鄂尔多斯纳岭沟铀矿床地浸采铀
现场扩大试验规模

环境影响报告书



西安中核蓝天铀业有限公司

2015 年 5 月

鄂尔多斯纳岭沟铀矿床地浸采铀现场扩大试验规模

环境影响报告书

西安中核蓝天铀业有限公司

法人代表：秦德恩

通信地址：陕西省西安市蓝田县

电　　话：029-82733186



建设项目环境影响评价资质证书

机构名称：核工业北京化工冶金研究院
住　　所：北京市通州区九棵树 145 号
法定代表人：郭忠德
证书等级：甲级
证书编号：国环评证 甲 字第 1059 号
有 效 期：至 2016 年 1 月 16 日
评价范围：环境影响报告书类别 — 甲级：核工业***乙级：输变电及广电通讯
环境影响报告表类别 — 一般项目环境影响报告表、特殊项目环境影响报告表***

二〇一一年[illegible]月二日

评价机构：核工业北京化工冶金研究院

法定代表人：郭忠德

项目名称：鄂尔多斯纳岭沟铀矿床地浸采铀现场扩大试验规模

评价文件类型：环境影响报告书

鄂尔多斯纳岭沟铀矿床地浸采铀

现场扩大试验规模

环境影响报告书

编制单位：核工业北京化工冶金研究院

合同名称：鄂尔多斯纳岭沟铀矿床地浸采铀
现场扩大试验规模

编写组组长：李先杰

编写组成员				
姓名	职称	岗位证书	编写章节及内容	签名
李先杰	研高	A10590011300	负责、第 10 章	
仇月双	高工	A10590051000	第 4、5、13、14 章	
张学礼	高工	A10590091300	第 3 章	
廖文胜	研高	A10590040500	第 12 章	
王高山	高工	A10590011300	第 1、2 章	
邓文辉	研高	A10590021300	第 8、9 章	
张伟	工程师	A10590019	第 7 章	
牛洁	工程师	A10590018	第 11 章	
高洁	工程师	A10590131200	审核、第 6 章	
徐乐昌	研高	A10590031300	审定	

前　言

纳岭沟铀矿床地浸采铀项目是地矿事业部重点建设项目，从 2012 年开始，已经先后开展了室内条件试验、现场试验研究工作，并取得了较好的技术成果。一系列的试验结果表明，纳岭沟铀矿床渗透性较好，适宜采用 CO_2+O_2 做浸出剂的中性浸出方法，具有较好的经济效益，具备开展工业项目建设的条件。

同时，上述系列试验也暴露出了一些技术问题，地浸开采的钻孔井型井距、钻孔施工工艺和浸出工艺参数等技术参数还有待进一步优化确定。为了积极稳妥地开展工业项目建设，西安中核蓝天铀业公司决定在现有试验工作的基础上，进一步扩大试验规模，开展纳岭沟铀矿床地浸采铀扩大试验，进一步研究优化地浸工艺参数，优化技术经济指标。同时，也希望通过扩大试验项目的运行，监测并评价铀、煤矿开采的相互影响，为工业项目的建设和运行提供更加科学和经济的技术设计依据。

扩大试验采区布置 30 组共计 79 个地浸钻孔（含原 6 组试验钻孔），7 个监测孔。钻孔布置后占地面积为 55918.77m^2。预计单孔抽液量 5～8m^3/h，浸出液平均铀浓度××mg/L，浸出液处理厂房平均处理能力 4700m^3/d。

扩大试验是在已有现场试验基础上开展，充分利用现有设备、设施，不向环境排放废水，氡释放量较小，环境的影响较小。已有现场试验已于 2012 年开展了环境影响评价，并获得了环境保护部关于“鄂尔多斯纳岭沟铀矿床地浸采铀试验环境影响报告书的批复”。根据“中华人民共和国环境影响评价法”及“中华人民共和国放射性污染防治法”等有关规定，为预测与减少该扩大试验所造成的环境影响，西安中核蓝天铀业有限公司委托核工业北京化工冶金研究院编制《鄂尔多斯纳岭沟铀矿床地浸采铀现场扩大试验规模环境影响报告书》（下称环评报告书）。

目　录

1 总论.....1

1.1 工程项目名称、地点、类别、规模及服务年限 1
1.2 编制目的和评价重点..... 1
1.3 编制依据..... 2
1.4 采用标准..... 2
1.5 评价范围与子区、年龄组划分..... 3
1.6 矿区周围敏感点、控制和保护目标..... 4
1.7 剂量控制值与环境评价执行标准..... 4

2 评价区域环境概况.....6

2.1 自然环境..... 6
2.2 社会环境..... 14

3 项目工程分析.....16

3.1 试验目标..... 16
3.2 试验规模及内容..... 16
3.3 试验方案..... 17
3.4 主要设备设施..... 22
3.5 主要技术指标..... 23
3.6 总平面布置与原材料运输..... 23
3.7 公用工程..... 24
3.8 节能与环境保护措施..... 25
3.39 安全卫生..... 29

4 环境质量现状及评价.....31

4.1 监测目的..... 31
4.2 监测依据 31
4.3 监测布点原则..... 31
4.4 监测内容..... 31
4.5 分析方法、仪器、检出下限..... 32
4.6 监测结果与分析 32
4.7 小结 33

5 源项分析.....34

5.1 目的..... 34
5.2 源项确定原则..... 34
5.3 污染源和污染物的确定 34
5.4 源项确定..... 34

6 环境影响分析和评价.....36

6.1 辐射环境影响分析和评价 36
6.2 职业照射辐射环境影响分析与评价..... 38

6.3 蒸发池的环境影响分析 38
7 地下水环境影响分析与评价 39
7.1 地下水污染预测模型与软件 39
7.2 试验期间地下水环境影响预测与评价 39
8 事故影响分析与环境风险评价 40
8.1 事故风险识别 40
8.2 事故预测分析与环境风险评价 40
8.3 事故应急措施 41
9 非放射性环境影响分析 43
9.1 施工期环境影响分析 43
9.2 运行期环境影响分析 44
10 环境经济损益分析 49
10.1 经济效益分析 49
10.2 环境效益分析 49
10.3 社会效益分析 49
11 公众参与 50
11.1 公众参与主体及实施方式 50
11.2 第一次公众参与 50
11.3 第二次公众参与 50
11.4 小结 55
12 环境监测和环境管理计划 56
12.1 监测 56
12.2 质量保证 59
12.3 管理内容 60
13 后续环保措施 61
13.1 试验成功的环保措施 61
13.2 试验失败的环保措施 61
14 结论和承诺 62
14.1 结论 62
14.2 承诺 64

1 总论

1.1 工程项目名称、地点、类别、规模及服务年限

1.1.1 名称

该项目名称为“鄂尔多斯纳岭沟铀矿床地浸采铀现场扩大试验规模”。

1.1.2 地点

本项目位于内蒙古鄂尔多斯市中心以西约 60km。

1.1.3 性质

该项目为原地浸出采铀试验项目。为提高铀矿产资源可持续发展能力、提高资源利用效率和减少环境污染而进行的试验项目。

1.1.4 试验规模

扩大试验采区布置 30 组共计 79 个地浸钻孔（含原 6 组试验钻孔），7 个监测孔。钻孔布置后占地面积为××m^2。预计单孔抽液量 **5～8**m^3/h，浸出液平均铀浓度××mg/L，浸出液处理厂房平均处理能力 **4700**m^3/d。项目总投资 2830.87 万元，其中环保投资额 245.01 万元，占总投资的 8.65%。

1.1.5 服务年限

该试验项目研究周期为 5 年。

1.2 编制目的和评价重点

1.2.1 编制目的

（1） 分析、预测和评价“鄂尔多斯纳岭沟铀矿床地浸采铀现场扩大试验规模”对环境可能造成的影响及程度。

（2） 从环保角度论证该试验项目的技术经济可行性，估算周围居民所受到的附加剂量，保护环境与周围居民健康。

（3） 为上级主管部门提供决策依据。

1.2.2 评价重点

依据试验项目周围环境及工程特点，评价重点为工艺产生的放射性物质对大气及地下水产生的影响。

1.3 编制依据

（1） 《中华人民共和国环境保护法》（2014 年 4 月 24 日中华人民共和国主席令第九号）；

（2） 《建设项目环境保护管理条例》 (1998 年 11 月 29 日中华人民共和国国务院令第 253 号)；

（3） 《中华人民共和国放射性污染防治法》 2003 年 6 月 28 日公布，2003 年 10 月 1 日起施行；

（4） 《中华人民共和国环境影响评价法》, 2002 中华人民共和国主席令 第 77 号；

（5） 《鄂尔多斯纳岭沟铀矿床地浸采铀现场扩大试验规模方案》，2014 年 8 月；

（6） 环评委托书(附件 1)。

（7） 关于鄂尔多斯纳岭沟铀矿床地浸采铀现场扩大试验规模的批复(附件 2)。

（8） 《内蒙古自治区环境保护厅关于确认鄂尔多斯纳岭沟铀矿床地浸采铀现场扩大试验环境影响评价执行标准的函》。 (附件 3)。

1.4 采用标准

（1）《电离辐射防护与辐射源安全基本标准》 GB18871-2002；

（2）《铀矿冶辐射环境监测规定》 GB23726-2009；

（3）《铀矿冶辐射防护与环境保护规定》 GB23727-2009；

（4）《铀矿冶辐射环境影响评价规定》 GB23728-2009；

（5）《铀矿冶辐射防护规定》（EJ 993-2008）；

（6）《核辐射环境质量评价一般规定》 GB11215-89；

（7）《铀矿堆浸、地浸环境保护技术规定》 EJ1007-96；

（8）《污水综合排放标准》 GB8978-1996；

（9）《地表水环境质量标准》 GB3838－2002；

(10) 《地下水质量标准》 GB/T14848－93；

(11) 《土壤环境质量标准》 GB15618-1995；

(12) 《食品中放射性物质限值浓度》 GB14882－94；

(13) 《住房内氡浓度控制标准》 GB/T16146－95；

(14) 《核设施流出物和放射性监测质量保证计划的一般要求》GB11216-89；

(15) 《铀矿冶设施所造成的气态（载）放射性与有毒性源项的确定》EJ/T1090—1998。

1.5 评价范围与子区、年龄组划分

根据工程气态源项分布情况，选取蒸发池作为评价中心，评价半径为 20km。将此区域分别以 1、2、3、5、10、20km 为半径画 6 个同心圆，与圆心 22.5º 的扇形相截而成各个子区，共 96 个子区。子区划分方法及子区编号见图 1.1，子区编号中前一位数字代表方位，1、2、……15、16 依次代表 N、NNE、……NW、NNW 等 16 个方位；编号中后一位数字代表圆环区域，1、2、3、4、5、6 依次代表 1、2、3、5、10、20km 等 6 个同心圆的圆环区域。根据内照射剂量估算的需要，将各子区内人口划分为三个年龄组，幼儿＜7 岁，少年 7~17 岁，成人≥18 岁。

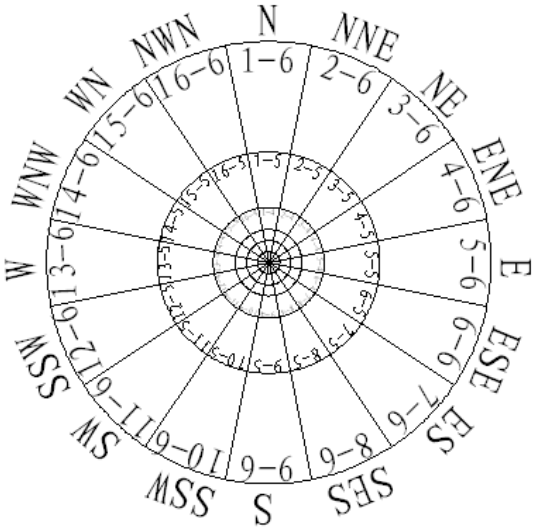


图 1.1　　子区划分图

1.6 矿区周围敏感点、控制和保护目标

（1）矿区敏感点为井场附近的居民。

（2）控制和保护目标为保障试验项目及周围居民的健康与安全，保护试验区周围的地下水。

1.7 剂量控制值与环境评价执行标准

1.7.1 剂量控制值

辐射环境执行 GB18871-2002《电离辐射防护和辐射源安全基本标准》标准限值的要求，即公众中关键人群组的成员所受到的平均年有效剂量不超过 1mSv；根据 GB23727-2009《铀矿冶辐射防护和环境保护规定》中“公众照射的剂量控制值取连续 5 年的年平均有效剂量不超过 0.50mSv/a”的要求，确定本工程周围公众所受到的平均年有效剂量控制值不超过 0.10mSv/a，事故情况下公众的最大个人有效剂量控制值不超过 1.0mSv/次。

根据《铀矿冶辐射防护规定》（EJ993-2008）的有关要求及地浸矿山的实际情况，从业人员职业照射剂量控制值不超过 10mSv/a。

1.7.2 环境质量执行标准

根据内蒙古自治区环境保护厅《关于鄂尔多斯纳岭沟铀矿床地浸采铀现场扩大试验规模项目影响评价拟执行标准的函》的规定。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》（GB 3095-2012）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）2 类标准；

4) 地下水环境执行《地下水质量标准》(GB/T14848-93) Ⅲ类标准；

5) 土壤环境执行《土壤环境质量标准》（GB15618-1995）二级标准。

1.7.3 污染物排放执行标准

根据《内蒙古自治区环境保护厅关于确认鄂尔多斯纳岭沟铀矿床地浸采铀现场扩大试验环境影响评价执行标准的函》。该项目执行的污染物排放标准如下：

1) 废水污染物排放执行《污水综合排放标准》（GB8978-1996）一级标准；

2) 工业企业厂界噪声执行《工业企业厂界环境噪声排放标准》（GBl2348-2008）2 类标准；施工期噪声执行《建筑施工场界环境噪声排放标准》（GB 12523-2011）。

2 评价区域环境概况

2.1 自然环境

2.1.1 地理位置与交通

纳岭沟铀矿床位于内蒙古自治区鄂尔多斯市达拉特旗境内，地理坐标为：东经 109°12′28"～109°20′12"，北纬 39°56′43"～40°01′3"，面积约 88km^2。矿床北部有京兰铁路、110 国道，东部有包神铁路、210 国道，109 国道横贯东西，各旗县和乡镇之间均有二、三级公路和简易公路相通，村与村之间有便道相连，交通十分便利，地理位置见图 2.1。

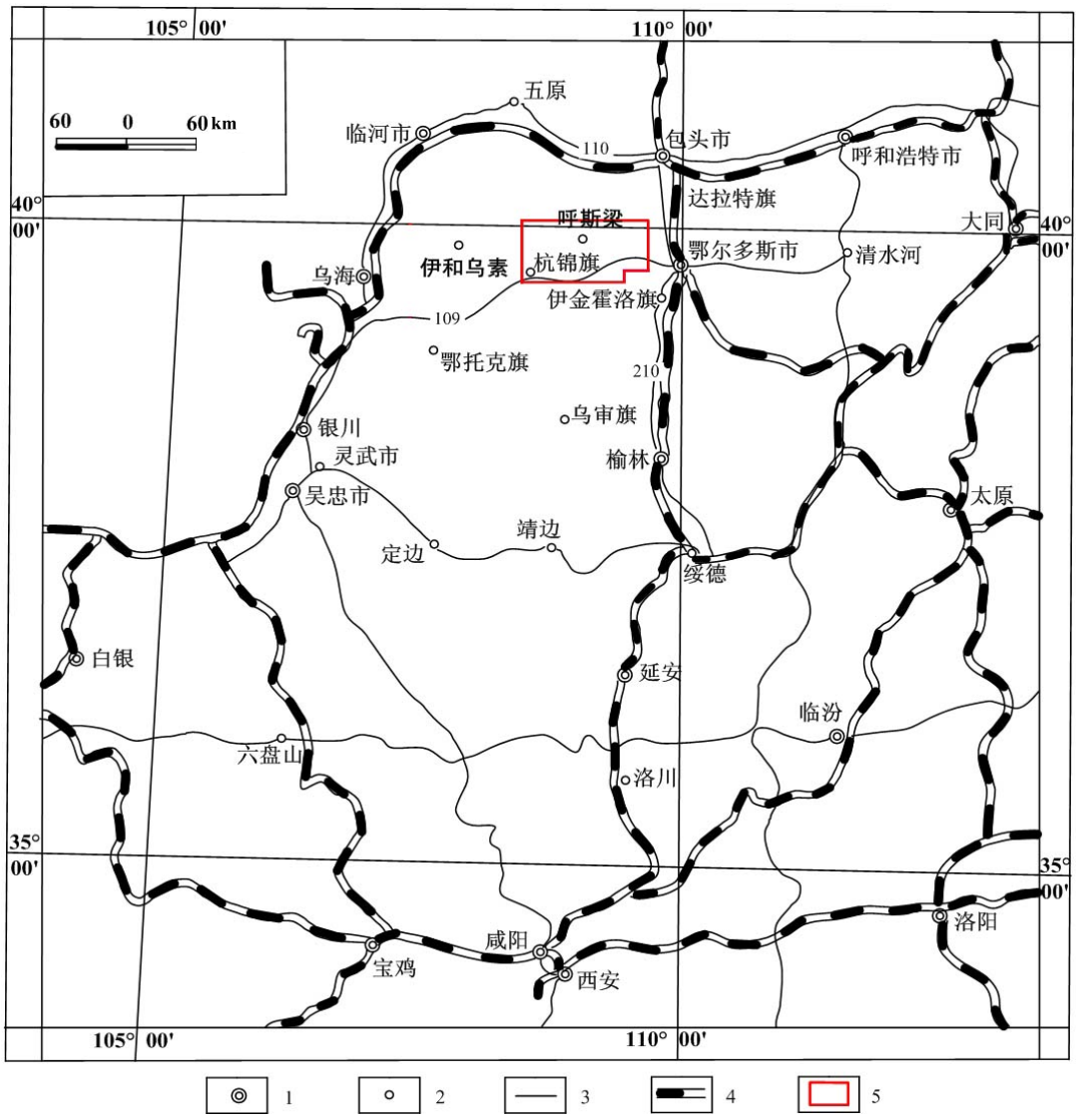


图 2.1　项目地理位置图

1-市所在地；2-县（乡）所在地；3-公路；4-铁路；5-项目

2.1.2 地形、地貌

矿区地处鄂尔多斯高原北部，一般海拔标高在 1100~1500m 之间，为典型的高原丘陵区，由剥蚀堆积地貌、堆积地貌及沙漠地形和河谷地形组成高原地貌景观。矿区自西向东地形切割逐渐增强，沟谷纵横交错，切割坡面陡峻多呈“V”字型，平面上沟谷呈树枝状分布。矿区地形地貌见图 2.2。



图 2.2　矿区地貌图

2.1.3 地质

2.1.3.1 区域地质

鄂尔多斯地块是华北克拉通的一部分，也是其中最为稳定的一个块体。它是在华北克拉通的基础上，自中晚元古代接受沉积以来，在受古亚洲、特提斯和环太平洋三大构造域的作用下，交切、叠加与复合而形成的。由于其漫长的形成历史，鄂尔多斯盆地的构造面貌和演化较为复杂。盆地现今四周均被造山带围限，其南北分别为近东西向展布的秦岭构造带及阴山构造带，东西分别为近南北向展布的太行—吕梁构造带及贺兰山构造带，造山带与鄂尔多斯盆地之间以断陷相隔，构成南北向展布的矩形盆地。

而处在其中的纳岭沟地段铀矿体呈北东-南西向带状展布，沿走向控

制的铀矿体连续长度约 7.8km，沿倾向控制长度为 1.6km，沿走向、倾向分布稳定，连续性好，矿带南西部具有矿化层数增多、埋深增大的趋势。

2.1.3.2 矿床地质

（1）地层

纳岭沟铀矿床直罗组下段下亚段辫状河砂体宏观上呈泛连通状，是多期次、多级别河道砂体垂向上叠加，侧向上相连的结果。该层位砂岩粒度粗、渗透性好，富含有机质、黄核矿等还原介质，分支河道或分流涧湾部位发育稳定的泥–砂–泥地层结构，具有利于砂岩型铀矿形成的岩性–岩相和岩石地球化学条件，是该矿床的主要赋矿层位。

（2）构造

鄂尔多斯盆地总体构造格局是盆缘活化而盆内构造相对不发育，现今构造格架主要是中新生代构造运动的产物。参考板块学观点，鄂尔多斯盆地中生代以来可划分出 6 个三级构造单元，分别为伊盟隆起、伊陕斜坡、天环向斜、西缘逆冲带、晋西挠褶带、渭北隆起，其中伊盟隆起、伊陕斜坡、天环向斜 3 个次级构造单元与工作区铀成矿环境相对密切。

矿带整体走向为北东—南西向，目前沿走向控制到的连续长度约 9km，沿倾向控制最大长度大于 1.6km，矿带沿走向、倾向分布稳定。受新构造运动的影响，矿体由北东向南西缓倾斜，在消除构造影响的情况下，矿体基本处于同一标高。以下白垩统底板为参照面，矿体距下白垩统底板大约 210m，具有“层控”特征。

（3）矿体品位、厚度及埋深

矿体顶板埋深 314.15～532.25m，标高 947.75～1102.67m，由东向西标高逐渐降低，与地层产状基本一致。矿体平均厚度 3.46m，平均品位 0.0645%，平均平米铀量 4.43kg/m^2，相应的变异系数 42.16%、55.92%、54.35%，矿体厚度、品位、平米铀量变化范围相对较小，矿体发育较稳定，含矿岩性以砂岩为主，矿化主要以中粒、中粗粒、粗粒砂岩为主，泥质成分含量较低。

2.1.3.3 水文地质

（一）含矿含水层发育特征

含水层在平面上呈北西－南东向展布，向南西微倾，是辫状河沉积体系的主河道区域。在纳岭沟局部地段（N64～N37 线之间），直罗组下段含矿含水层垂向上沉积韵律特征明显，顶、底部细粒岩石构成相对隔水层，矿体产于相对隔水层间的含水层内。

1. 岩性

含矿含水层上部为砂质辫状河沉积体系的河流相沉积砂体，下部为砾质辫状河沉积的砂砾岩。含水层岩性由浅绿、绿、灰色中砂岩、粗砂岩及砂砾岩组成，具上细下粗的特点。上部砂岩以中、中粗粒为主，其次为细粒；泥质胶结为主，岩石固结程度低，胶结疏松；夹有 1～9 层厚度不大于 1.4m 的钙质胶结砂岩透镜体;底部砂砾岩与上部砂岩层构成同一含水层,平面上呈北西—南东向展布,范围在 N105 线和 N156 线之间，宽 9～10km，厚 5～80m，总体上具有北东薄南西厚的特点，砂砾岩以钙质胶结为主，岩石致密坚硬，部分钻孔中可见厚度不等的粗砂岩、中粗砂岩。局部地段（N64～N37 线之间），含矿砂体上部常见泥岩夹层，单层厚度 0.2m～13m，平均厚度为 1.43m。

2.厚度

含矿含水层厚度为 36.80m～214.40m，一般在 70.00m～170.00m 之间，平均厚度为 119.14m，变异系数为 30.12%，含水层厚度变化小，稳定性较好，向东西两侧含水层厚度变化较大。

纳岭沟局部地段相对含矿含水层，厚度为 19.55m～60.40m，平均厚度为 40.09m，变异系数为 27.99%，含矿含水层与矿层厚度之比为 23～89，比值大，对地浸开采不利，而相对含矿含水层与矿层厚度之比为 4～30，比值较大，对地浸开采较有利。

3.水力性质

含矿含水层赋存地下水类型为孔隙承压水，该地段施工了一个专门水文地质孔（WN1），孔深 410.20m，未揭穿含矿含水层，水位埋深

109.45m，承压水头高度 169.55m。

含矿含水层孔隙发育，富水性、渗透性好，据 WN1 水文地质孔抽水试验资料，当静止水位降深 9.38m 时，单孔涌水量为 83.64m^3/d，单位涌水量为 0.1032 L/s.m，含矿含水层渗透系数为 0.557m/d，该地段涌水量大，对地浸开采有利。

（二）隔水层特征

含矿含水层隔水顶板由泥岩、泥质粉砂岩，粉砂岩组成，厚度一般在 2.0～20.0m，最小厚度 0.4m，最大厚度 26.80m，平均为 7.56m，厚度变异系数为 84.43%，厚度变化较大。隔水顶板底面埋深一般在 270.4～414.6m，最大可达 578.3m，最小 133.70m，平均埋深 334.85m，变异系数为 31.75%，埋深变化较小。

由于含矿含水层底板埋深大，多数钻孔未揭遇到，据个别钻孔和煤田钻孔资料，隔水底板为延安组灰色粉砂岩、泥岩，单层厚度大于 6.8m，稳定性好。

纳岭沟局部地段相对含矿含水层隔水顶板由泥岩、泥质粉砂岩，粉砂岩及细砂岩组成，厚度为 0.2～13.0m，平均为 1.43m，厚度变化很大，稳定性差。隔水顶板底面埋深为 292.0～583.5m，平均埋深 408.71m，变异系数为 21.86%，埋深大且变化较小。相对含矿含水层隔水底板泥岩、粉砂岩及细砂岩组成，厚度为 0.15～15.5m，平均为 0.92m，厚度变异系数为 265.21%，厚度变化很大，稳定性差。

2.1.4 气象

2.1.4.1 一般气候特征

本区为中温带典型的大陆性气候，其主要特点是冬长夏短，四季分明；寒暑变化剧烈，气候干燥，降水集中且变率大；自然灾害频繁。冬季长达 5 个半月，春夏秋各为 2 个月多一些。春季在 4~5 月，夏季在 6~8 月，秋季在 9~10 月，冬季在 11 月至翌年 3 月。该区各地气温差颇为明显，年平均气温 6.2℃，年极端最高气温 36.6℃(1975 年 7 月 16 日)，年

极端最低气温-31.4℃(1971 年 1 月 21 日)，年温差在 33℃以上，最高值达到 35.9℃之多。全年平均日温差 13.5℃，最大日温差 14.2℃。最热月为 7 月，平均气温 21.8℃；最冷月为 1 月，平均气温-11.8℃。

因此本评价采用鄂尔多斯市气象站的观测资料。鄂尔多斯市气象站地理坐标为东经 109°59′，北纬 39°50′，海拔高度为 1461.9m。该气象站距离本项目的直线距离约 70 公里。

2.1.5 水文

鄂尔多斯市境内河流纵横，湖泊星罗棋布，有大小河流和季节性河谷近百条，流域面积约占总土地面积的 44%，年均径流量为 13.1 亿立方米，其中，黄河流经 728 公里，占黄河总长度的 1/7，流域面积占黄河上中游地区总面积的 1/5，年过境水量 316 亿立方米。

矿区赋存的地下水类型主要有松散岩类孔隙潜水、碎屑岩类孔隙裂隙潜水及承压水。

2.1.6 自然资源

鄂尔多斯市市有植物资源 800 余种，约有 400 余种可入药。主要的甘草、麻黄、枸杞、银柴胡、远志、冬花等。其中甘草、麻黄产量较大。另有相当一部分沙生植物，如沙棘、沙芥等，都具有较高的食品经济开发价值。据初步调查，伊金霍洛旗共有野生植物 72 科，237 属，416 种。主要有菊科、禾本科、豆科，其次是藜科、蓼科、伞形科、莎草科。多年生草本植物占绝对优势。其次是一二年生草本植物，半灌木和小灌木分布较广，灌木和乔木的种类不多。

鄂尔多斯市共有 2000 余种野生动物资源，其中有相当一部分属国家级保护动物。如属国家一级保护动物的遗鸥，为世界上濒临灭绝动物之一，也是人类认识最晚的鸟种之一。据专家考证，鄂尔多斯遗鸥种群为世界三大遗鸥繁殖种群之冠。目前已发现的数量约 5000 多只。还有国家二级保护动物白天鹅，数量也较多。矿区附近 5km 范围内无珍稀动植物

及自然保护区、风景名胜区等需要特别保护的区域。

鄂尔多斯境内地下有储量丰厚的能源矿产资源，目前，已经发现的具有工业开采价值的重要矿产资源 12 类 35 种。全市已探明煤炭储量 1244 亿多吨，约占全国总储量的 1/6。如果计算到地下 1500 米处，总储量约近 1 万亿吨。在全市 87000 多平方公里土地上，70％的地表下埋藏着煤。按地域位置，全市可划分为东西南北四大煤田。东部即准格尔煤田，西部即桌子山煤田，南部即东胜煤田，北部即乌兰格尔煤田。鄂尔多斯的煤炭资源不仅储量大，分布面积广，而且煤质品种齐全，有褐煤、长焰煤、不粘结煤、弱粘结煤、气煤、肥煤、焦煤。而且大多埋藏浅，垂直厚度深，易开采。目前，四大煤田，除乌兰格尔煤田外，其余均正在开采之中。石油、天然气是近年来发现的新型资源。这一资源主要位于鄂尔多斯中西部。在乌兰格尔一带即杭锦旗北部，地质勘探部门已经发现 20 多处油气田，鄂托克旗境内现已探明油气储量 11 亿立方米，在乌审旗部也发现了油气田。这两种资源目前还正在进一步勘探之中。油页岩主要分布于鄂尔多斯中部的东胜区、准格尔旗、伊金霍洛旗境内。目前的探明储量 为 3.7 亿多吨。其中工业储量 66 万吨，储藏厚度一般为 3 米～5 米，含油率 1.5％～10.4％。鄂尔多斯还有品种齐全、蕴藏丰富的化工资源。主要有天然碱、芒硝、食盐、硫磺、泥炭等，还有伴生物钾盐、镁盐、磷矿等。建材资源是鄂尔多斯境内的又一大优势资源。资源遍布全市 8 个旗（市）。主要有石膏、石灰岩、石英砂岩、石英岩、白云岩、黄土、大理石、花岗岩、石墨等。石膏集中分布于鄂托克前旗、鄂托克旗、杭锦旗境内。总储量 34.98 亿吨，其中工业储量近 1.5 亿吨。评价区域周围为塔然高勒煤矿，铀矿床底部及其周围均为可开采的煤矿资源。煤层位于铀矿体下 90～150m。

全市地表水资源由外流水系和内留水系组成，地表水资源总量为 13.1 亿立方米。其中外流水系分布为西、北、东、南四大片。西部草原区主要有都斯图河，流域面积为 7882 平方公里，多年平均年径流量为

2055 万立方米。北部十大孔兑，总流域面积为 7383 平方公里，多年平均年径流量为 17274 万立方米。东部为黄土丘陵沟壑区，主要有皇甫川/窟野河两大水系，流域面积为 10131 平方公里，多年平均年径流量为 60847 万立方米。南部为毛乌素沙漠，主要有无定河，流域面积为 7456 平方公里。闭流水系主要分布在鄂尔多斯的中西部。西部除都斯图河和一些直通黄河的山洪沟外。均属于闭流区。闭流区在 100 平方公里以上的河流有摩林河/红庆河/扎萨克河等 14 条。闭流区的总面积 5.39 万平方公里，占全市总面积的 62%，多年平均径流量为 1.75 亿立方米。

2.1.7 自然灾害

2.1.7.1 地震

本区处于鄂尔多斯台向斜东北缘，鄂尔多斯台向斜被认为是目前中国现存最完整、最稳定的构造单元。根据中国地震烈度划分结果，地震动峰值加速度(g)为 0.05，地震烈度为 6 度，为弱震区，在历史上无破坏性地震记载。

2.1.7.2 气象灾害

a. 干旱

矿区所在地区干旱发生的频率高，干旱的范围广，干旱持续时间长，干旱发生的频率平均每 10 年有 4～5 年干旱。

b. 暴雨与涝灾

矿区多年每年平均 4～6 次，出现暴雨时间为 4～10 月，暴雨往往因涝成灾，造成河流泛滥。

c. 大风和风沙

风力大于 8 级为灾害性大风，各季节均可出现 10 级以上大风，最大风速达 31m/s。由于大风将地面沙尘吹起，使空气混浊，出现沙暴，3～5 月出现频率多。

d. 寒潮风雪

寒潮风雪是冬春季节的重要灾害性天气，它带来的强降温及伴随而

来的风雪天气对各项生产活动和人们日常生活都具有较大的危害。

2.1.8 生态环境状况

评价区所处地区地表沟壑纵横/土壤贫瘠/植被稀疏/自然条件差，存在的着比较严重的土地沙漠化问题，草原开荒使大面积被犁耕破坏的无结构的沙质地表出现，大风季节正值地表无植被保护而处于裸露时期，致使土壤发生强烈风蚀，从而使旱作农业生态系统内的有机物质和营养元素及水分损失严重，连续耕种，形成一种开荒—风蚀—土地生产力丧失的过程。群落组成中多年生植物种类被 1 年生杂草所代替，植被盖度减小，生产力减少，出现风蚀，在风沙的影响下，造成草原沙漠化。因此，可通过调整农林牧各地用地结构，恢复该地区的生态环境，缓解工农业与牧业发展之间的矛盾，为矿区的可持续发展打下基础。

2.2 社会环境

2.2.1 行政区划

鄂尔多斯市包括 1 个市辖区、8 个县级区和 7 个县。乡镇级区划数为 74 个，街道办事处为 25 个。鄂尔多斯市包括 41 个镇和 8 个乡、苏木。行政区划面积为 86882 平方公里。户籍人口 154.34 万人，常住人口 201.75 万人。

纳岭沟铀矿床位于达拉特旗境内，达拉特旗位于内蒙古自治区西南部，鄂尔多斯市北端。地处“呼--包--鄂”“金三角”腹地。南临东胜煤田和准格尔煤田，北与世界稀土之都包头隔河相望。全旗总面积 8200 平方公里，辖 14 个苏木镇，。有蒙、藏、满、回、壮、达斡尔等 14 个少数民族，是一个以蒙古族为主体，汉族占大多数的民族杂居区。旗内交通便捷，包（包头）神（神木）铁路、210 国道、109 国道及包（包头）东（东胜）高速公路贯穿旗境，包（包头）西（西安）铁路正在建设，旗人民政府驻树林召镇。

2.2.2 社会经济

鄂尔多斯市经过多年的开发和建设，依托资源优势，形成了以煤炭、纺织、化工、建材、电力、天然气、黑色金属冶炼为主的国民经济体系。实施大集团企业发展战略，组建了鄂尔多斯、伊化、伊煤、伊利四大集团。培养出 1 个中国驰名商标"鄂尔多斯"和 10 个自治区级名牌产品，名牌产品销售比达 32％。2013 年全年实现生产总值 3955.9 亿元。其中，第一产业为 97.5 亿元；第二产业为 2369.33 亿元；第三产业为 1489.07 亿元，工业产值为 2109.53 亿元。人均地区生产总值为 196728 元。全社会固定资产投资 2996.04 亿元。地方财政总收入 855 亿元。公共财政预算收入 440 亿元。社会消费品零售总额 553.81 亿元。进出口总额 11.36 亿美元。

人民生活水平稳步提高，城镇居民人均可支配收入 36132 元，城镇居民人均生活消费支出 27393 元。农牧民人均收入 12800 元，农牧民人均生活消费支出 11492 元。

2013 年达拉特旗全年实现生产总值 480.3 亿元。其中，第一产业为 31.2 亿元，占 GDP 比重为 6.5%；第二产业为 297.8 亿元，占 GDP 比重为 62%；第三产业为 151.3 亿元，占 GDP 比重为 31.5%。

2.2.3 人口分布及居民饮食结构

评价区内人口稀少，居民分布极不均匀。人口分布以村落为集中点。评价区域内各年龄组的人口比例约为：幼儿 9%、少年 12%、成人 79%。

3 项目工程分析

3.1 试验目标

1）总结前期水文地质试验、室内条件试验、现场地浸试验的试验成果，优化浸出工艺和浸出液处理工艺。

2）通过新增不同孔型孔距参数的抽注单元，获取技术可行、经济合理的孔型孔距参数。

3）在对前期钻孔施工工作总结的基础上，通过扩大试验的钻孔施工，进一步改进施工工艺，提高钻孔施工质量。

4）监测评价煤矿放水对铀矿开采的影响，寻求解决水位下降问题的技术方法，评价铀矿地浸开采中铀金属迁移扩散对煤矿开采的辐射环境影响。

总体来说，通过扩大试验的建设和运行，对纳岭沟铀矿床地浸采铀工艺进行技术经济评价，获取工业生产所需要的技术经济指标及运行控制参数，为工业项目建设提供可靠的基础资料和设计参数。

3.2 试验规模及内容

3.2.1 试验规模、试验采区、产品方案与工艺流程

1）试验规模

扩大试验采区布置 30 组共计 79 个地浸钻孔（含原 6 组试验钻孔），7 个监测孔。钻孔布置后占地面积为××m^2。

预计单孔抽液量××m^3/h，浸出液平均铀浓度××mg/L，浸出液处理厂房平均处理能力××m^3/d。

2）试验采区

扩大试验采区布置在 N4 和 N8 线之间，以已有 6 组单元地浸试验为基础，形成一个扩大试验采区。

3）产品方案

产品方案：“111”产品。

产品质量：铀含量（干基）≥60%；水分（自然基）≤30%，达到“111”产品一级品标准。

4）CO_2+O_2地浸工艺流程

纳岭沟地浸采铀扩大试验采用 O_2+CO_2 地浸采铀技术。在集控室将氧气注入注液管并溶于溶浸液中，溶解氧把矿石中的 U^{4+}氧化成 U^{6+}；在地下水中 HCO_3^-的作用下，U^{6+}同 HCO_3^-反应生成碳酸铀酰络合离子，铀矿物从固相转入液相的浸出液中，从而浸出矿石中的铀金属。同时，在注液总管中加入二氧化碳调节溶浸液 pH 值和补充地下水中 HCO_3^-消耗。

3.2.2 试验内容

1）建设内容

充分利用现有的设备设施，对浸出液处理厂房进行必要的改建，新增一部分环境保护设备设施。以已有 6 组地浸试验钻孔为基础，新增 24 组钻孔，形成 30 组规模的扩大试验采区。

2）研究内容

通过井场浸出和浸出液处理全流程试验，进一步检验钻孔结构与施工成井工艺，优化确定经济的孔型与孔距参数，优化井场浸出和浸出液处理工艺技术。研究群孔工作条件下井场抽注平衡控制技术，监测评价溶质迁移规律及对周围水体环境的影响。

3.3 试验方案

3.3.1 扩大试验钻孔布置方案

3.3.1.1 试验钻孔布置

（1）孔型

扩大试验采区钻孔布置仍以“5 点型”为主，同时在采区内布置 2 组“7

点型”钻孔，用不同的浸出单元数据指导工业项目建设的孔型布置。

（2）孔距

本次扩大试验采区钻孔孔距主要采用 30m 间距,对于采区内按“7 点型”布置的钻孔，孔距采用 30～35m。

（3）数量

根据前述确定的抽注单元数量、孔型和孔距，试验采区共布置了 30 个抽注单元，钻孔总数 86 个，其中抽液孔 30 个，注液孔 49 个，监测孔 7 个。

3.3.1.2 钻孔结构

1）注液孔结构

根据目前 6 组单元地浸试验的运行结果分析，注液孔的注液能力主要和钻孔施工质量、注液孔过滤器的长度密切相关，当前注液孔采用的Φ104×12mm 结构能满足注液要求，注液孔仍采用 Φ104×12mm 结构。

2）抽液孔结构

综合考虑抽液能力（设计单孔平均抽液量为 8.0m^3/h)、水位下降预测值、4 寸潜水泵和 6 寸潜水泵的工作参数，确定扩大试验抽液孔采用填砾结构，上部井管安装 Φ190×12.88mmUPVC 管，从孔口以下 240m 处变径，下部套管安装 Φ152×12mmUPVC 管。确保将来水位下降过深时，抽液孔能安装 6 寸潜水泵，保证抽液量和生产能力。

3.3.1.4 钻孔施工及质量控制

1）钻孔施工

（1）抽液孔施工

当采用小口径钻机时，开孔直径 Φ311mm，钻进至含矿含水层顶板位置时变径用 Φ151mm 钻头钻进至设计孔深，经物探测井后，用 Φ311mm 钻头对矿层部位扩孔，一径到底，根据矿层位置确定过滤器位置和长度，安装Φ190×12.88 mm UPVC 管，从孔口以下 240m 处变径，下部套管安装Φ152×12mmUPVC 管。抽液孔结构可见图 3.3。

（2）注液孔施工

当采用小口径钻机时，注液孔开孔直径 Φ215mm，钻进至含矿含水层顶板位置时变径用 Φ151mm 钻头钻进至设计孔深，经物探测井后，用 Φ215mm 钻头对矿层部位扩孔，一径到底，根据矿层位置确定过滤器位置和长度，安装 Φ104mm×12mm UPVC 管。注液孔结构可见图 3.4。

2）钻孔施工质量控制

钻孔施工各环节的质量与控制要求及验收标准执行《地浸工艺钻孔设计、施工、验收实施细则》。

3.3.2 井场组成

采区井场主要由工艺钻孔、井场综合管线、集控室等组成。

3.3.2.1 地浸工艺钻孔

如前所述，扩大试验采区共布置了 30 个抽注单元，钻孔总数 86 个，其中抽液孔 30 个，注液孔 49 个，监测孔 7 个。

3.3.2.2 综合管线

1）集液系统

在浸出过程中，各抽液孔单独运行，由潜水泵完成浸出液的提升。各抽液孔通过支管路与井场集控室内的集液汇总管相连，浸出液在集控室汇集后流入集液主管道。集控室内通过变频器控制各抽液孔的流量，用电磁流量计监测各抽液孔的流量和抽液状态，通过电磁流量计对抽液总流量进行计量。井场的浸出液经集液主管道自流到浸出液处理车间后，通过集液泵输送到浸出液过滤系统。

（1）抽液主管道

从井场集控室到浸出液处理厂房铺设 DN300PE 管作为抽液主管道。浸出液采用自流方式。

（2）抽液孔支管布置方式

抽液孔支管采用从各抽液孔汇集到集控室内集液汇总管，然后进主管道。潜水泵升液管采用 Φ63×8mm 加强 PE 管，地表管线采用 Φ50×5mmPE 管。

2）注液系统

吸附尾液经袋式过滤器过滤后，通过注液泵增压后经注液主管道流向井场集控室。在集控室内通过注液分配器把注液分配到各注液孔，通过总管电磁流量计对井场的总注液进行计量，并监测各注液孔的注液量和注液状态。

（1）注液主管道

从配液槽到井场集控室的注液主管道采用 DN300 钢骨架复合塑料管。

（2）注液孔支管布置方式

注液孔支管采用从集控室分散到各注液孔的集中控制方式，各注液孔的地表支管采用 Φ40×4.5mm 的 PE 管。

3）管网填埋

抽液、注液主管网埋于当地冻土层以下，其余所有支管埋于地表以下，埋深大于 1.5m。集中控制室周围的管网，在地表以上用土填埋。

3.3.2.3 集控室

集控室的主要作用是汇集从抽液孔抽出的浸出液，分配溶浸液至注液孔，集中计量和集中控制。已有现场试验已经按一个采区规模建成一个集控室，该集控室能满足扩大试验要求。

3.3.2.4 气体站

扩大试验采用液态氧和液态二氧化碳的供给方式。根据用量，需新增 30m^3 液态氧和二氧化碳储罐各 1 个。

氧气供给系统：在井场集控室中对每个注液孔支管上加入氧气，根据钻孔注液量大小和要求配氧浓度，通过单钻孔气体流量计控制向单钻孔中加入所需的氧气量。

二氧化碳供给系统：贮罐中液态二氧化碳经气化器转变为气态二氧化碳，经过稳压系统把气体送到注液主管的二氧化碳加入系统。

3.3.3 扩大试验水冶技术方案

3.3.3.1 水冶工艺流程及流程说明

1）水冶工艺流程

地浸浸出液通过澄清→袋式过滤器过滤→离子交换吸附→淋洗→沉淀→压滤等工序得到“111”产品。工艺流程示意图见图 3.5。

由于采用氯化钠、碳酸氢盐和碳酸盐淋洗、合格液酸化后加氢氧化钠沉淀，沉淀母液大部分回用作淋洗剂。

2）水冶工艺流程说明

浸出液吸附系统由 8 组塔组成（8 组吸附塔全部利旧，在厂房内已安装到位），每组由 2 塔串联吸附，单塔淋洗（转型），吸附连续操作，淋洗（转型）间歇操作。

具体浸出液处理工艺流程简述如下：

（1）浸出液过滤：浸出液过滤采用袋式过滤器，2 组并联，交替使用，每组由 1 台袋式过滤器组成。

（2）吸附：吸附采用密实固定床，8 组并联，每组由 2 台吸附塔组成。吸附时，2 塔串联吸附，浸出液由塔顶部进入，底部流出，吸附尾液由袋式过滤器过滤后进入注液主管。首塔饱和后，该组塔停止吸附，塔内饱和树脂用隔膜泵转移至淋洗塔中，待首塔淋洗、转型后，首塔变尾塔，继续吸附。

（3）淋洗：淋洗工序单塔操作，淋洗时，先进贫液，后进新配淋洗剂，淋洗剂由塔顶部进入，底部流出，合格液流入合格液槽。

（4）反冲及转型：淋洗结束后吹干贫树脂，贫树脂用吸附尾液反冲，反冲废水经反渗透装置处理后进入蒸发池；反冲后，用尾液转型，转型废水排入转型废水贮池，转型完成后，树脂等待进入下一次吸附工序。

（5）合格液酸化：合格液加盐酸以调节 pH。

（6）产品沉淀：酸化后的合格液加片碱经沉淀、搅拌、陈化后，将上清液排至淋洗剂配制槽，重新加入酸化后的合格液，沉淀，如此循环，过滤，得到“111”黄饼，沉淀母液大部分配制淋洗剂，小部分经反渗透装置处理后去蒸发池。

（7）反渗透：转型废水用反渗透装置处理，经反渗透处理后产生的淡水用作绿化灌溉，约 30%的浓水排入蒸发池。

3.3.3.2 水冶主要工艺设备选择

1）设备选择原则

（1）在满足工艺要求和生产的前提下，选择成熟、可靠，结构简单，便于操作和维护的设备；

（2）工艺设备选型立足于选择国产先进设备；

（3）充分利用已有的设备，尽量节省设备投资费用。

2）主要工艺设备选择

本工程所使用的主要工艺设备有过滤器、离子交换塔、沉淀设备、压滤机、母液酸化回用作淋洗剂的设备等几类设备。

（1）过滤器

对于溶液的过滤，到目前为止的条件试验中仅采用袋式过滤器。针对纳岭沟铀矿床地浸采铀浸出液流量大、悬浮物含量低的特点，在保证浸出液过滤效果的基础上，为节省投资，认为选择袋式过滤器的性价比较为合适。

（2）离子交换塔

本工程中使用的离子交换塔选用密实固定床离子交换塔，这种类型的设备具有结构简单、便于操作和维护，吸附效率高、操作稳定性好等优点。

（3）沉淀设备

沉淀工艺设备包括合格液酸化槽、沉淀槽，这些设备成熟可靠、操作简便、反应完全、便于最终产品的过滤。

（4）压滤机

本工程选用箱式隔膜压滤机，该设备是一种成熟可靠的定型过滤设备，带有挤压装置，可降低滤饼的含水率，从而提高产品的质量。

（5）母液酸化回用作淋洗剂的设备

母液酸化回用作淋洗剂的设备包括母液酸化槽和淋洗剂配制槽，这些设备与沉淀工艺设备一样，成熟可靠、操作简便、反应完全。

3.4 主要设备设施

3.4.1 主要设备

本项目主要设备包括离子交换塔、淋洗剂配制槽等，主要都为利旧设备，新增袋式过滤器、工艺废水反渗透处理装置等。

3.4.2 主要建构筑物

主要建构筑物包括浸出液处理厂房和蒸发池，新增柴油发电机房、氧气站等。

3.5 主要技术指标

本项目年工作日 330 天，工作班次为 3 班。产品铀含量≥60%。

3.6 总平面布置与原材料运输

3.6.1 设计原则

（1）根据生产特点要求充分利用自然地形，合理布置建构筑物，满足工艺、运输、安全、卫生及消防的要求。

（2）根据当地自然条件及辐射防护的要求，合理布置生产区。

（3）建构筑物的布置遵循人、物流分开的原则，尽量减少交叉和污染。

（4）在满足生产、运输的前提下，总平面布置紧凑合理，留有发展余地。

3.6.2 项目组成

井场、集控室、浸出液处理厂房、中心化验室、化工原料库、盐酸罐、锅炉房及浴室、蒸发池、制氧站、发电机房和变电站。

3.6.3 总平面布置

集控室设在井场中心，距浸出液处理厂房西北约 700 米。蒸发池位于浸出液处理厂房南面，变电所设在厂区机修材料库的东侧，盐酸罐设在浸出液处理厂房南侧。总平面布置详见附图 1 扩大试验总体规划图。

3.6.4 竖向布置

厂址内竖向布置采用平坡式布置方式。

3.6.5 原材料消耗与运输

本项目日常生产所需的燃料和各种化工原材料，除树脂外，如碳酸氢铵、氢氧化钠、二氧化碳、盐酸等均可从鄂尔多斯等周边城市供应。主要采用汽车运输方式，主要原材料运输外包。

3.7 公用工程

本工程生活办公设施采用租赁方式解决，暂时不建设生活区。因此，公用工程仅考虑生产区。

3.7.1 给排水工程

1）供水水源

供水水源为区内第四系全新统松散岩类孔隙水和白垩系含水层地下水，已在浸出液处理厂区内分别施工生活水源井和生产水源井各一个。

2）供水方案

生活用水和生产用水用潜水泵从水源井抽出地面后，分别进入储水槽，用无压给水系统输送到各用水点。消防用水与生产水共用。热水供水方案采用太阳能加电辅热方式。

3）排水

本工程放射性污水主要为生产工艺废水，经反渗透装置处理后排入蒸发池自然蒸发。

3.7.2 采暖

生产工艺不需要供热，仅考虑冬季采暖。供暖总面积约 2000m^2。供热建筑物有浸出液处理厂房、机修材料库、柴油发电机房、淋浴室等。

已建成一套水源热泵供热系统，安装两台水源热泵，从浸出液中提取地热供暖，该系统能满足扩大试验供暖需求。

3.7.3 供配电工程

已经从塔然高勒变电站引入一条 10kV 架空线路到试验采区和工业场地，其中采区设 10/0.4 变压器 1 台，变压器容量为 630kVA，型号为 SCB11-630/10 型，工业场地安置了一台 1000kVA 变压器。

3.7.4 建筑与结构

本工程土建设施包括井场、浸出液处理厂区两部分。

1）井场

井场主要建筑物为集控室（内含配电室），集控室长 15m，宽 6m，总建筑面积约为 90m^2，塑钢门窗、混凝土地面。

2）浸出液处理厂区

浸出液处理厂区建构筑物主要有浸出液处理厂房、变配电室和柴油发电机房、淋浴室、蒸发池和机修材料库等。

淋浴室为轻钢框排架结构，钢筋砼独立柱基础，建筑面积 216m^2，保温板屋面，塑钢门窗、混凝土地面，淋浴室为防滑地砖地面，磁板墙裙。

蒸发池为夯土式结构，池口长 60m，宽 25m；池平均深 2.0m。蒸发池迎风面设置挡沙墙。压实土垫层下面安装渗漏检测装置以便及时发现渗漏。

3.8 节能与环境保护措施

3.8.1 节能措施

节省能源是项目建设中的重要内容之一，从节能角度出发，考虑以下措施。

（1）试验设施布置力求紧凑，试验系统内部物料的输送尽量利用地形高差，采用自流的方式传输，以减少动力消耗；

（2）对水和溶液的利用采用加大循环的办法，降低清水的用量，达到节省水资源，减少动力消耗；

（3）设计中选用节能、低耗的电机和设备。

3.8.2 废气处理

试验中的浸出液处理厂房、蒸发池等排出的废气中含有氡、氡子体及放射性气溶胶，在浸出液处理厂房、成品库以及化工原料库设排风系统，废气排入大气稀释扩散。

3.8.3 废水处理

3.8.3.1 钻孔施工中的废水处理

为了防止钻孔施工中的泥浆和洗孔污水污染地表环境，采用以下措施保护环境：

（1）在固定地点修建泥浆池，容积 100m^3。将挖掘出来的泥土堆积在泥浆池周围，形成泥浆池围栏，以备退役时覆盖之用。非放射性泥浆和污水将集中在泥浆池中处理。对于含矿岩芯处的泥浆和污水采用贮罐收集，循环使用。钻孔结束后贮罐泥浆和污水送蒸发池，其量很少，总量不到 100m^3，对蒸发池的影响可忽略不计。泥浆池采取必要的防渗措施。

（2）没有污染的清水喷洒到周围绿化。

3.8.3.2 水冶厂的废水处理

水冶工艺废水采用自然蒸发的方法进行处理。为了防止废水渗透而污染地下水，蒸发池池底、池壁做防渗漏处理。防渗层下面安装渗漏检测装置以便及时发现渗漏。

3.8.4 固体废物处理

钻孔钻进过程产生放射性和非放射性钻井泥浆。在井场钻孔施工的过程中，集中挖掘泥浆池（100m^3），以贮存不含矿岩芯泥浆，保证泥浆不向外溢；为减少泥浆产生量，尽量循环使用非放射性钻井泥浆。根据地质勘探资料并

借助放射性物探手段确定含矿段，在含矿段钻进过程中，对放射性钻井泥浆及污水采用贮罐收集。钻孔结束后贮罐泥浆和污水送蒸发池。

3.8.5 草地保护措施

在项目施工期注意保护周围草地。在圈定的试验区边界外设置铁丝网，防止无关人员和牲畜进入。

3.8.6 跑冒滴漏渗防止措施

（1）所有槽罐均采用钢衬 PO 或玻璃钢结构以防工艺水泄漏。浸出液处理车间地面、化验室地面均采用混疑土或钢筋混疑土结构达到防渗防漏目的。

（2）采用大扬程潜水泵将浸出液由地下抽出，通过抽液管道抽出地面，然后顺主管道直接流经过滤器计入吸附塔。潜水泵提升浸出液的过程中，比较平缓且没有剧烈搅动，浸出液由抽液管道直接进入主管，在封闭的系统内运行，避免了气体排放、及浸出液泄漏。

（3）管道、阀门及仪表全部选用高质量、易连接、耐腐蚀的产品，并在管网安装完成后进行压力试验。

（4）地面管网的施工采用地下管沟敷设、埋深 1.5m 冻土层以下，管沟的作用便于输液管道的检修及防渗。采用优质管道，通过管道的进出流量差可判断其泄露与否。井场的各种仪表、阀门采用集中控制方式，以便于日常管理。

（5）蒸发池的容积留有足够的裕度，4 个月时间不能蒸发，蓄水深度仍小于池深。

（6）生产过程中值班人员昼夜巡视，发现跑冒滴漏立即报告，找出原因并加以解决。

（7）布置地下水监测孔并加强监测。

3.8.7 溶浸范围控制措施

（1）钻孔在含矿层段的钻进采用清水钻进取代泥浆钻进，防止孔壁堵

塞，从而防止溶浸剂注入过程中因孔壁堵塞而从井口外溢。

（2）钻孔采用抗震、抗压的高强度 PVC 管，在 PVC 管与管壁之间的环状间隙（过滤器部分除外）及钻孔底部采用防渗、抗震的混凝土充填与密封，使矿层段与其上、下的所有含水层隔绝。充填方法为，用泵将水泥从套管外的底部压入环状间隙，直到地表。

（3）钻孔施工完毕后，进行注压检漏试验，一旦出现渗漏现象，对钻孔进行封孔并重新施工。

（4）钻孔的井管连接丝扣采用方形扣连接，连接处加密封胶或密封胶带，以增强井管的密封性与牢固性。

（5）在钻孔施工过程中，严禁揭露含矿含水层的隔水底板。为此需按如下方法进行施工：首先根据地质条件确定矿体的上下标高，从而确定钻孔的大致深度；在钻孔施工过程中，同时进行岩性分析和 γ 测井；在 γ 异常点和预计的含矿层位，降低钻进速度，加密岩性分析与 γ 测井；在预计矿层底部出现 γ 显著降低时终止钻进。

（6）抽液量大于注液量 0.3%，使溶浸范围内形成降落漏斗。

（7）新增 1 个地下水监测孔以保持共计 7 个监测孔。

3.8.8 地下水复原措施

为防止地下水污染，减少地下水复原成本，地浸单元浸出结束后应尽快进行地下水复原。根据国外地浸矿山地下水治理的经验，结合纳岭沟矿床所处的自然地理环境状况，在试验结束后采用抽出—治理—注入的方法恢复治理地下水。即地下水修复采用地下水抽出→污染地下水的地表处理→处理后的清洁水再注入修复含水层→需修复的含水层内地下水循环→修复后观察。

3.8.9 事故应急措施

3.8.9.1 预警措施

（1）压力预警

当发现一个注液孔注液量出现增加，并且注液压力明显降低时，通过连锁控制装置立即停止该孔注液，进行检查。正常生产期间采用连续记录单孔的注液量及注液压力。因此通过压力监测资料，会很快发现出现异常的钻孔。

（2） 水位预警

水位预警采用连续监测纪录和报警。当一个生产的注液孔注液压力较小或无压下注时，或如出现注液量增加，而水位降低或不变时，就要考虑该注液孔是否出现异常，停止该孔的生产。

观测上部含水层监测孔的水位变化，如果出现明显变化时，就要检查各孔的注液情况。

（3） 流速与浓度预警

每个钻孔均装有电磁流量计，随时记录着各钻孔的流量。当发现流量急剧变化或浸出液的浓度明显下降时，即时分析和查找原因，是否存在管道破裂事故发生。

3.8.9.2 巡视措施

每天 24 小时安排专人进行巡视检查，及早发现事故隐患或已发生的事故。

3.8.9.3 检测措施

对于出现异常的钻孔，就要马上安排测井车对该孔进行电流测井，来确定钻孔井管是否出现破裂及破裂的位置。

定期对所有钻孔进行一次检测，来确定每一个钻孔的质量状况。

3.8.9.4 应急补救措施

当出现管道、井管和槽罐等破裂事故时，立刻采取停产、事故故障排查、检修、堵漏、修补、更换等事故应急补救措施，并通过各种物理手段与仪器检测应急补救效果直至满足规定要求。当出现泄漏时，输液管道采用焊接与更换措施；井管采用再次注浆堵漏或水泥浆密封整个钻孔；槽罐重新修补玻璃钢衬层。

3.9 安全卫生

3.9.1 辐射防护措施

水冶厂内安装轴流风机进行通风换气。控制分析室采用通风柜设斜流风机排风系统。水冶厂的地面经常冲洗去污，生产操作人员工作结束后体表进行淋洗去污。主要操作岗位人员每天工作 6h，以减少辐射危害。在工作场所（不包括办公场所）一律穿戴劳动保护用品，工作服应定期清洗，工作场所严禁进食和吸烟。

对于近距离居民采取如下防护措施：1）按环评报告所述采取相应的环保措施防止污染扩散；2）加强对这些居民点的监测；3）加强宣传教育工作，使居民尽量不要在试验场地活动；4）租用距离试验区最近的建筑物作为工作人员工作、休息之用，同时便于对试验区和居民等的监督管理。

3.9.2 劳动安全卫生措施

本试验区地处地震烈度 6 度地区，主要建筑物如水冶厂按抗震设防烈度 6 度设防。水冶厂生产类别为丁类，耐火等级为二级，建筑结构形式为轻型钢结构，彩钢板房。水冶厂按二级防雷建筑物采取防护措施，在容易发生漏电场所的供电回路采用漏电保护装置，架空线采用防雷保护和过电压保护。各子项工程低压配电系统采用 TN-S 接地系统，传动部件外露部分加防护罩，避免机械损伤。从事酸液操作人员应穿戴耐酸的防护用品，防止烧伤。

3.9.3 劳动安全卫生机构

本项目不另设劳动安全卫生机构，设兼职劳动安全员，职责业务范围为劳动安全。

4 环境质量现状及评价

4.1 监测目的

了解环境质量现状，为工程建设、运行、退役等各阶段的环境影响预测与评价及环境污染防治提供背景数据，为试验期间的环境监测提供比较和对比依据。

4.2 监测依据

1）《辐射环境监测技术规范》（HJ/T61-2001）;

2）《铀矿冶辐射环境监测规定》（GB23726-2009）;

3）《辐射环境监测标准方法汇编》国家环境保护总局辐射环境监测技术中心。

4.3 监测布点原则

1）根据该试验的工艺流程、“三废”来源及去向确定环境监测介质。

2）根据岩石和矿石的矿物成分及化学成分、采冶过程中所用的化学试剂及可能发生的物理化学变化确定需要监测的污染物。

3）根据该试验项目可能涉及的范围确定环境监测范围。

4.4 监测内容

环境背景调查监测如下项目：

大气监测：氡及氡子体浓度；

水体监测：^{226}Ra、Mn、As、Fe、Hg、Ni、Cu、Zn、Cd、Pb、U、F^-、Cr、Cl^-、NO^{3-}、SO_4^{2-}、pH；

土壤监测：天然 U、镭-226；

生物样监测：天然 U、镭-226。

各类有代表性的建筑物进行 γ 辐射空气吸收剂量率的监测。

4.5 分析方法、仪器、检出下限

在选用监测、分析方法时，凡有国家标准的，一律选用国家标准，没有国家标准的优先选用行业标准。监测方法、仪器及检出下限见表 4.1。

4.6 监测结果与分析

为了解和掌握本扩大试验项目生产前周围环境介质中有关核素的辐射水平，以便本项目投产运行后，了解放射性核素在环境介质中的转移状况和对环境污染程度，并为试验生产期间的影响评价提供依据。核工业北京化工冶金研究院分析测试中心分别在 2014 年 3 月、6 月、9 月、12 对项目及周边环境进行了监测及取样分析。

4.6.1 环境贯穿辐射剂量率监测结果

按照网格法布点对纳岭沟矿区及周边环境进行了环境贯穿辐射剂量率监测，纳岭沟矿区周边环境中贯穿辐射剂量率均值为 87.9 nGy/h，最小值为 79 nGy/h，最大值为 106 nGy/h。纳岭沟矿区周边环境环境贯穿辐射剂量率监测结果处于当地天然本底水平。

4.6.2 空气中氡及氡子体浓度监测结果

对试验区周围环境及地浸场进行了氡浓度监测，同时将 2014 年 3 月、6 月、9 月和 12 月监测数据与试验前背景值进行了比较，地浸试验过程中纳岭沟矿区周边及地浸采场氡浓度为 5.4~13.3 Bq/m^3，处于环境背景值范围内。

4.6.3 水环境监测结果

试验区附近无受纳地表水体，故仅对地下水进行监测。监测对象为含矿含水层、上层含水层、居民井水，地下水中天然铀浓度均处于内蒙古背景值范围内（0.38～101.0μg/L，《内蒙古自治区水体中天然放射性核素浓度调查研究》（杜学林等，1993），所有监测点位地下水相关指标均满足《地下水质量

标准》(GB/T14848-93) Ⅲ类标准。

4.6.4 土壤的放射性监测结果

鄂尔多斯市土壤中 ^{238}U 的背景值范围为 8.05～55.82 Bq/kg、^{226}Ra 的背景值范围为 15.05～66.82 Bq/kg，通过与上表数据对比可知，纳岭沟试验井场内土壤中放射性核素浓度处于鄂尔多斯市背景值范围内。

4.6.5 牧草放射性核素含量监测结果

牧草中 ^{238}U 和 ^{226}Ra 的含量分别为 1.0~1.3Bq/kg 和 0.40~0.43Bq/kg。

4.7 小结

分别对放射性和非放射性元素进行了监测，对大气、地下水、土壤、生物样分别进行了现状调查。结果表明：评价区域内，地下水中天然铀浓度均处于内蒙古背景值范围内，所有点位地下水相关指标均满足《地下水质量标准》(GB/T14848-93) Ⅲ类标准；纳岭沟矿区周边环境测点贯穿辐射剂量率处于内蒙古环境本底值范围内；空气中氡及氡子体浓度未发现异常，处于当地环境背景值范围内；土壤中放射性核素浓度处于鄂尔多斯市背景值范围内。

5 源项分析

5.1 目的

通过源项确定，获得气载污染物、液态流出物和固体废弃物的污染物种类和数量，为剂量估算和环境评价提供依据。

5.2 源项确定原则

源项是进行环境影响评价的重要依据，本工程源项确定与调查工作中，遵循以下原则：

①由于本项目属试验工程，许多数据尚没有获得，因此源项的确定只能是在工程分析的基础上，对所产生“三废”的工艺或工程进行全面调查，本项目试验源项参照通辽原地浸出采铀试验实测数据进行类比作为工程源项计算的依据。

②部分源项通过纳岭沟铀矿床地浸采铀室内工艺试验的研究确定。

③以上办法均不能确定的数据，将采用理论计算的方法予以确定。

5.3 污染源和污染物的确定

5.3.1 污染源的确定

（1）气态污染源：蒸发池中氡气的释放。

（2）液态污染源：主要为蒸发池中的废水和地下浸出液。

（3）固体污染源：蒸发池中的废渣、底泥。

5.3.2 污染物的确定

由于本试验采用的溶浸剂为 CO_2 和 O_2，浸出液呈中性，重金属及 ^{226}Ra 不易浸出，因此污染物确定为 ^{222}Rn 和天然铀。

5.4 源项确定

5.4.1 气态源项

在辐射环境影响分析与评价中一般将蒸发池面源分割成若干直径为 5m 的点源计算，本项目将蒸发池分割成 3 个直径为 5m 的点源，出口速度为常年平均风速。

5.4.2 液态源项

蒸发池中废水主要由浸出过程产生的多余吸附尾液（反冲废水）、多余沉淀母液和转型废水的反渗透浓缩水组成，本试验项目共产生 2447m^3/a 的废水排入蒸发池，天然铀浓度约 1.0mg/L。每年排入蒸发池中的天然铀总量约 2.447kg/a，5 年排入蒸发池中天然铀的量不到 12.3kg。蒸发池作防渗处理及设防洪措施，蒸发池中的废水不向外排放。

地下水源项为整个地浸开采区的浸出液，其天然铀浓度平均为 21mg/L。

生活废水主要为职工吃饭、淋浴、洗衣等产生的废水，产生量约为 2t/d。生活污水主要污染物为 COD、BOD、SS 等。

5.4.3 固体废弃物

放射性废渣是排入蒸发池的废水蒸发后的残渣、废滤布以及钻孔施工过程中产生的含矿岩芯等。由于采用 CO_2+O_2 的中性浸出工艺，参考地质报告中含矿含水层地下水的最大矿化度为 1.51g/L，假定，蒸发池中的废水全部蒸发，其中的溶解固体则沉淀成为残渣，年排入蒸发池的废水量为 2447m^3，则每年产生的固体残渣量为 2447m^3×1.51g/L≈3.7t。蒸发池的面积设定为 1500m^2。废渣的容重为 1.8g/cm^3，则 5 年试验期间蒸发池中废渣的平均厚度 0.007m。假设每年排入蒸发池的废水中的天然铀全部进入废渣中，则废渣中的天然铀含量为 666mg/kg。由于废渣被水覆盖，且试验终产后对固体废弃物进行覆盖治理，故废渣、底泥对环境的影响可得到有效控制。

6 环境影响分析和评价

6.1 辐射环境影响分析和评价

6.1.1 照射途径与放射性核素

气态流出物中放射性物质对人体的照射途径见图 6.1。铀矿冶对人体产生照射的主要核素与途径见表 6.1。

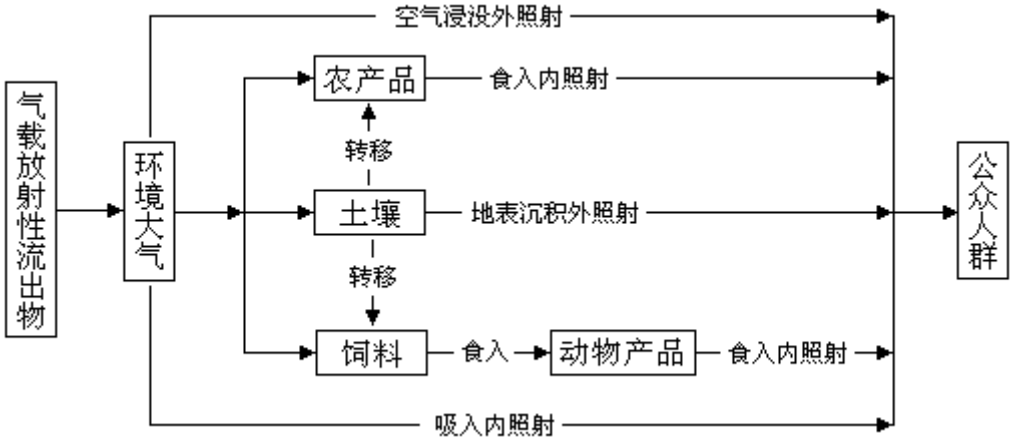


图 6.1　气态放射性流出物对人体的照射途径

表6.1剂量估算中考虑的主要放射性核素与照射途径

空气浸没照射	地表沉积外照射	吸入	食入
^{238}U、^{234}U、^{230}Th、^{226}Ra、^{210}Pb	^{238}U、^{234}U、^{230}Th、^{226}Ra、^{210}Pb	^{238}U、^{234}U、^{230}Th、^{226}Ra、^{222}Rn、^{210}Po、^{210}Pb	^{238}U、^{234}U、^{230}Th、^{226}Ra、^{210}Po、^{210}Pb

6.1.2 评价方法

考虑当地的气象、水文、地形、人口分布等具体情况，利用第 5 章放射性源项分析所确定的源项，选用丘陵评价模式，进行公众剂量估算。本次评价采用的是核工业三十年辐射环境质量评价所用计算机程序 year30（y3001 的修改版），对气载途径多源影响，通过坐标转换，确定计算点下风向的距离；地面连续面源，如蒸发池用划分为多点源的方法处理。根据计算结果并结合实际的监测结果，对辐射环境进行预评价。

6.1.3 评价指标

评价指标为关键人群组的年最大个人有效剂量及半径 20km 评价区域内的集体剂量。

6.1.4 剂量约束值

根据 GB23727-2009《铀矿冶辐射防护和环境保护规定》的要求，在考虑对其他实践留有余地以及现有工业状况下，铀矿冶设施所致公众最大个人年有效剂量控制值不超过 0.5mSv，为给其它照射留有足够的辐射剂量份额，因此，确定本工程周围公众所受到的平均年有效剂约束值不超过 0.20mSv/a，事故情况下公众的最大个人有效剂量约束值不超过 1.0mSv/次。

6.1.5 评价中心

本次评价选择蒸发池为评价中心。

6.1.6 气载途径辐射环境影响

6.1.6.1 评价参数

扩散参数 σ_y、σ_z 采用丘陵扩散参数，

6.1.6.2 评价结果

根据气态源项分析，唯一气态源项为蒸发池，蒸发池为大面积面源，将其分割成 3 个直径为 5m 的点源，进行剂量估算，然后将 3 个点源的剂量估算结果分别在各评价子区内进行叠加。评价结果以叠加后的个人年有效剂量和集体剂量表示。

评价半径 20km 范围的集体有效剂量为 4.40×10^{-6} 人.Sv/a；正常生产期间气载途径所致最大地面氡浓度增量仅为 $7.98\times10^{-4}Bq/m^3$，出现在蒸发池中心 N 方位 0～1km 子区；考虑到有人子区，最大个人有效剂量为 $9.62\times10^{-9}Sv/a$，出现在蒸发池中心 ESE 方位 0～1km 子区，远小于个人有效剂量管理限值 0.1mSv/a。

6.1.3 当地农牧民辐射环境影响分析

考虑到当地农牧民的流动性，假设当地农牧民每天在井场附近停留 1h、每年 180 天。井场附近的氡浓度采用纳岭沟铀矿床地浸采铀试验期间的监测数据，取其平均值 13.3Bq/m^3。其所受有效剂量为 5.84 μSv/a，小于剂量控制值 0.1mSv/a。

6.2 职业照射辐射环境影响分析与评价

本试验采用纳岭沟铀矿床地浸采铀试验期间的监测数据进行职业照射计算与评价。扣除本底后 ^{222}Rn 浓度和环境贯穿辐射剂量率最大值分别为 563.04Bq/m^3 和 847.8nGy/h，职业照射所致个人有效剂量不超过 4.69mSv/a，其中吸入氡及其子体所致个人有效剂量和 γ 外照射所致个人有效剂量分别不超过 3.50mSv/a 和 1.19mSv/a，未超过职业照射剂量管理限值。

6.3 蒸发池的环境影响分析

蒸发池中的废水主要由抽大于注产生的多余吸附尾液组成，该试验项目试验期为 5 年，排入蒸发池的总水量为 2447m^3/a，根据 2014 年的监测结果，蒸发池废水中天然铀浓度平均为 2.29mg/L。每年排入蒸发池中的天然铀总量约 5.604kg/a，5 年排入蒸发池中天然铀的量约 28.02kg。

蒸发池中的废渣、底泥表面会有氡析出，蒸发池表面在试验生产期及试验终产复原期将释放氡量各为 1.94×10^9 Bq/a，蒸发池作为气态源项而对大气环境的影响相对较小。本工程产生的废渣量总量为 18.5t。蒸发池停用后对废渣进行监测，根据监测结果在试验结束后确定蒸发池治理方案和场地是否有限制利用，从而使废渣对环境的影响可得到有效控制。综上所述，蒸发池对环境的影响甚小。

7 地下水环境影响分析与评价

7.1 地下水污染预测模型与软件

7.1.1 模型与软件选择

该报告采用多组分反应迁移模型，所选软件采用美国地质调查局开发的PHREEQC 多组分反应迁移模拟软件。

7.1.2 数学模型

采用一维对流-弥散反应迁移模型， 在 PHREEQC 中，采用拆分算符求解连续级的对流、弥散迁移。在每一个时间步，首先采用上游有限差分计算对流迁移，紧接着计算化学反应。采用中心差分计算弥散迁移，然后再计算化学反应。

7.2 试验期间地下水环境影响预测与评价

7.2.1 概念模型

试验区所在含矿含水层底部为煤、泥岩隔水层，且钻孔底部为防渗水泥封隔，不会发生垂直流散；地下水的影响仅考虑含矿含水层中浸出液的水平流散。假定模拟区为均质、各向同性的介质，钻孔服务年限为 5 年，地下水修复时间为 2 年。模拟距离取 80m，模拟时间取 7a。将模拟距离划分为 80 个单元，每个单元长度为 1m。纵向弥散度为 1m。该含矿含水层渗透系数为 0.05~0.245m/d，水力坡度小于 5%，达西流速为 0.9~4.5m/a。偏安全考虑，达西流速 5m/a。分子扩散系数为零。模拟区的两端采用 Cauchy 通量边界条件。

7.2.2 模拟结果

正常生产期间，污染源为连续面源。7 年后，在距离采场下游边界约 75m 处，已接近背景水平。

8 事故影响分析与环境风险评价

8.1 事故风险识别

该试验项目气态流出物只有 ^{222}Rn，主要来自于地浸采铀过程中抽出液溶解的 ^{222}Rn。当发生任何事故导致生产停顿时，^{222}Rn 的排放也随即停止，由于该项目不可能发生自然“井喷”的现象，加之工程所在处地广人稀。因此，在事故情况下，本项目可以不考虑气态流出物的影响。

8.2 事故预测分析与环境风险评价

8.2.1 事故性的停止生产

停产期间内的污染水动力迁移速度小于地下水达西流速，其对地下水的影响小于正常性停产的影响。

8.2.2 非控制性的抽注失衡

本工程抽注井口安装了流量计，值班人员一旦发现失控，立即调整，非控制性抽注失衡不会超过半小时，其影响小于正常生产的影响，因此非控制性抽注失衡对环境的影响是很小的。

8.2.3 事故性的跑、冒、滴、漏

浸出液处理厂可能发生的事故为出现冒槽或管道的跑、冒、滴、漏等，漏失的液体在厂房内集中收集到事故池后，经防渗透装置处理后排入蒸发池，因此事故性的冒槽或跑、冒、滴、漏情况下，浸出液向环境的排放较小。

8.2.4 管道断裂

工程所在地每年有 4～5 个月的冰冻期，最大冻土深度为 1.2m，有可能出现冰冻造成井场管道断裂和“跑液”事故。在冰冻期由于意外停电，造成抽注液不能连续进行，有可能使得管网冻裂，为了防止上述事故发生，本试验配备柴油发电机，以保证电力供应。工程采取防冻措施后，可避免冰冻造

成管道断裂事故。

试验过程中每天 24 小时均安排人员值班，一旦管道异常，采取检测、停泵、修补与更换等措施。流失量较小，故不再做相应的影响分析。

8.2.5 蒸发池的破裂

蒸发池底部设计考虑了防渗的底部结构，设计和施工均采取防震措施、多层防渗层和多种防渗措施。本试验工程在事故工况下，对环境的影响都是比较小的。

8.2.6 钻孔密封不良

由于地浸钻孔施工过程中采取了严格的质量保证，成孔后必须对钻孔进行物探检测，确保钻孔的质量，故一般情况下不存在钻孔密封不良造成溶浸剂或浸出液泄漏而污染上、下含水层的事故发生。然而，尽管如此，也有可能因人为失误引起的施工质量不良造成钻孔密封不严密，使得溶液泄漏污染上、下含水层。若发生钻孔质量问题，必须采取补救措施确保质量后才能投入运行，其对环境的影响可得到及时控制。

8.3 事故应急措施

8.3.1 对非控制性的抽注失衡和钻孔密封不良的防范措施

1）压力预警

当发现一个注液孔的注液量出现异常增加，并且注液的压力明显降低时，立即停止该孔的注液，进行检查。在正常生产期间采用连续记录单孔的注液量及注液压力。因此通过压力监测数据分析，会很快发现出现异常的钻孔。

2）水位预警

水位预警采用连续监测纪录水位。当一个生产的注液孔注液压力较小或无压下注时，或如出现注液量增加，而水位降低或不变时，就要考虑该注液孔是否出现异常，停止该孔的生产。观测上部含水层监测孔的水位变化，如

果出现明显变化时，就要检查各孔的注液情况并进行情况分析。

3）检测措施

对于出现异常的钻孔，就要马上安排测井车对该孔进行电流测井，来确定钻孔井管是否出现破裂及破裂的位置。

8.3.2 管道断裂预警

每个钻孔均装有电磁流量计，随时记录着各钻孔的流量。当发现流量急剧变化或浸出液的浓度明显下降时，及时分析和查找原因，是否存在管道断裂事故发生。每天 24 小时进行巡视检查，及早发现事故隐患或已发生的事故。

8.3.3 应急补救措施

建设单位要针对可能发生的事故，制定应急预案，建立有关应急指挥部门。一旦发生事故时，应根据事故启动应急预案，应急指挥部成员立即到位，负责应急救援工作的组织和指挥，迅速控制事态，及时向当地政府和有关部门汇报，进行应急环境监测和事故处理。

9 非放射性环境影响分析

9.1 施工期环境影响分析

9.1.1 大气环境影响

9.1.1.1 废气污染源

本项目施工期废气污染源主要包括施工扬尘和机械废气。

9.1.1.2 污染防治措施及环境影响

1）施工扬尘

在施工过程中，要合理安排施工计划，避免在大风天气下进行大面积的开挖作业；此外，在施工场地采用洒水、围挡等抑尘措施；运输过程中对车辆进行密闭，减少施工车辆飘洒扬尘对周围环境空气质量的影响；施工车辆运行过程中，保持合理车速，减少道路扬尘。

2）机械废气

为减少由于燃油机械运行产生的烟气，在施工过程中选择使用工况良好的机械，并加强日常维护及检修，尽量避免由于机械老化而导致的燃料燃烧不完全现象的发生，以减少烟气的产生。同时，选择高品质的燃料，以降低机械排放烟气中有害成分的含量。施工期机械作业时间有限，作业停止后，相应污染源项即停止排放，对大气环境影响较小。

9.1.2 地表水环境影响

9.1.2.1 废水污染源

本项目施工期废水主要包括生产废水和作业人员生活废水。

9.1.2.2 污染防治措施及环境影响

施工期生产废水和生活污水污染物种类简单，含量较低，统一收集后用于场地的喷洒降尘。

此外，对施工期用水量进行控制，在保证正常生产和生活的情况下，从源头控制废水的产生，并对于喷洒水尽量用处理后的废水代替新鲜水。采取

上述措施后，施工场地内的废水产生量相对较小，加之施工区域蒸发量很大，施工期废水不会对项目周边的地表水环境产生不良影响。

9.1.3 声环境影响

且由于项目施工期时间不长，施工期结束后相应噪声影响将会消失；本项目周围居民点稀少，距离较远。因此，施工期噪声不会对项目所在区域内的居民产生明显的影响。

9.1.4 固体废物环境影响

本项目施工期产生的固体废物不向外环境排放，不会对周边环境产生明显的影响。

9.2 运行期环境影响分析

9.2.1 大气环境影响

9.2.1.1 废气污染源

扩大试验期间采用水源热泵供暖，浴室采用太阳能加电热辅提供热水，没有废气排放。项目无新增非放射性大气污染源。

9.2.2 地表水环境影响

本项目生产期间排放的非放射性废水主要为职工生活污水，产生量为2m^3/d。生活污水经化粪池处理后作为绿化滴灌用水，不外排。

9.2.3 声环境影响

本项目噪声主要来自于井场、金属回收车间和气体供应站。产噪设备主要为泵类、空压机等，其单机噪声一般在 85~100dB（A）之间。对于项目的主要产噪设备，选用低噪声设备，采取隔声、减震、设置单独隔间等措施，以降低噪声的排放。在采取以上措施后，噪声源产生的噪声一般可降低15dB（A）。

在采取各种减震降噪措施，并经过房屋阻隔后，厂房外 1m 处的噪声值为 65dB（A）。根据总平面布置图，本项目噪声源距离东、南、西、西北四周厂界的距离分别为 450m、156m、270m 和 494m。对厂界的噪声贡献值分别为 6.4dB（A）、7.3dB（A）、6.6dB（A）和 6.2dB（A），均满足《工业企业厂界环境噪声排放标准》（GB 12348-2008）中 2 类区昼间≤60dB（A）、夜间≤50dB（A）的标准限值要求。

距离本项目噪声源最近的居民点为西侧民房，噪声源项为浸出液处理厂房通风机和空压机，两者之间距离约 458m。该居民点所受噪声影响很小，环境噪声可以满足《声环境质量标准》（GB3096-2008）中 2 类区昼间≤60dB（A）、夜间≤50dB（A）的标准限值要求。

9.2.4 固体废物环境影响

扩大试验期间采用水源热泵供暖，浴室采用太阳能加电热辅提供热水，不涉及煤渣等固体废物排放，项目生产运行期间产生的固体废物为职工生活垃圾，产生量约 8.25t/a。职工生活垃圾统一收集集中堆放。由于生产过程中固体废物产生量不大，且均采取了可行有效的处理处置措施，对周边环境不会产生明显影响。

9.2.5 生态环境影响分析

9.2.5.1 生态环境现状

纳岭沟铀矿床位于达拉特旗境内，矿区地处鄂尔多斯高原北部，为典型的高原丘陵区，由剥蚀堆积地貌、堆积地貌及沙漠地形和河谷地形组成高原地貌景观。评价区所处地区地表沟壑纵横自然条件差，存在土地沙漠化问题，形成一种开荒—风蚀—土地生产力丧失的过程。据初步调查，伊金霍洛旗共有野生植物 72 科，237 属，416 种。评价区内主要为沙生植物。矿区附近 5km 范围内无珍稀动植物及自然保护区、风景名胜区等需要特别保护的区域。项目评价区域内无珍稀濒危野生动物分布。评价区域土地利用类型以荒地为主，评价范围内没有基本农田。

9.2.6 生态系统评价

评价区域内由于草本和旱生植物在整个植物区系中所起的绝对作用，使得土地生产力水平较低，生态环境较为脆弱。

9.2.6.1 生态影响分析

本项目为扩大试验工程，对生态环境的影响主要是由于项目占地及由此引起的地表植被破坏。占地类型主要为草地及荒地。项目新建设施主要为井场、水冶厂、动力辅助区、蒸发池及场外道路等，将永久或临时占用土地，造成局部土地利用格局发生改变、植被破坏及对生态系统完整性的干扰。

1)项目建设对土地利用格局的影响

本项目地浸场包括 30 组共计 79 个地浸钻孔，7 个监测孔，主要设施为集控室。水冶厂区主要建筑设施有水冶厂房、机修材料库和淋浴室等。上述建（构）筑物均为现有建（构）筑物。新增构筑物为柴油发电机房、氧气站、二氧化碳站，采用砖基础轻钢结构，设施建筑面积 640.7m^2。占地类型为荒地。此外，在项目施工期间，还将占用一定量的临时用地。

项目施工期间，需对地面进行开挖、钻孔、平整等作业，造成建设区域内植被的部分或完全破坏。由于施工范围有限，施工时间较短，在做好各项保护和恢复工作的情况下，可以将项目实施对生态系统的影响降到最低，并得到有效控制。

2)项目建设对动植物的影响

项目所占土地的类型为半干旱、干旱的草原和荒地，草类为区域内主要植被类型，区域内土地较为贫瘠，植被稀疏，植被覆盖率和生物量较低，没有需要重点保护的珍稀植物物种。

项目建设占地、施工期间取土、弃土等均会不同程度的破坏地表植被，使项目区域内的植物资源受到一定程度的不良影响。项目建成后，在井场和水冶厂区空地合理种植本土植物；在井场钻孔施工后的钻孔之间空地及时进行植被的复种；通过采取以上措施，可以有效的减缓项目实施建设过程对自

然系统生物量及生产力的影响。

在项目运行期间，可以通过矿区内植被恢复，提高植被覆盖率，给野生动物提供必要的栖息和生存条件，把项目对野生动物的影响降到最小。

3)项目建设对土壤结构的影响

项目施工期对于土壤结构的影响主要体现在机械的碾压及施工人员的践踏，施工区域内的土壤将被不同程度的压实或开挖。在施工期间，要合理规划施工路线，合理安排施工时间，控制施工作业区域，减少施工道路和施工临时占地量，车辆和人员严格按照布置的运输和占地计划开展施工，将项目对土壤的影响降到最低。

4)项目建设对生态系统稳定性和完整性的影响

本项目的建设带来的区域生物量减少很少，项目建成后区域生态系统的生产能力基本不发生变化，系统受干扰后的恢复能力基本不发生变化，对生态系统稳定性的影响较小。

项目的建设对评价区内的生态系统生产能力、稳定性及土地利用格局会产生一定的影响。但是并没有影响到具有动态控制能力的组分，工程对自然组分的异质性程度影响很小，对区域的稳定性影响不大，对区域生态系统的空间结构及连通性影响很小。项目建设对评价区生态系统完整性的影响是可以接受的。

9.2.7 景观影响分析

矿区现状地貌为丘陵地带，植物生长季节主要为草原草甸与荒地，景观相对同质，采用钻井开采方式，基建期施工占地和生产期井场、水冶厂等永久占地范围相对较小，对景观的观赏性影响很小。退役治理后，地表建构筑物拆除，可使地貌基本恢复原状。因此，本项目的建设对景观美学的影响可以接受。

9.2.7.1 生态恢复方案及措施

为了使工程开发导致的生态环境破坏程度得到有效的控制，植被有效的

恢复，项目建设期、运营期及退役期应采取相应的生态修复措施，使资源开发与区域生态建设和环境保护协调发展的目的。本项目的生态恢复主要通过退役治理和生态复垦来完成。

本项目闭井后，需进行生态恢复的重点为井场、水冶厂及蒸发池。生态恢复前先测定氡析出率，对不满足管理限值要求的区域，在覆土实验的基础上进行表土清挖；清挖后，对区域进行覆土和植被复种，使氡析出率达到管理限值要求。覆土植被应当选择当地的优势植物进行栽种，防止水土流失，改善生态环境。

9.2.7.2 其它生态措施

1）对于项目使用中的机械设备，安装必要的减震降噪设施，减小噪声的源强。运输车辆选择合理的运输路线及运输时段，减少对居民生活及动物活动的影响。

2）施工期加强施工管理，对各种施工活动严格控制在施工区域内，尽可能地不破坏原有的地表植被和土壤，并将临时占地面积控制在最低限度。对施工人员进行生态保护意识教育，严禁对周围植被进行随意破坏。

3）井场关停后及时进行退役治理和生态复垦，恢复项目区内的植被和生态环境。

9.2.7.3 生态恢复机构

为了保证各项生态措施的落实，保证各项土地补偿和生态恢复资金及时落实，对各项保障措施的实施及环节进行管理和监督。建设单位还需要建立专门的机构，落实生态恢复实施计划。

10 环境经济损益分析

CO_2+O_2 中性地浸工艺已成功应用于通辽钱Ⅱ块铀矿床的工业生产，自2010年投入生产以来一直运行平稳，在铀矿生产企业中经济指标名列前茅，取得了良好的经济效益、环境效益和社会效益。

10.1 经济效益分析

本评价是针对纳岭沟铀矿床的扩大试验，进一步研究优化地浸工艺参数，优化技术经济指标，初步评价该铀矿床地浸开采技术经济可行性，取得CO_2+O_2地浸采铀的各种工艺和环保关键参数，为后续纳岭沟铀矿床的工业开采奠定技术基础。此外，此次扩大试验将研究煤、铀共同开采的可能性，若试验成功将开创一种新型的共生资源的开采方法，实现资源的利用最大化，为此类矿产资源利用起到示范作用。另外 CO_2+O_2 地浸采铀本身也具有成本低、工艺简单、投资少的特点，有较好的经济效益。

10.2 环境效益分析

地浸采铀从根本上改变了铀矿开采的现有工艺条件，没有大量废石和废渣堆积地表污染环境，被称为“无废物的采矿方法”。

10.3 社会效益分析

原地浸出采铀已是比较成熟的采铀技术，在世界范围内地浸采铀量约占天然铀生产总量的 45%，目前由于我国对环境保护的重视，污染严重、不易治理的常规矿山的开发受到越来越多的限制，地浸采铀技术得到了更多的应用。而且 CO_2+O_2 原地浸出采铀具有采铀成本低、重金属不易浸出、地下水污染容易治理等优点。

因此，尽快完成该矿床碱法地浸采铀工程试验，对合理开发利用当地资源，推动国家、企业、工程所在地的经济发展均具有积极的意义。

11 公众参与

根据国家环保部 2006 年 2 月发布的《环境影响评价公众参与暂行办法》的精神，建设项目环评需要进行公众调查。公众调查是项目建设单位与评价单位同建设项目所在地公众之间的一种双向交流，通过对项目周围地区的公众调查，可以了解公众对项目的态度，解决公众关注的焦点问题，使项目进一步完善、合理，从而使建设项目能够最大限度的减少对当地环境的影响，取得当地民众的更多理解和支持。为此，建设单位（西安中核蓝天铀业有限公司）于 2015 年 3 月开展了公众参与工作。

11.1 公众参与主体及实施方式

按照《环境影响评价公众参与暂行办法》规定，本项目公众参与第一次公示采用网站信息公示和在矿区附近居民集中区域张贴告示的方法，第二次公示采用实地问卷调查的方式，主要考虑到项目所在地处于牧区，人口稀少而不便于集中座谈，而问卷调查信息量大、资料真实可靠，能够客观反映被调查者的意见和看法。

本次评价公众参与主体是可能受本工程影响的厂矿区附近村民。

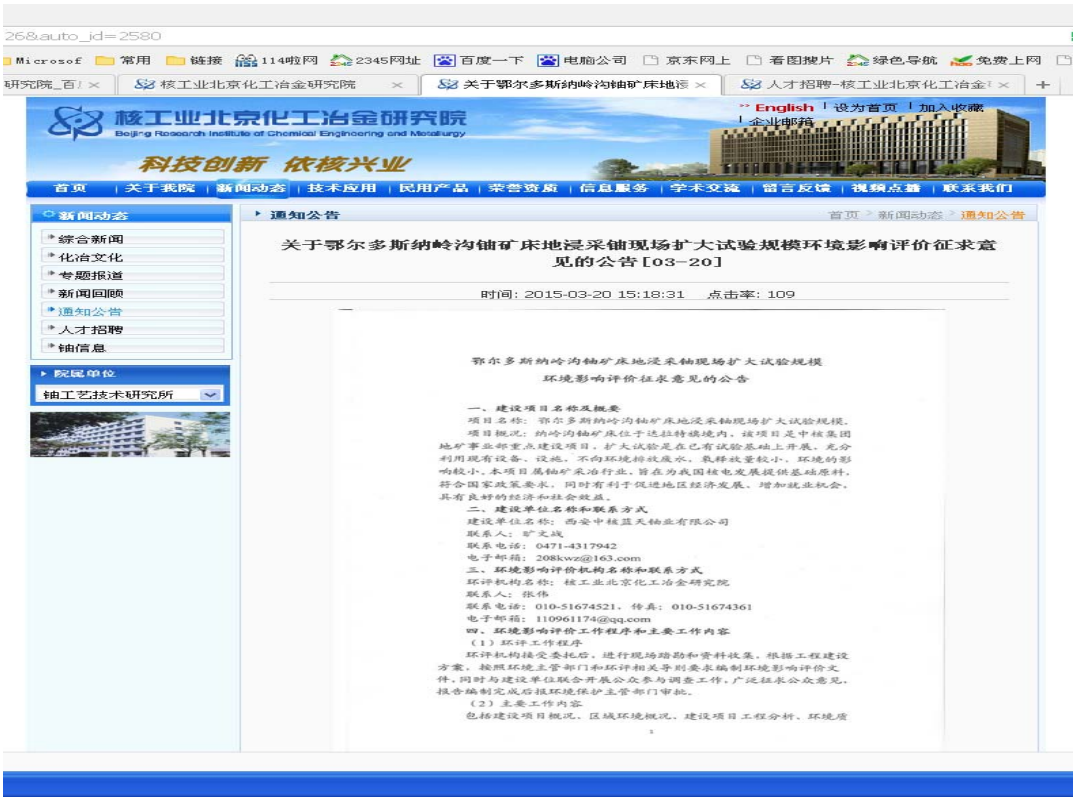
11.2 第一次公众参与

环评单位在承接本项目环评工作后，协调建设单位针对项目的建设内容、建设及环评单位情况及联系方式、环评工作程序及内容、征求公众意见的主要事项以及公众提出意见的主要方式进行了网站公示，并在建设项目附近住户比较集中的位置进行张贴公示，公示内容见附件 4，公示网址为：http://www.bricem.com/?optionid=426&auto_id=2036，公示截屏见图 12.1，建设项目第一次公示布告张贴的照片见 12.2。

第一次公示期间，建设单位和环评单位均未收到公众反馈。

11.3 第二次公众参与

由于当地牧民居住较为分散，不便召开座谈会，第二次公众参与采取了调查问卷的形式进行（调查问卷样本见附件 5）。



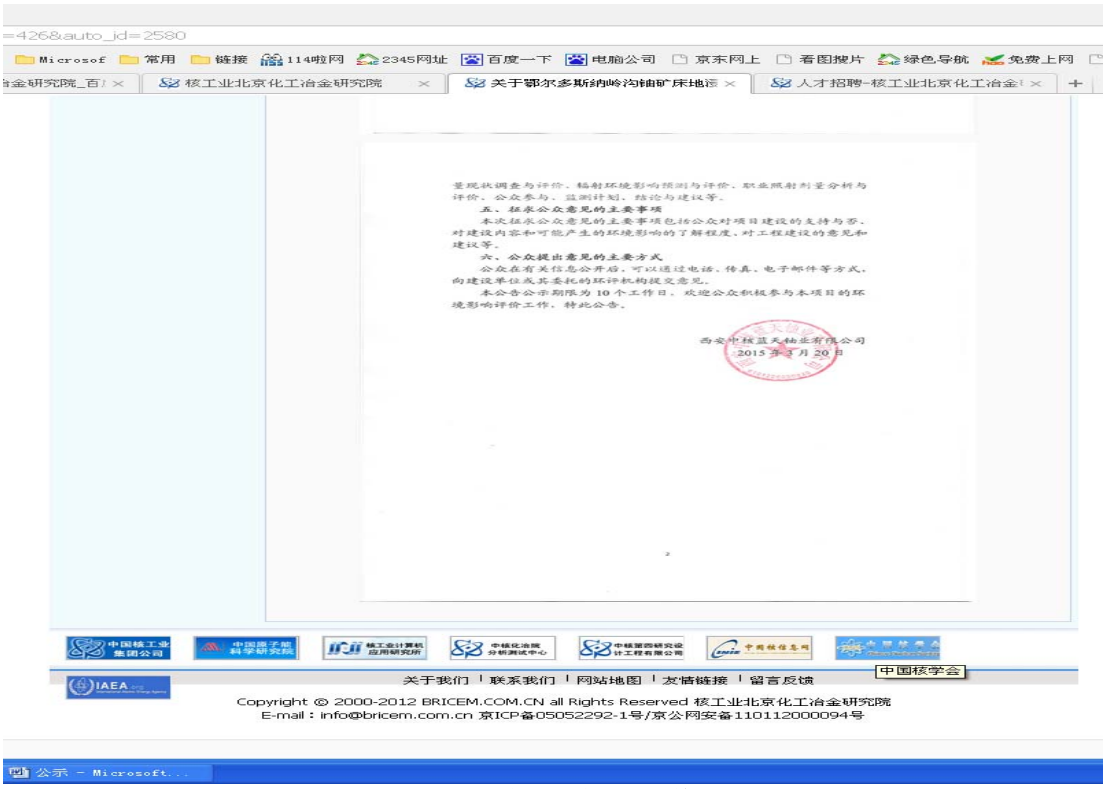


图 12.1　第一次公示截图



图 12.2　第一次公示张贴截图

环评单位提供了对建设项目基本情况、项目的主要污染物及防治措施、项目所致公众附加剂量、生态环境影响、环评工作结论要点、征求公众意见的范围和有关事项、征求公众意见的具体形式的介绍，并制作了环评报告简本，由建设单位进行现场调查，在问卷调查过程实行严格的质量控制，在现场对每一份问卷认真验收，发现问题及时纠正。

调查问卷统计结果如下：

1）　被调查人员统计

本项目公众参与实际发放调查表 60 份，收回调查表 60 份，被调查人员统计结果见表 12.1。

表 12.1 公众参与调查对象组成情况一览表

人员构成 / 组成		人数	比例，%
		60	——
性别	男	38	63
	女	22	37
年龄组成	20 岁以下	2	3.4
	20-35	9	15.3
	36-50	26	44.00
	50 岁以上	22	37.3
文化程度	小学	20	33.9
	初中	17	28.8
	高中（中专）	19	32.2
	大学以上	3	5.1
职业	牧民	55	94.9
	职员	0	0
	干部	1	1.7
	教师	1	1.7
	学生	0	0
	其他	1	1.7

公众参与被调查人群代表性分析：

（1）从性别上来看，男性 38 人，女性 22 人。由于项目所在地区周围为农牧结合区，对项目关注程度上来讲，男性要高于女性，且在家庭中男性基本可以代表全家的意见，故从性别上来讲，男性比例大于女性比例是可以理解的，从性别上来看，被调查人群具有代表性。

（2）从年龄组成上来看，20~35 岁 9 人，36~50 岁 26 人，50 岁以上 22 人，年龄组成比例较好，分别包括了青年、中年及老年等各个阶段的人群，且中青年人占 62.7%，这些人群对项目有较好的认知能力和理解能力。

（3）从文化程度上来看，高中（中专）19 人，初中 17 人，小学 20 人。由于本项目影响对象主要集中在农牧区，被调查者以当地农牧民为主，被调查者初中（中专）及以上占 61%，受教育程度较好，本项目公众参与调查表简单、易懂。

（4）从职业上来看，多数为“农牧民”，这是因为当地为农牧结合区，留守人员基本都是农牧民。

综上所述，本项目的公众参与调查表从性别、年龄组成、职业、文化程度几个方面来讲具有一定的代表性，因此整个公众参与调查表的结果具有可信性，基本可以反映公众对本项目的态度。

2） 调查结果统计

（1）调查问题 1：您是否了解该项目？

由于本项目小型地浸采铀试验正在运行，项目所在地的大部分百姓已知道该试验项目。在调查中，48.3%的被调查者表示在接受本调查前了解该项目。表明了本项目公众调查工作的必要性和代表性。

（2）调查问题 2：您是否知道放射性相关知识、核能及铀矿生产?

43.3%的被调查者表示知道放射性相关知识、核能及铀矿生产，21.7%的被调查者不了解放射性相关知识，可见，还需要继续加大放射性相关知识的宣传，普及，使当地居民对铀矿生产有更好的了解。

（3）调查问题 3：您认为该项目对当地经济发展有何促进？

91.7%被调查者认为本项目对当地经济发展有很大促进作用和较大促进作用，说明多数本被调查者认为本项目会给当地经济发展带来好处。

（4）调查问题 4：您对项目所在地的环境质量现状是否满意？

43.3%牧民对当地环境质量现状很满意，46.7%牧民对当地环境质量现状满意，8.3%牧民表示不满意，1.8%牧民不确定。项目所在地区由于近年来降雨增加，再加上当地政府加大保护环境力度，使得当地自然环境较好。

（5）调查问题 5：您认为目前当地的环境主要问题是什么？

36.4%群众认为目前环境的主要问题是生态，其次是空气和水体问题的分别占 30.3%和 27.2%，认为是噪声问题只有 6.1%。

（6）调查问题 6：您认为该项目的主要环境影响问题是什么？

分别有 45%、20%、21.7%、10%、3.3%的被调查者认为本项目建设给当地环境带来的主要问题是生态、废气、废水、固体废物和噪声。当地居民以

农牧为主，因此，大多数群众关注的主要问题是生态问题，其次为废水及固体废物问题。

（7）您认为该项目对当地环境影响如何？

分别有 22%的被调查者认为本项目的建设对当地环境无影响，50.8%的被调查者认为基本无影响，25.5%认为影响不大，1.7%认为影响较大。

（8）调查问题 8~11：您认为本项目的废气、废水、固体废物、噪声治理措施是否可行？

91.7%、91.6%、95%和 88.3%受调查的公众均认为项目采取的废气、废水、固体废物、噪声治理措施可行或基本可行，说明本项目的废气、废水、固体废物和噪声的治理措施基本得到大家的认可。

（9）调查问题 12：您认为本项目的环境影响减缓措施是否满意？

43.3%、36.7%、18.3%受调查者均对本项目采取的环境影响减缓措施表示很满意、满意和基本满意。

（10）调查问题 13：您认为该项目对居民生活的影响？

22%的被调查者认为无影响，51.7%认为基本无影响 26.6%认为影响不大，只有 1.7%认为影响较大。

（11）调查问题 14：您是否赞成该项目的建设？

由于纳岭沟采铀试验一直运行较好，铀矿企业和当地居民进行了良好的沟通及和谐相处，所以 85%的被调查者表示赞成该项目的建设，但仍有 10%的被调查者不赞成建设该项目，5%的被调查者对该项目的建设不关心。

11.4 小结

通过本次公众参与调查与分析表明：绝大多数公众认为该项目的建设对当地居民生活的影响较小。对于环境问题，当地群众对生态环境比较关注。群众对该项目采取的环保措施及环境影响减缓措施基本上也表示肯定。对本项目的建设持肯定态度。

12 环境监测和环境管理计划

12.1 监测

12.1.1 监测目的

判断和估计工作场所、流出物和环境中辐射、放射性物质及非放射性物质的存在水平及它们对人可能造成的危害，确定流出物的释放特点，指出辐射防护、“三废”处理及其它环保措施尚存在的问题，及时发现事故和隐患，以便采取有力措施，杜绝事故发生，确保该项目对人和环境的影响控制在有关标准和限值之内，并为工业生产不断的改进提供依据和对策。

12.1.2 监测布点原则

1）监测点根据工作场所、流出物、环境事故进行布置；

2）监测点主要布置在释放污染物的部位或污染物浓度变化较大的部位及公众所受附加剂量较大的村庄。

12.1.3 监测项目确定原则

1）原则上，GB8979-1996 和 GB3838-2002 所要求的且该项目工艺过程中有较大释放量的污染物均作为非放射性监测项目；

2）选择影响较大的放射性核素作为放射性监测项目；

3）选择净化能力差、易于释放和扩散、分析方法简单、分析成本低的污染物作为重点监测项目，其它作为一般监测项目。

根据本项目的特点，监测项目确定如下：

重点监测项目：液态的 pH、$U_{天然}$；

一般监测项目：SO_4^{2-}、Cl^-、NO_3^-、F^-、Fe、Cu、Zn、Mn、Hg、Cd、Cr、As、Pb、Ni、Ra、气态的 ^{222}Rn 及其子体、环境贯穿辐射剂量率。

12.1.4 监测频率确定原则

1）重点监测项目的监测频率一般不低于一般监测项目的监测频率；

2）监测频率尽可能反映被监测项目的年变化情况；

3）工作场所和流出物监测频率一般高于环境监测频率。

12.1.5 监测计划

12.1.5.1 工作场所监测

（1）地浸场

^{222}Rn 浓度、氡子体 α 潜能浓度：每季度监测不少于 1 次，并记录从业人员作业时间；

环境贯穿辐射剂量率：每季度监测 1 次。

（2）水冶车间

^{222}Rn 浓度、氡子体 α 潜能浓度：每季度监测不少于 1 次，并记录操作人员作业时间；

环境贯穿辐射剂量率：每季监测 1 次；

每季度测量一次浸出液处理厂房的放射性表面污染水平，以便及时发现污染，采取去污措施，寻找和消除污染的原因。

12.1.5.2 流出物监测

外排废水、天然蒸发池：pH、$U_{天然}$等液态重点监测项目每月监测 1 次；SO_4^{2-}、Cl^-、NO_3^-、F^-、Fe、Cu、Zn、Mn、Hg、Cd、Cr、As、Pb、Ni、U、Ra 每季度监测 1 次。监测周期要反映浸出初期、浸出峰期和浸出末期的变化。

12.1.5.3 环境监测

（1）大气环境

监测点：井场范围内和周边范围 4 个监测点。

监测项目和频率：^{222}Rn 浓度及其子体 α 潜能浓度，每季监测 1 次，每次连续监测 3 天。

（2）水环境

监测点：试验采区水环境监测点布置见附图 3。试验采区范围内的上部含水层布置 1 个监测点 SYG-2S。在试验采区周边含矿含水层内布置 6 个监测点，即地下水上游布置 2 个监测点 WN1 和 WN3、地下水下游布置 2 个监测点 WN2 和 SYG-4、垂直于地下水流向的两侧共布置 2 个监测点 SYG-1 和 1-9-16Z。

监测项目和频率：pH、U 每月监测 1 次，SO_4^{2-}、Cl^-、NO_3^-、F^-、Fe、Cu、Zn、Mn、Hg、Cd、Cr、As、Pb、Ni、^{226}Ra 每季度监测 1 次。

对周围居民生活饮用的不同深度的地下水井每半年取水样一次，分析其铀、总α、总β、SO_4^{2-}含量，其监测点的布置应与本底调查的布点一致。

（3）土壤

监测点：井场范围内 4 个监测点。

监测项目和频率：天然铀和 Ra-226，每年监测 1 次。

（4）牧草

监测点：井场范围内 2 个监测点。

监测项目和频率：天然铀、Ra-226，每年监测 1 次。

12.1.5.4 个人剂量监测

所有从事或接触放射性的工作人员必须按照中核集团地矿事业部的有关规定配戴个人剂量计，进行个人剂量监测，监测周期为 1 年 4 次，每次连续 3 个月。

12.1.6 采样及测量方法

1）采样

采用现行的标准技术方法采样。

空气、水体、底泥、土壤、生物等的采样方法详见《铀矿冶辐射环境监测规定》（GB23726-2009）中有关内容。

2）测量方法与仪器设备

采用国家、核工业规定的监测分析方法。

辐射测量分析仪器设备采用国家、核工业推荐的专用仪器设备，其探测下限应符合规定的要求。

测量分析仪器设备在使用前进行严格调试和校准，确保测量结果的可靠性。

12.2 质量保证

12.2.1 监测的质量保证

分析测试方法采用国家或行业颁布的标准方法和最新版本的监测分析方法，并对分析测试仪器进行定期调整和检定，以确保分析结果的准确性和精密性。

监测样品在布点、采样、包装、保存和运输等各个环节必须遵守有关规定，以保证样品具有的代表性、完整性和可比性。

对试验室分析质量控制及其他仪器监测质量控制采取内部与外部控制相结合。内部控制主要通过对比试验、空白试验、校正曲线及平行样分析等来完成。外部控制通过与监测中心、科研院所检测中心或计量站之间的比对与检定来完成。

试验数据与原始记录不仅应如实可靠，同时应做到记录的格式、内容和术语的统一规范。监测数据及原始记录通过审查后均应归档保存。

所有从事监测的技术人员及分析测试人员应进行学习培训，取得合格后才能上岗。

12.2.2 设计、施工和竣工验收的质量保证

1）试验项目由有资质的设计单位承担，设计单位严格按照铀矿冶工程的设计规范和标准进行设计，并严格贯彻执行全面质量管理体系。

2）试验工程的施工由具有相应施工资质、有一定施工技术和经验的施工队伍严格按照施工规范进行，并接受主管部门、监理部门和地方环保部门的检查、监督和管理。

3）试验工程竣工后，严格按验收程序进行验收。

12.2.3 组织管理的质量保证

1）在质量保证活动中，严格的组织管理是一个重要因素。质量保证的组织机构、人员设置及其职责、权力都有明文规定。

2）执行质量保证计划的组织和人员有足够的权力和才能发现和鉴别质量，推荐和提供解决方法，并核查实施情况。

12.3 管理内容

12.3.1 监测计划实施

为保证监测工作正常有序地进行，公司现有的专职环保人员负责环境监测计划的组织领导工作，检查上述监测计划的实施；具体负责常规监测，总结分析监测数据，发现问题及时向主管领导汇报，并提出解决办法。

12.3.2 废物管理

由环保组对地浸试验产生的所有放射性废物(包括污染的设备、设施)按照有关规定组织有关人员进行集中贮存、统一监管，并制定出最终处置方案，确保不发生放射性废物污染事故。

13 后续环保措施

13.1 试验成功的环保措施

试验成功后，为了贯彻执行《放射性污染防治法》，使试验与正式投产过程中产生的“三废”能进行有效处置，保证铀矿冶生产的可持续发展，对其产生的“三废”将进行妥善处理：

（1）在正式投产前的可行性研究阶段及施工阶段，继续保持该试验点的生产，一方面可充分回收铀资源，另一方面通过井场运行保持抽大于注所形成的向井场中心的降落漏斗，控制浸出液范围避免其向井场外流散。同时保留所有环境保护设施。

（2）在正式投产后，拆除所有不需保留的污染设施及设备器材并去污用于正式生产的设施建设。清除污染土壤及各种固体废物，集中堆放处置。

（3）蒸发池用于正式生产时的蒸发池，如果因矿床地质而使正式生产场址发生明显变化，或其它技术经济原因而不能继续使用该蒸发池，将清理其底泥与上述的污染土壤及固体废物一起堆放处置。

（4）试验结束后，试验井场将纳入工程项目的采场退役计划，采取边生产边退役的原则，对退役采场进行地下水修复。

13.2 试验失败的环保措施

若试验失败，则在该试验井场浸出结束后，将立即进行地下水复原。对采场地表设施和蒸发池及周边环境进行全面污染调查，确定其是否受到污染及污染范围和程度。然而根据污染情况进行退役治理，并经环保主管部门进行验收。

14 结论和承诺

14.1 结论

14.1.1 概述

本项目为鄂尔多斯纳岭沟铀矿床地浸采铀现场扩大试验规模项目。建设地点位于鄂尔多斯市达拉特旗境内。项目总投资 2830.87 万元，其中环保投资额 245.01 万元，占总投资的 8.65%。

14.1.2 试验概况

扩大试验采区布置 30 组共计 79 个地浸钻孔（含原 6 组试验钻孔），7 个监测孔。钻孔布置后占地面积为 55918.77m^2。预计单孔抽液量 5～8m^3/h，浸出液平均铀浓度××mg/L，浸出液处理厂房平均处理能力 4700m^3/d。

14.1.3 工程布局合理性结论

该试验区附近人烟稀少，不存在环境敏感点。水冶厂与周边居民距里大于 300 米，布局选址较为合理。

14.1.4“三废”治理措施结论

该试验采取的环境保护措施主要有：（1）水冶厂房通过窗户、门和排风机进行通风换气，化验室通过排风机换气排风，废气排入大气稀释扩散。（2）钻井施工时修建泥浆池储存钻井泥浆，钻井结束后统一进行填埋、绿化；修建蒸发池储存试验期间抽大于注的吸附尾液和水冶厂车间的冲洗废水。蒸发池采取必要的防渗措施及设置渗漏监测装置。（3）浸出工艺吸附尾液循环利用，循环利用率达到 99%以上，树脂转型废水及其他工艺废水通过反渗透装置处理，淡水回用，浓缩水和其它废水排入蒸发池自然蒸发，不外排废水。（4）放射性固体废物残渣存放于蒸发池中，停产时将对残渣进行植被治理或退役治理。（5）对地浸钻孔、水冶槽罐设施、水冶厂地面、化验室地面等采

取跑冒滴漏渗防止措施。（6）采取抽液量大于注液量约 0.3%等溶浸剂范围控制措施。（7）布置合理的地下水检测孔并加强监测。这些环保措施可行。本项目的“三废”治理措施将污染程度和污染范围减少到最小，试验与环境治理同步进行。

14.1.5 环境现状评价结论

环境贯穿辐射剂量率、环境空气中的 ^{222}Rn 浓度、以及附近河流及居民井水和土壤中核素含量，均在允许范围或处于该地天然本底水平。

14.1.6 辐射环境影响预测结论

1）正常生产时的辐射环境影响

^{222}Rn 及其子体是该试验导致公众照射的主要照射途径，评价半径 20km 范围的集体有效剂量为 4.40×10^{-6} 人.Sv/a；正常生产期间气载途径所致最大地面氡浓度增量仅为 $7.98\times10^{-4}Bq/m^3$，出现在蒸发池中心 N 方位 0～1km 子区；考虑到有人子区，最大个人有效剂量为 $9.62\times10^{-9}Sv/a$，出现在蒸发池中心 ESE 方位 0～1km 子区，远小于个人有效剂量管理限值 0.1mSv/a。本项目对公众的辐射影响是可以接受的。

2）当地农牧民辐射环境影响分析

考虑到当地农牧民的流动性，假设当地农牧民每天在井场附近停留 1h、每年 180 天。井场附近的氡浓度采用纳岭沟铀矿床地浸采铀试验期间的监测数据，取其平均值 $13.3Bq/m^3$。其所受有效剂量为 5.84 μ Sv/a，小于剂量限值 0.1mSv/a。

3）地下水影响分析

本工程中对区内地下水环境影响较小。正常生产期间，污染源为连续面源。7 年后，在距离采场下游边界约 75m 处，已接近背景水平。

4）工作人员职业照射剂量分析

职业照射所致个人有效剂量不超过 4.69mSv/a，其中吸入氡及其子体所致个人有效剂量和 γ 外照射所致个人有效剂量分别不超过 3.50mSv/a 和

1.19mSv/a，未超过职业照射剂量管理限值。

14.1.7 蒸发池的环境影响结论

蒸发池池底、池壁做防渗漏处理，并在渗透层中安装渗漏检测装置以便及时发现渗漏，能够防止废水渗透而污染地下水。蒸发池周围堆砌土质围堰、砌筑排洪沟，防止雨（雪）水流入蒸发池。这些措施有力地消除了蒸发池对地下水环境的不良影响。蒸发池作为气态源项而对大气环境的影响相对较小。蒸发池停用后对固体废物废渣进行覆盖治理，并植树种草，废渣对环境的影响可得到有效控制。综上所述，蒸发池对环境的影响甚小。

14.1.8 工程可行性结论

通过对本试验工程的工艺特点、“三废”排放、所处地的环境现状、辐射环境影响等方面进行较全面的预测、分析和评价，可以得出如下结论：本试验工程在严格按设计方案实施建设、严格遵守“三同时”验收制度、严格执行“三废”治理措施、严格执行《铀矿冶辐射防护和环境保护规定》（GB23727-2009）的情况下，该工程选址是合理的、技术是可行的，符合环境保护的要求。

14.2 承诺

（1）初步确定本项目研究周期为 5 年，具体时间要依据试验前期准备情况及试验进程而定。当转入工业性生产时，必须重新做环境影响评价工作，并经环保部门审批。

（2）试验场地需要布置施工一些观测井，在地浸试验阶段，对井场范围内不同含水层及井场周围的含矿含水层进行监测观察。通过试验确定观测井的最佳位置和与溶浸范围的最佳距离；进一步完善源项数据，如浸出液中各核素的含量，蒸发池中废渣的有害成份和含量等。

（3）施工过程中，结合钻孔施工进度，进一步开展含矿含水层的背景监测，为地浸采铀生产过程中的污染控制和地浸采铀终产退役后的地下水修复

提供背景数据。

（4）生产期间加强监测与环保措施，严防环境污染事故发生；建立健全辐射防护与环境保护监测和管理队伍，以及相应的规章制度。“三废”处置将严格按国家有关规定，按工程设计及环评报告中提出的具体措施进行处置，并保护管理好地浸试验现场的设备、设施、废弃物、试验产品，保证这些物品不流失，不对周围环境造成污染。