密　　级	——
版　　次	A
本册编号	

新疆中核天山铀业有限公司蒙其古尔铀矿床原地浸出采铀扩建（二期）工程

环境影响报告书

新疆中核天山铀业有限公司

二〇一四年六月

密　　级	——
版　　次	A
本册编号	

新疆中核天山铀业有限公司蒙其古尔铀矿床原地浸出采铀扩建（二期）工程

环境影响报告书

新疆中核天山铀业有限公司



建设项目环境影响评价资质证书

机构名称：中核第四研究设计工程有限公司
住　　所：河北省石家庄市体育南大街261号
法定代表人：吴忠俭
证书等级：甲级
证书编号：国环评证甲　字第　1208　　号
有效期：至2016年1月16日
评价范围：环境影响报告书范围 — 甲级：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***

二〇一二年六月十五日

仅限蒙其古尔铀矿床地浸采铀工程环评使用

项目名称：新疆中核天山铀业有限公司蒙其古尔铀矿床原地浸出采铀扩建（二期）工程

评价机构：中核第四研究设计工程有限公司

法定代表人：吴忠俭

评价文件类型：环境影响报告书（核工业类）

经环境保护部环境影响评价工程师职业资格登记管理办公室审查，　　连国玺　　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：0008328

登记证编号：A10530150400

有效期限：2008 年 11 月 25 日至 2011 年 11 月 24 日

所在单位：中国核电工程有限公司

登记类别：化工石化医药类环境影响评价

中华人民共和国环境保护部

2008 年 11 月 25 日



再 次 登 记 记 录

时间	有效期限	签章
2012.02.02	延至2014 年 11 月 24 日	
	延至　　年　　月　　日	
	延至　　年　　月　　日	
	延至　　年　　月　　日	

变更登记记录

人员调动至中核第四研究设计工程有限公司，登记类别变更为核工业类环境影响评价，登记证编号变更为A1208 0011300。

2012 年 02 月 02 日

变更登记记录

年　　月　　日

变更登记记录

年　　月　　日

变更登记记录

年　　月　　日

新疆中核天山铀业有限公司蒙其古尔铀矿床原地浸出采铀扩建（二期）工程

环境影响报告书

职 责	姓名	登记证编号	签字
公司审核	刘晓超	A12080041300	
项目负责人	连国玺	A12080011300	

编写章节或内容	姓名	职称	岗位证号	签字
第 1、3、6、14 章	曹凤波	工程师	A12080111000	
第 7、10、11 章	张云涛	工程师	A12080006	
第 2、5 章	孙　娟	工程师	A12080011	
第 9、13 章	冀　东	工程师	A12080008	
第 4、12 章	何占飞	工程师	A12080009	
第 8 章	柏学凯	工程师	A12080023	
校核	杜　娟	工程师	A12080030400	
审核	连国玺	高　工	A12080011300	
审定	刘向国	研　高	A12080070400	

目　录

1　总论 1

1.1　建设项目基本情况 1

1.2　编制依据 1

1.3　评价标准 2

1.4　评价范围及子区划分 5

1.5　评价内容及重点 5

1.6　环境保护目标 5

1.7　本项目与已建工程的位置关系 5

2　评价区域环境概况 6

2.1　自然环境 6

2.2　社会环境 22

3　工程分析 25

3.1　已建工程概况 25

3.2　本项目与已建工程的关系 25

3.3　项目概况 26

3.4　项目主要建设内容 28

3.5　工艺流程 29

3.6　生产辅助设施及公用设施 31

3.7　主要污染物及治理措施 35

3.8　其它环境保护措施 39

4　环境现状调查与评价 42

4.1　调查目的 42

4.2　调查内容 42

4.3　监测质量保证 44

4.4　调查结果与分析 44

5 辐射环境影响预测与评价 46
5.1 污染源项 46
5.2 预测方案 46
5.3 生产期气态源项所致辐射环境影响 47
5.4 关停期气态源项所致辐射环境影响 49
5.5 叠加影响分析 50
6 地下水环境影响评价 51
6.1 井场溶浸液地下水环境影响评价 51
6.2 蒸发池地下水环境影响分析 62
7 非放射性环境影响分析 64
7.1 施工期环境影响分析 64
7.2 运行期环境影响分析 66
7.3 生态影响分析 69
8 事故环境影响分析 71
8.1 事故识别 71
8.2 最大可信事故确定 71
9 工作人员职业照射剂量分析 74
9.1 工作人员辐射危害因素分析 74
9.2 剂量管理目标值 74
9.3 工作人员年有效剂量估算 74
9.4 辐射防护措施 74
10 环境经济损益分析 76
10.1 概述 76
10.2 环境效益分析 76
10.3 社会效益分析 77
11 公众参与 79
11.1 公众参与的目的、作用 79
11.2 公众参与方案及实施 79

11.3 环评信息的发布 79
11.4 公众参与调查表 86
12 环境管理及监测计划 91
12.1 环境管理 91
12.2 监测计划及监测机构 93
12.3 采样及测量方法 95
12.4 监测机构及设备配置 96
12.5 监测质量保证 97
13 工程退役治理设想 100
13.1 退役原因与治理目的 100
13.2 设计、生产中有利于将来退役治理的措施 100
13.3 退役治理范围与退役方法 101
13.4 退役治理效果预测 103
14 结论与承诺 104
14.1 结论 104
14.2 承诺 109

1 总论

1.1 建设项目基本情况

1）项目名称：新疆中核天山铀业有限公司蒙其古尔铀矿床原地浸出采铀扩建（二期）工程。

2）建设单位：新疆中核天山铀业有限公司。

3）主管部门：中国核工业集团公司。

4）建设内容：井场、水冶厂、动力辅助区及生活区。

5）建设性质：本项目为蒙其古尔铀矿冶原地浸出采铀工程的扩建项目，属铀矿采冶行业，最终产品为铀化合物。

6）服务年限及工作制度

服务年限：共计 15a，其中建设期 3a，生产期 12a。生产期中达产期 1a，正常生产期 10a，减产期 1a。

工作制度：年工作 330d。

7）建设地点：新疆维吾尔自治区伊犁哈萨克自治州察布查尔锡伯自治县境内。

1.2 编制依据

1）《中华人民共和国环境保护法》1989 年 12 月 26 日；

2）《中华人民共和国放射性污染防治法》2003 年 10 月 1 日；

3）《中华人民共和国环境影响评价法》2003 年 9 月 1 日；

4）《建设项目环境保护管理条例》国务院（98）253 号令；

5）《环境影响评价技术导则 总纲》（HJ/T 2.1-2011）；

6）《环境影响评价技术导则 大气环境》（HJ 2.2-2008）；

7）《环境影响评价技术导则 地下水环境》（HJ 610-2011）；

8）《环境影响评价技术导则 地表水环境》（HJ/T 2.3-1993）；

9）《环境影响评价技术导则 声环境》（HJ/T 2.4-2009）；

10）《环境影响评价技术导则 生态影响》（HJ 19-2011）；

11）《建设项目环境风险评价技术导则》（HJ/T169-2004）；

12）《建设项目环境影响评价分类管理名录》2008 年 10 月 1 日；

13）《环境影响评价公众参与暂行办法》2006 年 2 月 14 日；

14）《新疆中核天山铀业有限公司蒙其古尔铀矿床原地浸出采铀扩建（二期）工程项目建议书》，中核第四研究设计工程有限公司，2014 年 3 月；

15）《辐射环境监测报告》（J-2013-55），新疆维吾尔自治区辐射环境监督站，2013 年 10 月 23 日；

16）《非放射性环境监测报告》（伊州环监字 2013-HP-040 号），伊犁哈萨克自治州环境监测站，2013 年 10 月 11 日；

17）环评委托书。

1.3 评价标准

1.3.1 评价采用的主要辐射标准及规范

1.3.1.1 主要辐射标准及规范

1）《电离辐射防护与辐射源安全基本标准》（GB18871-2002）；

2）《铀矿冶辐射防护和环境保护规定》（GB23727-2009）；

3）《铀矿冶辐射防护规定》（EJ993-2008）；

4）《铀矿冶辐射环境影响评价规定》（GB/T23728-2009）；

5）《铀矿冶辐射环境监测规定》（GB23726-2009）；

6）《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）；

7）《核工业铀矿冶工程设计规范》（GB50521-2009）；

8）《铀、钍矿冶放射性废物安全管理技术规定》（GB14585-1993）；

9）《食品中放射性物质限制浓度标准》（GB14882-1994）。

1.3.1.2 剂量控制指标

本项目辐射环境影响评价中采用的主要控制指标为：

1）根据《铀矿冶辐射防护和环境保护规定》（GB23727-2009）：铀矿冶企业实践所致的公众关键居民组成员所受的年平均剂量约束值不应超过 0.5mSv/a。本项目周围 20km 范围内存在三处铀矿冶设施，即 739 地浸采铀工

程、731 地浸采铀工程和蒙其古尔铀矿床原地浸出采铀已建工程。因此，考虑这三处铀矿冶设施和本项目的叠加影响后，公众剂量不应超过 0.5mSv/a，即确定区域公众剂量约束值为 0.5mSv/a。

2）根据《铀矿冶辐射防护和环境保护规定》（GB23727-2009），并考虑到原地浸出项目的特点，确定本项目职业照射年有效剂量管理目标值为 10mSv/a。

3）事故工况下，公众成员的最大个人剂量控制在 2mSv/次以下。

1.3.2 评价采用的主要非放标准及规范

1）环境质量标准

（1）《环境空气质量标准》（GB3095-1996）二级；

（2）《地表水环境质量标准》（GB3838-2002）III类；

（3）《地下水质量标准》（GB/T14848-1993）III类；

（4）《声环境质量标准》（GB3096-2008）3 类；

（5）《土壤环境质量标准》（GB15618-1995）二级标准。

2）污染物排放标准

（1）《锅炉大气污染物排放标准》（GB13271-2001）二类区 II 时段标准；

（2）《污水综合排放标准》（GB8978-1996）一级标准；

（3）《工业企业厂界环境噪声排放标准》（GB12348-2008）中 3 类；

（4）《建筑施工场界环境噪声排放标准》（GB12523-2011）。

非放评价采用的标准值见表 1-1。

表 1-1　　非放评价采用的标准值

类别	污染物名称		标　准　值	标　准　来　源
环境质量标准	大气	PM_{10}	日均浓度：0.15 mg/m^3	《环境空气质量标准》GB3095-1996 中二级标准
		SO_2	1 小时平均浓度：0.50 mg/m^3	
	地下水	pH	6.5~8.5	《地下水质量标准》（GB/T 14848-1993）中Ⅲ类标准
		As	0.05 mg/L	
		Cd	0.01 mg/L	
		Fe	0.3 mg/L	
		Cr^{6+}	0.05 mg/L	
		Hg	0.001 mg/L	
		Pb	0.05 mg/L	
		Zn	1.0 mg/L	
		Mn	0.1 mg/L	
		溶解性总固体	1000 mg/L	
		氯化物	250 mg/L	
		氟化物	1.0 mg/L	
		硫酸盐	250 mg/L	
	噪声	昼 间	65dB（A）	《声环境质量标准》（GB3096-2008）中 3 类
		夜 间	55dB（A）	
排放标准	废气	烟尘	自然通风锅炉：120mg/m^3 其它锅炉：200 mg/m^3	《锅炉大气污染物综合排放标准》（GB13271-2001）二类区Ⅱ时段
		SO_2	900mg/m^3	
	废水	pH	6~9	《污水综合排放标准》（GB8978-1996）一级标准
		COD	100 mg/L	
		BOD_5	20 mg/L	
		SS	70 mg/L	
		氨氮	15 mg/L	
	噪声	昼 间	65dB（A）	《工业企业厂界环境噪声排放标准》（GB12348-2008）中 3 类
		夜 间	55dB（A）	

1.4 评价范围及子区划分

根据《铀矿冶辐射环境影响评价规定》（GB/T23728-2009），本项目评价范围为以最大源项井场集液池为中心，半径 20km 的地域范围。子区划分方法为以集液池为圆心，以 1、2、3、5、10、20km 为半径画 6 个同心圆，与圆心角 22.5°的 16 个方位相交划分扇形区，共 96 个评价子区。

1.5 评价内容及重点

本次评价主要内容：工程分析、环境现状调查与评价、辐射环境影响评价、地下水环境影响评价、非放射性环境影响分析、事故环境影响分析、工作人员职业照射剂量分析、环境经济损益分析、公众参与、环境管理及监测计划、工程退役治理设想、结论与承诺等。

评价重点为工程分析、环境现状调查与评价、辐射环境影响评价、地下水环境影响评价、事故环境影响评价。

1.6 环境保护目标

根据工程性质和周围环境特征，确定本次环境评价的大气环境保护目标为项目评价范围内居民点的大气环境；水环境保护对象为厂址区域及周围的浅层地下水及含矿含水层地下水；声环境保护对象为场界外 200m。

1.7 本项目与已建工程的位置关系

本项目是在已建工程的基础上，对蒙其古尔铀矿床蕴含的铀资源进行进一步扩大开采。其中，井场和蒸发池在已建工程井场和蒸发池附近扩建，利用已建工程的部分水冶厂、动力辅助区和生活区设施，仅对不足部分进行填平补齐。两工程所开采的矿资源均属蒙其古尔铀矿床。已建工程开采的范围为 P0～P31 线控制的矿块；本次扩建工程开采的范围为 P31～P55 线控制的矿块。

2 评价区域环境概况

2.1 自然环境

2.1.1 地理位置及交通

蒙其古尔铀矿床扩建工程位于新疆维吾尔自治区伊犁哈萨克自治州察布查尔锡伯自治县境内。矿区与察布查尔锡伯自治县县城和伊宁市有伊-昭公路（伊宁-昭苏）相通，区内交通较为便利。本项目地理位置见图 2-1。



图 2-1　　本项目地理位置图

2.1.2 地形地貌

蒙其古尔铀矿床扩建工程位于察布查尔山北坡缓倾斜山前斜坡带上，地势南高北低，南部为丘陵区，地形标高一般为 1200m～1500m，北部为冲积平原，地势切割较强烈，地形标高一般为 900 m～1100m，矿区内地形较为复杂，地形坡度 5°～20°。区域内地表被第四系地层覆盖，覆盖厚度一般为 10m～40m，矿区为大面积的戈壁滩，零星生长着劣质草。区域地形地貌见图 2-2。



图 2-2　蒙其古尔铀矿床地形地貌图

2.1.3 地质与地震

2.1.3.1 矿床地质

蒙其古尔铀矿床总体位于伊犁盆地南缘斜坡带东段构造相对活动区内，属于次级构造单元扎基斯坦向斜东南翼的组成部分，该向斜整体上呈东、西、南三面翘起，向北东方向敞开的屉状向斜构造形态，向斜的轴部位于扎吉斯坦河河谷地段，倾向 45°～48°，倾角 6°～8°。

1）地层

矿床内盆地盖层除缺失三叠系外，沉积体系发育总体较完善，矿区内地层自下而上发育侏罗系、白垩系、古近系（新近系）和第四系。矿体分布于中下侏罗统水西沟群的三工河组和西山窑组。

下侏罗统三工河组（J_1S）自下而上分为三工河组下段（J_1S_1）和三工河组上段（J_1S_2）。其中，三工河组下段（J_1S_1）厚度约 6.80m～21.60m，三工河组上段（J_1S_2）厚度约 9m～28m。三工河组砂体总体发育稳定，赋存有较好的铀矿化。

中侏罗统西山窑组（J_2X）自下而上分为西山窑组下段（J_2X_1）、西山窑组中段（J_2X_2）和西山窑组上段（J_2X_3）。其中，西山窑组下段（J_2X_1）厚度 50m～

75m，含矿砂体为下段砂体，多数由 2～3 个主砂体组成，总体发育且连续性好；西山窑组中段（J_2X_2）厚度 12.60m～56.60m；西山窑组上段（J_2X_3）厚度 20.60m～116.00m，目前仅在下层砂体中发现较好的工业铀矿化。

本矿床所在区域地层综合柱状图见图 2-3。

2）构造

该地区主要的断裂构造为 F_1、F_2、F_3 等断裂及由 F_3 断裂次生的近东西向的 F_4 和 F_5 断裂。其中，F_1 断裂位于矿区东南部，总体呈北东向，倾向南东；F_2 断裂为 F_1 断裂分支，位于矿区西南部，走向北东—北北东，倾向南东；F_3 断裂为扎吉斯坦河断裂，位于矿区西北部，断裂北西盘上升，南东盘下降，断层对蒙其古尔地区地下水动力条件和层间氧化带的发育有分割控制作用；F_4、F_5 断裂位于矿区北部，为两条和 F_3 断层相交的次级断层组成的断层组。

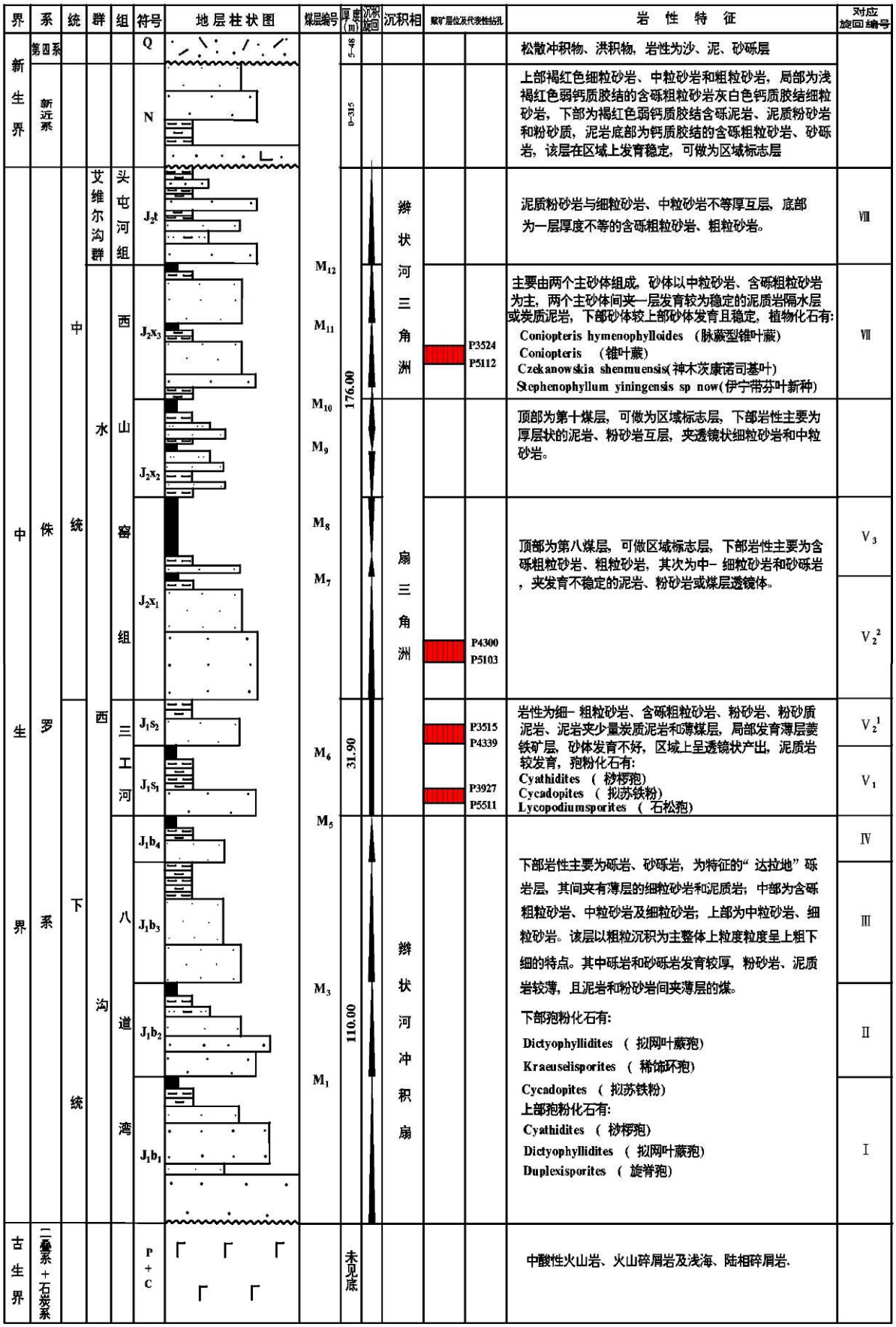


图 2-3　　本矿床所在区域地层综合柱状图

2.1.3.2 矿体地质

1）矿体特征

蒙其古尔扩建工程铀矿床 P31～P55 线工揭露四层工业铀矿化，属典型的多层位矿化可地浸砂岩型铀矿床，铀矿体分别赋存于三工河组下段（J_1S_1）和上段（J_1S_2）、西山窑组下段（J_2X_1）和上段（J_2X_3）四个层位的层间砂体中，工业铀矿体中以三工河组下段铀矿体最为稳定连续，西山窑组下段铀矿体平面展布面积最大，西山窑组上段和三工河组上段铀矿化规模最小。因此，本项目开采的矿体主要为三工河组下段（J_1S_1）和西山窑组下段（J_2X_1）。

三工河组下段（J_1S_1）铀矿体稳定连续，沿倾向矿体长度大于 1200m，沿走向宽度 60m～303m，矿体宽度在 P35 和 P39 线加大，厚度为 0.50m～14.05m，平均厚度为 5.01m，矿体倾向总体为北东向，表现为中部平缓、西部和东部略陡的产出特征，埋深为 518.75m～666.55m，由西南向东北逐渐加深。

西山窑组下段（J_2X_1）南部矿体呈条带状展布，矿体长 150m～1000m，宽 63m～269m，矿体规模较小；北部矿体主要由卷头部位矿体组成，长约 700m，宽 67m～228m，矿体规模较大；矿体厚度为 0.70m～13.00m，平均厚度 4.08m；矿体倾向总体为北东向，埋深 441.40m～603.05m，由西南向东北埋深逐渐加大。

2）矿石物质、化学成分

（1）矿石物质成分

矿石主要由碎屑、杂基和胶结物组成。碎屑有石英、岩屑、钾长石、黄铁矿、云母和炭屑等；杂基以高岭石为主，另外还包括伊利石、伊/蒙混层、蒙皂石和陆源杂基等；胶结物有碳酸盐和少量铁质、硅质等。

P31～P55 线高品位矿石中铀主要以铀矿物的形式存在，主要铀矿物为沥青铀矿，其次为水硅铀矿、钛铀矿；低品位矿石中铀大部分以分散吸附形式存在，主要分布在填隙粘土及矿物微裂隙面上。极少量以类质同象形式存在，常见的含铀矿物为锆石、独居石、磷灰石和金红石。

（2）矿石物理机械性质

矿石以不等粒砂状结构和块状构造为主，少数呈现等粒结构和以平行层理及小型沙纹层理为主的层理构造特征，矿石密度为 1.74g/cm^3。

（3）矿石化学成分

矿石的主要成分为 SiO_2，矿石均属于高铝硅酸盐型矿石。由三工河组下段向上至西山窑组上段，SiO_2 含量逐渐减少；而西山窑组上段矿石和围岩中的 Al_2O_3、Fe_2O_3、FeO、MgO、K_2O、Na_2O 含量较三工河组下段、三工河组上段和西山窑组下段均有不同程度的增高。

P31～P55 线详查范围内矿石的自然类型为典型的层间氧化带砂岩型，含矿主岩和矿石均为高铝硅酸盐型碎屑岩，矿石工业类型为富铝硅酸盐型可地浸铀矿石。三工河组下段（J_1S_1）和西山窑组下段（J_2X_1）矿石化学成分分析一览表见表 2-1。

表 2-1　　矿石化学成分分析表　　（%）

层位	样品	SiO_2	Al_2O_3	Fe_2O_3	FeO	CaO	MgO	Na_2O	K_2O	MnO	P_2O_5	TiO_2
J_1S_1	矿石平均值	86.01	4.81	0.80	0.50	1.26	0.51	0.12	1.83	0.03	0.06	0.15
	含矿主岩平均值	87.19	5.66	0.50	0.58	1.54	0.29	0.15	1.36	0.02	0.05	0.21
J_2X_1	矿石平均值	84.84	7.19	0.46	0.36	0.92	0.40	0.16	2.24	0.05	0.05	0.31
	含矿主岩平均值	86.12	7.58	0.44	0.54	0.54	0.24	0.09	1.9	0.01	0.03	0.22

2.1.3.3 地震

蒙其古尔铀矿床所在区域位于天山地震带，震中沿天山地槽自古生代褶皱回升，经过中生代、新生代的强断裂运动，形成一套复杂的块断山系，故形成盆地和山岭，南面察布查尔山、乌孙山、贴木里克山均由地震活动形成。

根据国家地震局的《中国地震动参数区划图》（GB18306-2001），评价区域地震烈度为Ⅶ度。历史上没有发生过中等以上地震，有记载的仅为一些轻微的地震。

2.1.4 水文及洪水

2.1.4.1 水文

蒙其古尔矿区内较大的水系为近南北向切割的扎基斯坦河，扎基斯坦河发源于察布查尔山，向北汇入伊犁河。

伊犁河属中亚细亚内陆河，是新疆境内第一条大河，它从我国境内流入哈萨克斯坦共和国内的巴尔喀什湖，其水系分布于全伊犁地区。伊犁河大部

分汇水面积在我国境内，从特克斯河起源至巴尔喀什湖长 1439km，其中我国境内长 488km，流域面积为 57466.75km^2，因受地形地貌、山系走向和山地坡向制约，伊犁河干流一般呈东西向，支流多呈南北向。

根据《察布查尔锡伯自治县志》（2007 年），扎基斯坦河河谷宽约 2km，切割深度 50m～80m，全长 60km，河水年平均流量为 3.83m^3/s，水质好，是当地农、牧民饮用水及灌溉用水的主要水源，河水流量在春季溶雪期和夏季降雨期较大，最大为 10.47m^3/s，冬季减至 0.32m^3/s；矿区南部分布有蒙其古尔沟的西部、中部和东部三条季节性河流，其年平均流量远小于扎基斯坦河，另外在扎基斯坦河两岸还发育一些小的季节性水系。

2.1.4.2 洪水

蒙其古尔铀矿床生产区及生活区均选在地势平坦的高处，其中水冶厂场地标高为 1310~1314m，井场标高 1350~1470m 之间。北侧扎基斯坦河河床高程约为 1210m，低于水冶厂和井场 100m 以上，因此，本项目生产设施不会受到扎基斯坦河洪水的影响，且区域内年降水量较少，发生洪水的可能性较小。

为了防止山坡溶雪水对水冶厂的影响，在水冶厂靠近山坡一侧修建截洪沟，设计标准为 50a 一遇，将山坡溶水截留、排至厂区外。

2.1.5 水文地质

2.1.5.1 矿区水文地质特征

1）地下水类型

蒙其古尔矿区处于低山丘陵侏罗系褶皱带层间承压水水文地质亚区内。地下水类型有第四系潜水、古近系层间承压水、白垩系层间承压水和侏罗系中下统水西沟群层间承压水。沟谷地段的第四系潜水富水性较好，浅井水位埋深 5～10m，地下水多以泉的形式出露在深大沟谷和现代水系切割地段及断裂带两侧，流量不大。

2）地下水动力条件

（1）补给条件

①扎基斯坦河水与地下水的补给关系

蒙其古尔矿区地下水主要来源为矿区西南部扎基斯坦河上游的入渗水，

入渗补给量为 9656.69m^3/d，由于侏罗系含水层渗透性能小于第四系含水层，因此补给区第四系潜水无法完全入渗补给侏罗系地下水，漏失的河水则转化为第四系潜水向下游径流。侏罗系“地下露头”面积约 752000m^2，属于开启型水动力窗口，侏罗系地下水的补给高度为 1320～1450m。

②构造与地下水的补给关系

矿区内断裂构造发育较多，有整体上走向为北东向的 F_1、F_2 和 F_3 断裂及由 F_3 断裂次生的近东西向的 F_4 和 F_5 断裂。其中，F_1、F_2 和 F_3 均为阻水断裂，使矿区成为一个相对独立的水文地质单元。此外，F_1 断裂由于发生错断而形成构造破碎带，使侏罗系含水层露头直接出露地表，出露面积约为 360000m^2，为开启程度较好的入渗窗口。

构造破碎带附近分布有蒙其古尔沟的西部、中部和东部三条季节性支流，在矿区内自西向东排列，沟谷走向为近南北向，其中对侏罗系补给较大的为中部沟溪，它与 F_1 断裂在矿区东部偏南处相交，入渗补给量可达 288.84m^3/d，补给高度 1322～1452m。

（2）径流条件

矿区内地下水径流区位于 F_1 和 F_3 两条阻水断裂之间，侏罗系地层呈 3°～9°向北东方向缓倾，主要补给源为矿区西南部的扎基斯坦河，因此径流区地下水的主要流向为北东向；此外在构造破碎带附近，地下水接受蒙其古尔沟的补给，地下水流场发生变化，局部地段水流方向为近北西向，但由构造破碎带入渗的补给量不大，对矿区内地下水的整体流向影响不大。

两条断层所辖的范围内，中部流速大，而近断层处受断层影响，地下水流速相对较小。整体上矿区的水力坡度为 0.02，导水系数 0.47m^2/d～42.78m^2/d，水位埋深一般在 50.28m～110.26m 之间。

（3）排泄条件

矿区内冲沟较发育，冲沟切割地表呈“V、U”字形，局部地段切穿白垩系表现为深切谷。其中，在扎基斯坦河的三级阶地上，沿 F_3 断裂有白垩系的排泄泉出露，因此白垩系含水层在区内存在局部排泄源。

3）矿区地下水化学特征

矿区承压水水化学特征在平面上具有明显的水化学成分分带性，从南西

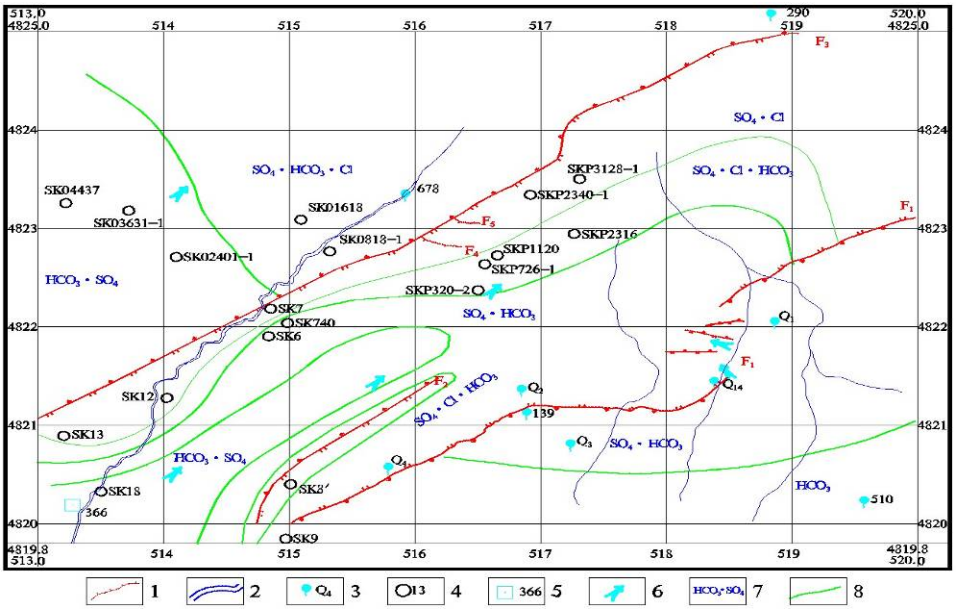
向北东可分为四个带。蒙其古尔矿区地下水水化学图见图 2-4 所示。

① $HCO_3 \cdot SO_4$ 型水带：矿化度为 0.71g/L，水温 7.5℃，pH 为 7.6。

② $SO_4 \cdot HCO_3$ 型水带：矿化度为 0.33～1.26g/L，水温 11.0℃～20.5℃，pH 为 6.5～8.4。

③ $SO_4 \cdot Cl \cdot HCO_3$ 型水带：矿化度 0.51g/L，水温 16.0℃，pH 为 7.6。

④ $SO_4 \cdot Cl$ 型水带：矿化度 0.64～1.41g/L，水温 10.0℃～16.0℃，pH 为 7.61～7.64。



1.断层；2.河流及季节性溪流；3.泉及编号；4.水文孔及编号；5.水井及编号；6.地下水流向；7.水化学类型；8.水化学类型分界线

图 2-4　蒙其古尔矿区地下水水化学图

2.1.5.2 矿床水文地质特征

1）水文地质结构

蒙其古尔铀矿床各含水层砂体厚度适中，一般介于 10.0m～20.0m 之间，矿化围岩成分主要为长石和石英，易溶矿物及碳酸盐含量较小，矿化围岩耐酸、碱性强，含水层岩石颗粒成分均一，分选性中等－差，结构疏松，孔隙度为 25.30%～32.70%，含矿砂体透水性好。

2）含水岩组的划分及特征

蒙其古尔铀矿床地表被第四系地层大面积覆盖于下伏地层之上，侏罗系呈多旋回的泥-砂-泥互层结构。按含水岩性组合和埋藏特征，自下而上可划分为侏罗系水西沟群八道湾组（J_1b）、侏罗系三工河组（J_1s）、侏罗系西山窑组

（J_2x）、头屯河组（J_2t）和新近系（N）及上部的第四系潜水含水岩组（Q）。

侏罗系三工河组（J_1s）和侏罗系西山窑组（J_2x）为该矿床的主要产矿层。其中 J_1s 可细分为 J_1s_1 和 J_1s_2 两个含水层；J_2x 含水层组厚度较大，可细分为 $J_2x_1^1$、$J_2x_1^2$、J_2x_2、$J_2x_3^1$ 和 $J_2x_3^2$ 五个含水层。

（1）侏罗系八道湾组（J_1b）

该含水层组位于第五煤层以下，含水层由四层砂岩层组成，含水层总厚度为 68.40～93.00m，东厚西薄，以中、粗砂岩，含砾粗砂岩及砂砾岩为主，并夹有细砂岩透镜体；单位涌水量 0.0785L/s·m，渗透系数 0.30m/d，地下水埋深为高出地表 50.28m，承压性强，水头高度达 319.78m，水位标高 1419.63m；地下水中 SO_4^{2-}离子含量大于 300mg/L，水温 20.5℃，矿化度 0.74g/L，pH 值为 7.5，水质类型为 SO_4·HCO_3-Ca·Na 型。

（2）侏罗系三工河组（J_1s）

该含水岩组可分为三工河组上段（J_1s_1）、三工河组下段（J_1s_2）两个亚层；含水岩性以粗砂岩、砂砾岩为主，泥质胶结，疏松，透水性较好；含水层厚度平均值为 18.66m，稳定性较好；其中，三工河组下段（J_1S_1）是本项目开采的矿体，因此 J_1S_1 含水岩组是本次评价的主要含矿含水层，将在下节详细叙述。

（3）侏罗系西山窑组（J_2x）

分为 $J_2x_1^1$、$J_2x_1^2$、J_2x_2、$J_2x_3^1$ 和 $J_2x_3^2$ 五个亚层。$J_2x_1^2$ 含水层厚度变化较大，厚度为 3.0～6.2m，局部地段较厚，达 20.4m，无矿化显示；J_2x_2 含水层多为透镜状，含水层沿走向和倾向连续性差，地下水流动不通畅，成矿作用差；$J_2x_3^2$ 含水层砂体厚度变化大，由两层主砂体组成，但其间的隔水层发育不稳定，存在水力联系，可合并为一个含水层，含水层厚度为 0.5～29.4m，透水性差；其中，西山窑组下段（J_2X_1）是本项目开采的矿体，因此 $J_2x_1^1$ 含水层为本次评价的主要含矿含水层，将在下节详细叙述。

（4）头屯河组组（J_2t）

该含水岩组位于十二煤层与新近系底板之间，含水砂体厚 2.6～24.4m，总体上南厚北薄，向北有尖灭的趋势；含水岩性为中粒砂岩和细粒砂岩，泥质含量较高，透水性较差；地下水水位埋深 59.75～78.65m，单位涌水量

0.0001～0.01*l*/s·m，渗透系数 0.0024～0.11m/d，承压水头高度为 11.35～18.25m，水质类型为 SO_4·Cl-Na·Ca、HCO_3·SO_4-Ca·Mg 型；矿化度 0.38g/L，pH 值为 7.30；顶、底板隔水层由泥岩、泥质粉砂岩组成，稳定性较好。

（5）新近系（N）

该含水岩组与上覆第四系地层不整合接触，含水层岩性主要为褐红色中砂岩、细砂岩，泥质含量较高，透水性中等，该含水层地下水承压性较好，扎基斯坦河下游存在自流的现象，水量较为丰富，单井涌水量为0.22～1.74L/s，区内局部地段表现为透水不含水的特征，水质类型为 CO_3·Cl-Na·Ca 型。

（6）第四系潜水含水岩组（Q）

该含水岩组厚度受地形控制，在扎基斯坦河阶地较发育；第四系潜水层厚度一般 12.0～60.4m，含水岩性为砂、砾石层，河沟谷地段赋存孔隙潜水，水量较为丰富，山间第四系表现为透水不含水的特征；单位涌水量 0.74～3.26*l*/s·m，渗透性良好，渗透系数 11.20～106.38m/d。

蒙其古尔铀矿床水文地质综合柱状图见图 2-5。

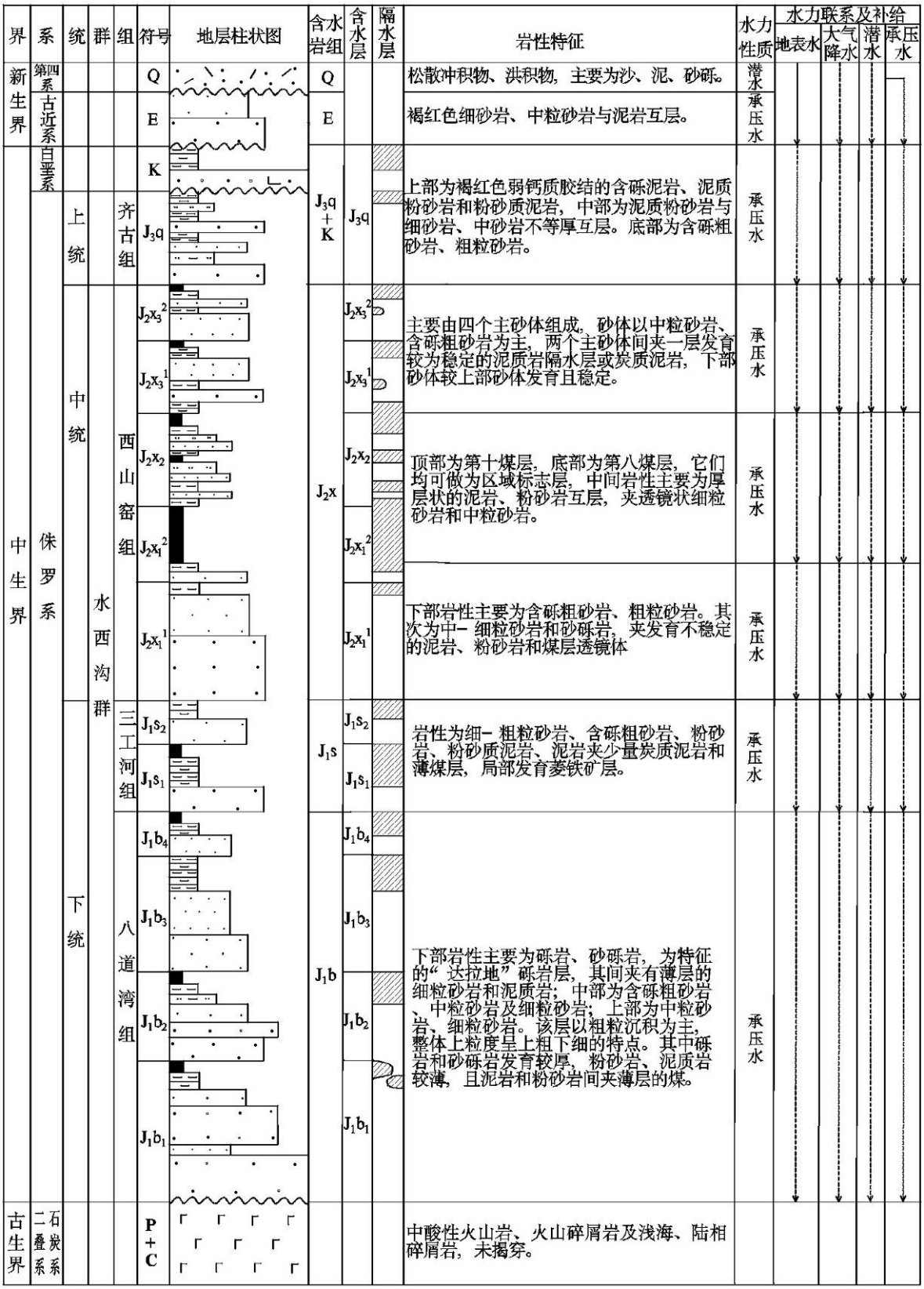


图 2-5　　蒙其古尔铀矿床水文地质综合柱状图

3）含矿含水层特征

本次评价的主要含矿含水层为三工河组下段（J_1s_1）含水层和西山窑组下段（$J_2x_1^1$）含水层。各含矿含水层特征如下：

（1）含矿含水层结构及稳定性

①三工河组下段（J_1s_1）含矿含水层由粗砂岩、砂砾岩组成，其次为含砾粗砂岩、中砂岩，以中粒结构和粗粒结构为主，物质成分以石英和火山岩岩屑为主，含有少量的长石及云母，胶结物以粘土质为主，局部地段发育薄层钙质胶结的砂砾岩，孔隙式胶结为其主要胶结方式。含水层厚度为 5.50～21.80m，平均 11.74m，变化系数 46.07%。

三工河组下段含矿含水层的隔水层底板由泥岩、粉砂岩和煤层等组成，厚度较大，一般为 5.02～18.20m，平均 8.11m，变化系数为 48.94%，分布非常稳定；而隔水层顶板一般厚度为 0.70～9.65m，平均 2.98m，变化系数为 75.73%。

②西山窑组下段（$J_2x_1^1$）含矿含水层砂体厚度在 10.00～38.80m 之间，平均为 27.34m，含水层由南西向北东渐变厚。岩性主要为粗砂岩、含砾粗砂岩，分选性较好，次棱角－次圆状，以石英、岩屑为主，长石次之，孔隙式泥质胶结，岩石固结较为疏松。

西山窑组下段底板隔水层与三工河组上段顶板隔水层为同一岩层；西山窑组下段含矿含水层顶板隔水层岩性主要为泥岩、粉砂质泥岩、粉砂岩，厚度 16.60～42.80m，平均 32.19m，变化系数 19.71%，分布较稳定，隔水性较好。

（2）含矿含水层水动力特征

①三工河组下段（J_1s_1）含水层地下水水量丰富，单位涌水量为 0.010～0.038L/s·m，储水系数为 3.19×10^{-4}～5.34×10^{-4}；地下水水位埋深较大，一般为 34.78～83.50m；地下水承压性较好，承压水头高度 489.82～548.10m，压力传导系数为 1.76×10^{4}～$6.06\times10^{4}m^2/d$；渗透系数一般为 0.32～0.37m/d，导水系数 3.12～$4.88m^2/d$。

②西山窑组下段（$J_2x_1^1$）含水层地下水水量充沛，单位涌水量 0.008～0.038L/s·m；水位埋深为 10.76～41.27m；承压水头高度在 416.96～474.73m，

水头值自西南往北东逐渐增大，压力传导系数为 3.00×10^4～$3.33\times10^4 m^2/d$；渗透系数一般为 0.08～0.23m/d，在 F_2 和 F_3 断裂处渗透系数较小；导水系数 1.40～$4.26m^2/d$。

（3）含矿含水层水文地球化学特征

三工河组下段（J_1s_1）含水层地下水为中性淡水，物理性质为无色、无味、透明，水质类型为 SO_4·Cl-Na·Ca 和 SO_4·HCO_3·Cl-Ca·Na·Mg 型。

西山窑组下段（$J_2x_1^1$）含矿含水层地下水水质类型主要为 SO_4·HCO_3-Ca·Na 和 HCO_3·SO_4·Cl-Ca·Na 型。

2.1.6 气候与气象

2.1.6.1 气候概况

蒙其古尔铀矿床所在区域位于欧亚大陆中心，远离海洋，属大陆性温带和干旱气候，气温变化剧烈，冬夏季长而春秋季短，四季分明。根据《察布查尔锡伯自治县志》（2007 年），该区多年平均气温 8.3℃，夏季气温 22.6～23.5℃，极端最高气温 39.5℃，冬季平均气温为-9.4℃，极端最低气温为-43.2℃，最大冻土深度为 1.2m。多年平均降雨量 270mm，春季较多、秋冬较少；多年平均蒸发量 2500mm。全年无霜期平均为 146d，最长 177d，最短 130d。风频最大的风向为东风，平均风速 2.5m/s，最大风速 40m/s。

2.1.6.2 气象数据统计

本次大气辐射环境影响评估所需的气象资料包括常规地面气象观测资料和高空气象探测资料。地面和高空气象数据分别来自伊犁哈萨克自治州伊宁市地面和高空气象站，该站站点编号 51431，地理坐标 81.33°E、43.95°N，海拔高度为 664m，与矿床距离直线距离约 44km。伊宁市气象站所在地与矿区同处伊犁河谷洪积冲积平原上，周围地势开阔无阻挡，地形、地势和地貌接近，气象特征类似。

根据伊宁市气象站 2010 年~2012 年地面气象数据，项目所在区域全年温度、风速的月平均变化情况见表 2-2 和图 2-6；季小时平均风速的日变化情况见表 2-3；各季和全年各风向风频玫瑰见图 2-7。

从伊宁市气象站 2010 年~2012 年地面气象观测数据可以看到，当地全年

平均温度 9.76℃，平均风速 1.56m/s，ENE 和 E 方位全年风频之和为 31.38%，是当地主导风向。本次气象数据预处理时采用的地表参数见表 2-4。

表 2-2　　温度、风速的月平均变化值

月份	1 月	2 月	3 月	4 月	5 月	6 月
温度(°C)	-9.38	-5.45	3.33	15.14	18.6	22.75
风速/(m/s)	1.13	1.32	1.83	1.93	1.89	1.89
月份	7 月	8 月	9 月	10 月	11 月	12 月
温度(°C)	24.01	22.9	17.86	10.52	2.55	-6.4
风速/(m/s)	1.71	1.58	1.48	1.31	1.35	1.23

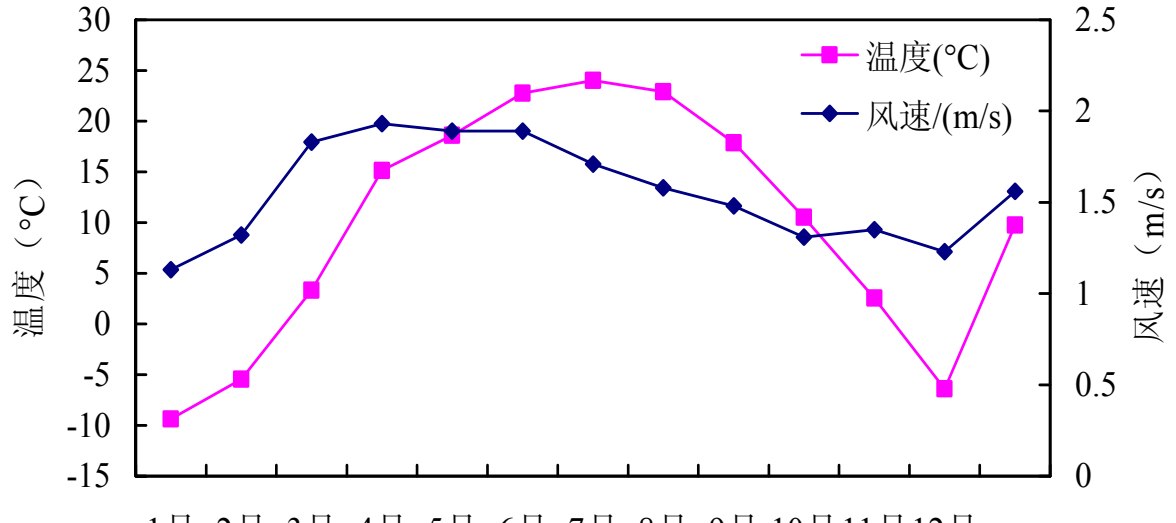
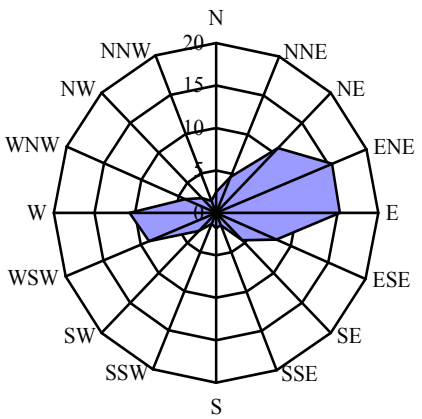


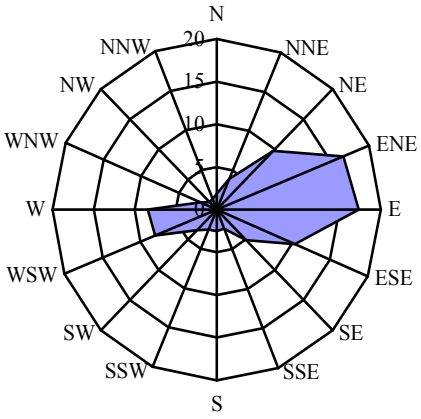
图 2-6　温度、风速的月平均变化情况

表 2-3　　季小时平均风速的日变化情况　　单位：m/s

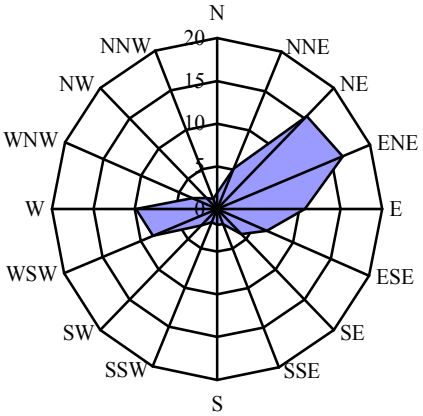
小时/h	0	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11
春季	1.71	1.65	1.49	1.45	1.4	1.36	1.38	1.36	1.29	1.42	1.8	2.27
夏季	1.41	1.46	1.31	1.33	1.26	1.2	1.2	1.14	1.23	1.43	1.79	2.17
秋季	1.15	1.15	1.12	1.11	1.13	1.07	0.99	0.99	0.96	0.99	1.12	1.51
冬季	1.1	1.11	1.1	1.14	1.09	1.11	1.04	1.03	1.01	1.02	1.03	1.06
小时/h	12	13	14	15	16	17	18	19	20	21	22	23
春季	2.39	2.37	2.41	2.43	2.45	2.53	2.5	2.34	2.2	1.74	1.6	1.66
夏季	2.19	2.24	2.17	2.14	2.24	2.29	2.37	2.2	1.91	1.7	1.51	1.55
秋季	1.86	1.88	1.97	1.9	1.87	1.88	1.84	1.55	1.3	1.25	1.3	1.25
冬季	1.15	1.41	1.57	1.6	1.61	1.56	1.52	1.41	1.28	1.21	1.15	1.14



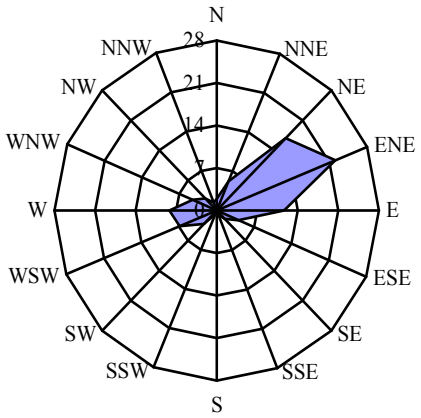
春季，静风3.31%



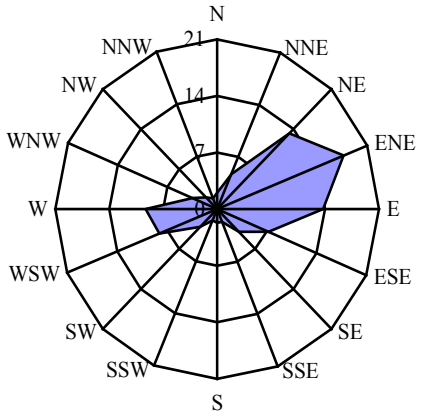
夏季，静风3.08%



秋季，静风7.08%



冬季，静风7.33%



全年，静风5.19%

图 2-7　各季及全年风向玫瑰图

表 2-4　　气象预处理地表参数取值

季节	反照率	BOWEN 率	地表粗糙度（m）
春季	0.3	5	0.3
夏季	0.28	6	0.3
秋季	0.28	10	0.3
冬季	0.45	10	0.15

2.1.7 自然资源

察布查尔锡伯自治县矿产资源丰富，已发现的矿产资源主要分布在县境南山一带，有煤、铀、金、铜、铅、锌、锰等。区域内主要含有煤矿资源，主要赋存于中生界侏罗系中下统含煤地层，埋深相对较浅，基本处于本矿床以上 100~200m 左右。

森林是该县重要的生态植物资源，主要树种有新疆云杉、雪山云杉、山杨、山柳、山楂、花楸、忍冬、野苹果、山杏等。次生林树种较为丰富，共有 18 科 60 余种，主要有沙枣、沙棘、河柳等。野生药用植物资源丰富，有贝母、紫草、大黄、防风、白芷、雪莲、甘草、红花等。本项目所在区域为大面积的戈壁滩，零星生长着劣质草，区内无珍稀动植物分布。

2.1.8 自然灾害

该区域自然灾害除了地震外，主要有大风、干旱、寒流、冰雹、霜冻、低温以及虫害等。

区域附近主要以大风、干旱、霜冻为主。大风主要发生在 4～10 月，区内以偏西风为主，最大风速可达 40m/s；干旱为大气干旱，长期无雨、河流水量锐减，近些年较为严重；霜冻往往由寒流引起，多为平流辐射霜，该区域 11 月中旬开始封冻，翌年 3 月初解冻，最大冻土深度为 1.2m。

2.2 社会环境

2.2.1 社会经济

根据《察布查尔锡伯自治县 2012 年国民经济和社会发展统计公报》，2012 年末，察布查尔锡伯自治县总人口数 19.43 万人，比上年增加 0.14 万人，其中地方人口 16.39 万人，比上年增加 0.11 万人。

2012 年，全县实现生产总值 327208 万元，比上年增长 22.8%，其中：第一产业增加值 154853 万元，增长 9.6%；第二产业增加值 87613 万元，增长 56.1%；第三产业增加值 85742 元，增长 14.3%。

农林牧渔业生产长足发展。全县完成农林牧渔业总产值 20.0 亿元。其中：农业产值 13.31 亿元，林业产值 0.38 亿元，牧业产值 5.94 亿元，渔业产值 579

万元，农林牧渔服务业产值 3303 万元。

工业生产较快发展。全年完成工业增加值 4.10 亿元。比上年增长 105.6%，其中规模以上工业实现增加值 3.79 亿元，增长 113.7%。

全县完成固定资产投资 66 亿元。其中：城镇投资 54.9 亿元，农村投资 10.38 亿元，房地产开发投资 7597 万元。

2.2.2 人口分布

评价区域半径 20km 范围内总人口为 48558 人，人口密度 39 人/km^2。评价区域内各年龄组的人口比例约为：幼儿 9.2%，少年 26.4%，成人 64.4%。人口自然增长率为 1.25%。20km 评价范围内人口分布见表 2-5。

表 2-5　　本项目 20km 范围内各子区人口分布（2012 年）

半径	年龄组	N	NNE	NE	ENE	E	ESE	SE	SSE	S	SSW	SW	WSW	W	WNW	NW	NNW
0~1km	幼儿	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
	少年	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
	成人	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
1~2km	幼儿	304	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	361
	少年	881	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1140
	成人	2194	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	2136
2~3km	幼儿	388	0	0	0	54	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
	少年	1097	0	0	0	148	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
	成人	1808	0	0	0	381	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
3~5km	幼儿	365	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
	少年	1159	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
	成人	2171	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
5~10km	幼儿	0	0	0	628	133	0	0	0	0	0	46	0	12	0	9	0
	少年	0	0	0	1817	384	0	0	0	0	0	133	0	33	0	27	0
	成人	0	0	0	4543	962	0	0	0	0	0	333	0	76	0	67	0
10~20km	幼儿	0	541	0	178	450	0	0	0	0	0	206	0	906	0	0	0
	少年	0	1571	0	517	1299	0	0	0	0	0	610	0	2622	0	0	0
	成人	0	3928	0	1292	3246	0	0	0	0	0	856	0	6544	0	0	0

3 工程分析

3.1 已建工程概况

新疆中核天山铀业有限公司蒙其古尔铀矿床原地浸出采铀工程于2012年7月取得国防科工局立项批复（科工计〔2012〕860号），于2012年9月取得了环保部对环评的批复（环审〔2012〕258 号）。目前，蒙其古尔铀矿床原地浸出采铀工程正在建设过程中，预计2016年进行竣工验收，本项目是在已建工程的基础上，对蒙其古尔铀矿床蕴含的铀资源进行进一步扩大开采。已建工程概况如下：

蒙其古尔铀矿床地浸采铀工程位于新疆维吾尔自治区伊犁哈萨克自治州察布查尔锡伯自治县境内，位于本次扩建工程的西南侧；其建设内容包括井场、水冶厂、动力辅助区及生活区等四部分；已建工程服务年限共计20a，其中建设期4a，生产期16a，生产期中达产期2a，正常生产期12a，减产期2a。

已建工程开采范围为蒙其古尔铀矿床 P0～P31 线控制的矿块，开采的矿体主要分布在三工河组下段（J_1s_1）、三工河组上段（J_1s_2）、西山窑组下段（J_2x_1）和西山窑组上段（J_2x_3）等地层的铀矿体。

已建工程井型采用五点型，共设置17个采区，钻孔1351个，监测孔100个。

已建工程井场工艺采用 CO_2+O_2 中性浸出工艺；浸出液处理工艺流程采用浸出液—过滤—离子交换吸附—淋洗、转型、反冲—沉淀—压滤洗涤—铀化合物。

3.2 本项目与已建工程的关系

本项目是在已建工程的基础上，对蒙其古尔铀矿床进行扩建。两工程所开采的矿资源均属蒙其古尔铀矿床。已建工程开采的范围为 P0～P31 线控制的矿块；本次扩建工程开采的范围为P31～P55线控制的矿块。

其中，井场和蒸发池临近已建工程扩建。水冶厂区中，本项目在已建工程水冶厂房的基础上扩建，且共用已建工程厂房的配电室、控制室等；利用

已建工程建设的化工原料库、生产资料库、机修间、中心化验室及生活污水处理设施等，仅新建盐酸库和固体废物库。动力辅助区中利用已建工程建设的35kV变电站、锅炉设施等，仅在原变电站建筑物中增设变压器。生活区中利用已建工程建设的淋浴室、洗衣房、办公楼、生活污水处理设施等，仅新建职工宿舍和车库。

3.3 项目概况

3.3.1 项目名称

新疆中核天山铀业有限公司蒙其古尔铀矿床原地浸出采铀扩建（二期）工程。

3.3.2 建设单位

新疆中核天山铀业有限公司。

3.3.3 建设地点

本项目位于新疆维吾尔自治区伊犁哈萨克自治州察布查尔锡伯自治县境内。

3.3.4 建设内容

建设内容包括井场、水冶厂、动力辅助区及生活区等四部分。主要建设内容见表3-1。

表3-1　本项目建设内容一览表

序号	项目	建设内容
1	井场	注液孔、抽液孔、监测孔、集液池及泵房、配液池及泵房、缓冲池及二次泵房、集控室、液氧及液态二氧化碳站、井场地表管网等。
2	水冶厂	浸出液处理厂房（含空压机房、产品库）、盐酸库、固体废物库、蒸发池等。
3	动力辅助区	35kV变电站（新增1台6300kVA变压器）、动力辅助区车库及高位水池等。
4	生活区	职工宿舍。

3.3.5 开采方式

本项目为原地浸出采铀工程，采用CO_2+O_2的中性浸出工艺，井型采用五

点型井网布置。

3.3.6 服务年限及工作制度

服务年限：共计 15a，其中建设期 3a，生产期 12a。生产期中达产期 1a，正常生产期 10a，减产期 1a。

工作制度：年工作 330d。

3.3.7 地质资源和开采方式

3.3.7.1 地质资源

蒙其古尔铀矿床（510 矿床）是新疆五一九队于上世纪五十年代发现的，2005～2007 年核工业二一六大队一分队在该矿床 P0～P55 线开展了铀矿普查工作，提交了《新疆察布查尔县蒙其古尔铀矿床 P0～P55 线普查地质报告》。2010～2012 年二一六大队在矿床 P31～P55 线间开展了铀矿详查工作，2012 年提交了《新疆察布查尔县蒙其古尔铀矿床 P31～P55 线详查地质报告》，对蒙其古尔铀矿床 P31～P55 线的详细勘察表明:蒙其古尔铀矿床资源/储量基本可靠；矿床范围内构造简单，为呈北东向展布的单斜构造，且铀矿体赋存于面状产出的层间砂体中，铀矿体产出范围内没有断裂活动迹象，有利于地浸采矿。

3.3.7.2 开采范围

本项目开采范围为蒙其古尔铀矿床 P31～P55 线控制的矿块，开采的矿体主要分布在三工河组下段（J_1s_1）和西山窑组下段（J_2x_1）等地层的铀矿体。

3.3.8 开采方式

蒙其古尔铀矿床扩建工程的开采方式为原地浸出采铀，整个开采区划分为两个采段：首采区和备采区。每个采段由若干个采区组成，每个采区中布置若干生产钻孔。在项目基建期，首先进行首采区中各采区生产钻孔的施工，钻孔施工完毕后开始投入生产；在首采区正常生产的同时，为了保持生产能力的稳定，每年继续施工一定数量的生产钻孔，并根据采区生产能力和生产钻孔浸出程度，每年投入运行一批生产钻孔，并退役一批生产钻孔，如此循环，直至整个开采区域内的矿体开采完毕。

本项目首采区开采范围为 P31～P43 号线控制的铀矿块区域，备采区开采范围为 P43~P55 号线控制的铀矿块区域。

3.3.9 井型的确定

根据蒙其古尔铀矿床扩建工程开采矿块的范围和形态，矿体厚度及矿化均匀稳定、岩性变化较小、各个层位渗透性较均一等特点，经比较分析，蒙其古尔铀矿床扩建工程采用五点型井型。

3.4 项目主要建设内容

本项目主要建设内容为井场、水冶厂、动力辅助区及生活区等四部分。项目建设内容见表 3-2。

表 3-2　　项目建设内容一览表

类别	项目	建设内容指标
井场	钻孔工程	本项目首采区共布置 8 个分采区，共布置生产钻孔 601 个，监测孔 36 个。
	集控室	每个采区建一个集控室，轻钢结构，混凝土地面。集控室设置抽液孔系统，负责将控制井场抽液孔中的浸出液和注液孔的溶浸液的流量，并将溶浸液分配至分采区的各个注液钻孔。
	集液池及泵房	分采区集控室出来的浸出液通过集液总管道自流入集液池。集液池设在水冶厂南侧。集液池为地下水池，轻钢顶盖，钢筋混凝土池壁，内衬玻璃钢。集液池中浸出液经澄清后通过地形高差自流输送到水冶厂。
	配液池及泵房	水冶厂吸附尾液自流至配液池。配液池设在水冶厂旁边的低洼处。配液池为地下水池，轻钢顶盖，钢筋混凝土池壁，内衬玻璃钢。
	事故处理池	为了收集抽注液管道意外破裂产生的放射性废水，在跨河沟输液管道桁架的下游低洼处设事故池一处，钢筋混凝土结构。
	气体站	在井场道路附近建设 3 个气体站。布置氧气罐和二氧化碳罐。气体罐采用露天布置，罐区周围用矮墙栏杆封闭。
水冶厂	浸出液处理厂房	用于井场浸出液的处理。建筑结构为一层（局部二层）钢筋混凝土框排架结构。
	盐酸库	贮存生产所需要的盐酸。
	固体废物库	轻钢结构，主要存放生产中废弃滤布以及更换后的管道管件等。
	机修间	轻钢结构，主要负责矿区井场和水冶厂的机械、电气设备、叉车等维修工作。

类别	项目	建设内容指标
	蒸发池	共建蒸发池 6 座，蒸发池为梯形断面，边坡 1：1.5，池深 1.2m，四周围堤顶部宽 1.5m。蒸发池底部及边坡铺设 HDPE 土工膜（膜厚 1.5mm，双面加糙）进行防渗，土工膜上部铺设 0.5m 厚回填土作为保护层。另外，蒸发池防渗层下铺设检漏光纤，防止蒸发池的泄漏污染区域地下水。
动力辅助区	35kV 变电站	矿区 35kV 变电站建筑物已在已建工程建成，本项目在原有建筑物中设主变 1×6300kVA　35/10kV，与已建工程最终形成规模为一回 35kV 进线，主变 2×6300kVA　35/10kV，35kV、10kV 均按单母线分段接线。
	动力辅助区车库	在动力辅助区新建车库，轻钢结构，。
	高位水池	在动力辅助区南侧新建高位水池，为地下封闭钢筋混凝土水池，有顶板。
生活区	职工宿舍	二层砌体结构。
	生活区车库	单层砌体结构。

3.5 工艺流程

3.5.1 井场工艺

蒙其古尔扩建工程铀矿床 P31～P55 线铀矿体与已建工程 P0～P31 线铀矿体相比，除矿体埋深略有增大外，其它的开采技术条件基本与已建工程一致，因此本项目井场工艺采用与已建工程相同的工艺，即 CO_2+O_2 中性浸出工艺。

3.5.1.1 浸出原理

1）浸出反应方程式

本项目浸出工艺为中性浸出，溶浸剂为 CO_2 +O_2。在一定压力下，CO_2 易于溶解，在水中有较大的溶解度，溶解在水中的 CO_2 在中性环境和 O_2 的氧化作用下，将矿石中的四价铀氧化成后六价铀酰离子，在水动力的驱动下由提升井提至地表，主要反应方程式如下：

$$CO_2 + H_2O \rightarrow H_2CO_3$$

$$H_2CO_3 \rightarrow H^+ + HCO_3^-$$

$$CO_2 + CaCO_3 + H_2O \rightarrow Ca^{2+} + 2HCO_3^-$$

$$CO_2 + MgCO_3 + H_2O \rightarrow Mg^{2+} + 2HCO_3^-$$

$4FeS_2+15O_2+2H_2O \rightarrow 4Fe^{3+}+8SO_4^{2-}+4H^+$

$HCO_3^- \rightarrow H^+ + CO_3^{2-}$

$2UO_2 + O_2 \rightarrow 2UO_3$

$UO_3 + 2HCO_3^- \rightarrow [UO_2(CO_3)_2]^{2-} + H_2O$

$[UO_2(CO_3)_2]^{2-} + HCO_3^- \rightarrow [UO_2(CO_3)_3]^{4-} + H^+$

2）浸出工艺的特点

（1）设备和材料的防腐性能要求低

CO_2+O_2 浸出过程中 pH 基本处于中性附近，浸出过程中不添加任何的酸性或碱性物质。因此这种浸出工艺在溶浸液的输送、提升、贮存、处理等过程中所需的材料和设备的防腐性能均无特殊要求，在一定程度上减少了项目的投资和故障的发生率。

（2）节约试剂，不引入其它污染物，浸出液杂质少

该浸出工艺生产过程中主要添加物质为 CO_2、O_2，无需添加其它氧化剂或酸性试剂，抽出地表的浸出液基本无额外污染物的产生。另外，在中性浸出矿石的过程中，该工艺仅对矿石中的铀敏感，对其它重金属浸出率极小，大大减少了浸出液中的杂质含量，有利于后续离子交换树脂吸附的进行。

（3）地下水影响小，容易恢复

由于该浸出工艺对非铀物质的浸出率极小，因此工艺本身对于地下水的干扰和影响程度较小，地下水的水化学条件变化不大。即使发生少量溶浸液的流散，其对含矿含水层中物质的溶浸能力和溶浸量也十分有限，地下水受污染的程度相比酸性浸出工艺要小得多，地下水治理和恢复也较为容易，治理代价小。

（4）浸出过程易发生碳酸钙结垢堵塞

由于采用了中性的浸出体系，溶浸液中的 CO_2 和 O_2 在地下水中生成 CO_3^{2-} 离子，CO_3^{2-} 离子与 Ca^{2+}、Mg^{2+} 等阳离子发生反应会生成 $CaCO_3$、$MgCO_3$ 等沉淀，使注液孔逐渐发生堵塞，注液量逐渐减少。为了保持注液孔有效的工作，需要对注液孔进行反复洗井，洗井过程中会产生一定量的洗井废水，由移动式环保洗孔工作站处理。

3.5.1.2 工艺流程

原地浸出采铀井场工艺过程为溶浸液通过注液管道输送到注液钻孔，注入地下矿层中，溶浸液在液压驱动下沿矿层渗流，选择性地氧化和溶解矿石中的铀，形成含铀溶液即浸出液，浸出液再汇集到抽液钻孔，由提升设备抽出至地表，通过井场集液管道输送到集液池，即完成了井场矿体的原地浸出过程。集液池中的浸出液通过泵送入水冶厂提取铀，尾液返回配液池，在添加了溶浸液后再注入矿层中，实现铀的循环浸出和原地浸出采铀整个工艺全过程。

3.5.2 浸出液处理工艺

浸出液处理工艺流程为浸出液—过滤—吸附—饱和树脂淋洗—合格液酸化—沉淀—压滤等工序，最终得到铀化合物。

首先，井场抽出的浸出液进入过滤工序去除悬浮泥沙；然后送至离子交换塔进行树脂吸附，吸附尾液大部分返回配液池，少部分用于配制转型液，剩余部分泵入蒸发池，吸附饱和树脂则进入淋洗工序；吸附饱和树脂淋洗后的贫树脂作为转型剂进行转型，转型尾液部分返回配制淋洗剂和转型剂，多余部分排至蒸发池，转型后的贫树脂则返回吸附工序重新进行树脂吸附；淋洗合格液则进入酸化、沉淀、压滤工序，得到铀化合物装入产品桶；酸化、沉淀、压滤工序产生的沉淀母液、压滤机滤液及洗涤液等工艺废水均自流至澄清槽进行澄清，澄清后废水一部分直接返回配制淋洗剂，剩余部分自流至水冶厂回收蒸发池，蒸发浓缩后全部回用于水冶工艺生产。

3.6 生产辅助设施及公用设施

3.6.1 生产辅助设施

本项目是在已建工程的基础上，对蒙其古尔铀矿床蕴含的铀资源进行进一步扩大开采，因此本项目建设中考虑利用已建工程的部分生产辅助设施，仅对不足部分进行填平补齐。

其中，本项目新建的生产辅助设施包括盐酸库、固体废物库、蒸发池、动力辅助区车库以及在已建工程建设的 35kV 变电站中新增 1×6300kVA 变压

器；而化工原料库、生产资料库、机修间、中心化验室及生活污水处理设施、35kV 变电站、锅炉房、换热站、淋浴室以及洗衣房等均利用原有设施。

3.6.2 公用工程设施

3.6.2.1 给排水设施

1）给水设施

本项目在扎吉斯坦河中已建工程水源地新增一座汲水井，并利用已建工程建设的集水池、输水管线及水泵房，为本项目的生产运行提供生产用水。

（1）水源

本项目在扎吉斯坦河岸已建工程水源地新打管井 1 眼，与已建工程 2 眼管井共用，2 用 1 备，管井内设潜水电泵利用已建工程输水管道加压输水至动力辅助区高位水池，取水及输水能力满足已建、扩建工程总用水需要。

（2）给水系统

本项目水冶厂及动力辅助区用水采用高位水池重力流供水。本项目新建的高位水池在已建工程建设的高位水池西侧贴建， 经消毒处理后供水冶厂和动力辅助区的用水。

高位水池为一座 300m^3 的清水池，储存消防用水 162m^3，事故用水量 62m^3，其余为生产、生活调节水量。厂区配水管网将水由高位水池送到各用水点。消毒剂采用二氧化氯，设一台 H908-50 型复合二氧化氯发生器，产氯量 50g/h，N=0.50kW，现场生产二氧化氯进行消毒，投加到高位水池。二氧化氯用量为 0.1～2.0mg/L，根据出水的余氯进行自动控制。消毒设备用水设加压水泵 2 台，1 用 1 备，直接室外给水管道内吸水。二氧化氯发生器、加压泵设在供水设施间内。

2）排水设施

本项目排水系统为分流制，生活污水、生产废水和雨水各自独立排放。

（1）雨水

本项目位于新疆伊宁地区，区域干旱少雨，年降雨量仅为 270mm，雨水采用边沟排水。

（2）放射性废水

放射性排水主要为工艺废水，污水总量为 79.13m^3/d。放射性废水经收集后排入蒸发池，自然蒸发。

（3）非放射性排水

本项目生产过程中非放射性排水主要为职业生活污水，污水产生量约为 31.00m^3/d，经地埋式一体化污水处理设施处理后，用于厂区洒水和绿地。

3.6.2.2 供电设施

本项目供电利用已建工程建设的供电设施，在已建工程建设的 35kV 变电站中新增一台 6300kVA 的变压器，以满足本项目的用电需求。

1）电源

该项目外部电源拟采用 35kV 架空线路，引自矿床西部的伊昭 35kV 变电站，供电距离约 10km。

在距水冶厂区和生活区约 0.8km，距井场约 1.7km 处设一座矿区 35kV 变电站，该变电站建筑物已在已建工程建设。其中，已建工程设主变 1×6300kVA 35/10kV，扩建工程拟设主变 1×6300kVA 35/10kV，，最终设计规模为一回 35kV 进线，主变 2×6300kVA 35/10kV，35kV、10kV 均按单母线分段接线，满足本项目用电需求。

2）用电负荷

本项目集液泵、配液泵和井场抽液泵以及生产和生活水源、锅炉房辅助设施内的主要用电设备，产品库安全防范系统用电设备为二级负荷，其它均为三级负荷。

本项目用电设备电压等级除配液泵为 10kV、集液泵为 0.66kV 外，其它均为～220/380V。10kV 侧用电设备总安装容量 4671kW，工作容量 3954kW；二级负荷用电设备总安装容量 4048kW，工作容量 3367kW。

3.6.2.3 供暖设施

本项目采暖所需热媒来自已建工程建设的供暖设施，本项目不再新建。

本项目总采暖面积约 4700m^2，总采暖热负荷约 370kW。其中，冬季采暖与淋浴用水来自已建工程建设的 2 台 2.8MW 的燃煤热水锅炉（一用一备），采暖热媒采用 85/60℃的热水，可同时满足已建工程和本项目冬季（约 143d）

采暖及淋浴用水的需要。

另外，其它季节（约 222d）的淋浴用水来自已建工程建设的 1 台 0.23MW 的淋浴锅炉，采暖热媒采用 85/60℃的热水，可同时满足已建工程和本项目其它季节淋浴用水的需要。

其中，已建工程和本项目同时投产使用时，2 台 2.8MW 的采暖锅炉（一用一备）的耗煤量为 0.502t/h，年耗煤量为 1723t；1 台 0.23MW 的沐浴锅炉耗煤量为 0.02t/h，年耗煤量为 107t。

3.6.3 工程自动化控制

工程自动化控制的应用，大大减少了现场操作人员数量、减轻操作人员劳动强度、提高工作效率、提高金属回收率，增强生产安全、稳定运行的可靠性。

3.6.3.1 工程自动化控制原则

1）对生产过程中使用的主要物料的各种参数进行在线检测，在控制室进行集中监视、记录和远程控制；

2）在参数超过允许值会危害到生产和安全的环节，采用联锁控制和自动报警；

3）对于劳动强大较大、工作环境恶劣的环节，通过计算机控制系统与现场仪表的配合，尽量实现工艺过程的自动控制。

3.6.3.2 自动化水平及控制方案

本项目主工艺流程复杂，控制点数量多，现场操作频繁，因此工程选用自动化水平较高、技术成熟、应用广泛的 DCS 系统（集散控制系统）完成对全厂工艺过程的自动监视和自动控制，实现厂级集中管理和各工段分散控制的有效结合。全厂 DCS 系统由水冶厂主站和井场分站两部分组成，水冶厂主站设于浸出液处理厂房控制室（与已建工程共用），井场分站设于井场。主要的工艺过程检测控制内容如下：

1）井场集控室抽、注液流量检测、显示、记录、累计、调节。

2）配液池和泵房液位、流量、压力检测、显示、调节等。

3）浸出液处理厂房液位、流量、pH 值、铀浓度、压力检测、显示、累

计、记录、调节等。

4）盐酸库液位检测、显示、超限报警。

5）蒸发池渗漏检测、报警、记录等。

通过井场和水冶厂自动化控制，大大提高了生产过程中的控制水平和劳动生产率，联锁及报警的自动化控制，减少了环境污染事故的发生概率，提高了厂区环境风险的防范水平和本质安全性。

3.6.3.3 总图运输工程

1）运输方式

本项目原辅材料及产品的厂外及厂内运输均采用汽车运输。

2）运输道路

本项目修筑 2km 的井场道路，路基宽 6.0m，路面宽 4.0m，局部采用 4cm 砂砾磨耗层，20cm 泥结碎砾石面层，30cm 混铺块碎石基层。

3）本项目新增 2 辆产品运输车和 1 辆交通客车。

3.7 主要污染物及治理措施

3.7.1 废气

3.7.1.1 集液池

浸出液自抽液孔抽出时，挟带和溶解了大量的 ^{222}Rn 气体，经抽液支管输送到集液池后，^{222}Rn 气体释放于大气。本项目生产过程中集液池年排放 ^{222}Rn 量约为 $6.64\times10^{13}Bq/a$。

3.7.1.2 蒸发池

蒸发池中废气的来源主要有两部分：一是废液蒸发时，其中溶解的 ^{222}Rn 随之挥发，析出一定量的 ^{222}Rn；二是在蒸发池干涸状态下，其干滩面中遗留的放射性固体残渣表面析出的 ^{222}Rn。按照生产阶段的不同，蒸发池可分为生产期和关停期退役前等两个阶段。

根据计算，生产期蒸发池尾液蒸发释放的 ^{222}Rn 量为 $1.02\times10^{10}Bq/a$；关停期（关停第二年），蒸发池 ^{222}Rn 释放量为 $2.67\times10^{11}Bq/a$。

3.7.1.3 锅炉房

本项目利用已建工程配备的 2 台 2.8MW 的采暖锅炉和 1 台 0.23MW 的淋浴锅炉供热。采暖锅炉和淋浴锅炉均为燃煤热水锅炉，锅炉燃煤时产生的烟气中主要污染物为烟尘和 SO_2。

其中，2 台 2.8MW 的采暖锅炉共用一套湿式脱硫除尘装置，其除尘效率为 95%，脱硫效率为 70%，处理后的烟尘排放浓度为 75mg/m^3，SO_2 的排放浓度为 463mg/m^3，烟气量为 4210m^3/h，经处理后的烟气经高 40m 钢制烟囱（φ1000）高空达标排放。

沐浴锅炉燃煤选用优质低硫煤，并在煤中加入适量的固硫剂控制 SO_2 的产生。沐浴锅炉烟气中的烟尘排放浓度为 58mg/m^3，SO_2 的排放浓度为 378mg/m^3。采用自然排烟方式，烟气经 15m（φ250）钢制烟囱自然排放。

锅炉外排烟气均满足《锅炉大气污染物排放标准》（GB13271-2001）二类区 II 时段标准，烟尘≤200mg/m^3（自然排放锅炉为 120mg/m^3），SO_2≤900mg/m^3。

3.7.1.4 厂房废气

本项目新建的浸出液处理厂房和盐酸库等在生产和运行过程中产生的放射性气溶胶、酸雾等，产生量较小。采取全面通风措施后，由烟囱（高出周边 50m 范围内最高建筑物 3m）排入环境，经大气扩散稀释后，对环境影响较小。

3.7.2 废水

3.7.2.1 工艺废水

本项目工艺废水产生量共计 79.13 m^3/d，废水不外排，输送至蒸发池蒸发处理，蒸发池年需处理废液量约为 26113m^3/a。本项目新建 6 座蒸发池，单个蒸发池池长 57m、宽 45m、深 1.2m，池壁坡度 1:1.5，总容积为 18468m^3，总蒸发面积为 15390m^2。蒸发池底部铺设防渗层，蒸发池之间通过分配管道和阀门控制进入蒸发池的废水量，蒸发池之间设连通管。蒸发池防渗层下设置检漏设施，防止蒸发池的泄漏污染区域地下水。

3.7.2.2 洗井废水

生产过程中，钻孔在工作一段时间后由于杂质的累积可能导致注液量明

显下降，因此需要对钻孔采取反复的机械洗井工作，并产生一定的洗井废水。洗井废水采用移动式环保洗孔工作站处理。

3.7.2.3 生活废水

1）废水的产生

本项目非放射性废水主要为生活区及水冶厂职工生活污水，总产生量为31.00m^3/d。其中，生活区生活废水产生量为 11.34m^3/d，水冶厂生活废水产生量为 19.66m^3/d。废水中主要污染物为 COD、SS 及氨氮，其中污染物浓度分别约为 300mg/L、100mg/L、40mg/L。

2）废水处理措施

生活区生活废水和水冶厂生活废水分别排入已建工程的生活区生活污水处理设施和水冶厂生活污水处理设施，本项目不再新建。

其中，生活区生活污水处理设施为地埋式一体化污水处理设施，处理工艺为三级接触氧化法、化学除磷法，处理规模为 48m^3/d；已建工程生活区废水排放量为 34.02m^3/d，本项目生活污水排放量为 11.34m^3/d，共计 45.36 m^3/d。因此，已建工程生活污水处理设施可接收本项目产生的生活污水。

水冶厂生活污水处理设施为地埋式一体化污水处理设施，处理工艺为 A/O 法除氮、化学除磷法，处理规模为 180m^3/d；已建工程水冶厂生活废水排放量为 70.61m^3/d，本项目水冶厂生活废水排放量为 19.66m^3/d，共计 90.27 m^3/d。因此，已建工程水冶厂生活污水处理设施可接收本项目水冶厂产生的非放射性废水。

地埋式一体化污水处理设施均为成套设备，处理效果稳定，处理后的废水可达到《污水综合排放标准》（GB8978-1996）一级标准，用于厂区和生活区的绿化，不外排。由于项目非放射性废水产生量不大，且项目所在区域蒸发量较大，绿化喷洒水不会形成漫流流出厂外，因此不会对项目周边的水环境产生影响。

3.7.3 固体废物

3.7.3.1 钻井泥浆

1）泥浆产生量及含矿段泥浆放射性水平

本项目生产过程中抽液井、注液井及监测井的施工过程中会产生一定量的钻井泥浆。按照本项目含矿层平均品位计算，抽液井产生的放射性泥浆中 $U_{天然}$水平约较低，可豁免。注液井和监测井计算方法和结果与抽液井相同。

3.7.3.2 浸出液处理残渣和洗井废渣

本项目生产过程中浸出液过滤过程中产生少量的残渣、环保洗孔工作站处理洗井废水时产生少量的废渣，均为放射性固体废物，生产期产生量约为 5.4t，统一运至水冶厂蒸发池堆存，待退役时一并处理。

3.7.3.3 蒸发池残渣

蒸发池残渣是蒸发池蒸发放射性废水后遗留在池底的固体废渣，其中放射性核素来源主要为废水中核素残留、浸出液处理残渣和洗井废渣。残渣放射性水平相当于铀矿冶行业表外废石中的铀含量水平，蒸发池残渣经处理后不会对周围环境产生明显的影响。

3.7.3.4 废旧管道、设备

本项目生产过程中检修会产生一定量的废旧管道、阀门、水泵、过滤器等放射性固体废物，年产生量约为 3.5t/a。对于产生的上述废旧金属，经简单去污后暂存于固体废物库，待退役时统一处理。

3.7.3.5 锅炉灰渣

动力辅助区锅炉燃煤产生锅炉灰渣，产生量约为 486t/a（含已建工程）。锅炉灰渣部分用于厂区道路的铺设，其余的外运综合利用、不外排。

3.7.3.6 生活垃圾

本项目产生的生活垃圾约为 13.2t/a，生活垃圾集中存放、定期处理。

3.7.4 噪声

本项目噪声源主要为井场和水冶厂的空压机、潜水泵、离心泵、风机等，单机噪声源强均小于 90dB（A）。

对于噪声的防治，各种设备均选用低噪声环保设备，对风机、水泵及空压机等均采取了有效的隔声、减震措施。噪声源强经处理后在厂界可以达到《工业企业厂界环境噪声排放标准》（GB12348-2008）中 3 类标准，即昼间

≤65dB（A），夜间≤55dB（A）。

3.8 其它环境保护措施

3.8.1 厂区防洪

为了防止周围山丘溶雪水对水冶厂尤其是蒸发池产生影响，蒙其古尔已建工程建设时在水冶厂靠近山坡的一侧，设置截洪沟截除上游坡面汇水，截洪沟防洪设计标准为 50a 一遇洪水。

3.8.2 防止跑冒滴漏的措施

1）集液池、配液池和事故处理池等均为钢筋混凝土结构，采用内衬环氧玻璃钢防腐、防渗；集控室、集液池泵房、配液泵房、浸出液处理厂房均为混凝土地面，可起到有效的防渗漏作用。

2）为防止井口溶液的泄漏，在抽注液孔周围修建水泥槽，使钻孔与周围土壤环境隔离。一旦发现泄漏，随时关闭抽注液孔的阀门，同时维修人员立即进行维修；

3）采用潜水泵将浸出液由地下抽出，经抽液支管将浸出液汇集至集控室，计量后汇集到集液主管，再通过集液主管自流到集液总管道，然后自流到集液池。潜水泵提升浸出液的过程中，比较平缓无剧烈搅动，浸出液的传输均在封闭系统内进行，避免了氡气的释放及浸出液的泄漏。浸出液从集控室到集液池采用自流无压力输送，减小了跑冒滴漏发生的可能。

4）管道、阀门及仪表全部选用高质量、易连接的产品，在管道安装完成后进行压力试验，确保管道无泄漏。

5）集液池、配液池容积均有足够的裕度且设有液位自动检测、报警及联锁控制装置，可有效避免液体的溢出；蒸发池底敷设防渗层及检漏装置，可有效防止蒸发池的渗漏。

6）生产中值班人员昼夜巡视，发现跑冒滴漏立即报告，及时找出原因并加以解决。

7）抽液管道、注液管道等均设有流量和压力的自动检测、报警装置，一旦出现泄漏，可及时发现并修复。

8）抽注液管管道采用填埋方式铺设，埋深在当地冻土层以下 1.2m 处，裸露处采用外保温处理，防止管道冻裂。

3.8.3 防止钻孔泄漏的措施

本项目抽注液孔的深度达 550m 以上，为了防止溶浸液和浸出液抽注过程中泄漏对其它含水层地下水产生影响，本项目采取了如下措施：

1）抽注液管选用优质的 PVC 管，PVC 管直接与井下潜水泵连接，抽注液在抽注液管中流动，除非发生抽注液管破裂，否则不会发生废水泄漏；由于抽注液管流量均在自动化系统的监控下，一旦发生管道破裂，可及时发现、补救。

2）抽注液管位于钻孔套管内，套管材质为 PVC，套管与套管用管箍连接，为封闭结构，是防止抽注液管泄漏后废水进入其它含水层的另一道防御。

3）为了固定套管同时防止污染，在套管与抽注液孔之间的孔隙采用密封技术，可对废水实现阻隔。

通过以上多重防御系统，抽注液孔在运行过程中对其它含水层地下水产生污染的可能非常小。

3.8.4 井场施工环保措施

1）在井场钻孔施工的过程中，集中挖掘泥浆池，以保证泥浆不向外溢，集中掩埋。

2）认真检查每根井管的质量状况，确定每个井管联结丝扣处有密封圈及密封胶。

3）严格执行设计工艺，确保钻孔止水层位于含矿含水层上隔水底板内。

4）生产钻孔施工过程中严禁揭露下隔水板底板泥岩层。

5）钻孔注浆完毕后采用物探温度测井技术，来确定止水层稳定状况及水泥浆固孔质量。

6）钻孔施工完毕后将钻孔注满水后，采用物探电流测井来检测井管质量。

7）使用移动式环保型工作站，加强洗孔时的环保工作。通过自己研制的洗孔设备实现洗孔液的集中储存、排放和过滤，并可净化抽出液、降低人力消耗，防止污染的产生。

3.8.5 管线施工环保措施

1）地面管网的施工采用地下敷设、埋深 1.2m 以下。井口采用砼井封闭，对井场的各种仪表、阀门集中控制，以便于日常的管理；

2）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，防止发生溶液的跑、冒、滴、漏等现象；

3）钻孔的井管连接丝扣由锥形改为方形扣连接，连接处加密封胶或密封胶带，以增强井管的密封性。

3.8.6 蒸发池土工膜施工环保措施

本项目蒸发池土工膜是重要的环保措施，在施工时应按照标准要求施工：

1）按照施工组织设计制定施工方案，按要求选购优质的土工膜材料；

2）清除场内有碍土工膜安全的各种杂物；

3）施工前对土工膜进行检验，经检验质量不合格或不符合设计要求的，不得投入使用；

4）土工膜的运输和贮存应符合相关规定要求；

5）土工膜支持层应平整光滑，基底应密实均匀；

6）土工膜室外施工宜在气温 5℃以上、风力 4 级以下并无雨、无雪天气进行；

7）土工膜铺设过程中应进行搭接宽度和焊缝的质量控制；

8）施工中保护土工膜不受破坏，车辆不得直接在土工膜上碾压。

4 环境现状调查与评价

4.1 调查目的

为了了解和掌握蒙其古尔铀矿床原地浸出采铀扩建（二期）工程评价区环境质量现状，留存项目运行前的环境背景资料，以便工程投产运行后，为制定常规环境监测方案和评价工程在正常运行和事故运行时的放射性物质浓度以及环境影响提供对比依据，从而进行了此次环境质量现状调查与评价。

4.2 调查内容

新疆维吾尔自治区辐射环境监督站和伊犁哈萨克自治州环境监测站于2013年7月~8月间，分别对工程拟建厂址周边辐射环境和非放射性环境进行了监测，并分别形成了辐射环境监测报告（报告编号：J-2013-35）和非放射性环境监测报告（报告编号：伊州环监字2013-HP-040号（333））。新疆维吾尔自治区辐射环境监督站和伊犁哈萨克自治州环境监测站均为具有计量认证合格证的环境监测机构，所出具的监测报告是有效的。

另外，蒙其古尔铀矿床原地浸出采铀工程（已建工程）开工建设前，已委托新疆维吾尔自治区辐射环境监督站和伊犁哈萨克自治州环境监测站对已建工程周边辐射环境和非放射性环境进行了监测。由于本项目环境现状监测期间已建工程尚未建成，项目周边环境状况基本无变化。因此，已建工程开展的环境现状监测可作为本次评价周边环境现状的补充。

4.2.1 监测项目与点位

本次环境监测的介质主要有环境空气、地下水、土壤、声环境。监测内容主要包括：

1）空气：氡浓度、氡析出率、γ辐射空气吸收剂量率、PM_{10}、SO_2。

2）地下水：$U_{天然}$、^{226}Ra、^{210}Pb、^{210}Po、硫酸盐、氟化物、Cl^-、As、Zn、Pb、Cd、Cr^{6+}、Fe、Mn、Hg。

3）土壤：$U_{天然}$、^{226}Ra、 pH、As、Cd、Hg、Pb、Cr、Zn、Ni。

4）声环境：等效声级L_{Aeq}。

4.2.2 监测方法和测量仪器

为保证测量数据的准确性，测量方法采用国家和核工业领域颁布或推荐的标准测量方法。本项目部分监测内容和测量分析方法及监测仪器见表 4-1。

表 4-1　　环境监测方法和测量仪器

监测项目		监测方法	监测仪器	检出限
空气	氡浓度	GB/T14582-1993	Alpha GUARD P-30 型氡及子体测量仪	1Bq/m^3
	氡子体	EJ378-1989	自动定标仪 FH463	48.1Me/L
	氡析出率	EJ/979-1995	氡钍及氡钍射气析出率测量仪 ERS-2-S	0.004Bq/（m^2·s）
	SO_2	分光光度法 HJ482-2009	722 型分光光度计	0.007mg/m^3
	PM_{10}	重量法 GB/T15432-1995	BT224S	0.001mg/m^3
γ辐射吸收剂量率		GB/T14583-93	FH40 型 X、γ 剂量率监测仪	1nGy/h
地下水	$U_{天然}$	GB/T6768-1986	WGJ-Ⅱ激光由分析仪	0.08μg/L；
	^{226}Ra	GB/T11214-89	FD-125 室内氡、钍分析器	2.0×10^{-3}Bq/L
	硫酸盐	离子色谱法 HJ/T84-2001	ICS-1500	0.09mg/L
	氯化物			0.02mg/L
	氟化物	离子选择电极法 GB/T7484-1987	PXSJ-226	0.05mg/L
	As	原子荧光法 SL327.1-2005	AFS-933	0.2ug/L
	Hg	原子荧光法 SL327.2-2005		0.05ug/L
	Zn	原子吸收分光光度法 GB/T7475-1987	TAS-990AFG	0.02mg/L
	Fe	原子吸收分光光度法 GB11911-1989		0.03mg/L
	Mn			0.01mg/L
	Pb	原子吸收分光光度法 GB/T5750.6-2006	NOVAA-400	0.001mg/L
	Cd			0.0001mg/L
	Cr^{6+}	二苯碳酰二肼分光光度法 GB7467-1987	722	0.004mg/L
	溶解性总固体	重量法 GB11901-1989	BT224S	/
土壤	^{238}U	EJ/T550-2000	多道 γ 谱仪 DART-351	0.4Bq
	^{226}Ra	GB/T13073-91		
	pH	玻璃电极法 GB/T69200-86	PXSJ-226	/
	As	原子荧光法 GB/T22105.2-2008	AFS-993	0.01mg/kg
	Hg	原子荧光法 GB/T22105.1-2008		0.002mg/kg
	Cd	原子吸收分光光度法 GB/T17141-1997	TAS-990AFG	0.01mg/kg

监测项目		监测方法	监测仪器	检出限
	Pb	原子吸收分光光度法 GB/T17140-1997		0.2mg/kg
	Cr	原子吸收分光光度法 HJ491-2009		5.0mg/kg
	Zn	原子吸收分光光度法 GB/T17138-1997		1mg/kg
	Ni	原子吸收分光光度法 GB/T17139-1997		5.0mg/kg
噪声	等效噪声级	声环境质量标准 GB3096-2008	AWA5680 型噪声仪	/

4.3 监测质量保证

1）参加监测的两个单位均是经过国家认证的单位；参加监测的技术人员均参加过专业培训，经过上级部门考核，取得合格证书，并持证上岗操作。

2）测量、取样和分析工作均执行国家或行业颁布的标准方法，分析过程严格按照标准要求进行。

3）所使用的监测和测量仪器均经过计量行政部门指定的计量检定机构确认并确认合格。

4）现场测量结果的质量采用重复检查测量进行控制。重复检查测量比例不少于 10%。对异常结果随时发现，随时检查。

5）样品分析结果的质量采用标样检查、重复检查等方法进行控制。分析用地标准物质要溯源到国家或国际标准。

6）为保障监测结果的可靠性，实行全过程监测记录，包括采用记录、监测记录、质量控制记录、核查核对比分析记录、记录保管等方面的内容。

4.4 调查结果与分析

4.4.1 天然贯穿辐射剂量率水平

项目建设区域内的天然贯穿辐射剂量率水平属于当地本底水平；项目所在地周边居民点与对照点的天然贯穿辐射剂量率水平属于同一水平。

4.4.2 环境空气质量

1）氡及其子体浓度

矿区拟建井场、矿区拟建发池、水冶厂、生活区及周边居民点的氡及子体浓度监测值均在伊宁市室外氡及子体浓度变化范围之内，且与对照点的氡及子体浓度处在同一水平。

2）SO_2 和 PM_{10} 浓度

项目区周边居民点的 SO_2 和 PM_{10} 浓度可以满足《环境空气质量标准》（GB3095-1996）二级标准要求。

4.4.3 地表氡析出率

本项目拟建井场、蒸发池、水冶厂房地表氡析出率监测值较低。

4.4.4 地下水质量

矿区周边居民点地下水中 $U_{天然}$ 和 ^{226}Ra 浓度与全新疆平均值处于同一水平。地下水监测的各项非放射性指标均满足《地下水质量标准》（GB/T14848-1993）Ⅲ类水质的要求。

4.4.5 土壤环境质量

矿区及其周边各监测点的土壤中 ^{238}U 和 ^{226}Ra 含量处在全新疆和伊犁地含量本底调查范围之内。矿区及其周边土壤中非放射性污染物含量基本满足《土壤环境质量标准》（GB15618-1995）二级标准要求。

4.4.6 生物样品

矿区周围生物样品中 ^{238}U、^{226}Ra 等放射性核素的含量与察布查尔县周边所取样品基本处于同一水平，均满足《食品中放射性物质限制浓度标准》（GB14882-1994）中的要求。

4.4.7 声环境质量

矿区周边居民点、铀矿生活区的环境噪声值满足《声环境质量标准》（GB3096-2008）中 3 类声环境功能区噪声标准。

5 辐射环境影响预测与评价

5.1 污染源项

本项目生产过程中对公众产生附加照射剂量的途径主要为气态流出物的释放，气态源项主要为集液池和蒸发池，均为面源。

根据工程分析可知，在生产期和关停期两个阶段的气态流出物的源强不同。生产期间集液池污染物排放量大，蒸发池排放量小；关停期集液池不排放污染物，但蒸发池的排放量较大。污染源项的各阶段的源强及排放参数见表 5-1 和表 5-2。

表 5-1　　放射性废气的排放情况一览表

阶段 设施	生产期间（Bq/a）	关停期（Bq/a）
集液池	6.64E+13	0
蒸发池	1.02E+10	2.67E+11
合计	6.64E+13	2.67E+11

表 5-2　　放射性废气的气态源项参数

源项	坐标		排放高度（m）	源项类型	面源尺寸 长×宽（m×m）
	X，km	Y，km			
集液池	0	0	0.5	面源	36.97×19.2
蒸发池	0.54	-0.51	0	面源	135×114

5.2 预测方案

5.2.1 评价计算所采用的模式

按照《环境影响评价技术导则 大气环境》（HJ/T2.2-2008）要求，本项目大气辐射环境影响预测采用基于最新大气边界层理论和剂量估算参数的预测程序 UAIR-FINE。该程序内嵌的大气扩散模型为导则推荐的大气预测模式之一、美国 EPA 开发的法规扩散模式 AERMOD（Version 09292），剂量计算模式根据 IAEA 和 ICRP 最新剂量模式和参数创建。

5.2.2 评价年份

本项目大气辐射环境影响评价阶段分为生产期和关停期。其中，生产期自 2019 年开始，生产服务年限共计 12 年，因此，生产期代表年份选择 2031 年；关停期代表年份选在生产期结束的第一年，即 2032 年。

5.2.3 评价子区和年龄组划分

本次评价采取极坐标评价系统，以排放源强较大的集液池为中心，20km 为半径，按照 1km、2km、3km、5km、10km、20km 划分同心圆，再将这些同心圆划分成 22.5°扇形段，以正北 N 向左右各划分 11.25°为起始段，共 96 个评价子区。各评价子区的人口数按年龄划分为三个组：幼儿组<7 岁，少年组 7~17 岁，成人组≥18 岁。

5.2.4 照射途径及核素

本项目照射途径主要为空气吸入内照射，排放源项包括集液池和蒸发池，排放的放射性核素主要为 ^{222}Rn。

5.3 生产期气态源项所致辐射环境影响

1）氡浓度

本项目生产期气态源项为集液池和蒸发池，该气态源项释放的 ^{222}Rn 所致各子区 ^{222}Rn 浓度分布情况见表 5-3。由该表可知，评价范围内 ^{222}Rn 浓度最大贡献值为 3.75Bq/m^3。

表 5-3　　生产期气态源项所致各子区 ^{222}Rn 浓度（Bq/m^3）

方位	距离（km）					
	0~1	1~2	2~3	3~5	5~10	10~20
N	4.19E+00	2.19E-01	5.27E-01	1.30E-01	1.02E-01	3.31E-02
NNE	5.35E+00	1.30E+00	5.22E-01	2.50E-01	9.67E-02	3.16E-02
NE	1.13E+01	2.26E+00	9.16E-01	4.35E-01	1.66E-01	5.58E-02
ENE	9.41E+00	1.72E+00	6.43E-01	2.85E-01	9.75E-02	2.86E-02
E	1.52E+01	4.94E+00	**3.75E+00**	9.41E-01	3.65E-01	1.18E-01
ESE	1.32E+01	3.64E+00	1.44E+00	6.92E-01	2.67E-01	8.58E-02
SE	1.03E+01	2.29E+00	8.90E-01	4.15E-01	1.54E-01	4.91E-02
SSE	4.82E+00	8.83E-01	3.33E-01	1.48E-01	5.05E-02	1.47E-02

S	1.20E+01	3.54E+00	1.38E+00	6.57E-01	2.53E-01	8.12E-02
SSW	3.32E+01	7.96E+00	3.12E+00	1.47E+00	5.52E-01	1.74E-01
SW	6.89E+01	1.55E+01	6.27E+00	3.00E+00	1.16E+00	3.92E-01
WSW	4.21E+01	7.86E+00	2.94E+00	1.30E+00	4.46E-01	1.32E-01
W	3.00E+01	1.04E+01	4.18E+00	2.05E+00	8.21E-01	2.77E-01
WNW	1.44E+01	4.13E+00	1.65E+00	8.10E-01	3.25E-01	1.12E-01
NW	7.34E+00	1.79E+00	7.21E-01	3.50E-01	1.39E-01	4.88E-02
NNW	2.85E+00	2.46E-02	1.84E-01	8.18E-02	2.82E-02	8.55E-03

注：阴影部分为无人子区。

2）个人剂量

生产期气态源项所致评价范围内各子区公众最大个人剂量计算结果见表5-4。由该表可知，评价范围内公众最大个人剂量值为0.08mSv/a。

表5-4　　生产期气态源项所致各子区公众个人剂量（mSv/a）

方位	距离（km）					
	0~1	1~2	2~3	3~5	5~10	10~20
N	8.97E-02	4.68E-03	1.13E-02	2.79E-03	2.18E-03	7.07E-04
NNE	1.14E-01	2.78E-02	1.12E-02	5.35E-03	2.07E-03	6.75E-04
NE	2.41E-01	4.83E-02	1.96E-02	9.30E-03	3.55E-03	1.19E-03
ENE	2.01E-01	3.68E-02	1.37E-02	6.09E-03	2.08E-03	6.10E-04
E	3.25E-01	1.06E-01	**8.01E-02**	2.01E-02	7.81E-03	2.52E-03
ESE	2.83E-01	7.78E-02	3.08E-02	1.48E-02	5.70E-03	1.83E-03
SE	2.19E-01	4.89E-02	1.90E-02	8.87E-03	3.30E-03	1.05E-03
SSE	1.03E-01	1.89E-02	7.12E-03	3.16E-03	1.08E-03	3.14E-04
S	2.56E-01	7.57E-02	2.94E-02	1.40E-02	5.41E-03	1.74E-03
SSW	7.09E-01	1.70E-01	6.67E-02	3.14E-02	1.18E-02	3.73E-03
SW	1.47E+00	3.31E-01	1.34E-01	6.42E-02	2.48E-02	8.37E-03
WSW	8.99E-01	1.68E-01	6.28E-02	2.78E-02	9.54E-03	2.83E-03
W	6.42E-01	2.22E-01	8.94E-02	4.39E-02	1.76E-02	5.93E-03
WNW	3.07E-01	8.84E-02	3.53E-02	1.73E-02	6.95E-03	2.40E-03
NW	1.57E-01	3.82E-02	1.54E-02	7.48E-03	2.97E-03	1.04E-03
NNW	6.09E-02	5.27E-04	3.94E-03	1.75E-03	6.03E-04	1.83E-04

注：阴影部分为无人子区。

3）居民集体有效剂量

生产期间气态源项所致评价区域公众集体剂量见表5-5，由表可知，本项

目气态源项所致 20km 范围内公众集体剂量为 0.28 人•Sv/a。

表 5-5　生产期公气态源项所致评价区域公众集体剂量

距离（km）	0~1	0~2	0~3	0~5	0~10	0~20
集体剂量（人•Sv/a）	2.78E-02	1.08E-01	1.54E-01	1.70E-01	2.04E-01	2.77E-01

5.4 关停期气态源项所致辐射环境影响

1）氡浓度

本项目关停期气态源项释放的 ^{222}Rn 所致各子区 ^{222}Rn 浓度分布情况见表 5-6 所示。从表中可见，评价范围内地面空气中 ^{222}Rn 浓度最大贡献值为 $8.18\times10^{-3}Bq/m^3$。

表 5-6　关停期气态源项所致各子区 ^{222}Rn 浓度（Bq/m^3）

方位	距离（km）					
	0~1	1~2	2~3	3~5	5~10	10~20
N	1.55E-02	7.16E-03	5.00E-05	2.46E-03	5.64E-04	2.38E-04
NNE	1.23E-02	9.07E-03	2.63E-03	1.32E-03	5.36E-04	1.82E-04
NE	3.63E-02	1.29E-02	5.25E-03	3.43E-03	1.34E-03	4.36E-04
ENE	6.52E-02	2.58E-02	1.33E-02	5.58E-03	1.62E-03	3.26E-04
E	3.03E-01	1.76E-02	8.10E-03	6.46E-03	2.96E-03	9.66E-04
ESE	1.06E+00	6.09E-02	1.66E-02	6.70E-03	2.30E-03	6.86E-04
SE	7.04E-01	2.35E-02	5.43E-03	2.60E-03	9.58E-04	3.22E-04
SSE	6.96E-01	2.92E-02	5.19E-03	1.45E-03	3.80E-04	1.08E-04
S	5.61E-01	4.84E-02	1.15E-02	5.36E-03	2.01E-03	6.12E-04
SSW	3.74E-01	8.75E-02	2.90E-02	1.12E-02	3.99E-03	1.38E-03
SW	1.04E-01	9.45E-02	3.99E-02	1.57E-02	5.84E-03	1.98E-03
WSW	1.19E-01	1.91E-02	1.37E-02	7.58E-03	3.04E-03	1.01E-03
W	6.75E-02	3.34E-02	1.97E-02	1.12E-02	5.03E-03	1.86E-03
WNW	5.06E-02	1.95E-02	9.56E-03	5.11E-03	2.21E-03	8.02E-04
NW	3.00E-02	1.08E-02	5.25E-03	2.77E-03	1.15E-03	3.98E-04
NNW	2.17E-02	**8.18E-03**	2.88E-03	1.20E-03	3.66E-04	8.40E-05

注：阴影部分为无人子区。

2）个人剂量

本项目关停期气态源项所致评价区域内各子区的个人剂量见表 5-7。由该

表可知，评价范围内公众最大个人剂量值为 1.75×10^{-4}mSv/a。

表 5-7　关停期气态源项所致各子区公众个人剂量（mSv/a）

方位	距离（km）					
	0~1	1~2	2~3	3~5	5~10	10~20
N	3.30E-04	1.53E-04	1.07E-06	5.26E-05	1.21E-05	5.09E-06
NNE	2.63E-04	1.94E-04	5.62E-05	2.82E-05	1.15E-05	3.89E-06
NE	7.76E-04	2.76E-04	1.12E-04	7.33E-05	2.87E-05	9.32E-06
ENE	1.39E-03	5.51E-04	2.83E-04	1.19E-04	3.46E-05	6.97E-06
E	6.48E-03	3.76E-04	1.73E-04	1.38E-04	6.32E-05	2.06E-05
ESE	2.26E-02	1.30E-03	3.54E-04	1.43E-04	4.91E-05	1.47E-05
SE	1.50E-02	5.02E-04	1.16E-04	5.55E-05	2.05E-05	6.88E-06
SSE	1.49E-02	6.23E-04	1.11E-04	3.11E-05	8.12E-06	2.31E-06
S	1.20E-02	1.03E-03	2.45E-04	1.14E-04	4.30E-05	1.31E-05
SSW	8.00E-03	1.87E-03	6.20E-04	2.40E-04	8.53E-05	2.95E-05
SW	2.22E-03	2.02E-03	8.53E-04	3.36E-04	1.25E-04	4.23E-05
WSW	2.55E-03	4.07E-04	2.93E-04	1.62E-04	6.49E-05	2.16E-05
W	1.44E-03	7.14E-04	4.21E-04	2.39E-04	1.08E-04	3.97E-05
WNW	1.08E-03	4.16E-04	2.04E-04	1.09E-04	4.72E-05	1.71E-05
NW	6.41E-04	2.32E-04	1.12E-04	5.92E-05	2.46E-05	8.51E-06
NNW	4.64E-04	**1.75E-04**	6.16E-05	2.56E-05	7.82E-06	1.80E-06

注：阴影部分为无人子区。

3）居民集体有效剂量

关停期间气态源项所致评价区域公众集体剂量见表 5-8，由表可知，本项目气态源项所致 20km 范围内公众集体剂量为 1.40×10^{-3} 人•Sv/a。

表 5-8　关停期公气态源项所致评价区域公众集体剂量

距离（km）	0~1	0~2	0~3	0~5	0~10	0~20
集体剂量（人•Sv/a）	2.12E-04	3.52E-04	5.15E-04	5.69E-04	9.10E-04	1.40E-03

5.5 叠加影响分析

叠加评价范围内蒙其古尔已建工程和 731 工程以及正在生产的 739 工程所致辐射影响后，本项目公众剂量值最大为 0.085 mSv/a，占公众剂量约束值 0.5mSv/a 的 17%，满足辐射防护要求。

6 地下水环境影响评价

本项目对地下水环境产生影响的主要途径有：①原地浸出井场中溶浸液向矿体浸出范围之外流散污染地下水；②蒸发池渗漏污染地下水。

6.1 井场溶浸液地下水环境影响评价

地浸采铀是由一组抽、液孔来实现铀的提取的，即通过注液孔将溶浸剂溶液注入含矿含水层，然后从抽液孔将浸出液抽至地表进行处理达到回收天然铀的目的。在生产过程中，为了有效的控制溶浸范围，需保持抽液量大于注液量，维持一个总体上流向井场中心的降落漏斗，使地浸溶液始终流向抽液井。但由于地质条件的复杂性、地下水动力及污染物弥散的影响，不可避免的会出现溶浸液少量流散至井场外的情况。因此，有必要进行井场溶浸液地下水环境影响预测与评价。

本次地下水预测主要建立概化模型，并进行数值求解，从而进行水动力流场和溶质弥散场的模拟。

6.1.1 水文地质概念模型

概念模型是将地质模型进行概化，是建立地下水污染物迁移的数学模型的基础。地浸采铀均在承压含水层中，且采区范围内含矿含水层变化不大，根据地质勘探结果，建立含矿含水层的地层概念模型，含矿含水层顶、底板致密，不考虑越流的影响。钻孔的密封性良好，不会造成溶浸剂和浸出液在上、下含水层之间的串流。由于埋藏较深，大气降水人渗与大气蒸发对含矿含水层的影响可不考虑。将水流上、下游方向离井场一定距离范围概化为等水头边界。综合上述，所模拟的含矿含水层可概化为三维水动力流场和三维溶质弥散场。

6.1.2 水流和溶质运移理论模型

6.1.2.1 地下水水流方程

1）水流方程

地下水运动基本微分方程：

$$\frac{\partial}{\partial x}\left(K_{xx}\frac{\partial h}{\partial x}\right)+\frac{\partial}{\partial y}\left(K_{yy}\frac{\partial h}{\partial y}\right)+\frac{\partial}{\partial x}\left(K_{zz}\frac{\partial h}{\partial z}\right)-\omega=S_s\frac{\partial h}{\partial t} \qquad (6\text{-}1)$$

式中，

K_{xx}——x 方向的渗透系数，m/s；

K_{yy}——y 方向的渗透系数，m/s；

K_{zz}——z 方向的渗透系数，m/s；

h——水头，m；

ω——源汇项，单位体积含水层在单位时间流出或流入地下水的体积，m^3/s；

S_s——储水系数，含水层地下水水头降低一个单位，由于含水层垂向压缩和地下水的弹性膨胀从单位体积含水层释放（或储存）的水的体积。

2）边界条件

（1）第一类边界条件

已知水头的边界条件，在边界的所有点上水头是给定的，对于三维情况，有：

$$H(x,y,z)=H_0(x,y,z) \qquad (x,y,z)\in s \qquad (6\text{-}2)$$

$$H(x,y,z,t)=H_0(x,y,z,t) \qquad (x,y,z)\in s \qquad (6\text{-}3)$$

式中：

s——三维区域的边界曲面。

含水层与河流、湖泊或者海洋之间直接接触的边界，当有充分补给来源时，可能满足第一类边界条件，第一类边界条件也称 Dirichlet 条件。

（2）第二类边界条件

已知通量的边界条件，即垂直于边界面的流量是给定的。表示为：

$$q_n = q \bullet n = -q_b(x, y, z) \qquad (x, y, z) \in s \qquad (6\text{-}4)$$

或 $$q_n = q \bullet n = -q_b(x, y, z, t) \qquad (x, y, z) \in s \qquad (6\text{-}5)$$

式中：

q——边界面上沿法线方向的单位面积流入量；

n——边界外法线的单位矢量。

第二类边界条件也称 Neumann 边界条件。在求解实际地下水问题时，经常遇到一部分边界满足 Dirichlet 条件，另一部分满足 Neumann 条件，成为混合边界问题。

（3）第三类边界条件

已知边界水头和水头的法向导数的组合，即

$$\frac{\partial h}{\partial n} + \lambda(x, y, z)h = f(x, y, z) \qquad (x, y, z) \in s \qquad (6\text{-}6)$$

式中：

λ——交换系数；

f——已知函数；

第三类边界条件成为 Cauchy 条件。

6.1.2.2 污染物运移方程

本次评价中对于污染物的运移主要考虑对流、离散、化学反应等机制。

1）运移方程

污染物在三维地下水水流系统中的运移方程如下：

$$\frac{\partial(\theta C^k)}{\partial t} = \frac{\partial}{\partial x_i}\left(\theta D_{ij}\frac{\partial C^k}{\partial x_j}\right) - \frac{\partial}{\partial x_i}(\theta v_i C^k) + q_s C_s^k + \sum R_n \qquad (6\text{-}7)$$

式中：

θ——地下介质的孔隙度，无量纲；

C^k——核素 k 的溶解浓度，g/m^3；

t——时间，s；

x_i、x_j——分别为沿坐标轴 x 轴和 y 轴的距离，m；

D_{ij}——水动力弥散系数张量，m^2/s；

v_i——渗流或线性空隙水流速度，与单位流量或达西流量 q_i 有关，

$v_i = q_i / \theta$ m/s；

q_s——单位体积含水层源和汇的体积流量；

C_s^k——源汇流中物质 k 的浓度，g/m^3；

$\sum R_n$——化学反应项，g/m。

其中：

$$\sum R_n = -\rho_b \frac{\partial \overline{C}}{\partial t} - \lambda_1 \theta C^k - \lambda_2 \rho_b \overline{C}^k \tag{6-8}$$

式中：

ρ_b——地下介质的体积密度；

$\overline{C}^k$——地下固相吸附物质 k 的浓度；

λ_1——溶解项的第一反应速率；

λ_2——吸附项（固）的第一反应速率；

2）弥散

对于均质有孔介质，根据 Bear 对水动力弥散系数张量 D_{ij} 的定义，其各分量形式如下：

$$D_{xx} = \alpha_L \frac{v_x^2}{|v|} + \alpha_T \frac{v_y^2}{|v|} + \alpha_T \frac{v_z^2}{|v|} + D^* \tag{6-9}$$

$$D_{yy} = \alpha_L \frac{v_y^2}{|v|} + \alpha_T \frac{v_x^2}{|v|} + \alpha_T \frac{v_z^2}{|v|} + D^* \tag{6-10}$$

$$D_{zz} = \alpha_L \frac{v_z^2}{|v|} + \alpha_T \frac{v_x^2}{|v|} + \alpha_T \frac{v_y^2}{|v|} + D^* \tag{6-11}$$

$$D_{xy} = D_{yx} = (\alpha_L - \alpha_T) \frac{v_x v_y}{|v|} \tag{6-12}$$

$$D_{xz} = D_{zx} = (\alpha_L - \alpha_T) \frac{v_x v_z}{|v|} \tag{6-13}$$

$$D_{yz} = D_{zy} = (\alpha_L - \alpha_T) \frac{v_y v_z}{|v|} \tag{6-14}$$

式中：

D_{xx}、D_{yy}、D_{zz}——弥散系数张量的主分量，m^2/s；

D_{xy}、D_{xz}、D_{yx}、D_{yz}、D_{zx}、D_{zy}——弥散系数张量的交叉项，m^2/s；

α_L——纵向弥散度，m；

α_T——横向弥散度，m；

D^*——有效分子扩散系数，m^2/s；

v_x、v_y、v_z——流速矢量 x、y、z 轴的分量，m/s；

$|v|$——流速矢量的绝对值，m/s；$|v|=\sqrt{v_x^2+v_y^2+v_z^2}$。

6.1.3 数值模拟软件

本次评价选用 GMS 三维地下水运移软件。GMS 是地下水模拟系统（Groundwater Modeling System）的简称。软件整体结构包括 MODFLOW、MODPATH、FEMWATER、MT3D、RT3D、SEAM3D、SEEP2D、T-PROGS、UTCHEM、PEST 和 UCODE 等计算模块，还包括 MAP、Boreholes、TINs、Solids、Mesh、Scatter Points、Grid 和 GIS 辅助模块。该软件可进行水流模拟、溶质运移模拟、反应运移模拟；可以建立三维地层实体，进行钻孔数据管理、二维（三维）地质统计；可对模拟结果进行三维可视化演绎及打印输出等。本次评价主要应用其中的 MAP、Scatter Points、Grid、MODFLOW、MODPATH 和 MT3D 等模块，各模块功能详见表 6-1。

表 6-1　　GMS 各模块功能一览表

序号	模块名称	模块功能
1	MODFLOW	美国地质调查局于 20 世纪 80 年代开发出的一套专门用于孔隙介质中地下水流动的三维有限差分数值模拟软件，是世界上使用最广泛的三维地下水水流模型，它是一种应用基于网络的有限差分方法来描述地下水流运动规律的计算机程序。通过把研究区在区间和时间上的离散，建立研究区每个网络的水均衡方程式，所有网络方程连接成为一组大型的线性方程组，迭代求解方程组可以得到每个网络的水头值。MODFLOW 可以模拟水井、河流、潜流、排泄、湖泊、蒸散和人工补给对非均质和复杂边界条件的水流系统的影响。
2	MT3D	模拟地下水中单项溶解组分对流、弥散、源/汇和化学反应的三维溶质运移模型，能够有效处理各种边界条件和外部源汇项。化学反应主要是一些比较简单的单组分反应，包括平衡和非平衡状态的线性和非线性吸附作用、一阶不可逆反应（如放射性衰变）和可逆的动态反应等。模拟计算时，MT3D 需和 MODFLOW 一起使用。

序号	模块名称	模块功能
3	MODPATH	是确定给定时间内稳定或非稳定流中质点运移路径的三维质点示踪模型。它和 MODFLOW 一起使用，根据 MODFLOW 计算出来的流场，在指定各质点的位置后，MODPATH 可进行正向示踪和反向示踪，计算三维水流路径，从而成为水井截获区和井位警戒研究的理想工具。
4	MAP	是快速建立概念模型及相应数值模型的工具。即以 TIFF、JPEG、DXF 等栅格图文件作为底图，在图上确定点、线、多边形的空间位置，直接分配边界条件及参数。点位置用于确定井的抽水数据或污染源点源；线可以确定河流、排泄等模型边界；多边形可以确定面数据，如湖、不同补给区或水力传导系数区。通过 MAP 建立概念模型后，GMS 可自动建立模拟网络，并将参数分配到相应的网络，从而实现对概念模型编辑、运行的目的。
5	Grid	用来建造网络的，其中 3D Grid 模块的使用范围最为广泛，MODFLOW、RT3D、MODPATH 和 UTCHEM 等计算模块都要用到。
6	Scatter Points	是为模型插入散点的模块，可以根据需要将二维或三维散点转入 Mesh 和 Grid 中。

6.1.4 模型主要输入参数

为了能够最大限度的表征污染趋势，预测中采用的参数均为有利于地下水及污染物迁移的上限值。本节列举了在地下水数值模型建立时输入参数，见表 6-2。

表 6-2　主要输入参数一览表

序号	参数	数值
1	渗透系数，m/d	0.37
2	水力坡度	0.02
3	孔隙度	32.70%
4	纵向弥散度，m	10
5	横向弥散度，m	2
6	分子弥散，m	0

6.1.5 评价年限和评价因子

本次评价对生产期间井场溶浸液对地下水的影响进行预测评价。生产期间即生产服务年限 12a 期间。

本项目采用 CO_2+O_2 中性浸出浸出工艺，根据浸出特点，确定评价因子为 $U_{天然}$、Cl^-。

6.1.6 模拟采区的选取

根据铀资源的分布情况，本项目布置了 20 个生产采区，采区布置见附图 8 和附图 9。为了模拟采区生产过程中的水流和溶质运移情况，选取了 C1 号井场作为模拟对象。

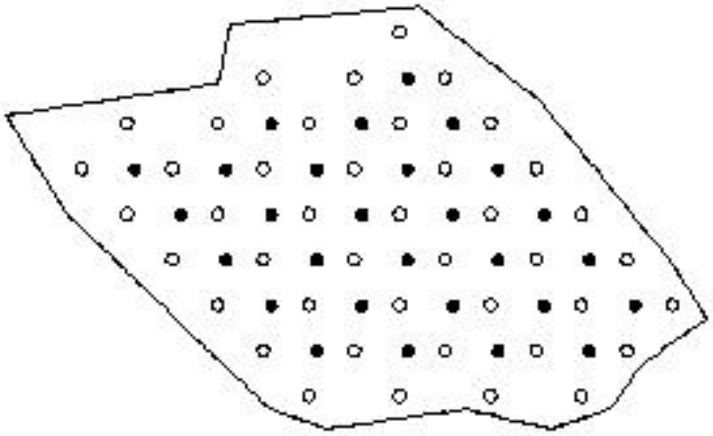


图 6-1　模拟采区抽注液井布置图

6.1.7 流场预测结果分析

6.1.7.1 流场模拟结果

以设计的抽大于注比例 0.3%为依据，应用软件模拟计算得到的生产过程中含矿含水层等水位线见图 6-2。从等水位线图中可知，从采区外部向内部延伸，水位线呈持续下降趋势，形成了降落漏斗。评价时提取了井场内外水位数据，绘制了水位降落漏斗示意图，见图 6-3，从图中可见，在抽大于注 0.3%的比例下，采区可形成比较明显的降落漏斗，可有效的实现溶浸液的控制。

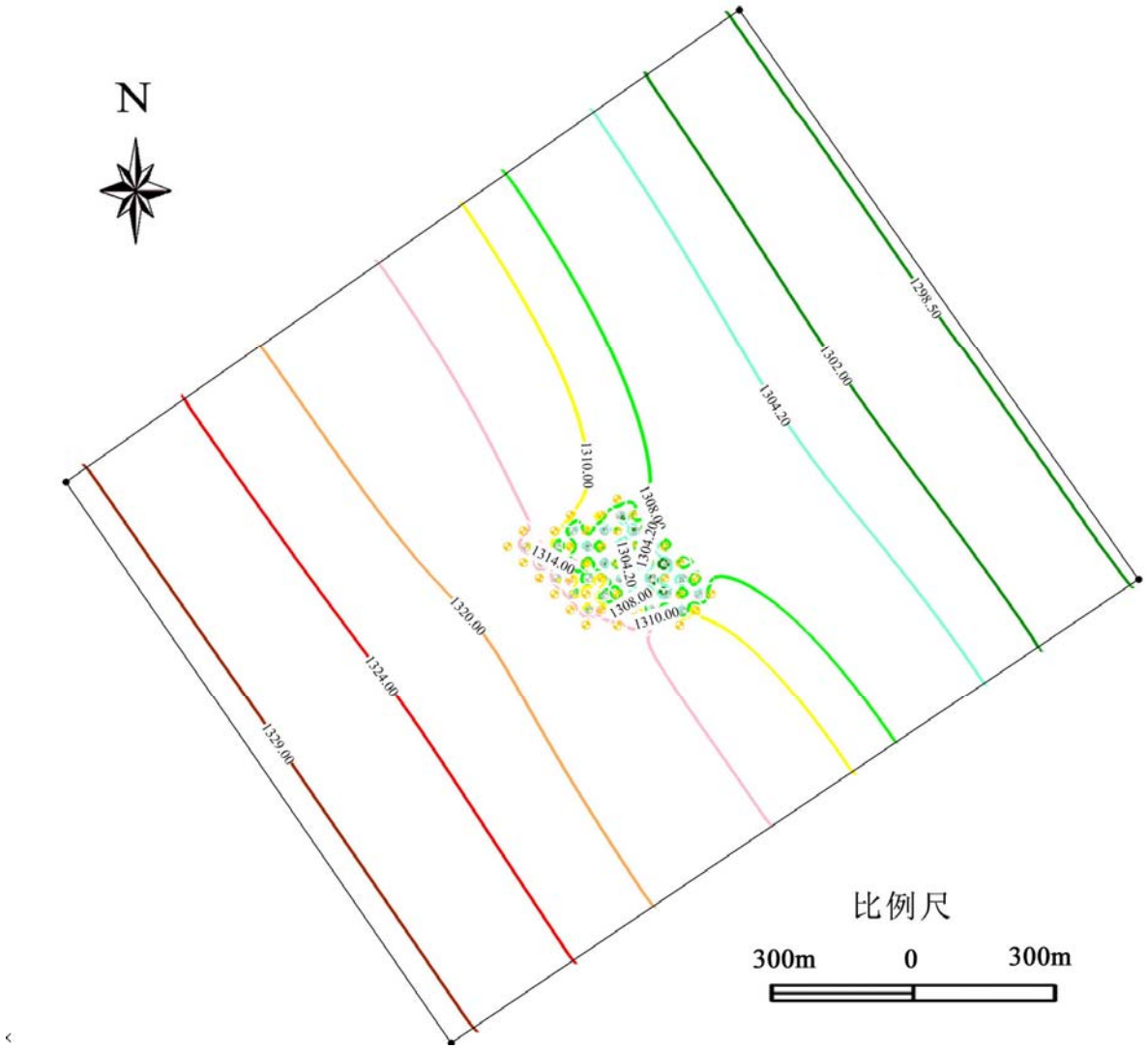


图 6-2　　项目等水位线图

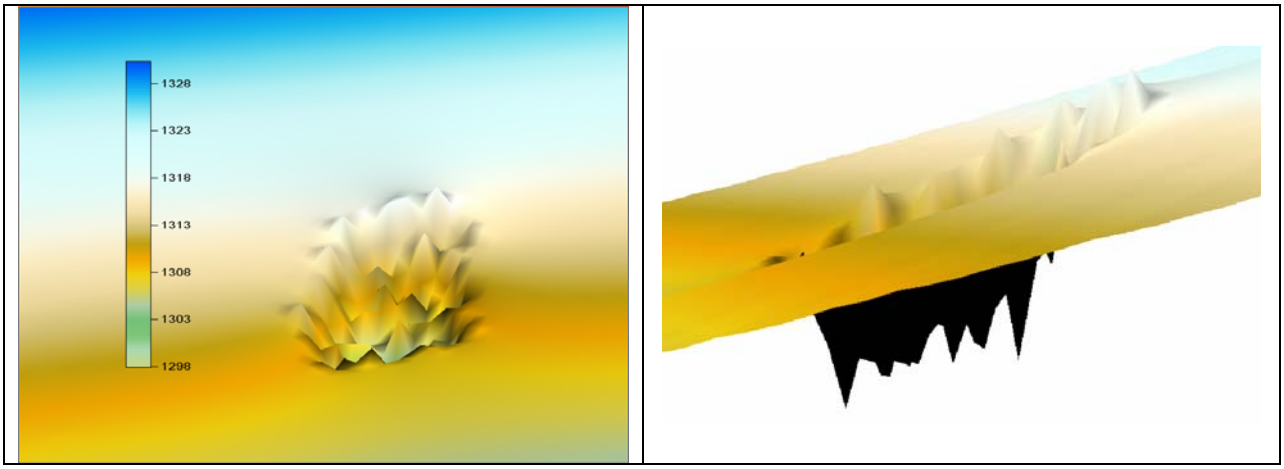


图 6-3　　采区降落漏斗示意图

6.1.7.2 离子追踪预测

在地下水流场模拟的基础上，以注液井为粒子释放对象，开展了注液井的粒子追踪模拟，模拟结果见图 6-4。从模拟结果可见，注液井释放的粒子均向抽液井方向运移，并形成了梅花形的粒子迁移轨迹，说明现有的抽大于注比例对于浸出液的回收效果是有保障的。

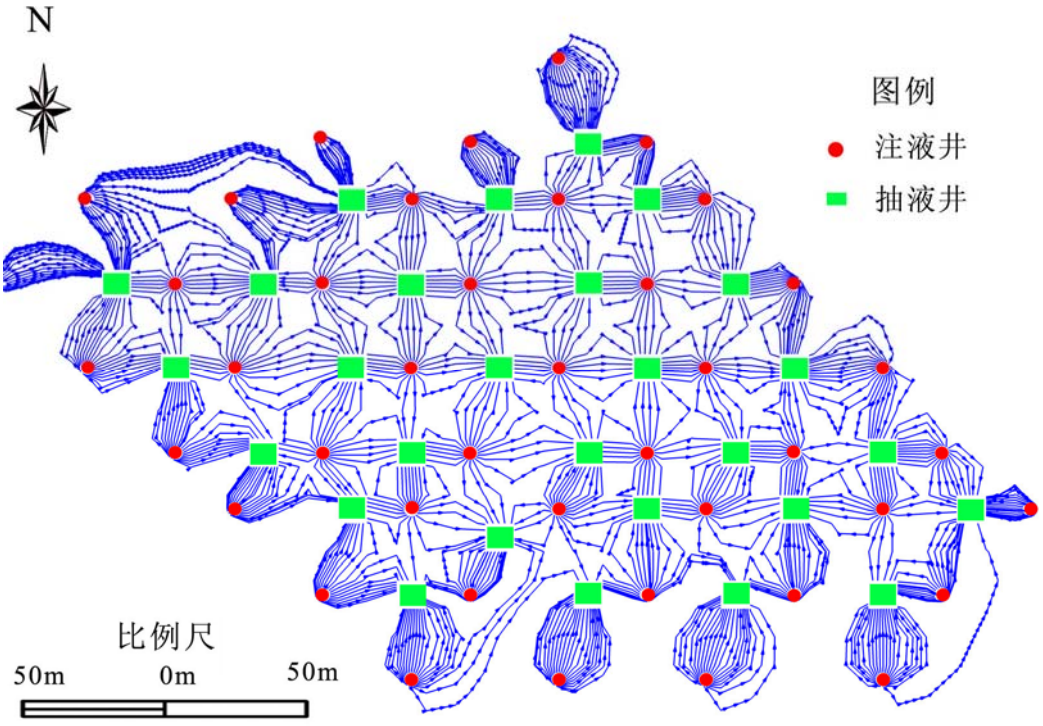


图 6-4　　注液井粒子追踪模拟图

6.1.8 溶质运移结果分析

本次评价分别对井场生产期含矿含水层中的 $U_{天然}$、Cl^-的迁移扩散进行了模拟。

6.1.8.1 $U_{天然}$

对井场生产期含矿含水层中的 $U_{天然}$迁移模拟进行了预测，预测得到的浓度分布晕见图 6-5，分别绘制了第 1a、第 5a、第 10a 和第 12a 的 $U_{天然}$浓度分布图。从浓度分布图中可见：

1）随着生产的进行，污染晕逐渐向井场周围扩散，尤其是在井场下游迁移较快，迁移结果如下：

①在第 1a 时，$U_{天然}$向上游运移了约 20m，向下游运移了 56m，向侧向运

移了 30m；

②第 5a 时，$U_{天然}$向上游运移了约 25m，向下游运移了 105m，向侧向运移了 45m；

③第 10a 时，$U_{天然}$向上游运移了约 25m，向下游运移了 185m，向侧向运移了 45m；

④生产期末第 12a 时，$U_{天然}$向上游运移了约 25m，向下游运移了 230m，向侧向运移了 45m；

⑤在生产期末第 12a，以贡献值 0.05mg/L 为边界，井场区影响范围约为 0.132km^2。

2）通过区域位置图和总平面布置图可知，本项目采区下游 1km 范围内无长住居民及其它工业用水点存在。因此，在生产期内，井场生产导致的局部含矿含水层区域地下水中 $U_{天然}$浓度升高不会对地表生态环境产生影响，亦不会造成公众剂量的增加。

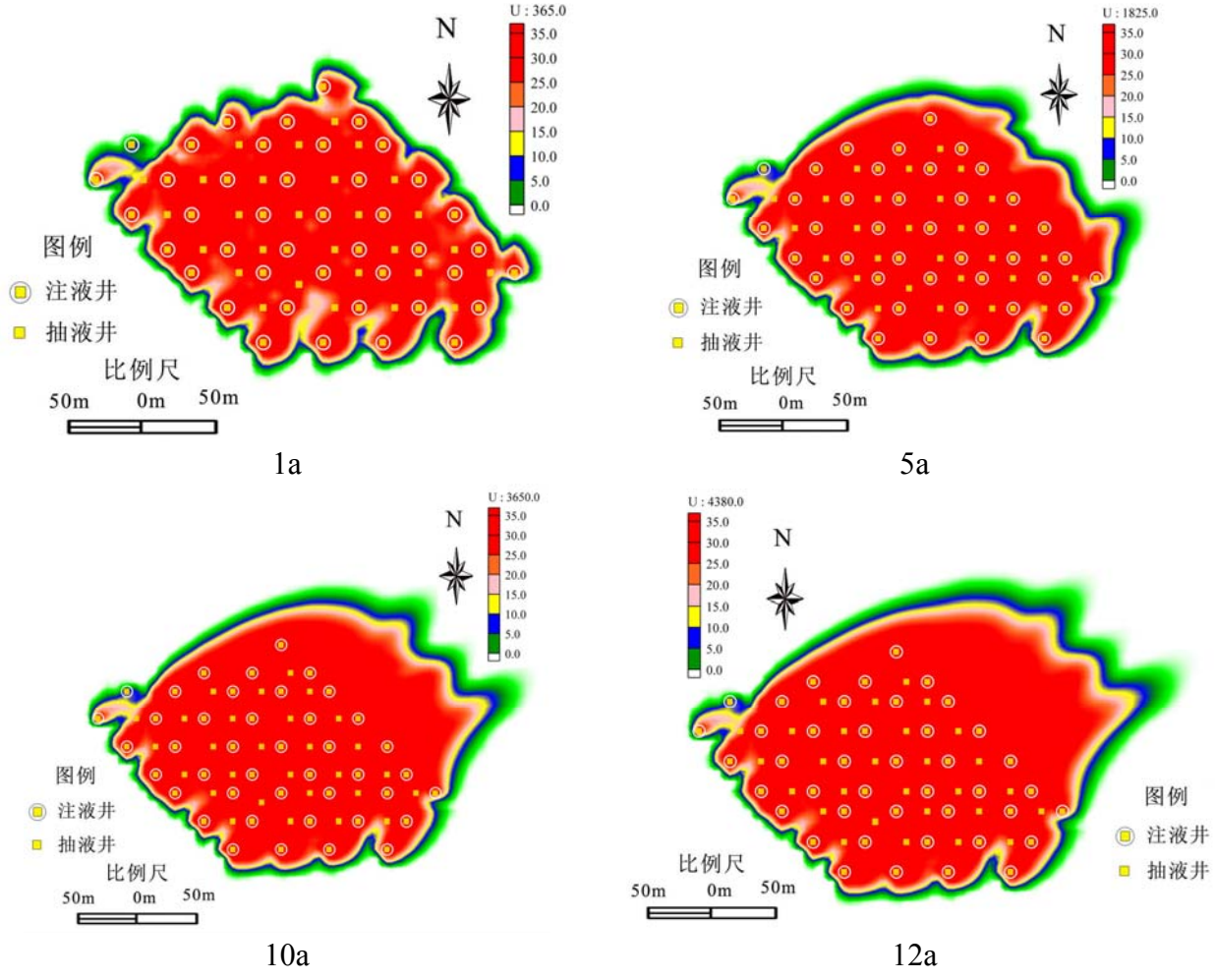


图 6-5　$U_{天然}$在含矿含水层中的浓度分布图

6.1.8.2 氯离子

对井场生产期含矿含水层中的 Cl^- 迁移模拟进行了预测，预测得到的浓度分布晕见图 6-6，分别绘制了第 1a、第 5a、第 10a 和第 12a 的 Cl^- 浓度分布图。从浓度分布图中可见：

1）随着生产的进行，污染晕逐渐向井场周围扩散，尤其是在井场下游迁移较快，迁移结果如下：

①在第 1a 时，Cl^- 向上游运移了约 25m，向下游运移了 60m，向侧向运移了 40m；

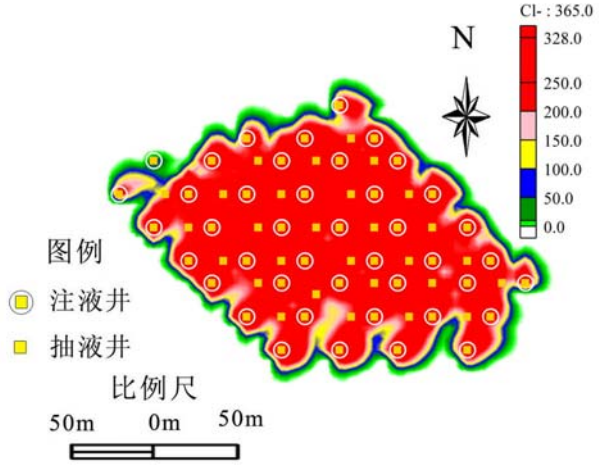
②第 5a 时，Cl^- 向上游运移了约 30m，向下游运移了 105m，向侧向运移了 46m；

③第 10a 时，Cl^- 向上游运移了约 30m，向下游运移了 175m，向侧向运移了 46m；

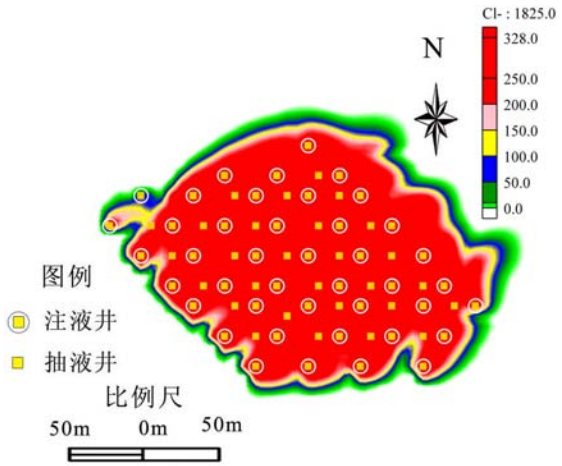
④生产期末第 12a 时，Cl^- 向上游运移了约 30m，向下游运移了 215m，向侧向运移了 46m；

⑤在生产期末第 12a，以贡献值 10mg/L 为边界，井场区影响范围约为 0.123km^2。

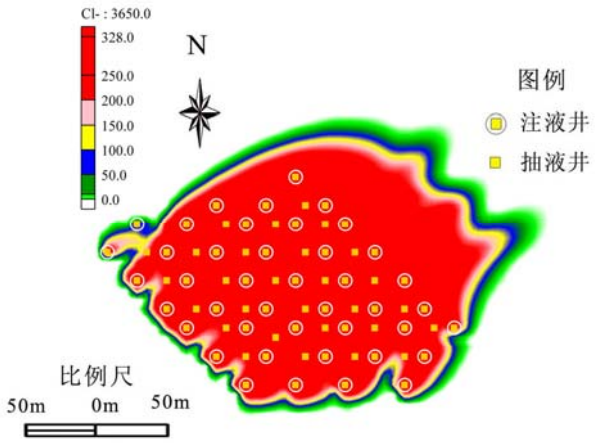
2）通过区域位置图和总平面布置图可知，本项目采区下游 1km 范围内无长住居民及其它工业用水点存在。因此，在生产期内，井场生产导致的局部含矿含水层区域地下水中 Cl^- 浓度升高不会对地表生态环境产生影响，亦不会造成公众剂量的增加。



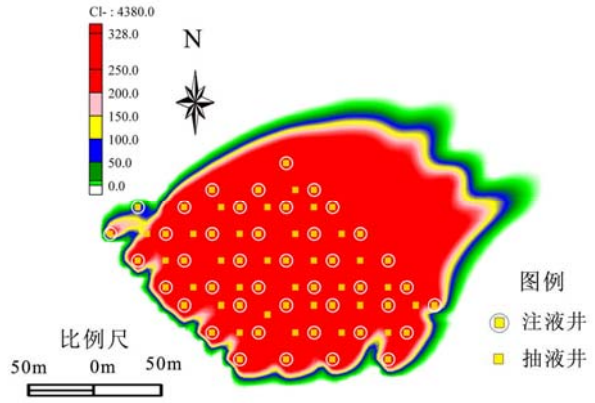
1a



5a



10a



12a

图 6-6　Cl^-在含矿含水层中的浓度分布图

6.2 蒸发池地下水环境影响分析

为了防止蒸发池废水污染地下水，蒸发池池底采取了土工膜+粘土层的防渗层结构，蒸发池底部由下到上依次为复合土工膜（一布一膜，布 200g/m^2）、50cm 压实的粘土层，两种防渗材料的渗透系数分别为 10^{-12}cm/s 和 10^{-7}cm/s。蒸发池中废水在生产期间下渗距离的计算方法如下：

$$X = Ks \times \frac{(h+L)}{L} \times t \qquad (6\text{-}15)$$

$$Ks = \frac{M_1 + M_2}{M_1 / K_1 + M_2 / K_2} \qquad (6\text{-}16)$$

式中：

X——蒸发池废水在蒸发池底部防渗层的垂直入渗距离，m；

K_s——等效渗透系数，m/a；

h——蒸发池中废水水深，m，保守取 1.2m；

L——等效渗透厚度，m，取 0.5m；

M_1——土工膜的厚度，m，取 0.0015m；

M_2——回填土的厚度，m，取 0.5m；

K_1——土工膜渗透系数，m/a，取 3.15×10^{-7}m/a；

K_2——回填土渗透系数，m/a，取 3.15×10^{-2}m/a；

通过计算可知：蒸发池复合防渗结构的等效渗透系数 K_s 为 1.57×10^{-4}m/a，蒸发池中废水在生产期 12a 的时间内垂直入渗的距离约为 0.01m，穿透复合防渗结构的时间约为 939a，远大于 12a 的生产期限。因此，在生产期间，蒸发池溶液不会穿透蒸发池底部人工防渗层，也不会进入地下水。

HDPE 土工膜使用寿命可长达上百年，强度高，断裂拉伸强度可达 28Mpa 以上，抗戳穿力强，耐低温，冷脆温度-60℃以下，在项目所在地最低低温之下。在施工过程中，采用一布一膜的施工工艺，可有效的实现对土工膜的保护。

7 非放射性环境影响分析

7.1 施工期环境影响分析

7.1.1 施工期大气环境影响分析

7.1.1.1 大气污染物的排放

施工期排放的大气污染源主要为钻井柴油机和其他燃油工程机械运行时产生的烟气和地表开挖施工中产生的扬尘；主要大气污染物包括 SO_2、NO_2 和颗粒物。

7.1.1.2 大气污染物的治理

1）燃油机械烟气

施工过程中选用使用年限短、工况好的机械，并加强日常的检测和维护，以避免或减少由于不良机械工况而导致的燃料燃烧不完全产生的废弃排放；此外，在柴油等燃料的选择上，尽量使用品质高、杂质含量少得燃料，以降低排放烟气中的有害成分的含量。

2）施工期扬尘

在施工过程中合理安排施工计划，避免在大风天气进行大面积的开挖作业；此外，采用洒水、围挡等抑尘措施，运输过程中采取密闭措施，避免施工扬尘对周围环境空气质量产生影响。

在采取以上措施后，大气污染物的排放量可以大大降低；加之项目建设地周边地形开阔，空气扩散条件好，因此施工期产生的机械烟气和扬尘不会对工程所在地的环境产生明显影响。

7.1.2 施工期地表水环境影响分析

7.1.2.1 施工期废水的产生

施工期废水主要包括施工废水和生活废水。

1）生产废水

施工期生产废水主要为设备清洗和水泥养护排水，主要污染物质为泥沙。

2）生活废水

施工期生活废水主要是施工营地内工人日常生活产生的生活污水以及生活杂用水；其中的污染物主要为 COD、BOD 和氨氮，其含量分别为 250mg/L、150mg/L 和 30mg/L。

7.1.2.2 施工期废水的处理

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，施工场地能地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。

7.1.3 施工期声环境影响分析

7.1.3.1 施工期噪声源

施工期噪声主要来源于钻井机、挖掘机、搅拌机、打桩机以及施工车辆等在运行、作业过程中产生的各种噪声。各设备产生的单台最大噪声值不超过 90dB（A）。

7.1.3.2 施工噪声的防治

在施工机械的选择上，选择低噪音设备；对于噪音较高的设备如打桩机、钻井机泵等，采取加装减震设备或隔音罩的方法对噪声进行阻隔。此外，对于施工机械要加强日常的检查和维护，避免由于设备部件松动而产生的碰撞噪声；对设备部件采取足够的润滑以减少摩擦产噪。

在采取以上措施后，经过空气吸收和地面效应引起声能衰减，噪声大大降低，在施工场厂界处噪声昼间不高于 70dB（A），夜间不高于 55dB（A），可以满足《建筑施工厂界环境噪声排放标准》（GB12523-2011）中的限值要求。同时，由于项目建设地周边 1000m 范围内没有居民居住，因此施工噪声不会对项目所在区域内的居民产生明显的影响。

7.1.4 施工期固体废物环境影响

7.1.4.1 固体废物的产生

施工期产生的固体废物主要包括生产废物和生活垃圾。其中，生产固体废物主要是废弃的钻井泥浆以及钻井岩屑；生活垃圾主要为施工人员日常生活产生的生活垃圾。

7.1.4.2 固体废物的处置

1）施工过程中产生的非放射性钻井泥浆，就近掩埋处理；对于产生的少量放射性钻井泥浆，收集后暂存于蒸发池。

2）在施工营地内设立垃圾收集处，对产生的各类生活垃圾按照相关要求统一分类收集，避免垃圾随意丢弃。

7.2 运行期环境影响分析

7.2.1 大气环境影响分析

7.2.1.1 污染源项

本项目生产期排放的非放射性大气污染物主要为锅炉烟气。本项目不新增锅炉，在已建工程的两台 2.8MW 采暖锅炉和一台 0.23MW 的沐浴锅炉基础上，增加锅炉的供热负荷，以满足新建工程供热需要。由于目前已建设工程尚未投产，因此本此评价按已建和扩建工程所需的总供热负荷进行考虑，分析锅炉供热产生的烟气所产生的环境影响。

锅炉中两台 2.8MW 的采暖锅炉共用一套湿式脱硫除尘装置，除尘效率为 95%，脱硫效率为 70%。处理后的烟尘排放浓度为 75mg/m^3，SO_2 排放浓度为 463mg/m^3，烟气量为 4210m^3/h。经处理后的锅炉烟气经 40m 高的钢制烟囱（φ1000）高空排放；一台 0.23MW 的沐浴锅炉采用煤中加入适量固硫剂的方式控制 SO_2 的产生，锅炉烟气中烟尘浓度为 58mg/m^3，SO_2 的排放浓度为 378mg/m^3，烟气经 15m 高的钢制烟囱（φ250）自然排放。锅炉烟气源强参数见表 7-1。

表 7-1　　锅炉烟气源强参数表

点源名称	污染物	源强（kg/h）	排气量（m^3/h）	烟囱高度（m）	出口内径（m）	烟气温度（℃）
2 台 2.8MW 采暖锅炉	烟尘	0.32	4210	40	1	100
	SO_2	1.95				
1 台 0.23MW 沐浴锅炉	烟尘	0.013	168	15	0.25	100
	SO_2	0.02				

一台沐浴锅炉主要是在非采暖季，采暖锅炉停止使用时用于职工沐浴，沐浴锅炉和采暖锅炉不同时运行。因此，在进行锅炉污染物环境影响计算时，按最大源强，即 2 台采暖锅炉运行时考虑。

7.2.1.2 评价等级

根据《环境影响评价技术导则 大气环境》（HJ2.2-2008）规定，大气环境影响评价工作等级由项目中主要污染物的最大占标率 P_i（第 i 个污染物），及第 i 个污染物的地面质量浓度达到标准限值 10%时所对应的最远距离 $D_{10\%}$，其中 P_i 定义为：

$$P_i = \frac{C_i}{C_{0i}} \times 100\% \qquad (7\text{-}1)$$

式中：P_i—第 i 个污染物的最大地面质量浓度占标率，%；

C_i—采用估算模式计算出的第 i 个污染物的最大地面质量浓度，mg/m^3；

C_{0i}—第 i 个污染物的环境空气质量浓度标准，mg/m^3。

本项目 PM_{10} 和 SO_2 分别执行《环境空气质量标准》（GB3095-1996）中二级标准，即 PM_{10} 日平均浓度限值为 0.15 mg/m^3（小时平均浓度限值取日平均浓度 3 倍，为 0.45mg/m^3），SO_2 小时浓度为 0.50 mg/m^3。

评价等级按表 7-2 的分解判据进行划分。

表 7-2　　大气评价工作等级划分依据

评价工作等级	分级判据
一级	P_{max}≥80%，且 $D_{10\%}$≥5km
二级	其它
三级	P_{max}<10%或 $D_{10\%}$<污染源距厂界最近距离

采用导则推荐的 SCREEN3 估算模式进行评价等级的确定。计算结果见表 7-3。由表可知，本项目锅炉排放烟气中烟尘与 SO_2 的 P_{max} 分别为 6.51%和 1.19%，均小于 10%。因此，按照评价工作等级划分依据判断，本项目大气环境影响评价的工作等级为三级。

表 7-3　不同距离内锅炉排气的污染物浓度贡献值

距离	PM_{10}		SO_2	
	浓度（mg/m^3）	占标率（%）	浓度（mg/m^3）	占标率（%）
100	0.0031	0.69	0.019	3.81
300	0.0048	1.07	0.029	5.84
500	0.0031	0.68	0.019	3.37
1000	0.0020	0.45	0.012	2.47
最大落地浓度	0.0053	1.19	0.032	6.51
出现距离（m）	187		187	
$D_{10\%}$（m）	/		/	

7.2.1.3 非放射性大气污染物环境影响

根据《环境影响评价技术导则 大气环境》（HJ2.2-2008），本项目采用 SCREEN3 估算模式对项目锅炉排放烟气造成的环境影响进行预测和评价。项目运行期间，距离最近的居民点的 SO_2 浓度小于 $0.5mg/m^3$，PM_{10} 浓度小于 $0.15mg/m^3$，可以满足《环境空气质量标准》（GB3095-1996）中的二级标准的限值要求。

7.2.2 地表水环境影响分析

7.2.2.1 非放射性废水的产生和治理措施

本项目新增的非放射性废水主要为水冶厂区生活污水和生活区生活污水，其产生量分别为 $19.66m^3/d$ 和 $11.34m^3/d$，总量为 $31m^3/d$。废水中的主要污染物为 SS、COD 及氨氮，其中 SS 的浓度约为 100mg/L，COD 浓度为 300mg/L，氨氮浓度为 40mg/L。

本项目生活区生活废水和水冶厂生活废水分别排入已建工程的生活区生活污水处理设施和水冶厂生活污水处理设施，处理后的污水满足《污水综合排放标准》（GB8978-1996）一级标准，用于厂区和生活区的绿化，不外排。

7.2.2.2 废水外排环境影响分析

处理后的污水不外排，用作厂区及生活区的绿化用水。由于项目非放射性污水产生量不大，且项目所在地区蒸发量较大，绿化喷洒水不会形成漫流流出厂外，因此不会对项目周边水环境产生影响。

7.2.3 声环境影响预测与分析

本项目噪声主要来自于各种风机、水泵以及搅拌机等。工程各厂房采用的各类风机噪声均小于 90dB（A），水冶厂房内的泵类、搅拌机等产生的噪声均小于 80dB（A）。

通过点声源处于半自由空间的几何发散衰减模式预测，项目噪声源对距离最近的居民点处贡献值仅为 3.7dB（A）。通过叠加背景噪声，项目运行期通风机和空压机工作时，最近居民点环境噪声值昼间、夜间分别为 51.5dB（A）和 39.2dB（A）。由叠加计算结果可已看出，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 3 类区昼间≤65dB（A）、夜间≤55dB（A）的标准限值要求。

7.2.4 固体废物影响分析

本项目产生的非放射性固体废物主要为锅炉燃煤产生的灰渣、生活垃圾等。工程运行过程中锅炉燃烧产生的灰渣分别集中存放在水冶区和生活区内的渣场中，部分留作厂内铺路使用，剩余的定期外运统一处理。职工日常生活产生的生活垃圾，在场内集中收集后，定期运至指定地点处理。

项目生产过程中产生的固体废物均得到了有效的处置，不会对环境产生明显的影响。

7.3 生态影响分析

7.3.1 生态影响途径及影响分析

本项目为原地浸出采铀项目。根据工程特点，项目的生态影响主要来自于对土地的占用，以及由此带来的与被占用土地相关的生态系统的破坏。本项目占地类型以为半干旱草原为主。项目所在地区人烟稀少，半干旱草原面

积广阔，项目所占用土地与区域内具有相同或相似生态结构及功能的土地面积相比，所占比例较低。因此，本项目的实施基本不会使区域的土地利用现状发生明显的改变，生态影响较小。同时，由于项目主要占地位于新建采场区域；根据地浸采矿的特点，采场内主要设施为抽、注液孔，其他建构筑物面积很少，对地表植被破坏很小；占地多为施工期临时占地，实际施工结束后相应的生态影响也会结束。综上所述，项目对区域生态环境影响较小。

7.3.2 生态恢复措施及方案

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、运行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。

7.3.2.1 生态恢复方案

本项目闭井后，需进行生态恢复的重点为井场、集液池及蒸发池。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。

7.3.2.2 其他生态措施

1）对于项目使用中的大型机械，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）资源枯竭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。

8 事故环境影响分析

8.1 事故识别

本项目放射性气态流出物主要来自于地浸采铀抽出液中 ^{222}Rn 的排放。当发生任何事故导致生产停顿时，^{222}Rn 的排放也随即停止，气态流出物可发生的事故处于可控状态，不会发生较大的事故。因此，在事故情况下，本项目仅考虑液态流出物的影响。

根据原地浸出采铀工程特点及当地环境条件，确定当生产失控、自然灾害以及其它人为事故时，液态流出物的排放可能存在以下几种情况：

1）含矿含水层内非控制性抽注失衡，导致矿体内溶浸液流散失控；

2）事故性停止生产，造成含矿含水层内溶浸液流散加剧；

3）事故性跑、冒、滴、漏；

4）井场管道断裂事故；

5）钻孔密封不良；

6）集液池、蒸发池破裂，造成池内放射性液体流散。

8.2 最大可信事故确定

8.2.1 事故分析

8.2.1.1 非控制性抽注失衡

正常运行工况下，地浸采铀采用抽液量一般略大于注液量的负不平衡来控制或避免地下浸出液的流散。由于生产控制的波动性，项目运行中短暂的抽注失衡是存在的，可能发生少量的浸出液由于抽注不平衡而流散到井场外的事故，非控制性抽注失衡已作为生产期的正常排放进行了评价。

另外，本项目抽、注液管道均安装了压力表和流量计，可严格计量抽液量和注液量，且值班人员的任务就是经常观察和随时控制流率，一旦发现抽注负不平衡被破坏，立即调整，非控制性的抽注失衡最多不会超过 30min，其影响要小于正常生产时的影响，因此，此类事故完全可以在短时间内得到控制，对周围地下水环境影响较小。

8.2.1.2 事故性停产

由于意外事故发生，造成非计划性生产停止，这将会造成含矿含水层内溶浸液向溶浸范围之外流散。

本项目正常生产过程中，每年的生产期为 330d，一年中有 35d 的停产检修期，而 35d 正常性停产对含矿含水层的地下水影响，已作为生产期的正常排放进行了评价，且本项目采用抽大于注工艺，使地下水在采区范围内形成降落漏斗。在事故性停产过程中，井场内的浸出液首先恢复降落漏斗，然后才向下游迁移。一般情况下，事故性生产停车不会超出 35d 的正常停产期，事故性短暂停产对地下水的影响远小于正常性停产的影响。因此，本次评价不再进行事故性生产停产情况的影响分析。

8.2.1.3 事故性跑、冒、滴、漏

浸出液由井场向水冶厂输送的过程中，在跨越冲沟处若发生泄漏，会汇集于冲沟内，可能会污染地表水体；为防止浸出液管线泄漏的放射性废水排入地表水体，在水冶厂和井场中间、跨冲沟输液管道桁架的下游低洼处设事故处理池一座， 可将泄漏液就近收集储存到事故池中，再泵送至配液池。

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，本项目浸出液处理厂房内的各类储池、储罐、管道均设有液位、压力或流量自动检测、报警与连锁控制系统，一旦发生冒槽或管道的跑、冒、滴、漏等情况可及时发现并得到有效控制，漏失的液体经设置的沟槽在厂房内集中收集后，就近排入尾液蒸发池，因此在事故性的冒槽或跑、冒、滴、漏情况下，浸出液对外环境的影响很小。

8.2.1.4 井场管道断裂

井场管道断裂一般分为两种情况，一种情况为冰冻冻裂管道，一种情况为受压断裂和破坏断裂。

1）冰冻影响

蒙其古尔铀矿床所在地区每年有 4～5 个月的冰冻期，最大冻土深度为 1.2m，因此冰冻可能造成井场管道断裂和“跑液”事故。但是本项目开采的含矿含水层埋藏较深，抽出液水温达 15℃以上，且各类输送总管道均埋入当

地冻土层以下 1.2m 处，所以冰冻期不会因冰冻造成地下管道破裂。

2）受压断裂和破坏断裂

井下管道安装在钻孔中，孔内的管材用壁厚 8～10mm 的聚四氯乙烯，孔壁与管壁之间用水泥砂浆充填。钻孔特定的设计结构使钻孔管道不存在被破坏的可能。另外，对于承受压力较小的集液总管、集液主管、集液支管和注液主管采用具有足够强度的增加 PE 管，而对承压较大的集液总管则采用高强度的钢骨架复合管。因此，各管道具有足够的抗压能力，不会因受压而断裂。

各管道均设防渗管沟，即使因意外原因造成管道泄漏，也可及时发现与更换，泄漏液不会泄漏至周边环境；另外，发生泄漏后，井场自控中心也会很快检测到，并进行联锁控制，采取相应的处理措施；且生产过程每天 24 小时均安排专人值班巡视，一旦管道异常，采取措施检测、停泵、修补与更换等措施。

综上所述，井场管道断裂的可能性较小，即使管道断裂，其影响相对来说也是比较小的。

8.2.1.5 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，确保钻孔的质量，且每个钻孔的运行时间不大于 6a。故一般情况下不存在钻孔密封不良造成溶浸液或浸出液泄露而污染上、下含水层的事故发生。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良使溶浸液或浸出液泄露而污染上、下含水层。当发现一个注液孔的注液量出现增加，并且注液的压力明显降低时，通过连锁控制装置立即停止该孔的注液，进行检查，因此钻孔密封不良对环境的影响可得到及时控制。

8.2.1.6 集液池、蒸发池泄漏事故

在地震、冰冻等自然灾害发生时，可能引起集液池或蒸发池池底断裂，造成集液池中浸出液或蒸发池内尾液的泄漏。由于本研究区地形平坦，水力坡度极小，导致水流缓慢，核素运移速度小。在 100a 的时间内，$U_{天然}$在潜水层中的迁移距离较小，未到达居民点。在此距离内，潜水层无使用途径，也没有地下水出露点，因此不会直接对公众产生辐射剂量。

9 工作人员职业照射剂量分析

本项目为原地浸出采铀工程，与常规采矿方法不同，其特点是将溶浸液通过钻孔注入地下矿层进行铀的浸出，当铀浓度达到工艺要求时抽至地表集液池，再送到水冶厂进行铀的提取。这种采铀方法工作人员不进入井下环境采矿，不进行矿石破碎，避免了常规采矿时废石和尾矿堆积对人员的危害。

9.1 工作人员辐射危害因素分析

根据本项目的工艺特点，生产过程中主要辐射危害因素包括氡及其子体、放射性气溶胶、γ辐射及α、β表面污染等。

9.2 剂量管理目标值

1）工作人员剂量管理目标值

考虑到本项目工艺特点，确定本项目职业照射年有效剂量管理目标值为10mSv/a。

2）工作场所铀系长寿命α气溶胶、氡及其子体管理限值

根据《铀矿冶辐射防护和环境保护规定》（GB23727-2009）及《铀矿冶辐射防护规定》（EJ993-2008）要求：水冶厂内空气中氡浓度不超过1.1kBq/m^3，氡子体α潜能浓度小于1.6μJ/m^3，铀系长寿命α气溶胶的约束值为0.9Bq/m^3。

9.3 工作人员年有效剂量估算

通过类比计算，在为考虑工作人员个人防护的条件下，水冶厂工作人员最大年有效剂量为4.74mSv/a，小于本工程职业工作人员的有效剂量管理目标值10mSv/a。

9.4 辐射防护措施

1）在浸出液处理厂房内物料输送设备和管道均按照规范设计制造，并采取密封和检漏措施。物料大部分采用密闭操作，防止人员直接接触到放射性物料。

2）在浸出液处理厂房运行过程中产生放射性气溶胶的区域均设置局部和全面排风系统，可有效降低各房间内的放射性气溶胶浓度。

3）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。

4）α、β放射性表面污染的防护：保持工作场所的清洁与整齐，设备、地面和墙面被污染后要及时进行去污。在检修和更换设备时，应先进行擦拭、清洗。

5）制定科学合理的工作程序，严格按照程序工作、休息，降低工作人员不必要的职业照射。

6）个人防护措施

（1）工作人员上班穿戴工作服和劳动保护用品，在水冶车间佩戴高效过滤口罩。

（2）在辐射作业场所内不得进食、吸烟和存放食品，辐射工作人员饮食前必须洗手、漱口。工作结束后，应进行沐浴，并监测合格后离开。

（3）加强个人的防护，进行个人内、外照射剂量监测，并记录在案。

10 环境经济损益分析

10.1概述

本项目采用原地浸出的方法对铀矿床进行开采。与常规开采方法相比，原地浸出采铀开采工艺简单、基础设施建设投资少、生产成本较低、劳动生产效率高；同时，采用原地浸出采铀的方法，对环境的扰动较小，污染物产生较少，劳动卫生和安全防护条件好，具有较为显著的经济效益、环境效益和社会效益。

本项目的实施、生产可为国家增加税收，并为国家提供铀资源。此外，项目对当地经济发展也有较大的推动作用，可以为当地提供就业岗位，带动当地相关产业的发展，为当地经济的健康、快速发展创造良好的条件。

10.2环境效益分析

10.2.1 环境优势分析

原地浸出采铀与常规采冶方法比较，有较好的环境优势，主要表现在：

1）废渣产生量少：原地浸出采铀工艺不产生废石，废渣产生量也较少，从而避免了废石、废渣在地表堆积对环境产生的影响；

2）工艺废水产生量少：原地浸出采铀技术浸出也经过吸附、淋洗、酸化、沉淀工艺后，产生的吸附尾液大部分可作为浸出液返回地浸工艺，从而减少了废水的排放；

3）排氡量少：常规采铀方法的矿井通风排氡量及废石堆、尾矿库的氡析出量都较高，而地浸采铀抽出的溶浸溶解液的氡气量和蒸发池内残渣释放氡气量远小于同等规模常规开采矿山；

4）对自然景观破坏小：地浸采铀地表设施简单，只有抽注钻孔和输液管道，同时废物排放量少，因而对工程所在地的自然生态影响较小；

5）职业安全卫士及防护条件好：地浸采铀无需井下作业，地表作业的开采过程可实现自动化控制，因此工作场所的卫生条件和个人防护条件对比常

规开采都有很大的改善。

10.2.2 环境投资分析

环境保护设施主要由以下几部分组成：

1）污染防治和环境保护所需的设施和装置；

2）生产工艺需要为环境保护服务的设施；

3）常规环境监测所需要的仪器设备；

4）为保证生产有良好的环境所采取的通风、防尘、绿化设施等。

本项目环保投资占总投资的 4.79%。其中用于废气治理的占环保投资的 2.4%，用于废水污染治理的费用占环保投资的 73.7%，用于固体废物治理占环保投资的 2.3%。由此可见，该项目环保投资主要集中于防止水体污染，符合该项目污染治理的特点，因此，本项目的环保投资及其比例较为合理。

综上所述，本项目环境效益显著，环保投资合理，从环境角度来说本项目是可行的。

10.3社会效益分析

根据《核电中长期发展规划》，到 2020 年，中国核电装机容量将达到 4000 万千瓦，核电占电力总装机比例达到 4%以上，国内对天然铀的需求呈迅速增长之势。据预测，国内仅核能发电需天然铀数量到 2020 年由目前的数量增加 6 倍以上，这就要求国内天然铀产业必须加快发展。为了支持国民经济的可持续发展和保障必要的军用铀资源储备，势必要对一些具有一定地质储量和品位较高的铀矿山进行开采建设。同时，铀矿山开采建设为核电发展提供原材料，对国家的清洁能源政策发展具有极其深远的意义。

另外，根据中核集团“十二五”规划，在“十二五”期间，新疆是我国建设的天然铀生产基地之一。蒙其古尔铀矿床因其资源量大、开发建设条件好，必然成为新疆天然铀生产大基地的一个不可或缺的重要组成部分。本项目的建设，可有力地促进新疆大基地的建设和形成。

2）项目建设可实现企业稳定持续发展

新疆中核天山铀业有限公司主营业务为天然铀的生产，经过多年生产，

企业积累了丰富的原地浸出采铀试验研究和生产经验，而本项目的建设能够在一定程度上提高企业天然铀的生产能力，为企业注入新鲜血液，提高企业的市场竞争能力和抗风险能力，进一步提高企业的经济效益，从而实现企业持续稳定发展。

3）项目建设生产对就业的影响

本项目投产运营后，在已建工程的基础上，可以为当地再增加 50 个劳动就业机会。此外，项目的实施除为项目所在地带来直接就业机会外，还可以为当地带来其他的就业机会，这对改善当地的就业状况、促进社会稳定具有积极的意义

4）项目建设对促进当地经济发展的意义

本项目地处新疆维吾尔自治区察布查尔锡伯自治县，属经济欠发达的西部边疆地区，该地区经济以农业为主，牧业次之，工业很不发达。本项目的建设可以带动当地建材、能源、交通以及原材料供应等相关产业的发展，从而带动当地经济的发展。

上述分析表明，新疆中核天山铀业有限公司蒙其古尔铀矿床原地浸出采铀扩建（二期）工程具有显著的环境效益和社会效益。因此，该项目在环境经济上是可行的。项目建设时严格执行“三同时”，严格资金管理，保证环保投资和环保设施正常投入与运行，确保该项目在取得经济效益和社会效益的同时，具有环境效益。

11 公众参与

11.1公众参与的目的、作用

为了解公众对项目的态度，广泛征求项目影响区内有关单位、公众以及其他利益相关方得意见，本项目公众参与工作严格按照《环境影响评价公众参与暂行办法》中相关规定执行，主要通过张贴公告、问卷调查、入户介绍以及口头了解等方式，进行了建设项目环境保护相关信息的公示及收集。

11.2公众参与方案及实施

本次环评公众参与调查采取张贴环评信息公告和发放公众参与调查表两种方式进行。其中，按照《环境影响评价公众参与暂行办法》的规定，环评信息公告在2013年5月16日～5月30日与2014年3月8日～3月23日分两次进行。在第二次环评信息公告张贴期间，向公众提供了环评报告书的简本，以供公众查阅，并发放了公众参与调查表。

11.3环评信息的发布

11.3.1 第一次环评信息发布

11.3.1.1　信息发布内容

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和联系方式、环评工作程序及工作内容、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公告。公示内容见表11-1。

表 11-1　　第一次信息公示公告

新疆中核天山铀业有限公司蒙其古尔铀矿床原地浸出采铀扩建（二期）工程环境影响征求意见的公告

1、建设项目的名称及概要

（1）项目名称：新疆中核天山铀业有限公司蒙其古尔铀矿床原地浸出采铀扩建（二期）工程。

（2）建设地点：新疆维吾尔自治区伊犁哈萨克自治州察布查尔锡伯自治县境内。

（3）主要建设内容：本项目为铀矿床原地浸出采铀工程，项目采用二氧化碳+氧气的中性浸出技术，建设内容主要包括井场、水冶厂、动力辅助设施、蒸发池、生活区等。其中，井场和蒸发池为择址新建；水冶厂、动力辅助设施和生活区为原址扩建。

本项目建设的目的是在已建工程的基础上，对蒙其古尔铀矿床蕴含的铀资源进行进一步地扩大开采，项目的建设对提高我国天然铀生产能力具有十分重要的意义。另外，本项目实施过程中，将采取一系列的环境和生态保护措施，以确保项目产生的各种污染物和生态影响得到有效治理，从而最大程度地降低项目建设对周边环境的影响。

（4）服务年限：本项目服役年限为 15 年，其中建设期 3 年，达产期 1 年，生产期 10 年，减产期 1 年。

2、项目建设单位名称和联系方式

建设单位：新疆中核天山铀业有限公司

联系电话：0999-7836030

3、承担评价工作的环境影响评价机构的名称和联系方式

环境影响评价机构名称：中核第四研究设计工程有限公司

联系电话：0311-85912710

4、环境影响评价的工作程序和主要工作内容

（1）环评工作程序

环评单位接受委托后经现场踏勘、充分研读相关文件、进行初步的工程分析和环境现状调查后，按环境主管部门和环评导则的要求编制环境影响评

价报告，同时建设、评价单位联合展开公众参与调查工作，报告编制完成后报环境保护主管部门审批。

（2）主要工作内容

建设项目基本情况、建设项目所在地自然环境社会环境简况、环境质量状况、评价适用标准、建设项目工程分析、项目主要污染物产生及预计排放情况、环境影响分析、公众参与、建设项目拟采用的污染防治措施及预期治理效果、结论与建议。

5、征求公众意见的主要事项

（1）蒙其古尔铀矿床原地浸出采铀已建工程的建设和实施对周边环境及您的工作和生活是否产生了影响;

（2）您对蒙其古尔铀矿床原地浸出采铀扩建（二期）工程的基本建设内容和可能产生的环境影响是否有所了解;

（3）本项目对地区经济发展和社会稳定有何作用;

（4）您对本项目的建设有何意见、建议和要求;

（5）您是否支持该项目的建设。

6、公众提出意见的主要方式

公众可通过电话、信函或走访的方式将自己的意见和建议告知建设单位或环境影响评价单位。

本公告公示 10 日，欢迎公众积极参与本项目的环境影响评价工作，特此公告。

新疆中核天山铀业有限公司

2013 年 5 月 16 日

11.3.2 第二次环评信息发布

本次信息公示是在本项目环境影响报告初稿及简本完成后进行的，对建设项目的详细信息、污染物的产生及治理措施、环境影响评价结论等信息进行了公示、张贴。公示内容见表 11-2。

表 11-2　　第二次信息公示公告

新疆中核天山铀业有限公司蒙其古尔铀矿床原地浸出采铀扩建（二期）工程环境影响征求意见的公告

新疆中核天山铀业有限公司委托中核第四研究设计工程有限公司承担蒙其古尔铀矿床原地浸出采铀扩建（二期）工程的环境影响评价工作。目前，环境影响报告书的编制工作正在进行中。根据《中华人民共和国环境影响评价法》和《环境影响评价公众参与暂行办法》等法律法规文件中有关项目建设前公开环境信息、强化社会监督的规定，本着公开、公平、广泛、便利的原则，将本项目的有关信息公告如下:

一、项目概况

本项目在蒙其古尔铀矿床原地浸出采铀已建工程的基础上，对蒙其古尔铀矿床蕴含的铀资源进行进一步地扩大开采，其中井场和蒸发池为择址新建，水冶厂、动力辅助区和生活区为原址扩建，项目的建设对提高我国天然铀的生产能力具有重要的意义。

本项目建设地点位于新疆维吾尔自治区伊犁哈萨克自治州察布查尔锡伯自治县境内，属于铀矿冶采冶行业，服务年限为 15 年，最终产品为铀化合物。

二、项目施工期主要污染物及防治措施

1、大气污染物

（1）选择运行状况良好的施工机械、车辆，并使用高品质燃料，以降低机械排气中有害成分的含量。

（2）施工期合理规划施工进度，避免在大风天气进行大面积开挖作业;此外，采用洒水、围挡等抑尘措施，并加强运输车辆的防尘措施，可以有效的减少施工扬尘对环境的影响。

2、水污染物

（1）钻井废水及设备清洗和水泥养护水分别排入施工场地设置的简易污水收集系统，处理后的污水可继续在施工中回用，不外排。

（2）对施工期工人产生的生活污水，进行统一收集、处理；生活盥洗水直接用于泼洒地面抑尘。

3、固体废物

（1）废弃钻井泥浆统一收集处理，不外排。其中，非放射性泥浆就地掩埋处理，放射性泥浆贮存于蒸发池。

（2）施工产生的生活垃圾统一分类收集，定期外运统一处理。

4、噪声

施工期间噪声主要包括施工机械和车辆噪声以及钻井噪声，在采取妥善的降噪措施后，经空气吸收和地面效应导致的声能衰减，噪声大大降低，不会对项目所在区域内的居民产生明显的影响。

三、项目运行期主要污染物及防治措施

1、废气

（1）浸出液自井中抽出时，溶液中携带的^{222}Rn气体在集液池中排放；为减少井下^{222}Rn气体的析出，浸出液提升设备采用潜水泵。

（2）蒸发池废液蒸发携带的^{222}Rn和干滩面析出的^{222}Rn，通过合理控制废液排放、保持蒸发池内残余水量、停产时及时掩埋残渣等措施，可减少^{222}Rn的析出。

（3)本项目利用已建工程动力辅助区的2台采暖锅炉以及1台沐浴锅炉，锅炉燃煤产生的烟气经过脱硫、除尘处理后经烟囱高空排放，烟尘浓度≤200mg/m^3，SO_2浓度≤900mg/m^3，满足《锅炉大气污染物排放标准》（GB13271-2001）二类区II时段标准。

（4）浸出液处理厂房、盐酸库等厂房生产运行过程中产生的湿气、酸雾、酸性和碱性腐蚀性气体，采取厂房全面通风后，由烟囱排入环境，经大气扩散稀释后，对环境影响较小。

2、废水

（1）本项目在铀浸出—回收循环过程中产生的放射性废水，排入蒸发池，以自然蒸发的方式进行处理，不向外排放。同时，对蒸发池进行防渗处理，

防止池内液体下渗入地下。

（2）本项目均利用已建工程水冶厂区和职工生活区的污水处理设施，对职工生活和淋浴产生的废水进行处理。处理后的污水水质达到《污水综合排放标准》（GB8978-1996）一级标准，用作厂区和生活区的绿化用水，不外排。

3、固体废物

（1）蒸发池残渣和废弃滤布暂存于蒸发池中，不对外排放。

（2）锅炉燃烧产生的灰渣分别集中存放在水冶厂和生活区内的渣场中，部分留作厂内铺路使用，剩余的定期外运统一处理；职工日常生活产生的生活垃圾，在场内集中收集后，定期运至指定地点处理；不会对环境产生明显的影响。

4、噪声

本项目噪声主要来自于井场和水冶厂的空压机、潜水泵、离心泵、风机等设备。在采用妥善的降噪措施后，噪声源强经处理后在厂界可以达标《工业企业厂界环境噪声排放标准》（GB12348-2008）中 3 类标准限值的要求。

四、项目所致公众剂量

本项目气态源项所致 20km 范围内最大个人有效剂量为 0.08mSv/a，叠加周边已建铀矿冶工程所致辐射影响后，最大个人有效剂量为 0.085mSv/a，占公众剂量约束值 0.5mSv/a 的 17%，满足辐射防护的要求。20km 范围内的集体剂量为 0.28 人·Sv/a。

五、项目对地下水环境的影响

本项目生产期间采用抽大于注的控制措施，浸出液在正常情况下不会向周围地下水环境流散。另外，由于本项目开采的含矿层位于地下 470¯650m 范围内，含矿层具有十分稳定的顶底板，发生越流至其它承压水层或浅水层的可能性很小，不会对地表水及浅层地下水造成影响，也不会对公众造成附加照射剂量。

六、环境影响报告书提出的环境影响评价结论要点

本项目适应核工业发展的形势，符合国家产业政策，经过预测评价认为本项目建设对当地环境和公众健康造成的影响较小，是可以接受的。为了将项目建设的环境影响降低到最小程度，本项目在实施过程中会严格按照“三同时”原则进行设计、施工和运行，落实设计和环评中提出的各项污染防治

措施。

从环境保护的角度讲，新疆中核天山铀业有限公司蒙其古尔铀矿床原地浸出采铀扩建（二期）工程是可行的。

七、征求公众意见的范围和其它有关事项

征求公众意见的范围：受建设项目影响的公民、法人或其他组织的代表。

征求公众意见的有关事项：公众可以在有关信息公开后，以电话、传真、电子邮件等方式，向建设单位或者其委托的环境影响评价机构提交意见。

八、征求公众意见的形式

根据项目所在地实际情况，项目建设单位和环境影响评价单位在附近村庄发放公众参与调查表 50 份。

九、征求意见的起止时间及联系方式

1、征求公众意见起止时间：

2014 年 3 月 8 日——3 月 23 日，共 15 天

2、建设单位名称及联系方式：

建设单位：新疆中核天山铀业有限公司

电话：0999-7836030

传真：0999-7897209

联系人：刘科

3、环评单位名称及联系方式：

环评单位：中核第四研究设计工程有限公司

电话：0311-85912751

传真：0311-85912166

联系人：曹凤波

E-mail：caofb@c-fine.com.cn

欢迎公众积极参与本项目的环境影响评价工作，特此公告。

新疆中核天山铀业有限公司

2014 年 3 月 8 日

11.4 公众参与调查表

11.4.1 公众参与调查内容

第二次环评信息发布期间，向上矿区周边的的居民发放了公众参与调查表。公众参与调查表内容见表 11-3。

表 11-3 公众参与调查表

<table>
<tr><td>被调查人基本情况</td><td colspan="2">姓名：　　民族：　　性别：□男　□女
年龄：□18 岁以下　□18-36 岁　□37-50 岁　□50 岁以上
职业：□一般干部　□工人　□农（牧）民　□学生
文化程度：□高中以上　□初中　□小学及以下
居住地：＿＿＿＿＿＿＿＿＿＿＿＿＿＿＿＿＿＿＿＿电话：＿＿＿＿＿＿</td></tr>
<tr><td rowspan="3">建设项目概况</td><td>项目名称</td><td>新疆中核天山铀业有限公司蒙其古尔铀矿床原地浸出采铀扩建（二期）工程</td></tr>
<tr><td>建设地点</td><td>伊犁哈萨克自治州察布查尔锡伯自治县境内</td></tr>
<tr><td>基本情况</td><td>本项目是在已建设完成的蒙其古尔采铀工程基础上，对蒙其古尔铀矿床蕴含的铀资源进行进一步地扩大开采。其中，井场和蒸发池为择址新建，水冶厂、动力辅助区和生活区为原址扩建。</td></tr>
<tr><td colspan="3">蒙其古尔铀矿床原地浸出采铀（已建）工程在建设过程中，对您的生活是否产生了影响？
□基本没有影响　□有影响，但不大 □影响较大</td></tr>
<tr><td colspan="3">您是否了解蒙其古尔铀矿床原地浸出采铀（已建）工程的相关信息？　□了解　□不了解</td></tr>
<tr><td colspan="3">您是否了解本项目的相关信息？　□了解　□不了解</td></tr>
<tr><td colspan="3">您认为本项目可能带来的主要环境问题是什么？
□废气 □废水 □固体废物 □噪声□辐射影响</td></tr>
<tr><td colspan="3">您认为本项目对当地环境影响如何？　□影响不大 □有一定影响 □影响很大</td></tr>
<tr><td colspan="3">你认为本项目的废气治理措施是否可行？　□可行　□基本可行 □不可行</td></tr>
<tr><td colspan="3">你认为本项目的废水治理措施是否可行？　□可行　□基本可行 □不可行</td></tr>
<tr><td colspan="3">您认为本项目地下水污染防治措施是否可行？　□可行　□基本可行 □不可行</td></tr>
<tr><td colspan="3">你认为本项目的固体废物治理措施是否可行？　□可行　□基本可行 □不可行</td></tr>
<tr><td colspan="3">你认为本项目的噪声的治理措施是否可行？　□可行　□基本可行 □不可行</td></tr>
<tr><td colspan="3">您对于已制定的环境影响减缓措施是否满意？　□满意　□基本满意　□不满意</td></tr>
<tr><td colspan="3">您认为本项目对居民生活的影响如何？　□基本没有影响　□有影响，但不大 □影响较大</td></tr>
<tr><td colspan="3">从环境保护角度看，您是否支持本项目的实施？　□支持　□不支持 □无所谓
如不支持本项目建设，请简述您的理由：</td></tr>
<tr><td colspan="2">您对该项目在环保方面还有何建议和要求？</td><td></td></tr>
</table>

11.4.2 调查结果统计

本次调查共发放问卷 50 份，回收 49 份，有效回收率为 98%。调查对象涉及当地维吾尔族、哈萨克族、锡伯族及汉族的常住居民。调查对象构成情况统计结果见表 11-4。

表 11-4　　公众参与调查对象构成情况一览表

项目＼统计		人数	比例（%）
性别	男	35	71.4
	女	14	28.6
年龄	18 岁以下	1	2.0
	18~36 岁	29	59.2
	37~50 岁	15	30.6
	50 岁以上	4	8.2
职业	一般干部	13	26.6
	工人	0	0
	农（牧）民	35	71.4
	学生	1	2.0
文化程度	高中以上	26	53.1
	初中	18	36.7
	小学及以下	5	10.2

从上表可以看出，本次公众参与调查对象的范围包括了项目所在地范围内的不同阶层、不同年龄、不同文化程度，具有广泛的代表性：

1）从性别构成上看，调查对象的男女比例为 2.5:1，男性较多。从调查现场来看，当地居民中，男性对于外界事物的接受程度要高于女性，态度也较为开放，故此男性愿意接受调查的人数多于女性。

2）从年龄结构上看，调查对象中 37~50 岁和 18~36 岁的人员所占比例较大。这两个年龄组的人群对项目的认识和理解能力较好，由较强的分析判断能力。因此，从年龄结构上看，本次调查对象具有代表性。

3）从职业构成上看，受调查对象的人数中农牧民占总人数的 71.4%，较好的反应了项目区周边以农牧业生产为主的经济生产状况。

4）从文化程度上来看，调查对象中初、高中文化程度人员所占比例较大。

选择受过一定教育的当地居民作为调查对象，确保了项目信息可以得到较好的理解。为保证项目信息更好地传达给公众，本次公众参与调查采取了简单易懂的表达方式及手段，将工程情况向村民做了简单、易懂且详细的介绍，力争使每一个参与者都对项目环境影响有较全面的了解，并选取区内部分村镇的干部作为村民代表，从而降低了一般农牧民以及受教育程度较低的居民由于文化水平不高而造成的参与障碍。因此，从文化程度上看，本次调查具有代表性。

11.4.3 调查结果统计与分析

11.4.3.1 调查结果统计

本次调查结果统计情况见表 11-5。

表 11-5 公众参与调查结果统计

调查项目		人数	比例（%）
蒙其古尔铀矿床原地浸出采铀（已建）工程在建设过程中，对您的生活是否产生了影响？	基本没有影响	39	79.6
	有影响，但不大	10	20.4
	影响较大	1	2.0
您是否了解蒙其古尔铀矿床原地浸出采铀（已建）工程的相关信息？	了解	38	77.6
	不了解	11	22.4
您是否了解本项目的相关信息？	了解	35	71.4
	不了解	14	28.6
您认为本项目可能带来的主要环境问题是什么？	废气	33	67.3
	废水	14	28.6
	固体废物	5	10.2
	噪声	13	26.5
	辐射影响	2	4.1
您认为本项目对当地环境影响如何？	影响不大	42	85.7
	有一定影响	7	14.3
	影响很大	0	0
你认为本项目的废气治理措施是否可行？	可行	40	81.6
	基本可行	9	18.4
	不可行	0	0

你认为本项目的废水治理措施是否可行？	可行	39	79.6
	基本可行	10	20.4
	不可行	0	0
您认为本项目地下水污染防治措施是否可行？	可行	44	89.8
	基本可行	5	10.2
	不可行	0	0
你认为本项目的固体废物治理措施是否可行？	可行	40	81.6
	基本可行	9	18.4
	不可行	0	0
你认为本项目的噪声的治理措施是否可行？	可行	43	87.8
	基本可行	6	12.2
	不可行	0	0
您对于已制定的环境影响减缓措施是否满意？	满意	33	67.3
	基本满意	16	32.7
	不满意	0	0
您认为本项目对居民生活的影响如何？	基本没有影响	31	63.3
	有影响，但不大	18	36.7
	影响较大	0	0
从环境保护角度看，您是否支持本项目的实施？	支持	49	100
	不支持	0	0
	无所谓	0	0

11.4.3.2 调查结果分析

本次调查结果分析如下：

1）接近 80%的受调查者认为蒙其古尔铀矿床原地浸出采铀已建工程的建设对当地的环境基本没有产生影响，其余认为影响不大。这说明已建工程在建设过程中所采取的环保措施起到了较好的效果，这为矿区范围内进行继续的开发，起到了较为积极的作用。

2）约 80%的受调查者对已建工程的相关情况均有一定程度的了解，这说明项目建设单位对于项目的宣传起到了一定的效果。

3）相比于已建工程，对扩建（二期）工程了解的人数比例有所下降，这

说明项目建设单位在对扩建（二期）工程的宣传仍需加强，以帮助当地更多的居民了解项目情况，以便双方的沟通。

4）大多数被调查者认为本项目的实施对当地环境的影响不大（85.7%）；亦有部分居民认为项目对当地环境会产生一定的影响（14.3%）；多数调查调查者认为项目废气可能会对环境产生影响（67.3%），其次为废水（28.6%）和噪声（26.5%）。

5）接近七成的被调查者对针对项目指定的环境保护措施表示满意；分别有 81.6%、79.6%、89.9%、81.6 和 87.8%的被调查者认为项目针对废气、废水、地下水、固体废弃物和噪声所采取的治理措施是可行的，其余被调查者认为“基本可行”。可见，针对项目制定的环境保护措施得到了被调查者的肯定，具有一定的可行性。

6）63.3%的被调查者认为本项目对居民生活不会产生影响，其余居民认为项目的实施对正常生活产生的影响有限。可见，项目的实施不会干扰当地居民的正常生产和生活；在此基础上全部受调查者均支持项目的建设。

7）被调查者对本项目在环保方面的建议和要求主要有以下两点：①保护环境，不影响村民正常生活；②在工程施工范围内，采取必要的措施，加强绿化。

本次公众参与问卷调查结果分析表明，绝大多数群众对于已建工程在建设阶段的环境保护工作是表示认可的，并对已建工程态度较为积极且支持本项目的实施。公众对于针对扩建（二期）工程制定的环境保护措施当地群众给与了充分的肯定，并提出了宝贵的建议。项目建设和运行过程中，应对公众提出的环保建议和要求进行充分的考虑，并切实的落到实处，确保不发生水源污染和其它环境污染事件；对于项目产生的其他污染物，也要进行合理和有效的处置，不影响当地居民的正常生活，并加强绿化，改善当地环境；另外也要适当的为项目区周边居民提供相关就业机会，为当地经济发展做出贡献。

12 环境管理及监测计划

12.1环境管理

建设项目环境管理是指工程在施工期、运行期执行和遵守国家、省、市有关环境保护法律、法规、政策和标准，对矿山的生产实行有效监控，及时掌握和了解污染治理与控制措施的执行效果，以及周围地区环境质量的变化，及时调整工程运行方式和环境保护措施，并接受地方环境主管部门的环境监督，最终达到保护环境的目的，取得更好的综合环境效益。

12.1.1 环境管理机构

本项目环境管理贯穿于项目的施工期、运行期以及关停期。

本项目施工期为 3a，在已建工程设置的环境管理机构的基础上，施工期环境管理实行分级管理制度，由管理层设置 1~2 名环保主管，负责本次扩建工程的总体布置和监管工作；井场建设、土石方、结构、设备安装、运输等各施工阶段负责人同时承担环境管理工作的具体实施，采取各种环保措施减少大气、废水和噪声排放，减少施工期对环境的影响。

运行期和关停期由建设单位负责具体的环境管理和监测工作，我国实行环境保护总经理负责制，因此，总经理对矿山及周围的环保问题负责。另外，本项目在已建工程环境保护和辐射防护管理机构专职安全环保管理人员的基础上，增加相应人员，负责本项目的环境管理和辐射防护监测任务，并负责制定各种维护管理制度，进行定期的检查和监督，以保证环保设施的正常进行。

12.1.2 环境管理机构的责任

1）贯彻执行《中华人民共和国环境保护法》及相关法律法规，按照国家的环保政策，环境标准及环境监测要求，制定环境管理规章制度，并监督执行；

2）编制、提出项目的施工期、运行期和关停期的环境保护计划和污染防治计划以及全厂环境保护工作的长远规划；

3）制定全厂环境管理规章制度以及各种污染物排放控制指标；

4）在工程建设阶段负责监督环保措施的施工、安装、调试等，落实工程的“三同时”计划，工程投产后，定期检查环保设施的运行情况，并根据存在的问题提出改进意见；

5）做好污染物达标排放，维护环保设施正常运转，协同各级环境保护行政主管部门解答和处理公众提出的环境保护方面的意见和问题；

6）组织开展全矿职工的辐射防护教育和工作人员的技术培训，不断提高辐射防护工作人员的素质和全矿职工的自我保护意识；

7）领导并组织全矿的辐射环境监测工作，建立源项监测档案，定期向核工业集团公司和环保部门上报监测报表；

8）与政府辐射环保机构密切配合，接受检查和指导。

12.1.3 环境管理计划

1）施工期的环境管理

（1）项目施工前应认真编制施工组织计划，切实做到文明施工；

（2）将环保要求体现在工程施工承包合同中，对施工方法、施工机械、施工速度、施工时段等要充分考虑环境保护要求，特别是施工过程中产生废水、噪声、固体废弃物等对周围环境的影响，要有行之有效的处理措施，并建议建设单位将此项内容作为工程施工考核的重要指标之一；

（3）建设单位在工程施工期间，要认真监督施工单位环保措施落实情况，了解施工过程中设备、物料堆置、临时工棚搭建、便道及施工方法对生态造成的影响，若发现严重污染及影响环境的情况，建设单位应及时制止并要求改进；

（4）工程竣工时，要全面检查施工现场环境状况，监督施工单位应及时清理临时占用的土地，拆除临时设施，清除各类垃圾，采取覆土绿化等措施，恢复被破坏的地面，使项目在良好的环境中运行。

2）运行期和关停期的环境管理

（1）运行期和关停期均应定期监测各类污染物的排放情况，确保放射性污染物的达标排放，并开展相应的流出物监测、常规环境监测等，随时掌握

厂区周围环境质量的变化趋势；

（2）明确环境监测的职责，建立健全的各项规章制度；根据国家辐射环境标准，对矿山重点污染源和污染物开展日常监测，尤其要重视对地下水的监测，避免对地下水环境造成污染，并将监测数据编制表格和报表，定期上报有关主管部门，建立监测档案；

（3）严格落实合理的地下水复原方案，并在地下水复原期间观察地下水治理的稳定状态，检查地下水治理效果。

12.2监测计划及监测机构

12.2.1 监测目的

根据原地浸出采铀工程的特点和当地环境状况，定期测定各种介质中放射性核素的含量，并将测量结果与天然本底测量结果进行比较，以便了解掌握放射性核素在环境介质中的转移状况和环境污染程度。

监测的目的主要是为了及早发现和获取可能发生污染与危害的征兆，确保本项目生产安全运行；防止对环境产生有害的影响和避免对工作人员造成不必要的危害；为采取相应的安全措施提供必要的依据。同时监测数据为生产运行阶段的环境现状评价提供参考资料；与本底数据进行对照，分析工程投产后对当地环境的影响。

12.2.2 监测点位、项目及监测频率

1）工作场所监测

监测工作场所不同岗位的辐射水平，可检验在连续操作时工作环境是否符合辐射安全的要求，并可鉴别是否有异常或紧急情况发生。工作场所的监测计划见表 12-1 所示。

表 12-1　　工作场所监测计划

序号	监测点位	监测项目	监测频次
1	井场集控室	^{222}Rn及其子体浓度、γ辐射水平	^{222}Rn及其子体浓度：1次/季；γ辐射水平：1次/季。
2	浸出液处理车间	^{222}Rn及其子体浓度、γ辐射水平、表面αβ放射性污染水平	^{222}Rn及其子体浓度：1次/季；γ辐射水平：1次/季；α、β表面污染水平：1次/年。

2）流出物监测

根据设施的性质、规模及运行情况，在产生放射性流出物的设施、部位实施监测，以便及时掌握和控制气、液态流出物以及固体废弃物的排放量和对环境的影响。流出物的监测包括气载流出物、液态流出物和固体废弃物等的监测，其监测计划详见表 12-2。

表 12-2　流出物监测计划

序号	监测内容	监测点位	监测项目	监测频次
1	气载流出物	集液池	^{222}Rn及其子体浓度	1次/季
2	液态流出物	工艺废水	废水中pH、$U_{天然}$、^{226}Ra、硫酸盐、氯化物。	1次/季

3）常规环境监测

对环境中各相关介质内有害物的浓度、水平进行监测，及时了解、掌握环境污染状况和污染变化趋势，并与对照点比较判断环境污染来源和可能造成的危害，同时可积累监测数据，为环境管理提供依据。

常规环境监测包括大气、水体、土壤、生物、底泥沉积物等介质的监测。具体监测计划相见 12-3。

表 12-3　常规环境监测计划

序号	监测介质	监测点位	测量分析项目	监测频次
1	空气	①集液池、蒸发池的下风向边界处，周边居民点。 ②对照点：察布查尔县。	^{222}Rn 及其子体	1 次/季
2			γ 辐射空气吸收剂量率	1 次/半年
3	地下水	①周边居民点。 ②地下水监测孔。	pH、$U_{天然}$、^{226}Ra、硫酸盐、氯化物	1 次/半年
4	土壤	①周边居民点。 ②对照点：察布查尔县附近田野。	$U_{天然}$、^{226}Ra	1 次/半年
5	生物	周边居民点的谷物、牧草、蔬菜、鸡、羊类。	$U_{天然}$、^{226}Ra	1 次/年

为了与本项目实施前的常规环境监测数据进行对比，本项目投产后的常规环境监测的布点与实施前的监测布点基本相同。

4）事故监测

事故应急监测项目、监测点位、监测频度，根据事故发生的性质、时间、

地点、可能污染范围等因素，及时进行有关项目追踪监测，取得事故现场监测数据和有关资料，并进行事故评价，并将结果汇报核工业集团公司的事故应急中心。

5）个人剂量监测

（1）对于可能受照射剂量较高岗位的工作人员，选取代表性的岗位佩戴个人剂量计，对工作人员的个人剂量进行监测和记录。

（2）工作人员应定期抽测手、皮肤、内衣的表面 α、β 放射性污染。

（3）铀厂矿发生事故时，应及时进行辐射监测，并估算受照人员的摄入量和受照剂量；必要时进行追踪测量。

12.3采样及测量方法

12.3.1 采样

1）空气

（1）在保证测量和分析探测限的前提下优先采用低流量采样，采样口距地面 1.5m，当需要大流量采样时，采样高度可适当提高。

（2）瞬时空气采样每次应连续采样 4～5d，每天采四次，首次采样起始时间为上午 8 时。各测点可同步采样时，则应采用同步采样。

（3）用以分析氡、氡子体的空气样品还需有一定数量的全天 24h 的连续采样，连续采 3d 以上，作为全天 24h 氡、氡子体浓度日变化分析。

（4）居民监测点的空气采样，除室外空气样品外还包括一定数量的室内空气样品，室内空气、氡和氡子体样品采样，采样头应尽量放置在房间中央，离地板 1.5m 处。

2）水

（1）水样品采集应尽可能完全地代表取样点的性质，并应采取一切措施，保证从取样到分析这段时间内样品不起任何变化或变化极小。

（2）地面水表层水样可距水面 50cm 处取样。当需采底层水样时，应注意不要搅动水底的游泥和防止采样时位置移动。

（3）当河床较深、河面较宽、断面上各采样点流速有明显差异时，应按

各采样点的流速比配制混合水样。

（4）水井或钻孔的地下水采样应记录采样深度（距地面）或采集不同深度的水样，用以分析水质分层情况。

（5）地表流动水样每次应连续取样 2d，每天在相同时间取样一次。对同一水体的流动水样，同一流线的地下水样，可实行同步采样。

3）底泥、土壤和生物

（1）底泥采样可在每个采样地点（或断面）采集若干样作混合样，使之具有一个有代表性的样品。

（2）在农田的采样点应采集次表面土壤样。采样深度为 1m，按 0～15cm、15~60cm 分层采取。

（3）对由于场地挖掘、平整或围道等扰动过的每一个取样地点都应重复采集土壤本底调查样品。对环境 γ 辐射量率和氡析出率同样适用。

（4）底泥和土壤样品经处理后除留作分析外，对本底样品及部分常规样品应留一部分副样长期保存。

（5）陆生生物采样一般可选择当地居民食用的主要物食和有代表性的指示生物，并应采集可食部分和生物的敏感部位。

12.3.2 测量方法

12.4 监测机构及设备配置

本项目监测机构依托蒙其古尔已建工程设置的环境保护和辐射防护管理机构以及剂量实验室，在原有管理人员和监测人员的基础上，增加人员，负责本项目的辐射防护和环境保护管理与监测工作。项目环境监测工作委托新疆中核天山铀业有限公司 737 厂完成。同时，该实验室还配置了相应的环境监测、个人剂量监测配套设施。设备配置详见表 12-4。

表 12-4　设备配置一览表

序号	名称	型号	数量	单位
1	通风柜	TF1207-C-C	3	个
2	分光光度计	723	2	个
3	室内氡钍分析仪	FD-125	1	台
4	气溶胶取样器	XH-1310	1	台
5	电动离心沉淀器	80-2	2	台
6	低本底α、β测量仪	BH1217	1	台
7	α、β表面沾污测量仪	FJ-2207	1	台
8	环境χ-γ剂量率仪	BH3103B	1	台
9	环境γ谱仪	BH324F	1	台
10	原子吸收分光光度计	WFX-130	1	台
11	个人剂量计	KF606B	150	个

12.5监测质量保证

12.5.1 质量保证的意义

建立测量分析质量保证体系，可以对监测分析全过程进行全面质量管理与控制，确保监测分析数据的质量，为环境评价提供有效的、可靠的基础数据资料。

12.5.2 质量保证目的

确保监测结果的重现性和准确性，排除其它因素对测量过程及测量结果的干扰。

12.5.3 监测质量保证措施

1）机构及人员配备

（1）建立质保机构

本项目由新疆中核天山铀业有限公司的监测质量管理机构统一管理，配备有关专业的兼职人员，按担任职务的权限、任务、职责，负责该工程的辐射防护与环境保护计划管理、下达监测任务、监督检查安防环保工作；对从事放射性监测人员的技术培训以及质保教育。

按照《铀矿冶辐射环境监测规定》（GB23726-2009）中规定的有关内容和要求实施监测任务。

每年应制定年度、季度和每月监测计划。监测结果应定期向地矿事业部安防环保处报送监测结果。

（2）人员配备

①矿区设置兼职人员 1~2 名，负责该矿区的环境保护方面各项工作。

②质保人员应由责任心强，善于管理，有一定业务知识，热心于质量工作的人员担任；辐射监测分析人员应由有实践经验，并有一定质量观念的人员担任。

③按上级要求，建立监测分析与环境评价人员培训与考核制度，持证上岗操作，提高质保人员素质与技能。

2）监测质量保证措施

为了提高监测数据的准确性和可用性，采取了如下保证措施：

（1）按《铀矿冶辐射环境监测规定》（GB23726-2009）中规定的要求，制定周密监测计划，采样布点点位和采集样品应具有代表性；样品采集、保管、贮存、处理按规定要求执行。

（2）样品测量分析方法符合有关操作规程要求；采用国家、核工业颁发或推荐的测量分析方法。第 1 次采集的各类样品测量分析时采用双样法测定；为检查样品间误差，随机抽取 5%的样品作为抽查检验。为了提高样品数据的可靠性，不定期的进行了比对测量与外检工作，使实验室测量误差不超过 20%，发现问题及时解决。

（3）测量仪器、分析仪表采用国家或核工业定点厂家生产的仪器设备；每年使用前进行严格调试和校准工作；定期校准与刻度有关仪器仪表，确保测量结果可靠性。建立仪器设备档案库，其资料长期保存。

（4）数据处理：采用统计检验方法进行数据统计处理，对异常数据谨慎处理，并记录在案。

（5）采样、测量分析、评价模式与参数等项内容采用国家、部局推荐的相关内容并满足相关要求，使其达到保证质量的目的。

（6）采样、测量分析数据记录及处理由二人进行复校、审核；计算结果

由专人负责记录、核查、保存、并建立数据档案库，以便将来核对。

3）气象资料、水文资料、人文资料、源项资料等经过相关单位审核并符合 ISO9000 族标准要求认定后，方可采用。

4）建立环保监测管理制度

（1）建立健全各项安全防护与环境保护管理制度；

（2）建立各级监测人员岗位责任制，明确分工职责；

（3）建立“三废”治理与事故处置管理制度；

（4）建立环境监测与管理制度；

（5）建立事故监测与处理制度；

（6）建立个人剂量与卫生健康档案及保管制度；

（7）建立环保监测数据、资料管理与上报制度。

13 工程退役治理设想

13.1退役原因与治理目的

13.1.1 退役原因

本项目为原地浸出采铀，矿床开采达到服务年限后，矿产资源枯竭，钻井停止抽注液，水冶厂关闭，为了尽快将遗留地表和地下的放射性物质清污处置，生产设施需开展退役治理。

13.1.2 退役治理目的

目前退役活动已由停产、关闭、去污、拆除、废物处理处置和环境整治等后端行为扩展到包括设计、建造及设施运行的全过程。最终目的是在停产后，退役能省时、省力、省钱、安全的进行。

为了保护本项目周围环境和公众健康，控制放射性核素向环境转移，在退役阶段对井场钻孔、污染的机械设备、浸出液吸附厂房、蒸发池以及有关的建构筑物等进行退役治理或处置，使其达到稳定、安全无害化程度。

13.2设计、生产中有利于将来退役治理的措施

对于本项目，在设计和施工过程中除了考虑设施运行期间的安全外，也考虑了以后退役的需求。主要有以下几个方面：

1）对井场区及水冶厂进行辐射测量，以便将来给出在完成退役后的清洁解控要求；

2）生产过程中实施严格监控，控制放射性物质的流失和扩散，尽量减少表面污染，减少退役时的清污工作量；

3）加强对集液管道、抽液管道、各类管道接口和阀门以及集液池的检查，防止发生液体泄漏，污染周边环境；

4）设计选用抗震、抗压、高强度钢骨架复合管，管与管壁之间的环状间隙及钻孔底部采用防渗、抗震的混凝土填充与密封，使矿层段与其上、下的所有含水层隔绝；钻孔施工过程中，严禁揭露含矿含水层的隔水底板；设计

抽液量大于注液量约 0.3%，使溶浸范围内形成降落漏斗等措施严格控制溶浸范围。

5）根据井场的划分，分段对井场进行治理，即一部分在继续生产，对于开采完毕的区段进行地下水复原治理。

6）采取各种防渗漏措施和检漏措施，减少了因跑冒滴漏等原因造成的环境污染，从而缩小退役治理范围。

13.3退役治理范围与退役方法

13.3.1 退役治理范围

根据原地浸出采铀的工艺特点，项目退役分为对地表工程退役治理以及对地下水的恢复治理两个部分。其中，地表工程退役采用拆除去污、清挖、覆土植被等方式对污染区域进行治理。地下水恢复是采用适合的物理、化学或（和）生物方法使地下水的水质恢复到接近原来的水平。

13.3.2 退役治理方法

1）地下水的治理

地下水治理主要为地下水的复原，根据国内外类似工程的实践，本矿床地下水复原拟采用地下水抽出—地下水处理—处理后的清洁水回注修复含水层—抽注液孔交替循环—修复后观察的复原方案。

2）井场钻孔的封闭

拆除各井孔上的设备，对钻孔进行扫孔，最后用水玻璃、混凝土注浆封堵，钻孔周围地面因受到溶浸液的泄漏污染，因此需局部清除被污染土表层 0.25~0.5m，统一挖运至废渣堆存池内统一处置，再利用干净土壤覆盖，使地面 ^{222}Rn 析出率低于 0.74Bq/m^2·s 的管理限值。

3）井场地面设施的治理

井场的地面设施主要有集液池、控制室、集液池泵房等。将集液池内沉渣统一挖运集中到废渣堆存池内进行处置，对污染严重又不易清除的设备设施进行拆除，被拆除的废弃物也统一运至废渣堆存池处置。对各类设备、管

道分别进行物理、化学去污。去污后的设备设施可运送到同类厂使用，去污达到 0.08Bq/cm^2 控制水平以下的设备，可转为民用；达到 0.04Bq/cm^2 以下的，可无限制开发使用。

对于废弃的集液池、配液池及相应泵房等场地应及时进行清理、平整夯实后，覆盖清洁的土壤及作物生长层，然后根据地区自然特点进行植被，恢复自然地貌。

4）水冶厂退役治理

拆除和解体水冶厂房及工艺设备、设施工艺管道，根据污染程度分类，对被污染的各类设备和建构筑物，分别进行物理、化学去污办法进行去污治理。去污后的设备，对于有利用价值的设备可在其他矿山重复利用；对于没有使用价值的废弃物根据污染活度浓度及经去污后的效果，遵循相关标准规范的规定进行处理处置。对厂房周边污染土壤进行清挖并覆土，之后进行植被。

5）蒸发池的治理与废渣处置

蒸发池兼作废渣堆存池，同时又是废渣的最终处置池。建设初期即对该蒸发池池底及池壁进行防渗处理。生产期间和终产期，所有各部位产生和堆存的沉渣和蒸干残渣，均随时挖运集中至蒸发池堆存。在终产后的退役期间，对蒸发池内沉积的废渣进行监测，确定其放射性活度浓度。根据其活度浓度的大小，对原地覆盖和清除这两个处置方案进行效果和经济方面的综合评价，确定蒸发池中的废渣处理方案。当放射性比活度处于清洁解控水平范围内，则经审管部门批准后可作一般废物处理，此时只需进行一般的地形地貌及生态修复；当放射性比活度达不到清洁解控水平时，若采用覆盖治理方案，则根据其放射性含量和试验，确定覆盖材料、覆盖厚度及覆盖结构。

6）其它

（1）输运管线周围和道路以及钻孔周围污染的土壤应予以清挖处理。

（2）废旧、污染设备或器材等经过去污清洗后达标者可作普通物件使用，但不能用作食品行业。

13.4退役治理效果预测

本项目退役治理拟采用的治理方案或处置方法，在铀矿冶系统退役治理中已广泛采用，并有多个厂矿已经竣工验收，取得了丰富的经验。按目前采用的退役治理方法和退役要求进行各源项的治理，本项目退役能够达到退役治理要求。

从国内外对原地浸出采铀场地及设施的治理经验来看，井场的地下水经过治理后，可恢复到接近本底水平；经过封堵处理的井孔与地表隔离，外界物质不会进入地下水层；井场退役时清挖受污染的表土后，土层中 ^{226}Ra 的比活度平均值不高于 0.18Bq/g；建（构）筑物清洗达标后可在一般工业中使用；清洗去污的设备达到相应标准后，可在除食品工业的一般工业中利用；矿区内的公路经清洗、清挖整治满足要求后，可作一般公路使用。

14 结论与承诺

14.1结论

14.1.1 项目概况

蒙其古尔铀矿床原地浸出采铀扩建（二期）工程是在蒙其古尔地浸采铀已建工程的基础上，对蒙其古尔铀矿床蕴含的铀资源进行进一步扩大开采，重点开发利用 P31～P55 线控制的矿块，项目的建设对于新疆天然铀生产大基地的建设和我国天然铀生产能力的提高是十分必要的。

本项目属于铀矿采冶行业，最终产品为铀化合物，服务年限为 15a，建设内容主要包括井场、水冶厂、动力辅助区及生活区。其中，井场和蒸发池在已建工程附近进行扩建，并利用已建工程水冶厂、动力辅助区和生活区的部分设施，仅对不足部分进行填平补齐。

14.1.2 环境现状调查

1）项目建设区域内的天然贯穿辐射剂量率水平属于当地本底水平；项目所在地周边居民点与对照点的天然贯穿辐射剂量率水平属于同一水平。

2）矿区拟建井场、矿区拟建发池、水冶厂、生活区及周边居民点的氡及子体浓度监测值均在伊宁市室外氡及子体浓度变化范围之内，且与对照点的氡及子体浓度处在同一水平；项目区周边居民点的 SO_2 和 PM_{10} 浓度可以满足《环境空气质量标准》（GB3095-1996）二级标准要求。

3）本项目拟建井场、蒸发池、水冶厂房地表氡析出率监测值较低。

4）矿区周边居民点地下水中 $U_{天然}$ 和 ^{226}Ra 浓度与全新疆平均值处于同一水平；非放射性污染物浓度满足《地下水质量标准》（GB/T14848-1993）中Ⅲ类水标准要求。

5）矿区及其周边各监测点的土壤中 ^{238}U 和 ^{226}Ra 含量处在全新疆和伊犁地含量本底调查范围之内。矿区及其周边土壤中非放射性污染物含量基本满足《土壤环境质量标准》（GB15618-1995）二级标准要求。

6）矿区及其周边生物样品 ^{238}U 和 ^{226}Ra 的放射性核素含量均满足《食品

中放射性物质限制浓度标准》（GB14882-1994）的要求。

14.1.3 工程分析

14.1.3.1 井场

本项目为原地浸出采铀工艺，采用 CO_2+O_2 的中性浸出技术。

井场工艺流程主要包括：溶浸液在含矿含水层的注入和浸出液的提升及地表输送。

14.1.3.2 水冶厂

水冶工艺流程为浸出液—过滤—吸附—饱和树脂淋洗—合格液酸化—沉淀—压滤等工序，最终得到铀化合物。水冶厂房位于井场东北侧，浸出液经过吸附、淋洗、沉淀过滤后，废液输送至蒸发池，成品运入产品库暂存。

14.1.3.3 主要污染物及治理措施

1）废气

（1）集液池废气：浸出液由抽液孔抽出时，挟带和溶解了一定量的 ^{222}Rn 气体，经管道集中于集液池时，^{222}Rn 气体释放于大气。生产过程中排放 ^{222}Rn 量为 $6.64\times10^{13}Bq$。

（2）蒸发池废气：蒸发池产生的气态污染物主要有废液蒸发产生气体中的 ^{222}Rn 和干滩面析出的 ^{222}Rn。本项目蒸发池蒸发废水量为 26113m^3/a，生产期尾液蒸发释放的 ^{222}Rn 量为 $1.02\times10^{10}Bq$；关停期蒸发池干滩面年释放 ^{222}Rn 量为 $2.67\times10^{11}Bq$。

（3）锅炉废气：本项目利用已建工程配备的采暖和沐浴锅炉，锅炉烟气经湿式脱硫除尘装置处理后达标排放，满足《锅炉大气污染物排放标准》（GB13271-2001）二类区 II 时段标准。

2）废水

（1）放射性废水：本项目放射性废水主要包括工艺废水、流散浸出液和洗井废水。其中，本项目工艺废水主要为水冶厂浸出液处理工艺中吸附、转型等工序所产生的吸附尾液和转型废水等，产生量为 79.13m^3/d，工艺废水输送至蒸发池蒸发处理。蒸发池容积为 18468m^3，有效蒸发面积 15390m^2，设置了防渗措施及检渗设施，满足工艺废水的处理要求。

洗井废水采用移动式环保洗孔工作站处理。洗孔时，洗孔废水全部进入环保洗孔工作站的储液罐，然后用货车拉至集液池，然后澄清，澄清液回收至集液池进行处理，废渣倒入蒸发池集中处理。

（2）非放射性废水：非放射性废水主要为生活区及水冶厂职工生活污水，总排水量为 31.00m^3/d，废水经处理后用于厂区和生活区的绿化，不外排。

3）固体废物

（1）放射性固体废物：本项目产生的放射性固体废物主要为蒸发池的废水蒸发后的残渣、水冶厂浸出液处理残渣、洗井废渣和废旧金属设备等。其中蒸发池残渣、浸出液处理残渣和洗井废渣均暂存于蒸发池中，$U_{天然}$的比活度相当于铀矿冶行业表外废石中的铀含量水平。废旧管道、阀门、水泵、过滤器等放射性固体废物，年产生量约为 3.5t/a，经简单去污后暂存于固体废物库，待退役时统一处理。

（2）非放射性固体废物：主要为钻井泥浆、锅炉灰渣和生活垃圾。钻井泥浆产生量约为 42312.87m^3/a，就地掩埋处理；锅炉灰渣产生量约为 486t/a（含已建工程），锅炉灰渣部分用于厂区道路的铺设，其余的外运综合利用、不外排；生活垃圾年产生量约为 13.2t/a，集中收集处理。

4）噪声

本项目噪声源主要为井场和水冶厂的空压机、潜水泵、离心泵、风机等，单机噪声源强均小于 90dB（A）；经处理后在厂界可以达标《工业企业厂界环境噪声排放标准》（GB12348-2008）中 3 类标准要求。

14.1.4 公众辐射环境影响评价

本项目对公众产生照射的主要途径为生产设施释放的^{222}Rn对周围公众产生的吸入内照射，分生产期和关停期两个阶段进行了评价。

生产期气态源项所致 20km 范围内有人子区最大个人有效剂量为 0.08mSv/a，叠加评价范围内已建工程所致的辐射影响后，公众剂量值最大为 0.085mSv/a，占公众剂量约束值 0.5mSv/a 的 17%，满足辐射防护的要求。20km 范围内的集体剂量为 0.28 人•Sv/a。

关停期气态源项所致 20km 范围内最大个人有效剂量为 1.75×10^{-4}mSv/a，

最大个人剂量约占公众剂量约束值0.5mSv/a的0.035%，满足辐射防护的要求。20km范围内的公众集体剂量为1.40×10^{-3}人•Sv/a。

本项目生产期及关停期气态源项所致的个人有效剂量较小，均低于相应的剂量约束值，且本项目周围人口稀少，集体有效剂量也较小。因此，本项目各时期气态流出物对环境的影响在可接受范围之内。

14.1.5 地下水环境影响评价

本次评价分别对原地浸出井场地下水环境影响、蒸发池地下水环境影响进行了分析。

1）井场地下水环境影响评价

应用 GMS 三维地下水运移软件对生产期间井场地下水环境影响进行了预测评价。正常生产期间，在抽大于注0.3%的比例下，采区可形成比较明显的降落漏斗，可有效的实现溶浸液的控制。

生产期末，$U_{天然}$向上游运移了约25m，向下游运移了230m，向侧向运移了45m；Cl^-向上游运移了约30m，向下游运移了215m，向侧向运移了46m。另外，本项目采区下游1km范围内无长住居民及其它工业用水点存在，在生产期内，井场生产导致的局部含矿含水层区域地下水中$U_{天然}$、Cl^-浓度升高不会对地表生态环境产生影响，亦不会造成公众剂量的增加。

2）蒸发池地下水环境影响分析

蒸发池采用土工膜+粘土的防渗结构，蒸发池中废水少量穿透复合防渗结构的时间约为939a，因此在正常生产期间，蒸发池废水不会污染地下水。

14.1.6 非放射性环境影响评价

1）大气

达标排放的锅炉烟气排入大气环境后，对附近的居民点PM_{10}和SO_2的浓度贡献值占标率均很小，不会对环境产生明显的影响。

2）水环境

处理后的生活污水用作厂区及生活区内的绿化用水。由于项目非放射性废水产生量不大，且项目所在区域蒸发量较大，绿化喷洒水不会形成漫流流出厂外，因此不会对项目周边的水环境产生影响。

3）噪声

本项目噪声源强小，经采取降噪措施后，厂界可以满足《工业企业厂界环境噪声排放标准》（GB12348-2008）3 类区标准。工程区域 1000m 内无居民居住，因此本项目产生的噪声对环境不会产生明显的影响。

4）固体废物

固体废物处理均得到了有效的处置，不会对环境产生明显的影响。

14.1.7 事故环境影响评价

本评价区水流缓慢，核素运移速度小，所以一旦发生核素泄漏时对居民的影响较小。在集液池发生泄漏事故情况下，在 100a 的时间内，$U_{天然}$在潜水层中的迁移距离较小，未到达居民点。另外，在此迁移距离内，潜水层无使用途径，也没有地下水出露点，因此不会直接对公众产生辐射剂量。

14.1.8 职业照射剂量评价

通过计算可知，本项目水冶厂工作人员职业照射剂量约为 4.74mSv/a，小于 10mSv/a 的职业照射剂量管理目标值。

14.1.9 环境经济损益分析

本项目的建设具有显著的经济效益、环境效益和社会效益均较好，项目建设可对当地经济起到较大的推动作用，是可行的。

14.1.10 公众参与

对公众参与调查结果的分析表明：公众支持本项目的建设，认可项目建设中制定的环境保护措施。

14.1.11 总结论

综合以上分析，蒙其古尔铀矿床扩建工程的开发建设符合国家产业政策和集团公司规划，场址选择合理，生产过程中产生的污染物均采取了有效的防治措施，污染物可实现达标排放，生态保护措施可行。项目生产过程中对地下水、大气、声环境、生态环境的影响可接受，公众受照剂量和工作人员职业照射剂量均满足剂量管理目标值的要求，项目具有明显的经济效益、社会效益和环境效益。项目正常运行情况下环境影响很小，事故情况下环境影

响可接受。因此，从环境保护角度来讲，本项目的实施是可行的。

14.2承诺

1）项目建设将严格执行工程基本建设程序和“三同时”制度，环保设施做到与主体工程同时设计、同时施工、同时投产。

2）按照设计要求，实施监测孔的施工，在生产过程中，确保抽大于注并定期对监测孔进行取样监测，发现地下水异常立即采取相应措施。

参考文献

[1] 《察布查尔锡伯自治县志》，新疆人民出版社，2007 年；

[2]《察布查尔锡伯自治县 2012 年国民经济和社会发展统计公报》，2013 年；

[3] 《2010~2012 年伊犁哈萨克自治州伊宁市气象资料》，2013 年；

[4] 利广杰,王海峰, 张勇等. 基于 Visual Modflow 的地下水数值模拟在地浸采铀中的应用[J]. 《铀矿冶》,2011.30(1)；

[5] 吕俊文, 周星火, 蔡萍莉等. 某铀矿地浸采取的水动力场三维模拟[J].《铀矿冶》,2003.22(4)；

[6] 王海峰, 叶善东. 原地浸出采铀工程技术[M]. 中国原子能出版社传媒有限公司, 2011.7；

[7] 马飞, 张书成, 潘燕等. 酸法地浸采铀工艺手册[M]. 原子能出版社, 2003.1；

[8] B.J. Merkel, B.Planer-Friedrich（德）著, 朱义年, 王焰新 译. 地下水地球化学模拟的原理及应用[M]， 中国地质大学出版社, 2005.9；

[9] 《新疆中核天山铀业有限公司 739 地浸采铀工程环境影响报告书》,2004.12；

[10] 《新疆 731 地浸采铀工程环境影响报告书》,2009.5；

[11] 《新疆中核天山铀业有限公司蒙其古尔铀矿床原地浸出采铀工程环境影响报告书》,2012.8；

[12] 钟平汝, McGonagle Larry. 美国 Highland 铀矿碱法地浸采铀工艺[J]. 《铀矿冶》,2004.23(2)。