

公示稿

赛罕高毕铀矿床地浸试验

# 环境影响报告书

中核韶关金宏铀业有限责任公司

2016年1月

赛罕高毕铀矿床地浸试验

# 环境影响报告书

中核韶关金宏铀业有限责任公司

法人代表：吴强

通信地址：广东省韶关市韶南大道中 10 号

电 话：0751-8280658



赛罕高毕铀矿床地浸试验 环境影响报告书



项目名称： 赛罕高毕铀矿床地浸试验环境影响报告书

文件类型： 环境影响报告书

适用的评价范围： 核工业

法定代表人： 郭忠德 (签章)

主持编制机构： 核工业北京化工冶金研究院 (签章)

# 前言

## 赛罕高毕铀矿床地浸试验 环境影响报告书

### 编制人员名单表

编制主持人		姓名	职（执）业资格证书编号	登记（注册证）编号	专业类别	本人签名
		李先杰	0004379（环评） 0000085（核安全）	A10590011300 ZHYYC02-1706	核工业	
主要编制人员情况	序号	姓名	职（执）业资格证书编号	登记（注册证）编号	编制内容	本人签名
	1	李先杰	0004379（环评）	A10590011300	源项分析、审定	
			0000085（核安全）	ZHYYC02-1706		
	2	张学礼	0009125（环评）	A10590091300	总论、评价区域自然和社会环境概况、工程分析	
			0002246（核安全）	ZHYYD03-1507		
	3	仇月双	0006920(环评)	A10590051000	环境质量现状评价、后续环保措施建议、结论和承诺	
	4	邓文辉	0001473(环评)	A10590021300	事故影响分析与环境风险评价、非放环境影响分析	
5	高洁	0010101（环评）	A10590131200	正常情况辐射环境影响分析、地下水影响分析与评价、公众参与		
6	徐乐昌	0007024(环评)	A10590031300	环境经济损益分析、环境监测和环境管理计划、审核		
		HA00002982（核安全）	ZHYYD04-1612			

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，**李先杰**  
 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： 0004379

登记证编号： A10590011300

有效期限： 2012年02月28日至2013年02月08日

所在单位： 核工业北京化工冶金研究院

登记类别： 核工业类环境影响评价



再 次 登 记 记 录

时间	有效期限	签章
2013.3.20	延至2016年12月08日	
	延至 年 月 日	
	延至 年 月 日	
	延至 年 月 日	

# 前 言

“十五”以来，随着铀矿成矿理论和地质认识的提高，地质找矿取得了一系列重大突破，在内蒙古二连盆地相继落实了巴彦乌拉、巴润、赛罕高毕、齐哈格日图等一批初步具备地浸采铀条件的砂岩型铀矿资源。巴彦乌拉铀矿现场酸法试验已经取得了较好的阶段性成果。巴润、赛罕高毕、齐哈格日图矿床与巴彦乌拉矿床处于同一矿带，相隔距离为 10~200km，可作为巴彦乌拉铀矿床下一步地浸采铀向西南方向延伸的接续点。

巴-赛-齐砂岩型铀矿地浸采铀项目受到中国核工业集团公司和地矿事业部领导的高度重视和大力支持。2014 年 3 月，中国核工业集团公司将“二连盆地巴-赛-齐砂岩型铀矿地浸条件试验研究”列入了中核集团“龙腾 2020”科技创新计划核心能力提升项目“铀矿勘查采冶技术”——《关于下达中核集团“龙腾 2020”科技创新计划核心能力提升项目“铀矿勘查采冶技术”研究任务书的通知》（中核科发[2014]111 号）。根据项目组进度安排，先行进行赛罕高毕铀矿床地浸试验环境影响评价。赛罕高毕铀矿床位于内蒙古自治区中北部，行政上隶属于内蒙古自治区锡林郭勒盟苏尼特左旗管辖。

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，为预测与减少该试验所造成的环境影响，开展试验需要进行环境影响评价工作。为此，中核韶关金宏铀业有限公司委托核工业北京化工冶金研究院编制《赛罕高毕铀矿床地浸采铀试验环境影响报告书》（下称环评报告书）。

# 目 录

1 总论 .....	1
1.1 项目概况 .....	1
1.2 编制目的 .....	1
1.3 编制依据 .....	2
1.4 采用标准 .....	2
1.5 评价范围 .....	3
1.6 评价内容及重点 .....	4
1.7 剂量控制值与环境评价执行标准 .....	5
1.8 试验区周围敏感点、控制和保护目标 .....	7
2 评价区域环境概况 .....	8
2.1 自然环境 .....	8
2.2 社会环境 .....	15
3 项目工程分析 .....	17
3.1 试验的必要性及目的 .....	17
3.2 试验规模及内容 .....	17
3.3 现场试验方案 .....	18
3.4 工艺设备 .....	20
3.5 总平面布置 .....	20
3.6 原材料消耗与运输 .....	21
3.7 公用工程与辅助设施 .....	21

3.8	节能措施 .....	22
3.9	环境保护 .....	22
3.10	辐射防护措施 .....	27
4	环境质量现状及评价 .....	28
4.1	环境现状监测 .....	28
4.2	放射性环境现状评价 .....	29
4.3	非放射性现状评价 .....	31
5	源项分析 .....	33
5.1	目的 .....	33
5.2	源项确定原则 .....	33
5.3	污染源和污染物的确定 .....	33
5.4	源项确定 .....	33
6	正常情况下辐射环境影响分析与评价 .....	35
6.1	室内试验 .....	35
6.2	现场试验公众辐射环境影响分析与评价 .....	35
6.3	职业照射辐射环境影响分析与评价 .....	36
6.4	蒸发池的环境影响分析 .....	36
7	地下水环境影响分析与评价 .....	37
7.1	地下水污染预测模型与软件 .....	37
7.2	试验期间地下水环境影响预测与评价 .....	37
7.3	试验结束后地下水环境影响预测与评价 .....	38
8	事故影响分析与环境风险评价 .....	39

8.1 事故风险识别 .....	39
8.2 事故预测分析与环境风险评价 .....	39
8.3 事故应急措施 .....	40
9 非放射性环境影响分析 .....	41
9.1 施工期环境影响分析 .....	41
9.2 运行期环境影响分析 .....	42
10 环境经济损益分析 .....	45
10.1 经济效益分析 .....	45
10.2 环境效益分析 .....	45
10.3 环保投资分析 .....	45
10.4 社会效益分析 .....	45
11 公众参与.....	46
11.1 公众参与的目的、作用 .....	46
11.2 公众参与的方式 .....	46
11.3 公众参与的方案及实施 .....	46
11.4 被调查人员统计与分析 .....	49
11.5 调查结论 .....	50
12 环境监测和环境管理计划 .....	51
12.1 监测 .....	51
12.2 质量保证 .....	54
12.3 管理内容 .....	55
13 后续环保措施建议 .....	56

13.1 试验成功的环保措施 .....	56
13.2 试验失败的环保措施 .....	56
14 结论和承诺 .....	57
14.1 结论 .....	57
14.2 承诺 .....	59

# 1 总论

## 1.1 项目概况

### 1.1.1 名称

该项目的名称为“赛罕高毕铀矿床地浸采铀试验”。

### 1.1.2 地点

本项目位于内蒙古锡林郭勒盟苏尼特左旗西北约 87km，二连浩特市东 49km。

### 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

该项目采用硫酸法浸出，设置抽液井 6 眼，注液井 12 眼，单孔抽液量为 4~6m<sup>3</sup>/h。观测井 5 个，其中，井场内含矿含水层的上含水层 1 个，在井场范围外含矿含水层上游 500m 和下游 50m、100m 各 1 个，最近村民饮用水 1 个。

### 1.1.5 项目投资

项目总投资 2500 万元，其中环保投资额 134 万元，占总投资 5.36%。

### 1.1.6 服务年限

该试验项目研究周期为 5 年。

## 1.2 编制目的

(1) 分析、预测和评价“赛罕高毕铀矿床地浸采铀试验”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经济技术可行性，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。

### 1.3 编制依据

- (1) 《中华人民共和国环境保护法》；
- (2) 《建设项目环境保护管理条例》；
- (3) 《中华人民共和国放射性污染防治法》；
- (4) 《中华人民共和国环境影响评价法》；
- (5) 《建设项目环境影响评价分类管理名录》(2015 年环境保护部令第 33 号)；
- (6) 《环境影响评价公众参与暂行办法》(环发 2006[28 号])；
- (7) 《二连盆地巴-赛-齐砂岩型铀矿地浸条件试验研究实施方案》(2014 年 3 月)；
- (8) 《赛罕高毕铀矿床地浸采铀试验环境影响评价》合同。
- (9) 《内蒙古自治区环境保护厅关于确认内蒙古赛罕高毕铀矿床地浸试验项目环境影响评价执行标准的函》(内环函[2015]217 号)

### 1.4 采用标准

#### 1.4.1 评价采用的主要辐射标准、规范

- (1) 《电离辐射防护和辐射源安全基本标准》GB18871-2002；
- (2) 《环境地表  $\gamma$  辐射剂量率测定规范》GB/T14583-1993；
- (3) 《铀矿冶辐射环境监测规定》GB23726-2009；
- (4) 《铀矿冶辐射防护和环境保护规定》GB23727-2009；
- (5) 《铀矿冶辐射环境影响评价规定》GB/T23728-2009；
- (6) 《铀矿冶辐射防护规定》EJ993-2008；
- (7) 《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；
- (8) 《铀矿冶工作人员辐射防护监测规定》EJ614-1991；
- (9) 《核工业铀矿冶工程设计规范》GB 50521-2009。

#### 1.4.2 评价采用的主要非放标准

- (1) 《环境空气质量标准》（GB3095-2012）；
- (2) 《声环境质量标准》（GB3096-2008）；
- (3) 《工业企业厂界环境噪声排放标准》（GB12348-2008）；
- (4) 《建筑施工场界环境噪声排放标准》（GB12523-2011）；
- (5) 《地下水质量标准》（GB/T14848-1993）；
- (6) 《锅炉大气污染物排放标准》（GB13721-2014）。

### 1.4.3 评价采用的主要导则

- (1) 《环境影响评价技术导则——总则》HJ 2.1-2011；
- (2) 《环境影响评价技术导则——大气环境》HJ 2.2-2008；
- (3) 《环境影响评价技术导则——地面水环境》HJ/T2.3-93；
- (4) 《环境影响评价技术导则——声环境》HJ 2.4-2009；
- (5) 《环境影响评价技术导则——地下水评价》HJ 610-2011；
- (6) 《环境影响评价技术导则 生态影响》HJ/T19-2011；
- (7) 《建设项目环境风险评价技术导则》HJ/T169-2004。

## 1.5 评价范围

本项目以赛汉高毕铀矿试验场水冶吸附塔为中心，分别以 1、2、3、5、10、20km 为半径画 6 个同心圆，与圆心 22.5° 的扇形相截而成各个子区，共 96 个子区，半径 20km 评价区范围、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，将各子区划分为四个年龄组，幼儿 0~1 岁、少年 2~6 岁，青年 7~17 岁，成人  $\geq 17$  岁。

地下水评价范围以试验期间地下水污染物穿透距离为限，即迁移到环境本底值的距离为界，根据本项目对地下水的辐射环境影响预测与分析，在距离采场下游边界约 60m 处，已接近背景水平。本着评价范围适当大于影响范围的原则，设置地下

水评价范围为 120m。

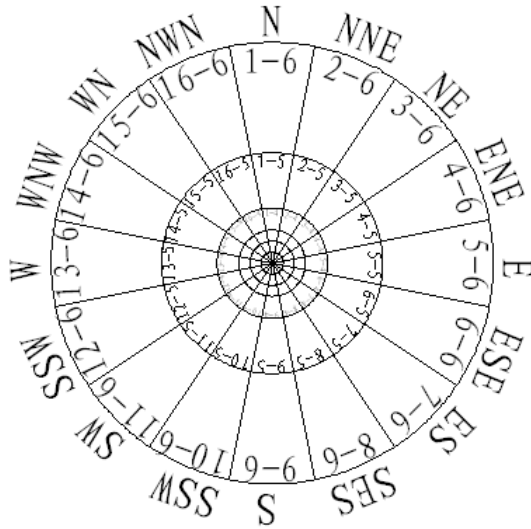


图 1.1 半径 20km 评价区域子区划分图

同时，为了了解赛罕高毕铀矿床地浸采铀试验对周围居民的影响，以赛罕高毕铀矿床试验场拟建吸附塔为中心，根据 5km 范围内村庄分布，评价附近村庄居民受到赛罕高毕地浸采铀试验影响，吸入氡及其子体所致个人有效剂量。赛罕高毕铀矿床 5km 范围内村庄分布情况见表 1.1。由表 1 可知，距离赛罕高毕铀矿床最近的 NE 方位牧民，距离为 0.5km，符合《铀矿冶辐射防护和环境保护规定》GB23727-2009 6.2 设计的一般原则规定。

表 1.1 赛罕高毕 5km 范围内敏感点分布情况

序号	方位	评价中心直线距离, km	人口数, 人
1	SE	0.35	5
2	ENE	2.36	9
3	SSW	3.18	4
4	NWW	4.78	6

## 1.6 评价内容及重点

本次评价的内容包括：工程分析及“三废”措施、环境现状评价和本底调查，辐射环境影响评价、非放射性污染影响分析、地下水环境影响评价、监测计划、质量保证及后续环保措施等。

评价重点：依据试验项目周围环境和项目特点，重点评价工艺产生的放射性物质对大气和地下水的影响。

## 1.7 剂量控制值与环境评价执行标准

### 1.7.1 剂量限值

辐射环境执行 GB18871-2002《电离辐射防护和辐射源安全基本标准》中标准限值的要求，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。本项目以赛罕高毕铀矿床水冶吸附塔为评价中心，地浸采铀试验源项合并所致周围公众受到的平均个人年有效剂量约束值不超过 0.1mSv/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。根据《铀矿冶辐射防护规定》（EJ993-2008）的有关要求，从业人员职业照射剂量控制值不超过 15mSv/a，根据该项目特点，确定该试验项目从业人员职业照射剂量约束值不超过 5mSv/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确认内蒙古赛罕高毕铀矿床地浸试验项目环境影响评价执行标准的函》（内环函[2015]217号），该项目环境影响评价执行的环境质量标准如下：

- （1）环境空气执行《环境空气质量标准》（GB3095-2012）二级标准；
- （2）地表水环境执行《地表水环境质量标准》（GB3838-2002）III类标准；
- （3）地下水环境总体执行《地下水质量标准》（GB/T14848-93）III类标准，所有地下水监测因子不超过环境本底值；
- （4）声环境执行《声环境质量标准》（GB3096-2008）2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内蒙古赛罕高毕铀矿床地浸试验项目环境影响评价执行标准的函》（内环函[2015]217号），该项目环境影响评价执行的污染物排放标准如下：

(1) 废气污染物排放执行《大气污染物综合排放标准》(GB16297-1996) 新建污染物二级标准；锅炉废气污染物执行《锅炉大气污染物排放标准》(GB13271-2014) 新建锅炉大气污染物排放浓度限值；

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

(3) 厂界噪声执行《工业企业厂界环境噪声排放标准》(GB12348-2008) 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)。

具体执行标准限值见表 1.2。

表 1.2 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	地下水	pH	6.5~8.5	地下水环境总体执行《地下水质量标准》(GB/T14848-93) III类标准，所有地下水监测因子不超过环境本底值。其中氨氮、锰、铁、氟化物、溶解性总固体本底值符合IV类标准，硫酸盐、氯化物本底值符合V类标准
		氨氮	0.5mg/L	
		硝酸盐(以N计)	30 mg/L	
		亚硝酸盐(以N计)	0.1 mg/L	
		As	0.05 mg/L	
		Hg	0.001 mg/L	
		Cr <sup>6+</sup>	0.05 mg/L	
		总硬度	450 mg/L	
		Cd	0.01 mg/L	
		Pb	0.05 mg/L	
		Fe	1.5mg/L	
		Mn	1.0mg/L	
		Mo	0.1mg/L	
		Cu	1.0 mg/L	
		Zn	1.0 mg/L	
		Co	0.05 mg/L	
		Ba	1.0 mg/L	
		Be	0.0002 mg/L	
		Ni	0.05 mg/L	
		溶解性总固体	2000 mg/L	
高锰酸盐指数	10mg/L			
氟化物	2.0 mg/L			
氯化物	>350 mg/L			
硫酸盐	>350 mg/L			
噪声	昼间	60dB (A)	《声环境质量标准》(GB3096-2008) 中 2 类	
	夜间	50dB (A)		
排放标	噪	昼间	60dB (A)	《工业企业厂界环境噪声排放标准》

类别	污染物名称		标准值	标准来源
准	声	夜间	50dB (A)	(GB12348-2008) 中 2 类
	锅炉烟气	烟尘 (PM <sub>10</sub> )	50mg/m <sup>3</sup>	《锅炉大气污染物综合排放标准》 (13271-2014)
		SO <sub>2</sub>	300mg/m <sup>3</sup>	
		NO <sub>x</sub>	300mg/m <sup>3</sup>	
		汞及其化合物	0.05mg/m <sup>3</sup>	

## 1.8 试验区周围敏感点、控制和保护目标

赛罕高毕铀矿所在区域基本上为荒漠草原，到目前为止，周边无著名的考古和历史文物发现。本项目以赛罕高毕铀矿床水冶吸附塔为评价中心，20km 评价范围内无自然保护区和风景名胜区。根据工程性质和周围环境特征，本次环境评价的大气环境保护对象为周围 5km 范围内居民点大气环境；地下水保护对象为矿区周围地下水；声环境保护对象为厂界外 200m 范围内声环境质量。具体环境保护目标见表 1.3。

表 1.3 环境保护目标一览表

要素	保护对象			保护性质	保护级别
	牧民	方位	距离 (km)		
环境空气	牧民 1	SE	0.35	居民点	《环境空气质量标准》 (GB3095-2012) 二级
	牧民 2	ENE	2.36		
	牧民 3	SSW	3.18		
	牧民 4	NWW	4.78		
水环境	矿区周围地下水			地下水	总体参照《地下水环境质量标准》(GB/T14848-93) III类, 不低于本底水平
声环境	矿区边界外 200m 范围内			声环境	《声环境质量标准》 (GB3096-2008) 2 类
辐射环境	吸附塔周围 20km 范围			辐射环境	《铀矿冶辐射防护和环境保护规定》(GB23727-2009) 及公众剂量管理目标值

## 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

赛罕高毕铀矿床位于赛汉高毕苏木南部 12 公里处，隶属内蒙古锡林郭勒盟苏尼特左旗（俗称东苏旗）管辖，西距二连浩特市 49km，东距苏尼特左旗 87km，南距苏尼特右旗 103km。苏尼特左旗地处蒙古高原中北部，位于锡林郭勒大草原西北。它东临阿巴嘎旗，西接苏尼特右旗、二连浩特市，南连正镶白旗、正蓝旗，北与蒙古国接壤（距蒙古国国界直线距离约 70km）。地理位置见图 2.1。

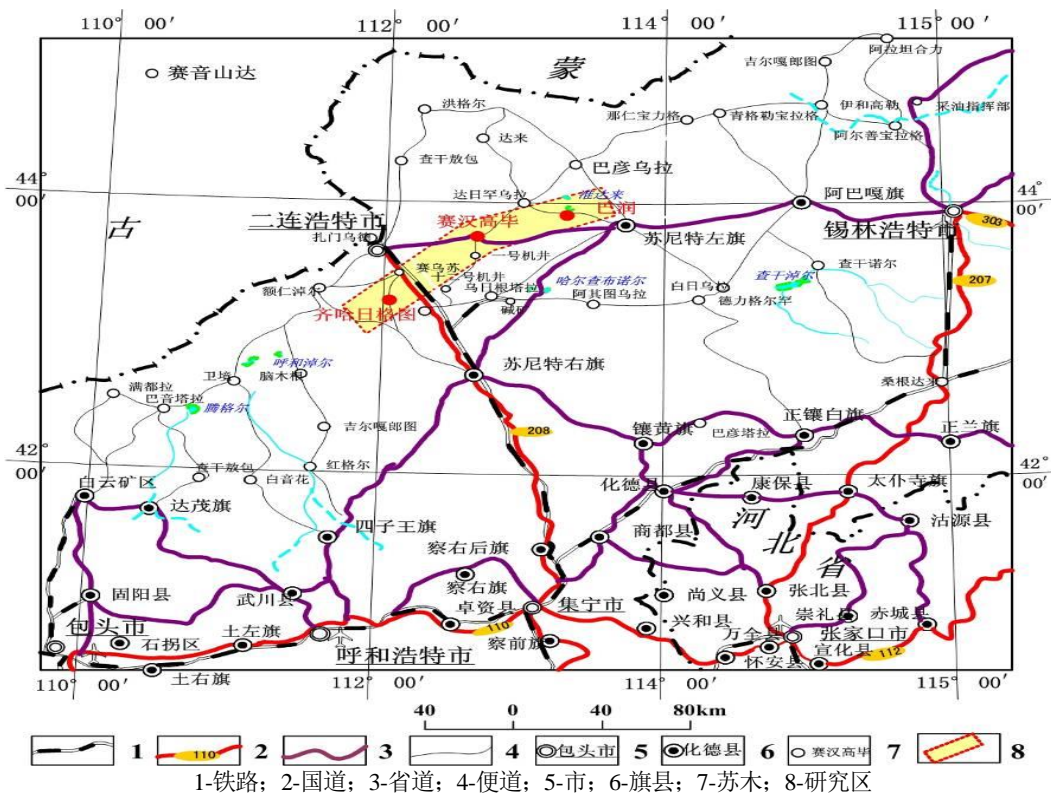


图 2.1 赛汉高毕铀矿床交通位置图

#### 2.1.2 地形、地貌

苏尼特左旗境内地貌类型有高平原、低山丘陵、沙地和湖盆低地四大地貌类型，属内蒙古高原的一部分。试验区地势平坦。

#### 2.1.3 地质及水文地质

### 2.1.3.1 矿床地质概况

赛罕高毕矿床位于二连盆地的一个次级构造单元马尼特拗陷内，该拗陷内沉积了一套巨厚的陆相碎屑沉积构造，其沉积盖层中发育的地层主要包括白垩系，古、新近系和第四系。

赛罕高毕矿床平面上呈北东—南西向带状展布，不连续长度约 6.5km，推断矿体宽度 100~200m，剖面上矿体呈层状、板状产于赛汉组上段辫状河砂体中(图 2.3)。

含矿岩性以灰色、绿灰色砂质砾岩和中粗砂岩为主，少量为灰色、灰绿色中细砂岩，多含炭屑等还原介质，具有较强的还原能力。

铀在矿石中存在形式有吸附态铀、铀矿物和含铀矿物。吸附态铀为主(>90%)，铀的吸附剂主要为杂基(粘土矿物)，次为有机碳(炭屑)，胶黄铁矿。铀矿物见有沥青铀矿、铀黑、铀石和铀钍矿等。含铀矿物见有含铀钛铁矿、含铀锐钛矿和含铀稀土矿物等。

赛罕高毕矿床铀资源量(333)为\*\*\*t，平均品位\*\*\*%，其中西矿带矿体平均厚度\*\*m，平均平米铀量\*\*\*kg/m<sup>2</sup>，东矿带矿体平均厚度\*\*m，平均平米铀量\*\*kg/m<sup>2</sup>。

### 2.1.3.2 区内地下含水层的组成和分布情况

区内地下含水层主要包括白垩系赛汉组和上部古近系碎屑岩类裂隙、孔隙含水层。区内地下含水层主要分布于拗陷中部的古河道砂体的范围内，呈北东向带状展布。本区地下水的运动较为缓慢。

### 2.1.3.3 矿床水文地质概况

苏尼特左旗地层以第三系、白垩系(K、R、E、N)为主，地质构造中主要凹陷带有苏尼特古河道、反修牧场凹陷(称伊勒门盆地)，其中苏尼特古河道是全旗地下水主要富集区，位于旗所在地满都拉图镇北部 25km 处，呈北东—西南走向，属构造剥蚀地形。

### 2.1.3.4 赛汉高毕 S15-36 试验点概况

赛罕高毕铀矿床试验点位于矿段 S15-36 孔附近。本项目选取 S15-36 附近作为试验点。S15-36 砂岩矿体厚\*m，品位\*%，平米铀量\* kg/m<sup>2</sup>，岩性为砂质砾岩；泥岩矿体厚\*m，品位\*%，米百分数\*m %，岩性为灰色泥岩。

S15-36 孔附件已完成的抽液孔（SC-1）和注液孔（SZ-1）的孔间距 20m，孔深分别为 149.06m、145.09m，SC-1、SZ-1 钻孔资料显示，泥岩铀矿化连续性好，呈层状产出；砂岩铀矿化相邻泥岩铀矿体产出，厚度较薄，平米铀量低。

## 2.1.4 气象

### 2.1.4.1 一般气候特征

试验地位于内蒙古锡林郭勒盟西北部，属荒漠草原区，以干旱、半干旱大陆性气候为主。草地植被稀少，土壤沙化严重。风大，沙尘暴天气多，区内气候干旱，春季干燥少雨，夏季短暂炎热，秋季天高气爽，冬季漫长寒冷。年平均降雨量 179.2mm，日最大降水量 98.3mm，一次连续最大降水量 118.6mm，80%集中在 7~9 月份；年平均蒸发量 2588.5mm，年平均相对湿度 49.4%，年平均温度 3.2℃，最高温度 37.3℃，最低温度-37.0℃，最大冻结深度 2.53m。常年主导风向为西北风，年平均风速 3.8m/s，无霜期 90~120d，采暖期 180d。

### 2.1.4.2 气象参数

本评价采用二连浩特市气象站的观测资料。该气象站地理坐标为东经 111°55'48"，北纬 43°37'48"，海拔高度 966m，离评价中心直线距离约 49km。

大气稳定度频率及不同稳定度下的混合层高度见表 2.1，不同风向频率及年平均降雨量见表 2.2，风向、风速、稳定度联合频率见表 2.3。

图 2.2 给出了年风频玫瑰图，图 2.3 给出了年降雨风玫瑰图。

表 2.1 大气稳定度频率和混合层高度

稳定度等级	A	B	C	D	E	F
频率，%	0.41	5.95	8.20	47.85	19.48	18.11
平均风速，m/s	1.47	2.55	3.76	6.31	3.14	1.82
混合层高度 m	1581	1806	1719	1654	349	112

表 2.2 各风向频率及年均降雨量

风向	N	NNE	NE	ENE	E	ESE	SE	SSE	S
降雨量，mm	5.3	14.175	15.975	9.45	21.225	19.55	14.175	4.5	7.155
平均风速 m/s	3.65	4.27	3.38	4.16	3.74	2.91	2.64	2.79	3.12
频率，%	3.01	3.21	2.94	8.95	6.02	3.55	3.42	3.08	3.35
风向	SSW	SW	WSW	W	WNW	NW	NNW	C	

降雨量, mm	1.9	7.775	4.075	5.475	16.18	21.225	15.125	17.69	
平均风速 m/s	4.35	4.61	4.47	5.29	5.79	5.31	4.10	0.50	
频率, %	6.84	10.18	6.63	10.32	13.06	9.23	5.67	0.55	

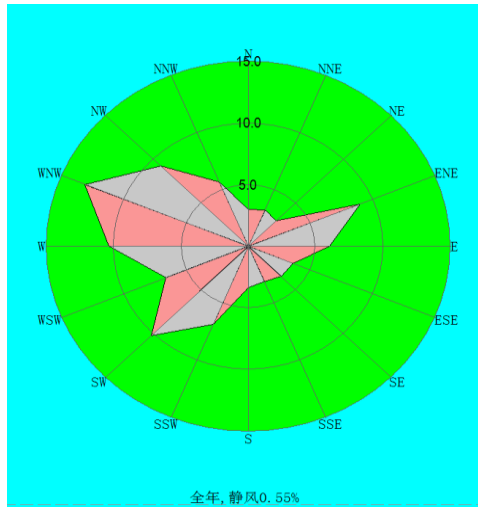


图 2.2 年风频玫瑰图 (%)

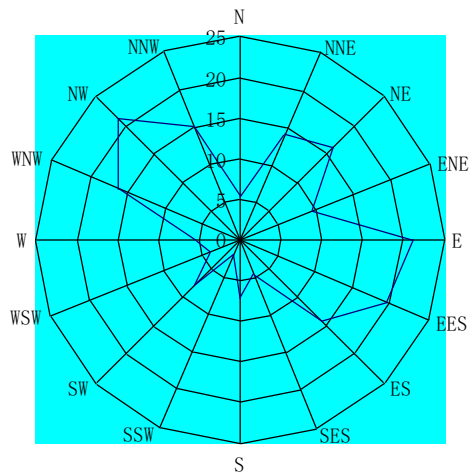


图 2.3 年降雨风玫瑰图 (mm/a)

表 2.3 风向、风速、稳定度联合频率 %

稳定度	风速组, m/s	平均风速, m/s	风向															
			N	NNE	NE	ENE	E	EES	ES	SES	S	SSW	SW	WSW	W	WNW	NW	NNW
A	c	/	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000
	1~1.9	1.47	0.000	0.068	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.137	0.000	0.137	0.068	0.000	0.000	0.000
	2~2.9	/	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000
	3~4.9	/	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000
	5~5.9	/	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000
	≥6	/	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000
B	c	0.74	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.137	0.137	0.137	0.000	0.068	0.068	
	1~1.9	1.56	0.068	0.342	0.068	0.068	0.068	0.205	0.068	0.068	0.137	0.000	0.000	0.000	0.205	0.137	0.137	0.068
	2~2.9	2.47	0.068	0.000	0.137	0.068	0.137	0.000	0.205	0.068	0.137	0.068	0.273	0.068	0.205	0.137	0.068	0.205
	3~4.9	3.99	0.068	0.068	0.205	0.205	0.068	0.068	0.137	0.137	0.205	0.205	0.068	0.000	0.205	0.068	0.068	0.137
	5~5.9	/	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000
	≥6	/	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000
C	c	/	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000
	1~1.9	/	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000
	2~2.9	2.46	0.137	0.068	0.000	0.205	0.068	0.137	0.000	0.000	0.068	0.137	0.068	0.068	0.000	0.068	0.068	0.068
	3~4.9	3.95	0.137	0.068	0.137	0.547	1.025	0.410	0.273	0.068	0.137	0.478	0.684	0.615	0.273	0.684	0.684	0.342
	5~5.9	5.73	0.000	0.068	0.000	0.000	0.000	0.068	0.000	0.000	0.068	0.068	0.068	0.000	0.000	0.137	0.000	0.000
	≥6	/	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000
D	c	0.6	0.000	0.000	0.000	0.068	0.000	0.068	0.000	0.000	0.000	0.000	0.068	0.068	0.068	0.000	0.000	
	1~1.9	1.52	0.000	0.068	0.068	0.068	0.205	0.000	0.068	0.068	0.068	0.068	0.068	0.000	0.068	0.000	0.205	0.205
	2~2.9	2.49	0.137	0.068	0.205	0.137	0.137	0.342	0.137	0.205	0.068	0.068	0.000	0.137	0.068	0.137	0.068	0.273
	3~4.9	3.84	0.478	0.273	0.478	1.777	0.684	0.478	0.342	0.273	0.137	0.684	1.162	0.478	0.752	1.025	0.957	0.478
	5~5.9	5.4	0.137	0.273	0.205	1.094	0.342	0.000	0.068	0.137	0.137	0.752	1.094	0.684	1.299	1.162	1.435	0.273
	≥6	8.3	0.615	0.820	0.273	1.162	0.752	0.137	0.068	0.137	0.342	1.504	2.871	1.572	3.964	5.810	3.008	1.504
E	c	0.7	0.000	0.068	0.000	0.000	0.000	0.068	0.137	0.068	0.137	0.068	0.137	0.205	0.137	0.000	0.000	0.000
	1~1.9	1.48	0.000	0.137	0.273	0.000	0.000	0.273	0.205	0.342	0.137	0.000	0.547	0.410	0.137	0.137	0.273	0.205
	2~2.9	2.52	0.068	0.000	0.205	0.000	0.547	0.205	0.137	0.205	0.137	0.205	0.205	0.068	0.205	0.205	0.068	0.205
	3~4.9	3.86	0.273	0.478	0.273	2.256	0.889	0.410	0.478	0.547	0.273	0.889	1.025	0.957	1.094	1.572	1.025	0.273
	5~5.9	/	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000
	≥6	/	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000
F	c	0.61	0.205	0.000	0.137	0.137	0.137	0.068	0.137	0.000	0.068	0.068	0.205	0.137	0.068	0.273	0.342	0.273
	1~1.9	1.5	0.205	0.205	0.205	0.478	0.342	0.205	0.752	0.410	0.478	0.615	0.889	0.478	0.752	0.820	0.410	0.410
	2~2.9	2.45	0.410	0.137	0.068	0.889	0.615	0.342	0.205	0.342	0.684	0.820	0.684	0.478	0.615	0.752	0.478	0.684
	3~4.9	/	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000
	5~5.9	/	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000
	≥6	/	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000

## 2.1.5 地表水系

境内地表水系主要是东苏旗南部浑善达克沙地的恩格尔河（图 2.4），属内陆水系，为常年性河流，全旗境内径流长度 65km，径流量  $0.45\sim 0.55\text{m}^3/\text{s}$ ，流域面积  $1239.46\text{km}^2$ 。评价区内地表水系不发育，仅有干谷和季节性沼泽洼地分布。试验区附近无接纳水体。恩格尔河距试验点 200km 左右。试验产生的废水不向地表水系排放。



图 2.4 地表水系分布

## 2.1.6 自然资源

苏尼特左旗矿产资源丰富，目前发现有铁、铜、金、褐煤、石油等二十余种矿物，现已探明的矿种有 10 余种。煤层产于下白垩统赛汉组下段 ( $K_1bs^1$ ) 及中下侏罗统，以褐煤为主；石油储层为下白垩统阿尔善组 ( $K_1ba$ ) 和腾格尔组 ( $K_1bt$ )。境内有朝台盐、宝如勒金盐、麻塔拉盐、达来盐，达布斯图盐等盐池，有塞霍贝尔、本巴图、珠思宝力格、麻塔拉等芒硝。个别矿种储量丰富，品位极高，为苏尼特左旗发展煤电工业、化学工业、建材工业提供了基本原材料。

## 2.1.7 自然灾害

### 2.1.7.1 地震

按照《中国地震动参数区划图》划分，本区地震烈度为 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

#### 1) 干旱

干旱是该区发生频率最高的主要气候灾害。1, 进入 21 世纪为持续干旱少雨期, 出现干旱的概率并未因春季降水量的增多而减少, 却随着夏季降水量的减少而增多。蒸发量增大, 干旱事件也明显增多。

#### 2) 暴雨与涝灾

在夏季降水量明显减少, 干旱事件不断增加的同时, 部分地区的暴雨天气仍然在增多, 洪涝灾害也在不断增加。项目所在地地势平坦, 汇水面积小。降雨量小, 年平均降水量为 179.2mm、年最大降水量为 292.7mm (1959 年)、最小降水量为 103.6mm、日最大降水量 98.3mm、一次连续最大降水量 118.6mm, 蒸发量大于降雨量, 属于干旱地区。受暴雨或涝灾影响的设施主要是抽、注液钻孔及蒸发池, 抽、注液钻孔口距地面的高度为 30cm, 蒸发池周边堆砌围堰 (围堰高出地面 0.3~0.5m), 即便发生历史一次连续最大降水量 (118.6mm) 也不会对钻孔及蒸发池产生影响。

#### 3) 大风和风沙

区内冬季多风, 平均风速 3 级(15m/s), 冬春季风速最大可达 6 级以上。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。

#### 4) 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

苏尼特左旗处我国北方草原带的典型草原与荒漠草原过渡地带, 草场面积占 90% 以上, 大部分为荒漠草原和半荒漠草原型, 植被多为草木科、大百合科植物为主的牧草, 如多节植物蒿、碱葱、沙葱、冰草等。土壤以轻壤土为主, 有机质含量低, 稳固性差。试验区属荒漠草原区, 草地植被稀少, 土壤沙化严重。

## 2.2 社会环境

### 2.2.1 行政区划

赛罕高毕铀矿床位于锡林郭勒盟苏尼特左旗赛汉高毕苏木境内。苏尼特左旗位于内蒙古自治区北部，锡林郭勒盟西北端。

### 2.2.2 社会经济

苏尼特左旗经济以畜牧业为主，属国家边远经济比较落后地区。2014 年苏尼特左旗生产总值完成 403077 万元。

### 2.2.3 人口分布

苏尼特左旗是一个以蒙古族为主体，汉族次之，包括满、回、藏、达翰尔、鄂温克、鄂伦春、朝鲜等 10 多个民族的多民族聚居地。全旗总人口 3.2 万人，其中蒙古族人口占 60.8%，汉族人口占 38.7%，其它少数民族占 0.5%，牧业人口占 56.7%。旗政府所在地满都拉图镇居住着全旗 1/3 的人口。

评价区内分布及人口数见表 2.5。当地人口出生率、自然增长率分别为 12.07%和 6.18%。赛汉高毕铀矿试验场试验周期为 5 年，稳定试验阶段为 2017 至 2019 年。为保守起见，剂量估算中人口分布数据采用依照人口自然增长率估算的 2018 年人口分布情况为准。

表 2.4 试验地附近居民分布及人口数

序号	方位	评价中心直线距离, km	人口数, 人
1	SE	0.35	5
2	ENE	2.36	9
3	SSW	3.18	4
4	NWW	4.78	6

\*注：评价中心为水冶吸附塔。

### 2.2.4 居民饮食结构及与评价相关的参数

居民食谱中粮食、蔬菜、水果、奶、蛋参考《中国六类地区各年龄组居民个人摄入量均值》（2002），畜、禽类消费量参考平衡膳食宝塔相关数据，即：每

人每天 50~100g，并根据矿区所在地实际情况，将畜、禽类年消费量按照牛肉、羊肉、猪肉、家禽比例为 21%、75%、2%、2%进行了分摊，见表 2.5。

表 2.5 中国六类地区各年龄组居民个人摄入量均值 (g/人·日)

	粮食	蔬菜	水果	畜禽	奶	蛋
儿童组	442.6	135.4	47.7	50	37.4	14.7
少年组	698.9	221.2	48.8	75	15.9	17.7
成人组	827.4	256.3	27.5	100	18.9	21.8

本项目各年龄组对食物的消费量及自给份额见表 2.8。

表 2.6 各年龄组对食物的消费量 (kg/a) 及自给份额

年龄组	食物								
	叶菜	谷类	水果	牛肉	羊肉	猪肉	家禽	奶	蛋
幼儿	49	162	17	4	14	3	0.3	14	5
少年	81	255	18	6	21	5	0.8	6	6
成人	94	302	10	8	27	5	0.2	7	8
自给份额, %	50	0	10	100	100	50	50	100	50

表 2.7 与农作物有关的参数

农作物	蔬菜	谷物	水果	牧草
产量, kg/m <sup>2</sup>	4.58	0.3	1.1	2.5
生长期	90	120	180	100
由收获到消费时间,d	最大个人	0.5	30	/
	群体	1	180	/

表 2.8 与动物产品有关的参数

内容	动物			
	牛	羊	猪	家禽
饲料量,kg/d	15	1.5	6	0.2
鲜牧草份额,%	60	80	20	10
收获到消费时间,d	120	180	180	180
屠宰到消费时间,d	2	1	3	3
动物饲料中粮食份额,%	40	20	50	80
动物饲料中蔬菜份额,%	10	0	30	10

评价区域位于二连浩特市 49km，距离巴彦乌拉矿区约 150km，气候条件与巴彦乌拉矿区大致相同，植被及生物物种相似，同属于内蒙古牧区，因此，本项目其它有关参数参考《巴彦乌拉地浸采铀试验环境影响评价报告》中实地调查数据。有关农作物的参数列于表 2.7，有关动物产品的参数列于表 2.8。

## 3 项目工程分析

### 3.1 试验的必要性及目的

赛汉高毕、巴润、齐哈日格图矿床与巴彦乌拉矿床处于同一矿带，相隔距离为 10~200km，可作为巴彦乌拉铀矿床下一步地浸采铀向西南方向延伸到接续点。赛汉高毕铀矿床已列入内蒙古铀矿大基地“十三五”投产建设项目，因此，加快巴润、赛汉高毕和齐哈日格图（以下简称为巴-赛-齐）砂岩铀矿地浸采铀前期技术基础研究，突破矿床地浸开采的技术难题，对二连盆地形成新的地浸采铀产能增长点具有十分重要的意义。

本试验总体研究目标是：（1）通过室内条件试验，掌握铀矿物的存在形式和结构特征，研究出磷酸盐等难浸铀矿物中铀的有效浸出方法，确定赛罕高毕铀矿地浸开采初步工艺技术路线；（2）通过地下水数值模拟技术研究，掌握含矿层溶液渗流范围的影响和控制因素，为含矿层溶液渗流范围的可预见性和可控性提供理论依据；（3）在室内试验研究的基础上，通过开展 6 组现场浸出扩大试验，初步评价试验矿床地浸开采工艺技术经济的可行性，为巴-赛-齐铀矿其他矿床地浸采铀现场试验和下一阶段地质勘查提供决策依据和技术支撑。

### 3.2 试验规模及内容

#### 3.2.1 试验规模

依据所要研究的内容，确定试验规模酸法设置 6 眼抽液井，注液井 12 眼，单孔抽液量为 4~6m<sup>3</sup>/h，浸出液中的平均铀浓度 15mg/L。试验周期 5 年。

#### 3.2.2 试验内容

室内浸出试验，研究内容主要包括工艺矿物学研究、矿石浸出工艺研究、浸出液处理工艺研究，重点是确定最佳的浸出剂种类和组分，达到提高铀浸出率、降低试剂消耗的目的；现场扩大试验，研究内容主要包括水文地质研究、数值模拟技术研究、浸出试验。

### 3.2.2.1 室内浸出试验

#### (1) 工艺矿物学研究

1) 含矿层围岩及矿石性质研究。2) 铀的存在形式及赋存状态研究；3) 孔渗参数测定。

#### (2) 浸出工艺研究

1) 搅拌浸出试验；2) 柱浸试验；

#### (3) 浸出液处理工艺试验

1) 离子交换法提铀工艺试验；2) 沉淀工艺试验

### 3.2.2.2 现场试验

在室内试验的基础上，对赛罕高毕矿床进行现场试验，获取浸出工艺条件与参数，初步评价试验矿床地浸开采的技术经济可行性。

(1) 水文地质研究；(2) 地下水数值模拟技术研究；(3) 浸出试验

## 3.3 现场试验方案

### 3.3.1 试验钻孔布置

(1) 钻孔布置原则：尽可能缩短浸出时间，选择试验孔距略小于正常开采时的孔距。(2) 试验点井型、井距的确定原则：由井型、井距所控制的抽、注孔数，能满足抽、注平衡的要求，以满足实际情况。见图 3.1

#### 2) 地下水观测井布置

为了了解和预防地浸采铀试验过程对地下水的影响，根据地下水的走向布设监测井，共布置 5 个含最近村民饮用水井 1 个 (KG05)，用于观测地浸试验对附近饮用水质的影响。

#### 3) 钻孔结构、施工工艺

抽、注液钻孔采用相同的大口径填砾式钻孔结构，所有钻孔含矿层全段取心，外套环形骨架，全孔水泥浆封孔，经洗孔成井。

#### 4) 浸出工艺方案

本次现场试验采用酸法浸出工艺，包括酸化期、氧化考察期和浸出期。

### 5) 工艺流程

井场工艺流程见图 3.2。

### 6) 浸出液提升与注液和集液系统

#### ①浸出液提升方式

#### ②溶液输送管网

### 7) 溶液计量与控制

溶液计量和控制设施集中在集控室内。抽液钻孔内动水位采用气测水位法观测，或采用地下水水位自动监测仪不定期观测。吸附尾液由管道加酸后，在集控室内输送至注液管，注液支管上安装控制阀门、电磁流量计。

赛罕高毕S15-36试验钻孔工程布置图

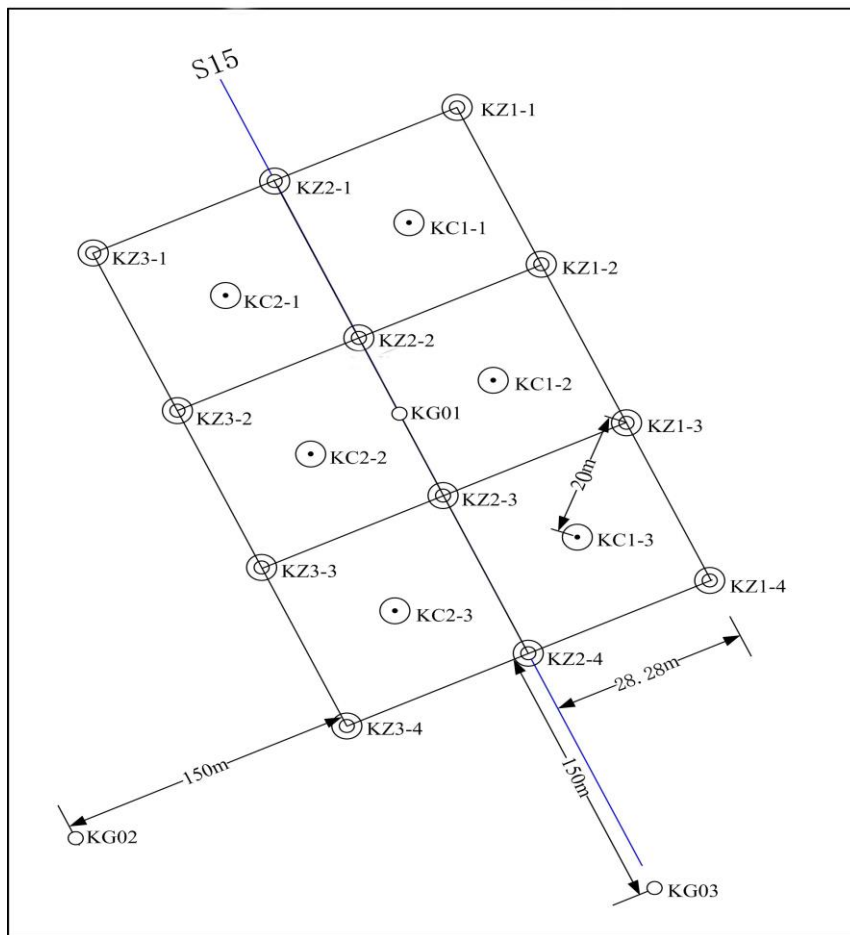


图 3.1 施工钻孔布置图

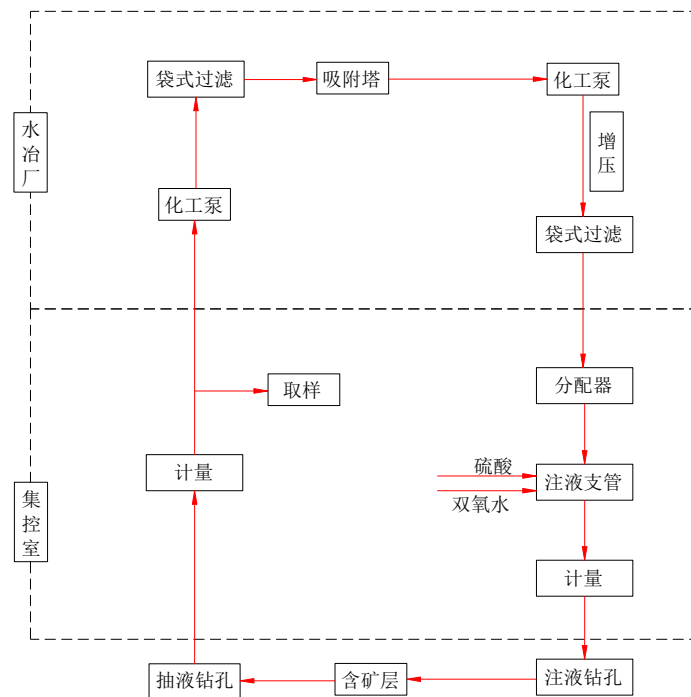


图 3.2 井场浸出工艺流程图

### 3.3.2 浸出工艺处理

#### 3.3.2.1 浸出液处理工艺流程

##### (1) 浸出液处理工艺流程

酸法试验浸出液处理工艺流程：浸出液→机械过滤→吸附→淋洗→沉淀→过滤→“111”产品。

#### 3.3.2.2 主要工艺参数

1) 机械过滤工序；2) 吸附工序；3) 淋洗工序；4) 沉淀工序；

### 3.4 工艺设备

(1) 井场工艺设备 (2) 水冶工艺设备

### 3.5 总平面布置

#### 3.5.1 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，同时留有发展余地。
- 5) 方便生活，有利于生产管理。
- 6) 工业场地竖向设计做到尽量减少土石方的开挖，以节省投资。

### 3.5.2 项目组成

井场、集控室、浸出液处理厂房、锅炉房及浴室、蒸发池（应急池）、发电机房、生活区等组成。

### 3.5.3 总平面具体布置

井场位于生活区正东约 60m，水冶厂区西南约 20m，水冶厂区东南角布置集控室；水冶车间位于生活区东南约 40m，东北新建蒸发池，东面新建锅炉房、淋浴室；生活基地位于厂区西北角。根据试验地常年主导风向判断，生活基地不在主导风向下风侧，项目总平面布置较为合理。

### 3.5.4 竖向布置

厂区内地形平坦，地表为第四系部分沙化的草原，所有设施均为平地布置。

## 3.6 原材料消耗与运输

因地方经济落后，本项目试验所需燃料除外，重要设备和树脂、硫酸、双氧水、氯化钠、氢氧化钠等各种化工原材料，都要从包头、呼和浩特、北京等地采购。目前试验现场设置有专门的材料库，主要原辅材料一般暂存时间在一个半月左右，原辅材料暂存时间短。厂外厂内运输方式主要采用汽车运输方式。

## 3.7 公用工程与辅助设施

### 3.7.1 给排水工程

试验给排水设计范围包括供水方式、供水管线、给水和排水。污水总量为 3.515 m<sup>3</sup>/d。放射性废水收集后排入蒸发池，自然蒸发。

### 3.7.2 采暖系统

试验生活设施和部分试验设施冬季需要采取供热保暖措施。供暖区域为生活区、水冶车间、澡堂、库房、发电机房、集控室、值班室、室外溶液输送管网，建筑物总面积约 1542m<sup>2</sup>，室外溶液输送主管线总长约 2000m。采暖锅炉日用煤量 0.5t/d（采暖期 180d/a），年用煤量 90t，燃煤采购来源于内蒙当地低硫煤，利用烟囱排放烟尘，烟囱底座高度为 0.5m，烟囱高度为 20m，内径为 0.262m。

### 3.7.3 通风系统

由于试验期间，水冶厂处理量较小，在试验过程中产生的放射气溶胶和酸雾等有害气体较少，水冶厂房体积较大，因此主要采用自然通风方式，利用窗户和门进行通风。

### 3.7.4 供电

#### （1）范围

试验供配电范围包括：酸法地浸井场、水冶厂区。

#### （2）供电

本试验项目拟设 2 台 75kW 柴油发电机组。

### 3.7.5 土建

本工程建筑物及构筑物设计在满足试验生产工艺要求以及服务年限要求的前提下，尽可能利用原有设施，遵循节约从简的原则，设施建设能为后期生产利用，并预留发展余地。

## 3.8 节能措施

本项目主要消耗的能源为电能，其次为煤。

## 3.9 环境保护

### 3.9.1 污染危害因素

### 3.9.1.1 放射性污染

#### (1) 废气

① 浸出液由抽出井抽出时，挟带和溶解了一定量的  $^{222}\text{Rn}$ ，浸出液进入吸附塔后将  $^{222}\text{Rn}$  直接排入大气。

② 蒸发池内的残渣也会有  $^{222}\text{Rn}$  析出。

#### (2) 废水

排入蒸发池的放射性废水量为  $3.515\text{m}^3/\text{d}$  ( $1159.95\text{m}^3/\text{a}$ )。蒸发能力分析见 3.9.2.2 (3) 节。

#### (3) 固体废弃物

排入赛罕高毕蒸发池的放射性废水量为  $1159.95\text{m}^3/\text{a}$ ，则排入蒸发池的水全部蒸发后产生的废渣量为  $2.87 \times 10^4 \text{mg/L} \times 1159.95\text{m}^3/\text{a} = 33.29\text{t}/\text{a}$ 。

钻孔施工中产生的放射性泥浆约为 5t，以平均品位 0.0120% 计，含天然铀 0.6kg。

### 3.9.1.2 非放射性污染

#### (1) 锅炉烟气

本项目在试验区安装 2 台常压热水锅炉 (HBJ0.175，一用一备)，主要大气污染源是锅炉燃煤时产生的烟气。其主要污染物是烟尘、 $\text{SO}_2$ 、 $\text{NO}_x$ 、汞及其化合物。 $\text{SO}_2$ 、烟尘、 $\text{NO}_x$  及 Hg 的产生情况见表 3.1。

表 3.1 锅炉烟气污染物产生情况

位置	耗煤量 t/a	烟气量 $\text{Nm}^3/\text{a}$	$\text{SO}_2$		烟尘		$\text{NO}_x$		Hg		烟囱高度 m
			产生量 kg/a	浓度 $\text{mg}/\text{Nm}^3$	产生量 kg/a	浓度 $\text{mg}/\text{Nm}^3$	产生量 kg/a	浓度 $\text{mg}/\text{Nm}^3$	产生量 g/a	浓度 $\text{mg}/\text{Nm}^3$	
锅炉	90	$1.08 \times 10^6$	705.6	$6.53 \times 10^2$	2295	$2.13 \times 10^3$	264.6	245	14.7114	$1.36 \times 10^{-2}$	20

#### (2) 废水

本项目非放射性废水主要生活污水，由于试验现场的工作人员较少 (不足 10 人)，产生的污水量为  $2\text{t}/\text{d}$ ，其中 SS 浓度： $220\text{mg}/\text{L}$ ；COD 浓度： $400\text{mg}/\text{L}$ ； $\text{BOD}_5$  浓度： $200\text{mg}/\text{L}$ ；氨氮浓度： $30\text{mg}/\text{L}$ 。

#### (3) 噪声

本项目主要噪声设备有各种风机、水泵等。主要噪声设备声级值一般在 75~80dB (A)。

#### (4) 固体废弃物

非放射性固体废物包括锅炉炉渣 (2.18t/a) 以及少量生活垃圾 (825kg/a)。

### 3.9.2 放射性污染防治措施

#### 3.9.2.1 放射性废气污染防治措施

在浸出液处理厂房、蒸发池等场所将会释放出含氡、氡子体及放射性气溶胶的放射性废气。浸出液进入吸附塔后将  $^{222}\text{Rn}$  直接排入大气，在浸出液处理厂房进行自然通风，使废气排入大气稀释扩散。蒸发池内的残渣在试验期间池内保持一定水量，停产时将进行退役治理，可减少  $^{222}\text{Rn}$  的析出。

#### 3.9.2.2 放射性废水污染防治措施

##### (1) 钻孔施工中的放射性废水处理

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，不到  $5\text{m}^3$ ，对蒸发池的影响可忽略不计。

##### (2) 工艺水的循环利用和物料衡算

酸法工艺水循环和物料平衡计算如表 3.2。

##### (3) 赛罕高毕铀矿试验场蒸发池设计与蒸发能力分析

表 3.2 水和溶液平衡

序号	进料/t d <sup>-1</sup>							出料/t d <sup>-1</sup>		
	工艺名称	原液	H <sub>2</sub> SO <sub>4</sub>	NaCl	NaOH	H <sub>2</sub> O <sub>2</sub>	总量	物料名称	出料量	总量
1	机械过滤	864.00					864.00	返回井场尾液	862.30	862.30
2	淋洗剂配制		0.02	0.32			0.34	蒸发池	2.59	2.59
3	溶浸剂配制		0.75			0.07	0.82	产品	0.28	0.28
4	沉淀工艺				0.02					
总计							865.17			865.17

在赛罕高毕现场试验过程中产生的废水主要有：抽大于注 (0.3%) 产生的多

余吸附尾液  $2.592\text{m}^3/\text{d}$  ( $855.36\text{ m}^3/\text{a}$ )； $0.323\text{t}/\text{d}$  ( $106.59\text{ m}^3/\text{a}$ ) 的沉淀母液。其他放射性废水如化验室废水、地面冲洗水和洗井废水排放量约  $0.6\text{t}/\text{d}$ 。排入蒸发池的放射性废水量为  $3.515\text{ m}^3/\text{d}$  ( $1159.95\text{ m}^3/\text{a}$ )。拟新建蒸发池面积  $700\text{m}^2$ ，池深  $1.0\text{m}$ 。

根据 2.1.7.2 节可知，虽然苏尼特左旗在 24h 内最大降雨量达  $84.3\text{mm}$ ，但设计蒸发池围堰高出地面  $0.5\text{m}$ ，尚留有很大余地。

由当地气候特征可知：当地多年平均蒸发量为  $2588.5\text{mm}$ ，保守起见，取蒸发折算系数为  $0.80$ ，则大水面年平均蒸发量为  $2588.5 \times 0.80 = 2070.8\text{mm}$ ，试验区年均净蒸发量为  $2070.8\text{mm} - 179.2\text{mm} = 1891.6\text{mm}$ ，则用于废水蒸发的蒸发池面积为  $1159.95\text{m}^3/\text{a} \div 1.8916\text{m}/\text{a} = 613.21\text{m}^2$ ，小于拟建面积  $700\text{m}^2$ 。可见，拟建蒸发池的面积能满足要求。考虑冬季寒冷导致蒸发量急剧减少，偏安全考虑，假定有半年时间不能蒸发，则蒸发池至少需要贮存水量  $3.515\text{m}^3/\text{d} \times 180\text{d}/\text{a} = 632.7\text{m}^3$ ，相当于  $700\text{m}^2$  蒸发池水深  $0.90\text{m}$ 。而拟建蒸发池池深为  $1.0\text{m}$ ，满足深度要求。

#### (4) 地下水污染防治

1) 确保钻孔施工质量；2) 控制采区溶浸范围，防止溶浸剂流散到采区以外；3) 合理布置井场；井场布置从地下水的上游往下游布置，可最大限度地控制地下水污染范围。4) 布置监测孔，监控溶浸范围；(5) 地下水污染修复；

本项目若试验成功，则地下水污染修复纳入矿山整体退役治理计划，若不成功，则立即进行地下水修复。

#### 3.9.2.3 放射性固体废弃物污染防治措施

由 3.9.1.1 可知，钻孔施工中产生的放射性泥浆约为  $5\text{t}$ ，以平均品位  $^{**}\%$  计算，含天然铀  $^{**}\text{kg}$ 。由于非放射性的钻井泥浆在钻孔施工过程中是循环使用，因而存放于蒸发池中的放射性泥浆量将会很少。钻井结束后，待泥浆池中泥浆水分蒸发后，将放射性泥浆统一运至蒸发池，泥浆池填埋、植被绿化。

试验过程中产生的废树脂为  $12\text{kg}/\text{a}$ ，为试验过程的自然损耗，这些损耗的树脂或随吸附尾液进入配液池或随淋洗液进入合格液池或蒸发池，不外排，待试验结束后，与蒸发池一并进行退役治理。

### 3.9.3 非放射性污染防治措施

#### 3.9.3.1 锅炉烟气污染防治措施

为减少锅炉大气污染物的排放量，本项目配置高效脱硫湿式水膜除尘器，除尘效率 98%，脱硫效率 85%，NO<sub>x</sub> 去除率 70%，汞的去除率约 70%。锅炉烟气经除尘后由 20m 高的烟囱排放，主要污染物排放情况见表 3.3。

表 3.3 锅炉烟气污染物排放情况

位置	耗煤量 t/a	烟气量 Nm <sup>3</sup> /a	SO <sub>2</sub>		烟尘		NO <sub>x</sub>		Hg		烟囱高度 m
			排放量 kg/a	浓度 mg/Nm <sup>3</sup>	排放量 kg/a	浓度 mg/Nm <sup>3</sup>	排放量 kg/a	浓度 mg/Nm <sup>3</sup>	排放量 kg/a	浓度 mg/Nm <sup>3</sup>	
排放情况	90	1.08×10 <sup>6</sup>	105.8	98.0	45.9	42.6	79.4	72.0	4.4	0.004	20
排放标准	-	-	300mg/Nm <sup>3</sup>		50mg/Nm <sup>3</sup>		300mg/Nm <sup>3</sup>		0.05mg/Nm <sup>3</sup>		-

#### 3.9.3.2 非放射性废水污染防治措施

本项目产生的生活污水较少（约 2t/d），其中 SS 浓度：220mg/L；COD 浓度：400mg/L；BOD<sub>5</sub> 浓度：200mg/l；氨氮浓度：30mg/L，经化粪池处理后，用作厂区绿化用水，不外排。

#### 3.9.3.3 非放射性固体废物污染防治措施

本项目产生的非放射性固体废物包括钻孔施工过程中产生的非放射性钻孔泥浆和锅炉燃烧产生的灰渣。锅炉废渣为非放射性废物，产生量为 2.18kg/a，以 5 年试验期计，共产生灰渣 10.9t。锅炉废渣用于试验区内铺路。生活垃圾 825kg/a，4.1t，全部随日常运输车辆送赛罕高毕苏木集中处置。

#### 3.9.3.4 噪声治理措施

选用低噪声设备；空压机、风机、水泵等选用低噪声设备，并采取减震、隔声措施。

### 3.9.4 跑冒滴漏渗防止措施

所有溶浸剂配置池、浸出液处理车间地面均采用混凝土或钢筋混凝土结构达

到防渗防漏目的，其中溶浸剂配置池等蓄水池采用 SJK480 聚脲防水涂料，双组份 E 环氧底涂进行防腐防渗漏处理以防工艺水泄漏。试验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。布置地下水监测孔并加强监测。

### 3.9.5 草地保护措施

在开挖蒸发池过程中对土层进行分层开挖与存放。表土层单独存放，用作退役后的土地覆盖与草地恢复之用。在圈定的试验区边界外设置铁丝网和电离辐射警告标志，防止无关人员和牲畜进入，保证牧民及牲畜的活动及饮食安全，同时也利于试验区边界外的草地保护。

### 3.10 辐射防护措施

1) 试验区内按放射性操作分布，进行分区，将集液泵房（集液池）、浸出液处理厂房设为控制区。为便于生产管理和防止交叉污染，合理布置上、下班人员的人流路线。

2) 试验期间，水冶厂房采用自然通风方式，利用窗户和门进行通风。

3)  $\alpha$ 、 $\beta$  放射性表面污染的防护：保持工作场所的清洁卫生，降低粉尘浓度，经常清洗设备、地面，注意皮肤、手、工作服的去污。

4) 从事放射性工作人员每天工作 8 小时；在放射性作业场所内禁止进食、饮水和吸烟；辐射工作人员饮食前必须洗手、漱口。

5) 个人防护：工作人员上班时穿戴个人防护用品，进入含有铀矿尘和氡子体的工作场所时要配戴高效过滤口罩，防护用品不得带回生活区；下班后淋浴去污、消除体表污染；防护用品定期更换、经常清洗；厂区设有淋浴室等卫生设施。

在正常试验情况下，只要加强管理，严格执行上述防护措施，能有效地减少职业照射和个人照射剂量，使其对人体照射的危害低于行业标准。

## 4 环境质量现状及评价

### 4.1 环境现状监测

#### 4.1.1 监测目的

为项目建设、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。

#### 4.1.2 监测依据

- (1) 《辐射环境监测技术规范》（HJ/T 61-2001）；
- (2) 《铀矿冶辐射环境监测规定》（GB 23726-2009）；

#### 4.1.3 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。

#### 4.1.4 监测内容

环境背景调查监测项目如下：

- (1) 大气监测： $^{222}\text{Rn}$  及其子体、连续  $^{222}\text{Rn}$ 。
- (2) 水体监测： $U_{\text{天然}}$ 、 $^{226}\text{Ra}$ 、 $^{210}\text{Po}$ 、 $^{210}\text{Pb}$ 、总  $\alpha$ 、总  $\beta$ ；pH、 $\text{SO}_4^{2-}$ 、F<sup>-</sup>、Cl<sup>-</sup>、 $\text{NO}_3^-$ 、Fe、Cu、Zn、Mn、Hg、Cd、 $\text{Cr}^{6+}$ 、As、Pb、Ni、Ba、Be、Mo、Co、溶解性总固体、总硬度、氨氮、亚硝酸盐、高锰酸钾指数。
- (3) 土壤监测： $U_{\text{天然}}$ 、 $^{226}\text{Ra}$ 、 $^{210}\text{Po}$ 、 $^{210}\text{Pb}$ 、 $^{222}\text{Rn}$  析出率、Fe、Cd、As、Hg、Cr、Cu、Zn、Pb、Ni、pH。
- (4)  $\gamma$  辐射空气吸收剂量率：井场范围内及边界外 200m 范围内。
- (5) 生物样监测： $U_{\text{天然}}$ 、 $^{226}\text{Ra}$ 、 $^{210}\text{Po}$ 、 $^{210}\text{Pb}$ 。

#### 4.1.5 分析方法、仪器、检出下限

在选定监测、测量、分析方法时，凡有国家标准的，一律使用国家标准，没有国家标准的优先选用行业标准。

### 4.2 放射性环境现状评价

2015年6月23日~7月7日，核工业北京化工冶金研究院分析测试中心对项目及周边环境现状进行了监测及取样分析。

#### 4.2.1 $\gamma$ 辐射剂量率

从监测结果可以看出，赛罕高毕井场内  $\gamma$  辐射剂量率范围为 86.5~91.9nGy/h，均值为 89.6nGy/h；井场外 500 米处草地  $\gamma$  辐射剂量率为 90.2nGy/h。

#### 4.2.2 空气中 $^{222}\text{Rn}$ 及子体浓度

调查使用 RAD7 测氡仪、DHZM-II 氡子体连续测量仪对井场及周围环境空气中  $^{222}\text{Rn}$  及子体浓度进行了监测，空气中  $^{222}\text{Rn}$  及子体浓度监测结果见表 4.1。

表 4.1 空气中  $^{222}\text{Rn}$  及子体浓度监测结果

序号	监测地点	氡浓度 Bq/m <sup>3</sup>	氡子体 $\mu\text{J}/\text{m}^3$
1.	井场内	21.9±11.7	0.087
2.	最小风频下风向 500m	20.2±10.5	0.080
3.	主导风向下风向 500m	19.4±11.2	0.077
4.	主导风垂直下风向	19.1±10.7	0.075
5.	最近居民点	15.9±9.2	0.062
6.	井场内(3天连续氡)	22.8±8.9	0.088
7.	最近居民点(3天连续氡)	15.7±9.0	0.060

#### 4.2.3 地下水中放射性核素浓度

试验地附近无地表水体，采集地下水样 5 个，分析结果见表 4.2。结果表明，试验地地下水放射性本底处于当地天然本底水平。

表 4.2 水质分析结果

项目 \ 地点	井场				牧民饮用水井
	上含水层	含矿含水层-1	含矿含水层-2	含矿含水层-3	
U( $\mu\text{g/L}$ )	15.7	49.7	50.1	50.2	15.4
$^{226}\text{Ra}$ (Bq/L)	0.051	0.12	0.1	0.11	0.046

#### 4.2.4 土壤中放射性核素比活度

采集了拟建井场内、外的土壤样品进行分析，分析结果见表 4.3。

表 4.3 土壤样品监测结果

项目 \ 地点	井场内	井场井场外-1	井场井场外-2
$^{226}\text{Ra}$ (Bq/kg)	33.1	32.9	32.8
U(Bq/kg)	36.7	35.3	35.5

分析表明，拟建井场内土壤中放射性水平处于当地本底范围内，但放射性水平较高，这可能与之前的地质勘探活动有关。

#### 4.2.5 土壤氡析出率

项目土壤中氡析出率监测结果见表 4.4。从表 4.5 可以看出，土壤氡析出率范围为  $0.06\sim 0.07\text{Bq}/(\text{m}^2 \cdot \text{s})$ ，均值为  $0.067\text{Bq}/(\text{m}^2 \cdot \text{s})$ 。

表 4.4 土壤氡析出率监测结果

项目 \ 地点	井场内	井场井场外-1	井场井场外-2
$^{222}\text{Rn}$ 析出率 $\text{Bq}/(\text{m}^2 \cdot \text{s})$	0.07	0.06	0.07

#### 4.2.6 生物样品

采集牧草样品 3 个，项目监测结果见表 4.5。

表 4.5 生物样品监测结果

序号	采样地点	$^{238}\text{U}$ (Bq/kg 鲜)	$^{226}\text{Ra}$ (Bq/kg 鲜)	$^{210}\text{Po}$ (Bq/kg)	$^{210}\text{Pb}$ (Bq/kg)
1	井场内	1.25	1.13	9.95	9.96

2	井场最小风频下风向 500m	1.22	1.08	9.91	9.89
3	井场主导风向下风向 500m	1.24	0.97	9.85	9.92

### 4.3 非放射性现状评价

本项目委托锡林郭勒盟环境保护监测站于 2015 年 6 月 25 日对赛罕高毕矿床土壤样、地下水样中的非放射性项目进行检测。

#### 4.3.1 地下水

本次水环境监测共取了五个水样，赛罕高毕矿床井场最近牧民饮用水井 1 个，赛罕高毕矿床井场内 4 个，其中含矿层上含水层 1 个，含矿含水层 3 个，监测结果见表 4.6。

表 4.6 地下水环境监测结果及评价

地点 项目	牧民井水	上含水层	含矿 含水层-1	含矿 含水层-2	含矿 含水层-3	地下水质量 标准值
PH	7.24	7.45	7.32	7.52	7.11	6.5~8.5(I~III)
氨氮	0.32	0.30	0.28	0.21	0.18	≤0.5(IV)
硝酸盐氮	0.37	0.41	0.03	0.02	0.03	≤2.0(I)
亚硝酸盐氮	0.020	0.022	0.003	0.003L	0.003L	≤0.1(IV)
砷	0.0002	0.0002	0.0023	0.0004	0.0012	≤0.005(I)
汞	0.00005L	9.68E-05	0.00005L	0.00005L	0.00005L	≤0.00005(I)
六价铬	0.004L	0.004L	0.004L	0.004L	0.004L	≤0.005(I)
总硬度	336.86	333.05	310.82	320.20	318.46	≤450(III)
铅	0.004	0.002	0.007	0.008	0.006	≤0.01(II)
氟化物	1.27	1.35	1.07	1.05	1.36	≤2.0(IV)
镉	0.0001L	0.0001L	0.0001L	0.0001L	0.0001L	≤0.0001(I)
铁	0.11	0.07	0.06	0.16	0.20	≤0.3(III)
锰	0.01L	0.01L	0.018885	0.01885	0.018984	≤0.05(I)

溶解性总固体	1477	1568	1510	1481	1517	>550(V)
高锰酸盐指数	2.65	2.56	6.53	1.23	1.31	≤10(IV)
硫酸盐	244.0	335.0	287.9	239.3	356.8	>350(V)
氯化物	389.80	381.15	396.59	406.86	411.95	>350(V)
铜	0.05L	0.05L	0.05L	0.05L	0.05L	≤0.05(II)
锌	0.05L	0.05L	0.05L	0.05L	0.05L	≤0.05(I)
镍	0.005L	0.005L	0.005L	0.005L	0.005L	≤0.005(I)
铍	0.00004L	0.00004L	0.00004L	0.00004L	0.00004L	≤0.0001(II)
钼	0.0046	0.0042	0.0062	0.0059	0.0059	≤0.01(II)
钴	0.0005L	0.0005L	0.0005L	0.0005L	0.0005L	≤0.005(I)
钡	0.024	0.024	0.007	0.008	0.009	≤0.1(II)

注：1) 除 pH 值外，其余项目单位为 mg/L；2) 括号内为监测项目所达到的水质标准类型。

#### 4.3.2 土壤

本项目共在赛罕高毕矿床采集了 3 个土壤样品，其中在赛罕高毕矿床井场内取了 1 个样品，在井场外取了 2 个样品。监测结果见表 4.7。

表 4.7 土壤样品监测结果

项目	地点			土壤质量标准值
	井场内	井场外-1	井场外-2	
pH	8.16	8.23	8.11	-
砷	4.286	4.981	5.249	25
镍	6.5	5.8	7.2	60
铁	14190	13030	14170	-
铜	8.0	7.5	8.4	100
锌	28.8	28	29.6	300
铅	12.0	11.6	8.6	350
镉	0.02	0.02	0.02	0.60
汞	0.003	0.018	0.010	1.0
铬	22.6	24.7	28.2	250

注：除 pH 值外，其余项目单位为 mg/kg。

## 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

1) 赛罕高毕没有实测数据的参照巴彦乌拉原地浸出采铀工业生产实测数据以作为源项计算的依据。

2) 对于不能够通过实测、国内类比或实验室确定的源项数据，将参照美国和原苏联地浸的经验数据来确定。

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：试验与修复期吸附塔中溶解氢气的释放。

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：蒸发池和泥浆池中的废渣、底泥。

#### 5.3.2 污染物的确定

根据酸法地浸采铀特点，确定常量污染物  $^{222}\text{Rn}$ 、天然铀、 $\text{SO}_4^{2-}$ 、pH、Pb、Zn、Mn 等为评价因子。

### 5.4 源项确定

#### 5.4.1 气态源项

地浸抽出浸出液和修复抽出的地下水均挟带和溶解  $^{222}\text{Rn}$ ，通过吸附塔直接排至大气，为点源释放。蒸发池与泥浆池中水分蒸发干后其废渣、底泥表面也有  $^{222}\text{Rn}$

析出，为面源释放。

## 1. 点源释放氡量

### 1) 正常试验期

参考处于同一铀矿带的巴彦乌拉铀矿床以及巴润铀矿试验数据， $^{222}\text{Rn}$  释放量为  $285120 \times 2022 \times 10^3 = 5.77 \times 10^{11} \text{Bq/a}$ 。

### 2) 试验终产修复期

为偏安全考虑，把试验终产修复期的点源释放量用于正常试验期的剂量估算。

## 2. 面源释放氡量

蒸发池与泥浆池中的废渣、底泥表面的氡析出率采用理论计算确定。蒸发池及泥浆池中废渣和底泥表面的氡析出率为  $J=4.99 \times 10^{-4} \text{Bq}/(\text{m}^2 \cdot \text{s})$ 。赛罕高毕蒸发池面积  $700 \text{m}^2$ ，蒸发池、应急池面积按  $750 \text{m}^2$  考虑，则最大释放氡量为  $1.18 \times 10^7 \text{Bq/a}$ 。实际上，废渣表面释放的最大氡量会因工艺废水的覆盖而远小于  $1.18 \times 10^7 \text{Bq/a}$ 。

气态源项排放点参数分别见表 5.1。

表 5.1 气态源项排放点参数

气态源项	排放中心相对位置坐标 (km)	出口内径 (m)	等效面积 ( $\text{m}^2$ )	出口速度 (m/s)	试验期 $^{222}\text{Rn}$ 释放量 (Bq/a)	修复期 $^{222}\text{Rn}$ 释放量 (Bq/a)	
吸附塔	1	0.000,0.000	5	20	3.8	$5.77 \times 10^{11}$	$6.34 \times 10^{11}$
蒸发池	2	0.123,0.067	5	20	3.8	$5.91 \times 10^6$	
	3	0.142,0.080	5	20	3.8	$5.91 \times 10^6$	

### 5.4.2 液态源项

液态源项为蒸发池，主要由浸出过程产生的多余吸附尾液、多余沉淀母液和树脂装卸用水、地面冲洗水、洗井废水组成，本试验项目共产生  $1159.95 \text{m}^3/\text{a}$  的废水排入蒸发池。生活废水主要为食堂、沐浴、洗衣等产生的废水，由于试验期间工作人员不足 10 人生活污水量约为  $4 \text{t/d}$ ，生活污水中主要污染物为 COD、BOD、SS 等。

### 5.4.3 固体废弃物

固体废弃物主要为蒸发池废水中沉淀下的废渣以及泥浆池中的少量放射性底泥。5 年试验期赛罕高毕矿床蒸发池共产生废渣 171.45 吨，约为  $95.25 \text{m}^3$ （废渣比重为  $1.8 \text{t}/\text{m}^3$ ），偏保守估计，假设所有废渣均在蒸发池中，废渣最终平均厚度为  $13.6 \text{cm}$ 。

## 6 正常情况下辐射环境影响分析与评价

### 6.1 室内试验

根据第三章描述，室内试验在核工业北京化工冶金研究院（以下简称核化冶院）内进行。由于该试验未向地表水体排放废水，也未向周边环境排放固体废物，故正常情况下辐射环境影响评价仅考虑气载污染物氡、氡子体对公众的照射，气载污染物氡、氡子体及环境 $\gamma$ 辐射剂量率对工作人员的职业照射。

### 6.2 现场试验公众辐射环境影响分析与评价

#### 6.2.1 照射途径、评价指标及模式

##### 6.2.1.1 照射途径

根据该试验的特点，照射途径仅考虑 $^{222}\text{Rn}$ 所致吸入内照射。

##### 6.2.1.2 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 评价区域内的集体有效剂量。

##### 6.2.1.3 评价方法

考虑当地的气象、水文、地形、人口分布等具体情况，选用平原地区评价模式，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 的修订版)，其中对参数按 GB18871-2002 进行了修正。

#### 6.2.2 周围居民辐射环境影响预测分析与评价

##### 6.2.2.1 赛罕高毕试验的辐射环境影响预测分析与评价

表 6.1~表 6.4 分别给出了正常生产期间气载途径所致集体剂量、赛罕高毕释放源相应的各子区长期大气扩散因子、赛罕高毕试验期间对评价范围内各子区地面氡浓度及各子区公众个人有效剂量。从表 6.1 中看出，评价半径 20km 范围的集体有效剂量为  $2.92 \times 10^{-5}$  人.Sv/a；正常试验期间气载途径所致最大地面氡浓度增量仅为  $0.243\text{Bq/m}^3$ ，出现在评价中心 ESE 方位 0~1km 子区；考虑到有人子区，最大个人

有效剂量为  $3.77\mu\text{Sv/a}$ ，出现在评价中心 SE 方位  $0\sim 1\text{km}$  子区，远小于个人有效剂量管理限值  $0.1\text{mSv/a}$ 。

表 6.1 赛罕高毕正常试验期间气载途径所致集体剂量 (人·Sv/a)

评价范围, km	0-1	0-2	0-3	0-5	0-10	0-20
集体有效剂量人.Sv/a	1.89E-05	1.89E-05	2.23E-05	2.32E-05	2.68E-05	2.92E-05

### 6.2.2.2 赛罕高毕牧羊人辐射环境影响分析

考虑到牧羊人的流动性，假设牧羊人每天在井场附近停留 1h、每年 180 天。井场附近的氡浓度参考 737 地浸工程，取其平均值  $89\text{Bq/m}^3$ （见表 6.7）。由式（6.4）可知，其所受有效剂量为  $0.04\text{mSv/a}$ ，小于剂量限值  $0.1\text{mSv/a}$ 。

## 6.3 职业照射辐射环境影响分析与评价

偏安全考虑，本试验采用 737 地浸工程监测数据进行职业照射计算与评价。扣除本底后  $^{222}\text{Rn}$  浓度和环境贯穿辐射剂量率最大值分别为  $257\text{Bq/m}^3$  和  $242\text{nGy/h}$ 。取工作场所氡子体吸入剂量转换因子  $3.11\times 10^{-6}\text{mSv}/(\text{h}\cdot\text{Bq/m}^3)$  职业照射所致个人有效剂量不超过  $1.93\text{mSv/a}$ ，其中吸入氡及其子体所致个人有效剂量和  $\gamma$  外照射所致个人有效剂量分别不超过  $1.59\text{mSv/a}$  和  $0.34\text{mSv/a}$ ，未超过职业照射剂量管理限值。

## 6.4 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。5 年试验期间排入蒸发池的天然铀总量不到  $9.06\text{kg}$ 。蒸发池中的固体废物主要为蒸发池废水中沉淀下的废渣。本工程产生的废渣量总量为  $171.45\text{t}$ 。蒸发池停用后将进行退役治理，故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

地下水污染物迁移与归宿的准确预测对环境影响评价和修复技术的开发极为关键。在复杂的化学环境和非均质环境下，反应与水流模拟的更理想的方法是采用耦合的反应迁移模拟。近20多年来，开发了几十个耦合反应迁移模型，其中美国地质调查局开发的多组分反应迁移软件PHREEQC是最先进的耦合反应迁移模型之一，已被广泛应用于有机与无机污染物的迁移。在铀矿冶被成功应用的典型实例有捷克斯洛伐克的地浸地下水、美国Arizona州Pinal Creek铀尾矿库和怀俄明州Bear Creek铀尾矿库地下水中污染预测、评价与修复。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。

### 7.2 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泥岩、粉砂质泥岩、碳质泥岩(夹薄褐煤层)隔水层，且钻孔底部为防渗水泥封隔；含矿含水层顶部为泥岩、含砂砾泥岩及泥质粉砂岩组成的隔水层，且钻孔底部为防渗水泥封隔，不会发生垂直越流。故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，模拟时间设为6年，且按事故停产期时的地下水正常流速条件进行预测。

模拟距离取100m，将其划分为100个单元，每个单元长度为1m。纵向弥散度为1m。正常试验过程中由于抽大于注形成了向采场中心的降落漏斗，地下浸出液一般不会向采场外流散，但由于地质条件的复杂性可能存在浸出液流散至采场外。由于采用抽大于注，人为形成了从采场边缘向中心的水力坡度，即向采场中心的降落漏斗，流散速率不大于地下水的达西流速。

#### 7.2.2 模拟结果

对酸法地浸而言，模拟预测的污染组分除考虑天然铀外，尚需考虑pH、 $\text{SO}_4^{2-}$ 、Pb、Zn、Mn等，模拟结果见表7.3、表7.4。从表中可知，6年后，pH、Mn在距离采场下游边界约60m，接近背景水平，Pb在距离采场下游边界约45m，U在距离采场下游边界约55m接近背景水平；Zn、 $\text{SO}_4^{2-}$ 在距离采场下游边界约70m，接近背景水平。

### 7.3 试验结束后地下水环境影响预测与评价

试验结束后，无论试验成功与否，均需进行地下水修复。使地下水修复到可接受的水平，因而其对地下水的影响可忽略不计。

## 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 $^{222}\text{Rn}$ ，主要来自于地浸采铀过程中抽出液溶解的 $^{222}\text{Rn}$ 。当发生任何事故导致生产停顿时， $^{222}\text{Rn}$ 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。

当生产失控、自然灾害、人为事故发生时，液态流出物的排放可能存在以下几种可能事故：

- (1) 事故冒槽、地面管道断裂造成溶浸液、浸出液等各类有害液体泄漏；
- (2) 蒸发池的渗漏，造成池内液体流散；
- (3) 主要原辅材料储存风险。

### 8.2 事故预测分析与环境风险评价

#### 8.2.1 管道断裂

项目所在地每年有6个月左右的冰冻期，最大冻土深度为2.6m，冰冻可能造成井场管道断裂和“跑液”事故。由于含矿含水层距地表深度100m左右，抽出液水温 $9^{\circ}\text{C}$ ，根据我国新疆地区737工程多年的生产实践以及原苏联的生产经验均已表明，冰冻期也能正常开展生产试验，采取防冻保暖措施后，可避免冰冻造成管道断裂事故。

#### 8.2.2 蒸发池的破裂

正常情况下底部不会出现渗漏，虽然地震可引起蒸发池底裂缝，造成对浅层地下水的影 响，但试验区所处范围地震震级小，且设计和施工均采取防震措施、多层防渗层和多种防渗措施。因此，本试验项目在事故工况下，蒸发池泄漏对环境的影响都是比较小的。

#### 8.2.3 主要原辅材料储存风险分析

因本项目的原辅材料不涉及有毒、易燃、易爆炸性物质，也不构成重大危险源，故依据《建设项目环境风险评价技术导则》，不做深入的环境风险分析，仅提出有关风险

防范及应急措施。

上述原辅材料不涉及有毒、易燃、易爆炸性物质，仅硫酸、氢氧化钠因具有腐蚀性而属危险化学品，但试验期间原辅材料的暂存与使用量较少，依据《危险化学品重大危险源辨识》（GB18218-2009）不构成重大危险源。在危险化学品运输、贮存过程中若出现泄漏的情况，可能会对环境造成一定的影响，但通过采取有效的防泄漏及应急措施，能够将环境风险降低至可接受水平。

## 8.3 事故应急措施

### 8.3.1 管道断裂预警

每个钻孔均装有在线流量计，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，是否存在管道断裂及蓄水池破裂事故发生。每天 24 小时安排专人进行巡视检查，及早发现事故隐患。

### 8.3.2 蒸发池渗漏

本项目蒸发池防渗膜下设有渗漏检测系统，一旦发生渗漏可及时检测发现，因此不会发生大规模的泄漏现象。对于泄漏的蒸发池，首先将其中的吸附尾液泵至其它蒸发池，然后对泄漏点进行修补，对泄漏产生的池底污染土壤进行清挖、回填新土，然后重新敷设土工膜，经鉴定无渗漏后恢复蒸发池的使用。

### 8.3.3 主要原辅材料存储

项目的主要原辅材料不构成重大危险源，在采取 8.2.4 节所列应急处理措施后不会对环境造成影响。

### 8.3.4 应急补救措施

当出现管道、井管和蒸发池等破裂事故时，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；蓄水池再涂上 1 层防腐环氧树脂。

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，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发生，以减少烟气的产生。

#### 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。

###### 1) 生产废水

项目施工期水污染物主要来自于钻孔施工洗孔污水，会产生少量悬浮物。洗孔污水经沉淀后回用于场地喷洒降尘，浇灌周围草场。

###### 2) 生活废水

施工期作业人员产生的生活杂用水及盥洗废水，主要污染物包括 COD 和氨氮，浓度分别约 250mg/L 和 30mg/L。

##### 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

施工期噪声主要来源于钻机、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）。

对于施工期设备噪声，多采取以下防治措施：

- 1) 设备选型时，选择低噪声设备；
- 2) 对于噪声较高的设备，如打桩机、搅拌机、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；
- 3) 加强设备的检查和维护，减小由于设备部件之间的不正常碰撞产生的噪声。

经过空气吸收及距离衰减后，施工场地外噪声明显减小，低于 2 类区环境噪声限值昼间 60dB（A）夜间 50dB（A）。

### 9.1.4 固体废物环境影响

根据来源和性质不同，施工期固体废物可分为生产废物和生活垃圾。项目施工期固体污染物主要来自于钻孔施工中的泥浆。

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

根据工程分析，本次评价的源强参数如表 9.1。

表 9.1 废气污染源强参数

污染源	排放形式	烟囱底部海拔 (m)	烟囱高度 (m)	烟囱出口内径 (m)	烟气出口温度 (°C)	烟气出口速度 (m/s)	污染物源强			
							烟尘 (PM <sub>10</sub> ) (mg/s)	SO <sub>2</sub> (mg/s)	NO <sub>x</sub> (mg/s)	Hg (mg/s)
锅炉 烟气	点源	982.5	20	0.262	95	0.30	6.81	2.95	5.10	3.82×10 <sup>-4</sup>

采用 SCREEN3 单源高斯烟羽模式进行估算，计算结果见表 9.3。由表 9.3 可以看出，烟尘、SO<sub>2</sub>、NO<sub>x</sub>、Hg 的最大地面浓度占标率  $P_i$  最大为 0.322%，小于 10%，因此评价等级确定为三级，可以不进行大气环境影响预测工作。

### 9.2.2 地表水环境影响

本项目非放射性废水主要生活污水，由于试验现场的工作人员较少（不足 10 人），产生的污水量为 4t/d，产生的生活污水较少，生活污水经化粪池厌氧处理后，用于灌溉周围草地。

### 9.2.3 声环境影响

声环境执行 2 类标准，根据声环境影响评价技术导则，该项目建成前后噪声级增加很小且受影响人口变化不大，因此声环境评价等级为三级。

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，其单机噪声一般小于等于 85dB（A）。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）。根据项目噪声源特征以及当地环境特征，本次评价仅考虑几何发散衰减，忽略其他因素，衰减按点声源处于半自由空间的几何发散衰减模式进行预测。

#### 1) 厂界声环境影响分析

根据总平面布置图，本项目噪声源距离最近东、南、西、西北四周厂界的距离分别为 270m、300m、220m 和 100m。根据式 9-2 计算，对厂界的噪声贡献值分别为 6.2dB（A）、6.1dB（A）、6.5dB（A）和 6.8dB（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。

#### 2) 居民点声环境影响分析

距离本项目噪声源最近的居民点为东南偏南方向 400 处牧民，噪声源项为集控室水泵，两者之间距离约 458m。叠加计算，项目运行期通风机和空压机工作时，该牧民点环境噪声值昼间、夜间分别为 49.2dB（A）和 44.4dB（A）。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

扩大试验期间锅炉废渣产生量为 2.18t/a，以 5 年试验期计，共产生灰渣 10.9t。锅炉废渣用于试验区内铺路。生活垃圾 825kg/a，4.1t/a,全部随日常运输车辆送赛罕高毕苏木集中处置。

## 9.2.5 生态环境影响分析

### 9.2.5.1 生态环境现状

项目所处地区地表沟壑纵横自然条件差，存在土地沙漠化问题，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。项目评价区域内无珍稀濒危野生植物分布、无珍稀濒危野生动物分布、没有基本农田。

### 9.2.5.2 生态影响分析

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。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。

### 9.2.5.3 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。

### 9.2.5.4 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，有效恢复植被，项目建设期、运营期及退役期应采取相应的生态修复措施，达到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。

## 10 环境经济损益分析

虽然试验的目的是通过试验，获取该矿床有关的技术经济参数，而非生产赢利，但我们仍可以通过类比我国 737 原地浸出工程和工艺本身的先进性来对本试验项目的环境、经济损益进行分析，为本项目的进一步开展，进而转入工业生产阶段提供可借鉴的依据和经验。

### 10.1 经济效益分析

通过这次试验可解决该矿体地浸开采技术难题，取得各种工艺参数，将成果迅速扩大应用于工业开采中，有助于建成二连铀矿基地。原地浸出采铀与常规采矿方法比较，有较好的经济效益，主要表现在以下几个方面。

(1) 基建投资省，建设周期短。(2) 生产成本低。地浸采铀劳动生产率可提高 4~5 倍，大大降低了生产成本。(3) 充分回收有用资源。采用地浸开采可将该矿床的资源得到充分回收。综上所述，地浸采铀方法是具有竞争力的一种采铀方法，在近年来国际上采用地浸方法生产铀所占比重也越来越大。

### 10.2 环境效益分析

地浸采铀从根本上改变了常规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”。无尾矿和废石。废水量大量减少。排氡量减少。不破坏当地的自然景观。职业安全卫生及防护条件好

### 10.3 环保投资分析

投资额最大的环保项目为地下水监测井，占环保总投资额的近 50.75%，其次为蒸发池，占环保总投资额的 25.37%，这两项占到了环保总投资额的 76.12%，体现了本项目环境保护的重点，即重在保护试验区周围的地下水。项目环保投资较合理。

### 10.4 社会效益分析

本项目试验成功转入工业生产后，每年可为国家提供急需的“111”产品，缓解目前由于核发电的日益增长而对核原料的需求增长，满足国防建设的需要，完成中国核工业集团公司“十三·五”规划目标。

## 11 公众参与

### 11.1 公众参与的目的、作用

公众参与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，了解公众对项目的态度，通过解决公众关注的焦点问题，可使项目进一步完善、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，在本次评价中设置了公众参与内容。

### 11.2 公众参与的方式

为了了解公众对项目的态度，广泛征求项目影响区内有关单位、公众及其他利益相关方的意见，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。

### 11.3 公众参与的方案及实施

本项目公众参与分为两个部分，主要包括信息公示、公众意见收集和反馈。此外，在第二次环评信息公示期间，环评单位和建设单位还进行了实地走访，对矿区周边居民关心的、与铀矿开采有关的问题和疑问进行了解答。

#### 11.3.1 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、环评工作程序及工作内容、征求公众意见的主要事项及公众提出意见的主要方式进行了公告。公告张贴时间为2015年6月24日至2014年7月9日，共15天。



图 11.1 第一次公示

### 11.3.2 第二次公众参与

在编制环境影响报告书的过程中、报送环境保护部审批前，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、征求公众意见范围和有关事项、征求公众意见的具体形式、征求公众意见的起止时间和联系方式等进行了公告。公告张贴地点为东苏旗、包恩巴图、宝拉格嘎查等地，公示期限为 10 个工作日。



图 11.2 第二次公示

### 11.3.3 问卷调查

第二次公示期间，在遵守保密条例的前提下，遵循信息公开的原则，向赛罕高毕项目周边的居民发放公众参与调查表，使群众在了解本项目主要内容、环境影响、治理措施以及环评结论的基础上，进一步对本项目的环境保护工作提出意见和建议，以便在试验实施过程中采取相应的措施，满足当地居民对环境保护工作的要求，调查表见附件 7。

图 11.3 为问卷调查现场情况。



图 11.3 问卷调查现场情况

## 11.4 被调查人员统计与分析

### 11.4.1 调查对象统计

本次问卷调查共发放问卷 38 份，回收 38 份。公众参与被调查人群代表性分析：

1) 从性别上来看，男性 27 人，女性 11 人。由于项目所在地区周围主要为牧区，对项目关心程度上来讲，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, 18~36 岁 2 人(5.26%), 37~50 岁 16 人(42.11%), 50 岁以上 20 人(52.63%), 年龄组成包括了青年、中年及老年等各个阶段的人群, 这些人对项目有较好的认知能力和理解能力。调查年龄结构符合牧区青壮年劳力大部分外出务工的现实, 调查从年龄组成上来讲, 被调查人群具有代表性。

3) 从职业上来看, 牧民 26 人(94.74%), 干部 2 人(5.26)。牧民是项目建设所在地的常驻居民, 是建设项目直接影响的人群的主体, 因此参与公众调查以其为主, 可以很好的反映项目产生的环境问题对其的影响。

综上所述, 本项目的公众参与调查表从性别、年龄组成、职业及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。

#### 11.4.2 调查统计结果

26.32%的被调查者表示在接受本调查前不知道该项目, 73.68%的被调查者表示知道该项目。由于本项目为新建试验项目, 在本次调查前未开展相关现场工作, 因此, 当地群众对该项目的了解不充分, 表明了本项目公众调查工作的必要性和代表性。31.58%的被调查者表示在接受本调查前知道放射性相关知识, 68.42%的被调查者不了解放射性相关知识。这与当地群众的知识背景相关, 通过环评单位与项目建设单位的讲解, 当地群众的放射性知识得到了一定程度的普及。

公众还建议项目运行期车辆、人员不得碾压破坏草场, 项目完成后恢复草场。

#### 11.5 调查结论

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, 当地群众对空气、水体及生态环境比较关注, 这与当地干旱缺水、风沙大、生态脆弱相关。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。在项目建设和运行过程中, 只要遵守国家环保相关政策, 落实“三同时”制度, 保证各项环保措施的严格执行, 加强环境保护, 可有效减少污染物的排放, 把对环境的影响减小到最低。

## 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、流出物和环境中的辐射、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，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。3) 根据地下水的流向确定地下水的监测布点。

#### 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) 选择易于释放或扩散、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、 $\text{SO}_4^{2-}$ 、U，气态的  $^{222}\text{Rn}$  及其子体。

一般监测项目： $\text{Cl}^-$ 、 $\text{NO}_3^-$ 、 $\text{F}^-$ 、Fe、Cu、Zn、Mn、Hg、Cd、Cr、As、Pb、Ni、Ra、环境贯穿辐射剂量率。一般监测项目在试验的第 1 年全部监测，根据第 1 年的监测结果，选择超出检出限的接近排放标准的重金属进行有针对性的监测。

#### 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

$^{222}\text{Rn}$  浓度、氡子体  $\alpha$  潜能浓度、环境贯穿辐射剂量率：每季监测 1 次；井场内布置 1 个监测点。

#### 2) 水冶车间

$^{222}\text{Rn}$  浓度、氡子体  $\alpha$  潜能浓度、环境贯穿辐射剂量率、放射性表面污染水平：每季监测 1 次；布置 1 个监测点；

水冶厂房气溶胶监测：监测项目为天然铀和总  $\alpha$ 。频次为每年一次。

### 12.1.5.2 流出物监测

气载流出物： $^{222}\text{Rn}$  及其子体浓度，每季监测 1 次，吸附车间布设 1 个监测点；

锅炉烟气： $\text{PM}_{10}$ 、 $\text{SO}_2$ 、 $\text{NO}_x$ 、汞及其化合物，采暖期 1 次/a；

工艺水及废水：吸附原液、吸附尾液及蒸发池中的 pH、天然铀、 $^{226}\text{Ra}$ 、 $\text{SO}_4^{2-}$ 、 $\text{Cl}^-$ 、 $\text{NO}_3^-$ 、 $\text{F}^-$ 、 $\text{Fe}$ 、 $\text{Cu}$ 、 $\text{Zn}$ 、 $\text{Mn}$ 、 $\text{Hg}$ 、 $\text{Cd}$ 、 $\text{Cr}^{6+}$ 、 $\text{As}$ 、 $\text{Pb}$ 、 $\text{Ni}$ 、 $\text{Ra-226}$ 、 $\text{Po-210}$ 、 $\text{Pb-210}$  每季度监测 1 次。

### 11.1.5.3 蒸发残渣监测

对蒸发池中的残渣进行取样监测。

监测项目和频率： $U_{\text{天然}}$ 、 $^{226}\text{Ra}$ 、 $\text{Cd}$ 、 $\text{As}$ 、 $\text{Cr}$ 、 $\text{Mn}$  等，每年监测 1 次。

### 12.1.5.4 环境监测

#### (1) 大气环境

监测点：蒸发池、水冶车间下风向边界处、东南 0.5km 牧民、试验生活区、对照点（最小风频上风向），共 5 个监测点。

监测项目和频率： $^{222}\text{Rn}$  浓度及其子体  $\alpha$  潜能浓度，环境  $\gamma$  剂量率，每季监测 1 次。

环境空气：东南 0.5km 牧民，对照点（包恩巴图），2 个监测点，监测项目： $\text{PM}_{10}$ 、 $\text{SO}_2$ 、 $\text{NO}_x$ 、 $\text{Hg}$ ，监测频次：1 次/采暖期。

#### (2) 水环境

监测点：井场内含矿含水层的上含水层 1 个（KG01），用于监测含矿层上部含水层

水质；在井场范围外含矿含水层地下水上游 500m 和下游 50m、100m 各布设 1 个，用于观测含矿含水层层水质；西北 4.5km 牧民饮用水井 1 个，用于观测地浸试验对附近饮用水质的影响。

监测项目和频率：pH、 $\text{SO}_4^{2-}$ 、天然铀、 $^{226}\text{Ra}$ 、 $^{210}\text{Po}$ 、 $^{210}\text{Pb}$ 、氨氮、溶解性总固体、硫酸盐、 $\text{Cl}^-$ 、 $\text{NO}_3^-$ 、 $\text{F}^-$ 、Fe、Cu、Zn、Mn、Hg、Cd、Cr、As、Pb、Ni，每半年监测 1 次。

### (3) 土壤

监测点：西南 0.8km 牧民 1 个点、对照点（包恩巴图），共 2 个监测点。

监测项目和频率： $\text{U}_{\text{天然}}$ 、 $^{226}\text{Ra}$ 、Cd、As、Cr 等，每植物生长期监测 1 次。

### (4) 牧草

监测点：西南 0.8km 牧民、对照点（包恩巴图），共 2 个监测点。

监测项目和频率： $\text{U}_{\text{天然}}$ 、 $^{226}\text{Ra}$ 、 $^{210}\text{Po}$ 、 $^{210}\text{Pb}$ ，每年监测 1 次。

## 12.1.5.5 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。

本项目不设置独立的分析实验室，监测计划中所列项目部分委托巴彦乌拉中心化验室进行，巴彦乌拉中心化验室不具备分析能力的项目委托有资质的单位承担。

## 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。

### 11.2.4 环境影响评价工作的质量保证

1) 评价任务由具有评价资质的环评单位承担。

2) 辐射环境影响评价模式采用我国的通用模式。模式计算时，模式中的部分参数选用《电离辐射防护与辐射源安全基本标准》（GB18871-2002）中的有关参数，并利用源项参数，结合实际调查的水文、气象及人口资料，计算污染物在周围环境中的浓度分布及居民剂量，对辐射环境质量进行综合分析和评价，保证评价结果的可靠性。

3) 环境影响报告书的编制按照国家环保部门和核工业环境评价、辐射环境的有关标准、规定和文件的要求进行，并严格执行三级审核制度，保障报告书编制的质量。

## 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，现场试验队设置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；成立环保组具体负责常规监测，该环保组将配备环境贯穿辐射剂量率测量仪、氦及其子体测量仪、放射性表面水平测量仪等常规的监测与分析仪器，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。

对于一些试验区不具备能力分析的项目（如个人剂量、环境水样中的 U、Ra-226 等）委托有资质的单位，如巴彦乌拉环铀矿环保监测小组、核工业北京化工冶金研究院、二连浩特市环境保护监测站，锡林郭勒盟环境保护监测站等单位进行监测。

监测结果每月上报中核集团公司地矿事业部安防处。

### 12.3.2 废物管理

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 后续环保措施建议

### 13.1 试验成功的环保措施

为了贯彻执行《放射性污染防治法》，使工程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”应进行妥善处理：

1) 在正式投产前的可行性研究阶段及施工阶段，应继续保持该试验点的生产，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) 清除污染土壤及各种固体废物，集中堆放处置。

3) 蒸发池可改用于正式生产时的蒸发池。若比活度超过清洁监控水平，则应按放射废物进行处置；若不超过清洁监控水平，则按一般废物进行处置和生态修复。

4) 该试验井场浸出结束后，试验井场将纳入工程项目的采场退役计划，尽早进行地下水修复，使其达到可接受的水平。

5) 待赛罕高毕矿床正式退役时将蒸发池内放射性残渣和巴彦乌拉蒸发池内残渣合并统一进行地质处置，蒸发池填埋后植被、绿化。

### 13.2 试验失败的环保措施

1) 若试验失败，则在该试验井场浸出结束后，将立即进行地下水修复。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或污染范围及程度。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。

2) 若试验失败，将蒸发池内少量固体放射性废物运至巴彦乌拉蒸发池中集中堆放，等巴彦乌拉矿床退役后统一进行处置。受污染的设备经拆卸后存放于巴彦乌拉废弃设备厂房，废弃设备厂房具有专人值守，执行严格的出入库登记制度。其中部分具有利用价值的设备重新用于巴彦乌拉的工业生产中，部分设备经去污后达到解控指标后作为一般性生产使用，可回收利用的受污的报废的废旧钢铁待积累一定数量后统一送到核工业710厂处置。

## 14 结论和承诺

### 14.1 结论

#### 14.1.1 概述

巴润、赛汉高毕、齐哈日格图矿床与巴彦乌拉矿床处于同一矿带，相隔距离为 10~200km，可作为巴彦乌拉下一步地浸采铀向西南方向延伸的接续点。

#### 14.1.2 试验概况

在选定的赛汉高毕铀矿东段 S15-36 钻孔附近，采用“五点型”布设试验钻孔，共设计 6 组“五点型”试验单元，其中：注液钻孔 12 个，抽液钻孔 6 个，单孔抽液量 4~6 m<sup>3</sup>/h，浸出液平均铀浓度 15mg/L，初步评价该矿床地浸开采的可行性。项目总投资 2500 万元，其中环保投资额 134 万元。

#### 14.1.3 工程布局合理性结论

本试验项目地处荒漠草原区，人口稀少，为了减少对生态植被的破坏，合理利用自然地形，工程通过优化设计和合理布局，使占地面积较小。厂区布局考虑了风向对污染物扩散的影响，将水冶厂、职工宿舍和办公区建在试验井场的上风向，选址布局合理。

#### 14.1.4 “三废”治理措施结论

该试验采取如下环境保护措施，确保污染程度和污染范围减少到最小：

(1) 水冶厂房通过窗户和门进行自然通风换气，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，钻井结束后将放射性泥浆运至蒸发池中，泥浆池统一进行填埋、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，水冶工艺废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，终产时将蒸发池内残渣和巴彦乌拉蒸发池残渣合并处理，蒸发池进行填埋、植被治理。(5) 对地浸钻孔、溶浸剂配制罐、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%溶浸剂范围控制措施。(7) 布置合理的地下水监测孔并加强监测。

#### 14.1.5 环境现状评价结论

从监测结果可以看出，赛罕高毕井场及环境  $\gamma$  辐射剂量率监测结果处于当地天然本底水平。矿区与其周围居民区室外氡浓度及氡气子体  $\alpha$  浓度基本处于同一水平，均在国家环保局于 80 年代组织的全国 20 个城市调查的氡浓度为  $(3.3\sim 40.8) \text{ Bq/m}^3$ 。含矿含水层中 U、 $^{226}\text{Ra}$  活度与本底值相比，处于正常涨落范围内；最近居民点牧民井水中 U、 $^{226}\text{Ra}$  处于锡盟地区本底水平范围。拟建井场内测点土壤中 U、 $^{226}\text{Ra}$  处于本底范围中较高水平。土壤氡析出率范围为  $0.06\sim 0.07 \text{ Bq}/(\text{m}^2 \text{ s})$ ，均值为  $0.067 \text{ Bq}/(\text{m}^2 \text{ s})$ 。

各取样点地下水 pH 值处于 6.5~8.5 之间，偏碱性，符合《地下水质量标准》(GB/T 14848-93) 中规定的 III 类水质要求。非放射性项目溶解性总固体、硫酸盐、氯化物超《地下水质量标准》(GB/T 14848-93) V 类，其中溶解性总固体超 V 类标准下限值约 3 倍，硫酸盐略高于 V 类下限值标准，氯化物略高于 V 类标准下限值。氨氮、亚硝酸盐氮、氟化物、高锰酸盐指数符合《地下水质量标准》(GB/T 14848-93) 中规定的 IV 类水质要求，其它指标未超过地下水 III 类标准。赛罕高毕矿床及周围土壤符合《土壤环境质量标准》中规定的 II 类土壤要求。

#### 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

$^{222}\text{Rn}$  及其子体是该试验导致公众照射的主要照射途径，以水冶厂吸附塔合并点源为评价中心，评价半径 20km 范围的集体有效剂量仅为  $2.92 \times 10^{-5} \text{ 人}\cdot\text{Sv/a}$ 。正常生产期间气载途径所致最大地面氡浓度增量仅为  $0.243 \text{ Bq/m}^3$ ，出现在评价中心 ESE 方位 0~1km 子区；考虑到有人子区，最大个人有效剂量为  $3.77 \mu\text{Sv/a}$ ，出现在评价中心 SE 方位 0~1km 子区，远小于个人有效剂量管理限值  $0.1 \text{ mSv/a}$ 。考虑到牧羊人的流动性，假设牧羊人每天在井场附近停留 1h、每年 180 天，其所受有效剂量为  $0.04 \text{ mSv/a}$ ，小于剂量限值  $0.1 \text{ mSv/a}$ 。

##### 2) 地下水影响分析

本工程中对区内地下水环境影响较小。考虑到停止试验和开始修复地下水之间这段时间浸出液也会对地下水造成影响，保守起见，将本项目对地下水的影响按 6 年预测，

第6年天然铀峰值浓度约向下游推移了55m。pH、Mn在距离采场下游边界约60m，接近背景水平，Pb在距离采场下游边界约45m，U在距离采场下游边界约55m接近背景水平；Zn、SO<sub>4</sub><sup>2-</sup>在距离采场下游边界约70m，接近背景水平。试验无论成功与否，均需进行地下水修复，使地下水恢复到可接受水平。

#### 4) 工作人员职业照射剂量分析

通过计算分析，本试验职业照射所致个人有效剂量不超过1.93mSv/a，其中吸入氡及其子体所致个人有效剂量和 $\gamma$ 外照射所致个人有效剂量分别不超过0.34mSv/a和1.59mSv/a，能确保小于铀矿冶个人剂量约束值5mSv/a的要求。

#### 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。蒸发池对环境的影响甚小。

#### 14.1.8 工程可行性结论

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》情况下，赛罕高毕铀矿床地浸采铀试验项目选址是合理的、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，必须重新开展环境影响评价工作，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。

(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。

(4) 生产期间加强监测与环保措施，严防环境污染事故发生。

(5) 本试验无论成功与否，在终采后均实施退役与环境治理。