龙首山地区（芨岭、革命沟、红石泉铀矿）铀矿石水冶工业试验环境影响报告表

（简 本）

建设单位：西安中核蓝天铀业有限公司

编制单位：核工业北京化工冶金研究院

编制时间：二〇一三年九月

目　录

1 概述 1
1.1 项目来源 1
1.2 项目概况 1
1.3 与本项目有关的原有污染情况及主要环境问题 2
2 自然环境和社会环境简况 4
2.1 自然环境简况 4
2.2 社会环境简况 5
3 项目周边环境现状 6
3.1 辐射环境现状调查结论 6
3.2 主要环境保护目标 7
3.3 评价适用标准 7
4 污染物产生情况及环保措施 9
4.1 主要污染源项及处理措施 9
4.2 辐射防护和环境保护措施 11
5 环境影响分析 13
5.1 公众辐射环境影响分析和评价 13
5.2 职业照射辐射环境影响分析和评价 13
5.3 地下水途径辐射环境影响 13
5.4 非放环境影响分析和评价 14
5.5 工业试验的善后处理以及对环境的影响 15
6 监测计划 16
6.1 工作场所监测 16
6.2 环境监测 16
6.3 流出物监测 17
6.4 应急监测 17
7 结论与承诺 18
7.1 结论 18
7.2 承诺 20

1 概述

1.1 项目来源

西安中核蓝天铀业有限公司地处西北，是生产天然铀产品的“八矿一厂”的老矿山之一，经过四十多年的建设和生产，蓝田矿区的铀资源即将枯竭，面临资源短缺的危机。为了保障老矿山企业的天然铀生产能力，稳定我国战略性资源生产开发队伍，急需寻求可持续发展的资源后续矿点。针对企业发展所面临的生产探矿滞后、地质资源短缺、生产后劲不足等问题，经过筛选，选择龙首山地区的茏岭矿、革命沟矿和红石泉矿作为开发重点，突破关键技术，使西部老矿山得以持续发展。

茏岭矿、革命沟矿和红石泉矿等均提交了地质勘探和储量报告，具有可靠的资源矿量，可供开采，为了进一步回收其中的铀金属，需要进行工业水冶试验。

依据“小矿点，大水冶”发展思路，本试验项目基于综合开发龙首山地区铀资源为目的，以现有 706 矿水冶工艺为依托，将茏岭、革命沟、红石泉铀矿采出矿样运至 706 矿进行水冶工业试验研究。水冶工业试验将依据前期研究成果，分别对三个铀矿床开展工业试验，以确定茏岭、革命沟、红石泉三铀矿床矿石的水冶工艺流程，其试验结果可作为建设三铀矿床采冶工程的设计依据。

2013 年 5 月 20 日，中核集团公司地矿事业部对龙首山地区（茏岭、革命沟、红石泉铀矿）铀矿石水冶工业试验相关事项做了批复（中核地矿发〔2013〕399 号），同意本项目的开展。

1.2 项目概况

拟开展的水冶工业试验为地表堆浸、常规搅拌浸出工业试验。

除对茏岭、革命沟、红石泉这 3 个铀矿床进行恢复性建设，并在 706 水冶厂增加建设一套地表堆浸设施及一些辅助设施外，工业试验时均利用目

前 706 矿已有的设施。

1.2.1 试验地点

试验地点在甘肃省永昌县 706 铀矿区内。主要利用 706 矿目前已有的水冶设施开展水冶工业试验。

1.2.2 试验目的

依据“小矿点，大水冶”发展思路，依托 706 矿水冶生产设施，对甘肃龙首山地区铀矿床进行铀资源整合开发，开发出芨岭、革命沟和红石泉铀矿水冶工艺参数和流程。通过水冶工业试验解决上述矿点开发存在的主要技术问题，为龙首山地区铀资源的整合开发提供技术支撑和设计依据。

1.2.3 试验内容

（1）试验矿样采取：芨岭、革命沟、红石泉矿床各采取试验矿样×t，共计×t。

（2）水冶试验：针对芨岭、革命沟、红石泉矿床开展条件试验和工业试验，研究铀矿石提取工艺；开展芨岭、706 配矿堆浸工业试验，革命沟、芨岭和 706 配矿搅拌浸出工业试验，研究龙首山地区铀矿石综合处理工艺。

1.2.4 试验周期

试验周期为三年。

1.2.5 试验投资

项目总投资 966.8 万元，其中环保投资 53 万元，占总投资比例 5.5%。

1.3 与本项目有关的原有污染情况及主要环境问题

本项目在 706 铀矿区内，主要利用 706 矿目前已有的水冶设施开展水冶工业试验。

706 铀矿床原为核工业 796 矿二工区。该矿床从 1970 年开始基本建设，一直未正式投产，但已具备了采矿生产能力。西北一八二队于 1970

年 11 月提交了 706 矿床勘探报告，1976 年 9 月经储委审查批准了工业储量。1986 年 3 月因配套水冶厂停建而停产关闭。2003 年 8 月份，核工业七九四矿成立了 706 项目部，进入现场做前期开发准备工作，2005 年列入西安中核蓝天铀业有限公司综合技术改造项目，该综合技术改造项目环评报告书于 2006 年经原国家环境保护总局审批通过（国家环境保护总局环审[2006] 212 号）。针对 706 矿难处理矿石而开展的常规搅拌浸出工业试验项目环评报告表也于 2011 年获得环境保护部批复。

目前，706 矿在进行试生产，年处理矿石×万吨。井下采用常规开采（无底柱分段崩落法）。地表水冶方式为堆浸和常规搅拌浸出，其中常规搅拌浸出年处理矿石量占 25%，堆浸年处理矿石量占 75%。试生产期间主要污染物涉及放射性废气、废水及固体废物。废气为铀矿粉尘和 ^{222}Rn 及其子体，粉尘最大排放量为 28.4kg/a，^{222}Rn 排放量为 7.27×10^{12}Bq/a。废水产生情况为：生产期（180d）产生的废水为生产工艺废水（291.9m^3/d）和生活污水（72.17m^3/d）；非生产期（185d）产生的废水为矿井涌水（200m^3/d）和少量生活污水；所有废水经处理后尽量循环利用不外排。固体废物中废石量为 2 万 t/a，地表堆浸尾渣量 3.33 万 t/a，废水处理产生的废泥渣约 0.43 万 t/a，固体废物均堆存于尾渣库。

主要环境问题为吸入 ^{222}Rn 及其子体引起的放射性内照射。

2 自然环境和社会环境简况

2.1 自然环境简况

2.1.1 地理位置

茂岭矿位于甘肃省永昌县境内，南距县城 50km。革命沟矿位于甘肃省山丹县与永昌县交界处的永昌县境内。红石泉矿床位于甘肃省山丹县，距县城 14km。茂岭矿床位于 706 矿床东南约 14km，革命沟矿床位于 706 矿床东约 19km，红石泉矿床位于 706 矿床西北约 40km。

2.1.2 地形、地貌

矿区地形以山地高原为主，平原、绿洲、荒漠东西展开，南北更替。该区无地表水系。植物稀疏，矿区植被以抗旱的半灌木、草类植物为主，其覆盖率不足 15%。

2.1.3 水文

由于该区气候严重干旱，水文条件简单。矿区及其周围 30km 范围内无地表水系，只有间歇性水沟，下雨时才有水，平时为干沟。暴雨和融雪期，矿区区域的 7 个大沟洪水流量可达 2.5~5.5m^3/s。

2.1.4 气候与气象

矿区所在区域地处中纬度，深居内陆，属典型的温带大陆性干旱气候，气压低，太阳辐射强，降水少而集中，蒸发量大，空气干燥，风沙大，昼夜温差悬殊。该地区多年平均气温 4.8℃，最高气温 30，最低气温 -20.9℃，年平均日照时数 2959.0 小时。该区域的主导风向为西南西至西北西风（风向频率之和 46.17%）。多年平均风速在 3.15m/s。多年平均降雨量 196mm，主要集中在 7、8、9 三个月。年均蒸发量达 2301mm。该地区蒸发量远远大于降雨量，属严重干旱地区。

2.1.5 植被和动物

评价区域土质多为碱性，植被不发育，地表层只生长少量的小草。

植被主要为草类，如盐瓜瓜、珍珠骆驼草、芨芨草、红砂等，植被覆盖率不足 15%。

评价区域的动物主要有牧民和居民饲养的牛、羊、骆驼、猪、鸡等，野生动物除山雀、山鸡、老鹰等飞禽以及金昌市东南的山区有鹿外，其它均少见。矿区周围 30km 范围内无水生生物。仅在金昌市东南的金川河和西大河有少量鱼类。

2.2 社会环境简况

2.2.1 区域社会经济状况

该区域的社会经济特点是以金昌市为中心的一个发展工业区。主要以镍和金、银、钴等贵重金属有色冶金为主。在矿区 30km 周围，则完全呈荒漠类草场，牧业不发达，林业和农业基本没有。由于矿区严重缺乏水资源，今后农牧业很难发展。金昌市目前的农业主要生产小麦、玉米、油料、胡麻、甜菜以及瓜类等。畜牧业主要有牛、羊、骆驼。除粮食、经济作物外，山区盛产大黄、鹿茸以及麝香等珍贵野生药材。

2.2.2 人口分布

根据 2010 年统计数据，评价区内人口稀少，居民分布极不均匀。评价区域半径 1km 范围无常住人口，半径 10km 范围仅有 115 人，人口密度为 0.37 人/km^2。20km 评价范围内总人口为 2189 人。评价区域内各年龄组的人口比例约为：幼儿 13%、少年 25%、成人 62%。人口自然增长率为 0.2%。

3 项目周边环境现状

3.1 辐射环境现状调查结论

茂岭、革命沟、红石泉这 3 个铀矿点及 706 矿生产区室外γ辐射剂量率（128.0～7311nGy/h）高于甘肃省天然本底值，尤其是尾渣库γ辐射剂量率高达 7311nGy/h；矿区周围居民点室内外γ辐射剂量率（123.8～198.3nGy/h）略高于甘肃省天然本底值；这可能与其处于铀矿区有关。除矿区外道路有个别监测点数值略高于甘肃省天然本底值外，矿区外环境大部分监测点位监测值都处于甘肃省天然本底值范围内。

706 尾矿库边缘空气中氡浓度监测值较高（269～642Bq/m^3），这跟库内尾渣释放的氡有关。矿区周围环境中空气氡浓度为(4±3)～(42±15)Bq/m^3，与对照点金昌市广场空气氡浓度(4±3)～(16±7)Bq/m^3 处同一水平。

茂岭、革命沟矿区及周围土壤中 $U_{天然}$测值范围为 44.4～94.9Bq/kg、^{226}Ra测值范围为34.4～69.3Bq/kg，东大山（对照点）土壤中$U_{天然}$为20.5Bq/kg、^{226}Ra 为 36.8Bq/kg，与甘肃省土壤中天然放射性核素范围值相比，为正常环境水平。茂岭、革命沟矿区及周围土壤中 $U_{天然}$、^{226}Ra 含量与甘肃省土壤中天然放射性核素范围值相比，为正常环境水平；红石泉矿区 2 个土壤样品中 $U_{天然}$、^{226}Ra 含量最大值已分别高于甘肃省土壤天然放射性本底上限值 3.8 倍和 3.2 倍，这可能是曾经进行矿床开拓而引起的，但工业场地中 ^{226}Ra 比活度仍低于 0.18Bq/g 的无限制开放使用限值。

金川峡水中的 U 浓度、^{226}Ra 活度浓度均处于甘肃省河水正常环境水平。

矿区附近动植物样品中 U、Th、^{226}Ra 核素监测值均远小于限值。

矿区及周围环境中土壤氡析出率为 0.009～0.56Bq/（m^2·s），均值为 0.14Bq/（m^2·s），处于正常本底范围，矿区个别监测点土壤氡析出率虽较大，但仍低于 0.74Bq/（m^2·s)的管理限值。

与2003年甘肃省放射环境监理站进行的针对706矿床堆浸工业试验项目的环境监测值相比较，目前706矿周边γ辐射空气吸收剂量率变化不大，绝大多数监测值均处于甘肃省天然本底范围之内；环境空气中^{222}Rn的监测值基本上没有变化，基本上处于该地天然本底水平。

3.2 主要环境保护目标

矿区所在区域基本上为戈壁荒漠草原，到目前为止，周边尚未有著名的考古和历史文物发现。该区域水源缺乏，城镇较少，经济不发达，在短时间内尚难开发利用。评价区内人口稀少，评价区域半径1km范围内无常住人口，半径10km范围内仅有115人，而各矿床（芨岭、革命沟、红石泉）周围5km范围内无常住人口。

因此，评价区域内主要环境保护目标为矿区周边的居民和戈壁荒漠草原。

3.3 评价适用标准

3.3.1 环境质量标准

根据《关于龙首山地区（芨岭、革命沟、红石泉铀矿）铀矿石水冶工业试验项目环境影响评价执行标准的复函》（甘环便核字〔2013〕15号）。该项目环境影响评价执行的环境质量标准如下：

1）环境空气执行《环境空气质量标准》（GB3059-1996）二级标准；

2）地表水执行《地表水环境质量标准》（GB3838-2002）Ⅲ类标准；

3）声环境执行《声环境质量标准》（GB3096-2008）3类标准。

3.3.2 污染物排放标准

根据《关于龙首山地区（芨岭、革命沟、红石泉铀矿）铀矿石水冶工业试验项目环境影响评价执行标准的复函》（甘环便核字〔2013〕15号）。该项目环境影响评价执行的污染物排放标准如下：

1）废气排放执行《大气污染物综合排放标准》（GB16297-1996）新

污染源二级标准；锅炉烟气排放执行《锅炉大气污染物排放标准》（GB13271-2001）Ⅱ时段二类区标准。

2）废水排放执行《污水综合排放标准》（GB8978-1996）第二时段一级标准。

3)厂界噪声执行《工业企业厂界环境噪声排放标准》(GB12348-2008)中的 3 类区标准；施工期噪声执行《建筑施工场界环境噪声排放标准》（GB12523-2011）。

3.3.3 辐射防护标准

1）采用的法规和标准

本报告表遵循和参照标准如下：

①GB18871-2002《电离辐射防护与辐射源安全基本标准》;

②EJ993-2008《铀矿冶辐射防护规定》;

③GB23727-2009《铀矿冶辐射防护和环境保护规定》。

2）剂量限值和剂量约束值

⑴职业照射

根据《电离辐射防护与辐射源安全基本标准》，应对任何工作人员的职业照射水平进行控制，使之不超过下述限值：由审管部门决定的连续 5 年的年平均有效剂量（但不可作任何追溯性平均），20mSv。

EJ993-2008《铀矿冶辐射防护规定》规定：铀矿冶井下工作人员的有效剂量约束值为 15mSv/a。

⑵公众照射

根据《电离辐射防护与辐射源安全基本标准》，实践使公众中有关关键人群组的成员所受到的平均剂量估计值不应超过下述限值：年有效剂量限值为 1mSv。

EJ993-2008《铀矿冶辐射防护规定》规定：铀矿山、选冶厂辐射照射的实践使公众中有关关键人群组的成员所受到的平均剂量约束值不应超过下述限值：年有效剂量 0.5mSv。

本项目取 0.1mSv 为公众年有效剂量约束值。

4 污染物产生情况及环保措施

4.1 主要污染源项及处理措施

4.1.1 废气

1）矿井废气

在试验矿石的取样过程中，如凿岩、装矿、放矿、出渣、掘进等工序将产生铀矿粉尘和释放出 ^{222}Rn 及其子体。使矿井下工作场所空气中含有一定量的铀矿粉尘和 ^{222}Rn 及其子体。

为降低井下空气中主要污染物铀矿粉尘和 ^{222}Rn 的浓度，矿井采用抽出式通风，取样采场采用局扇通风，井下废气排出后经大气稀释扩散；同时在矿石取样过程中采用干式充填采矿法，每采完一个分层充填一次，减少 ^{222}Rn 的析出；对凿岩、装矿、出渣以及放矿等工序采用湿式作业，以减少铀矿粉尘的产生；及时密闭废弃巷道和采空区可以防尘降氡。

2）水冶厂废气

矿石破碎有铀矿粉尘和 ^{222}Rn 及其子体释放于空气中；尾渣库、堆浸场、矿仓也会释放出 ^{222}Rn 及其子体。

破碎厂房在粗碎、细碎、筛分设备的受卸料部位设除尘系统，每个系统设多管旋风式除尘器（效率为 85%～90%）和一台机械振动式扁布袋除尘器（效率为 99%），净化后的废气经烟囱（高出本厂房建筑物最高点 3m）排入大气；堆浸场、尾渣库释放氡气由大气稀释扩散。

水冶厂房有少量的放射性气溶胶和含酸、含碱的废气；在沉淀、过滤、和产品包装等岗位有少量的重铀酸钠浆体泄露。水冶厂房产生的废气采用半敞开式自然排风；在发生浆体泄露的地方采取冲洗地面外排；其他厂房通过厂房整体排风外排。

3）锅炉烟气

水冶厂新增一台额定供热量为 0.2MW 的立式常压燃煤热水锅炉，年耗煤量为 500t，产生的烟尘浓度小于 80mg/Nm^3，SO_2 浓度小于

500mg/Nm^3。

锅炉将采用优质低硫煤，烟气排放方式为自然排烟，外排废气满足《锅炉大气污染排放标准》（GB13271-2001）二类区Ⅱ时段标准（烟尘浓度小于 120mg/Nm^3、SO_2 浓度小于 900mg/Nm^3），废气通过烟囱排入大气环境。

4.1.2 废水

1）矿井废水

茂岭矿井有多年矿坑积水 32537m^3 需要排除，正常生产期矿井正常涌水量 450m^3/d。

茂岭铀矿床矿井水为低铀浓度中性废水，采用离子交换方法吸附水中的铀，之后再将尾液反渗透处理，进行深度除铀、除盐，反渗透浓水进行蒸发。

茂岭矿井积水和涌水全部处理后用于生产或绿化或蒸发。

2）工艺废水

主要来自萃余液、吸附尾液、沉淀母液、洗涤水，排水量为 24t/d。主要在 706 水冶厂。706 矿目前生产工艺废水量约为 249m^3/d。

工艺废水排入专设废水处理车间进行处理，首先加入石灰中和沉淀除铀和重金属离子，再通过氯化钡除镭。设 300m^3 的废水贮池 2 个，处理后的废水经泵打入贮池待检，符合排放要求的废水进行回用（如磨矿用水、浸出剂配制、洗水等，回用率 80%左右）或排入蒸发池蒸发。分离出的废石灰渣运至尾渣库。

3）生活污水

本项目产生的生活污水量为 12.55m^3/d，为非放排水。

生活污水进生活污水处理系统，处理达标后排入厂区的干沟或作为厂区绿化用水。

鉴于本项目矿区周围 30km 范围内无地表水系，故本项目产生的所有废水经处理后尽可能综合利用或作为绿化用水。

4.1.3 固体废物

1）废石

本项目产生的废石量为 2700t，全部用于井下填充，不运出地表。

2）废渣

矿石堆浸后的尾渣，含有少量硫酸和铀，拌入石灰中和后的尾渣量为 9090t；废水处理厂房的过滤沉渣 5.4t/a。废渣全部集中堆放在尾渣库内。

3）其他固体废物

706 水冶厂房和废水处理厂房均有原辅材料的编织袋；50m^2/a 的废滤布和废弃的生产生活用品等。产生的编织袋用完后作集中收集处理；废弃的生产生活用品和废滤布埋置在尾渣库中。

尾渣库四周设置排洪沟，服务期满后在其上覆土植被，可降低 ^{222}Rn 析出率，使其小于 0.74Bq/(m^2 · s)。

4.1.4 噪声

噪声源主要为风机、水泵和破碎机产生的噪声。

矿山、水冶厂选用低噪声设备，并对风机、水泵、空压机、破碎机等采取隔声、减震措施；噪声较大的风机、空压机安装在单独机房内；矿井排风机安装在风机房内；破碎机安装在破碎车间内；水冶厂风机分散布置在各车间。

4.1.5 主要生态影响

本项目土石方工程较少，地表设施占地少，因此可以减少对地表生态环境的破坏。本项目所在地域植被稀少，以耐旱草类为主，本项目建设对植被破坏很少。因此本项目的实施对当地生态环境影响较小。

4.2 辐射防护和环境保护措施

1）本项目的场址与最近的居民点距离大于 1km。在总平面布置上矿区工作人员的生活区按当地最小频率的风向，布置在尾渣库的下风侧；辐射剂量室距离生产车间、矿仓、空压机房等建筑物大于 200m，距尾渣库、出风井等大于 500m，均满足总平面布置各建筑物的辐射防护距离要

求。

2）将放射性工作场所与非放射性工作场所严格分开，以便于生产管理和防止交叉污染。

3）在矿井、破碎厂房、浸出液处理厂房以及成品库设全面排风系统，厂房内装设了风机，排除厂房内 ^{222}Rn 及其子体、酸雾等有害气体。对废弃巷道和采空区及时封闭，以达到降低 ^{222}Rn 及其子体的目的。

4）矿石破碎工段，采用湿式全封闭破碎，在凿岩、装矿、出渣中采用湿式作业，以把粉尘的产生降低到最低的程度。

5）尾渣库利用 706 现有尾渣库，位于水冶厂和堆浸场下游，堆石坝溢流上游坝，坝坡设土工布反渗层；坝顶溢洪道排洪方案；库底铺设高密度聚乙烯复合土工膜防渗；堆石坝下游设渗水回收设施，将超标污水实施回收处理。

6）工作人员上班时穿戴个人防护用品，下班后淋浴去污、消除体表污染，防护用品定期更换，经常清洗；厂区设有淋浴室、洗衣房等卫生设施；从事放射性工作人员每天工作 6 小时；放射性作业场所内禁止进食、饮水和吸烟；在辐射较强的区域设立辐射标志，要求无关工作人员严禁滞留，工作人员缩短滞留时间；同时给每位工作人员佩戴个人剂量计，每半年将个人剂量计送往铀矿冶个人剂量检测中心进行检测，并将检测结果及时通报单位，如检测出个人剂量超标，将分析超标原因，并按照蓝天铀业公司的规定更换其工作岗位。

5 环境影响分析

5.1 公众辐射环境影响分析和评价

气载流出物的排放所致公众年最大个人有效剂量出现在西北方位1~2km的子区，有效剂量为3.97×10^{-3}mSv/a，远低于公众个人剂量约束值0.1mSv/a，20km集体剂量为3.10×10^{-4}人·Sv/a。照射的主要核素为Rn-222，主要照射途径为空气吸入，主要源项是尾渣库。

经计算，本试验项目新增气态源项（1.719×10^{12}Bq/a）占目前706矿生产期（7.269×10^{12}Bq/a）的 23.6%。经估算，本试验项目运行前，放射性气载源项所致706矿周围公众最大个人有效剂量为3.88×10^{-3}mSv/a，本试验项目运行后，放射性气载源项所致周围公众最大个人有效剂量为3.97×10^{-3}mSv/a，增加2.3%；本项目运行前所致20km集体剂量为2.67×10^{-4}人·Sv/a，运行后所致 20km 集体剂量为 3.10×10^{-4} 人·Sv/a，比运行前增加16.1%。

可见，本试验项目投入使用后所致周围公众的附加剂量可以接受。

5.2 职业照射辐射环境影响分析和评价

本项目对作业人员的主要辐射危害因素是氡及其子体、γ 照射、铀矿尘，主要受照场所为井下。井下取样人员所受年有效剂量为6.09mSv/a，能满足15mSv/a的剂量约束值要求。

水冶厂工作人员的最大个人受照剂量为3.43mSv/a，能满足职业照射年剂量限值要求。

5.3 地下水途径辐射环境影响

本项目可能涉及到对区域内地下水环境产生影响的主要因素有：地表堆浸设施、废水排放及尾渣库。增加的地表堆浸设施就位于尾渣库内，且堆浸规模较小。试验期间产生的生产废水经处理后再利用或排往防渗的蒸发池，产生的废渣排往尾渣库，加之试验周期短。因此，本试验项

目投入运行前后，地下水污染源项几乎不变。因此，该项目对地下水的附加影响可忽略不计。

5.4 非放环境影响分析和评价

本试验项目运行前后，水冶厂污水处理等配套设施均利用原有设施。

5.4.1 大气环境影响

水冶厂将新建一套燃煤锅炉。锅炉将采用优质低硫煤，产生的烟尘浓度小于 80mg/Nm^3，SO_2 浓度小于 500mg/Nm^3。

烟气排放方式为自然排烟，外排废气满足《锅炉大气污染排放标准》（GB13271-2001）二类区 II 时段标准（烟尘浓度小于 120mg/Nm^3、SO_2 浓度小于 900mg/Nm^3），废气通过烟囱排入大气环境，对周围大气环境影响很小。

5.4.2 废水环境影响

本试验项目运行前后，所产生的工艺废水不外排，经处理后再利用或排往蒸发池；芨岭矿井水经处理后循环利用或蒸发或绿化，用于绿化时将满足《铀矿冶辐射防护和环境保护规定》（GB23727-2009）规定的没有受纳水体条件下废水排放浓度限值的要求（U≤0.05mg/L，^{226}Ra≤1.1Bq/L）。生活污水利用埋地式生活污水生物处理设施处理，生活污水化粪池厌氧处理、食堂排水经隔油池处理后排入污水处理设施，利用好氧生物处理工艺处理污水。污水经处理后达到《污水综合排放标准》（GB 8978-1996）表 1 和表 4 中一级标准，这些污水经处理后排入厂区干沟或用于绿化。因此本项目废水对环境的影响较小。

5.4.3 噪声环境影响

本项目选用了高效低噪声设备（均小于 85dB(A)），噪声源距矿区边界较远，厂界处噪声能满足《工业企业厂界环境噪声排放标准》（GB12348-2008）中的 3 类标准限值要求，即昼间 65dB(A)，夜间 55dB(A)。

噪声源均远离居民区（大于 1km）且有山体阻隔，经过距离衰减和建筑物隔声，至居民区的噪声贡献值可忽略。

5.4.4 生态环境影响

本试验项目虽是在 3 个矿点进行取样，但其取样量较少，占用场地面积也较小，建设规模很小，因而对地表环境的破坏很小；水冶设施大多利用 706 矿现有设施，新增水冶设施规模很小，且对废渣、废水、废气均采取了有效的防治措施，“三废”得到合理处置，满足国家的相关标准要求。因此本试验项目对当地生态环境的影响甚微。

5.5 工业试验的善后处理以及对环境的影响

（1）若试验成功，则试验期间的设施设备可继续用于正式生产，其对环境的影响将不大于整个正式生产对环境的影响。正式生产对环境的影响将在下阶段的正式生产的可行性研究阶段中开展。

（2）若试验不成功，则在整个工业试验结束后，对不再使用的试验污染设备、器材、建（构）筑物等进行去污处理（其非固定 α 表面污染在食品工业以外的一般工业使用的控制水平为≤0.08Bq/cm^2，污染废旧钢铁不加限制使用的控制水平为≤0.04Bq/cm^2），严禁有关污染设备、器材流入社会，造成环境污染。对于不能利用并且被污染的废钢材、废设备等送至核工业指定废品回收处理单位进行集中回收处理，并做好废旧物品流向记录。对于使用过的工艺管线、阀门等收集后用于 706 铀矿生产。

对于在试验期间新建的有关设施，如不能再次利用，进行拆除。拆除后进行去污处理，然后集中掩埋，并覆盖黄土，种植植被。

对于试验期间受污染的地面、道路、土壤，将采取清理，集中存放在尾渣库内，待矿山开采结束后集中进行退役治理，覆盖黄土种植植被，做好防护区标志，严禁无关人员取土破坏植被。

通过以上治理措施后，本次工业试验对整个环境产生的影响很小。

6 监测计划

本项目在 3 个矿区对矿井进行恢复性建设以完成试验取样工作，在水冶厂则新增一套堆浸系统（3 个堆浸场、2 个吸附尾液池及相应的喷淋等配套设施）。本项目除了利用新增设施外，其余均利用 706 矿原有设施。

放射性测量分析方法参见《铀矿冶辐射环境监测规定》（GB23726-2009）附录 A，非放射性测量分析方法采用国家规定的标准测量方法。

6.1 工作场所监测

在正常工况下，工作场所布点主要在井下采掘工作面、巷道、硐室；尾渣库、铀水冶厂、废水处理间、新增工作场所（堆浸场）等处布置监测点。

监测项目主要有：γ 辐射水平，^{222}Rn 及其子体浓度，粉尘浓度，表面 α、β 放射性污染水平等。

监测频度：γ 辐射水平每半年 1 次；^{222}Rn 及其子体、粉尘浓度每季度 1 次；α、β 表面污染每半年 1 次。

6.2 环境监测

环境监测方案见表 6.1。

表 6.1　环境监测方案

序号	监测介质	采样点或监测点	采样期及频次	测量分析项目
1	空气	尾渣库的下风向设施边界处；尾渣库及矿井排风井周围最近居民点；对照点（金昌市广场）	1 次/半	^{222}Rn 及其子体
2	陆地 γ	空气采样布点处；尾渣库；易洒落矿物的公路	1 次/年	γ 辐射空气吸收剂量率
3	土壤	污染的土壤；对照点（东大山）	1 次/年或植物生长期	$U_{天然}$、^{226}Ra 等；有毒有害物质如 Cd、As 等

注：监测布点和范围参见《铀矿冶辐射环境监测规定》（GB23726-2009）4.2 节。

6.3 流出物监测

流出物监测方案见表 6.2。

表 6.2　流出物监测方案

序号	监测介质	采样点或监测点	频次①	测量分析项目
1	废气	芨岭、革命沟、红石泉矿井排风井口；706 水冶厂排气口	1 次/季	^{222}Rn 及其子体
		尾渣库	1 次/半年	^{222}Rn 析出率
2	废水	芨岭矿井水排放口；706 水冶厂工艺废水排放口	1 次/月	$U_{天然}$、^{226}Ra、^{210}Po、^{210}Pb、pH 值、SO_4^{2-}、Cl^-、Mn、Cd、As、Cr^{6+}
3	尾矿（渣）	场（库）边界外	1 次/半年	^{222}Rn

注：①706 水冶厂的吸附尾液、沉淀母液、尾矿渗出水采用槽式排放，废水中 $U_{天然}$、pH 值监测频次为每槽排放前监测一次，^{226}Ra、Mn、SO_4^{2-}每半月监测一次；其他废水排放监测频次同上表。

6.4 应急监测

应急监测范围为事故影响范围。应急监测准备包括资源保障，配备设备与器材等，应急救援，事故处理措施。应急监测仪器设备及灵敏度应满足监测要求。监测范围追踪到环境本底数值处。

7 结论与承诺

7.1 结论

（1）工业试验项目概况

本项目为工业试验项目，属铀矿石采冶行业，采用常规搅拌浸出与堆浸工艺流程。本项目总投资 966.8 万元，试验周期为 3 年，矿石用量不超过×吨。本项目建设地点位于甘肃省永昌县 706 铀矿区内。

（2）辐射环境现状调查结论

经监测，芨岭、革命沟、红石泉这 3 个铀矿点及 706 矿生产区室外γ辐射剂量率（128.0～7311nGy/h）高于甘肃省天然本底值，尤其是尾渣库γ辐射剂量率高达 7311nGy/h；矿区周围居民点室内外γ辐射剂量率（123.8～198.3nGy/h）略高于甘肃省天然本底值；这可能与其处于铀矿区有关。除矿区外道路有个别监测点数值略高于甘肃省天然本底值外，矿区外环境大部分监测点位监测值都处于甘肃省天然本底值范围内。

706 尾矿库边缘空气中氡浓度监测值较高（269～642Bq/m^3），这跟库内尾渣释放的氡有关。矿区周围环境空气中的 ^{222}Rn 浓度监测值处于该地正常水平。

芨岭、革命沟矿区及周围土壤中 $U_{天然}$、^{226}Ra 含量与甘肃省土壤中天然放射性核素范围值相比，为正常环境水平；红石泉矿区土壤中 $U_{天然}$、^{226}Ra 含量高于甘肃省土壤天然放射性本底水平。

金川峡水中的 U 浓度、^{226}Ra 活度浓度均处于甘肃省河水正常环境水平。

矿区附近动植物样品中 U、Th、^{226}Ra 核素监测值均远小于限值。

矿区及周围环境中土壤氡析出率为 0.009～0.56Bq/（m^2 • s)，均值为 0.14Bq/（m^2 • s)，处于正常本底范围，矿区个别监测点土壤氡析出率虽较大，但仍低于 0.74Bq/（m^2 • s)的管理限值。

（3）主要污染物排放及治理

试验厂房氡浓度为：^{222}Rn＜1.1kBq/m^3。矿石破碎车间、矿仓外排铀矿粉尘浓度≤2mg/m^3。工业试验期间粉尘排放量≤2.25kg/a，^{222}Rn 为 8.99×10^{12}Bq/a。采用了通风、湿式作业、密闭破碎设备、排放处设多管旋风除尘等治理措施。

废水主要来自 706 矿水冶厂工艺废水和茏岭矿井水。706 矿试生产及本工业试验期间放射性工艺废水量为 273m^3/d（其中本试验项目为 24m^3/d），工艺废水处理后 U 浓度＜0.2mg/L、^{226}Ra 浓度＜1.1Bq/L、SO_4^{2-} 浓度＜250mg/L、Mn 浓度＜2.0mg/L；处理后的工艺废水用于循环利用或蒸发，不外排。茏岭矿井多年矿坑积水 32537m^3，矿井正常涌水量 450m^3/d，矿井水处理后 U 浓度＜0.05mg/L、^{226}Ra 浓度＜1.1Bq/L；处理后的矿井水循环利用或蒸发或绿化。

本项目固体废物有水冶尾矿渣、废水处理后的泥渣。水冶尾矿渣、废水处理后的泥渣堆放在尾渣库。工业试验项目产生的尾渣量为 9090t，废水处理产生的废泥渣约 5.4t/a。

（4）施工期环境影响

本项目施工期不涉及到放射性污染问题，该项目在施工期污染源主要有施工设备、运输设备以及安装调试设备和装修时产生的噪声，施工过程产生的废水、固体废弃物以及施工扬尘。因该试验项目规模较小，生产、生活废水量极少，且不向周围环境排放，噪声源均远离居民区（大于 1km），建筑垃圾、弃土拟用于矿区道路修筑或低洼处的填埋土，不外运，采取控制扬尘措施，因此，本项目施工期对环境影响很小。

（5）职业受照剂量

该工业试验项目投入使用后，对工作人员的主要辐射危害是吸入氡及其子体和 γ 外照射。

本试验项目井下取样与水冶车间工作人员职业照射有效剂量估算结果分别为 6.09mSv/a 和 3.43mSv/a，能满足职业照射年剂量约束值要求。

（6）公众受照剂量

本试验项目投入使用后气载流出物的排放所致公众年最大个人有效

剂量出现在西北方位 1~2km 的子区，有效剂量为 3.97×10^{-3}mSv/a，远低于公众个人剂量约束值 0.1mSv/a，20km 集体剂量为 3.10×10^{-4} 人·Sv/a。照射的主要核素为 Rn-222，主要照射途径为空气吸入，主要源项是 706 矿尾渣库。因此，本试验项目投入使用后 706 矿的开发活动所致周围公众的附加剂量是可以接受的。

（7）地下水途径辐射环境影响

本试验项目投入运行前后，产生的生产废水经处理后再利用或排往蒸发池，产生的废渣排往尾渣库。本试验项目投入运行前后，地下水污染源项变化不大。因此，该试验项目投入运行后，地表堆浸设施、废水排放及尾渣库对地下水环境的影响很小或不构成影响。

（8）非放环境影响

本工业试验项目的非放污染源主要有废水中的非放污染物和各种设备运转产生的噪声。采取相应的防治措施后，各污染源均能做到达标排放。预计本工业试验项目投入运行后，非放污染物对地表水、声环境造成的影响很小。

综上所述，本试验项目投入使用后，对周围环境的影响将很小，满足辐射安全环保的要求。

7.2 承诺

（1）本工业试验工程建设将严格执行工程基本建设程序和“三同时”制度，使防治污染设施与主体工程同时设计、同时施工、同时投产使用。对重点工程做到精心设计和施工，确保工程质量和发挥设施的功能。

（2）在工业试验项目运行后，将加强“三废”治理设施运行管理与监测，特别是对尾渣库、堆浸场、茂岭矿井水处理设施进行重点管理，发现问题或异常，及时采取有效处理措施，防止污染扩大。