划或无开采价值的铀矿床、矿（化）点。

由于历史原因，在勘探施工过程中遗留的废（矿）石等废物随意堆放，长期裸露在野外，坑道口、浅井大多未进行治理，开挖的探槽、剥土也未进行处理，对周边的辐射环境造成了一定的影响，引起周边居民的不满。

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。

1.2 退役依据

（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）《铀矿冶设施退役工作的五项管理规定》核总矿发[1995]135 号。

（6）《甘青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（代可行性研究报告）》。

1.3 评价标准

（1）《电离辐射防护与辐射安全基本标准》（GB18871-2002）；

（2）《铀矿地质勘查辐射防护和环境保护规定》（GB15848-2009）

（3）《铀矿地质辐射环境影响评价要求》（EJ/T 977-95）；

（4）《铀矿地质设施退役辐射环境安全规程》（GB913-94）；

（5）《铀矿冶设施退役环境管理技术规定》（GB14586-93）；

（6）《铀矿冶辐射防护和环境保护规定》（GB23727-2009）；

（7）《放射性废物管理规定》（GB14500-2002）；

（8）《环境空气质量标准》（GB3095-1996）；

（9）《水环境质量标准》（GB3838-2002）。

1.4 退役整治工程名称、承办单位及工程概况

1.4.1 工程名称、承办单位

工程名称：甘青地区铀矿地质勘探设施“十二·五”退役整治二期工程（甘肃片区）

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

单项工程实施单位：甘肃省核地质二一二大队、甘肃省核地质二一三大队、甘肃省核地质二一九大队、宁夏回族自治区核工业地质勘查院。

1.4.2 工程概况

在甘青地区 铀矿地质勘探时期，原核工业西北地质局所属的二一二大队、二一三大队、二一七大队、二一九大队等 4 支 铀矿地质大队按照统一规划，每个地质大队负责划定区域内的铀矿地质勘探和科研工作：二一二大队、二一七大队主要负责甘肃省金昌地区，二一七大队还在甘南舟曲地区进行了找矿工作，二一三大队主要负责甘肃省天水、白银、康县等地，二一九大队侧重于甘肃省礼县地区。这 4 个铀矿地质大队，在甘青地区遗留有坑（井）口、废（矿）石堆等勘探设施的矿（床）点共约 140 个，分布于甘肃省的上述地区。

在“八·五”、“九·五”、“十·五”和“十一·五”以及“十二·五”期间，从原核工业西北地质局到目前的核工业西北放射性地质矿产管理办公室，根据统一部署，组织相关单位对甘青地区部分 铀矿地质勘探设施进行了退役整治，共治理矿床、矿点 33 个、退役实验室 12 个，国家安排资金总计×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，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，甘青地区铀矿地质勘探设施“十二·五”退役整治一期工程（甘肃片区）共有 14 个铀矿（床、化）点，分别位于甘肃和青海。

甘青地区铀矿地质勘探设施“十二·五”退役整治二期工程（甘肃片区）共有 6 个铀矿（床、化）点，分别位于甘肃五个地区。根据各大队对计划退役治理的铀矿床（点）的源项调查，本工程没有岩（矿）芯堆、被污染农田、被污染建筑物、被污染道路及水体、露天采场废墟及塌陷区等源项，因此，本工程退役整治的对象比较单一，主要为坑口、废（矿）石堆等勘探设施。甘青地区铀矿地质勘探设施 “十二·五”退役整治“二期”工程分布（甘肃片区）见图 1。

1.5 退役整治的必要性与目的

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、废（矿）石堆 1。坑（井）口有氡气外逸，废（矿）石堆表面氡析出率大多超过 0.74Bq/m^2·s 的管理限制，γ 辐射剂量率最低为 19.8×10^{-8}Gy/h，最高为 163.7×10^{-8}Gy/h，大部分超过勘探工作区本底的数倍。

（2）废（矿）石在坑（井）口出口处就地堆放，有的在居民点附近，有的在当地主要水系岸旁，有的在风景名胜区，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，污染农田、林地，对当地的生态环境和居民生产、生活构成明显或潜在的危害，三是敞开的坑口，还存在误入或坠落等诸多的不安全因素。

（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，对混杂在废石场中的副产矿石存在被洪水冲刷而流散到环境的可能。

尽快对甘青地区铀矿地质勘探设施“十二五”退役整治二期工程（甘肃片区）的 6 个矿点的退役整治，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退役整治的目的

（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、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 退役整治的目标和深度、范围

2.1退役整治的目标和深度

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（均为无水坑口）、废石场等遗留勘探设施，退役整治深度如下：

（1）坑口均进行有效封堵，防止坑（井）口氡气外逸、保护公众的健康与安全，防止人、畜掉入井口、误入坑道而造成意外伤害。

（2）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）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。

2.2退役治理范围

退役治理范围主要为废渣堆、坑口，还应根据各废渣堆的天然放射性水平和废渣流失的实际情况进行圈定各渣堆的治理范围。

2.3 退役整治方法和效果

2.3.1 退役整治方法

1) 坑口治理

为防止坑口 ^{222}Rn 气体外逸，防止人畜误入废弃的坑口造成不必要伤害，对于本工程的所有无水流出坑口进行封堵治理：采用两道浆砌毛石墙中间充填废石进行封堵，然后覆土掩埋硐口、压实并植被。

2) 井口治理

为阻止井口 ^{222}Rn 气体外逸，防止人畜坠入废弃的井口造成不必要伤害，井口的整治方案如下：

(1)对于井口完好的浅井采用全井筒填充废石至地表 1.5m 处，再夯填土掩埋井口并植被的方法治理。

(2)对井口已坍塌的浅井采用回填、找平井口“小塌坑”并植被的方法治理。

3) 废石场治理

对于采取原地覆盖治理的 8 个废石场，为稳定废石场、抑制 ^{222}Rn 析出和屏蔽γ 辐射水平，其治理方案为：

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；

②在坡脚及沿废石场两长边砌筑挡土墙以稳定废石场；

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；

④采取覆土覆盖：分层覆土压实，覆土厚度达到相应设计厚度，以达到抑制 ^{222}Rn 析出和屏蔽γ 辐射水平的治理要求。

⑤坡面采用草灌护坡、或采用土工网复合植被护坡、浆砌片石截水骨架草灌护坡进行防护，最后种树（灌木种）植被、设立警示牌。

而对于具备施工条件和运输条件的 1 个废石场（**错误！未找到引用源。**），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。

2.3.2 退役整治的效果

退役整治工程实施后，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较大程度的改善，也使当地居民因放射性废（矿）石堆污染而引起的社会不稳定因素得以彻底解决：

1) 坑（井）口得以严密的封闭，防止了坑（井）口氡气外逸，也避免了人畜误入或坠落坑井造成意外伤害。有水坑口经疏水封闭后，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) 废石场经稳定化处置、覆盖与植被后，氡析出率降到管理限值以下，γ 辐射剂量率也将满足γ 辐射剂量率控制值要求。采用挖除、迁移和集中治理的废石场，其原址治理将达到无限制开放使用的退役深度。

3) 废石场的挡渣墙、护坡和截水沟以及坑口封堵墙等构筑物设计安全可靠，在竣工验收之后的有效监管下，治理工程能够满足长期稳定的要求。

4) 本工程植被面积为 4.98hm^2，可基本恢复治理范围内的生态环境。

因此，在退役整治之后，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，其辐射危害达到可接受的水平。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 11.9%～33.9%，均满足≤0.74Bq/(m^2·s)的管理限值要求，γ 辐射剂量率也将达到相应的控制值要求，退役整治将达到预定目标。

3 管理限值的确定

3.1 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：

（3）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。

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。

3.2 管理限值

1) 个人剂量管理约束值

(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 226Ra 残留量的管理限值

参照《铀矿冶辐射防护和环境保护规定》（GB23727-2009），土地去污整治后，对 226Ra 的最高比活度要求为任何平均 100m^2 范围内，土层中平均值不高于 0.18Bq/g；对于移走尾矿（渣、废石）后的土地，按 0.56Bq/g 控制。

4) 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^{-8}Gy/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^{-8}Gy/h”进行控制。

4 项目停闭前的工作性质、规模简述及停闭前的工作简史

4.1 项目停闭前的工作性质

铀矿地质队伍是专门从事铀矿地质勘探工作的，其任务是通过各种找矿手段来探明铀矿床的存在及分布、赋存形态和采冶的技术经济价值，最终向国家提交工业储量，其勘探设施场所在运行时属开放式放射性操作。

西北地区 铀矿地质勘探工作自 1955 年开始找矿直至 1985 年，1986 年以后，随着国家政策的调整，西北地区大部分铀矿地质队伍逐步由军转民、退出勘探地区。

此次甘青地区铀矿地质勘探设施 “十二·五”退役整治二期工程（甘肃片区），待整治的矿（床）点均位于甘肃境内，均为原核工业西北地质勘探局下属的单位 212 大队、213 大队、219 大队和 217 大队于 1966 年至 1982 年的工作地区。工作时期都开展了地质填图、物化探、钻探、探槽、坑探、浅井等地表及浅、深部揭露工作，提交了相关的揭露评价报告，并提交了一定的工业储量和探明了一定的地质远景储量。绝大多数铀矿(化)点因为矿体形状复杂，规模小且分散，构不成工业矿床而停止勘探工作；有的因为自然条件太差、交通十分不便，揭露勘探工作程度低而终止评价的，有的是完成了全程的地质勘探工作，勘探的使命已结束而进入退役整治阶段。

4.2 各大队工作简史：

4.2.1 212 大队

甘肃省核地质二一二大队于一九五六年在新疆伊犁组建，后于一九六五年迁入甘肃省武威市。现有职工 1774 人，其中在职职工 815 人。30 多年来，先后在新疆、内蒙和甘肃等省（区）开展铀矿地质普查、勘探与科研工作。2000 年属地化后更名为甘肃省核地质二一二大队，主要从事：地质找矿勘探、淀粉生产、塔机生产、化工产品、基础工程、工程勘察与打井、测绘及医疗、商贸服务等，年产值约 5000 万元。

1956-1964 年先在新疆的蒙其古尔进行铀矿地质普查与勘探工作，提交了新疆 510、511、512 矿床、1965-1986 年迁入甘肃从事铀矿地质勘探, 先后提交了×个矿床，提交工业储量×吨，为我国核工业的发展作出了重要贡献，1992 年荣获“核工业功勋地质队”称号。

1965 年，该队从新疆搬迁至甘肃后，共完成铀矿勘探工作量 2.11×10^{6} 米，硐探工作量 2.73×10^{4}m，槽探工作量 2.27×10^{5} 立方米。遗留铀矿地质勘探废渣×吨，需治理的勘探点 30 余个，废渣量×万吨。

列入铀矿地质勘探设施 “十二·五”退役整治二期工程的小砚沟矿点是 212 大队 70 年代初勘探施工的铀矿点，共施工坑道 2 条，掘进工作量 800m，共完成探槽 22 条，工作量总长 554m。

上述这个铀矿（化）点虽然探明了一定的地质远景储量，但因规模小，品位低，于 70 年代中期作出简单的评价、终止了勘探工作，目前勘探的使命已结束而进入退役整治阶段。

4.2.2 213 大队

甘肃省核地质二一三大队始建于 1972 年，前身为甘肃省军区 207 工程指挥部科研队，1980 年 207 工程指挥部与西北一八二大队合并成立核工业西北地质勘探局二一三大队，1984 年二一六大队留甘人员并入二一三大队，2000 年属地化管理后，隶属甘肃省工业与信息化委员会，现有在职职工 420 人，其中各类高、中级技术人员 133 人。

自该队成立之初，二一三大队主要承担国家铀矿地质战略选区的任务。在西北五省区和山西省等地，开展铀矿综合区域地质调查、普查、详查与专题科研等工作，区调面积约×万 km^2，完成×万 km^2 各种比例尺的铀矿综合区调图。在甘肃等地也进行了铀矿地质勘探工作，探明小型铀矿床×个，矿化点×个，发现铀异常点×个，铀异常带×条，提交铀矿揭露点×处、深揭点×处，规划铀矿远景区和目标地层×处，评价铀矿点 6×处，提交工业储量×t，为我国核工业的发展做出一定贡献。

目前，二一三大队拥有地质勘查、测绘、地质灾害危险性评估、地质灾害治理工程勘查设计施工、工程勘察专业类岩土工程、水文地质、工程测量等资质，和地基与基础专业施工承包资质，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。

列入铀矿地质勘探设施 “十二·五”退役整治二期工程的甘肃 7516 矿点、7514 矿点和 7622 矿点。3 个铀矿（化）虽然探明了一定的地质远景储量，但因规模小，品位低，因而分别于 1973 年～1978 年作出简单评价、终止了勘探工作，目前勘探的使命已结束而进入退役整治阶段。

4.2.3 219 大队

甘肃省核地质二一九大队,1956 年 5 月组建于山西省中阳县,1957 年 4 月迁入陕西，1969 年 3 月迁入甘肃省，属地化管理前为核工业西北地质局二一九大队，2000 年属地化管理后隶属于甘肃省国防科技工业办公室， 2002 年 4 月更名为甘肃省核地质二一九

大队，2009 年甘肃省机构改革后隶属于甘肃省工业和信息化委员会。大队是一个集普查、勘探、科研和多种经营为一体的综合型铀矿勘探事业单位，承担着国家重点 铀矿地质找矿任务。40 余年来，先后在晋、陕、甘、青、新、内蒙等省区开展铀矿地质普查与勘探工作，其中在甘肃的三十多年中，共完成普查面积×万平方公里，钻探×万米，硐探×万米，井探×万米，槽探×万立方米，提交中、小型铀矿床×个，发现铀矿点数千个，为我国铀矿地质事业做出了较大的贡献。

219 大队对甘肃省东部和东南部地区，进行了三十多年的地质找矿工作，发现了大量的铀矿异常点（带），对其中成矿地质条件较好的异常点（带）进行了浅、深部的工程揭露，并作出揭露评价。

列入“十二·五”退役整治二期工程甘肃省 7616 矿点。该矿点属于勘探工作全部终结的矿床，属于未列入开发规划或无开采价值的铀矿床，由于存在着不容忽视的环境问题，必须尽快实施退役治理。

4.2.4　217 大队

宁夏回族自治区核工业地质勘查院为原核工业西北地质局二一七大队， 2002 年划归宁夏地矿局管辖。属地化后，全院转民，目前向社会提供的产品和劳务项目主要有：活性炭生产、锅炉制造、石油钻探、煤田钻探、矿山开采、爆破施工、工民建施工及第三产业，年产值约 1.09 亿元。

1950 年该院转战山西、河北、辽宁、黑龙江、青海、甘肃、内蒙古、宁夏等省区，上世纪六、七十年代在甘肃进行勘探找矿，上世纪八十年代参加宁蒙地区铀矿华北地台会战。1956 年至 1995 年在甘肃及内蒙古等地提交了×个铀矿床（点）。

列入“十二·五”退役治理二期工程为甘肃省 741 矿点，该矿点属于勘探工作全部终结的矿床，属于未列入开发规划或无开采价值的铀矿床，由于存在着不容忽视的环境问题，必须尽快实施退役治理。

5 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）：

5.1 甘肃××工作区

5.1.1 自然环境

甘肃××工作区本次安排矿点 1 个，即小砚沟矿点。

小砚沟矿点位于地处甘肃省，该矿点交通条件比较便利，有砂石路到达矿点。

小砚沟矿点地处陇西盆地西缘，青藏高原东侧，地形东南高西北低，地表切割一般。该矿点区域植被不甚发育，区域内以覆土地貌为主。

小砚沟矿点地处祁连褶皱系东南端，秦岭连褶西北缘，地表出露岩石为砂砾岩。

地下水主要为裂隙水和潜水两种类型。地下水主要由主要靠山区沟谷潜流、山前河流渠道及降雨渗入补给。

主要地表水系为黄河支流洮河，流经县内 9 个乡镇，总长 115km，平均径流量 138m^3/s，最大径流量 1790m^3/s，最小径流量 17m3/s；平均水深 0.2m～1.8m。

区内气候属中温带干旱型大陆性气候区，阳光充足，四季分明，昼夜温差大。年平均气温 7° C，极端最高气温,34.6° C，极端最低气温-27.6° C。年平均降雨量 317mm～760mm，66%左右集中在 6 月～8 月之间。年平均风速 3.4m/s，主导风向为西北风。

区内地处山区地带，常发生强对流天气，暴雨、沙尘暴时有发生。

5.1.2 社会环境

人口状况

××县下辖 12 镇、6 乡，全县总人口 53.91 万，面积 0.29 万 km^2，人口密度为 208 人/km^2。区内有回、蒙、藏、朝鲜、纳西、苗等 18 个少数民族，汉族占总人口的 99.75%，少数民族占 0.25%。

工农业发展状况

××境内矿藏有高岭土、方解石、萤石等，主要工业有水电、农副产品加工等。是农业种植基地之一。粮食作物以小麦、玉米、大豆为主，经济作物以烟草、瓜果、中药

材、黑瓜籽、花卉为主。

5.2 甘肃××工作区

5.2.1 自然环境

××工作区本次拟安排治理矿点 1 个，即 7516 矿点。

7516 矿点交通条件较为便利，G30 在矿区附近通过，期间可沿乡村公路到达矿点。

7516 矿点地处秦岭山脉西段，地形东南高西北低，地表切割剧烈，地势险峻。该矿点区域植被发育，属半湿润气候条件下的中高山区地貌。

7516 矿点地处祁连—北秦岭加里东褶皱带，属地质构造的变异区，是已确立的多金属成矿远景区。

7516 矿点所处区域以西秦岭为分水岭，岭北为黄河支流渭河水系，岭南为长江支流嘉陵江水系。其中渭河东西横贯全境，流经 150km，有藉河、牛头河 、颖川河、东柯河等大小支流 260 多条，年流量 39 亿 m^3，流域面积 1.38 万 km^2。

该区属温暖带半湿润大陆性季风气候，夏无酷暑，冬无严寒，四季分明，素有“陇上江南”之美称。年平均气温 11° C 左右，极端最高气温 38.3° C，极端最低气温 -18.2° C，一月平均气温-2° C，七月平均气温 22.8° C。年平均降雨量 531mm，无霜期 185d，年均日照时数 2090h。

该区受特殊地形地貌、地质构造、岩土性质等的控制和影响，地质环境较差，地质灾害发育且活动频繁，主要地质灾害和环境地质问题有滑坡、泥石流、河床淤积与洪水、水资源不足与水质污染等，严重威胁着人民生命财产安全。

5.2.2 社会环境

人口状况

××区下辖 11 镇 6 乡和 3 个街道办事处，全区人口 57.52 万，面积 0.35 万 km^2，人口密度为 164 人/km^2。区内有汉、回等 11 个少数民族。

工农业发展状况

该区适宜多种作物生长，粮食、林果、蔬菜生产优势显著。同时该区域森林资源丰富，山清水秀，景色宜人，森林覆盖率 85%，白皮松、杜仲、铁橡等珍稀树种分布较多。有丰富中药材，主要有党参、当归、天麻、柴胡、黄芪等。

××区矿产资源丰富，主要有铅、锌、钼、金、粘土等 56 种，尤以非金属矿产资源储量最大。

5.3 甘肃××工作区

5.3.1 自然环境

××工作区本次拟安排治理矿点 2 个，即 7620 矿点及 7612 矿点。

7620 矿点位于有铁路通过，期间有乡村小路相连，交通尚便利。7612 矿点有 G316 距矿点西侧约 10km 处通过，期间可沿乡村公路及小路达到矿点，交通尚便利。

本区地处秦岭以西陇南山地，为青藏高原东南边缘的接触过渡带，地形西北高东南低，地表切割强烈，山峦叠嶂、沟壑纵横。该区植被发育，属较典型的中高山峡谷地貌。

本区地处南秦岭加里东—印支褶皱带内，区内构造发育，断裂构造分布集中，地表出露岩石为板岩、灰岩。

本区受构造的影响，地下水类型比较丰富，主要有松散岩类孔隙水、第四系潜水。地下水主要由大气降水补给。

区河流密集，属长江流域嘉陵江水系。主要河流有麻沿河、洛河、永宁河、西河、东沟河。入境水量 12.75 亿 m^3，年径流总量 19.9 亿 m^3。

区内气候属北温带向亚热带过渡的大陆性季风气候区，冬季寒冷干燥，夏季气候温和。极端最高气温 38.3° C，极端最低气温-23.5° C，一月份平均气温-15° C，七月份平均气温 23° C。年平均降雨量 700mm～850mm，60%集中在 6 月～9 月之间。日照时数 1700h，冬季盛行风向为西北风，夏季盛行东南风，无霜期 210d。

区内河流众多，雨季河水陡涨，滑坡、泥石流时有发生。

5.3.2 社会环境

人口状况

××县下辖 7 镇 8 乡，全县总人口 22.14 万，面积 0.28 万 km2，人口密度为 79 人/km2，区内有汉、回、满、苗等 10 个民族。

工农业发展状况

××县农业全面发展，人均耕地面积 1.8 亩，主要种植小麦、玉米、银杏、板栗等，其中银杏、西瓜等特色种植初具规模。工业以有色冶金、农副产品加工、白酒饮料和化工建材四大支柱产业为重点。矿产资源主要有铅、锌、金、大理石、石灰石等 20 多种。

5.4 甘肃××工作区

5.4.1 自然环境

××工作区本次拟安排治理矿点1个，即甘肃7616矿点。

7616矿点交通条件较为便利，期间可沿乡村小路到达矿点。

7616矿点地处陇南高原东南部，地势西北高东南低，地形切割较深，山势险峻。该矿点区域植被发育，属中、高山地貌。

7616矿点区域断裂发育，地表出露岩石为中泥盆统、石炭系变质岩。

地下水主要赋存于风化裂隙中，赋存类型为裂隙水。地下水主要有大气降水补给，受气候影响显著，具有季节性特点。地下水含水较强，与地表河流有一定联系。

本区河流属长江流域嘉陵江水系西汉水支流。主要河流有谷峪河、西汉水。

区内气候属北温带大陆性季风气候区，气候温和。极端最高气温34.9°C，极端最低气温-18.89.9°C，年平均气温9.9°C。年平均降雨量554mm，52%左右集中在7月～9月之间。日照时数1968h，全年主导风向为东风，次主导风向为东东北风，无霜期183d。

区内主要灾害天气有旱、冰雹、霜冻、风沙等。

5.4.2 社会环境

人口状况

××县下辖4镇25乡，全县总人口54.3万，面积0.43万km^2，人口密度为126人/km^2，人口大多集中在河流、谷地附近。

县域内有回、蒙、满、藏4个少数民族，汉族占总人口的98.2%，少数民族占1.8%。

工农业发展状况

××县农业为全县的基础产业，主要种植小麦、花椒、苹果等，其中林果、药材特色种植初具规模，享有“陇南药乡”之美誉。

矿产资源主要有金、铜、锌大理石、玛瑙石等多种金属及非金属矿产，其中黄金最为驰名。

5.5 甘南工作区

5.5.1 自然环境

甘南工作区本次列入规划治理的铀矿点1个，即741矿点。

741矿点交通条件较为便利，G212距矿区约10km，期间可沿乡村公路到达矿点。

741矿点地处甘南高原东南部，陇南山地北部的岷峨山区。地势西北高东南低，地

形切割较深，山势险峻，多深谷险峡。该矿点区域植被发育，属高山地貌。

741 矿点区域断裂发育，岩层破碎，地表出露岩石为下志留统炭质千枚岩。

地下水主要赋存于风化裂隙中，赋存类型为裂隙水。地表水主要有大气降水补给，受气候影响显著，具有季节性特点。地下水含水微弱，与地表河流联系不大。

本区河流密集，属长江流域嘉陵江水系白龙江支流。主要河流有小岷江、白水江。

区内气候属北温带向亚热带过渡的大陆性季风气候区，气候温和湿润。极端最高气温 26° C，极端最低气温-27° C，年平均气温 9.3° C。年平均降雨量 584mm，60%集中在 7 月~9 月之间。年平均相对湿度 66%，日照时数 1987h，全年主导风向为东南风，无霜期 181d，最大冻土深度 0.45m。

区内河流较多，雨季河水陡涨，滑坡、泥石流时有发生。

5.5.2 社会环境

人口状况

××县下辖 6 镇 19 乡，全县总人口 30.8 万，面积 0.33 万 km2，人口密度为 93 人/km2。

工农业发展状况

××县农业为全县的基础产业，人均耕地面积 1.4 亩，主要种植小麦、玉米、大豆、花椒、苹果等，其中红芪、核桃、蚕豆等特色种植初具规模，享有“千年药乡”之美誉。

矿产资源主要有金、铜、锌、石膏、石灰岩、绿松石等多种金属及非金属矿产。

6 退役设施源项

6.1 各工作区计划退役治理概况

6.1.1 甘肃××工作区

××工作区本次安排治理矿点 1 个，即小砚沟矿点。该矿点共退役整治有坑口 2 个、废（矿）石堆 1 个。

6.1.2 甘肃××工作区

××工作区本次安排治理矿点 1 个，即 7516 矿点，该矿点共退役整治坑口 2 个、废（矿）石堆 2 个。

6.1.3 甘肃××工作区

××工作区本次安排铀矿点 1 个，即 7616 矿点。该矿点退役治理的坑口 2 个、废（矿）石堆 2 个。

6.1.4 甘肃××工作区

甘肃××工作区的本次安排 7620 及 7612 矿点，这两个矿点退役治理的坑口 2 个、废（矿）石堆 2 个。

6.1.5 甘南工作区

甘南工作区本次列入规划治理的铀矿点 1 个，即 741 矿点。该矿点列入退役治理的源项有坑口 2 个、废（矿）石堆 1 个。

6.2 坑口氡浓度

6.2.1 甘肃××工作区

甘肃××工作区为 212 大队的小砚沟矿点，该矿点遗留地表坑口有 2 个，均为无水坑道。坑口空气中氡浓度分别为××Bq/m^3和××Bq/m^3。

这些坑口在铀矿地质勘探结束后，未对坑口进行任何形式的封堵或整治。暴露于地表的坑口,不断向周围空气中排放 ^{222}Rn 及其子体，对周围环境造成一定的放射性危害,还存在着人畜误入或坠入的危险。

6.2.2 甘肃××工作区

甘肃××工作区为 213 大队的 7516 矿点和，该矿点遗留地表的坑道口有 2 个，为无水坑道。坑口空气中氡浓度分别为××Bq/m^3和××Bq/m^3。

6.2.3 甘肃××工作区

甘肃××工作区为 219 大队的 7616 矿点。该矿点遗留地表的坑道口 2 个，为无水

坑道。坑口空气中氡浓度分别为××Bq/m³和××Bq/m³。

6.2.4 甘肃××工作区

甘肃××工作区为213大队的7620和7612矿点，矿点遗留地表的坑道口为2个，均为无水坑道。坑口空气中氡浓度分别为××Bq/m³和×× Bq/m³。

6.2.5 甘南工作区

甘南工作区为217大队的741矿点,矿点遗留地表的坑道口为2个,均为无水坑道。坑口空气中氡浓度分别为××Bq/m³和×× Bq/m³。

6.3 废（矿）石堆

6.3.1 甘肃××工作区：

甘肃××工作区本次计划治理的1个矿点，即小砚沟矿点。该矿点有废（矿）石堆1个，为山坡堆积型的废石堆。

6.3.2 甘肃××工作区

甘肃××工作区本次计划治理的1个矿点，即7516矿点。该矿点有废（矿）石堆2个，均为为山沟堆积型的废石堆。

6.3.3 甘肃××工作区

甘肃××工作区本次计划治理的1个矿点，即7616矿点。该矿点有废（矿）石堆2个，均为山沟堆积型的废石堆。

6.3.4 甘肃××工作区

甘肃××工作区本次计划治理的2个矿点，即7620矿点和7612矿点。每个矿点有废（矿）石堆1个，均为为山沟堆积型的废石堆。

6.3.5 甘南工作区

甘南工作区本次计划治理的1个矿点，即741矿点。

741矿点遗留地表的废(矿)石堆共有1个，为山坡堆积型的废石堆。

7 退役整治方案的总体说明

7.1 覆土厚度的确定

7.1.1 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，选西北地区广泛存在的粘土、亚粘土作为覆土材料。

7.1.2 覆土厚度的计算公式

（1）覆土厚度与抑制 ^{222}Rn 析出率的关系式

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》（核工业西北放射性矿产地质管理办公室，2010 年 10 月），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：

$$X = 57.43\ln\frac{J_i}{J_o} + 6.35 \quad \text{（相关系数：r=0.96）}\cdots\cdots\cdots\cdots 7\text{-}1$$

式中：

X 为需要覆盖的夯实后黄土的厚度，cm；

J_i 为覆盖前的 ^{222}Rn 析出率平均值，$Bq/m^2 \cdot s$；

Jo 为 ^{222}Rn 析出率的管理限值，Jo =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：

$$X_2 = \Delta_{1/2}\log_2(\frac{H_i}{H_0})\cdots\cdots\cdots\cdots 7\text{-}2$$

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

式中：

X_2-压实后的覆盖材料厚度（cm）；

Δ -半值层厚度，即 γ 辐射剂量率减弱一半所需的覆盖层厚度，根据覆盖试验数；

$_{1/2}$-据计算得$\Delta_{1/2} \approx 17.6$cm；

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）×10^{-8}Gy/h。

7.1.3 覆盖厚度计算确定步骤

根据覆盖厚度与抑制 ^{222}Rn 析出率的关系式（公式 7-1），按源项的表面 ^{222}Rn 析出率均值计算出覆盖厚度 X_1。

1) 根据覆盖厚度与屏蔽 γ 辐射剂量率的关系式（公式 7-2），按源项的 γ 辐射剂量率均值计算出覆盖厚度 X2。

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}。

3) 考虑自然营力长期作用的覆盖厚度安全余量：根据《近 60 年我国土壤侵蚀科学研究进展——“中国水土流失与生态安全综合科学考察”》成果，我国多年平均土壤侵蚀模数为 3400t/(km2•a)，一般地区（扣除强烈级以上、含强烈级）为 2500t/(km2•a)，按照工程稳定期 50 年的标准计算，所需余量为 9.62cm～13.07cm。因此，本项目考虑风蚀、雨蚀等不利因素对覆盖层的长期作用影响，取 10cm～15cm 的裕度作为覆盖厚度的安全余量、记为 ΔX。

4) 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+Δ X，Xmin}、即 X=max｛X3+Δ X，35cm｝。

本退役治理工程废（矿）石堆氡析出率范围值为 0.48～1.25Bq/㎡・s,平均值为 0.88Bq/m^2・s。按各废石堆的氡析出率的平均值计算黄土覆盖厚度。通过计算治理工程的黄土覆盖厚度在 5.6～22.5cm，但考虑甘肃地区气候以及风蚀、雨蚀等特点，为确保覆盖治理的效果，并结合当地实际施工情况以及考虑植被生长所需的黄土层厚度，为保证废渣堆治理后尽快恢复植被，保证治理工程的效果，根据关系式计算各待治理废渣堆的黄土覆盖厚度见表 7-1。

表 7-1　　各废渣堆黄土覆盖厚度

治理单位	矿床点	废（矿）石堆及代号	氡析出率（Bq/m²·s）		黄土覆盖厚度（cm）
			范围	均值	
212 大队	小砚沟矿点	KD-1、2	0.8～1.01		35
213 大队	7516 矿点	KD-1	0.48～0.99		35
		KD-2	0.52～0.91		35
	7620 矿点	KD-1	0.49～1.16		35
	7612 矿点	KD-1	0.61～0.98		35
217 大队	741 矿点	PX-1 及 PX-2	0.57～1.13		35
219 大队	7616 矿点	山 T-9	0.72～1.25		35
		山 T-10	0.71～1.05		35

7.2 坑口治理总体方案

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伤害，对地表坑口进行封堵治理。本工程治理的坑口为 9 个，均为无水坑口，。

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，夯实并加铺防风蚀保护层。治理方案示意图见图 2。

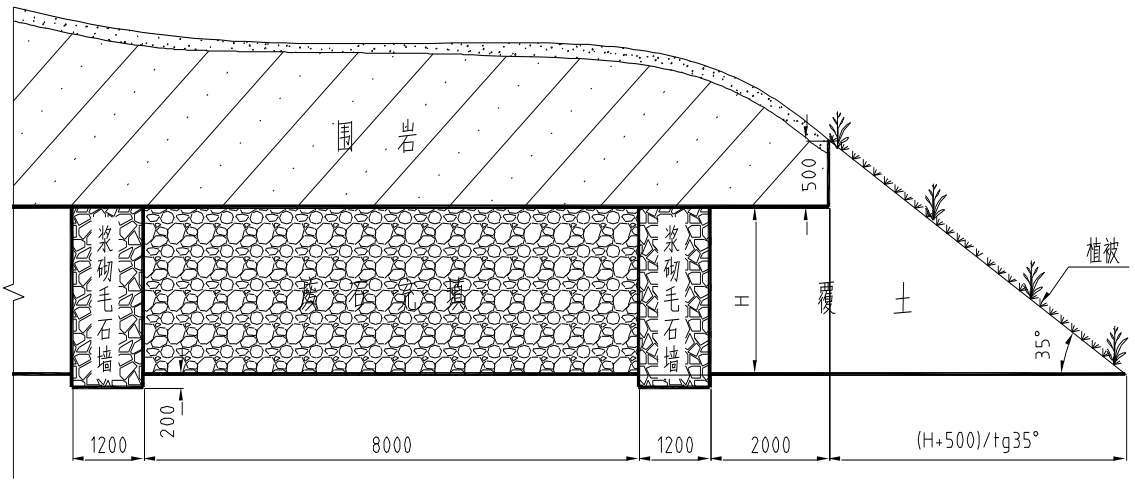

图 2　　无涌出水坑口封堵方案示意图

7.3 废（矿）石堆治理总体方案

甘肃片区列入本期退役整治计划的 6 个矿（床）点，分布在陇南地区和河西走廊等地区，共治理废（矿）石堆 8 个、裸露面积 49812m ^{2}、废（矿）石总量 108749t。

7.3.1 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γ 辐射水平和表层土中 ^{226}Ra 核素含量以及 ^{222}Rn 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。

7.3.2 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 8 个矿（床）点，根据现场实地踏勘（详见有关照片），所处地貌类型为陇南山地、陇中覆土高原、甘南高原、陇南山地，以多山与高原为特色。

分布于甘肃省的矿点，所处气候从东南到西北包括了北温干旱性大陆季风区到亚热带湿润性大陆气候区，年平均降雨量多在 500㎜之间，由东南向西北递减，降雨多集中在 6 月～9 月。

分布于青海省的矿点，所处气候则属典型大陆性高原气候区，年平均降雨量为 240㎜～500㎜之间，雨季从 5 月中旬开始至 9 月中旬结束。

根据中国土壤侵蚀类型图，本地区中水蚀 C 类型区的矿（床）点 6 个，冻融及冰川侵蚀Ⅱ类型区的矿（床）点 2 个，详见表 7-2。

表 7-2　　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	小砚沟矿点	60	7 度 0.15g	100	水蚀Ⅲ	无滑坡、灾害性泥石流
2	7516 矿点	60	8 度 0.30g	60	水蚀Ⅲ	无滑坡、灾害性泥石流
3	7620 矿点	70	8 度 0.20g	——	水蚀Ⅲ	无滑坡、灾害性泥石流
4	7612 矿点	70	8 度 0.20g	——	水蚀Ⅲ	无滑坡、灾害性泥石流
5	741 矿点	80	8 度 0.30g	60	水蚀Ⅲ	无滑坡、灾害性泥石流
6	7616 矿点	60	8 度 0.30g	—	水蚀Ⅲ	无滑坡、灾害性泥石流

7.3.3 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，每个矿（床）点平均约有 2 个废（矿）石堆，同一个矿点的废（矿）石堆相距上千米或上百公里，地形坡度大，大部分不具备集中处置的条件，所以均采取原地覆盖的治理方案。

设计根据地形图、工程实施单位提供的有关设计基础资料和数据，对每个废石场按以下技术条件一一鉴别，经综合比较后确定采取回填、迁移、归并等集中处置方案或原地覆盖治理方案：

（1）废（矿）石量极小、大部分可消纳于坑（井）口的废石堆，则考虑清挖回填坑（井）口，剩余部分迁移至临近的废石场进行集中治理的方案。

（2）废（矿）堆距离露天采坑、塌陷坑较近时，则考虑迁移至露天采坑或塌陷坑中进行集中处置。本工程无露天采坑、塌陷坑等源项。

（3）几个废（矿）石堆距离近，至少有 1 个较大的废石场，其原地形平缓（基底坡度小于 20°～24°），坡顶平台较大、边坡面积小、堆置高度低，则考虑将其他废石堆迁移至该废（矿）石堆、集中治理，受纳后的废石场须满足稳定性要求。

（4）处于相对不稳定状态的废（矿）石堆，若原地覆盖治理难度大，稳定化处置工程量大、费用高，则考虑迁移至安全稳定的场址进行覆盖治理方案。例如，某些滨河的废（矿）石堆相当大的部分位于河道中，宜将其迁移归并于岸上部分（或洪水淹没线以上）进行覆盖治理。本项目无滨河的废（矿）石堆。

（5）清挖回填、迁移、集中治理的废（矿）石堆，宜具备小型施工机械和车辆的运用条件，与原地覆盖治理方案相比可节省治理费用。

根据以上原则和技术条件要求，本工程废（矿）石堆治理方案设计结果：采用原地覆盖治理的废（矿）石堆共 8 个。

7.3.4 废（矿）石堆原地覆盖的治理方案

废石场原地覆盖治理方案概括为：首先平整场地、消除土包、整坡并根据需要设置马道，然后进行覆土并分层压实（压实度达到 90%以上），最后恢复植被并设置警示标志。为稳固废（矿）石堆边坡及覆土，在其坡脚砌筑挡土墙，同时为防止雨水冲刷覆土，在其上部以及马道上修砌边沟以防土坡雨力侵蚀。最后，设立警示牌，治理达到有

限制使用深度，满足覆盖之后其表面氡析出率不大于 0.74Bq/(m^2•s)、γ 外照射空气吸收剂量率不超过 17.4×10^{-8}Gy/h（扣除本底后）的管理限值要求。

边坡一般采取草灌护坡进行防护，对高大及坡陡的边坡则采用土工网复合植被护坡、浆砌片石截水骨架护坡进行防护。

7.3.5 采取的工程方法与措施

（1）废石堆边坡

边坡设计与稳定性分析：根据《岩土工程勘察规范》（GB50021-2001、2009 版）和《水电水利工程边坡设计规范》（DL/T 5353-2006），小型废（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。故废石堆边坡设计根据以下情况，采用与堆石边坡内摩擦角/天然安息角相应的边坡坡率，具体详见表 7-3。

表 7-3　　堆积体边坡坡率参考值

岩堆情况	条件说明	边坡坡度
不含杂质的碎石	山区的堆积层（Φ=40~50°）	1：1.00～1：1.25
不含杂质的碎石	平坦地区、已密实（Φ=40~50°）	1：0.75～1：1.00
碎石被小颗粒包围，碎石间互不接触	小颗粒是无粘结粒的砂（Φ≈35°）	1：1.50
碎石被小颗粒包围，碎石间互不接触	小颗粒是粘性土（Φ=30~35°）	1：1.75～1：2.00
碎石相互间尚能接触，中夹粘性土	碎石有棱角（Φ=40~45°）	1：1.25
	碎石失去棱角、较圆滑（Φ=35～40 °）	1：1.50
一般堆积层	（Φ≈35°）	≥1：1.50
注：Φ 为内摩擦角。		

废石场边坡一般采取草灌护坡进行防护；对高大及坡陡的边坡则采用土工网复合植被护坡、浆砌片石截水骨架草灌护坡进行防护，护坡形式详见图 3、图 4。

对边坡高度超过雨力冲刷临界高度的废（矿）石堆，分段设置边坡内部排水沟或马道；马道宽度一般为 3m，马道上根据需要设置挡土墙和边沟。

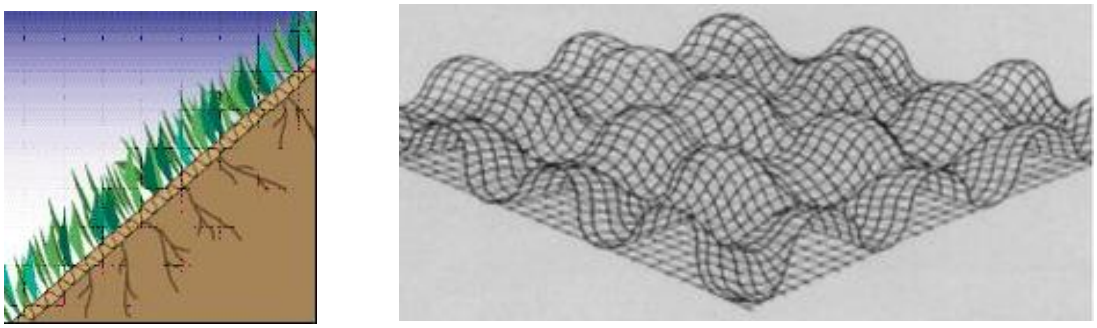

图 3　三维土工网护坡形式

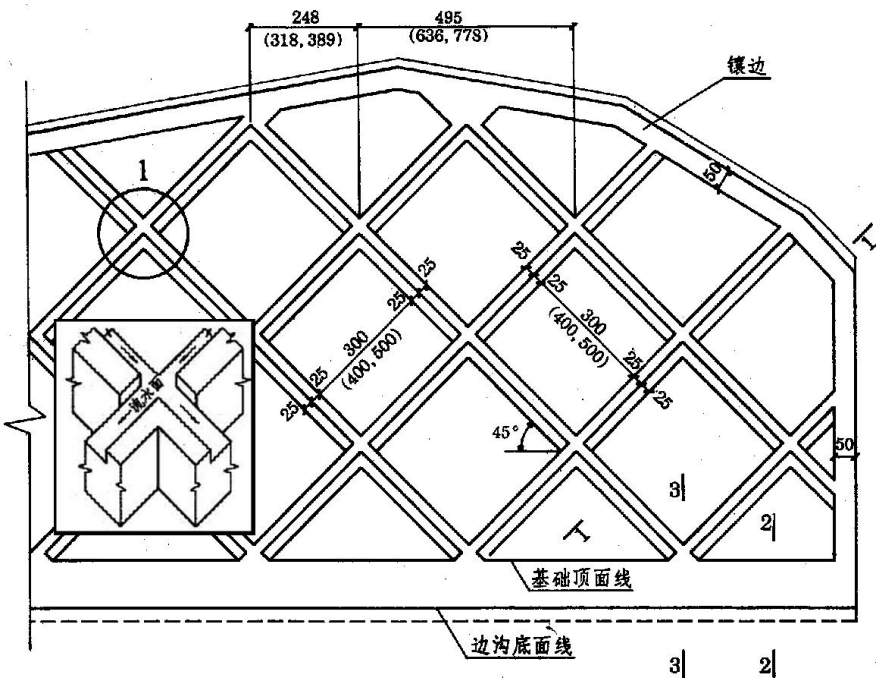

图 4　方格型截水骨架护坡

（2）覆土压实

屏蔽层压实度不低于 0.90、植被土层压实度不低于 0.85，并按《土方与爆破工程施工及验收规范》（GB50201-2012）和《公路工程质量检验评定标准》（JTG F80/1-2004）的有关规定加以控制，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。检查方法和频率为密度法、每 2000m^2 每压实层测 4 处。

（3）挡土墙

普通重力式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）。

各废石场挡土墙设计、选用具体详见“第二卷 附图”及各矿（床）点治理方案说明。挡土墙特征代号说明：抗震设防 6、7 度(0.1g)地区的仰斜式挡土墙代号为 NYQ、直立式为 NZQ；抗震设防 7 度(0.15g)、8 度(0.2g)地区的仰斜式挡土墙代号为 DYQ、直立式为 DZQ；抗震设防 8 度(0.3g)、9 度(0.4g)地区的仰斜式挡土墙代号为 QYQ、直立式为 QZQ；基底摩擦系数 0.3、0.4、0.5 代号分别为 F3、F4、F5。

（4）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 30mm/h～80mm/h 之间；相关设计计算参数根据地形图（第二卷 附图）量测和基础资料报告确定。

截水沟断面根据设置部位、墙沟组合采用 1：（0.15～0.50）的梯型、梯矩形或矩形等形式，浆砌片石水沟的壁厚：水沟深度 1m 以下为 40cm、深度 1m～1.5m 为 50cm，深度超过 1.5m 侧壁按重力式挡土墙设计。

（5）边坡防护

本工程废石场治理总面积为 5.8442 万 m^2，根据气候特征、地形和边坡要素，对于边坡较高、较长、较陡及面积较大的废石场，采用土工网复合植被护坡的占 47.53%、采用浆砌片石截水骨架护坡的占 29.06%，其余采用草灌护坡为 23.41%。

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γ 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，通常采用草灌护坡、截水骨架内草灌护坡、三维土工网复合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、植被网或无纺布等材料进行覆盖养生及防水蚀，这样能够促进植被护坡的形成，避免或减少水蚀。

植被护坡验收标准确定为 1 级－无鳞片状面蚀，即地面植物生长良好、分布均匀、覆盖率大于 70%，并能够形成自然循环演替；土工合成材料复合植被护坡的质量标准，应符合《公路土工合成材料应用技术规范》（JTJ/T 019-98-98）的要求。

（6）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Ⅰ区青藏高原带和Ⅱ区寒冷半干旱带。Ⅰ区常用的护坡植物为高羊茅、老芒麦、垂穗披碱草、多年生黑麦草等；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（床）点可根据具体情况选用。

7.4 施工运输总体说明

本工程各治理矿（床）点地处甘肃、青海地区，部分矿点地处地广人稀、城镇密度低的区域，退役治理所需的部分材料较其他地区较远，个别的在 50km 以上。另外各治理矿（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，而对于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 100m～300m 之间。

7.5 原地覆盖治理的废石场长期稳定性分析

7.5.1 治理方法及工程措施的简述

本工程所有废石场均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≥1.10，7 度以上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选用国家建筑标准设计图集《挡土墙》（图号 04J008）设计：

①抗滑稳定系数验算结果为主要组合时 K_c 为 1.31～5.8、偶然组合（地震工况下）时 K_{cs} 为 1.10～1.63；抗倾覆稳定系数验算结果为主要组合时 K_0 为 2.02～7.60、偶然组合（地震工况下）时 K_{0s} 为 1.75～2.34。

②验算结果满足规范所要求的抗滑稳定验算主要组合时 K_c≥1.3、偶然组合（地震工况下）时 K_c≥1.1，抗倾覆稳定验算主要组合时 K_0≥1.5、偶然组合（地震工况下）时 K_0≥1.3 的安全目标。

（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 30mm/h～70mm/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、浆砌片石骨架护坡和土工网复合植被护坡进行防护，并设立警示牌。

水蚀地区的植被护坡验收标准：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%。

风蚀地区的覆盖隔离形式为“黄土覆盖层+7cm 厚碎（卵）石防风蚀保护层”。这种碎（卵）石保护层，既防风蚀，对降雨稀少地区防止水蚀破坏以及保墒也是较为有效的。

（6）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。

7.5.2 稳定性分析

7.5.2.1 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。

7.5.2.2 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 7-4。

表 7-4　　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，绝大多数废石场高度在 5m～40m 以内、个别达到 50m，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。

7.5.2.3 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：$V_{不淤} \leqslant V \leqslant V_{允}$。

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。

7.5.2.4 坡脚水流的冲刷和洪水淹没的事件

本工程无滨河废石场，故不存在坡脚水流的冲刷和洪水淹没的事件场景。

7.5.2.5 废石场覆盖层防止水蚀的分析

列入本期退役整治计划的 8 个矿（床）点，根据地形地貌照片显示，所处地貌类型为祁连山地、北山山地，以多山与高原为特色。

分布于青海省的矿点，所处气候则属典型大陆性高原气候区，年平均降雨量为 774mm，雨季从 5 月中旬开始至 9 月中旬结束。

根据中国土壤侵蚀类型图，本地区 8 个矿（床）点，属于冻融及冰川侵蚀Ⅱ类型区。

防水蚀分析：

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 7-5。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，设计还采用土工网复合植被护坡防护措施，这样更加能够有效的防止水蚀的发生。

表 7-5　　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%。

7.5.2.6 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) 放牧的事件分析

本工程所治理的地区基本为农业区、林区，少数为牧区。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，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。

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，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。

7.6 坑口治理工程量统计

①212 大队坑口治理工程量见表 7-6。

表 7-6　　××工作区（小砚沟矿点）无水坑口治理工程量

序号	名称及代号	浆砌毛石 m^3	刻槽 m^3	废石 m^3	覆土 m^3	种草 m^2
1	KD-1	19.1	3.6	50.6	68.8	49.6
2	KD-2	12.7	2.9	31.7	38.1	32.6
4	合计	31.8	6.5	82.3	106.9	82.2

②213 大队坑口治理工程量见表 7-7、7-8。

表 7-7　　××工作区 7516 矿点无水坑口治理工程量

序号	名称及代号	浆砌毛石 m^3	刻槽 m^3	废石 m^3	覆土 m^3	种草 m^2	种树 株
1	KD-1	17.1	3.6	44	68.9	42.5	11
2	KD-2	17.1	3.6	44	68.9	42.5	11
3	合计	34.2	7.2	88	137.8	85.0	22

表 7-8　　××工作区无水坑口治理工程量

序号	名称及代号	浆砌毛石 m^3	刻槽 m^3	废石 m^3	覆土 m^3	种草 m^2	种树 株
1	7620 矿点 KD-1	18.5	3.6	48.4	75.8	46.8	12
2	7612 矿点 KD-1	20.7	3.8	55.0	86.1	53.1	13
3	合计	39.2	7.4	103.4	161.9	99.9	25

③217 大队坑口治理工程量见表 7-9。

表 7-9　　××工作区 741 矿点无水坑口治理工程量

序号	名称及代号	浆砌毛石 m^3	刻槽 m^3	废石 m^3	覆土 m^3	种草 m^2	种树 株
1	PX-1	15.8	3.3	40.7	58.0	40.5	10
2	PX-2	14.6	3.2	37.0	52.7	36.8	9
3	合计	30.4	6.5	77.7	110.7	77.3	19

④219 大队坑口治理工程量见表 7-10。

表 7-10　　××工作区 7616 矿点无水坑口治理工程量

序号	名称及代号	浆砌毛石 m^3	刻槽 m^3	废石 m^3	覆土 m^3	种草 m^2	种树 株
1	山 T-9	20.7	3.8	55.0	86.1	53.1	13
2	山 T-10	20.7	3.8	55.0	86.1	53.1	13
3	合计	41.4	7.6	110	172.2	106.2	26

7.7 废石场治理工程量

各废石堆治理工程量见表 7-11～7-15。

表 7-11　　甘肃××工作区小砚沟废石场治理主要工程量

序号	名称及代号	废石量 t	占地面积 m^2	治理面积 m^2	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	长度 m	挖方 m^3	砌体 m^3	碎石垫层 m^3	植草 m^2		
1	KD-1-2	11230	2304	3100	1100	35	1085	202.6	2979.43	1558.1	127.45	414.21	736.66	210.29	3100	3100	2

表 7-12　　甘肃××工作区 7516 矿点废石场治理主要工程量

序号	名称及代号	废石量 t	占地面积 m^2	治理面积 m^2	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	长度 m	挖方 m^3	砌体 m^3	植草 m^2	种树棵		
1	KD-1	9115	668	720	304	35	252	84.28	332.45	161.36	90.41	168.16	383.34	720	180	465	1
2	KD-2	10453	1270	1293	350	35	453	134.26	528.87	256.32	143.18	266.32	607.08	1293	323	649	1
3	合计	19568	1938	2013	654	—	705	218.54	861.32	417.68	233.59	434.48	990.42	2013	503	1114	2

表 7-13　　甘肃××工作区废石场治理主要工程量

序号	源项名称	废石量 t	占地面积 m^2	治理面积 m^2	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	长度 m	挖方 m^3	砌体 m^3	植草 m^2	种树棵		
1	7620 矿点 KD-1	13224	3074	4320	442	35	1512	187.69	738.85	357.84	152.66	389.28	686.98	4320	1080	2304	2
2	7612 矿点 KD-2	16502	570	758	552	35	265	87.33	344.44	167.16	93.79	239.16	422.06	758	189	——	1
3	合计	29726	3644	5078	994	—	1777	275.02	1083.29	525.00	246.45	628.44	1109.04	5078	1269	2304	3

表 7-14　　甘南工作区 741 矿点废石场治理主要工程量

序号	名称及代号	废石量 t	占地面积 m^2	治理面积 m^2	整坡/清挖废石 m^3	覆盖层		排水沟			挡土墙			植被恢复		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		
1	PX-1 及 PX-2	14944	23066	27777	——	35	9722	594.45	1037.47	530.69	633.64	916.8	1678.37	27777	6944	27777	4

表 7-15　　××工作区 7616 矿点废石场治理主要工程量

序号	名称及代号	废石量 t	占地面积 m^2	治理面积 m^2	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	长度 m	挖方 m^3	砌体 m^3	植草 m^2	种树棵		
1	山 T-9	17388	4410	6145	1100	35	2151	150.88	620.12	300.25	213.51	421.11	1075.11	6145	1536	4945	4
2	山 T-10	15893	4094	5699	1030	35	1995	262.25	1101.74	599.73	204.78	380.89	909.22	5699	1424	5519	3
2	合计	33281	8504	11844	2130	—	4146	413.13	1721.86	899.98	418.29	802	1984.33	11844	2960	10464	7

8 环境影响分析与退役终态描述：

8.1 环境影响分析

8.1.1 整治前的环境影响

铀矿地质勘探设施（甘肃片区）此次“十二·五”退役整治二期工程共计划整治 8 个废（矿）石堆，经监测，这些废（矿）石堆的 ^{222}Rn 析出率范围为 0.48～1.25Bq/㎡·s，超过管理目标值；贯穿辐射剂量率范围为 19.8～123.3×10^{-8}Gy/h，均超过当地本底水平；废（矿）石天然铀含量为 23.6 ～62.9mg/kg，镭含量为 347.0～767.1Bq/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，有的在河流、小溪、水库旁，有的在风景名胜区，有的在少数民族聚居地区。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，掩埋农田和道路，对当地生态环境和居民生产和生活构成明显或潜在的危害，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。

未封闭的铀矿工程 9 个坑口，有大量的氡气逸出，坑口氡浓度为 457.3～2997Bq/㎥，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。

8.1.2 整治工程施工过程中的环境影响

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

①坑口封闭及剥土的边坡放缓和废（矿）石堆的覆盖取土、施工临时用地会造成一定范围内的植被破坏。

②施工过程所产生的施工扬尘、施工噪声对局部环境的影响。

③有些渣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外照射影响。

对第①种情况所造成的环境影响，建议项目单位应根据废渣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，大部分治理点远离居民点，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，因为废（矿）石堆的放射性不是很强，

而且工程时间较短，对工程施工人员产生的外照射剂量相对较小，根据计划退役治理的废（矿）石堆的辐射剂量率在 19.8～123.3×10^{-8}Gy/h；废（矿）石堆的 ^{222}Rn 析出率范围为 0.48～1.25Bq/m^2·s。对于放射性带来的剂量估算模式为：

① γ 辐射所致有效剂量当量估算

$$H_\gamma = 0.7Rt$$

式中：H_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；78.5×10^{-8}

t——工作时间，h。2160

② 吸入氡子体所致有效剂量当量估算

$$H_E = 0.5x\ tgf$$

式中：H_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。

③ 根据场地氡析出率，采用箱式模式估算在静风 $u \leqslant 0.5m/s$ 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，DRn——场地中氡浓度，Bq/m^3；

R——场地氡析出率， Bq/(m2·s)；

S——场地面积， m^2；

U——风速，取0.1m/s；

B——垂直风向的场地宽度，m；

H——氡气体分布高度，取10m。

④ $H= H_V + H_E$

式中：H——有效剂量当量，Sv。

根据《甘青地区 铀矿地质勘探设施 “十二五”退役整治二期工程项目建议书》项目实施计划，废石堆以及坑口的治理时间最长为12个月，根据整治工程的源项，根据估算模式对外照射和吸入剂量进行估算。

经估算治理区废（矿）石堆施工人员由贯穿辐射所接受的剂量为1.2mSv。施工人员吸入途径所接受的剂量经估算为0.3mSv，则施工人员年总有效剂量为1.5mSv，可以满足工作人员管理目标值（5mSv/a）的要求，随着施工工程结束其影响也就消失。

由于治理的矿点均远离居民点，居民在施工期不会在矿点长时间停留，矿点对公众所产生的年有效剂量非常有限，可以忽略不计。

8.1.3 整治工程竣工后的环境影响

退役整治工程竣工后，由于对废（矿）石堆筑墙拦渣，其表面覆盖了黄土，并已进行了植被绿化，故具备了足够的抗风蚀、雨蚀的能力，并且拦渣墙的设计充分考虑了当地的地震烈度情况及历年的洪水情况，拦渣墙在竣工后具备长期稳定性；此外，在废（矿）石堆的周围砌筑的排水沟，具有一定的泄洪能力，在因暴雨发生洪水时，可以导引洪水，避免其对已经整治的废（矿）石堆的冲刷，保证整治效果。有水流出的坑道口经过修建被动式滤水集水池进行疏排水并封闭坑口后，不再有废水直接外排，极大地改善了周围地表水的水质，并且在整治后坑道口及其废（矿）石堆的放射性环境都在国家规定的限值范围之内。剥土经过边坡放缓，浅井经过填充废石并夯填土掩埋和植被绿化后，将恢复其自然植被，所带来的不安全隐患也会随之消失。因此，退役整治工程竣工后，将对矿区周围的环境起到较好的保护作用。

8.2 退役终态描述

通过对甘青地区 铀矿地质勘探设施 “十二•五”退役整治工程（甘肃片区）进行退役整治后，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较大程度的改善，也使当地居民因放射性废（矿）石堆污染而引起的社会不稳定因素得以彻底解决：

①坑口得以严密的封闭，防止了坑内氡气外逸，也避免了人畜误入或坠落坑井造成意外伤害。

②废石场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废石场的挡渣墙、护坡和截水沟以及坑口封堵墙等构筑物的工程。通过精心设计、精心组织、精心施工，以确保工程质量，在竣工验收之后的有效监管下，治理工程能够满足长期稳定的要求。

因此，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，其辐射危害达到可接受的水平。预测各子项工程经退役整治后，^{222}Rn析出率比治理前降低60％左右，均满足低于0.74Bq/m^2·s 的管理目标值要求，贯穿辐射剂量率基本接近当地本底水平，退役整治达到预定目标。

8.3治理后的环境影响分析

甘青地区 铀矿地质勘探设施（甘肃片区）“十二·五”退役整治二期工程进行退役整治后，^{222}Rn析出率比治理前降低60％左右，均满足低于0.74Bq/m^2·s 的管理目标值要求，贯穿辐射剂量率基本接近当地本底水平，由于废渣堆所处的位置一般距居民点在300m以外，根据治理工程所采取的治理方案，当废渣堆覆盖黄土后，其氡析出率降至管理目标值，坑道口实施封闭，不再向外环境释放氡气，根据对关键居民组终态年有效剂量估算，经治理后废渣堆对关键居民组所致的年有效剂量在0.03mSv/a。所以本次治理工程实施后，环境敏感点的公众所接受的剂量可以满足管理目标值的要求。

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，植被的根系对在覆土也有很好的稳定作用，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浆砌片石截水骨架护坡处理以及在废石堆的两边进行排水沟排水设计，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，可以保证工程的长期稳定性。

甘肃片区在“八·五”到“十一·五”期间已经进行过多个退役工程，其退役方案和本次退役方案类似，已经退役的工程根据监测，各单项指标都已经达到当初退役设计的要求，并且都很好地恢复了当地的自然植被，和周围的环境已经很好地溶为一体，受到了当地政府和人民的大力称赞。因此本次“十二·五”退役整治二期工程在对退役方案更完善的情况下，最终的退役效果会更好。

9 监督、监测与管理计划：

9.1 施工监督

在整治过程中，治理单位应成立一个整治工作领导小组，专门负责整治工作的实施；不定期深入施工现场对整治工程进行检查、监督，对整治工程的各项参数，要严格按施工设计要求执行，不得任意更改；在每个单项工程完工前，至少要进行 2～3 次质量检查，以确保整治效果。

在整个退役整治工程全部竣工后，要向当地村民做好宣传教育，禁止在整治工程上种植可食植物或农作物，禁止在已整治工程上建房，禁止使用废（矿）石堆作为房屋或其它建筑材料。治理单位应定期到退役工程进行检查、维护，防止一切人为破坏。

9.2 环境监测

①施工环境监测

施工过程中应对个人剂量进行监测，主要施工人员佩戴个人剂量计，如果施工较长，应定期送检个人剂量计，确保作业人员的个人剂量满足标准限值的要求。

在施工过程中，要始终坚持管理人员亲临施工现场，对工程基础深度、工程用料、墙体规格、黄土覆盖厚度、水泥指标、石材放射性及硬度、砂石的粒度、清洁度以及γ 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 次放射性扫面监测，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。

②退役整治工程竣工后环境监测

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和评价资质的单位进行最终的放射性监测和竣工环境影响评价。以确定是否已达到预期的整治效果。

监测项目：废渣堆表面氡析出率、氡浓度；贯穿辐射剂量率；废渣堆周围土壤中放射性核素含量监测。对有水坑道应监测坑道水流经的底泥中放射性核素的含量。

监测布点原则：根据治理后的废渣堆形状，氡析出率采用网格布点，建议网格采用 5×5m 或 10×10m；贯穿辐射剂量率采用 5×5m 的网格布点，氡浓度根据废渣堆的面积，采用均匀布点，每个废渣堆布设 3～5 个监测点。土壤监测点在废渣堆周围设 2～3 个取样点，分析放射性核素含量。底泥取样点在水流方向上布设 2～3 个取样点，分析放射性核素含量。

9.3 管理计划

在整个施工过程中，为了确保工程质量，要建立严格的岗位责任制，明确责任。还应抽调专门人员负责整治计划资金的下达、预算及使用等管理，以做到专款专用。

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，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，将竣工后的整治工程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，应及时进行修复，以确保整治效果。

10 环境影响评价结论、问题与建议：

10.1 环境影响评价结论

10.1.1 项目环境质量现状分析

铀矿地质勘探设施（甘肃片区）此次“十二·五”退役整治二期工程的6个铀矿点，包括坑口9个，废（矿）石堆8个。这些裸露的废（矿）石4在坑井口的出口处就地堆放，有的在居民点附近，有的在河流、小溪、水库旁，有的在风景名胜区 ，有的在少数民族聚居地区，对周围环境造成了一些负面影响。有些废（矿）石堆被洪水冲刷流失，掩埋农田和道路，对当地生态环境和居民生产和生活构成明显或潜在的危害；敞开的坑井口还存在误入或坠落等诸多的不安全因素；很容易造成人畜跌入的一般安全性危害。

总之，这些需治理的铀矿点对周围环境带来了不同程度的影响和污染，需要尽快进行治理，以恢复当地的自然环境，为附近居民提供一个良好的生态环境。

10.1.2 治理措施有效性分析

①坑口治理

按照坑口整治方案治理后，坑井口得以严密的封闭，防止了坑内、井下氡气外逸，也避免了人畜误入或坠落坑井造成意外伤害。封堵后的坑口在进行覆土、掩埋、植被后，能使周围植被在短期内得到恢复。

②废（矿）石堆治理

按照废（矿）石堆整治方案治理后，废（矿）石堆能够得到很好的稳定，并能有效地屏蔽γ 辐射和抑制 ^{222}Rn 的析出。在废（矿）石堆表面覆盖黄土后进行植被绿化，能使植被尽快地得到恢复，并能使其具备足够的抗风蚀、雨蚀的能力。另外，为防止雨水汇集冲刷废（矿）石堆，在废（矿）石堆周围砌筑的排水沟，具有一定的泄洪能力，在因暴雨发生洪水时，可以导引洪水，避免其对已经治理的废（矿）石堆的冲刷，可以保证治理效果。在治理后，渣堆的 ^{222}Rn 析出率预测可由治理前的0.88Bq/m^2·s降到0.74Bq/m^2·s的管理目标值以下。

10.1.3 治理后公众剂量

铀矿地质勘探设施经过综合整治后，其辐射指标均达到治理目标的要求，关

键居民组的个人年有效剂量经估算在 0.003mSv/a，满足治理工程公众剂量限值的要求。

综上所述：

（1）本次“十二·五”计划治理的 9 个坑口的氡浓度和 8 个废（矿）石堆的贯穿辐射剂量率及氡析出率均高于当地本底或超过国家规定限值，未封闭的竖坑口，容易造成人畜跌入的危险，这些都给当地村民带来了一定的安全隐患和心理压力。因此，尽快进行退役整治工程是很必要的。

（2）整治工程的治理方案经济、技术可行、治理措施比较切实、有效。按此方案实施后，各辐射强度可接近当地本底或低于国家规定限值，能达到预期的治理效果。

10.2 问题与建议

（1）在治理过程中需异地取土，会造成取土区植被破坏和引发水土流失等环境问题。建议在取土完成后，及时对取土区进行植被绿化，防止取土区的水土流失以及对取土区的生态环境影响。

（2）在施工完成后，应对退役整治工程设施进行定期检查和维护，如发生较强降水后，应及时对整治工程进行检查，如发生水毁工程，应及时进行修复，以确保整治效果。

（3）治理完成后，需制定长期有效的保护措施，以防止在治理工程完全恢复自然地貌前治理工程遭到自然和人为的破坏。

地质局预审意见：

经办人：　　单位签章：

年　　月　　日　　年　　月　　日

环境保护部审批意见：

经办人：　　单位签章：

年　　月　　日　　年　　月　　日