



核工业北京地质研究院

BEIJING RESEARCH INSTITUTE OF URANIUM GEOLOGY

中国北山地下实验室建设工程 环境影响报告书



建设单位：核工业北京地质研究院

编制时间：二〇二〇年六月

中国北山地下实验室建设工程 环境影响报告书



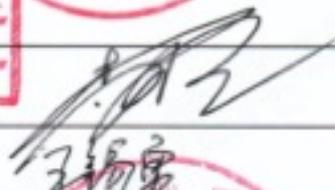
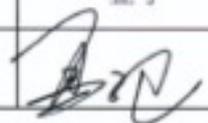
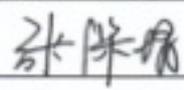
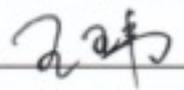
建设单位：核工业北京地质研究院

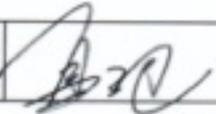
联系电话：010-64925474

电子邮箱：26329312@qq.com

邮政编码：100029

编制单位和编制人员情况表

项目编号	3c387e		
建设项目名称	中国北山地下实验室建设工程		
建设项目类别	50 187核动力厂(核电厂、核热电厂、核供汽供热厂等);反应堆(研究堆、实验堆、临界装置等);核燃料生产、加工、贮存、后处理;放射性废物贮存、处理或处置;上述项目的退役。放射性污染治理项目		
环境影响评价文件类型	报告书		
一、建设单位情况			
单位名称(盖章)	核工业北京地质研究院		
统一社会信用代码	1210000040001978XF		
法定代表人(签章)	李子颖 		
主要负责人(签字)	李子颖 		
直接负责的主管人员(签字)	王锡勇 		
二、编制单位情况			
单位名称(盖章)	核工业北京地质研究院		
统一社会信用代码	1210000040001978XF		
三、编制人员情况			
1. 编制主持人			
姓名	职业资格证书管理号	信用编号	签字
夏子通	2016035150352015150823000295	BH019163	
2. 主要编制人员			
姓名	主要编写内容	信用编号	签字
吴少旭	第9章、第10章、第11章	BH019676	
张保增	第7章、第8章	BH019164	
王玮	第4章、第5章	BH019266	

夏子通	第1章、第2章、第3章、第6章、第12章	BH019163	
-----	----------------------	----------	--

目 录

1	概述	1
1.1	项目基本情况	1
1.2	评价目的和原则	3
1.3	评价过程	4
1.4	关注的主要环境问题	4
1.5	环境影响评价结论	4
2	总论	6
2.1	编制依据	6
2.2	环境功能区	8
2.3	环境影响因素识别与评价因子筛选	10
2.4	评价标准	12
2.5	评价等级及评价范围	16
2.6	环境保护目标	22
3	项目工程分析	24
3.1	基本情况	24
3.2	工程概况	24
3.3	水平衡	42
3.4	总平面布置	46
3.5	主要技术经济指标	49
3.6	工艺流程及产排污分析	50
3.7	主要污染物排放汇总	69
4	环境概况	73
4.1	地理位置	73
4.2	地形地貌	74
4.3	气候和气象	75
4.4	地表水	76

4.5	地质和水文地质.....	76
4.6	地震.....	82
5	环境现状调查与评价	83
5.1	环境空气.....	83
5.2	地下水环境.....	86
5.3	声环境.....	94
5.4	生态环境.....	96
5.5	辐射环境监测.....	124
5.6	电磁环境.....	127
6	环境影响分析与评价	128
6.1	施工期环境影响分析.....	128
6.2	运行期环境影响评价.....	134
7	电磁环境影响评价	158
7.1	评价内容.....	158
7.2	评价因子、评价标准以及评价等级.....	158
7.3	评价范围、评价方法.....	160
7.4	工程内容及环境概况.....	161
7.5	建设项目的自然环境现状.....	169
7.6	电磁环境现状调查与评价.....	171
7.7	输变电项目工程分析.....	177
7.8	电磁环境影响预测与评价.....	179
8	环境保护措施.....	186
8.1	大气污染防治措施.....	186
8.2	废水污染防治措施.....	188
8.3	地下水环境保护措施.....	191
8.4	噪声污染防治措施.....	192
8.5	固体废弃物污染防治措施.....	193

8.6	生态保护措施.....	194
9	环境风险	196
9.1	风险物质识别.....	196
9.2	主要风险场所识别.....	198
9.3	风险评价等级.....	199
9.4	建设项目环境风险评价简单分析.....	200
10	环境影响经济损益分析.....	202
10.1	社会效益.....	202
10.2	经济效益.....	202
10.3	环境效益.....	202
11	环境管理与监测计划	204
11.1	环境管理.....	204
11.2	监测计划.....	205
11.3	“三同时”验收	207
12	评价结论	211
12.1	项目概况.....	211
12.2	环境质量现状.....	211
12.3	主要环境影响及环保措施.....	212
12.4	环境风险.....	216
12.5	环境管理与监测.....	216
12.6	总结论.....	216
12.7	建议.....	217

1 概述

1.1 项目基本情况

1.1.1 项目背景

高放废物具有放射性强、毒性大、半衰期长的特点。对其进行最终安全处置难度极大，是关系到核工业可持续发展和环境保护的战略课题。深地质处置—即将高放废物埋置在 500m~1000m 深度范围内稳定的地质体中，目前是国际上普遍认为技术上可行的最终安全处置高放废物的方式。高放废物地质处置库工程具有建设条件复杂、安全等级高、服务期限长（数万年计）等特点，研发难度极大。其中，地下实验室是场址特征评价和处置技术研发必不可少的关键设施，是建设高放废物处置库的必然需求。

随着我国核工业的快速发展，高放废物安全处置已引起国家和公众的高度重视。2006 年原国防科工委等三部委联合发布的《高放废物地质处置研究开发规划指南》制定了“处置库选址、地下实验室阶段科研、处置库建设和运行”的三步走研发战略，提出了 2020 年前后建成我国地下实验室的目标。2016 年 3 月 17 日国务院发布的“中国国民经济和社会发展第十三个五年规划纲要”，明确提出了“建设 1 个高放射性废物处置地下实验室”的任务。

按照国家规划要求，2016 年核工业北京地质研究院（以下简称核地研院）组织编报了中国高水平放射性废物地质处置地下实验室建设工程项目（简称中国北山地下实验室建设工程）建议书，经中国核工业集团有限公司论证后于 2017 年 2 月上报国家国防科技工业局。2019 年 5 月 6 日，经报国务院批准同意，国家国防科技工业局下达了《国防科工局关于中国高水平放射性废物地质处置地下实验室建设工程项目建议书的批复》，同意在甘肃北山新场地段建设具有国际先进水平的高放废物地质处置地下实验室，即中国北山地下实验室。

1.1.2 建设的必要性

地下实验室是核大国、核强国标志性的科研设施，是核工业产业链末端必不可少的科研设施，而我国在这方面依然是空白。

我国高度重视高放废物处置工作，从 20 世纪 80 年代就启动了高放废物处置研发工作，在处置库选址、处置概念、工程屏障材料、核素迁移研究和安全评价方面开展了大量研究，取得了重要阶段性成果，具备了开展地下实验室阶段研究的科研基础。目前，相关科研成果迫切需要通过建设地下实验室在真实处置条件下开展进一步研发和验证工作，为处置库场址评价和处置技术研发提供必不可少的科研平台。

地下实验室工程是我国高放废物处置研发必不可少的关键平台，是国家“十三五”规划的明确要求，也是推进我国高放废物研发进程、提升公众信心的内在要求，具有重要的工程意义和社会价值。

1.1.3 建设目标

本项目建设目标：在甘肃北山新场地段建成具有国际先进水平的高放废物地质处置地下实验室，填补我国在高放废物处置技术地下现场研发平台及相关设备方面的空白，显著提升高放废物处置技术研发和场址适宜性评价领域的科研能力和水平，满足我国对高放废物处置技术研发的迫切需求。

本项目的建设内容包括四部分：地下工程及辅助系统、地下现场实验研究平台设施、场区地表实验设施及配套设施、场外辅助工程。其中地下工程采用“螺旋斜坡道+三竖井+两层平巷”结构形式，深度 560m，设置-560m、-280m 两个实验水平及相关实验硐室；采用一次建设方案，将斜坡道、竖井工程、实验平巷等全部井巷工程一次施工完毕。

1.1.4 实施计划

本项目建设周期为 84 个月（7 年），设计服务年限为 50 年。建设进度安排如下：

第一年度，完成项目初步设计以及征地工作。“四通一平”工作启动。

第二年度，完成施工图设计，完成场外供电、供水、通信工程施工，启动生活配套设施建设，竖井施工启动。

第三年度，完成进场道路建设和场地平整，完成生活配套设施和功用辅助设施建设，完成 TBM 制造及现场组装，地下实验空间主体工程开始施工；

第四年度，完成地表科研实验设施的建设，完成竖井施工。

第五年度，完成通风井施工，完成-280m 辅助实验水平施工。

第六年度，完成斜坡道施工，完成地表运行维护设施施工。

第七年度，完成 TBM 拆除，完成斜坡道内的硐室工程的施工，完成-560m 水平的施工，完成全部安装工程并完成联合试运转，完成各单项验收。

1.2 评价目的和原则

1.2.1 评价目的

为预防因项目实施后对环境造成不良影响，从可持续发展和环境保护的角度出发，论证本项目可能的环境影响，提出污染防治及生态保护措施，给出项目建设的环境可行性结论和建议，为环境保护主管部门提供决策依据。

1.2.2 评价原则

(1) 贯彻执行国家各项环保法规，做到环评为项目建设服务，为环境管理服务。

(2) 注重环评工作的科学性、客观性、公正性、实用性，评价深度和方法符合环境影响评价相关技术导则的要求，确保环评工作的质量。

(3) 贯彻污染防治与生态环境保护并重，避免和减少生态环境破坏。

(4) 在保证环评质量的前提下, 充分利用地下实验室前期科研成果等资料, 对缺少的资料进行必要的监测、调查。

1.3 评价过程

根据《中华人民共和国环境保护法》《中华人民共和国环境影响评价法》和《建设项目环境保护管理条例》的有关规定, 本项目应进行环境影响评价。2018年8月, 核地研院组织开展了本项目环境影响评价工作, 并在仔细研究工程相关设计资料基础上, 对项目区域进行了多次现场踏勘和公众意见调查, 结合工程特点和项目所在区域环境特征, 编制完成了《中国北山地下实验室建设工程环境影响评价报告》, 现呈报生态环境部审查。

1.4 关注的主要环境问题

本次评价内容包括地下实验室的地下工程及辅助系统、地下现场实验研究平台设施、场区地表实验设施及配套设施以及场外辅助工程, 结合项目开展的实验内容和所在地的环境特征, 重点关注项目建设对生态环境的影响以及各项污染防治和生态环境保护措施的可行性分析等。

1.5 环境影响评价结论

中国北山地下实验室建设工程符合《中华人民共和国国民经济和社会发展第十三个五年规划纲要》(2016)、国务院《核安全与放射性污染防治“十三五”规划及2025年远景目标》(2017)和《能源技术革命创新行动计划(2016-2030年)》(2016)等发展规划。

本项目在采取各项环保措施后, 对当地大气环境影响较小, 各类污废水可以实现全部回用不外排; 现阶段地下实验室已确定开展的实验内容不涉及放射性, 厂区加油站储油罐采取分区防渗措施后对地下水环境影响较小; 施工期和运行期的各类固体废物均能够合理化处理或处置; 落实各项生态保护、补偿措施后, 项目的生态环境影响较小; 项目环境风险可接受, 拟建项目也得到公众认同。

因此，本评价认为该项目只要认真贯彻执行国家的环保法律、法规，认真落实本环评报告提出的各项污染防治措施、环境影响减缓措施、生态保护措施、环境风险防范措施，从环境保护的角度分析，拟建项目的建设是可行的。

2 总论

2.1 编制依据

2.1.1 法律法规

- (1) 《中华人民共和国环境保护法》，2015年01月01日；
- (2) 《中华人民共和国环境影响评价法》，2018年12月29日；
- (3) 《中华人民共和国大气污染防治法》，2018年10月26日；
- (4) 《中华人民共和国水污染防治法》，2018年01月01日；
- (5) 《中华人民共和国环境噪声污染防治法》，2018年12月29日；
- (6) 《中华人民共和国固体废物污染环境防治法》，2016年11月07日；
- (7) 《中华人民共和国土壤污染防治法》，2019年1月1日；
- (8) 《中华人民共和国水土保持法》，2011年3月1日；
- (9) 《建设项目环境保护管理条例》国务院令682号，2017年7月16日；
- (10) 《甘肃省环境保护条例》，2014年6月4日；
- (11) 《甘肃省生态保护与建设规划（2014-2020年）》（甘政办发[2015]36号）；
- (12) 《甘肃省辐射污染防治条例》（2015年1月1日施行）。

2.1.2 技术导则及标准规范

- (1) 《建设项目环境影响评价技术导则 总纲》（HJ 2.1-2016）；
- (2) 《环境影响评价技术导则 大气环境》（HJ 2.2-2018）；
- (3) 《环境影响评价技术导则 地表水环境》（HJ 2.3-2018）；
- (4) 《环境影响评价技术导则 地下水环境》（HJ 610-2016）；
- (5) 《环境影响评价技术导则 声环境》（HJ 2.4-2009）；
- (6) 《环境影响评价技术导则 生态影响》（HJ 19-2011）；
- (7) 《环境影响评价技术导则 土壤环境》（HJ 964-2018）；

- (8) 《环境影响评价技术导则 输变电工程》(HJ 24-2014)；
- (9) 《建设项目环境风险评价技术导则》(HJ 169-2018)；
- (10) 《环境空气质量标准》(GB 3095-2012)；
- (11) 《地表水环境质量标准》(GB 3838-2002)；
- (12) 《地下水环境质量标准》(GB/T 14848-2017)；
- (13)《城市污水再生利用 工业用水水质》(GB/T 19923-2005)；
- (14) 《声环境质量标准》(GB 3096-2008)；
- (15) 《大气污染物综合排放标准》(GB 16297-1996)；
- (16) 《加油站大气污染物排放标准》(GB 20952-2007)；
- (17)《饮食业油烟排放标准》(GB 18483-2001)；
- (18) 《电磁环境控制限值》(GB 8702-2014)；
- (19) 《建筑施工场界环境噪声排放标准》(GB 12523-2011)；
- (20) 《工业企业厂界环境噪声排放标准》(GB 12348-2008)；
- (21) 《恶臭污染物排放标准》(GB 14554-93)；
- (22) 《国家危险废物名录》(部令第39号, 2016年)；
- (23) 《国家危险废物名录(修订稿)》(2019年9月)；
- (24) 《交流输变电工程电磁环境监测方法(试行)》(HJ 681-2013)；
- (25) 《甘肃省生态功能区划》(甘肃省环境保护局, 2004年10月)。

2.1.3 相关文件及技术资料

- (1) 《中国高放废物地质处置地下实验室场址筛选技术报告》(核工业北京地质研究院, 2016年2月)；
- (2) 《新场-向阳山预选地段社会经济条件调查》(核工业北京地质研究院, 2012年12月)；
- (3) 《新场-向阳山预选地段环境现状调查》(核工业北京地质研究院, 2012年12月)；

(4) 《地下实验室场址环境质量现状调查研究》(甘肃省核与辐射安全中心, 2018年12月);

(5) 《地下实验室风险评估总报告》(同济大学, 核工业北京地质研究院, 2018年12月);

(6) 《地下实验室场址水文地质专题研究》(核工业北京地质研究院, 2018年12月);

(7) 《新场地段场址生态环境现状调查研究》(兰州大学生命科学学院, 2020年05月);

(8) 《地下实验室场址岩石全分析报告》(核工业北京地质研究院, 2017年7月);

(9) 《酒泉市人民政府 关于中国高水平放射性废物地质处置地下实验室建设工程项目用地预审意见的函》(酒泉市人民政府, 2020年3月3日)。

2.1.4 相关规划

(1) 《中华人民共和国国民经济和社会发展第十三个五年规划纲要》(2016);

(2) 国务院《核安全与放射性污染防治“十三五”规划及2025年远景目标》(2017);

(3) 《能源技术革命创新行动计划(2016-2030年)》(2016)。

2.2 环境功能区

2.2.1 空气环境质量功能区划

项目所在区域环境空气功能区符合二类功能区, 空气环境质量要求达到《环境空气质量标准》(GB 3095-2012)中的二级标准。

2.2.2 地表水环境功能区划

本项目评价范围内无常年地表水体, 不涉及地表水环境功能区划。

2.2.3 地下水环境功能区划

区域地下水环境达到《地下水质量标准》(GB/T 14848-2017)中

的Ⅲ类水体功能区。

2.2.4 声环境功能区划

项目地所在区域符合《声环境质量标准》（GB 3096-2008）1类声环境功能区。

2.2.5 生态功能区划

经实地调查和相关部门审查，该项目地面设施选址、进场道路、供电线路和输水管线不涉及金塔县、玉门市、肃北县的自然保护区、国家公园、风景名胜区、水源地保护区和文物保护区等特殊生态敏感区和重要生态敏感区。依据《甘肃省生态功能区划》，地下实验室、输水管线和部分进场道路所在区域属内蒙古中西部干旱荒漠生态区——北山风蚀荒漠生态亚区——马鬃山风蚀荒漠牧业、采矿生态功能区，还有部分进场道路和输变电线路跨越玉门镇荒漠风蚀控制生态功能区，均属一般生态功能区。地下实验室所在生态功能区划位置见图 2.2-1。

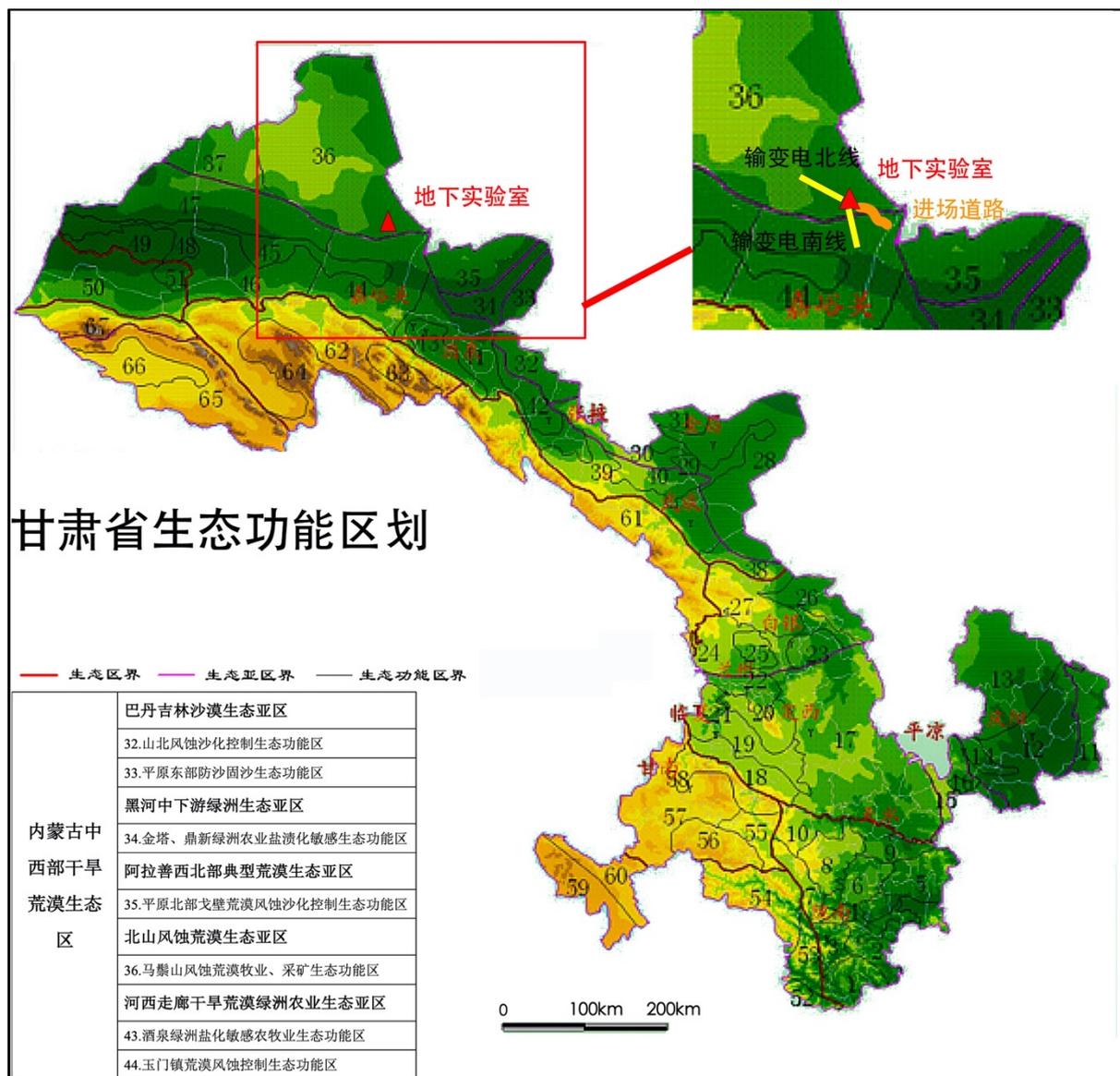


图 2.2-1 项目所在生态功能区划图

2.3 环境影响因素识别与评价因子筛选

2.3.1 环境影响因素识别

根据项目所在区域自然环境和社会环境现状，以及本工程具体特征，按施工期、营运期 2 个时段对不同工程项目的环境影响因素进行识别，详见表 2.3。

表 2.3-1 环境影响因素识别表

环境要素 影响因子		生态环境				自然环境				辐射环境
		地形地貌	土壤植被	土地利用	景观	地下水水质	地下水水位	环境空气	声环境	工频电场、工频磁感应强度
施工期	井巷挖掘		-1L	-1D		-1L	-2L	-1D	-1D	
	废石排放	-1L	-1L	-1L	-1L			-1D		
	建设过程中的井下实验					-1D		-1D	-1D	
	地表工程施工	-1L	-1L	-1L	-1L			-1D	-1D	
运行期	道路交通							-1L	-1L	
	实验					-1L	-1L	-1D	-1D	
	废气排放							-1L		
	噪声								-1L	
	废石排放	-1L	-1L	-1L	-1L			-1D		
	输变电线路		-1L	-1L	-1L				-1L	-1L
	变电站							-1L	-1L	

注：表中数字代表影响程度，空格代表基本无影响，1代表轻微影响，2代表中等影响，3代表影响较大。“-”代表不利影响；“+”代表有利影响。D表示短期影响，L表示长期影响。

2.3.2 评价因子的确定

本评价在环境要素识别的基础上，结合拟建项目的性质、工艺及污染物排放特点，筛选出本次评价的主要评价因子，具体见表 2.3。

表 2.3-2 拟建项目主要评价因子一览表

序号	项目	现状评价因子	预测评价因子
1	大气环境	TSP、PM ₁₀ 、SO ₂ 、NO ₂	TSP、SO ₂ 、NO _x 、非甲烷总烃、油雾颗粒、H ₂ S、NH ₃
2	地下水环境	pH值、氨氮、硝酸盐、亚硝酸盐、挥发性酚类、氰化物、砷、汞、铬(六价)、总硬度、铅、氟化物、镉、铁、锰、铜、锌、溶解性总固体、高锰酸盐指数、硫酸盐、氯化物、总大肠菌群、细菌总数，共计18项	石油类、氨氮

序号	项目	现状评价因子	预测评价因子
3	声环境	Leq (A)	Leq (A)
4	生态环境	植被、土壤侵蚀、土地利用、受保护动植物等	植被、土壤侵蚀、土地利用、受保护动植物
5	辐射环境	工频电场强度、工频磁感应强度	工频电场强度、工频磁感应强度

2.4 评价标准

2.4.1 环境质量标准

依据项目所在地区环境功能区，本项目执行的相关环境质量标准如下：

(1) 环境空气：执行《环境空气质量标准》(GB 3095-2012) 中二级标准，非甲烷总烃参照《大气污染物综合排放标准详解》，选用 $2\text{mg}/\text{m}^3$ 作为非甲烷总烃的执行标准， H_2S 、 HN_3 参照执行《环境影响评价技术导则 大气环境》(HJ2.2-2018) 附录 D 中的浓度限值，见表 2.4-1。

(2) 地下水：执行《地下水环境质量标准》(GB/T 14848-2017) 中 III 类标准，见表 2.4-2。

(3) 声环境：厂区执行《声环境质量标准》(GB 3096-2008) 1 类标准，拟建进场道路为四级公路，所在声环境功能区为 1 类区，执行《声环境质量标准》(GB 3096-2008) 1 类标准，见表 2.4-3。

(4) 电磁环境：执行《电磁环境控制限值》(GB 8702-2014)，本项目 110kV 交流输变电项目，工作频率为 50Hz，工频电场强度公众曝露控制限值为 $4000\text{V}/\text{m}$ ，工频磁感应强度公众曝露控制限值为 $100\mu\text{T}$ ，见表 2.4-4。

表 2.4-1 环境空气质量标准

污染物名称	取值时间	浓度限值 ($\mu\text{g}/\text{Nm}^3$)	执行标准
TSP	年平均	200	《环境空气质量标准》 (GB 3095-2012) 二级
	日平均	300	
SO ₂	年平均	60	
	日平均	150	
	小时平均	500	
PM ₁₀	年平均	70	
	日平均	150	
NO ₂	年平均	40	
	日平均	80	
	小时平均	200	
NO _x	年平均	50	
	日平均	100	
	小时平均	250	
非甲烷总烃	一次	2000.0	参照《大气污染物综合排放标准详解》
H ₂ S	小时平均	10	《环境影响评价技术导则 大气环境》(HJ2.2-2018) 附录 D
NH ₃	小时平均	200	

表 2.4-2 《地下水环境质量标准》(GB/T 14848-2017) III类标准

序号	污染物名称	标准值 (mg/L)	序号	污染物名称	标准值 (mg/L)
1	pH	6.5-8.5(无量纲)	10	氨氮	0.2
2	总硬度	450	11	氟化物	1.0
3	溶解性总固体	1000	12	氰化物	0.05
4	铁	0.3	13	汞	0.001
5	锰	0.1	14	砷	0.05
6	挥发酚	0.002	15	六价铬	0.05
7	高锰酸盐指数	3.0	16	镉	0.01
8	硝酸盐氮	20	17	细菌总数	100 个/ml
9	亚硝酸盐氮	0.02	18	总大肠菌群	3 个/L

表 2.4-3 《声环境质量标准》(GB 3096-2008)

类别	昼间	夜间	单位
1	55	45	dB (A)

表 2.4-4 《电磁环境控制限值》（GB 8702-2014）

评价因子	评价标准
工频电场强度	依据《电磁环境控制限值》（GB 8702-2014）表 1“公众曝露控制限值”规定，以 4000V/m 作为公众曝露控制限值
	当输电线路经过耕地、林地、牧草地、道路等场所时，其频率 50Hz 的电场强度控制限值为 10kV/m
工频磁感应强度	工频磁感应强度控制限值为 100 μ T

2.4.2 污染物排放标准

（1）废气

➤ 施工期

施工期废气执行《大气污染物综合排放标准》（GB 16297-1996）中规定的颗粒物排放浓度限值（ $\leq 1\text{mg}/\text{m}^3$ ），见表 2.4-5；

➤ 运行期

实验室废气：执行《大气污染物综合排放标准》（GB 16297-1996）排放浓度限值，见表 2.4-5；

食堂油烟：参照执行《饮食业油烟排放标准》（GB 18483-2001）中规定的最高允许排放浓度 $2.0\text{mg}/\text{m}^3$ 限值要求，见表 2.4-6；

柴油发电机废气：根据 2017 年 1 月 31 日原国家环境保护部信箱“关于 GB 16297-1996 的适用范围的回复”：“建议目前固定式柴油发电机污染物排放浓度参照《大气污染物综合排放标准》中最高允许排放浓度指标进行控制，对排气筒高度和排放速率暂不做要求”的要求，本项目柴油发电机废气执行《大气污染物综合排放标准》（GB 16297-1996）的表 2 中新污染源最高允许排放浓度限值，见表 2.4-5；

加油站废气：排放执行《加油站大气污染物排放标准》（GB 20952-2007）4.3.4 规定（处理装置的油气（非甲烷总烃）排放浓度 $\leq 25\text{g}/\text{m}^3$ ，排放口距地平面高度不低于 4m）；无组织排放执行《大气污染物综合排放标准》（GB 16297-1996）非甲烷总烃无组织排放监控浓度限值（周界外浓度 $\leq 4\text{mg}/\text{m}^3$ ），见表 2.4-7。

垃圾收集站废气：排放执行《恶臭污染物排放标准》厂界无组织

排放二级标准限值，见表 2.4-8。

表 2.4-5 《大气污染物综合排放标准》（GB 16297-1996）

污染物项目	阶段	限值
颗粒物	施工期	周界外浓度最高点：1.0 mg/m ³
	运行期	最高允许排放浓度：120 mg/m ³
SO ₂	运行期	最高允许排放浓度：550 mg/m ³
NO _x	运行期	最高允许排放浓度：240 mg/m ³
非甲烷总烃	运行期	周界外浓度最高点：4.0 mg/m ³

表 2.4-6 《饮食业油烟排放标准》（GB 18483-2001）

规模	小型	中型	大型
最高允许排放浓度(mg/m ³)	2.0		
净化设施最低去除效率(%)	60	75	85

表 2.4-7 《加油站大气污染物排放标准》（GB 20952-2007）

油气排放浓度	≤25g/m ³
排放口距地面高度	≥4m

表 2.4-8 《恶臭污染物排放标准》（GB 14554-93）

H ₂ S	0.06mg/m ³
NH ₃	1.5mg/m ³
臭气浓度	<20（无量纲）

（2）废水

施工期生活污水、井下涌水及其它施工废水经处理后全部回用于施工、降尘、绿化等，不外排；

运行期井下涌水、生活污水处理达到《城市污水再生利用 工业用水水质》（GB/T 19923-2005）标准后全部回用于生产用水或绿化降尘用水，不外排。

（3）噪声

施工期厂界噪声执行《建筑施工场界环境噪声排放标准》（GB

12523-2011) 中标准限值要求, 见表 2.4-9;

运行期厂界执行《工业企业厂界环境噪声排放标准》(GB 12348-2008) 1 类标准, 见表 2.4-10。

表 2.4-9 《建筑施工场界环境噪声排放标准》(GB 12523-2011)

昼 间	夜 间
70 dB(A)	55 dB(A)

表 2.4-10 《工业企业厂界环境噪声排放标准》(GB 12348-2008)

类 别	昼 间	夜 间	单 位	使 用 范 围
1	55	45	LeqdB (A)	工业场地厂界

(4) 固体废物: 固体废物排放执行《一般工业固体废物贮存、处置场污染控制标准》(GB 18599-2001) 及 2013 年修改单中的有关规定。危险废物收集后集中交由有资质单位进行处置。

2.5 评价等级及评价范围

2.5.1 评价等级

2.5.1.1 环境空气

依据《环境影响评价技术导则·大气环境》(HJ/T 2.2-2018), 结合项目的初步工程分析结果, 选择正常排放的主要污染物及排放参数, 采用导则附录 A 中推荐模型中估算模型分别计算项目污染源的最大环境影响, 然后按评价工作分级判据进行分级。

根据项目污染源初步调查结果, 分别计算项目正常排放主要污染物的最大地面空气质量浓度占标率 P_i (第 i 个污染物, 简称“最大浓度占标率”) 及第 i 个污染物的地面空气质量浓度达到标准值的 10% 时所对应的最远距离 $D_{10\%}$ 。其中 P_i 定义为:

$$P_i = C_i / C_{oi} \times 100\%$$

式中: P_i —第 i 个污染物的最大地面空气质量浓度占标率, %;

C_i —采用估算模型计算出的第 i 个污染物的最大 1h 地面空气质量浓度, $\mu\text{g}/\text{m}^3$;

C_{oi} —第 i 个污染物的环境空气质量浓度标准， $\mu\text{g}/\text{m}^3$ 。

一般选用 GB 3095 中 1h 平均质量浓度的二级浓度限值，如项目位于一类环境空气功能区，应选择相应的一级浓度限值。对该标准中未包含的污染物，如已有地方环境质量标准，应选用地方标准中的浓度限值；对于 GB 3095 及地方环境质量标准中未包含的污染物，可参照附录 D 中的浓度限值。对仅有 8h 平均质量浓度限值、日平均质量浓度限值或年平均质量浓度限值的，可分别按 2 倍、3 倍、6 倍折算为 1h 平均质量浓度限值。

根据导则规定，项目污染物数大于 1，取 P 值中最大的 P_{\max} 和其对应 $D_{10\%}$ 作为等级划分依据，本次评价采用 AERSCREEN 估算模型，大气环境作级别划分依据见表 2.5-1。

表 2.5-1 环境空气评价等级划分

评价工作等级	评价工作分级判据
一级评价	$P_{\max} \geq 10\%$
二级评价	$1\% \leq P_{\max} < 10\%$
三级评价	$P_{\max} < 1\%$

评价因子和评价标准表见表 2.5-2。

表 2.5-2 评价因子和评价标准表

评价因子	平均时段	标准值 ($\mu\text{g}/\text{m}^3$)	标准来源
H ₂ S	一次	60	《恶臭污染物排放标准》(GB 14554-93) 二级
NH ₃	一次	1500	
非甲烷总烃	一次	2000.0	参照《大气污染物综合排放标准详解》

估算模型参数表见表 2.5-3。

表 2.5-3 AERSCREEN 估算模型计算参数取值表

参数位		取值
城市/农村选项	城市/农村	农村
	人口数(城市选项时)	/
最高环境温度/ $^{\circ}\text{C}$		34.5
最低环境温度/ $^{\circ}\text{C}$		-23.7
土地利用类型		原野
区域湿度条件		干旱气候

是否考虑地形	考虑地形	<input type="checkbox"/>	是	<input checked="" type="checkbox"/> 否
	地形数据分辨率/m	90m		
是否考虑岸线熏烟	考虑岸线熏烟	<input type="checkbox"/>	是	<input checked="" type="checkbox"/> 否
	岸线距离/km	-		
	岸线方向/°	-		

主要污染源 AERSCREEN 估算模型计算结果见表 2.5-4。

表 2.5-4 估算模式计算结果

序号	污染源名称	污染物	Cmax($\mu\text{g}/\text{m}^3$)	Pmax(%)	D10%(m)
1	加油站无组织排放	非甲烷总烃	15.61	0.78	9
2	垃圾收集站	H ₂ S	0.534	5.3	8
		NH ₃	0.053	0.03	8

根据计算结果，污染物出现最大占标率的因子为垃圾收集站 H₂S，距离为下风向 8m，最大占标率为 5.3%，小于 10%。因此，根据《环境影响评价技术导则-大气环境》(HJ2.2-2018)的级别确定原则，大气环境影响评价的等级为二级。

2.5.1.2 地下水环境

(一) 建设项目类型

本建设项目在国内尚属首例，根据《环境影响评价技术导则 地下水环境》(HJ610-2016)中的附录 A“地下水环境影响评价行业分类表”无法对应相应项目类别。因此，根据本项目各建设内容分别确定地下水环境影响评价类型并最终确定地下水评价等级。

本项目的建设内容包括加油站、生活污水处理设施、地表专业实验室、进场公路等，对照“地下水环境影响评价行业分类表”可知：加油站为 II 类、生活污水处理设施为 III 类、地表实验室为 IV 类、进场公路为 IV 类。

(二) 工作等级划分

依据《环境影响评价技术导则地下水环境》(HJ610-2016)，评价工作等级的划分应依据建设项目行业分类和地下水环境敏感程度分级进行判定。其中建设项目的地下水环境敏感程度可划分为敏感、

较敏感、不敏感三级，分级原则见表 2.5-5，评价工作等级划分见表 2.5-6。

表 2.5-5 地下水环境敏感程度分级表

敏感程度	地下水环境敏感特征
敏感	集中式饮用水水源（包括已建成的在用、备用、应急水源，在建和规划的饮用水水源）准保护区；除集中式饮用水水源以外的国家或地方政府设定的与地下水环境相关的其它保护区，如热水、矿泉水、温泉等特殊地下水资源保护区。
较敏感	集中式饮用水水源（包括已建成的在用、备用、应急水源，在建和规划的饮用水水源）准保护区以外的补给径流区；未划定准保护区的集中式饮用水水源，其保护区以外的补给径流区；分散式饮用水水源地；特殊地下水资源（如矿泉水、温泉等）保护区以外的分布区等其它未列入上述敏感分级的环境敏感区。
不敏感	上述地区之外的其它地区。
注：“环境敏感区”是指《建设项目环境影响评价分类管理名录》中所界定的涉及地下水的环境敏感区。	

本项目建设地不存在集中式饮用水水源准保护区、保护区，也不存在集中式饮用水水源（包括已建成的在用、备用、应急水源，在建和规划的饮用水水源）准保护区以外的补给径流区和地下水环境敏感区等，因此，判定地下水环境敏感程度分级为不敏感。

表 2.5-6 评价工作等级分级表

项目类别 环境敏感程度	I	II	III
敏感	一	一	二
较敏感	一	二	三
不敏感	二	三	三

根据上述判定条件，本项目的加油站和生活污水处理设施判定为三级评价。

2.5.1.3 地表水环境

本项目运行期的污废水主要为职工生活污水和井下涌水，这部分污废水经处理后全部回用不外排，根据《环境影响评价技术导则 地表水环境》(HJ 2.3-2018)，本项目地表水环境影响评价等级为三级 B。

2.5.1.4 声环境

本项目所在区域按声环境功能 1 类区执行，项目建设前后噪声源

类型和强度变化不大，且进场道路、供水管线、输变电路以及地下实验室厂区 200m 范围内无居民点，受噪声影响人数较少，因此确定声环境评价等级为二级。

2.5.1.5 生态环境

根据《环境影响评价技术导则-生态影响》（HJ 19-2011）中的评价工作级别的判定依据（表 2.5-7）及相关要求确定评价工作等级。

表 2.5-7 生态环境评价工作级别判定依据

影响区域生态敏感性	工程占地（水域）范围		
	面积 $\geq 20\text{km}^2$ 或长度 $\geq 100\text{km}$	面积 $2 \sim 20\text{km}^2$ 或长度 $50 \sim 100\text{km}$	面积 $\leq 2\text{km}^2$ 或长度 $\leq 50\text{km}$
特殊生态敏感区	一级	一级	一级
重要生态敏感区	一级	二级	三级
一般区域	二级	三级	三级

拟建项目新增占地面积 247 万 m^2 ($< 20\text{km}^2$)；新建进场道路长度 83.17km ($< 100\text{km}$)；新建供水管线长度 30km ($< 50\text{km}$)。项目建设区的生态敏感性为一般区域（表 2.5-7），按地面工程占地面积判定项目评价等级为三级；按线路工程长度判定：进场道路长度 83.17km，评价工作等级为三级，输水管线长度 30km，评价工作等级为三级。因此，本项目生态评价工作等级判定为三级。

2.5.1.6 环境风险

按照《建设项目环境风险评价技术导则》（HJ 169-2018）中评价等级划分要求，环境风险评价工作等级划分为一级、二级、三级和简要分析。根据建设项目涉及的物质及工艺系统危险性和所在地的环境敏感性确定风险潜势，按照表 2.5-8 确定评价工作等级。

表 2.5-8 评价工作级别确定

环境风险潜势	IV IV+	III	II	I
评价工作等级	一	二	三	简要分析 ^a
^a 是相对于详细评价工作内容而言，在描述危险物质、环境影响途径、环境危害后果、风险防范措施等方面给出定性的说明。				

根据本项目环境风险潜势分析,该项目环境风险潜势为I,因此,本项目环境风险评价等级定为简要分析。

2.5.2 评价范围

2.5.2.1 环境空气

根据拟建项目特征,确定地下实验室的环境空气评价范围边长取5km,面积25km²的矩形区域,评价范围图见图2.5-1。

2.5.2.2 地下水环境

地下水评价范围为地下实验室拟建地上游2.5km至下游5.5km,即南北约6.1km,东西约5.3km,总面积32.13km²,评价范围图见图2.5-2。

2.5.2.3 地表水环境

本项目地表水环境仅对项目污水处理设施环境可行性进行分析,不设评价范围。

2.5.2.4 生态环境

根据地下实验室地面、地下工程建设内容以及进场道路、供水管线等辅助设施建设情况,确定地下实验室的生态影响评价范围为运行维护区、科研管理区厂界及地下工程边界外扩1km范围,评价范围图见图2.5-1。

进场道路和供水管线生态影响评价范围为沿线外扩200m范围。

2.5.2.5 环境风险

根据《建设项目环境风险评价技术导则》,评价等级为简要分析,不设置具体的风险评价范围。

2.5.2.6 声环境

地下实验室环境噪声评价范围为运行维护区场界、科研管理区厂界向外扩展200m。

进场道路环境噪声评价范围为道路中心线两侧200m范围。

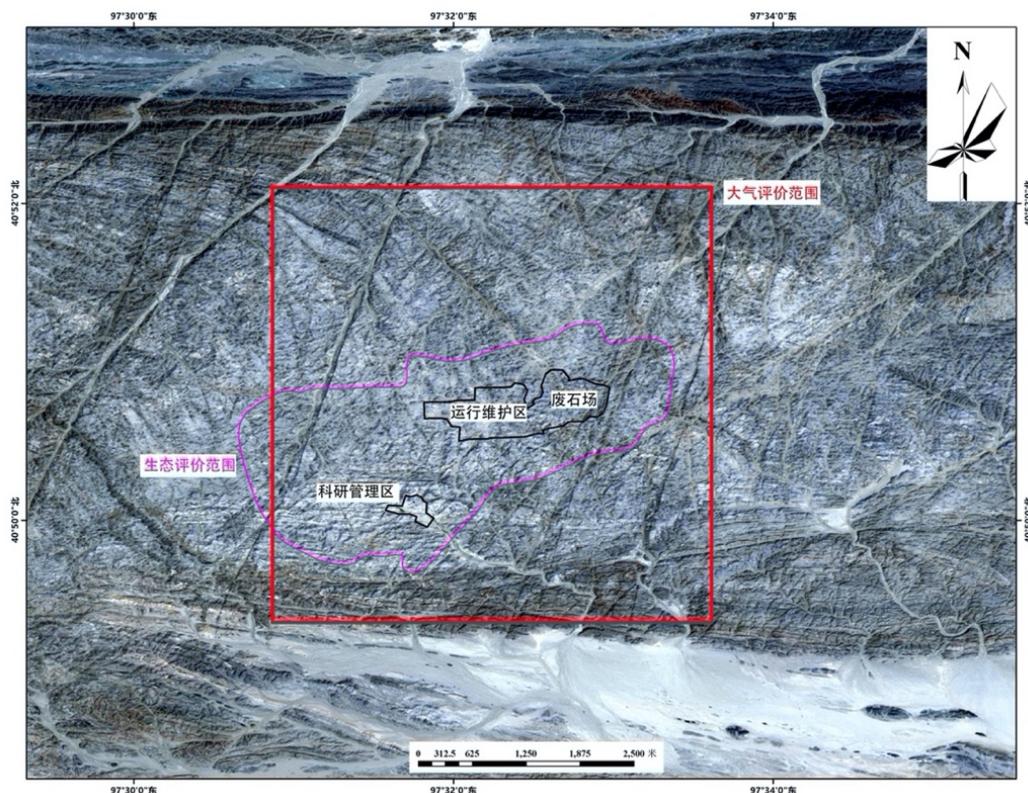


图 2.5-1 本项目大气和生态环境影响评价范围图

2.6 环境保护目标

本项目位于戈壁荒漠地区，地理位置相对偏远，人烟稀少，地下实验室工程地面设施选址、进场道路、供电线路、取水地及输水管线不涉及金塔县、玉门市、肃北县的自然保护区、国家公园、风景名胜区、水源地保护区和文物保护区等环境敏感区。

地下实验室：地面设施 5km 评价范围内无集中居民区，距离地下实验室拟建地最近的一户牧民直线距离约 7.5km。

进场道路：长度约 83.18km，位于甘肃省河西地区的酒泉境内，包含行政区县依次为金塔县、玉门市、肃北县，沿线人烟稀少。路线总体走向为金塔县七个井——玉门市花海镇——肃北县马鬃山镇，沿线途径唯一村镇为肃北县马鬃山镇金庙沟村，距进场道路直线距离约 6km。道路两侧 200m 范围内没有居民点。

供水管线：本项目生活用水输水管线总长度约 30km，起点为旧

井取水地，输水管线沿旧井至金庙沟的现有简易道路埋地敷设，埋深 2.4m，至新场岩体北侧后，沿沟谷拐至地下实验室储水池。输水管线沿线两侧 200m 范围内无居民点。

变电站及输变电线路：本工程变电站位于北山地下实验室场区内，变电站评价范围内无环境保护目标；本工程北线线路沿线与环境敏感目标最小垂直距离不低于 400m（靠近音凹峡变电站段一处民房），南线线路沿线与环境敏感目标最小垂直距离不低于 300m（靠近花海变电站段金湾村），均位于本工程评价范围以外，因而本输变电工程评价范围内无环境敏感目标。

本项目环境保护目标情况见表 2.6-1。

表 2.6-1 环境敏感目标一览表

类别	相对地下实验室		相对进场道路		相对供水管线		相对变电站及输变电线路		环境功能
	名称	人数	名称	人数	名称	人数	名称	人数	
环境空气	无	--	无	--	无	--	无	--	环境空气二类区
声环境	无	--	无	--	无	--	无	--	《声环境质量标准》(GB3096-2008)1类标准
生态环境	占地范围的植被、受保护动植物								----
地下水环境	区域裂隙水含水层								《地下水质量标准》(GB/T 14848-2017)中的III类标准
电磁辐射环境	无	--	无	--	无	--	无	--	《电磁环境控制限值》(GB 8702-2014)

3 项目工程分析

3.1 基本情况

项目名称：中国北山地下实验室建设工程（全名称为：中国高水平放射性废物地质处置地下实验室建设工程）

建设地点：地下实验室拟建地点位于甘肃省酒泉市肃北县北山新场地段中部，南距玉门市直线距离约 60km，距兰新铁路和 312 国道约 90km，有简易公路可达 312 国道黄闸弯地段。

建设单位：核工业北京地质研究院。

建设性质：新建。

项目占地：占地面积 247 万 m²，建筑面积 23905m²；井巷工程总长度 13392m，总体积 51.42 万 m³。

项目投资：总投资 272313 万元，其中环保工程投资 4741.7 万元，环保工程投资占项目总投资的 1.74%。

建设周期：建设周期为 84 个月（7 年），服务年限 50 年。

3.2 工程概况

3.2.1 主要建设内容

本项目的建设内容主要包括地下工程及辅助系统、地下现场实验研究平台设施、场区地表实验设施及配套设施和场外辅助工程等，按照建设内容类别可分为主体工程、辅助工程、公用工程和环保工程。

3.2.1.1 主体工程

本项目主体工程分地下工程和地表实验设施。

地下工程位于 BS06 孔西南方向约 420m 处、BS32 孔附近，采用螺旋斜坡道+多竖井+多层平巷结构形式。深度 560m，设置-560m 水平、-280m 水平 2 个实验水平及相关实验硐室。采用一次建设方案，将斜坡道、竖井工程、实验平巷等全部井巷工程一次施工完毕。

设一条螺旋斜坡道，主要通行无轨设备，将大型设备、材料运送至实验水平；设三条竖井，其中一条人员竖井用于运送人员、小型设

备和材料，另两条竖井为通风井（一个进风井，一个出风井）；实验平巷设 2 层。基本结构如图 3.2-1、3.2-2 所示。

地下设置 2 个实验水平：-560m 水平和-280m 水平，-560m 水平是主实验水平，-280m 是辅助实验水平主。

（1）主实验水平

-560m 主实验水平分为实验区和公共区。

-560m 主实验水平实验区分为两个区域，实验区 1 由公共区向东南方向延伸形成，主要包括钻爆法开挖实验巷道、TBM 法开挖实验巷道、传感器布设巷道、示范巷道；实验区 2 由公共区向北侧延伸形成，该处实验区为未来实验发展方向，现阶段主要布置 EDZ 专项实验巷道，以及需要在实验区进行了地质编录、钻孔勘察、地球物理探测、超前探测等实验，未来该实验区根据需要将进一步扩展。

-560m 主实验水平公共区为地下实验室配套设施区，是地下实验室配套系统功能核心，供排水、供电、通风、压气、通信、数据传输、紧急避险各大系统集中设置在公共区。根据功能不同，公共区由主运输巷道、竖井区、停车场、救援硐室、水仓泵房以及相关辅助硐室等组成。根据不同硐室的设计要求、功能和防火分区、硐室间距（2.0~2.5 倍硐径）、最大主应力方向（N55°E）等要求进行有机组合，见图 3.2-3。

（2）辅助实验水平

-280m 实验水平为地下实验室辅助实验水平，作为主实验水平的补充，满足不同实验内容的需求，为在不同深度开展实验研究预留发展空间。目前该水平主要开展开挖实验和损伤区测试以及缓冲材料原位实验安装技术研究。由于-280m 水平功能布置较为简单，公共区域设置在人员提升井联络巷区域。进、出风井联络巷（风机硐室）以及水仓、泵房、配电室直接与斜坡道相连接，斜坡道在该处为水平段。实验巷道与斜坡道也直接相连，并预留扩展区域，见图 3.2-4。

地表实验设施主要包括地表快速分析实验室、缓冲回填材料制备厂房、设备研发装配中心、岩心库和气象中心等。

(1) 地表快速分析实验室

地表快速分析实验室承担的主要实验项目是对现场采取的岩石样品及水样品进行室内实验和测试，主要包括岩矿鉴定、化学成分测定、力学性质测试、物性参数测定等，实验和测试的项目有岩石的抗压强度、单轴压缩变形、抗剪强度、抗拉强度、颗粒密度、块体密度、含水率及水质全分析，目的是了解岩石的物理力学性质、地下水的化学成分、化学环境，为地下实验室的设计提供设计参数。

(2) 缓冲回填材料制备厂房

现阶段主要考虑膨润土块体制备及相关实验。将外购的袋装粉末状膨润土运送到厂房后，经电动起重机装入钢仓内，采用配备的缓冲材料均匀混合设备进行湿法混合，制备出合适的原料粉末。然后经螺旋给料机输送到膨润土大型模具中，采用缓冲回填材料原位实验样品制备系统进行工程尺度的大型膨润土压实砌块制备工作。在实验厂房对大型膨润土砌块进行切割和取芯等工作，加工成不同规格形状的膨润土样品，之后送至物理化学分析实验室分别测试其导热性能、渗透性能、膨胀性能和力学性能等。

(3) 设备研发装配中心

设备研发装配中心由两部分组成，一部分是工艺设备研发中心，主要完成工艺设备的研发及装配调试工作；另一部分是场址调查设备保养厂房，主要承担现场地质勘查设备和实验设备的维修保养及存放任务。

(4) 岩心库

参考国外地下实验室岩心库的建设经验，建立一套完整的样品存储系统对实验样品如岩心、地下水及其他试件等进行统一管理。该实验样品存储系统主要包括移动台架、移动台车、地轨和管理系统软硬

件等。总计可存放 15 万米岩心。

(5) 科研数据综合分析中心

在科研数据综合分析中心，分设场址评价技术、工艺与技术、工程屏障技术、深部岩体开挖技术、生态环境评价、安全评价技术等六个研究室（或实验室）和一个高性能数值计算分析中心，对地下实验室建设过程中收集的相关数据进行综合分析和集成处理。另外设置一个技术研发成果展厅、一个概念展示室和一个会议室，为开展国内外技术交流提供场地。

(6) 气象站

主要用于监测地下实验室现场气象数据，可同时监测气压、降水（包括称重式与翻斗式）、温度、湿度、风速、风向、蒸发、辐射、地温、日照、积雪深度等多个参数，并配有降水降尘自动收集装置。

3.2.1.2 辅助工程

地下实验室辅助工程主要包括提升系统、通风系统、压气系统、运行控制中心、维修厂房、车库和加油站等。

(1) 提升系统

地下实验室设 3 条竖井，分别为人员提升井、进风井和排风井，人员提升井用于人员及小型设施及材料的运送。提升机房设在人员竖井的井口，采用塔式建筑。提升井塔高 29.5m，共 4 层，顶层提升机房。

(2) 通风系统

本项目在地表设置两座通风机房：通风中心和斜坡道通风机房。其中，通风中心坐落在出风井井口，斜坡道通风机房则位于斜坡道口，通风中心用于地下实验室进风风流的净化、调温和压送，污风的抽出和排放；斜坡道通风机房承担斜坡道正常工况和事故工况下的供风和排风。

(3) 压气系统

本工程空压机组主要为井下压风自救系统服务，空压机组设在地表人员竖井提升井塔的西南侧，储气罐布置在室外。空压机组内置 3 台 LU132-7 型风冷螺杆空气压缩机和 1 台冷冻式压缩空气干燥机。

(4) 运行控制中心

运行控制中心主要用于地下实验室的运行数据监控和安全管理，是地下实验室运行管理核心设施，设有安全运行监测监控室、实验数据管理室、安全培训室等，一层建筑。

(5) 维修厂房

考虑到在地下实验室运行期间维修任务以汽车维修保养为主，机修设施主要围绕汽车维修进行配置。

维修厂房备必要的机修设备和小型仪器设备，在维修厂房内设有材料库、小型仪器设备工具库。

(6) 汽车库

本项目汽车库为停放和存储地下实验室现场所需车辆而设置，属小型车库，地面建筑。

(7) 加油站

本项目新建一座加油站，在项目施工期及运行期为运输设备加授、储备油料。加油站内设 2 台加油机与 4 台 20m³埋地卧式油罐，其中设 2 台汽油储罐，2 台柴油储罐。本项目采用钢制强化玻璃纤维制双层油罐，其外层采用玻璃钢保护层，内壳采用钢板，可有效地避免油罐被土壤、水等物质腐蚀。油罐配备测漏传感器、报警器，如内壳发生泄漏，油料可暂存于内外层空隙处，避免因油料泄漏污染环境，并通过传感器和报警器通知生产值班人员。

加油站主要贮存汽油、柴油，汽油火灾危险性为甲类，柴油火灾危险性为丙 A 类，加油站等级为三级。加油站由加油场地、加油管理区、储罐区组成。其中加油场地内设加油岛，岛内设 2 台加油机；加油岛附近布置加油管理室、值班室、工具室，其中加油管理室(轴线)

长×宽为 6m×4m；值班室（轴线）长×宽为 3m×4m；工具室（轴线）长×宽为 3m×4m；各房间净高 3.5m。

3.2.1.3 公用工程

地下实验室公用工程包括生活管理设施、给排水系统、供电系统、供暖系统等。

（1）生活管理设施

生活管理设施包括运维人员生活宿舍、科研人员生活宿舍、运营人员食堂、科研人员食堂、专家招待所、文体中心等，为项目工作人员主要工作和生活区域。

（2）供水系统

本项目水源地拟定为旧井水源地，由于旧井水源地地下水埋藏深度大，含水层分布不连续，本项目采用管井取水，拟建管井 3 口，2 用 1 备，单井取水量为 15m³/h，配套井用潜水电泵取水。输水线路约 30km，约 25km 沿现有可通车道布置，5km 沿山间小路布置。输水路线如图 3.2-5 所示。

本项目采用管井取水，为了运行安全，有效控制水锤的影响，采用多级加压的输水方案。自水源地管井取水，配套井用潜水电泵输水至一级加压泵站，出水经二级加压泵站加压后输水至实验室场址贮水池，如图 3.2-6 所示。

根据管线布置原则，本项目输水管线布置的方案为，主管沿旧井至金庙沟的已有道路布置，避免管线高低起伏，且方便维护管理；加压设施运行压力控制在 1.0MPa 以下，有效控制水锤的影响，且供水管道系统在低压范围内运行，降低运行的故障率，避免爆管，为了控制运行压力，根据输水距离及输水高差，合理布置加压泵站。

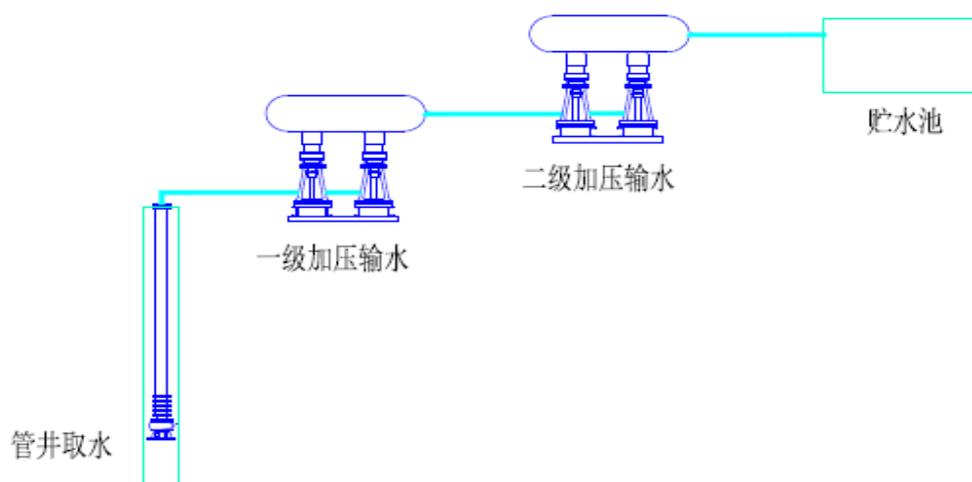


图 3.2-6 水源地输水方案示意图

加压泵房的设置位置根据输水距离和提升水头的要求确定，一级加压泵站设置在离取水管井约 5km 的位置，水源地至一级泵站的输水高差约 50m，沿程水头损失约 20m，由管井内的井用潜水电泵加压输水至一级加压泵站；二级加压设置在离水源地 20km 的位置，一级泵站至二级泵站的输水高差约 10m，沿程水头损失约 70m，由增压稳流供水设备加压输水至二级加压泵站；二级泵站至实验室场址的输水高差约 40m，沿程水头损失约 20m，由增压稳流供水设备加压输水至实验室场址原水贮水池。加压设备的运行由原水贮水池高低水位控制，实现自动运行。水池低水位时远距离自动控制开启水源地井用潜水电泵，根据加压泵站进水口的压力信号依次开启一级泵站加压设备和二级加压设备；水池高水位时远距离自动控制关闭二级泵站加压设备，根据加压设备出水口的压力信号依次关闭一级泵站加压设备和水源地井用潜水电泵。

输水管线输水能力按 $30\text{m}^3/\text{h}$ 设计，采用 DN150 的不锈钢管，焊接连接，316L 材质，输水管线沿现有道路埋地敷设，管道敷设在当地冻土层以下，覆土厚度 2.40m，沿线设置检修阀门，高处设置自动排气阀，低处设置清洗防空阀。输水管线敷设示意图见图 3.2-7。

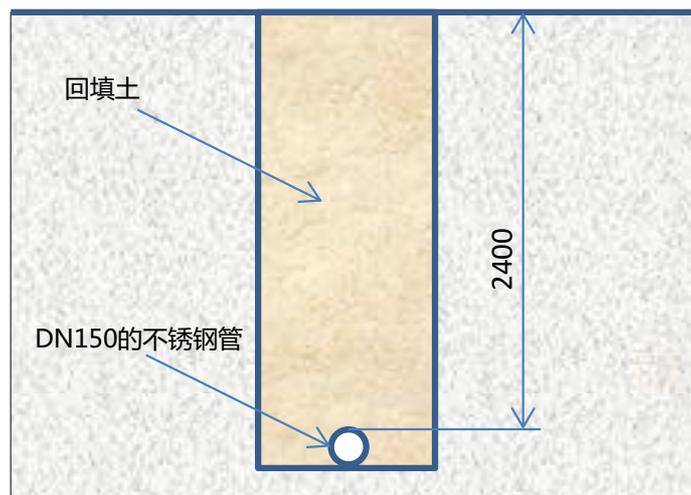


图 3.2-7 输水管道敷设示意图

场区内部分别在人员竖井和斜坡道敷设供水管利用重力向地下实验室需水点供水。饮用水采用桶装水，用汽车或罐笼直接送到地下存放在救援硐室内。

(3) 排水系统

采用雨污分流制排水，雨水采用管道有组织排水，设置雨水口、雨水管道、雨水弃流设施、雨水收集池，初期雨水弃流后收集场地雨水，集中处理合格后回用为生产水。雨水处理采用混凝、沉淀、过滤、消毒的处理工艺，配套设置一体化水处理设施及加药和消毒设备，集中设置于消防泵房内。

本项目井下涌水排水系统采用接力排水。排水泵房分别设在-280m 水平和-560m 水平，地下实验室涌水经计量后进入-560m 水仓，通过-560m 泵房排至-280m 水仓，会同-280m 计量过的涌水排出地表，进入地表所设雨水收集池，雨水收集池容积为 1200m³。

本项目地表设施和科研管理综合楼污水各自独立收集处理，污水经化粪池处理后排入场地排水管道，统一收集后提升至污水处理设施集中处理达标后回用为生产水等，污水全部收集利用，不外排。

(4) 供电系统

变电站：在北山地下实验室场区内北侧新建 1 座北山 110kV 变电站，采用户外布置，室外 2 台 12.5MVA 主变压器，运行模式为运

行期与施工期叠加时同时工作互为备用，运行期一用一备；

输电线路：两回 110kV 输电线路均采用架空线路，分别引自 110kV 音凹峡变电站和 110kV 花海变电站，其中北线 110kV 音凹峡变电站→110kV 北山变电站输电线路（以下简称“北线”）长度约 64.85km、单回路架设，线路途经酒泉市肃北县；南线 110kV 花海变电站→110kV 北山变电站输电线路（以下简称“南线”）长度约 90.35km、单回路架设，线路途经酒泉市肃北县、玉门市。

本项目输变电、变电站的主要工程内容详见电磁环境影响评价章节。

本项目除接引外部的双重电源外，另设 1 座应急柴油发电机房，内设 2 台 10kV 1200kW 柴油发电机，备用电源仅在供电出现故障时使用。

（5）供暖系统

采用地下实验室可再生的回风源与太阳能、超低温空气源热泵及辅助电锅炉多源并用的热源供给方案，进行实验室井口保温、建筑供热。

（6）进场道路

四级公路，新建。起点位于酒泉市金塔县七个井沟口与 S215 线交叉路口处，与现有 S215 公路顺接。路线全长为 83.184km，采用沥青混凝土路面，设计速度 30km/h，行车道宽 2×3.25m，路基宽度为 7.5m。道路断面尺寸见图 3.2-8，路线布置见图 3.2-9 所示，主要技术指标见表 3.2-1。

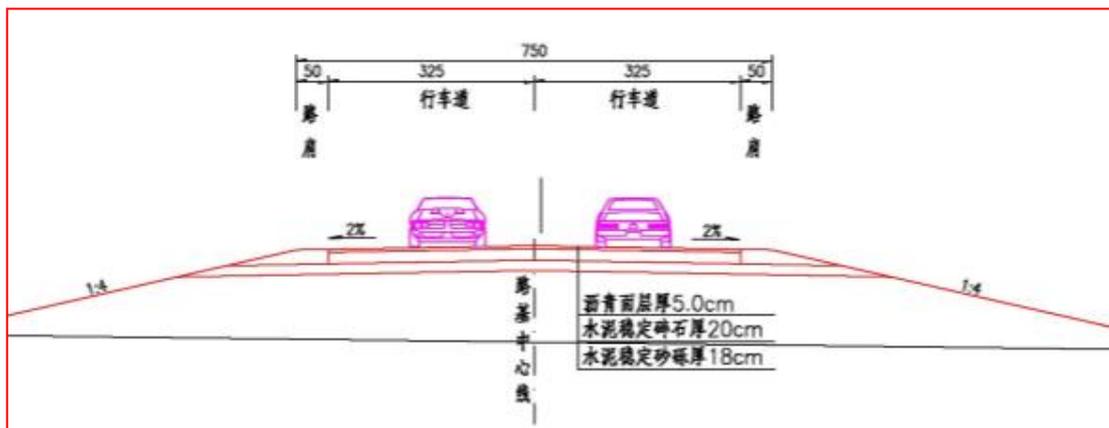


图 3.2-8 道路断面尺寸

表 3.2-1 主线技术指标表

序号	项 目		单位	设计采用值
1	公路等级			四级公路
2	设计速度		km/h	30
3	路基宽度		m	7.5
4	行车道宽度		m	3.25
5	平曲线半径	最小半径 (最大超高 6%)	m	50
		不设超高最小半径	m	350
6	最大纵坡		%	2.130
7	最短坡长		m	290
8	竖曲线最小半径	凸型最小竖曲线半径	m	18200
		凹型最小竖曲线半径	m	9900
9	最小停车视距		m	> 30
10	设计荷载			公路-II级
11	设计洪水频率	大中桥		1/50
		小桥、涵洞		1/25
		路基		1/25

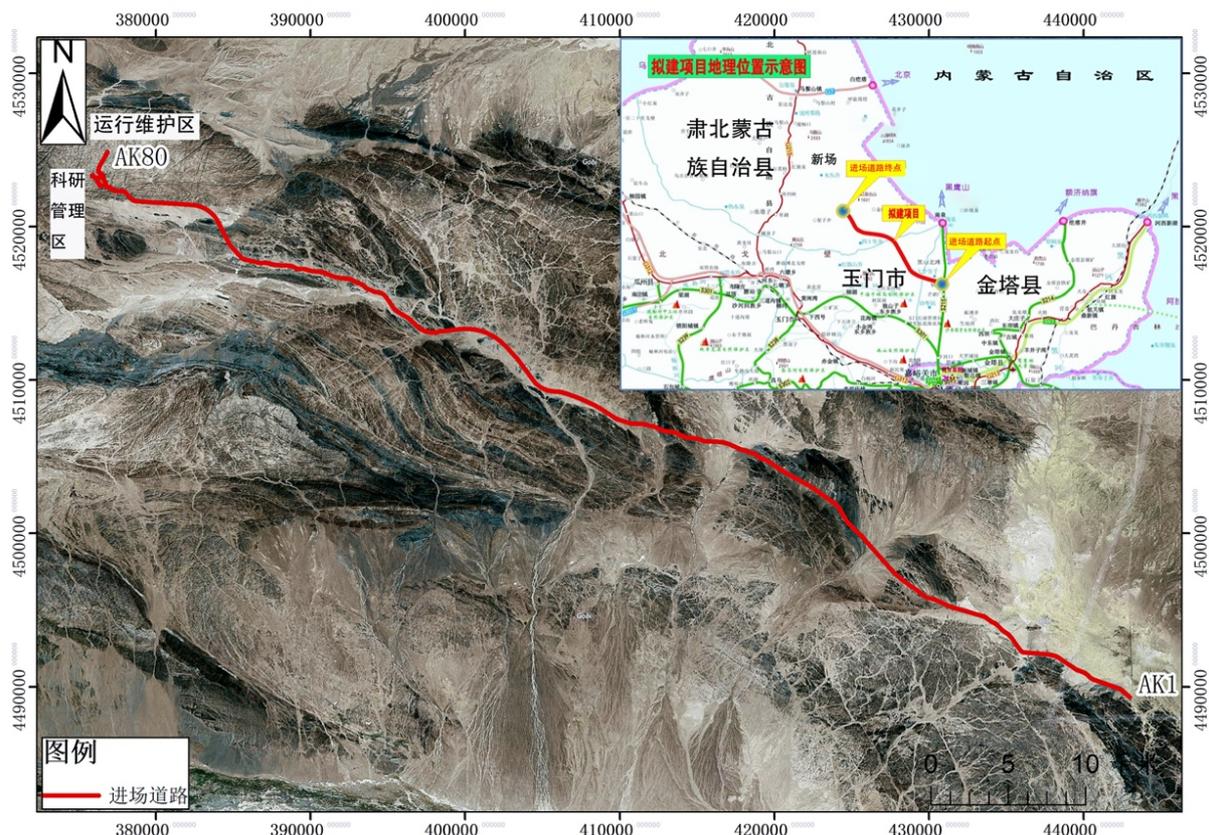


图 3.2-9 北山地下实验室拟建进场道路方案

3.2.1.4 环保工程

地下实验室环保工程包括废气治理、污水处理、噪声治理、固体废物处理等。

(1) 废石场

废石场主要用于堆存建设期井巷开挖及爆破实验产生的废石和基建的弃土等。废石场选址位于斜坡道口附近东侧的山沟处，属山沟型废石场。长约 700m，宽约 600m，最大堆积高度 25m，采用 3 个台阶堆置方式，分别为 1715m、1714m 及 1710m，最终堆置高度 25m，采用汽车—推土机排土工艺。废石场未来可沿山沟继续向北堆存，具有较大的扩展余地。废石场的平面布置图见图 3.2-10。

地下工程井巷掘进产生的废石实方约为 47 万 m^3 、地表工程产生的弃方实方为 17 万 m^3 ，松散系数 1.4，考虑富余系数 1.15，则废渣

体积为 103 万 m^3 ，废石场设计容积 105 万 m^3 ，废石场能够容纳地下工程产生的废石和地表工程产生的弃方，满足地下实验室建设需要。

(2) 垃圾收集站

为便于项目运行期垃圾收集清运工作，配套建设两座垃圾收集站，并配置垃圾转运容器、除臭装置及垃圾分类收集设施等。

两座垃圾收集站分别在科研管理区与运行控制区的出入口附近，地埋式，全地下式密闭作业，每套设施配置 4 个垃圾桶：可回收物、其他垃圾配置 660L 垃圾桶，有害垃圾、厨余垃圾配置 240L 垃圾桶。地埋式垃圾分类收集设施尺寸长×宽×深=6000mm×1500mm×1910mm，主要由地上入口、地下收集容器和液压提升机构组成。为防止蚊蝇、臭味等问题，除臭间内设置除臭装置，采用植物液喷淋方式。垃圾收集站平面图见图 3.2-11。

根据垃圾产生情况，考虑在垃圾收集站内储存 1-3 天（可根据季节调整），然后由当地环卫部门定期派垃圾车将站内的生活垃圾运送至垃圾处理场处理。

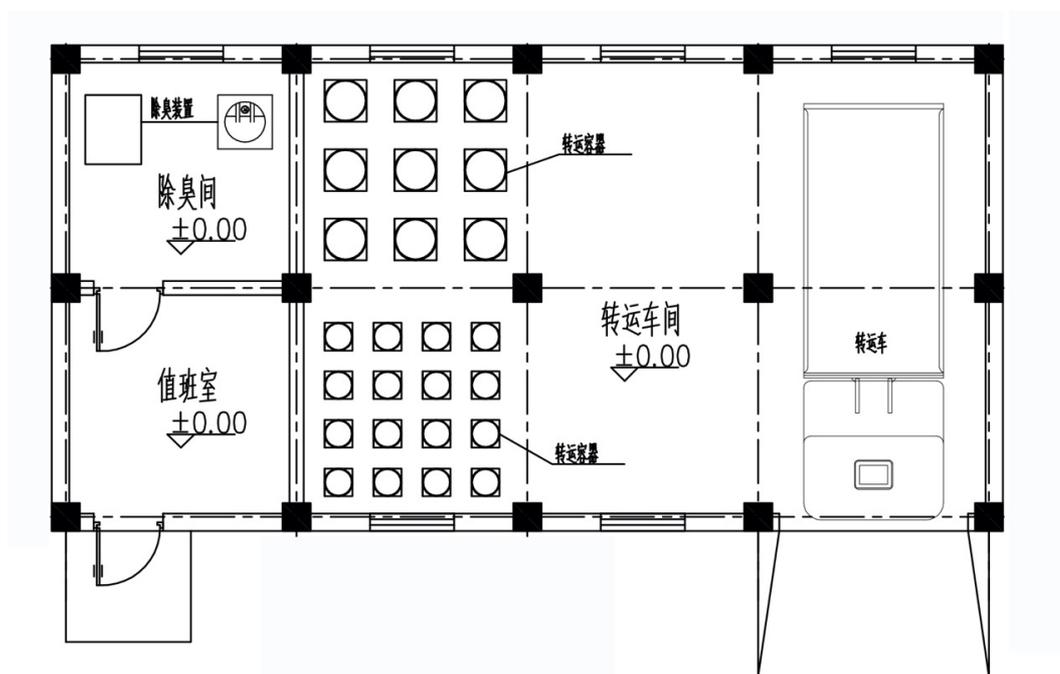


图 3.2-11 垃圾收集站平面布置图

(3) 生活污水处理设施

运营维护实验区和科研管理综合楼各自设置污水处理设施 1 套，处理能力分别为 $3\text{m}^3/\text{h}$ 和 $2\text{m}^3/\text{h}$ 。污水主要为普通生活污水，可生化性好，采用生化处理工艺—生物膜处理工艺(MBR)。

(4) 井下涌水处理设施

井下涌水排水系统采用接力排水。排水泵房分别设在-280m 水平和-560m 水平，地下实验室涌水经计量后进入-560m 水仓，通过-560m 泵房排至-280m 水仓，会同-280m 计量过的涌水排出地表，进入地表所设雨水收集池，雨水收集池容积为 1200m^3 ，采用混凝、沉淀、过滤、消毒的处理工艺处理后回用不外排。

(5) 缓冲回填材料制备厂房除尘设施

为降低缓冲回填材料原位实验样品制备过程的粉尘排放，在缓冲回填材料均匀混合设备处设置一套多管冲击式除尘器机组，设备型号为 SHCJ/DG-19-I，风量 $22000\text{m}^3/\text{h}$ ，设备阻力 $1200 \sim 2000\text{Pa}$ ，除尘效率 $\eta > 99\%$ 。收尘点为投料处、料秤、混合机、混合机出料口。

(6) 地下实验室爆破废气处理设施

地下实验室掘进过程中，采用湿式凿岩，并在爆堆铲、装、运前，要洒水进行湿式装载，对存在大量粉尘的场所设置除尘系统。为了保障地下实验室内风流质量，采取加强通风的方式 TBM 工作区域配置抽出式除尘风机。

(7) 食堂油烟

职工食堂餐饮油烟经高效油烟净化器(净化效率大于 85%)处理后排放。

(8) 危险废物收集暂存设施

维修厂房设有危废暂存间，废机油和废含油棉纱等危险废物将集中收集暂存至的危险废物暂存间中，废物暂存间有“三防”措施，定期送有资质单位处置；

地表快速分析实验室设有废物间，废弃的化学试剂瓶等分类暂存于废物间的废物桶中，定期送有资质单位处置；

变电站的事故油暂存在配套的事故油池（建设的容积为 30m³ 钢筋混凝土结构）中，最终送有资质单位处置。

本项目的的主要建设内容情况见表 3.2-2。

表 3.2-2 地下实验室主要建设内容一览表

项目类别	项目组成	工程内容	
主体工程	地下工程	斜坡道	主要用于通行无轨设备运输物料、兼作安全出口，断面为圆形，直径 7m。断面面积 38.48m ² ，基本坡度 10%，缓坡段坡度 3%，总长约 7km，平均坡度 9%。
		人员竖井	是人员进出地下实验室的主要通道。竖井井深 590m，直径 6m，断面面积 28.27m ² 。
		进风井	为地下实验室提供新鲜风流。井深 560m，直径 3.0m，断面面积 7.07m ² 。
		出风井	用于排出地下实验室的污浊风流。井深 560m，直径 3.0m，断面面积 7.07m ² 。
		-560m 主实验水平	主实验水平设在深度为 560m，分为公共设施区和实验区。公共设施区设置停车场、车辆保养间、救援硐室、电力设备间、通信设备间、排水泵站及相关硐室联络巷道等。实验区包括主运输巷道和初期实验硐室以及后续扩展接口。
		-280m 辅助实验水平	辅助实验水平设在地下 280m 深处，与斜坡道和 3 条竖井相连，布置 3 个实验硐室。
	地下现场实验平台	在地下实验室建设期及建成初期为开展科研实验而建设的能力体系，包括主实验水平实验硐室、辅助实验水平实验硐室、施工过程的实验硐室等。	
	地表实验设施	缓冲回填材料制备厂房	地上一层建筑，钢筋混凝土框架结构，配置回填材料、缓冲材料加工设备，用于实验材料样品的存放和制备，建筑面积 786m ² 。
		地表快速分析实验室	配置必要的实验仪器设备，用于对现场调查取得的岩石样品、水样品等开展岩石力学实验、水文地质实验、矿物成分鉴定等工作。地上一层建筑，钢筋混凝土框架结构，建筑面积 1210m ² 。
		设备研发装配中心	用于设备机型研发和装配，并对大型实验设备和工程勘察设备进行维护。地上一层建筑，门式刚架结构，建筑面积 1770m ² 。
		科研数	对地下实验室建设过程中收集的相关数据进行综合分析

项目类别	项目组成	工程内容	
	据综合分析中心	和集成处理，并为开展国内外技术交流提供场地，建筑面积为 1909m ² 。	
	岩心库	用于岩心的接收、照相、整理、编目、存储及展示等。地上一层建筑，门式刚架结构，建筑面积 1192m ² 。	
	气象站	室外布置，配置气象监测设备。	
辅助工程	提升系统	设两套动力各自独立的提升系统，一套用于正常提升，一套用于检修和应急提升。提升机均采用多绳摩擦轮提升机，提升容器采用特制罐笼，提升配重采用平衡锤。	
	通风系统	地下空间总通风量 74.4m ³ /s。设进风井和出风井，整个地下实验室采用多级机站通风系统，实验水平采用管道通风系统，压-抽混合通风方式。	
	压气系统	为地下实验室的压风自救系统及救援硐室提供新鲜空气。在地表设 3 台 LU110-7 型风冷螺杆空压机，两用一备，供风能力 50m ³ /min；压风管路通过人员竖井进入地下的救援硐室及其他需要压风的地点。	
	运行控制中心	一层建筑，与提升竖井联建，设有安全运行监测监控室、实验数据管理室、安全培训室、工程管理办公室、工作人员更衣室等。	
	其他辅助设施	维修厂房	设备维修间设在斜坡道口，一层建筑，配备机修设备，用于设备的日常维修和保养，维修厂房还设有材料库、小型仪器设备工具库和洗车房。
		汽车库	停放和存储地下实验室现场所需车辆。
		加油设施	加油站内设 2 台加油机与 4 台 20m ³ 埋地卧式油罐，其中设 2 台汽油储罐，2 台柴油储罐。为运输设备和柴油发电机储备油料。
公用工程	生活管理设施	运维人员倒班宿舍	地下实验室运行维护工作人员住宿的地方。设 1 栋倒班宿舍，地上 2 层建筑，建筑面积 1000 m ² 。房间内带卫生间，可供 90 名员工居住。
		科研人员宿舍	科研管理人员住宿的地方，按容纳 50 人设计，采用标准件形式，地上 2 层，建筑面积 1040 m ² 。
		运维人员食堂	是运行维护工作人员、协作单位人员就餐的场所，按可容纳 90 人同时就餐。地上一层建筑，建筑面积 450m ² 。
		科研人员食堂	是科研人员、来访专家就餐的场所，按可容纳 70 人同时就餐。地上一层建筑，建筑面积 335 m ² 。
		招待所	为协作单位的人员提供临时住宿的地方。地上一层建筑，建筑面积 350m ² ，房间内带卫生间，可供 20 名人员住宿。
		专家招待所	供来访国内外高级专家临时住宿，地上一层建筑，建筑面积 431m ² ，房间内带卫生间，可供 8 名专家住宿。

项目类别	项目组成	工程内容	
环保工程	文体中心	设有室内排球场、羽毛球场、乒乓球等地上一层，局部夹层，建筑面积 950 m ² 。	
	给排水系统	供水管线	水源地取自旧井地下水，输水管道长约 30km，采用 DN150 不锈钢管。输水管道沿旧井至金庙沟的道路埋地敷设，埋深 2.4m。至新场岩体北侧后，沿沟谷拐至地下实验室储水池。在水源地设泵站，并在输水线路沿途增设两级加压泵
		场内供水系统	地表设一个 300m ³ 的高位水池和 2 个 10m ³ 的示踪剂配制池；分别在人员竖井和斜坡道敷设供水管利用重力向地下实验室需水点供水。饮用水采用桶装水，用汽车或罐笼直接送到地下存放在救援洞室内。
		排水系统	采用两段接力排水方式，分别在 -560m 主实验水平和 -280m 辅助实验水平设排水设施，将地下水排到地表的消防水池内供实验室生产及消防用水。
	供电系统	柴油机发电站	设 1 座柴油发电机房，安装 2 台 10kV/1200kW 柴油发电机，作为应急电源，建筑面积 228m ² 。
		总变电站	设 1 座 110kV 变电站，安装 2 台 12.5MVA 主变压器为地下实验室场区供电。
		场内供电线路	从地表 110kV 总变电站 10kV 侧不同段母线引两路 10kV 供电线路通过人员竖井进入地下实验室 10kV 的开闭所，为通风、排水、照明及各实验洞室等配电。
		场外供电线路	本项目专用变电站将架设 2 回 110kV 输电线路，其中一回线路接入 110kV 花海变，新建线路长度约 90.35km；一回线路接入 110kV 音凹峡变，线路长度约为 64.85km。
	供暖系统	太阳能集热站	室外布置太阳能集热器，集热面积 4000m ² ，每组集热器面积约为 6.8m ² ，共计约 590 组。
		回风源热泵系统	能源站屋顶布置空气源热泵机组 7 台，单台额定供热量 556kW
		锅炉房	内设电锅炉，辅助供热。
	进场道路	新建，四级公路，起点位于酒泉市金塔县七个井沟口与 S215 线交叉路口处，与现有 S215 公路顺接。路线全长为 83.184km，沥青混凝土路面，设计速度 30km/h，行车道宽 2×3.25m，路基宽度为 7.5m。	
	环保工程	食堂餐饮油烟	职工食堂餐饮油烟经高效油烟净化器（净化效率大于 85%）处理后排放。
实验室废气		地下实验室设全面通风，送风采用新风机组，在地表建设通风机房，经排风井排放；普通实验室室内设轴流风机排风换气。	
垃圾收		设除臭间，设置植物喷淋除臭装置，日常封闭状态。	

项目类别	项目组成	工程内容	
	集站废气		
	加油站废气	设置油气回收装置	
	缓冲材料制备间粉尘	设置一套多管冲击式除尘器机组，除尘效率不低于99%。	
	地表快速分析实验室废气	样品加工预处理等使用化学试剂会有少量挥发性气体和粉尘产生，这部分气体通过通风柜排入大气中。	
	地下实验室废气	湿式凿岩，TBM工作区域配置抽出式除尘风机	
	污水处理	井下涌水	井下涌水采用混凝、沉淀、过滤、消毒的处理工艺，配套设置一体化水处理设施及加药和消毒设备，处理能力为30m ³ /h。
		生活污水	地表设施和科研管理综合楼各自设置污水处理设施1套，处理能力分别为3m ³ /h和2m ³ /h，采用生化处理工艺。采用生物膜处理工艺（MBR）。
	雨水及中水回用池	收集雨水、地下实验室排出的地下涌水及废水处理产生的中水，用于场区绿化及喷洒降尘。有效容积1200m ³ 。	
	噪声治理	本项目所用的风机、水泵、柴油发电机、维修设备、实验设备等可能产生噪声的装置，均选用低噪声设备，采取室内设置，风机安装消声器和减振垫，水泵安装减振垫和橡胶软接头，柴油发电机配套消声器。实验室样品加工间、岩石力学实验室、高温低氧实验室屋顶做吸声处理，安设隔声中空玻璃窗。	
	固废处理	废石场	用于存放地下实验室建设期和运行期产生的废石。废石堆场长约700m，宽约600m，最大堆积高度25m，废石场设计有效容积为105万m ³ ，能够有效容纳地下工程产生的废石。废石场为沟谷型，考虑到安全起见，为避免上部汇水对废石场造成威胁，在废石场周边靠山坡侧修建截洪沟。
垃圾收集站		生活垃圾设垃圾筒将生活垃圾进行集中收集后，送垃圾收集站暂存（1~3天），定期由车辆运至环卫部门指定地点处置。	
危险废物暂存设施		维修厂房设有危废暂存间，废机油和废含油棉纱等危险废物将集中收集暂存至的危险废物暂存间中，废物间有“三防”措施；定期送有资质单位处置；	

项目类别	项目组成	工程内容
		<p>地表快速分析实验室设有废物间，废弃的化学试剂瓶等分类暂存于废物间的废物桶中，定期送有资质单位处置；</p> <p>变电站的事故油暂存在配套的事故油池（建设的容积为 30m³ 钢筋混凝土结构）中，最终送有资质单位处置。</p>
	绿化及生态恢复	本项目场区绿化利用地表开挖时剥离的表土，选择当地生长、耐旱耐贫瘠的草种。施工临时用地、废石场采用工程措施控制水土流失，促进植被自然恢复。

3.2.2 实验内容

现阶段，地下实验室工程建设期间已确定同步配套开展 9 项重要的科研任务，包括地下实验室场址水文地质特征研究、深部环境特征研究、岩体开挖技术研究、深部围岩力学特性和长期稳定性研究、缓冲材料原位实验安装技术研究、示范处置巷硐结构布置及处置概念前期研究、场址环境监测和影响研究、处置坑机械开挖设备研究、深部围岩条件下核素释出和迁移行为研究等。这些实验有些需要在地下实验室现场完成，有些则只需要在室内完成。地下实验室运行后的实验内容暂未明确，将根据实验规划和需求单独进行立项和实施。

现阶段已确定的具体实验内容如下：

表 3.2-3 地下实验室拟开展的实验内容

序号	实验名称	实验内容
1	地下实验室场址水文地质特征研究	验证和优化场址水文地质特征评价技术，通过相应手段获取场址水文地质特征关键参数
2	地下实验室场址深部地质环境研究	通过开展坑道内钻探施工和测井等手段，获得场址地质、地球化学、地壳稳定性等关键特征参数及其分布规律
3	地下实验室条件深部岩体开挖关键技术研究	通过注浆、爆破等实验手段建立深部岩体施工优化技术、超前探测技术、岩爆倾向性评价技术、多参数监测技术等
4	地下实验室深部围岩力学特性和长期稳定性研究	通过现场测试、工程地质编录、室内实验、理论建模和数值模拟，获得地下实验室场址深部岩石力学参数等
5	地下实验室条件下	通过室内实验、理论分析和数值模拟研究，提出

序号	实验名称	实验内容
	缓冲材料原位实验 安装技术研究	缓冲材料组合设计方案，掌握缓冲材料砌块就位安装技术和膨润土颗粒充填技术，建立缓冲材料原位实验安装技术等
6	地下实验室示范处置巷硐结构布置及处置概念前期研究	针对我国高放废物源项，结合场址深部地质、水文地质和地球化学等条件，开展高放废物处置库多重屏障系统概念模型前期研究，提出系统概念模型；提出示范处置巷道和处置坑的结构布置方案等
7	地下实验室场址环境监测和影响研究	通过在地下实验室建设过程中持续开展场址内部环境和外部环境要素的监测和影响研究，实现对区域环境质量和施工影响的系统评估，主要包括放射性监测、非放射性监测和生态监测等。
8	高放废物处置库处置坑机械开挖设备研究	研制成型处置坑全断面机械法施工成套设备，形成处置坑全断面机械法施工工法，为地下实验室后续现场实验提供施工装备与工法，为处置库处置坑机械施工提供技术储备
9	深部围岩条件下核素释出和迁移行为研究	建立深部围岩处置体系玻璃体核素迁移释出实验装置，开展核素迁移实验提供技术储备。 本实验仅在室内开展实验装置研制和相关核素迁移实验，不涉及地下实验室现场实验。

由此可见，本项目现阶段相关科研实验主要利用地球物理测量、地下水及环境监测、小型钻探施工、爆破开挖、注浆实验等进行现场实验和研究工作，深化对场址特征的认识，获得场址特征数据，在研究过程中将用到少量注浆材料、水泥/混凝土、润滑油、炸药等，这些影响与施工期井下施工影响类似，且通过施工期的各项环保措施可有效控制其影响。

现阶段现场实验研究不涉及有毒有害物质、放射性核素物质，同时由于各项工作都是在戈壁荒漠环境下，深部狭小空间中开展的，外来材料的用量有限且是严格控制的，且各实验内容的研究周期通常为7年，随着实验项目的结题，其环境影响也将消除。

3.3 水平衡

3.3.1 供水系统

本项目运行期地表设施生产生活用水量 238.70m³/d，最大时用水

量为 $52.11\text{m}^3/\text{h}$, 其中 $132.00\text{m}^3/\text{d}$ 为生产用水, 最大时水量为 $33.00\text{m}^3/\text{h}$, 可以采用处理合格的中水, 其余 $106.70\text{m}^3/\text{d}$ 为一次水, 最大时水量为 $19.11\text{m}^3/\text{h}$, 用水满足生活饮用水水质标准。科研管理综合楼生活用水量 $62.70\text{m}^3/\text{d}$, 最大时用水量为 $25.16\text{m}^3/\text{h}$, 其中 $22.00\text{m}^3/\text{d}$ 为浇洒用水, 最大时水量为 $11.00\text{m}^3/\text{h}$, 可以采用处理合格的中水, 其余 $40.70\text{m}^3/\text{d}$ 为一次水, 最大时水量为 $14.16\text{m}^3/\text{h}$, 用水满足生活饮用水水质标准。项目建设期间生产生活用水量 $577.50\text{m}^3/\text{d}$, 最大时用水量为 $40.70\text{m}^3/\text{h}$ 。考虑到建设期间生产生活用水的需要和后期扩建的需要, 本项目供水水源及输水系统按 $600\text{m}^3/\text{d}$ 的用水规模设计。

3.3.2 排水系统

采用雨污分流制排水, 雨水采用管道有组织排水, 设置雨水口、雨水管道、雨水弃流设施、雨水收集池, 初期雨水弃流后收集场地雨水, 集中处理合格后回用为生产水, 多余雨水就近排入低洼山沟。地表场地雨水设计重现期按 5 年, 降雨后形成地表径流, 为天然降水, 水质较好, 主要含泥沙等地表冲积物, 对环境无污染。雨水处理采用混凝、沉淀、过滤、消毒的处理工艺, 配套设置一体化水处理设施及加药和消毒设备, 集中设置于消防泵房内。

本项目井下涌水排水系统采用接力排水。排水泵房分别设在 -280m 水平和 -560m 水平, 地下实验室涌水经计量后进入 -560m 水仓, 通过 -560m 泵房排至 -280m 水仓, 会同 -280m 计量过的涌水排出地表, 进入地表所设雨水收集池, 雨水收集池容积为 1200m^3 。

本项目运行维护实验区和科研管理综合楼污水各自独立收集处理, 运行维护实验区污水量为 $30.03\text{m}^3/\text{d}$, 科研管理综合楼污水量为 $24.26\text{m}^3/\text{d}$, 污水经化粪池处理后排入场地排水管道, 统一收集后提升至污水处理设施集中处理达标后回用为生产水, 污水全部收集利用, 不外排。运行维护实验区和科研管理综合楼各自设置污水处理设施 1 套, 处理能力分别为 $3\text{m}^3/\text{h}$ 和 $2\text{m}^3/\text{h}$ 。污水主要为普通生活污水, 可

生化性好，采用生物膜处理工艺(MBR)，处理后全部回用，不外排。地表设施区域和科研管理综合楼区域污水量分别见表 3.3-1 和表 3.3-2。

表 3.3-1 运行维护实验区污水量总表

序号	项目	日污水量 (m ³ /d)	平均时污水量 (m ³ /h)	最大时污水量 (m ³ /h)
1	职工生活污水量	9.00	1.13	2.81
2	食堂污水量	5.40	0.45	0.68
3	职工淋浴污水量	5.40	5.40	5.40
4	锅炉排污水量	1.50	0.06	0.25
5	生产设备排水量	6.00	0.25	0.50
6	未预见污水量	2.73	0.73	0.96
	合计	30.03	8.02	10.60

注：表中序号 1-3 项生活污水的排水量标准按照计算给水量的 90%计，表 4、5 项排水量标准按照计算给水量的 10%计。

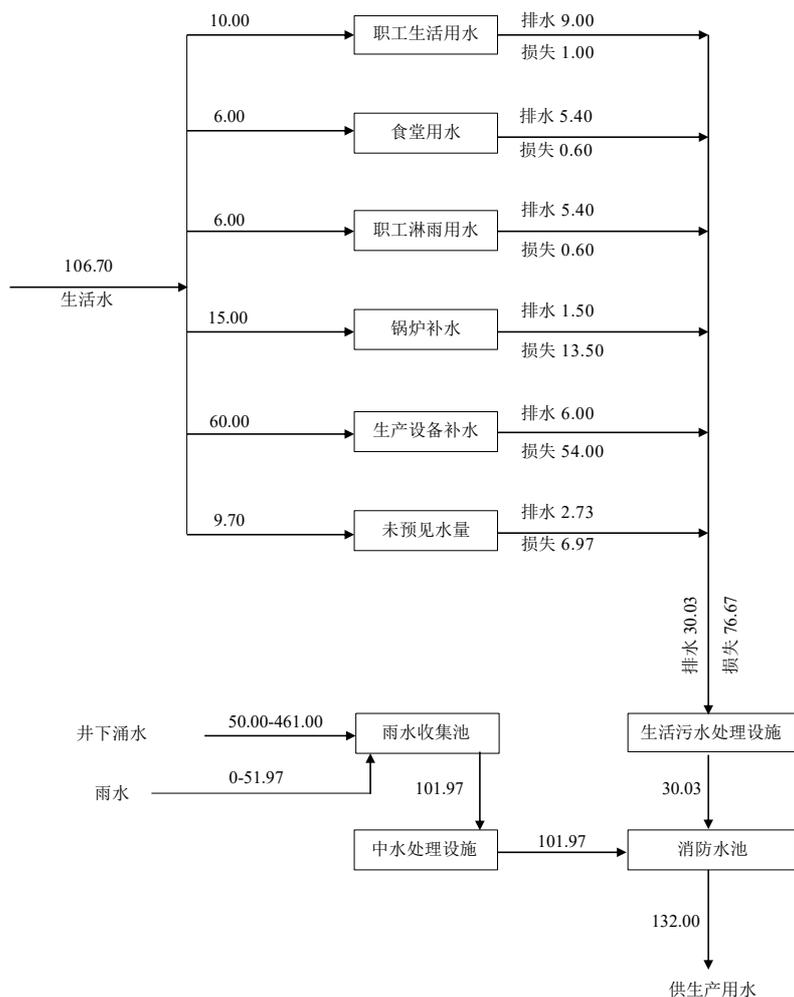


图 3.3-1 运行维护实验区水平衡图

表 3.3-2 科研管理综合楼污水量总表

序号	项目	日污水量 (m ³ /d)	平均时污水量 (m ³ /h)	最大时污水量 (m ³ /h)
1	职工生活污水量	9.00	1.13	2.81
2	食堂污水量	5.40	0.45	0.68
3	职工淋浴污水量	5.40	5.40	5.40
4	锅炉排污水量	1.50	0.06	0.30
5	未预见污水量	2.13	0.70	0.92
	合计	23.43	7.74	10.11

注：表中序号 1-3 项生活污水的排水量标准按照计算给水量的 90%计，表 4 项排水量标准按照计算给水量的 10%计。

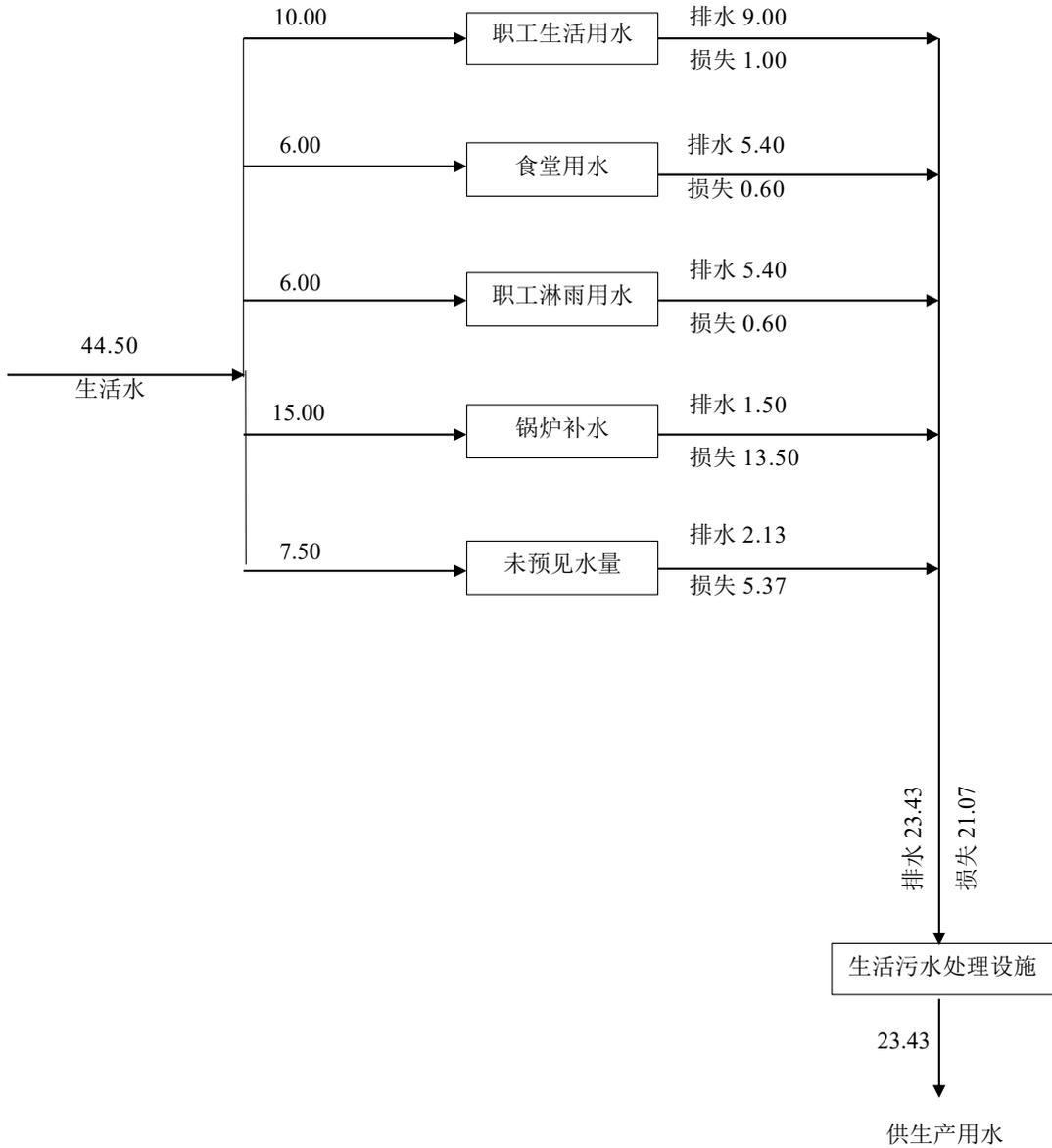


图 3.3-2 科研管理设施区水平衡图

3.4 总平面布置

本项目地表设施采用集中紧凑布置形式，按照功能分区将地面设施划分为综合管理及展示区、运行控制区、科研实验设施区、公用设施区、运行维护人员生活设施区、施工设施区、科研管理设施区等功能区。项目总平面布置图见图 3.4-1，运行维护实验区的总平面布置图见图 3.4-2，科研管理设施区的总平面布置图见图 3.4-3。

3.4.1 综合管理及展示区

将综合管理及展示区布置在场前区，靠近主要出入口，便于展示交流，对外联系方便。将综合办公及演示交流中心布置在场区地表设施前部西侧区域，靠近主出入口处，进出方便，设置主要景观节点和广场，进行重点美化，树立良好的实验室形象；在人流出入口处设置门卫值班室，方便管理，便于管控；在出入口附近设置停车场，避免车辆进入内部区域，减少人车相互影响。雨水及中水收集设施布置在地势低处，满足自流输送要求。

3.4.2 运行控制区

将运行控制区集中至场区中部，与井下设施紧密衔接。提升机房与运行控制中心、空压机房、加药间及生产水池联合布置，便于使用和管理，适应当地干冷、多风的气候。将提升机房布置在场区中部的人员井提升井口，运行控制中心、通风中心位于其南侧，加药间及生产水池位于其西侧，提升机房与运行控制中心、空压机房、加药间及生产水池联合布置，便于使用和管理。提升机房北侧为预留扩展区，与井下预留拓展设施相匹配。

3.4.3 科研实验设施区

将科研实验设施区布置在靠近运行控制区，处于其东侧，便于进出井。运行控制设施东侧布置地表快速分析实验室、缓冲回填材料制备厂房等设施；综合办公及演示交流中心北侧布置岩心库、设备研发装配中心。根据当地多风沙的气候特点，将各设施围合成院落，融合为一个有机的整体，防风避沙，营造良好的场区环境。

3.4.4 公用设施区

将公用辅助设施区布置在场区中、北部，位于地表科研实验设施区北侧，处于场区的适中位置，统筹兼顾，有利于使用。汽车库、消防中心、维修厂房等靠近物流通道布置，便于物料运输，同时兼顾了施工和科研实验相关设备的维修、清洗，方便使用。将供热站、柴油

发电机房、消防泵房（含水处理设施）联合布置在汽车库北侧；将 110kV 变电站布置在场区北侧，靠近厂区边缘，方便进线，并兼顾到整个场区的使用。将地面气象站布置在场区 110kV 变电站西侧附近，环境条件好，满足使用要求。利用 110kV 变电站东侧、地面气象站南侧的空间布置太阳能供暖设施，充分利用场地。将加油站布置在岩心库东侧的独立的区域，便于管控，符合防火间距的要求。站址靠近进场道路物流通道，顺应物料流向，便于油料运输。公用设施区东侧为施工承包商营地、施工设备、材料堆存场地等，距离噪声等施工区相对较远，生活条件较好，联系方便，便于管控，靠近物流通道，有利于物料运输。

3.4.5 运行维护人员生活设施区

将运行维护人员生活设施区布置在场区西部，远离施工区，较为安静、干净，环境条件较好，有利于生活、休息。考虑到当地风沙较大，拟将生活设施区整合为一个有机的综合体，采用“春夏秋冬”四季院的形式，形成合院。以庭院为中心，将运维人员倒班宿舍、招待所、运维人员食堂、文体中心布置在四周，围合成一个整体。同时，为了满足员工娱乐生活需要，增强体质，在文体中心附近布置运动场地，主要包括足球场等。

3.4.6 施工设施区

公用设施区东侧为施工承包商营地、施工设备、材料堆存场地等，距离噪声等施工区相对较远，生活条件较好，联系方便，便于管控，靠近物流通道，有利于物料运输。斜坡道口附近布置（TBM）设备组装场地、施工设备材料堆存场地及施工临建设施场地等，就近布置，有利于使用和管控。竖井施工临时设施靠近竖井口附近及其北侧布置，便于使用。

3.4.7 科研管理设施区

为了构建良好形象，在科研管理区出入口区域布置科研数据综合

分析中心，设置广场、停车场等，并进行重点美化。场区东侧配套建设设备房等公用设施，场区北侧布置科研人员宿舍。受地形条件限制，科研管理区各设施通过架空连廊衔接形成组合建筑群。另外，科研人员宿舍东侧布置一个小型运动场地，方便使用，满足员工休闲、体育运动的需要。

3.5 主要技术经济指标

本项目主要技术经济指标见表 3.5-1。

表 3.5-1 拟建项目主要技术经济指标

序号	指标名称		单位	数量	备注
1	基建工程量				
	1.1 井巷工程量	总长	m	13392	其中 TBM 施工长度 7155m
		总体积	m ³	514250	
		混凝土量	m ³	17026	
	1.2 场区地表土石方工程量	挖方	m ³	623900	土方：石方=0：1
		填方	m ³	631600	
	1.3 外部进场道路	长度	km	83.184	其中支线长 2.572km
		路基挖方	m ³	73183	土方：石方=9：1
		路基填方	m ³	2208400	
	1.4 外部供电线路	110kV 供电线路总长	km	155.2	两路
		20kV 供电线路	km	25.4	水源地供电线路
		合计	km	180.6	
	1.5 外部供水管线	长度	km	30	
	1.6 外部通信线路	长度	km	30	
2	新增工艺设备		台 (套)	177	主要实验仪器设备 99 台 (套)
3	新增动力需求量				
	3.1 用电负荷	建设期	kW	23614	其中 TBM 功率 10000kW
		运行期	kW	16514	其中小型 TBM 功率 3500kW
	3.2 用水量	建设期	t/d	577.5	新水
		运行期	t/d	147.4	新水
	3.3 用油量	运行期	t/d	0.5	
4	面积				
	4.1 购地面积		亩	3706.3	场区地表设施占地 615.3 亩；进场道路占

序号	指标名称	单位	数量	备注
				地 2596 亩；废石场占地 495 亩。
	4.2 新增建筑面积	m ²	23905	
5	新增人员总数	人	140	
	5.1 实验研究人员	人	47	
	5.2 运行维护人员	人	42	
	5.3 科研管理人员	人	37	
	5.4 工程管理人员	人	6	
	5.5 安全管理人员	人	8	
6	建设投资	万元	272313	工程费 211394 万元； 工程建设其他费 46238 万元；基本预备费 14681 万元。

3.6 工艺流程及产排污分析

3.6.1 施工期

本项目为新建项目，施工期以场地平整、填方挖土、建筑物建造和井下工程建造等工程建设为主，并在地下实验室建设过程中同步开展建设过程科研实验。

3.6.1.1 施工工艺流程及产排污

本项目建设施工的主要环境影响表现为各种施工废水、施工机械产生的噪声、施工扬尘、施工机械尾气、室内装修等产生的废气、地下工程开挖和实验产生的废石以及临时和永久性占地的生态破坏等，与施工期的长短及施工作业面的大小有关。本项目施工期工艺流程及产排污环节图见图 3.6-1。

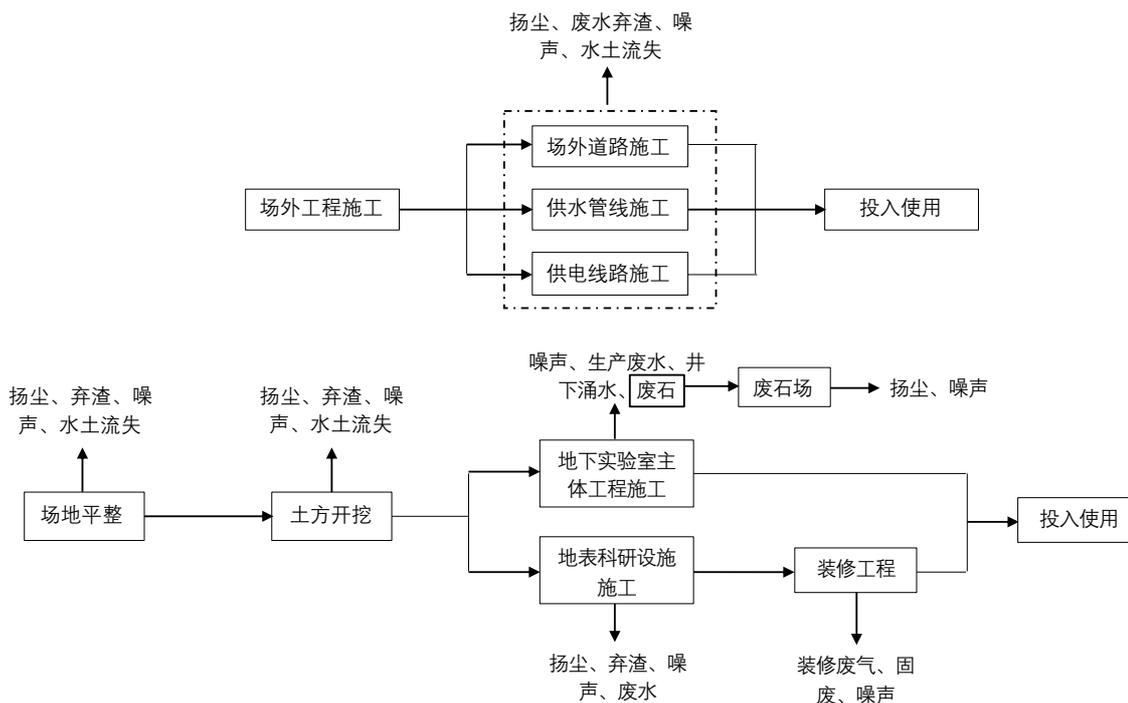


图 3.6-1 施工期工艺流程及产排污环节图

一、废气

地面施工期对大气环境的影响主要为施工扬尘和车辆运输扬尘和汽车尾气等：

(1) 施工期间运送散状建筑材料和土方的车辆在行驶过程中，将有少量物料撒落，并进入空气中，另外车辆通过未铺衬路面或落有较多尘土的路面时，将有扬尘产生；

(2) 暴露松散土壤的工作面，受风吹影响，表面侵蚀随风进入空气；

(3) 建筑材料砂、石料堆的风扬尘；

(4) 施工过程中会使用施工机械，如载重汽车、压路机等燃油机械，在使用过程中会有汽油或柴油燃烧尾气，主要污染物为 CO、NO_x、THC 等。

① 施工扬尘

参照《甘肃省环境保护税核定征收管理办法》，建筑工地扬尘产生量的计算方法：

扬尘排放量 = (扬尘产生量系数 - 扬尘削减量系数) × 建筑面积 (施工面积)

各项控制扬尘措施所对应的一次扬尘可控制排放量排污系数, 见表 3.6-1 (数据来自《甘肃省施工扬尘产生、削减特征值系数表》)。

表 3.6-1 施工扬尘产生、削减特征值系数表

工地类型		扬尘产生量系数 (千克/平方米·月)		
建筑施工		1.01		
市政 (拆迁) 施工		1.64		
工地类型	扬尘类型	扬尘污染控制措施	扬尘排放量削减系数 (千克/平方米·月)	
			措施达标	
			是	否
建筑工地	一次扬尘	道路硬化措施	0.071	0
		边界围挡	0.047	0
		裸露地表覆盖	0.047	0
		易扬尘物料覆盖	0.025	0
		定期喷洒抑制剂	0.03	0
	二次扬尘	运输车辆机械冲洗装置	0.31	0
		运输车辆简易冲洗装置	0.155	0

本项目施工周期为 84 个月, 地表设施的施工时间约 48 个月, 建筑面积为 23905m², 经计算, 若不采取任何措施, 本项目施工周期内的总扬尘产生量为 24.1 吨, 在采取相应的措施后施工期的扬尘产生量可降至 15.2 吨。

② 施工机械尾气

本项目的施工机械主要有载重车、挖掘机、推土机、压路机等燃油机械, 它们排放的污染物主要有 CO、NO₂、SO₂、THC。由于施工机械多为大型机械, 单车排放系数较大, 但施工机械数量少且较分散, 其污染程度相对较轻。

③ 装修废气

本项目在装修阶段可能会产生少量装修废气, 主要为油漆、装饰材料、有机粘合剂等等释放的废气, 主要为 VOCs、苯系物、甲醛等, 排放方式为无组织排放, 其排放量和浓度与建筑物结构, 材料用量和

类型、室内的空气流动等多重因素有关。

④ 井下爆破废气

本项目地下工程开挖及开展钻爆实验、掘进实验过程中会有伴有少量的爆破废气产生，这些废气将通过排风系统排至地表，主要为 TSP 等。

根据《露天矿爆破粉尘排放量的计算分析》的相关研究表明，当爆破用炸药量为 4860kg 时，产生的粉尘强度为 67.1kg/t，当爆破用炸药量为 4478kg 时，产生的粉尘强度为 40.2kg/t，炸药量用量越少时，起尘量越小。按上述类比产生的粉尘强度进行类推，当采用 461.61kg 的炸药进行爆破的起尘强度约为 5.35kg/t，则粉尘产生量约为 2.47kg/d。通过采取加湿、产尘点洒水抑尘等措施后，综合抑尘效率可达到 80%~90%，则井下爆破施工排出的粉尘量约 0.5kg/d，通过通风系统排至地表，影响较小。

⑤ 废石场扬尘

本项目的废石主要来自施工期井下巷道弃石，废石在排放过程中以及堆存后短期内会由于大风天气形成无组织排放源，主要污染物为 TSP 等。

依据《无组织排放源常用分析与估算方法》（西北铀矿地质）推荐的室外污染物无组织排放量计算公式进行计算：

$$Q=0.0666 \times k \times (u-u_0)^3 \times e^{-1.023w} \times M$$

式中：Q—堆场场地起尘量，mg/s； u_0 —50m 高度处的扬尘起动风速，一般取 4.0m/s； u —50m 高度处的风速，取 4.6m/s； w —物料含水率，取 9%； M —堆场堆放的物料量，t；施工期内共产生废石约 64 万 m^3 ，约合 192 万 t，每年排放量约合 27.4 万 t； k —与堆场物料含水率有关的系数，取 0.96。

经计算，本项目废石场的扬尘年排放量约 31.37t，通过压实和加湿作业等措施可有效抑制扬尘产生量，且由于当地大风天气较多，废

石表面很容易风化，风化后的废石不易引起扬尘，因此本项目废石场扬尘的影响较小且属于短期影响。

二、废水

本项目施工期污水主要来源于施工废水、车辆设备冲洗废水、工程施工废料等受雨水冲刷产生的污水、施工机械跑、冒、滴、漏的油污和露天施工机械被雨水等冲刷后产生一定量的含油污水以及施工人员的生活污水等。

由于本项目有地下工程，施工过程中地下工程的开发建设会产生井下涌水和井下施工废水。

(1) 施工人员生活污水

本项目施工高峰期施工人员数量约 120 人，生活用水按 20L/人天计算，则施工高峰期每天的生活用水量为 24m³，排污系数取 0.90，施工期每天的生活污水产生量约为 21.9m³。类比生活污水的污染物浓度为：COD: 350 mg/L、BOD₅: 170 mg/L、氨氮: 20 mg/L、SS: 100 mg/L。

(2) 进场道路建设的施工废水

进场道路施工路基处理时，会产生少量泥浆，由于其产生量较少且大部分循环利用。本项目在进行桥涵施工时，需采取围堰措施进行围护，土方围堰能使工程施工在干水条件下进行，同时又能保证河涌在施工期的正常排水，防止施工场地内的水土流失，也有利于主体工程顺利开展施工，因此对周围的影响很小。

(3) 井下涌水

施工期的井下工程建设过程中会有生产废水和井下涌水产生，主要污染物为 SS，施工期的井下生产废水和井下涌水随井下施工进度而发生变化，产生量约 50~461m³/d。

(4) 车辆设备冲洗废水

工程施工过程中机械设备和车辆冲洗会产生一定量的废水，其主

要污染物为 COD_{Cr}、SS 和石油类，这些废水量虽然不大，但是分散在道路沿线的各个地方，如果不经处理直接排放会对周围的环境质量产生一定影响。本项目施工过程中修建专用设备清洗场地，设置隔油、隔渣设施后用于场地的洒水降尘。

(5) 施工机械含油废水

各类施工机械由于施工机械的跑、冒、滴、漏的油污以及机械检修过程中、露天机械被雨水等冲刷后产生的一定量的油污水，主要为 COD_{Cr}、SS 和石油类，这样产生的废水量很少。施工单位将加强施工机械设备的养护维修以及检修过程等产生的废油的收集，经隔油、沉渣处理后，用于施工场区的洒水降尘，不外排。

三、噪声

施工期噪声主要是施工现场的各类施工机械设备噪声和物料运输产生的噪声，各类设备的噪声级均小于 100dB(A)。本项目施工过程中的主要机械设备及噪声情况见表 3.6-2。

表 3.6-2 主要施工设备的噪声值 单位：dB(A)

序号	施工设备	最大噪声级
1	电锯、电刨	99
2	振捣棒	88
3	振荡器	95
4	装载机	95
5	风动机具	95
6	卷扬机	85
7	载重汽车	95
8	挖掘机	85
9	平地机	90
10	振动式压路机	86
11	推土机	86
12	摊铺机	82
13	风镐、风锤及凿岩机	90
14	空压机	90

四、固废

施工期固体废弃物主要为废弃土方、出井废石、结构施工阶段的

废渣土、建筑材料及施工人员的生活垃圾。其中井巷掘进产生的废石实方为 47 万 m^3 、地表工程产生的弃方实方为 17 万 m^3 。项目建设废石场一处，规模为 105 万 m^3 ，满足施工期的废石收纳量。

本项目对场区钻孔岩心进行了全成分分析及天然放射性核素分析，分析结果见表 3.6-3。

表 3.6-3 场区钻孔岩心全成分分析及天然放射性核素分析

项目	^{238}U (Bq/kg)	^{232}Th (Bq/kg)	^{226}Ra (Bq/kg)	^{40}K (Bq/kg)	^{137}Cs (Bq/kg)	总 α (Bq/g)	总 β (Bq/g)
含量	30.1 ~ 186	27.9 ~ 48.1	14.2 ~ 66.9	659 ~ 945	<0.90	0.31 ~ 1.48	0.76 ~ 1.12
项目	Si (%)	Al (%)	Fe (%)	MgO (%)	CaO (%)	Na (%)	K (%)
含量	68.9~70.4 8	15.12~15.61	2.01~2.21	0.766~0.827	2.12~3.04	4.25~4.46	3.24~3.55
项目	MnO (%)	Ti (%)	P (%)	FeO (%)	S (%)	烧失量 *(%)	B ($\mu\text{g/g}$)
含量	0.031 ~ 0.038	0.363 ~ 0.403	0.103 ~ 0.114	1.32 ~ 1.85	0.001 ~ 0.004	0.58 ~ 1.77	2.54~5.61
项目	Li ($\mu\text{g/g}$)	Be ($\mu\text{g/g}$)	Sc ($\mu\text{g/g}$)	V ($\mu\text{g/g}$)	Cr ($\mu\text{g/g}$)	Co ($\mu\text{g/g}$)	Ni ($\mu\text{g/g}$)
含量	26.5~35.2	2.47~2.98	3.64~4.46	21.8~25.6	9.49~13.2	3.29~3.98	2.27~4.04
项目	Cu ($\mu\text{g/g}$)	Zn ($\mu\text{g/g}$)	Ga ($\mu\text{g/g}$)	Rb ($\mu\text{g/g}$)	Sr ($\mu\text{g/g}$)	Y ($\mu\text{g/g}$)	Mo ($\mu\text{g/g}$)
含量	3.66~7.55	44.5~54.3	19.1~21.0	99.3~116	399~486	5.98~9.43	1.18~1.94
项目	Cd ($\mu\text{g/g}$)	In ($\mu\text{g/g}$)	Sb ($\mu\text{g/g}$)	Cs ($\mu\text{g/g}$)	Ba ($\mu\text{g/g}$)	La ($\mu\text{g/g}$)	Ce ($\mu\text{g/g}$)
含量	0.041~0.077	0.036~0.044	0.084~0.442	3.20~6.13	459~576	16.6~31.1	32.9~58.0
项目	Pr ($\mu\text{g/g}$)	Nd ($\mu\text{g/g}$)	Sm ($\mu\text{g/g}$)	Eu ($\mu\text{g/g}$)	Gd ($\mu\text{g/g}$)	Tb ($\mu\text{g/g}$)	Dy ($\mu\text{g/g}$)
含量	3.55~6.74	13.3~24.0	2.22~3.50	0.735~0.868	1.91~2.61	0.285~0.404	1.17~1.92
项目	Ho ($\mu\text{g/g}$)	Er ($\mu\text{g/g}$)	Tm ($\mu\text{g/g}$)	Se ($\mu\text{g/g}$)	Ag ($\mu\text{g/g}$)		
含量	0.203~0.315	0.584~0.855	0.082~0.146	0.040~0.104	0.050~0.303		

由表 3.6-3 可知，从各深钻孔所取岩样的分析结果来看，各放射性核素含量范围如下： ^{238}U 为 30.1 ~ 186Bq/kg， ^{226}Ra 为 14.2 ~ 66.9Bq/kg， ^{232}Th 为 27.9 ~ 48.1Bq/kg， ^{40}K 为 659 ~ 945Bq/kg， ^{137}Cs 为

<0.90Bq/kg, 总 α 为 0.31 ~ 1.48Bq/kg, 总 β 为 0.76 ~ 1.12Bq/kg; 对比《中国天然放射性水平》(酒泉地区: U: 20.1 ~ 200.0、Ra: 14.4 ~ 46.1、Th: 16.4 ~ 70.3、K: 115.5 ~ 711.8) 和《新场-向阳山预选地段环境现状调查》(核工业北京地质研究院, 2012 年) 中其天然放射性核素含量是在甘肃省土壤环境本底水平之内, 与地壳平均值比较(《简明地球化学手册》, 科学出版社, 1977), ^{238}U 、 ^{232}Th 、 ^{40}K 放射性含量在正常范围内。

本项目地下工程开挖的废石为自然介质, 大部分岩样的外、内照射指数均较小, 符合《建筑材料放射性核素限量》(GB 6566 - 2001) 的相关要求, 应统筹考虑综合利用。

本项目按施工高峰期每天进场施工人 120 人计, 生活垃圾按 0.5kg/(人·d) 计, 则本项目施工人员的生活垃圾产生量为 60kg/d, 施工期间产生量为 153.3t。施工过程中产生的生活垃圾将定期送当地环卫部门处理。

五、生态

本项目施工期的主要生态影响为场地平整、开挖和占地等对地表植被的破坏、水土流失以及施工过程的噪声、占地等对动物生境的影响, 其主要的环境影响见 6.1.5 章节。

3.6.1.2 建设过程中实验的产排污分析

根据地下实验室建设过程的实验内容, 可能产生环境影响的实验包括:

➤ 钻爆实验

按照设计的爆破参数进行钻孔、装药、堵塞、联线和爆破, 爆破后进行炮孔利用率等相关参数测量统计、比对研究, 系统归纳整理实验数据, 优化爆破参数。实验过程涉及爆破程序, 可能产生爆破废气、噪声及少量废石。爆破后及时通风排烟并对空气进行检测, 合格后工作人员进行后续实验步骤; 钻爆实验巷道位于-560m 实验水平, 爆破

噪声影响轻微；产生的废石及时清理统一运至废石场。

➤ TBM 掘进实验

随斜坡道 TBM 开挖开展相关实验，研究不同围岩、深度及地应力条件对 TBM 掘进性能的影响规律，及时优化和调整 TBM 施工工艺参数。开挖过程主要环境影响为废水和废石。废水统一收集与其他施工废水经防渗沉淀池、隔油池处理后回用于施工场地抑尘；废石统一运至废石场。

➤ 超前探测技术研究现场实验

针对钻爆法，采用探地雷达技术、地震探测技术和瞬变电磁技术进行超前地质预报，对比各种技术的适用性；针对 TBM 施工，采用自行研发的多源声波技术和三维激发极化技术进行超前地质预报，验证工程应用性和可靠性。地震探测过程中涉及放炮工艺，可能产生废气、噪声及少量废石。放炮后及时通风排烟并对空气进行检测，合格后工作人员进行后续实验步骤；噪声影响轻微；废石及时清理统一运至废石场。

➤ 示范巷道开挖及硐室开挖实验

根据研究模拟结果在-560m 主实验水平开挖 3 条示范巷道，验证巷道布置结构参数；利用自行设计、研制的硐室施工机械，在-560m 主实验水平施工出 3~5 个硐室。实验过程产生废气、废石，要求及时通风换气、废石统一运至废石场。

3.6.2 运行期

本项目运行期主要为地下和地面现场实验、辅助设施运行、工作人员及专家学者日常生活等产生的污染物以及地表、地下实验设施产生的污染物等。运行期厂区的主要工艺流程及污染物产生环节见图 3.6-3。

垃圾收集站废气、地表快速分析实验室、维修厂房和加油站的无组织排放废气以及供电应急情况或定期保养状态下柴油发电机的废气等。产生的主要污染物包括油雾颗粒物、烟尘、SO₂、NO_x、TSP 和非甲烷总烃等。

(1) 食堂油烟

本项目劳动定员 140 人，项目为员工提供 3 餐，食用油用量平均按 0.03kg/人·天计，年耗油为 1533kg/a。据类比调查，油烟产生量为总耗油量的 2.83%，经估算，本项目油烟产生量为 43.4kg/a。

食堂共设 4 个灶头，单个灶头排风量以 2000m³/h 计，则总计排风量为 8000m³/h，按日高峰期 3 小时计，经计算油烟产生浓度为 4.954mg/m³，按照油烟净化效率 85% 计算，油烟排放浓度约为 0.74mg/m³，满足《饮食业油烟排放标准》(GB 18483-2001)表 2 中油烟最高允许排放浓度 2.0mg/m³ 的要求，对周围大气环境影响较小。

(2) 柴油发电机废气

本项目设有柴油发电机房，内设 2 台 10kV 1200kW 柴油发电机（一用一备），为保证市电故障失电的情况下，地下实验室人员安全撤离（提升机）、排水、地下实验室运行维护实验设施应急期间的安全、取暖、生活等保安用电需求。应急状态下（失去外部电源时）由柴油发电机发电经地表 110kV 变电站 10kV 侧的母线段（人工投切加入 10kV IIM 段）给相关设施供电满足安全和维持生命的需求。

柴油发电机在正常情况下不投入使用，只进行一般的正常保养运行，大概每 2 周空载运行 10~15 分钟，每半年带载运行 20~30 分钟，则每年柴油发电机的定期保养运行时间不超过 5 小时。

柴油发电机组烟气主要为柴油燃烧后产生的烟气，主要含 NO₂、SO₂、烟尘等大气污染物，本项目发电机额定功率 1200kW，使用 0# 柴油，低位发热量取 10000Kcal/kg，柴油密度取 0.86kg/L，柴油油耗不超过 225g/kWh。通常状况时本项目应急柴油发电机组处于备用状

态，不消耗柴油。考虑正常保养情况下的运行时间和应急状态下的运行时间按每年12小时计，则单台应急柴油发电机组消耗柴油约3.24t/a，两台共计消耗柴油6.48t/a。

根据《环境统计手册》计算烟气量的经验公式如下：

$$V_0=0.85 \times Q / 1000 + 2$$

$$V_y=1.11 \times Q / 1000 + (\alpha - 1) V_0$$

其中：Q：低位发热值（取10000kcal/kg）；

α ：空气过量系数（取1.6）；

V_0 ：理论空气需要量（Nm³/kg）；

V_y ：烟气量（Nm³/kg）。

本项目使用0#柴油，含硫量约为10mg/kg，灰分为0.01%。

参考《燃料燃烧排放大气污染物物料衡算办法（暂行）》，二氧化硫、氮氧化物以及颗粒物的计算公式如下：

$$G_{SO_2}=2000 \times B \times S$$

其中： G_{SO_2} ——SO₂排放量；

B——耗油量，单台机组取3.24t/a；

S——燃油全硫份含量，取0.001%。

$$G_{NO_x}=1630 \times B \times (N \times \beta + 0.000938)$$

其中： G_{NO_x} ——NO_x排放量；

B——耗油量，单台机组取3.24t/a；

N——燃油中氮含量，取0.02%；

β ——燃油中氮的转化率，取40%。

$$G_{sd}=B \times A$$

其中： G_{sd} ——颗粒物排放量，t；

B——耗油量，单台机组取3.24t/a；

A——油中灰分，0.01%。

根据上述经验公式，可知本项目单台柴油机排放烟气量约

56376m³/a，大气污染物排放量详见表 3.6-4。本项目单台柴油发电机运行时间内产生 SO₂ 为 0.065kg/a，NO_x 为 5.37kg/a，烟尘（颗粒物）为 0.325kg/a。烟气引至发电机房顶部通过排气筒排放。

表 3.6-4 本项目柴油发电机废气污染物排放量一览表

项目		SO ₂	NO _x	烟尘
应急状态下或维护情况下运行	污染物排放量 (kg/a)	0.065	5.37	0.325
	污染物排放浓度 (mg/m ³)	1.15	95.3	5.76
排放限值	污染物排放浓度 (mg/m ³)	550	240	120

(3) 垃圾收集站废气

为方便场区的垃圾收集转运，本项目拟设置一座垃圾收集站，办公、生活垃圾进行收集后，送垃圾收集站暂存，最终交环卫部门处置。垃圾收集站的主要大气污染物为恶臭。尤其是在夏季气温较高时，在垃圾进行转运过程中会散发恶臭气体，这些恶臭物质主要包括氨、硫化氢、有机胺、甲烷等异味气体。

参考《生活垃圾中转站恶臭污染防治对策》（环境卫生工程），垃圾收集站的废气主要来自于转运车间垃圾倾倒和压缩过程，废气中主要污染物为 H₂S 和 NH₃。每吨垃圾的废气排污参数：NH₃ 为 60.59g/t，H₂S 为 6.20g/t，本项目垃圾收集站的设计储存能力为 0.25t/d，则废气中污染物产生量 NH₃：5.5kg/a，H₂S：54.93kg/a。

本项目垃圾收集站采用地埋式垃圾分类收集设施，内设置两套植物喷淋除臭装置。垃圾收集站内储存 1-3 天（可根据季节调整），然后由当地环卫部门定期派垃圾车将站内的生活垃圾运送至垃圾处理场处理。

参考《植物提取液对城市生活垃圾中转站恶臭物质的处理效果》（城市环境与城市生态），植物除臭的除臭率可达 90%，假设 5% 的恶臭气体在垃圾收集转运期间全部以无组织形式排放，则保守估计垃圾收集站的废气污染物排放量为 NH₃：0.275kg/a，H₂S：2.746kg/a。

(4) 加油站废气

加油站在卸油、储油、加油作业等过程会产生一定的油气排放，主要大气污染物为非甲烷总烃（C₂~C₈ 可挥发碳氢化和物）。

① 卸油损失（储罐大呼吸）

油罐进油时，由于油面逐渐升高，气体空间逐渐减小，罐内压力增大，当压力超过呼吸阀控制压力时，一定浓度的油蒸气开始从呼吸阀呼出，直到油罐停止收油，这部分油气为储罐大呼吸损失。根据资料，储油罐大呼吸烃类有机物平均排放率为 0.88kg/m³ 通过量。本项目对汽油配备了油气回收装置，将挥发的汽油油气收集起来，通过工艺使油气从气态转变为液态，重新变为汽油，卸油时汽油回收效率在 95% 以上。

② 储油损失（储罐小呼吸）

参考同等规模加油站的相关资料可知，储油罐小呼吸烃类有机物平均排放率为 0.12kg/m³ 通过量。

③ 油罐车卸油损失

由于油罐车与地下油罐的液位不断变化，气体的吸入与呼出会对油品造成一定扰动蒸发，且随着油罐车油罐的液面下降，罐壁蒸发面积扩大，外部的高气温也会对其罐壁和空间造成一定的蒸发。根据资料，油罐车卸油时烃类有机物平均排放速率为 0.6kg/m³ 通过量。本项目配备了油气回收装置，将挥发的汽油油气收集起来，通过工艺使油气从气态转变为液态，重新变为汽油，卸油时汽油回收效率在 95% 以上，经过油气回收装置的回收后，储汽油油罐大呼吸烃类有机物平均排放率为 0.03kg/m³ 通过量。

④ 加油作业损失

加油作业损失主要指为车辆加油时，油品进入汽车油箱，油箱内的烃类气体被油品置换排入大气。本项目加油站加油枪具有自封功能，因此加油机作业时烃类气体排放率取 0.11kg/m³ 通过量。本项目在运

行期间油料使用量为：柴油约 $0.2\text{m}^3/\text{d}$ ，汽油约 $0.4\text{m}^3/\text{d}$ 。则运行期柴油年通过量为 73m^3 ，汽油年通过量约为 146m^3 。

柴油密度采用 0.85g/mL ，根据资料，柴油的储存损耗率可忽略不计，柴油大呼吸（卧式罐）损耗率为通过量的 0.01% 、加油损耗为通过量的 0.08% 、跑冒滴漏损耗为通过量的 0.01% ，柴油损耗全部无组织排放。则柴油整体损耗系数为 0.1% 通过量，即柴油有机废气总烃产生量为 62.05kg/a 。

本项目非甲烷总烃的产生量、排放量和排放浓度见表 3.6-5 所示。根据计算可知，汽油卸油、储油、加油总烃排放浓度能达到《加油站大气污染物排放标准》（GB 20952-2007）中 4.3.4 标准值： $\leq 25\text{g}/\text{m}^3$ ，排放口距地平面高度应不低于 4m 。

表 3.6-5 拟建项目投产后烃类气体产生量和排放量一览表

类别	项目		排放系数	通过量 或周 转量 (m^3/a)	HC 产生 量 (kg/a)	治理 措施	HC 排放 量 (kg/a)	HC 排放 浓度 (g/m^3)
汽油	储油罐	小呼吸损失	$0.12\text{kg}/\text{m}^3 \times$ 通过量	146	17.52	油气回收系统	0.88	0.004
		大呼吸损失	$0.88\text{kg}/\text{m}^3 \times$ 通过量	146	128.48		6.42	0.6
	油罐车	卸料损失	$0.6\text{kg}/\text{m}^3 \times$ 通过量	146	87.6		4.38	0.4
	加油棚	加油作业损失	$0.11\text{kg}/\text{m}^3 \times$ 通过量	146	16.06		0.80	0.08
柴油	大呼吸损耗、加油损耗、跑冒滴漏损耗		$0.1\% \times$ 通过量	73	62.05	/	62.05	/
合计					311.71		74.53	

(5) 地表快速分析实验室废气

运行维护区地表快速分析实验室承担的主要实验项目是对现场采取的岩石样品及水样品进行室内实验和测试，主要包括岩矿鉴定、化学成分测定、力学性质测试、物性参数测定等，其主要设备包括便携式离子色谱仪、便携式紫外可见分光光度计、便携式 X 射线衍射仪、纳米粒度电位仪、同步热分析仪、热常数分析仪、总有机碳/总氮分析仪、自动电位滴定仪、纳米粒度电位仪、总 α 总 β 计数仪、快速比表面与孔隙度分析仪、pH 计/电导率仪及电物性测量仪等，测试内容主要以物理分析为主，仅有极少的测试在样品预处理过程中会使用酸碱类化学品，有少量挥发性无机气体产生，这部分气体产量极少，通过实验室通风柜排入大气环境。

(6) 缓冲回填材料制备厂房废气

本项目不涉及膨润土生产、制粉等工艺，粉末状膨润土材料为外购。材料送到厂房后，经电动起重机装入钢仓内，采用配备的缓冲材料均匀混合设备进行湿法混合，制备出合适的原料粉末。然后经螺旋给料机输送到膨润土大型模具中，采用缓冲回填材料原位实验样品制备系统进行工程尺度的大型膨润土压实砌块制备工作。在实验厂房对大型膨润土砌块进行切割和取芯等工作，加工成不同规格形状的膨润土样品，之后送至物理化学分析实验室分别测试其导热性能、渗透性能、膨胀性能和力学性能等，在缓冲回填材料均匀混合过程中可能会产生少量粉尘。

(7) 设备研发装配中心废气

设备研发装配中心由两部分组成，一部分是处置工艺设备研发中心，主要完成处置工艺设备的研发及装配调试工作；另一部分是场址调查设备保养厂房，主要承担现场地质勘查设备和实验设备的维修保养及存放任务。现场的处置工艺设备研发中心仅考虑对设备进行组装、调试等工作，不再设置机加工设备，只配备一套设备组装、调试工具。

因此，只在维修保养过程中有少量废气产生。

(8) 维修厂房废气

考虑到地下实验室运营维护和现场实验通用设备的日常存储需求，为场区内工程车辆配备常用的维修保养设施，其大型设备设施的维修保养工作将在玉门市进行。

本项目的维修厂房主要负责地表及地下机械设备的日常检查和小修任务，大、中修则采用外协方式；更换已损坏的设备零部件或超期服役部件；负责机械备件中的铆焊件等部件的修复工作；负责加工部分实验用具；负责汽车的简单维护、保养以及通用设备的日常存储等。因此在设备的维修、保养，加工和铆焊工序会有少量 VOCs 和粉尘产生。

3.6.2.2 废水

本项目运行期产生的污废水主要为职工生活污水和井下涌水。

生活污水主要来自生活区食堂、各建筑物的卫生间、浴室排水等。其中，运行维护实验设施区域污水量为 $30.03\text{m}^3/\text{d}$ ，科研管理设施区域污水量为 $24.26\text{m}^3/\text{d}$ 。参照《社会区域类环境影响评价培训教材》推荐的典型生活污水水质，水污染物 pH 值 7~8、 COD_{Cr} 浓度 400mg/L 、 BOD_5 浓度 200mg/L 、SS 浓度 200mg/L 、 $\text{NH}_3\text{-N}$ 浓度 25mg/L ；参照《饮食业环境保护技术规范》(HJ 554-2010) 中推荐的餐饮废水数据，食堂废水动植物油浓度 100mg/L 。

地下实验室地下设有 -280m 和 -560m 两个实验水平，其中 -560m 水平为主实验水平。-280m 水平正常涌水量 $3.3\text{m}^3/\text{h}$ 、最大涌水量 $5.0\text{m}^3/\text{h}$ ；-560m 水平正常涌水量 $19.0\text{m}^3/\text{h}$ 、最大涌水量 $27.0\text{m}^3/\text{h}$ 。井下涌水主要污染物为 SS，浓度约为 1200mg/L 。

本项目进场道路投入运行之后本身不会产生废水，但由于路面机动车行驶过程中产生的污染物多扩散于大气或降落于道路周围路面上，随着降雨会将污染物冲刷至地表可能对附近的土壤环境等造成一

定影响。项目所在地多年平均降水量为 70mm 左右，降水量小，蒸发量大，因此对环境的影响有限。

3.6.2.3 固体废物

本项目运行期的主要固体废物包括工作人员的办公生活垃圾，生活污水处理设施和井下涌水处理设施污泥，地下实验产生的少量废石以及检修车间的废机油、废含油棉纱和快速分析实验室产生的极少量的化学试剂瓶和变电站的运行事故油、废旧蓄电池等危废。

本项目劳动定员 140 人，考虑客座研究人员 30 人，场区生活垃圾产生量按 170 人计算，根据《生活垃圾收集站技术规范》，每人日产生生活垃圾 1.0kg 左右，则生活垃圾量预测约 0.17t/d。

项目运行期地下 TBM 掘进实验等可能会产生少量废石，预估每月废石量为 1000m³~1500m³。这部分废石用铲运机装到井下运矿卡车上，运矿卡车通过主运输巷和斜坡道将废石运到地表废石堆场。

按生活污水和井下涌水处理设施的设计能力和水质情况，本项目的污水处理设施的污泥产生量约 9.9kg/d，井下涌水处理设施的污泥最大产生量约 59kg/d。

变电站运行期可能会有少量的事故油和废旧蓄电池，属危险废物。

3.6.2.4 噪声

运行期的噪声主要为进场道路交通运输噪声、柴油发电机房、空压机房、通风机房，输水管线加压泵房等处的设备噪声等。由于项目周边无居民点，因此本项目的噪声环境影响较小。运行期主要噪声源强情况见表 3.6-6。

表 3.6-6 项目运行期主要噪声源情况一览表

序号	噪声源位置	产噪设备	厂房外 1m 声压级 (dB)	治理措施	采取措施后 厂房外 1m 噪声级 (dB)
1	竖井提升机房	提升机	85	在提升机房设置隔音值班室，机房内电机设置减震基础，加装隔声罩，设置隔声门窗	75

序号	噪声源位置	产噪设备	厂房外1m声压级 (dB)	治理措施	采取措施后厂房外1m噪声级 (dB)
2	能源站	水泵	90	水泵间采用封闭式设计, 水泵与进出口管道间安装软橡胶接头, 泵体基础设橡胶垫或弹簧减震动器	85
		空气源热泵	80	配置消声器和减震垫	70
3	通风中心	轴流风机	85	机体配带消声器, 并在排气口设扩散塔, 对电机设置减震基础	75
		空气源热泵	80	配置消声器和减震垫	70
4	斜坡道通风中心	轴流风机	85	机体配带消声器, 并在排气口设扩散塔, 对电机设置减震基础	75
5	空压机房	双螺杆地面用固定空压机	88	空压机采用隔振机座, 进排气口安装消声器, 对机房墙壁、顶棚进行吸声处理, 采用隔声门窗	78
6	消防泵房	水泵	80	水泵间采用封闭式设计, 水泵与进出口管道间安装软橡胶接头, 泵体基础设橡胶垫或弹簧减震动器	65
7	柴油发电机房	柴油发电机	85	配备消声器, 采用隔振机座, 对机房墙壁、顶棚进行吸声处理, 采用隔声门窗	75
8	设备房	水泵	90	水泵间采用封闭式设计, 水泵与进出口管道间安装软橡胶接头, 泵体基础设橡胶垫或弹簧减震动器	85
		空气源热泵	80	配置消声器和减震垫	70
9	输水管辖加压泵房	水泵	90	水泵间采用封闭式设计, 水泵与进出口管道间安装软橡胶接头, 泵体基础设橡胶垫或弹簧减震动器	85
10	变电站	变压器及辅助设备	65	优选低噪声主变	55

3.7 主要污染物排放汇总

3.7.1 施工期污染物排放汇总

根据工程分析，施工期的主要环境影响包括扬尘、废水、噪声、固废、地下水影响、生态影响。施工期废水主要是施工废水和生活污水；施工期固废主要是废石和弃方、生活垃圾；生态影响主要是临时占地及废石场。施工期主要污染源及产排污见表 3.7-1。

表 3.7-1 施工期主要污染物产生及排放情况表

内容 类型	排放源(编号)	污染物名称	处理前产生浓度及 产生量	排放浓度 及排放量
大气污 染物	施工、运输	扬尘	15.2t	<1.0mg/m ³
	运输	汽车尾气 (CO、 NO ₂ 、 SO ₂ 、THC 等)	少量	少量
	装修废气	VOCs、苯 系物、甲醛 等	少量	少量
	井下废气 (地下工程 开挖、钻爆 实验、掘进 实验等)	TSP 等	0.5kg/d	0.5kg/d
	废石场	TSP 等	31.75t	31.75t
水污 染物	施工人员生 活污水	COD	浓度: 350mg/L 产生量: 7.66kg/d	生活污水用于 洒水抑尘或绿 化, 不外排
		BOD ₅	浓度: 170mg/L 产生量: 3.67kg/d	
		氨氮	浓度: 20mg/L 产生量: 0.43kg/d	
		SS	浓度: 100mg/L 产生量: 2.16kg/d	
	井下涌水、 建筑施工废 水	SS	浓度: 1200mg/L 产生量: 60~553kg/d	井下涌水经沉 淀后回用于井 下施工或绿化 降尘
	车辆冲洗废 水	COD _{cr} 、 SS、石油类	少量	收集不外排

内容 类型	排放源(编号)	污染物名称	处理前产生浓度及产生量	排放浓度及排放量
噪声	设备噪声	施工设备, 挖掘机、搅拌机、打桩机等	<100dB (A)	<100dB (A)
固体废物	施工人员	生活垃圾	60kg/d	统一收集, 外运处置
	水处理设施	沉沙, 淤泥	60~553kg/d	统一收集, 外运处置
	施工建筑垃圾	建筑垃圾	---	统一收集, 外运处置
	井下废石和弃土	废石、弃土	64 万 m ³	运至废石场
生态影响	本项目的生态影响主要产生于施工期, 主要表现为场地施工、建造土地平整、运输道路、输水管线建设开挖以及废石场等对占地范围内的地表植被造成扰动或破坏以及施工过程对野生动物生境的影响。			

3.7.2 运行期污染物排放汇总

项目运行期间主要产污环节为地下和地面现场实验、辅助设施运行、工作人员及专家学者日常生活等, 运行期主要污染源及排污见表 3.7-2。

表 3.7-2 运行期主要污染源产生及排放情况表

内容 类型	排放源(编号)	污染物名称	处理前产生浓度及产生量	排放浓度及排放量
大气污染物	加油站	非甲烷总烃	74.53kg/a	74.53kg/a
	食堂	油雾颗粒	4.954mg/m ³	0.74mg/m ³
			43.4kg/a	6.51kg/a
	柴油发电机 (非连续排放)	烟尘	5.76 mg/m ³	5.76 mg/m ³
			0.325kg/a	0.325kg/a
			95.3mg/m ³	95.3mg/m ³
	垃圾收集站	NO _x	5.37kg/a	5.37kg/a
SO ₂			1.15mg/m ³	1.15mg/m ³
0.065kg/a			0.065kg/a	
垃圾收集站	NH ₃	5.5kg/a	0.275kg/a	
		H ₂ S	54.93kg/a	2.746kg/a

内容 类型	排放源(编号)	污染物名称	处理前产生浓度 及产生量	排放浓度 及排放量
	车辆行使、 运输	汽车尾气	少量	少量
	缓冲回填材 料加工车间	TSP	少量	少量
	设备研发装 配中心	VOCs、TSP	少量	少量
	维修厂房	VOCs、TSP 等	少量	少量
水污 染物	生活污水	COD	浓度: 400mg/L 产生量: 21.7kg/d	经化粪池处理 后排入场地排 水管道, 统一 收集后提升至 污水处理设施 采用 MBR 集中 处理达标后回 用为生产水, 污水全部收集 利用, 不外 排。
		BOD ₅	浓度: 200mg/L 产生量: 10.85kg/d	
		氨氮	浓度: 25mg/L 产生量: 1.36kg/d	
		SS	浓度: 200mg/L 产生量: 10.85kg/d	
	动植物油	浓度: 100mg/L 产生量: 5.42kg/d		
井下涌水	SS	浓度: 1200mg/L 产生量: 0.92kg/d	井下涌水经沉 淀后回用于井 下或绿化降尘	
噪声	提升机、水 泵、空气源 热泵、轴流 风机、空气 源热泵、轴 流风机、双 螺杆地面用 固定空压 机、水泵、 柴油发电 机、水泵、 空气源热 泵、输电线 路	噪声	< 90 (dB)	< 85 (dB)

内容 类型	排放源(编号)	污染物名称	处理前产生浓度 及产生量	排放浓度 及排放量
电磁	变压器、输电线路	工频电场、工频磁场	工频电场: < 4kV/m 工频磁场: < 100μT	排入环境
固体废物	工作人员	生活垃圾	0.17t/d	统一收集, 分类暂存至垃圾收集间, 最终交环卫部门处置
	维修厂房	废机油、废含油棉纱	少量	暂存于废物暂存间的危废收集桶内, 定期收集后交有资质单位处置
	变电站	事故或检修废油质、废铅蓄电池	少量	设有事故油池, 收集后交有资质单位处置
	井下废石	废石	33m ³ /d~50m ³ /d	统一运至废石场
	污水处理设施污泥	污泥	68.9kg/d	交环卫部门处置
	地表快速分析实验室	化学试剂瓶	少量	暂存在废物间收集桶内, 定期收集后交有资质单位处置
生态	本项目运行期的主要生态影响表现为对区域的景观影响以及人为活动对厂区周边的动植物影响			

4 环境概况

4.1 地理位置

拟建地下实验室场址位于甘肃省酒泉市肃北县，南距玉门市直线距离约 60km，距兰新铁路和 312 国道约 90km，区域内有戈壁简易道路贯穿南北，区内干沟、戈壁滩均可通行越野车。外部取水自旧井至地下实验室厂区，输水线路长约 30km。输变电路为两回 110kV 输电线路，均采用架空线路，分别引自 110kV 音凹峡变电站和 110kV 花海变电站，线路途经酒泉市肃北县、玉门市。进场道路起点位于酒泉市金塔县七个井沟口与 S215 线交叉路口处，与现有 S215 公路顺接，路线全长为 83.184km，如图 4.1-1。



图 4.1-1 项目地理位置图

4.2 地形地貌

本项目场址所在区域总体属低山丘陵地形，如图 4.2-1 所示。北部为较连续的山地，自西向东有新场(1827.3m)-红柳井南山(1734.0m)-金庙沟南山(1686.6m)-钱篓子东山(1659.9m)-红柳泉南山(1617m)等，山势较为陡峻；南部自西向东有新场南(山)(1706m)、红旗山(1754m)、跃进山(1528m)、总口子南大黑山(1615m)等，相对较低，连续性差，多为变质岩组成；中部多为丘陵低岗，一般海拔 1400~1500m，个别山头达 1600~1700m，主要由花岗岩组成。中部地区从四十里井西南—地质井东形成了宽度达 1~2km、东西向延长达 40km 的沟谷地带，属戈壁地貌。



图 4.2-1 地下实验室拟建区域地形地貌

4.3 气候和气象

本项目场址所在区域地理纬度和海拔高度较高，降水量小，蒸发量大，干燥多风，植被稀少，冬冷夏热，属典型的大陆性气候。降水多集中在夏季 7~8 月，占年降水量的 62%~69%。

根据距离本项目场址最近的马鬃山、梧桐沟和玉门镇等气象站的资料，该区主要气象特征如表 4.3-1 所示。

表 4.3-1 主要气候特征表

气象站	年平均降雨量 (mm)	年气温 (°C)	平均相对湿度 (%)	平均风速 (m/s)	最大年降雨量 (mm)	最大日降水量 (mm)	站区标高 (m)
马鬃山	73.1	4.4	40	4.5	157.3	42.5	1770.4
梧桐沟	70.9	7.0	35.0	4.4	139.2	32.8	1591.0
玉门镇	65.4	7.2	42.0	3.7	156.5	79.5	1526.0

建设单位在本项目和沙枣园场址安装了 CAWS600 型观测气象站，气象观测数据见表 4.3-2，风向玫瑰图见图 4.3-1，主导风向为 NNE 和 W。

表 4.3-2 气象观测站监测数据统计结果

气象站位置	平均风速 (m/s)	平均气温 (°C)	降水量 (mm)	平均湿度 (%)	平均气压 (hPa)
新场	3.87	7.60	59.20	37.08	833.66
沙枣园	4.02	6.79	67.80	38.02	856.99

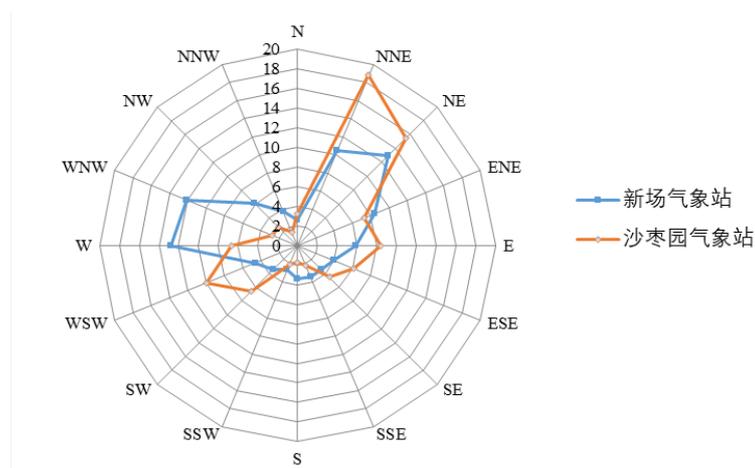


图 4.3-1 气象监测风向玫瑰图

4.4 地表水

本项目场址所在区域无常年性河流，只有季节洪水形成的沟系，由南、北两大沟系构成，之间存在明显分水岭，位于马鬃山至石板井一带以北地区。北部沟系主沟大致沿国境线展布，沟谷洪流主流向为自西向东流动，南部沟系主沟呈南西-北东方向展布，沟谷洪流主流方向为自南西向北东方向流动，最终汇入东部盆地。平时干涸，仅在暴雨期有短暂洪水，一般 1~2 日或几小时即干。较大的有芦苇沟、吐鲁沟等。

4.5 地质和水文地质

4.5.1 区域构造

场址所在区域内造山带经历多期板块裂拼形成复杂的造山带结构。以牛圈子-白云山蛇绿混杂岩带为界，将北山造山带划分为南部塔里木板块陆缘带和北部造山带 2 个一级构造单元。北部造山带仅是造山带的一部分，命名为马鬃山古生代岩浆弧，南部陆缘地区可以划分为牛圈子早古生代弧后盆地、双鹰山早古生代被动陆缘、音凹峡-后红泉晚古生代裂谷和红旗山前陆基底。其中牛圈子弧后盆地为弧后盆地构造混杂岩带或蛇绿构造混杂岩带；音凹峡-后红泉裂谷与南、北单元间均为区域性深大断裂或韧性剪切变形带，如图 4.5-1 所示。

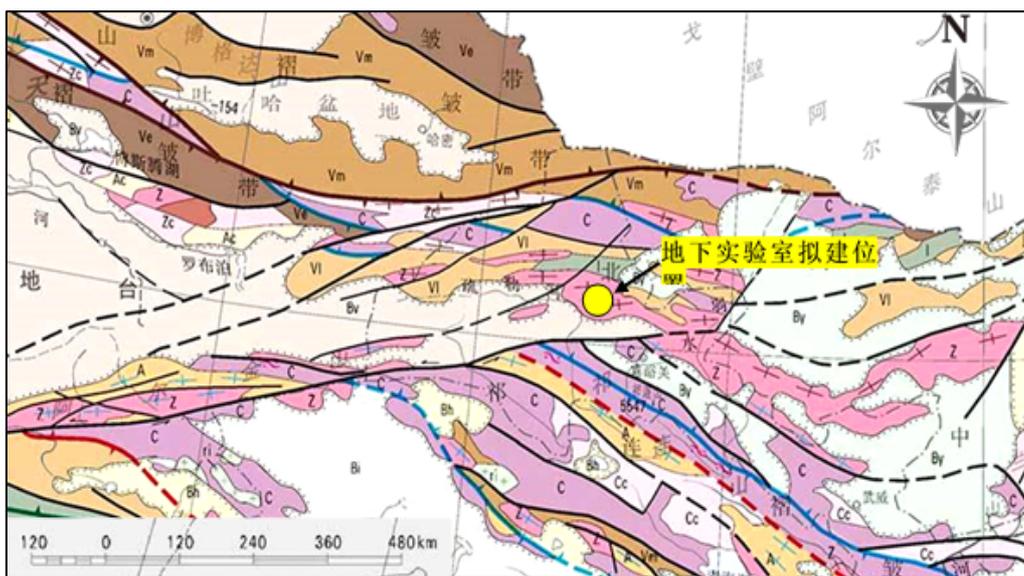


图 4.5-1 本项目场址所在区域构造图

4.5.2 地层特征

场址所在区域位于塔里木板块东北缘，是连接塔里木-中朝-西伯利亚板块的纽带，具有漫长的地质演化历程和复杂的造山带结构构造图案，因此，地层出露情况复杂。该区的地质分属天山-兴安地层区（Ⅰ级）北山地层分区（Ⅱ级）。该区出露的地层较齐全，由老到新有元古界、寒武系、奥陶系、志留系、石炭系、二叠系、侏罗系、白垩系、第三系和第四系（见表 4.5-1）。

表 4.5-1 场址区域地层划分表

年代地层			岩石地层			代号	岩石组合
界	系	统	群 / 岩群	岩组	岩段		
新生界	第四系	全新统				Qh ^{al-pl}	冲积-洪积砂土、砾石
		更新统				Qp ^{al-pl}	冲积-洪积戈壁滩砂、砾石及亚砂土
中生界	白垩系		新民堡群	炭密井泥岩组		K _{1xn} ²	含砾泥岩、粉砂质泥岩
				红柳疙瘩井砾岩组		K _{1xn} ¹	砾岩夹石英砾岩
	侏罗系			沙枣河组		J _{3s}	砾岩、长石砂岩、含砾粉砂质泥岩
				金庙沟组		J _{2jm}	砾岩、砂岩、粉砂岩、煤层及炭质泥岩
				芨芨沟组		J _{1j}	紫红色巨砾岩、岩屑砾岩、砂质泥岩
	古生界	石炭系			沙枣泉组		C _{1s}
中元古界	长城系		咸水井群			Chxs	变质中基性火山岩（玄武岩、安山岩及其凝灰岩）、变质长石砂岩、变质粉砂岩、千枚状板岩、千枚岩
下元古界	前长城系		敦煌岩群	华密山岩组	石英岩段	AnChDhy ³	白云石英岩、二长石英片岩、二云变粒岩、白云片岩、绿帘黑云石英片岩
					千枚状片岩段	AnChDhy ²	千枚状绢云黑云片岩、绢云千枚岩、二云片岩、石榴黑云片

太古界						岩、十字二云片岩、绿泥石英片岩	
				角闪片岩段	AnChDhy ¹	角闪片岩、绿泥片岩、白云片岩、石榴黑云石英岩、黑云方解片岩	
				鱼脊山岩组	大理岩段	AnChDyj ⁴	大理岩、石英大理岩、堇青黑云片岩、黑云石英片岩、黑云斜长变粒岩
					上高铝片岩段	AnChDyj ³	黑云片岩、石榴二云片岩、堇青黑云片岩、红柱黑云石英片岩
					混合岩段	AnChDyj ²	条纹状、眼球状、条带状、条痕状黑云微斜混合岩
					下高铝片岩段	AnChDyj ¹	蓝晶黑云片岩、十字石榴斜长黑云石英片岩、白云片岩
					大理岩段	AnChDdk ³	白云石大理岩、大理岩
				大口子岩组	白云石英片岩段	AnChDdk ²	白云石英片岩、石英岩、大理岩、变粒岩
					角闪片岩段*	AnChDdk ¹	角闪片岩夹变粒岩
					片岩、变粒岩段	AnChDlj ³	云母石英片岩、二云片岩、黑云变粒岩、黑云斜长石英岩
				老君庙岩组*	片麻岩段	AnChDlj ²	黑云斜长片麻岩、黑云石英片岩、黑云斜长变粒岩、疏斑一条痕状混合岩
					混合岩段	AnChDlj ¹	眼球状角闪黑云斜长片麻岩夹二云石英片岩及斜长角闪岩、

4.5.3 水文地质

一、含水层

根据《国防科工局核设施退役与放射性废物治理专项地下实验室场址水文地质专题研究》，按地下水分布的地形、地貌、岩性及地质构造条件，场址所在区域内地下水可划分为三个子系统，即基岩裂隙水子系统、孔隙-裂隙水子系统、孔隙水子系统，区域水文地质图见图4.5-2。

(1) 山地基岩裂隙水

山地基岩裂隙水是区内最主要的地下水类型，以潜水为主，地下水的埋藏深度受地形起伏的影响，地势低洼区水位埋深一般小于 5m

(如甘草井),地势较高处一般较大,多在 10m~40m 之间。含水空间主要是基岩风化裂隙和构造裂隙,因此又可划分为风化裂隙水和构造裂隙水两种类型。

(2) 沟谷洼地孔隙-裂隙水

区内沟谷洼地十分发育,沟谷洼地的主要特点是上部分布有厚度不等(一般小于 10m)的第四系砂砾石冲积层,其中含有水量较为丰富的孔隙潜水,涌水量在 100m³/d 内。一般情况下,沟谷洼地孔隙水与其下部的基岩裂隙水具有直接的水力联系,或构成一个统一的含水体系,因此也具有相同的潜水位,水位埋深一般小于 10m。

(3) 盆地孔隙-裂隙水

主要分布于区内东北部的山间盆地,这些盆地均为中、新生界盆地,广泛分布白垩系、侏罗系和第四系地层,地下水多呈层状分布,上部多为潜水,水位埋深一般在 10m 左右,主要来源是当地降水及暂时性地表水的入渗补给;下部多为基岩裂隙承压水,水位可高出地表,其主要补给来源是上游地下水的侧向补给。盆地类型地下水水量变化较大,单井最大涌水量可小于 10m³/d,也可大于 1000m³/d。水量大小取决于盆地规模、含水体系岩性及构造发育情况等。

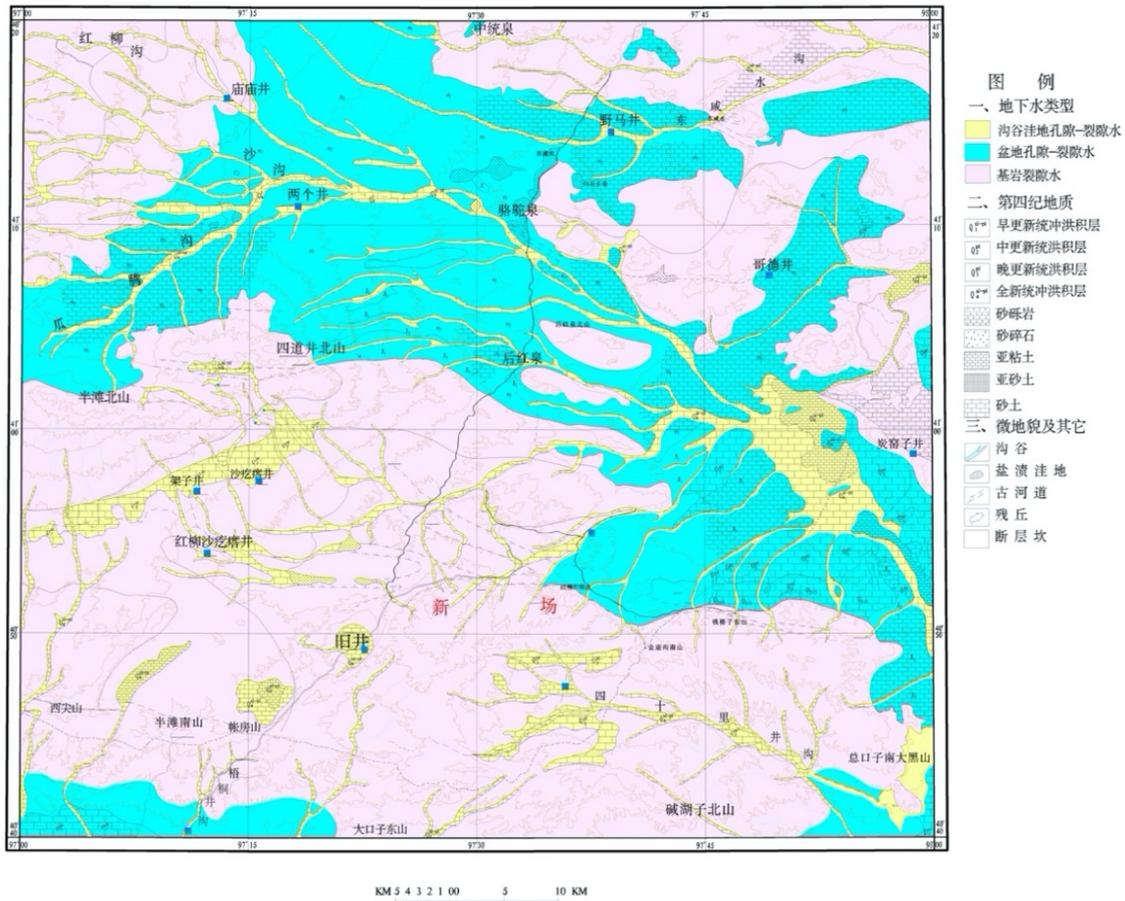


图 4.5-2 本项目及邻近地区水文地质简图

二、包气带渗透特征

根据《国防科工局核设施退役与放射性废物治理专项地下实验室场址水文地质专题研究》，本项目场址地段松散介质均分布于沟谷低洼地带，且厚度一般小于 10.00m，主要接受大气降水形成的沟谷洪流补给，其包气带渗透性决定着地下水入渗补给量，在前期的工作中，围绕山坡、平滩以及沟谷 3 类不同地貌单元开展了大量原位渗水实验工作，结果显示沟谷松散岩类孔隙介质的垂向渗透能力最强，渗透性平均值为 $1.39 \times 10^{-4} \text{m/s}$ ，是区内降水转化为浅部地下水的重要途径。结合本项目场址附近断裂构造附近均分布沟谷等特点，基于 Guelph 入渗仪，开展了断裂构造带表层渗透实验研究，结果显示，沟谷沉积物的垂向渗透性明显大于断裂构造破碎带的渗透性，断裂构造破碎带的渗透性平均值仅为 $4.01 \times 10^{-6} \text{m/s}$ ，渗透能力差。断裂构造带破碎带

大多以粉砂为主，矿物组分多含有粘土矿物，使得其渗透性相对较小。

三、浅地表岩体渗透特征

根据水文地质实验，深度大于 80m 段的渗透性明显偏低，均低于 $1.00 \times 10^{-7} \text{m/s}$ ；浅部裂隙相对发育，但大多渗透性偏高的也仅分布于 $1.00 \times 10^{-7} \sim 1.00 \times 10^{-6} \text{m/s}$ ，为弱透水性岩体，仅局部小于 50m 的浅部分布中等透水段。可见本项目场址及邻近地区构造断裂的规模和影响范围小，浅部受风化裂隙影响，渗透性高于深部，但总体上呈现低渗透特征。

总体上，深钻孔水文地质实验段渗透系数在 $1.00 \times 10^{-12} \sim 1.00 \times 10^{-8} \text{m/s}$ 区间分布较为集中，0~200m 深度范围内渗透性等级达到微透水及以上，200m 深度以下绝大部分实验段渗透性等级为极微透水。深部地下水水头与浅部地下水的水头存在明显差异，推测岩体内浅部地下水与深部地下水之间水力联系弱，导致深部地下水接受浅部补给慢。

四、深部完整岩体渗透特征

根据构造深钻孔中的水文地质实验结果，以及直孔的钻孔水文地质实验数据，总体上，地下实验室本项目场址范围内岩体完整性好，渗透系数低于 $1.00 \times 10^{-8} \text{m/s}$ ，渗透性极低，以极微透水性岩体为主。

本项目场址内完整岩体仅局部发育少量裂隙，为低渗透性岩体，该特征对于地下实验室建设是十分有利的。

五、地下水化学特征

地下水在不同的水动力和水岩作用条件下，水文地球化学类型可分为三类：I区水化学型主要为 $\text{Cl} \cdot \text{SO}_4 \cdot \text{Na}$ 型和 $\text{SO}_4 \cdot \text{Cl} \cdot \text{Na}$ ，TDS 较高，平均 6.86g/L，区内绝大部分的浅部地下水都属此类型水，以高矿化度的咸水和微咸水为主。II区水化学型无绝对优势的水化学类型，主要为 $\text{Cl} \cdot \text{SO}_4 \cdot \text{Na} \cdot \text{Ca}$ 型或 $\text{Cl} \cdot \text{SO}_4 \cdot \text{Na}$ 型，相比I区，阴离子中 HCO_3^- 含量相对较高， Cl^- 和 SO_4^{2-} 含量较少，TDS 较低，其形成原因主要是其

位于山丘区沟谷上游地段，地下水径流途径短，接受大气降水补给条件较好，水循环交替迅速，同时沟谷地形切割较深，地下水受蒸发影响较弱，从而分布有少量淡水，总体上该类型的水量较小；III区水化学型主要为 $\text{HCO}_3\cdot\text{SO}_4\text{-Ca}$ 和 $\text{HCO}_3\text{-Ca}$ 型，溶解性总固体(TDS)较低，平均 96.43mg/L，该类为大气降水。

4.6地震

本项目场址位于北山地震构造区，其地震活动、构造活动相对较弱，最大弥散地震为 5.5 级。场址区域无能动性断层，场址 5km 范围内没有记录到 2.0 级以上地震。

本项目场址区域所在岩体的核心部位，冲沟切割浅，山体浑圆，发生岩体崩塌等地震地质灾害的可能性极小，也不存在其它可能破坏地下实验室设施系统完整性、改变地下水流状态和通道的地质灾害。

因此，场区地震安全条件属于抗震有利地段。

5 环境现状调查与评价

本项目非放射性环境质量现状监测工作由甘肃蓝博检测科技有限公司承担，监测时间为2016年11月和2017年6月；生态现状调查工作由兰州大学承担，调查时间为2019年5月、8月和2020年1月；放射性环境本底调查工作甘肃省核与辐射安全中心承担，调查时间为2016年11月；电磁环境质量本底监测由核工业北京地质研究院承担，监测时间为2019年9月13日~14日。

5.1 环境空气

2016年11月12~18日对本项目场址所在区域内的环境空气质量现状进行了监测，连续监测7天，每天连续24小时监测。

5.1.1 监测点位

监测点位如下表 5.1-1 所示：

表 5.1-1 环境空气监测点位、监测项目一览表

编号	监测点位	相对厂址方位	距离 (km)	布点原则	监测项目
1	1#上风向 (N: 40°45'52"; E: 97°30'22")	SW	5.0	上风向对照点	TSP、SO ₂ 、PM ₁₀ 、NO ₂ 四项，同步记录风向、风速、气温、气压。
2	2#下风向 (N: 40°49'32"; E: 97°34'18")	NNE	4.0	下风向	
3	3#下风向 (N: 40°48'25"; E: 97°36'28")	NE	7.75	下风向	
4	4#下风向 (N: 40°46'59"; E: 97°35'39")	SE	3.42	下风向	

5.1.2 监测因子及分析方法

按照相关国家标准要求进行采样容器的准备、现场采样及实验室分析，具体检测方法见表 5.1-2。

表 5.1-2 环境空气检测分析方法一览表

序号	检测项目	分析方法	方法依据
1	TSP	重量法	GB/T 15432-1995

序号	检测项目	分析方法	方法依据
2	SO ₂	甲醛吸收-盐酸副玫瑰苯胺分光光度法	HJ 482-2009
3	PM ₁₀	重量法	HJ 618-2011
4	NO ₂	盐酸萘乙二胺分光光度法	HJ 479-2009

5.1.3 监测时间及频率

监测时间为 2016 年 11 月 12~18 日，连续监测 7 天，每天连续 24 小时监测，其中 TSP、PM₁₀ 每天采样不少于 12 小时；SO₂、NO₂ 每天采样不少于 18 小时。监测同时记录风速、风向、气温、气压和天气状况等常规气象要素。

5.1.4 评价标准

评价标准见表 5.1-3。

表 5.1-3 环境空气质量标准

污染物	平均时间	二级标准
		浓度限值(μg/Nm ³)
SO ₂	24 小时平均	150
	1 小时平均	500
NO ₂	24 小时平均	80
	1 小时平均	200
TSP	24 小时平均	300
PM ₁₀	24 小时平均	150
PM _{2.5}	24 小时平均	75

5.1.5 评价方法

采用单因子评价指数法，其单项参数 i 在第 j 点的评价指数为：

$$S_{i,j} = C_{i,j} / C_{s,i}$$

式中：S_{i,j}—单项标准指数

C_{i,j}—实测值

C_{s,i}—项目评价标准

5.1.6 监测结果统计及评价

① SO₂：各监测点 SO₂ 监测数据统计结果见表 5.1-4。

表 5.1-4 SO₂ 监测数据统计表

序号	监测点	日均浓度范围 ($\mu\text{g}/\text{m}^3$)	样本 个数	超标 个数	超标 率 (%)	最大浓度占标 率 ^[6] (%)
1	1#上风 向	16~22	7	0	0	14.67
2	2#下风 向	21~27	7	0	0	18.00
3	3#下风 向	20~26	7	0	0	17.33
4	4#下风 向	18~24	7	0	0	16.00
合计		16~27	28	0	0	18.00

由表 5.1-4 可知：4 个监测点连续监测 7 天，共得到日均值 28 个，其浓度范围在 16~27 $\mu\text{g}/\text{Nm}^3$ 之间，均未超过环境空气质量一级标准（150 $\mu\text{g}/\text{Nm}^3$ ），最大浓度占标率 18%。

② NO₂: 各监测点 NO₂ 监测数据统计结果见表 5.1-5。

表 5.1-5 NO₂ 测数据统计表

序号	监测点	日均浓度范 围 ($\mu\text{g}/\text{Nm}^3$)	样 本 个 数	超 标 个 数	超 标 率 (%)	最 大 浓 度 占 标 率 (%)
1	1#上风 向	17~22	7	0	0	27.5
2	2#下风 向	23~28	7	0	0	35.00
3	3#下风 向	21~27	7	0	0	33.75
4	4#下风 向	18~24	7	0	0	30.00
合计		17~28	28	0	0	35.00

由表 5.1-5 可知：4 个监测点连续监测 7 天，共得到日均值 28 个，其浓度范围在 17~28 $\mu\text{g}/\text{Nm}^3$ 之间，均未超过环境空气质量一级标准（80 $\mu\text{g}/\text{Nm}^3$ ），最大浓度占标率为 35%。

③ PM₁₀: 各监测点 PM₁₀ 日均浓度监测数据统计结果见表 5.1-6。

表 5.1-6 PM₁₀ 监测数据统计表

序号	监测点	日均浓度范围 ($\mu\text{g}/\text{Nm}^3$)	样本 个数	超标 个数	超标率 (%)	最大浓度占标 率 (%)
1	1#上风向	42~59	7	0	0	39.33
2	2#下风向	67~97	7	0	0	64.67
3	3#下风向	56~92	7	0	0	61.33
4	4#下风向	41~68	7	0	0	45.33
合计		41~97	28	0	0	64.67

由表 5.1-6 可知：4 个监测点连续监测 7 天，其浓度范围在 41~97 $\mu\text{g}/\text{Nm}^3$ 之间，监测值超过环境空气质量二级标准(150 $\mu\text{g}/\text{Nm}^3$) 的有 0 个，超标率 0%，最大浓度占标率 64.67%。

④ TSP: 各监测点 TSP 日均浓度监测数据统计结果见表 5.1-7。

表 5.1-7 TSP 监测数据统计表

序号	监测点	日均浓度范围 ($\mu\text{g}/\text{Nm}^3$)	样本 个数	超标 个数	超标率 (%)	最大浓度占标 率 (%)
1 #	1#上风向	81~113	7	0	0	37.67
2 #	2#下风向	129~187	7	0	0	62.33
3 #	3#下风向	108~177	7	0	0	59.00
4 #	4#下风向	88~131	7	0	0	43.67
合计		81~187	28	0	0	62.33

由表 5.1-7 可知：4 个监测点连续监测 7 天，共得到日均值 28 个，其浓度范围在 81~187 $\mu\text{g}/\text{Nm}^3$ 之间，监测值超过环境空气质量二级标准(300 $\mu\text{g}/\text{Nm}^3$) 的有 0 个，超标率 0%，最大浓度占标率 62.33%。

5.2 地下水环境

2016 年 11 月 22~24 日对本项目场址所在区域地下水环境质量现状进行了监测，连续监测 3 天，每天监测 1 次。

5.2.1 点位布置

监测点的方位、距离及监测点布设见表 5.2-1。

表 5.2-1 下水监测点位、监测项目一览表

编号	监测点位	相对厂址方位	距离 (km)	类型	监测层位
1	BS05 钻孔 (N: 40°51'14"; E: 97°31'19")	NW	7.39	钻孔	/
2	BS08 钻孔 (N: 40°50'59"; E: 97°33'01")	N	7.19	钻孔	/
3	四十里井 (N: 40°47'36"; E: 97°35'38")	E	3.16	水井	/
4	旧井 (N: 40°49'31"; E: 97°22'44")	NW	15.56	水井	/

5.2.2 监测项目

pH、总硬度、溶解性总固体、硫酸盐、氯化物、铁、锰、高锰酸盐指数、氨氮、硝酸盐（以 N 计）、亚硝酸盐（以 N 计）、氟化物、汞、砷、六价铬、总大肠菌群、细菌总数共 17 项。

5.2.3 监测时间

监测时间为 2016 年 11 月 22~24 日，连续监测 3 天，每天监测 1 次。

5.2.4 分析检测方法

按照《地下水环境监测技术规范》（HJ/T 164-2004）、《地下水质量标准》（GB/T 14848-93）及相关国家标准要求进行采样容器的准备、现场采样及实验室分析，具体方法见表 5.2-2。

表 5.2-2 地下水检测分析方法一览表

序号	检测项目	分析方法	方法依据
1	pH 值	玻璃电极法	GB 6920-86
2	高锰酸盐指数	滴定法	GB 11892-89
3	溶解性总固体	重量法	《水和废水监测分析方法》 (第四版) 国家环境保护总局 (2002 年)
4	总硬度	EDTA 滴定法	GB 7477-87

序号	检测项目	分析方法	方法依据
5	硝酸盐	紫外分光光度法	HJ/T 346-2007
6	亚硝酸盐	分光光度法	GB 7493-87
7	氨氮	纳氏试剂分光光度法	HJ 535-2009
8	氟化物	离子选择电极法	GB 7484-87
9	氯化物	硝酸银滴定法	GB 11896-89
10	硫酸盐	铬酸钡分光光度法	HJ/T 342-2007
10	硫酸盐	铬酸钡分光光度法	HJ/T 342-2007
11	砷	原子荧光法	HJ 694-2014
12	汞		
13	铁	火焰原子吸收分光光度法	GB 11911-89
14	锰		
15	六价铬	二苯碳酰二肼分光光度法	GB 7467-87
16	总大肠菌群	多管发酵法	《水和废水监测分析方法》 (第四版) 国家环境保护总局 (2002年)
17	细菌总数	倾注平板培养法	

5.2.5 监测结果

监测结果见表 5.2-3。

5.2.6 评价方法

评价方法采用标准指数法进行评价。标准指数 >1 ，表明该水质因子已超过了规定的水质标准，指数值越大，超标越严重。标准指数计算公式分为以下两种情况：

a) 对于评价标准为定值的水质因子，其标准指数计算公式：

$$P_i = \frac{C_i}{C_{oi}}$$

式中： P_i ——第*i*项评价因子的单因子污染指数；

C_i ——第*i*项评价因子的实测浓度值，mg/L；

C_{oi} ——第*i*项评价因子的评价标准，mg/L。

b) 对于评价标准为区间值的水质因子（如 pH 值），其标准指数计算公式：

$$S_{pH_j} = \frac{7.0 - pH_j}{7.0 - pH_{sd}} \quad (pH_j \leq 7)$$

$$S_{pH_j} = \frac{pH_j - 7.0}{pH_{su} - 7.0} \quad (pH_j > 7)$$

式中： S_{pH_j} ——pH 在第 j 点的标准指数；

pH_{sd} ——水质标准中 pH 值的下限；

pH_{su} ——水质标准中 pH 值的上限；

pH_j ——第 j 点 pH 值的平均值。

5.2.7 评价结果

评价结果见表 5.2-4。

表 5.2-3 地下水水质监测结果

采样点位	采样日期	pH 值	高锰酸盐指数	溶解性总固体	总硬度	硝酸盐	亚硝酸盐	氨氮	氟化物	氯化物	硫酸盐	砷	汞	铁	锰	六价铬	总大肠菌群	细菌总数
		无量纲	mg/L	mg/L	mg/L	mg/L	mg/L	mg/L	mg/L	mg/L	mg/L	mg/L	mg/L	mg/L	mg/L	mg/L	mg/L	个/L
BS05 钻孔	2016.11.22	7.23	0.8	1324	639	3.05	0.003L	0.063	0.30	360	279	0.0003L	0.00004L	0.128	0.010L	0.004L	<3	36
	2016.11.23	7.20	1.0	1288	647	3.07	0.003L	0.069	0.36	354	282	0.0003L	0.00004L	0.130	0.010L	0.004L	<3	55
	2016.11.24	7.24	0.9	1280	639	3.03	0.003L	0.057	0.24	350	275	0.0003L	0.00004L	0.132	0.010L	0.004L	<3	49
	均值	7.22	0.9	1297	642	3.05	0.003L	0.063	0.30	355	279	0.0003L	0.00004L	0.130	0.01L	0.004L	<3	47
BS08 钻孔	2016.11.22	7.41	1.1	1272	635	3.07	0.005	0.025L	0.35	350	275	0.0003L	0.00004L	0.137	0.010L	0.004L	<3	45
	2016.11.23	7.44	1.4	1284	631	3.05	0.006	0.025L	0.28	356	272	0.0003L	0.00004L	0.135	0.010L	0.004L	<3	38
	2016.11.24	7.42	1.3	1268	627	3.03	0.008	0.025L	0.22	358	268	0.0003L	0.00004L	0.133	0.010L	0.004L	<3	58
	均值	7.42	1.3	1275	631	3.05	0.006	0.025L	0.28	355	272	0.0003L	0.00004L	0.135	0.01L	0.004L	<3	47

续表 5.2-3 地下水水质监测结果

采样点位	采样日期	pH值	高锰酸盐指数	溶解性总固体	总硬度	硝酸盐	亚硝酸盐	氨氮	氟化物	氯化物	硫酸盐	砷	汞	铁	锰	六价铬	总大肠菌群	细菌总数
		无量纲	mg/L	mg/L	mg/L	mg/L	mg/L	mg/L	mg/L	mg/L	mg/L	mg/L	mg/L	mg/L	mg/L	mg/L	mg/L	个/L
四十里井	2016.11.22	7.93	2.7	1488	699	3.85	0.009	0.086	0.38	425	265	0.0003L	0.00004L	0.141	0.010L	0.004L	<3	45
	2016.11.23	7.91	2.5	1476	695	3.79	0.005	0.08	0.32	422	262	0.0003L	0.00004L	0.138	0.010L	0.004L	<3	67
	2016.11.24	7.95	2.1	1470	691	3.89	0.004	0.074	0.26	420	260	0.0003L	0.00004L	0.140	0.010L	0.004L	<3	39
	均值	7.93	2.4	1478	695	3.84	0.006	0.08	0.32	422	262	0.0003L	0.00004L	0.140	0.01L	0.004L	<3	50
旧井	2016.11.22	6.94	0.9	1970	986	1.48	0.005	0.063	0.36	701	278	0.0003L	0.00004L	0.125	0.010L	0.004L	<3	68
	2016.11.23	6.98	1.4	1953	974	1.51	0.008	0.069	0.48	696	270	0.0003L	0.00004L	0.123	0.010L	0.004L	<3	72
	2016.11.24	6.95	1.1	1962	980	1.49	0.004	0.063	0.43	698	269	0.0003L	0.00004L	0.121	0.010L	0.004L	<3	88
	均值	6.96	1.1	1962	980	1.49	0.006	0.065	0.42	698	272	0.0003L	0.00004L	0.123	0.01L	0.004L	<3	76

表 5.2-4 地下水水质评价一览表

监测 点位	采样 日期	名称	pH 值	高锰酸 盐指数	溶解性 总固体	总硬度	硝酸盐	亚硝酸 盐	氨氮	氟化物	氯化物	硫酸盐	砷	汞	铁	锰	六价铬	总大肠 菌群	细菌总 数
BS05 钻孔	11.22	标准指数	0.15	0.27	1.32	1.42	0.15	/	0.32	0.3	1.44	1.12	/	/	0.43	/	/	/	0.36
		超标倍数	0	0	0.32	0.42	0	0	0	0	0	0.44	0.12	0	0	0	0	0	0
	11.23	标准指数	0.13	0.33	1.29	1.44	0.15	/	0.35	0.36	1.42	1.13	/	/	0.43	/	/	/	0.55
		超标倍数	0	0	0.29	0.44	0	0	0	0	0	0.42	0.13	0	0	0	0	0	0
	11.24	标准指数	0.16	0.3	1.28	1.42	0.15	/	0.29	0.24	1.40	1.10	/	/	0.44	/	/	/	0.49
		超标倍数	0	0	0.28	0.42	0	0	0	0	0	0.40	0.10	0	0	0	0	0	0
BS08 钻孔	11.22	标准指数	0.27	0.37	1.27	1.41	0.15	0.25	/	0.35	1.40	1.10	/	/	0.46	/	/	/	0.45
		超标倍数	0	0	0.27	0.41	0.00	0	0	0	0.40	0.10	0	0	0	0	0	0	0
	11.23	标准指数	0.29	0.47	1.28	1.40	0.15	0.30	/	0.28	1.42	1.09	/	/	0.45	/	/	/	0.38
		超标倍数	0	0	0.28	0.40	0	0	0	0	0.42	0.09	0	0	0	0	0	0	0
	11.24	标准指数	0.28	0.43	1.27	1.39	0.15	0.40	/	0.22	1.43	1.07	/	/	0.44	/	/	/	0.58
		超标指数	0	0	0.27	0.39	0	0	0	0	0.43	0.07	0	0	0	0	0	0	0
四十里 井	11.22	标准指数	0.62	0.90	1.49	1.55	0.19	0.45	0.43	0.38	1.70	1.06	/	/	0.47	/	/	/	0.45
		超标倍数	0	0	0.49	0.53	0	0	0	0	0.70	0.06	0	0	0	0	0	0	0
	11.23	标准指数	0.61	0.83	1.48	1.54	0.19	0.25	0.40	0.32	1.69	1.05	/	/	0.46	/	/	/	0.67
		超标倍数	0	0	0.48	0.54	0	0	0	0	0.69	0.05	0	0	0	0	0	0	0
	11.24	标准指数	0.63	0.70	1.47	1.54	0.19	0.20	0.37	0.26	1.68	1.04	/	/	0.47	/	/	/	0.39
		超标倍数	0	0	0.47	0.54	0	0	0	0	0.68	0.04	0	0	0	0	0	0	0

监测 点位	采样 日期	名称	pH 值	高锰酸 盐指数	溶解性 总固体	总硬度	硝酸盐	亚硝酸 盐	氨氮	氟化物	氯化物	硫酸盐	砷	汞	铁	锰	六价铬	总大肠 菌群	细菌总 数
旧井	11.22	标准指数	0.12	0.30	1.97	2.19	0.07	0.25	0.32	0.36	2.80	1.11	/	/	0.42	/	/	/	0.68
		超标倍数	0	0	0.97	1.19	0	0	0	0	0	1.80	0.11	0	0	0	0	0	0
	11.23	标准指数	0.04	0.47	1.95	2.16	0.08	0.4	0.35	0.48	2.78	1.08	/	/	0.41	/	/	/	0.72
		超标倍数	0	0	0.95	1.16	0	0	0	0	0	1.78	0.08	0	0	0	0	0	0
	11.24	标准指数	0.10	0.37	1.96	2.18	0.07	0.2	0.32	0.43	2.79	1.08	/	/	0.4	/	/	/	0.88
		超标倍数	0	0	0.96	1.18	0	0	0	0	0	1.79	0.08	0	0	0	0	0	0

5.3 声环境

5.3.1 监测点布置

本次评价分别在地下实验室拟建场地厂界东、南、西、北共布置 11 个监测点；在北山营地布设 1 个监测点。监测布点详见表 5.3-1。

表 5.3-1 噪声监测布点一览表

监测类别	监测点位置		监测点编号	监测项目	监测时间与频次
噪声	科研管理区	东厂界	东-ZS-1-1-1、东-ZS-1-1-2、东-ZS-1-2-1、东-ZS-1-2-2、东-ZS-2-1-1、东-ZS-2-1-2、东-ZS-2-2-1、东-ZS-2-2-2、东-ZS-3-1-1、东-ZS-3-1-2、东-ZS-3-2-1、东-ZS-3-2-2	等效连续 A 声级	2016 年 11 月 14 日~15 日，昼夜各一次
噪声	运行维护区	南厂界	南-ZS-1-1-1、南-ZS-1-1-2、南-ZS-1-2-1、南-ZS-1-2-2、南-ZS-2-1-1、南-ZS-2-1-2、南-ZS-2-2-1、南-ZS-2-2-2	等效连续 A 声级	2016 年 11 月 14 日~15 日，昼夜各一次
		西厂界	西-ZS-1-1-1、西-ZS-1-1-2、西-ZS-1-2-1、西-ZS-1-2-2、西-ZS-2-1-1、西-ZS-2-1-2、西-ZS-2-2-1、西-ZS-2-2-2、西-ZS-3-1-1、西-ZS-3-1-2、西-ZS-3-2-1、西-ZS-3-2-2		
		北厂界	北-ZS-1-1-1、北-ZS-1-1-2、北-ZS-1-2-1、北-ZS-1-2-2、北-ZS-2-1-1、北-ZS-2-1-2、北-ZS-2-2-1、北-ZS-2-2-2、北-ZS-3-1-1、北-ZS-3-1-2、北-ZS-3-2-1、北-ZS-3-2-2		
		北山营地	敏感点-ZS-1-1-1、敏感点-ZS-1-1-2、敏感点-ZS-1-2-1、敏感点-ZS-1-2-2		

5.3.2 监测时间和频率

2016 年 11 月 14 日~15 日，连续监测两天，每天昼夜各监测一次。

5.3.3 监测方法

监测方法按《声环境质量标准》（GB 3096-2008）中规定进行。

5.3.4 评价标准

执行《声环境质量标准》（GB3096-2008）1 类区标准，环境噪

声限值见表 5.3-2。

表 5.3-2 环境噪声限值 单位：dB(A)

类别	昼间	夜间
1类	55	45

5.3.5评价方法

现状评价采用实测噪声监测值(L_{eq})与相应标准值对比的方法进行。

5.3.6评价结果

噪声监测结果见表 5.3-3。

表 5.3-3 声环境质量监测结果 单位：dB (A)

检测点位			检测结果 L _{eq}			
			2016.11.14		2016.11.15	
			昼间	夜间	昼间	夜间
厂界 噪声	北侧	1#	36.2	34.9	37.7	35.0
		2#	36.0	34.7	37.1	34.9
		3#	35.9	34.7	36.3	34.8
	西侧	1#	36.9	35.0	37.0	34.8
		2#	37.0	36.3	37.3	35.4
		3#	36.3	35.0	36.5	34.7
	南侧	1#	36.9	35.7	37.2	35.9
		2#	37.0	34.9	37.2	35.2
	东侧	1#	36.6	35.2	37.3	35.5
		2#	36.3	34.8	37.2	34.5
		3#	35.9	34.7	36.6	35.3
	北山营地(敏感点)		35.6	34.7	36.1	35.2

由监测结果可知，厂界噪声昼间在 36.0~37.7dB(A) 之间、夜间在 34.5~35.9dB(A) 之间，满足《声环境质量标准》(GB 3096-2008) 中 1 类标准。环境敏感点噪声昼间在 35.6~36.6dB(A) 之间、夜间在 34.7~35.3dB(A) 之间，满足《声环境质量标准》(GB 3096-2008) 中 1 类标准。

5.4 生态环境

本项目的生态环境现状调查采用了资料收集、遥感调查、现场勘查、公众咨询、生态监测等手段。其中遥感调查的调查范围以地下实验室为中心 10km 以及进场道路、供水管线两侧 300m 范围，主要工作内容包括调查区遥感解译植被类型、土壤侵蚀和土地利用现状等；现场勘查、公众咨询、生态监测委托兰州大学生命科学学院于 2019 年~2020 年完成，调查范围以地下实验室场址为中心 5km 以及进场道路两侧 1km 范围，调查的主要内容包括调查区植物类型、不同植物群落类型的生物量、野生动植物的种类、分布和季节变化，以及珍稀濒危及受保护动植物等敏感物种及分布现状、调查受保护野生动物迁徙通道等。

5.4.1 区域生态功能区划及生态问题

依据《甘肃省生态功能区划》（甘肃省环境保护局，2004 年 10 月），地下实验室、输水管线和部分进场道路所在区域属内蒙古中西部干旱荒漠生态区——北山风蚀荒漠生态亚区——马鬃山风蚀荒漠牧业、采矿生态功能区，还有部分进场道路跨越玉门镇荒漠风蚀控制生态功能区。

地下实验室所在生态功能区功能特点：马鬃山风蚀荒漠牧业、采矿生态功能是北山山地的主体，包括北部的星星峡—马庄山高地、中东部的马鬃山高地和小马鬃山高地、东南部的西尖山—华窑山高地等。为一系列起伏的干燥剥蚀中低山，山间为谷地所分割。因气候干旱，降水少，无明显的河流，广布干河床，但有一定的地下水，多在低洼地以泉的形式溢出。区内植被以荒漠为主，在海拔较高的山地分部有荒漠草原，在低洼地发育着盐生草甸。

区域生态问题：根据生态功能区划及现场调查，项目所在地主要为干旱荒漠生态区，地表为砾石所覆盖，属荒漠分类中的戈壁（或称岩漠），区域的主要生态环境问题是风蚀剧烈，区内几无固定居民，

草场面积大但缺水源。

场址所在地生态问题: 本项目在甘肃省水土保持区划中属于北方风沙区的马鬃山戈壁荒漠风沙区, 水土流失类型主要为风蚀, 场址所在区域物种多样性低, 动植物资源贫乏, 缺少特有或特色物种, 未发现入侵物种。按照气候特点属温带干旱、极干旱荒漠, 按所在地基质条件属于砾石(砂)质荒漠(戈壁荒漠)。

经实地调查和相关部门审查, 该项目地面设施选址、进场道路、供电线路和输水管线不涉及金塔县、玉门市、肃北县的自然保护区、国家公园、风景名胜区、水源地保护区和文物保护区。

5.4.2 土地利用现状

本项目场址所在的北山地区属于低山丘陵区, 山地约占 36%, 戈壁盆地约占 64%。主要为微切割的中低山、丘陵与浅平洼地、沟谷相间排列。除马鬃山地区外, 地形相对平缓。北山已达夷平状态, 洪积与剥蚀平地面积已超过了干燥剥蚀山地。因气候干燥、极度风蚀, 山地岩石及山麓砾石裸露, 荒漠连片, 植被稀少, 形成典型的岩漠戈壁景观。

现场勘查表明: 场址所在区域地处戈壁及低山区, 人口极其稀少, 10km 范围内只有两户牧民, 没有基础设施。地表以裸露基岩为主, 沟谷中有少量沉积物, 没有可供耕作土地等。参照全国土地利用现状调查技术规程和全国土地利用现状分类系统, 结合现场勘查, 地下实验室调查范围可划分为 5 个类型: 中覆盖度植被区、低覆盖度植被区、沙地、裸土地和裸岩石砾地。进场道路调查范围的土地利用类型可划分为低覆盖度植被区、沙地、裸土地和裸岩石砾地; 供水管线调查范围的土地利用类型可划分为中覆盖度植被区、低覆盖度植被区、沙地、裸土地和裸岩石砾地。

本项目场址、进场道路及供水管线的土地利用现状情况见图 5.4-3~图 5.4-5。

图 5.4-3 地下实验室场址调查范围内土地利用现状

由图 5.4-3 可知，场址周围评价区内主要以裸岩石砾地为主，面积约 29175.6 公顷，占调查区总面积的 73%，低覆盖度植被区面积约 3291.4 公顷，中覆盖度植被区面积约 6.7 公顷，裸土地面积约 742.5 公顷，沙地面积约 6751.6 公顷。



图 5.4-4 (1) 进场道路（路段 1）沿线土地利用现状



图 5.4-4 (2) 进场道路（路段 2）沿线土地利用现状



图 5.4-4 (3) 进场道路（路段 3）沿线土地利用现状

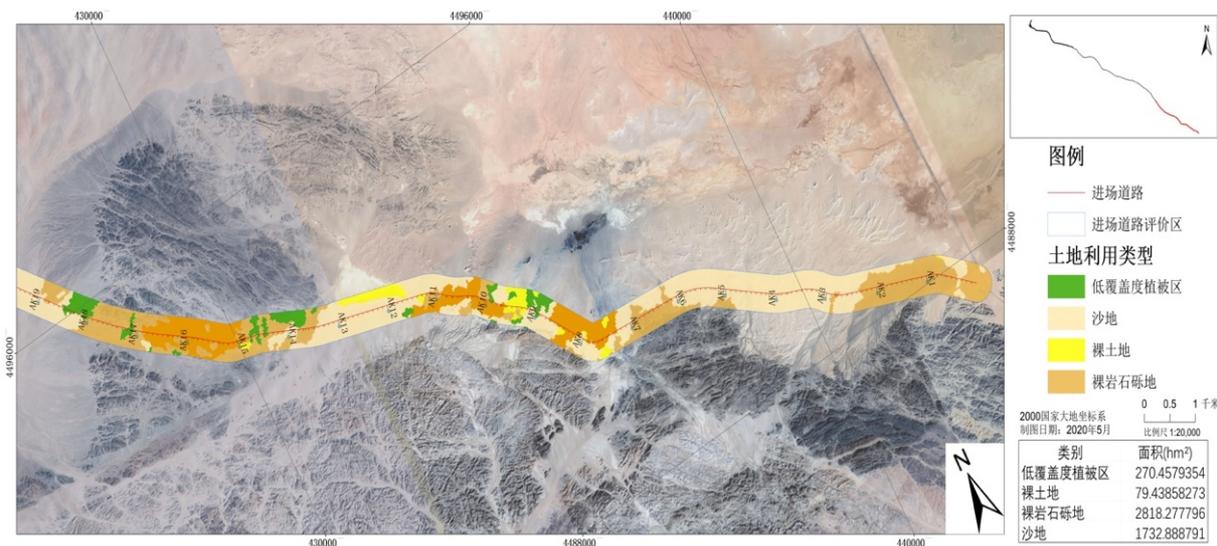


图 5.4-4 (4) 进场道路（路段 4）沿线土地利用现状

由图 5.4-4 可知，进场道路调查区的土地利用主要以裸岩石砾地为主，面积约 2818 公顷，占调查区总面积的 57.5%，低覆盖度植被区面积约 270 公顷，裸土地面积约 79 公顷，沙地面积约 1733 公顷。

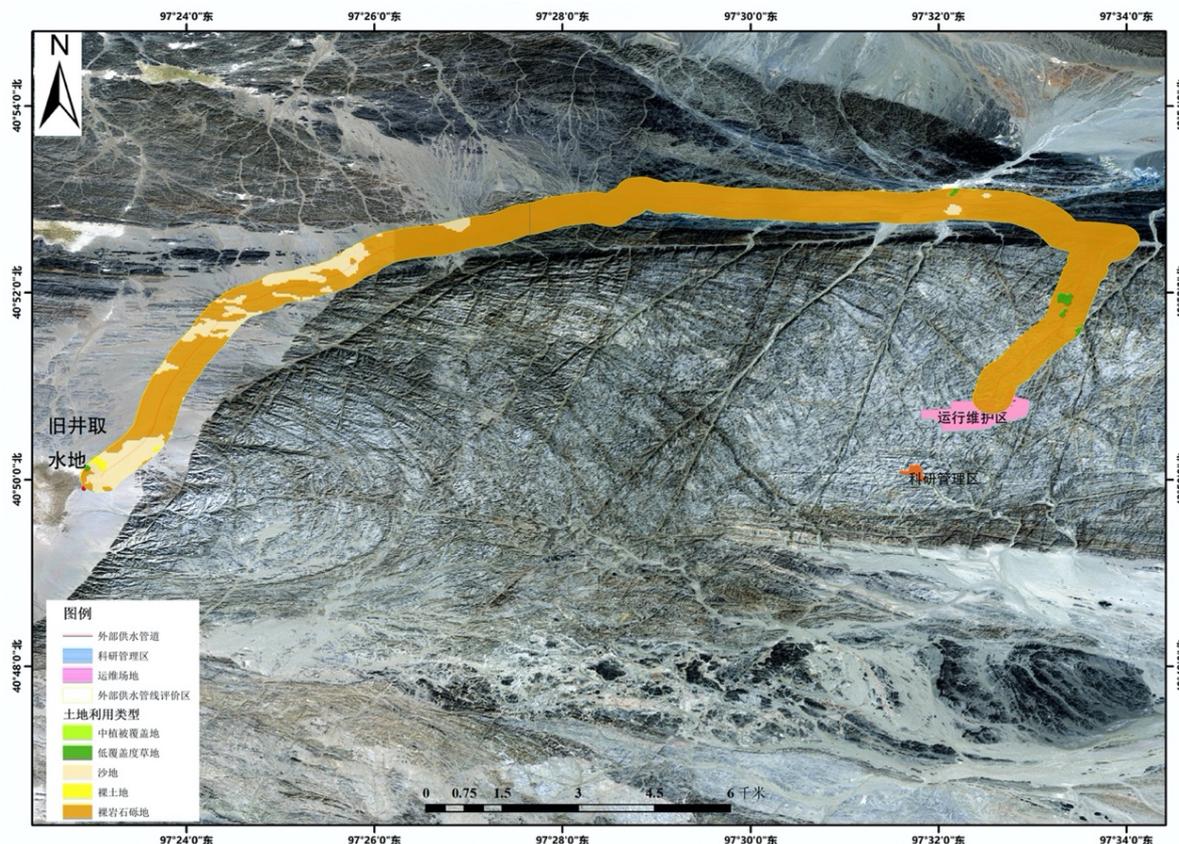


图 5.4-5 供水管线沿线土地利用现状

由图 5.4-5 可知，供水管线周围评价区的土地利用主要以裸地和沙地为主，区内的低覆盖度植被区面积约 8.67 公顷，中覆盖度植被区面积约 0.1 公顷，裸土地面积约 4.63 公顷，裸岩石砾地面积约 1156.84 公顷，沙地面积约 157.31 公顷。

5.4.3 植被现状

本次生态植被调查对地面工程 10km 范围内以及进场道路、供水管线沿线两侧各 300m 范围进行了植被现状遥感解译，兰州大学对场址 5km 范围内的植被现状进行了实地踏勘和样方调查，调查时间为 2019 年 5~8 月。

本项目场址、进场道路及供水管线的植被类型情况见图 5.4-6~图 5.4-8。

图 5.4-6 地下实验室场址调查范围内植被类型

由图 5.4-6 可知，场址调查范围内的主要植被类型为膜果麻黄荒漠、合头草荒漠、泡泡刺荒漠和中亚紫菀木荒漠，其中，膜果麻黄荒漠面积约为 2271.2 公顷，合头草荒漠面积约为 962.0 公顷，泡泡刺荒漠面积约为 27.5 公顷，中亚紫菀木荒漠面积约为 37.4 公顷。



图 5.4-7 (1) 进场道路 (路段 1) 沿线植被类型

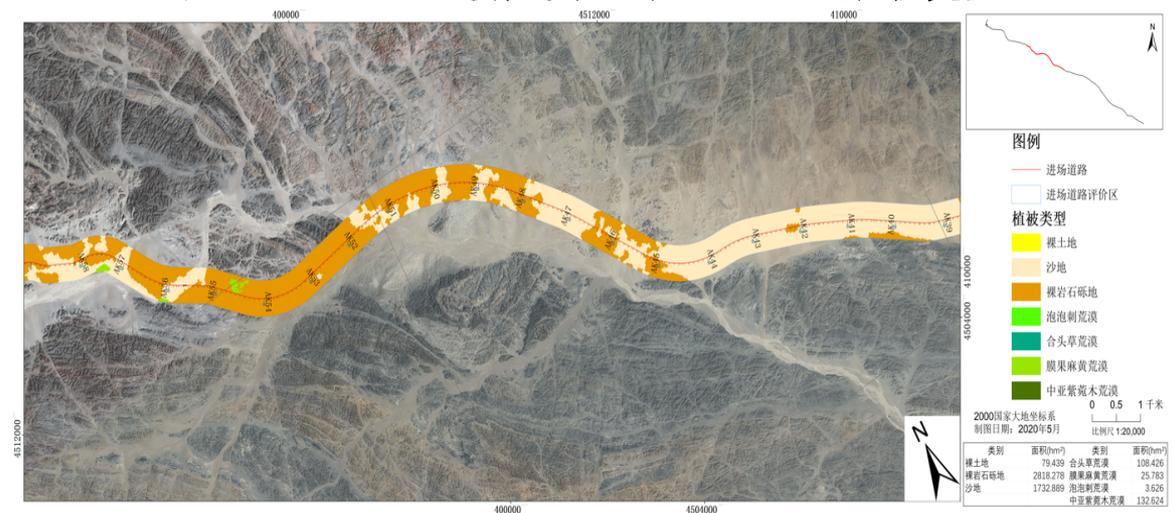


图 5.4-7 (2) 进场道路 (路段 2) 沿线植被类型



图 5.4-7 (3) 进场道路 (路段 3) 沿线植被类型

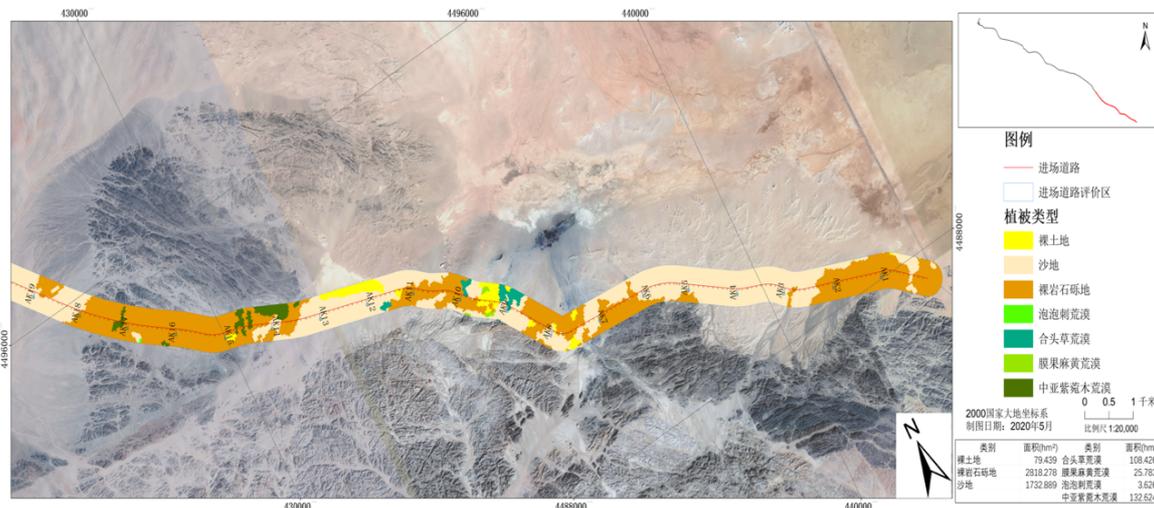


图 5.4-7 (4) 进场道路 (路段 4) 沿线植被类型

由图 5.4-7 可知，进场道路附近评价区内的主要以裸地为主，途径金塔县和玉门市的进场道路段植被类型为膜果麻黄荒漠、合头草荒漠、泡泡刺荒漠和中亚紫菀木荒漠，其中，膜果麻黄荒漠面积约为 25.8 公顷，合头草荒漠面积约为 108.4 公顷，泡泡刺荒漠面积约为 3.6 公顷，中亚紫菀木荒漠面积约为 132.6 公顷。

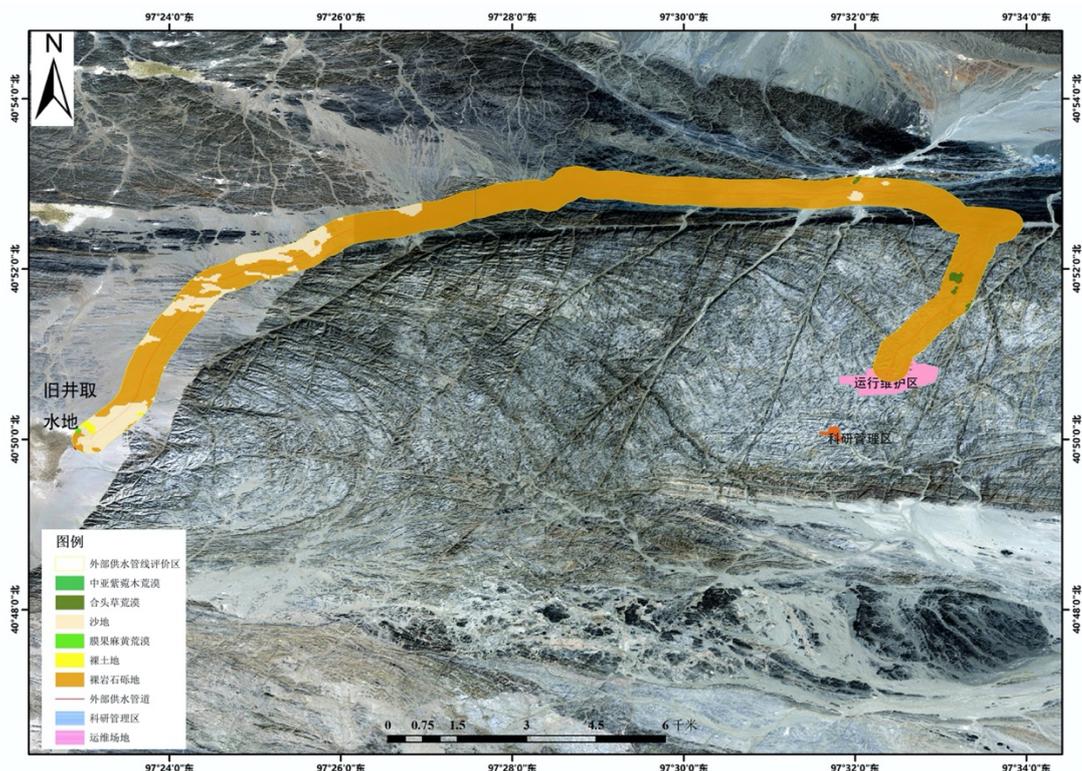


图 5.4-8 供水管线沿线植被类型

由图 5.4-8 可知，供水管线沿线的土地利用类型主要为裸土地和裸岩地，植被覆盖度较低。

为了解地下实验室拟建厂址的植被类型和受保护植物情况，兰州大学对拟建厂址 5km 范围内的植被进行了样方调查。

一、样方调查方案

根据现场调查并结合地形地貌和植被分布特点，代表性样地法确定调查样地。将调查范围划分为 15 个样地：其中拟建运行维护区在不同方向由近及远设置 10 个样地，科研管理区设置 5 个样地。另在距离运行维护区 5km 以上的相似植被类型环境中设 2 个对照样地，每个样地大约 1km×4km。根据地形地貌和优势种不同，每样地中至少设置 3 个 10 m × 10 m 样方调查面积，草地采用 1m × 1 m 样方。为避免样方调查有限性可能导致的重要物种信息的遗漏，根据地形地貌特点另设样线进行植物物种样线调查，记录样线上观察到的物种信息。野外工作于 2019 年 5-8 月于不同季节进行。

最终对 15 个样地的 45 个样方和 4 条样线以及 2 个对照样方进行了调查。

部分样方调查工作照见图 5.4-9，植物样方调查点及样线分布情况见图 5.4-10。

编号	生境	工作
01		
02		
03		



图 5.4-9 部分样方调查工作照

图 5.4-10 植物样方调查点及样线分布图

二、植被类型

根据对 45 个样方和 4 条样线的调查，按照《中国植被区划》、《甘肃省植被区划》，调查区域主要生境为荒漠戈壁，地带性植被是超早生的灌木和半灌木合头草 *Sympegma regelii*、红砂 *Reaumuria songorica*、珍珠猪毛菜 *Salsola passerina* 荒漠，种类组成贫乏，盖度不足 20%。植被类型可分为荒漠、落叶阔叶林两类，灌木荒漠、半灌木、小半灌木荒漠和河岸落叶阔叶林三个植被亚型，包括膜果麻黄荒漠、泡泡刺荒漠、红砂荒漠、合头草荒漠、中亚紫菀木荒漠和胡杨林六个群系，见表 5.4-1。部分调查区域植被现状见图 5.4-11。

表 5.4-1 场址调查区植被类型统计表

植被型组	植被型	植被亚型	群系组	群系
荒漠	XXII 荒漠	灌木荒漠	典型灌木荒漠	膜果麻黄荒漠 <i>Ephedra przewalskii</i>
				泡泡刺荒漠 <i>Nitraria sphaerocarpa</i>
		半灌木、小半灌木荒漠	盐柴类半灌木、小半灌木荒漠	红砂荒漠 <i>Reaumuria soongorica</i>
				合头草荒漠 Form. <i>Sympegma regelii</i>
		蒿类荒漠	中亚紫菀木荒漠 <i>Asterothamnus centralasiaticus</i>	

阔叶林	VI. 落叶阔叶林	河岸落叶阔叶林	荒漠河岸林	胡杨林 <i>Populus euphratica</i>
-----	-----------	---------	-------	----------------------------------

三、群落生物量

通过收割法获得地上部分草本植物的生物量。荒漠地区乔木、灌木的生物量主要根据杨昊天等人的方法（杨昊天,李新荣,王增如等.中国沙漠,2013,33(6): 1699-1704），并结合已有研究结果和模型（张峰等.生态学杂志,1993,12(6): 67-69；王庆锁.中国草地,1994,1: 49-51;刘速等.干旱区研究,1996,13(1): 36-41）。采用以下公式计算调查样地的生物量。

$$\text{红砂地上生物量: } W = 0.013 \times V^{0.757}$$

$$\text{其他灌木地上生物量: } W = 0.035 \times V^{0.694}$$

$$\text{灌木体积 (V) = 冠幅面积 (C) \times 株高 (H)}$$

由此调查并计算得到场址及附近区域内的群落生物量(表 5.4-2)。结果表明,调查区域植被盖度总体极低,最低盖度群落为红砂-合头草群落,仅为 3%,共有 13 个样方;最高盖度群落为胡杨群落,平均盖度为 74%,有 2 个样方;总盖度小于 10%的样方占调查总样方数量的 74.47%;不同植物群落盖度大小为:红砂群落(3%)<膜果麻黄群落(4.5%)<霸王群落(5%)<合头草群落(6.31%)<白皮锦鸡儿群落(14%)<胡杨群落(74%)。红砂群落有最低的生物量(1989.03g/100m²)以胡杨为优势种的群落中有最大的生物量(32049.3g/100m²);每 100m² 的生物量大小为:红砂群落<膜果麻黄群落<合头草群落<霸王群落<白皮锦鸡儿群落<胡杨群落。

表 5.4-2 场址调查区域植被生物量

植被类型	环境描述	平均总盖度	优势种	样方优势种生物量 g/100m ²	样方总生物量 g/100m ²
霸王群落	山坡河滩地	5	霸王	1829.48	3802.56
白皮锦鸡儿	沟谷	14	白皮锦鸡儿	2411.21	7191.60

合头草	山坡戈壁	6.31	合头草	1352.38	2756.71
红砂	山坡戈壁	3	红砂	1050.17	1989.03
胡杨	沟谷滩地	74	胡杨	21246.93	32049.3
膜果麻黄	滩地	4.5	膜果麻黄	941.28	2064.25

四、植物物种情况

通过现场调查，并依据郑万钧裸子植物系统和 APG III被子植物分类系统对调查区域的植物进行统计，共记录到维管植物 29 科 93 属 147 种，其中蕨类植物 1 科 1 属 1 种，裸子植物 1 科 1 属 2 种，被子植物 27 科 91 属 144 种。维管植物中，10 种以上的有豆科、禾本科、菊科、苋科等 4 科，其植物物种数占全部维管植物物种总数的 55.10%；含 2~9 种植物的共 15 科，占 38.10%；单种科 10 个，占 6.80%。见表 5.4-3。

表 5.4-3 场址调查区维管植物各分类级别比例分析

级别	所含科数	比例	所含属数	比例	所含种数	比例
单种科	10	34.48%	10	10.75%	10	6.80%
2-9 种	15	51.72%	30	32.26%	56	38.10%
10-19 种	3	10.35%	33	35.48%	52	35.37%
20 种以上	1	3.45%	20	25.51%	29	19.73%

这 29 个科中，有 18 个科属于世界广布种，热带性质的共有 5 个科，其中只有鸾尾科为热带亚洲，其余则为泛热带类型（4 科），根据地理位置等都归为具有温带性质的科，见表 5.4-4。经调查，本地区植物没有特有科，未发现特有种，也未发现新种。

表 5.4-4 场址调查区野生种子植物科区系分布

分布区类型及变型	科数
广布（世界广布）	18
泛热带（热带广布）	4
热带亚洲-热带非洲-热带美洲（南美洲）	1
北温带	2
北温带和南温带间断分布	2
欧亚和南美洲温带间断	1
旧世界温带	1

综上所述，场址所在区域是以温带荒漠和温带干草原为主的荒漠生态系统，物种多样性低，植物资源贫乏，旱生性强，无特有科和特

有种。

五、受保护植物情况

调查区域内有 6 种二级保护植物，分别是中麻黄（*Ephedra intermedia*）、沙拐枣（*Calligonum mongolicum*）、梭梭（*Haloxylon ammodendron*）、裸果木（*Gymnocarpos przewalskii*）、甘草（*Glycyrrhiza uralensis*）和胡杨（*Populus euphratica*），其中中麻黄近危。调查区域内受保护植物种类见表 5.4-5。

表 5.4-5 场址调查区域野生保护植物

科名	中文名	学名	重点保护植物		中国物种红色名录			
			一级	二级	无危	易危	近危	濒危
蓼科	沙拐枣	<i>Calligonum mongolicum</i>		√	√			
麻黄科	中麻黄	<i>Ephedra intermedia</i>		√			√	
石竹科	裸果木	<i>Gymnocarpos przewalskii</i>		√	√			
苋科	梭梭	<i>Haloxylon ammodendron</i>		√	√			
杨柳科	胡杨	<i>Populus euphratica</i>		√	√			
豆科	甘草	<i>Glycyrrhiza uralensis</i>		√	√			

调查结果表明，调查区域是以温带荒漠和温带干草原为主的生态系统，物种多样性低，植物资源贫乏，旱生性强。有 6 种受保护植物，其中胡杨群系有不连续的两个分布地块，相距约 700m，共计 73 棵：地块 1（位点 2-3-1）面积为 40m×55m，共有胡杨 48 棵，该地块群落总盖度 86%；地块 2（位点 2-3-3）面积为 36m×40m，共有胡杨 25 棵，该地块群落总盖度 62%。未发现入侵植物。

中麻黄 *Ephedra intermedia*: 灌木，高 20-100 cm；茎直立或匍匐斜上，粗壮，基部分枝多；绿色小枝常被白粉呈灰绿色，纵槽纹较细浅。叶 3 裂及 2 裂混见，下部约 2/3 合生成鞘状，上部裂片钝三角形或窄三角披针形。雄球花通常无梗，数个密集于节上成团状，稀 2-3 个对生或轮生于节上，具 5-7 对交叉对生或 5-7 轮（每轮 3 片）苞片，雄花有 5-8 枚雄蕊，花丝全部合生，花药无梗；雌球花 2-3 成簇，对生或轮生于节上，无梗或有短梗，苞片 3-5 轮（每轮 3 片）或 3-5 对

交叉对生，通常仅基部合生，边缘常有明显膜质窄边，最上一轮苞片有 2-3 雌花；雌花的珠被管常成螺旋状弯曲。雌球花成熟时肉质红色，椭圆形、卵圆形或矩圆状卵圆形；种子包于肉质红色的苞片内，不外露，3 粒或 2 粒，形状变异颇大，常呈卵圆形或长卵圆形。花期 5-6 月，种子 7-8 月成熟。

为我国分布最广的麻黄之一，产于辽宁、河北、山东、内蒙古、山西、陕西、甘肃、青海及新疆等省区，以西北各省区最为常见。抗旱性强，生于海拔数百米至 2000 多米的干旱荒漠、沙滩地区及干旱的山坡或草地上。供药用，生物碱含量较木贼麻黄和草麻黄为少。根和茎枝在产地常作燃料。

沙拐枣 *Calligonum mongolicum*: 灌木，高 25-150 cm。老枝灰白色或淡黄灰色，开展，拐曲；当年生幼枝草质，灰绿色，有关节。叶线形。花白色或淡红色，通常 2-3 朵，簇生叶腋；花梗细弱，下部有关节；花被片卵圆形，果时水平伸展。果实（包括刺）宽椭圆形；瘦果不扭转、微扭转或极扭转，条形、窄椭圆形至宽椭圆形；果肋突起或突起不明显，沟槽稍宽成狭窄，每肋有刺 2-3 行；刺等长或长于瘦果之宽，细弱，毛发状，质脆，易折断，较密或较稀疏，基部不扩大或稍扩大，中部 2-3 次 2-3 分叉。花期 5-7 月，果期 6-8 月，在新疆东部，8 月出现第二次花果。

产内蒙古中部西部、甘肃西部及新疆东部。生于流动沙丘、半固定沙丘、固定沙丘、沙地、沙砾质荒漠和砾质荒漠的粗沙积聚处。

梭梭 *Haloxylon ammodendron*: 小乔木，高 1-9 m，树杆地径可达 50 cm。树皮灰白色，木材坚而脆；老枝灰褐色或淡黄褐色，通常具环状裂隙；当年枝细长，斜升或弯垂。叶鳞片状，宽三角形，稍开展，先端钝，腋间具棉毛。花着生于二年生枝条的侧生短枝上；小苞片舟状，宽卵形，与花被近等长，边缘膜质；花被片矩圆形，先端钝，背面先端之下 1/3 处生翅状附属物；翅状附属物肾形至近圆形，斜伸

或平展，边缘波状或啮蚀状，基部心形至楔形；花被片在翅以上部分稍内曲并围抱果实；花盘不明显。胞果黄褐色，果皮不与种子贴生。种子黑色；胚盘旋成上面平下面凸的陀螺状，暗绿色。花期 5-7 月，果期 9-10 月。

产宁夏西北部、甘肃西部、青海北部、新疆、内蒙古。生于沙丘上、盐碱土荒漠、河边沙地等处。在沙漠地区常形成大面积纯林，有固定沙丘作用；木材可作燃料。

裸果木 *Gymnocarpus przewalskii*: 亚灌木状，高 50-100 cm。茎曲折，多分枝；树皮灰褐色，剥裂；嫩枝赭红色，节膨大。叶几无柄，叶片稍肉质，线形，略成圆柱状，顶端急尖，具短尖头，基部稍收缩；托叶膜质，透明，鳞片状。聚伞花序腋生；苞片白色，膜质，透明，宽椭圆形；花小，不显著；花萼下部连合，萼片倒披针形，顶端具芒尖，外面被短柔毛；花瓣无；外轮雄蕊无花药，内轮雄蕊花丝细，花药椭圆形，纵裂；子房近球形。瘦果包于宿存萼内；种子长圆形，褐色。花期 5-7 月，果期 8 月。

产内蒙古、宁夏、甘肃、青海、新疆。生于海拔 1000-2500 m 荒漠区的干河床、戈壁滩、砾石山坡，性耐干旱。嫩枝骆驼喜食；可作固沙植物。

胡杨 *Populus euphratica*: 乔木，高 10-15 m，稀灌木状。树皮淡灰褐色，下部条裂；萌枝细，圆形，光滑或微有绒毛。芽椭圆形，光滑，褐色。苗期和萌枝叶披针形或线状披针形，全缘或不规则的疏波状齿牙缘；成年树小枝泥黄色，有短绒毛或无毛，枝内富含盐量，嘴咬有咸味。叶形多变化，卵圆形、卵圆状披针形、三角状卵圆形或肾形，先端有粗齿牙，基部楔形、阔楔形、圆形或截形，有 2 腺点，两面同色；叶柄微扁，约与叶片等长，萌枝叶柄极短，有短绒毛或光滑。雄花序细圆柱形，轴有短绒毛，雄蕊 15-25，花药紫红色，花盘膜质，边缘有不规则齿牙；苞片略呈菱形，上部有疏齿牙；雌花序花序轴有

短绒毛或无毛，子房长卵形，被短绒毛或无毛，子房柄约与子房等长，柱头3，2浅裂，鲜红或淡黄绿色。蒴果长卵圆形，2-3瓣裂，无毛。花期5月，果期7-8月。

产内蒙古西部、甘肃、青海、新疆。胡杨是干旱大陆性气候条件下的树种。喜光、抗热、抗大气干旱、抗盐碱、抗风沙。为绿化西北干旱盐碱地带的优良树种。

甘草 *Glycyrrhiza uralensis*: 多年生草本；根与根状茎粗壮，外皮褐色，里面淡黄色，具甜味。茎直立，多分枝，高30-120 cm，密被鳞片状腺点、刺毛状腺体及白色或褐色的绒毛；托叶三角状披针形，两面密被白色短柔毛；叶柄密被褐色腺点和短柔毛；小叶5-17枚，卵形、长卵形或近圆形，上面暗绿色，下面绿色，两面均密被黄褐色腺点及短柔毛，顶端钝，具短尖，基部圆，边缘全缘或微呈波状，多少反卷。总状花序腋生，具多数花，总花梗短于叶，密生褐色的鳞片状腺点和短柔毛；苞片长圆状披针形，褐色，膜质，外面被黄色腺点和短柔毛；花萼钟状，密被黄色腺点及短柔毛，基部偏斜并膨大呈囊状，萼齿5，与萼筒近等长，上部2齿大部分连合；花冠紫色、白色或黄色，旗瓣长圆形，顶端微凹，基部具短瓣柄，翼瓣短于旗瓣，龙骨瓣短于翼瓣；子房密被刺毛状腺体。荚果弯曲呈镰刀状或呈环状，密集成球，密生瘤状突起和刺毛状腺体。种子3-11，圆形或肾形。花期6-8月，果期7-10月。

产东北、华北、西北各省区及山东。常生于干旱沙地、河岸砂质地、山坡草地及盐渍化土壤中。根和根状茎供药用。

5.4.4 野生动物现状

5.4.4.1 调查方法

兰州大学于2019年夏季和冬季分别完成野生动物调查，调查范围同植物调查范围。调查对象包括陆生哺乳动物、鸟类、爬行类和昆虫类。

陆生哺乳动物采用样方法调查，鸟类采用样线法调查，爬行类采用样方法调查，蝴蝶采用样线法调查。由于该地区为荒漠生境，没有两栖类分布，故未设两栖类调查样方。

中大型哺乳类采用红外相机法调查。将待调查区划分成 $1\text{km}\times 1\text{km}$ 的网格，根据地形地貌选取 10 个代表网格，每个网格中布设一台东方红鹰 E1B 红外相机。其中，对野生动物可能集中分布或活动的区域，比如胡杨林、鸳鸯沟等进行重点调查。为摸清受保护哺乳动物的迁徙路线，于夏季和冬季分别采用样线法对中大型哺乳类进行补充调查。夏季布设 7 条样线，2 条对照样线，共 9 条，合计 17.3km ；冬季设计 4 条样线，2 条对照样线，共 6 条，总长 16.3km ；同时设计 2 个无人机调查样点。动物调查样线分布见图 5.4-11，红外相机和无人机布设点见图 5.4-12。

小型哺乳类（主要为啮齿类）采用样方法调查。鉴于荒漠地区动物分布与植被息息相关的特点，调查样方设在 15 个植物代表性样地中，每样地设 1 个样方，每样方大小 $500\text{m}\times 500\text{m}$ ，在 2 个对照样地也分别设置 1 个 $500\text{m}\times 500\text{m}$ 的样方，5 月及 8 月各调查 1 次。

鸟类调查主要采用样线法。根据地形地貌，在调查区设置 5 条 2km 长的样线，调查两侧 200m 范围内的鸟类种类和数量。另外，在距离调查区 7km 的两个对照样方附近各设置 1 条 2km 长的对照样线。样线调查于每天日出后 3 小时及日落前 2 小时内进行，调查速度 $3\text{-}5\text{ km/h}$ 。为保证样线调查的充分性，于 5 月及 8 月各调查 1 次。冬季调查中大型哺乳类迁徙的同时进行鸟类补充调查。

爬行类调查主要采用样方法。样方设计与啮齿类样方相同，于 2019 年 5 月及 8 月调查 1 次，记录样方内遇到的爬行类种类和数量。

蝴蝶调查主要采用样线法。样线设计与鸟类相同，于 2019 年 8 月调查 1 次，记录样线两侧 10m 及上空 3m 范围内出现的蝴蝶种类和数量。

5.4.4.2 动物种类及分布

在动物地理区划上，场址所在区域属于古北界、中亚亚界，在我国地理区划上属于西北地区。调查共记录到脊椎动物 3 纲 9 目 19 科 20 属 21 种，其中爬行动物 1 目 2 科 2 属 2 种，鸟类 4 目 11 科 12 属 13 种，哺乳动物 4 目 5 科 6 属 6 种。具体情况见表 5.4-6。

陆生哺乳动物：红外相机共拍摄到脊椎动物 5 种，均非珍稀濒危保护动物。其中肉食动物赤狐仅拍摄到 1 次，相对丰富度为 2.62；草兔为拍摄次数最多的哺乳动物，相对丰富度为 65.45。赤狐仅在 1 台相机位点被拍到，分布范围狭窄，推测为偶然进入场址所在区域。草兔在 7 台相机位点被拍到，分布范围最为广泛。调查中并未拍摄到岩羊、鹅喉羚等有蹄类动物。冬季调查中未发现中大型哺乳类实体，除发现家骆驼脚印及粪便外，并未发现其他哺乳类的明显活动痕迹。走访驻地留守牧民得知，整个冬季仅发现 2 只岩羊从鸳鸯沟南侧山地路过，距施工区有一定距离。

鸟类：场址所在区域内鸟类物种相对丰富，夏季共调查到鸟类 110 只，估计鸟类密度为 18.33 只/km²，其中灌丛鸟类密度最高，其次为砾石山和驻地，沙地生境密度最低；冬季共调查到鸟类 5 只，估计密度为 1.53 只/km²，均为集群游荡的角百灵。经计算，调查区域夏季鸟类群落多样性指数为 2.093，均匀度为 0.815。观察到鸟类种类数量最多的为砾石山生境，共观察到 8 种鸟类；其次为灌丛和沙地，分别为 4 种和 2 种；驻地最少，仅麻雀 1 种。

爬行类：场址所在区域内爬行类总体物种贫乏，仅发现 1 目 2 科 2 属 2 种，分别是花条蛇和变色沙蜥，其中花条蛇为样线补充调查时发现，变色沙蜥主要分布在沟外河滩地，以及沟口山脚荒漠地区，沟内砾石山区并无分布。整体上，爬行动物分布不均匀，不同样方个体数量波动较大，符合荒漠地区动物围绕适宜生境板块化分布的特点。

啮齿类：调查区域内共捕获啮齿类 3 种，58 只，综合捕获率为

3.6 只/100 缺日。所捕 获物种均为荒漠常见物种，密度不高但分布较为广泛。不同生境中的优势物种不同。其中，三趾跳鼠和长耳跳鼠主要分布在鸳鸯沟外的河谷、河滩和砾石戈壁；子午沙鼠主要分布在鸳鸯沟内的山间灌丛。

昆虫：鳞翅目蝴蝶仅记录到两种，其中蛱蝶为场址所在区域常见物种，主要分布在河谷灌丛及山间灌丛，但种群密度不大。场址所在区域内分布更为广泛的昆虫为直翅目昆虫，以斑翅蝗科最为常见，绝大多数样线均有记录，且在施工区域内较为常见。

5.4.4.3 受保护动物情况

依据《国家重点保护野生动物名录》，场址所在区域内共观察到国家二级重点保护动物 3 种，包括 2 种鸟类 1 种兽类，占场址所在区域内脊椎动物总数的 14.5%。观察到的保护鸟类包括红隼和纵纹腹小鸱，其中红隼为候鸟，纵纹腹小鸱为留鸟。2 种鸟类均为偶见物种，数量较少。观测到的保护兽类为岩羊，仅在冬季节通过走访获得，数量极为稀少，应为迁徙过程中意外走散个体。

5.4.4.4 动物资源现状评价

北山地区无天然森林，植被稀疏，初级生产力低，野生动物种类相对贫乏。调查区内分布的物种以广布物种为主，缺少特有或特色物种。调查过程中在北山地区仅观测到纵纹腹小鸱的少量食团和 1 只红隼，推测这些物种为偶然出现调查区内，属不常见物种。

调查中仅在北山地区发现 1 只赤狐，而且仅在边缘地区发现，这也表明该地区食物匮乏，食肉动物密度和多样性较低。



图 5.4-13 部分红外相机工作照

表 5.4-6 场址调查区域野生动物调查情况

目	科	种	照片	生境调查情况及受保护情况
爬行纲 Reptilia				
有鳞目 (Squamata)	游蛇科 (Colubridae)	花条蛇 <i>Psammophis lineolatus</i>		偶见于调查区域砾石山。花条蛇行动迅速，栖息于半沙漠和沙漠、半荒漠草原，捕食麻蜥与沙蜥。省内见于敦煌、民勤；国内分布于甘肃、宁夏、新疆。列入《国家保护的有益的或者有重要经济、科学研究价值的陆生野生动物名录》
	鬣蜥科 (Agamidae)	变色沙蜥 <i>Phrynocephalus versicolor</i>		调查区域内常见物种，栖于干旱的荒漠、半荒漠，以及与干草原交界的边缘地区，是荒漠草原地带中的典型优势蜥种。省内见于瓜州、嘉峪关、酒泉、张掖等地；国内广布于西北诸省。列入《国家保护的有益的或者有重要经济、科学研究价值的陆生野生动物名录》
鸟纲 Aves				
雀形目 (Passeriformes)	鹟科 (Muscicapidae)	漠鹟 <i>Oenanthe deserti</i>		夏候鸟，调查区域内常见，喜多石的荒漠及荒地，调查区域内常栖息于灌丛。省内见于天祝、酒泉、武威；国内分布于内蒙古、宁夏、甘肃、青海、新疆、陕西、西藏

目	科	种	照片	生境调查情况及受保护情况
		荒漠林莺（漠地林莺） <i>Sylvia nana</i>		夏候鸟，调查区域内常见于灌丛。喜栖息于荒漠和半荒漠的灌丛中。国内见于内蒙古西部、新疆、宁夏及甘肃部分地区
	莺科 (Sylviidae)	白喉林莺 <i>Sylvia curruca</i>		夏候鸟，调查区域内多见于灌丛。栖息生境类型多样，包括森林、林缘、稀疏灌丛、草地、湖泊、河流边缘的灌丛等。省内见于兰州、敦煌；国内见于河北、北京、天津、山西、陕西、内蒙古、甘肃、宁夏、青海、新疆和西藏
	鸦科 (Corvidae)	黑尾地鸦 <i>Podoces hendersoni</i>		留鸟，调查区域内常见于砾石及灌丛。栖息于干旱的山脚平原、荒漠和半荒漠地区。省内见于河西走廊的玉门、瓜州、敦煌、酒泉；国内见于宁夏、甘肃西北部、内蒙古、新疆、青海北部

目	科	种	照片	生境调查情况及受保护情况
	雀科 (Passeridae)	蒙古沙雀 <i>Rhodopechys mongolicus</i>		留鸟，调查区域偶见于砾石山。栖息于有稀疏植物的岩石荒漠、山顶和山边岩石灌丛。国内见于黑龙江中部、河北北部、内蒙古、宁夏、甘肃、青海、新疆
		白斑翅雪雀 <i>Montifringilla nivalis</i>		留鸟，调查区域偶见于砾石山。典型的高原鸟类，栖于甚高海拔的冰川及融雪间的多岩山坡。常成对或成小群活动在山边悬崖和裸露的岩石上。国内多见于新疆、西藏及青海
	文鸟科 (Ploceidae)	麻雀 <i>Passer montanus</i>		留鸟，常见于调查区域人工建筑物周边。省内见于各地，国内广泛分布。列入《国家保护的有益的或者具有重要经济、科学研究价值的陆生野生动物名录》
	百灵科 (Alaudidae)	角百灵 <i>Eremophila alpestris</i>		夏候鸟，调查区域偶见于砾石山。栖息于高原草地、荒漠、半荒漠、戈壁滩、高原草甸山区。省内见于河西走廊三地区；国内见于黑龙江、辽宁、河北、北京、内蒙古、新疆、甘肃、青海、西藏等地。列入《国家保护的有益的或者具有重要经济、科学研究价值的陆生野生动物名录》

目	科	种	照片	生境调查情况及受保护情况
	伯劳科 (Laniidae)	红尾伯劳 <i>Lanius cristatus</i>		夏候鸟，调查区域偶见于砾石山。栖息于低山丘陵和山脚平原地带的灌丛、疏林和林缘。几乎遍布全省；国内除西藏未有记录外，遍布全国。列入《国家保护的有益的或者有重要经济、科学研究价值的陆生野生动物名录》
	鹡鸰科 (Motacillidae)	白鹡鸰 <i>Motacilla alba</i>		夏候鸟，调查区域偶见于沙地。栖息于水域岸边。几乎遍布于本省全境；国内见于宁夏、青海、新疆、四川、甘肃、西藏、湖北、等地。列入《国家保护的有益的或者有重要经济、科学研究价值的陆生野生动物名录》
隼形目 (Falconiformes)	隼科 (Falconidae)	红隼 <i>Falco tinnunculus</i>		夏候鸟，调查区域内偶见。主要栖息于山地森林及开阔地带。省内见于兰州、平凉、天水、武威、酒泉等地；几乎遍布全国。国家二级重点保护动物，列入 CITES 附录II
鸱形目 (Strigiformes)	鸱鸺科 (Strigidae)	纵纹腹小鸱 <i>Athene noctua</i>		留鸟，调查中仅发现少量食团，为偶见物种。栖息于低山丘陵、开阔原野。省内见于各地，国内分布于长江以北各地。国家二级重点保护动物，列入 CITES 附录II

目	科	种	照片	生境调查情况及受保护情况
鸡形目 (Galliformes)	雉科 (Phasianidae)	石鸡 <i>Alectoris chukar</i>		留鸟，调查区内常见。栖息于低山丘陵地带的岩石坡。省内分布于庆阳、平凉地区及西北部冷龙岭和祁连山区；国内见于新疆、宁夏、西藏、内蒙古、甘肃、青海等地。列入《国家保护的有益的或者具有重要经济、科学研究价值的陆生野生动物名录》
哺乳纲 Mammalia				
食肉目 (Carnivora)	犬科 (Canidae)	赤狐 <i>Vulpes vulpes</i>		调查区域内偶见（红外相机拍摄）。栖居森林、草原、丘陵、沟壑等各种不同生境。省内见于平凉、庆阳、天水、武都、定西、甘南等市县和河西走廊；国内除台湾和海南岛外都有分布。列入 CITES 附录 III，列入《国家保护的有益的或者具有重要经济、科学研究价值的陆生野生动物名录》
兔形目 (Lagomorpha)	兔科 (Leporidae)	草兔 <i>Lepus capensis</i>		调查区域内常见，夜间活动频繁，红外相机多次拍摄。主要栖息于农田附近、草甸、田野、树林、草丛、灌丛及林缘地带。省内见于河西走廊及祁连山地、陇东；国内分布于东北、华北、西北和长江中下游一带。IUCN 低危物种，列入《国家保护的有益的或者具有重要经济、科学研究价值的陆生野生动物名录》
偶蹄目 (Artiodactyla)	牛科 (Bovidae)	岩羊 <i>Meriones meridianus</i>		调查区域内罕见，为冬季迁徙迷散个体。青藏区和蒙新区山区中的遍布种，广泛栖息于各类裸岩山地，具有垂直迁徙习性。省内见于河西走廊两侧山区，包括盐池湾、安西、肃北、肃南、北山等地。

目	科	种	照片	生境调查情况及受保护情况
				国内分布于青藏高原、四川西部、云南北部、内蒙古西部、甘肃、宁夏北部、新疆南部、陕西等地
啮齿目 (Rodentia)	鼠科 (muridae)	子午沙鼠 <i>Meriones meridianus</i>		调查区域内较常见。蒙新区荒漠与荒漠草原中的遍布种，广泛栖息于各类干旱环境。省内见于陇东环县、镇原、兰州、河西走廊等地；国内分布于山西、河北西北部、陕西、内蒙古、甘肃、宁夏、青海、新疆
	跳鼠科 (Dipodidae)	三趾跳鼠 <i>Dipus sagitta</i>		调查区域内常见。荒漠半荒漠广布种，栖息范围很广，固定或半固定沙丘，砾石荒漠、盐渍荒漠、沙丘、荒地、农田附近的草地均有。省内分布于张掖、高台、酒泉、嘉峪关、金塔、玉门、瓜州、敦煌、肃北等地。国内见于青海、陕西、山西、河北北部、内蒙古、宁夏、新疆、吉林、辽宁西部
		长耳跳鼠 <i>Euchoreutes naso</i>		调查区域内较常见。栖息于荒漠或半荒漠草原。省内分布于民勤、金塔、瓜州、敦煌、肃北；国内见于新疆、甘肃、宁夏、青海、内蒙古

注：上表中照片均为现场实拍

5.4.5 土地侵蚀现状

根据《甘肃省第三次土壤侵蚀调查成果》（甘肃省第三次土壤侵蚀遥感调查项目组，2001年），甘肃肃北县的土壤侵蚀类型为风蚀，境内总面积约 32101.59km²，轻度侵蚀以上面积约 31614.75km²，占 98.48%。其中，微度侵蚀约占 1.52%，中度侵蚀约占 22.72%，轻度侵蚀约占 29.31%，极强度侵蚀约占 31.47%，剧烈侵蚀约占 14.98%。

地下实验室拟建厂址地区的土壤侵蚀类型均为风蚀，拟建厂址、道路及供水管线的土壤侵蚀现状见图 5.4-14~图 5.4-16。

由图 5.4-14 可知，场址附近评价区域内，土壤侵蚀情况根据侵蚀强度可划分为中度侵蚀，强度侵蚀和极强度侵蚀，其中，中度侵蚀面积约为 4 公顷，强度侵蚀面积约为 3302.7 公顷，极强度侵蚀面积约为 36661.1 公顷。



图 5.4-15 (1) 进场道路（路段 1）附近土壤侵蚀情况



图 5.4-15 (2) 进场道路 (路段 2) 附近土壤侵蚀情况



图 5.4-15 (3) 进场道路 (路段 3) 附近土壤侵蚀情况



图 5.4-15 (4) 进场道路 (路段 4) 附近土壤侵蚀情况

由图 5.4-15 可知, 进场道路附近评价区域内, 土壤侵蚀情况根据侵蚀强度可划分为强度侵蚀和极强度侵蚀, 其中, 强度侵蚀面积约为 270.21 公顷, 极强度侵蚀面积约为 4630.96 公顷。

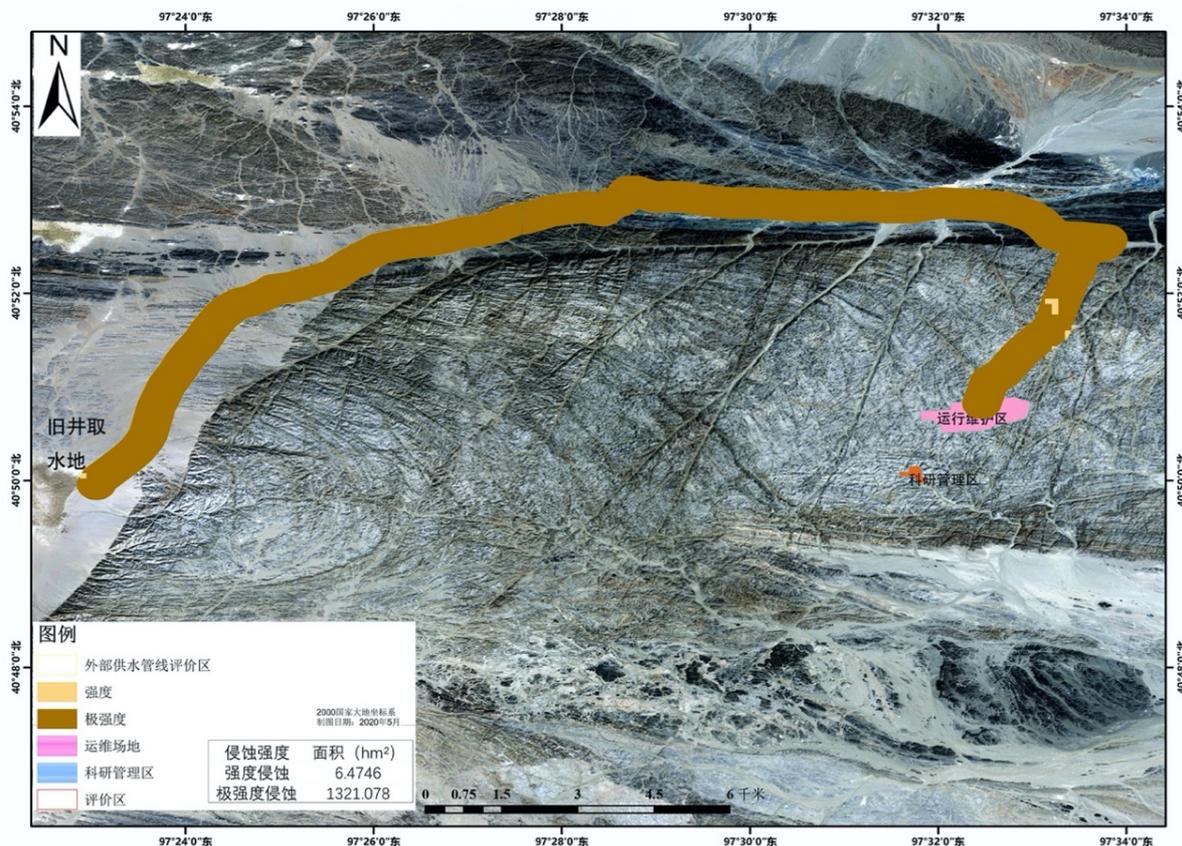


图 5.4-16 供水管线附近土壤侵蚀情况

由图 5.4-16 可知, 供水管线附近评价区域内, 土壤侵蚀情况根据侵蚀强度可划分为强度侵蚀和极强度侵蚀, 其中, 强度侵蚀面积约为 6.47 公顷, 极强度侵蚀面积约为 1321.08 公顷。

5.5 辐射环境监测

5.5.1 调查范围

以地下实验室拟建场址为圆心, 半径 80km 范围。根据场址所在区域实际情况, 部分监测项目扩展至 120km。调查时间为 2016 年 11 月~12 月。

5.5.2 测量仪器及方法

放射性本底调查各项目监测方法、测量仪器及探测下限见表 5.5-1。

表 5.5-1 各项目监测方法、测量仪器及探测下限一览表

监测项目	环境介质	监测/分析方法	测量仪器	探测下限
γ 辐射剂量率		《环境地表 γ 辐射剂量率测定规范》(GB/T 14583-1993)	FH40G+FHZ672E-10 便携式 γ 剂量率仪	1nSv/h
^{222}Rn	空气	《环境空气中氡的标准测量方法》(GBT14582-93)	EQF3200 氡浓度测量仪	2Bq/m ³
^{220}Rn				0.6Bq/m ³
总 α 、总 β	气溶胶	《水中总 β 放射性测定-蒸发法》(EJ/T 900-94) 《水中总 α 放射性浓度的测定-厚源法》(EJ/T 1075-1998)	BH1227 低本底 α/β 测量仪	总 α : 0.02mBq/m ³ 总 β : 0.028mBq/m ³
	水			总 α : 0.024Bq/L 总 β : 0.041Bq/L
	土壤、岩样、底泥			总 α : 62Bq/kg 总 β : 110Bq/kg
U	水	《水中微量铀分析方法-液体激光荧光法》(GB 6768-1986)	WGJ-III型激光铀分析仪	0.02 $\mu\text{g/L}$
Th	水	《三辛烷基叔胺(N-235)萃取-分光光度法》	TU-1810 紫外分光光度计	0.1 $\mu\text{g/L}$
^{226}Ra	水	《水中镭-226的分析测定》(GB 11214-89)	BH1227 低本底 α 、 β 测量仪	1.2mBq/L
^{40}K	水	《水中钾-40的分析方法》(GB 11338-89)	TAS-990 SUPER EAFG 原子吸收分光光度计	0.07mBq/L
^{238}U	气溶胶	《空气放射性核素的 γ 能谱分析方法》(WS/T 184-1999)	高纯锗 γ 能谱仪	77.4 $\mu\text{Bq/m}^3$
^{232}Th	气溶胶			28.2 $\mu\text{Bq/m}^3$
^{226}Ra	气溶胶			26.4 $\mu\text{Bq/m}^3$
^{40}K	气溶胶			174 $\mu\text{Bq/m}^3$
^{238}U	土壤/岩样	《土壤中放射性核素的 γ 能谱分析方法》(GB 11743-2013)	高纯锗 γ 能谱仪	19.6Bq/kg
^{232}Th	土壤/岩样			1.20Bq/kg
^{226}Ra	土壤/岩样			0.91Bq/kg
^{40}K	土壤/岩样			5.49Bq/kg
^{238}U	生物	《生物样品中放射性核素的 γ 能谱分析方法》(GB/T16145-1995)	高纯锗 γ 能谱仪	1.59Bq/kg (小麦) 2.12Bq/kg (羊肉) 0.156Bq/kg (蔬菜)
^{232}Th	生物			0.315Bq/kg (小麦) 0.419Bq/kg (羊肉) 0.047Bq/kg (蔬菜)

监测项目	环境介质	监测/分析方法	测量仪器	探测下限
^{226}Ra	生物			0.238Bq/kg (小麦) 0.316Bq/kg (羊肉) 0.035Bq/kg (蔬菜)
^{40}K	生物			85.8Bq/kg (小麦) 114Bq/kg (羊肉) 0.159Bq/kg (蔬菜)

5.5.3 调查结果

一、 γ 辐射剂量率

本次调查 γ 辐射剂量率范围为 32.6 ~ 150.0nGy/h，平均值 82.4nGy/h。根据《中国环境天然放射性水平》，甘肃省室外 γ 辐射剂量率本底值范围为 65.3~176.8nGy/h，监测结果基本与甘肃省室外环境本底处于同一水平。

二、空气中 ^{222}Rn 浓度

本次调查空气中 ^{222}Rn 共 60 个测点， ^{222}Rn 浓度范围为 3 ~ 46Bq/m³。

三、气溶胶

在地下实验室拟建场址、主导风下风向、环境敏感点布点，共 4 个测点。

本次调查气溶胶样品中总 α 活度浓度为 0.110 ~ 0.150mBq/m³、总 β 活度浓度为 0.887 ~ 1.53mBq/m³， ^{238}U 、 ^{232}Th 、 ^{226}Ra 、 ^{40}K 低于检出限。

四、地下水

在场址所在区域已有钻孔、周边牧民水井等采集 13 个地下水样品。

根据调查结果，地下水中总 α 活度浓度为 0.553~10.1Bq/L、总 β 活度浓度为 0.404~5.35Bq/L，部分点位高于《地下水环境质量标准》(GB/T 14848-93) III类标准；U 浓度为 6.45~113 $\mu\text{g/L}$ 、Th 浓度为 0.450~1.17 $\mu\text{g/L}$ 、 ^{226}Ra 活度浓度为 4.18~195mBq/L、 ^{40}K 活度浓度为 96.1~136mBq/L，部分点位 ^{238}U 、 ^{232}Th 、 ^{226}Ra 含量高于甘肃省酒泉市天然本底水平。

五、土壤

土壤在以地下实验室拟建场址为圆心，半径 1km、2km、5km、10km、20km、30km 与 16 个方位角形成的扇形区域内布点，距场址同一距离和在同一方位的采样点尽可能与 γ 辐射剂量率测点重合，共设 45 个采样点（其中 5 个点位采集平行样）。

本次调查土壤中总 α 活度浓度 319 ~ 852Bq/kg，总 β 活度浓度 507 ~ 1306Bq/kg， ^{238}U 活度浓度 11.8 ~ 94.0Bq/kg， ^{232}Th 活度浓度 19.8 ~ 80.9Bq/kg， ^{226}Ra 活度浓度 17.6 ~ 46.6Bq/kg， ^{40}K 活度浓度 334 ~ 772Bq/kg， ^{137}Cs 活度浓度为 0.222 ~ 39.2Bq/kg， ^{90}Sr 活度浓度为 0.762 ~ 25.8Bq/kg。其中 ^{238}U 、 ^{232}Th 、 ^{226}Ra 、 ^{40}K 活度浓度在天然本底值范围内。

六、岩石

岩样根据现场钻孔及岩层情况采集 30 个。调查结果显示，岩样中总 α 活度浓度 445 ~ 1903Bq/kg，总 β 活度浓度 826 ~ 5245Bq/kg， ^{238}U 活度浓度 19.7 ~ 73.4Bq/kg， ^{232}Th 活度浓度 25.6 ~ 73.1Bq/kg， ^{226}Ra 活度浓度 14.1 ~ 48.3Bq/kg， ^{40}K 活度浓度 565 ~ 1125Bq/kg。

七、生物

选择当地居民摄入较多的小麦、羊肉、蔬菜，综合考虑样品可采性，共采集 8 个生物品。

根据调查，采集的小麦中 ^{232}Th 活度浓度 0.471~0.639Bq/(kg·鲜)、 ^{40}K 活度浓度 178~240Bq/(kg·鲜)， ^{238}U 、 ^{226}Ra 低于检出限。羊肉中 ^{40}K 活度浓度 99.6~101Bq/(kg·鲜)， ^{238}U 、 ^{232}Th 、 ^{226}Ra 低于检出限。蔬菜中 ^{238}U 活度浓度最高 0.447Bq/(kg·鲜)、 ^{40}K 活度浓度 9.74~32.9Bq/(kg·鲜)， ^{232}Th 、 ^{226}Ra 低于检出限。均满足《食品中放射性物质限制浓度标准》（GB 14882-94）限值要求。

5.6 电磁环境

电磁环境监测情况详见电磁环境影响评价章节。

6 环境影响分析与评价

6.1 施工期环境影响分析

6.1.1 环境空气

根据工程分析,本项目地表工程施工在不采取相应的措施的情况下产生的扬尘总量约 24.1t,若采取措施后,扬尘的产生量可减少至 15.2t。根据类比:施工围栏对减轻施工扬尘有明显作用,当施工现场无围栏时,施工扬尘污染范围在施工点下风向 250m 内,其 TSP 平均浓度为 $0.756\text{mg}/\text{Nm}^3$,相当于国家环境空气质量二级标准的 2.52 倍。当风速为 2.5m/s 时,可使扬尘影响距离缩短 40%。显然,在施工现场架设围栏,其施工扬尘的主要影响范围为施工厂界范围内,对外环境的影响较轻,污染范围较小。

6.1.2 地表水环境

6.1.2.1 建筑施工废水及井下涌水

项目施工场地目前给排水设施完备,施工场地设置临时沉砂池,含泥沙雨水、施工泥浆水经沉砂池沉淀后,全部回用于施工中和场地的洒水抑尘,不外排。

6.1.2.2 施工人员生活污水

本项目建设期间,施工人员产生的生活污水经化粪池处理,不外排。

施工期生活污水排放经自建的化粪池沉淀后用于绿化,施工期冲洗废水经沉淀池澄清后回用于施工场地的绿化或由环卫部门清运,不外排。

井下开挖过程中的生产废水和井下涌水主要污染物为 SS,经沉淀后用于场地喷洒抑尘和绿化。

因此施工期项目对水环境的影响很小,水平衡图见图 6.1-1。

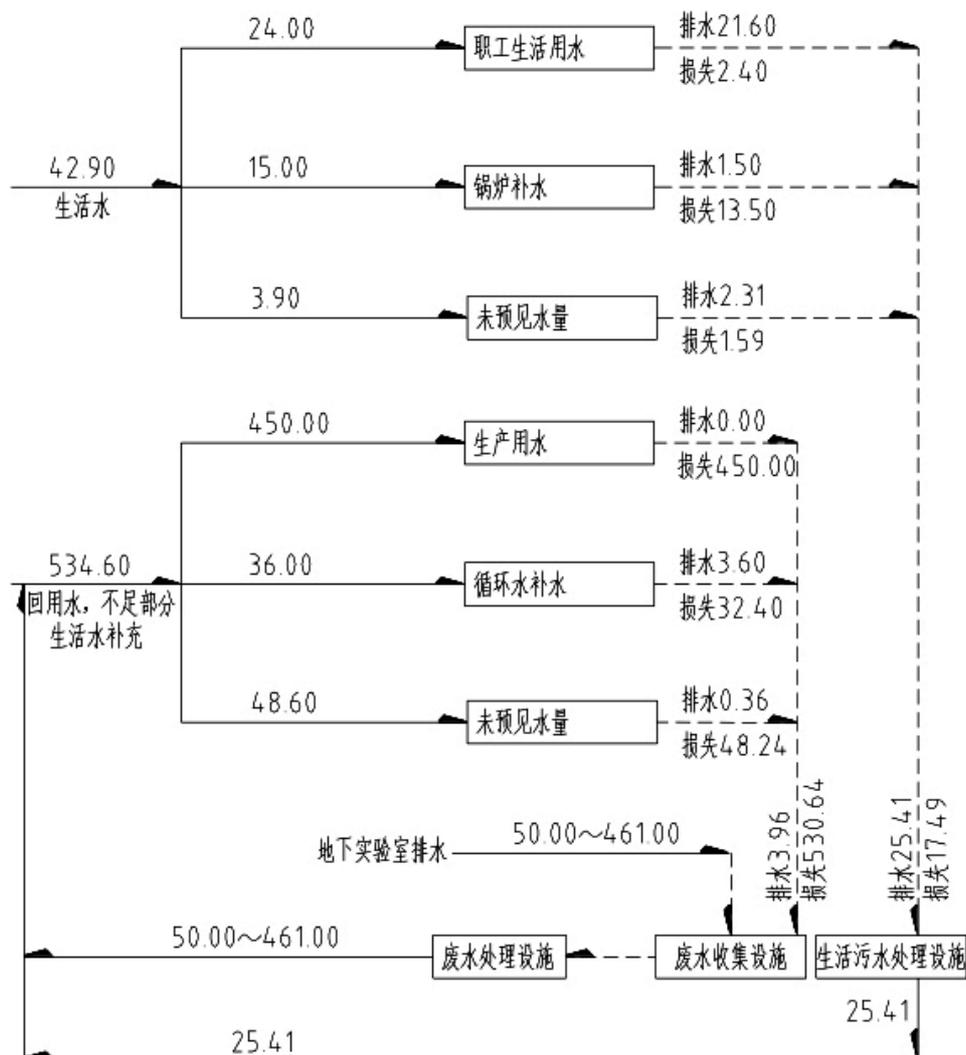


图 6.1-1 施工期水量平衡图 (m³/d)

根据施工期水平衡, 本项目施工期的废水可全部回用于施工生产或绿化、降尘等, 对外环境影响较小。

6.1.3 噪声

本项目施工主要为露天作业和地下作业, 施工场地内的机械大多属于移动声源, 要准确预测施工场地各厂界噪声值较为困难, 本次施工期噪声评价采用点源几何衰减模式并按各施工阶段机械设备的使用情况进行叠加计算进行评价, 见表 6.1-1 和表 6.1-2。

点声源的几何发散衰减模式:

$$L(r) = L(r_0) - 20 \lg(r/r_0)$$

式中： $L(r)$ ——距声源 r 米处的施工噪声预测值 $\text{dB}(\text{A})$ ；

$L(r_0)$ ——距声源 r_0 米处的参考声级。

多个噪声源叠加后的总声压级，按下式计算：

$$L_{\text{总Aeq}} = 10 \lg \left(\sum_{i=1}^n 10^{0.1 L_{\text{Aeq}_i}} \right)$$

式中： n 为声源总数； $L_{\text{总Aeq}}$ 为对某点的总声压级。

表 6.1-1 距各种施工机械不同距离的噪声值 单位： $\text{dB}(\text{A})$

施工设备 \ 距离(m)	5	10	20	30	40	50	70	80	100
电锯、电刨	99	93.0	87.0	83.4	80.9	79.0	76.1	74.9	73.0
掘进机	99	93.0	87.0	83.4	80.9	79.0	76.1	74.9	73.0
通风机	99	93.0	87.0	83.4	80.9	79.0	76.1	74.9	73.0
振捣棒	88	82.0	76.0	72.4	69.9	68.0	65.1	63.9	62.0
振荡器	95	89.0	83.0	79.4	76.9	75.0	72.1	70.9	69.0
装载机	95	89.0	83.0	79.4	76.9	75.0	72.1	70.9	69.0
风动机具	95	89.0	83.0	79.4	76.9	75.0	72.1	70.9	69.0
卷扬机	85	79.0	73.0	69.4	66.9	65.0	62.1	60.9	59.0
载重汽车	95	89.0	83.0	79.4	76.9	75.0	72.1	70.9	69.0
挖掘机	85	79.0	73.0	69.4	66.9	65.0	62.1	59.9	58.4
平地机	90	84.0	78.0	74.4	71.9	70.0	67.1	64.9	63.4
振动式压路机	86	80.0	74.0	70.4	67.9	66.0	63.1	60.9	59.4
推土机	86	80.0	74.0	70.4	67.9	66.0	63.1	60.9	59.4
摊铺机	82	76.0	70.0	66.4	63.9	62.0	59.1	56.9	55.4
风镐、风锤及凿岩机	90	84.0	78.0	74.4	71.9	70.0	67.1	64.9	63.4
空压机	90	84.0	78.0	74.4	71.9	70.0	67.1	64.9	63.4

表 6.1-2 不同施工阶段多台设备同时运转时不同距离处的总声压级 单位： $\text{dB}(\text{A})$

施工阶段	主要施工设备	距声源距离						
		10m	20m	50m	70m	120m	200m	300m
工程前期施工	挖掘机、推土机、风镐、运输车辆等	87.3	81.2	73.3	70.4	65.7	61.2	52.5
地面建筑施工	挖掘机、推土机、电锯、运输车辆等	88.1	82.2	75.2	71.8	66.1	63.0	53.9
地下工程开挖	通风机、爆破机、掘	93.8	86.4	81.3	73.3	69.0	64.8	54.5

施工阶段	主要施工设备	距声源距离						
		10m	20m	50m	70m	120m	200m	300m
施工	进机、运输车辆等							
路基填筑	挖掘机、装载机、平地机、振动压路机	86.6	80.5	72.6	69.7	65	60.5	51.8
路面施工	装载机、装载机、平地机、振动压路机	86.6	80.5	72.6	69.7	65	60.5	51.8
交通工程施工	电钻、电锯、切割机	87	81	73	70.1	65.4	61	52.3

由此可见,本项目在地面建筑和地下工程施工阶段的噪声值贡献较大,在距声源 200m 处的噪声值为 63.0dB 和 64.8dB,满足《建筑施工场界环境噪声排放标准》(GB 12523-2011)中昼间标准限值(70dB),在距离声源 300m 处,满足《建筑施工场界环境噪声排放标准》(GB 12523-2011)中夜间标准限值(55dB)。由于本项目周边 300m 范围内无环境敏感点,且项目的施工噪声也会随着施工过程的结束而消失,因此项目施工对环境的影响较小。

建设单位在工程施工期采取以下噪声控制措施:

- ① 合理布置施工场地,合理安排施工方式,尽量减少夜间施工,选用低噪声施工机械;
- ② 严格操作规程,加强施工机械管理,降低人为噪声影响;
- ③ 采取有效的隔音、减震、消声措施,降低施工机械设备的噪声级;
- ④ 严格控制施工时间。

通过采取以上噪声控制措施,可以最大化的降低本项目施工期噪声对周围环境的影响。

6.1.4 固体废物

根据工程分析,本项目施工期的弃土弃石的产生量约 64 万 m^3 ,这些弃石将统一运至废石场,废石场距离运行维护实验区东侧约 1km 的山谷处,废石场占地 495 亩,长约 700m,宽约 600m,最大堆积高度 25m,容积约 105 万 m^3 ,可容纳地下实验室建设过程中的井巷掘进产生废石和地表场地平整产生的废石。出井废石通过无轨车运至废

石场，再通过汽车—推土机排土工艺沿山沟方式堆存。

本项目施工期的施工人员将产生一定的生活垃圾，施工期生活垃圾预计最大产生量为 60kg/d，分类收集后由环卫部门定期清运，建筑垃圾分类收集，综合回收利用，不能综合利用的交环卫部门处置，因此本项目施工期的固废对环境的影响小。

6.1.5 生态环境

本项目施工周期较长，约 84 个月，施工期的主要生态影响为施工过程将改变原有地表形态及土地结构，开挖土石方施工会造成一定的水土流失，施工噪声和占地等会影响野生动植物原有生境等。具体表现为：

一、对地形地貌的影响

施工期废石场的建设和废石的堆存过程在一定程度上将影响局部地形地貌。地下实验室项目所在区域总体属低山丘陵区，地貌为岩漠戈壁丘陵地貌，海拔高度在 1700m~1750m，相对高差 50m，区域内沟谷纵横。项目运行后，废石场会形成新的隆起地貌，设计废石场长 700m，宽 600m，最大堆高 25m，仅对局部区域的地形地貌产生影响，不会影响区域地形地貌类型。

二、对土地利用的影响

本项目主体工程永久占地面约 247 万 m^2 ，占地类型主要为荒地，进场道路占地 173 万 m^2 ，输水管线占地 30 万 m^2 ，输变电路占地 4.5 万 m^2 。进场道路和输变电工程建设将占用部分林地、草地、湿地和甘肃矿区部分土地，由于项目永久占地面积较小，对评价区的土地利用影响不大。输水管道施工全部为临时占地，占地类型主要为荒地和道路，永久占地和临时占地将破坏原有植被，永久占地还会改变土地原有使用功能。本项目施工期建将合理控制施工区域，减少施工占地范围，最大限度的减少对土地的影响。

三、水土流失

本项目属荒漠生态系统地区，生态较为脆弱。施工的过程中，由于地面的清理、场地平整、管沟的开挖、土石方的临时堆放，都将不同程度的改变、损坏或压埋原有地貌及植被，使其降低或丧失水土保持的功能，造成一定范围内的水土流失。本项目在施工过程中将加强施工期环境监管，对回填土方应采取土工布遮盖、设置截排水沟等临时防护措施，施工结束后，将对临时占地进行植被恢复，以减少水土流失。

四、对动植物影响

本项目生态调查区域分布有国家二级重点保护动物 3 种（红隼、纵纹腹小鸮、岩羊），国家二级重点保护植物 6 种（中麻黄、沙拐枣、梭梭、裸果木、甘草、胡杨）。

受保护动物中，红隼、纵纹腹小鸮均为飞行能力强、活动范围较广的禽类，其主要取食及活动范围距运行维护区及科研管理区较远，工程建设对其基本不会产生影响。在实地调查中并未发现岩羊实体，亦未发现相关痕迹，表明夏秋季不在该地区活动，亦不从该区域迁徙；仅在冬季走访驻地留守牧民得知，曾发现 2 只岩羊从鸳鸯沟南侧山地路过，距施工区南侧边界约 300m，推测为迷散个体。

受保护植物中，甘草及胡杨距科研管理区和进场道路较近，与占地范围不重叠。其中胡杨林有不连续的两个分布地块，相距约 700m，共计 73 棵。地块 1 面积为 40m×55m，共有胡杨 48 棵，群落总盖度 86%；地块 2 面积为 36m×40m，共有胡杨 25 棵，群落总盖度 62%。两种植物的种群密度均不高。

动植物调查结果显示，调查区域生物多样性低，生态系统结构简单，生态服务功能较低，拟建厂址周边未发现动物迁徙路线。对部分物种予以适当保护后，本项目地表科研实验设施及科研管理区的建设不会对本区域动植物多样性、分布等造成影响。

6.2 运行期环境影响评价

6.2.1 环境空气

本项目运行期主要的大气污染源包括：食堂油烟、加油站废气、柴油发电机废气、地下实验室废气、交通运输扬尘、垃圾收集站废气等。产生的主要污染物为油雾颗粒物、烟尘、SO₂、NO_x、CO 和扬尘等。根据大气环境影响评价等级判定结果，正常工况下本项目的大气评价等级为二级，根据《环境影响评价技术导则 大气环境》（HJ2.2-2018），二级评价可不进行进一步预测与评价，只对污染物排放量进行核算。

6.2.1.1 食堂油烟

本项目将建设运维人员食堂和科研人员食堂共两个食堂，食堂日常运作会产生餐饮油烟。餐饮油烟的主要污染成分为油雾颗粒物，根据工程分析，本项目油烟经净化处理后的排放浓度约 0.74 mg/m³，满足参考标准《饮食业油烟排放标准》(GB 18483-2001)表 2 中油烟最高允许排放浓度 2.0mg/m³ 的要求，对周围大气环境影响较小。

6.2.1.2 加油站非甲烷总烃

本项目加油站产生非甲烷总烃的污染源为：储罐大、小呼吸，卸油时油罐车排出的油蒸汽和加油机作业时排放的油蒸汽，主要成分非甲烷总烃。

本项目汽油卸油、储油、加油油气回收系统回收后的烃类气体通过呼吸阀排放，高度仅 4m，故以无组织形式计算。因加油站面源面积较小，污染物均在加油站内产生，污染源产生点较多，故以同一面源，综合时间计算，工作生产时间为 6144h，总排放量为 0.074t/a。项目无组织大气污染物面源参数见表 6.2-1。

表 6.2-1 无组织大气污染物面源参数表

污染源	污染物	面源长度 (m)	面源宽度 (m)	面源高度 (m)	年排放 小时数 (h)	排放工 况	污染物 排放速 率 (kg/a)
加油站	非甲烷 总烃	14.5	9	4	6144	连续	74.53

选用《环境影响评价技术导则-大气环境》(HJ 2.2-2018)中推荐的估算模式 Aerscreen 进行污染物浓度分布估算,以估算模式的计算结果作为预测和分析依据。根据 Aerscreen 估算结果,本项目加油站无组织排放的总烃在厂界外最大落地小时浓度为 $15.61 \mu\text{g}/\text{m}^3$,最大落地浓度出现距离为 9m。

根据估算结果,本项目最大落地浓度 $15.61 \mu\text{g}/\text{m}^3$,满足《大气污染物综合排放标准》(GB 16297-1996)表 2 标准中无组织排放监控浓度限值。故本项目无组织废气不会对周围大气环境产生明显影响。

本项目采用地埋式储油罐,由于该罐密闭性较好,顶部有不小于 0.5m 的覆土,周围回填的沙子和细土厚度也不小于 0.3m,因此储油罐室内气温比较稳定,受大气环境稳定影响较小,可减少油罐小呼吸蒸发损耗,延缓油品变质。另外,本项目采用自封式加油枪及密闭卸油等方式,并配套建设油气回收装置,可以一定程度上减少蒸发烃的排放。本项目设置了汽油油气回收系统,包括卸油油气回收系统和加油油气回收系统,总回收率在 95%以上。

6.2.1.3 柴油发电机废气

本项目设有 1 座应急柴油发电机房,内设 2 台 10kV 1200kW 柴油发电机。应急状态下(失去外部电源时)由柴油发电机发电经地表 110kV 变电站 10kV 侧的母线段(人工投切加入 10kV IIM 段)给相关设施供电满足安全和维持生命的需求,根据工程分析,本项目单台柴油机按年运行 12h 计,排放烟气量约 $56376\text{m}^3/\text{a}$,两台柴油发电机组共产生烟气量为 $112752\text{m}^3/\text{a}$,产生 SO_2 为 $0.13\text{kg}/\text{a}$, NO_x 为 $10.75\text{kg}/\text{a}$,烟尘(颗粒物)为 $0.65\text{kg}/\text{a}$ 。烟气引至发电机房顶部通过排气筒排放,

排放浓度为 SO_2 : $1.15\text{mg}/\text{m}^3$; NO_x : $95.3\text{mg}/\text{m}^3$; 烟尘: $5.76\text{mg}/\text{m}^3$, 满足《大气污染物综合排放标准》的限值要求, 由于柴油发电机使用情况较少, 因此对环境的影响较小。

6.2.1.4 交通运输废气

本项目进场道路建成投入使用之后, 车辆的行驶过程将产生汽车尾气等, 汽车尾气中含有的污染物为 NO_2 、CO 等。

汽车废气污染物主要来自燃料系统挥发和排气筒的排放, 而大部分碳氢化合物和几乎全部的氮氧化物、一氧化碳都来源于排气管。氮氧化物产生于有过量空气(氧气和氮气)的高温高压的汽缸内。污染物的排放量的大小与交通量成比例增加, 与车辆的类型以及汽车运行的工况有关。本项目进场道路为四级公路, 其主要为方便进出地下实验室车辆行驶之所需, 车辆通行量较小, 产生的交通废气的环境影响也较小。

6.2.1.5 垃圾收集站废气

分别在生活设施区与运行控制区的出入口附近设置一套地埋式垃圾分类收集设施, 为室外全地下式密闭作业, 每套设施配置 4 个垃圾桶: 可回收物、其他垃圾配置 660L 垃圾桶, 有害垃圾、厨余垃圾配置 240L 垃圾桶。

地埋式垃圾分类收集设施尺寸长 \times 宽 \times 深= $6000\text{mm}\times 1500\text{mm}\times 1910\text{mm}$, 主要由地上入口、地下收集容器和液压提升机构组成。使用时, 垃圾通过地上入口落入地下收集容器中, 密闭式的封盖设计能避免蚊蝇、臭味等问题, 当垃圾装满后, 可通过提升机构将地下收集容器升到地面上运走, 然后更换空容器复位。设备结构如图 6.2-1 所示。

垃圾收集站内设置除臭装置, 采用植物液喷淋方式, 根据工程分析, 本项目垃圾收集站的废气经除臭装置处理后, 通过无组织排放的废气量约为 NH_3 : $0.275\text{kg}/\text{a}$, H_2S : $2.746\text{kg}/\text{a}$ 。



图 6.2-1 地埋式垃圾分类收集设施示意图

选用《环境影响评价技术导则-大气环境》(HJ 2.2-2018)中推荐的估算模式 Aerscreen 进行污染物浓度分布估算,以估算模式的计算结果作为预测和分析依据。根据 Aerscreen 估算结果,本项目垃圾收集站 H₂S 无组织排放的总烃在厂界外最大落地小时浓度为 0.53 μg/m³,最大落地浓度出现距离为 8m,满足《恶臭污染物排放标准》中无组织排放监控浓度二级标准限值。故本项目无组织废气不会对周围大气环境产生明显影响。

6.2.1.6 大气环境防护距离

根据《环境影响评价技术导则—大气环境》(HJ2.2-2018)推荐的大气环境防护距离模式计算无组织排放源的大气环境防护距离,超出厂界以外的范围,即为项目大气环境防护区域。

本工程主要以无组织排放源主要为加油站、垃圾收集站无组织排放废气,计算其大气环境防护距离。将污染源参数代入导则推荐的大气环境防护距离模式计算得出大气防护距离,计算参数及计算结果见下表。

表 6.2-2 大气环境防护距离参数一览表

参数设定	数值		
	非甲烷总烃	H ₂ S	NH ₃
面源有效高度 (m)	4	3.5	3.5
面源宽度 (m)	9	6.6	6.6

参数设定	数值		
	非甲烷总烃	H ₂ S	NH ₃
面源长度 (m)	14.5	9	9
污染物排放速率 (t/a)	74.53×10^{-3}	2.746×10^{-3}	0.275×10^{-3}
日均评价标准 (mg/m ³)	2.0	0.01	0.2
计算结果 (m)	无超标点	无超标点	无超标点

本项目无组织排放大气环境保护距离无超标点,不需设置大气环境保护距离。

6.2.1.7 大气环境影响分析结论

根据估算模式,本项目非甲烷总烃、H₂S、NH₃的最大占标率分别为0.78%、5.3%和0.03%。因此,本项目新增污染源正常排放下污染物短期浓度贡献值的最大浓度占标率=5.3%<100%。

综上,拟建项目大气评价等级为二级评价,项目建成之后对周边大气环境影响较小。项目实施后不会对周边环境空气造成明显的不利影响。

建设项目大气环境影响评价自查表见下表。

表 6.2-3 建设项目大气环境影响评价自查表

工作内容		自查项目						
评价等级与范围	评价等级	一级 <input type="checkbox"/>		二级 <input checked="" type="checkbox"/>		三级 <input type="checkbox"/>		
	评价范围	边长=50km <input type="checkbox"/>		边长5~50km <input type="checkbox"/>		边长=5km <input checked="" type="checkbox"/>		
评价因子	SO ₂ +NO _x 排放量	≥2000t/a <input type="checkbox"/>		500~2000t/a <input type="checkbox"/>		<500t/a <input checked="" type="checkbox"/>		
	评价因子	基本污染物(SO ₂ 、NO ₂ 、PM ₁₀ 、TSP) 其他污染物(H ₂ S、NH ₃ 、非甲烷总烃)				包括二级PM _{2.5} <input type="checkbox"/> 不包括二次PM _{2.5} <input checked="" type="checkbox"/>		
评价标准	评价标准	国家标准 <input checked="" type="checkbox"/>		地方标准 <input type="checkbox"/>		附录D <input checked="" type="checkbox"/> 其他标准 <input type="checkbox"/>		
	环境功能区	一类区 <input type="checkbox"/>		二类区 <input checked="" type="checkbox"/>		一类区和二类区 <input type="checkbox"/>		
现状评价	评价基准年	(2020)年						
	环境空气质量现状调查数据来源	长期例行监测数据 <input type="checkbox"/>		主管部门发布的数据 <input type="checkbox"/>		现状补充监测 <input checked="" type="checkbox"/>		
	现状评价	达标区 <input checked="" type="checkbox"/>			不达标区 <input type="checkbox"/>			
污染源调查	调查内容	本项目正常排放源 <input type="checkbox"/> 本项目非正常排放源 <input checked="" type="checkbox"/> 现有污染源 <input checked="" type="checkbox"/>		拟替代的污染源 <input type="checkbox"/>		其他在建、拟建项目污染源 <input type="checkbox"/>		区域污染源 <input checked="" type="checkbox"/>
		大气环	预测模型	AERMOD <input type="checkbox"/>	ADMS <input type="checkbox"/>	AUSTAL2 000 <input type="checkbox"/>	EDMS/AED T <input type="checkbox"/>	CALPUFF <input type="checkbox"/>

工作内容		自查项目					
境影响 预测与 评价	预测范围	边长 $\geq 50\text{km}$ <input type="checkbox"/>		边长 $5\sim 50\text{km}$ <input type="checkbox"/>		边长 $=5\text{km}$ <input type="checkbox"/>	
	预测因子	预测因子 ()			包括二级PM _{2.5} <input type="checkbox"/> 不包括二次PM _{2.5} <input type="checkbox"/>		
	正常排放 短期浓度 贡献值	C 本项目最大占标率 $\leq 100\%$ <input type="checkbox"/>			C 本项目最大占标率 $> 100\%$ <input type="checkbox"/>		
	正常排放 年均浓度 贡献值	一类区	C 本项目最大占标率 $\leq 10\%$ <input type="checkbox"/>		C 本项目最大占标率 $> 10\%$ <input type="checkbox"/>		
		二类区	C 本项目最大占标率 $\leq 30\%$ <input type="checkbox"/>		C 本项目最大占标率 $> 30\%$ <input type="checkbox"/>		
	非正常排 放 1h 浓 度贡献值	非正常持续时长 () h		C 非正常占标率 $\leq 100\%$ <input type="checkbox"/>		C 非正常占标率 $>$ 100% <input type="checkbox"/>	
	保证率日 平均浓度 和年平均 浓度叠加 值	C 叠加达标 <input type="checkbox"/>			C 叠加不达标 <input type="checkbox"/>		
	区域环境 质量的整 体变化情 况	$k \leq -20\%$ <input type="checkbox"/>			$k > -20\%$ <input type="checkbox"/>		
环境监 测计划	污染源监 测	监测因子(油烟颗粒、油气浓度、 臭气浓度)			有组织废气监测 <input type="checkbox"/> 无组织废气监测 <input checked="" type="checkbox"/>	无监测 <input type="checkbox"/>	
	环境质量 监测	监测因子(TSP、SO ₂ 、油雾颗 粒物、非甲烷总烃、NO ₂ 、 PM ₁₀)			监测点位 (厂区下风向 2km)	无监测 <input type="checkbox"/>	
评价结 论	环境影响	可以接受 <input checked="" type="checkbox"/>			不可以接受 <input type="checkbox"/>		
	大气环境 防护距离	距 () 厂界最远 () m					
	污染源年 排放量	SO ₂ : (0.065 × 10 ⁻³) t/a	NO _x : (5.37 × 10 ⁻³) t/a	颗粒物: (0.325 × 10 ⁻³) t/a	VOCs: (0.0745) t/a		
注：“ <input type="checkbox"/> ”为勾选项，填“ <input type="checkbox"/> ”()为内容填写项							

6.2.2 地表水环境

一、污染源分析

(1) 井下涌水

地下实验室地下设有-280m 和-560m 两个实验水平，其中-560m 水平为主实验水平。-280m 水平正常涌水量 3.3m³/h、最大涌水量 5.0m³/h；-560m 水平正常涌水量 19.0m³/h、最大涌水量 27.0m³/h，此类废水污染物主要以 SS 为主。

(2) 生活污水

本项目运行期生活污水主要来自生活区食堂、各建筑物的卫生间、浴室排水等。

项目运行维护实验设施区域和科研管理设施区域污水各自独立收集处理，其中，运行维护实验设施区域污水量为 $30.03\text{m}^3/\text{d}$ ，科研管理设施区域污水量为 $24.26\text{m}^3/\text{d}$ 。参照《社会区域类环境影响评价培训教材》推荐的典型生活污水水质，水污染物 pH 值 7~8、 COD_{Cr} 浓度 400mg/L 、 BOD_5 浓度 200mg/L 、SS 浓度 200mg/L 、 $\text{NH}_3\text{-N}$ 浓度 25mg/L ；参照《饮食业环境保护技术规范》（HJ 554-2010）中推荐的餐饮废水数据，食堂废水动植物油浓度约为 100mg/L 。

二、治理措施

(1) 井下涌水

井下涌水经计量后进入-560m 水仓，通过-560m 泵房排至-280m 水仓，会同-280m 计量过的涌水排出地表后，采用“混凝+沉淀+过滤+消毒”工艺对井下涌水进行处理。处理工艺流程图见图 6.2-4，经处理后水质情况见表 6.2-5。

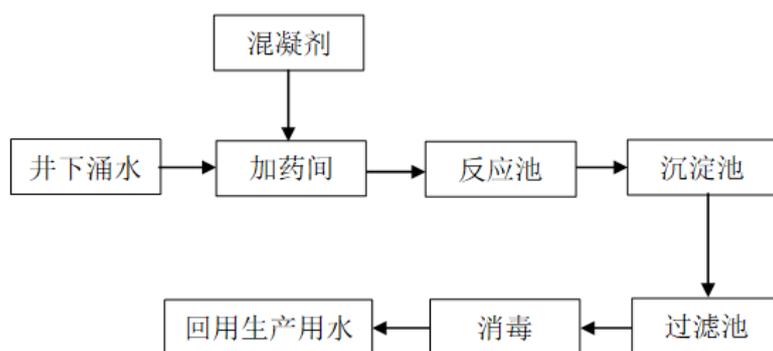


图 6.2-2 生产废水处理工艺

表 6.2-4 井下涌水经处理后水质情况 单位: mg/L (pH 无量纲)

项目	SS	COD	$\text{NH}_3\text{-N}$	石油类
进水水质	1200	87	0.4	100
经处理后出水水质	20	17.4	0.3	0.8
《城市污水再生利用 工业用水水质标准》(GB/T 19923-2005)	30	60	10	1

由此可见，本项目井下涌水出水水质满足《城市污水再生利用 工业用水水质标准》（GB/T 19923-2005），可用于生产用水。

(2) 生活污水

本项目运行维护实验设施区域和科研管理设施区域污水各自独立收集处理，经厂区内防渗化粪池预处理后，排入地面生活污水处理站；该污水处理站采用生物膜工艺（MBR），污水处理达标后回用为生产水。污水全部收集利用，不外排。处理工艺图见图 6.2-3。

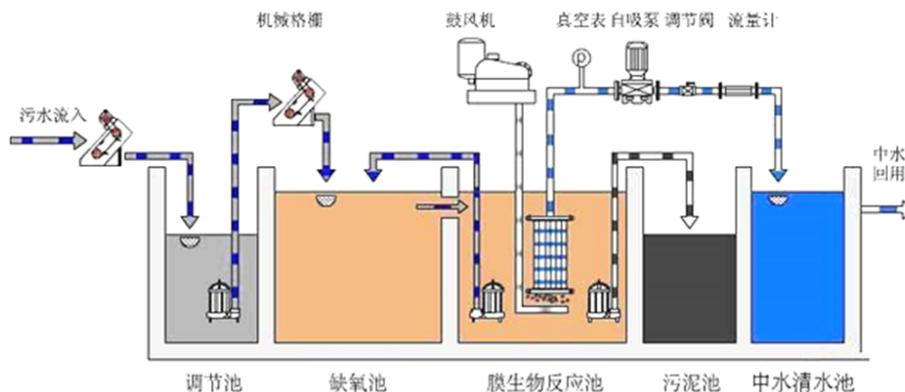


图 6.2-3 场区生活污水处理工艺流程图

污水经化粪池预处理后，再经生物膜处理工艺（MBR），出水水质根据类比相同规模及工艺的污水处理站：COD_{Cr} 浓度为 23.23mg/L，BOD₅ 浓度为 5.78mg/L，SS 浓度为 17.5mg/L，NH₃-N 浓度为 9.7mg/L，动植物油浓度 4mg/L。项目运行期污水经污水处理站处理后可以满足国家标准《城市污水再生利用 工业用水水质》（GB/T 19923-2005）的要求，见表 6.2-5。项目运行期生活污水经达标处理后，回用为生产水，污水全部收集利用，不外排，对周围水环境影响较小。

表 6.2-5 生活污水经处理后水质情况 单位：mg/L（pH 无量纲）

项目	pH	COD	BOD ₅	SS	NH ₃ -N	动植物油
进水水质	7~8	400	200	200	25	100
处理后出水水质	/	23.23	5.78	17.5	9.7	4
《城市污水再生利用 工业用水水质》 (GB/T 19923-2005)	6~9	60	10	30	10	/

本项目进场道路投入运行之后本身不会产生废水,但由于路面机动车行驶过程中产生的污染物多扩散于大气或降落于道路周围路面上,随着降雨会将污染物冲刷至地表可能对附近的土壤环境等造成一定影响。项目所在地多年平均降水量为 70mm 左右,降水量小,蒸发量大,因此对环境的影响有限。

6.2.3 噪声

6.2.3.1 厂区噪声环境影响分析

(1) 厂区内噪声源分布情况

本项目营运期噪声源主要为场区内部噪声源、交通运输噪声、变电站及输电线路噪声和输水管线加压泵房噪声。其中场区内部噪声主要是空气动力性噪声和机械性噪声,声级一般在 70~90dB(A)之间。由于厂区内,运行维护实验区和科研管理设施区距离较远,所以分开进行分析。

场区主要噪声源具体见表 6.2-6,其中,设备房位于科研管理设施区。

表 6.2-6 场区主要设备声压级 dB (A)

序号	噪声源位置	产噪设备	厂房外 1m 声压级 (dB)	治理措施	采取措施后厂房外 1m 噪声级 (dB)
运行维护实验区					
1	竖井提升机房	提升机	85	在提升机房设置隔音值班室,机房内电机设置减震基础,加装隔声罩,设置隔声门窗	75
2	能源站	水泵	90	水泵间采用封闭式设计,水泵与进出口管道间安装软橡胶接头,泵体基础设橡胶垫或弹簧减震动器	85
		空气源热泵	80	配置消声器和减震垫	70
3	通风中心	轴流风机	85	机体配带消声器,并在排气口设扩散塔,对电机设置减震基础	75

序号	噪声源位置	产噪设备	厂房外 1m 声压级 (dB)	治理措施	采取措施后厂房外 1m 噪声级 (dB)
		空气源热泵	80	配置消声器和减震垫	70
4	斜坡道通风中心	轴流风机	85	机体配带消声器, 并在排气口设扩散塔, 对电机设置减震基础	75
5	空压机房	双螺杆地面用固定空压机	88	空压机采用隔振机座, 进排气口安装消声器, 对机房墙壁、顶棚进行吸声处理, 采用隔声门窗	78
6	消防泵房	水泵	80	水泵间采用封闭式设计, 水泵与进出口管道间安装软橡胶接头, 泵体基础设橡胶垫或弹簧减震动器	65
7	柴油发电机房	柴油发电机	85	配备消声器, 采用隔振机座, 对机房墙壁、顶棚进行吸声处理, 采用隔声门窗	75
8	变电站	变压器及辅助设备	65	优选低噪声主变	55
科研管理设施区					
9	设备房	水泵	90	水泵间采用封闭式设计, 水泵与进出口管道间安装软橡胶接头, 泵体基础设橡胶垫或弹簧减震动器	85
		空气源热泵	80	配置消声器和减震垫	70

(2) 预测模式

采用《环境影响评价技术导则-声环境》(HJ/T 2.4-2009)工业噪声预测模式。利用 NoiseSystem 软件对本项目场地昼间厂界噪声进行计算, 噪声预测结果见表 6.2-5 及表 6.2-7, 厂界噪声贡献值等值线图见图 6.2-4 及图 6.2-8。

表 6.2-7 运行维护实验区厂界噪声预测结果 单位: dB (A)

预测点	排放值(Leq) 昼间	执行标准	达标情况
1# (北厂界)	39.36	GB12348-2008 中 1 类标准, 昼 间 55dB(A)	达标
2# (东厂界)	34.54		
3# (南厂界)	33.35		
4# (西厂界)	32.98		

表 6.2-8 科研管理设施区厂界噪声预测结果 单位: dB (A)

预测点	排放值(Leq) 昼间	执行标准	达标情况
5# (北厂界)	27.94	GB12348-2008 中 1 类标准, 昼 间 55dB(A)	达标
6# (东厂界)	37.21		
7# (南厂界)	31.84		
8# (西厂界)	23.14		

预测结果表明, 本项目场区四周厂界昼间噪声排放值能够满足《工业企业厂界环境噪声标准》中 1 类标准要求。场区周围 200m 范围内无敏感目标, 严格执行环保措施情况下, 本项目噪声对周边声环境影响较小。

6.2.3.2 交通噪声影响分析

(1) 噪声源

本项目交通噪声主要来自进场道路路面行驶的机动车产生的噪声。交通噪声主要由发动机噪声、排气噪声、车体振动噪声、制动噪声、传动机械噪声等声源组成, 其中发动机噪声是主要的噪声源, 噪声源一般为非稳定态源。

进场道路建成投入运行后将首先用于施工期各运输、施工车辆的运行, 待施工期结束后主要为进出地下实验室厂区的车辆以及一些社会车辆等。根据道路投入运行后的实际情况, 分别按短期、中期、长期进行交通噪声量预测。

(2) 预测模式

根据项目建设完成后路面行驶机动车产生噪声的特点, 营运期声环境影响预测采用《环境影响评价技术导则—声环境》(HJ 2.4-2009)

附录 A.2 中推荐的公路（道路）交通运输噪声预测模式进行模拟预测，道路的预测模式为：

① 第 i 类车等效声级的预测模式

$$Leq(h)_i = (\bar{L}_{0E})_i + 10 \lg\left(\frac{N_i}{V_i T}\right) + 10 \lg\left(\frac{7.5}{r}\right) + 10 \lg\left[\frac{(\Psi_1 + \Psi_2)}{\pi}\right] + \Delta L - 16$$

式中： $Leq(h)_i$ ——第 i 类车的小时等效声级，dB(A)；

$(L_{0E})_i$ ——第 i 类车速度为 V_i ，km/h；水平距离为 7.5m 处的能量平均 A 声级，dB(A)；

N_i ——昼间、夜间通过某预测点的第 i 类车平均小时流量，辆/h；

r ——从车道中心到预测点的距离，m；适用于 $r > 7.5$ m 预测点的噪声预测；

V_i ——第 i 类车的平均车速，km/h；

T ——计算等效声级的时间，1h；

Ψ_1 、 Ψ_2 ——预测点到有限长路段两端的张角，弧度；见图 6.2-6 所示

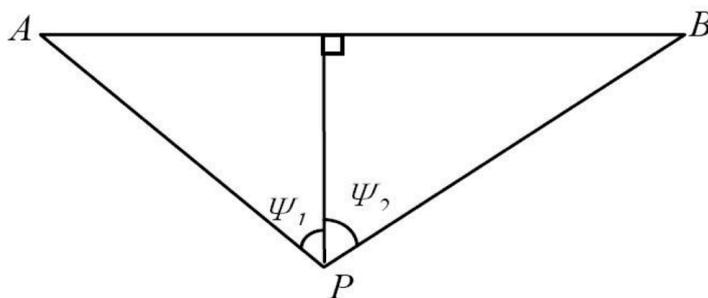


图 6.2-6 有限路段的修正函数，A—B 为路段，P 为预测点

ΔL ——由其他因素引起的修正量，dB(A)，可按下式计算：

$$\Delta L = \Delta L_1 - \Delta L_2 + \Delta L_3$$

$$\Delta L_1 = \Delta L_{\text{坡度}} + \Delta L_{\text{路面}}$$

$$\Delta L_2 = A_{\text{atm}} + A_{\text{gr}} + A_{\text{bar}} + A_{\text{misc}}$$

ΔL_1 ——路线因素引起的修正量，dB(A)；

$\Delta L_{\text{坡度}}$ ——公路纵坡修正量，dB(A)；

$\Delta L_{\text{路面}}$ ——公路路面材料引起的修正量，dB(A)；

ΔL_2 ——声波传播途径中引起的衰减量, dB(A);

ΔL_3 ——由反射等引起的修正量, dB(A)。

② 总车流等效声级

$$Leq(T) = 10 \lg(10^{0.1Leq(h)大} + 10^{0.1Leq(h)中} + 10^{0.1Leq(h)小})$$

③ 预测条件及参数

根据项目可研资料,项目昼夜间交通量按昼间 16h,夜间 8h 计,则昼间交通量占总交通量的 90%,夜间交通量占总交通量的 10%。项目不同时段交通如表 6.2-9:

表 6.2-9 道路不同时段各类型车流量 单位: 辆/h

时段		小型车	中型车	大型车	合计
近期 (2022 年)	昼间小时	4	2	1	7
	夜间小时	1	1	1	3
中期 (2028 年)	昼间小时	6	3	2	11
	夜间小时	2	1	1	4
远期 (2036 年)	昼间小时	9	4	3	16
	夜间小时	2	1	1	4

④ 预测结果

根据项目设计参数及不同特征年在昼夜间的车流量、车型分布情况,可计算出项目不同路段两侧 200 米范围内的噪声贡献值,如表 6.2-10:

表 6.2-10 运行期进场道路两侧噪声贡献值 单位 dB(A)

距道路边线 (m)	2022 年		2028 年		2036 年	
	昼间	夜间	昼间	夜间	昼间	夜间
5	50.6	49.6	53.2	49.7	54.8	49.7
10	45.1	44.1	47.7	44.2	49.3	44.2
20	42.5	41.5	45.1	41.6	46.7	41.6
30	41.0	39.9	43.5	40.0	45.1	40.0
40	39.8	38.8	42.4	38.8	44.0	38.9
50	38.9	37.8	41.4	37.9	43.1	37.9
60	38.1	37.1	40.7	37.2	42.3	37.2
70	37.5	36.4	40.0	36.5	41.7	36.5
80	36.9	35.9	39.5	36.0	41.1	36.0
100	36.0	34.9	38.5	35.0	40.2	35.0
150	34.2	33.2	36.8	33.3	38.4	33.3

距道路边线 (m)	2022 年		2028 年		2036 年	
	昼间	夜间	昼间	夜间	昼间	夜间
200	33.0	32.0	35.6	32.1	37.2	32.1

由表 6.2-8 可知，项目运营后近、中、远期道路两侧 10m 外昼间和夜间噪声贡献值均能达到《声环境质量标准》（GB 3096-2008）1 类标准（昼间 $\leq 55\text{dB(A)}$ 、夜间 $\leq 45\text{dB(A)}$ ），且本项目进场道路两侧 200 米范围内无居民点分布，因此交通噪声的环境影响较小。

6.2.3.3 输水管线加压泵房噪声影响分析

本项目输水管线在取水地管井取水，配套井用潜水电泵输水至一级加压泵站（距离取水地 5km 处），出水经二级加压泵站（距离取水地 20km 处）加压后输水至实验室场址贮水池。泵站采用的主要噪声设备见表 6.2-11。

表 6.2-11 输水管线沿线使用噪声设备情况

序号	设备名称	主要指标和规格要求	数量	单位	声压级 (dB)
1	井用潜水电泵	(不锈钢材质) Q=15m ³ /h; H=100m; N=11kW	3	台	80~86
2	一体化加压泵站	地埋式，配置泵室 8m×5 m×4 m 深，包含以下主要设备	2	座	85~90

运行期按电源衰减模式预测加压泵房声压级，见表 6.2-12。

表 6.2-12 泵房运转时不同距离处的总声压级

施工阶段	主要施工设备	距声源距离						
		10m	20m	50m	70m	120m	200m	300m
潜水泵房	井用潜水泵	81.5	74.2	71.9	65.0	62.1	52.8	33.6
加压泵房	一体化加压泵	86.7	78.3	75.0	69.7	65.5	54.1	34.2

根据表 6.2-12，加压泵房运行状态下，距离 300 米处的声压级可达到声环境质量的 1 级标准，且由于本项目输水管线沿线无居民点，其运行状态下的声环境影响较小。

6.2.4 固体废物

6.2.4.1 生活垃圾

本项目运行期固体废物主要为生活垃圾。本项目场区生活垃圾产

生量按 170 人计算，根据《生活垃圾收集站技术规范》，每人日产生生活垃圾 1.0kg 左右。则生活垃圾量预测约 0.17t/d。本项目设置垃圾收集站，生活垃圾设垃圾筒将生活垃圾进行集中收集后，送垃圾收集站暂存，定期由车辆运至环卫部门指定地点处置，本项目垃圾收集站设计规模为 0.25t/d，根据工程分析，本项目为防止蚊蝇、臭味等问题，除臭间内设置除臭装置，采用植物液喷淋方式，除臭效率约 90%，保守估计废气污染物无组织排放量约为 NH_3 : 0.275kg/a, H_2S : 2.746kg/a，且本项目垃圾收集站距离厂区边界约 170 米，对厂区外的影响较小。垃圾收集站内储存 1-3 天（可根据季节调整），然后由当地环卫部门定期派垃圾车将站内的生活垃圾运送至垃圾处理场处理。

6.2.4.2 运行期废石

本项目运行期井下会产生废石。由于运行期井下主要工作集中于科研实验，废石产生量较小，每个月产生量约 1000~1500m³，统一运至废石场处置。

6.2.4.3 危险废物

本项目维修厂房在设备维修保养期间可能产生少量废机油、废含油棉纱，地表快速分析实验室运行期也会产生少量的废弃化学试剂瓶，属危险废物，这部分废物将统一收集暂存，定期交有资质单位进行处置。

变电站在运行期也会产生少量的事故油和废旧蓄电池，属危险废物，定期交有资质单位进行处置。

综上所述，本项目所产生的生活垃圾等固体废弃物和危险废物等可得到妥善处理或处置，对环境的影响较小。

6.2.5 地下水环境

6.2.5.1 水文地质概念模型

地下水数值模拟研究工作主要分为三个部分：水文地质结构模型、数学模型及数值模型。水文地质结构模型的建立是基于对水文地质条

件的调查研究的基础上完成的，主要取决于前期的资料收集、水文调查、钻孔实验、地下水动态监测等工作。在此基础上，分析与确定模拟区的模型的范围、边界条件及水动力条件特征，选择合适的数学模型概化模拟区水文地质结构，进而利用数值模拟方法，进行空间网格剖分，参数分区、源汇项处理等，最终构建研究区地下水三维数值模型，为后续地下水运移规律及核素迁移特性的研究提供基础模型支撑。现阶段的工作任务重点是基于多尺度地下水流动系统理论，在已有的区域尺度地下水数值模型的基础上，采用更高精度的 DEM 数据，优化区域尺度水文地质结构模型；采用双重介质模型的方法，重新建立区域尺度地下水三维数值模型。

6.2.5.2 模拟范围

在区域地下水数值模型的基础上提取场址模型所需的边界条件，结合实际的钻孔实验信息，基于地质统计方法，获取场址模型的水文地质参数随机模型，建立场址尺度水文地质结构模型，场址尺度数值模型的范围南北约 6.1km，东西约 5.3km，总面积为 32.13km²。整个场址尺度模型的范围，见图 6.2-7 和图 6.2-8。

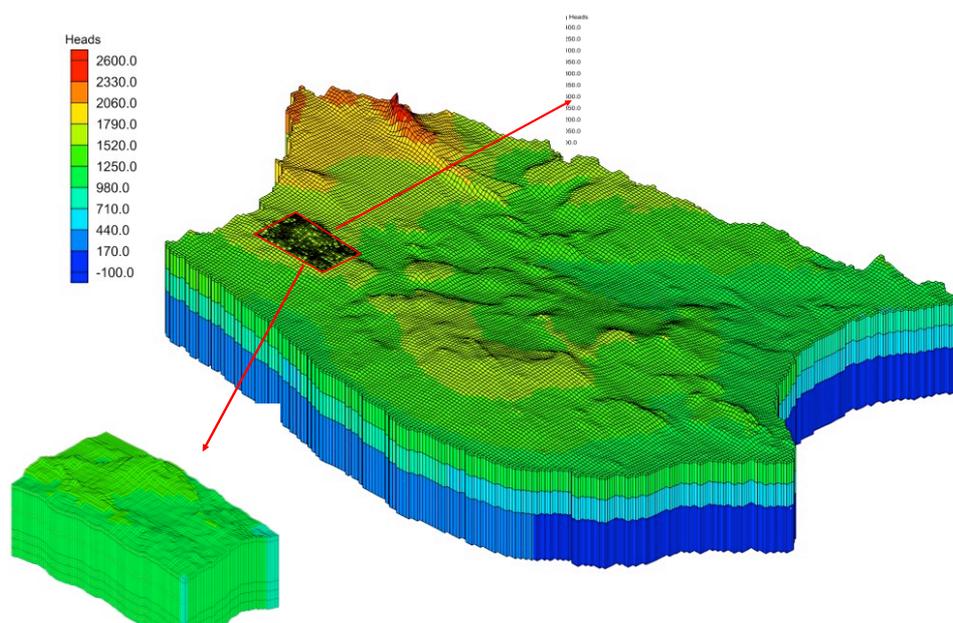


图 6.2-7 场址尺度地下水双向耦合数值模型

6.2.5.3 网格剖分

根据场址尺度水文地质结构、边界条件和地下水流场特征，采用六面体网格对模拟区进行网格剖分，网格总数为 300304 个，平面上网格大小为 20m×20m；考虑到现阶段场址区域的钻孔水位数据绝大多数是混合水位数据，故在垂向上分层时，结合实际钻孔的深度，将模型分为四层，第一层为 100m，第二层为 250m，第三层 250m，第四层为 400m，模型总厚度为 1000m，如图 6.2-9

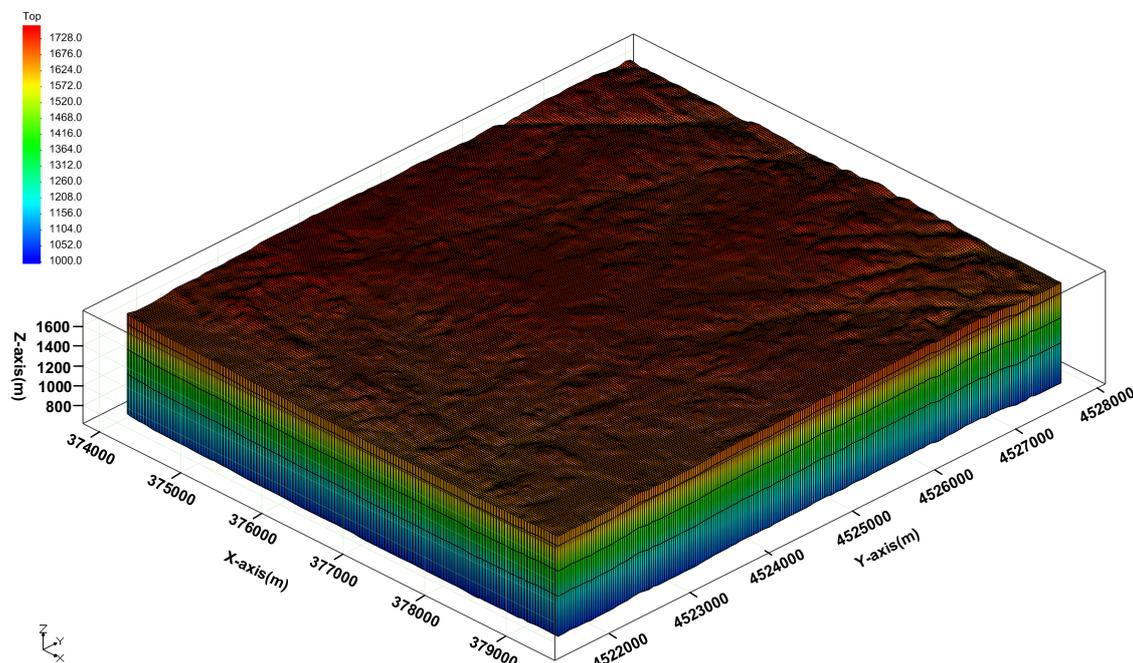


图 6.2-9 场址尺度地下水数值模型网格剖分图

6.2.5.4 模型校正

据场址区域所有水文地质钻孔的分布情况，选择 36 个观测点，对模拟计算水位与观测水位进行对比，水位残差设置为 5m。从对比结果看，绝大部分地区水位拟合结果相对理想，多数水位观测点是显示绿色的，这说明两者之间的水位残差都在 5m 以内，见图 6.2-10。同时表明现阶段构建的地下水流数值模型在一定程度上达到精度要求，反演的水文地质参数能够准确地刻画研究区的水文地质条件，模拟结果可反映了真实地下水系统水动力条件特征。

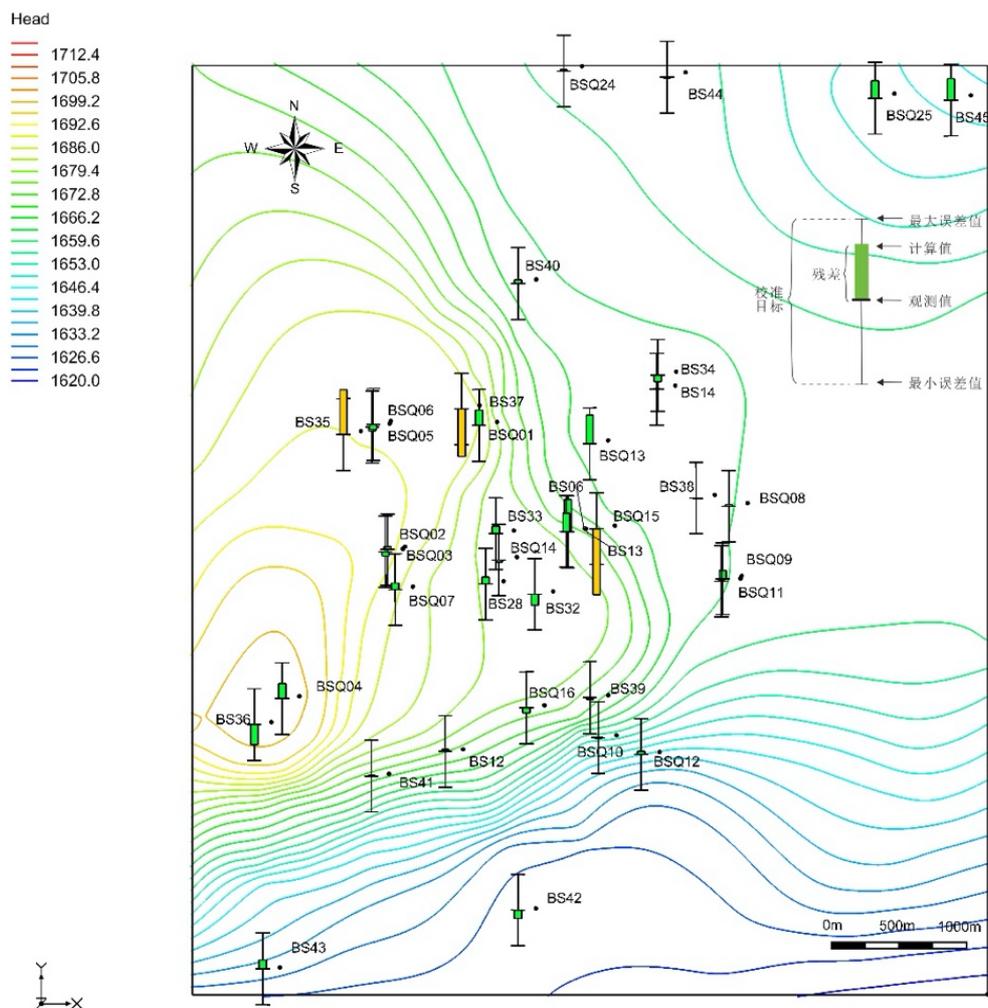


图 6.2-10 场址尺度水位拟合结果

图 6.2-10 的结果表明现阶段建立的场址尺度地下水数值模型能够较好拟合钻孔的水位，只有 BS35、BS37 和 BSQ25 三个孔拟合的误差相对较大，最大的水位误差达 9.25m，其余钻孔的水位的拟合结果都在 5m 以内，观测水位与计算水位的平均值误差值为-0.24，方差为 6.94（图 6.2-11），场址尺度模型的精度相对于区域模型的结果更加精确，能够更加准确地刻画场址尺度的地下水水动力场特征。

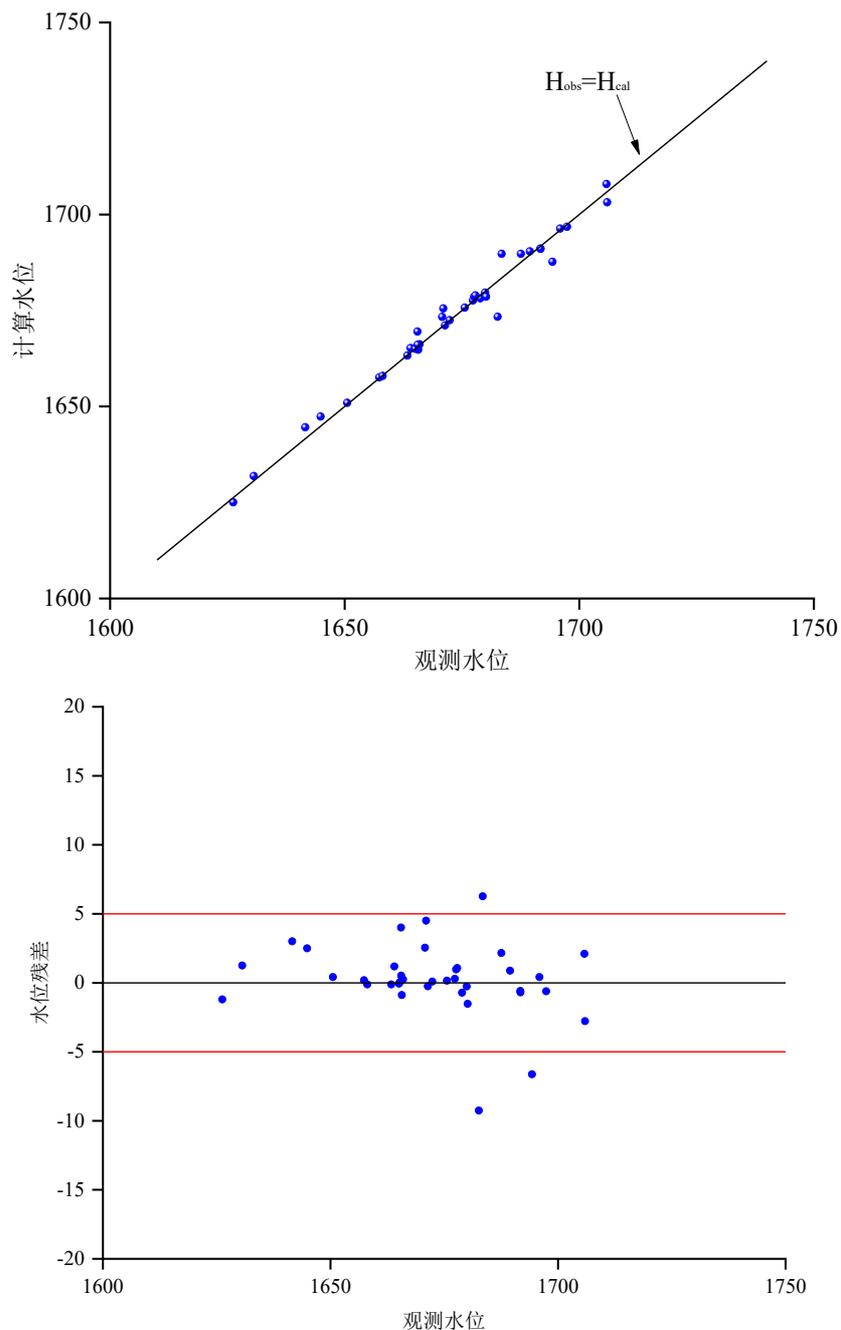


图 6.2-11 场址范围内钻孔计算水位、水位残差与观测水位对比值

通过对场址尺度地下水流数值模型中 234 个渗透参数控制点与 1 个净入渗量分区开展模型灵敏度分析, 见图 6.2-12。结果表明模型水文地质参数灵敏度值都低于 0.01, 这说明该值的改变为模型解释和预报能力影响相对较弱, 这与模型反演趋势是保持一致的, 在模型反演的过程中, 模型参数的灵敏度从最初较为敏感逐渐减弱, 相应的目标函数从较大的误差逐渐变小, 直至到达最优解为止。而净入渗量的灵

敏感度值相对偏大，其原因该参数是分区的形式表示，此参数的变化会影响整个模型范围内地下水水位，在进行模型预测时，需重点关注该参数对预测结果的影响，后续可以将该参数同样采用控制点的方式进行数值刻画，考虑到沟谷处与山坡净入渗量不同，可以针对这些区域进行加密布设，优化现阶段地下水流数值模型结果，降低该参数的灵敏度。

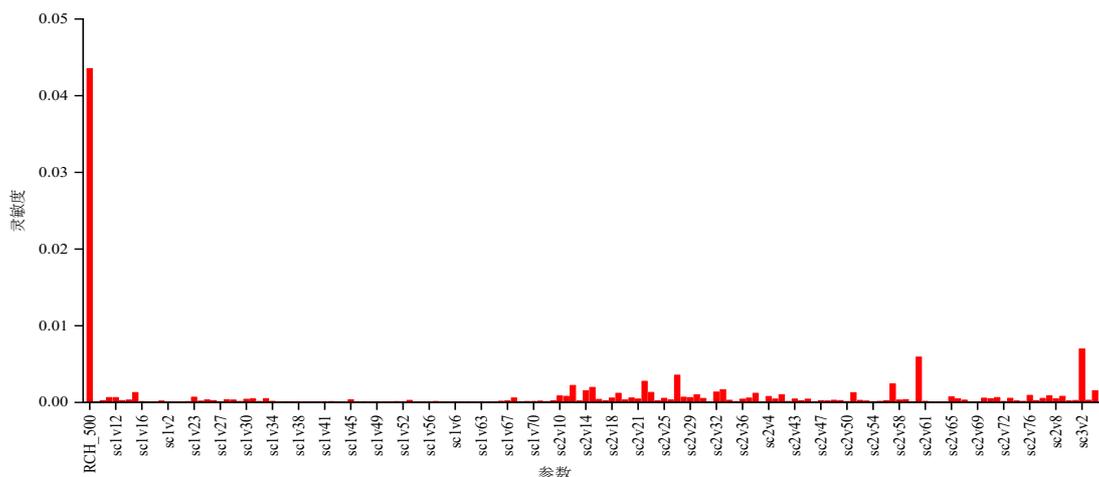


图 6.2-12 场址模型参数的灵敏度分析

6.2.5.5 模拟结果

根据地下水水质示踪实验结果：该结果表明首先质点从布设位置向下运移，然后向东北方向迁移，这与多层监测的水位结果和现阶段水文地质调查的地下水流向认识是一致的。其次，基于现有场址尺度地下水数值模型结果计算的质点从 BS32 钻孔迁移到模型东北侧所需的时间为 11.09 万年，地下水的迁移速度极其缓慢，具体迁移路径见图 6.2-13。

6.2.5.6 影响评价

(1) 核素迁移实验对地下水影响

在地下实验室开展的核素迁移现场实验装置稳定性验证实验，是将核素迁移现场实验装置嵌入岩体，通过非放射性物质迁移实验和长期监测来验证实验装置的地下水采集系统、多道阀门系统、化学实验系统、在线监测系统和控制系统等各系统的功能及长期可靠性。正常

情况下实验在“核素迁移现场实验装置”内进行，一般情况下不会扩散至外环境中，假设有元素发生泄露，根据上述模拟结果，对地下水的水质影响也是很小的。

(2) 加油站储罐、污水处理设施对地下水影响

本项目运行过程潜在的主要污染源包括生产及生活废水、加油站储罐破损或开展示踪实验等对地下水的。

① 生产、生活废水对地下水影响分析

地下实验室产生少量的井下涌水，处理采用混凝、沉淀、过滤、消毒的处理工艺，配套设置一体化水处理设施及加药和消毒设备，处理后井下涌水水质满足《城市污水再生利用 工业用水水质标准》（GB/T 19923-2005）要求。

本项目运行维护实验设施区域和科研管理设施区域污水各自独立收集处理，排入地面生活污水处理站；该污水处理站采用生物膜工艺（MBR），污水处理达标后回用为生产水。污水全部收集利用，不外排。本项目运行期生活污水经防渗封闭式化粪池预处理后排入污水处理设施，处理后可以满足国家标准《城市污水再生利用 工业用水水质》（GB/T 19923-2005）的要求。

本项目运行期产生的生产及生活废水全部作为回水利用，不外排。因此，项目的生产、生活废水对地下水环境影响较小。

② 加油站对地下水影响分析

正常情况下本项目加油站采取防渗措对地下水环境影响较小；事故工况下主要表现为储罐泄漏会对当地地下水及土壤造成一定程度的污染，主要地下水污染因子为石油类。

本项目采用钢制强化玻璃纤维制双层油罐，其外层采用玻璃钢保护层，内壳采用钢板，可有效地避免油罐被土壤、水等物质腐蚀。油罐配备测漏传感器、报警器，如内壳发生泄漏，油料可暂存于内外层空隙处，避免因油料泄漏污染环境，并通过传感器和报警器通知生产

值班人员。

距离本项目场址最近的牧民水井约 7.5km，且牧民水井取用沟谷地带第四系孔隙潜水含水层，如加油站储罐泄露表征污染物主要影响山地基岩裂隙水含水层，与周边牧民取水井不属于同一含水层，因此从横向和垂向上均不会对周边牧民水井造成影响。

6.2.6 生态环境

6.2.6.1 对生态完整性的影响

本项目所在区域主要为荒漠生态，项目的建设会影响原有生态系统的完整性和连通性，但项目在区域上占比较少，对区域生态系统的植被连续性影响较小，不会影响项目区域荒漠生态系统的主导地位以及区域生态系统空间结构完整性。

6.2.6.2 对景观的影响

场址建设对景观的影响表现在：原有的荒漠景观、裸地景观面积减少，人工景观斑块增加；就斑块的连通性而言，道路和输变电等人工景观切割作用，使区内原有各斑块相互隔离，并转为荒漠景观和人工景观相间的形式，但项目对当地荒漠生态系统的切割程度较低，不会导致区域内景观破碎度明显增大，也不会引起整体景观和功能的改变。

6.2.6.3 工程占地影响

地下实验室项目共计占地 2.47km²，包括新建地下实验室地面设施、废石场、进场道路、供水管线、输变电线路等。项目建成后，原有荒漠草地变为工业用地，土地利用性质发生改变，同时土地利用价值也得到提高。原有土地以荒漠植被为主，项目也没有占用基本农田和耕地。

本项目占地面积占该区域总草地面积的比例较小，不会影响该区域以草地为主的生态服务功能，同时，建设单位在当地政府的协调下正在积极办理相关用地的使用及补偿手续，使项目的占地符合相关法

律法规要求，符合地区土地利用规划。

6.2.6.4 对动植物的影响

本项目拟建厂址区域爬行动物种贫乏，生态现状调查未发现大型哺乳类实体，也未发现动物迁徙通道，鸟类由于飞行能力较强，项目运行后的主要人为活动均在厂区内部，且项目运行期也没有大型的工业噪声源和污染源排放，因此运行后对所在区域的动物影响较小。

6.2.6.5 对土壤环境的影响

项目运行期，场区内建构筑物、道路等硬化区域水土流失较小，废石场大量弃土、弃石、弃渣的排放，其边坡表层尚未经过长期沉降，易产生风蚀。

(1) 废石场有可能发生的崩塌、滑坡，对正常生产造成不利影响。生产建设过程中，土壤抗蚀力减弱，风蚀严重，扬尘直接影响到生产和日常生活。

(2) 严重的水土流失加速土壤盐渍化。特别是废石场周围地区，由于废石场将增加土壤积盐过程，废石堆积使得含 Ca、Mg、K、Na 等盐类淋失，溶解于地表和地下径流中，随后汇集到平原或低洼地区，在通过蒸发作用使土壤产生盐渍化。另外，废石场堆土承压、抬高地下水位，增加矿化度。

地下实验室的开发建设活动不可避免地将破坏原有荒漠自然植被和土地资源，导致土壤肥力明显下降，水土流失危害程度显著增强。

本项目厂区所在区域主要以裸岩石砾地为主，没有可供耕作土地也没有林地等，植被稀少，因此项目以及废石场的占地等对土壤的肥力破坏有限，也不会影响当地的农业、牧业的生产。

7 电磁环境影响评价

7.1 评价内容

本次电磁环境影响评价主要内容包括：

- (1) 110kV 北山变电站产生的工频电磁场对周边环境的影响；
- (2) 110kV 输电线路（北线、南线）产生的工频电磁场对周边环境的影响。

7.2 评价因子、评价标准以及评价等级

7.2.1 评价因子

本输变电工程重点评价施工期噪声对环境的影响，以及运行期产生的工频电场和工频磁场、噪声对周围环境的影响。

本输变电工程主要环境影响评价因子见表 7.2-1。

表 7.2-1 本输变电工程评价因子一览表

评价阶段	评价项目	现状评价因子	单位	预测评价因子	单位
施工期	声环境	昼间等效声级、夜间等效声级 Leq	dB (A)	昼间等效声级、夜间等效声级 Leq	dB (A)
运行期	电磁环境	工频电场强度	kV/m	工频电场强度	kV/m
		工频磁感应强度	μT	工频磁感应强度	μT
	声环境	昼间等效声级、夜间等效声级 Leq	dB (A)	昼间等效声级、夜间等效声级 Leq	dB (A)

7.2.2 评价标准

本输变电工程环境影响评价采用的电磁环境、声环境评价标准见表 7.2-2、表 7.2-3。

表 7.2-2 电磁环境评价执行标准

评价因子	评价标准
工频电场强度	依据《电磁环境控制限值》(GB 8702-2014)表 1“公众曝露控制限值”规定，以 4000V/m 作为公众曝露控制限值
	当输电线路经过耕地、林地、牧草地、道路等场所时，线路下方工频电场强度控制限值为 10kV/m
工频磁感应强度	工频磁感应强度控制限值为 100μT

表 7.2-3 声环境影响评价标准

评价因子	评价标准及标准值	
昼间等效声级、夜间等效声级 Leq	声环境质量标准	变电站站界外评价范围声环境敏感目标执行《声环境质量标准》1类标准（昼间 55dB（A），夜间 45dB（A））
		输电线路沿线评价范围内声环境敏感目标执行《声环境质量标准》1类标准（昼间 55dB（A），夜间 45dB（A））
	厂界噪声排放标准	变电站站界噪声排放执行《工业企业厂界环境噪声排放标准》1类标准（昼间 55dB（A），夜间 45dB（A））
	施工期场界噪声标准	《建筑施工场界环境噪声排放标准》（GB12523-2011） 昼间 70dB（A），夜间 55dB（A）

7.2.3 评价等级

（1）电磁环境

根据本输变电工程内容，110kV 变电站为户外布置，两条单回路 110kV 输电线路均为架空线路，参照《环境影响评价技术导则 输变电工程》（HJ24-2014），本工程变电站电磁环境影响评价工作等级为二级，输电线路电磁环境影响评价工作等级为三级，详见表 7.2-4。

表 7.2-4 输变电工程（110kV 交流）电磁环境影响评价工作等级

分类	电压等级	工程	条件	评价工作等级
交流	110kV	变电站	户外式	二级
		输电线路	边导线地面投影外两侧各 10m 范围内无电磁环境敏感目标的架空线	三级

注：根据同电压等级的变电站确定开关站、串补站的电磁环境影响评价工作等级，根据直流侧电压等级确定换流站的电磁环境影响评价工作等级。

（2）声环境

根据《环境影响评价技术导则 声环境》（HJ 2.4-2009），结合本输变电工程的特点，声环境均执行《声环境质量标准》（GB 3096-2008）1类标准，建设前后受影响人口数量未显著增多，因此本输变电工程声环境影响评价工作等级为二级。

（3）生态环境

本输变电工程变电站（位于地下实验室场区内北侧）及输电线路沿线，不涉及自然保护区、世界文化和自然遗产地等特殊生态敏感区，亦不涉及风景名胜区、森林公园、地质公园等重要生态敏感区。

本工程新建两条单回路 110kV 架空线路，其中北线 110kV 音凹峡变电站→110kV 北山变电站单回路输电线路总长 64.85km，新建铁塔 259 基，每基占地 72m²，合计占地 0.19km²；南线 110kV 花海变电站→110kV 北山变电站单回路输电线路总长 90.35km，新建铁塔 362 基，合计占地 0.26km²。由于本工程新建线路占地面积较小、单回路线路长度不超过 100km，且架空线路对生态环境的影响为点位间隔式，根据《环境影响评价技术导则 生态影响》（HJ 19-2011），本工程生态环境评价等级确定为三级。

7.3 评价范围、评价方法

7.3.1 评价范围

本输变电工程评价范围具体见表 7.3-1。

表 7.3-1 本输变电工程环境评价范围

评价对象	评价项目	评价依据	评价等级	评价范围
变电站	电磁环境	110kV 户外式	二级	变电站站界外 30m 区域
	声环境	执行《声环境质量标准》 1 类声环境功能区标准	二级	纳入运行维护区 厂区生态评价范围内
	生态环境	站区位于地下实验室场区内，评价范围内无特殊、敏感生态敏感目标，生态影响较小	三级	变电站站界外 500m 范围内
输电线路	电磁环境	边导线地面投影外两侧各 10m 范围内无电磁环境敏感目标	三级	架空线路边导线地面投影外两侧各 30m 区域
	声环境	执行《声环境质量标准》 1 类声环境功能区标准	二级	架空线路边导线地面投影外两侧各 30m 区域
	生态环境	输电线路沿线评价范围内无特殊、敏感生态敏感目标，生态影响较小	三级	架空线路边导线地面投影外两侧各 300m 区域

7.3.2 评价方法

(1) 电磁环境评价方法

参照《环境影响评价技术导则 输变电工程》(HJ 24-2014)电磁环境影响评价基本要求,采取评价方法为:

1) 变电站:采用类比监测的方法进行预测,类比项目为工频电场强度和工频磁感应强度,类比对象选择与本工程建成后规模类似、电压等级相同、主变容量相近的 110kV 输变电工程。

2) 输电线路:采用理论计算进行预测评价。

(2) 声环境评价方法

1) 变电站:位于地下实验室运行维护区厂区内,作为北山地下实验室场内噪声源,预测厂界噪声。

2) 输电线路:采用类比监测的方法进行预测,选取与本工程建成后规模类似、电压等级相同的 110kV 输变电工程作为类比对象。

7.4 工程内容及环境概况

7.4.1 变电站

在北山地下实验室场区内北侧新建 1 座 110kV 北山变电站,采用户外布置,室外 2 台 12.5MVA 主变压器,运行模式为运行期与施工期叠加时同时工作互为备用,运行期一用一备;110kV 北山变电站配电装置进线 2 回,主接线采用单母线分段接线;20kV 进出线共计 5 回(包含 1 回水源线路),10kV 馈线数共计 20 回,采用单母线分段接线。

110kV 北山变电站呈矩形布置(见图 7.4-1),东西长 66m,南北宽 63.1m,为单层小型建筑,主控室及配电综合室平面建筑面积约 438m²;值班室建筑面积约 37m²。

110kV 北山变电站基本情况和周围环境情况见表 7.4-1。

表 7.4-1 110kV 北山变电站基本情况

变电站名称	建设规模		变电站位置及周围环境概况
110kV 北山 变电站	主变压器 (MVA)	12.5 MVA×2	变电站位于北山地下实验室场区内北侧，评价范围 30m 内无电磁敏感点
	110kV 进线 (回)	2	
	20kV 出线 (回)	5	
	10kV 出线 (回)	20	
	10kVB (MVar)	3.6×2	
	变电站类型	户外布置	

110kV 北山变电站位于北山地下实验室场区内，地理位置图见图 7.4-2，变电站评价范围 30m 内无电磁敏感点。

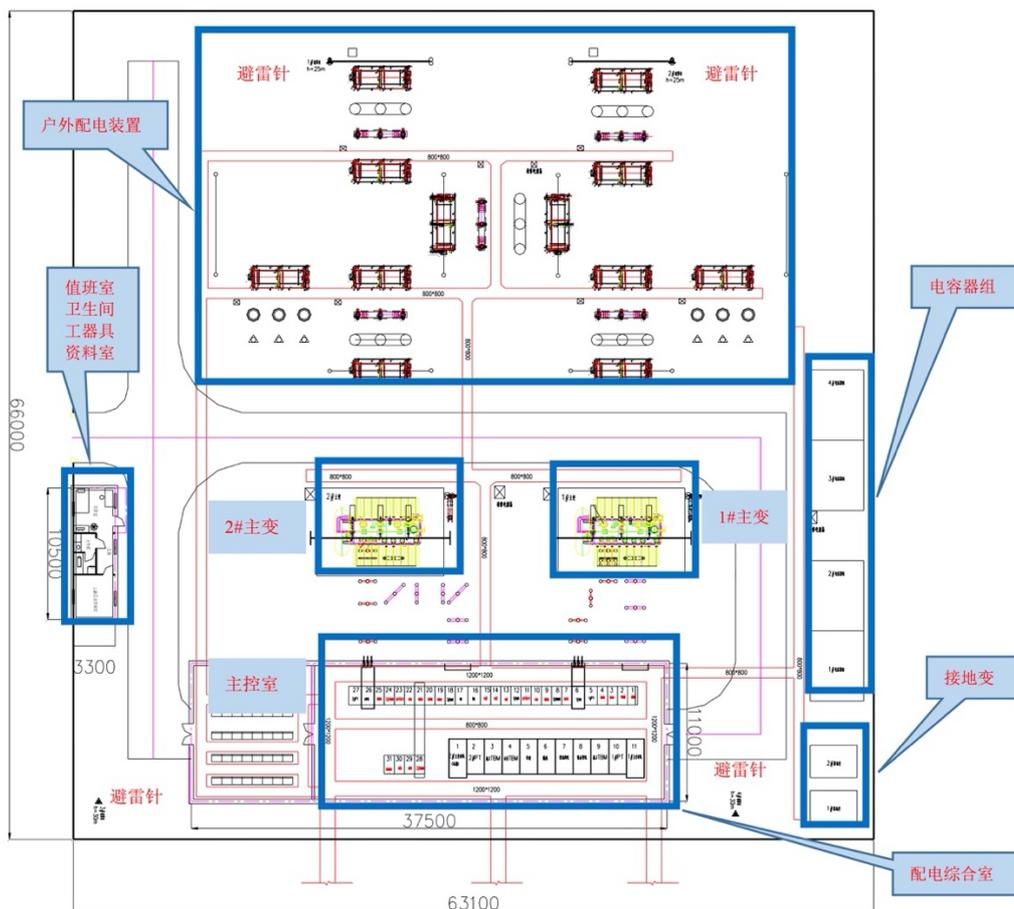


图 7.4-1 110kV 北山变电站平面布置图

7.4.2 输电线路

本工程新建两条单回路 110kV 架空线路，输电线路路径分别为：

北线：110kV 音凹峡变电站—110kV 北山变电站

北线线路自 110kV 音凹峡变电站北向南第二间隔出线，与 110kV 音马线共用出线终端，避开探矿区西南角，最终接入北山变电站西向东第二间隔，新建单回路输电线路全长 64.85km，线路途经酒泉市肃北县。

南线：110kV 花海变电站—110kV 北山变电站

南线线路自 110kV 花海变西向东第一间隔向南出线，跨越 35kV 水电线、35kV 阳花线和 35kV 黄金线，避开光热基地、毕家滩公益林及西戈壁耕地，最终接入 110kV 北山变电站西向东第一间隔，新建单回路输电线路全长 90.35km，线路途经酒泉市肃北县、玉门市。

110kV 输电线路基本情况和周围环境情况见表 7.4-2。

表 7.4-2 110kV 输电线路基本情况

项目	建设规模		周围环境概况	
110kV 输电线路	新建线路长度	北线：64.85km	北线线路沿线与最近环境敏感点大于 400m（靠近音凹峡变电站段一处民房，图 8.4-5），南线线路沿线与最近环境敏感点大于 300m（靠近花海变电站段金湾村），均位于本工程评价范围以外，因而本工程评价范围内无环境敏感点	
		南线：90.35km		
	电压等级	110kV		
	导线型式	JL/G1A-150/25 型钢芯铝绞线		
	杆塔型式	直线塔、转角塔		
	杆塔数量（基）	北线：259 基		总计 621 基
		南线：362 基		
	导线	JL/G1A-150/25 型钢芯铝绞线		
	地线	一侧采用 1×19-9.0-1270-B 型钢绞线，一侧采用 OPGW-10-50-1 光纤复合架空地线		
占地面积	每基占地 72m ² ，合计永久占地 67 亩			

110kV 输电线路路径见图 7.4-3~7.4-4，路径与环境敏感目标位置示意图见图 7.4-5~7.4-6。

本输变电工程沿线与部分电力线及通信线交叉，沿线交叉的 35kV 及以下电压等级线路、通信线路架设高度较低，对交叉 35kV 及以电力线路及通信线路均为跨越，跨越距离均按相关规范执行。南线钻越±800kV 天中线、祁韶线，±1100kV 吉泉线，钻越位置均满足双串要求，钻越位置架线高度按钻越要求考虑。

本输变电工程线路（南线）交叉跨越情况见表 7.4-3。

表 7.4-3 本工程线路（南线）交叉跨越情况一览表

序号	项目	交跨形式	单位（次）	备注
1	35kV 水电线	跨	1	电缆
2	35kV 阳花线	跨	1	电缆
3	35kV 黄金线	跨	1	电缆

本输变电工程北线线路走线途经区域主要为丘陵及山间荒滩，全线未跨越民房及其他建筑物，部分线路穿越林地，应尽可能避让；南线花海变出线段绕行花海光热基地及小金湾耕地，未跨越民房及其他建筑物，部分线路穿越草原。

本输变电工程路径方案分别取得肃北县、玉门市自然资源局审核批准，其中北线路径方案取得《肃北县自然资源局关于 110kV 音凹峡变 110kV 线路压覆调查的复函》（肃自然资函字【2019】328 号），南线路径方案取得了《玉门市自然资源局关于 110kV 花海变~110kV 北山变输电线路路径选址核查意见的函》（玉自然资源审函发【2019】5 号）。

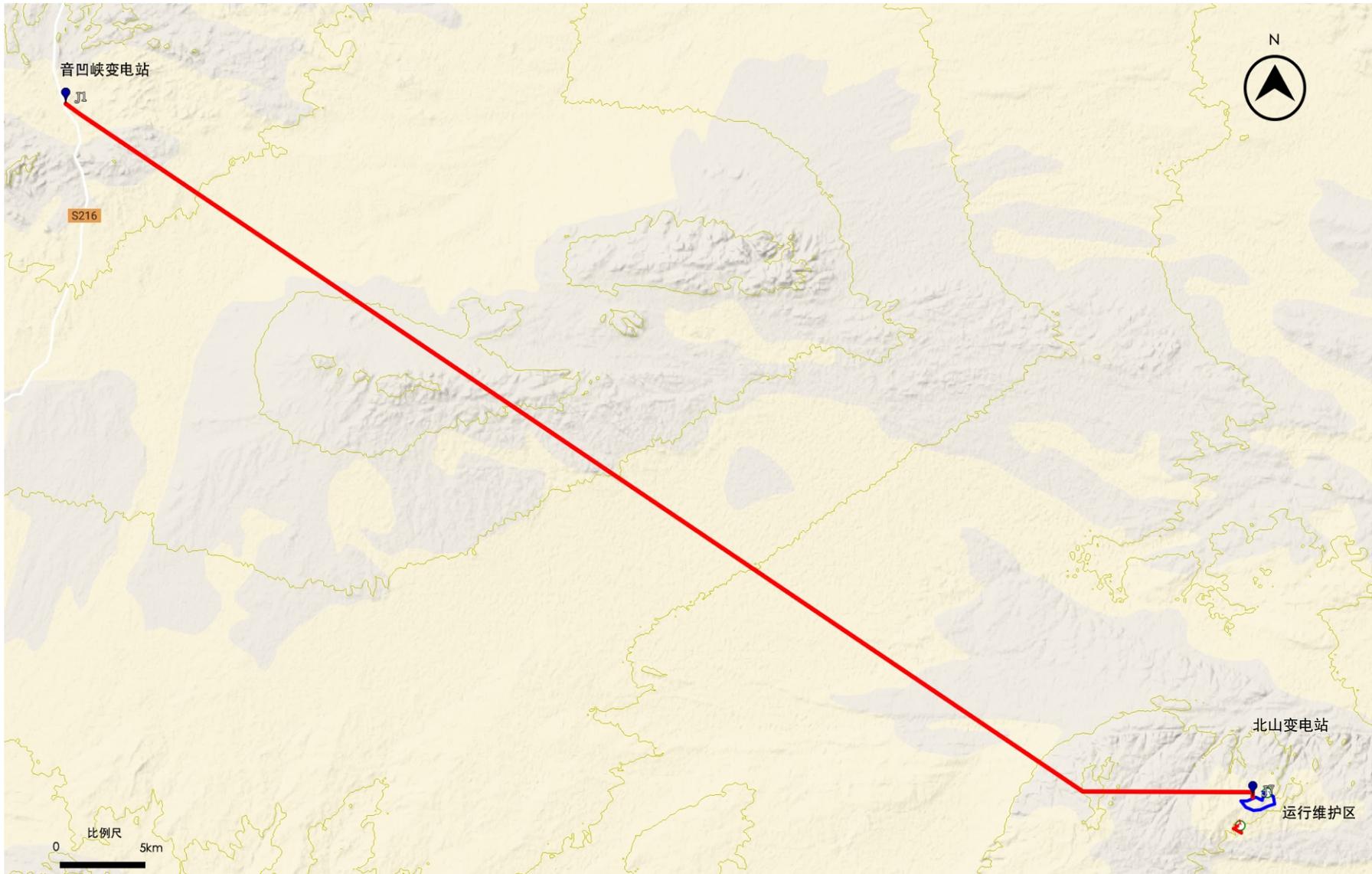


图 7.4-3 110kV 北山输变电工程北线线路路径示意图

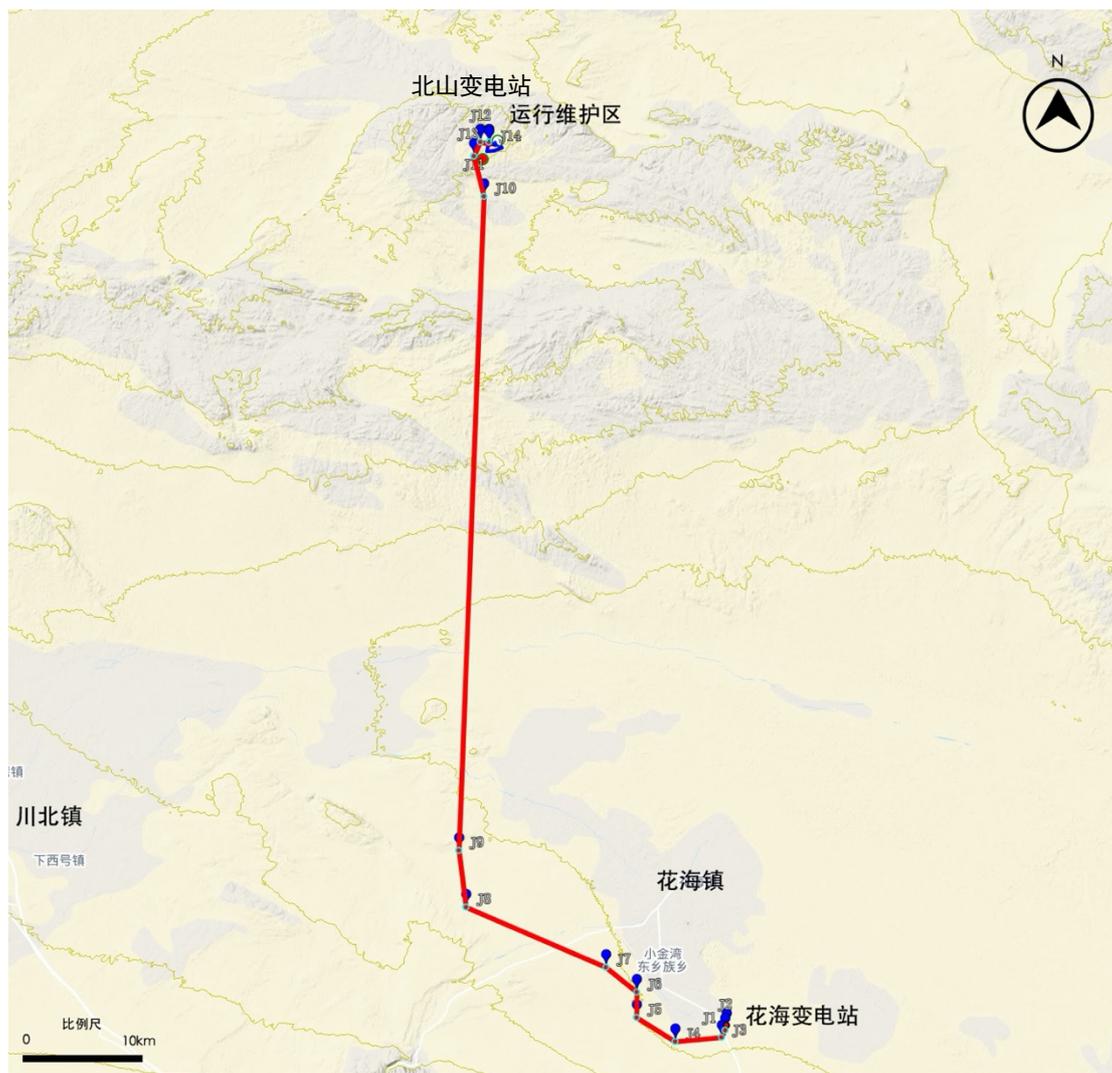


图 7.4-4 110kV 北山输变电工程南线线路路径示意图



图 7.4-5 110kV 北山输变电工程北线路径与环境敏感目标位置示意图

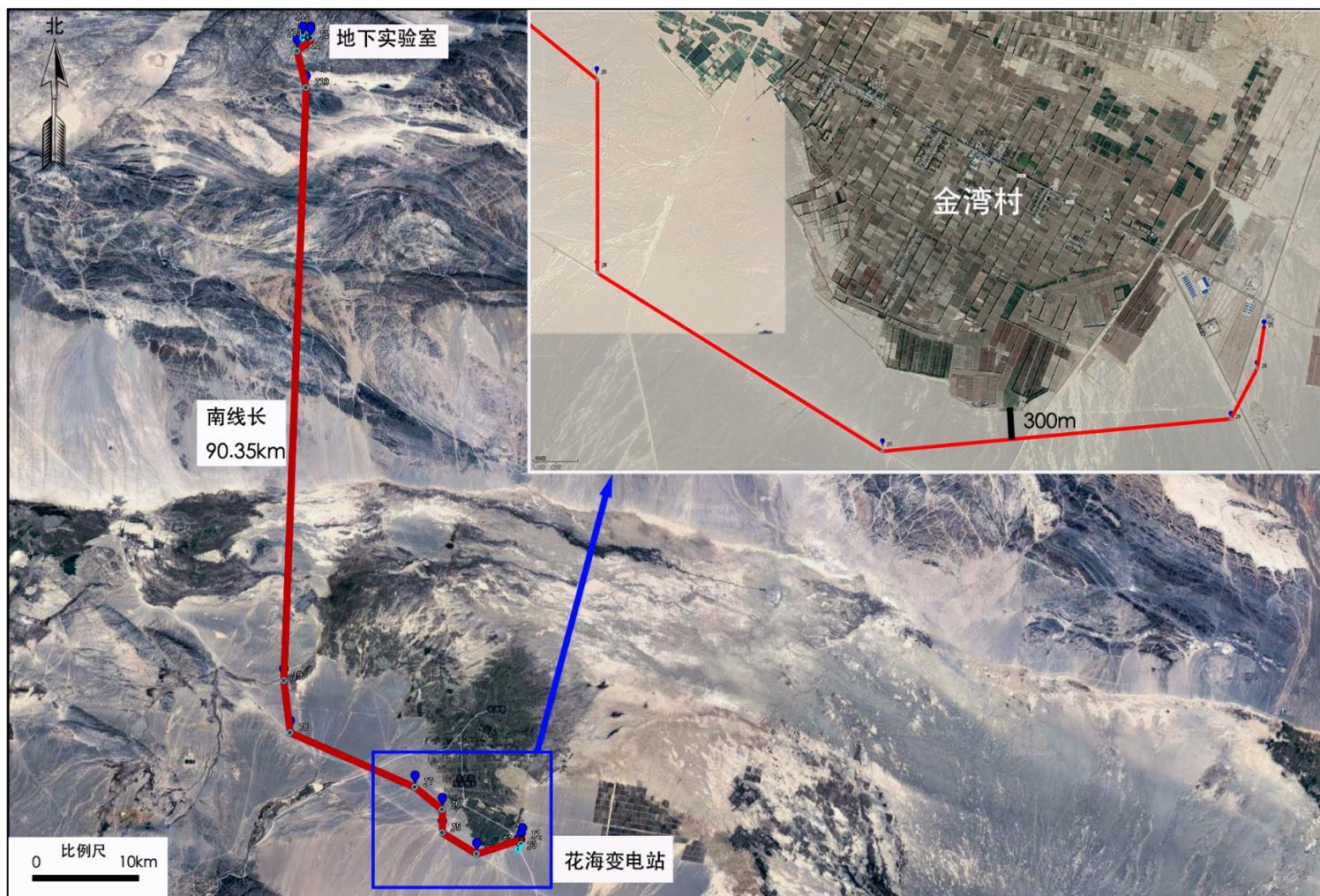


图 7.4-6 110kV 北山输变电工程南线路径与环境敏感目标位置示意图

7.5 建设项目的自然环境现状

7.5.1 地形地貌

(1) 北线

北线穿越地段地貌类型主要为祁连山北山剥蚀低中山丘陵地貌和山间凹地两种地貌类型，线路内无常年性河流，多为宽坦的干沟。该线路高程在 1630-1990m 之间，山顶多成圆-浑圆状，基岩裸露，山体风化强烈，植被多发于在山间凹地和沟道内。

(2) 南线

南线线路途经山前冲洪积倾斜平原、剥蚀低中山区两个大的地貌类型。其中：线路起点（点 1）至（点 6）段为山前冲洪积倾斜平原区，该段海拔高度在 1340-1400m 之间。该线路内穿越石油河、黑水河、南石河子，红山峡。红山峡四条河流，其中黑水河穿越段长约 1.0km，河漫滩芦苇、红柳等植被发育。南石河子穿越段约 0.5km，河漫滩植被发育。红山峡越段长约 3.0km，仅沟床较近处植被较发育，分布范围约 0.3km。

自（点 6）至新场建设区为剥蚀低中山丘陵地貌，该段线路海拔高度在 1400-1750m 之间，山顶多成圆-浑圆状，基岩裸露，风化强烈，山体、坡脚残积物覆盖层较薄或无。该段内沟谷相对深度多在 20-50m 之间，沟道高差变化平缓，植被不发育，仅在沟道内生长有骆驼刺、梭梭柴等耐寒植物。

7.5.2 地质

(1) 北线

本工程北线穿越地段地貌类型主要为祁连山北山剥蚀低中山丘陵地貌和山间凹地两种地貌类型（见图 7.5-1）。其中全新统（Q4al+pl）粉土、砂砾石层分布在山间凹地和山间沟谷中。

全新统（Q4al+pl）粉土、砂砾石——该套地层分布在山间凹地和山间沟谷中。其中（点 12）~（点 13）段地形似槽状，该段内地层

以粉土为主。耐盐碱植物发育，有地下水处露，地表发育白色盐碱壳。在北线（点8）~（点9）段，（点10）~（点11）段以冲洪积砂砾石为主。

基岩——基岩处露区在北线路段内范围较广，约占北线全线总长度的60%。线路内其地层岩性主要以华力西期（ γ_{o42b-2} ）黑云母斜长花岗岩、黑云母石英闪长岩、（ γ_{o42b-1} ）黑云斜长花岗岩、黑云二长花岗岩为主；少量处露的奥陶-志留系（O-S）a 二云石英片岩、片麻岩、大理岩和新近系（N2k）灰红色砂砾岩、砂质泥岩、泥质粉砂岩等地层。



图 7.5-1 北线线路沿线地质情况示意图

（2）南线

本工程南线线路根据地貌单元划分，可分为线路南段、线路北段两段，该两段地层岩性差异性大。其中，南线南段主要位于山前冲洪积倾斜平原区（见图 7.5-2），地层以冲洪积地层为主，可分为全新统（ Q_{4al+pl} ）粉土、砂砾石，上更新统（ Q_{3al+pl} ）半胶结砂砾石层。

全新统（ Q_{4al+pl} ）粉土、砂砾石主要分布在黑水河穿越段长约 1.0km。南石河子穿越段约 0.5km。红山峡越段长约 3.0km，其上覆地层为全新统（ Q_4 ）粉土，其下为砂砾石，具明显二元结构；石油河穿越段为 2.0km 的砾石层。

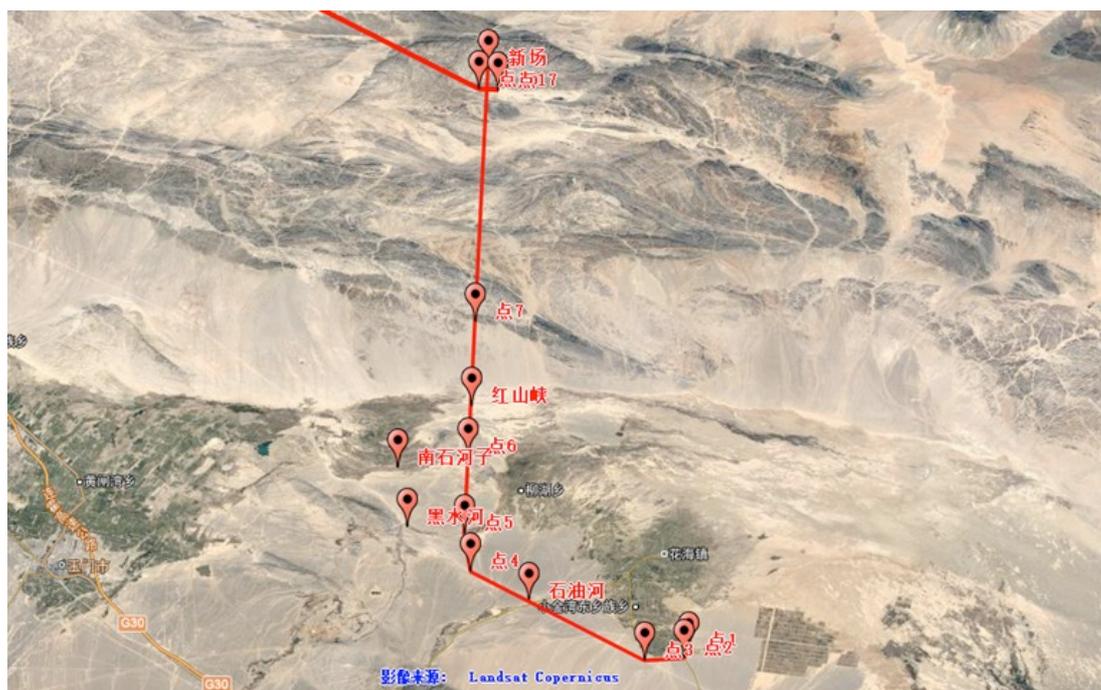


图 7.5-2 南线线路沿线地质情况示意图

7.5.3 水文、水系

本工程区地表水体分布少，仅南线线路由南向北依次穿越石油河、黑水河、南石河子，红山峡河（北石河）等四条河，以上四条河流均属疏勒河水系，北线无河流穿越。工程区内河流及沟谷均为季节性河流（沟谷），平时流量较小或无，每年6~8月为洪水期。其中石油河、黑水河、南石河受上游水库调节放水及灌溉渠放水影响较大，而红山峡河（北石河）平时则基本无水。穿越段除石油河沟谷切割深度3~7m，沟岸直立，具侧向侵蚀性外，其他河流沟谷变化平缓，冲蚀作用不明显，河道多0.5~1.0m深。

7.6 电磁环境现状调查与评价

为了解和掌握本工程周围及沿线的电磁环境、声环境质量现状，本评价重点针对评价区域开展了电磁环境和环境噪声的现状监测及评价。

7.6.1 监测执行标准

(1) 《交流输变电工程电磁环境监测方法》（试行）（HJ 681-2013）；

(2) 《声环境质量标准》(GB 3096-2008);

(3) 《工业企业厂界环境噪声排放标准》(GB 12348-2008)。

7.6.2 监测仪器

本工程环境质量现状监测使用仪器见表 7.6-1。

表 7.6-1 监测仪器一览表

序号	仪器名称	仪器型号	仪器参数	检定单位/证书编号	有效日期
1	电磁辐射分析仪	NBM550 + EHP-50F	电场: 1V/m~199kV; 磁场: 0.1mG~20G	中国计量科学研究院/XDdj2019-2512	2019.6.5~ 2020.6.4
2	多功能声级计+声校准器	AWA622 8+HS60 20	10Hz~20kHz	中国计量科学研究院/LSsx2020-00820/LSsx2020-00818	2019.4.22~ 2020.4.21

7.6.3 监测布点

(1) 电磁监测

本次环境现状监测是在现场踏勘及对沿线环境敏感目标调查的基础上进行,在满足监测条件的前提下,选择距离拟建线路最近的有代表性的作为监测点。

本工程拟建 110kV 北山变电站位于地下实验室场区内,周围无其他电磁环境影响源,本次监测在拟建 110kV 北山变电站站址处布设 1 个监测点,该点位可反映工程所在地电磁环境背景水平;在音凹峡 110kV 变电站 110kV 间隔扩建端设 1 个监测点,花海 110kV 变电站 110kV 间隔扩建端设 1 个监测点。

本工程拟建北线(110kV 音凹峡变→110kV 北山变)、南线(110kV 花海变→110kV 北山变)架空线路输电线路小于 100km,故在拟建北线、南线输电线路沿线各布置了 2 个监测点作为本工程输电线路背景监测点。

1#~7#监测点位周围无其他电磁环境影响源,可反映工程所在地电磁环境背景水平,监测点位布置见表 7.6-2。

表 7.6-2 电磁环境现状监测点位

监测点位	监测点位名称
1#	110kV 北山变电站站址中央
2#	北线线路背景点 1
3#	北线线路背景点 2
4#	110kV 音凹峡变电站 110kV 间隔扩建端
5#	南线线路背景点 1
6#	南线线路背景点 2
7#	110kV 花海变电站 110kV 间隔扩建端

(2) 噪声监测

本工程 110kV 北山变电站位于地下实验室场区内，厂界所在位置已进行现状监测，监测结果显示现状噪声满足《声环境质量标准》（GB3096-2008）中 1 类标准，本次监测不再对其进行监测。其他噪声监测点位与电磁现状监测点位同步。

具体的现状监测点位布设见图 7.6-1 和图 7.6-2。

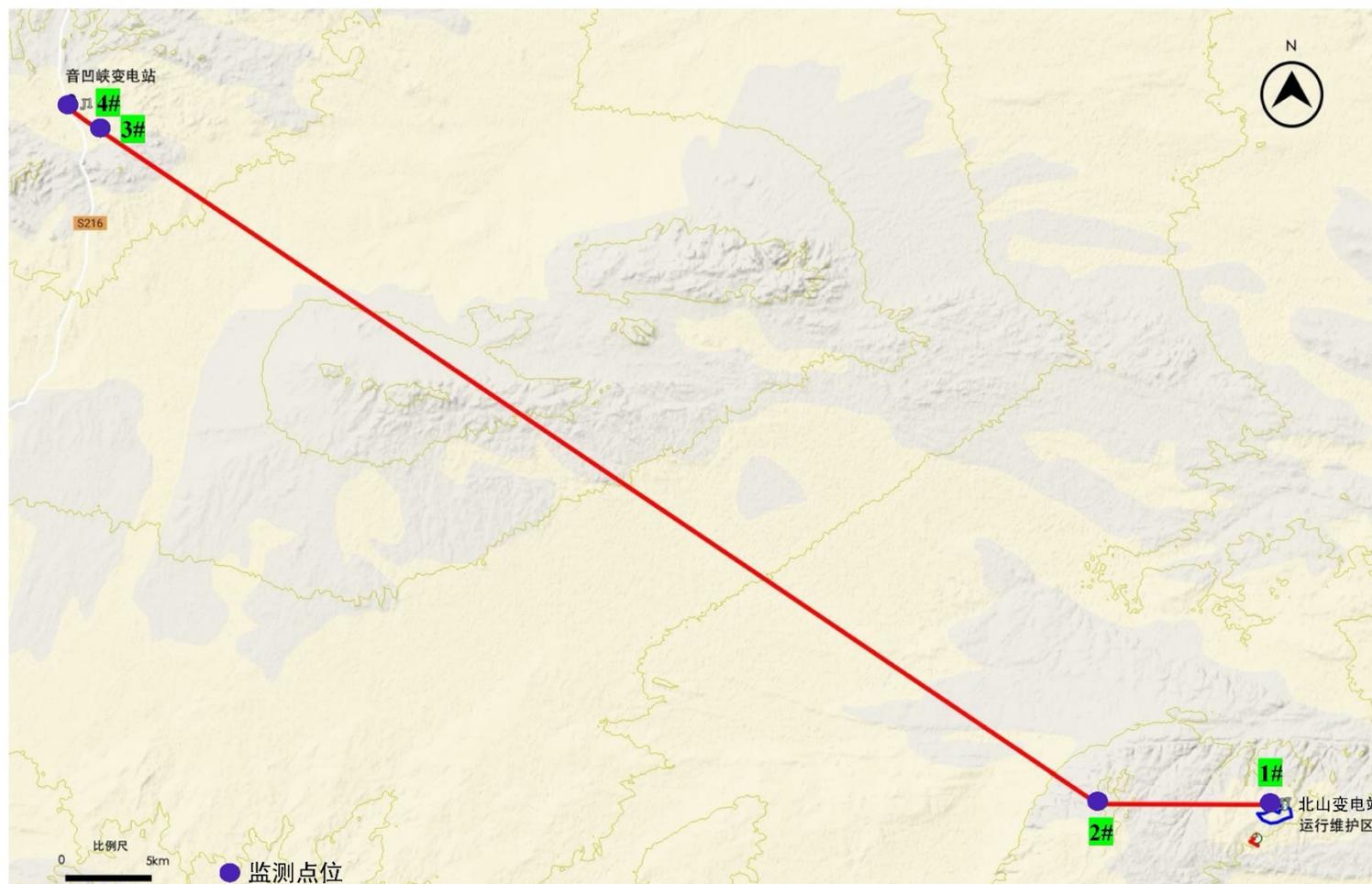


图 7.6-1 110kV 北山输变电工程北线监测点位示意图



图 7.6-2 110kV 北山输变电工程南线监测点位示意图

7.6.4 监测时间及环境条件

本工程监测时间为 2019 年 9 月 13 日~14 日，每个监测点监测一次，测点尽量避免较高的建筑物、树木，监测地点相对空旷，监测高度为距地面 1.5m，见表 7.6-3。

表 7.6-3 本工程各监测点监测环境状况一览表

时间	气温 $^{\circ}\text{C}$		相对湿度%	风速 m/s	天气
2019 年 9 月 13 日	昼间	4-17	19-35	2.8~3.2	多云
	夜间	2-13	19-35	3.1-3.5	多云
2019 年 9 月 14 日	昼间	4-19	18-36	0.4~0.9	晴
	夜间	3-15	18-36	0.6-1.3	多云

7.6.5 监测结果及评价

本工程拟建 110kV 输变电工程周围及沿线工频电场强度、工频磁场强度监测结果见表 7.6-4，噪声监测结果见表 7.6-5。

表 7.6-4 工频电场、工频磁场现状监测结果

点位编号	测点位置	工频电场强度 (V/m)	工频磁感应强度 (μT)
1#	拟建北山 110kV 变电站站址中央	3.8	0.016
2#	拟建北线线路背景点 1	2.7	0.021
3#	拟建北线线路背景点 2	3.9	0.025
4#	音凹峡 110kV 变电站 110kV 间隔扩建端	161.4	0.623
5#	拟建南线线路背景点 1	4.3	0.039
6#	拟建南线线路背景点 2	4.1	0.028
7#	花海 110kV 变电站 110kV 间隔扩建端	137.1	0.545

由表 7.6-4 监测结果可知，拟建 110kV 北山变电站及输电线路周围各监测点距离地面 1.5m 高处测得的电场强度现状值在 2.7V/m ~ 161.4V/m 之间，工频磁感应强度现状值在 0.016 μT ~ 0.623 μT 之间，低于《电磁环境控制限值》（GB 8702-2014）中公众曝露电场强度控制限值 4kV/m、磁感应强度控制限值 100 μT 。

表 7.6-5 噪声现状监测结果

点位编号	测点位置	昼间 (dB (A))	夜间 (dB (A))
2#	拟建北线线路背景点 1	42.5	39.6
3#	拟建北线线路背景点 2	41.2	38.3
4#	音凹峡 110kV 变电站 110kV 间隔扩建端	43.3	39.4
5#	拟建南线线路背景点 1	40.9	37.7
6#	拟建南线线路背景点 2	41.8	38.6
7#	花海 110kV 变电站 110kV 间隔扩建端	42.6	39.8

由表 7.6-5 监测结果可知，拟建 110kV 输电线路周围各监测点噪声监测值为：昼间 40.9~43.3dB (A)，夜间 37.7~39.8dB (A)，昼间、夜间噪声均满足《声环境质量标准》（GB 3096-2008）中 1 类标

准要求。

7.7 输变电项目工程分析

输变电项目工程从施工期和运行期不同阶段的特点分析其产污环节和污染因子。

7.7.1 工艺流程分析

7.7.1.1 施工期工艺流程分析及产污环节

(1) 110kV 北山变电站

110kV 北山变电站施工工艺与产污环节图见图 7.7-1。

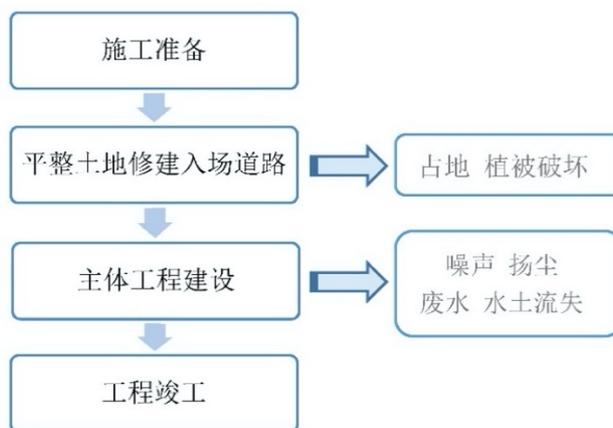


图 7.7-1 变电站施工期工艺流程及产污环节图

(2) 110kV 输电线路

110kV 输电线路架空段施工工艺与产污环节图见图 7.7-2。

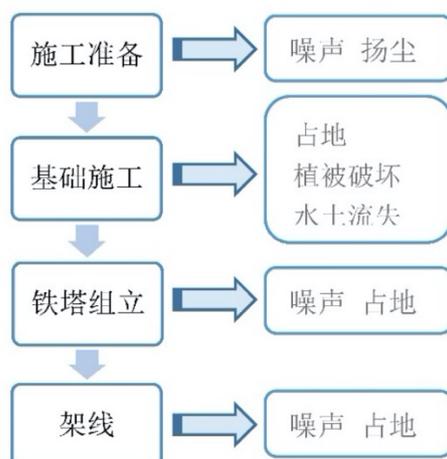


图 7.7-2 输电线路架空工艺流程及产污环节图

7.7.1.2 运行期工艺流程分析及产污环节

110kV 北山输变电工程运行期工艺与产污环节图见图 7.7-3。

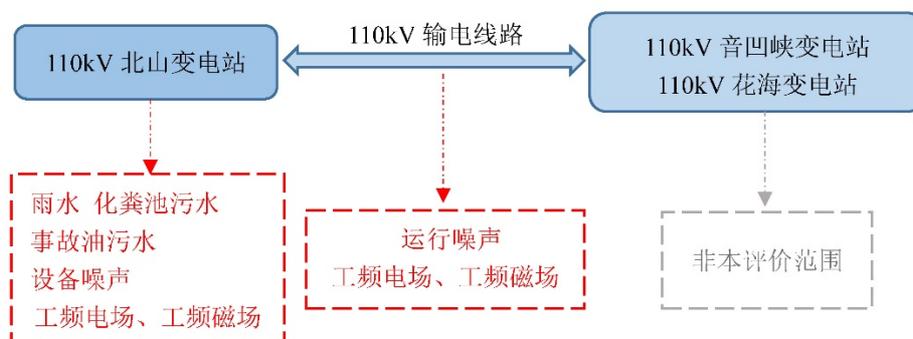


图 7.7-3 本工程运行期工艺流程及产污环节图

7.7.2 污染因子分析

7.7.2.1 变电站污染因子分析

变电站对环境的主要影响包括施工期和运行期的环境影响两个阶段。

(1) 施工期

变电站在施工期对环境的影响主要有土地占用、植被破坏、施工噪声、施工期固废等方面。

(2) 运行期

变电站运行期的主要污染因子有：工频电场、工频磁场、运行噪声、生活污水、固废。

① 工频电场、工频磁场

110kV 变电站内的工频电场、工频磁场主要产生于配电装置的母线下及电气设备附近，变电站内各种带电电气设备包括电力变压器、高低压电抗器、断路器、电流互感器、电压互感器、避雷器等以及设备连接导线的周围空间形成了一个比较复杂的高电场，继而产生一定的工频电场、工频磁场，对周围环境产生一定的电磁影响。

② 运行噪声

110kV 变电站运行期间的可听噪声主要来自变压器和辅助设备

(如冷却风扇)运行时产生的噪声,根据变压器设备参数工作时在距主变 1m 处的等效连续 A 声级约在 65dB (A) 左右。

③ 生活污水

变电站工程劳工人员均依北山地下实验室生产管理人员,进行变电站的日常维护和检修。不产生额外的生活废水、生活垃圾等。

④ 变压器油

新建 2×12.5MVA 的主变压器单台油量约为 4t,两台一用一备,运行期与施工期重合时两台同时工作。依照两台主变事故时 100%的泄油量考虑,最大泄油量约为 8t,主变油的密度为 0.895t/m³,因此本工程新建主变事故时的最大泄油量体积约为 7.16m³。本工程配套建设的容积为 30m³ 钢筋混凝土结构的事故油池能够满足单台主变事故时最大需要。

主变事故时,打开主变排油阀门,使油排入事故油池,事故油由有资质的单位回收,不外排。

7.7.2.2 输电线路污染因子分析

输电线路对环境的主要影响包括施工期和运行期的环境影响两个阶段。

(1) 施工期

输电线路的建立引起的对植被的破坏和对生态环境的影响。

(2) 运行期

输电线路运行产生的工频电场和工频磁场对环境的影响;

架空输电线路电流运行时产生的噪声对环境的影响。

7.8 电磁环境影响预测与评价

7.8.1 变电站电磁环境影响预测与评价

变电站运行对周边环境的电磁影响程度主要与变电站的类型、电压等级、变压器容量和站区本工程 110kV 平面布置有关,考虑到变电站内部设备和构成的复杂性,评价采用类比分析的方法对变电站产生

的电磁环境影响进行预测。

(1) 类比对象选择

本次选取比本工程主变布置形式相同、电压等级相同且处于正常运行状态的 110kV 变电站进行类比监测。在相同的接线方式下，设备运行产生的电磁环境影响会随距离的增加而呈现相似的衰减趋势，因此，本工程类比选用的 110kV 变电站具有较好的可比性。本工程变电站类比条件见表 7.8-1。

表 7.8-1 本工程变电站类比条件一览表

项目	110kV 北山变电站	110kV 中泉子变电站
电压等级	110kV	110kV
主变规模	2×12.5MVA	2×40MVA
进线回数及方式	110kV 进线 2 回	110kV 进线 2 回
主变布置方式	户外布置	户外布置
110kV 出线方式	架空出线	架空出线
平面布置	主变位于场地中央	主变位于场地中央
周围环境状况	围墙外 30m 以内无其他电磁设施	围墙外 30m 以内无其他电磁设施

根据表 7.8-1，110kV 北山变电站与 110kV 中泉子变电站相比，主变布置、电压等级、主变台数、110kV 出线方式及回数等方面相同，主变规模略低于类比对象，因此，110kV 北山变电站对站外电磁环境的影响与选取的变电站对站外电磁环境的影响具备可比性。

(2) 类比监测结果

工频电场、工频磁场类比监测结果见表 7.8-2。

表 7.8-2 110kV 变电站工频电场、工频磁场类比监测结果表

监测点位	监测位置	电场强度 (V/m)	标准限值	磁感应强度 (μT)	标准限值
1	变电站东侧 (大门口) 外 5m 处	8.4	4000V/m	0.093	100 μT
2	变电站南侧围墙外 5m 处	3.8		0.025	

监测点位	监测位置	电场强度 (V/m)	标准 限值	磁感应强 度 (μ T)	标准 限值
3	变电站西侧围墙外 5m 处	63.1		0.036	
4	变电站北侧围墙外 5m 处	475.5		0.111	

由表 7.8-2 可知,110kV 中泉子变电站厂界四周工频电场在 3.8 ~ 475.5V/m, 工频磁感应强度在 0.025 ~ 0.111 μ T, 均满足《电磁环境控制限值》(GB 8702-2014) 中工频电场强度 4000V/m, 工频磁感应强度小于 100 μ T 的评价标准要求。

通过类比监测结果可以预测,本工程 110kV 北山变电站建成投运后,站界电场强度满足《电磁环境控制限值》(GB 8702-2014) 中公众曝露电场强度控制限值(4000V/m)的评价要求;工频磁感应强度满足《电磁环境控制限值》(GB 8702-2014) 中公众曝露磁感应强度控制限值(100 μ T)的评价要求。

7.8.2 输电线路电磁环境影响评价

根据《环境影响评价技术导则—输变电工程》(HJ 24-2014) 附录 C 和附录 D 中的高压交流输电线路下空间工频电磁场强度的计算模式,计算 110kV 架空线路至下方不同垂直高度处,垂直线路方向 0m~50m 的工频电场、工频磁场,预测时选取使用较多的塔型进行预测。

(1) 计算模式

工频电场、工频磁场预测按《环境影响评价技术导则输变电工程》(HJ24-2014) 附录 C、D 推荐的计算模式计算。

① 高压送电线下空间电场强度分布的理论计算(附录 C)

a. 单位长度导线下等效电荷的计算:

高压输电线上的等效电荷是线电荷,由于输电线半径 r 远小于架设高度 h , 因此等效电荷的位置可以认为是在送电导线的几何中心。

设输电线路为无限长并且平行于地面,地面可视为良导体,利用

镜像法计算送电线上的等效电荷。

为了计算多导线线路中导线上的等效电荷,可写出下列矩阵方程:

$$\begin{bmatrix} U_1 \\ U_2 \\ \vdots \\ U_m \end{bmatrix} = \begin{bmatrix} \lambda_{11} & \lambda_{12} & \cdots & \lambda_{1m} \\ \lambda_{21} & \lambda_{22} & \cdots & \lambda_{2m} \\ \vdots & \vdots & & \vdots \\ \lambda_{m1} & \lambda_{m2} & \cdots & \lambda_{mm} \end{bmatrix} \begin{bmatrix} Q_1 \\ Q_2 \\ \vdots \\ Q_m \end{bmatrix} \quad (7.8-1)$$

式中:

$[U_i]$ —各导线上电压的单列矩阵;

$[Q_i]$ —各导线上等效电荷的单列矩阵;

$[\lambda_{ij}]$ —各导线上电位系数组成的 n 阶方阵 (n 为导线数目)。

$[U]$ 矩阵可由送电线的电压和相位确定,从环境保护考虑以额定电压的 1.05 倍作为计算电压。

$[\lambda]$ 矩阵由镜像原理求得。

b. 计算由等效电荷产生的电场:

为计算地面电场强度的最大值,通常取最大弧垂时导线的最小对地高度。

当各导线单位长度的等效电荷量求出后,空间任意一点的电场强度可根据叠加原理计算得出,在 (x, y) 点的电场强度分量 E_x 和 E_y 可表示为:

$$E_x = \frac{1}{2\pi\epsilon_0} \sum_{i=1}^m Q_i \left(\frac{x-x_i}{L_i^2} - \frac{x-x_i}{(L_i')^2} \right) \quad (7.8-2)$$

$$E_y = \frac{1}{2\pi\epsilon_0} \sum_{i=1}^m Q_i \left(\frac{y-y_i}{L_i^2} - \frac{y-y_i}{(L_i')^2} \right) \quad (7.8-3)$$

式中:

x_i, y_i —导线 i 的坐标 ($i=1, 2, \dots, m$);

m —导线数目;

L_i, L_i' —分别为导线 i 及镜像至计算点的距离。

由于接地架空线对于地面附近场强的影响很小,所以常不计架空地线影响而使计算简化。

② 高压送电线下空间工频磁场分布的理论计算

根据“国标大电网会议第 36.01 工作组”的推荐方法计算高压输电线下空间工频磁场。

110kV 导线下方 A 点处的工频磁场：

$$H = \frac{I}{2\pi\sqrt{h^2 + L^2}} \quad (7.8-4)$$

式中：

I —导线 i 中的电流值；

h —计算 A 点距导线的垂直高度；

L —计算 A 点距导线的水平距离。

(2) 预测参数选取

本工程线路主要采用单回路架设架设方式，在实际情况中，即使是同一线路上的不同杆塔，其导线空间分布、呼高也可能存在差别，电流等参数将发生变化。因此本次预测按照常见杆塔典型空间分布中辐射影响最大的排列方式、按照常见杆塔的最大弧垂和最大电流进行预测，即选取 110SSJTG-18m 塔型、最大弧垂 6m、最大电流 500A 进行预测。预测参数见表 7.8-3。

表 7.8-3 本工程线路预测参数

项目	计算参数
导线型号	LGJ-300/40 型钢芯铝绞线
计算电压	110kV
计算电流	500A
架设方式	单回路架设
塔型	110SSJTG-18m
直径	23.94mm
呼称高	18m
最大弧垂	6m
分裂导线根数及半径	1 根/1.34cm

(3) 预测计算结果

本工程预测中，以两杆塔中央连线弧垂最低位置处对地投影为原点，计算其在地面 1.5m 处产生的工频电磁场，间隔 2m，计算结果见表 7.8-4。

表 7.8-4 110SSJTG-18m 塔型计算结果 (6m)

结果 距离	110SSJTG-18m		结果 距离	110SSJTG-18m	
	电场强度 (kV/m)	磁感应强度 (nT)		电场强度 (kV/m)	磁感应强度 (nT)
距原点 0 米	0.8455	544.10	距原点 26 米	0.0165	45.10
距原点 2 米	0.8196	330.54	距原点 28 米	0.0121	42.42
距原点 4 米	0.7300	199.73	距原点 30 米	0.0130	40.05
距原点 6 米	0.6057	143.87	距原点 32 米	0.0157	37.93
距原点 8 米	0.4765	114.19	距原点 34 米	0.0183	36.02
距原点 10 米	0.3612	95.76	距原点 36 米	0.0203	34.29
距原点 12 米	0.2668	83.07	距原点 38 米	0.0217	32.72
距原点 14 米	0.1934	73.69	距原点 40 米	0.0227	31.28
距原点 16 米	0.1377	66.42	距原点 42 米	0.0232	29.96
距原点 18 米	0.0961	60.57	距原点 44 米	0.0234	28.75
距原点 20 米	0.0654	55.73	距原点 46 米	0.0234	27.63
距原点 22 米	0.0429	51.65	距原点 48 米	0.0232	26.59
距原点 24 米	0.0269	48.14	距原点 50 米	0.0229	25.63

由表 7.8-4 可知，本项目营运期架空线路下方的工频电场最大值为 0.8455kV/m，工频磁感应强度最大值为 544.1nT，且随水平距离衰减影响减小，满足《电磁环境控制限值》(GB 8702-2014)中工频电场 4kV/m，工频磁感应强度 100 μ T 的限值要求。

7.8.3 工频电场、工频磁场环境影响预测结论

(1) 变电站

变电站运行产生的工频电场强度与运行电压有关，本次类比选择的 110kV 变电站运行电压为 110kV，主变布置形式与本期工程一致、

主变规模大于本工程，其类比监测结果大于本工程建成后的工频电场强度。通过类比监测结果可以预测，110kV 北山变电站建成投运后，厂界四周工频电场强度、工频磁感应强度能够满足《电磁环境控制限值》（GB 8702-2014）中工频电场强度 4000V/m，工频磁感应强度小于 100 μ T 的评价标准要求。

（2）输电线路

本项目线路不经过居民区，由理论预测结果可知，本工程 110kV 单回路架设段线路投运后，导线离地为 6m 时，架空线路下方距地面 18m 处的工频电场最大值为 0.8455kV/m，工频磁感应强度最大值为 544.1 μ T。可见，本工程 110kV 输变电线路投入运行后产生的电磁影响能够满足《电磁环境控制限值》(GB 8702-2014): 电场强度 4000V/m、磁感应强度 100 μ T 的评价标准要求。

8 环境保护措施

8.1 大气污染防治措施

8.1.1 施工期

为了防治施工期间本项目建设可能产生的扬尘污染，同时结合甘肃省对于建筑施工扬尘的管理要求，对地表建筑施工提出下列防尘措施：

① 封闭管理。施工现场应实行封闭管理，并应采用硬质围挡；围挡应坚固、稳定、整洁、美观、生态。

② 道路场地硬化及清扫。施工现场的主要道路及材料加工区等场地应进行硬化处理。建立落实洒水清扫冲洗或雾化降尘制度措施，重污染及易扬尘天气、工况条件下应增加清扫喷洒频次，保持道路、场地清洁无浮尘。

③ 物料覆盖。裸露的场地和堆放的土方应采取覆盖、固化或绿化等措施；水泥和其他易飞扬的细颗粒建筑材料应密闭存放或采取覆盖等措施，严禁露天放置。暂时不能开工的建设用地，建设单位应当对裸露地面进行覆盖。

④ 作业过程降尘措施。土方作业时，应采用隔离、洒水等降尘措施，并及时覆盖或清理。采用现场搅拌混凝土或砂浆的场所应采取封闭、降尘措施。道路、供水管线施工进行铣刨、切割等作业时，应采取分段作业、择时施工及有效防止扬尘措施；碾压过程中应洒水降尘。施工现场的机械设备、车辆的尾气排放应符合国家环保排放标准。

⑤ 车辆冲洗。施工现场出口处应设置车辆冲洗设施，并对驶出车辆进行清洗。

⑥ 密闭运输及垃圾收集。运输垃圾、渣土、砂石、土方、灰浆等散装、流体物料的车辆应当采取密闭或者其他措施防止物料遗撒造成扬尘污染；装卸物料应当采取密闭或者喷淋等方式防止扬尘。

对于井下施工，采取湿式作业，并在爆堆铲、装、运前，要洒水

进行湿式装载，对存在大量粉尘的场所（如 TBM 工作区域）设置除尘系统。

对于废石场而言，避免在大风期间进行排土，在排土排渣过程中应尽可能考虑分层堆放，将大块弃石压覆在弃土和小块弃石之上从而减小扬尘的影响。

8.1.2 运行期

（1）食堂餐饮油烟处理措施

食堂餐饮油烟经高效油烟净化器处理后达标排放，油烟净化器的净化效率应大于 85%，可有效减轻油雾颗粒物对大气环境的影响。

（2）加油站废气处理

本项目采用地埋式储油罐，由于该罐密闭性较好，顶部有不小于 0.5m 的覆土，周围回填的沙子和细土厚度也不小于 0.3m，因此储油罐室内气温比较稳定，受大气环境稳定影响较小，可减少油罐小呼吸蒸发损耗，延缓油品变质。另外，本项目采用自封式加油枪及密闭卸油等方式，并配套建设油气回收装置，可以一定程度上减少蒸发烃的排放。本项目设置了汽油油气回收系统，包括卸油油气回收系统和加油油气回收系统，总回收率在 95% 以上。所以加油站废气对环境的影响较小。

（3）柴油发电机废气治理

柴油发电机在停电时运行发电，将排放废气，主要污染物为 SO₂、烟尘、NO₂ 等。废气经柴油发电机自带处理器处理后通过排风扇外排。柴油发电机组为备用电源，运行次数极少，对环境影响较小。

（4）垃圾收集站废气治理

垃圾收集站设有除臭间，采用植物喷淋处理，除臭效率为 90% 左右。为减少垃圾收集站废气的无组织排放，应要求按规定时间定期清运收集站内垃圾，严禁垃圾过量存储，且在垃圾收集、转运期间尽可能加快操作速度，减少操作时间。

(5) 缓冲回填材料制备厂房粉尘

在加工设备中配套设置一套多管冲击式除尘器机组，风量 22000 m³/h，除尘效率 $\eta > 99\%$ ，收尘点为投料处、料秤、混合机、混合机出料口，经过除尘器除尘后可有效减少粉尘的产生量，极少量未被捕集的粉尘会逸散在厂房内或通过通风系统排放至大气中，对环境影响较小。

(6) 地表快速分析实验室废气

对于可能涉及化学试剂或样品加工的实验室设置了通风柜，在样品预处理过程中产生的少量挥发性无机废气和粉尘等通过通风柜排入环境中，对环境影响较小。

8.2 废水污染防治措施

8.2.1 施工期

施工期废水全部处理并回用，要严格按照废水处理标准对废水进行处理。

根据施工期水平衡可知，施工过程的污废水基本可以全部回用于生产或绿化，不会排放到外环境中，对环境的影响较小。

8.2.2 运行期

本项目运行期的生活污水、井下涌水等通过处理后全部回用不外排。

(1) 井下涌水

运行期地下实验室井下涌水主要为区域基岩裂隙潜水，其主要污染成分为 SS。井下涌水经计量后进入-560m 水仓，通过-560m 泵房排至-280m 水仓，会同-280m 计量过的涌水排出地表后，采用“混凝+沉淀+过滤+消毒”工艺对井下涌水进行处理。

处理工艺流程图见图 8.2-1，经处理后水质情况见表 8.2-1。

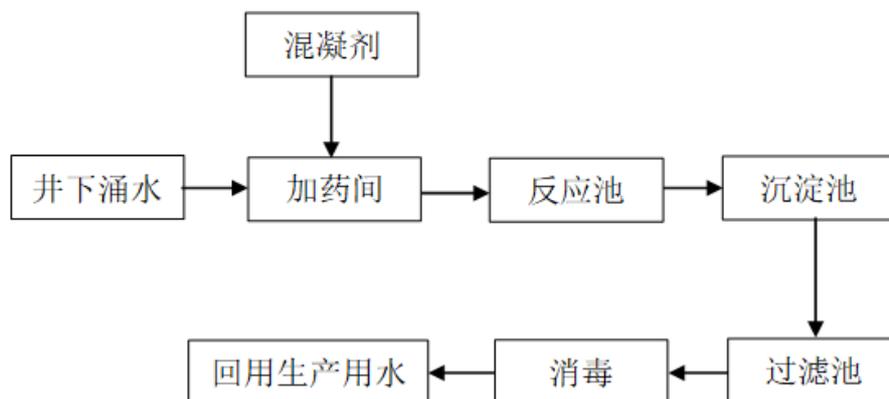


图 8.2-1 井下涌水处理工艺示意图

表 8.2-1 井下涌水经处理后水质情况 单位: mg/L (pH 无量纲)

项目	SS	COD	NH ₃ -N	石油类
进水水质	1200	87	0.4	100
经处理后出水水质	20	17.4	0.3	0.8
《城市污水再生利用 工业用水水质标准》(GB/T 19923-2005)	30	60	10	1

由此可见,本项目井下涌水出水水质满足《城市污水再生利用 工业用水水质标准》(GB/T 19923-2005),可用于生产用水。

本项目井下涌水的最大用水量为 27 m³/h,设计采用的井下涌水处理规模为 30m³/h,处理规模满足涌水量需求。同时,雨水收集池轴线尺寸 50m×12m×2m,有效容积 1200m³,可有效收集雨水和集中处理合格后回用的中水。

(2) 生活污水

本项目的生活污水主要为普通生活污水,可生化性好,宜采用生化处理工艺。设计采用生物膜处理工艺(MBR),是一种由膜分离单元与生物处理单元相结合的新型水处理技术。与许多传统的生物水处理工艺相比,MBR 具有以下主要优点,出水水质优质稳定,由于膜的高效分离作用,分离效果远好于传统沉淀池,处理出水极其清澈,悬浮物和浊度接近于零,细菌和病毒被大幅去除,可以直接作为非饮用市政杂用水进行回用;膜分离也使微生物被完全被截流在生物反应器内,使得系统内能够维持较高的微生物浓度,不但提高了反应装置对

污染物的整体去除效率，保证了良好的出水水质，同时反应器对进水负荷的各种变化具有很好的适应性，耐冲击负荷，能够稳定获得优质的出水水质；该工艺可以在高容积负荷、低污泥负荷下运行，剩余污泥产量低；占地面积小，不受设置场合限制，生物反应器内能维持高浓度的微生物量，处理装置容积负荷高，占地面积大大节省；可去除氨氮及难降解有机物，由于微生物被完全截流在生物反应器内，从而有利于增殖缓慢的微生物如硝化细菌的截留生长，系统硝化效率得以提高；操作管理方便，易于实现自动控制，该工艺实现了水力停留时间（HRT）与污泥停留时间（SRT）的完全分离，运行控制更加灵活稳定，是污水处理中容易实现微机自动控制，从而使操作管理更为方便。

本项目运行维护实验设施区域和科研管理设施区域污水各自独立收集处理，经厂区内防渗化粪池预处理后，排入地面生活污水处理站；该污水处理站采用生物膜工艺（MBR），污水处理达标后回用为生产水。污水全部收集利用，不外排。处理工艺图见图 8.2-2。

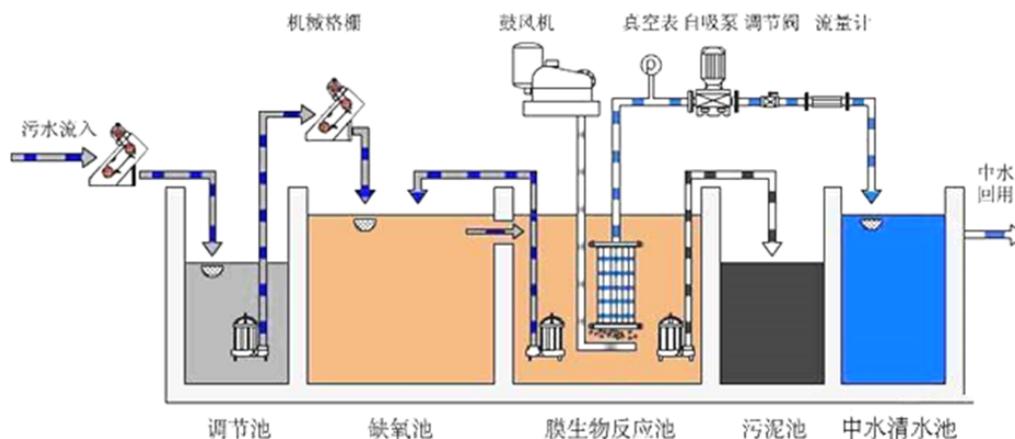


图 8.2-2 场区生活污水处理工艺流程图

污水经化粪池预处理后，再经生物膜处理工艺（MBR），出水水质根据类比相同规模及工艺的污水处理站： COD_{Cr} 浓度为 23.23mg/L ， BOD_5 浓度为 5.78mg/L ，SS浓度为 17.5mg/L ， $\text{NH}_3\text{-N}$ 浓度为 9.7mg/L ，动植物油浓度 4mg/L 。项目运行期污水经污水处理站处理后可以满足

国家标准《城市污水再生利用 工业用水水质》（GB/T 19923-2005）的要求，见表 8.2-2。项目运行期生活污水经达标处理后，回用为生产水，污水全部收集利用，不外排，对周围水环境影响较小。

表 8.2-2 生活污水经处理后水质情况 单位：mg/L（pH 无量纲）

项目	pH	COD	BOD ₅	SS	NH ₃ -N	动植物油
进水水质	7~8	400	200	200	25	100
处理后出水水质	/	23.23	5.78	17.5	9.7	4
《城市污水再生利用 工业用水水质》（GB/T 19923-2005）	6~9	60	10	30	10	/

8.3 地下水环境保护措施

① 分区防渗措施

地下水实验室应根据项目生产、生活功能单元可能产生污染的地区，划分为重点污染防治区、一般污染防治区。对厂区可能泄漏污染物的地面进行防渗处理，可有效防治污染物渗入地下，并及时地将泄漏/渗漏的污染物收集并进行集中处理。

重点污染防治区主要包括及加油站单元、污水处理单元、以及污水管网铺设区。除上述地区以外不集中产生废水的生活区作为一般污染防治区。

② 加强实验管理

如运行期需开展核素迁移现场实验，应严格按照既定规程操作，杜绝实验试剂进入外部环境；在实验巷道周边加强监测，发现异常及时采取封堵等措施。

③ 地下水跟踪监测计划

为及时掌握场址周边地下水水位、水质状况，对本项目场区开展地下水监测。

8.4 噪声污染防治措施

8.4.1 施工期

建设单位在工程施工期采取以下噪声控制措施：

① 合理布置施工场地，合理安排施工方式，尽量减少夜间施工，选用低噪声施工机械；

② 严格操作规程，加强施工机械管理，降低人为噪声影响；

③ 采取有效的隔音、减震、消声措施，降低施工机械设备的噪声级；

④ 严格控制施工时间。

通过采取以上噪声控制措施，可以最大化的降低本项目施工期噪声对周围环境的影响。

8.4.2 运行期

① 设计将宿舍、办公楼、食堂、水池等辅助建筑和低噪声建筑布置在场地周边；生产区、生产辅助区和办公宿舍区分区布置，尽量减轻生产区噪声对办公宿舍区的影响。在厂界四周、高噪声车间周围、场区道路两侧种植带绿化，起到阻止噪声传播的作用。在场地内空地及办公区布置花坛、种植草坪美化环境，起到阻挡噪声传播和吸声的作用。

② 设备选用低噪声型号及对环境影响小的产品，在设备定货时，向产品制造商提出设备噪声限值要求：井下通风机不得超过 96dB(A)；主井提升机不得超过 86dB(A)。

③ 在通风机房设置隔声值班室，以减少噪声对操作人员的影响。通风机房门窗设置为隔声门窗，电机设置减震基础，并加装隔声罩。采取这些措施后可将通风机房室外噪声降至 75dB(A)以下。

④ 在风道内装设消声装置，扩散塔采用向上扩散形式，安装消声效果不低于 30dB(A)的消声装置。通风机机座进行隔振处理，对机房采用隔声门窗及隔声屏，并在墙面敷设吸声结构控制噪声。

⑤ 治理水泵噪声时首先在建筑结构上进行处理：水泵间单独隔开封闭并在室内吊装吸声体，同时在水泵与进出口管道间安装软橡胶接头，泵体基础设橡胶垫或弹簧减振器，降低管道和基础产生的固体传声。各种水泵进出口管道端用柔性接头连接方式，设备设减振基础。

⑥ 尽可能在进场道路两侧植树绿化；运输车辆限速行驶、定期维护确保车况良好。

8.5 固体废弃物污染防治措施

8.5.1 施工期

弃土弃方全部运送至废石场，生活垃圾定期交由环保部门清运，废机油定期交有资质单位进行处置，建筑垃圾分类收集，综合回收利用，不能综合利用的交环卫部门处置。

8.5.2 运行期

运行期的生活垃圾分类收集后暂存至垃圾转运间，定期由当地环卫部门处置。

运行期的危险废物主要包括设备维修保养的废机油、废含油棉纱、地表快速分析实验室的化学试剂瓶等。维修厂房设有危废暂存间，废机油和废含油棉纱等危险废物将集中收集暂存至的危险废物暂存间中，定期送有资质单位处置；地表快速分析实验室设有废物间，废弃的化学试剂瓶等分类暂存于废物间的废物桶中，定期送有资质单位处置；变压器运行期可能会产生少量的事故油和废旧蓄电池，属危险废物，变电站配制了事故油池，事故油暂存在事故油池中，定期交有资质单位处置。因此，所有危废最终交有资质单位进行处置。

运行期井下的实验可能会有少量废石产生，这部分废石统一运至废石场。

8.6 生态保护措施

8.6.1 施工期

(1) 本项目在选址选线过程中进行了建设方案的优化比选，其建设地点不涉及自然保护区、风景名胜区、水源保护区等环境敏感区，严守生态红线。

(2) 施工期结束后，应对废石场堆存废石进行平整、压实，表面采用大块石覆盖以防起尘形成新的风蚀源，视实际情况对其边坡采取稳定性整治措施，尽最大限度减轻本项目对地表景观的影响。考虑到废石堆场为防风蚀，表层为大块石且贮水性能差，人工复垦难度较大，建议采用自然恢复方式，即在自然状态下块石缝隙在积累到一定的土壤物质后，自然生长一些植物。

(3) 由于本项目施工期较长，加强施工人员文明施工的宣传教育是非常重要的，要杜绝施工人员的流动管理不善或作业方式不合理而对植被、土地资源等造成影响。建设单位要加强施工管理，严格控制施工占地面积，不允许额外占用土地。

(4) 施工过程中加强宣传，将受保护动植物照片张贴在显眼位置，加强保护。尤其注意对甘草、胡杨两种植物进行合理保护或必要时对其进行迁植。

(5) 加强施工人员的文明素质，严禁对周边的野生动物进行捕杀。

(6) 工程施工期间要加强施工人员的各类卫生管理，避免生活垃圾、生活污水等对保护动物生境。

(7) 合理安排施工时间及工序，将水土流失将至最小程度，在施工作业区要有计划实施，做到同一时期尽量减少土地裸露面积。施工结束后要对场地进行平整、压实，防止新增水土流失。

(8) 本项目制定了施工期生态环境的监测、调查等，开展施工期的生态跟踪评价，确保各项生态保护措施落实。

8.6.2 运行期

运行期生态保护重点是地下实验室场区绿化和补偿措施，利用场区地表实验区域的空地绿化，工程建设时需加强绿化工作，增加科研人员工作区域绿地面积，美化环境，并可根据各区域功能设置绿化隔离带。绿化植物应选择当地优势种，如红砂、桧柳、合头草等。

9 环境风险

9.1 风险物质识别

本项目在建设期井下巷道施工和施工期、运行期的实验活动可能会使用火工材料，主要为炸药，由于国家对火工材料管控严格，因此本项目土石方开挖的爆破作业将委托当地的专业爆破公司承担，现场不贮存炸药。

运行期加油站配套了四座地下储油罐，主要储存汽油和柴油，本次风险评价对象主要为加油站的汽油和柴油。

表 9.1-1 和 9.1-2 中描述了汽油和柴油的危险特性和理化性质。

表 9.1-1 汽油的理化特性表

标识	中文名	汽油		英文名	Gasoline; Petrol
	分子式	C ₅ H ₁₂ ~ C ₁₂ H ₂₆		危货及 UN 编号	31001; 1203
理化特性	沸点	40 ~ 200°C		凝固点	< -60
	相对密度(水=1)	0.67 ~ 0.75		相对密度(空气=1)	3 ~ 4
	外观性状	无色或淡黄色液体，具有挥发性和易燃性，有特殊气味。			
	溶解性	不溶于水，易溶于苯、二硫化碳、醇，极易混溶于脂肪。			
	稳定性	稳定			
燃爆特性	闪点	-50°C		爆炸极限	1.4 ~ 7.6%
	自燃点	255 ~ 390°C		最大爆炸压力	0.813MPa
	火灾危险类别	甲 B		爆炸危险组别类别	T3 / IIA
	危险特性	其蒸气与空气能形成爆炸性混合物，遇明火、高热易引起燃烧爆炸，与氧化剂接触能发生强烈反应。蒸气比空气重，能在较低处扩散到相当远的地方，遇明火会引起回燃。若遇高热，容器内压增大，有开裂和爆炸的危险。			
	灭火剂种类	泡沫、干粉、沙土、CO ₂ 。用水灭火无效			
毒性及健康危害	毒性	麻醉性毒物	接触限值	300mg/m ³	
	健康危害	主要是引起中枢神经系统功能障碍。高浓度时引起呼吸中枢麻痹。轻度中毒的表现有：头痛、头晕、四肢无力、恶心等症状。重度中毒的表现有：高浓度汽油蒸汽可能引起中毒性脑病，出现中毒性精神病症状。汽油直接吸入呼吸道可引起吸入性肺炎。			
	长期暴露影响	长期吸入汽油蒸汽可出现头晕、头痛、失眠、乏力、记忆力减退、易兴奋，有的出现癔病症状，也称“汽油性癔症”。皮肤长期接触汽油，出现干燥、皴裂、角化性皮炎。妇女出现月经异常。			
	短期暴露	皮肤接触	皮肤浸泡于汽油 20 ~ 30 分钟，可造成红斑、水疱等浅度灼伤。		
	眼睛接触	接触高浓度汽油蒸汽出现流泪、结膜充血。			

露 影 响	吸入	大量吸入蒸汽可引起麻醉症状、兴奋、酒醉样，步态不稳并有恶心、呕吐等。吸入高浓度蒸汽后，很快出现昏迷。汽车司机加油时，误将汽油经口吸入肺内，则引起吸入性肺炎，当时就出现剧烈的咳嗽与胸痛。
-------------	----	--

表 9.1-2 柴油的理化特性表

标 识	中文名:柴油	英文名: diesel oil	
	分子式: C ₄ H ₁₀₀ ~ C ₁₂ H ₂₆	分子量: 148 ~ 170	UN 编号: 1202
	危规号: -	危险标记: 可燃液体	CAS 号: -
理 化 性 质	性状: 有色透明液体		
	熔点(°C): 无资料	溶解性: 不溶于水, 溶于醇等溶剂	
	沸点(°C): 180 ~ 360	饱和蒸气压(kPa): -	
	临界温度(°C): /	相对密度(水=1): 0.70 ~ 0.75	
	临界压力(MPa): -	相对密度(空气=1): 1.59 ~ 4	
燃 烧 爆 炸 危 险 性	燃烧性: 可燃	燃烧分解产物: 一氧化碳 二氧化碳	
	闪点(°C): 45 ~ 90	燃烧热(kJ/l): 30000—46000	
	爆炸极限(V%): 0.6 ~ 6.5	稳定性: 常温常压下稳定	聚合危害: /
	引燃温度(°C): 75 ~ 120	禁忌物: 强氧化剂	
	危险特性: 其蒸气与空气可形成爆炸性混合物, 遇明火、高热能引起燃烧爆炸。与氧化剂可发生反应。流速过快, 容易产生和积聚静电。其蒸气比空气重, 能在较低处扩散到相当远的地方, 遇火源会着火回燃。若遇高热, 容器内压增大, 有开裂和爆炸的危险。 灭火方法: 消防人员须佩戴防毒面具、穿全身消防服, 在上风向灭火。 灭火剂: 用雾状水、泡沫、干粉、二氧化碳、砂土灭火。		
标准	车间卫生标准: 中国 MAC(mg/m ³): 2; 短时接触容许浓度限值(mg/m ³):		
毒性	Ld50: >5000mg/kg (大鼠经口); LC50: >5000mg/m ³ /4h(大鼠吸入), 刺激性: 家兔经皮:500mg, 严重刺激。		
对 人 体 危 害	急性中毒: 吸入高浓度煤油蒸气, 常先有兴奋, 后转入抑制, 表现为乏力、头痛、酩酊感、神志恍惚、肌肉震颤、共济运动失调; 严重者出现定向力障碍、谵妄、意识模糊等; 蒸气可引起眼及呼吸道刺激症状, 重者出现化学性肺炎。吸入液态煤油可引起吸入性肺炎, 严重时可发生肺水肿。摄入引起口腔、咽喉和胃肠道刺激症状, 可出现与吸入中毒相同的中枢神经系统症状。 慢性影响: 神经衰弱综合征为主要表现, 还有眼及呼吸道刺激症状, 接触性皮炎, 皮肤干燥等。		

根据《常用危险化学品的分类及标志》(GB 13690-92), 常用危险化学品按其主要危险特性分为 8 类, 汽油属第 3 类“易燃液体”中的“低闪点液体”。汽油具有火灾爆炸危险、毒性危害。

9.1.1 火灾爆炸危险

汽油属易燃、易爆液体, 如果在储存、输送过程发生跑、冒、滴、

漏，卸油过程中如果静电接地不好或管线、接头等有渗漏，加油过程加油设备及管线出现故障或加油过程操作不当等，都会引起油料泄漏。油料蒸发出来的可燃气体达到一定的浓度，能够与空气形成爆炸性混合物，遇明火、静电及高温或与氧化剂接触易引起燃烧或爆炸；同时其蒸汽比空气重，能在较低处扩散到相当远的地方，遇明火会回燃，造成火灾爆炸事故。

9.1.2 毒性危害

加油站主要的毒性物质为汽油，其毒性危害如下：

汽油对中枢神经系统有麻醉作用。轻度中毒症状有头晕、头痛、恶心、呕吐、步态不稳。高浓度吸入出现中毒性脑病。极高浓度吸入引起意识突然丧失、反射性呼吸停止。液体吸入呼吸道可引起吸入性皮炎。溅入眼内可致角膜溃疡、穿孔，甚至失明。皮肤接触致急性接触性皮炎，甚至灼伤。

9.1.3 其它危险、危害性

加油站的电气设备较多，若绝缘、保护装置不良或损坏，易造成触电事故。

9.2 主要风险场所识别

项目风险源主要为储罐区、加油棚及卸油点。

① 储罐区：储罐是加油站最容易发生事故的场所，如油罐泄漏遇雷击或静电闪火引燃引起爆炸。

② 加油棚：加油棚为各种机动车辆加油的场所。由于汽车尾气带火星、加油过满溢出、加油机漏油、加油机防爆电气故障等原因，容易引发火灾爆炸事故。

③ 卸油作业点：加油车不熄火，送油车静电没有消散，油罐车卸油连通软管导静电性能差；雷雨天气往油罐卸油或往汽车油箱加油速度过快，加油操作失误；密闭卸油接口处漏油；对明火源管理不严等，都有可能导致火灾、爆炸或设备损坏或人身伤亡事故。

9.3 风险评价等级

计算所涉及的每种危险物质在厂界内的最大存在总量与其在附录 B 中对应临界量的比值 Q。当只涉及一种危险物质时，计算该物质的总量与其临界量比值，即为 Q；当存在多种危险物质时，则按下式计算物质总量与其临界量比值(Q)：

$$Q = \frac{q_1}{Q_1} + \frac{q_2}{Q_2} + \dots + \frac{q_n}{Q_n}$$

式中：

q1、q2...qn——每种危险物质的最大存在总量，t。

Q1、Q2...Qn——每种危险物质的临界量，t。

当 Q < 1 时，该项目环境风险潜势为 I。

当 Q ≥ 1 时，将 Q 值划分为：（1）1 ≤ Q < 10；（2）10 ≤ Q < 100；

（3）Q ≥ 100。

拟建项目涉及危险物质 q/Q 值计算见表 9.3-1。

表 9.3-1 本项目涉及危险物质的储存量、临界量

序号	储存物资名称	最大存在量 (t)	临界量 (t)	q/Q
1	汽油	24	2500	0.0096
2	柴油	27.2		0.0109
3	总量	51.2		0.0205

经计算： $q_1/Q_1 + q_2/Q_2 + \dots + q_i/Q_i = 0.0205$ ，拟建项目 Q 值属于 Q < 1 范围，环境风险潜势为 I。

根据导则，本项目风险评价工作等级为简单分析，划分详见表 9.3-2。

表 9.3-2 评价工作等级划分

环境风险潜势	IV、IV ⁺	III	II	I
评价工作等级	一	二	三	简单分析 ^a
^a 是相对与详细评价工作内容而言，在描述危险物质、环境影响途径、环境危害后果、风险防范措施等方面给出定性的说明。见附录 A。				

9.4 建设项目环境风险评价简单分析

本项目环境风险评价简单分析见表 9.4-1。

表 9.4-1 建设项目环境风险评价简单分析表

建设项目名称	中国北山地下实验室建设工程			
建设地点	甘肃省酒泉市			
地理坐标	经度	97°31'52.1"E	纬度	N40°50'41.4"N
主要危险物质及分布	本项目主要危险物质为汽油和柴油，主要分布于油罐及加油机			
环境影响途径及危害后果（大气、地表水、地下水等）	环境影响途径：加油站属易燃易爆场所，主要风险为油罐泄漏和火灾爆炸及火灾爆炸引起的次生废气和事故废水； 危害后果：油品泄漏会对当地地下水、地表水及土壤造成一定程度的污染			
风险防范措施要求	<p>风险防范措施：</p> <p>（1）放置油罐的罐池内回填厚度大于 0.3m 的干净砂土，同时也防止回填土含酸碱的废渣，对油罐加剧腐蚀；埋地钢管的连接采用焊接方式。</p> <p>（2）油罐的各接合管设在油罐的顶部，便于平时的检修与管理，避免现场安装开孔可能出现焊接不良和接管受力大、容易发生断裂而造成的跑油、渗油等不安全事故。</p> <p>（3）装设高液位自动监测系统，具有油罐渗漏的监测功能和高液位的警报功能，及时掌握油罐情况，如果发生泄漏能够及时发现，及时采取措施。</p> <p>（4）双层油罐夹层设置渗漏检测系统，含检测仪、报警系统等，发现泄漏及时采取措施。</p> <p>（5）按有关规范要求，在油罐区设置油品泄漏观测井，本项目自建供水水井兼作检测井。</p> <p>（6）加强对项目周围大气和水环境的监测，对油品的泄露要及时掌握，防止油品的泄漏对周围大气、土壤、水环境造成危害。</p> <p>（7）建立一套完善的安全管理制度，执行工业安全卫生、劳动保护、环保、消防等相关规定。</p> <p>（8）对储罐渗漏事故的防护，对储罐、阀门等进行定期检测。对泄漏到液池内的物料应使用临时抽吸系统尽快收集，减少蒸发量或引起爆炸和着火的机会。一旦发生火灾爆炸，要尽快使用已有的消防设施扑救，疏散周围非急救人员，远离事故区。</p> <p>（9）做到灭火装置完整有效，一旦发生加油机火灾、爆炸事故时能及时启动，进行灭火，按《汽车加油加气站设计与施工规范》（GB 50156-2012）（2014 年版）和《建筑灭火配置设计规范》（GB 50140-2005）要求配备必要的消防器材。</p>			

	<p>(10) 加油站应设置醒目的防火、禁止吸烟及明火标志。从业人员应委托专业部门或本部门内培训，经考核合格后上岗，在今后经营过程中根据《加油站作业安全规范》(AQ 3010-2007)对本站安全管理要求进行完善。本项目运行过程中存在着火灾、爆炸、油罐溢出、泄漏等风险，建设单位必须严格按照有关规范标准的要求对储罐进行监控和管理，同时做好油品的仓储、运输管理。在严格落实环评安全措施及本评价所提出的安全设施其他相应的安全对策后，可将项目风险事故发生概率及事故对周围环境影响降至最低。</p> <p>(11) 发生火灾事故时应关闭地面雨水转向阀，事故救援后地面冲洗产生的废水经隔油池处理后排入市政污水管网，禁止含油污水直接排入周边雨水管网。</p> <p>应急要求：针对本项目可能发生的泄漏、火灾等事故，简要提出如下应急措施：</p> <p>(1) 应急组织机构分级，各级别主要负责人为应急计划、协调第一人，应急人员必须为培训上岗熟练工；区域应急组织结构由雨湖区政府、相关行业专家、卫生安全相关单位组成，并由政府进行统一调度。</p> <p>(2) 根据事故的严重程度制定相关级别的应急预案。</p> <p>(3) 细化应急状态下各主要负责单位的报警通讯方式、地点、电话号码以及相关配套的交通保障、管理、消防联络方法，涉及跨区域的还应与相关区域环境保护部门和上级环保部门保持联系，及时通报事故处理情况。</p> <p>(4) 组织专业队伍负责对事故现场进行侦察监测，对事故性质、参数与后果进行评估，专为指挥部门提供决策依据。</p> <p>(5) 严格规定事故多发区、事故现场、邻近区域、控制防火区域设置控制和清除污染措施及相应设备的数据、使用方法、使用人员。</p> <p>(6) 事故现场、邻近区、受事故影响的区域人员及公众对有毒有害物质应急剂量控制规定，制定紧急撤离组织计划和救护，医疗救护与公众健康。</p> <p>(7) 制定相关应急状态终止程序，事故现场、受影响范围内的善后处理、恢复措施，邻近区域解除事故警戒及善后恢复措施。</p> <p>(8) 制定有关的环境恢复措施（包括生态环境、水体）组织专业人员对事故后的环境变化进行监测，对事故应急措施的环境可行性进行后影响评价。</p> <p>(9) 定期安排有关人员进行培训与演练</p> <p>(10) 在加油站邻近地区开展公众教育、培训和发布有关信息</p>
--	---

10 环境影响经济损益分析

10.1 社会效益

北山地下实验室的建设和运行,将为我国高放废物地质处置技术研发提供有力保障,为实现中国核工业核燃料循环链的闭环奠定基础,进而显著提升我国作为负责任核大国的国际形象,提高公众对高放废物地质处置方案的支持度,增强公众对核电健康可持续发展的信心。

地下实验室的建设可助力地方产业结构升级和经济发展,建设过程中开展的相关科研工作也将带动我国地下工程、机械装备制造与自动化控制、材料等学科的发展。

此外,本项目配套建设的进场道路建设将增加区域内东西走向通道,极大的方便了当地居民群众出行及沿途矿物原材料对外的运输。道路建成并投入使用后,金庙沟及周边矿场前往酒泉及嘉峪关各市县行驶时间将节约近一半以上。

因此,北山地下实验室的建设具有显著的社会效益。

10.2 经济效益

地下实验室作为国际化的科学研究平台,本身并不具有经济效益。但是项目建成并投入运行后,将直接或间接对当地的社会经济产生影响。包括可能对行业发展和区域经济的影响,对影响区内已建或拟建关联项目的影响,对当地总体发展规划、经济发展、关联行业发展、就业机会的影响等,以及项目占用地方资源(土地、能源等)带来的经济影响等。

北山地下实验室是国内外广泛关注的核环保工程,而且地方政府对该项目非常重视和支持,地下实验室建成后,会为戈壁工业旅游等产业发展起到一定的推进作用,也会促进地方就业和产业升级。

10.3 环境效益

本项目的环境保护投资约 4741.7 万元,主要包括生活污水、井下涌水治理设施、餐饮油烟治理设施、噪声防治措施、垃圾收集站、

废石场、危险废物处理处置等环保设施的费用。

本项目的环保设施建成并投入运行后会使得项目在施工期、运行期产生的废气、噪声等污染物的排放满足国家相关标准的要求，废水和固体废物能够得到综合利用或合理化处理处置，以避免或减小对环境的影响。

此外，地下实验室本身就属于核环保工程，采取相关环保措施使其污染物达标排放或综合利用，并对场区进行合理的景观美化，在严苛的环境中致力于打造“绿色地下实验室”，不仅能够树立良好的场区形象和环境，也能够增强公众信心。

因此，本项目虽然会付出一定的经济代价进行污染防治和治理，但通过污染治理也会对地下实验室的运行带来一定的效益。

11 环境管理与监测计划

11.1 环境管理

地下实验室建设过程中以及运行后的环境管理由核工业北京地质研究负责。

11.1.1 施工期的环境管理

本项目建设周期较长，加强施工期的环境管理是十分必要的。为此，施工期建设单位应与施工单位联合组建施工期环境保护管理机构，其职责是组织实施环保设施的“三同时”和施工过程的污染防治，监督和检查建设项目环境保护设施的施工进度和质量。施工单位应加强施工中的环境管理，提倡文明施工；尽可能减轻和避免施工阶段对区域环境的影响，以促进该工程施工的顺利进行，确保“三同时”制度的贯彻落实。

施工单位在施工期的环境保护职责与义务必须予以明确，施工过程中应严格划定施工作业范围，加强人员教育管理，施工人员和机械不得在规定区域外随意活动，减少对地表植被和表层土壤结构的破坏，不得对当地的动物进行捕杀等。

11.1.2 运行期的环境管理

运行期的环境管理由核工业北京地质研究院专门部门负责，其主要职责包括：

(1) 组织宣传贯彻国家和地方环境保护的政策、法律法规；制定本公司环境保护工作方针和目标；研究、审定防止污染、改善和提高项目环境质量的规划、计划、措施等。

(2) 负责制定地下实验室环境保护的长远规划和年度计划，建立健全各项规章制度，并监督执行。

(3) 组织协调、检查、推动环境保护工作的开展，解决重大环境保护问题，负责监督检查环保项目执行情况。

(4) 落实监测计划的实施、管理。

(5) 负责全组的工作，执行上级的文件精神，加强内容管理，并监督检查公司环保工作的落实情况。

11.2 监测计划

11.2.1 监测的主要内容

环境监测的主要内容有：区域环境空气质量监测，废气污染源排放监测，污染治理设施运行监测，厂界噪声监测，配合相关科研和技术攻关的监测等。

环境监测工作由核地研院自行监测或委托具有 CMA 资质的环境监测机构负责进行。

11.2.2 监测项目和监测制度

环境监测工作主要是污染源监测及环境质量监测工作，施工期和运行期的监测计划见表 11.2-1 和表 11.2-2。

表 11.2-1 施工期环境监测计划

监测内容	监测项目	监测地点	执行标准	监测频次
污染源监测				
环境空气	TSP	施工厂界	《大气污染物综合排放标准》	1 次/年
厂界噪声	LeqdB(A)	在施工区域东、南、西、北厂界 1m 处各设置一个监测点	《建筑施工场界环境噪声排放标准》(GB 12523-2011)	每年监测一次，每次至少进行一次昼夜 24 小时连续监测
环境质量监测				
环境空气	TSP、SO ₂ 、PM ₁₀ 、NO ₂	厂界外上风向、下风向	《环境空气质量标准》(GB 3095-2012) 二级标准	1 次/年
地下水	水位、pH、总硬度、溶解性总固体、硫酸盐等 18	钻孔 BSQ07、钻孔 BS06、BS25、BS33	《地下水环境质量标准》(GB/T 14848-2017) 中 III 类标准	2 次/年 (丰水期、枯水期各一次)

监测内容	监测项目	监测地点	执行标准	监测频次
	项			
声环境	LeqdB(A)	厂区外环境	《声环境质量标准》1类	1次/年
土壤环境	pH值、 镉、汞、 砷、铜、 铅、铬、 锌、镍、氟 化物	运维厂区内2 个、科研管理区 厂区内1个，厂 区外2个	《土壤环境质 量 建设用地土壤 污染风险管控 标准》	1次/年
生态	废石是否堆放在指定位置； 各施工场地表土剥离及堆存情况，堆存过程采取生态保护措施； 建设过程中临时占地是否超过施工范围； 监测地下实验室场址附近范围内动植物情况 植被：胡杨监测点位：样方点24和26；麻黄监测点位：样方点26和29、对对照样方点0和1； 野生动物：夏季样方线BS1901、BS1902、BS1903、BS1904、对对照样线BS1909；冬季样方线BS2001、BS2002，对对照样线BS2005；			根据施工进度开展

表 11.2-2 运行期环境监测计划*

监测内容	监测项目	监测/取样地点	执行标准	监测/取样频次
污染源监测				
环境空气	油雾颗粒物	职工食堂油烟排风口	《饮食业油烟排放标准》(GB 18483-2001)	1次/年
	油气浓度	厂界	《加油站大气污染物排放标准》(GB 20952-2007)	1次/年
	臭气浓度	运行维护区、科研管理区厂界	《恶臭污染物排放标准》(GB14554-93)	1次/年
厂界噪声	LeqdB(A)	运行维护区、科研管理区四周厂界1m处	《工业企业厂界环境噪声排放标准》(GB 12348-2008)	1次/年，昼夜各1次

监测内容	监测项目	监测/取样地点	执行标准	监测/取样频次
			1类	
环境质量监测				
环境空气	TSP、SO ₂ 、PM ₁₀ 、PM _{2.5} 、NO ₂	上风向 2km 处、下风向 2km 处	《环境空气质量标准》(GB 3095-2012) 二级标准	2次/年
地下水	pH、石油类、溶解性总固体、挥发酚、高锰酸盐指数等	运行维护区厂界下游 1km 处	《地下水环境质量标准》(GB/T 14848-2017) 中III类标准	2次/年(丰水期、枯水期各1次)
	水位、pH、总硬度、溶解性总固体、硫酸盐等 18 项	钻孔 BSQ07、钻孔 BS06、BS25、BS33、旧井取水地	《地下水环境质量标准》(GBT 14848-2017) 中III类标准	2次/年(丰水期、枯水期各1次)
土壤环境	pH 值、镉、汞、砷、铜、铅、铬、锌、镍、氟化物	运维厂区内 2 个、科研管理区厂区内 1 个、厂区内 2 个	《土壤环境质量建设用地土壤污染风险管控标准》	2次/年
生态	场区绿化情况；临时占地、废石场植被自然恢复情况。			2次/年
电磁环境	根据线路架设方式在线路沿线设置衰减监测断面			2次/年

*根据后期实验内容进行调整

11.3 “三同时”验收

本项目环保设施投资共计 4741.7 万元，占工程总投资的 1.74%，环境保护措施及“三同时”情况见表 11.3-1。

表 11.3-1 本项目环保“三同时”一览表

序号	治理对象		控制措施	治理效果	排放标准	标准名称
	项目	污染源名称				
1	废气	加油站	设汽油油气回收系统	总回收率大于 95%	周界外浓度 $\leq 4\text{mg/m}^3$	《大气污染物综合排放标准》(GB 16297-1996)表 2 标准中无组织排放监控浓度限值
		垃圾收集站	设置除臭间, 采用植物喷淋除臭装置	除臭效率不小于 90%	厂界外臭气浓度 < 20	《恶臭污染物排放标准》(GB14554-93)
		食堂油烟	高效油烟净化器	净化效率大于 85%	2.0mg/m ³	《饮食业油烟排放标准》(GB 18483-2001)
		缓冲回填材料制备厂房	脉冲式袋式除尘器, 收尘点为投料处、料秤、混合机、混合机出料口	除尘效率不低于 99%	/	/
		应急柴油发电机	----	----	SO ₂ : 550 mg/m ³ NO _x : 240 mg/m ³ 烟尘: 120mg/m ³	《大气污染物综合排放标准》(GB 16297-1996)
2	废水	矿井涌水处理设施	井下涌水采用混凝、沉淀、过滤、消毒的处理工艺, 配套设置一体化水处理设施及加药和消毒设备, 处理能力不低于 30m ³ /h		不外排	达到《城市污水再生利用工业用水水质》(GB/T 19923-2005)
		生活污水处理设施	地表设施和科研管理综合楼各自设置污水处理设施 1 套, 处理能力不低于 3m ³ /h 和 2m ³ /h, 采用生化处理工艺。采用生物膜处理工艺 (MBR)		不外排	

序号	治理对象		控制措施	治理效果	排放标准	标准名称
	项目	污染源名称				
		雨水收集设施	地面设置雨水收集池，雨水收集池容积不小于 1200m ³		不外排	/
3	噪声	各产噪设备	<p>通风机房设置隔声值班室，以减少噪声对操作人员的影响。通风机房门窗设置为隔声门窗，电机设置减震基础，并加装隔声罩</p> <p>水泵间单独隔开封闭；水泵与进出口管道间安装软橡胶接头，泵体基础设橡胶垫或弹簧减振器，降低管道和基础产生的固体传声。各种水泵进出口管道端用柔性接头连接方式，设备设减振基础</p>	厂界噪声达标排放	<p>昼间 55dB(A)</p> <p>夜间 45dB(A)</p>	《工业企业厂界环境噪声排放标准》(GB12348-2008)1类标准。
4	固体废物	废石	巷道掘进废石和实验产生的井下废石统一运至运行维护区东侧废石场，不随意丢弃。		/	符合《一般工业固体废物贮存、处置场污染控制标准(GB18599-2001)》及其修改单要求。
		生活垃圾	生活垃圾统一收集分类暂存至垃圾收集站，垃圾收集站的规模，内设植物喷淋除臭措施		定期交环卫部门	/
		危险废物	<p>维修厂房设置单独的危废暂存间，暂存间设“三防”措施，废机油、废含油棉纱等分类收集在危废暂存间的废物桶内；</p> <p>地表快速分析实验室设置单独的废物间，废化学试剂瓶等危险废物分类暂存废物间的废物桶中；</p> <p>变电站配套建设事故油池，钢筋混凝土结构，不小于 30m³</p>		最终交有资质单位处置	危废间符合《危险废物贮存污染控制标准(GB 18597-2001)》及其修改单要求

序号	治理对象		控制措施	治理效果	排放标准	标准名称
	项目	污染源名称				
5	绿化		厂区绿化		/	/
6	输变电		监测本工程附近环境敏感点的工频电场、磁感应强度、噪声等环境影响指标是否与预测结果相符；对照环评阶段，复核沿线有无新增环境保护目标。经过监测环境敏感目标处，噪声满足相应标准要求。	工频电场强度小于 4000V/m，工频磁感应强度小于 100 μ T		《电磁环境控制限值》（GB8702-2014）

12 评价结论

12.1 项目概况

中国高水平放射性废物地质处置地下实验室建设工程位于甘肃省酒泉市肃北县北山新场地段中部。拟建位置南距玉门市直线距离约 60km，距兰新铁路和 312 国道约 90km，有简易公路可达 312 国道黄闸湾地段。

本项目占地面积 247 万 m^2 ，建筑面积 23905 m^2 ；井巷工程总长度 13392m，总体积 51.42 万 m^3 。建设周期为 84 个月（7 年），总定员 140 人。总投资 272313 万元，其中环保工程投资 4741.7 万元，环保工程投资占项目总投资的 1.74%。

地下实验室的建设内容包括地下工程及辅助系统、地下现场实验研究平台设施、场区地表实验设施及配套设施、场外辅助工程。

12.2 环境质量现状

12.2.1 环境空气

项目所在区域内 SO_2 、 NO_2 、TSP、 PM_{10} 均满足《环境空气质量标准》（GB 3095-2012）中二级标准要求，环境空气质量较好。

12.2.2 地下水

项目所在区域内各监测点位总硬度、溶解性总固体、硫酸盐、氯化物均出现不同程度超标，最大超标倍数分别为 1.17、0.96、0.12 和 1.79；BS05 钻孔氨氮超标，超标倍数 2.15。其余指标满足《地下水环境质量标准》（GB/T 14848-2017）中 III 类标准要求。

12.2.3 声环境

地下实验室项目中，运行维护实验区厂界噪声昼间 32.98~39.36dB（A）、环境敏感点噪声昼间 23.14~31.84dB（A），科研管理设施区厂界噪声昼间 27.90~32.80dB（A）、环境敏感点噪声昼间 35.14~37.20dB（A）之间，均满足《声环境质量标准》（GB 3096-2008）中 1 类标准要求，声环境质量较好。

12.2.4 生态环境

项目所在区域属于典型的温带荒漠生态系统，全年干旱少雨，蒸发量大，环境脆弱；戈壁荒漠为其主要景观类型，生态系统结构简单，物种多样性低，生态系统结构简单，生态服务功能较低。植物以耐旱的半灌木和小半灌木红砂、合头草等为代表性物种，资源贫乏；有麻黄、沙拐枣、梭梭、裸果木、甘草和胡杨等 6 种受保护植物，但生物量均不高。野生动物以广布物种为主，未发现岩羊、鹅喉羚等有蹄类及相关痕迹；食肉动物密度和多样性较低；昆虫以直翅目为主，鳞翅目蝴蝶相对匮乏；有红隼、纵纹腹小鸮和赤狐等受保护动物 3 种，但都为偶见物种；缺少特有或特色物种；未发现入侵物种和动物迁徙通道。

12.2.5 电磁环境

拟建 110kV 北山变电站及输电线路周围各监测点距离地面 1.5m 高处测得的电场强度现状值在 2.7V/m ~ 218.4V/m 之间，工频磁感应强度现状值在 0.016 μ T ~ 0.932 μ T 之间，低于《电磁环境控制限值》（GB 8702-2014）中公众曝露电场强度控制限值 4kV/m、磁感应强度控制限值 100 μ T。

12.3 主要环境影响及环保措施

12.3.1 施工期

施工期的大气污染主要为施工扬尘，废水主要为施工废水、地下工程的井下涌水和施工人员的生活污水等，噪声影响主要来源施工机械，固废主要为施工弃土、弃石和生活垃圾等，生态影响主要为占地、植被破坏、水土流失等。

本项目将加强并确保环评中提出的施工扬尘的治理措施、废水不外排措施、噪声管理措施、固废管理措施等，这些影响将随着施工过程的结束而消失。

项目施工期的主要影响表现为生态影响，本项目为保证施工期的生态影响最小化，将对施工过程严格管理，文明施工，加强施工人员

的文明素质和施工卫生管理，不得随意破坏占地范围之外的植被和捕杀野生动物，合理安排施工时间和工序。由于本项目施工期较长，施工过程中严格执行施工期环境监测，确保各项污染防治措施和生态保护措施落实。

12.3.2 运行期

12.3.2.1 环境空气

本项目运行期主要的大气污染源包括：食堂油烟、加油站废气、柴油发电机废气、地下实验室废气、交通运输扬尘、垃圾收集站废气等。产生的主要污染物为油雾颗粒物、烟尘、SO₂、NO_x、CO 和扬尘等。

(1) 食堂油烟

本项目将建设运维人员食堂和科研人员食堂共两个食堂，食堂日常运作会产生餐饮油烟。餐饮油烟的主要污染成分为油雾颗粒物，浓度约 20mg/m³，经高效油烟净化器处理后排放，净化效率大于 85%，可有效减轻油雾颗粒物对大气环境的影响。

(2) 柴油发电机废气

为保证市电故障失电的情况下供电，地下实验室配有备用柴油发电机组，在其运行状态下会产生废气，主要污染物为 SO₂、烟尘、CO 等。废气经柴油发电机自带处理器处理后通过排风扇外排。柴油发电机组为备用电源，运行次数极少，对环境影响较小。

(3) 非甲烷总烃

本项目加油站产生非甲烷总烃的污染源为：储罐大、小呼吸，卸油时油罐车排出的油蒸汽和加油机作业时排放的油蒸汽，主要成分非甲烷总烃。根据估算结果，本项目最大落地浓度 0.083mg/m³，满足《大气污染物综合排放标准》(GB 16297-1996)表 2 标准中无组织排放监控浓度限值。故本项目无组织废气不会对周围大气环境产生明显影响。

(4) 交通运输扬尘

运行期的交通运输会有扬尘产生，在严格执行洒水降尘等措施后，道路扬尘对环境空气的影响较为有限。

(5) 垃圾收集站臭气

垃圾收集站除臭间内设置除臭装置，采用植物液喷淋方式。

(6) 废石场扬尘

本项目废石排放主要产生于施工期，主要为巷道开挖排出的废石、场地平整和修筑道路产生的弃方等；对废石场进行定期洒水抑尘对环境的影响较小。

采取上述措施后，本项目运行期对环境空气影响较小。

12.3.2.2 地表水

运行期废水主要为井下涌水、生活污水等。

(1) 井下涌水

地下实验室地下设有-280m 和-560m 两个实验水平，其中-560m 水平为主实验水平。-280m 水平正常涌水量 3.3m³/h、最大涌水量 5.0m³/h；-560m 水平正常涌水量 19.0m³/h、最大涌水量 27.0m³/h。

采用“混凝+沉淀+过滤+消毒”工艺处理后，出水水质满足《城市污水再生利用 工业用水水质》（GB/T 19923-2005），回用于生产用水等，不外排。

(2) 生活污水

本项目运行期生活污水主要来自生活区食堂、各建筑物的卫生间、浴室排水等。项目运行维护实验设施区域和科研管理设施区域污水各自独立收集处理，经防渗封闭式化粪池预处理后，再经生物膜反应（MBR）处理工艺，出水水质满足《城市污水再生利用 工业用水水质》（GB/T 19923-2005），回用于生产用水等，不外排。

12.3.2.3 地下水

本项目运行期产生的生产及生活废水全部作为回水利用，不排放到外环境。因此，项目的生产、生活废水对地下水环境影响较小。

距离本项目场址最近的牧民水井约 7.5km，且牧民水井取用沟谷地带第四系孔隙潜水含水层，如加油站储罐泄露表征污染物主要影响山地基岩裂隙水含水层，与周边牧民取水井不属于同一含水层，因此从横向和垂向上均不会对周边牧民水井造成影响。

采取分区防渗措施、加强实验管理、并对加油站及水处理设施排水口附近等地进行监测，可以有效减小该项目对地下水环境的影响。

12.3.2.4 声环境

运行期噪声主要为场区内部噪声源、交通运输噪声及输电线路可听噪声。其中场区内部噪声主要是空气动力性噪声和机械性噪声，声级一般在 70~90dB(A)之间。通过噪声预测，本项目场地中运行维护实验区和科研管理设施区的昼间噪声排放值均能满足《工业企业厂界环境噪声标准》中 1 类标准要求。本项目工业场地周围、进场道路、供水管线沿线 200m 范围内无敏感目标，输电线路沿线边导线地面投影外两侧各 200m 范围内无敏感目标，因此噪声对周边声环境影响较小。

12.3.2.5 固体废物

运行期固体废物主要为生活垃圾、运行期废石和废机油、废含油棉纱和废弃化学试剂瓶等。

(1) 生活垃圾

本项目场区生活垃圾产生量约 0.17t/d。本项目设置垃圾收集站，生活垃圾设垃圾筒将生活垃圾进行集中收集后，送垃圾收集站暂存，定期由车辆运至环卫部门指定地点处置。通过计算，垃圾收集站设计规模为 0.25t/d，内设置除臭装置，采用植物液喷淋方式。

(2) 运行期废石

本项目运行期井下会产生废石。由于运行期井下主要工作集中于科研实验，废石产生量较小，所以运至废石场处置。

采取上述措施后，本项目运行期固体废弃物可得到妥善处置，对

环境影响较小。

(3) 危险废物

本项目维修厂房在设备维修检修期间可能产生少量废机油、废含油棉纱等危废，这部分危险废物暂存在维修厂房的危废暂存间的废物桶中；地表快速分析实验室产生的少量废气化学试剂瓶等暂存于废物间，变电站的事故油暂存于事故油池中，以上的废物将定期交有资质单位进行处置，不随意丢弃。

12.3.2.6 生态环境

运行期生态影响主要是场址运行及人为活动对生态完整性、景观、动植物的影响。该区域原地貌植被覆盖率较低，工程建成之后厂区的绿化将对区域的植被进行补偿。同时，加强对科研人员的环境保护宣传，遇到保护动物要注意避让，通过以上措施，本项目运行期对生态环境影响较小。

12.4 环境风险

本项目主要危险物质为汽油和柴油，主要分布于油罐及加油机。加油站属易燃易爆场所，主要风险为油罐泄漏和火灾爆炸及火灾爆炸引起的次生废气和事故废水。油品泄漏会对当地地下水、地表水及土壤造成一定程度的污染。

12.5 环境管理与监测

本报告重点针对建设期、运行期提出环境监测计划。建设期根据各因素实际影响特征，考虑地下工程开挖过程对施工人员的影响，监测计划包括地下水水位水质、生态等。运行期监测计划包括流出物监测（食堂油烟、实验室废气气体排放口、废水处理站出水口）、环境质量监测（环境空气、地下水、声环境、生态环境等）、电磁环境监测，并要求运行期环境监测根据后续实验内容进行调整。

12.6 总结论

综上，中国北山地下实验室建设工程符合《中国国民经济和社会

发展第十三个五年规划纲要》等有关规划要求，是我国高放废物地质处置库研发必不可少的关键平台。本项目在严格落实环评提出的污染防治、生态治理、风险防范措施及环境管理和环境监测计划后，项目对区域的环境影响可接受。从环境保护角度而言，项目建设可行。

12.7 建议

(1) 严格执行环评提出的各项环境保护措施，严格执行环境监测计划。

(2) 结合场址所在区域环境特征，在施工中尽量考虑节水措施。

(3) 统筹考虑废石的综合利用途径。

(4) 由于地下实验室后期的各项实验内容尚未明确，在后续实验设计阶段应配套设计相应的环境保护设施和措施，尽量避免对环境造成影响，并依法履行相应环保手续。