

肃南裕固族自治县天瑞源矿业有限责任
公司天桥湾石灰岩矿

矿产资源开采与矿区生态修复方案

肃南裕固族自治县天瑞源矿业
有限责任公司

二〇二六年三月

肃南裕固族自治县天瑞源矿业有限责任
公司天桥湾石灰岩矿
开采方案

C6207002014047130133856

肃南裕固族自治县天瑞源矿业
有限责任公司
2026年3月

A red circular official seal is overlaid on the text. The seal contains the company name '肃南裕固族自治县天瑞源矿业有限责任公司' around the perimeter and the number '6207002014047130133856' in the center.

肃南裕固族自治县天瑞源矿业有限责任
公司天桥湾石灰岩矿
开采方案

G6207002014047130133856

编制单位：甘肃煤田地质局一四五队

法定代表人：刘世海

项目负责人：侯海兵

主要编制人员：陈安 田晓红 何长宏 韦尚书 王杰




编制单位基本情况表

编制单位基本信息	
采矿权人名称	肃南裕固族自治县天瑞源矿业有限责任公司
编制单位名称	甘肃煤田地质局一四五队
法定代表人	刘世海
技术负责	张万
单位地址	甘肃省张掖市甘州区张火公路一公里处
成立日期	2019年2月27日
营业期限	2024年2月21日至2029年2月20日（永续经营）
编制单位简介	
编制单位简介	<p>甘肃煤田地质局一四五队现设置机关职能科室 10 个，经营实体 14 个，后勤服务部门 1 个。</p> <p>在编职工 234 人，其中高级专业技术人员 33 人，中级专业技术人员 42 人。拥有各类设备 280 余台(套)，拥有注册岩土工程师、一二级建造师、安全师、监理工程师等各类注册人员 29 人。资质等级证书情况如下：</p> <p>(1) 气体矿产勘查、固体矿产勘查、地质钻探甲级资质，证书编号：01201721100212；</p> <p>(2) 地质灾害治理工程施工资质乙级资质，证书编号：620020232210002；</p> <p>(3) 地质灾害评估和治理工程勘查设计乙级资质，证书编号：620020232110013；</p> <p>(4) 测绘航空摄影、摄影测量与遥感、工程测量、界限与不动产测绘、地理信息工程乙级资质，证书编号：乙测资字 62502683。</p>

矿产资源开采方案编制信息及承诺书

开采方案名称		肃南裕固族自治县天瑞源矿业有限责任公司天桥湾石灰岩矿 开采方案			
矿业权人	名称	肃南裕固族自治县天瑞源矿业有限责任公司			
	通信地址	甘肃省张掖市肃南裕固族自治县 红湾综合市场四楼411室		邮政编码	734400
	联系人	刘红荣	联系电话	13830618893	传真
	电子邮箱	1906686001@qq.com			
编制单位 (矿业权人自行编制可不填)	名称	甘肃煤田地质局一四五队			
	通信地址	甘肃省张掖市甘州区 张火公路一公里处		邮政编码	734000
	联系人	陈安	联系电话	13121678033	传真
	电子邮箱	ca95234@163.com			
开采方案编制情形		<input type="checkbox"/> 首次申请采矿许可 <input checked="" type="checkbox"/> 扩大开采区域 <input type="checkbox"/> 缩小开采区域 <input type="checkbox"/> 变更主要开采矿种 <input type="checkbox"/> 变更开采方式			
矿业权信息		探矿权信息	探矿权人		
			不动产权证书 (探矿权)证号		
			探矿权有效期		
		采矿权信息	矿业权人	肃南裕固族自治县天瑞源矿业有 限责任公司	
			不动产权证书 (采矿权)证号	C6207002014047130133856	
			采矿权有效期	2021. 3. 31~2026. 3. 31	

<p>矿业权人承诺</p>	<p>我单位已按要求编制开采方案，现承诺如下：</p> <ol style="list-style-type: none">1. 方案内容真实、符合技术规范要求。2. 将按照本方案做好矿产资源合理开发利用和保护工作，严格按照批准的开采区域、开采方式、开采矿种等进行开采。矿产资源开采回采率、选矿回收率和综合利用率达到国家有关标准要求。自觉接受相关部门监督管理。3. 严格遵守矿产资源法律法规、相关矿业权管理政策，依法有效保护、合理开采、综合利用矿产资源，依法保护生态环境，建设绿色矿山。 <p>矿业权人（盖章）</p> 
---------------	---

**肃南裕固族自治县天瑞源矿业有限责任公司天桥湾石灰岩矿
矿开采方案综合信息表**

企业名称	肃南裕固族自治县天瑞源矿业有限责任公司				
矿山名称	肃南裕固族自治县天瑞源矿业有限责任公司天桥湾石灰岩矿				
方案基本情况	开采方案名称	肃南裕固族自治县天瑞源矿业有限责任公司天桥湾石灰岩矿开采方案			
	开采方案编制情形	<input type="checkbox"/> 首次申请采矿许可 <input checked="" type="checkbox"/> 扩大开采区域 <input type="checkbox"/> 缩小开采区域 <input type="checkbox"/> 变更主要开采矿种 <input type="checkbox"/> 变更开采方式			
	探矿权信息	探矿权人			
		不动产权证书 (探矿权)证号			
		探矿权有效期			
	采矿权信息	矿业权人	肃南裕固族自治县天瑞源矿业有限责任公司		
		不动产权证书 (采矿权)证号	C6207002014047130133856		
采矿权有效期		2021. 3. 31~2026. 3. 31			
矿产资源情况	评审备案 资源量 (保有)	主矿产与 共生矿产	序 号	矿石量 (万吨)	矿物量/金属 量(吨)
		主矿产	1	630.14	
			2		
		共生矿产	1		
			2		
		伴生矿产	1		
	2				
	勘查程度	<input checked="" type="checkbox"/> 详查 <input type="checkbox"/> 勘探			
	资源量规模	<input type="checkbox"/> 大型 <input type="checkbox"/> 中型 <input checked="" type="checkbox"/> 小型			
	估算设计 利用资源量	<u>541.64</u> (单位: <u>万吨</u>)			
估算 可采储量	<u>514.56</u> (单位: <u>万吨</u>)				

开采矿种	开采主矿种	石灰岩																									
	共生矿种																										
	伴生矿种																										
建设方案	开采方式	<input checked="" type="checkbox"/> 露天 <input type="checkbox"/> 地下 <input type="checkbox"/> 露天+地下																									
	拟建设生产规模（计量单位/年）	30 万吨/年（实际生产建设规模在矿山初步设计和安全设施设计中确定，计量单位按照《关于调整部分矿种矿山生产建设规模标准的通知》（国土资发〔2004〕208号）中规定）。																									
	估算服务年限（年）	17.2a																									
拟申请开采区域（具体以自然资源主管部门批准的开采区域为准）	<table border="1"> <thead> <tr> <th>点号</th> <th>X 坐标</th> <th>Y 坐标</th> </tr> </thead> <tbody> <tr><td> </td><td> </td><td> </td></tr> <tr><td> </td><td> </td><td> </td></tr> <tr><td> </td><td> </td><td> </td></tr> <tr><td> </td><td> </td><td> </td></tr> <tr> <td>面积（km²）</td> <td colspan="2"> </td> </tr> <tr> <td>开采标高</td> <td colspan="2"> </td> </tr> <tr> <td>井巷工程或露天剥离标高</td> <td colspan="2"> </td> </tr> </tbody> </table>			点号	X 坐标	Y 坐标													面积（km ² ）			开采标高			井巷工程或露天剥离标高		
	点号	X 坐标	Y 坐标																								
	面积（km ² ）																										
	开采标高																										
井巷工程或露天剥离标高																											
2000 国家大地坐标系																											
备注	矿产资源储量评审备案按照相关规定执行。																										

开采方案编写人员名单表

方案负责人				
姓名	职务	专业	技术职称	签名
侯海兵	矿产勘查中心 负责人	资源勘查工程	高级工程师	
方案主要编写人员				
序号	编写人	专业	技术职称	签名
1	陈安	资源勘查工程	助理工程师	
2	田晓红	地质工程	助理工程师	
3	何长宏	地质	助理工程师	
4	韦尚书	水文与工程 地质	技术员	
5	王杰	采矿工程	技术员	

目 录

0 前言	1
0.1 编制目的	1
0.2 编制依据	2
1. 矿山基本情况	5
1.1 地理位置与区域概况	5
1.2 矿业权人基本情况	10
1.3 矿山勘查开采历史及现状	11
2. 矿区地质与矿产资源情况	16
2.1 矿床地质与矿体特征	16
2.2 矿床开采地质条件	29
2.3 矿产资源储量情况	40
3. 矿区范围	41
3.1 符合矿产资源规划情况	41
3.2 可供开采矿产资源的范围	41
3.3 露天剥离范围	43
3.4 与相关禁限区的重叠情况	47
3.5 申请开采区域	48
4. 矿产资源开采与综合利用	49
4.1 开采矿种	49
4.2 开采方式	49
4.3 拟建生产规模	54

4.4 矿床开采	56
4.5 资源综合利用	59
5. 绿色矿山建设	61
5.1 概述	61
5.2 绿色矿山设计	61
6. 结论	66
6.1 估算设计利用资源量和设计可采储量	66
6.2 申请开采区域	66
6.3 开采矿种	66
6.4 开采方式、开采顺序、采矿方法	66
6.5 拟建生产规模、矿山服务年限	67
6.6 资源综合利用	67

附图目录

顺序	图号	图名	比例尺
1	1	肃南裕固族自治县天瑞源矿业有限责任公司天桥湾石灰岩矿 总平面布置图	1:2000
2	2	肃南裕固族自治县天瑞源矿业有限责任公司天桥湾石灰岩矿 I 号矿体 开采剖面图	1:1000
3	3	肃南裕固族自治县天瑞源矿业有限责任公司天桥湾石灰岩矿 II 号矿体 开采剖面图	1:1000

附件

附件 1 营业执照

附件 2 采矿许可证副本

附件 3 委托书

附件 4 编制单位承诺书

附件 5 《甘肃省肃南裕固族自治县天瑞源矿业有限责任公司天桥湾石灰岩矿资源储量核实报告

》评审意见

附件 6 协查文件

附件 7 肃南裕固族自治县天瑞源矿业有限责任公司天桥湾石灰岩矿矿产资源开发利用方案与肃南裕固族自治县天瑞源矿业有限责任公司天桥湾石灰岩矿矿区生态修复方案初审意见书

0 前言

0.1 编制目的

0.1.1 编制目的

依据《中华人民共和国矿产资源法》、《采矿权登记管理办法》的有关规定，为延续采矿权许可证，实现该矿产资源的高效、合理、可持续开发，通过科学规划开采方式，最大程度提升资源回收率，降低贫化率，减少资源浪费，延长矿山服务年限，将资源优势转化为经济优势，为国家资源安全与经济建设提供稳定的矿产资源保障，推动资源利用从粗放型向集约型转变，促进矿产资源行业的健康可持续发展，肃南裕固族自治县天瑞源矿业有限责任公司委托甘肃煤田地质局一四五队编制《肃南裕固族自治县天瑞源矿业有限责任公司天桥湾石灰岩矿开采方案》。

0.1.2 编制必要性论述

肃南裕固族自治县天桥湾石灰岩矿开采矿种为水泥用石灰岩；开采方式为露天开采，采矿权矿区面积为 0.9758 平方公里，生产规模为 30×10^4 t/年。

由于肃南裕固族自治县天桥湾石灰岩矿采矿许可证即将于 2026 年 3 月 31 日到期，甘肃煤田地质局一四五队于 2025 年 12 月编制完成了《甘肃省肃南裕固族自治县天瑞源矿业有限责任公司天桥湾石灰岩矿资源储量核实报告》，于 2026 年 1 月 6 日由甘肃省张掖市自然资源局组织评审通过。

原矿山采矿许可证载明的开采标高为 1980~2300m，但核实工作

资源量估算标高为 2338~2023m，为延续采矿许可证，并变更矿山采矿许可证标高，需重新编制《肃南裕固族自治县天瑞源矿业有限责任公司天桥湾石灰岩矿矿产资源开采方案》。

0.2 编制依据

0.2.1 项目前期工作进展情况简述

依据甘肃煤田地质局一四五队于 2026 年 1 月 6 日评审的《甘肃省肃南裕固族自治县天瑞源矿业有限责任公司天桥湾石灰岩矿资源储量核实报告》：截止资源量估算基准日(2025 年 12 月 31 日)，天桥湾石灰岩矿保有资源量 630.14 万吨，资源量估算标高 2338~2023m，其中控制资源量 335.17 万吨，推断资源量 294.97 万吨，控制资源量占总资源量的 53.19%。其中包括 2300m 标高以上的控制+推断资源量 35.35 万吨，其中控制资源量 22.91 万吨，推断资源量 12.44 万吨。

0.2.2 主要基础性资料

- 1.《甘肃省肃南裕固族自治县天瑞源矿业有限责任公司天桥湾石灰岩矿资源储量核实报告》（2026 年 1 月，甘肃煤田地质局一四五队）；
- 2.《肃南裕固族自治县天桥湾石灰岩矿矿产资源开发利用方案》（2019 年 11 月，中国建筑材料工业地质勘查中心甘肃总队）；
- 3.《肃南裕固族自治县天瑞源矿业有限责任公司天桥湾石灰岩矿矿山地质环境保护与土地复垦方案》（2025 年 6 月，甘肃地质工程勘察院有限责任公司）；
- 4.张掖市矿产资源规划（2021-2025）；

5.肃南县矿产资源规划（2021-2025）；

6.项目委托书及项目合同书；

7.矿山企业提供的其它相关资料。

0.2.3 法律法规及相关文件

1.《中华人民共和国矿产资源法》（中华人民共和国主席令 第36号）

2.《中共中央办公厅 国务院办公厅关于进一步加强矿山安全生产工作的意见》（国务院公报 2023 年第 26 号）

3.《自然资源部 生态环境部 财政部 国家市场监督管理总局 国家金融监督管理总局 中国证券监督管理委员会 国家林业和草原局关于进一步加强绿色矿山建设的通知》（自然资规〔2024〕1号）

4.《自然资源部关于进一步完善矿产资源勘查开采登记管理的通知》（自然资规〔2023〕4号）

5.《自然资源部关于深化矿产资源管理改革若干事项的意见》（自然资规〔2023〕6号）

6.《关于调整部分矿种矿山生产建设规模标准的通知》（国土资发〔2004〕208号）

0.2.4 设计规范及标准

1.《固体矿产资源储量分类》（GB/T 17766-2020）；

2.《水泥原料矿山工程设计规范》（GB 50598-2010）；

3.《矿产资源“三率”指标要求 第6部分：石墨等26种非金属矿产》（DZ/T 0462.6-2023）；

4. 《矿产资源开采方案临时编制指南（非油气矿产）》；
5. 《矿区水文地质工程地质勘查规范》（GB/T 12719-2021）；
6. 《非金属行业绿色矿山建设规范》（DZ/T 0312-2018）；
7. 《矿业权评估利用矿产资源储量指导意见》（CMV S403-20017）。

1. 矿山基本情况

1.1 地理位置与区域概况

1.1.1 地理位置

矿区位于肃南县城 60°方向直距约 30km，白银乡 256°方向直距约 10km，距离张肃公路约 2.5km，距离张掖市区约 70km。行政区划属肃南县大河乡所辖。

矿区南侧有张(掖)-肃(南)公路通过，由张肃公路行程约 70km 可到达张掖市区，由矿山运矿道路即可到达工作区，道路路况较好，交通便利（见交通位置图 1-1）。

矿区位置（2000 国家大地坐标）：

东经：99°49'33"~99°50'31"；

北纬：38°56'23"~38°57'03"；



图 1-1 交通位置图

1.1.2 区域概况

1.地形地貌

肃南县地形狭长，地貌形态多样，地势起伏大，主要为中高山地、峡谷、洪积走廊平原，形成南部山地和北部走廊平原两大地貌单元，海拔 1327~5564 米，平均海拔 3200 米。

矿区属浅切割低中山区，海拔 2340m~2022m，区内山势陡峻，局部地段发育陡崖，地形起伏较大，绝对高差 360m。矿区最低侵蚀基准面标高 2022m。



图 1-2 矿区地形地貌

2.气象

矿区属高寒半干旱气候，具有冬冷夏凉，夏雨多冬雪少，无霜期短，光热、风能资源丰富等特点。2024 年，年日照数 2497.3h。年平均温度 5.5℃，年极端最高温度 31.1℃，出现在 5 月 21 日；年极端最低温度 -22.9℃，出现在 1 月 21 日。年降水量 312.3mm，年蒸发量 2000mm，年内出现大雨 4 次、连阴雨 2 次、扬沙 8 次、浮尘 18 次、大风 3 次、强降温 3 次、寒潮 1 次。风向以东南风、西南风、西风为主，不同时段有变化，11 时为西南风 2 级；风力整体 2 级为主，部分时段 1~3 级，无强风，最大风速 28m/s。历史最大冻土深度 2.45 米。地震烈度Ⅷ级，基本地震加速度值 0.2g，地震动反应谱特征周期 0.45s。

具体气候条件及地震指数详见表 1-1。

表 1-1 气候条件与地震指数表

序号	项目名称	单位	数值
1	年平均气温	° C	5.5
2	极端最高温度	° C	31.1
3	极端最低温度	° C	-22.9
4	年降水量	mm	312.3
5	年蒸发量	mm	2000
6	最大风速	m/s	28
7	冻土深度	m	2.45
8	年日照数	h	2497.3
9	地震烈度	级	VIII
10	基本地震加速度值	g	0.2
11	地震动反应谱特征周期	s	0.45

3.水文

矿区山坡坡度大，区内无常年地表径流水。在雨季，冲沟中在暴雨后有短暂水流，瞬时即下渗、蒸发和流出区外。区域南部有隆畅河自西向东流经，年均径流量 2.48 亿立方米，常年有水（有冰冻期）。

地下水以基岩类裂隙含水层为主（灰岩岩溶—裂隙透水不含水层），裂隙多发育，富水性差，底板为隔水层。大气降水和灰岩裂隙水为矿区最主要的充水水源，一般是通过由透水性较好的冲积、坡积层及裂隙水构成地下水的通道。水化学类型稳定，为 HCO_3^- - Ca^{2+} 型，矿化度 0.3~0.5g/L，pH 值 7.5~8.5，无腐蚀性。

4.植被

该区气候干旱，植被以荒漠草原为主，植物以耐寒的藜科、菊科、柽柳科、禾本科为主。植被分布因地形地貌的不同而呈现差异。2000m 以下的丘陵地带，植被属荒漠类型，覆盖度为 20%~30%，海拔 2000m

以上的土石山地的阴坡，属于草原植被，以沙蓬、短花针茅、红砂、合头草为主，覆盖度小于 20%（图 1-3）。

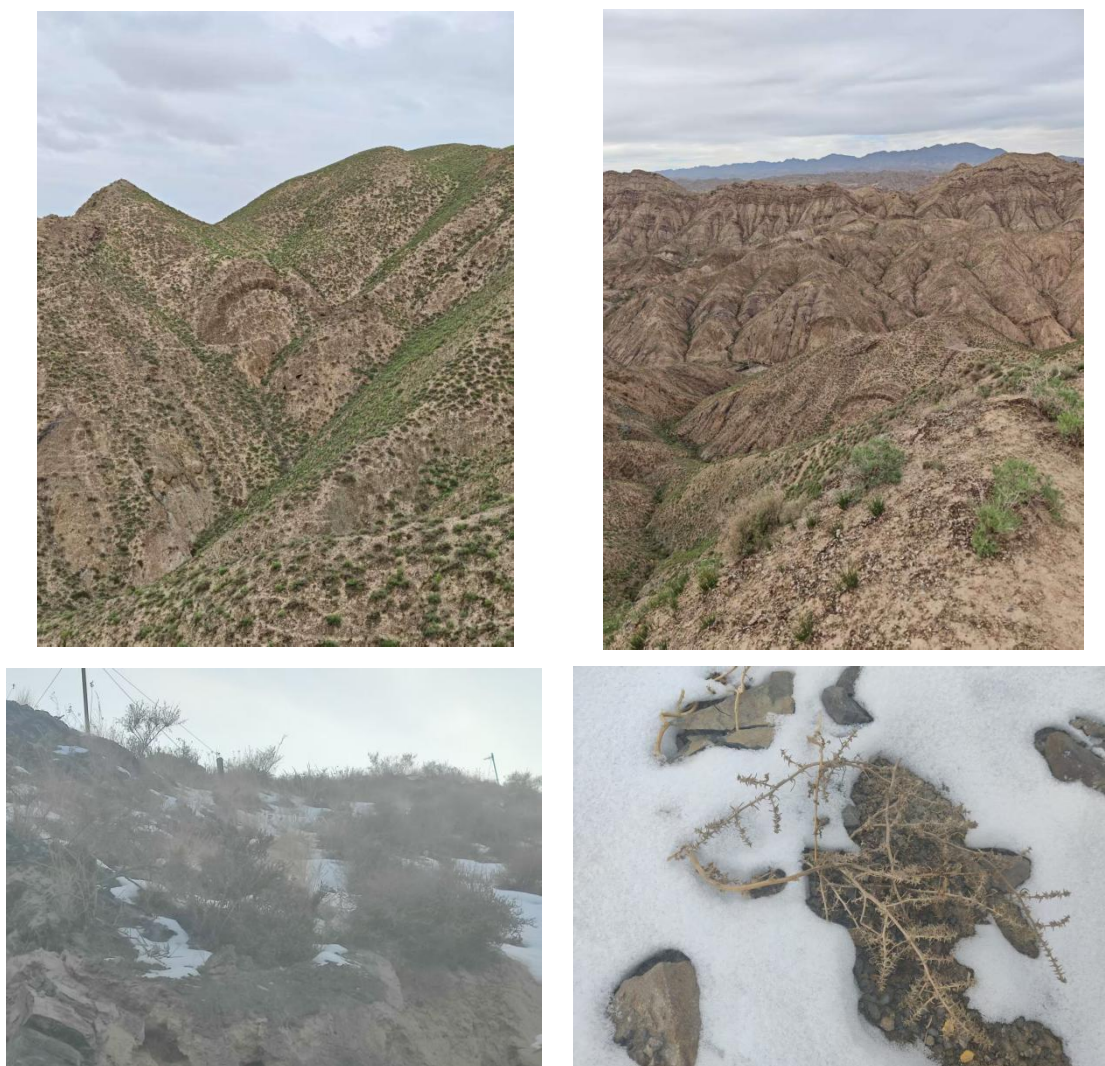


图 1-3 植被

5.经济概况

肃南县是全国 12 个找矿重点区带之一和甘肃省黑色和有色金属矿产富集区，全县已发现各类矿产地 145 处，矿产有 34 种，已探明资源储量的 26 种。优势矿种为铁、铜、钨、钼、煤、石灰石、白云岩、蛇纹岩。全县共有各类矿山 65 个，其中采矿矿山 39 个，探矿矿山 26 个。

2024 年，全县共有 14816 户，总人口 39507 人，较 2023 年增加

114人。全县现有21种民族，包括裕固族、藏族、汉族、回族、蒙古族等。全县地区生产总值完成44.19亿元、增长6.2%，其中：一产（畜牧）完成8.37亿元、增长6.8%，二产（工业）完成20.72亿元、增长8.1%，三产（文旅）完成15.11亿元、增长3.7%。城镇居民和农村居民人均可支配收入分别达到39130元、27261元，分别增长5.4%、7.9%。

6.项目外部建设条件

矿山属于生产矿山，目前区内水电及通讯设施齐全。矿区通讯便捷，中国电信宽带网络已经开通。矿区离肃南县康乐镇10km左右，矿区生活用水从此处拉运。矿区西南有肃南县城的110kV肃南变电所，西北有大河乡的330kV升压站，电力供应充足，可满足矿山生活和生产用电需求。

1.2 矿业权人基本情况

该矿拟设采矿权申请人的信息如下：

公司名称：肃南裕固族自治县天瑞源矿业有限责任公司；

企业类型：有限责任公司（非自然人投资或控股的法人独资）；

法人代表：李迎春；

注册资金：500万(元)；

成立日期：2017年6月7日；

营业期限：2017年6月7日至2037年6月6日；

登记机关：张掖市肃南县市场监督管理局；

经营状态：开业；

办公地点：甘肃省张掖市肃南裕固族自治县红湾综合市场四楼411室；

隶属关系：无上级国有主管单位，属民营独立法人；

股权结构：由张掖市泓坤云筑建设有限责任公司 100%控股；

经营范围：①一般项目：水泥制品销售；水泥制品制造；石灰和石膏制造；石灰和石膏销售；非金属矿及制品销售；非金属矿物制品制造(除许可业务外，可自主依法经营法律法规非禁止或限制的项目)②许可项目：非煤矿山矿产资源开采(依法须经批准的项目，经相关部门批准后方可开展经营活动)；

原采矿权范围：

表 1-2 原采矿权范围拐点坐标表

拐点编号	2000 国家大地坐标系	
	X	Y

1.3 矿山勘查开采历史及现状

1.3.1 以往区域地质工作

(1) 1956 年原甘肃地质局窑沟地质队在祁连山北麓民乐、玉门间及大青山一带绘制了 1:20 万路线地质图、1:10 万窑沟矿区地质图、1:2.5 万外围路线地质图。

(2) 1966 年—1970 年原第一区域地质测量队在该区进行了 1:20 万区域地质调查工作，测制的 1/20 万的区域地质图(肃南幅 J-47-10)，基本建立了区内的地层系统和构造格架，是本次工作的重要基础依据

之一。

1.3.2 以往矿区地质工作情况

(1) 根据甘肃煤田地质局一四五队于 2011 年 9 月评审通过，于 2012 年 6 月 19 日备案（备案文号：张国土资矿备〔2011〕18 号）的《甘肃省肃南县天桥湾水泥用石灰岩矿地质普查报告》可知：

普查工作完成地质草测 0.9758km²，采样 4 组。截止评审基准日 2011 年 6 月 30 日，估算推断资源量 282.295 万吨。

(2) 根据甘肃煤田地质局一四五队于 2025 年 12 月编制完成，于 2026 年 1 月 6 日评审通过的《甘肃省肃南裕固族自治县天瑞源矿业有限责任公司天桥湾石灰岩矿资源储量核实报告》可知：

核实工作完成 1: 2000 地形测量 0.9758km²，1: 2000 地形正测 0.9758km²，1: 2000 的伽马能谱剖面测量 0.83km，槽探工程 315.68m³，钻探工程 123.4m，采样测试 163 件（组）。

截止资源量估算基准日(2025 年 12 月 31 日)，天桥湾石灰岩矿保有资源量 630.14 万吨，资源量估算标高 2338~2023m，其中控制资源量 335.17 万吨，推断资源量 294.97 万吨，控制资源量占总资源量的 53.19%。其中包括 2300m 标高以上的控制+推断资源量 35.35 万吨，控制资源量 22.91 万吨，推断资源量 12.44 万吨。

1.3.3 开采历史及开发现状

1.开采历史

矿区原采矿许可证由张掖市自然资源局于 2014 年 4 月 29 日首次颁发，采矿权人为肃南裕固族自治县凯鑫矿业有限责任公司。2017

年4月，经张掖市自然资源局《采矿权转让审批通知书》（张国土资矿转字[2017]第1号）批准同意该矿整体转让。原采矿权人由肃南裕固族自治县凯鑫矿业有限责任公司变更为肃南裕固族自治县天瑞源矿业有限责任公司。

表 1-2 采矿权设置历史与沿革

采矿许可证号	采矿权人	矿山名称	有效期限	矿区面积	生产规模	开采深度	发证机关	变更原因
C6207002014047130133856	肃南裕固族自治县凯鑫矿业有限责任公司	肃南裕固族自治县凯鑫矿业有限责任公司天桥湾石灰岩矿	2014.4.28~2016.4.28	0.9758 km ²	10.00万吨/年	2100~2300	甘肃省张掖市国土资源局	首立
C6207002014047130133856	肃南裕固族自治县天瑞源矿业有限责任公司	肃南裕固族自治县天瑞源矿业有限责任公司天桥湾石灰岩矿	2017.10.31~2021.3.31	0.9758 km ²	10.00万吨/年	2023~2300	甘肃省张掖市国土资源局	转让
C6207002014047130133856	肃南裕固族自治县天瑞源矿业有限责任公司	肃南裕固族自治县天瑞源矿业有限责任公司天桥湾石灰岩矿	2021.3.31~2026.3.31	0.9758 km ²	30.00万吨/年	2023~2300	甘肃省张掖市自然资源局	延续

2. 开发现状

肃南裕固族自治县天瑞源矿业有限责任公司天桥湾石灰岩矿自取得采矿证以来，除2014年基建和2017年矿权转让外一直处于生产状态，布设生活办公区、油库、危废库、排土场及矿山道路，目前在矿区中北部形成1处采空区。矿区面积0.9758平方公里，生产规模

为 30 万吨/年，开采方式为露天开采。根据《核实报告》可知：截止资源量估算基准日(2025 年 12 月 31 日)，天桥湾石灰岩矿保有资源量 630.14 万吨，资源量估算标高 2338~2023m，其中控制资源量 335.17 万吨，推断资源量 294.97 万吨，控制资源量占总资源量的 53.19%。

矿区西侧有 2 宗开采矿山，为肃南裕固族自治县西宇矿业有限责任公司皂矾沟石灰石矿和张掖祁连山水泥有限公司皂矾沟西水泥用石灰岩矿，矿山拐点坐标见下表，相邻矿业权设置情况见图 1-4。周边保护区设置见与相关禁限区的重叠情况小节。

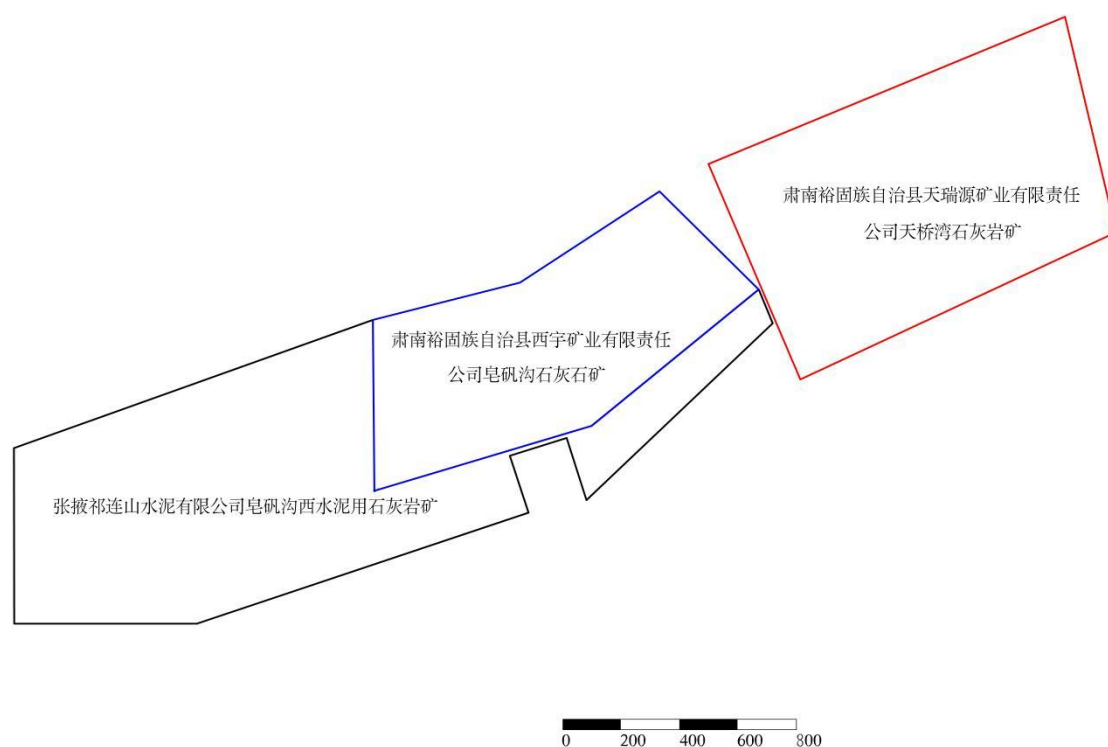


图 1-4 相邻矿业权设置情况

表 1-3 肃南裕固族自治县西宇矿业有限责任公司皂矾沟石灰石矿拐点坐标

拐点编号	2000 国家大地坐标系	
	X	Y

2. 矿区地质与矿产资源情况

2.1 矿床地质与矿体特征

2.1.1 区域地质概况

1. 地层

本区地层属华北地层大区(V)，秦祁昆地层区(V₁)，祁连-北秦岭地层分区(V₁²)，北祁连地层小区(V₁²⁻¹)。

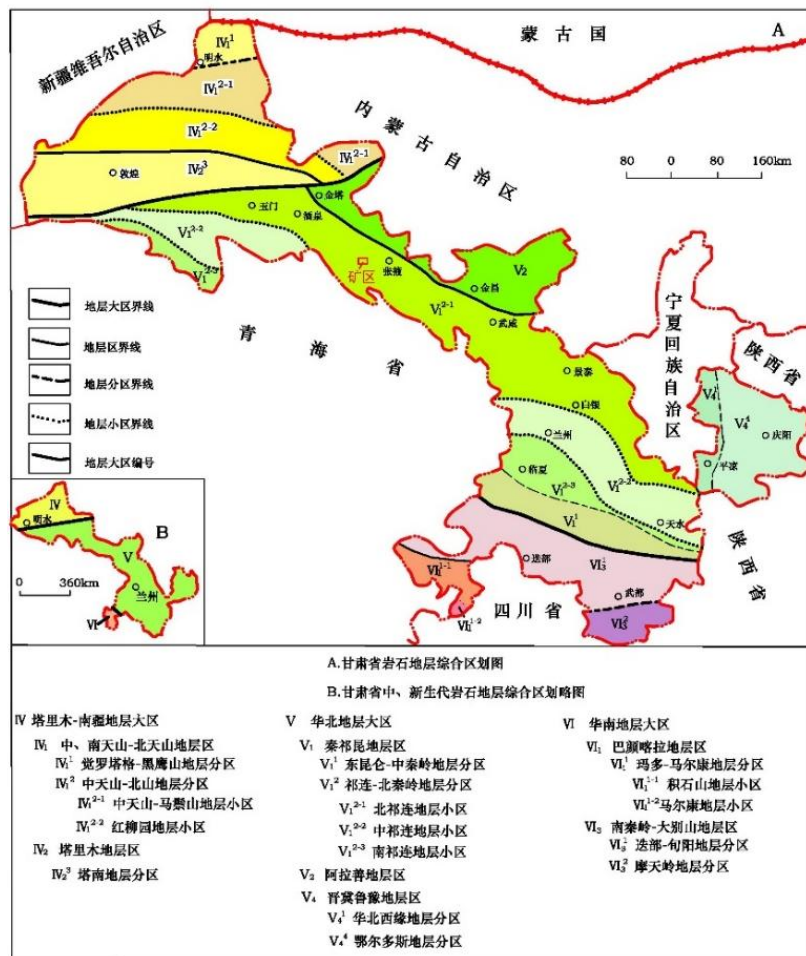


图 2-1 甘肃省岩石地层综合区划图

本区出露和钻孔揭露的地层，依老至新有：志留系中下统 (S₁₋₂)、石炭系 (C)、二叠系 (P)、三叠系 (T)、白垩系 (K)。

其岩性组合特征如下：

志留系中下统 (S₁₋₂)：由灰绿色变质砂岩和千枚岩组成。部分

具复理石特征。在西部地区地层上部夹玄武岩、细碧岩。在中及上部千枚岩中产：刻痕单栅笔石、细小花瓣笔石、半耙笔石、下倾捲笔石等，位于区域西南部。地层产状 $35^{\circ} \sim 249^{\circ} \angle 60^{\circ} \sim 65^{\circ}$ 。与下伏地层角度不整合接触。

石炭系下统臭牛沟组（ C_{1c} ）：石英砂岩、炭质页岩夹灰岩，有时夹可采煤层。灰岩中产：轴管珊瑚、巨型大长身贝、石柱珊瑚、维宽围脊贝等，位于区域中部。天桥湾石灰岩矿赋存于本地层中。地层产状 $42^{\circ} \angle 35^{\circ}$ ，与下伏地层整合接触。

石炭系上统羊虎沟组（ C_{2y} ）：炭质页岩，石英砂岩夹凸镜状泥灰岩。砂岩中产有：网羊齿。灰岩中中产有：假史塔夫蜓，位于区域中部。地层产状 $355^{\circ} \angle 35^{\circ}$ ，与下伏地层整合接触。

二叠系下统太原组（ P_{1t} ）：砂岩炭质页岩夹可采煤层，上部夹石灰岩层。灰岩中产：长似纺锤蜓，位于区域中部。与下伏地层角度不整合接触。

二叠系中统大黄沟群（ P_{2d} ）：黑灰色、灰绿色砂岩夹粉砂质泥岩及页岩。产：多脉带羊齿，中国瓣轮叶，位于区域中部。与下伏地层整合接触。

二叠系上统窑沟群（ P_{3yg} ）：紫红色含砾粗砂岩、砾岩为主、夹薄层砂质泥岩，及灰黑色细砂岩。产：轮叶属、节羊齿未定种，位于区域中部、东北部。地层产状 $7^{\circ} \sim 354^{\circ} \angle 30^{\circ} \sim 35^{\circ}$ 。与下伏地层角度不整合接触。

三叠系中下统 (T₁₋₂)：紫灰色、浅绿灰色含砾粗砂岩。斜层理发育、具砂球结构，位于区域东北部。地层产状 4° ~356° ∠25° ~35°。与下伏地层角度不整合接触。

白垩系下统新民堡群 (K_{1xm^a})：上部褐红色泥岩夹黄绿色、灰、兰灰色泥岩、页岩、粉砂岩；下部灰色、淡红色含砾粗砂岩、砂砾岩、砾岩。底为底砾岩，位于区域东南部、西北部。地层产状 39° ~86° ∠17° ~40°。与下伏地层角度不整合接触。

2.构造

本区在大地构造上柴达木华北板块 (III) -祁连早古生代造山带 (III-2) -河西走廊新生代盆地 (III-2-1)。区域内褶皱断裂比较发育，主要由一系列近北西西向的褶皱轴线和断裂构造线组合而成，并伴生有北北东和北北西向两组扭断裂以及派生出北东东向褶皱轴线。

区域内共有 5 个断层，F1、F2、F3、F5 为正断层，F4 为平移断层。其中只有 F1 正断层横跨整个矿区。

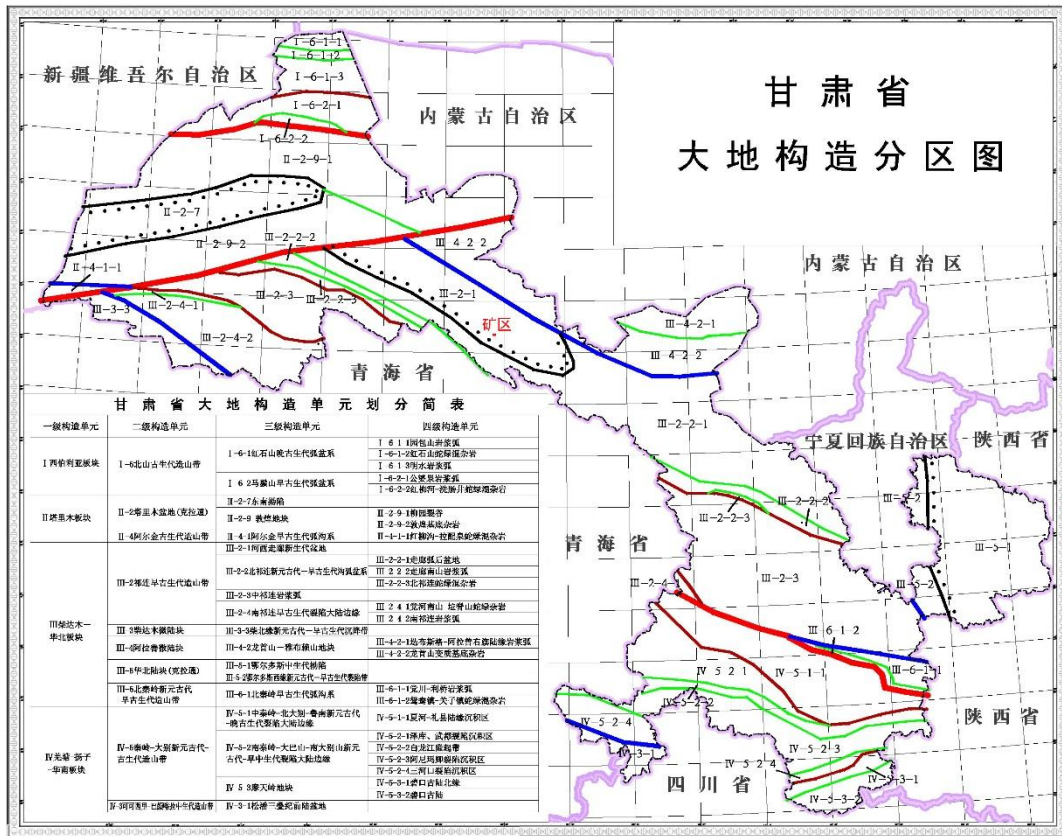


图 2-2 甘肃省大地构造分区图

3. 岩浆岩

区域内无岩浆岩出露。

2.1.2 矿区地质

1. 地层

矿区出露地层有志留系中下统、石炭系、二叠系、第四系。

(1) 志留系:

志留系中下统 (S₁₋₂): 千枚岩。紫红色、灰绿色, 细粒鳞片结构, 千枚状构造, 部分具复理石特征, 位于矿区中部、南部。

(2) 石炭系:

石炭系下统臭牛沟组 (C_{1c}): 灰色中厚层石灰岩。灰、灰白色石英砂岩, 夹薄层粉砂岩和细砂岩及泥质粉砂岩。与下部岩层呈角度

不整合接触。天桥湾石灰岩矿体赋存于石炭系下统臭牛沟组，位于矿区东部、北部、中部。

石炭系上统羊虎沟组（ C_{2y} ）：为灰白色粗砂岩，夹灰黑色薄层泥质粉砂岩，产动物化石。与下部岩层呈假整合接触，位于矿区西北部。

（3）二叠系：

二叠系下统太原组（ P_{1t} ）：为灰白色细砂岩、粗砂岩、细砾岩。产动、植物化石。与下部岩层整合接触，位于矿区西北部。

（4）第四系：

第四系全新统（ Q_4 ）：为残积、坡积砾石层，冲积、洪积砂砾石层和砂土层，位于矿区西北部。

2.构造

矿区内发育有一实测正断层，断层线走向约 108° ，倾向北东方向，断面倾角 50° ，在区内长约 0.7km 。

矿区局部可见小褶皱和裂隙比较发育。

褶皱总体呈近东西向展布，与矿区构造线方向一致，翼部岩层倾角较陡，普遍在 $40^\circ \sim 60^\circ$ 之间，局部因构造挤压作用可达 70° 以上。

裂隙以大角度“X”形共轭节理为主，节理走向与矿区构造线大致平行或呈小角度相交，节理面倾角普遍较陡，多在 $60^\circ \sim 85^\circ$ 之间；同时发育少量顺层裂隙，与岩层层面方向一致。基岩内裂隙密度较小，间距多为 $0.5 \sim 1.5\text{m}$ ，裂隙张开度 $5 \sim 20\text{mm}$ ，多被泥质、碎石

充填。



图 2-3 褶皱

3. 岩浆岩

矿区内无岩浆岩出露。

4. 变质作用

整体变质程度低，原岩沉积特征保留完好，未发生强烈变质改造，矿石质量稳定，满足水泥用灰岩工业指标要求。

（1）主体变质类型

区域低温动力变质（绿片岩相低绿片岩亚相），温压条件为 200 - 350℃、0.2 - 0.6GPa，以构造挤压动压力为主、中低温地热为辅，化学流体影响弱。

矿物与结构变化：方解石轻微重结晶，泥质夹层见绢云母化；岩石保留细晶—微晶结构与清晰层理，局部轻微片理化/劈理化。

（2）局部变质现象

断裂带发育小规模碎裂，伴方解石微重结晶，影响范围有限。

5.围岩蚀变

围岩蚀变以低温、低压型区域变质蚀变为主；蚀变强度弱、分带性不明显，与区域构造演化背景一致，未对灰岩矿体的工业利用造成负面影响。

（1）主要蚀变类型

绢云母化：仅发育于矿体夹层及围岩（石炭系臭牛沟组）的泥质粉砂岩层中，是泥质矿物在区域低温动力变质条件下的转变产物，蚀变范围局限，不影响灰岩矿体质量。

方解石轻微重结晶：矿体及围岩中的方解石颗粒在构造挤压和中低温条件下发生微弱重结晶。

（2）局部蚀变现象

矿区断裂带附近可见碎裂岩化伴生的微量硅化，为断裂活动中岩石碎屑胶结所致，蚀变规模小、分布零散，无工业意义。

2.1.3 矿体特征

根据《核实报告》可知：在矿区范围圈出两条石灰岩矿体，均赋存于石炭系下统臭牛沟组，其顶板为泥质粉砂岩，底板为泥质粉砂岩，有时夹石英砂岩。二者与矿体均呈整合接触。矿体石灰岩呈薄层状产出。

I号矿体，位于矿区西部，矿体呈薄层状产出，控制长度约200m，倾向延伸100m，真厚度12.72~26.39m，平均真厚度18.61m，厚度变化系数30.85%。CaO品位45.04%~53.8%，平均品位为49.71%，

品位变化系数 4.36%；MgO 品位 0.415%~2.24%，平均品位为 0.91%，品位变化系数 48.00%；K₂O 品位 0.026~0.171%，平均品位为 0.09%，品位变化系数 37.18%；Na₂O 品位 0.004~0.111%，平均品位为 0.065%，品位变化系数 29.27%，产状 350~355° ∠30~35°。矿体南西厚度较大，向北东厚度变小。

II 号矿体，位于矿区东南部，矿体呈薄层状产出，控制长度约 600m，倾向延伸 275m，真厚度 4.14~19.69m，平均真厚度 12.63m，厚度变化系数 40.84%。CaO 品位 45.16~53.45%，平均品位为 50.16%，品位变化系数 5.2%；MgO 品位 0.361%~1.68%，平均品位为 0.69%，品位变化系数 34.61%；K₂O 品位 0.023~0.391%，平均品位为 0.10%，品位变化系数 65.72%；Na₂O 品位 0.013~0.139%，平均品位为 0.06%，品位变化系数 40.26%，产状 343~30° ∠42~49°。矿体南东厚度较大，向北西厚度变小。

2.1.4 矿石质量

1. 矿石类型和品级

矿区内的石灰岩矿石按照自然类型划分为细晶石灰岩，矿石呈细晶结构，薄层状构造，灰色-灰白色。

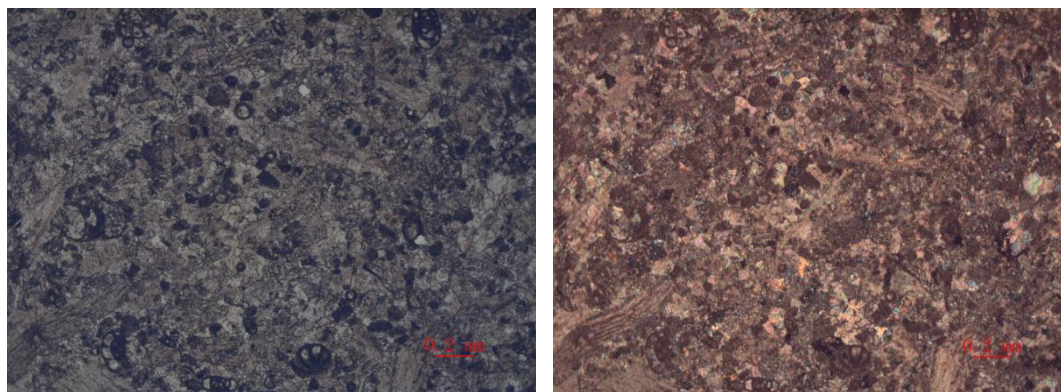
矿区内的石灰岩矿石按照用途划分为水泥用灰岩，根据基本分析样结果，矿体平均品位如下：I号矿体 CaO 品位 51.4%，MgO 品位 0.52%，K₂O 品位 0.06%，Na₂O 品位 0.05%，故 I 号矿体为水泥用石灰岩一级品；II号矿体 CaO 品位 50.16%，MgO 品位 0.69%，K₂O 品位 0.1%，Na₂O 品位 0.06%，故 II 号矿体为水泥用石灰岩一级品。

2. 矿物组成和结构构造

石灰岩呈灰色，粒状结构，块状构造。滴稀盐酸迅速起泡。薄片矿物用茜素红染色呈粉红色。矿石矿物成分比较简单，主要由碳酸盐和石英组成，矿石中见微量褐铁矿、闪锌矿、黄铁矿。矿物组合：碳酸盐（94~98%）+石英（1~5%）+不透明矿物（1%）。

碳酸盐：无色，他形粒状，粒径在 0.01~0.1mm 之间，具闪突起，高级白干涉色，晶体表面呈多色晕彩。

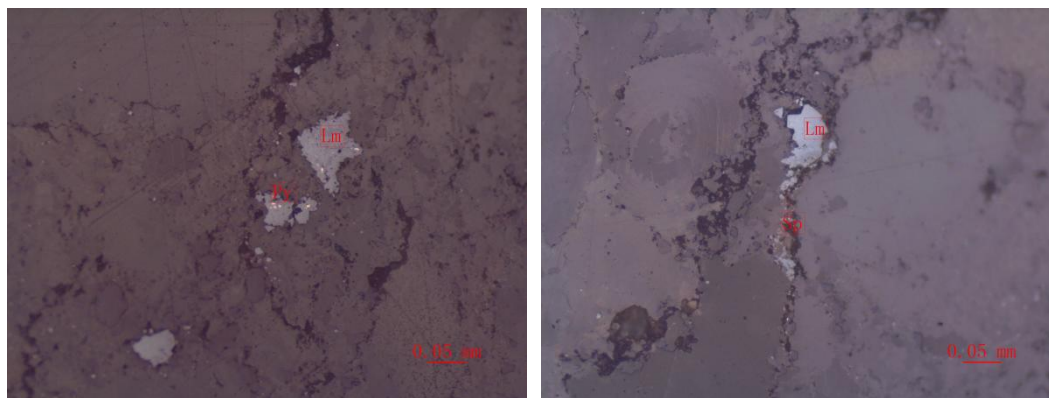
石英：无色，他形粒状结构，粒度在 0.03~0.1mm 之间，正低突起，一级灰白干涉色。



(5×10) 左(-); 右(+)

图 2-4 薄片鉴定

不透明矿物：他形粒状，星散状、稀疏浸染状分布。矿物组合：
褐铁矿（1%）+闪锌矿（0.5%）+黄铁矿（0.5%）。



(20×10) 左(-); 右(-)闪锌矿、褐铁矿、黄铁矿

图 2-5 光片鉴定

3.化学成分

(1) 矿石化学全分析

矿石化学成份比较复杂，钙、硅含量比较高，其中 CaO 含量 50.12%~52.75%，SiO₂ 含量 3.68%~4.23%，P₂O₅ 含量未超过 0.8%，Al₂O₃ 含量 0.457%~0.733%，Fe₂O₃ 含量为 0.359%~1.08%，FeO 含量 0.33%~0.99%，MgO 含量小于 3%，K₂O+Na₂O 含量小于 0.6%。

(2) 矿石化学组合分析

从组合分析结果来看，硅、铝含量较高，Al₂O₃ 含量 0.312%~

0.948%，SiO₂含量 2.67%~6.24%。SO₃（10⁻⁹）未超过 0.5%。

（3）化学成分

该矿以 CaO 为核心有用组分，MgO、SiO₂、Al₂O₃、Fe₂O₃在限定范围为有益，高 MgO、游离 SiO₂、K₂O+Na₂O、S、P 为有害；三者关系呈“有用为主、有益辅助、有害抑制”，需控有害组分以保障矿石品级与利用价值。

①组分界定

有用组分：CaO（50.12%~52.75%），来自方解石（CaCO₃），决定水泥用灰岩的核心价值；烧失量 39.88%~41.38%，为方解石分解 CO₂所致，是 CaO 含量的间接反映。

有益组分：MgO，适量可改善水泥抗硫酸盐性能，MgO≤3.0%；SiO₂、Al₂O₃、Fe₂O₃，少量可作水泥配料，优化熟料矿物组成；K₂O+Na₂O <0.3%，低含量可降低碱骨料反应风险。

有害组分：MgO >3.0%影响水泥安定性；游离 SiO₂（石英/燧石）磨损设备、降低易磨性；K₂O+Na₂O >0.6%易引发碱骨料反应；S（硫化物）、P（磷化物）影响水泥凝结与强度；Al₂O₃、Fe₂O₃过量会改变。

②组分赋存与相互关系

有用组分（CaO）：赋存于方解石自形-半自形粒状集合体，为矿石主体；与 MgO 常呈正相关（因白云石与方解石共生），与 SiO₂、Al₂O₃、Fe₂O₃多呈负相关（杂质矿物稀释 CaO）。

有益组分：MgO 在白云石/菱镁矿微晶或白云石化斑块中；SiO₂

以石英碎屑、燧石结核等形式存在； Al_2O_3 、 Fe_2O_3 在黏土矿物及赤铁矿/针铁矿中；三者含量适中时提升水泥熟料质量，过量则转为有害。

有害组分：游离 SiO_2 为石英颗粒或燧石条带/结核； $\text{K}_2\text{O}+\text{Na}_2\text{O}$ 在黏土矿物/长石碎屑中；S、P 以黄铁矿、磷灰石微晶等微细浸染体存在；有害组分多与沉积期陆源碎屑混入、成岩蚀变相关，会降低 CaO 有效利用率，增加选矿/煅烧成本。

石灰岩矿体，深灰~灰黑色，薄层状，具均匀层理，参差状断口，RQD 值为 35.39~52.27%，岩石等级 II-III级，岩石质量为中等-良，岩体完整性为差-中等完整。岩石强度中等，属较稳固矿体。

4.物理性能

I 号矿体块体密度 $2.67\text{t}/\text{m}^3$ ，含水率 0.1%，吸水率 0.19%，饱和单轴抗压强度 71.25~74.51MPa，天然抗拉强度 5.89~5.94MPa，软化系数 0.77~0.78。

II 号矿体块体密度 $2.68\text{t}/\text{m}^3$ ，含水率 0.15%，吸水率 0.14%，饱和单轴抗压强度 49.66~68.93MPa，天然抗拉强度 6.06~6.66MPa，软化系数 0.66~0.87（见表 4-3）。

石灰岩易溶于饱和硫酸，能与各种强酸反应生产相应钙盐，并放出二氧化碳（ CO_2 ）。煅烧至 900°C 以上（一般为 $1000\sim 1300^\circ\text{C}$ ）时分解为石灰（CaO）和二氧化碳（ CO_2 ）。

5.放射性评价

该矿区样品的放射性核素比活度、内/外照射指数均远低于 GB 6566-2010《建筑材料放射性核素限量》的限值要求 [^{235}U 标准限值

370Bq/kg, ^{232}Th 标准限值 260Bq/kg, ^{226}Ra 标准限值 200Bq/kg, ^{40}K 标准限值 4200Bq/kg, I_a 标准 ≤ 1.0 , I_γ 标准 ≤ 1.0 (建筑主体材料) / I_γ 标准 ≤ 1.3 (装修材料)] , 放射性水平安全, 无放射性超标风险。

表 2-1 放射性检测结果表

序 号	分析编号	原始	放射性核素比活度(Bq/kg)				内照射指数	外照射指数
		编号	^{235}U	^{232}Th	^{226}Ra	^{40}K	I Ra	I_γ
1	2025MFS-1	FS-1	<12.24	20.21	21.99	78.32	0.11	0.1558
2	2025MFS-2	FS-2	<12.24	33.94	<3.70	44.44	<0.0185	<0.1511

2.1.5 矿体围岩和夹石

该区石灰岩矿主要赋存于石炭系下统臭牛沟组, 其顶板为泥质粉砂岩, 底板为泥质粉砂岩, 有时夹石英砂岩, 其中底板泥质粉砂岩占比 70%, 石英砂岩占比 30%。顶底板岩石与矿体接触界限清晰, 为整合接触。矿体大部分直接出露地表, 仅在 II 号矿体东部有第四系覆盖, 覆盖层厚约 1~2.8m。

2.1.6 共、伴生矿产

矿体中不含共、伴生矿产。

2.1.7 成矿规律

肃南县天桥湾石灰岩矿为沉积型灰岩矿床, 其形成与保存受地层、沉积环境、构造、变质作用四大因素联合控制, 核心控矿因素为地层与沉积环境, 构造与变质作用则对矿体形态、质量起调整作用。矿区成矿作用以早石炭世浅海相化学沉积作用为核心, 后期叠加区域低温动力变质作用和局部断裂动力变质作用, 整体为“沉积成矿—后期弱

改造—构造控位定型”的成矿过程。

2.2 矿床开采地质条件

2.2.1 水文地质条件

1.概述

矿区海拔 2340 米~2023 米，相对高差小于 500 米，属低中山区。矿区山坡坡度大，区内无常年地表径流水。核实工作完成 1: 2000 水文地质正测 0.9758km²，完成简易水文观测 4 孔，4 个孔均漏水，漏水原因为裂隙发育，岩石破碎，成为强导水通道，钻孔连通即快速漏水。

2.岩（矿）层的富水性

矿区岩矿层富水性差，整体属裂隙充水为主的简单型水文地质条件。以下按岩性分层说明：

（1）第四系松散岩类孔隙透水不含水层

分布：沟谷阶地，厚度 3~15m，以砂卵石、碎石土为主，富水性差，为透水不含水层。

（2）灰岩岩溶—裂隙透水不含水层（矿体层）

岩性：石炭系灰岩，致密，裂隙多发育，富水性差，为透水不含水层。控制因素：裂隙发育程度与连通性起主导作用，岩溶作用影响有限。

3.底板裂隙隔水层

底板：泥质粉砂岩、石英砂岩，致密，富水性差，构成有效隔水边界。作用：阻断垂向补给，大幅降低矿坑涌水风险。

4.地下水动态特征及其补给、径流、排泄

(1) 动态特征

根据《肃南裕固族自治县天瑞源矿业有限责任公司天桥湾石灰岩矿矿山地质环境保护与土地复垦方案》可知，地下水水位水位标高 2830~3050m，地下水埋深为 3~60m，总体呈现沟谷浅、山坡深的分布特征。地下水呈季节性动态，水位年内变幅 1~3m，雨季（6~9 月）水位抬升，枯季回落，年际变幅小。水化学类型稳定，为 HCO_3^- - Ca^{2+} 型，矿化度 0.3~0.5g/L，pH 值 7.5~8.5，无腐蚀性。

(2) 补给—径流—排泄

补给：大气降水入渗占比约 70%（雨季集中入渗），季节性冰雪融水占比约 20%，灰岩裂隙水侧向补给占比约 10%；无地表水、老窑水直接补给。

径流：第四系孔隙水沿沟谷缓慢径流；灰岩裂隙水因裂隙闭合，径流短缓。

排泄：以径流排泄为主，地下水向沟谷汇集形成泉或散流，最终汇入梨园河；蒸发排泄为次要方式；矿山排水人工排泄占比小，对区域水文系统扰动有限。

5.矿床充水因素分析

(1) 大气降水对矿坑充水的影响：矿区地处高原高寒地带，全境属大陆性高原高寒半湿润气候。年降水不均匀，雨水多集中于七、八、九三个月，年降水量 350~450mm，年平均气温 1℃。大气降水和灰岩裂隙水为矿区最主要的充水水源，一般是通过由透水性较好的

冲积、坡积层及裂隙水构成地下水的通道，进入矿坑。

(2) 地表水对矿坑的影响：矿区内无常年性地表水，在雨季，冲沟中在暴雨后有短暂水流，瞬时即下渗、蒸发和流出区外。地表水对矿区矿体的开采威胁较小。

(3) 地下水对矿坑的影响：在勘探深度内未见地下水，均为透水不含水层，所以地下水对矿坑无影响。

6.主要水文地质问题

降雨时，大气降水和灰岩裂隙水通过由透水性较好的冲积、坡积层及裂隙水构成地下水的通道，进入矿坑，造成矿坑积水严重，建议做好矿坑排水措施。

7.供水水源评价

矿区供水来自康乐镇，位于矿区北东方向约 20km 处，康乐镇水源以第四系松散岩类孔隙潜水为主，由祁连山融雪水、大气降水补给，集镇现有供水系统日供水能力 $\geq 500\text{m}^3/\text{d}$ ，可外供余量充足。

8.采场汇水面积

矿区拟采用露天开采方式，露天采坑充水主要为大气降入渗。露天开采采场汇水量用水均衡法计算。

大气降水是未来露天开采采区的主要充水来源，根据采区充水因素及边界条件，采用水均衡法计算露天采坑大气降水直接汇入量。

未来采区大气降水的汇入量：

$$Q=F \cdot X \cdot \Phi$$

上式中：

Q-为正常降雨径流汇水量或暴雨径流汇水量；

F-为未来露天采场及外围补给区汇水面积；

X-为降水量，分别取历年雨季日平均、日最大、小时最大降水量；

Φ -为地表径流系数；

露天采矿影响采场汇水量的地表径流系数（ Φ ）的确定，是依据岩性、裂隙发育程度等因素选取合理的经验值（表 2-2）。

表 2-2 地表径流系数经验值一览表

岩土类别	地表径流系数（ Φ ）
重粘土、页岩	0.9
轻粘土、凝灰岩、砂页岩、玄武岩、花岗岩表土砂岩、石灰岩、黄土、亚粘土	0.8~0.9
亚粘土、大孔性黄土	0.6~0.8
粉砂	0.6~0.7
细砂、中砂	0.2~0.5
粗砂、砾石	0~0.2
坑内排土场、以土壤为主者	0~0.4
坑内排土场、以岩石为主者	0.2~0.4
坑内排土场、以岩石为主者	0~0.2

注：
1、本表内数值适用于暴雨径流量计算，对正常降雨量计算应将表中数值减去 0.1~0.2；
2、表土指腐殖土，表中未包括的岩石则按类似岩土性质采用；
3、当岩石有少量裂隙时，表中数值减去 0.1~0.2，中等裂隙减去 0.2，裂隙发育减去 0.3~0.4；
4、当表土、粘性土壤中含砂时，按其含量适当将表中地表径流系数减去 0.1~0.2。

未来露天采场及外围补给区雨水补给地表径流系数为：在正常降雨量计算时， $\Phi_{\text{正常}}=0.7-0.2$ （注 3） -0.2 （注 1） $=0.3$ 。在暴雨径流量计算时， $\Phi_{\text{暴雨}}=0.7-0.2$ （注 3） $=0.5$ 。

一般矿区采场径流量计算中可按雨季平均降水量作为正常降水量。矿区露天采区径流量计算参数详见表 2-3。

表 2-3 未来露天采区汇水量计算参数表

项目	单位	计算参数	备注
雨季正常降水量	mm/d	1.96	收集资料（肃南县气象局气候公报）
日最大降水量	mm/d	19.5	收集资料（肃南县政府官网）
小时最大降水量	mm/h	20	收集资料（肃南县政府官网）
露天采场及外围补给汇水面积（F）	km ²	1.384	露天开采境界面积及根据境界以外的地形、分水岭、径流汇水范围求得的面积

未来露天采场及外围补给区汇水量是依据地形地貌、地表分水岭及地表水排泄方向和露天采坑范围建立模型进行预测，矿区露天采场及外围补给区雨季正常汇水量为 813.792m³/d，日最大汇水量为 13494m³/d，小时最大汇水量为 13840m³/h，详见表 2-4。

区内地形有利于雨水自然排泄。

表 2-4 未来露天采场汇水量计算表

降水类型	单位	汇水量 Q
雨季正常降水量	m ³ /d	813.792
日最大降水量	m ³ /d	34600
小时最大降水量	m ³ /h	17369.2

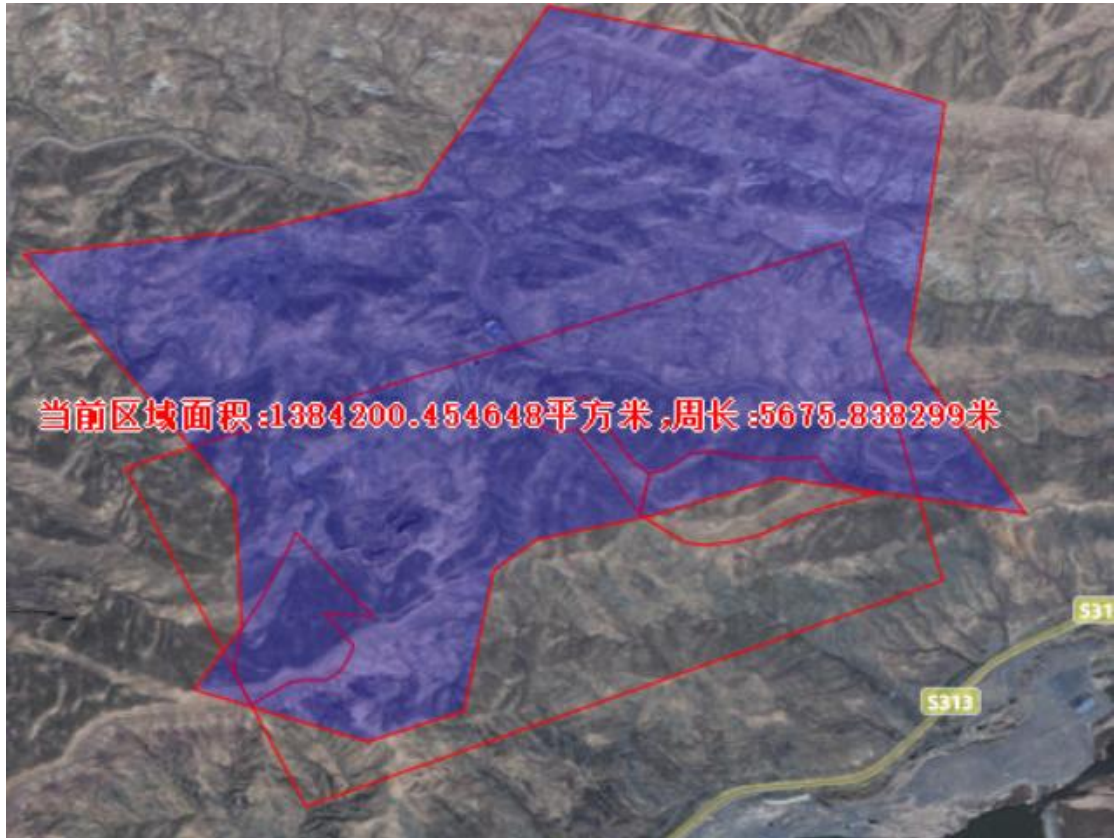


图 2-6 汇水面积示意图

综上所述，矿床开采在暴雨天气应注意加强排水，修建排水沟，防止地表暂时性的径流、地表洪水贯入露天采场，同时要配备防洪排水设施，保证矿山露天开采的安全。

9.水文地质勘查类型

矿区地质构造复杂程度为简单，矿区矿体位于侵蚀基准面以上，附近无地表水体，主要充水含水层的补给条件差，矿区有第四系覆盖，厚度约为 1~2.8m，且为透水不含水层，石灰岩矿层为岩溶—裂隙透水不含水层。依据《矿区水文地质工程地质勘查规范》(GB/T 12719-2021)的水文地质勘查类型划分条件按“就高不就低”的原则，确定勘探区水文地质勘查类型应为“二类一型”，即以基岩类裂隙含水层为主，水文地质条件简单型矿床。

2.2.2 工程地质条件

1.工程地质岩组划分

矿区工程地质岩组主要分为志留系中下统 (S_{1-2}) 千枚岩坚硬岩组；石炭系下统臭牛沟组 (C_{1c}) 石英砂岩、泥质粉砂岩、粗砂岩、石灰岩坚硬岩组；石炭系上统羊虎沟组 (C_{2y}) 粗砂岩、泥质粉砂岩坚硬岩组；二叠系下统太原组 (P_{1t}) 粗砂岩、细砂岩、细砾岩坚硬岩组；第四系全新统 (Q_4) 为残积、坡积砾石层、冲积、洪积砂砾石层和砂土层软弱岩组。

2.岩组工程地质特征

石炭系下统臭牛沟组 (C_{1c}) 石灰岩：深灰~灰黑色，薄层状，具均匀层理，参差状断口，RQD 值为 35.39~52.27%，岩石等级 II-III 级，岩石质量为中等-良，岩体完整性为差-中等完整。岩石强度中等，属较稳固矿体。

石炭系下统臭牛沟组 (C_{1c}) 细粒砂岩：灰白色，厚层状，均匀层理，RQD 值为 56.8%~65.64%，岩石等级为 III 级，岩石质量为中等，岩体完整性为中等完整，岩石强度中等，属于较稳固围岩。

3.工程地质勘查类型

矿区岩性较简单，地质构造较发育，矿体及矿体底板岩石力学强度中等，大多属较硬岩类，岩体质量等级基本为 II~III 级，岩体质量中等-良，不易发生工程地质问题。依据《矿区水文地质工程地质勘查规范》(GB/T12719-2021)，本区的工程地质勘查类型为四类二型，即以层状岩类为主的工程地质勘查复杂程度中等型。

2.2.3 环境地质条件

1. 区域稳定性

矿区区域稳定性整体中等，属构造相对稳定区，主要风险为局部构造破碎带失稳、季节性降雨诱发边坡滑塌、及采矿扰动增强次生灾害，地震风险可控。大地构造：位于祁连山北麓褶皱带，区域断裂以压性为主，活动微弱；矿区内断层、节理多为非活动性构造，无全新世活动断裂穿切。

地震风险：地震烈度Ⅷ级，基本地震加速度值 0.2g，地震动反应谱特征周期 0.45s。2008 年 10 月 15 日，大河乡石灰关脑（北纬 39° 04′，东经 99° 12′）曾发生 4.2 级地震，震源深度约 10km，造成局部房屋轻微裂缝。该区地震活动以中小地震（ $M \leq 5.5$ ）为主，频度中等、强度中等。矿区受外围地震影响为主，直接发震风险较低，地震风险为中等-较低。矿山工程应按Ⅶ度进行抗震设防，重点防范地震作用引发的边坡失稳、崩塌等次生地质灾害。

2 矿山地质环境现状

（1）基础环境概况

矿区位于肃南县祁连山北麓，面积 97.58hm²，以天然牧草地为主，含少量采矿用地与农村道路。属祁连山北麓褶皱带，灰岩为主，局部构造破碎；抗震设防烈度Ⅶ度，无全新世活动断裂；地下水以灰岩裂隙水为主，第四系松散层水为辅，水量小、补给弱。矿山露天开采，年产能约 30 万吨，采用分台阶开采。

（2）主要地质环境问题与现状

①地质灾害（中等风险）

现状：边坡稳定性一般，坡角 $<60^{\circ}$ ，区域雨季偶发小型滑塌；构造破碎带岩体完整性差，爆破易引发局部岩块崩落；第四系松散层雨季有溜塌风险。

风险范围：集中在采场边坡、破碎带、排土场周边及沟谷内，未发生重大灾害。

②土地与植被损毁（局部明显）

损毁类型：采场开挖、拟建2号排土场压占、道路建设导致天然牧草地局部损毁，土壤以高山草甸土为主，破坏后恢复周期约3~5年。

③地下水环境（无扰动）

现状：采矿未影响周边水源地与牧民饮水。

④地质环境质量（整体中等）

岩体质量：主体灰岩RQD值为35.39~52.27%；土壤以高山草甸土为主，pH中性，重金属含量低。

污染物：无工业废水排放，粉尘经洒水降尘控制，未造成土壤与地下水污染。

（3）治理与复垦进展

治理措施：采场边坡分级开挖；排土场植被恢复。

复垦计划：生产期同步复垦，目标恢复天然牧草地功能。

监测体系：建立边坡位移、地下水位、水质监测点，雨季加密巡查，无异常预警。

3. 矿山开采对地质环境的影响

矿山露天开采对地质环境的影响以局部扰动为主，整体可控，核心影响集中在地质灾害诱发、土地植被损毁两方面，同时伴随一定程度的粉尘与噪声污染，具体影响如下：

(1) 对地质灾害的诱发与加剧影响

① 边坡失稳风险提升

露天采场高陡边坡开挖破坏了岩体原始应力平衡，爆破作业进一步诱发新裂隙，降低围岩完整性；雨季降水入渗软化岩体，易引发小型滑塌、岩块崩落，尤其构造破碎带区域，失稳概率显著高于完整岩体。排土场堆载改变原有地形，若堆置坡度不合理或未设挡墙，可能发生局部溜塌。

② 泥石流洪水灾害

现有排土场地形平缓，相对高差约 10m，有两条排泄通道。一条位于办公生活区北侧约 650m 处，呈 S 型展布；另一条位于西侧约 1.3km 处，亦呈 S 型，二者物源均较远。雨季条件下，现有排土场不易形成泥石流。

拟建 2 号排土场地处两山之间沟谷，上游为山脊，沟谷长约 180m、宽约 60m、深约 30m，无其他汇水通道，泥石流形成条件不利，不易发生泥石流灾害。

③ 地震次生影响放大

矿区抗震设防烈度Ⅶ度，开采形成的临空面与岩体裂隙，会在遭遇区域小震时，放大局部岩体震动效应，增加破碎带岩块坠落风险，

但不会引发区域性地质灾害。

（2）对土地与植被的损毁影响

①土地资源占用与损毁

开采活动直接占用天然牧草地，主要为采场开挖、排土场压占及矿山道路建设；损毁土地类型以轻度侵蚀的高山草甸土地为主，表层土壤结构破坏，肥力下降，自然恢复周期需 3~5 年。

②植被破坏与生态扰动

矿区植被以耐旱草本为主，开采损毁的植被短期内难以自然恢复，局部地表裸露易加剧水土流失；排土场若未及时覆土绿化，大风天气易产生扬尘，进一步影响周边植被生长。但因损毁范围局限于矿权边界内，未对区域生态系统造成整体性破坏。

（3）其他环境影响

①粉尘与噪声污染

爆破、破碎、运输环节产生粉尘，若降尘措施不到位，会沉降污染周边土壤与植被；开采设备运行与爆破产生的噪声，对区域野生动物活动有短期干扰，但因矿区远离居民区，无居民噪声污染纠纷。

②地形地貌改变

露天开采改变了局部地形，形成人工采空区与排土场，但通过后期复垦绿化，可逐步恢复，对区域地貌景观的长期影响较小。

4.地质环境质量

矿区地质环境质量中等偏优，整体稳定可控，局部存在地质灾害、植被损毁等轻微问题，经针对性治理后可维持良好状态，满足矿山绿

色开采要求。

2.2.4 开采技术条件小结

综上所述，该石灰岩矿水文地质条件简单，地下水及地表水对矿体开采没有影响，工程地质条件属中等类型，矿体稳定，存在小型地质灾害和不良工程地质现象，矿区地质环境质量中等偏优。

2.3 矿产资源储量情况

根据甘肃煤田地质局一四五队编制，于 2026 年 1 月 6 日由张掖市自然资源局评审通过的《甘肃省肃南裕固族自治县天瑞源矿业有限责任公司天桥湾石灰岩矿资源储量核实报告》可知：矿山地质工作程度为详查，截止资源量估算基准日(2025 年 12 月 31 日)，天桥湾石灰岩矿保有资源量 630.14 万吨，资源量估算标高 2338~2023m，其中控制资源量 335.17 万吨，推断资源量 294.97 万吨，控制资源量占总资源量的 53.19%。其中包括 2300m 标高以上的控制+推断资源量 35.35 万吨，其中控制资源量 22.91 万吨，推断资源量 12.44 万吨。

该资源储量估算依据充分，工业指标选取合理，地质勘查工程控制程度满足规范要求，资源储量类型划分、估算方法及估算结果准确可靠。本次方案采用的资源储量数据与核实报告结果一致，能够真实反映矿区资源储量现状，可作为本次矿产资源开采方案编制的依据。

3. 矿区范围

3.1 符合矿产资源规划情况

矿区在《肃南县矿产资源总体规划（2021-2025）》肃南县矿产资源开采规划区块内。

通过与规划图件和地理信息数据的对比分析可知，矿区范围严格依据规划所确定的矿业发展区域划定，未超出规划允许的开采范围，与周边其他规划用途的土地有明确的边界划分。矿区范围与开采规划区块呈现完全包含关系。本次延续采矿权的矿区范围在空间位置与开采规划区块的关系方面均符合矿产资源规划的要求，为合理、有序开发矿产资源提供了规划依据上的保障。

3.2 可供开采矿产资源的范围

表 3-1 可利用资源量估算范围拐点坐标

矿体编号	拐点号	CGCS2000		面积 (km ²)	标高(m)
		X	Y		

表 3-1 可利用资源量估算范围拐点坐标

矿体编号	拐点号	CGCS2000		面积 (km ²)	标高(m)
		X	Y		

3.3 露天剥离范围

3.3.1.露天剥离范围合规性论述

本次申请采矿权矿区平面范围不发生改变。由于资源量估算范围为 2338~2023m，综合考虑矿体覆盖层剥离，本次方案开采标高设置为 2340~2023m。I 号矿体边坡高度 57.46~105.03m，II 号矿体边坡高度 16.51~73.87m，矿体边坡高度均不超过 200m。

为合理开发利用水泥用石灰岩资源，露天采剥范围根据实际开采范围确定，露天采剥范围未超越拟申请采矿权范围，符合《矿产资源登记管理办法》有关规定。剥离范围与可利用资源量估算范围叠合图见附图 1。

露天剥离范围如下：

3.3.2 露天剥离范围的科学性论述

露天矿山剥离范围的科学合理性是确保矿山安全、高效、环保开采的关键。以下是科学论证的几个主要方面：

(1) 地质条件分析

矿体岩石等级 II-III 级，岩石质量为中等-良，岩体完整性为差-中等完整。岩石强度中等，属较稳固矿体。

(2) 边坡稳定性分析

设计 I 号矿体台阶高度为 10m，台阶剖面角 $38^{\circ} \sim 60^{\circ}$ ，最终边坡角 $31^{\circ} \sim 55^{\circ}$ ；设计 II 号矿体台阶高度为 10m，台阶剖面角 $9^{\circ} \sim 60^{\circ}$ ，最终边坡角 $19^{\circ} \sim 51^{\circ}$ 。据《水泥原料矿山工程设计规范》，较稳固的石灰石矿山台阶坡面角度不大于 70° 。台阶剖面角和最终边坡角满足设计要求，边坡稳定。

(3) 经济效益分析

矿体剥离范围覆盖可利用资源量估算范围内的所有矿体，矿产资源得到了充分利用，避免了资源浪费。本次设计的剥采比远小于经济合理剥采比，矿山投资利润率达 52.25%，经济效益较高，具体计算见露天开采境界和拟建生产规模论证小节。

(4) 安全措施

开采后形成平台，边坡较稳定。

露天矿山剥离范围的科学合理性通过地质条件分析、边坡稳定性分析、经济效益分析和安全措施等多方面的技术论证，确保剥离范围的科学合理，实现矿山的安全、高效、环保开采。

3.4 与相关禁限区的重叠情况

肃南裕固族自治县天瑞源矿业有限责任公司天桥湾石灰岩矿不在甘肃祁连山国家级自然保护区及祁连山国家公园张掖分局范围内，位于保护区外围保护地带，距保护区实验区最近约 228 米。不在森林公园、风景名胜区、张掖丹霞国家地质公园、沙化土地封禁保护区等其他各类自然保护地内，不在国家公园体制试点范围内，不涉及湿地和林地，不涉及草原（不在基本草原范围），不涉及重要公路用地范围，不涉及大型水利设施、不属于重要河流河道管理范围，与旅游区规划不重叠、地面暂时未发现文物遗存和自然遗产，不涉及肃南县辖区内县城及乡镇 11 处集中式饮用水水源保护区范围，不涉及军事管理区。申请开采区域不存在其他已设矿业权。

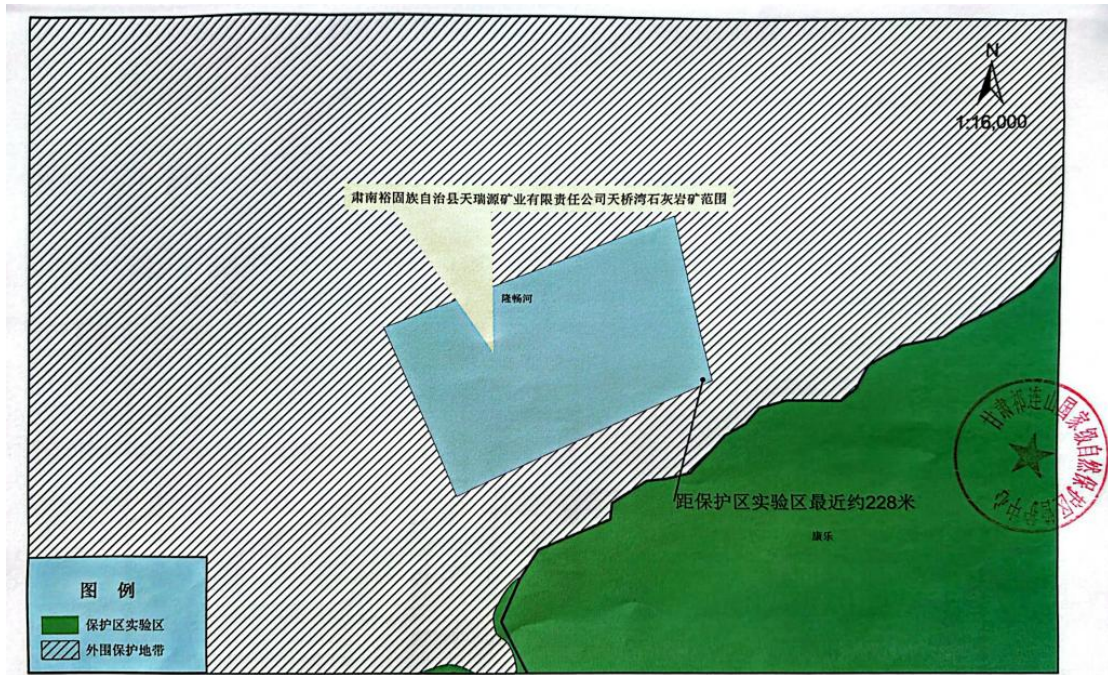


图 3-1 矿区与自然保护区位置关系示意图

3.5 申请开采区域

拟申请开采区域拐点坐标表 3-2 如下：

表 3-2 申请开采区域拐点坐标表

点号	X 坐标（保留 2 位小数）	Y 坐标（保留 2 位小数）

4.矿产资源开采与综合利用

4.1 开采矿种

根据评审通过的《甘肃省肃南裕固族自治县天瑞源矿业有限责任公司天桥湾石灰岩矿资源储量核实报告》可知：该矿山只有水泥用石灰岩矿，无共、伴生矿产，因此本次设计开采矿种为石灰岩。

4.2 开采方式

4.2.1 开采方式

4.2.1.1 开采方式

矿体为石灰岩，矿体埋藏不深，开采技术条件简单，地形地貌适合露天开采。本次设计矿体开采标高为 2340~2023m，采用露天开采的优点有资源利用充分、损失率低，适于用大型机械施工，建矿快，产量大，劳动生产率高，成本低，生产安全等。因此本开采方案设计采用露天开采方式开采。

矿体设置 2 个独立的露天采场，分别为 I 号矿体采场和 II 号矿体采场。I 号矿体地势南高北低、西高东低，首采区设置在矿体西南侧，由南向北沿确定的露天采场境界线分台阶自上而下进行开采；II 号矿体地势南高北低，首采区设置在矿体南侧，由南向北沿确定的露天采场境界线分台阶自上而下进行开采，I、II 号矿体由拟建矿山道路连接。

II 号矿体自上而下开采，根据矿体实际地形和开采剖面对比，II 号矿体不会形成封闭圈。

4.2.1.2 矿山开拓

矿山已有部分矿山道路，本方案选择公路-汽车运输方案和公路-胶带运输方案进行对比论证，具体情况见下表：

表 4-1 开拓运输系统比较表

序号	比较内容	方案 1 公路汽车运输	方案 2 公路-胶带运输
1	适用条件	中小型规模、山坡露天、运距短	大运量、长运距、固定线路
2	生产规模 适配性	适合 ≤ 50 万 t/a	更适合 ≥ 100 万 t/a 规模化连续生产
3	地形 适应性	极强，沿山坡灵活布置折返坑线，适应地形起伏	差，线路固定、改造成本高，不适合山区多变地形
4	基建 工程量	小，仅修筑简易矿山公路	大，需建皮带廊、栈桥、转运站、破碎站
5	基建投资	低	高
6	生产 灵活性	极高，可多点装车、多平台作业、随采随改	差，线路固定，开采布局受限，难以调整
7	转运环节	无中转，汽车直采直运	需设破碎 + 转运环节，系统复杂、故障率高
8	运营维护	简单，道路养护+车辆管理	复杂，皮带、驱动、电控、除尘系统需专业维护
9	综合结论	技术可行、经济最优、安全可靠	技术可行但不经济，无必要性

根据《肃南裕固族自治县天瑞源矿业有限责任公司天桥湾石灰岩矿扩建项目初步设计（代可研）》，采用折反式道路布线方式，且矿山规模为小型，生产规模为 30 万 t/a，跟符合汽车公路开拓运输系统。通过对比分析，本次方案选择公路汽车开拓运输系统。

4.2.1.3 开采工艺

开采工作按照正规作业循环组织安排各工序，矿山工艺流程为：采矿工作面潜孔钻机钻孔→中深孔爆破→液压挖掘机铲装→机械振动锤粗破→汽车运输至水泥厂。

4.2.2 露天开采境界

4.2.2.1 露天开采境界确定的原则

1.圈定的露天开采境界在保证露天采场内采出的矿石有盈利的前提下，充分利用矿产资源，尽可能把较多的矿石圈定在露天开采境界内，发挥露天开采的优越性；

2.圈定的境界以地质报告岩石力学相关数据为参考依据，所圈定的边坡角在露天采场服务年限内应等于或小于露天边坡稳定所允许的角度，以保证露天采场的安全生产，圈出的露天境界几何形态有利于边坡稳定。

4.2.2.2 露天开采境界的确定

本次设计的露天开采境界包含可利用资源量估算范围内的所有石灰岩矿。露天开采境界通过开采台阶在水平面上的投影圈定。

1.露天采场境界圈定参数如下：

(1) 台阶剖面角

根据《水泥原料用矿山工程设计规范》， $f=6\sim 8$ 以上的硬岩及中硬岩工作台阶剖面角可取 $65^{\circ}\sim 75^{\circ}$ 。本矿山岩石强度中等，但裂隙较发育，结合矿体的倾角，确定最大台阶剖面角为 60° ，最终边坡角为 $18^{\circ}\sim 55^{\circ}$ 。

(2) 台阶高度

根据矿山现有的铲装设备作业高度确定，矿山目前已有具有反铲斗容的液压挖掘机卡特 340、柳工 390、柳工 420、徐工 400 各 1 台，最大挖掘高度为 10.47m。根据《水泥原料用矿山工程设计规范》，机械铲装、爆破开采的坚硬稳固的岩矿台阶高度不大于机械的最大挖掘高度的 1.5 倍（15.71m），本次设计台阶高度为 10m，满足平台高

度安全要求。各开采台阶间设安全平台和清扫平台，安全平台宽度为4m，清扫平台宽度为6m，每隔1~2个安全平台设置1个清扫平台。

(3) 最小工作线长度

根据《水泥原料用矿山工程设计规范》，工作线长度不宜小于50m。最小工作线长度应根据采装设备规格、运输方式和爆破参数确定（当矿山规模较小、工作面狭窄以及采用横向采掘时最小工作线长度可适当减少），该矿山为小型矿山，采用多排孔微差爆破，挖掘机斗容为2~4m³，设计最小工作线长度为50m。

(4) 最小工作平台宽度

本矿山除自有挖掘机卡特340、柳工390、柳工420、徐工400各一台、装载机临工956一台，还租用挖掘机斗山560一台、斗山500两台、斗山300一台、斗山380一台、装载机山工50两台。挖掘机中斗山500最小前端转弯半径最大，为5.17m；装载机中临工956最小前端转弯半径最大，为6.85m。

设计选用挖掘机装矿，装载机辅助作业，汽车（20t载重自卸汽车）转运，采用折返调车场，故其露天采场工作面最小工作平台宽度：

$$B_{\min}=2Ra+2Rb+C=2\times 4.5+2\times 6.85+3=25.7\text{m}$$

式中： B_{\min} —工作面最小工作平台宽度，m；

Ra —20t载重自卸汽车最小转弯半径4.5m；

Rb —斗山500挖掘机最小前端转弯半径5.17m；

C —台阶坡顶线至汽车车体边缘的间隙，取3m；

故露天采场工作面最小工作平台宽度不应小于25.7m，根据《水

泥原料矿山工程设计规范》确认采场工作面最小平台宽度为 40m。

e.运输道路

本次设计拟建道路为连接 I、II 号矿体的双向道路，设置为 12m。

(5) 爆破警戒线的划定

该矿山选用中深孔爆破方案，委托爆破公司爆破，根据《爆破安全规程》的规定，确定本矿山爆破安全距离为 300m。

2.露天境界优化技术经济参数如下：

矿山采用露天开采方式，以开采水泥用石灰岩为主。根据目前该石灰岩矿的市场价格，结合开挖围岩的成本等，采用原矿价格法计算该矿区露天开采的经济合理剥采比如下：

价格法计算经济合理剥采比的原则是，露天开采的单位产品成本不高于产品的销售价格。当露天开采的最终产品为原矿时，根据价格法原则：

$$a + n_{jh}b = P_0$$

故
$$n_{jh} = \frac{1}{b}(P_0 - a)$$

式中 P_0 ——矿石矿点的价格（目前价格为 30 元/吨）。

a ——露天开采的纯采矿成本（不包括剥离，当地成本价 15 元/吨）；

b ——露天开采的剥离成本（当地剥离成本为 8 元/吨）；

n_{jh} ——剥采比， m^3/m^3 。

选择最低利润法进行计算后，该地区采用露天开采的经济合理剥采比为 1.01：1。

经计算，I 号矿体剥离量 $186831.32m^3$ ，地质资源量 $1308784.924m^3$ ，剥采比为 0.14；II 号矿体剥离量 $154295.42m^3$ ，地质资源量

1047351.139m³，剥采比为 0.15，均远远小于经济合理剥采比。

4.2.3 开采回采率

1.设计利用资源量

依据《核查报告》可知：天桥湾石灰岩矿保有资源量 630.14 万吨，资源量估算标高 2338~2023m，其中控制资源量 335.17 万吨，推断资源量 294.97 万吨。

一般石灰岩矿体推断资源量可信系数为 0.6~0.8，根据本次开采设计选取可信系数 0.7。

可利用资源量=3351655.5+2949701.3×0.7=5416446.41 吨(541.64 万吨)

2.开采回采率

根据《矿产资源“三率”指标要求 第 6 部分：石墨等 26 种非金属矿产》（DZ/T 0462.6-2023）中石灰岩矿露天开采一般指标：其开采回采率≥95%的要求，本次设计开采回采率 95%，满足一般指标要求。

3.设计可采储量

回采率按 95%计算，可采储量为 $541.64 \times 10^4 \times 95\% = 514.56 \times 10^4 \text{t}$ 。

4.3 拟建生产规模

4.3.1 拟建生产规模论证

根据国务院下发的《矿产资源开采登记管理办法》等相关规定以及《肃南裕固族自治县矿产资源总体规划（2021—2025 年）》水泥用石灰岩矿年生产规模≥30 万吨的要求，类比甘肃省其他水泥用石

灰岩矿山，结合该矿矿体形态、规模、产状及当地的销售能力并与业主讨论后，提出 $30 \times 10^4 \text{t/a}$ 、 $50 \times 10^4 \text{t/a}$ 、 $75 \times 10^4 \text{t/a}$ 三个建设规模进行简要论证（见表 4-2）。

表 4-2 建设规模简要论证对比表

项目	单位	规模方案			备注	
		30 万 t/a	50 万 t/a	75 万 t/a		
地质资源量	万 t	630.14				
设计利用资源量	万 t	541.64				
可采储量	万 t	514.56				
服务年限	a	17.2	10.3	6.9		
经济核算	总投资（不含流动资金）	万元	300	600	1800	类比矿山
	折旧额	万元	17.44	58.25	260.87	总投资 ÷ 年限
	年生产成本（不含折旧额）	万元	690	1150	1725	23 元/t
	年销售收入	万元	900	1500	2250	30 元/t
	增值税	万元	117	195	292.5	年销售收入 * 13%
	资源税	万元	90	150	225	3 元/吨
	城市维护建设税	万元	8.19	13.65	20.48	增值税 × 7%
	教育附加费	万元	5.85	9.75	14.63	增值税 × 5%
	年总利润	万元	88.52	118.35	4.03	销售收入 - 生产成本 - 折旧 - 资源税 - 城建税 - 教育附加
	年所得税	万元	22.13	29.59	1.01	利润 × 25%
	年净利润	万元	66.39	88.76	3.02	税后利润
	流动资金回收	万元	138	230.00	345	年成本 × 20%
财务评价	投资净利率	%	22.13	38.33	0.17	
	内部收益率（税后）	%				

表 4-2 建设规模简要论证对比表

项目	单位	规模方案			备注
		30 万 t/a	50 万 t/a	75 万 t/a	
投资回收期 (静态)	a	3.58	4.08	6.82	总投资÷年净现金流入 (年净现金流入=年净利润+折旧额)

根据《核实报告》以及通过三个方案比较，选择建设规模为 $30 \times 10^4 \text{t/a}$ 。

建设规模 $30 \times 10^4 \text{t/a}$ 在矿山生产能力、矿山服务年限、投资回收期等方面与储量规模相匹配，因此本方案推荐建设规模 $30 \times 10^4 \text{t/a}$ 。

矿山采用间断工作制，年工作日 250 天，每天一班，每班八小时。

4.3.2 矿山服务年限

矿山的 service 年限： $T=Q \times K/G=541.64 \times 95\%/30=17.2$ (a)。

式中：T—服务年限

Q—设计可利用的资源量

K—采矿回采率 (95%)

G—生产能力 ($30 \times 10^4 \text{m}^3/\text{a}$)

遵循合理的的开采顺序，按照自上而下方式进行开采，服务年限为 17.2 年。

4.4 矿床开采

4.4.1 厂址选择

该矿为已建矿山，矿山拟建场地为 2 号排土场（堆放 II 号矿体废石废土）、矿山道路（连接 I 号矿体、II 号体），矿山已有办公生活区、油库、危废库、排土场（堆放 I 号矿体废石废土）及部分矿山道

路。矿山开采流程为采矿工作面潜孔钻机钻孔→中深孔爆破→液压挖掘机铲装→机械振动锤粗破→汽车运输至水泥厂，故不设置工业场地和堆料场，每日生产的矿产品经粗破后直接运输至水泥厂。

已有办公生活区、油库、危废库位于矿区北部，办公生活区占地面积 325.01m²，油库占地面积 26.04m²，危废库占地面积 57.84m²，其中危废库位于矿范围内。已有排土场位于矿区北部，用于堆放 I 号矿体产生废石废土，占地面积 5229m²。I 号矿体产生废石废土部分用于矿山道路修建，部分用于后期矿区生态修复。

已有矿山道路连接 I 号矿体首采区和办公生活区、油库、危废库及排土场。设计一条矿山道路连接 I 号矿体和 II 号矿体首采区。设计道路长 311.81m，宽 12m，占地面积 4102.39m²。所有矿山道路占地总面积 22508.17m²。后续视矿区实际情况根据地形地貌修建新的道路，使之能够到达新的采场位置。

拟建 2 号排土场用于容纳 II 号矿体产生废石废土，II 号矿体部分用于修筑矿山道路，部分用于闭坑修复期生态修复。II 号矿体剥离量为 154295.42 立方米。为节省初期工程量及运输费用，汽车进入排土场就近卸载，自下而上堆排。卸载平台最小宽度取 60m，卸载长度根据地形和排废量确定。卸载场要求按 3%的反坡推排，卸车边缘堆成安全卸车堆，堆的高度一般为 0.55~0.6 倍的车轮高度，堤顶宽不小于 2.5m，堤的内侧边坡为 1:0.75~1:1。

排土场容积按照以下公式计算：

$$V=V_0 \cdot K_s / K_c$$

V -排土场的有效容积, m^3 ;

V_0 -废石的石方量, 取 m^3 ;

K_s -二类土的松散系数,1.15;

K_c -排土场沉降系数, (1.1~1.2) ;

废石总量为 $154295.42m^3$, 拟建 2 号排土场面积为 $7206.86m^2$, 设置最大堆置高度 $\leq 60m$, 最多能排弃 $452066.67m^3$ 废土废石。

4.4.2 防治水方案

矿山为山坡露天矿, 地形坡度较大, 有利于大气降水从冲沟或斜坡排泄。无论地表水或地下水对矿山开采无大的影响, 矿山充水主要为大气降雨, 可以自然排泄。

矿山所有道路应在挖方段设置排水沟, 排水沟形式为梯形, 顶宽 $1m$, 底宽 $0.4m$, 深 $0.4m$, 与道路一同施工, 将雨水汇集后排入天然沟谷内。

现有排土场有两条排泄通道, 场地地形较为平缓, 相对高差约 $10m$ 。其中一条排泄通道位于办公生活区北侧约 $650m$ 处, 整体呈 S 型展布, 物源距离较远; 另一条排泄通道位于办公生活区西侧约 $1.3km$ 处, 亦呈 S 型形态, 物源距离同样较远。雨季期间, 现有排土场发生泥石流的可能性较低。拟建 2 号排土场坐落于两座山体之间的沟谷区域, 沟谷上游为山脊, 沟谷长约 $180m$ 、宽约 $60m$ 、深度约 $30m$, 汇水面积较小, 区域内无其他汇水通道, 泥石流形成条件较差, 亦不易发生泥石流灾害。

4.4.3 设备选型

矿山每年工作 250 天，每天工作 8 小时，根据《肃南裕固族自治县天瑞源矿业有限责任公司天桥湾石灰岩矿扩建项目初步设计(代可研)》，现有设备和租用设备数量满足目前的生产规模需求，矿山外包车队用于运矿。设计购买 2 台潜水泵用于排水（其中 1 台备用）。

现有设备和租用设备见下表：

表 4-3 矿山设备

	设备名称	设备数量	备注
现有	螺杆式空气压缩机 HSCY-55D/14.5	1	矿山已有设备
	履带式露天钻机 ZGYX415-1	1	矿山已有设备
	卡特 340 挖掘机	1	矿山已有设备
	柳工 420 挖掘机	1	矿山已有设备
	徐工 400 挖掘机	1	矿山已有设备
	临工 956 装载机	1	矿山已有设备
	洒水车	1	矿山已有设备
	柳工 390 挖掘机	1	矿山已有设备，用于破碎
	斗山 300 挖掘机	1	租用，破碎备用机
	斗山 380 挖掘机	1	租用，破碎备用机
	临工 86 矿体车	2	租用，倒渣
	斯太尔洒水车	1	租用
	斯太尔加油车	1	租用
	斗山 560 挖掘机	1	租用
	斗山 500 挖掘机	2	租用
山工 50 装载机	2	租用	
设计	V2200-A 潜水泵	2	其中 1 台备用

4.5 资源综合利用

4.5.1 选矿回收率

开采工艺流程为：采矿工作面潜孔钻机钻孔→中深孔爆破→液压挖掘机铲装→机械振动锤粗破→汽车运输至水泥厂。矿石粗破后直接

拉至水泥厂加工。

4.5.2 综合利用率

矿山无共、伴生矿产。

4.5.3 资源保护

矿山无暂时不能综合开采或必须同时采出但暂时不能综合利用的其他矿产。开采产生的废土和废石部分用于修筑道路，部分用于后续的生态修复工程。

5.绿色矿山建设

5.1 概述

绿色矿山是指矿产资源开发过程中严格遵守国家相关法律法规，符合矿产资源规划与产业政策、开采方式科学、资源节约利用程度高、采用先进环保的生产工艺、管理制度健全、拟申请矿区生态环境优美、矿山企业与当地群众和谐共处、共同发展的矿山。

本方案根据国土资源部等六部委《关于加快建设绿色矿山的实施意见》（国土资规[2017]4号）的要求，以绿色发展为理念，切实落实国家绿色矿山的有关规定，遵循“资源开发与环境保护相协调”的原则，对肃南裕固族自治县天瑞源矿业有限责任公司天桥湾石灰岩矿依法办矿、规范管理、综合利用、绿色开采、技术创新、节能减排及环境保护等方面进行了绿色矿山设计。

5.2 绿色矿山设计

5.2.1 依法办矿

本方案根据《甘肃省肃南裕固族自治县天瑞源矿业有限责任公司天桥湾石灰岩矿资源储量核实报告》，对肃南裕固族自治县天瑞源矿业有限责任公司天桥湾石灰岩矿拟申请矿区范围内的矿产资源进行了开发利用设计。其前期工作符合国家依法办矿的相关规定，后期须严格遵循国家有关规定，并做到以下几点：

- 1、按照有关规定，办理相关手续，证照齐全并满足开工条件后，方可开工建设。

- 2、矿山投产后，须按要求建立资源回收管理制度，专门成立了

资源回收管理领导小组，不断完善各环节的矿产资源管理回收制度，加强资源储量基础管理和现场管理，严禁超层越界开采。

5.2.2 规范管理

1、矿山须依法建立健全安全管理机构，认真贯彻落实绿色矿山发展理念肃南裕固族自治县天瑞源矿业有限责任公司天桥湾石灰岩矿属露天矿山，根据安全管理需要成立以矿长为首的安全管理委员会下设安全管理部，负责本矿的安全管理工作，并建立健全：安全生产责任制度、安全会议制度、安全目标管理制度、安全投入保障制度、安全质量标准化管理制度、安全教育与培训制度、事故隐患排查与整改制度、安全监督检查制度、安全技术审批制度、矿用设备器材使用管理制度、矿山主要灾害预防制度、事故应急救援制度、安全与经济利益挂钩制度、采场人员管理制度；安全举报制度、管理人员带班制度、安全操作管理制度等安全生产制度。

2、积极加入并自觉遵守《绿色矿业公约》，制订有切实可行的绿色矿山建设规划。

3、建立健全矿产资源开发利用、环境保护、土地复垦及生态重建等等规章制度和保障措施。

4、积极推行企业健康、安全、环保认证和产品质量体系认证，实现矿山管理的科学化、制度化和规范化。

5.2.3 综合利用

本矿开采的矿种为水泥用石灰岩矿。方案对本矿资源开发利用进行了合理设计，回采率达 95%， “三率” 指标符合国家相关规定。矿

山在建设生产过程中，应严格执行以下规定：

1、节约资源，保护资源，大力开展矿产资源综合利用。积极推进剥离废石再利用。

2、鼓励使用符合矿产资源节约与综合利用技术目录要求的工艺、技术和装备。

5.2.4 技术创新

1、积极开展科技创新和技术革新，考察学习省内外其他生产工艺先进、技术设备领先的其他同类矿山。

2、加强企业内部培训，提升员工技术水平，不断优化生产工艺，及时淘汰高能耗落后设备。

3、重视科技进步，推动现代化数字矿山建设。

5.2.5 节能减排

本方案在采矿工艺的选择、设备的选型、道路布置、防排水及总平面布置等方面，充分考虑了节能，以便提高经济效益。

1、采矿工艺的选择

根据本矿矿层埋藏特征和赋存条件，方案采用公路开拓汽车运输方案。并配备一定数量的挖掘机、潜孔钻机等辅助设备，清理矿层顶、底板，尽可能多回收矿石矿产资源。

2、设备选型的节能措施

(1) 在相同吨位级的自卸卡车和与之配套的其它辅助设备的选择中，优先选择单位耗油少的设备，以降低成本。

(2) 剥离、运输设备合理匹配。设计配备合理的设备维修设施，

以有利于提高设备出动率，充分发挥设备效率，达到高产、高效、减少吨矿燃油消耗与吨矿电耗的目的。

3、道路布置的节能措施

(1) 合理选用道路坡度、曲线半径、路面类型及结构等技术参数，建立合理的开拓运输系统。

(2) 配备完善的道路维修设备，加强道路养护，提高路面质量，保证设备运行顺畅，减少动力消耗。

4、防排水的节能措施

为提高节能降耗效果，本方案全面考虑防排水工程的排水方式、采取了如下节能措施：

本矿山为山坡露天矿，采场水量从自然沟谷中排泄，从而减少了排水设备，节约了能源。

5、总平面布置的节能措施

在总平面布置上因地制宜，各功能分区合理，布置紧凑，运输方便，人流物流通畅短捷，减少交叉环节，达到节省能源消耗目的。在平面布置上采取以下节能措施：

(1) 根据露天采场、排土场地的科学布置，减少剥离物运输距离，降低能耗。

(2) 各设施之间均布置有联络道路，运输顺畅，行走距离短。

(3) 在总平面布置上，使各建筑物有良好的采光、通风和卫生条件。

5.2.6 环境保护

本方案遵循“资源开发与环境保护相协调”的原则，编制了环境保护章节。此外，矿山还须执行以下措施：

1、严格执行环境保护“三同时”制度，有效保护拟申请矿区及周边自然环境。

2、编制矿区生态修复方案，重视矿山地质灾害防治工作，积极采取地质环境恢复治理的措施。

3、绿化场地。本区属大陆性荒漠草原气候，年降雨量少，植被复活率低，大面积种植草木不易实现。矿方应因地制宜在可绿化区域种植适合本区域气候的草木，使绿化覆盖率达到可绿化区域面积的100%。

6.结论

6.1 估算设计利用资源量 and 设计可采储量

6.1.1 资源储量

依据《核实报告》可知：天桥湾石灰岩矿保有资源量 630.14 万吨，资源量估算标高 2338~2023m，其中控制资源量 335.17 万吨，推断资源量 294.97 万吨。

6.1.2 设计利用资源量

本方案取可信系数 0.7，设计可利用资源量为 541.64 万吨。

6.1.3 设计可采储量

开采回采率 95%，可采储量为 514.56 万吨。

6.2 申请开采区域

本次拟申请开采区域范围见表 5-1：

表 5-1 拟申请开采区域范围

拐点编号	2000 国家大地坐标系	
	X	Y

6.3 开采矿种

矿区开采矿种为水泥用石灰岩。

6.4 开采方式、开采顺序、采矿方法

6.4.1 开采方式

矿山采用露天开采的开采方式，公路运输、移动坑线开拓方式。

开采工艺流程为：采矿工作面潜孔钻机钻孔→中深孔爆破→液压挖掘机铲装→机械振动锤粗破→汽车运输至水泥厂。

6.4.2 开采顺序

矿体设置 2 个独立的露天采场，分别为 I 号矿体采场和 II 号矿体采场。I 号矿体首采区设置在矿体西南侧，由南向北分台阶自上而下进行开采；II 号矿体首采区设置在矿体南侧，由南向北分台阶自上而下进行开采。

6.4.3 采矿方法

自上而下台阶开采，台阶高度 10m。

6.5 拟建生产规模、矿山服务年限

6.5.1 拟建生产规模

本次设计建设规模为 30 万吨/年。

6.5.2 矿山服务年限

服务年限为 17.2a。

6.6 资源综合利用

选矿回收率：矿石粗破后直接拉至水泥厂加工。

综合利用率：矿山无共、伴生矿产。

资源保护：无暂时不能综合开采或必须同时采出但暂时不能综合利用的其他矿产。

肃南裕固族自治县天瑞源矿业有限责任
公司天桥湾石灰岩矿
矿区生态修复方案

肃南裕固族自治县天瑞源矿业
有限责任公司
二〇二六年三月



肃南裕固族自治县天瑞源矿业有限责任
公司天桥湾石灰岩矿
矿区生态修复方案

编制单位：甘肃煤田地质局一四五队

法定代表人：刘世海

方案编制负责人：侯海兵

主要编制人员：陈安 田晓红 何长宏

韦尚书 王杰

矿区生态修复方案编制信息表

采矿权人信息	采矿权人名称	肃南裕固族自治县天瑞源矿业有限责任公司				
	统一社会信用代码	91620721MA72XEC5	联系人	刘红荣		
	联系地址	甘肃省张掖市肃南裕固族自治县红湾综合市场四楼411室	联系电话	13830618893		
	采矿权证证号	C6207002014042130133856	开采方式	露天开采		
	采矿权面积	0.9758km ²	采矿权拐点坐标	1, 4312144.67, 33571922.02 2, 4312649.37, 33573005.72 3, 4313387.88, 33572830.32 4, 4312883.27, 33571606.72		
	采矿权有效期限	2021.3.31-2026.3.31				
	开采主矿种	石灰岩	其他矿种	/		
	方案编制情形	<input type="checkbox"/> 首次申请采矿许可 <input type="checkbox"/> 扩大开采区域 <input type="checkbox"/> 缩小开采区域 <input type="checkbox"/> 变更开采方式 <input type="checkbox"/> 变更开采主矿种 <input checked="" type="checkbox"/> 延续 <input type="checkbox"/> 其他				
方案编制单位	单位名称	甘肃煤田地质局一四五队				
	统一社会信用代码	12620000438540714F	联系人	刘世海		
	联系地址	张掖市张火公路一公里处	联系电话	0936-5990112		
	编制负责人 02003247					
	姓名	身份证号	专业	职务/职称	联系电话	签名
	侯海兵		资源勘查工程	高级工程师	13830619969	
	主要编制人员					
	姓名	身份证号	专业	职务/职称	联系电话	签名
	陈安		资源勘查工程	助理工程师	13121678033	
	田晓红		地质工程	助理工程师	18291829552	
	何长宏		地质	助理工程师	15109686803	
韦尚书		水文与工程地质	技术员	18609433095		
王杰		采矿工程	技术员	17359779363		

目 录

0	前言	1
0.1	编制目的	1
0.2	服务年限	9
1	矿山基本情况	11
1.1	矿业权人基本情况	11
1.2	地理位置与区域概况	12
1.3	矿山开采历史及现状	15
2	矿区基础信息	24
2.1	矿区自然地理	24
2.2	矿区社会经济概况	28
2.3	矿区地质环境背景	28
2.4	矿区土地利用现状	48
2.5	矿区生态状况	49
2.6	矿山及周边其他人类重大工程活动	52
2.7	矿区生态修复工作情况	52
3	问题识别与受损预测	56
3.1	现状问题	57
3.2	受损预测	65
3.3	生态修复可行性分析	76
3.4	生态修复分区和生态修复时序安排	79
3.5	采矿用地与复垦用地安排	87

4	矿区生态修复措施与工程	90
4.1	保护与预防控制措施	90
4.2	修复措施	94
4.3	主要工程	99
5	监测和管护	102
5.1	目标任务	102
5.2	监测设计与措施	102
5.3	管护措施	105
5.4	主要工程量	106
6	工作部署与经费估算	107
6.1	目标任务与总体安排	107
6.2	总体经费估算	109
6.3	阶段工作任务及经费安排	135
7	保障措施与公众	142
7.1	组织保障	142
7.2	技术保障	143
7.3	资金保障	144
7.4	监管保障	146
7.5	效益分析	147
7.6	公众参与	149
8	结论与建议	150
8.1	结论	150

8.2 建议	152
--------------	-----

（一）附图

附图目录

顺序	图号	图名	比例尺
1	1	肃南裕固族自治县天桥湾石灰岩矿矿区土地利用现状图	1:2000
2	2	肃南裕固族自治县天桥湾石灰岩矿矿区地质环境问题现状图	1:2000
3	3	肃南裕固族自治县天桥湾石灰岩矿矿区土地损毁现状图	1:2000
4	4	肃南裕固族自治县天桥湾石灰岩矿矿区地质环境问题预测图	1:2000
5	5	肃南裕固族自治县天桥湾石灰岩矿矿区土地损毁预测图	1:2000
6	6	肃南裕固族自治县天桥湾石灰岩矿矿区生态修复工程部署图	1:2000

（二）附件

附件目录

- 附件 1 营业执照
- 附件 2 采矿许可证副本
- 附件 3 委托书
- 附件 4 编制单位承诺书
- 附件 5 矿山地质环境保护与恢复治理基金缴纳承诺书
- 附件 6 《甘肃省肃南裕固族自治县天瑞源矿业有限责任公司天桥湾石灰岩矿资源储量核实》评审意见
- 附件 7 协查文件
- 附件 8 地类现状图
- 附件 9 《肃南裕固族自治县天瑞源矿业有限责任公司天桥湾石灰岩矿矿山地质环境保护与土地复垦方案》审查申请书
- 附件 10 矿区生态修复调查公众参与调查表
- 附件 11 肃南裕固族自治县天瑞源矿业有限责任公司天桥湾石灰岩矿矿产资源开发利用方案与肃南裕固族自治县天瑞源矿业有限责任公司天桥湾石灰岩矿矿区生态修复方案初审意见书

0 前言

0.1 编制目的

0.1.1 任务由来

肃南裕固族自治县天瑞源矿业有限责任公司天桥湾石灰岩矿矿山采矿证即将于 2026 年 3 月 31 日到期。为保障矿山生产，减少矿山建设及生产活动造成的矿山地质环境问题，提高土地生产力，改善矿山地质环境和生态环境，促进矿山地质环境问题工作的规范化，实现地区经济可持续发展。根据《矿区生态修复方案编制指南（临时）》《矿山地质环境保护规定》《土地复垦条例》《国土资源部办公厅关于做好矿山地质环境保护与土地复垦方案编报有关工作的通知》等法规和文件的相关要求，肃南裕固族自治县天瑞源矿业有限责任公司委托甘肃煤田地质局一四五队编制《肃南裕固族自治县天瑞源矿业有限责任公司天桥湾石灰岩矿矿区生态修复方案》。

0.1.2 编制目的

为实施矿区生态修复提供技术依据，尽量减少矿业开发对土地资源不必要的破坏，做到矿区生态修复与生产建设统一规划，促进矿产资源的合理开发利用及生态修复的有效保护，为矿业经济和社会经济的可持续发展服务；明确采矿权人在矿山开发过程中应承担的矿区生态修复的义务，同时也为相关部门的管理提供科学依据。规范矿山开采，避免资源浪费、促进非金属矿工业健康发展，有效解决矿山开采过程中的矿山地质环境破坏及土地损毁，保护和改善区域生活环境和生态环境，促进完成绿色矿山建设，积极贯彻《国土资源部办公厅关

于做好矿山地质环境保护土地复垦方案编报有关工作的通知》《土地复垦条例》《矿山地质环境保护规定》及《矿区生态修复方案编制指南（临时）》的同时通过调查评估，最大限度地减轻企业在建设、开采矿山各阶段引发矿山地质灾害或破坏地质环境和生态系统，避免、减轻地质灾害造成的损失，有效遏制水土资源、地形地貌景观、生态系统的破坏，落实生态修复的各项规定，实现矿产资源开发利用和矿山生态修复的协调发展，维护矿区及周围地区生态环境，使矿山生态环境得到明显改善，恢复损毁土地的使用功能。

具体任务：

（1）对矿山进行地质环境问题、土地损毁、生态环境现状调查、访问及资料收集，查明矿山地质环境问题、地质灾害现状及危害程度，土地损毁面积及程度、生态环境现状，分析研究其分布规律和形成机理、影响因素及发展趋势等；

（2）查明矿山的开采、生产设计情况及矿山地质条件；

（3）对矿山生产可能造成的地质灾害以及对含水层破坏、地形地貌景观破坏、土地损毁、水土环境污染、水土流失和植被及生物多样性退化情况进行现状和预测分析，定性评价和估算采矿活动对地质环境、土地和生态的影响程度；

（4）针对矿山地质环境、土地和生态环境问题，提出矿区生态修复工程措施，并作出总体部署和安排；

（5）查明矿区土壤、水文、水资源、生物多样性、土地利用、土地损毁等情况，合理确定复垦后土地利用方向，复垦措施及复垦费

用来源；

(6) 进行矿区生态修复的经费估算，提出矿区生态修复的保障
措施。

0.1.3 编制情形

1.编制程序

本次评估严格按照国土资源部颁发的《矿区生态修复方案编制指南（临时）》规定的程序进行（图 0-1）。

程序：接受业主委托，在充分收集和利用已有资料的基础上，结合现场调查地质环境条件（地层岩性、地质构造、水文地质、工程地质、矿床地质特征、不良地质现象、人类工程活动等）、社会环境条件、地质环境土地利用生态环境的类型、分布规模、损毁程度、活动特点等因素综合分析，进行肃南裕固族自治县天瑞源矿业有限责任公司天桥湾石灰岩矿地质环境、土地资源、生态环境影响评估与矿山生态修复适宜性评价、生态修复分区，并提出肃南裕固族自治县天瑞源矿业有限责任公司天桥湾石灰岩矿矿区生态修复措施。

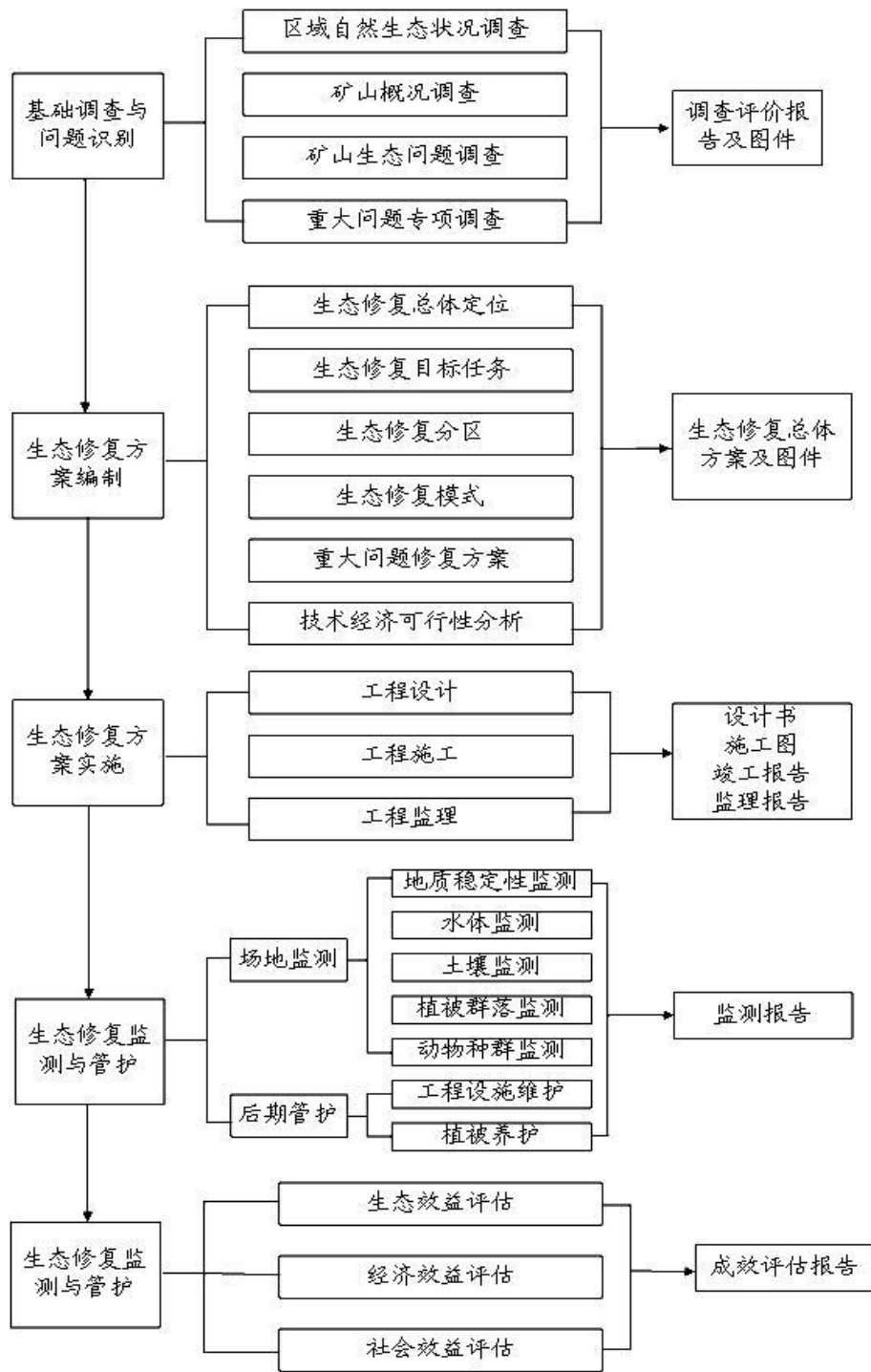


图 0-1 工作程序框图

2.编制方法

根据《矿区生态修复编制指南（临时）》规定，结合本矿山的实际情况，本方案的编制主要采用资料收集、野外调查和综合研究的方法进行。

（1）资料收集与分析

在接受甲方的委托后，公司成立了由 6 名技术人员组成的专门项目组，在现场调查前收集了相关资料，初步掌握了矿区的地质环境条件和工程概况。进行了公众参与调查，收集区内气象、水文、水资源、土壤、土地利用现状与权属、项目基本情况及社会经济等方面的资料，确定需要补充的资料，初步确定野外主要调查内容、调查方法和调查路线。

（2）野外调查

野外调研过程以 1:2000 地形图为工作底图，结合相应的影像、图片资料，并做文字记录。在调查过程中，积极访问矿山工作人员和周围居民，查明了矿山生产现状、主要地质环境问题，矿区内的土壤类型和质量、水文、水资源、生物多样性、土地利用、土地损毁等情况，采用数码相机拍照，并做文字记录。及时调整室内设计的野外调查路线，优化野外调查工作方法。

（3）室内资料整理及综合分析

在综合分析研究现有资料和现场调查的基础上，编制了矿区土地利用现状图（1:2000）、矿区地质环境问题现状图（1:2000）、矿区土地损毁现状图（1:2000）、矿区地质环境问题预测图（1:2000）、矿区土地损毁预测图（1:2000）和矿区生态修复工程部署图（1:2000）。以图件形式反映矿山开采的影响范围及程度、损毁的土地类型、面积和程度，同时结合损毁区及周围土地利用现状、地质环境条件，有针对性地进行生态修复适宜性分析，进而确定生态修复方案，最后进行

矿区生态修复费用估算，编写《肃南裕固族自治县天瑞源矿业有限责任公司天桥湾石灰岩矿矿区生态修复方案》。

(4) 综合研究

综合研究贯穿于方案编制的整个过程，通过对收集资料的分析研究和野外的现场调查，针对矿山存在的地质环境、土地资源、生态环境问题，按照规范进行影响评估，并在评估的基础上进行生态修复分区，从而制定生态修复措施和工程内容，并进行工作部署，根据工程措施进行总体经费估算和经费进度安排。

3.编制工作开展情况

2026年3月接受委托后，我公司成立了由6名专业技术人员组成的专门项目组，认真收集有关地层岩性构造、水文地质、工程地质、矿体特征、土地利用现状和气象、水文等资料，于2026年3月进行了野外调查工作，并根据《编制指南（临时）》，初步确定了生态修复分区，编制了工作大纲，随后开始室内资料整理和《方案》的编写工作。

4.完成工程量

完成的主要工作量如表 0-1。

表 0-1 调查工作一览表

内容	分项名称	单位	数量	说明
资料	甘肃省肃南裕固族自治县天瑞源矿业有限责任公司天桥湾石灰岩矿资源储量核实、肃南裕固族自治县天桥湾石灰岩矿开发利用方案、肃南裕固族自治县天瑞源矿业有限责任公司天桥湾石灰岩矿矿山地质环境保护与土地复垦方案	份	3	
收集	矿区第三次全国土地调查图件	份	1	

表 0-1 调查工作一览表

内容	分项名称	单位	数量	说明
野外调查	调查面积	km ²	1.2443	矿区及周边影响范
	调查路线	km	1.49	
	地质环境调查点	点	11	
	土地资源	处	11	矿区及 周边
	植被调查	处	11	
	现场访问	人/次	34	
	调查照片/利用照片	张	8	
	单位及设施调查	处	4	

0.1.4 编制依据

1.主要基础性资料

(1) 《甘肃省肃南裕固族自治县天瑞源矿业有限责任公司天桥湾石灰岩矿资源储量核实报告》（2026年1月，甘肃煤田地质局一四五队）；

(2) 《肃南裕固族自治县天桥湾石灰岩矿矿产资源开发利用方案》（2019年11月，中国建筑材料工业地质勘查中心甘肃总队）；

(3) 《肃南裕固族自治县天瑞源矿业有限责任公司天桥湾石灰岩矿矿山地质环境保护与土地复垦方案》（2025年6月，甘肃地质工程勘察院有限责任公司）；

2.法律法规及相关文件

(1) 《中华人民共和国矿产资源法》（主席令第36号，2024年11月8日修订通过，2025年7月1日起施行）；

(2) 《中华人民共和国土地管理法》（中华人民共和国主席令

第 32 号，2019 年 8 月 26 日修订，2020 年 1 月 1 日实施）；

（3）《中华人民共和国环境保护法》（中华人民共和国主席令 第 9 号，2014 年 4 月 24 日修订，2015 年 1 月 1 日实施）；

（4）《中华人民共和国水土保持法》（中华人民共和国主席令 第 39 号，2010 年 12 月 25 日修订，2011 年 3 月 1 日实施）；

（5）《中华人民共和国水污染防治法》（中华人民共和国主席 令第 87 号，2017 年 6 月 27 日修订，2018 年 1 月 1 日实施）；

（6）《地质灾害防治条例》（中华人民共和国国务院令 第 394 号）；

（7）《土地复垦条例》（中华人民共和国国务院令 第 592 号）；

（8）《地质灾害防治条例》（中华人民共和国国务院令 第 394 号）；

（9）《甘肃省地质环境保护条例》（甘肃省人大常委会第 42 号）；

（10）《矿山地质环境保护规定》（国土资源部令 第 44 号，2019 年 7 月 16 日修正，2019 年 7 月 24 日实施）；

（11）《财政部 国土资源部 环保总局关于逐步建立矿山环境治 理和生态恢复责任机制的指导意见》（财建[2006]215 号）；

（12）《财政部国土资源部环境保护部关于取消矿山地质环境治 理恢复保证金建立矿山地质环境治理恢复基金的指导意见》（财建 [2017] 638 号）；

（13）《矿山生态环境保护与污染防治技术政策》（环发[2005]109 号）；

(14)《国土资源部办公厅发布的关于做好矿山地质环境保护与土地复垦方案编报有关工作的通知》(国土资规[2016]21号)。

3.设计规范及标准

(1)《矿区生态修复方案编制指南(临时)》;

(2)《矿区水文地质工程地质勘查规范》(GB/T 12719-2021);

(3)《非金属类矿山土地复垦与生态修复技术规范》(DB62/T 5034-2024);

(4)《土地复垦质量控制标准》(TD/T 1036-2013);

(5)《土地开发整理项目预算定额甘肃省补充定额》(甘财综[2013]67号);

(6)《土地开发整理项目施工机械台班费定额甘肃省补充定额》, (甘财综[2013]67号);

(7)《甘肃省水利水电工程设计概(估)算编制规定(2013版)》(甘水规计发[2013]1号)。

0.2 服务年限

根据《肃南裕固族自治县天瑞源矿业有限责任公司天桥湾石灰岩矿开采方案》矿山采用露天开采,矿山生产规模为 $30 \times 10^4 \text{t/a}$,矿山总服务年限为17.2年。本方案服务年限综合考虑矿山生产期17.2年、闭坑修复期2年及生态管护期3年,共计22.2年。综合确定本方案服务年限为22.2a,分为生产期17.2a(2026年4月-2043年6月)、闭坑修复2a(2043年6月-2045年6月)、生态管护期3a(2045年6月-2048年6月)。当用地(含林草用地)范围、使用年限、损毁

类型发生变化取得批准文件半年内修编，报矿业权出让部门备案；当开采方案发生重大调整时（区域、方式、矿种）、采矿权延续时需重新编制并随开采方案报原矿业权出让部门批准。

1 矿山基本情况

1.1 矿业权人基本情况

天桥湾石灰岩矿为生产矿山，隶属于肃南裕固族自治县天瑞源矿业有限责任公司。该公司无上级国有主管单位，属民营独立法人。目前该公司为由张掖市泓坤云筑建设有限责任公司 100%控股，法人代表为李迎春，注册资金 500 万元，成立日期为 2017 年 6 月 7 日，营业期限为 2017 年 6 月 7 日至 2037 年 6 月 6 日，在甘肃省张掖市肃南裕固族自治县红湾综合市场四楼 411 室办公。经营范围包括：①一般项目：水泥制品销售；水泥制品制造；石灰和石膏制造；石灰和石膏销售；非金属矿及制品销售；非金属矿物制品制造（除许可业务外，可自主依法经营法律法规非禁止或限制的项目）②许可项目：非煤矿山矿产资源开采（依法须经批准的项目，经相关部门批准后方可开展经营活动）。

现有采矿许可证证号为 C6207002014047130133856，有效期为 2021.3.31~2026.3.31，范围拐点坐标如下表：

表 1-1 现有采矿许可证矿区范围拐点坐标

拐点编号	CGCS2000	
	X 坐标	Y 坐标

表 1-1 现有采矿许可证矿区范围拐点坐标

拐点编号	CGCS2000	
	X 坐标	Y 坐标

1.2 地理位置与区域概况

1.2.1 矿山位置与交通状况

矿区位于肃南县城 60°方向直距约 30km，白银乡 256°方向直距约 10km，距离张肃公路约 2.5km，距离张掖市区约 70km。行政区划属肃南县大河乡所辖。

矿区南侧有张(掖)-肃(南)公路通过，由张肃公路行程约 70km 可到达张掖市区，由矿山运矿道路即可到达工作区，道路路况较好，交通便利（见交通位置图 1-1）。

矿区位置（2000 国家大地坐标）：

东经：99°49'33"~99°50'31"；

北纬：38°56'23"~38°57'03"；



图 1-1 交通位置图

1.2.2 矿区基础设施

矿区位于肃南县大河乡天桥湾村，截止 2025 年常住人口 362 人。最近的居民点为康乐镇、白银蒙古乡及其下辖的白银村、西牛毛村、榆木庄，其次为红寺湾镇等居民点，劳动力可从以上城镇输入解决。截至 2024 年康乐镇、白银蒙古乡常住人口 4512 人，镇人民政府驻康乐镇，下辖 3 个社区。矿区附近有 S313 和 G312 国道公路，交通便利。矿区南部有隆畅河自西向东流经，年均径流量 2.48 亿立方米，常年有水（有冰冻期）。

矿区西侧有 2 宗开采矿山，矿区西侧有 2 宗开采矿山，为肃南裕

固族自治县西宇矿业有限责任公司皂矾沟石灰石矿和张掖祁连山水泥有限公司皂矾沟西水泥用石灰岩矿，相邻矿业权设置情况见图 1-2。

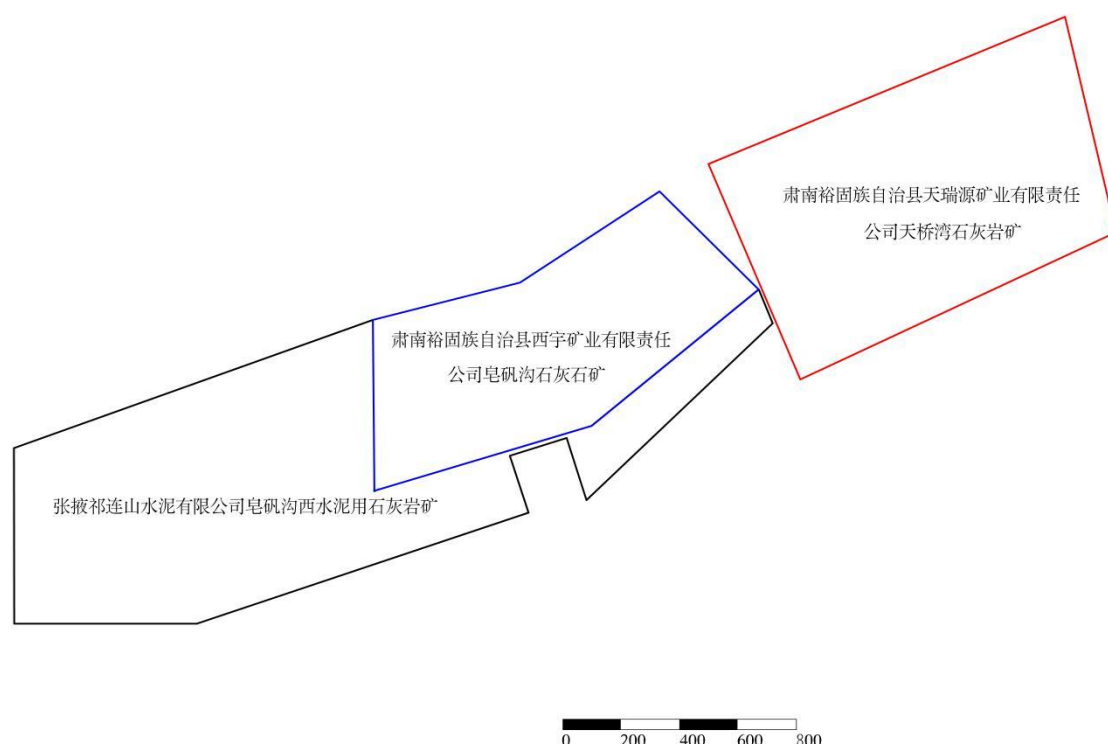


图 1-2 相邻矿业权设置情况

矿区西南有肃南县城的 110kV 肃南变电所，西北有大河乡的 330kV 升压站，电力供应充足，可满足矿山生活和生产用电需求。天桥湾村已实现光纤宽带+4G 全覆盖，矿区内中国电信宽带网络已经开通，通讯便捷。

矿山建设所需主要建材、燃料、矿山辅助材料及生活、生产物资可依靠康乐镇输送供给，其他建材如砂子、石子、毛石可就地解决。

矿区不在甘肃省祁连山国家级自然保护区及祁连山国家公园张掖分局范围内，不涉及水源地、风景名胜区内，不存在建设项目压覆矿产资源的情况。

1.3 矿山开采历史及现状

1.3.1 开采历史情况

矿区原采矿许可证由张掖市自然资源局于2014年4月29日首次颁发，采矿权人为肃南裕固族自治县凯鑫矿业有限责任公司。2017年4月，经张掖市自然资源局《采矿权转让审批通知书》（张国土资矿转字[2017]第1号）批准同意该矿整体转让。原采矿权人由肃南裕固族自治县凯鑫矿业有限责任公司变更为肃南裕固族自治县天瑞源矿业有限责任公司。2021年采矿权延续至今。自2014年建矿以来，矿区范围未发生改变，矿山在矿区西北部开采。2014年建矿期和2017年矿权转让未开采，其余年限均开采。根据《甘肃省肃南裕固族自治县天瑞源矿业有限责任公司天桥湾石灰岩矿资源储量核实》（以下简称《核实报告》）采空区动用资源量为108.87万吨。采矿权设置历史与沿革见下表：

表 1-1 采矿权设置历史与沿革

采矿许可证号	采矿权人	矿山名称	有效期限	矿区面积	生产规模	开采深度	发证机关	变更原因
C6207002014047130133856	肃南裕固族自治县凯鑫矿业有限责任公司	肃南裕固族自治县凯鑫矿业有限责任公司天桥湾石灰岩矿	2014.4.28-2016.4.28	0.9758 km ²	10.00万吨/年	2100-2300	甘肃省张掖市国土资源局	首立
C6207002014047130133856	肃南裕固族自治县天瑞源矿业有限责任公司	肃南裕固族自治县天瑞源矿业有限责任公司天桥湾石灰岩矿	2017.10.31-2021.3.31	0.9758 km ²	10.00万吨/年	1980-2300	甘肃省张掖市国土资源局	转让

采矿许可证号	采矿权人	矿山名称	有效期限	矿区面积	生产规模	开采深度	发证机关	变更原因
	司	岩矿						
C62070020140 47130133856	肃南裕固族自治县天瑞源矿业有限责任公司	肃南裕固族自治县天瑞源矿业有限责任公司天桥湾石灰岩矿	2021.3.31- 2026.3.31	0.9758 km ²	30.00 万吨/ 年	1980- 2300	甘肃省张掖市自然资源局	延续

1.3.2 开采现状

开采方案概述如下：

1.生产规模 30 万吨/年，采矿权有效期限 2021.3.31-2026.3.31，拟申请采矿权有限期限 17.2 年（2026.4.1-2045.6.13），拟生产规模为 30 万吨/年。矿山年工作 250 天，每天工作 1 班，每班 8 小时。

2.矿产资源储量情况

（1）备案的资源量

根据《核实报告》：截止资源量估算基准日(2025 年 12 月 31 日)，天桥湾石灰岩矿保有资源量 630.14 万吨，资源量估算标高 2338-2023m，其中控制资源量 335.17 万吨，推断资源量 294.97 万吨，控制资源量占总资源量的 53.19%。其中包括 2300m 标高以上的控制+推断资源量 35.35 万吨，控制资源量 22.91 万吨，推断资源量 12.44 万吨。

（2）设计利用资源量

根据《肃南裕固族自治县天瑞源矿业有限责任公司天桥湾石灰岩矿开采方案》（以下简称《开采方案》）：可利用资源量 541.64

万吨。

(3) 可采储量

回采率按 95%计算，可采资源量为 514.56 万吨。

3.矿山开采矿种为水泥用石灰岩矿。

4.开采方式：自上而下按台阶露天开采。

5.首采地段：I 号矿体首采地段为 I 号矿体南部高处，II 号矿体首采区为 II 号矿体南部高处。

6.边坡参数：

最小工作线长度：50m；

台阶高度：10m；

台阶坡面角为： $9^{\circ}\sim 60^{\circ}$ ；

最终边坡角： $19^{\circ}\sim 55^{\circ}$ ；

运输道路宽 6-12m；

最小工作平台 40m。

7.采矿工艺：采矿工作面潜孔钻机钻孔→中深孔爆破→液压挖掘机铲装→机械振动锤粗破→汽车运输至水泥厂。

8.开拓运输系统：公路-汽车开拓运输系统。

9.拟申请采矿权平面范围与原采矿权平面范围相同，可利用资源量估算范围位于拟申请采矿权范围之内，露天剥离范围包括可利用资源量估算范围。资源量估算范围标高为 2338~2023m，本次拟申请矿权的开采标高变更为 2340~2023m。可利用资源量估算范围、拟申请采矿权范围及露天剥离范围如下表：

表 1-4 拟申请开采区域范围

拐点编号	CGCS2000	
	X	Y

10.上一阶段方案落实情况

上一阶段方案落实情况见矿区生态修复工作情况章节。

1.3.3 矿区地面工程布局

根据《开采方案》，矿山总体布置充分利用地形条件，本着有利生产、方便管理、保证矿山安全生产、节约用地，减少基建工程投资的原则进行。项目区内的已建成的地面工程有办公生活区、油库、危废库、排土场（排弃 I 号矿体废石废土）及已有矿区道路。拟建工程为 2 号排土场（排弃 II 号矿体废石废土）、矿区道路（连接 I 号矿体和 II 号矿体首采区）。

表 1-5 矿区地面工程统计表

序号	分区	矿权内外	面积 (m ²)	是否建成	建筑物高度 (m)	结构类型	合计 (hm ²)
1	办公生活区	矿权外	325.01	已建	3	砖混	3.54
2	油库	矿权外	26.04	已建	3	砖混	
3	危废库	矿区内	57.84	已建	3	砖混	
4	已有矿区道路	矿区内	18405.78	已建	/	/	

表 1-5 矿区地面工程统计表

序号	分区	矿权内外	面积 (m ²)	是否建成	建筑物高度 (m)	结构类型	合计 (hm ²)
5	排土场	矿区内	5229	已建	/	/	
6	拟建 2 号排土场	矿区内	7206.86	拟建	/	/	
7	拟建矿区道路	矿区内	4102.39	拟建	/	/	

2 矿区基础信息

2.1 矿区自然地理

2.1.1 气候

矿区属高寒半干旱气候，具有冬冷夏凉，夏雨多冬雪少，无霜期短，光热、风能资源丰富等特点。2024年，年日照数2497.3h。年平均温度5.5℃，年极端最高温度31.1℃，出现在5月21日；年极端最低温度-22.9℃，出现在1月21日。年降水量312.3mm，年蒸发量2000mm，年内出现大雨4次、连阴雨2次、扬沙8次、浮尘18次、大风3次、强降温3次、寒潮1次。风向以东南风、西南风、西风为主，不同时段有变化，11时为西南风2级；风力整体2级为主，部分时段1~3级，无强风，最大风速28m/s。历史最大冻土深度2.45米。地震烈度Ⅷ级，基本地震加速度值0.2g，地震动反应谱特征周期0.45s。

具体气候条件及地震指数详见表2-1。

表 2-1 气候条件与地震指数表

序号	项目名称	单位	数值
1	年平均气温	° C	5.5
2	极端最高温度	° C	31.1
3	极端最低温度	° C	-22.9
4	年降水量	mm	312.3
5	年蒸发量	mm	2000
6	最大风速	m/s	28
7	冻土深度	m	2.45
8	年日照数	h	2497.3
9	地震烈度	级	Ⅷ
10	基本地震加速度值	g	0.2

表 2-1 气候条件与地震指数表

序号	项目名称	单位	数值
11	地震动反应谱特征周期	s	0.40

2.1.2 水文

矿区山坡坡度大，地形切割较深，区内无常年地表径流水。在雨季，冲沟中在暴雨后有短暂水流，瞬时即下渗、蒸发和流出区外。区域南部有隆畅河自西向东流经，年均径流量 2.48 亿立方米，常年有水（有冰冻期）。

地下水以基岩类裂隙含水层为主（灰岩岩溶—裂隙透水不含水层），裂隙多发育，富水性差，底板为隔水层。大气降水为矿区最主要的充水水源，一般是通过由透水性较好的冲积、坡积层及裂隙水构成地下水的通道。水化学类型稳定，为 HCO_3^- - Ca^{2+} 型，矿化度 0.3~0.5g/L，pH 值 7.5~8.5，无腐蚀性。

2.1.3 土壤

该区土壤类型比较单一，土壤类型以高山草甸土为主，成土母质以残积—坡积物为主，土层厚度 0.2~0.8m，分布于矿区内低洼地带，山坡及山脊岩石直接裸露地表。土壤肥力差，土质疏松，固结能力差，抗侵蚀能力弱。

2.1.4 地形地貌

肃南县地形狭长，地貌形态多样，地势起伏大，主要为中高山地、峡谷、洪积走廊平原，形成南部山地和北部走廊平原两大地貌单元，海拔 1327~5564 米，平均海拔 3200 米。

矿区属浅切割低中山区，海拔 2340m~2022m，区内山势陡峻，

局部地段发育陡崖，地形起伏较大，绝对高差 360m。矿区最低侵蚀基准面标高 2022m。



图 2-1 矿区地形地貌

2.1.5 植被

该区气候干旱，植被以荒漠草原为主，植物以耐寒的藜科、菊科、柽柳科、禾本科为主。植被分布因地形地貌的不同而呈现差异。2000m 以下的丘陵地带，植被属荒漠类型，覆盖度为 20%~30%，海拔 2000m 以上的土石山地的阴坡，属于草原植被，以沙蓬、短花针茅、红砂、合头草为主，覆盖度小于 20%（图 2-2）。

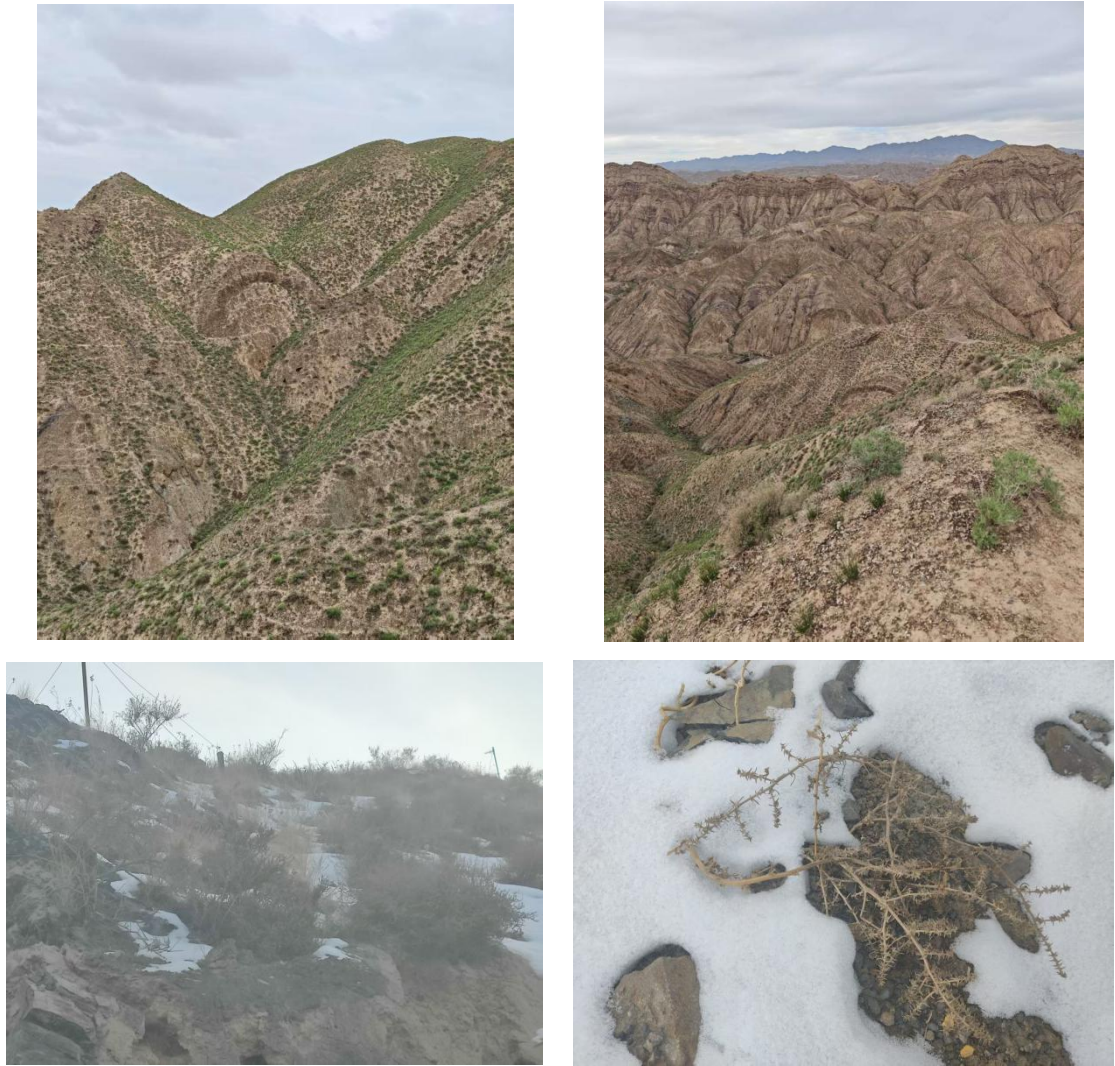


图 2-2 植被

2.1.6 绿色矿山建设情况

本矿山正在积极建设绿色矿山，严格对照国家级、省级绿色矿山建设标准与肃南县矿山生态环境保护相关要求，统筹推进资源集约利用、矿区生态修复、节能减排、环境管理规范化及矿区和谐共建等各项工作。在资源开发方面，坚持科学规划、合理布局，优化开采工艺与开拓运输系统，严控剥采比，提高资源回采率，实现资源节约与高效利用；在生态保护方面，严格落实“边开采、边治理、边复绿”制度，有序开展地貌重塑、土壤重构、植被重建与景观营造工程，最大限度降低开采对地质环境、土地资源及区域生态的影响；在污染防治方面，

完善扬尘管控、固废规范堆存等环保设施，推进清洁生产，减少污染物排放；在安全生产与数字化管理方面，健全安全风险防控体系，逐步提升矿山监测、调度、管理的信息化水平。同时，企业主动履行生态环保主体责任，健全绿色矿山建设长效机制，持续完善治理工程、提升治理成效，力争全面达到绿色矿山建设要求，实现资源开发、生态保护与地方高质量发展协同共赢。

2.2 矿区社会经济概况

肃南县是全国 12 个找矿重点区带之一和甘肃省黑色和有色金属矿产富集区，全县已发现各类矿产地 145 处，矿产有 34 种，已探明资源储量的 26 种。优势矿种为铁、铜、钨、钼、煤、石灰石、白云岩、蛇纹岩。全县共有各类矿山 65 个，其中采矿矿山 39 个，探矿矿山 26 个。

2024 年，全县共有 14816 户，总人口 39507 人，较 2023 年增加 114 人。全县现有 21 种民族，包括裕固族、藏族、汉族、回族、蒙古族等。全县地区生产总值完成 44.19 亿元、增长 6.2%，其中：一产（畜牧）完成 8.37 亿元、增长 6.8%，二产（工业）完成 20.72 亿元、增长 8.1%，三产（文旅）完成 15.11 亿元、增长 3.7%。城镇居民和农村居民人均可支配收入分别达到 39130 元、27261 元，分别增长 5.4%、7.9%。

2.3 矿区地质环境背景

2.3.1 地层岩性

1. 区域地层

本区地层属华北地层大区(V)，秦祁昆地层区(V₁)，祁连-北秦岭地层分区(V₁²)，北祁连地层小区(V₁²⁻¹)。

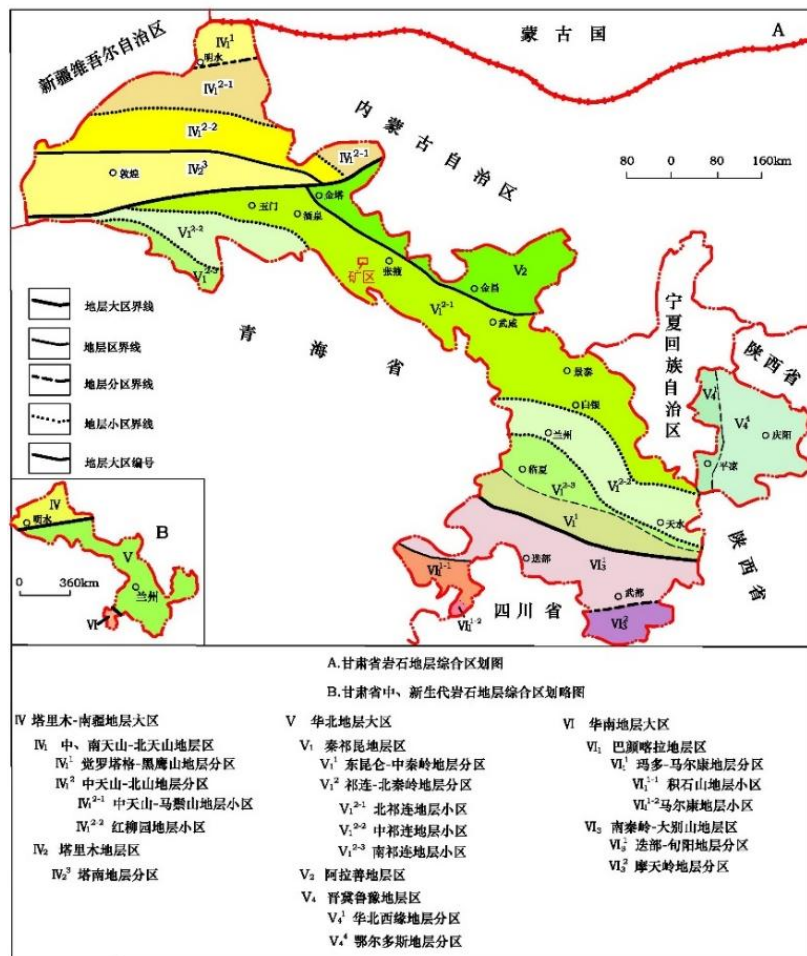


图 2-3 甘肃省岩石地层综合区划图

本区出露和钻孔揭露的地层，依老至新有：志留系中下统 (S₁₋₂)、石炭系 (C)、二叠系 (P)、三叠系 (T)、白垩系 (K)。

其岩性组合特征如下：

志留系中下统 (S₁₋₂)：由灰绿色变质砂岩和千枚岩组成。部分具复理石特征。在西部地区地层上部夹玄武岩、细碧岩。在中及上部千枚岩中产：刻痕单栅笔石、细小花瓣笔石、半耙笔石、下倾捲笔石等，位于区域西南部。地层产状 35° ~249° ∠60° ~65°。与下伏地层角度不整合接触。

石炭系下统臭牛沟组 (C_{1c})：石英砂岩、炭质页岩夹灰岩，有时夹可采煤层。灰岩中产：轴管珊瑚、巨型大长身贝、石柱珊瑚、维宽围脊贝等，位于区域中部。天桥湾石灰岩矿赋存于本地层中。地层产状 $42^{\circ} \angle 35^{\circ}$ ，与下伏地层整合接触。

石炭系上统羊虎沟组 (C_{2y})：炭质页岩，石英砂岩夹凸镜状泥灰岩。砂岩中产有：网羊齿。灰岩中中产有：假史塔夫蜓，位于区域中部。地层产状 $355^{\circ} \angle 35^{\circ}$ ，与下伏地层整合接触。

二叠系下统太原组 (P_{1t})：砂岩炭质页岩夹可采煤层，上部夹石灰岩层。灰岩中产：长似纺锤蜓，位于区域中部。

二叠系中统大黄沟群 (P_{2d})：黑灰色、灰绿色砂岩夹粉砂质泥岩及页岩。产：多脉带羊齿，中国瓣轮叶，位于区域中部。

二叠系上统窑沟群 (P_{3yg})：紫红色含砾粗砂岩、砾岩为主、夹薄层砂质泥岩，及灰黑色细砂岩。产：轮叶属、节羊齿未定种，位于区域中部、东北部。地层产状 $7^{\circ} \sim 354^{\circ} \angle 30^{\circ} \sim 35^{\circ}$ 。与下伏地层角度不整合接触。

三叠系中下统 (T_{1-2})：紫灰色、浅绿灰色含砾粗砂岩。斜层理发育、具砂球结构，位于区域东北部。地层产状 $4^{\circ} \sim 356^{\circ} \angle 25^{\circ} \sim 35^{\circ}$ 。与下伏地层角度不整合接触。

白垩系下统新民堡群 (K_{1xm}^a)：上部褐红色泥岩夹黄绿色、灰、兰灰色泥岩、页岩、粉砂岩；下部灰色、淡红色含砾粗砂岩、砂砾岩、砾岩。底为底砾岩，位于区域东南部、西北部。地层产状 $39^{\circ} \sim 86^{\circ} \angle 17^{\circ} \sim 40^{\circ}$ 。与下伏地层角度不整合接触。

2.矿区地层

矿区出露地层有志留系中下统、石炭系、二叠系、第四系。

(1) 志留系:

志留系中下统 (S_{1-2}): 千枚岩。紫红色、灰绿色, 细粒鳞片结构, 千枚状构造, 部分具复理石特征, 位于矿区中部、南部。

(2) 石炭系:

石炭系下统臭牛沟组 (C_{1c}): 灰色中厚层石灰岩。灰、灰白色石英砂岩, 夹薄层粉砂岩和细砂岩及泥质粉砂岩。与下部岩层呈角度不整合接触。天桥湾石灰岩矿体赋存于石炭系下统臭牛沟组, 位于矿区东部、北部、中部。

石炭系上统羊虎沟组 (C_{2y}): 为灰白色粗砂岩, 夹灰黑色薄层泥质粉砂岩, 产动物化石。与下部岩层呈假整合接触, 位于矿区西北部。

(3) 二叠系:

二叠系下统太原组 (P_{1t}): 为灰白色细砂岩、粗砂岩、细砾岩。产动、植物化石。与下部岩层整合接触, 位于矿区西北部。

(4) 第四系:

第四系全新统 (Q_4): 为为残积、坡积砾石层, 冲积、洪积砂砾石层和砂土层, 位于矿区西北部。

2.3.2 地质构造

1.区域地质构造

本区在大地构造上柴达木华北板块 (III) - 祁连早古生代造山带

(III-2)-河西走廊新生代盆地(III-2-1)。区域内褶皱断裂比较发育,主要由一系列近北西西向的褶皱轴线和断裂构造线组合而成,并伴生有北北东和北北西向两组扭断裂以及派生出北东东向褶皱轴线。

区域内共有 5 个断层, F1、F2、F3、F5 为正断层, F4 为平移断层。其中只有 F1 正断层横跨整个矿区。

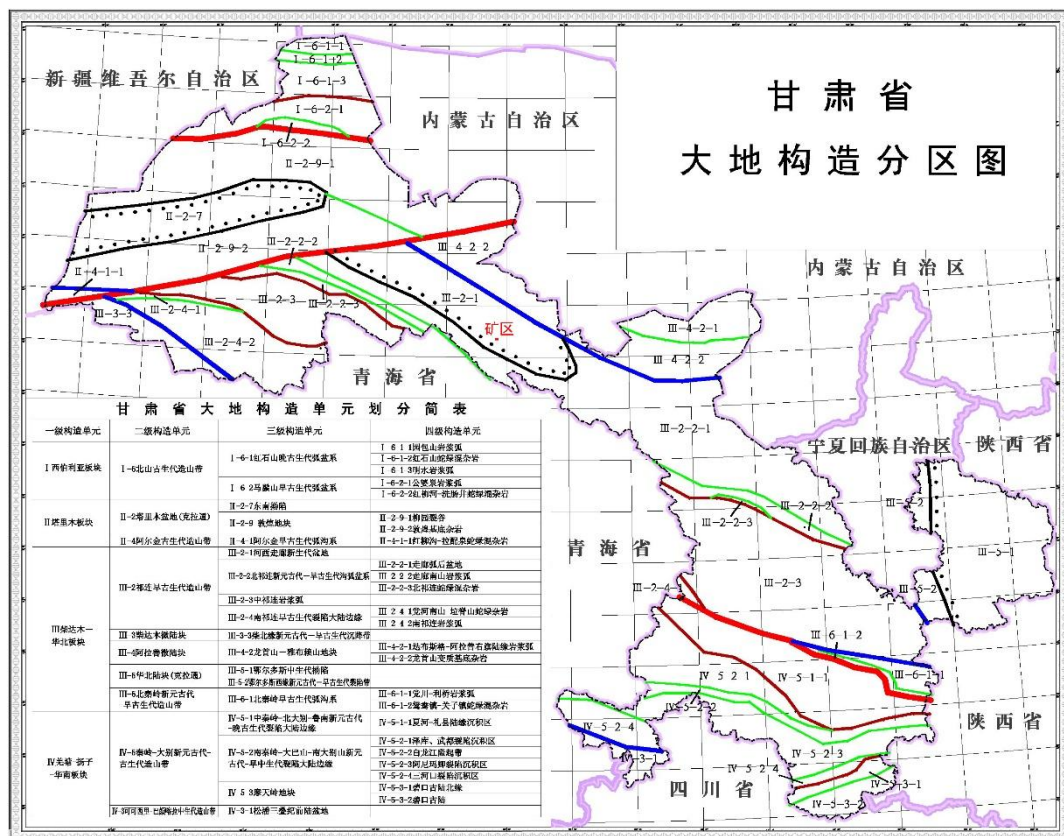


图 2-4 甘肃省大地构造分区图

2. 矿区地质构造

矿区内发育有一实测正断层, 断层线走向约 108° , 倾向北东方向, 断面倾角 50° , 在区内长约 0.7km。

矿区局部可见小褶皱和裂隙比较发育。

褶皱总体呈近东西向展布, 与矿区构造线方向一致, 翼部岩层倾角较陡, 普遍在 40° - 60° 之间, 局部因构造挤压作用可达 70° 以上。

裂隙以大角度“X”形共轭节理为主，节理走向与矿区构造线大致平行或呈小角度相交，节理面倾角普遍较陡，多在 60° - 85° 之间；同时发育少量顺层裂隙，与岩层层面方向一致。基岩内裂隙密度较小，间距多为 0.5-1.5m，裂隙张开度 5-20mm，多被泥质、碎石充填。



图 2-5 褶皱

2.3.3 变质作用及围岩蚀变

1. 变质作用

整体变质程度低，原岩沉积特征保留完好，未发生强烈变质改造，矿石质量稳定，满足水泥用灰岩工业指标要求。

(1) 主体变质类型

区域低温动力变质（绿片岩相低绿片岩亚相），温压条件为 $200 - 350^{\circ}\text{C}$ 、 $0.2 - 0.6\text{GPa}$ ，以构造挤压动压力为主、中低温地热为辅，化学流体影响弱。

矿物与结构变化：方解石轻微重结晶，泥质夹层见绢云母化；岩

石保留细晶—微晶结构与清晰层理，局部轻微片理化/劈理化。

（2）局部变质现象

断裂带发育小规模碎裂，伴方解石微重结晶，影响范围有限。

2.围岩蚀变

围岩蚀变以低温、低压型区域变质蚀变为主；蚀变强度弱、分带性不明显，与区域构造演化背景一致，未对灰岩矿体的工业利用造成负面影响。

（1）主要蚀变类型

绢云母化：仅发育于矿体夹层及围岩（石炭系臭牛沟组）的泥质粉砂岩层中，是泥质矿物在区域低温动力变质条件下的转变产物，蚀变范围局限，不影响灰岩矿体质量。

方解石轻微重结晶：矿体及围岩中的方解石颗粒在构造挤压和中低温条件下发生微弱重结晶。

（2）局部蚀变现象

矿区断裂带附近可见碎裂岩化伴生的微量硅化，为断裂活动中岩石碎屑胶结所致，蚀变规模小、分布零散，无工业意义。

2.3.4 水文地质

1.概述

矿区海拔 2340 米~2023 米，相对高差小于 500 米，属低中山区。矿区山坡坡度大，区内无常年地表径流水。核实工作完成 1: 2000 水文地质正测 0.9758km²，完成简易水文观测 4 孔，4 个孔均漏水，漏水原因为裂隙发育，岩石破碎，成为强导水通道，钻孔连通即快速漏

水。

2.岩（矿）层的富水性

矿区岩矿层富水性差，整体属裂隙充水为主的简单型水文地质条件。以下按岩性分层说明：

（1）第四系松散岩类孔隙透水不含水层

分布：沟谷阶地，厚度 3~15m，以砂卵石、碎石土为主，富水性差，为透水不含水层。

（2）灰岩岩溶—裂隙透水不含水层（矿体层）

岩性：石炭系灰岩，致密，裂隙多发育，富水性差，为透水不含水层。控制因素：裂隙发育程度与连通性起主导作用，岩溶作用影响有限。

3.底板裂隙隔水层

底板：泥质粉砂岩、石英砂岩，致密，富水性差，构成有效隔水边界。作用：阻断垂向补给，大幅降低矿坑涌水风险。

4.地下水动态特征及其补给、径流、排泄

（1）动态特征

根据《肃南裕固族自治县天瑞源矿业有限责任公司天桥湾石灰岩矿矿山地质环境保护与土地复垦方案》可知：地下水埋深为 3~60m，总体呈现沟谷浅、山坡深的分布特征。地下水呈季节性动态，水位年内变幅 1~3m，雨季（6~9 月）水位抬升，枯季回落，年际变幅小。水化学类型稳定，为 HCO_3^- - Ca^{2+} 型，矿化度 0.3~0.5g/L，pH 值 7.5~8.5，无腐蚀性。

（2）补给—径流—排泄

补给：大气降水入渗占比约 70%（雨季集中入渗），季节性冰雪融水占比约 20%，灰岩裂隙水侧向补给占比约 10%；无地表水、老窑水直接补给。

径流：第四系孔隙水沿沟谷缓慢径流；灰岩裂隙水因裂隙闭合，径流短缓。

排泄：以径流排泄为主，地下水向沟谷汇集形成泉或散流，最终汇入梨园河；蒸发排泄为次要方式；矿山排水人工排泄占比小，对区域水文系统扰动有限。

5.矿床充水因素分析

（1）大气降水对矿坑充水的影响：矿区地处高原高寒地带，全境属大陆性高原高寒半湿润气候。年降水不均匀，雨水多集中于七、八、九三个月，年降水量 350~450mm，年平均气温 1℃。大气降水和灰岩裂隙水为矿区最主要的充水水源，一般是通过由透水性较好的冲积、坡积层及裂隙水构成地下水的通道，进入矿坑。

（2）地表水对矿坑的影响：区内无常年性地表水，在雨季，冲沟中在暴雨后有短暂水流，瞬时即下渗、蒸发和流出区外。地表水对矿区矿体的开采威胁较小。

（3）地下水对矿坑的影响：在勘探深度内未见地下水，均为透水不含水层，所以地下水对矿坑无影响。

6.主要水文地质问题

降雨时，大气降水和灰岩裂隙水通过由透水性较好的冲积、坡积

层及裂隙水构成地下水的通道，进入矿坑，造成矿坑积水严重，建议做好矿坑排水措施。

7.供水水源评价

矿区供水来自康乐镇，位于矿区北东方向约 20km 处，康乐镇水源以第四系松散岩类孔隙潜水为主，由祁连山融雪水、大气降水补给，集镇现有供水系统日供水能力 $\geq 500\text{m}^3/\text{d}$ ，可外供余量充足。

8.采场汇水面积

矿区拟采用露天开采方式，露天采坑充水主要为大气降入渗。露天开采采场汇水量用水均衡法计算。

大气降水是未来露天开采采区的主要充水来源，根据采区充水因素及边界条件，采用水均衡法计算露天采坑大气降水直接汇入量。

未来采区大气降水的汇入量：

$$Q=F \cdot X \cdot \Phi$$

上式中：

Q-为正常降雨径流汇水量或暴雨径流汇水量；

F-为未来露天采场及外围补给区汇水面积；

X-为降水量，分别取历年雨季日平均、日最大、小时最大降水量；

Φ -为地表径流系数；

露天采矿影响采场汇水量的地表径流系数（ Φ ）的确定，是依据岩性、裂隙发育程度等因素选取合理的经验值（表 2-2）。

表 2-2 地表径流系数经验值一览表

岩土类别	地表径流系数（ Φ ）
------	------------------

重粘土、页岩	0.9
轻粘土、凝灰岩、砂页岩、玄武岩、花岗岩表土砂岩、	0.8~0.9
石灰岩、黄土、亚粘土	0.6~0.8
亚粘土、大孔性黄土	0.6~0.7
粉砂	0.2~0.5
细砂、中砂	0~0.2
粗砂、砾石	0~0.4
坑内排土场、以土壤为主者	0.2~0.4
坑内排土场、以岩石为主者	0~0.2

注：
1、本表内数值适用于暴雨径流量计算，对正常降雨量计算应将表中数值减去 0.1~0.2；
2、表土指腐殖土，表中未包括的岩石则按类似岩土性质采用；
3、当岩石有少量裂隙时，表中数值减去 0.1~0.2，中等裂隙减去 0.2，裂隙发育减去 0.3~0.4；
4、当表土、粘性土壤中含砂时，按其含量适当将表中地表径流系数减去 0.1~0.2。

未来露天采场及外围补给区雨水补给地表径流系数为：在正常降雨量计算时， $\Phi_{正常}=0.7-0.2$ （注 3） -0.2 （注 1） $=0.3$ 。在暴雨径流量计算时， $\Phi_{暴雨}=0.7-0.2$ （注 3） $=0.5$ 。

一般矿区采场径流量计算中可按雨季平均降水量作为正常降水量。矿区露天采区径流量计算参数详见表 2-3。

表 2-3 未来露天采区汇水量计算参数表

项目	单位	计算参数	备注
雨季正常降水量	mm/d	1.96	收集资料（肃南县气象局气候公报）
日最大降水量	mm/d	19.5	收集资料（肃南县政府官网）
小时最大降水量	mm/h	20	收集资料（肃南县政府官网）
露天采场及外围补给汇水面积（F）	km ²	1.384	露天开采境界面积及根据境界以外的地形、分水岭、径流汇水范围求得的面积

未来露天采场及外围补给区汇水量是依据地形地貌、地表分水岭及地表水排泄方向和露天采坑范围建立模型进行预测，矿区露天采场及外围补给区雨季正常汇水量为 813.792m³/d，日最大汇水量为 13494m³/d，小时最大汇水量为 13840m³/h，详见表 2-4。

区内地形有利于雨水自然排泄。

表 2-4 未来露天采场汇水量计算表

降水类型	单位	汇水量 Q
雨季正常降水量	m ³ /d	813.792
日最大降水量	m ³ /d	34600
小时最大降水量	m ³ /h	17369.2

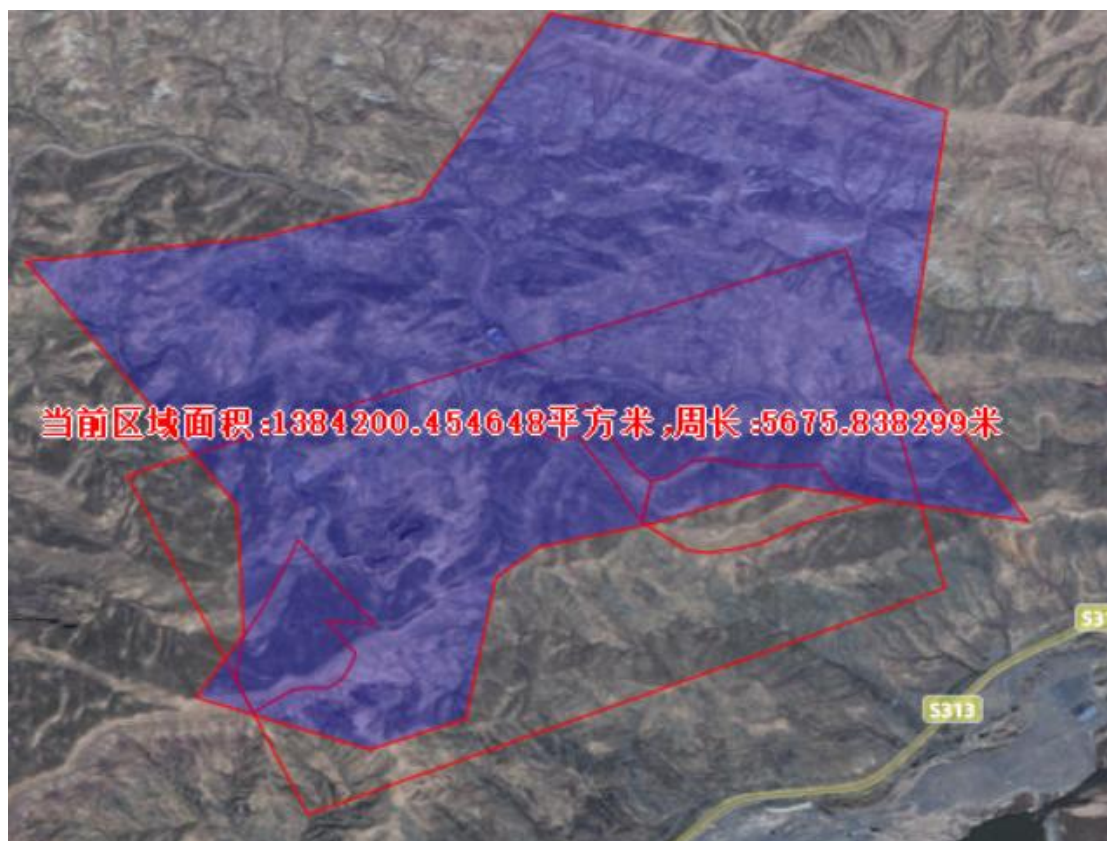


图 2-6 汇水面积示意图

综上所述，矿床开采在暴雨天气应注意加强排水，修建排水沟，防止地表暂时性的径流、地表洪水贯入露天采场，同时要配备防洪排水设施，保证矿山露天开采的安全。

9.水文地质勘查类型

矿区地质构造复杂程度为简单，矿区矿体位于侵蚀基准面以上，附近无地表水体，主要充水含水层的补给条件差，矿区有第四系覆盖，厚度约为 1~2.8m，且为透水不含水层，石灰岩矿层为岩溶—裂隙透

水不含水层。依据《矿区水文地质工程地质勘查规范》(GB/T 12719-2021)的水文地质勘查类型划分条件按“就高不就低”的原则，确定勘探区水文地质勘查类型应为“二类一型”，即以基岩类裂隙含水层为主，水文地质条件简单型矿床。

2.3.5 工程地质

1.工程地质岩组划分

矿区工程地质岩组主要分为志留系中下统 (S_{1-2}) 千枚岩坚硬岩组；石炭系下统臭牛沟组 (C_{1c}) 石英砂岩、泥质粉砂岩、粗砂岩、石灰岩坚硬岩组；石炭系上统羊虎沟组 (C_{2y}) 粗砂岩、泥质粉砂岩坚硬岩组；二叠系下统太原组 (P_{1t}) 粗砂岩、细砂岩、细砾岩坚硬岩组；第四系全新统 (Q_4) 为残积、坡积砾石层、冲积、洪积砂砾石层和砂土层软弱岩组。

2.岩组工程地质特征

石炭系下统臭牛沟组 (C_{1c}) 石灰岩：深灰~灰黑色，薄层状，具均匀层理，参差状断口，RQD 值为 35.39~52.27%，岩石等级 II-III 级，岩石质量为中等-良，岩体完整性为差-中等完整。岩石强度中等，属较稳固矿体。

石炭系下统臭牛沟组 (C_{1c}) 细粒砂岩：灰白色，厚层状，均匀层理，RQD 值为 56.8%~65.64%，岩石等级为 III 级，岩石质量为中等，岩体完整性为中等完整，岩石强度中等，属于较稳固围岩。

3.工程地质勘查类型

矿区岩性较简单，地质构造较发育，矿体及矿体底板岩石力学强

度中等，大多属较硬岩类，岩体质量等级基本为Ⅱ～Ⅲ级，岩体质量中等-良，不易发生工程地质问题。依据《矿区水文地质工程地质地质勘查规范》(GB/T12719-2021)，本区的工程地质勘查类型为四类二型，即以层状岩类为主的工程地质勘查复杂程度中等型。

2.3.6 环境地质条件

1. 区域稳定性

矿区区域稳定性整体中等，属构造相对稳定区，主要风险为局部构造破碎带失稳、季节性降雨诱发边坡滑塌及采矿扰动增强次生灾害，地震风险可控。

大地构造：位于祁连山北麓褶皱带，区域断裂以压性为主，活动微弱；矿区内断层、节理多为非活动性构造，无全新世活动断裂穿切。

地震风险：地震烈度Ⅷ级，基本地震加速度值 0.2g，地震动反应谱特征周期 0.45s。2008 年 10 月 15 日，大河乡石灰关脑（北纬 39° 04′，东经 99° 12′）曾发生 4.2 级地震，震源深度约 10km，造成局部房屋轻微裂缝。该区地震活动以中小地震（ $M \leq 5.5$ ）为主，频度中等、强度中等。矿区受外围地震影响为主，直接发震风险较低，地震风险为中等-较低。矿山工程应按Ⅶ度进行抗震设防，重点防范地震作用引发的边坡失稳、崩塌等次生地质灾害。

2 矿山地质环境现状

(1) 基础环境概况

矿区位于肃南县祁连山北麓，面积 97.58hm²，以天然牧草地为主，含少量采矿用地与农村道路。属祁连山北麓褶皱带，灰岩为主，局部

构造破碎；抗震设防烈度Ⅶ度，无全新世活动断裂；地下水以灰岩裂隙水为主，第四系松散层水为辅，水量小、补给弱。矿山露天开采，年产能约 30 万吨，采用分台阶开采。

（2）主要地质环境问题与现状

①地质灾害（中等风险）

现状：边坡稳定性一般，坡角 $<60^{\circ}$ 区域雨季偶发小型滑塌；构造破碎带岩体完整性差，爆破易引发局部岩块崩落；第四系松散层雨季有溜塌风险。

风险范围：集中在采场边坡、破碎带、排土场周边及沟谷内，未发生重大灾害。

②土地与植被损毁（局部明显）

损毁类型：采场开挖、拟建 2 号排土场压占、道路建设导致天然牧草地局部损毁，土壤以高山草甸土为主，破坏后恢复周期约 3~5 年。

③地下水环境（无扰动）

现状：采矿未影响周边水源地与牧民饮水。

④地质环境质量（整体中等）

岩体质量：主体灰岩 RQD 值为 35.39~52.27%；土壤以高山草甸土为主，pH 中性，重金属含量低。

污染物：无工业废水排放，粉尘经洒水降尘控制，未造成土壤与地下水污染。

（3）治理与复垦进展

治理措施：采场边坡分级开挖、截排水系统；排土场植被恢复。

复垦计划：生产期同步复垦，目标恢复天然牧草地功能。

监测体系：建立边坡位移、地下水位、水质监测点，雨季加密巡查，无异常预警。

3.矿山开采对地质环境的影响

矿山露天开采对地质环境的影响以局部扰动为主，整体可控，核心影响集中在地质灾害诱发、土地植被损毁两方面，同时伴随一定程度的粉尘与噪声污染，具体影响如下：

(1) 对地质灾害的诱发与加剧影响

①边坡失稳风险提升

露天采场高陡边坡开挖破坏了岩体原始应力平衡，爆破作业进一步诱发新裂隙，降低围岩完整性；雨季降水入渗软化岩体，易引发小型滑塌、岩块崩落，尤其构造破碎带区域，失稳概率显著高于完整岩体。排土场堆载改变原有地形，若堆置坡度不合理或未设挡墙，可能发生局部溜塌。

②泥石流洪水灾害

现有排土场地形平缓，相对高差约 10m，有两条排泄通道。一条位于办公生活区北侧约 650m 处，呈 S 型展布；另一条位于西侧约 1.3km 处，亦呈 S 型，二者物源均较远。雨季条件下，现有排土场不易形成泥石流。

拟建 2 号排土场地处两山之间沟谷，上游为山脊，沟谷长约 180m、宽约 60m、深约 30m，无其他汇水通道，泥石流形成条件不利，不易

发生泥石流灾害。

③地震次生影响放大

矿区抗震设防烈度Ⅶ度，开采形成的临空面与岩体裂隙，会在遭遇区域小震时，放大局部岩体震动效应，增加破碎带岩块坠落风险，但不会引发区域性地质灾害。

（2）对土地与植被的损毁影响

①土地资源占用与损毁

开采活动直接占用天然牧草地，主要为采场开挖、排土场压占及矿山道路建设；损毁土地类型以轻度侵度的高山草甸土地为主，表层土壤结构破坏，肥力下降，自然恢复周期需 3~5 年。

②植被破坏与生态扰动

矿区植被以耐旱草本为主，开采损毁的植被短期内难以自然恢复，局部地表裸露易加剧水土流失；排土场若未及时覆土绿化，大风天气易产生扬尘，进一步影响周边植被生长。但因损毁范围局限于矿权边界内，未对区域生态系统造成整体性破坏。

（3）其他环境影响

①粉尘与噪声污染

爆破、破碎、运输环节产生粉尘，若降尘措施不到位，会沉降污染周边土壤与植被；开采设备运行与爆破产生的噪声，对区域野生动物活动有短期干扰，但因矿区远离居民区，无居民噪声污染纠纷。

②地形地貌改变

露天开采改变了局部地形，形成人工采空区与排土场，但通过后

期复垦绿化，可逐步恢复，对区域地貌景观的长期影响较小。

4.地质环境质量

矿区地质环境质量中等偏优，整体稳定可控，局部存在地质灾害、植被损毁等轻微问题，经针对性治理后可维持良好状态，满足矿山绿色开采要求。

2.3.7 矿床地质特征

1.矿体特征

根据《核实报告》可知：在矿区范围圈出两条石灰岩矿体，均赋存于石炭系下统臭牛沟组，其顶板为泥质粉砂岩，底板为泥质粉砂岩，有时夹石英砂岩。二者与矿体均呈整合接触。矿体石灰岩呈薄层状产出。

I号矿体，位于矿区西部，矿体呈薄层状产出，控制长度约200m，倾向延伸100m，真厚度12.72~26.39m，平均真厚度18.61m，厚度变化系数30.85%。CaO品位45.04%~53.8%，平均品位为49.71%，品位变化系数4.36%；MgO品位0.415%~2.24%，平均品位为0.91%，品位变化系数48.00%；K₂O品位0.026~0.171%，平均品位为0.09%，品位变化系数37.18%；Na₂O品位0.004~0.111%，平均品位为0.065%，品位变化系数29.27%，产状350~355°∠30~35°。矿体南西厚度较大，向北东厚度变小。

II号矿体，位于矿区东南部，矿体呈薄层状产出，控制长度约600m，倾向延伸275m，真厚度4.14~19.69m，平均真厚度12.63m，厚度变化系数40.84%。CaO品位45.16~53.45%，平均品位为50.16%，

品位变化系数 5.2%；MgO 品位 0.361%~1.68%，平均品位为 0.69%，品位变化系数 34.61%；K₂O 品位 0.023~0.391%，平均品位为 0.10%，品位变化系数 65.72%；Na₂O 品位 0.013~0.139%，平均品位为 0.06%，品位变化系数 40.26%，产状 343~30° ∠42~49°。矿体南东厚度较大，向北西厚度变小。

2. 矿石类型及品级

矿区内的石灰岩矿石按照自然类型划分为细晶石灰岩，矿石呈细晶结构，薄层状构造，灰色-灰白色。

矿区内的石灰岩矿石按照用途划分为水泥用灰岩，根据基本分析样结果，矿体平均品位如下：I 号矿体 CaO 品位 51.4%，MgO 品位 0.52%，K₂O 品位 0.06%，Na₂O 品位 0.05%，故 I 号矿体为水泥用石灰岩一级品；II 号矿体 CaO 品位 50.16%，MgO 品位 0.69%，K₂O 品位 0.1%，Na₂O 品位 0.06%，故 II 号矿体为水泥用石灰岩一级品。

3. 矿石物质组成

石灰岩呈灰色，粒状结构，块状构造。滴稀盐酸迅速起泡。薄片矿物用茜素红染色呈粉红色。矿石矿物成分比较简单，主要由碳酸盐和石英组成，矿石中见微量褐铁矿、闪锌矿、黄铁矿。矿物组合：碳酸盐（94-98%）+石英（1-5%）+不透明矿物（1%）。

4. 矿石化学成分

矿石化学成份比较复杂，钙、硅含量比较高，其中 CaO 平均含量 51.44%，SiO₂ 平均含量 3.96%，Al₂O₃ 平均含量 0.595%，Fe₂O₃ 平均含量 0.72%，FeO 含量 0.66%，MgO 含量小于 3%，K₂O+Na₂O 含

量小于 0.6%， P_2O_5 含量未超过 0.8%。从组合分析结果来看，硅、铝含量较高， Al_2O_3 含量 0.312%-0.948%， SiO_2 含量 2.67%-6.24%。 SO_3 (10^{-9}) 未超过 0.5%。有害组分高 MgO、 K_2O+Na_2O 、S、P 含量未影响原料利用。

5. 矿石物理性能

石灰岩矿体，深灰~灰黑色，薄层状，具均匀层理，参差状断口，RQD 值为 35.39%-52.27%，岩石等级 II-III 级，岩石质量为中等-良，岩体完整性为差-中等完整。岩石强度中等，属较稳固矿体。

I 号矿体块体密度 $2.67t/m^3$ ，含水率 0.1%，吸水率 0.19%，饱和单轴抗压强度 71.25MPa-74.51MPa，天然抗拉强度 5.89MPa-5.94MPa，软化系数 0.77-0.78。

II 号矿体块体密度 $2.68t/m^3$ ，含水率 0.15%，吸水率 0.14%，饱和单轴抗压强度 49.66MPa-68.93MPa，天然抗拉强度 6.06MPa-6.66MPa，软化系数 0.66-0.87。

2.4 矿区土地利用现状

2.4.1 土地利用类型

甘肃省肃南裕固族自治县天瑞源矿业有限责任公司天桥湾石灰岩矿矿区面积为 97.5811hm²，项目区范围主要涉及矿区道路、办公生活区、油库、危废库、排土场、采场、拟建 2 号排土场及拟建矿区道路。其中部分矿区道路、办公生活区及油库位于矿区范围外。

土地利用类型为天然牧草地、采矿用地及农村道路，开采涉及草地，建议业主尽快办理占用草地手续。矿区内土地利用现状地类及面积详见表 2-3、矿区外土地利用现状地类及面积详见表 2-4。

表 2-3 采矿权范围内土地利用现状类型结构表

土地权属	一级地类		二级地类		面积 (hm ²)	比例 (%)
大河乡	04	草地	0401	天然牧草地	85.7077	87.7
	06	工矿仓储用地	0602	采矿用地	11.0087	11.41
	10	交通运输用地	1006	农村道路	0.8647	0.89
合计					97.5811	100

表 2-4 采矿权范围外土地利用现状结构表

土地权属	一级地类		二级地类		面积 (hm ²)	比例 (%)
大河乡	04	草地	0401	天然牧草地	0.0020	1.17
	06	工矿仓储用地	0602	采矿用地	0.0331	19.76
	10	交通运输用地	1006	农村道路	0.1326	79.07
合计					0.1677	100

表 2-5 已损毁土地利用现状统计表

序号	损毁土地范围	损毁类型	损毁土地类型		面积 (m ²)	小计 (hm ²)	备注
			编码	名称			
1	办公生活区	压占	0602	采矿用地	325.01	0.0325	
2	危废库	压占	0602	采矿用地	57.84	0.0058	位于已有采空区中
3	油库	压占	0602	采矿用地	6.35	0.0026	

			0401	天然牧草地	19.69		
4	排土场	压占	0602	采矿用地	5229	0.5229	位于已有采空区中
5	矿区道路	压占	0602	采矿用地	11962.38	1.9593	部分道路位于已有采空区中
			0401	天然牧草地	1772.83		
			1006	农村道路	5857.5		
6	已有采空区 其余部分	挖损	0602	采矿用地	87533.16	11.0248	不包含采空区 矿山道路、排 土场和危废库
			0401	天然牧草地	22714.93		
合计					135478.69	13.5479	

2.4.2 土地权属状况及矿区基本农田情况

根据肃南县自然资源局提供的第三次全国土地调查数据，矿区土地所有权属大河乡国有土地，土地使用权属肃南裕固族自治县天瑞源矿业有限责任公司天桥湾石灰岩矿，权属明晰，界限分明，无争议。本项目开发地面建设工程项目不存在征用或租用基本农田现象。

表 2-5 矿山土地利用权属表

权属		地类及面积 (hm ²)			
		04 草地	06 工矿仓储用地	10 交通运输用地	合计 (hm ²)
		0401	0602	1006	
		天然牧草地	采矿用地	农村道路	
甘肃省肃南裕固族自治县	大河乡	85.7097	11.0418	0.9973	97.7488

2.5 矿区生态状况

2.5.1 生态本底与功能定位

根据肃南县自然资源局提供的协查文件，矿区不在甘肃省祁连山国家级自然保护区及祁连山国家公园张掖分局范围内。

矿区属浅切割低中山区，海拔 2338m~1980m，区内山势陡峻，局部地段发育陡崖，地形起伏较大，绝对高差 358m。

2.5.2 生态系统类型、面积与空间分布

根据肃南县自然资源局提供的矿权范围及周边土地利用现状图（2024 年变更数据），并参照《土地利用现状分类》（GB/T21010-2017）二级地类分类、国土变更调查技术规程（2024 年度适用），矿区生态系统类型及面积统计如下：

表 2-6 矿山生态系统类型及面积统计表

生态系统类型	二级地类		面积 (hm ²)	占比 (%)	空间分布特征
	编码	名称			
草原生态系统-草地	0401	天然 牧草地	85.7097	87.68	2000m 以下的丘陵地带，植被属荒漠类型，覆盖度为 20%~30%；海拔 2000m 以上的土石山地的阴坡，属于草原植被，以沙蓬、短花针茅、红砂、合头草为主，覆盖度小于 20%
人工设施生态系统- 工矿仓储用地和交通 运输用地	1006	采矿用 地	11.0418	11.30	
	602	农村道 路	0.9973	1.02	
合计			97.7488	100.00	

2.5.3 生物多样性状况

1. 植被

植被以荒漠草原为主，植物以耐寒的藜科、菊科、柽柳科、禾本科为主。植被分布因地形地貌的不同而呈现差异。2000m 以下的丘陵地带，植被属荒漠类型，覆盖度为 20%~30%，海拔 2000m 以上的土石山地的阴坡，属于草原植被，以沙蓬、短花针茅、红砂、合头草为主，覆盖度小于 20%（图 2-2）。

建群种：沙蓬、短花针茅、红砂、合头草等，2000m 以下的丘陵地带，覆盖度为 20%~30%，海拔 2000m 以上的土石山地的阴坡，

覆盖度小于 20%，平均生物量约为 90g/m²。

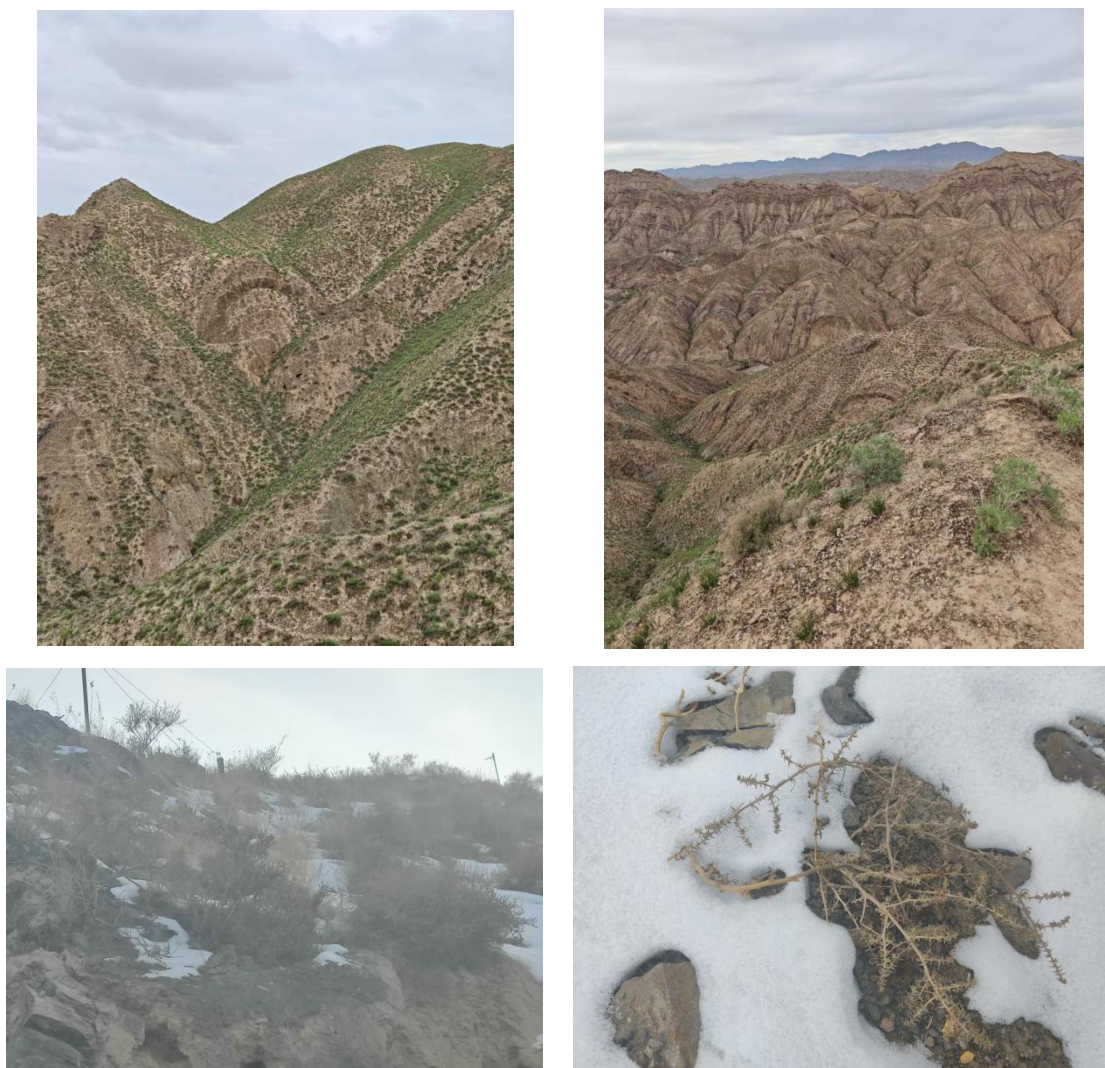


图 2-2 植被

2.动物

兽类：在矿区范围内偶然发现国家 II 级重点保护野生动物岩羊活动踪迹。

2.5.3 生态敏感区叠加情况

根据肃南县自然资源局提供的协查文件，矿区不在森林公园、风景名胜区、张掖丹霞国家地质公园、沙化土地封禁保护区等其他各类自然保护地内，不涉及湿地、林地、基本草原，不属于重要河流河道管理范围，不涉及集中式饮用水水源保护区范围。

2.5.4 已损毁土地生态状况情况

采空区位于矿区中北部，破坏土地类型为采矿用地和天然牧草地，目前该区域草地遭受破坏，今后生态修复可通过覆土、播撒草籽等措施恢复。

2.6 矿山及周边其他人类重大工程活动

矿区位于肃南县城 60°方向直距约 30km，白银乡 256°方向直距约 10km 处，周围无居民聚居区。矿区距离张肃公路约 2.5km，周边亦无重要交通干线、能源水利设施。周边人类工程活动主要为肃南裕固族自治县西宇矿业有限责任公司皂矾沟石灰石矿和张掖祁连山水泥有限公司皂矾沟西水泥用石灰岩矿。相邻矿权位置见图 1-2。本方案修复、治理的措施为地貌重塑、土壤重构和植被重建，皆在矿区范围内及矿区周边，与其他矿山无关，故周边人类工程活动对矿区修复、治理的措施无影响。

2.7 矿区生态修复工作情况

2.7.1 以往生态修复情况及取得成效

肃南裕固族自治县天瑞源矿业有限责任公司天桥湾石灰岩矿是已建矿山，截至 2025 年 6 月，该矿山采取“边开采、边治理”规划开采治理相结合的矿山治理模式，现已对停用排土场进行了恢复治理，植被恢复面积 0.01198km²（1.20hm²），修筑铅丝石笼挡墙四段共计 244 米。

2025 年 6 月矿山企业委托甘肃地质工程勘察院有限责任公司编制了《肃南裕固族自治县天瑞源矿业有限责任公司天桥湾石灰岩矿矿

山地质环境保护与土地复垦方案》，方案具体内容如下：

1.方案服务年限

方案编制年限为 9.5 年（含 3 年恢复治理期及管护期）即自 2025 年 6 月至 2034 年 12 月；方案适用年限为 6.5 年，即自 2025 年 6 月至 2031 年 12 月。

2.评估重要程度

矿山地质环境影响评估区面积 1.1725km^2 （ 117.25hm^2 ）。评估区重要程度为较重要区，矿山地质环境影响评估级别为二级。

3.地质环境影响现状评估

现状条件下，地质灾害对矿山地质环境的影响和破坏程度较轻；矿业活动对地下含水层影响和破坏程度较轻；矿业活动对地形地貌景观影响和破坏程度严重；矿业活动对矿区水土环境污染的影响和破坏程度较轻。

4.地质环境影响预测评估

地质灾害对矿山地质环境的影响和破坏程度较轻；矿业活动对地下含水层影响和破坏程度较轻；矿业活动对地形地貌景观影响和破坏程度严重；矿业活动对矿区水土环境污染的影响和破坏程度较轻。

5.防治分区

根据矿山地质环境保护恢复治理分区原则及方法将矿区划分为矿山地质环境重点防治区、次重点防治区和一般防治区三个区,其中重点防治区面积为 23.1394hm^2 ,次重点防治区面积为 1.0930hm^2 ,一般防治区面积为 93.0157hm^2 。

6..复垦面积

矿山复垦区面积 24.4324hm²，复垦面积 24.4324hm²，土地复垦率 100%。

7.主要工程内容

边生产边治理期（2025 年 6 月~2030 年 12 月）工程：清除崩塌体的危岩、浮石；因排土场现状条件下位于开矿权外围，应尽快将排土场进行回复，并在外围布设铅丝石笼；对开采过程中土地资源压占、破坏进行监测，避免扩大对土地资源的破坏，并对采场边坡的稳定状况及区内降雨状况进行监测。

闭坑后治理期（2031 年 12 月~2034 年 12 月）工程:对矿山生态环境全面恢复治理重建，将采场采坑进行整平；将矿区所内建筑进行拆除，平整场地，覆土。

8.复垦费用

矿山地质环境保护与土地复垦方案矿山服务期内总投资费用费 118.05 万元，其中矿山地质环境保护费用 30.53 万元，土地复垦费用 88.02 万元。

9.落实情况

由于执行方案时间太短，故未完成方案的工程措施，仅消除不稳定斜坡 X1。



图 2-6 已治理排土场

2.7.2 存在问题与积累经验

2025 年 6 月之前对排土场恢复治理措施为覆土种树，该措施与矿山周边景观不协调且恢复难度较大；上期方案将所有损毁区域皆恢复为其他草地，与原地类不符。在本次方案中恢复为天然牧草地。

3 问题识别与受损预测

矿山地质环境、土地资源、生态环境调查范围应包括拟申请矿权范围和矿业活动影响范围。本次工作以收集和分析调查区已有的区域地质、工程地质、水文地质、环境地质、地质灾害、生态环境、土壤、土地利用现状、土地权属、矿山基本情况、土地损毁及复垦等资料为基础，以野外综合调查为主要手段，调查了评估区的地质环境条件及地质灾害的种类、分布、变化趋势等。

野外工作采用面状调查和路线调查的方法。为了全面了解矿区地质环境、土地资源与生态环境情况，本次调查主要分为地质灾害调查、地形地貌影响调查、含水层影响调查、土地资源调查、水土环境影响调查、水土流失影响调查、植被及生物多样性影响调查等。野外地质灾害调查过程中，积极访问当地政府工作人员以及村民，并以 GPS 卫星定位结合实际地形地物确定点位，采用相机拍摄和编录相结合，调查主要地质灾害的发育和分布状况，调整室内初步设计的调查路线，进一步优化野外调查方法；对含水层影响、水土环境污染、水土流失、植被及生物多样性影响调查分析；地形地貌景观影响调查主要对破坏原始地貌的类型、规模、破坏方式、破坏程度等开展，主要调查场地原始地貌类型，周边景观的协调性等；通过前期收集矿山工程布置图，土地利用现状图等，结合现场调查，对现有采矿单元的损毁地类、损毁面积、损毁程度进行调查分析，为后续复垦提供依据；水土流失、植被破坏、生物多样性退化调查与土地损毁同步进行。

3.1 现状问题

报告编制人员于 2025 年 12 月开展现场调查工作，主要从现场地质灾害、地形地貌景观、含水层破坏，土地的挖损、压占，植被生物多样性退化、水土环境污染和水土流失等方面进行调查，调查范围为拟申请矿权范围及周边可能影响范围，总计 1.2443km²。

3.1.1 地质环境破坏现状评估

1. 地质灾害现状评估

根据国务院令第 394 号《地质灾害防治条例》和国土资源部《地质灾害危险性评估技术要求（试行）》，矿山地质环境影响现状评估中地质灾害包括自然因素或人为活动引发的危害人民生命和财产安全的地质现象，主要包括崩塌、滑坡、泥石流、地面塌陷、地裂缝和地面沉降等与地质作用有关的灾害。

矿区岩性较简单，地质构造较发育，矿体及矿体底板岩石力学强度中等，大多属较硬岩类，岩体质量等级基本为 II~III 级，岩体质量中等-良，不易发生工程地质问题，目前滑坡、崩塌地质灾害不发育。

现有排土场有两条排泄通道，场地地形较为平缓，相对高差约 10m。其中一条排泄通道位于办公生活区北侧约 650m 处，整体呈 S 型展布，物源距离较远；另一条排泄通道位于办公生活区西侧约 1.3km 处，亦呈 S 型形态，物源距离同样较远。雨季期间，现有排土场发生泥石流的可能性较低。拟建 2 号排土场坐落于两座山体之间的沟谷区域，沟谷上游为山脊，沟谷长约 180m、宽约 60m、深度约 30m，汇水面积较小，区域内无其他汇水通道，泥石流形成条件较差，亦不易

发生泥石流灾害。目前泥石流灾害不发育。

矿区为山坡露天开采，无地面塌陷、地面沉降、地裂缝等地质灾害。目前矿山无不稳定斜坡。

综上所述，现状条件下，区内地质灾害不发育，地质灾害对矿山地质环境的影响程度较轻。

2.地形地貌景观破坏现状分析

地形地貌景观破坏指因矿山建设与采矿活动而改变原有的地形条件与地貌特征，造成土地毁坏、山体破损、岩石裸露、植被破坏等现象，致使土地植被景观、天然地质遗迹产生一定的影响或破坏从而使矿山自然景观的观赏性、连续性、完整性、原始性等属性遭受破坏的现象。现状条件下，矿山开采对地形地貌景观的影响和破坏主要表现在各个基础设施建设、排土场、2号排土场、矿区道路及采场对地形地貌景观的影响和破坏。

(1) 办公生活区、油库对地形地貌景观的影响和破坏

已有办公生活区、油库位于矿区范围外北部，办公生活区占地面积 325.01m²，油库占地面积 26.04m²。场地已硬化，建构筑物为砖混结构，改变了原始地貌形态，对原始地貌景观的观赏性、连续性、完整性、原始性造成破坏。现状条件下办公生活区、油库对该地区地形地貌景观的影响程度为“较轻”。



图 3-1 办公生活区

(2) 已有采空区外矿区道路对地形地貌景观的影响和破坏

已有采空区外矿区道路连接已有采空区和办公生活区、油库。该部分矿区道路占地面积 6414.89m^2 ，路面结构层为砂土碎石路面，现状条件下土层结构已被碾压和挖损（矿山道路修建时进行边坡开挖、削坡、填方或半填半挖施工），植被已被破坏，改变了原始地貌形态，对原始地貌景观的观赏性、连续性、完整性、原始性造成破坏。现状条件下矿区道路对矿山地质环境和破坏程度为“较严重”。



图 3-2 矿区道路

(4) 已有采空区及其内的排土场、危废库及矿区道路对地形地貌景观的影响和破坏

已有采空区位于矿区中北部，占地面积 99834.04m²，其中包括已有排土场、危废库、采空区内的矿区道路。矿山开采历史较长，在开采过程中，必须先剥离坡体上部的黄土层，后开采矿体。因此矿山在开采过程中，采场内山体被大面积开挖，同时场内排土场、危废库和矿区道路碾压土层，改变了原始地貌形态，对原始地貌景观的观赏性、连续性、完整性、原始性造成破坏。现状条件下已有采空区对矿山地质环境影响和破坏程度为“严重”。



图 3-3 已有排土场



图 3-4 已有采空区

现状矿山开采对地形地貌景观影响程度评估表见表 3-1:

表 3-1 现状矿山开采对地形地貌景观影响评估表

分区	单元名称	面积 (hm ²)	对地形地貌影响和破坏程度分项评价				影响程度
			连续性	观赏性	完整性	原始性	
较轻区	办公生活区	0.0325	较轻	较轻	较轻	较轻	较轻
	油库	0.0026	较轻	较轻	较轻	较轻	较轻

表 3-1 现状矿山开采对地形地貌景观影响评估表

分区	单元名称	面积 (hm ²)	对地形地貌影响和破坏程度分项评价				影响程度
			连续性	观赏性	完整性	原始性	
较严重区	已有采空区外的矿区道路	0.6415	较严重	较严重	较严重	较严重	较严重
严重区	已有采空区（包含采空区内的排土场、危废库和矿区道路）	9.9834	严重	严重	严重	严重	严重

3.含水层破坏现状分析

矿区整体属裂隙充水为主，基岩裂隙含水层富水性弱，为透水不含水层。大气降水为主要补给，矿区矿体位于侵蚀基准面以上，附近无地表水体，顶底板隔水层阻断垂向补给，补给条件差。因此矿山开采对含水层影响和破坏较轻。

综上所述，现状条件下对地下含水层的影响和破坏程度较轻。

3.1.2 土地挖损、压占损毁现状分析

我单位技术人员结合土地利用现状图，对矿区内已挖损和压占土地资源进行了详细的调查和统计。土地损毁主要为构筑物、已有排土场、已有矿区道路的压占及已有采空区的挖损。

该工程项目在采矿生产过程中对土地的损毁形式为挖损和压占，根据类似工程的土地损毁程度调查情况，参考水土保持、地质灾害评估等学科的实际经验数据，目前较公认采用的标准如下：

（1）土地挖损损毁程度等级标准

挖损土地损毁程度主要采用挖损深度、挖损面积两项指标进行评价（表 3-2）。两项因子指标中有一项满足即判为该等级。

表 3-2 挖损土地损毁程度评价因素及等级标准表

评价因素	评价因子	评价等级		
		轻度损毁	中度损毁	重度损毁
地表挖损	挖损深度 (m)	<2.0	2.0~5.0	>5.0
	挖损面积 (hm ²)	<1.0	1.0~10.0	>10.0

(2) 压占土地损毁程度等级标准

压占土地损毁程度等级采用压占面积和堆填高度两项指标进行评价 (表 3-3)。两项因子指标中有一项满足即判为该等级。

表 3-3 压占土地损毁程度评价因素及等级标准表

评价因素	评价因子	评价等级		
		轻度损毁	中度损毁	重度损毁
地表压占	压占面积 (hm ²)	<1.0	1.0~10.0	>10.0
	堆填高度 (m)	<5.0	5.0~10.0	>10.0

因为矿区道路的损毁类型为压占和挖损, 故将已有采空区外的矿区道路划分为中度损毁。已损毁土地利用现状见下表:

表 3-4 已损毁土地利用现状统计表

序号	损毁土地范围	损毁类型	损毁土地类型		面积 (m ²)	小计 (hm ²)	损毁程度
			编码	名称			
1	办公生活区	压占	0602	采矿用地	325.01	0.0325	轻度
2	油库	压占	0602	采矿用地	6.35	0.0026	轻度
			0401	天然牧草地	19.69		
3	已有采空区外的矿区道路	压占、挖损	0602	采矿用地	24.24	0.6415	中度
			0401	天然牧草地	457.7		
			1006	农村道路	5932.95		
4	已有采空区 (包括排土场、危废库和已有采空区内的矿区道路)	压占、挖损	0401	天然牧草地	12827.84	9.9834	重度
			0602	采矿用地	87006.2		
合计					106599.98	10.6600	

3.1.3 生态受损与退化现状分析

1. 水土污染现状分析

该矿开采方式为露天开采，水土主要污染物有：开采产生的废石、生活污水和生活垃圾。采矿产生的废石、矿石不含有毒有害物质，对水土环境污染程度较轻。矿区的生活垃圾送到矿部定点垃圾回收进行集中回收，生活废水产生量较少，经处理后进行排放，对水土环境基本上无影响。

综上所述，水土环境污染对矿区生态受损和退化的影响程度较轻。

2.水土流失

矿区属浅切割低中山区，区内山势陡峻，局部地段发育陡崖，地形起伏较大。植被覆盖率低，土壤以高山草甸土为主，抗侵蚀能力弱。矿山因开采形成较陡边坡，造成水土流失，但矿区属高寒半干旱气候，降雨量少并且未发生崩塌、滑坡等地质灾害，水力侵蚀和重力侵蚀弱，故水土流失量少。

综合分析认为，水土流失对矿区生态受损和退化的影响程度较轻。

3.植被及生物多样性退化现状分析

采矿导致草地面积减少，但由于矿区内植被覆盖度低，损毁面积有限，整体生态系统结构完整，具备自然恢复能力。该地区已记录岩羊国家二级保护物种分布，根据甘肃省人民政府 2025 年 7 月发布的保护成效评估显示，岩羊物种数量稳定增长，无大规模退出或种群衰退的监测记录且该地区未发现珍稀濒危物种大规模退出现象，故生态多样性丧失较轻，生态功能影响可控。

3.2 受损预测

3.2.1 地质环境破坏预测评估

1. 矿山地质灾害预测评估

(1) 工程建设引发地质灾害预测评估

根据《开采方案》，拟建地面工程包括 2 号排土场、矿区道路（连接 I 号、II 号矿体首采平台）。拟建地面工程引发滑坡、崩塌灾害的可能性小，危险性小。矿山拟建地面工程引发地质灾害对矿山地质环境的影响程度为较轻。

(2) 采矿活动引发地质灾害预测评估

矿体岩性较简单，地质构造较发育，矿体及矿体底板岩石力学强度中等，大多属较硬岩类，岩体质量等级基本为 II~III 级，岩体质量中等-良。但露天采场高陡边坡开挖破坏了岩体原始应力平衡，爆破作业进一步诱发新裂隙，降低围岩完整性；雨季降水入渗软化岩体，可能引发小型崩塌、滑坡。排土场堆载改变原有地形，若堆置坡度不合理或未设挡墙，可能发生局部滑坡。现有排土场有两条排泄通道，场地地形较为平缓，相对高差约 10m。其中一条排泄通道位于办公生活区北侧约 650m 处，整体呈 S 型展布，物源距离较远；另一条排泄通道位于办公生活区西侧约 1.3km 处，亦呈 S 型形态，物源距离同样较远。雨季期间，现有排土场发生泥石流的可能性较低。拟建 2 号排土场坐落于两座山体之间的沟谷区域，沟谷上游为山脊，沟谷长约 180m、宽约 60m、深度约 30m，汇水面积较小，区域内无其他汇水通道，泥石流形成条件较差，亦不易发生泥石流灾害。

未来采矿活动可能发生滑坡、崩塌、泥石流，对采矿工作人员、采矿设备及运输车辆造成危害，危害方式主要以压、埋为主。根据地质灾害灾情与危害程度，预估受威胁人数少于 10 人，直接经济损失小于 100 万元，其危害程度为一般级(轻)。

采矿活动引发地质灾害对矿山地质环境的影响程度为较轻。

2.矿业活动对地形地貌景观破坏预测评估

根据《开采方案》，后期采矿已有工程保持不变，故预测已有工程对地形地貌景观影响和破坏程度与现状评估结果相同，不再重复评估。后期建设 2 号排土场、部分矿区道路和开挖 I 号、II 号矿体，形成新的采空区。

(1) I 号、II 号矿体采空区对地形地貌景观的影响和破坏

I 号、II 号占地面积 109248.20m²，矿体微地貌为天然牧草地、采矿用地。该矿开采方式为露天开采，随着开采的不断推进，采场山体坡度、高度及体积将随着不断改变，恢复治理难度大，成本较高，对矿区地形地貌景观产生影响，对周边地形地貌的原始性、完整性、连续性、观赏性影响严重，对矿山地质环境影响程度严重。

(2) 拟建矿区道路对地形地貌景观的影响和破坏

拟建矿区道路连接 I 号矿体和 II 号矿体首采平台，设计道路长 311.81m，宽 12m，占地面积 4102.39m²。拟建矿区道路微地貌为天然牧草地和采矿用地。修建矿区道路时进行边坡开挖、削坡、填方或半填半挖施工，矿山开采过程中压占道路，对矿区地形地貌景观产生影

响，对周边地形地貌的原始性、完整性、连续性、观赏性影响较严重，对矿山地质环境影响程度较严重。

(3) 拟建 2 号排土场

设计 II 号矿体西侧位置布置一处排土场，用于堆存 II 号矿体开采过程中产生的废石，占地面积为 7206.86m²，建设场地微地貌为天然牧草地。后期排土场恢复过程中对地形整平、覆土、种草。对矿区地形地貌景观产生影响，对周边地形地貌的原始性、完整性、连续性、观赏性影响较严重，对矿山地质环境影响程度较严重。

表 3-5 预测矿山开采对地形地貌景观影响评估表

单元名称	面积(hm ²)	对地形地貌影响和破坏程度分项评价				影响程度
		连续性	观赏性	完整性	原始性	
办公生活区	0.0325	较轻	较轻	较轻	较轻	较轻
油库	0.0026	较轻	较轻	较轻	较轻	较轻
已有采空区外的矿区道路	0.6415	较严重	较严重	较严重	较严重	较严重
已有采空区外的拟建矿区道路	0.3443	较严重	较严重	较严重	较严重	较严重
拟建 2 号排土场	0.7207	较严重	较严重	较严重	较严重	较严重
已有采空区（包含排土场、危废库、已有采空区内的矿区道路和拟建矿区道路）	10.0494	严重	严重	严重	严重	严重
I 号矿体、II 号矿体采空区	10.9248	严重	严重	严重	严重	严重

3. 矿业活动对地下含水层的破坏预测评估

矿山未来开采主要影响灰岩岩溶—裂隙含水层，富水性弱，为透水不含水层。大气降水为主要补给，矿区矿体位于侵蚀基准面以上，附近无地表水体，顶底板隔水层阻断垂向补给，补给条件差。因此，矿山未来开采过程中对含水层结构、水质、水量影响较轻。

3.2.2 土地挖损、压占损毁预测分析

1.拟损毁土地方式、面积预测

根据《开采方案》，矿区开采方式为露天开采，矿山后续开采还需基础设施建设。其中基础设施建设包括1处2号排土场、连接I号、II号矿体的矿区道路，排土场对土地的损毁方式为压占，矿区道路对土地的损毁方式为压占和挖损。露天开采形成采空区，对土地的损毁方式为挖损。由于拟建矿区道路对土地的损毁方式为压占和挖损，故将其损毁程度定为中度损毁。

2.矿山开采损毁土地总量

预测损毁土地主要包括拟建2号排土场、办公生活区、油库、已有采空区外的矿区道路和拟建矿区道路、已有采空区(包括排土场、危废库、已有采空区内的矿区道路和拟建矿区道路)及I号矿体、II号矿体采空区，总计面积22.7157hm²。预测总损毁面积约22.7157hm²，损毁方式主要为挖损、压占，损毁地类主要为天然牧草地、农村道路和采矿用地。

表 3-6 土地拟损毁一览表

损毁 时序	场地	损毁 特征	面积(m ²)	损毁土地类型	小计 (hm ²)	损毁 程度
已损毁	办公生活区	压占	325.01	采矿用地	0.0325	轻度
	油库	压占	6.35	采矿用地	0.0026	轻度
			19.69	天然牧草地		
	已有采空区外的 矿区道路	压占、挖损	24.24	采矿用地	0.6415	中度
			457.7	天然牧草地		
			5932.95	农村道路		
	已有采空区(包 括排土场、危废	压占、挖损	87006.2	采矿用地	9.9834	重度
			12827.84	天然牧草地		

	库、已有采空区内的矿区道路)					
拟损毁	I号矿体、II号矿体采空区	挖损	2074.8	采矿用地	10.9248	重度
			107173.4	天然牧草地		
	已有采空区里的拟建道路	压占、挖损	132.19	天然牧草地	0.0660	重度
			527.41	采矿用地		
	已有采空区外的拟建矿区道路	压占、挖损	3442.79	天然牧草地	0.3443	中度
拟建2号排土场	压占	7206.86	天然牧草地	0.7207	中度	
合计			227157.43		22.7157	

3.2.3 生态受损与退化预测分析

1. 矿区水土环境污染预测分析

(1) 地表水环境污染预测

生活垃圾送到矿部定点垃圾回收进行集中回收，生活废水量较少，经处理后进行排放，对地表水环境基本上无影响。

(2) 地下水环境污染预测

矿区属裂隙充水为主矿床，裂隙、节理较发育，开采爆破诱发的新裂隙会小幅增强导水性，但含水层富水性弱，为透水不含水层。大气降水为主要补给，矿区矿体位于侵蚀基准面以上，附近无地表水体，顶底板隔水层阻断垂向补给，补给条件差。因此矿山未来开采过程中对含水层结构、水质、水量影响较轻。

综合分析认为，预测水土环境污染对矿区生态受损和退化的影响程度较轻。

2. 水土流失

后续开采过程中会形成高边坡，可能引发边坡失稳，有形成滑坡、崩塌灾害的可能性。堆积于排土场的废石堆规模也随之逐步扩大，临

空面不断加大，在暴雨、强降雨等诱发因素下，可能引发崩塌、滑坡、泥石流灾害的发生。崩塌、滑坡、泥石流造成采场边坡和排土场边坡水土的流失。开采过程中合理布置排土场和采场台阶高度、台阶剖面角，减少边坡失稳的可能性；已有排土场有自然排泄通道，物源较远，2号排土场汇水面积小；故因暴雨引起排土场和采场崩塌、滑坡和泥石流的可能性不大。参考《肃南县大河乡五小工程建设项目水土保持方案报告表》施工扰动期土壤侵蚀模数 $2400t/(km^2 \cdot a)$ ，由此推测矿区土壤侵蚀模数 $2400t/(km^2 \cdot a)$ 左右，根据《土壤侵蚀分类分级标准》（SL 190-2007），轻度侵蚀 $<2500t/(km^2 \cdot a)$ ，判断矿山土壤轻度侵蚀，水土流失量少。

综合分析认为，预测水土流失对矿区生态受损和退化的影响程度较轻。

3. 植被及生物多样性退化预测分析

矿区开采过程中拟建2号排土场、道路、油库等压占天然牧草地；露天开采将进一步破坏采场地表植被。植被破坏将导致生态系统结构简化、物种栖息地破碎化，进而影响生物多样性。

表 3-7 植被及生物多样性退化预测统计表

项目	预测内容
植被损毁类型	压占、挖损
损毁面积	天然牧草地面积 $13.1260hm^2$
损毁程度	采场重度损毁，将造成原生植被完全消失
	拟建2号排土场、采场外矿区道路及拟建矿区道路为中度损毁
	其他区域为轻度损毁
生物多样性影响	建群种覆盖率下降
	野生动物（岩羊）生境压缩

综合分析认为，预测采场植被及生物多样性退化对矿区生态受损和退化的影响程度为重度，预测拟建 2 号排土场、采场外矿区道路及采场外拟建矿区道路植被及生物多样性退化对矿区生态受损和退化的影响程度为中度，预测其他区域植被及生物多样性退化对矿区生态受损和退化的影响程度为轻度。

3.2.4 问题诊断评价结论

1.地质环境破坏综合评价

根据《矿区生态修复编制指南（临时）》《矿山地质环境保护与恢复治理方案编制规范》，矿山地质环境影响现状评估应在资料收集、分析及矿山地质环境调查的基础上，对地质环境影响作出评估，矿山地质环境影响程度评估分级按《矿山地质环境保护与恢复治理方案编制规范》附录 E《矿山地质环境影响程度分级表》（表 3-9）进行分级。

表 3-8 矿山地质环境影响程度分级表

影响程度分级	地质灾害	含水层	地形地貌景观	土地资源
严重	1.地质灾害规模大,发生的可能性大; 2.影响到城市、乡镇、重要行政村、重要交通干线、重要工程设施及各类保护区安全; 3.造成或可能造成直接经济损失大于 500 万元; 4.受危害人数大于 100 人。	1.矿床充水主要含水层结构破坏,产生导水通道; 2.矿井正常涌水量大于 10000m ³ /d; 3.区域地下水水位下降; 4.矿区周围主要含水层(带)水位大幅下降,或呈疏干状态,地表水体漏失严重; 5.不同含水层(组)串通水质恶化; 6.影响集中水源地供水,矿区及周围生产、生活供水困难。	1.对原生的地形地貌景观影响和破坏程度大; 2.对各类自然保护区、人文景观、风景旅游区、城市周围、主要交通干线两侧可视范围内地形地貌景观影响严重。	1.占用破坏基本农田; 2.占用破坏耕地大于 2 公顷; 3.占用破坏林地或草地大于 4 公顷; 4.占用破坏荒地地大于 20 公顷。

表 3-8 矿山地质环境影响程度分级表

影响程度分级	地质灾害	含水层	地形地貌景观	土地资源
较严重	1.地质灾害规模中等,发生的可能性较大; 2.影响到村庄、居民聚居区、一级交通线、和较重要工程设施安全; 3.造成或可能造成直接经济损失 100-500 万元; 4.受危害人数 10-100 人	1.矿井正常涌水量 3000-10000m ³ /d; 2.矿区及周围主要含水层(带)水位下降幅度较大,地下水呈半疏干状态; 3.矿区及周围地表水体漏失较严重; 4.影响矿区及周围部分生产生活供水。	1.对原生的地形地貌景观影响和破坏程度较大; 2.对各类自然保护、人文景观、风景旅游区、城市周围、主要交通干线两侧可视范围内地形地貌景观影响较严重。	1.占用破坏耕地小于等于 2 公顷; 2.占用破坏林地或草地 2-4 公顷; 3.占用破坏荒地地 10-20。
较轻	1.地质灾害规模小,发生的可能性小; 2.影响到分散性居民,一般性小规模建筑及设施、重要交通干线、重要工程设施及各类保护区安全; 3.造成或可能造成直接经济损失小于 100 万元 4.受危害人数小于 10 人。	1.矿井正常涌水量小于 3000m ³ /d; 2.矿区及周围主要含水层(带)水位下降幅度小; 3.矿区及周围地表水体未漏失; 4.未影响矿区及周围部分生产生活供水。	1.对原生的地形地景观影响和破坏程度小; 2.对各类自然保护、人文景观、风景旅游区、城市周围、主要交通干线两侧可视范围内地形地貌景观影响较轻。	1.占用破坏林地或草地小于 2 公顷; 2.占用破坏荒地地小于等于 10 公顷。
注:采取就上原则,前 6 条中只要有一条满足某一级别,应定为该级别。				

根据地质灾害发生可能性和可能造成损失大小判断地质灾害对矿山地质环境影响程度。

表 3-9 地质灾害对矿山地质环境影响程度分级表

发生的可能性	可能造成的损失		
	>500 万元或 100 人	100 万-500 万元或 10-100 人	<100 万元或 10 人
大	严重	严重	较严重
较大	严重	较严重	较轻
小	较严重	较轻	较轻

甘肃省肃南裕固族自治县天瑞源矿业有限责任公司天桥湾石灰岩矿属于生产矿山,结合矿体分布区域、开采设计影响范围以及

矿山构筑物的范围，本次评估以矿业活动所涉及的影响区域向外扩大 50m，包含矿山地质环境调查范围内可能存在的地质环境问题、影响区域、矿业活动损毁土地的所有范围。综合测定评估范围 1.2443km²。破坏类型主要包括：

(1) 地质环境破坏

矿山地质环境综合评价表见表 3-10。

表 3-10 矿山地质环境综合评价表

评价单元	面积 (hm ²)	地质灾害		含水层		地形地貌	
		现状 评估	预测 评估	现状 评估	预测 评估	现状 评估	预测 评估
办公生活区	0.0325	较轻	较轻	较轻	较轻	较轻	较轻
油库	0.0026	较轻	较轻	较轻	较轻	较轻	较轻
已有采空区外的矿区 道路	0.6415	较轻	较轻	较轻	较轻	较严重	较严重
已有采空区外的拟建 矿区道路	0.3443	/	较轻	/	较轻	/	较严重
已有采空区里的拟建 道路	0.0660	/	较轻	/	较轻	/	严重
拟建 2 号排土场	0.7207	/	较轻	/	较轻	/	较严重
已有采空区（包含排 土场、危废库、已有 采空区内的矿区道 路）	9.9834	较轻	较轻	较轻	较轻	严重	严重
I 号矿体、II 号矿体采 空区	10.9248	/	较轻	/	较轻	/	严重
其他区域	101.7143	较轻	较轻	较轻	较轻	较轻	较轻
合计	124.4300						

综上根据现状和预测矿山地质环境总计影响面积为 124.43hm²。

2. 土地损毁综合评价

矿区土地总损毁面积 22.716hm²，损毁地类为天然牧草地（13.1260hm²）、采矿用地（8.9964hm²）、农村道路（0.5933hm²），

占比分别为 57.79%、39.60%和 2.61%（表 3-6）。

3.生态受损与退化综合评价

植被损毁面积 13.1260hm²，部分区域原生植被将清除或破坏。

建群种覆盖率下降，野生动物（岩羊）生境压缩。

根据上述从水土环境污染、水土流失和植被及生物多样性退化各方面对矿区生态受损与退化进行分析，通过分析水土环境污染现状和预测对生态受损与退化影响程度较轻，水土流失现状和预测对生态受损与退化影响程度较轻，预测采场植被及生物多样性退化对矿区生态受损和退化的影响程度为重度，预测 2 号排土场、采场外矿区道路及采场外拟建矿区道路植被及生物多样性退化对矿区生态受损和退化的影响程度为中度，预测其他区域植被及生物多样性退化对矿区生态受损和退化的影响程度为轻度。

4.破坏程度分区与分级

依据《矿区损毁程度综合评价表》（样表 7）及 GB/T43933-2024 第 6.2.3 条款，采用“上一级优先”原则，将矿区划分为以下三类破坏区：

表 3-11 矿区损毁程度综合评价表

损毁 时序	场地	损毁面积 (hm ²)	破坏土地类型	地质环境 影响 程度	土地损毁影 响程度	生态受 损与 退化	综合 评价
已损毁	办公生活区	0.0325	采矿用地	较轻	轻度	轻度	轻度
	油库	0.0026	采矿用地、天然牧草地	较轻	轻度	轻度	轻度
	已有采空区外的矿区道路	0.6415	采矿用地、天然牧草地、农村道路	较严重	中度	中度	中度
	已有采空区（包括排土场、危废库、已有采空区内的矿区道路）	9.9834	采矿用地、天然牧草地	严重	重度	重度	重度
拟损毁	I号矿体、II号矿体采空区	10.9248	采矿用地、天然牧草地	严重	重度	重度	重度
	已有采空区里的拟建道路	0.0660	采矿用地、天然牧草地	严重	重度	重度	重度
	已有采空区外的拟建矿区道路	0.3443	天然牧草地	较严重	中度	中度	中度
	拟建2号排土场	0.7207	天然牧草地	较严重	中度	中度	中度

5.破坏时序与空间分布特征

(1) 破坏时序

矿山后期破坏时序见下表：

表 3-12 矿区破坏时序

阶段	时间（年）	主要破坏区域	破坏特征
生产期	2026.4-2043.6	已有排土场、拟建 2 号排土场、 矿区道路、采场	集中挖损、压占，植 被退化
闭坑后生态修复实施 期	2043.6-2045.6	/	/
生态管护期	2045.6-2048.6	/	/

(2) 空间分布特征

矿山工艺流程为：采矿工作面潜孔钻机钻孔→中深孔爆破→液压挖掘机铲装→机械振动锤粗破→汽车运输至水泥厂，废石废土堆放在已有排土场和拟建 2 号排土场。根据生产工艺流程，矿山集中破坏区为已有排土场、拟建 2 号排土场、矿区道路、采场。

3.3 生态修复可行性分析

3.3.1 技术经济可行性分析

1.技术可行性分析

(1) 地质灾害防治技术可行性分析

根据预测评估分析，矿区内地质灾害类型主要为崩塌、滑坡。崩塌、滑坡可通过监测进行预防，该类措施简单易行，技术上可行。

(2) 含水层防治技术可行性分析

含水层防治主要是强调含水层的自我修复能力，根据现状及预测，矿山开采对含水层的影响和破坏程度较轻，含水层破坏可通过监测进行预防。

(3) 水土环境污染防治技术可行性分析

本项目工程建设及采矿活动对水土环境的污染程度均较轻，可通过一性预防控制措施即可降低水土环境污染的程度，主要采取控制污

染物排放，技术可行性较强。

（4）监测技术可行性分析

地质灾害监测以崩塌、滑坡为主，含水层监测为水质、水位、水量监测、地形地貌景观采取人工巡查、水土环境污染监测等均为常规性监测，矿山地质环境监测技术可行。

2.经济可行性分析

根据《矿山地质环境保护规定》和《财政部国土资源部环境保护部关于取消矿山地质环境治理恢复保证金建立矿山地质环境治理恢复基金的指导意见》（财建〔2017〕638号）的规定，矿区现状及预测存在的矿山地质环境问题属采矿权人负责治理恢复，治理恢复费用列入生产成本。企业设立矿山地质环境治理恢复基金，以基金的方式筹集治理恢复资金，用于已产生矿山地质环境问题的治理。我国《土地复垦条例》第三条指出：生产建设活动损坏的土地，按照“谁损毁，谁复垦”的原则，由生产建设单位或者个人（矿山生态修复义务人）负责复垦。第十五条指出，矿山生态修复义务人应当将生态修复费用列入生产成本或者建设项目总投资。根据《开采方案》可知：该矿山在生产中能取得较好的经济效益，且各项经济指标良好。矿山地质环境与土地复垦恢复治理费用计入生产成本，矿山完全有能力、有保障提供治理费用来源，因而经济上可行。

3.3.2 目标方向可行性分析

1.参照生态系统选择

（1）选择原则

遵循“受损前状态、生态功能区划、周边稳定生态系统、技术可达性”四原则，优先选取矿区周边未受采矿扰动、结构完整、功能稳定的荒漠草原生态系统作为参照。

通过生态修复系统比选，最终确定为以方案1“原生荒漠草原-天

然牧草地”为核心参照，构建生态修复目标。

表 3-13 生态修复系统比选表

比选方案	生态系统类型	代表性点位	优势	局限性	比选结论
方案 1	原生荒漠草原-天然牧草地	矿区南侧 200 米处	①物种组成（沙蓬、短花针茅、红砂、合头草）与矿区一致 ②生态系统功能与矿区一致 ③地形、土壤类型（高山草甸土）与矿区一致	本区降水量少，草种成活率较低，恢复周期较长	推荐
方案 2	人工草原-人工牧草地	I 号矿体西南侧	①同属矿区微气候区 ②证明自然恢复潜力	群落结构相对单一，且本区降水量少，草种成活率较低，施工技术难度大，资金投入较多	参考



图 3-5 周边原始环境典型照片

2. 修复目标设定

(1) 总体目标

到 2048 年（闭坑管护期结束），将矿区 22.716hm² 损毁土地恢复为原生荒漠草原生态系统，生态系统结构、功能达到参照系 80%以上水平，实现“面积不减少、功能不降低、性质不改变”。

表 3-14 阶段目标表

阶段	时间（年）	空间范围	修复目标
生产期	2026.4-2043.6	采场、排土场、拟建 2 号排土场	①设置围栏、警示牌、铅丝石笼，消除地质隐患 ②对地质环境、土地损毁、生态环境进行监测 ③对已有采空区内已开采不再使用的区域进行恢复治理
闭坑管护期	2043.6-2048.6	拟损毁土地	①拟损毁土地面积生态修复 95%以上 ②生态系统结构达到参照系统 80%以上

3.关键属性指标与标准

表 3-15 生态修复指标体系表

属性	指标	参照系统值	修复目标值	依据标准
结构	植被盖度	10%-20%	≥12%	GB/T43936-2024 9.4.1.7
	优势种比例	短花针茅≥30%	≥28%	样方调查（1m×1m）
功能	水源涵养量	80m ³ /hm ² ·a	≥70m ³ /hm ² ·a	HJ1173-2021
	土壤侵蚀模数	800t/(km ² ·a)	≤1000t/(km ² ·a)	GB50434-2021
质量	土壤有机质	5-15g/kg	≥12g/kg	NY/T1121.6-2021

3.3.3 边开采、边修复可行性分析

在后续开采过程中，在采场边坡设置围栏和警示牌，在排土场边坡设置铅丝石笼，消除地质隐患，对地质环境、土地资源和生态环境进行监测。对已有采空区内已开采不再使用的区域进行恢复治理。

3.4 生态修复分区和生态修复时序安排

3.4.1 生态修复分区

1.分区原则及方法

(1) 分区原则

a 以矿山地质环境、土地损毁和生物多样性评估为基础的原则在分析矿山地质环境条件、土地损毁、生物多样性和水土流失的基础上，充分利用现状和预测矿山活动对生态的影响程度进行分区。

b 与矿山工程建设紧密结合的原则

矿山生态修复评估的目的是为工程建设服务，评估时应结合该矿山工程建设特点，充分考虑矿山活动对生态的影响程度，特别是地质灾害、矿山工程建设、土地损毁对生态环境的危害程度、危害方式和危害规模等，对工程无关的地质灾害点可降低分级。

c 预防保护和治理相结合的原则

矿山环境的破坏具有不可逆或不可再生性，即使恢复治理也必须付出高昂的代价。应注重环境破坏由事后管理向事前控制和预防转变，开发和保护并重，防、治并举，达到保护环境，防灾减灾的目的。

d 考虑矿山地质环境问题发育程度和趋势性的原则

矿山地质环境问题发育程度趋势性的分析，主要是预测矿山地质环境问题对矿山工程在运营过程中的危害情况，如现状发育程度弱，但有逐年增强的趋势时，应对危害级别适当地提高。

(2) 分区方法

按照《矿区生态修复方案编制指南（临时）》《矿山地质环境保护与恢复治理方案编制规范》（DZ/T0233-2011）和《甘肃省国土厅关于转发国土资源部办公厅关于做好矿山地质环境保护与恢复治理方案编制与审查及有关工作的通知》（甘国土资办发〔2009〕）以矿山生态环境影响评估为基础，依据矿山建设工程布局和特点，根据矿山活动对地质环境影响程度和矿区损毁程度，明确预防保护及治理的区域，采取区内相似，区际相异的原则，以定性分析为主，进行生态修复分区。根据第三章第一节现状问题和受损预测相关内容，依据表 3-12 确定矿山生态修复分区。分区结果见表 3-17。

表 3-16 矿区生态修复分区依据表

现状评估	预测评估		
	严重	较严重	较轻
严重	重点区	重点区	重点区

较严重	重点区	次重点区	次重点区
较轻	重点区	次重点区	一般防治区

表 3-17 矿区生态修复分区

序号	场地	地质灾害		水土环境		破坏含水层		破坏地形地貌景观		综合叠加	面积 (hm ²)
		现状评估	预测评估	现状评估	预测评估	现状评估	预测评估	现状评估	预测评估		
1	办公生活区	较轻	较轻	较轻	较轻	较轻	较轻	较轻	较轻	一般防治区	0.0325
2	油库	较轻	较轻	较轻	较轻	较轻	较轻	较轻	较轻	一般防治区	0.0026
3	已有采空区外的矿区道路	较轻	较轻	较轻	较轻	较轻	较轻	较严重	较严重	次重点区	0.6415
4	已有采空区(包括排土场、危废库、已有采空区内的矿区道路和拟建矿区道路)	较轻	较轻	较轻	较轻	较轻	较轻	严重	严重	重点区	10.0494
5	I号矿体、II号矿体采空区	较轻	较轻	较轻	较轻	较轻	较轻	严重	严重	重点区	10.9248
6	已有采空区外的拟建矿区道路	/	较轻	/	较轻	/	较轻	/	较严重	次重点区	0.3443
7	拟建2号排土场	/	较轻	/	较轻	/	较轻	/	较严重	次重点区	0.7207
8	其他区域	较轻	较轻	较轻	较轻	较轻	较轻	较轻	较轻	一般防治区	101.7143

2.分区评述

根据矿山生态修复分区原则及方法，划分为生态修复重点防治区（I）2个区，次重点防治区（II）3个区和生态修复一般防治区（III）5个区。

（1）重点防治区（I）

根据矿山现状问题和受损预测评估结果，矿山生态修复重点防治区分为2个亚区，①I号、II号矿体采空区（I1）、②已有采空区（I2），总面积20.9742hm²。

①I号、II号矿体采空区（I1）

矿山现未开采I号、II号矿体，I号、II号矿体占地面积10.925hm²，现状不会对地质环境、土地和生态造成影响。预测未来开采I号、II号矿体引发地质灾害对矿山地质环境的影响较轻，对含水层的影响较轻，对地形地貌景观的影响严重，对水土环境污染的影响较轻，对土地损毁影响为重度，对生态受损与退化影响程度为重度。

综合评估认为I号、II号矿体采空区对该区生态环境影响程度严重。

②已有采空区（I2）

已有采空区（包括排土场、危废库、已有采空区内的矿区道路和拟建矿区道路）位于矿区中北部，占地面积10.0494hm²。现状地质灾害不发育，对含水层影响较轻，对地形地貌影响严重，水土环境污染较轻。预测未来已有采空区引发地质灾害对矿山地质环境的影响较轻，对含水层的影响较轻，对地形地貌景观的影响严重，水土环境污染较轻，对土地损毁影响为重度，对生态受损与退化影响为重度。

综合评估认为已有采空区对该区生态环境影响程度严重。

（2）次重点防治区（II）

根据矿山现状问题和受损预测评估结果，矿山生态修复次重点防

治区分为 3 个亚区，已有采空区外的矿区道路（II1）、已有采空区外的拟建矿区道路（II2）、拟建 2 号排土场（II3），次重点防治区总面积 1.7065hm²。

①已有采空区外的矿区道路（II1）

已有采空区外的矿区道路占地面积 0.6415hm²。现状地质灾害不发育，对含水层影响较轻，对地形地貌影响较严重，水土环境污染较轻。预测未来矿山生产期引发地质灾害对矿山地质环境的影响较轻，对含水层的影响较轻，对地形地貌景观的影响较严重，水土环境污染较轻，对土地损毁影响为中度，对生态受损与退化影响为中度。

综合评估认为已有排土场对该区生态环境影响程度较严重。

②已有采空区外的拟建矿区道路（II2）

已有采空区外的拟建矿区道路占地面积 0.3443hm²，现状未建设。预测未来矿山生产期引发地质灾害对矿山地质环境的影响较轻，对含水层的影响较轻，对地形地貌景观的影响较严重，水土环境污染较轻，对土地损毁影响为中度，对生态受损与退化影响为中度。

综合评估认为已有矿区道路对该区生态环境影响程度较严重。

③拟建 2 号排土场（II3）

拟建 2 号排土场布置在 II 号矿体西侧，占地面积约 0.7207hm²，现状未建设。预测未来矿山生产期引发地质灾害对矿山地质环境的影响较轻，对含水层的影响较轻，对地形地貌景观的影响较严重，水土环境污染较轻，对土地损毁影响为中度，对生态受损与退化影响为中度。

综合评估认为拟建 2 号排土场对矿山生态环境影响程度较严重。

（3）一般防治区（III）

根据矿山现状问题和受损预测评估结果，矿山生态修复一般防治区分为 3 个亚区，办公生活区（III1）、油库（III2）及其他区域（III3），

总面积 101.7493hm²。

现状评估：未发育地质灾害，对地形地貌的影响较轻，水土环境污染较轻，对含水层的影响较轻。预测评估：引发地质灾害对矿山地质环境的影响较轻，对含水层的影响较轻，对地形地貌景观的影响较轻，水土环境污染较轻，对土地损毁影响为轻度，对生态受损与退化影响为轻度。

综合评估认为办公生活区、油库、其他区域对矿山生态环境影响程度较轻。

矿区损毁程度综合评价表如下：

表 3-18 矿区损毁程度综合评价表

场地	损毁面积 (hm ²)	破坏土地类型	地质环境影响 程度	土地损毁影 响程度	生态受损与退 化影响程度	综合 评价
办公生活区	0.0325	采矿用地	较轻	轻度	轻度	轻度
油库	0.0026	采矿用地、天然牧草地	较轻	轻度	轻度	轻度
已有采空区外的矿区道路	0.6415	采矿用地、天然牧草地、农村道路	较严重	中度	中度	中度
已有采空区(包括排土场、危废库、已有采空区内的矿区道路、拟建矿区道路)	10.0494	采矿用地、天然牧草地	严重	重度	重度	重度
I号矿体、II号矿体采空区	10.9248	采矿用地、天然牧草地	严重	重度	重度	重度
已有采空区外的拟建矿区道路	0.3443	天然牧草地	较严重	中度	中度	中度
拟建2号排土场	0.7207	天然牧草地	较严重	中度	中度	中度

3.4.2 修复时序安排

1. 总体思路

(1) “边开采、边修复”原则：以采矿权为单元，将生态修复任务嵌入采矿全生命周期。

(2) “三同步”机制：年度开采计划、用地计划、生态修复计划同步编制、同步报批、同步实施。

(3) 分区、分期、分阶段：按“采矿单元→修复单元”一一对应，先急后缓、先重点后一般，确保不安全不生产、不修复不开新矿区。

(4) 动态调整：每年3月底前完成上年度总结与本年度计划修编，报县级自然资源主管部门备案并接受监督检查。

2. 时序划分与阶段目标

表 3-19 时序划分与阶段目标表

阶段	时间跨度	核心任务	阶段控制指标
生产期 (2026年-2043年)	整个采矿 服务年限	①采矿全面落地	地质灾害隐患点治理率 100%
		②胁迫因子动态消除(崩塌、滑坡)	
		③地质环境、土地资源、生态环境监测	
		④对已有采空区内已开采不用的区域进行恢复治理	
闭坑修复期 (2043年-2045年)	采矿结束后 2年内	①最终边坡、底平台一次整形到位	①土地复垦率 100%
		②全域覆土与植被重建	②植被覆盖率≥当地本底值
		③修复效果自验与整改	③土壤质量达标率 100%
			④修复单元一次验收合格≥90%
管护期 (2045年-2048年)	闭坑验收 后3年	①成活率、郁闭度跟踪补植	①年末植被保存率≥85%
		②植被群落演替监测	②土壤有机质年增量≥0.1%
		③成效评估与移交政府	③生态系统趋于稳定

3.5 采矿用地与复垦用地安排

3.5.1 采矿用地情况

本项目为已建矿山，矿山已有设施为办公生活区、油库、危废库、已有排土场、部分矿区道路，拟建设施为2号排土场、部分矿区道路

（连接 I 号、II 号矿体首采平台）。其中办公生活区、油库位于矿区范围外，为拟申请用地。今后矿山与肃南县自然资源局对接，办理临时用地审批手续。临时用地的范围、面积、地类、用途见下表：

表 3-20 临时用地详情表

范围	面积 (hm ²)	地类	用途
办公生活区	0.0325	采矿用地	采矿用地
油库	0.0026	采矿用地、天然牧草地	采矿用地

用地单元使用期限见下表：

表 3-21 用地单元使用期限

用地单元	用地方式	面积 (hm ²)	地类	使用期限
办公生活区	采矿用地	0.0325	采矿用地	2026年-2048年
危废库	采矿用地	0.0058	采矿用地	
油库	采矿用地	0.0026	采矿用地、天然牧草地	
已有排土场	采矿用地	0.5229	采矿用地	
已有矿区道路	采矿用地	1.8405	采矿用地、天然牧草地、农村道路	
已有采空区	采矿用地	8.2557	采矿用地、天然牧草地	
拟建 2 号排土场	采矿用地	0.7207	天然牧草地	
I 号、II 号矿体采空区	采矿用地	10.9248	采矿用地、天然牧草地	
拟建矿区道路	采矿用地	0.4102	天然牧草地	

3.5.2 复垦修复安排

1. 复垦责任范围

根据“谁损毁、谁复垦”原则，生态修复责任范围为除用地类型为农村道路的矿区道路（面积为 5932.95m²，主要用于后期草地管护和当地牧民放牧通行）外的所有损毁区域，复垦责任范围面积为 22.1224hm²，生态修复责任单位为甘肃省肃南裕固族自治县天瑞源矿业有限责任公司。为了使生态修复区与周边环境相协调，将各修复单元均复垦为天然牧草地。

生态修复责任范围面积统计表见表 3-22。

表 3-22 生态修复区责任面积

用地单元	是否复垦	损毁面积 (hm ²)	复垦面积 (hm ²)
办公生活区	是	0.0325	0.0325
危废库	是	0.0058	0.0058
油库	是	0.0026	0.0026

排土场	是	0.5229	0.5229
已有矿区道路	是	1.8405	1.2472
已有采空区	是	8.2557	8.2557
拟建2号排土场	是	0.7207	0.7207
I号、II号矿体采空区	是	10.9248	10.9248
拟建矿区道路	是	0.4102	0.4102
合计		22.7157	22.1224

2.修复时序安排

结合矿山开采进度，分阶段实施：

表 3-23 修复时序安排

阶段	时间范围	主要修复任务
生产期	2026.4-2043.6	设置采场围栏警示牌、排土场铅丝石笼，对地质环境、土地资源、生态环境进行监测
闭坑治理期	2043.6-2045.6	地貌重塑、土壤重构、植被重建、景观营造
管护期	2045.6-2048.6	植被养护、成效监测

表 3-24 矿区生态修复目标及土地利用变化表

序号	修复分区	损毁原地类		生态修复目标	
		二级地类	面积 (hm ²)	二级地类	面积 (hm ²)
1	办公生活区	采矿用地	0.0325	天然牧草地	0.0325
2	危废库	采矿用地	0.0058	天然牧草地	0.0058
3	油库	采矿用地	0.0006	天然牧草地	0.0026
4		天然牧草地	0.0020		
5	排土场	采矿用地	0.5229	天然牧草地	0.5229
6	已有矿区道路	采矿用地	1.0699	天然牧草地	1.2472
7		天然牧草地	0.1773		
8		农村用地	0.5933		
9	已有采空区	采矿用地	7.1044	天然牧草地	8.2557
10		天然牧草地	1.1513		
11	拟建2号排土场	天然牧草地	0.7207	天然牧草地	0.7207
12	I号、II号矿体采空区	采矿用地	0.2075	天然牧草地	10.9248
13		天然牧草地	10.7173		
14	拟建矿区道路	天然牧草地	0.4102	天然牧草地	0.4102
合计			22.7157		22.1224

3.5.3 存量采矿用地腾退指标使用计划

本项目为不涉及存量采矿用地腾退指标使用。

4 矿区生态修复措施与工程

4.1 保护与预防控制措施

根据《地质灾害防治条例》《矿山地质环境防治规定》《土地复垦条例》等文件的相关要求，结合本矿山现状问题和受损预测结果，开展生态修复工程工作，原则如下：

1.遵循“以人为本”的原则，确保人民生命财产安全，提高人居环境质量；

2.坚持“预防为主，防治结合”“在保护中开发、在开发中保护”的原则，将源头控制和恢复治理的思想贯彻到矿山生态修复工程的每个环节中；

3.坚持“因地制宜，讲求实效”的原则，矿山生态修复工程要与矿山的建设、生产相结合，根据现状问题和受损预测结果，制定科学合理的工程技术措施；

4.坚持“谁开发谁保护，谁破坏谁治理，谁投资谁受益”“技术可行，经济合理”的原则，矿山生态修复工程应按照国家制定的技术规范进行，方案要切实可行，同时注重环境恢复治理的经济效益，保持生态环境的协调统一；

5.坚持“统一规划、源头控制、防治结合”的原则，根据矿山生态修复工程设计，提出矿山生态修复总体目标任务，做出矿山服务期限内的总体工作部署和实施计划，分年限分步部署落实。

4.2 敏感目标保护

1.主要敏感目标

矿区生态环境敏感性强，根据现场调查及相关资料分析，矿区及周边主要敏感目标包括：

(1) 荒漠草原生态系统：矿区土地利用类型以天然牧草地为主，占

比 58.02%，为典型的荒漠草原。

(2) 珍稀动物资源：国家 II 级保护动物岩羊。

2.拟采取的保护措施

(1) 避让措施

优化工程设计，避让野生动物迁徙通道。

(2) 减缓措施

- ①控制施工范围，设置临时围挡，减少施工扰动；
- ②限制施工时间，避开野生动物繁殖期（5—8 月）；
- ③采取低噪声、低振动设备，减少对野生动物的惊扰；

(3) 保护措施

- ①建立野生动物监测点，定期开展红外相机监测；
- ②加强与当地林草、生态环境部门协作，建立生态破坏预警机制；
- ③施工前开展环保培训，强化施工人员生态保护意识。

4.3 表土剥离与植被移植利用

1.表土剥离

根据“应剥尽剥”要求，剥离表土为已有采空区范围内矿体剥离物以及 I、II 号矿体的剥离物，由于之前《开发利用方案》（2019）和《矿山地质环境保护与土地复垦方案》未记录采空区剥离表土数据，故采空区范围内矿体剥离量不明。根据“分区分期分层剥离”要求，待拟建矿区道路修建完成，I 号、II 号矿体同时开采，每层台阶开采之前剥离表土。

2.表土堆存及利用

按照“分区堆存、就近堆存、就近利用”原则，I 号矿体剥离表土部分用于修建 I 号矿体采场道路，部分堆存在已有排土场中，II 号矿体剥离表土部分用于修建 II 号矿体采场道路，部分堆存在拟建 2 号排土场中，堆存时间为 2026 年至 2048 年。已有采空区的剥离表土现已堆存在已有排土场和已治理的排土场中，堆存时间为 2015 年至 2048 年。表土应该分层堆

放，采区拦挡、盖苫、排水等防护措施，堆存期超过一个生长季节的，应采取种草或铺设草皮等复绿措施。表土处置见下表：

表 4-1 表土处置工程汇总表

序号	原地类	范围	表土剥离			表土储存		表土利用		
			面积 (hm ²)	时间段	厚度 (m)	土方量 (m ³)	位置	养护措施	利用方式	利用时间
1	天然牧草地、采矿用地	已有采空区	8.2557	2015-2026	0.1	/	已有排土场、已治理排土场	种草	覆土工程、修建矿区道路	2015-2045
2	天然牧草地、采矿用地	I号、II号矿体	10.9248	2026-2043	0.1	341126.74	已有排土场、拟建2号排土场	种草	覆土工程、修建矿区道路	2026-2045

4.4 相关协同措施

(1) 严格按照《开采方案》进行采矿活动，采用合理有效的治理、监测预警措施，保证矿山地质环境问题监测覆盖率 100%，杜绝采矿活动对矿山职工的生命财产造成影响和损失；

(2) 避免和减缓对自然地形地貌景观的影响、破坏，及时对已破坏的地貌景观进行恢复治理；

(3) 避免和减缓对土地资源的占用、破坏，采取有效措施对受影响破坏的土地进行恢复治理，使其恢复原状或其他适宜用途；

(4) 合理利用、排放废弃物，对固体废弃物进行综合利用，减缓其对含水层、地形地貌和土地资源的影响破坏；

(5) 保护和恢复治理矿区及周边地质环境，使矿山环境得到明显改善，并与周围环境协调统一。在矿山开采过程中，对出现的矿山地质环境问题及时进行治疗，防止破坏扩大化，把矿业活动对矿区地质环境的影响降低到最小程度；矿山开采结束后，对遗留的矿山地质环境问题进行全面恢复治理。

矿区生态修复预防主要通过矿山地质灾害预防措施、含水层预防措施、地形地貌景观保护措施、水土污染保护措施、土地复垦预防措施的实施，来实现矿山地质环境保护目的。

1. 矿山地质灾害预防治理措施

地质灾害的防治应本着“预防为主，避让与防治相结合”的原则，掌握时机，把灾害的损失减少到低水平，保证拟建工程的安全。根据“现状问题与受损预测”的结果，在工程建设施工过程中，必须加强地质环境保护，尽量减轻人类工程对地质环境的不利影响，避免和减少会引发矿山地质灾害的行为，尽可能避免引发或加剧地质灾害。

根据现状问题与受损预测结果，矿区内可能的地质灾害类型主要为崩塌、滑坡，因此，要采取必要的预防措施减少或避免崩塌、滑坡的发生。

（1）预防措施

① 矿山生产期间，严格按照《开采方案》设计开采参数进行开采。

② 对排土场、采场关键区域开展边坡稳定性分析，设置截排水沟、拦渣坝、挡土墙等防护工程，防止边坡失稳。

③ 边坡崩塌地质灾害监测采用宏观地质调查法，采用常规的崩塌变形形迹追踪地质调查方法，进行人工巡视，并发动当地群众报告崩塌区内出现的各种微细变化。该调查法选点宜在变化明显地段设固定点，并且调查路线应穿越、控制整个崩塌区。

监测方法及监测点选定后，需确定测量工具和观测次数和时间间隔。测量工具原则上精度越高越好，但考虑到经济、实用和便于操作，本次宏观地质调查选用一般的地质罗盘钢卷尺等即可。测量次数和时间间隔应随崩塌所处阶段以及崩塌主要动力破坏因素的不同而有所差异，崩塌变形缓慢阶段宜每月一次，崩塌变形加快则监测次数相应加密。以降雨为主要动力破坏因素的崩塌，雨季应加密观测次数。监测观测工作应连续进行，直到经防治工程治理后不再变形为止。

(2) 治理措施

在进入露天采场道路入口处布设警示牌，在坡顶和坡脚废石堆外围3m设立警示牌。在拟形成露天采场周边设置围栏，防止有人进入。针对排土场地斜坡边缘，在斜坡前缘设置铅丝石笼进行治理。

2.水土流失预防治理措施

(1) 预防措施

优化施工时序，避开雨季（7-9月）进行大规模土方作业，减少裸露面暴露时间。

(2) 治理措施

对排土场等长期堆存区域，采用“坡面分级+平台覆土+植被恢复”方式重建植被系统，坡面坡度控制在25°以内。

建立土壤监测点，定期监测土壤侵蚀模数变化，确保治理后侵蚀强度控制在 $1000\text{t}/\text{km}^2 \cdot \text{a}$ 以下。

3.固体废物综合利用措施

废石利用：开采期产生的废石优先用于土地复垦，剩余部分用于道路路基填筑。

生活垃圾分类收集后拉走处理。

3.安全施工协同措施

安全施工：严格执行《金属非金属矿山安全规程》（GB16423-2020），对高边坡等危险作业区域实施“班前监测、班中巡查、班后记录”制度，配备专职安全员与应急救援物资。

4.2 修复措施

矿区生态修复目标为天然牧草地，根据《土地复垦质量控制标准》（TD/T 1036-2013），天然牧草地复垦要求如下：

①复垦为天然牧草地时地面坡度应小于25°。

②有效土层厚度大于 10cm，土壤具有较好的肥力，土壤环境质量符合《土壤环境质量标准》（GB 15618—1995）规定的II类土壤环境质量标准。

表 4-2 土地复垦质量控制标准

复垦方向	指标类型	基本指标	控制标准
	土壤质量	有效土层厚度/cm	≥20
		土壤容重 /(g/cm ³)	≤1.5
		土壤质地	砂土至砂质粘土
		砾石含量/%	≤50
		pH 值	6.5~8.5
		有机质/%	≥0.5
	生产力水平	覆盖度/%	≥30
		产量 /(kg/hm ²)	三年后达到周边地区同等土地利用类型水平

4.2.1 地貌重塑

1. 矿山地质灾害治理

根据现状问题与受损分析，现状条件下地质灾害不发育。预测采场边坡和排土场边坡发育崩塌、滑坡、不稳定斜坡的可能性小。开采后的废石废土拉运至排土场排弃，矿山开采结束后平台上不存在废石废土，并且对损毁区域进行土地平整。

露天采场是影响本矿山地质环境的主要因素，为了避免人民生命及财产受到威胁，为了保持露天采场的稳定性，防止形成崩塌等自然灾害，造成人员伤亡事故，将最终边坡角控制在 55° 以内。

① 技术措施

A. 警示牌

在进入露天采场道路入口处布设警示牌，在坡顶和坡脚石堆外围 3m 设立警示牌，明确地质灾害隐患区范围、危险性及注意事项，警示人们远离危险区或在区内谨慎行事，注意自身安全，防止意外发生。

警示牌：警示牌上用汉语文字书写内容“露天采场，严禁入内”。设立的警示牌采用预制水泥桩和牌（见图 5-1），桩长 1.5m，桩截面 5×20cm，警示牌长宽厚尺寸 100cm×50cm×5cm。桩埋置于地下 0.5m，高出地面

1.5m。警示牌设置间距视山坡及沟道地形条件确定，对于地下低洼起伏地段间距为 80m，开阔平坦、通视性较好的地段其间距为 200-350m。估算警示牌数量为 11 个。

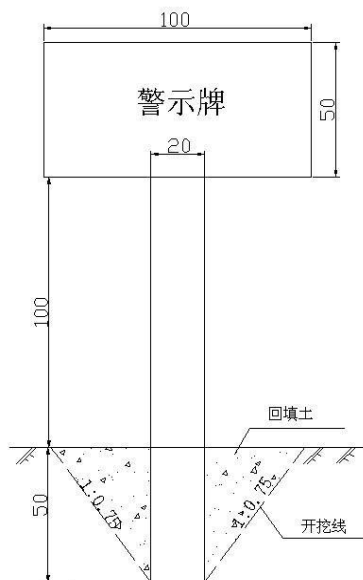


图 4-1 警示牌设计图

2. 刺丝围栏技术措施

用刺丝围栏将露天采场外围进行围封，每隔 10m 栽 1 根水泥柱，高 1.80m。竖桩规格 $0.12 \times 0.24 \times 1.80\text{m}$ ，斜撑规格 $0.10 \times 0.10 \times 2.20\text{m}$ ，角度 45° 。每隔 10m 栽一水泥锚拉桩，规格 $0.1 \times 0.1 \times 1.8\text{m}$ ，埋桩深度 50cm，栽桩后检查各桩是否一条线，使支持网片与桩面保持一个平面，最后将桩坑踩实。围栏长度 3595.94m。

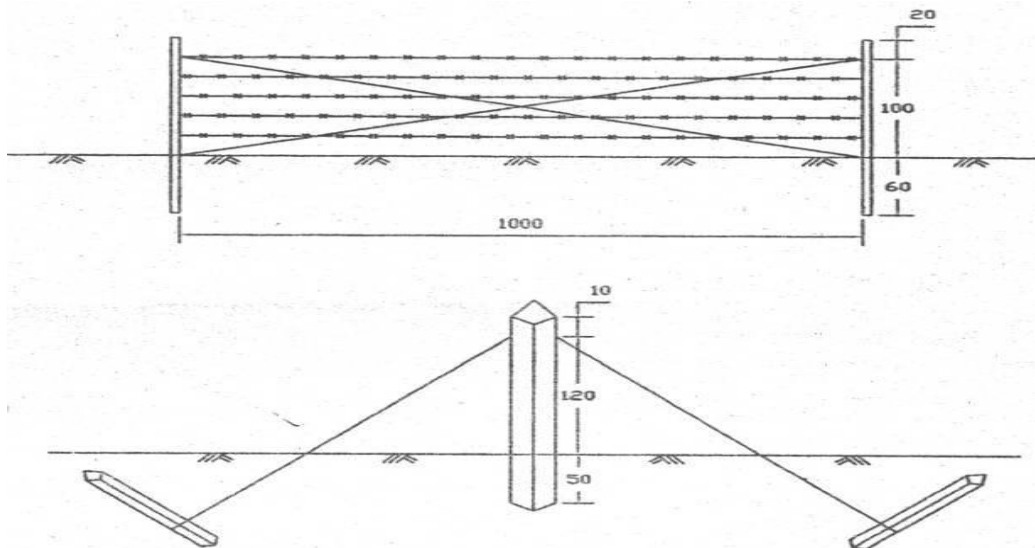


图 4-2 刺丝围栏

3.铅丝石笼

针对已有排土场和拟建排土场地斜坡边缘，在斜坡前缘设置铅丝石笼进行治理，现状条件下铅丝石笼长度 767.69m，铅丝石笼采用铅丝网片，中间填充大块岩石而成，铅丝石笼高 1.5m，宽 1m。效果图见图 4-3。

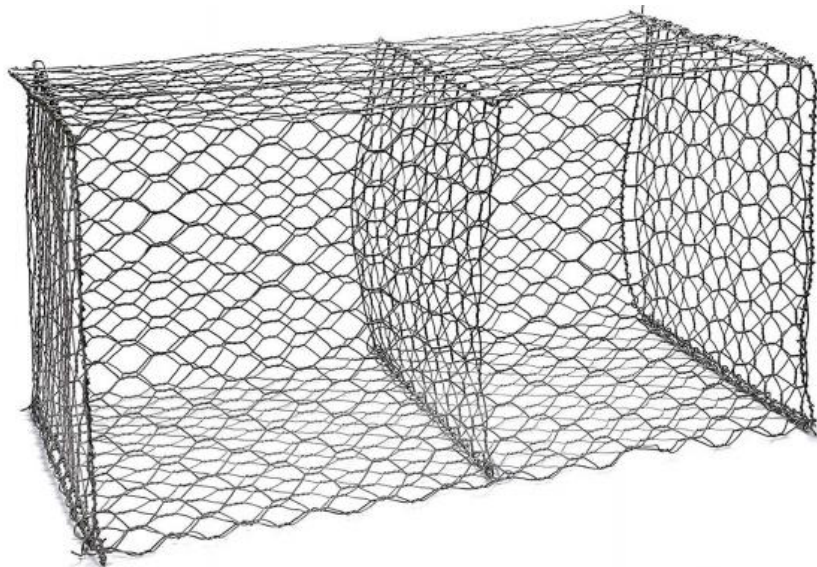


图 4-3 铅丝石笼

②工程量

矿山地质灾害治理主要工程量见表 4-3。

表 4-3 矿山地质灾害治理工程量一览表

序号	工程类别	单位	工程量
----	------	----	-----

1	警示牌	个	11
2	围栏	m	3595.94
3	铅丝石笼	m ³	1151.535

2.清基工程及清理工程

对构建筑物（办公生活区、油库、危废库）拆除及硬化地面拆除，拆除建筑垃圾委托有专业资质的机构定期外运处理，价格为 85 元/m³。

墙体拆除量公式为：

$$V=A \times B \times C \times m$$

其中：A—墙体宽；B—墙体高；C—墙体周长；m—楼层数量

根据实测，复垦区典型砖混结构房屋墙体宽度平均为 0.4m，对硬化地面进行打孔、撬移，拆除厚度约 0.15m，建筑拆除工程量计算详见表 4-4，拆除工程量共计 258.374m³。



图 4-4 砖混结构墙体厚度示意图

表 4-4 建筑拆除工程量计算表

项目	办公生活区、油库、危废库						
	墙体高 (m)	墙体宽 (m)	墙体周长 (m)	楼层数量	面积 (m ²)	硬化地面拆除厚度 (m)	工程量 (m ³)
建筑物拆除	3	0.4	186.7	1	408.89	0.15	285.374

3.土地平整

开采结束后对矿区道路、已有排土场、拟建 2 号排土场、采场台阶进行平整，砌体拆除结束后对办公生活区、油库、危废库进行平整，平整面

积 22.1224hm²，平均平整厚度 0.2m，工程量 44244.89m³。

4.2.2 土壤重构

根据矿区修复目标及土地复垦标准，对矿区道路、已有排土场、拟建 2 号排土场、采场、办公生活区、油库、危废库进行覆土，覆土面积 22.1224hm²，覆土厚度 0.2m，覆土工程量 44244.89m³。表土来源为矿山剥离物，I、II 号矿体剥离量 341226.74m³，满足覆土需求。

4.2.3 植被重建

按沙蓬、短花针茅 1: 1 混合比例，35kg/hm² 播种密度，对原地类为天然牧草地的生态修复分区播种，播种面积 22.1224hm²，播种 774.284kg。

4.2.4 景观营造

土地复垦方案确定的最终用途为天然牧草地，通过播撒草籽、补播即可自然恢复为荒漠草原，无需额外堆坡、造景、铺装等人工景观工程。

4.3 主要工程

4.3.1 地貌重塑主要工程量

该工程量的统计依据主要是以各项防治措施所参照的甘肃省其它矿区成功的恢复治理经验，结合本矿区实际情况，进行适当的调整。其中地质灾害治理工程为该矿山地质环境问题的防治工程提供可行的方向，仅作为矿山未来恢复治理工程参考使用，届时矿山应委托有资质的单位进行专项的设计及施工组织安排，并以此为准。

地貌重塑具体工程量见表 4-5。

表 4-5 地貌重塑工程量表

序号	工程类别	单位	排土场	拟建 2 号排土场	采场（已有采空区、I 号、II 号矿体采空区）	办公生活区	油库	危废库	矿区道路（已有矿区道路、拟建矿区道路）	合计（hm ² ）
面积		m ²	5229	7206.86	191,804.91	325.01	26.04	57.84	16574.82	22.1224
一	地质灾害治理									
1	警示牌	个	/	/	11	/	/	/	/	11
2	铁丝围栏	m	/	/	3595.94	/	/	/	/	3595.94
3	铅丝石笼	m ³	431.04	720.495	/	/	/	/	/	1151.535
二	清基工程									
1	建筑拆除	m ³	/	/	/	161.904	24.984	37.152	/	224.04
2	硬化地面拆除	m ³	/	/	/	48.752	3.906	8.676	/	61.334
3	垃圾清运	m ³	/	/	/	210.656	28.89	45.828	/	285.374
三	土地平整									
1	土地平整	m ³	1045.80	1441.37	38360.98	65.00	5.21	11.57	3314.96	44244.89

(二) 土壤重构主要工程量

根据复垦工程设计，本复垦方案确定的土壤重构工程技术措施主要为土地覆土。综上所述，本次设计该矿复垦责任范围内土地复垦工程量具体见表 4-6。

表 4-6 土壤重构工程量表

序号	工程类别	单位	排土场	拟建 2 号排土场	采场（已有采空区、I 号、II 号矿体采空区）	办公生活区	油库	危废库	矿区道路（已有矿区道路、拟建矿区道路）	合计 (hm ²)
面积		m ²	5229	7206.86	191804.91	325.01	26.04	57.84	16574.82	22.1224
一	土壤覆土									
1	覆土	m ³	1045.80	1441.37	38360.98	65.00	5.21	11.57	3314.96	44244.89

(三) 植被重建及景观营造主要工程量

根据复垦工程设计，本复垦方案确定的植被重建工程技术措施主要为种草。无景观营造工程，工程量具体见表 4-7。

表 4-7 植被重建工程量表

序号	工程类别	单位	排土场	拟建 2 号排土场	采场（已有采空区、I 号、II 号矿体采空区）	办公生活区	油库	危废库	矿区道路（已有矿区道路、拟建矿区道路）	合计
面积		m ²	5229	7206.86	191804.91	325.01	26.04	57.84	16574.82	22.1224
一	植被重建									
1	种草	hm ²	0.5229	0.7207	19.1805	0.0325	0.0026	0.0058	1.6575	22.1224

5 监测和管护

在矿山开采过程中，为切实加强矿山地质环境保护，应建立健全矿山地质环境监测机制和地质灾害预警机制，建立专职矿山地质环境监测机构，设专职管理人员和技术人员，负责矿山企业地质环境监测工作，对地质环境监测统一管理，矿山地质环境监测工作要贯穿在矿山建设、生产、闭坑治理期间及后续期间。根据《矿山地质环境监测技术规程》（DZ-T0287-2015），本项目监测级别属于二级。

5.1 目标任务

矿山建设及采矿活动可能引发崩塌滑坡、地形地貌景观破坏等矿山地质环境问题。在矿山开采过程中，为切实加强矿山地质环境保护，应建立健全矿山地质环境监测机制和地质灾害预警机制，建立专职矿山地质环境监测机构，设专职管理人员和技术人员，负责矿山企业地质环境监测工作，对地质环境监测统一管理，矿山地质环境监测工作要贯穿在矿山生产期、闭坑治理期间及管护期。矿山地质环境监测主要包括地质灾害监测、含水层监测、地形地貌景观监测、土壤环境监测四个部分。

5.2 监测设计与措施

5.2.1 矿山地质环境监测

1.地质灾害监测

在已有采空区、I号矿体采空区、II号矿体采空区、已有排土场、拟建2号排土场等位置进行地质灾害人工巡查监测点，设专人进行地质灾害巡查，及时发现地质灾害隐患。每月开展1次，每次需要2人，监测一年需要24人·次，监测时长22.2年，需要监测534人·次。

2.含水层监测

本次设计地下水监测方法采用人工监测，监测点均布置在基岩裂隙含

水层出露部位。包括水位监测、水量监测和水质采样监测三部分内容。含水层监测周期 17.2 年，其中，地下水水位监测采用人工监测，监测频率为 1 次/年，共计 18 次；地下水水质监测采用采样送检测试法，监测频率为 1 次/年，共计 18 次；地下水水量监测采用人工监测，监测频率为 2 次/年，累计水量监测工程量 36 次。

在监测要素动态出现异常变化时，应提高监测频率或者增加监测点密度。

3.地形地貌景观监测

采取监测员地表巡视的方法，不定期对矿区重点、次重点生态修复区的废石、渣土进行巡视，防止过界掩埋植被，破坏矿区环境；对一般防治生态修复区进行定期巡视，防止矿山建设开发设计方案以外的采压活动对土地植被的破坏。地形地貌景观破坏监测频率 2 次/年，监测时长 17.2 年，共 36 次，地形地貌景观恢复监测频率 2 次/年，监测时长 5 年，共 10 次。

4.土壤环境监测

土壤环境背景值监测点选择在矿区附近不受矿山生产污染区域外围布置。布置 1 个监测点，监测频率为 1 次/年，监测时长 1 年。土壤环境背景监测工程量 1 点·次；

土壤环境破坏监测共布设土壤环境污染监测点 5 个，分别布置在 I 号矿体、II 号矿体采空区、已有采空区、已有排土场、拟建 2 号排土场的位置。监测项目为：土壤重金属含量、有机污染物、土壤粒径、含水量、导电率、酸碱度、碱化度等。监测频率 1 次/年，监测时长 17.2 年。土壤环境污染监测工程量 90 点·次。土壤环境恢复监测频率 3 年/次，监测时长 5 年，监测工程量 10 点·次，。恢复监测点位沿用破坏监测点位。

采集平面混合样品时，采样深度 0~20cm，将一个采样单元内各采样分点采集的土样混合均匀，采用四分法，后留下 1kg 左右。采集剖面样时，剖面的规格一般为长 1.5m、宽 0.8m、深 1.2m，要求达到土壤母质层或潜

水水位处，剖面要求向阳，采样要自下而上，分层采取耕作层、沉积层、风化母岩层或母质层样品，严禁混淆。

5.2.2 土地资源监测

1. 监测措施

矿区土地损毁包括地面设施建设压占、采矿活动挖损矿体，考虑到开采产生的影响，将地面场地纳入监测范围，同时结合项目区土地利用现状及复垦方向，采取巡查观测。

2. 监测内容

土地损毁现状、土地拟损毁情况、土地复垦修复情况。

(1) 土地损毁现状监测

对土地已损毁情况进行检测，在 I 号矿体、II 号矿体采空区、已有采空区、已有排土场、拟建 2 号排土场、矿区道路的位置布置检测点，监测工程量 6 点·次。

(2) 土地损毁预测监测

矿山建设生产过程中，应对拟损毁土地进行监测。包括损毁土地位置、损毁土地面积、损毁形式等。若因生产工艺流程改变，对损毁土地的损毁时序、位置产生变化，应对土地复垦方案进行修正。根据本项目实际情况，拟损毁土地监测采用经纬仪、水准仪、全站仪、GPS 等进行专业监测，掌握拟损毁土地状况，以便安排后续工作。监测点沿用土地损毁现状监测点，监测频率 1 次/年，监测时长 17.2 年，监测工程量 108 点·次。由矿方自主监测并建立土地损毁监测台账并配套档案管理，监测至本方案服务期结束。

(3) 复垦效果监测

复垦效果监测的目的在于结合项目区自然环境实际情况，加强对复垦后的监测，真实反映复垦工作的效果，及时发现复垦工作的遗漏或疏忽问题，便于找到行之有效的复垦方法和经验，同时也是对复垦工作的监督，

终极目的是更好地保障土地复垦工作顺利实施和保护土地复垦工作成果。对复垦区的土壤质量进行监测，监测内容包括复垦区地形坡度、有效土层厚度、土壤有效水分、土壤容重、酸碱度(pH)、有机质含量、有效磷含量、有效钾含量、全氮含量、土壤侵蚀模数等。其监测方法以《土地复垦技术标准(试行)》为准。通过人工调查弄清土壤类型、土壤分布以及土壤质量状况。监测点位沿用损毁现状监测点位，并增加办公生活区监测点位，监测频率 3 年/次，监测时长 5 年，监测工程量 14 点·次。

5.2.3 生态环境监测

通过对矿区生态环境进行调查，对生态修复的多样性、稳定性和持续性进行全过程监测。主要进行生态修复前后动物群落、生物多样性调查，并采用遥感调查法掌握区域的植被覆盖度及土壤侵蚀强度。本方案设计委托专业技术团队进行定时监测，监测频率 1 次/年，监测时长 22.2 年，共监测 23 次。监测结束后监测单位提供监测成果图及报告，矿方建立监测台账并配套档案管理，监测至本方案服务期结束。

5.3 管护措施

5.3.1 管护目标

(1) 通过对土地复垦项目区的监测，检验项目的土地复垦成果是否达到生态修复方案提出的目标和国家规定的标准；及时了解项目建设及运行过程中土地损毁的动态变化情况，判断项目复垦工程技术合理性；为建设单位和监管部门提供实时信息；

(2) 确保修复后土壤结构稳定、肥力逐步提升；

(3) 保障植被成活率和群落稳定性，促进自然演替；

(4) 防止二次损毁、人为干扰和外来物种入侵；

(5) 实现“一年打基础、两年见成效、三年稳生态”的目标。

5.3.2 管护目标与措施

草地管护的目标就是补播草籽。管护工程具体包括以下内容：

草籽补播按面积 10%计算，每年 2.2122hm²，三年共 6.6366hm²。播撒密度为 35kg/hm²，共 232.281kg。

5.4 主要工程量

监测、管护工程量汇总见下表 5-1、表 5-2：

表 5-1 监测工程量统计表

序号	监测项目		单位	工程量			合计
				生产期 17.2 年	闭坑治理期 2 年	管护期 3 年	
一	地质环境监测						
1	地质灾害	地质灾害人工巡查监测	人·次	414	72	48	534
2	含水层监测	地下水位监测	次	18	/	/	18
		水质监测	次	18	/	/	18
		水量监测	次	36	/	/	36
3	地形地貌景观监测	地形地貌景观破坏监测	次	36	/	/	36
		地形地貌景观恢复监测	次	/	4	6	10
4	土壤环境监测	土壤环境背景	点·次	1	/	/	1
		土壤环境破坏	点·次	90	/	/	90
		土壤环境恢复	点·次	/	5	5	10
二	土地资源监测						
1	土地损毁现状		点·次	6	/	/	6
2	土地损毁预测监测		点·次	108	/	/	108
3	复垦效果监测		点·次	/	7	7	14
三	生态环境监测						
1	生态环境监测		次	18	2	3	23

表 5-2 管护工程量汇总表

项目	单位	管护期 3 年	备注
草籽补播	hm ²	6.6366	每年按面积 10%补播

6 工作部署与经费估算

6.1 目标任务与总体安排

矿区生态修复工作，既要统筹兼顾全面部署，又要结合实际、突出重点，集中有限资金，采取科学、经济、合理的方法，分轻、重、缓、急逐步完成。总体部署即是矿山闭坑后要达到的目标，根据矿山地质环境现状、存在的主要矿山地质环境问题和评估结果，该矿区生态修复总体部署任务是通过该方案的实施，最大限度地避免或减轻因矿山工程建设和采矿活动对矿山地质环境的影响和破坏，闭坑后实现矿山地质环境的有效恢复，即矿山关闭后地表应基本恢复到采矿前的状态，对存在的地质灾害隐患应采取永久性防治措施，使矿山地质环境问题得到有效治理，保证矿区经济社会发展和采矿人员生命财产安全。

6.1.1 指导思想

以习近平生态文明思想为指导，全面贯彻“绿水青山就是金山银山”理念，坚持“保护优先、系统治理、科学修复、公众参与”的基本原则，落实《矿山地质环境保护规定》《土地复垦条例》《矿区生态修复方案编制指南（临时）》等法规政策要求，结合肃南裕固族自治县天瑞源矿业有限责任公司天桥湾石灰岩矿生态环境本底特征和开采活动影响，构建“源头预防—过程控制—末端修复—长期管护”的全生命周期生态修复体系，推动矿区生态系统结构恢复、功能提升与服务稳定，实现矿产资源开发与生态保护协同推进，为肃南水源涵养与生物多样性保护提供示范样板。

6.1.2 目标任务

1.总体目标

到 2048 年，全面完成矿区 22.1224hm² 损毁土地的生态修复，生态系统结构、功能恢复至区域参照系统 80%以上水平，实现“面积不减少、功能不降低、性质不改变”的总体要求，建成荒漠草原稳定生态系统（天然牧草地），矿区生态安全屏障基本形成。

2.阶段目标任务

表 6-1 生态修复目标任务表

阶段	时间	目标任务
生产期	2026 年-2043 年	消除地质灾害隐患，监测地质环境、土壤环境和生态环境，对已有采空区内已开采不用的区域进行恢复治理
闭坑治理期	2043 年-2045 年	全面开展地貌重塑、土壤重构、植被重建，完成修复单元主体工程，土地复垦率≥95%
管护期	2045 年-2048 年	草籽补播，监测地质环境、土壤环境和生态环境，生态系统趋于稳定，修复成效通过县级验收

6.1.3 总体技术路线

按照“问题识别—目标设定—分区施策—工程实施—监测评估—适应性管理”六步闭环技术路线，构建“地貌重塑—土壤重构—植被重建”“三位一体”修复体系：

- 1.地貌重塑：拆除砌体、整平场地、稳定边坡，恢复地形连续性；
- 2.土壤重构：表土覆盖，重建土壤结构；
- 3.植被重建：播撒草籽，恢复荒漠草原群落；

6.1.4 总体实施计划

1.实施原则

时序衔接：与闭坑进度同步，做到“闭坑结束、修复到位”；

边采边修：边开采边设置采场围栏、警示牌、排土场铅丝石笼，对已有采空区内已开采不用的区域进行恢复治理；

滚动管理：每年3月底前完成上年度总结与当年计划修编，报县级备案。

2.工程部署总览

表 6-2 生态修复总体实施计划

工程类别	主要工程类别	实施时间	工程量
地貌重塑	建筑物拆除、硬化地面拆除、垃圾清运、场地平整、警示牌、防护围栏、铅丝石笼	2026年-2045年	建筑物拆除 224.04m ³ ，硬化地面拆除 61.334m ³ ，垃圾清运 285.374m ³ ，场地平整、平整 44244.89m ³ ，警示牌 11个，围栏 3595.94m，铅丝石笼 1151.535m ³
土壤重构	覆土	2043年-2045年	覆土 44244.89m ³
植被重建	播撒草籽	2043年-2045年	种草 22.1224hm ²
管护	植被补种管护	2045年-2048年	补播草籽
监测	地质、土地、生态监测	2026年-2048年	进行地质环境、土地资源、生态系统监测

6.2 总体经费估算

6.2.1 经费估算依据

1.估算依据

(1)《财政部、国土资源部关于印发土地开发整理项目预算定额标准的通知》(财综〔2011〕128号文)；

(2)财政部、国土资源部《土地开发整理项目预算编制规定》(2012)；

(3)财政部、国土资源部《土地开发整理项目施工机械台班费定额》(2012)；

(4)《财政厅、国土资源厅关于印发土地开发整理项目预算定额标

准甘肃省补充定额的通知》(甘财综〔2013〕67号文件);

(5)《土地开发整理项目预算编制规定甘肃省补充编制规定(试行)》(2013);

(6)《土地开发整理项目施工机械台班费定额甘肃省补充定额(试行)》;

(7)《土地整治工程建设标准编写规程》(TD/T 1045-2016);

(8)《土地整治项目规划设计规范》(TD/T 1012-2016);

(9)《土地整治项目工程量计算规则》(TD/T 1039-2013);

(10)《甘肃省土地开发整理工程建设标准》(GTJ 01-10);

2.取费标准

(1) 工程施工费

工程施工费由直接费、间接费、利润和税金组成。

①直接费：由直接工程费和措施费组成。

①直接工程费：由人工费、材料费、施工机械使用费组成。

A.人工费

人工费包括基本工资、辅助工资、工资附加费。本项目人工单价依据《土地开发整理项目预算定额甘肃省补充定额》试行(2013)有关要求。结合本项目实际情况,经计算,确定项目区为十一类工资区,经计算,人工单价分别按甲类工 43.304 元/工日、乙类工 33.502 元/工日计取。

表 6-3 人工预算单价计算表(十一类工资区)

编号	项目名称	计算公式	工资类型
一	基本工资	$400 \text{ 元} \times 1.1304 \text{ 系数} \times 12 \text{ 月} \times 1 \div (250-10) \text{ 天} = 22.608 \text{ 元}$	甲类

表 6-3 人工预算单价计算表（十一类工资区）

编号	项目名称	计算公式	工资类型
		$340 \text{ 元} \times 1.1304 \text{ 系数} \times 12 \text{ 月} \times 1 \div (250-10) \text{ 天} = 19.217 \text{ 元}$	乙类
二	辅助工资	6.553 元	甲类
		3.343 元	乙类
1	施工津贴	$3.5 \text{ 元/天} \times 365 \text{ 天} \times 0.95 \text{ 系数} \div (250-10) \text{ 天} = 5.057 \text{ 元}$	甲类
		$2 \text{ 元/天} \times 365 \times 0.95 \text{ 系数} \div (250-10) \text{ 天} = 2.890 \text{ 元}$	乙类
2	夜餐津贴	$(3.5 \text{ 元} + 4.5 \text{ 元}) / \text{天} \div 2 \times 0.2 = 0.800 \text{ 元}$	甲类
		$(3.5 \text{ 元} + 4.5 \text{ 元}) / \text{天} \div 2 \times 0.05 = 0.200 \text{ 元}$	乙类
3	节日加班津贴	$22.608 \text{ 元/天} \times (3-1) \times 11 \text{ 天} \div 250 \text{ 天} \times 0.35 = 0.696 \text{ 元}$	甲类
		$19.217 \text{ 元/天} \times (3-1) \times 11 \text{ 天} \div 250 \text{ 天} \times 0.15 = 0.254 \text{ 元}$	乙类
三	工资附加费	14.143 元	甲类
		10.942 元	乙类
1	职工福利基金	$(\text{基本工资} + \text{辅助工资}) \times \text{费率} = (22.608 + 6.553) \times 14\% = 4.083 \text{ 元}$	甲类
		$(\text{基本工资} + \text{辅助工资}) \times \text{费率} = (19.217 + 3.343) \times 14\% = 3.158 \text{ 元}$	乙类
2	工会经费	$(\text{基本工资} + \text{辅助工资}) \times \text{费率} = (22.608 + 6.553) \times 2\% = 0.583 \text{ 元}$	甲类
		$(\text{基本工资} + \text{辅助工资}) \times \text{费率} = (19.217 + 3.343) \times 2\% = 0.451 \text{ 元}$	乙类
3	养老保险	$(\text{基本工资} + \text{辅助工资}) \times \text{费率} = (22.608 + 6.553) \times 20\% = 5.832 \text{ 元}$	甲类
		$(\text{基本工资} + \text{辅助工资}) \times \text{费率} = (19.217 + 3.343) \times 20\% = 4.512 \text{ 元}$	乙类
4	医疗保险	$(\text{基本工资} + \text{辅助工资}) \times \text{费率} = (22.608 + 6.553) \times 4\% = 1.166 \text{ 元}$	甲类
		$(\text{基本工资} + \text{辅助工资}) \times \text{费率} = (19.217 + 3.343) \times 4\% = 0.902 \text{ 元}$	乙类
5	工伤保险	$(\text{基本工资} + \text{辅助工资}) \times \text{费率} = (22.608 + 6.553) \times 1.5\% = 0.437 \text{ 元}$	甲类
		$(\text{基本工资} + \text{辅助工资}) \times \text{费率} = (19.217 + 3.343) \times 1.5\% = 0.338 \text{ 元}$	乙类
6	职工失业保险基金	$(\text{基本工资} + \text{辅助工资}) \times \text{费率} = (22.608 + 6.553) \times 2\% = 0.583 \text{ 元}$	甲类
		$(\text{基本工资} + \text{辅助工资}) \times \text{费率} = (19.217 + 3.343) \times 2\% = 0.451 \text{ 元}$	乙类
7	住房公积金	$(\text{基本工资} + \text{辅助工资}) \times \text{费率} = (22.608 + 6.553) \times 5\% = 1.458 \text{ 元}$	甲类
		$(\text{基本工资} + \text{辅助工资}) \times \text{费率} = (19.217 + 3.343) \times 5\% = 1.128 \text{ 元}$	乙类
人工单价费			

表 6-3 人工预算单价计算表（十一类工资区）

编号	项目名称	计算公式	工资类型
	甲类	(基本工资+辅助工资+工资附加费) 22.608+6.553+14.143=43.304 元/工日	
	乙类	(基本工资+辅助工资+工资附加费) 19.217+3.343+10.942=33.502 元/工日	

根据甘国土资环发〔2018〕105号文《甘肃省国土资源厅关于印发〈甘肃省地质环境项目工程投资编制办法〉的通知》，高台县属四类地区，人工基本工资标准为：工长 695 元/月，高级工 645 元/月，中级工 515 元/月，初级工 360 元/月，年法定工作日为 250 天除以生产工人年法定工作天数以内非作业天数系数 1.068 即 234 天。人工单价由基本工资、辅助工资、工资附加费构成。经计算，人工日单价为工长 66.75/工日，高级工 62.77/工日，中级工 52.44/工日，初级工 49.97/工日；人工时单价为工长 8.34 元/工时，高级工 7.85 元/工时，中级工 6.56 元/工时，初级工 6.25 元/工时。

表 6-4 地质环境治理人工单价计算表（四类地区）

编号	项目名称	计算公式				工资类型
一	基本工资	695 元×12 月÷234 天=35.64 元				工长
		645 元×12 月÷234=33.08 元				高级工
		515 元×12÷234=26.41 元				中级工
		360 元×12÷234=18.46 元				初级工
二	辅助工资	工长	高级工	中级工	初级工	(以下四项之和)
		9.4	9.28	8.97	8.61	
1	施工津贴	4 元×365 天×95%÷234 天=5.93 元				统一标准
2	高原补贴	20 元×12 月÷234 天=1.03 元				统一标准
3	夜餐津贴	(3.5 元/中班+4.5 元/夜班)÷2×20%=0.80 元				统一标准
4	节日加班津贴	35.64 元×11 天×3 倍÷250 天×35%=1.65 元				工长
		33.08 元×11 天×3 倍÷250 天×35%=1.53 元				高级工
		26.41 元×11 天×3 倍÷250 天×35%=1.22 元				中级工
		18.46 元×11 天×3 倍÷250 天×35%=0.85 元				初级工
三	工资	工长	高级工	中级工	初级工	(以下 7 项之

表 6-4 地质环境治理人工单价计算表（四类地区）

编号	项目名称	计算公式				工资类型
	附加费	21.71	20.42	17.05	13.05	和)
1	职工福利基金	$(\text{基本工资} + \text{辅助工资}) \times \text{费率} = (35.64 + 9.40) \times 14\% = 6.31$				工长
		$(\text{基本工资} + \text{辅助工资}) \times \text{费率} = (33.08 + 9.28) \times 14\% = 5.93$				高级工
		$(\text{基本工资} + \text{辅助工资}) \times \text{费率} = (26.41 + 8.97) \times 14\% = 4.95$				中级工
		$(\text{基本工资} + \text{辅助工资}) \times \text{费率} = (18.46 + 8.61) \times 14\% = 3.79$				初级工
2	工会经费	$(\text{基本工资} + \text{辅助工资}) \times \text{费率} = (35.64 + 9.40) \times 2\% = 0.90$				工长
		$(\text{基本工资} + \text{辅助工资}) \times \text{费率} = (33.08 + 9.28) \times 2\% = 0.85$				高级工
		$(\text{基本工资} + \text{辅助工资}) \times \text{费率} = (26.41 + 8.97) \times 2\% = 0.71$				中级工
		$(\text{基本工资} + \text{辅助工资}) \times \text{费率} = (18.46 + 8.61) \times 2\% = 0.54$				初级工
3	养老保险	$(\text{基本工资} + \text{辅助工资}) \times \text{费率} = (35.64 + 9.40) \times 20\% = 9.01$				工长
		$(\text{基本工资} + \text{辅助工资}) \times \text{费率} = (33.08 + 9.28) \times 20\% = 8.47$				高级工
		$(\text{基本工资} + \text{辅助工资}) \times \text{费率} = (26.41 + 8.97) \times 20\% = 7.08$				中级工
		$(\text{基本工资} + \text{辅助工资}) \times \text{费率} = (18.46 + 8.61) \times 20\% = 5.41$				初级工
4	医疗保险	$(\text{基本工资} + \text{辅助工资}) \times \text{费率} = (35.64 + 9.40) \times 7.2\% = 3.24$				工长
		$(\text{基本工资} + \text{辅助工资}) \times \text{费率} = (33.08 + 9.28) \times 7.2\% = 3.05$				高级工
		$(\text{基本工资} + \text{辅助工资}) \times \text{费率} = (26.41 + 8.97) \times 7.2\% = 2.55$				中级工
		$(\text{基本工资} + \text{辅助工资}) \times \text{费率} = (18.46 + 8.61) \times 7.2\% = 1.95$				初级工
5	工伤保险	$(\text{基本工资} + \text{辅助工资}) \times \text{费率} = (35.64 + 9.40) \times 1\% = 0.45$				工长
		$(\text{基本工资} + \text{辅助工资}) \times \text{费率} = (33.08 + 9.28) \times 1\% = 0.42$				高级工
		$(\text{基本工资} + \text{辅助工资}) \times \text{费率} = (26.41 + 8.97) \times 1\% = 0.35$				中级工
		$(\text{基本工资} + \text{辅助工资}) \times \text{费率} = (18.46 + 8.61) \times 1\% = 0.27$				初级工
6	失业保险	$(\text{基本工资} + \text{辅助工资}) \times \text{费率} = (35.64 + 9.40) \times 2\% = 0.90$				工长

表 6-4 地质环境治理人工单价计算表（四类地区）

编号	项目名称	计算公式	工资类型
	费	$(\text{基本工资} + \text{辅助工资}) \times \text{费率} = (33.08 + 9.28) \times 2\% = 0.85$	高级工
		$(\text{基本工资} + \text{辅助工资}) \times \text{费率} = (26.41 + 8.97) \times 2\% = 0.71$	中级工
		$(\text{基本工资} + \text{辅助工资}) \times \text{费率} = (18.46 + 8.61) \times 2\% = 0.54$	初级工
7	住房	$(\text{基本工资} + \text{辅助工资}) \times \text{费率} = (35.64 + 9.40) \times 7\% = 0.90$	工长
	公积金	$(\text{基本工资} + \text{辅助工资}) \times \text{费率} = (33.08 + 9.28) \times 7\% = 0.85$	高级工
人工费单价			
	工长	$(\text{基本工资} + \text{辅助工资} + \text{工资附加费}) 35.64 + 9.40 + 21.710 = 66.75$ 元/工日 (8.34 元/工时)	
	高级工	$(\text{基本工资} + \text{辅助工资} + \text{工资附加费}) 33.08 + 9.28 + 20.417 = 62.77$ 元/工日 (7.85 元/工时)	
	中级工	$(\text{基本工资} + \text{辅助工资} + \text{工资附加费}) 26.41 + 8.97 + 17.05 = 52.44$ 元/工日 (6.56 元/工时)	
	初级工	$(\text{基本工资} + \text{辅助工资} + \text{工资附加费}) 18.46 + 18.46 + 13.05 = 49.97$ 元/工日 (6.25 元/工时)	

B.材料费

材料费指用于建筑及安装工程项目上的消耗性材料、装置性材料和周转性材料摊销费。包括定额工作内容规定应计入的未计价材料和计价材料。

材料预算价格一般包括材料原价、运杂费和采购保管费三项。

(a)材料原价：指材料指定交货地点的价格。

(b)运杂费：指材料从指定交货地点至工地仓库或材料堆放场所发生的全部费用。包括运输费、装卸费、调车费及其他杂费。

(c)材料采购保管费：指材料在采购、供应和保管过程中所发生的各项费用。主要包括材料的采购、供应和保管部门工作人员的基本工资、辅助工资、工资附加费、教育经费、办公费、差旅交通费及工具

用具使用费；仓库、转运站等设施的检修费、固定资产折旧费、技术安全措施费和材料检验费；材料在运输、保管过程中发生的损耗等。

材料费=定额材料用量×材料预算单价。

其他材料费用=定额材料费用×费率。

对块石、水泥及钢筋等十一类主要材料进行限价。当上诉材料预算价格等于或小于“主材规定价格表”中所列的规定价格时,直接计入工程施工费单价；当材料预算价格大于“主材规定价格表”中所列的规定价格时,超出限价部分单独计算材料价差(只计取材料费和税金),不参与取费。

表 6-5 主材规定价格表

序号	材料名称	单位	限价（元）
1	块石、片石	m ³	40
2	砂子、石子	m ³	60
3	水泥	t	300
4	柴油	t	4500
5	汽油	t	5000

电缙和管道安装工程中的管材、管件、闸阀、法兰、出水栓等只计取材料费和税金，其材料费直接计入工程施工费单价计算表中的“未计价材料费”，不参与其他取费。

表 6-6 主要材料价格计算表

材料	单位	原价	单位毛重	运输费							材料价格				
				起点	终点	运输工具	运距 (km)	运费	装卸费	运费合计	原价 (除税价)	运输费总计	运到工地仓库价	采购及保管费	合计
0#汽油	t	5802.90	1.14	康乐镇	施工现场	汽车	8.5	14.54	673.14	687.68	5802.90	687.68	6490.58	178.49	6669.07
92#柴油	t	6185.70	1.15	康乐镇	施工现场	汽车	8.5	14.66	717.54	732.20	6185.70	732.20	6917.90	190.24	7108.14
警示牌	个	30.00	1	康乐镇	施工现场	汽车	8.5	4.08	0.81	4.89	30.00	4.89	34.89	0.96	35.85
刺丝围栏 12#	kg	5.66	1	康乐镇	施工现场	汽车	8.5	4.08	0.34	4.42	5.66	4.42	10.08	0.28	10.36
水	m ³	1	1	康乐镇	施工现场	汽车	8.5	3.83	0.12	3.95	1.00	3.95	4.95	0.14	5.09
铅丝	kg	4.52	1	康乐镇	施工现场	汽车	8.5	4.08	0.81	4.89	4.52	4.89	9.41	0.26	9.67
草籽	kg	13	1	康乐镇	施工现场	汽车	8.5	0.4	0.07	0.47	13.00	0.47	13.47	0.37	13.84
电	千瓦时	1.00													1.00

表 6-7 材料预算价格表

序号	名称	型号	单位	价格（元）
1	汽油	0号	t	6669.07
2	柴油	92号	t	7108.14
3	警示牌	牌 1m×0.5m 型	个	35.85
4	刺丝围栏	12号	m	16.87
5	水		m ³	5.09
6	铅丝		kg	9.67
7	草籽		kg	13.84
8	电		千瓦时	1.00

C.施工机械使用费

施工机械使用费：指消耗在建筑及安装工程项目上的机械磨损、维修和动力燃料费用等。包括：折旧费、修理及替换设备费、安装拆卸费、机上人工费和动力燃料费等。

a.折旧费：指施工机械在规定使用年限内回收原值的台时折旧摊销费用。

b.修理及替换设备费。

修理费：指施工机械使用过程中，为了使机械保持正常功能而进行修理所需的摊销费用和机械正常运转及日常保养所需润滑油料、擦拭用品的费用；

替换设备费：指施工机械正常运转时所耗用的替换设备及随机使用的工具附具等摊销费用。

c.安装拆卸费。指施工机械进出工地的安装、拆卸、试运转和场内转移及辅助设施的摊销费用。

d.机上人工费。指施工机械使用时机上操作人员人工费用。

e.动力燃料费。指施工机械正常运转时所耗用的风、水、电、油和煤等费用。机械使用费=定额机械使用量（台时）×机械台时费（元

/台时)

其他机械费用=定额机械费用×费率。

定额标准按《甘肃省水利水电建筑工程预算定额》（2013），依据甘肃省自然资源厅关于印发《甘肃省地质环境项目投资编制方法》的通知（甘国土资环发[2018]105号文）中规定：第一类费用中的折旧费除以 1.15 系数，修理及替换设备费除以 1.1 的系数，安拆费不作调整；第二类费用中油料价格以现行市场价为准，第二类费用等于人工工时乘以工时费加上材料单价乘以材料消耗量。

表 6-8 施工机械台班费

编号	机械名称	机械规格		费用构成										台班费
				第一类费用				第二类费用						
				折旧费	修理费	拆卸费	小计	人工	柴油	电	水	风	小计	
				元	元	元	元	工日	kg	kwh	m ³	m ³	元	
1001	徐工 400 挖掘机	斗容 (m ³)	2	249.34	161.4	18.48	429.22	2		45			131.61	560.83
1014	推土机	功率 (kw)	74	92.39	99.92	4.18	196.49	2	55				334.11	530.60
1013	推土机	功率 (kw)	59	33.52	40.42	1.52	75.46	2	44				284.61	360.07
4013	自卸汽车	载重量 (t)	8	99.37	77.6		176.97	2	47				298.11	475.08

②措施费

包括临时设施费、冬雨季施工增加费、夜间施工增加费（该费本项目不涉及）、施工辅助费、特殊地区施工增加费（该费用本项目不涉及）和安全施工措施费。

依据《土地开发整理项目施工机械台班费定额甘肃省补充定额》，临时设施费取费标准以直接工程费为基数，费率见表 6-8：

表 6-9 临时设施费率表

序号	工程类别	计算基础	措施费费率
1	土石方工程	直接工程费	2%
2	砌体工程	直接工程费	2%
3	其他工程	直接工程费	2%
4	混凝土工程	直接工程费	2%

施工辅助费用取费标准以直接工程费为基数，措施费费率见表 6-9。

表 6-10 措施费费率表

编号	工程类别	计算基础	临时设施费率 (%)	冬雨季施工增加费 (%)	施工辅助费率 (%)	安全措施费 (%)	费率合计 (%)
1	土方工程	直接工程费	2	0.7	0.7	0.2	3.6
2	石方工程	直接工程费	2	0.7	0.7	0.2	3.6
3	砌体工程	直接工程费	2	0.7	0.7	0.2	3.6
4	混凝土工程	直接工程费	3	0.7	0.7	0.2	4.6
5	其他工程	直接工程费	2	0.7	0.7	0.2	3.6

②间接费

间接费由规费、企业管理费组成。

规费：规费指政府和有关权力部门规定必须缴纳的费用。包括工程排污费、工程定额测定费。

企业管理费：企业管理费指施工企业组织施工生产和经营活动所需费用。

依据《土地开发整理项目施工机械台班费定额甘肃省补充定额》，根据工程类别不同，其取费基数和费率见表 6-10：

表 6-11 间接费费率表

序号	工程类别	计算基础	间接费费率（%）
1	土方工程、砌体工程	直接费	5
2	石方工程	直接费	6
3	其他工程	直接费	5
4	混凝土工程	直接费	6

③利润

依据《土地开发整理项目施工机械台班费定额甘肃省补充定额》，按直接费和间接费之和计算，利润率取 3%。

计算公式为：利润 = （直接费 + 间接费） × 利润率

④税金

根据财政部和国土资源部联合颁发的《土地开发整理项目预算定额标准》（财综〔2011〕128号）和国土厅发〔2017〕19号文关于印发《土地整治工程营业税改增值税计价依据调整过渡实施方案的通知》以及《财政部税务总局海关总署关于深化增值税改革有关政策的公告》（财政部税务总局海关总署公告 2019 年第 39 号）建筑业销项税调整为 9%（从 2019 年 4 月 1 日起执行），本工程项目税金按建筑业适用的增值税率计算，税率为 9%。

税金 = （直接费 + 间接费 + 利润 + 材料价差） × 税率。

（2）设备购置费

本项目无设备购置费，生态修复使用已有设备或租用设备。

(3) 其他费用

其他费用包括前期工作费、工程监理费、拆迁补偿费、竣工验收费、业主管理费。

1) 前期工作费

前期工作费依据《土地开发整理项目施工机械台班费定额甘肃省补充定额》，包括土地清查费、项目可行性研究费、项目勘测费、项目设计与预算编制费、项目招标代理费。

A.土地清查费

按工程施工费的 0.5% 计算。计算公式为：

土地清查费=工程施工费×费率

B.项目可行性研究费

以工程施工费与设备购置费之和作为计费标准，计费基数取 1%。

C.项目勘测费

按不超过工程施工费的 1.5% 计算（项目地貌为丘陵/山区的可乘以 1.1 的调整系数）计算公式为：项目勘测费=工程施工费×费率×调整系数。

D.项目设计与预算编制费

根据合同价进行确定。

E.项目招标代理费

以工程施工费与设备购置费之和作为计费基数，采用差额定律法进行计算。

表 6-12 项目招标代理费计费标准

序号	计费基数	费率	算例（单位：万元）	
			计费基数	项目招标代理费
1	≤500	0.5	500	500*0.5%=2.5
2	500-1000	0.4	1000	2.5+（1000-500）*0.4%=4.5
3	1000-3000	0.3	3000	4.5+（3000-1000）*0.3%=10.5

2) 工程监理费

工程监理费指复垦义务人单位委托具有工程监理资质的单位，按照国家有关规定进行全过程的监督与管理所发生的费用。工程监理费按工程施工费的 1.6% 计算。

计算公式为：工程监理费=工程施工费×1.6%。

3) 拆迁补偿费

本项目不涉及拆迁工程。

4) 竣工验收费

竣工验收费由工程复核费、工程验收费、项目决算编制与审计费、整理后土地的重估与登记费和标识设定费用五项组成，其费用按“部颁 2011 定额标准”中的规定计算。

竣工验收费=工程复核费+工程验收费+项目决算编制与审计费+整理后土地的重估与登记费+标识设定费。

A. 工程复核费

以工程施工费与设备购置费之和作为计费基数，采用差额定率累进法计算。

表 6-13 工程复核费计算标准

序号	计费基数	费率	算例（单位：万元）	
			计费基数	工程复核费
1	≤500	0.6	500	$500 \times 0.6\% = 3$
2	500-1000	0.55	1000	$3 + (1000 - 500) \times 0.55\% = 5.75$
3	1000-3000	0.5	3000	$5.75 + (3000 - 1000) \times 0.5\% = 15.75$

B.工程验收费

以工程施工费与设备购置费之和作为计费基数，采用差额定率累进法计算。

表 6-14 工程验收费计费标准

序号	计费基数	费率	算例（单位：万元）	
			计费基数	工程验收费
1	≤500	1	500	$500 \times 1\% = 5$
2	500-1000	0.9	1000	$5 + (1000 - 500) \times 0.9\% = 9.5$
3	1000-3000	0.8	3000	$9.5 + (3000 - 1000) \times 0.8\% = 25.5$

C.项目决算编制与审计费

以工程施工费与设备购置费之和作为计费基数，采用差额定率累进法计算。

表 6-14 项目决算编制与审计费计费标准

序号	计费基数	费率	算例（单位：万元）	
			计费基数	项目决算编制与审计费
1	≤500	0.8	500	$500 \times 0.8\% = 4$
2	500-1000	0.7	1000	$4 + (1000 - 500) \times 0.7\% = 7.5$
3	1000-3000	0.6	3000	$7.5 + (3000 - 1000) \times 0.6\% = 19.5$

D.整理后土地重估与登记费

以工程施工费与设备购置费之和作为计费基数，采用差额定率累进法计算。

表 6-15 整理后土地重估与登记费计费标准

序号	计费基数	费率	算例（单位：万元）	
			计费基数	整理后土地重估与登记费
1	≤500	0.6	500	$500*0.6\%=3$
2	500-1000	0.55	1000	$3+(1000-500)*0.55\%=5.75$
3	1000-3000	0.5	3000	$5.75+(3000-1000)*0.5\%=17.75$

E.标识设定费

以工程施工费与设备购置费之和作为计费基数，采用差额定率累进法计算。

表 6-16 标识设定费计费标准

序号	计费基数	费率	算例（单位：万元）	
			计费基数	标识设定费
1	≤500	0.11	500	$500*0.11\%=0.55$
2	500-1000	0.1	1000	$0.55+(1000-500)*0.1\%=1.05$
3	1000-3000	0.09	3000	$1.05+(3000-1000)*0.09\%=2.85$

5) 业主管管理费

业主管管理费按工程施工费、设备购置费、前期工作费、工程监理费和竣工验收费之和，采用差额定率累进法计算。

表 6-17 业主管管理费计费标准

序号	计费基数	费率	算例（单位：万元）	
			计费基数	标识设定费
1	≤500	2.4	500	$500*2.4\%=12$
2	500-1000	2.2	1000	$12+(1000-500)*2.2\%=23$
3	1000-3000	2	3000	$23+(3000-1000)*2\%=63$

(4) 预备费

1) 基本预备费

基本预备费指在施工过程中因自然灾害、设计变更及不可预计因素的变化而增加的费用。根据《土地开发整理项目预算编制暂行办法》

规定，基本预备费按工程施工费、设备费和其他费用三项之和的 3% 计取。

2) 价差预备费

价差预备费主要为解决在工程施工过程中，因人工工资、材料和设备价格上涨以及费用标准调整而增加的投资。根据静态投资及土地复垦工作安排进行动态投资预算，年度价格上涨水平选用 3%。假设土地复垦工程的费用计提年限为 n 年，且每年的静态投资费为 a_1 、 a_2 、 a_3 、…… a_n ，则价差预备费为 W ，动态投资费为 S 。

动态投资计算如下：

$$\text{价差预备费: } \sum_{i=1}^n w_i = a_i [(1+r)^{i-1} - 1]$$

$$\text{动态投资: } S = \sum_{i=1}^n a_i + \sum_{i=1}^n w_i$$

3) 风险金

按工程施工费、设备费和其他费用三项之和的 2% 计取。

6.2.2 单项工程量及经费估算

根据矿山生态修复方案工程部署和监测管护工程内容。该地貌重塑投资估算为 58.20 万元，土壤重构投资预算为 38.49 万元，植被重建投资预算为 1.53 万元，监测工程投资预算为 21.29 万元，管护工程投资预算为 0.46 万元。

表 6-18 总工程量表

序号	工程类别	单位	工程量
地貌重塑			
1	警示牌	个	11
4	刺丝围栏	m	3595.940
5	铅丝石笼	m ³	1151.535
6	建筑拆除	m ³	224.040
7	硬化地面拆除	m ³	61.334

8	垃圾清运	m ³	285.374
9	土地平整	m ³	44244.89
土壤重构			
1	覆土	m ³	44244.89
植被重建			
1	种草	hm ²	22.1224
监测			
1	地质灾害人工巡查监测	人·次	534
2	地下水位监测	次	18
3	水质监测	次	18
4	水量监测	次	36
5	地形地貌景观破坏监测	次	36
6	地形地貌景观恢复监测	次	10
7	土壤环境背景	点·次	1
8	土壤环境破坏	点·次	90
9	土壤环境恢复	点·次	10
10	土地损毁现状	点·次	6
11	土地损毁预测监测	点·次	108
12	复垦效果监测	点·次	14
13	生态环境监测	次	23
管护			
1	草籽补播	hm ²	6.6366

表 6-19 工程费用估算表

序号	项目	计量单位	工程量	单价(元)	合计(元)	合计(万元)
一	地貌重塑工程				582034.69	58.20
(一)	地质灾害治理				403485.02	40.35
(1)	警示牌	个	11	54.31	597.41	0.06
(2)	刺丝围栏	m	3595.94	46.36	166707.78	16.67
(3)	铅丝石笼	m ³	1151.535	205.1	236179.83	23.62
(二)	清基工程				51566.84	5.16
(1)	建筑拆除	m ³	224.04	73.65	16500.55	1.65
(2)	硬化地面拆除	m ³	61.334	176.24	10809.50	1.08
(3)	垃圾清运	m ³	285.374	85	24256.79	2.43
(三)	土地平整				126982.83	12.70
(1)	土地平整	m ³	44244.89	2.87	126982.83	12.70
二	土壤重构工程				384930.54	38.49
(1)	覆土	m ³	44244.89	8.7	384930.54	38.49

表 6-19 工程费用估算表

序号	项目		计量单位	工程量	单价 (元)	合计 (元)	合计 (万元)
三	植被重建工程					15250.30	1.53
(1)	播撒草籽		hm ²	22.1224	689.36	15250.30	1.53
工程施工费						982215.53	98.22
四	监测工程					212900	21.29
(一)	矿山地质环境工程监测					182700	18.27
(1)	地质灾害监测	人工巡查监测	人·次	534	150	80100	8.01
(2)	含水层监测	地下水水位监测	次	18	200	3600	0.36
		水质监测	次	18	400	7200	0.72
		水量监测	次	36	50	1800	0.18
(3)	地形地貌景观监测	地形地貌景观破坏监测	次	36	200	7200	0.72
		地形地貌景观恢复监测	次	10	200	2000	0.20
(4)	土壤环境监测	土壤环境背景监测	点·次	1	800	800	0.08
		土壤环境破坏监测	点·次	90	800	72000	7.20
		土壤环境恢复监测	点·次	10	800	8000	0.80
(二)	土地资源监测					25600	2.56
(1)	土地损毁现状监测		点·次	6	200	1200	0.12
(2)	土地损毁预测监测		点·次	108	200	21600	2.16
(3)	复垦效果监测		点·次	14	200	2800	0.28
(三)	生态环境监测					4600	0.46
(1)	生态环境监测		次	23	200	4600	0.46
五	管护工程					4575.01	0.46
(1)	草籽补播		hm ²	6.6366	689.36	4575.01	0.46
合计						1199690.54	119.97

表 6-20 刺丝围栏单价分析表

工作内容：制作木桩、挖坑、埋柱、柱端刷抽油、拉安刺丝等。				定额依据	计算单位	100m
序号	费用名称	单位	数量	单价	合价	备注
一	直接费	元			3932.77	(一) + (二)
(一)	直接工程费				3796.40	
1	人工费	元			2688.37	
	工长	工时	8.55	8.34	71.31	配置 1 个工长
	初级工	工时	418.73	6.25	2617.06	配置 1 个初级工

表 6-20 刺丝围栏单价分析表

工作内容：制作木桩、挖坑、埋柱、柱端刷抽油、拉安刺丝等。				定额依据	计算单位	100m
2	材料费	元			1108.03	
	刺丝围栏 12#	kg	106.90	10.36	1107.48	
	其他材料费	%	0.05	1107.48	0.55	刺丝围栏*0.05%
(二)	措施费	%	3.60	3796.40	136.67	直接工程费*3.6%
二	间接费	%	5.00	3933.07	196.65	直接费*5%
三	利润	%	3.00	4129.42	123.88	(直接费+间接费)*3%
四	材料价差					
五	未计价材料					
六	税金	%	9.00	4253.3	382.80	(一+二+三+四+五)*9%
单价合计	元				4636.10	一+二+三+四+五+六
每 m 单价	元				46.36	

表 6-21 警示牌单价分析表

工作内容：挖坑、埋柱、安装等。				定额依据： 90025	计算单位	个
序号	费用名称	单位	数量	单价	合价	备注
一	直接费	元			46.08	(一)+(二)
(一)	直接工程费				44.48	
1	人工费	元			8.61	
	工长	工时	0.35	8.34	2.92	配置 1 个工长
	初级工	工时	0.91	6.25	5.69	配置 1 个初级工
2	材料费	元			35.87	
	警示牌	个	1.00	35.85	35.85	
	其他材料费	%	0.05	35.85	0.02	警示牌*0.05%
(二)	措施费	%	3.60	44.48	1.60	直接工程费*3.6%
二	间接费	%	5.00	46.08	2.30	直接费*5%
三	利润	%	3.00	48.38	1.45	(直接费+间接费)*3%
四	材料价差					
五	未计价材料					
六	税金	%	9.00	49.83	4.48	(一+二+三+四+五)*9%
单价合计	元				54.31	一+二+三+四+五+六

表 6-22 铅丝石笼单价分析表

工作内容：编笼、安放、运石、装填、封口及场内材料运输等。				定额依据	计算单位	100m ³
序号	费用名称	单位	数量	单价	合价	备注
一	直接费	元			13552.23	(一)+(二)
(一)	直接工程费				13082.05	
1	人工费	元			2998.97	
	工长	工时	9.41	8.34	78.48	配置 1 个工长
	中级工	工时	122.15	6.56	801.30	配置 1 个中级工
	初级工	工时	339.07	6.25	2119.19	配置 1 个初级工
2	材料费	元			10083.08	
	块石	m ³	104.00	40.00	4160.00	
	铅丝	kg	612.00	9.67	5918.04	
	其他材料费	%	0.05	10078.04	5.04	(块石+铅丝) *0.05%
(二)	措施费	%	3.60	13082.05	470.95	直接工程费*3.6%
二	间接费	%	5.00	13552.23	677.61	直接费*5%
三	利润	%	3.00	14229.84	426.90	(直接费+间接费) *3%
四	材料价差				4160.00	
	块石	m ³	104.00	40.00	4160.00	
五	未计价材料					
六	税金	%	9.00	18816.74	1693.51	(一+二+三+四+五) *9%
单价合计	元				20510.25	一+二+三+四+五+六
每 m ³ 单价	元				205.10	

表 6-23 混凝土拆除单价分析表

工作内容：打眼、爆破、清渣、搭拆简易脚手架及场内材料运输等				定额依据：40229	计算单位	100m ³
序号	费用名称	单位	数量	单价	合价	备注
一	直接费	元			14809.02	(一)+(二)
(一)	直接工程费				14157.76	
1	人工费	元			13226.60	
	工长	工时	90.68	8.34	1512.54	配置 2 个工长
	初级工	工时	1874.25	6.25	11714.06	配置 1 个初级工
2	材料费				931.16	
	钢钎	kg	51.00	17.90	912.90	

表 6-23 混凝土拆除单价分析表

工作内容：打眼、爆破、清渣、搭拆简易脚手架及场内材料运输等				定额依据：40229	计算单位	100m ³
	零星材料费	%	2.00	912.90	18.26	钢钎*2%
(二)	措施费	%	4.60	14157.76	651.26	直接工程费*4.6%
二	间接费	%	6.00	14809.02	888.54	直接费*6%
三	利润	%	3.00	15697.56	470.93	(直接费+间接费)*3%
四	材料价差					
五	未计价材料					
六	税金	%	9.00	16168.49	1455.16	(一+二+三+四+五)*9%
单价合计	元				17623.65	一+二+三+四+五+六
每 m ³ 单价	元				176.24	

表 6-24 建筑物拆除单价分析表

工作内容：挖掘机拆除砌体				定额依据：30077	计算单位	100m ³
序号	费用名称	单位	数量	单价	合价	备注
一	直接费	元			6247.18	(一) + (二)
(一)	直接工程费				6030.1	
1	人工费	元			5982.24	
	甲类工	工日	8.80	43.30	381.04	
	乙类工	工日	167.20	33.50	5601.2	
2	其他费用	%	0.80	5982.24	47.86	人工费*0.8%
(二)	措施费	%	3.60	6030.1	217.08	直接工程费*3.6%
二	间接费	%	5.00	6247.18	312.36	直接费*5%
三	利润	%	3.00	6599.54	196.79	(直接费+间接费)*3%
四	材料价差					
五	未计价材料					
六	税金	%	9.00	6756.33	608.08	(一+二+三+四+五)*9%
单价合计	元				7364.5	一+二+三+四+五+六
每 m ³ 单价	元				73.65	

表 6-25 土地平整单价分析表

工作内容：推松、运送、印除、空回				定额依据： 10364	计算单位	100m ³
序号	费用名称	单位	数量	单价	合价	备注
一	直接费	元			198.76	(一) + (二)
(一)	直接工程费				191.85	
1	人工费	元			10.05	
	乙类工	工日	0.30	33.50	10.05	
2	机械费				180.40	
	推土机 74kw	台班	0.34	530.60	180.40	
3	其他费用	%	13.90	10.05	1.40	人工费*13.9%
(二)	措施费	%	3.60	191.85	6.91	直接工程费*3.6%
二	间接费	%	5.00	198.76	9.94	直接费*5%
三	利润	%	3.00	208.70	6.26	(直接费+间接费) *3%
四	材料价差				48.879	
	柴油	kg	18.70	2.61	48.79	
五	未计价材料					
六	税金	%	9.00	263.77	23.74	(一+二+三+四+ 五) *9%
单价合计	元				287.49	一+二+三+四+五+ 六
每 m ³ 单价	元				2.87	

表 6-26 覆土单价分析表

工作内容：挖装、运输、卸除、空回，运距 0.5-1km				定额依据： 10252	计算单位	100m ³
序号	费用名称	单位	数量	单价	合价	备注
一	直接费	元			620.10	(一) + (二)
(一)	直接工程费				598.55	
1	人工费	元			26.80	
	乙类工	工日	0.80	33.50	26.80	
2	机械费				570.3	
	挖掘机电动 2m ³	台班	0.15	560.83	84.12	
	自卸汽车 8t	台班	0.94	475.08	446.57	
	推土机 59kw	台班	0.11	360.07	39.61	
3	其他费用	%	5.40	26.80	1.45	人工费*5.4%
(二)	措施费	%	3.60	598.55	21.55	直接工程费*3.6%
二	间接费	%	5.00	620.10	31.01	直接费*5%
三	利润	%	3.00	651.11	19.53	(直接费+间接费)

表 6-26 覆土单价分析表

工作内容：挖装、运输、卸除、空回，运距 0.5-1km				定额依据： 10252	计算单位	100m ³
						*3%
四	材料价差				127.94	
	柴油	kg	49.02	2.61	127.94	
五	未计价材料					
六	税金	%	9.00	798.58	71.87	(一+二+三+四+ 五) *9%
单价合计	元				870.45	一+二+三+四+五+ 六
每 m ³ 单价					8.70	

表 6-27 播撒草籽单价分析表

工作内容：种子处理，人工播撒草籽				定额依 据：90030	计算单位	hm ²
序号	费用名称	单位	数量	单价	合价	备注
一	直接费	元			584.76	(一) + (二)
(一)	直接工程费				564.44	
1	人工费	元			70.35	
	乙类工	工日	2.10	33.50	70.35	
2	材料费				494.09	
	草籽	kg	35.00	13.84	484.4	
	其他材料费	%	2.00	484.4	9.69	草籽*2%
(二)	措施费	%	3.60	564.44	20.32	直接工程费*3.6%
二	间接费	%	5.00	584.76	29.24	直接费*5%
三	利润	%	3.00	614	18.42	(直接费+间接费) *3%
四	材料价差					
五	未计价材料					
六	税金	%	9.00	632.42	56.94	(一+二+三+四+ 五) *9%
单价合计	元				689.36	一+二+三+四+五+ 六

6.2.3 总工程量及经费估算

项目静态投资总估算为 142.13 万元，动态投资总估算为 195.77 万元，其中项目工程施工费 98.22 万元，占项目总投资的 50.17%；设备费 0 万元，占项目总投资的 0%；其他费用为 16.41 万元，占项目总投资的 8.38%；监测管护费 21.75 万元，占项目总投资的 11.11%；预备费 58.48 万元，占项目总投资的 29.87%。

表 6-27 矿区生态修复投资估算表

序号	工程或费用名称	费用（万元）	各费用占总费用比例（%）
一	工程施工费	98.22	50.17
二	设备费	0.00	0.00
三	其他费用	16.41	8.38
四	监测与管护费	21.75	11.11
（一）	监测费	21.29	10.88
（二）	管护费	0.46	0.23
五	预备费	58.48	29.87
（一）	基本预备费	3.44	101.17
（二）	价差预备费	53.64	27.40
（三）	风险金	2.29	1.17
六	静态总投资	142.13	72.60
七	动态总投资	195.77	100.00

表 6-28 其他费用估算表

序号	费用名称	费基（万元）	费率（%）	金额（万元）	比例（%）	备注
1	前期工作费			9.09	55.40	
（1）	土地清查费	工程施工费	0.5	0.49	2.99	
（2）	项目可行性研究费	工程施工费+设备购置费	1	0.98	5.97	
（3）	项目勘测费	工程施工费	1.5	1.62	9.87	调整系数 1.1
（4）	项目设计与预算编制费			6.00	36.57	
（5）	项目招标代理费	工程施工费+设备购置费	0.5	0.00	0.00	无招标代理费
2	工程监理费	工程施工费+设备购置费	1.6	1.57	9.57	

表 6-28 其他费用估算表

序号	费用名称	费基（万元）	费率（%）	金额（万元）	比例（%）	备注
3	拆迁补偿费			0.00	0.00	无拆迁补偿
4	竣工验收费			3.06	18.65	
(1)	工程复核费	工程施工费+ 设备购置费	0.6	0.59	3.60	
(2)	工程验收费	工程施工费+ 设备购置费	1	0.98	5.97	
(3)	项目决算编制与审计费	工程施工费+ 设备购置费	0.8	0.79	4.82	
(4)	整理后土地重估与登记 费	工程施工费+ 设备购置费	0.6	0.59	3.60	
(5)	标识设定费	工程施工费+ 设备购置费	0.11	0.11	0.67	
5	业主管理费	工程施工费+ 设备购置费+ 前期工作费+ 工程监理费+ 拆迁补偿费+ 竣工验收费	2.4	2.69	16.37	
合计				16.42	100.00	

6.3 阶段工作任务及经费安排

6.3.1 阶段工作任务

矿区生态修复时序分为 3 个阶段：生产期 17.2 年（2026 年 4 月—2043 年 6 月），恢复治理期 2 年（2043 年 6 月—2045 年 6 月），管护期 3 年（2045 年 6 月—2048 年 6 月）。

1. 生产期（2026 年 4 月—2043 年 6 月）

(1) 提取专项资金，做到逐项、足额、合理利用资金，接受监管机构验收。

(2) 监测地质环境、土壤环境和生态环境。

(3) 消除地质灾害隐患。

(4) 对已有采空区内已完成开采不用的区域进行恢复治理。

表 6-29 生产期工程量表

项目		计量单位	工程量
地貌重塑			
警示牌		个	11
刺丝围栏		m	3595.94
铅丝石笼		m ³	1151.535
土地平整		m ³	16511.342
土壤重构			
覆土		m ³	16511.342
植被重建			
种草		hm ²	8.2557
监测工程			
地质灾害	地质灾害人工巡查监测	人·次	414
含水层监测	地下水位监测	次	18
	水质监测	次	18
	水量监测	次	36
地形地貌景观监测	地形地貌景观破坏监测	次	36
土壤环境监测	土壤环境背景	点·次	1
	土壤环境破坏	点·次	90
土地损毁现状		点·次	6
土地损毁预测监测		点·次	108
生态环境监测		次	18

2.恢复治理期(2043 年 6 月—2048 年 6 月)

(1) 全面开展地貌重塑、土壤重构、植被重建，完成修复单元主体工程，土地复垦率 $\geq 95\%$ 。

(2) 对地质灾害、地形地貌景观恢复、土壤环境恢复、土地复垦效果、生态环境恢复进行监测。

表 6-30 恢复治理期工程量表

项目		计量单位	工程量
地貌重塑			
建筑拆除		m ³	224.040
硬化地面拆除		m ³	61.334
垃圾清运		m ³	285.374
土地平整		m ³	27733.548
土壤重构			
覆土		m ³	27733.548
植被重建			
种草		hm ²	13.8667
监测工程			
地质灾害	地质灾害人工巡查监测	人·次	4
地形地貌景观监测	地形地貌景观恢复监测	次	4
土壤环境监测	土壤环境恢复	点·次	5
复垦效果监测		点·次	7
生态环境监测		次	2

3.管护期(2047年1月—2050年1月)

(1) 植被补种管护。

(2) 对地质灾害、地形地貌景观恢复、土壤环境恢复、土地复垦效果、生态环境恢复进行监测。

表 6-31 管护期工程量表

项目		计量单位	工程量
植被管护			
草籽补播		hm ²	6.6366
监测工程			
地质灾害	地质灾害人工巡查监测	人·次	48
地形地貌景观监测	地形地貌景观恢复监测	次	6
土壤环境监测	土壤环境恢复	点·次	5
复垦效果监测		点·次	7
生态环境监测		次	3

6.3.2 近年工作任务与经费进度安排

近三年主要工作任务包括在采区设置警示牌、围栏，在排土场设置铅丝石笼，对矿山地质环境、土地等进行监测，对已有采空区内已开采不用的区域恢复治理。工程量和经费安排见下表：

表 6-32 矿区近三年生态修复工程量

年度	工程	地貌重塑				土壤重 构	植被重 建	监测工程										工程费 用合计 (元)
		警示 牌	刺丝围 栏	铅丝石 笼	土地 平整	覆土	种草	地质 灾害 人工 巡查 监测	地下 水位 监测	水质 监测	水量 监测	地形 地貌 景观 破坏 监测	土壤 环境 背景	土壤 环境 破坏	土地 损毁 现状	土地 损毁 预测 监测	生态 环境 监测	
		个	m	m ³	m ³	m ³	hm ²	人·次	次	次	次	次	点·次	点·次	点·次	点·次	次	
2026	工程 量	1	191.27	61.25	959.9 6	959.96	0.4800	24	1	1	2	2	1	5	6	6	1	
	费用 (元)	54. 31	10495. 14	12562. 90	2746. 48	8325.5 5	330.89	3600. 00	200. 00	400. 00	50.0 0	400. 00	800.00	4000. 00	1200 .00	1200. 00	200. 00	46565. 27
2027	工程 量	1	191.27	61.25	959.9 6	959.96	0.4800	24	1	1	2	2	/	5	/	6	1	
	费用 (元)	54. 31	10495. 14	12562. 90	2746. 48	8325.5 5	330.89	3600. 00	200. 00	400. 00	50.0 0	400. 00	800.00	4000. 00	1200 .00	1200. 00	200. 00	44565. 27
2028	工程 量	1	191.27	61.25	959.9 6	959.96	0.4800	24	1	1	2	2	/	5	/	6	1	
	费用 (元)	54. 31	10495. 14	12562. 90	2746. 48	8325.5 5	330.89	3600. 00	200. 00	400. 00	50.0 0	400. 00	800.00	4000. 00	1200 .00	1200. 00	200. 00	44565. 27

表 6-33 矿区近三年生态修复经费安排

年度	工程施工费及监测费用（万元）	其他费用（万元）	价差预备费（万元）	基本预备费（万元）	设备费（万元）	风险金（万元）	合计（万元）
2026	3.4515	1.8839	0.0000	0.1601	0.0000	0.1067	5.6022
2027	3.4515	1.8839	0.1982	0.1601	0.0000	0.1067	5.8004
2028	3.4515	1.8839	0.4024	0.1601	0.0000	0.1067	5.8004

表 6-34 前三年度矿区生态修复工作计划表

序号	修复阶段	所属生态修复区块	是否为临时用地	主要工程措施	工程量	目标地类	面积（hm ² ）	费用
1	第一年度	已有采空区	否	设置警示牌、刺丝围栏、铅丝石笼、土地平整、覆土、种草、监测	警示牌 1 个、刺丝围栏 191.27m、铅丝石笼 61.25m ³ 、土地平整 959.96m ³ 、覆土 959.96m ³ 、种草 0.48hm ² 、地质灾害人工巡查监测 24 人·次、地下水位监测 1 次，水质监测 1 次，水量监测 1 次，地形地貌景观破坏监测 2 次，土壤环境背景监测 1 点·次，土壤环境破坏监测 5 点·次，土地损毁现状监测 6 点·次，土地损毁预测监测 6 点·次，生态环境监测 1 次	天然牧草地	4799.8087	5.6022
2	第二年度	已有采空区	否	设置警示牌、刺丝围栏、铅丝石笼、土地平整、覆土、种草、监测	警示牌 1 个、刺丝围栏 191.27m、铅丝石笼 61.25m ³ 、土地平整 959.96m ³ 、覆土 959.96m ³ 、种草 0.48hm ² 、地质灾害人工巡查监测 24 人·次、地下水位监测 1 次，水质监测 1 次，水量	天然牧草地	4799.8087	5.8004

表 6-34 前三年度矿区生态修复工作计划表

序号	修复阶段	所属生态修复区块	是否为临时用地	主要工程措施	工程量	目标地类	面积 (hm ²)	费用
					监测 1 次, 地形地貌景观破坏监测 2 次, 土壤环境破坏监测 5 点·次, , 土地损毁预测监测 6 点·次, 生态环境监测 1 次			
3	第三年度	已有采空区	否	设置警示牌、刺丝围栏、铅丝石笼、土地平整、覆土、种草、监测	警示牌 1 个、刺丝围栏 191.27m、铅丝石笼 61.25m ³ 、土地平整 959.96m ³ 、覆土 959.96m ³ 、种草 0.48hm ² 、地质灾害人工巡查监测 24 人·次、地下水位监测 1 次, 水质监测 1 次, 水量监测 1 次, 地形地貌景观破坏监测 2 次, 土壤环境破坏监测 5 点·次, , 土地损毁预测监测 6 点·次, 生态环境监测 1 次	天然牧草地	4799.8087	5.8004

7 保障措施与公众

7.1 组织保障

7.1.1 组织领导措施

矿区生态修复费用全额纳入企业生产成本,为了保证矿区生态修复方案提出的各项修复措施顺利实施,企业建立有力的组织领导体系是十分必要和关键的。就本项目而言,矿方将成立以矿长牵头的生态修复领导小组,全面负责本方案设计工程的具体工作开展,矿区生态修复管理机构设专职工作人员 1-2 人。负责组织协调本公司与县自然资源、水利水保、农业等相关部门;负责制订年度生态修复计划、组织实施年度生态修复计划与工程验收;负责协调、保证、监督各项生态修复措施按期保质实施,并积极配合土地行政主管部门的监督、检查及验收工作。

7.1.2 管理措施

生态修复管理按照项目管理模式运作。

1.生态修复实行招投标与目标责任制度

为保证生态修复工程的顺利实施,并达到预期的生态修复目标,本项目生态修复工程实施过程中对公司内部项目承办人员实施目标管理责任制度,将其作为责任人年度考核的主要考核内容;对生态修复工程实行工程招标投标制度,在工程发包标书中包含生态修复目标与验收要求。

2.生态修复实行工程监理制度

将生态修复工程监理纳入公司工程管理制度中,工程竣工后,监

理公司提供工程监理报告，将此作为公司财务结算的重要依据。形成以项目法人、承包商、监理工程师三方相互制约，以监理工程师为核心的合同管理模式，以期达到降低造价，保证进度，提高生态修复工程的施工质量。

3.实行生态修复开工报告与重大变更报批制度

生态修复工程开工前向肃南县自然资源局进行通报。为便于工程实施后的管理，将设计资料及图表、年度施工进度、年度经费使用等技术经济指标、监测资料以及验收的全部文件、报告、图表等资料归档管理。

4.实行 10%生态修复工程款作为承包单位质量保证抵押金，监测验收合格后结算。

7.2 技术保障

矿山承诺将针对矿区生态修复工作定期培训技术人员、咨询相关专家、开展科学实验、引进先进技术，对矿山地质灾害情况与土地损毁情况进行动态监测和评价。具体可采取以下技术保障措施：

1.方案规划阶段，选择有技术优势的编制单位编制生产建设项目的矿区生态修复方案，委派技术人员与方案编制单位密切合作，了解矿区生态修复方案中的技术要点。

2.在实施中，根据矿区生态修复方案内容，与相关实力雄厚的技术单位合作，编制阶段矿区生态修复实施计划和年度土地复垦实施计划，及时总结阶段性实践经验，并修订方案。

3.加强与相关技术单位的合作，加强对国内具有先进技术单位的

学习研究，及时吸取经验，完善复垦措施。

4.根据实际生产情况和土地损毁情况，进一步完善矿区生态修复方案，拓展报告编制的深度和广度，做到所有矿区生态修复工程遵循报告设计。

5.严格按照建设工程招标制度选择和确定施工队伍，要求施工队伍具有相关等级的资质。

6.建设、施工等各项工作严格按照有关规定，按照年度有序进行。

7.选择有技术优势和社会责任感的监理单位，委派技术人员与监理单位密切合作，确保施工质量。

8.定期培训技术人员、咨询相关专家、开展科学实验、引进先进技术，以及对土地损毁情况进行动态监测和评价。

7.3 资金保障

1. 矿山地质环境治理恢复基金

根据《矿山地质环境保护规定》、《财政部国土资源部环境保护部关于取消矿山地质环境治理恢复保证金建立矿山地质环境治理恢复基金的指导意见》（财建〔2017〕638号）和《甘肃省矿山地质环境治理恢复基金管理办法》，矿区现状及预测存在的矿山地质环境问题属采矿权人负责治理恢复，治理恢复费用列入生产成本。肃南裕固族自治县天瑞源矿业有限责任公司天桥湾石灰岩矿应在银行设立对公专用账户，单独设置矿山地质环境治理恢复基金科目，每年提取基金并反映基金的提取与使用情况。

2. 土地复垦资金

国土资发〔2006〕225号规定：“土地复垦费要列入生产成本或建设项目总投资并足额预算”，同时《土地复垦条例》第三条指出：生产建设活动损坏的土地，按照“谁损毁，谁复垦”的原则，由生产建设单位或者个人（土地复垦义务人）负责复垦。第十五条指出，土地复垦义务人应当将土地复垦费用列入生产成本或者建设项目总投资。

土地复垦资金有矿山企业按方案分期预存，由当地国土资源管理部门指定专用账户和专门的财务机构，并签订三方协议，此机构严格监督矿山企业的复垦资金缴纳情况和使用情况，矿山企业需要对应成立财务机构，负责复垦资金的提取和应用分配，确保复垦资金做到专款专用，确保复垦工作的顺利进行和复垦目标的顺利实现。

3. 矿山地质环境治理恢复基金和土地复垦资金提取安排

矿山地质环境治理恢复基金由矿山自主使用，根据本方案确定的经济预算、工程实施计划、进度安排等，专项用于因矿产资源勘查开采活动造成的地质灾害、地形地貌景观破坏，地下含水层破坏、水土污染预防以及矿山地质环境监测等方面。

本方案土地复垦资金由矿山企业负责筹措，并做到专款专用。根据相关法律法规，落实土地复垦费用，保障土地复垦的顺利开展，土地复垦义务人（乙方）矿山企业必须与肃南县自然资源局（甲方）及银行（丙方）签订《土地复垦费用监管协议》。自土地复垦方案实施开始，相应的土地复垦费用计提也开始启动，按照各项措施施工计划和进度安排，采取一次足额计提到位，并防止被挤占和挪用，保证各

单项土地复垦按时、按质、按量完成，以尽早发挥防治效果。土地复垦费用根据《土地复垦费用监管协议》的约定进行存储，由建设单位按土地复垦实施进度与资金计划安排，用于复垦工作，土地复垦费应专款专用，严格执行财经制度，并接受财政、物价、审计等部门的监督、检查。

7.4 监管保障

《财政部国土资源部环境保护部关于取消矿山地质环境治理恢复保证金建立矿山地质环境治理恢复基金的指导意见》明确规定，要求地方各级国土资源部门会同环境保护部门应建立动态化的监管机制，加强对企业矿山地质环境治理恢复的监督检查。对于未按照矿产地质环境保护与土地复垦方案开展恢复治理工作的企业，列入矿业权人异常名录或严重违法失信名单，责令其限期整改。对于逾期不整改或整改不到位的，不得批准其申请新的采矿许可证或者申请采矿许可证延期、变更、注销，不得批准其申请新的建设用地。对于拒不履行矿山地质环境恢复治理义务的企业，有关主管部门将对其违法违规信息建立信用记录，纳入全国信用信息共享平台，通过“信用中国”网站、国家企业信用信息公示系统等向社会公布；并可指定符合条件的社会组织就其破坏生态环境的行为向人民法院提起公益诉讼；并根据其他有关法律法规对其进行处罚并追究其法律责任。肃南裕固族自治县天瑞源矿业有限责任公司天桥湾石灰岩矿承诺将严格依据国家法律法规和政策要求，在本方案的总体指导下，制订阶段复垦与治理计划和年度实施计划，并严格按照方案的年度工程实施计划安排，分阶

段有步骤的安排治理与复垦项目资金的预算支出，若遇企业生产规划和土地损毁情况等因素发生重大变化时，肃南裕固族自治县天瑞源矿业有限责任公司天桥湾石灰岩矿将对本方案进行修订或重新编制。若在本方案服务期限内的矿业权发生变更，则复垦责任与义务将随之转移。肃南裕固族自治县天瑞源矿业有限责任公司天桥湾石灰岩矿承诺将定期向项目所在地县级以上自然资源主管部门报告当年治理复垦情况，接受区级以上自然资源主管部对工程实施情况的监督检查，接受社会监督。

7.5 效益分析

7.5.1 社会效益

1.防止地质灾害发生，保障矿区人民生命财产安全。生态修复方案实施后，可有效防止各类地质灾害的发生，保护矿山职工的生命财产安全，达到防灾减灾的目的。

2.最大限度地减少采矿对矿区土地资源的破坏，方案的实施可恢复土地使用功能。通过方案的实施可及时恢复矿区土地功能，发展经济，为构建和谐和谐社会创造条件，具明显的社会效益。

3.矿区地表变形区经治理后，改善了区内地质环境质量，减轻了对地形地貌景观的破坏，使得区内部分土地使用功能得到良好利用。符合当前政府可持续发展政策，能够促进经济和社会的可持续发展，有利于和谐矿区、和谐社会的建设。

4.可增强人们防灾意识，更好地保护矿山地质环境，针对不同的矿山地质环境问题，采取不同的治理措施。根据矿山地质环境问题的

危害大小、轻重缓急，分期、分阶段进行治理。发现问题及时处理，有效保护矿山地质环境。

5.通过土地复垦，一定程度上解决矿区损毁土地生产力降低等造成的社会纷争问题，对发展矿山事业有重要意义。

7.5.2 环境效益

通过生态修复，使矿山生态结构、地质环境和生态平衡得以恢复，水土流失得到较好的控制，地质灾害隐患得到遏制，地下水环境破坏也将得到有效控制，并在一定程度上改善区内不良地质环境和生态环境。通过对区内地质灾害实施预防控制及监测，有利于判断其稳定性和发展趋势，有利于矿区人民群众安居乐业和社会稳定。地质环境基本维持原来的平衡条件或优于原来的矿山地质环境，最大程度地减少了地质灾害的发生，环境效益显著。

7.5.3 经济效益

该生态修复项目的实施，有利于改善矿区的矿山地质环境，消除地质灾害隐患，更好地推进当地的经济发展。通过各种防治措施使地灾隐患得到治理，保证了矿区人员的生命财产安全，极大地改善了矿区的经济发展环境。因此，投入一定量的治理工程费用，换取一个安全的生产环境，保障矿山经济持续增长，经济效益显著。

7.5.4 防灾减灾效益

本方案在对矿区地质环境及地质灾害现状进行详细调查的基础上，依据《开采方案》，分析预测矿山建设及采矿工程活动引发的地质环境问题，提出针对性的防治措施和工程部署。通过矿山地质环境

恢复治理工程的实施，将减轻或消除地质灾害隐患，有效保障工业场区的安全。同时，通过矿山地质环境监测工程，及时掌握矿山开采对地表的损毁程度，及时采取措施进行预防，其防灾减灾效益显著。

7.6 公众参与

矿区生态修复是一项庞大的系统工程，涉及到项目企业、地方政府及影响区范围内居民的生产、生活以及利益分配。故复垦土地的所有权人与使用权人均具有知情权与参与权。首先，积极宣传矿区生态修复法律、法规，使社会各界形成土地复垦、保护生态环境的意识；其次，通过公示、走访农牧民以及问卷调查等方式使各界了解本恢复治理与土地复垦方案，并对具体措施、实施方法等提出宝贵意见，优化复垦方案，使方案具有更强的可操作性。公众调查表明：受调查群众赞成此项目的开展，认为尽管采矿会对土地及周边环境造成较大影响，短期内土地功能降低甚至丧失，但通过合理的复垦措施，土地将逐步恢复原功能。

8 结论与建议

8.1 结论

1.肃南裕固族自治县天瑞源矿业有限责任公司天桥湾石灰岩矿位于肃南县城，行政区划属肃南县大河乡所辖。矿区位置（2000 国家大地坐标）：东经：99°49'33"~99°50'31"；北纬：38°56'23"~38°57'03"。矿区南侧有张(掖)-肃(南)公路通过，由张肃公路行程约 70km 可到达张掖市区，由矿山运矿道路即可到达工作区。矿区面积 0.9758km²，开采矿种为水泥用石灰岩矿，开采方式为露天开采，年生产能力为 30×10⁴t，矿山服务年限为 17.2 年，矿山生产规模属小型。

2.本方案服务年限确定为 22.2 年（2026 年 4 月-2043 年 6 月），其中生产建设期 17.2 年（2026 年 4 月-2043 年 6 月），闭坑治理期 2 年（2043 年 6 月-2045 年 6 月），管护期 2 年（2045 年 6 月-2048 年 6 月）。

3.矿区海拔 2340m~2022m，属高寒半干旱气候气候，年降水量 312.3mm，年蒸发量 2000mm，地貌为属浅切割低中山区，植被以荒漠草原为主，2000m 以下的丘陵地带覆盖度为 20%~30%，海拔 2000m 以上的土石山地的阴坡覆盖度小于 20%。矿区不涉及永久基本农田、城镇开发边界，土地权属为大河乡国有土地。

4.矿山拟建工程主要为 2 号排土场和连接 I 号矿体和 II 号矿体的矿区道路等。拟破坏土地面积为 22.7157hm²，主要损毁土地类型为天然牧草地、采矿用地和农村道路。重度损毁区域为已有采空区（包括排土场、危废库、已有采空区内的矿区道路和拟建道路）、I 号矿

体、II号矿体采空区，中度损毁区域为已有采空区外的拟建矿区道路和已有矿区道路、拟建2号排土场，轻度损毁区域为办公生活区和油库。

5.复垦区面积 22.1224hm²，复垦责任范围 22.1224hm²，复垦方向为天然牧草地，复垦率 100%。复垦责任范围不涉及永久基本农田，符合肃南县国土空间规划。

6.生态修复工程主要为地貌重塑工程（铅丝石笼、刺丝围栏、警示牌、建筑物拆除、硬化地面拆除、垃圾清运、土地平整）、土壤重构工程（覆土工程）、植被重建（撒播草籽）、监测工程（地质灾害监测、含水层监测、地形地貌监测、土壤环境监测、土地损毁现状监测、土地损毁预测监测、土地复垦效果监测、生态环境监测）、管护工程（草籽补播）。

7.项目总静态投资 142.13 万元，动态总投资 195.77 万元，其中项目工程施工费 98.22 万元，设备费 0 万元，其他费用 16.41 万元，监测管护费 21.75 万元，预备费 58.48 万元。资金来源于矿山生态修复费用，纳入生产成本，经济可行。

8.生态修复方案实施后可实现：

- （1）地质灾害隐患消除；
- （2）地形地貌景观与周边自然景观协调；
- （3）土壤质量达到天然牧草地复垦标准；
- （4）社会效益显著，带动地方就业，促进民族地区经济可持续发展。

9.方案编制依据充分，技术路线科学，工程措施可行，监测管护体系完备，满足《矿山地质环境保护规定》《土地复垦条例》《矿区生态修复方案编制指南（临时）》等法规要求，可作为矿山生态修复工作的依据。

8.2 建议

1.矿山企业是矿区生态修复的主体责任人，应当按照土地资源主管部门批复的《方案》切实开展生态修复工程。树立“不破坏就不治理、少破坏就少治理”的理念，源头预防，边开发边治理。

2.矿山地质环境是在采矿爆破、岩移、降水及可能发生的地震等综合影响下复杂变化的地质环境，因此高度重视动态监测对于科学预测、超前防治具有重要意义。指派专人负责监测地质灾害，一旦发现前兆，应及时报告土地资源有关部门，同时将人员撤离至安全地带。

3.矿山建设和开采过程中，必须按当地自然资源主管相关要求以文字和图件形式按时报告矿山建设情况、开采现状、地质环境的变化情况及已采取的整治和恢复措施。

4.矿山开采是动态的，随着开采年限的增加，矿山地质环境问题日渐突出，因此，矿山在生产期间，随着地质环境条件的改变，矿山开发单位要按实际情况修编矿区生态修复方案。

5.《方案》与水土保持、环境影响评价等相结合，科学规划与统一实施，避免重复性工程与不必要的经费浪费。

7.当用地（含林草用地）范围、使用年限、损毁类型发生变化取得批准文件半年内修编，报矿业权出让部门备案；当开采方案发生重

大调整时（区域、方式、矿种）、采矿权延续时需重新编制并随开采方案报原矿业权出让部门批准。

8.本方案不代替其它相关工程勘察、治理设计。