

玉溪矿业有限公司三家厂矿、凤山矿
矿山地质环境治理恢复与土地复垦
规划设计
(公示稿)

申报单位名称：玉溪矿业有限公司

2024年11月



玉溪矿业有限公司三家厂矿、凤山矿 矿山地质环境治理恢复与土地复垦

规划设计

申报单位：玉溪矿业有限公司

法人代表：张希

编制单位：中国有色金属工业昆明勘察设计研究院有限公司

法人代表：邹国富

总工程师：刘文连

项目负责：刘洪伟

审定人：眭素刚

审核人：刘江波

编写人员：孙黎丽

李智

冯志红

蒙六清

金鑫

李清林

方长辉

张鹏

刘启玉

额春海

夏鸿飞

李俊

王怡培

王丽春

孙龙

李陈智

制图人员：李俊

李智

额春海

矿山地质环境治理恢复与土地复垦工程规划设计报告表

项 目 概 况	项目名称	玉溪矿业有限公司三家厂矿、凤山矿、山地质环境治理恢复与土地复垦规划设计			
	企业名称	玉溪矿业有限公司			
	矿山类型	关闭			
	法人代表	张希	联系电话		
	采矿证号	三家厂矿：5300000520148 凤山矿：C5300002010093120074856	评估区面积	5.5810km ²	
	损毁面积	110.0292hm ²			
	项目位置图幅号	G47H160191、G47H161191、G47H162191			
	适用年限	12年			
	治理恢复及土地复垦设计情况	本规划设计报告针对矿山塌陷区依据现状情况,进行撒播草籽及设置简易拦挡措施、监测措施进行灾害防治,若在未来监测过程中产生新的灾害,建议矿权人对塌陷区进行详细勘察、治理工作			
方 案 编 制 单 位	编制单位名称	中国有色金属工业昆明勘察设计研究院有限公司			
	法人代表	邹国富			
	资质证书名称	地质灾害评估和治理工程勘查设计资质	资质等级	甲级、	
	发证机关	云南省自然资源厅	编号	*****	
	联系人	刘江波	电话	*****	
	主要编制人员				
	姓名	职责	职称	专业	签名
	眭素刚	审定	正高级工程师	水工环	
	刘江波	审核	高级工程师	土地复垦	
	孙黎丽	拟编	工程师	水工环	
王丽春	预算	中级造价师	建筑经济		
李俊	制图	工程师	水工环		
李智	制图	工程师	水工环		

	<p>矿区地质环境条件</p>	<p>评估区属构造侵蚀中山地貌类型，海拔标高介于 1200~2001m，相对高差约 801m，地形坡度介于 25°~60°。局部地段为陡坎地貌，地形地貌条件复杂；评估区地处川滇南北向构造体系的南端西侧，紧靠绿汁江大断裂，区内发育多组断层，地震烈度划为VII度，整体评估区地质构造复杂；评估区地下水含水层划分为松散岩类孔隙水含水层，基岩裂隙水含水层、碳酸盐岩类岩溶水含水层，导水断裂为矿床充水的主要因素，断裂发育地带，坑道内滴水、涌水和突水现象严重，地下水脆弱性高，水文地质条件复杂；评估区地层划分为 5 个工程地质岩组，地层岩性较复杂，地质构造发育，破碎带较发育，对巷道巷围岩有较大影响，不良地质作用主要为冲沟、岩体风化及岩溶，工程地质条件属复杂类型；评估区震动峰值加速度 0.20g，对应地震基本烈度为VII度，位于区域地壳不稳定区。综上所述，评估区地质环境条件复杂。</p>
<p>矿山地质环境影响</p>	<p>矿山地质灾害现状分析与预测</p>	<p>评估区内现状地质灾害发育，主要为地面塌陷 6 处 (T₁-T₆)，潜在不稳定斜坡 4 处 (BW₁~BW₄)，未发现其它地质灾害分布。</p> <p>现状塌陷坑规模较大，尚未造成人员伤亡，表层基本无植被。区内主要为耕地、垃圾焚烧厂、耕地等，塌陷灾害对原生植被造成破坏，破坏土地类型为林地，破坏程度小，主要危害未来治理恢复工程施工人员、机械及山体下部耕作人员安全。上述灾害发生的危害程度大，危险性中等~大。BW₁~BW₄边坡现状稳定性差，由于边坡岩土体松散，在自重及降水激发作用下，可能产生小规模垮塌、滑坡、泥石流等，对治理恢复施工人员、设施造成危害，可能性中等~大，危害程度大，危险性中等~大。</p> <p>评估区内现状地质灾害发育，主要为 6 处地面塌陷和 4 处不稳定边坡，未来矿山治理恢复工程活动加剧地面塌陷灾害可能性小，主要危害塌陷区所在山体斜坡下游治理恢复工程施工人员、机械及山体下部耕作人员安全，危害程度大，危险性小。加剧不稳定边坡灾害可能性小，对施工人员、机械设施及河流造成危害，危害程度中等，危险性小。</p> <p>矿山地面建筑设施诱发灾害的可能性小，危害程度小，危险性小；弃渣堆诱发灾害的可能性小~中等，其危害程度小，危险性小~中等；冲沟诱发泥石流灾害，可能性中等，危害程度及危险性中等。</p> <p>矿山遭受不稳定边坡危害可能性小，危害程度中等，危险性小。遭受地面塌陷危害可能性中等，危害程度中等，危险性中等；地表设施遭受滑坡、崩塌等灾害的可能性小，危害程度及危险性小；矿山治理恢复施工遭受山体斜坡崩塌、滚石灾害可能性中等，危害程度及危险性中等。</p>
	<p>矿区含水层破坏现状分析与预测</p>	<p>现状矿业活动对区内地下水含水层的影响和破坏程度较严重 矿山治理恢复活动对区内含水层影响程度为较轻</p>
	<p>矿区地形地貌景观破坏现状分析与预测</p>	<p>现状矿山活动及相关配套设施对区内原生地形地貌景观影响和破坏程度严重 预测今后矿山治理恢复工程对原生的地形地貌景观影响和破坏影响程度为较轻</p>

	矿区水土 环境污染 现状分析 与预测	现状矿山废水、大气和固体废物污染源对矿区及周围水土环境污染较轻。预测未来矿山废水、大气和固体废物污染源对矿区及周围水土环境污染较轻				
	村庄及重 要设施影 响评估	评估区及周边无村庄、旅游景区（点）、重要交通要道及建筑设施分布。采矿活动对村庄及重要设施影响较小				
复垦 区土 地利 用现 状	一级地类	二级地类	小计	已损毁	拟损毁	占用
	林地	乔木林地	19.5599	0.0489	19.511	-
		灌木林地	46.3923	8.3849	37.9351	0.0723
		其他林地	1.3158	0.4965	0.8193	
	草地	其他草地	77.786	11.1432	66.6428	-
	工矿仓储用地	采矿用地	10.9411	10.4995	0.1168	0.3248
	住宅用地	城镇住宅用地	0.1485		0	0.1485
	公共管理与公共服务 用地	科教文卫用地	0.1736			0.1736
		公共设施用地	0.8238		0.8238	
	交通运输用地	农村道路	0.9133	0.6659	0.2474	-
		河流水面	0.1434		0.1434	
	其他土地	裸土地	84.8527	78.0711	6.7816	
合计			243.0504	109.3100	133.0212	0.7192
复垦 责任 范围 内土 地损 毁面 积	类型		面积（公顷）			
			小计	已损毁或占用	拟损毁或占用	
	损毁	挖损	-	-	-	
		压占	79.1324	79.1324	-	
		塌陷	163.1988	30.1776	133.0212	
合计		242.3312	109.3100	133.0212		
土 地 复 垦 面 积	一级地类	二级地类	面积（公顷）			
			已复垦	拟复垦		
	耕地	旱地	-	-		
	林地	乔木林地	-	23.2193		
		灌木林地	-	37.9351		
		其他林地		-		
	草地	其他草地	-	173.0638		
	工矿仓储用地	采矿用地	-	0.1168		
	公共管理与公共服务 用地	公用设施用地		0.8238		
	交通运输用地	农村道路	/	0.2474		
	水域及水利设施用地	河流水面	/	0.1434		
	其他土地	裸土地		6.7816		
合计			/	242.3312		
土地复垦率			100.00%			

矿山地质环境治理保护工程措施工程量及投资估算

治理区域	治理措施	工程名称	单位	数量		
塌陷区防治	被动防护网	RXI-150 型被动防护网	m ²	3021.40		
		C25 混凝土锚墩	m ³	148.97		
		地脚螺栓锚杆 Φ32	t	10.87		
		机械石方开挖-机械破碎 V-VIII类岩	m ³	41.		
		土方回填(夯实)	m ³	41.96		
		模板(制作、安装、拆除)	m ²	333.61		
	危石、碎石清理	人工清理危石、碎石	m ³	7440		
BW ₁ 不稳定边坡治理	挡墙	机械挖沟槽土方	m ³	608.5		
		机 挖沟槽土方	m ³	8447.71		
		C25 毛石混凝土挡墙	m ³	10530.00		
		钢模板制作、安装、拆除	m ²	8489.25		
		Φ100mmPVC 泄水管	m	1212.75		
		砂砾石反滤层	m ³	269.50		
		黏土料封填	m ³	3501.54		
		伸缩缝	m ²	1217.75		
		土石方 填 实)	m ³	4336.94		
				C30 钢筋混凝土基础板	m ³	133.00
BW ₂ 不稳定边坡治理	挡墙	机械挖沟槽土方	m ³	3850.30		
		C25 毛石混凝土 墙	m ³	4367.00		
		钢模板制作、安装、拆除	m ²	4363.56		
		Φ100mmPVC 泄水管	m	759.00		
		砂砾石反滤层	m ³	138.00		
		黏土料封填	m ³	1559.04		
		伸缩缝	m ²	494.76		
		土石方回填(夯实)	m ³	2514.92		
				C30 钢筋混凝土 础板	m ³	419.00
				注浆孔 200mm, 预估水泥用量 250kg/m)	m	949.00
		注浆钢 (Φ108mm*3.5mm)	m	1035.00		
C ₁ 冲沟防治 (BW ₃ 不稳定边坡)	拦挡坝	挖土方(拦挡坝)	m ³	4215.62		
		挖石方(拦挡坝)	m ³	200.00		
		C25 毛石混凝土	m ³	8545.40		
		C30 耐磨砼	m ³	8.10		
		伸缩缝	m ³	1008.00		
		土方回填(夯实)	m ³	686.88		
		坝后回填(松填)	m ³	35.4		
	排水沟	人工挖沟槽土方	3	676.20		
		C25 混凝土排水沟	m ³	115.00		
		模 制作、安装、拆除	m ²	1196.00		
		伸缩缝	2	9.12		
		土石方回填(夯实)	m ³	230.00		
	沉砂池	人工土方坡面搬运 100m 松填于墙后	m ³	446.20		
		挖掘机挖土方	m ³	33.00		
C25 混凝土沉砂池池壁		m ³	20.00			
C25 混凝土沉砂池底		m ³	5.20			
		模板制作、安装、拆除	m ²	32.60		
整个矿山	警示牌	警示牌	个	19		
材料二次搬运		搬运砂石料、水泥	t	1180		
		搬运钢材、钢件	t	646		
费用估算(万元)				1206.51		
已预存费用(万元)				625.00		

<p>工作计划</p>	<p>恢复复垦期 1 年：对不稳定边坡修建挡墙，C1 冲沟修建拦挡坝；设置警示牌 19 块，设置监测点 24 个。地表移动范围等地质灾害采用监测措施。复垦乔木林地 3.7083hm²，复垦其他草地 18.1585hm²。本年度恢复治理投资投资 1125.17 万元，土地复垦投资 341.77 万元。</p> <p>管护期第一年度：对矿山影响区进行监测，对已实施的工程进行监测、管护；及时清理边坡滑塌物。对复垦区域进行监测管护。本年度投资 79.00 万元。</p> <p>管护期第二年度：对矿山影响区进行监测，对已实施的工程进行监测、管护；及时清理边坡滑塌物。对复垦区域进行监测管护。本年度投资 84.53 万元。</p> <p>管护期第三年度：对矿山影响区进行监测，对已实施的工程进行监测、管护；及时清理边坡滑塌物。对复垦区域进行监测管护；及时清理边坡滑塌物。对复垦区域进行监测管护。本年度投资 90.44 万元。</p> <p>第五至第十一年度：为预估塌陷区的沉稳变形期。不进行工程施工，只进行监测，该阶段投资 289.60 万元。</p> <p>第十二年度：为塌陷坑区域的预估稳定期，设计塌陷坑及塌陷影响区进行植被恢复，设计共复垦 220.4644hm²，其中复垦乔木林地 19.5110hm²，灌木林地 37.9351hm²，其他草地 154.9053hm²，采矿用地 0.1168hm²，公用设施用地 0.8238hm²，农村道路 0.2474hm²，河流水面 0.1434hm²，裸土地 6.7816hm²，本年度投资 1664.20 万元。</p>																																															
<p>项目投资费用估算</p>	<p>费用构成</p>	<table border="1"> <thead> <tr> <th>序号</th> <th>工程或费用名称</th> <th>费用（万元）</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>1</td> <td>工程施工费</td> <td>1971.44</td> </tr> <tr> <td>2</td> <td>设备费</td> <td>0</td> </tr> <tr> <td>3</td> <td>其它费用</td> <td>260.25</td> </tr> <tr> <td>4</td> <td>监测与管护费</td> <td>206.63</td> </tr> <tr> <td>(1)</td> <td>监测费</td> <td>130.59</td> </tr> <tr> <td>(2)</td> <td>管护费</td> <td>76.04</td> </tr> <tr> <td>5</td> <td>预备费</td> <td>1236.39</td> </tr> <tr> <td>(1)</td> <td>基本预备费</td> <td>73.15</td> </tr> <tr> <td>(2)</td> <td>价差预备费</td> <td>1016.94</td> </tr> <tr> <td>(3)</td> <td>风险金</td> <td>146.30</td> </tr> <tr> <td>6</td> <td>静态总投资</td> <td>2657.77</td> <td>亩均</td> <td>16209.39 元</td> </tr> <tr> <td>7</td> <td>动态总投资</td> <td>3674.71</td> <td>亩均</td> <td>22411.58 元</td> </tr> </tbody> </table>	序号	工程或费用名称	费用（万元）	1	工程施工费	1971.44	2	设备费	0	3	其它费用	260.25	4	监测与管护费	206.63	(1)	监测费	130.59	(2)	管护费	76.04	5	预备费	1236.39	(1)	基本预备费	73.15	(2)	价差预备费	1016.94	(3)	风险金	146.30	6	静态总投资	2657.77	亩均	16209.39 元	7	动态总投资	3674.71	亩均	22411.58 元			
序号	工程或费用名称	费用（万元）																																														
1	工程施工费	1971.44																																														
2	设备费	0																																														
3	其它费用	260.25																																														
4	监测与管护费	206.63																																														
(1)	监测费	130.59																																														
(2)	管护费	76.04																																														
5	预备费	1236.39																																														
(1)	基本预备费	73.15																																														
(2)	价差预备费	1016.94																																														
(3)	风险金	146.30																																														
6	静态总投资	2657.77	亩均	16209.39 元																																												
7	动态总投资	3674.71	亩均	22411.58 元																																												

目 录

前 言.....	1
0.1 任务由来.....	1
0.2 编制目的与任务.....	2
0.3 编制依据.....	4
0.4 编制工作概况.....	9
第一章 矿山基本情况.....	14
1.1 矿山简介.....	14
1.2 矿区范围及拐点坐标.....	14
1.3 矿山开采历史与现状.....	16
1.4 矿山采空区分布情况.....	19
1.5 矿山以往编制资料情况.....	20
1.6 矿山以往缴存治理恢复基金及土地复垦保证金情况.....	21
第二章 矿区基础信息.....	22
2.1 矿区自然地理.....	22
2.2 矿区地质环境背景.....	30
2.3 矿区社会经济概况.....	59
2.4 项目区土地利用现状.....	61
2.5 矿山及周边其他人类重大工程活动情况.....	64
2.6 矿山及周边地质环境治理与土地复垦案例.....	65
第三章 矿山生态环境问题.....	66
3.1 矿山地质环境现状.....	66
3.2 矿山地质环境影响预测分析.....	90
3.3 矿山地质环境影响综合评估.....	95

3.4 矿山土地资源损毁分析	97
3.5 矿区范围内未损毁土地类型及面积	120
3.6 复垦区与复垦责任范围	120
3.7 项目涉及“三区三线”情况	131
第四章 矿山地质环境治理与土地复垦可行性分析	133
4.1 矿山地质环境治理可行性分析	133
4.2 矿山土地复垦可行性分析	135
4.3 水土资源平衡分析	145
4.4 土地复垦质量要求	148
4.5 复垦的目标任务	149
第五章 矿山地质环境治理与土地复垦工程设计	151
5.1 矿山地质环境保护与土地复垦治理目标与任务	151
5.2 矿山地质环境治理恢复工程设计	152
5.3 矿区土地复垦工程设计	180
5.4 矿山地质环境监测	199
5.5 矿区土地复垦监测和管护	206
第六章 矿区水土保持	209
6.1 项目区水土保持评价	209
6.2 项目区水土保持预测分析	211
6.3 水土保持措施	212
第七章 施工组织设计	213
7.1 施工条件	213
7.2 施工程序	213
7.3 施工方法及技术要求	213

7.4 施工安全保障措施.....	216
7.5 施工注意事项.....	219
7.6 施工安全检查.....	220
7.7 施工工作部署.....	221
7.8 施工工作年度安排.....	222
第八章 经费估算与进度安排.....	224
8.1 经费估算依据.....	224
8.2 地质环境治理工程经费估算.....	225
8.3 土地复垦工程经费估算.....	249
8.4 工程总投资费用构成及各项费用估算.....	266
8.5 工程总投资与进度安排.....	279
第九章 保障措施及效益分析.....	282
9.1 组织保障.....	282
9.2 技术保障.....	282
9.3 资金保障.....	283
9.4 效益分析.....	283
第十章 结论与建议.....	286
10.1 结论.....	286
10.2 建议.....	288

附图：

- 1、玉溪矿业有限公司三家厂矿、凤山矿矿山地质环境问题现状评估图 比例尺 1:5000
- 2、玉溪矿业有限公司三家厂矿、凤山矿矿山土地损毁分析图 比例尺 1:5000
- 3、玉溪矿业有限公司三家厂矿、凤山矿矿山地质环境治理恢复总平面布置图 比例尺 1:5000
- 4、玉溪矿业有限公司三家厂矿、凤山矿复垦区土地利用现状图 比例尺 1:5000
- 5、玉溪矿业有限公司三家厂矿、凤山矿复垦区土地利用现状图（二调图） 比例尺 1:10000
- 6、玉溪矿业有限公司三家厂矿、凤山矿复垦区土地复垦规划图 比例尺 1:5000
- 7、玉溪矿业有限公司三家厂矿、凤山矿治理恢复相关工程设计图
- 8、玉溪矿业有限公司三家厂矿、凤山矿土地复垦相关工程设计图

附件：

- 1、照片册
- 2、编制单位资质
- 3、编制委托书
- 4、采矿许可证
- 5、矿权坐标转换证明
- 6、矿山地质环境现状调查表
- 7、野外验收意见书
- 8、矿权注销公告
- 9、易门县政府关于三家厂矿、凤山矿进行治理恢复函件
- 10、三区三线查询说明
- 11、购土协议

- 12、矿山水土监测报告
- 13、以往缴存治理恢复保证金缴存单
- 14、公众参与调查意见
- 15、县级初审意见
- 16、玉溪矿业有限公司针对报告修改复核意见

前 言

0.1 任务由来

云南省易门县易门矿区三家厂铜矿矿区包括凤山矿段、菜园河矿段和狮山矿段，2004年，易门矿务局为了转让采矿权，把凤山矿段单独设为一个矿权（三家厂矿）转让给云南达亚有色金属有限公司，云南达亚有色金属有限公司于2005年6月获得“云南达亚有色金属有限公司三家厂矿”采矿许可证（证号：5300000520149）。之后易门矿务局把剩余菜园河矿段和狮山矿段合并成一个矿权（凤山矿）转让给云南达亚有色金属有限公司。云南达亚有色金属有限公司于2010年9月13日取得“云南达亚有色金属有限公司凤山矿”采矿许可证（证号：C5300002010093120074856）。2010年玉溪矿业有限公司吸收合并云南达亚有色金属有限公司，拥有该两个矿权。现云南达亚有色金属有限公司已注销，其矿山地质环境保护与土地复垦义务由玉溪矿业有限公司履行。

现因三家厂矿、凤山矿两个矿山已被玉溪市自然资源和规划局进行注销，但以往未履行矿山地质环境保护与土地复垦义务，依据《中华人民共和国土地管理法》、《云南省矿山地质环境保护条例》、《云南省自然资源厅关于做好矿山地质环境保护与土地复垦方案编制审查有关工作的通知》（云自然资修复〔2023〕321号）有关法律法规要求及《易门县人民政府关于做好原云南达亚有色金属有限公司三家厂矿、凤山矿矿山地质环境治理恢复工作的函》（易政函〔2021〕38号），玉溪矿业有限公司于2023年9月10日委托中国有色金属工业昆明勘察设计研究院有限公司编制《玉

溪矿业有限公司三家厂矿、凤山矿矿山地质环境治理恢复设计与土地复垦规划设计》。

0.2 编制目的与任务

0.2.1 工作目的

(1) 通过对矿山地质环境调查，资料收集、综合分析研究，对矿山地质环境影响和破坏程度进行现状评估，分析预测和评估矿山现状及未来可能产生的地质环境问题。

(2) 通过对塌陷区的监测，确定未来塌陷区的稳定情况，如若产生新的灾害，则对塌陷区进行专项勘察治理工作。

(3) 根据矿山现状调查结果，合理设计矿山废弃设施场地土地复垦措施。

(4) 对矿山已产生的地面塌陷、崩塌、滑坡等地质灾害进行监测设计，为下矿山治理恢复工作提供依据。

(5) 为自然资源主管部门对矿山地质环境保护与土地复垦的监督管理工作提供技术依据。

(6) 分析矿山以往建设对土地损毁的类型以及各类土地的破坏范围和破坏程度，量算并统计各类被破坏土地的面积。

(7) 根据调查和分析结果，分别统计各类被损毁土地面积，确定各类被损毁土地的应复垦面积和应复垦土地的总面积，并根据各类土地的损毁性质和损毁程度，合理确定复垦利用类型等，使土地复垦有科学规划和技术保证。

(8) 提出方案实施的保证措施，为建设单位、施工单位开展相应的地

质环境保护与土地复垦工作提供技术依据，将地质环境保护与土地复垦工作列入建设项目的总体安排和年度计划，按方案有计划、有组织的实施。

(9) 为项目地质环境保护与土地复垦的实施管理、监督检查、验收提供依据。

0.2.2 工作任务

(1) 通过资料收集和矿山地质环境调查，查明矿区的地质环境条件，并对矿山现状地质灾害、含水层破坏、地形地貌景观影响和破坏程度、土地资源影响和破坏程度等进行评估。

(2) 根据矿山塌陷区现状稳定情况提出治理恢复与土地复垦措施。根据塌陷区的监测情况实施相关治理措施。

(3) 预测矿山治理恢复过程中可能诱发和遭受地质灾害的危险性。

(4) 对矿山地质环境保护进行分区评价。

(5) 提出本期具体的矿山地质环境治理恢复工程和矿山地质灾害监测工程方案及措施，估算出防治经费，提出工程计划步骤和资金安排。

(6) 通过资料收集和矿山地类调查，查明项目区的土地利用类型，明确已损毁的土地类别、数量及程度等，并对矿山现有工程的损毁方式及损毁面积进行统计及评估。

(7) 预测和分析矿山因生产建设产生挖损、压占、塌陷等情况对土地的损毁范围、地类、程度、规模等，并进行综合预测分析。

(8) 确定土地复垦目标为复垦责任范围内损毁的土地面积，并对土地适宜性进行评价。

(9) 估算工程量，制定出复垦规划及资金安排。

矿山地质环境保护与土地复垦方案是实施矿山地质环境保护、治理和监测及土地复垦的技术依据之一。本方案不代替相关工程勘查、治理设计、用地报批手续。编制矿山地质环境保护与土地复垦方案，要坚持“预防为主，防治结合”、“在保护中开发，在开发中保护”、“耕地优先”“科学规划、因地制宜、综合治理、经济可行、合理利用”的原则。矿山地质环境治理恢复设计与土地复垦规划设计案应在矿山地质环境和矿区土地复垦调查基础上编制，并符合相关规划。

0.3 编制依据

0.3.1 相关法律法规和政策文件

- (1) 《中华人民共和国矿产资源法》（2019年修正）；
- (2) 《中华人民共和国土地管理法》（2019年8月26日修正）；
- (3) 《中华人民共和国环境保护法》（2015年1月1日）；
- (4) 《中华人民共和国森林法》（2019年12月28日修订）；
- (5) 《中华人民共和国草原法》（2013年6月29日修正）；
- (6) 《国务院关于促进集约节约用地的通知》（国发〔2008〕3号）；
- (7) 《中共中央国务院关于加快推进生态文明建设的意见》（2015年4月25日）；
- (8) 《国务院关于印发矿产资源权益金制度改革方案的通知》（国发〔2017〕29号）；
- (9) 《地质灾害防治条例》（国务院令第394号）（2003年11月）；
- (10) 《土地复垦条例》（国务院令第592号）（2011年2月）；
- (11) 《矿山地质环境保护规定》（自然资源部令第5号、2019年修

订)；

(12) 《土地复垦条例实施办法》(国土资源部令第56号)(2012年12月)；

(13) 《关于加强生产建设项目土地复垦管理工作的通知》(国土资发〔2006〕225号)；

(14) 《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)；

(15) 《云南省人民政府贯彻落实国务院关于促进节约集约用地通知的意见》(云政发〔2008〕112号)；

(16) 《云南省环境保护条例》(2004年6月29日)；

(17) 《云南省矿山地质环境保护条例》(2018年11月29日修正)；

(18) 《云南省矿山地质环境保护与治理恢复方案编制实施细则》(云南省国土资源厅,2014年1月1日实施)；

(19) 《云南省土地整治项目制图标准(试行)》(云南省国土资源厅,2011年1月1日试行)；

(20) 《云南省林业和草原局关于云南省恢复植被和林业生产条件及树木补种标准的实施意见(试行)》(云林规〔2021〕6号)；

(21) 《国土资源部办公厅关于印发土地整治工程营业税改征增值税计价依据调整调整过渡实施方案的通知》(国土资厅发〔2017〕19号)；

(22) 《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》(国土资规〔2016〕21号)；

(23) 《云南省自然资源厅关于做好矿山地质环境保护与土地复垦方

案编制审查有关工作的通知》（云自然资修复〔2023〕321号）；

（24）《云南省国土资源厅、云南省财政厅关于<土地整治工程营业税改征增值税计价依据调整过度实施方案>的通知》（云国土资[2017]232号）；

（25）《土地开发整理项目预算定额标准云南省补充预算定额》（云国土资〔2016〕35号）；

（26）《云南省水利厅云南省发展和改革委员会关于印发<云南省水利工程营业税改征增值税计价依据调整办法>的通知》（云水规计〔2016〕171号）；

（27）《云南省财政厅 云南省自然资源厅关于印发云南省矿山地质环境治理恢复基金管理暂行办法的通知》（云财规[2019]4号）；

（28）《云南省水利厅云南省发展和改革委员会关于调整云南省水利工程计价依据有关税率及系数的通知》（云水规计[2019]46号）；

（29）《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》（财税公告〔2019〕第39号）；

（30）《云南省自然资源厅关于矿业权登记坐标系转换涉及生态保护红线等区域相关事项的通知》（云自然资矿管〔2020〕124号）；

（31）《云南省自然资源厅关于矿山地质环境保护与土地复垦方案合并备案等有关事项的通知》（云自然资修复[2020]154号文）；

（32）《云南省自然资源厅关于公开省级矿山地质环境保护与土地复垦方案评审备案流程的通知》（云自然资修复[2021]264号）；

（33）《云南省水利厅云南省发展和改革委员会关于调整水利工程计价依据有关税率及系数的通知》（云水规计[2019]46号）；

(34)《云南省矿山地质环境保护和土地复垦方案编制指南》(2023 年修订稿)。

0.3.2 执行的主要规范及技术标准

- (1)《中国地震动参数区规划图》(GB18306-2015)；
- (2)《第三次全国国土调查技术规程》(TD/T1055-2019)；
- (3)《云南省用水定额》(2019 年版)(云水发〔2019〕122 号)；
- (4)《区域地质图图例》(GB/T958-2015)；
- (5)《矿山地质环境保护与治理恢复方案编制规范》(DZ/T0223-2011)；
- (6)《矿山土地复垦基础信息调查规程》(TD/T1049-2016)；
- (7)《岩土工程勘察规范》(GB50021-2001 2009 年版)；
- (8)《滑坡防治工程勘查规范》(GB/T 32864-2016)；
- (9)《滑坡防治设计规范》(GB/T38509-2020)；
- (10)《泥石流灾害防治工程勘查规范》(DZ/T0220-2006)；
- (11)《崩塌、滑坡、泥石流监测规范》(DZ/T0221-2006)；
- (12)《滑坡、崩塌、泥石流灾害调查规范(1:50000)》(DZ/T0261-2014)；
- (13)《矿山地质环境监测技术规程》(DZ/T0287-2015)；
- (14)《地下水环境监测技术规范》(HJ 164-2020)；
- (15)《生态环境状况评价技术规范(试行)》(HJ/T192-2015)；
- (16)《土地复垦质量控制标准》(TD/T1036-2013)；
- (17)《地表水环境质量标准》(GB3838-2002)；
- (18)《土壤环境质量建设用土壤污染风险管控标准(试行)》(GB36600-2018)；

- (19) 《造林作业设计规程》（办生字〔2023〕117号）；
- (20) 《耕地质量验收技术规范》（NY/T1120-2006）；
- (21) 《其他草地建设技术规范》（NY/T1342-2007）；
- (22) 《生产项目土地复垦验收规程》（TD/T1044-2014）；
- (23) 《土地复垦方案编制规程》，第1部分通则（TD/T1031.1-2011）；
- (24) 《土地复垦方案编制规程》，第3部分井工煤矿（TD/T1031.3-2011）；
- (25) 《矿山植被恢复技术规范》（DB53/T662-2014）；
- (26) 《环境空气质量环境标准》（GB3095-2012）；
- (27) 《地质灾害危险性评估规范》（GB/T40112-2021）；
- (28) 《土地利用现状分类》（GB/T21010-2017）；
- (29) 《建筑抗震设计规范》（GB50011-2010（2016版））；
- (30) 《禾本科草种子质量分级》（GB6142-2008）；
- (31) 《豆科草种子质量分级》（GB6141-2008）；
- (32) 《绿化苗木质量分级》（DB53/T458-2013）；
- (33) 《地下水环境质量标准》（GB/T14848-2017）；
- (34) 《污水综合排放标准》（GB8978-1996）；
- (35) 《危险废物鉴别标准——浸出毒性鉴别》（GB 5085.3-2007）；
- (36) 《铜、镍、钴工业污染源排放标准》（GB25467-2010）；
- (37) 《云南省矿山地质灾害危险性评估技术要求》（云国土资环[2003]392号）；
- (38) 《云南省水功能区划》（2014年修订版）；

- (39) 《造林技术规程》（GB/T15776-2023）；
- (40)《矿山生态环境保护与治理恢复技术规范(试行)》(HJ 651-2013)；
- (41) 《矿山废弃地植被恢复技术规范》（LY/T 2356-2014）；
- (42) 《矿山生态修复技术规范》（第一部分：通则）；
- (43) 《矿山生态修复技术规范》（第三部分：金属矿山）。

0.3.3 相关技术资料、地方规划

- (1) 《中华人民共和国区域地质调查报告》（1：20万、新平幅）；
- (2) 《中华人民共和国区域地质调查报告》（1：20万、楚雄幅）；
- (3) 《中华人民共和国区域水文地质普查报告》（1：20万、新平幅）。
- (4) 《中华人民共和国区域水文地质普查报告》（1：20万、楚雄幅）；
- (5) 《云南省玉溪市易门县凤山矿矿山地质环境保护与治理恢复方案》，中国有色金属工业昆明勘察设计研究院，2010年8月；
- (6) 《玉溪矿业有限公司三家厂矿、凤山矿矿山地质环境治理恢复项目挡土墙、拦挡坝工程勘察》中国有色金属工业昆明勘察设计研究院，2024年9月；
- (7) 现场调查当地的自然与社会经济等有关资料；
- (8) 标准分幅土地利用现状图（G47H161191、G47H162191）。

0.4 编制工作概况

0.4.1 工作时间

玉溪矿业有限公司于2023年9月委托中国有色金属工业昆明勘察设计研究院有限公司承担了《玉溪矿业有限公司三家厂矿、凤山矿矿山地质环境治理恢复设计与土地复垦规划设计》的编制工作。受玉溪矿业有限公司

委托，我公司立即组建了方案编制小组，进行前期准备、资料收集、野外调查、室内综合整理和报告编制等工作，工作时间为 2024 年 3 月 11 日～2024 年 5 月 5 日。

0.4.2 工作顺序

矿山地质环境保护与土地复垦方案编制工作分四个阶段进行：

第一阶段（前期准备阶段）：2024 年 3 月 11 日～3 月 12 日，充分收集相关的自然地理、社会经济、区域和矿区地质、水文工程环境地质、储量核实报告、开发利用方案、土地利用现状图、项目所在地土地利用总体规划图、矿山开采历史及现状等资料，在充分分析区域地质环境条件结合矿山开发利用方案编制《玉溪矿业有限公司三家厂矿、凤山矿矿山地质环境治理恢复设计与土地复垦规划设计》。

第二阶段（野外调查阶段）：2024 年 3 月 12 日～3 月 16 日、4 月 2 日～4 月 5 日分两次对进行现场地质灾害、含水层、地形地貌景观、土地资源类型、损毁方式、程度及矿山地质环境影响调查。野外调查的重点是矿山工业场地、已有坑口、废石场、生活区、矿山辅助设施和矿山道路等区段的地质环境条件及土地类型，调查工作以甲方提供的 1: 2000 矿区总平面布置图作为工作底图，严格按《方案工作纲要》开展工作，调查路线主要采用穿越法，对发现的地质灾害点及不良地质现象、土地损毁区段用 GPS 定位，用数码相机拍照并详细填写野外调查记录卡片。

第三阶段（室内综合整理阶段）：2024 年 3 月 16 日～2024 年 3 月 18 日，在室内把收集的相关资料、野外现场调查的地质灾害、土地类型和重点进行整理，并把实地调研的损毁情况上图。

第四阶段（报告编制阶段）：2024年3月18日~2024年9月20日，编制矿山地质环境治理恢复设计与土地复垦规划设计报告及图件，并于2024年9月20日完成初稿编制。

0.4.3 工作方法

地质环境治理恢复与土地复垦工作开展以矿区 1: 5000 地形图作为工作底图，矿区内地层定名、地层界线及构造情况主要引用区域地质资料及以往治理恢复方案，并根据现场调查进行局部修正；报告书岩体结构面、现状地质灾害灾点均根据现场实测；含水层破坏情况根据现场调查和周边村民走访确定；土地资源破坏根据现场实测和矿区土地利用现状图判定。

矿山治理恢复工程施工区以实测 1: 1000 地形图作为工作底图，进行了场地工程勘察，岩土体力学性质分析。

土地复垦方案根据自然资源部制定的有关生产建设类项目土地复垦相关要求，立即组织有关设计人员进行了现场踏勘，收集了相关自然条件和社会经济资料，了解营林种草经验，调查各种当地适生种苗的价格，收集了矿山相关资料。为确保土地复垦方案措施实用、合理和可操作性，项目组技术人员依据矿山所在区域的特点对矿山已造成的土地损坏的成因、损毁土地面积、土地利用现状等问题进行了细致的调查和研究，对矿山生产区域土地损毁的可能及复垦利用的方式进行现场踏勘。根据《土地复垦方案编制规程》（GB1031.1—2011）的有关规定和要求开展土地复垦方案编制，结合矿山辅助设施建筑物布置及施工总体布局方案，对项目建设过程中可能对土地造成的损毁进行了分析评价；按照土地复垦单元提出土地复

垦相关工程、生物等措施；并测算了土地复垦费用，拟定了土地复垦计划。

最终于 2024 年 4 月 30 日编制完成了《玉溪矿业有限公司三家厂矿、凤山矿矿山地质环境治理恢复设计与土地复垦规划设计》。

0.4.4 完成工作量

本次主要完成的主要工作量见表 0-1。

表 0-1 完成的主要工作量

序号	工作项目	资料名称	单位	完成工作量
1	基础资料收集	1:20 万水文地质普查报告、区域地质调查报告	份	4
2		矿山地质环境保护与治理恢复方案	份	1
3		缴存费用单据	份	1
4		项目区涉及三调数据资料	份	1
5		项目区涉及二调数据资料	份	1
6		矿区自然与社会经济资料	份	1
7	野外地质调查	现场踏勘（2024 年 3 月 12 日~3 月 16 日、4 月 2 日~4 月 5 日）	天	9
8	调查路线		km	42.64
9	调查区域	矿区范围	km ²	2.0708
10		矿区外范围	km ²	3.5102
		现状地质灾害区	个	6
11		弃渣场	个	9
		坑口	个	4
		工业场地	个	3
12		损毁区	km ²	1.1003
13		未损毁区	km ²	4.4807
14		各类调查点	个	86
15		地质剖面	m	10440
16		拍摄照片	张	631
17	勘查工作	工程地质测绘与调查面积（1:1000）	km ²	0.7733
18		布设钻孔	个	44
19		探井	个	4
20		分析取样	件	71
21		测试	个	23
22		图切剖面	m	3162
23	检测化验	水样	件	6
24		土样	组	75
25		岩石	组	21
26	编制工作	图件绘制	幅	36
27		方案文本编制	份	1

0.4.5 成果质量评述

本次野外工作以 1:5000 及 1:1000 的地形图对矿区及矿区外地质环境影响区及工程治理区进行了详细调查及工程勘查、分析工作，野外工作验收组成员为项目负责、审定、审核人、野外调查人。

经本单位验收调查组验收评价，认为野外调查范围合理，区内地质灾害调查较详细、准确，并做了剖面分析图，记录卡整齐、记录清楚，责任人签署齐全；工程勘察区钻孔布置合理，岩土分析较全面，水土样取样、分析满足规范要求，整体矿山野外调查、勘查、水土样监测等工作满足本规划设计报告需求。

第一章 矿山基本情况

1.1 矿山简介

矿山名称：云南达亚有色金属有限公司三家厂矿、云南达亚有色金属有限公司凤山矿

矿业权人名称：云南达亚有色金属有限公司（已注销），现由玉溪矿业有限公司管理矿权

地址：玉溪市易门县绿汁镇

经济类型：国有企业

开采矿种：铜矿

开采方式：地下开采

生产规模：59.40 万 t/a

矿区面积：三家厂矿 1.3507km²，凤山矿 0.7201km²

开采标高：三家厂矿 1650m—300m，凤山矿 1650-809m

1.2 矿区范围及拐点坐标

云南达亚有色金属有限公司于 2005 年 6 月取得三家厂矿采矿许可证，证号：5300000520148，该矿权范围面积 1.3507km²，矿区范围由 9 个观拐点圈定，矿区范围拐点坐标表见表 1-1，坐标转换见附件 4。

表 1-1 云南达亚有色金属有限公司三家厂矿矿权范围拐点坐标表

西安 80 坐标系			2000 国家大地坐标系		
拐点编号	X 坐标	Y 坐标	拐点编号	X 坐标	Y 坐标
矿 1	*****	*****	矿 1	*****6	*****
矿 2	*****	*****	矿 2	*****	*****
矿 3	*****	*****	矿 3	*****	*****

矿 4	*****	*****	矿 4	*****	*****
矿 5	*****	*****	矿 5	*****	*****
矿 6	*****	*****	矿 6	*****	*****
矿 7	*****	*****	矿 7	*****	*****
矿 8	*****	*****	矿 8	*****	*****
矿 9	*****	*****	矿 9	*****	*****
矿区面积	*****km ²				
开采标高	1650m—300m				

云南达亚有色金属有限公司于 2010 年 9 月取得凤山矿采矿许可证，证号：C5300002010093120074856，该矿权范围面积 0.7201km²，矿区范围由 9 个观拐点圈定，矿区范围拐点坐标表见表 1-2。

表 1-2 云南达亚有色金属有限公司凤山矿矿权范围拐点坐标表

西安 80 坐标系			2000 国家大地坐标系		
拐点编号	X 坐标	Y 坐标	拐点编号	X 坐标	Y 坐标
矿 1	*****	*****	矿 1	*****	*****
矿 2	*****	*****	矿 2	*****	*****
矿 3	*****	*****	矿 3	*****	*****
矿 4	*****	*****	矿 4	*****	*****
矿 5	*****	*****	矿 5	*****	*****
矿 6	*****	*****	矿 6	*****	*****
矿 7	*****	*****	矿 7	*****	*****
矿 8	*****	*****	矿 8	*****	*****
矿 9	*****	*****	矿 9	*****	*****
矿区面积	0.7201km ²				
开采标高	1650-809m				

该两个矿区相邻，整体位于云南省易门县绿汁镇，绿汁江中游地段，处于易门、双柏两县交界；距易门县城直距 15km²。矿区地理坐标为东经 101°56'28.95"~101°57'21.82"，北纬 24°38'27.93"~24°40'01.10"。矿区有简易乡村道路与过道相连，交通便利，交通位置详见图 1-1。

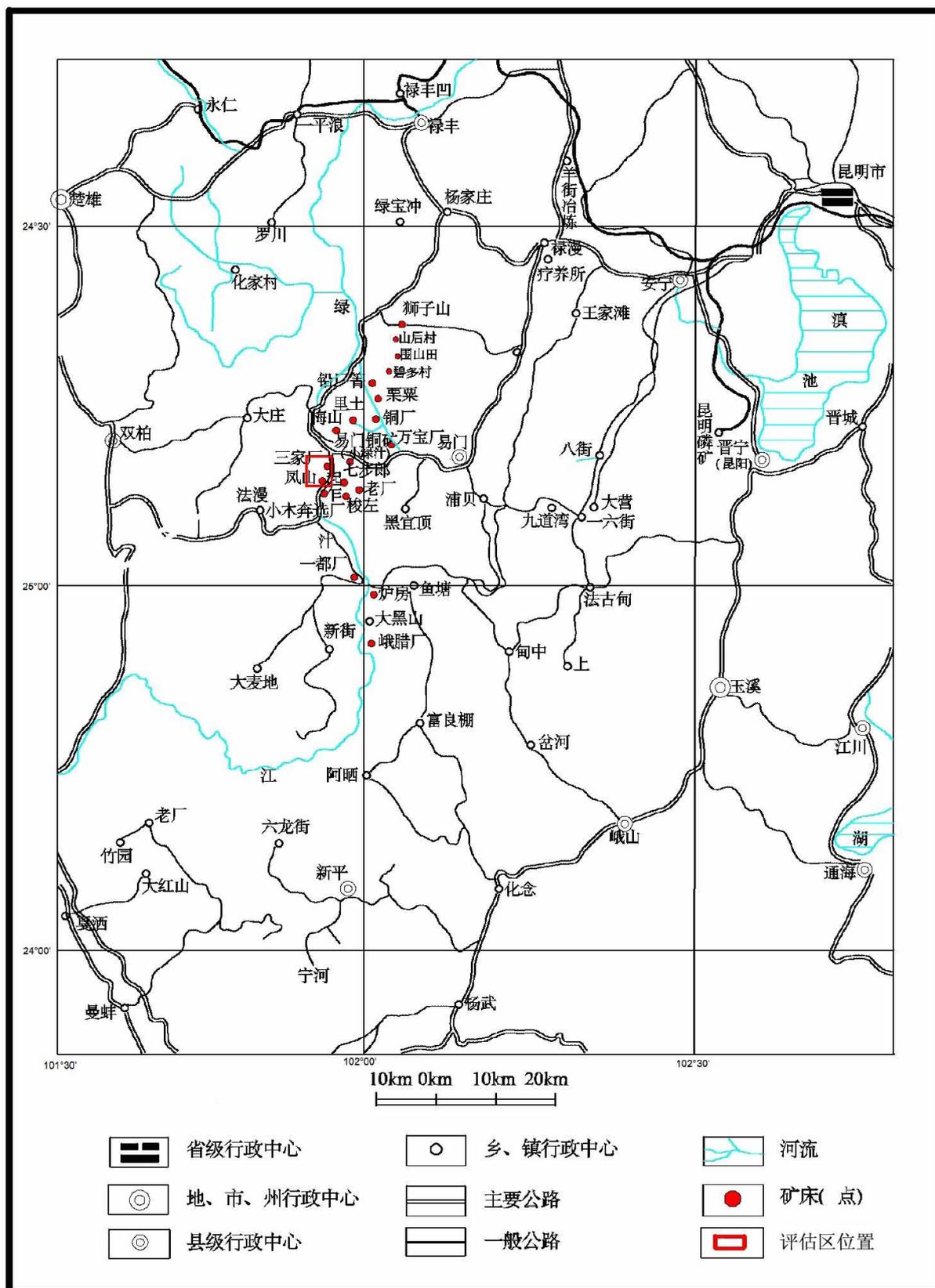


图 1-1 矿区交通位置图

1.3 矿山开采历史与现状

1、三家厂矿开采历史及现状

易门三家厂铜矿床于 1953 年勘探, 1958 年 3 月由北京有色设计总院设计。1960 年 5 月, 易门铜矿开始基建并投产。由于三家厂矿建矿较早, 以往资料维护较差, 至现在三家厂矿资料缺失严重。经向玉溪矿业有限公司及易门县自然资源局收集资料, 目前仅收集到矿山采矿许可证, 无其他资料。

根据现有资料及野外调查, 三家厂矿于 2012 年左右停产, 之后该矿山矿权人(云南达亚有色金属有限公司)被玉溪矿业有限公司整合吸收, 整合后改该矿权一直未进行生产, 停产至今。现状三家厂矿矿山地表工业设施已基本拆除, 坑道已全部封堵, 仅剩余部分道路边办公生活区、变电站还未拆除。

2、凤山矿矿开采历史及现状

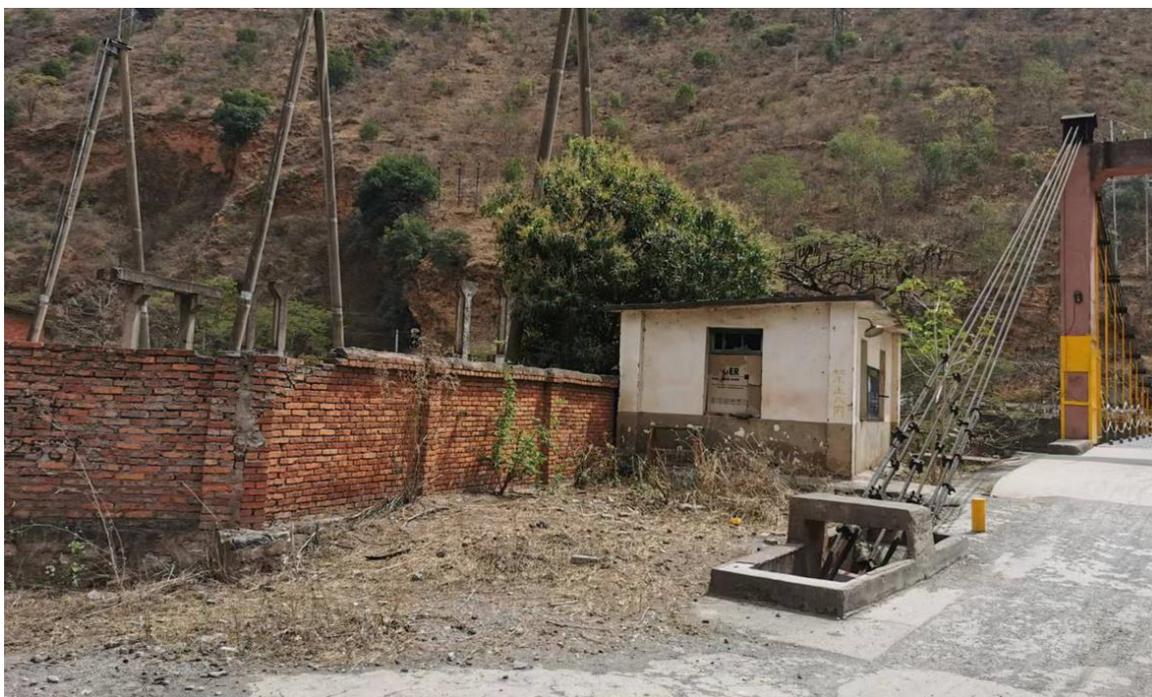
根据收集到《云南省玉溪市易门县凤山矿矿山地质环境保护与治理恢复方案》(中国有色金属工业昆明勘察设计研究院, 2010 年 8 月)及现状调查说明, 凤山矿采矿区截止 2009 年 9 月 30 日, 8 号矿体群已采至 809m 水平(即采矿权最低开采标高), 59 号矿体群 16-18 线采至 809m。矿山 2004 年 9 月至 2009 年 9 月 30 日, 累计采出矿量金属量 19091 吨, 原矿入选品位 0.57%, 采矿贫化率 19.95%, 采矿损失率 3.40%, 开采回采率 76.63%。矿区剩余保有资源储量: 工业矿(122b+332+333)类矿石量 780.14 万吨, 金属量 70951 吨, 平均品位 0.91%。另有低品位矿(332+333)类矿石量 240.06 万吨, 金属量 7404 吨, 品位 0.31%。

之后矿山自 2009 年 9 月陆续生产至 2012 年左右停产, 之后该矿山矿权人(云南达亚有色金属有限公司)被玉溪矿业有限公司整合吸收, 整合

后改该矿权依旧停产，一直未进行开采。现状凤山矿矿山地表工业设施已基本拆除，坑道已全部封堵，地表仅剩余零星废弃房屋还未拆除及以往堆渣场。

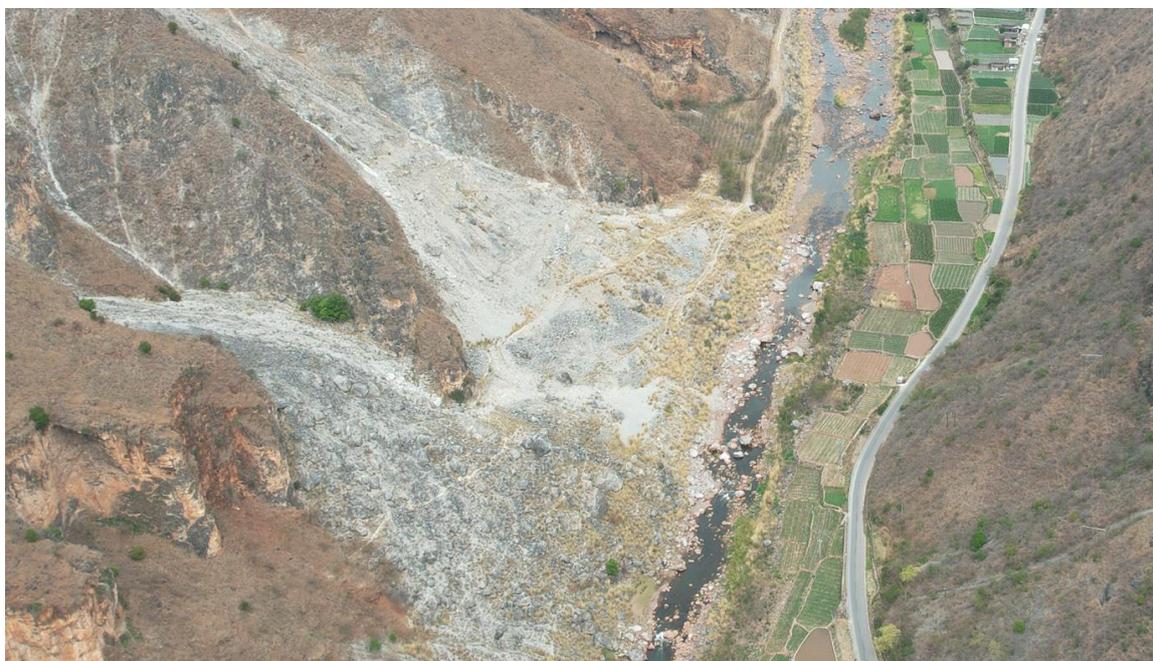


照片 1-1 矿山废弃办公生活区现状（三家厂矿、凤山矿共用）



照片 1-2 矿山废弃变电站现状（三家厂矿使用）

野外调查时，历史期部分坑道口发现弃渣堆存，现状受自然植被生长，渣堆表面有少量杂草生长。



照片 1-3 矿山坑口弃渣现状（三家厂矿区域）



照片 1-4 矿山坑口弃渣现状（凤山矿区域）

1.4 矿山采空区分布情况

由于三家厂矿建矿较早，以往资料维护较差，至现在三家厂矿资料缺

失严重。经向玉溪矿业有限公司及易门县自然资源局收集资料，目前仅收集到矿山采矿许可证，无其他资料，故目前对三家厂矿采空区分布情况不详。

凤山矿收集的资料仅有以往编制的《云南省玉溪市易门县凤山矿矿山地质环境保护与治理恢复方案》，该方案中未说明矿山以往采空区分布情况，加之矿山关停较久，约 10 年，原矿权人已注销，矿山坑口已全部封堵，故矿山采空区分布情况不详。

1.5 矿山以往编制资料情况

由于三家厂矿建矿较早，以往资料维护较差，至现在三家厂矿资料缺失严重。经向玉溪矿业有限公司及易门县自然资源局收集资料，目前仅收集到矿山采矿许可证，无其他资料。

云南达亚有色金属有限公司 2010 年 8 月委托中国有色金属工业昆明勘察设计院编制了《云南省玉溪市易门县凤山矿矿山地质环境保护与治理恢复方案》并评审通过。该方案适用年限为 10 年（2010 年 8 月—2020 年 8 月），目前该方案已过期。该矿山以往未编制过土地复垦方案。

根据凤山矿矿山地质环境保护与治理恢复方案，该矿山以往设计治理恢复措施及实施情况见表下表 1-3、1-4。

表 1-3 凤山矿以往治理恢复方案工程措施工程量汇总表

治理单项工程名称	工程量	实施情况	是否符合设计要求
C1 冲沟浆砌块石拦渣坝（高 2m）	425m	未实施	
2#堆渣区拦渣坝（高 2m）	200m	未实施	
2#堆渣区截排水沟（B）	420m	未实施	
平硐口的封堵	2 个	已实施	符合
土地整治开挖整平土方量	38300m ³	未实施	

监测点放设	25 个	未实施	
警示牌设置	27 个	未实施	

表 1-4 凤山矿以往治理恢复方案植被措施工程量汇总表

治理区总面积 (hm ²)	104.4		实施情况
植树面积 (hm ²)	生态林 (乔木)	19.1	未实施
	藤本类 (油麻藤)	72	未实施
	草本类	13.3	未实施
植树密度 (株/hm ²)	生态林	2500	未实施
	藤本类	1000	未实施
总工程量	生态林 (乔木)	47750	未实施
	藤本类 (油麻藤)	72000	未实施
覆土量 (m ³)		16900	未实施

1.6 矿山以往缴存治理恢复基金及土地复垦保证金情况

三家厂矿和凤山矿停产时间较早，约为 2012 年左右，经矿权人提供相关缴存单据说明，该三家厂矿和凤山矿矿山于 2013 年 3 月 9 日、2013 年 12 月 9 日、2017 年 3 月 8 日分 3 批次缴存治理恢复保证金，共计 625.0 万元（见附件 13）。

表 1-5 凤山矿以往缴存治理恢复保证金情况表

序号	缴存费用 (万元)	缴存日期	备注
1	125.00	2012 年 3 月 5 日	
2	125.00	2013 年 12 月 4 日	
3	375.00	2017 年 4 月 26 日	
合计	625.00		

第二章 矿区基础信息

2.1 矿区自然地理

2.1.1 气象

易门县属中亚热带气候，受地形地貌的影响，立体气候明显，县内具有热带到温带的气候类型。2000年，极端最高温度 31.5°C （8月25日），极端高低气温 -2.0°C （1月6日），全年平均气温 16.3°C ，日照数为1706小时，降雨量为856.9mm。

矿区位于绿汁镇南西侧约2.0km处，矿区所在区域属亚热带季风气候，其特点立体气候特点明显，高海拔山区为冷凉气候，低海拔地区为干热河谷气候。多年平均气温 19.8°C ，1月平均气温 12.5°C ，极端最低气温 -3.0°C （1974年1月5日）；7月平均气温 24.1°C ，极端最高气温 38.6°C （2005年5月29日）最低月均气温 7.8°C （1975年12月），最高月均气温 24.7°C （2005年6月）。平均气温年较差 4.0°C ，最大日较差 26.1°C （2007年3月19日）。生长期年平均320天，无霜期年平均320天，最长达337天，最短为301天。年平均日照时数1875.2小时。 0°C 以上持续期320天（一般为1月25日—12月9日）。年平均降水量726.2mm，年平均降水日数为149.3天，最长达187天（1990年），最少为122天（1973年）极端年最大雨量897mm（1991年），极端年最少雨量423mm（1980年）。降雨集中在每年的5—10月，8月最多。

2.1.2 水文

1、区域水系

矿区所在区内最大水系为绿汁江，其次为菜园河。绿汁江属红河水系，绿汁江属元江右岸一级支流，发源于楚雄州武定县猫街镇干沙沟村西麓，由北向南流经禄丰、双柏、易门、峨山、新平等县后汇入元江。绿汁江流域径流面积8600 km²，河流长294 km，自然落差1651m，平均比降4.9%，流域水力资源理论蕴藏量为330.7MW，河面标高介于1190~1197m，河床坡度1~3%，落差不大，终年有水，河面宽30余m（照片2-1），洪水时期最大流量达1000m³/s，冬春涸水时期最小流量仅有3~5m³/s，流速0.15~4.8m/s。绿汁江在玉溪市水塘镇与礼社江汇合后称元江。

菜园河位于矿区西北侧，冲沟C₁上游，流向自西向东，雨季洪水流量高达120m³/s，旱季流量较小，甚至枯竭。目前矿山建设单位已在矿区外围西北侧、菜园河上游地段修建了挡水坝及排洪隧道对其河水进行疏导引流，引导河水在矿区外围北部地段排泄至绿汁江。挡水坝位于矿区西侧冲沟C₁上游地段，排洪隧道为地下工程，自挡水坝位置在狮山深部穿越，延伸至狮山东北部绿汁江河床处，目前挡水坝及排洪隧道运行良好。

区域水系见图2-1。

2、矿区水系

矿区东侧紧邻绿汁江，除此之外矿区范围内地表水系不发育，仅发育季节性冲沟1条，旱季无水，雨季丰水，调查期间冲沟无流水。

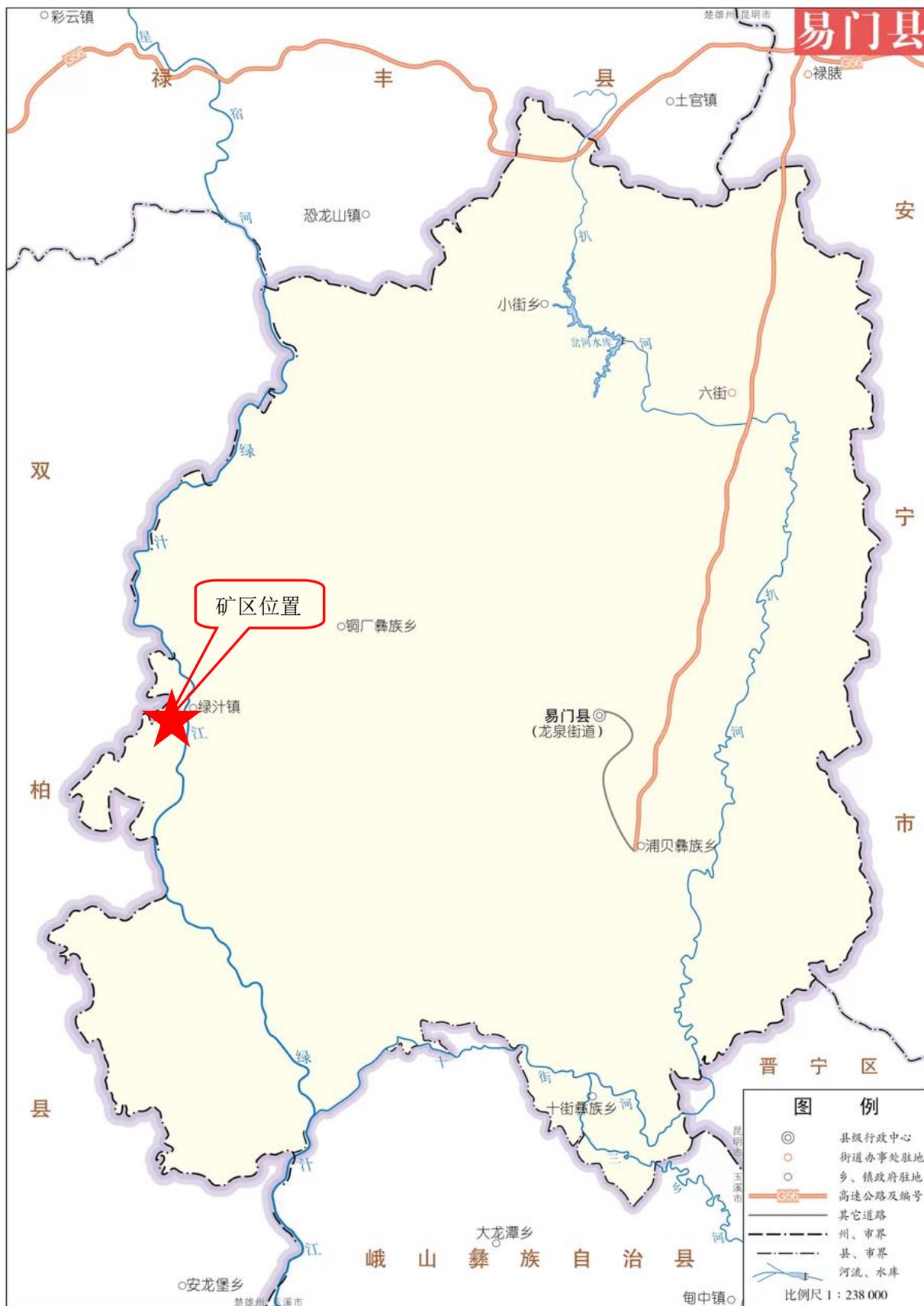


图 2-1 矿区水系图



照片2-1 矿山东侧绿汁江现状

2.1.3 地形地貌

1、区域地形地貌

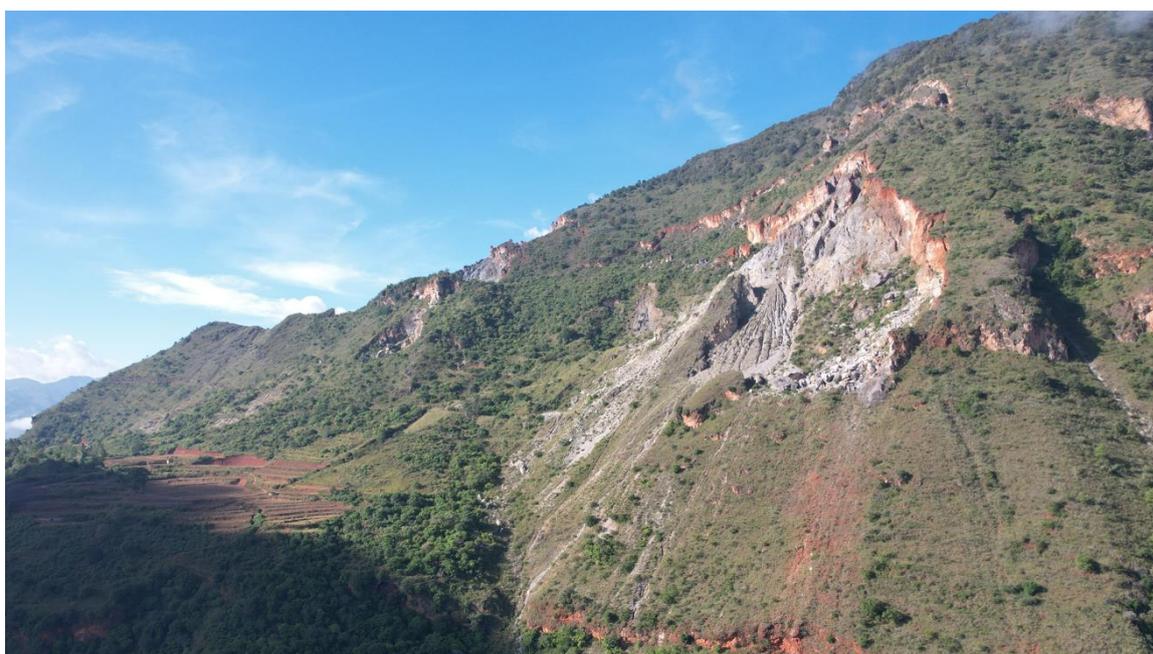
境内最高点为北部小街乡甲浦老黑山顶雀窝尖山，海拔 2608m，最低点是绿汁镇南部炉房村旁易门与双柏、峨山交界处的绿汁江面，海拔 1036m。地形特征为东、北、西三面高山屏立，中部是溶蚀性盆地，东南面为中山河谷地带，全境状似马蹄。江河沿岸受河流切割影响，较陡峭，山谷相间、地形复杂。

2、矿区地形地貌

矿区属于构造侵蚀中山地貌类型，海拔标高介于 1219.46~2035.12m，相对高差约 815.66m。山脉走向近似南向北展布，矿区北部三家厂矿山顶为区内最高点，标高 2035.12m。矿区中部紧邻绿汁江处为区内最低处，标高约 1219.46m，整体矿山山势陡峻，地形坡度介于 10°~50°，局部地段为陡坎地貌。整体矿区地形地貌条件复杂。



照片 2-2 矿区地形地貌（三家厂矿）



照片 2-3 矿区地形地貌（凤山矿）

主要采矿设施场地地形地貌描述如下：

矿区大部分辅助设施场地设置于区内平缓地带，一般地形坡度 $2^{\circ}\sim 8^{\circ}$ ，仅堆渣区位于山体斜坡处，地形坡度约 $25^{\circ}\sim 35^{\circ}$ 。



照片 2-4 矿区辅助设施场区域地形地貌（三家厂矿、凤山矿共用）



照片 2-5 矿区堆渣场区域地形地貌（凤山矿）

2.1.4 土壤

1、易门县区域土壤状况

易门县境内有土地 531.6 万亩，其中热区面积 522.7 万亩，占土地面积的 98.3%，每平方公里 28 人，人均土地 56 亩，热区面积和人均土地位居全市首位。未开发利用的土地 189.5 万亩，宜牧草山 182 万亩，热区开发潜

力巨大。耕地面积 25.78 万亩，其中：水田 6.76 万亩，旱地 19.82 万亩。土壤种类主要有红壤、赤红壤、黄棕壤、紫色土、黄红壤交错区、冲积土和水稻土。宽广的土地，充沛的雨量和温暖的气候十分有利于橡胶、茶叶、甘蔗、咖啡、木薯、水果、紫胶、南药、竹木等经济作物和林木的生长。

2、矿区土壤类型及分布特征

三家厂矿区域地表土层较薄，一般厚度 0.3-1.2m，凤山矿区域地表土层相对较厚，一般厚度 0.5-2.5m，厚度较大土层主要分布于平缓平台处。矿区土壤类型为黄壤，土层厚度 1.8-3.0m，PH 值 5.1~5.8 左右，耕作层厚度一般在 0.5~0.8m，土壤容重 $1.10\sim 1.30\text{g/cm}^3$ ，土壤质地属壤土，肥力较高，有机质在 2.5~3.2% 之间。土壤岩性脆弱，抗蚀、抗冲性能差，在水力作用下，土壤容易分散、破碎成细小的土块（见照片 2-5）。



照片 2-6 矿区土壤（凤山矿矿区周边）

2.1.5 植被

矿区范围内植被整体发育一般，局部差，区内乔木主要为黄杨木、槐

树、合欢树、滇油杉等为主；灌木主要有火棘、戟叶酸模等；草本植物主要有狗尾草、旱茅、灯心草、白三叶等。受前期矿山建设及农耕影响，局部原生植被遭受破坏，部分斜坡地带被开垦为耕地，主要种植玉米。总体矿区内植被覆盖率在 8%左右。



照片 2-7 矿区植被（三家厂矿）



照片 2-8 矿区植被（凤山矿）

2.2 矿区地质环境背景

2.2.1 地层岩性

1、区域地层

据《区域地质调查报告》（新平幅，1：20万）资料，区域地层以中生界红层及元古界地层为主，其次是新生代红层及少量二叠系含煤地层。由新至老，出露有白垩系、侏罗系、三叠系及元古界地层，各地层具体叙述如下：

（1）新生界

第四系（Q）：为冲积、洪积层粘土、细沙及松散碎石层。区域厚度>9m。

（2）中生界

①白垩系（K）

上统（K₂）：泥岩、粉砂岩、细砂岩和含砾砂岩。区域厚度 377m。

下统（K₁）：泥岩、砂岩和含砾砂岩。区域厚度 619m。

②侏罗系（J）

中统妥甸组（J₃? t）：上部紫红色泥质岩夹灰绿色灰岩、泥灰岩。区域厚度 2241m。

中统蛇店组（J₂s）：灰白、浅紫红色厚层 一块状石英砂岩，长石石英砂岩与紫红色泥质岩互层。区域厚度 1016-1027m。

中统张河组（J₂z）：上部紫红色泥质岩夹同色砂岩和深灰色泥灰岩。下部棕红、带红色泥质岩和灰白、浅黄色细砂岩不等厚互层。区域厚度 741-901m。

下统冯家河组 (J_1f)：浅棕色、紫棕、暗紫红色泥质岩和灰白、浅红色暗紫色粉砂岩、细砂岩之不等厚互层，底部夹泥灰岩透镜体。区域厚度 1085m。

③三叠系 (T)

上统舍资组上段 (T_3s^b)：灰绿色泥岩夹砂岩，顶部夹泥灰岩。区域厚度 190-334m。

上统舍资组下段 (T_3s^a)：灰、灰白色绸—粗粒长石石英砂岩夹泥岩、泥质粉砂岩。区域厚度 444-758m。

上统干海子组 (T_3g)：灰缘、灰黑色泥、页岩，夹砂岩，砾岩透镜体及煤线。区域厚度 1665m。

上统普家村组 (T_3p)：灰色、深灰色角砾岩，细粒岩夹灰紫色细-粗粒砂岩。区域厚度 >224m。

(4) 元古界

昆阳群绿汁江组 (Pt_{1z})：上部灰黑色板岩与青灰色白云岩互层，含铜；中下部青灰色白云岩夹板岩，含铜。区域厚度 >3300m。

昆阳群鹅头厂组 (Pt_e)：黑、灰黑、灰绿色板岩夹灰岩，局部夹砂岩，白云岩透镜体。区域厚度 >913m。

昆阳群落雪组 (Pt_1)：灰至灰白、青灰色白云岩，局部夹板岩，含、钴矿层，局部有小型、大型聚环藻。区域厚度 50-268m。

昆阳群因民组 (Pt_y)：紫红、紫灰色白云岩、板岩、砂岩和砾岩。区域厚度 >300m。

昆阳群美党组 (Pt_m)：上部灰黑、灰绿色板岩夹灰、灰白色石英砂岩、

粉砂岩及白云质灰岩透镜体；下部灰缘、灰黑色板岩、钙质板岩夹粉砂岩、细砂岩、灰岩、泥灰岩、状灰岩小型聚环灰岩。区域厚度 1535-1565m。

昆阳群大龙口组（Ptd）：浅灰、灰白色灰岩、泥灰岩，中下部夹藻灰岩。区域厚度 400m。

2、矿区地层

矿区区域范围内出露的地层主要为第四系（Q）、第三系（N~E）、侏罗系（J）、三叠系（T）和前震旦系中元古界昆阳群（Ptk）地层，地层由老至新简述如下：

1) 前震旦系昆阳群鹅头厂组（Ptke）

主要分为三段，矿区范围内主要出露普厂段（Ptke2）及牛尖山段（Ptke3）。

（1）昆阳群鹅头厂组普厂段（Ptke2）

深灰、灰绿色千枚状板岩，岩层倾向北西，倾角 30—70°，厚度大于 100m，分布在绿汁江西岸。

（2）昆阳群鹅头厂组牛尖山段（Ptke3）

岩性为青灰色薄层白云质灰岩，层间常夹炭质薄层，厚度 20-100m，分布在绿汁江东岸。

2) 前震旦系昆阳群绿汁江组（Ptklz）

为矿区内主要地层，分为狮山段（Ptklz1）及凤山段（Ptklz2）

（1）狮山段（Ptknlz1）分为三层，分别为紫色层（Ptklz11/Mp）、过渡层（Ptklz12/Mg）和黑色层（Ptklz13/Mc），由老到新描述如下：

a、紫色层（Ptklz11/Mp）：上部以暗红色厚层至块状凝灰岩为主，夹

铁质白云岩、凝灰质粉砂岩，局部夹灰绿色凝灰质白云岩透镜体或团块，该层仅出露于矿区北部三家厂矿段，向西、向南、向均呈尖灭趋势；中部为暗紫色薄层条带状韵律层，由粉砂质白云岩、白云岩质粉砂岩；凝灰质白云岩和板岩组成的互层，夹少量浅灰色白云质凝灰岩透镜体，是三家厂矿区次要含矿层，矿体常分布于浅色凝灰岩类的岩石中，该层厚 0~80 m；下层为紫色角砾岩，厚 0~10 m，角砾岩成份主要为紫色凝灰质白云岩和板岩，少量牛尖山段，呈棱角状，凝灰质、泥沙质胶结。紫色层全厚 0~100m。与下伏层呈微角度不整合接触。

b、过渡层 (Ptk1z₂/Mg)：又称杂色层，以浅灰、绿灰、浅肉色凝灰质、泥质白云岩和白云凝质岩为主，夹泥砂质白云岩和白云质粉砂岩。该层的岩性和颜色变化较大，在矿区北部狮山矿段以灰白色为主，上部为凝灰质白云岩，下部为白云质沉凝灰岩；向南至矿区地段，则相变为灰绿色、暗灰色凝灰岩、凝灰质板岩夹白色凝灰质白云岩，是狮山矿段的次要含矿层，全厚 5~57m。

(2) 凤山段 (Ptk1z₂/DM) 主要为一套厚大的火山岩至碳酸盐岩石建造，共分九个小层，由老到新描述如下：

a、青灰至深灰色中厚层至厚层白云岩，夹深灰色泥炭质白云岩，局部夹炭质薄膜，是凤山矿段与狮山段之间的过渡岩性，厚 20~200m。

b、青灰色厚层含叠层石白云岩，叠层石主要为聚环状、波状，亦见有呈手指状、炮弹状的小个体叠层石，个体宽度 2~25cm，高 20~25cm，个别达到 1m 高，在叠层石集中地段，可见到由藻屑组成的礁体，厚 75~210m。

c、青灰色中厚至厚层白云岩，沿层夹白云质、硅质条带，条带宽厚 0.5~

3cm。含叠层石 3~4 层，主要为聚环状和波状叠层石。厚度 200~500m，是凤山矿段主要含矿岩性。

d、青灰色薄至中厚层状白云岩，夹微薄层铁质、白云质板岩，局部见灰白色硅质条带呈断续状分布，条带宽厚 0.5~2cm，厚约 150 m。

e、青灰色中厚层白云岩，上部夹白云质灰岩透镜体，常见白云质、硅质条带，下部 0.4m 厚一层叠层石，该层是凤山矿段含矿岩性之一，厚 48~100m。

f、浅灰至灰白色厚层白云岩，结构致密，厚度 80~100m。

g、青灰色中厚层至厚层白云岩，顶部夹薄层炭质板岩，局部含柱状、包心菜状叠层石，厚约 2m，本层厚 100m。

h、青灰色薄层至中厚层白云质灰岩，夹白云岩透境体，底部夹一层竹叶状灰岩，厚度 50~200m。

i、青灰色厚层白云岩，局部夹硅质条带，出露厚度 100 m，顶部被中生带红层不整合覆盖。

3) 三叠系上统祥云组 (T_{3x})

黄绿色、灰黑色页岩、泥岩，底部为底砾岩，与下伏昆阳群绿汁江组呈不整合接触。厚 23~250m。主要分布在矿区外围西北部。

4) 侏罗系下统冯家河组 (J_{1f})

上部紫红色泥岩杂色石英砂岩互层；下部红色页岩夹砂岩；底部砂砾岩。厚 483~590m。位于矿区西部

5) 侏罗系中统张河组 (J_{2z})

上部紫色泥岩、泥灰岩互层；中部粉砂岩夹页岩；底部长石石英砂岩。

厚大于 175m。位于矿区西部。

6) 新第三系 (N₃)

灰褐色山麓角砾岩，以钙质为主。厚 0~30m，零星分布于地形相对平缓处。

7) 第四系 (Q)

残、坡、冲、洪积之砂砾层或砂质粘土。厚 0~40m。分布在洼地、山间沟溪。

2.2.2 地质构造

1、区域地质构造

凤山矿区和三家厂矿区位于川滇南北向构造体系南段西侧，绿汁江断裂以东，小江断裂以西，为康滇地轴东部。以绿汁江断层、汤郎易门断层为主体，构成南北向构造体系。与该构造体系共生的次一级构造有：南北向斜及压性断层，北东向背向斜及压性断层；北西向反扭作用为主的压扭性断层；东西向张扭性断层。

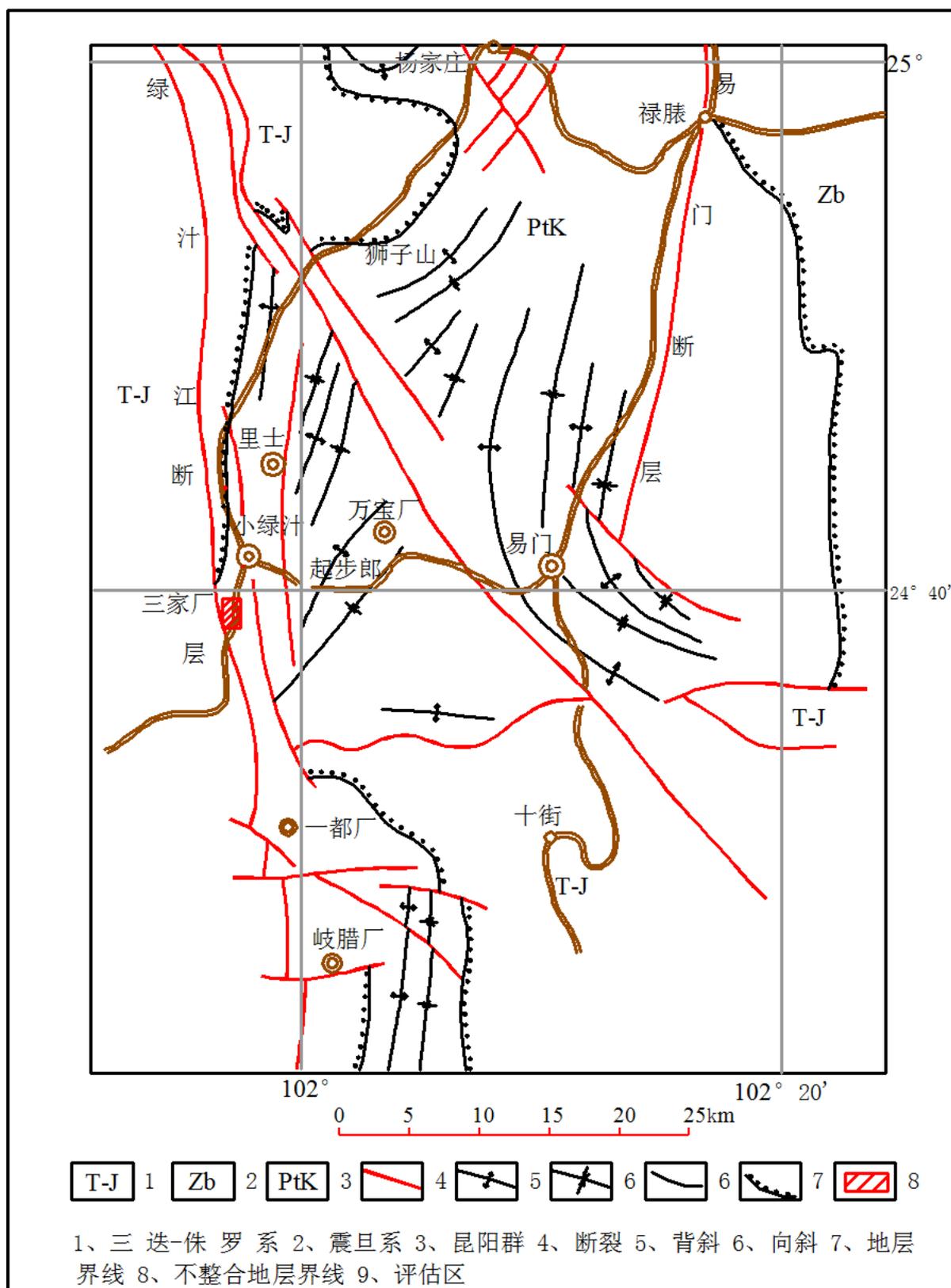


图 2-2 区域构造纲要图

(1) 南北向构造带：主要有绿汁江大断层与易门汤郎大断层，其中绿汁江大断层贯穿全区，是本区骨干构造。伴随绿汁江大断层形成一系列褶

皱带与断裂带，自西向东主要有：凤山同斜背斜、三家厂断层、三家厂背斜、里士断层等。其规模均在及千米至几十千米，断层具压性结构面特征，背向斜均很紧密，一般背斜东翼、向斜西翼倒转形成同斜褶曲。

(2) 北东向构造带：展布方向为 $N20^{\circ}E \sim N40^{\circ}E$ ，由一系列背向斜及压性断层组组成。主要有：黄草岭铜厂背向斜及压性断层组；万宝厂～梭佐背向斜及压性断层组；其特点是数量多，成群成组出现，断层具压性结构面特征，背向斜中背斜紧密或倒转，向斜开阔，褶曲强度由西向东由强变弱的趋势。

(3) 北西向构造带：展布方向为 $N20^{\circ}、40^{\circ}W$ ，主要有老红坡断层，小江口米茂断层组、牛尖山大龙潭断层组等，规模在 $10 \sim 50km$ 之间。其特征是背向斜不发育，断层具有反时针方向搓动的压扭性结构面。

上述三组构造带，在作用力强烈地段，常在背斜鞍部脱顶，形成刺穿构造，是矿区成矿的有利部位。

2、矿区地质构造

矿区位于川滇南北向构造体系的南端西侧，绿汁江大断裂和汤郎易门大断裂的夹持部位，紧靠绿汁江大断裂。矿体赋存于昆阳群绿汁江组地层 ($PtK1z$)，底界为鹅头厂组牛尖山段 ($PtKe_3$)，顶界与中生代红层 ($T-J$) 呈不整合接触或断层 (绿汁江断层) 接触。由一个复式背斜刺穿构造与一个被断层破坏的向斜构造组成，岩层走向南北至北 30° 东，倾向北西，倾角 $60^{\circ} \sim 70^{\circ}$ 。区内地层由于受多期构造运动影响，断层和节理裂隙极为发育。区内断层可分为南北向断层组、北西向断层组、北东向断层组及东西向断层组。现将区内主要断层分述如下：

(1) 南北向断层组

主要为区域性断裂绿汁江断裂及其次一级断层 FL₁、FL₂。

绿汁江断裂：位于矿区西部，为区域性多期活动大断裂，呈南北向展布，力学性质总体属压扭性。上盘为上三叠统普家村组及下侏罗统冯家河组、中统张河组泥岩、砂质泥岩、泥质砂岩及砂岩；下盘为绿汁江组白云岩。断层有明显的压性破碎带特征。

FL₁、FL₂纵断层：位于矿区中部，属压扭性或扭性断层，走向近南北，长 1300m，斜深大于 700m，倾向西，倾角 80°。两断层平行，其间形成 60~110m 的大破碎带。破碎带主要由紫色白云岩板岩互层、薄层灰岩、灰绿色板岩与白云岩的角砾组成刺穿体，上下见有擦痕，在断层破碎带中白云岩呈构造透镜体。该组断层是矿床的控矿构造，是成矿期的压性构造带。紫色白云岩、板岩等，岩性组合复杂，形态变化大，质软，岩石破碎，抗压强度低，工程条件差。

与 FL₁、FL₂ 断层平行的次一级断层，主要有 F₂₆、F₂₈、F₅₅ 等纵向断层。F₂₆、F₂₈：位于矿区中北部，6~24 号之间，长约 1000m，倾向西，倾角 40~60°，断面呈舒缓或平直状，破碎带岩性为紫色白云岩板岩互层和角砾岩，形成一个盲刺穿体，岩体破碎。该断裂位于拟开采矿体东部，对矿床开采有一定影响。F₅₅ 断层分布于 8~12 号之间，F₂₆ 断层东侧，断层中有紫色角砾岩贯入，是另一修理更深有盲刺穿体，8 号矿体群即赋存于刺穿体两侧的白云岩和紫色层的蚀变带中。

(2) 北西向断层组

该组断层十分发育，主要有 F₉、F₁₀、F₁₁、F₁₃~F₁₆、F₁₉、F₂₀、F₂₃、F₄₅、

F₅₁ 等，具有反时针平移扭动的特点，并切断南北向构造，形成反“多”字形构造形态。

F₉ 断层：位于矿区东北部，属张扭平移断层。走向北 31°西，倾向南东，倾角近于直立。水平位移 150~300m，垂直断距约 300m。在断层带中常形成 1~10m 的破碎带。

F₁₀ 断层：位于矿区东北部，属压扭断层。走向北 20°西，倾向南西，倾角 45°左右，水平位移达 260m，常形成 1~10m 的破碎带。断层破碎带为含炭质的断层泥。

F₁₁、F₁₃~F₁₆：位于矿区中部，为平移断层，错断 FL₁、FL₂ 纵断层。断层走向北西，延伸 100~200m，垂直断距小，对矿床开采影响小。

F₁₉ 断层：属压扭性断层。走向北 66°西，倾向南西。延伸长 350m，南东端未及绿汁江西岸，断层规模小，对矿床开采影响小。

F₂₀ 断层：属压扭性断层，走向北 40°西，地表展布长度约 700m，断层错断绿汁江断裂、FL₁、FL₂，南东端交于 F₂₃ 断层。

F₂₃ 断层：属压扭性断层，走向北 46°西，展布长度 246m，错断 FL₁、FL₂ 断层。断层切割地层为 (Ptklz₁) 紫色层。

F₅₁ 断层：属压扭性断层，走向北西 68°~北西西，倾向北东，倾角 30°，断层在十六中段平面，错断 FL₁、F₂₆ 断层，错距<50m。

(3) 北东向断层组

该组构造很不发育，仅在已开采过的三中段 23 号矿体、五中段 21 号矿体中发现，见有北东向断层。该组断层与北西向断层组构成“棋盘格”式构造，沿断层带有紫色角砾岩贯入，矿化弱时，形成“棋盘格”式矿体；矿化强

时，形成厚大的矿块。

(4) 东西向断层组

属于这一组的断层，三家厂矿区主要有 F_7 、 F_5 、 F_{18} 、 F_{39} 等，矿区内主要分布 F_{39} 号断层。 F_{39} 断层属于张扭性断层，除反时针错动外，沿断层带还有砾岩贯入，断层面呈锯齿状参差不齐，不见擦痕。该断层与纵断层相交部位的白云岩中，形成富厚的 21 号、59 号矿体群。

以上四组断层，按时间可划分为成矿前（包括成矿期）与成矿后两期。成矿前断层，是本区的基础构造，受东西向挤压作用，形成南北向压性构造带、北西向与北东向压扭性至张扭性构造带和东西向张性构造带。这期构造的主要特点是：断层压碎带宽大，下部地层向上贯入，形成各种方向、大小不等的刺穿体，刺穿体的形态在剖面上呈“火焰状”，主要成份有下部狮山段的紫色白云岩互层、泥灰岩。凝灰质类岩石、黑色泥质白云岩，鹅头厂组的薄层灰岩、灰绿色板岩以及凤山白云岩。以上岩石部分成角砾岩，大部分保留原有层序，显示一种自上而下的贯入作用。在刺穿构造形成的过程中，伴随有大量含矿气液活动，常在刺穿体边缘的白云岩及破碎带中，发生蚀变作用，形成凤山型矿床。成矿后断层，主要有红层与昆阳群接触的绿汁江大断层的继承活动，及其派生的北西向（ F_9 、 F_{10} 断层）。这期构造活动，以反时针对扭作用为主，形成一系列水平错动，破坏矿体。

矿区东北部分布有断裂 $F_1 \sim F_7$ ，其控制狮山矿区矿体形态，对本次采矿工程影响小，其性质如表 2-1。

表 2-1 狮山矿段断裂一览表

	断层组	力学性质	断层编号	产状	区内出露规模(m)
三家厂矿段	南北向	压扭	F_1 、 F_2 、 F_3 、 F_6	走向南北，倾角直立	100-1000
	近东西向	张性	F_5 、 F_6 、 F_7 、 F_8	走向东西，倾角直立	200-1200

综上所述，整体矿区地质构造复杂。

3、新构造运动及地震

1、新构造运动

矿新构造运动较为强烈，第四纪以来处于地壳强烈抬升阶段，下切阶段，区内的地震活动频繁、多为峡谷地形、并保存有多级剥夷面、主干河流形成了多级侵蚀堆积阶地等。大部分地方山高谷深，地应力较集中，应力水平相对较高，容易造成边坡失稳。

2、地震

地震是影响区域稳定性的主要因素。矿处于罗次—易门深大断裂旁侧，构造发育，新构造运动强烈，绿汁江及其流域一带连绵的中高山及深切的河谷是新构造运动在本区地形上的一种表现。据记载，昆明—易门地区从公元前 26 年至今，共有大小地震 652 次，其中破坏性地震 165 次，公元 889—1976 年发生四级以上地震 14 次，其中 1970 年元月 5 日峨山—通海一带发生地震级为 7 级的构造地震，烈度 8—10°，影响到矿区有强烈震感，但建筑物、构筑物未受破坏。根据《中国地震动参数区划图(GB18306-2015)》，将易门县地区地震烈度划为VIII度，地震动峰值加速度 0.20g，反应谱特征周期 0.45s。

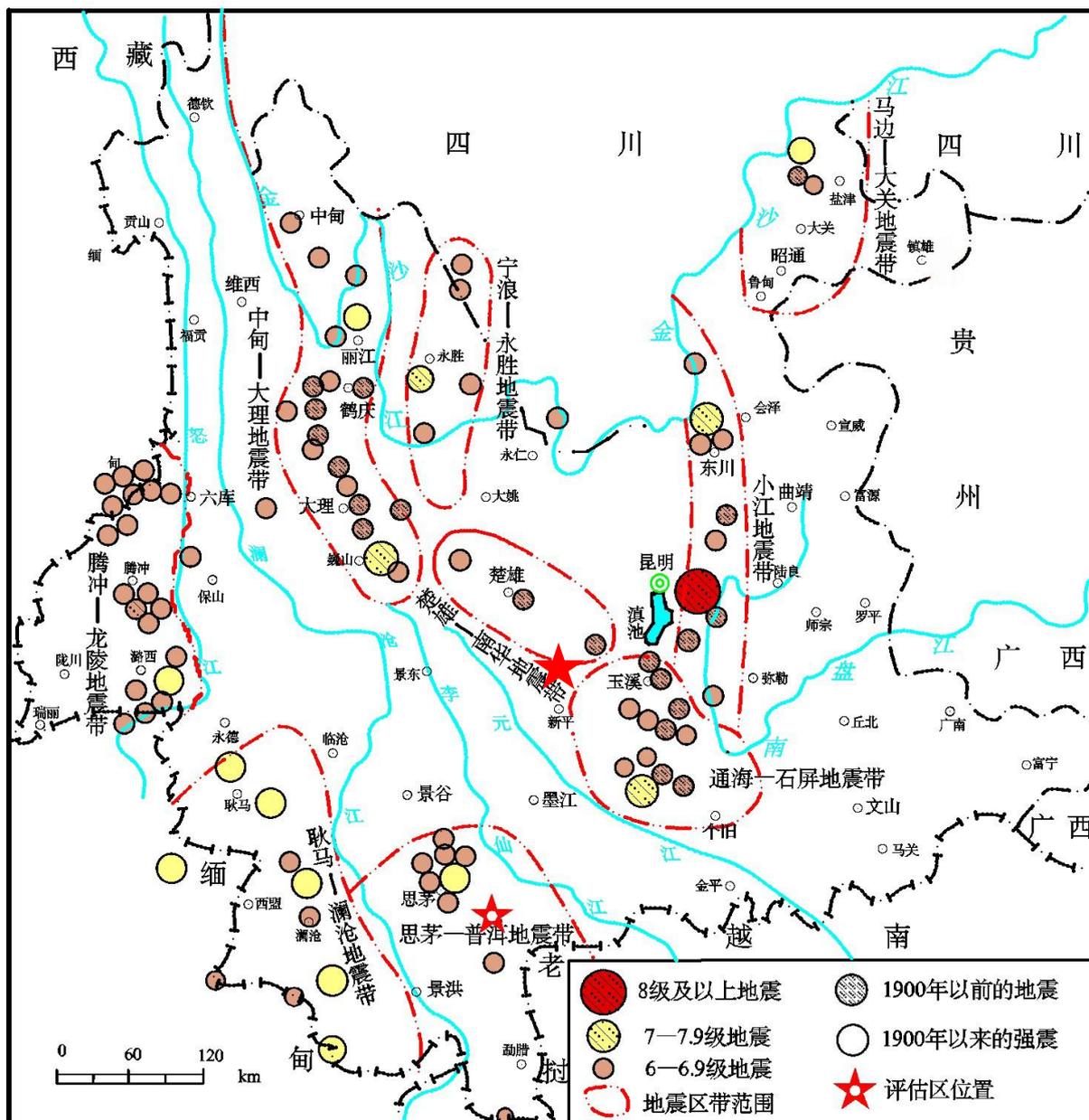


图 2-3 云南区域 $M \geq 6$ 及地震平面分布图

4、区域地壳稳定性

根据云南省区域地壳稳定性评价图（图 2-4），矿区区域地壳稳定性属次不稳定区。

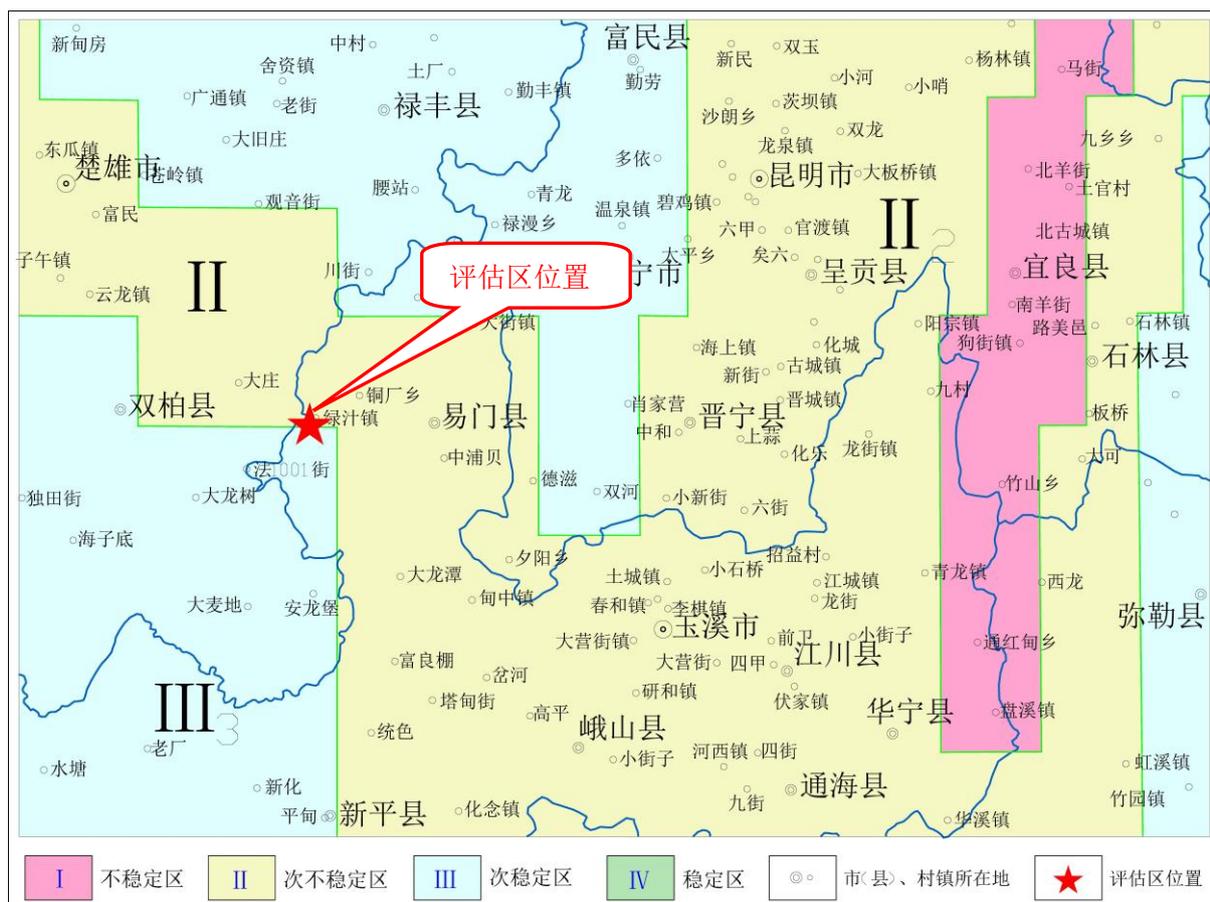


图2-4 区域地壳稳定性分区图（局部）
 (据《云南省区域地壳稳定性评价图》)

2.2.3 水文地质

1、区域水文地质

矿区在区域上属红河水系，区内地表水体主要为绿汁江。区域内地形高差较大，地形有利于排水，可以自流排水。矿区未见泉水出露，地下水位埋藏较深。矿段与木厂河之间，有白垩系下统曼岗组泥质岩夹砂岩隔水层组构成的西部隔水边界。区域主要含水层为白垩系下统砂岩含水组。它是矿段及矿区主要含水层，由于西、东两隔水边界的限定，构成了东西两面封闭、南北两端紧缩开口的边界条件。

区内地下水的补给来源为大气降水。在补给区，含水层出露地表，直接接受降雨补给。地下水通过水平径流方式进入矿床。由于深层岩层裂隙

发育不良，透水性弱，加之地形坡度大、雨季集中多呈阵雨（如暴雨、大雨）形式降落，故地下水补给条件较差，其补给区分布与含水层分布基本一致。

地下水由西向东方向径流数千米后泄入绿汁江，主要排泄方式是通过含水层出露区和断层带直接排泄。因含水层透水性弱，故排泄条件亦差。矿化度沿地下水流向方向增高较快，可能与地区地温偏高及地下水天然流速缓慢等因素有关，亦说明地下水排泄条件较差。

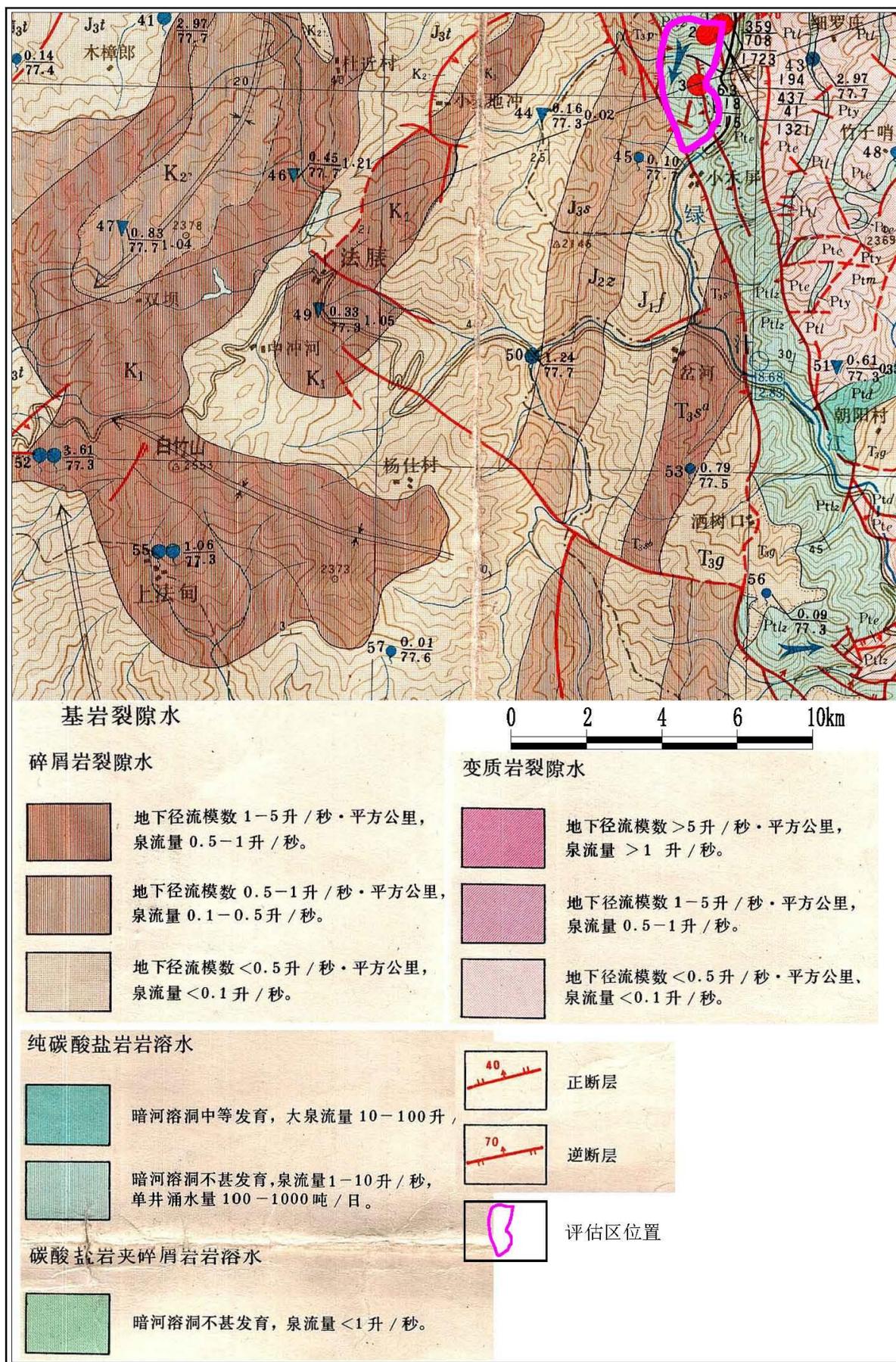


图 2-5 区域水文地质单元示意图

2、矿区地下水特征

根据矿区出露地层的岩性组合特征，地下水的赋存与运移条件及地层富水性，将矿区地下水划分为松散岩类孔隙水、基岩裂隙水、碳酸盐类岩溶水及构造裂隙水四种类型。

1) 松散岩类孔隙水

第四系冲积层 (Q^{al+pl})：岩性为砂砾石和粘土，厚 0~40m，含孔隙潜水，水量丰富。分布于绿汁江和菜园河沿岸，面积约 0.5Km²。

第三系角砾岩 (N_3)：半成岩，角砾成分主要为白云岩，砂砾石充填，钙质胶结。零星分布于绿汁江岸谷坡地带，由于所处地势较高，为透水不含水层。厚度约 1~30m。

2) 基岩裂隙水

含水层岩性主要为侏罗系中统张河组 (J_{2z})、冯家河组 (J_{2f})、三叠系上统祥云组 (T_{3x}) 泥岩夹砂岩、砂页岩互层，底砾岩；昆阳群鹅头厂组普厂段 ($Ptke_2$) 千枚状板岩。侏罗系及三叠系地层主要分布在矿区西部，绿汁江断裂西侧，昆阳群鹅头厂组普厂段 ($Ptke_2$) 千枚状板岩主要分布在矿区东部。以风化、层间及构造裂隙水为主，含水性不均一，与裂隙发育程度有关，由于裂隙多属半张开状态，上部裂隙相对较宽，但多数延展性和贯通性较差，故富水性一般较弱，且随深度增加，裂隙发育程度进一步减弱，逐渐过渡为相对隔水层，总体为弱含水层~相对隔水层。

3) 碳酸盐岩类岩溶水

矿区范围内富含碳酸盐岩的地层主要为昆阳群鹅头厂组牛尖山段 ($Ptke_3$) 及昆阳群绿汁江组。主要位于矿区中部，根据各含水层岩性组合

及其富水性将其分为昆阳群鹅头厂组牛尖山段（Ptke₃）、绿汁江组狮山段（Ptklz₁）岩溶水弱含水层及昆阳群绿汁江组凤山段（Ptklz₁）岩溶水中～强含水层，分叙如下：

（1）昆阳群鹅头厂组牛尖山段（Ptke₃）、绿汁江组狮山段（Ptklz₁）岩溶水弱含水层

昆阳群绿汁江组狮山段（Ptklz₁）：岩性为黑色、灰白色、紫色泥炭质、粉砂质白云岩及凝灰质板岩组成，厚度 31～224m，为狮山矿段含矿层。钻孔单位涌水量小于 0.01l/s.m，裂隙不发育，坑道中无水或滴水很少，可视为相对隔水层。

昆阳群鹅头厂组牛尖山段（Ptke₃）：岩性为青灰色薄层白云质灰岩，层间常夹炭质薄层，厚度 20～100m，上下均为隔水层，补给条件差，可视为弱含水层。

（2）昆阳群绿汁江组凤山段（Ptklz₁）岩溶水中～强含水层：

位于矿区中部，为主要含矿层，地层岩性为青灰色白云岩（DM）、退色厚层状白云岩（DI）。沿构造生成的凤山型矿体赋存于该层中，为矿床主要充水含水层。其富水性受构造裂隙、岩溶发育程度控制。富水性强弱与裂隙带及岩溶发育程度成正比。

该套地层属碳酸盐类岩层，岩石含二氧化硅、氧化镁较高，含氧化钙较低，地表见溶沟、溶槽、石芽，沿绿汁江两岸有两层溶洞发育，分别高出河水面 50m 和 150m。岩溶弱～中等发育。坑道中，十五中段以上岩溶不发育，十五中段以下岩溶较发育，深部岩溶的主要表现形式为顺断层面发育的扁桃体状溶蚀大裂隙，岩层赋存脉状岩溶裂隙水，富水性极不均匀。

该套地层岩体裂隙发育程度不仅受不同地段和深度的控制，还受矿区断裂构造控制。总体上裂隙发育程度为随深度加深而减弱，且富水性减弱，但在断带两侧节理裂隙密集，富水性增强。如在十六中段 59#矿体地段，四周有 F_{10} 、 FL_2 、 FL_{2-1} 、 F_{37} 、 F_{32} 、 F_{31} 等断层交错切割，地段内小断层（大体相当于Ⅲ级结构面）非常发育，小断层两侧节理裂隙密集，坑道内滴水、涌水和突水尤为严重。

4) 构造裂隙水

矿区位于川滇南北向构造体系的南端西侧，绿汁江大断裂和汤郎易门大断裂的夹持部位，紧靠绿汁江大断裂。矿体赋存于昆阳群绿汁江组地层（ Ptk_{1z} ），底界为鹅头厂组牛尖山段（ $Ptke_3$ ），顶界与中生代红层（ T_3-J ）呈不整合接触或断层（绿汁江断层）接触。总的构造形态为走向南北至北东，倾向北西的单斜构造。单斜构造体发育有复式背斜。区内地层由于受多期构造运动影响，断层和节理裂隙极为发育，断裂破碎带对矿区绿汁江组白云岩岩溶发育、岩层富水性以及矿坑充水起着控制作用。部分断层破碎带富水性强，矿区突水皆发生在断裂破碎带上。

表 2-2 1999 年以后井下突发涌水监测资料统计一览表

突水地点	突水时间	突水性质	突水地点岩性	突水时涌水量 m^3/d	备注
凤山段十五中段 59#矿体 1567 大巷	2002 年 5 月 25 日凌晨 3:40 分	构造突水	退色白云岩	8075	十六中段 59#矿体开拓工程进入后，十五中段 59#矿体已无涌水
凤山段十六中段 59#矿体 1604 大巷与 1667 大巷岔机口处	2002 年 11 月 3 日 18 时	构造突水	退色白云岩	13000	涌水时间持续约 5 小时左右，目前十六中段 59#矿体的涌水量趋于稳定在 $9000m^3/d$ 左右
接替资源工程 74#、75#矿体十六中段付 168S-3	2008 年 3 月 10 日 18 时	构造突水	青灰色白云岩	3797	突水眼当天喷水射程长 6.9m，2009 年 1 月初喷水射程在 5m 左右，涌水量稳定在 $2600m^3/d$ 左右

穿脉					右, 付 168S-3 穿脉已行止施工。2008年6月初十六中段74#、75#矿体的涌水量在 12000m ³ /d 左右
十六中段付 1618W 钻窝 PK 付 1618-1 水平孔	2008年8月22日	构造裂隙	青灰色白云岩	244	2008年8月19日开孔, 开孔即渗水, 钻孔至 22.74~26.06m 段发生突水, 26.06~246.87m 水量无变化
十六中段 ZK1612-2 钻孔	2008年3月	构造突水	青灰色白云岩	2882	钻进过程中钻孔均涌水, 孔深 75.02~90.22m 遇到溶洞后孔口涌水量突增至 1475m ³ /d; 孔深 286.22~288.72m 再遇溶洞, 孔口涌水量再度突增猛涨到 2882m ³ /d。2008年12月底时孔口涌水量仍有 682m ³ /d

区内断层可分为南北向断层组、北西向断层组、北东向断层组及东西向断层。对矿坑充水关系密切的代表性的断层及断层夹持区叙述如下:

绿汁江大断层: 为区域性多期活动大断裂, 呈南北向展布, 力学性质总体属压扭性。走向北西, 倾向南东, 倾角 82°。上盘为上三叠统普家村组及下侏罗统冯家河组、中统张河组泥岩、砂质泥岩、泥质砂岩及砂岩; 下盘为绿汁江组白云岩。断裂南东段经矿区明塘村切割绿汁江河床基岩。据水文地质勘察钻孔推测断裂在本地段富水性弱, 导水性差, 构不成给水边界。但推测该断裂为控热构造, 深部可能存在富水带, 具有较强的导水性, 对矿床开采具有一定影响。

F₉ 断层: 该断层在绿汁江西岸从鹅头厂组普厂段 (Ptke₂) 灰绿色千枚状板岩通过。由于板岩为泥质柔软岩层, 使张扭裂隙闭合不导水。且在坑内观察断层带内无滴水现象或滴水甚微。推测该断层富水性弱、导水性弱, 且距离矿床较远, 对矿床开采影响较小。

F₁₀ 断层: 属压扭断层, 断层破碎带为含炭质的断层泥。南东段延伸到绿汁江东岸, 断层北东盘为 (Ptke₃) 青灰色薄层白云质灰岩; 南西盘为

(Pt_{klz2})青灰色白云岩。该断层在绿汁江西岸,从鹅头厂组牛尖山段(Pt_{ke3})和绿汁江组狮山段((Pt_{klz1})弱含水层通过,导水性弱;断层在十六中段从绿汁江凤山段(Pt_{klz2})青灰色白云岩含水层通过,两侧岩石极为破碎,溶蚀裂隙发育,富水性强,导水性强。对矿床开采影响较大。

F₁₉断层:属压扭性断层。走向北 66°西,倾向南西。延伸长 350 米,南东端未及绿汁江西岸,在 Pt_{klz2}白云岩中的断层带富水性较强,在 Pt_{klz1}紫色层中的断层带富水性弱,断层规模小,导水作用一般,对矿床开采影响较小。

F₂₃、F₂₀断层:F₂₃属压扭性断层,走向北 46°西,展布长度 246m,错断 FL₁、FL₂断层。断层切割地层为(Pt_{klz1})紫色层,从坑道调查情况看,断层导水性、富水性均较弱,对拟开采的矿床影响较小。F₂₀断层属压扭性断层,走向北 40°西,地表展布长度 700m 左右,断层错断绿汁江大断裂、FL₁、FL₂,南东端交于 F₂₃断层。在 Pt_{klz2}白云岩中的断层带富水性较强,在 Pt_{klz1}紫色层中的断层带富水性弱,该断层可能沟通绿汁江大断裂深部热水,总体上富水性较强,导水性较好。对矿床开采影响较大。

FL₁、FL₂纵断层:属压扭性或扭性断层,走向近南北,倾向西,倾角 80°。长度约 1300m 左右。在矿区地表南端斜交于绿汁江大断层,向北两断层合并在一起交在 F₁₀断层,两断层间为紫色层,岩性主要为紫色白云岩、板岩弱含水层;FL₁断层西侧和 FL₂断层东侧为(Pt_{klz2})青灰色中厚层状青灰色和退色白云岩含水层,富水性中等。在十六中段平面,FL₁、FL₂断层在付十线附近合并为一条断层。断层富水性、导水性均较强。

F₅₁断层:属压扭性断层,走向北西 68°~北西西,倾向北东,倾角 30°,

断层在十六中段平面，错断 FL_1 、 F_{26} 断层，错距 $<50m$ 。断层在穿脉通过紫色层白云岩、板岩，泥砂质白云岩弱含水层和灰绿色绢云母岩隔水层，坑道内无滴水现象，断层导水甚微；通过青灰色中厚层状青灰色白云岩时，断层破碎带强烈滴水，显示断层富水性和导水性较强。

东西、南北向断层夹持区：指十六中段平面南北向断层 FL_2 、 F_{37} 、 F_{32} ；东西向断层 F_{31} 和 FL_{2-1} 以北的无名断层所夹持的 59# 矿体地段。该地段次级北西向、北东向小断裂和大小不等的溶洞特别发育。坑道滴水、涌水和突水严重。如 2002 年 11 月 3 日 18 时，1604 大巷与 1667 大巷岔机口处褪色白云岩空洞突水，水量达 $13000 m^3/d$ ，涌水持续时间约 5 小时，是矿区迄今最大的一次突水事故。在十六中段 1604 大巷内见有大小不等的溶洞 12 个，1605 大巷内见有溶洞 7 个，岩溶极为发育。

3、地下水补给、径流、排泄条件

地下水补给、径流、排泄条件：矿区地势较高，高出最低侵蚀基准面 1045m，从地形及其周围的河流看，该区是一个典型的分水岭，是一个天然排泄区，总体有利于地下（表）水体的天然排泄。

该区地下水补给主要来自大气降水补给，以垂直渗透补给为主，通过深部径流向绿汁江排泄，部分以蒸发的方式排泄、或以泉的形式向低洼沟谷排泄，形成地表河流，通过地表径流再向绿汁江进行排泄。

4、地下水的脆弱性

矿区地表残坡积层的孔隙水，含水层连通性和透水性不一，主要直接接受大气降水补给，易于受到污染，脆弱性较高；孔隙水交替循环周期短，与地表水关系密切，一旦地表水受到污染，浅层孔隙裂隙水也将受到污染，

其脆弱性高。

在区内岩石裸露地段，裂隙发育，大气降水直接补给地下水，导水、储水空间为风化裂隙，易于受到污染，并易于扩散，基岩裂隙水易遭受污染，其脆弱性高。

5、水文地质条件小结

矿区地下水类型为孔隙水、基岩裂隙水、岩溶水及断裂破碎带裂隙水及四种。地下水的主要补给来源为绿汁江及大气降水，区内主要含水层为昆阳群绿汁江组凤山段（Ptklz₂），主要富含岩溶裂隙水，由于矿区上覆地层构造复杂，断层发育，故综合考虑上述因素，矿区水文地质条件复杂。

2.2.4 工程地质

1、工程地质岩组划分及特征

根据岩土体成因、岩土体结构类型、岩溶化程度和岩土体力学强度，将矿区岩土体划分为粘性土、砂、砾石多层土体 ϕ ，软质薄层~中厚层状结构泥岩、砂岩岩组 θ ，较坚硬~坚硬厚层状中等岩溶化白云岩组 ω ，较坚硬薄~中厚层状结构弱岩溶化泥质白云岩岩组 ψ ，软弱中厚层状岩类板岩岩组 ϑ 等5个工程地质岩组。

1) 粘性土、砂、砾石多层土体 ϕ

为第四系（Q）粘土、砂、砾石、冲积、洪积层及第三系（N₃）山麓堆积角砾岩。第四系地层分布于绿汁江岸边，第三系地层在斜坡平缓处，分布都很零星。岩性以红粘土、和灰岩角砾、碎石为主，呈散体、碎裂结构，具一定力学强度，工程性质一般。不利结构面为土石界面，如工程切坡过高、过陡，工程扰动极易产生垮塌及残坡积层土体沿基岩表面的浅层滑坡

或崩塌。雨水冲刷强烈时，易沿冲沟形成小型泥石流。

2) 软质薄层~中厚层状结构泥岩、砂岩岩组Ⅱ

为中生代三叠至侏罗系地层，上部为紫红色泥岩夹砂岩，中部为砂页岩互层，底部有沉积砾岩，与昆阳群绿汁江组地层呈断层接触，分布于矿区的西北部，矿床开采坑道未揭露该断层。岩石质软，抗压强度低，属软弱岩组，岩体强度一般。表层岩体受风化等外动力地质作用影响，岩体破碎节理、裂隙发育。

3) 较坚硬~坚硬厚层状中等岩溶化白云岩组Ⅲ

为昆阳群绿汁江组凤山段（Ptklz₂），该层厚度大（80~1660 m），节理发育，对矿床开采有一定影响。沿构造生成的透镜状、柱状、脉状等矿体赋存于该层中。岩层致密坚硬、抗压强度最高为 112.2MPa，最低为 40MPa，一般 50~80MPa，属坚硬~半坚硬岩组。该层断层发育，岩层整体结构受到较大破坏，裂隙发育，在 1209m 标高为 0.262%，1109 m 标高平均为 0.1286%，1009 m 标高平均为 0.038%，向下逐渐减弱。坑道除断裂破碎带外，都不需支护，岩石稳定性好，由于断层和刺穿体的关系，该层白云岩常被分割为零星块体。

4) 较坚硬薄~中厚层状结构弱岩溶化泥质白云岩岩组Ⅳ

为昆阳群绿汁江组狮山段（Ptklz₁），下部为紫色泥质白云岩，中部为灰色泥质白云岩，上部为黑色泥质白云岩，厚度 31~224m。由于含泥质、粉砂质较重，裂隙不发育，抗压强度 31~54.4Mpa，一般 30~40MPa 为半坚硬组。该层下部的鹅头厂组牛尖山段（Ptke₃）青灰色薄层灰岩（白云质），厚度 20~100m，单层厚 1~3cm，层理发育，岩石破碎，抗压强度与该层

接近，故归半坚硬岩组。对矿床的开采影响较小。

5) 软弱中厚层状岩类板岩岩组Ⅴ

为鹅头厂组普厂段 (Ptke₂) 灰绿色板岩、千枚板岩，厚度大于 100m，构造不发育，柔性大，坑道易变形，属软弱岩组；

各岩组的主要工程地质特征汇如下表。

表 2-3 岩土体工程地质特征表

工程地质岩组名称及代号	岩层代号	岩性组合	厚度 (m)	结构面特征	岩体结构类型	不良岩土工程问题评价
粘性土、砂、砾石多层土体Ⅱ	Q N ₃	粘土、砂、砾石	0~40	/	散体结构	稍湿，结构松散，遇水易软化，边坡开挖如坡面过陡易产生土体滑坡、崩塌等，局部地段表层土体易受地表水冲刷产生水土流失、渗水等工程地质问题
软质薄层~中厚层状结构泥岩、砂岩岩组Ⅲ	T-J	泥岩 砂岩	480~ 840	表层岩体破碎、节理、裂隙发育	薄~中厚层状结构	表层岩体风化破碎，剪裂隙及风化裂隙发育，垂向上风化具不均匀性，加载后易产生不均匀沉降，边坡开挖易产生滑坡、崩塌；边坡开挖高度过大时，易沿土石界面产生滑坡、岩体崩塌；同时岩体遇水易崩解软化，岩体强度会迅速降低，易发生岩体失稳。主要分布于矿区西部，对采矿工程影响小。
较坚硬~坚硬厚层状中等岩溶化白云岩组Ⅳ	PtKl ₂ DM DL	白云岩	>700m	节理裂隙发育，岩溶中等发育，岩溶形态以溶洞为主	厚层状结构	岩体致密坚硬、岩溶发育，富水性强。地下巷道，采矿工作面遇见或串通该组多发生塌陷突水、突泥沙、岩爆等灾害
较坚硬薄~中厚层状结构弱岩溶化泥质白云岩岩组Ⅳ	MP PtKl ₂ Ptke ₃	泥质白云岩	<350m	节理、裂隙稍发育~不发育、岩溶形态不发育	中厚层状结构	结构较完整、构造裂隙不发育，力学强度一般，工程特性一般。
软弱中厚层状岩类板岩岩组Ⅴ	Ptke ₂	板岩	>100m	节理裂隙稍发育	中厚层状结构	表层岩体风化破碎，剪裂隙及风化裂隙发育，垂向上风化具不均匀性，加载后易产生不均匀沉降，边坡开挖易产生滑坡、崩塌；边坡开挖高度过大时，易沿土石界面产生滑坡、岩体崩塌；主要分布于矿区东部，对采矿工程影响小。

2、不良地质作用

矿区内不良地质作用主要是侵蚀沟谷、岩体风化、岩溶，无特殊土等其他不良地质作用发育。根据野外调查，对工程可能产生影响的侵蚀沟谷有 1 条 (C₁ 冲沟)。沟谷特征及评价如下 (见 2-4 表)：

(1) 冲沟

冲沟 C₁: 位于矿区北部, 沟长 1800m, 方向为 70~110°, 沟岸坡度 35~65°; 沟床纵坡比降为 11.2%, 沟谷横断面呈“V”型, 处于中年期。植被覆盖率较差, 沟谷内较两岸好。该冲沟曾为菜园河排泄沟谷, 因其对矿山开采影响较大, 后矿山建设部门在冲沟上游地段修建了挡水坝及引水渠道工程, 对菜园河河水进行疏导, 河水改由引水渠道排泄至绿汁江, 故现为季节性冲沟, 调查期间恰逢旱季, 沟谷内无水流。沟谷北岸为狮山, 地表植被覆盖差, 受狮山矿段开采活动影响, 产生多处地表塌陷及滑坡, 结构松散, 顺坡堆积, 且坡度较陡, 稳定性差(照片 2-8)。在暴雨季节, 受暴雨冲刷易滑动至沟底堆积, 形成泥石流的物源条件。沟谷南岸为凤山, 植被覆盖相对较好, 坡岸稳定性一般。综上所述, 冲沟 C₁ 受现状条件下受沟谷北岸塌滑体影响, 在雨季产生泥石流的可能性中等~大。由于沟谷下游直面绿汁江, 且周边无人员居住, 产生泥石流灾害主要对地表形态、植被、河流产生危害。



照片 2-8 C₁ 冲沟

表 2-4 冲沟基本特征表

编号	位置	汇水面积(km ²)	沟长(m)	发育阶段	基本特征	不良地质现象	危险性评价
C ₁	三家厂矿区南侧部	0.2	1800	中年	方向为 70~110°，沟岸坡度 35~65°，沟床纵坡比降为 11.2%，沟谷横断面呈“V”型，处于中年期。植被覆盖率较差，为季节性冲沟。	北岸分布有塌陷及滑坡体，稳定性差，，植被覆盖较差高，塌陷以及滑坡体易产生滑动诱发冲沟暴发泥石流。	大

(2) 岩体风化

矿区地层岩体全~强风化带厚度 10.0~15.0m。全风化带呈土状、粒状和碎块状，厚度因地形变化不同；强风化带差异风化较明显，风化界面较起伏，风化裂隙较为发育，裂隙密集，岩体破碎，多呈粒状和碎块状，其工程性质接近于碎石土。坡缘的建筑加荷及切坡开挖，容易产生滑坡、坍塌等地质灾害

地表残积土孔隙比较大、比较松散，具较高的压缩性，其厚薄不均，

变异性大。加上下伏基岩起伏不平，残积土分布区易引起地基不均匀沉降；在旱雨干湿交替的气候条件下，易形成胀缩裂缝，破坏土体的整体性，易导致边坡变形或失稳。在基岩与残积土的界面结合处和风化界面易形成软弱结构面，可能形成浅层滑坡及崩塌等，对地表工程建设存在一定的隐患。

(3) 岩溶

矿区内碳酸盐岩主要为昆阳群绿汁江组狮山段（Ptklz₁）、凤山段（Ptklz₂），鹅头厂组牛尖山段（Ptke₃）灰岩、泥灰岩。

昆阳群绿汁江组凤山段（Ptklz₂）：岩性为青灰色白云岩，该套地层白云岩化学成分中 CaO 占 26.5%，MgO 占 18.5%，SiO₂ 占 27%，为硅化白云岩，总体岩溶发育中等。地表多见溶沟、溶槽、石芽；沿绿汁江发育两层溶洞，分别高出河水面 50m 和 150m。由于绿汁江急剧下切，河水面至高出河水面 50m 范围内岩溶不发育；经探（采）矿工程揭露证实，矿床在十五中段（909 标高）以上岩溶基本不发育，十五中段以下则岩溶较发育。岩溶受断裂构造控制明显，如 59#矿体附近断裂发育，则该地段岩溶发育程度较高，共有 23 个厚 0.3~2.5m 的扁桃体状溶洞分布，溶洞沿断层破碎带发育。矿区深部发育溶洞的原因，初步认为是断裂带及其两侧裂隙发育，具备地下水储存和运移的条件，加之该地段热水和铜矿富集，在热水形成过程中，沿断裂裂隙较深部位有冷、热水垂直交替运移，这就给深部岩溶、溶洞发育创造了条件；铜矿床地下水中一般含硫酸根离子（SO₄⁻²）较高，具有较强侵蚀性。因此，在十六中段（859m）低于当地侵蚀基准面 319m 的条件下，发育了密集的、大小不等的溶洞。

昆阳群绿汁江组狮山段（Ptklz₁）：岩性为黑色、灰白色、紫色泥炭质

白云岩及凝灰质板岩组成，厚度 31~224m，为狮山矿段含矿层。岩溶不发育。

昆阳群鹅头厂组牛尖山段（Ptke₃）：岩性为青灰色薄层白云质灰岩，层间常夹炭质薄层，厚度 20~100m，上下均为隔水层，补给条件差，岩溶不发育。

C₂ 冲沟：源头发育于矿体在山体斜坡顶部，位于矿区中部（照片 2-9）。冲沟整体走向 37°，长约 960m，宽 3-16m，切割深度 8-23m，汇水面积 0.28km²，冲沟沟谷断面总体呈敞口“V”字型发育，沟岸坡度 15-25°，沟床平均纵坡降 192‰。沟帮稳定，为季节性冲沟，调查期沟内无水。该冲沟位于主要采矿活动区，冲沟溯源侵蚀、底蚀、侧蚀作用弱，沟内及两侧以杂草及乔灌木为主，水土保持较好，冲沟岩性为第四系粉质粘土、砂、砾石、腐殖土，结构松散。现状冲沟对工程影响较小。

3、边坡稳定性评价

矿区内的自然斜坡岩性为强风化灰岩，边坡自然坡度 10~40°，根据现场调查，未见整体滑动特征，岩石边坡稳定性较好，遇长时间降水或较大暴雨，以及人工扰动可能诱发局部边坡失稳形成滑坡及崩塌灾害的产生。

受采矿影响，矿区部分山体斜坡分布较多松散土石及较大危石，该处边坡受降雨影响，极易诱发滑坡、泥石流灾害。

总体，区内自然斜坡稳定性较好，受采矿影响边坡稳定性较差。

4、工程地质条件评价

据岩性组合、岩性特征、岩体结构类型、力学性质等将矿区地层划分为粘性土、砂、砾石多层土体Ⅱ，软质薄层~中厚层状结构泥岩、砂岩岩组

H, 较坚硬~坚硬厚层状中等岩溶化白云岩组III, 较坚硬薄~中厚层状结构弱岩溶化泥质白云岩岩组IV, 软弱中厚层状岩类板岩岩组V等 5 个工程地质岩组, 区内地层岩性较复杂, 地质构造发育, 破碎带及岩体风化发育, 节理密集带时易发生变形破坏, 易产生崩塌、跨塌灾害。

总体, 矿区工程地质条件属复杂类型。

2.2.5 矿山地质环境条件小结

矿区属构造侵蚀中山地貌类型, 区内地形相对高差约 800.34m, 地形坡度介于 25°~60°。局部地段为陡坎地貌, 地形地貌条件复杂; 矿区地处川滇南北向构造体系的南端西侧, 紧靠绿汁江大断裂, 区内发育多组断层, 地震烈度划为VII度, 整体矿区地质构造复杂; 矿区地下水含水层划分为松散岩类孔隙水含水层, 基岩裂隙水含水层、碳酸盐岩类岩溶水含水层, 导水断裂为矿床充水的主要因素, 断裂发育地带, 地下水脆弱性高, 水文地质条件复杂; 矿区地层划分为 5 个工程地质岩组, 地层岩性复杂, 地质构造发育, 破碎带较发育, 不良地质作用主要为冲沟、岩体风化及岩溶, 工程地质条件属复杂类型; 矿区震动峰值加速度 0.20g, 对应地震基本烈度为VII度, 位于区域地壳不稳定区。

综上所述, 矿区地质环境条件复杂。

2.3 矿区社会经济概况

易门县 2023 年生产总值 (GDP) 1325161 万元, 按可比价格计算, 比上年下降 6.0%。分产业看, 第一产业增加值 155298 万元, 增长 5.8%; 第二产业增加值 475109 万元, 下降 20.6%; 第三产业增加值 694754 万元, 增长 8.3%。全县人均生产总值 73133 元, 比上年减少 3391 元, 按可比价格计

算下降 6.0%。非公经济实现增加值 799320 万元，下降 5.5%，占全县 GDP 的比重为 60.3%，比上年提高 0.5 个百分点，下拉全县经济 3.3 个百分点。分产业看，第一产业非公经济增加值拉动全县经济增长 0.2 个百分点；第二产业非公经济增加值拉动全县经济下降 5.9 个百分点；第三产业非公经济增加值拉动全县经济增长 2.4 个百分点。

绿汁镇总人口 18600 人，其中城镇常住人口 4347 人。2023 年，绿汁镇的农业总产值达到 0.78 亿元，比上年增长 6%，农业增加值 462 万元，占全镇地区生产总值的 33.62%。粮食作物以水稻、小麦、玉米、蚕豆、洋芋为主，生产粮食 6471.7t，其中水稻 2633t，小麦 551.5t，玉米 2760t，蚕豆 61.6t，洋芋 67.1t。主要经济作物有烤烟、冬早蔬菜等，烤烟种植面积 1.49 万亩，产量 0.18 万 t；蔬菜种植面积 2.17 万亩，产量 2.05 万吨，主要品种有大白菜、青花、白花。

矿区所在的绿汁村委会 2023 年农村经济总收入 2874 万元，其中：种植业收入 1109 万元，占农村经济总收入的 42%；畜牧业收入 530 万元，占农村经济总收入的 21%；渔业收入 28 万元，占农村经济总收入的 1.0%；林业收入 78 万元，占农村经济总收入的 2%。外出劳务收入 188 万元。农民人均总收入 6931 元，人均纯收入 4413 元。

矿区所在的木厂村整个村委会国土面积 38119.9 亩，全村耕地面积 2184 亩，林地 11833.2 亩，人均耕地 1.42 亩，共有经济林果地 469.56 亩。全村农民收入以种植业收入为主，2023 年全村经济总收入 981.99 万元，农民人均纯收入 2523 元。

矿区所在的竹子存全村国土面积 0.3km²，全村耕地面积亩，人均耕 3

亩，林地 65 亩。2023 年全村经济总收入 1146 万元，农民人均纯收入 5695 元。农民收入主要以畜牧、运输为主。

据调查，矿区内无地质遗迹，无自然景观和人文景观分布，不属于生态、旅游、名胜古迹等保护区。

2.4 项目区土地利用现状

2.4.1 项目区土地利用现状

玉溪矿业有限公司三家厂矿、凤山矿土地利用现状以易门县自然资源局提供的项目区二调土地利用现状图（图幅号：[G47G080096](#)、[G47G081096](#)）为基础，同时参考 2023 年度变更调查数据，利用计算机软件（ARCGIS）进行统计。经统计，项目区面积为 243.0504hm²，土地利用现状（三调）地类情况见表 2-5。

表 2-5 项目区土地利用现状（三调地类）

一级地类	二级地类	三家厂矿地类面积 (hm ²)		凤山矿地类面积 (hm ²)		合计
		矿权范围内	矿权范围外	矿权范围	矿权范围	
03 林地	0301 乔木林地	19.4758	0.0027	0.0814		19.5599
	0305 灌木林地	4.0626	0.5252	40.8430	0.9615	46.3923
	0307 其他林地			0.8512	0.4646	1.3158
04 草地	0404 其他草地	52.9771	1.9671	18.6173	4.2245	77.786
06 工矿仓储用地	0602 采矿用地	0.0927	0.0472	2.2837	8.5175	10.9411
07 住宅用地	0701 城镇住宅用地				0.1485	0.1485
08 公共管理与公共服务用地	08H2 科教文卫用地		0.1736			0.1736
	0809 公用设施用地	0.8238				0.8238
10 交通运输用地	1006 农村道路	0.1420	0.0036	0.1054	0.6623	0.9133
11 水域及水利设施用地	1101 河流水面	0.1434				0.1434
12 其他土地	1206 裸土地	57.3521	16.2087	9.2297	2.0622	84.8527
合计		135.0695	18.9281	72.0117	17.0411	243.0504

2.4.2 土地权属

玉溪矿业有限公司三家厂矿、凤山矿项目区土地权属为易门县绿汁镇

绿汁村民委员会、木厂村民委员会、竹子村民委员会集体所有。项目区土地权属现状见表 2-6。

表 2-6 复垦区地权属情况表 单位: hm^2

一级地类	二级地类	权属			小计
		易门县绿汁镇			
		绿汁村民委员会	木厂村民委员会	竹子村民委员会	
03 林地	0301 乔木林地	17.4230	2.1369		19.5599
	0305 灌木林地	3.8426	42.4774	0.0723	46.3923
	0307 其他林地		1.3158		1.3158
04 草地	0404 其他草地	54.9107	22.8753		77.7860
06 工矿仓储用地	0602 采矿用地	0.1399	10.5241	0.2771	10.9411
07 住宅用地	0701 城镇住宅用地			0.1485	0.1485
08 公共管理与公共服务用地	08H2 科教文卫用地	0.1736			0.1736
	0809 公用设施用地	0.8238			0.8238
10 交通运输用地	1006 农村道路	0.1456	0.7677		0.9133
11 水域及水利设施用地	1101 河流水面	0.1434			0.1434
12 其他土地	1206 裸土地	73.5524	11.3003		84.8527
	总计	151.1550	91.3975	0.4979	243.0504

2.4.3 土地质量状况

项目区面积为 243.0504hm^2 ，土地利用类型主要乔木林地、灌木林地、其他林地、其他草地、采矿用地、城镇住宅用地、科教文卫用地、公用设施用地、农村道路、河流水面、裸土地等。

经实地考察项目区周边存在耕地，主要为旱地。地形坡度 $2^\circ\sim 10^\circ$ ，土壤类型以黄壤为主，矿区内大部分为粘壤、粘土。土壤透气性好。野外调查时，对耕地区进行土壤剖面开挖，深度 2.0m，根据开挖土壤剖面知，耕地区土壤厚度一般在 1.8m-3.0m 左右，其发育层次明显，其耕作层厚度在 50-80cm 之间（见照片 2-11），有机质含量为 2.5~3.2%左右，土壤肥力较高，PH 值偏酸性，一般为 5.1~5.8 左右；旱地灌溉设施薄弱，主要依靠天然降水进行灌溉耕作，同时耕地土块面积大小不一，田间道路系统也不完善，生产条件较差；区内坡耕地主要种植玉米。



照片 2-10 项目区周边耕地



照片 2-11 项目区耕地开挖土壤剖面

项目区内林地主要为乔木林地、灌木林地、其他林地，面积 67.2680hm^2 ，主要分布在项目区山体斜坡。区内乔木为常绿阔叶林及合欢树林，主要为合欢树、旱冬瓜多长于山顶向阳地带，分布率约 7%，灌木有麻栎、火棘、火棘、杜鹃、戟叶酸模，多长于山坡、沟谷地带分布率约 5%-10%，草本植物有黑麦草、白三叶、羊茅等，整个矿区均有分布，分布率约 25%，整个

矿区范围植被较发育较差，植被覆盖率约 5%。根据野外对林地区土壤进行开挖，开挖深度 2.0m，整体林地土壤相对较薄，一般厚度在 1.3-1.8m 左右，平均 1.5m，表层 15cm 为腐殖层，有机质含量高。



照片 2-12 项目区林地

2.5 矿山及周边其他人类重大工程活动情况

1、矿区内人类工程活动

该矿山为关停矿山，矿区内人类活动主要为前期矿山采矿活动，以往矿业活动（地表工程建设、矿体开采及弃渣堆放）对矿区内地形地貌、地表植被、土地资源造成了一定的占用及破坏，同时对区内的自然生态环境造成了一定的破坏。矿区内人类工程活动强烈。

2、矿区周边人类工程活动

矿区周边人类工程活动主要为附近村民农耕、乡村公路建设，公路建设地表开挖对地形地貌、地表植被、土地资源造成了一定的占用及破坏。矿区农耕活动对地质环境的影响程度较强烈。矿区周边人类工程活动较强

烈。

综上所述，矿区及周边人类工程活动强烈。

2.6 矿山及周边地质环境治理与土地复垦案例

2.6.1 矿山上期治理恢复方案编制、执行情况

根据矿权人提供资料说明，矿山 2010 年 8 月编制过地质环境保护与土地复垦方案，矿山以往根据治理恢复方案设计，仅实施了 4#弃渣堆拦挡工程，其余措施现状均未实施。



照片 2-13 矿山 4#堆渣区以往修建挡墙情况

现状该挡墙设施运行良好，未发现裂缝、沉降现象。

2.6.2 土地复垦案例

根据野外调查及矿界关系示意图，玉溪矿业有限公司三家厂矿、凤山矿周边无矿权分布。经查询，本矿山及其周围矿山无地质环境恢复与土地复垦案例。

第三章 矿山生态环境问题

本次调查范围通过现场踏勘和收集资料分析，根据矿区建设用地范围及矿山开采区域和配套工程设施的布置情况综合确定，在充分考虑矿业活动影响范围和矿区地质环境条件的基础上，确定调查范围在矿区范围的基础上适当外延。调查区以矿区范围为基础，向四周以次级分水岭为边界，调查区总面积 5.5810km²。

3.1 矿山地质环境现状

3.1.1 矿山地质灾害

1、地质灾害类型及特征

经野外调查，矿区内地质灾害发育，主要为地面塌陷，不稳定边坡，未发现崩塌、滑坡、泥石流、地裂缝等地质灾害分布。

(1) 地面塌陷

①T₁ 塌陷坑

T₁ 塌陷坑位于三家厂矿区西部硐采地表影响区内，呈东西方向展布，地表陡坡地段基岩出露，为凝灰岩夹白云岩，塌陷坑呈不规则半圆状，最大长度 600m，宽度 400m，面积约 160517m²，塌坑深 30-45m 不等，发生于 2010-2015 年间，现塌陷坑稳定状况不详。现状塌陷灾害引发的山体破碎岩块及碎砂均堆积于斜坡上，堆积厚度 0.5-1.0m，影响区面积约 360215m²。

地面塌陷发生地段主要位于山顶，此处地段矿体顶板相对较薄，地下矿体采空后顶板垮落、产生裂缝带，引发地表塌陷，其次由于早期采用崩落法采矿，加之矿山开采历史较长，地下采空区较多，从而引发地面塌陷。

该塌陷坑尚未造成人员伤亡，现状塌陷坑稳定状况不详，表层基本无植被。受塌陷影响，塌陷坑所在斜坡中部及下部沟谷处堆积较多崩落松散岩体，厚度 1.5-3.5m，主要对沟谷下游垃圾焚烧厂及耕地产生威胁，现状危

险性中等。



照片 3-1 T1 塌陷坑及影响区现状

②T₂ 塌陷坑

T₂ 塌陷坑位于三家厂矿区中部硐采地表影响区内，呈近东西方向展布，地表陡坡地段基岩裸露，为凝灰岩夹白云岩，塌陷坑呈不规则环状，最大长度 175m，宽度 90m，面积约 11897m²，塌坑深 60-70m 不等，发生于 2010-2015 年间，现场塌陷坑稳定状况不详。

地面塌陷发生地段主要位于山顶，此处地段矿体顶板相对较薄，地下矿体采空后顶板垮落、产生裂缝带，引发地表塌陷，其次由于早期采用崩落法采矿，加之矿山开采历史较久，地下采空区较多，从而引发地面塌陷。现状塌陷灾害引发的山体破碎岩块及碎砂均堆积于斜坡上，堆积厚度 0.5-1.0m，影响区面积约 62082m²。

该塌陷坑尚未造成人员伤亡，现状塌陷坑稳定状况不详，表层基本无植被，塌陷坑边坡陡立，岩体裂隙发育。受塌陷影响，塌陷坑所在斜坡中部堆积较多崩落松散岩体，厚度 1.0-3.0m，主要对斜坡下游道路及绿汁江产生威胁，现状危险性中等。



照片 3-2 T2 塌陷坑及影响区现状

③T₃ 塌陷坑

T₃ 塌陷坑位于三家厂矿区北部硐采地表影响区内，呈南北方向展布，地表陡坡地段基岩出露，为凝灰岩夹白云岩，塌陷坑呈不规则椭圆状，最大长度 230m，宽度 90m，面积约 17896m²，塌坑深 30-60m 不等，发生于 2010-2015 年间，现塌陷坑稳定状况不详。

地面塌陷发生地段主要位于山顶，此处地段矿体顶板相对较薄，地下矿体采空后顶板垮落、产生裂缝带，引发地表塌陷，其次由于早期采用崩落法采矿，加之矿山开采历史较长，地下采空区较多，从而引发地面塌陷。现状塌陷灾害引发的山体破碎岩块及碎砂均堆积于斜坡上，堆积厚度 0.3-0.5m，影响区面积约 78475m²。

该塌陷坑尚未造成人员伤亡，现状塌陷坑稳定状况不详，表层基本无植被，塌陷坑边坡陡立，岩体裂隙发育。受塌陷影响，塌陷坑所在斜坡中部及下部堆积较多崩落松散岩体，厚度 0.2-0.8m，主要对斜坡下游绿汁江产生威胁，现状危险性中等。



照片 3-3 T3 塌陷坑及影响区现状

④T₄ 塌陷坑

T₄ 塌陷坑位于凤山矿矿区北部硐采地表影响区内，呈南北方向展布，地表陡坡地段基岩出露，为凝灰岩夹白云岩，塌陷活动已致使地表较陡区强风化岩块发生崩落。塌陷坑最大长度 120m，宽度 80m，面积约 8034m²，塌坑深 30-60m 不等，发生于 2010-2015 年间，现塌陷坑稳定状况不详

由于以往采空区分布凌乱，且采区崩落法采矿。地下矿体采空后顶板垮落、产生裂缝带，引发地表塌陷。

塌陷区塌陷坑规模较小，尚未造成人员伤亡，现状塌陷坑稳定状况不详，表层基本无植被，塌陷坑边坡陡立，岩体裂隙较发育。塌陷区边坡下游为绿汁江及耕地，塌陷灾害主要威胁山体下部耕作人员及绿汁江安全，现状灾害危险性大。



照片 3-4 T4 塌陷坑现状及斜坡下游耕地情况

⑤T₅ 塌陷坑

T₅ 塌陷坑位于凤山矿矿区中部硐采地表影响区内，呈南北方向展布，地表陡坡地段基岩出露，为凝灰岩夹白云岩，塌陷活动已致使地表较陡区强风化岩块发生崩落。塌陷坑最大长度约 600m，宽度 130m，面积约 58472m²，塌坑深 30-60m 不等，发生于 2010-2015 年间，现塌陷坑稳定状况不详。

由于以往采空区分布凌乱，且采区崩落法采矿。地下矿体采空后顶板垮落、产生裂缝带，引发地表塌陷。现状塌陷灾害引发的山体破碎岩块及碎砂均堆积于斜坡上，堆积厚度 0.3-0.5m，影响区面积约 71884m²。

塌陷区塌陷坑规模较大，尚未造成人员伤亡，现状塌陷坑稳定状况不详，表层植被较少，主要为零星灌木及杂草，塌陷坑边坡陡立，岩体裂隙发育，局部存在松散岩块，塌陷区边坡下游为绿汁江及田间道路，塌陷灾害主要威胁山体下部道路通行人员及耕作人员安全，现状灾害危险性大。



照片 3-5 5#地面塌陷坑现状



照片 3-6 5#地面塌陷坑山体斜坡下游威胁对象

⑥T₆ 塌陷坑

T₆ 塌陷坑位于凤山矿矿区中部硐采地表影响区内，呈南北方向展布，地表陡坡地段基岩出露，为凝灰岩夹白云岩，塌陷活动已致使地表较陡区强风化岩块发生崩落。塌陷坑最大长度约 340m，宽度 190m，面积约 44960m²，塌坑深 20-35m 不等，发生于 2010-2015 年间，现塌陷坑稳定状

况不详

由于以往采空区分布凌乱，且采区崩落法采矿。地下矿体采空后顶板垮落、产生裂缝带，引发地表塌陷。

塌陷区塌陷坑规模较大，尚未造成人员伤亡，现状塌陷坑稳定状况不详，表层植被较少，主要为零星灌木及杂草，塌陷坑边坡陡立，岩体裂隙发育，局部存在松散岩块，塌陷区边坡下游为耕地及绿汁江，塌陷灾害主要威胁山体中部耕作人员及绿汁江安全，现状灾害危险性大。



照片 3-7 T6 塌陷坑现状



照片 3-8 T6 塌陷坑下游威胁对象

(2) 不稳定边坡

现状三家厂矿和凤山矿总体共分布 9 个弃渣堆及 2 个塌陷灾害引起的碎石堆积边坡以及以往矿山建设坑口（2 个）形成的坑口边坡。弃渣堆为 1#-9#弃渣堆，其中 1#堆渣区位于三家厂矿矿区东侧矿 7 拐点处，2#弃渣堆位于凤山矿东侧绿汁江边，3#-9#弃渣堆零散分布于凤山矿紧邻矿界南侧和东侧位置。

根据野外调查，现状弃渣堆及碎石堆积边坡中已形成不稳定边坡 4 处。各弃渣堆边坡及碎石堆积边坡具体调查分析如下：

A、1#堆渣区弃渣边坡调查

根据野外调查，现状 1#堆渣区渣体稳定性一般，渣体表面植被主要为杂草，渣体下部部分碎石已滚落至绿汁江，该渣体边坡无支挡措施，现状形成不稳定边坡（ BW_1 ）。具体分析如下：

a、分布位置：

现状矿山 BW_1 不稳定边坡为 1#堆渣区渣体边坡，主要为以往开采废石随坡堆放形成的，后期加之山体斜坡上部塌陷灾害引起的部分碎石滚落之堆渣场内，最终共同形成不稳定边坡。

b、结构特征：

现状渣石边坡长约 500m，边坡高约 60m，堆渣厚度 0.5-2.2m，平均厚度 1.2m。堆渣量约 6.5 万 m^3 。现状废石堆松散，边坡稳定性较差，且堆放高度较大，一般 10-40m，堆放坡度 40-65°，渣体下部无防护措施。

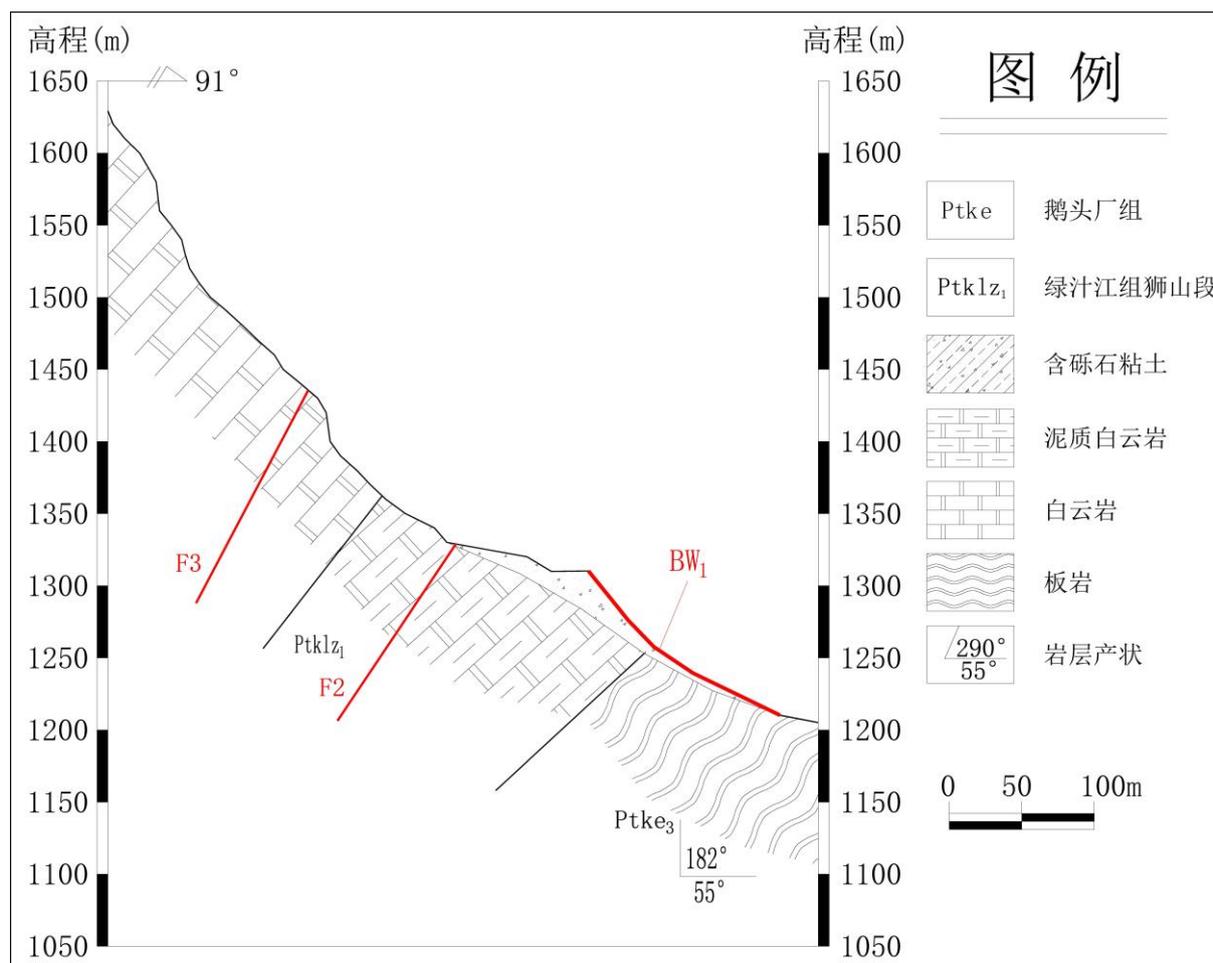


图 3-1 BW₁ 不稳定边坡特征分析剖面图

c、危害对象及危险性

BW₁ 不稳定边坡紧邻绿汁江，可能造成绿汁江形成“堰塞湖”，对绿汁江及河道下游村民财产安全造成威胁，危害程度中等，危险性中等。



照片 3-9 BW1 不稳定边坡现状

B、2#堆渣区弃渣边坡调查

根据野外调查，现状 2#堆渣区对渣量约渣体稳定性一般，渣体表面植被主要为杂草，渣体表面松散，受降雨冲刷已分布多条冲蚀沟，该渣体边坡无支挡措施，现状形成不稳定边坡（BW₂），具体分析如下：

a、分布位置：

现状矿山 BW₂ 不稳定边坡为 2#堆渣区渣体边坡，主要为以往开采废石随坡堆放形成的。

b、结构特征：

现状渣石边坡长约 235m，边坡高约 75m，堆渣厚度 1.0-6.0m，平均厚度 3.8m，堆渣量约 10.3 万 m³。现状废石堆松散，边坡稳定性较差，且堆放高度较大，一般 20-70m，堆放坡度 40-65°；渣体下部平台外沿已设置高约 2.5m 浆砌石挡墙防护，目前挡墙运行良好，整体挡墙防护能力一般。

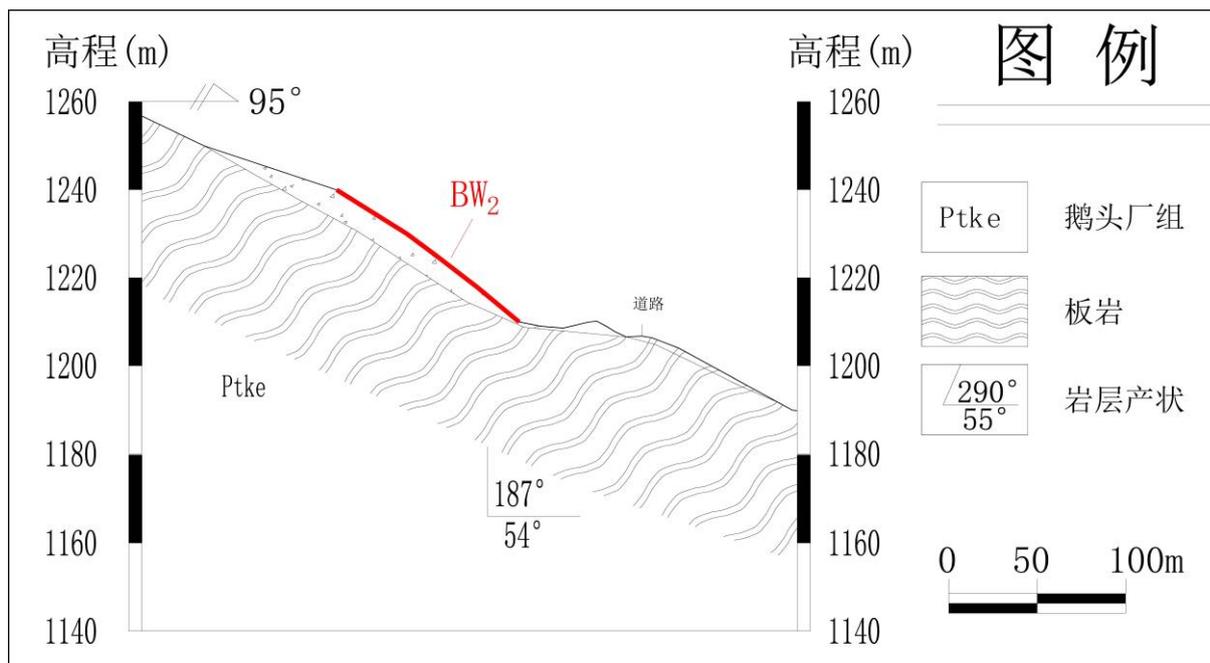


图 3-2 BW₂ 不稳定边坡特征分析剖面图

c、危害对象及危险性

BW₂ 不稳定边坡紧邻绿汁江，可能造成绿汁江形成“堰塞湖”，对绿汁江及河道下游村民财产安全造成威胁，危害程度中等，危险性中等。



照片 3-10 BW₂ 不稳定边坡现状

C、3#-5#堆渣区弃渣边坡调查

根据野外调查，3#-5#堆渣区位于凤山矿矿区南侧约 370m 处小型沟谷

内，3 个堆渣场紧邻。现状 3#堆渣区堆渣量约 5400m³，渣体边坡坡度约 13°-35°；渣体堆放多年，未发生滑坡迹象，渣体基本稳定，大部分渣体表面生长杂草，裸露渣体较少，该渣体边坡无支挡措施，下游紧邻 4#堆渣场（见照片 3-11）。4#堆渣区堆渣量较大，约 21000m³，渣体边坡坡度约 15-35°，渣体堆放多年，未发生滑坡迹象，渣体基本稳定，大部分渣体表面生长杂草，裸露渣体较少，该渣体边坡下部已修建浆砌石挡墙进行支挡，目前挡墙运行良好，对防止渣体滑坡作用较好（见照片 3-12）。5#堆渣区堆渣量较大，约 45000m³，渣体边坡坡度约 45°；渣体堆放多年，未发生滑坡迹象，其次渣体表面已生长少量灌木及大量杂草，目前渣体基本稳定（见照片 3-11）。



照片 3-11 3#堆渣区渣体现状



照片 3-12 4#堆渣区渣体现状



照片 3-13 5#堆渣区渣体现状

D、6#-9#堆渣区弃渣边坡调查

根据野外调查,6#-9#堆渣区集中分布于凤山矿矿区南东侧矿1拐点处,该区域弃渣堆堆放量均较小,约2000-15000m³。现状渣体坡面坡度约25°,表面已长满杂草及零星灌木。渣体所在斜坡下游为历史期矿山生活场地平台,该渣体已堆放多年,未发生滑坡灾害,现状未发现滑坡迹象,整体渣体稳定(见照片3-14)。



照片 3-14 7#-9#堆渣区渣体现状

E、碎石堆积边坡调查

野外调查发现，现状 6 个塌陷坑区域形成碎石堆积边坡的仅有 2 处，分别位于 1#塌陷坑和 5#塌陷坑下游。碎石堆积边坡调查情况如下：

1#碎石堆积边坡分布于 1#塌陷坑下游，主要为 1#塌陷坑塌陷灾害活动引起边坡部分岩体崩落堆积于下部山体斜坡上形成，现状定性为不稳定边坡（BW₃）。具体分析如下：

a、分布位置：

现状矿山 BW₃ 不稳定边坡为 1#塌陷坑碎石堆积边坡，主要由 1#塌陷坑塌陷灾害活动引起边坡部分岩体崩落堆积于下部山体斜坡上形成的。

b、结构特征：

该堆积体边坡东西长约 550m，南北宽约 500m，面积 360215m²，堆积体厚度约 0.4-1.0m，堆积量约 21.62 万 m³。现状崩积体松散，边坡稳定性较差，且堆放高度较大，约 260m，堆积体边坡坡度约 35°，堆积体下部为 C₁ 冲沟，冲沟下游为绿汁镇垃圾焚烧厂。

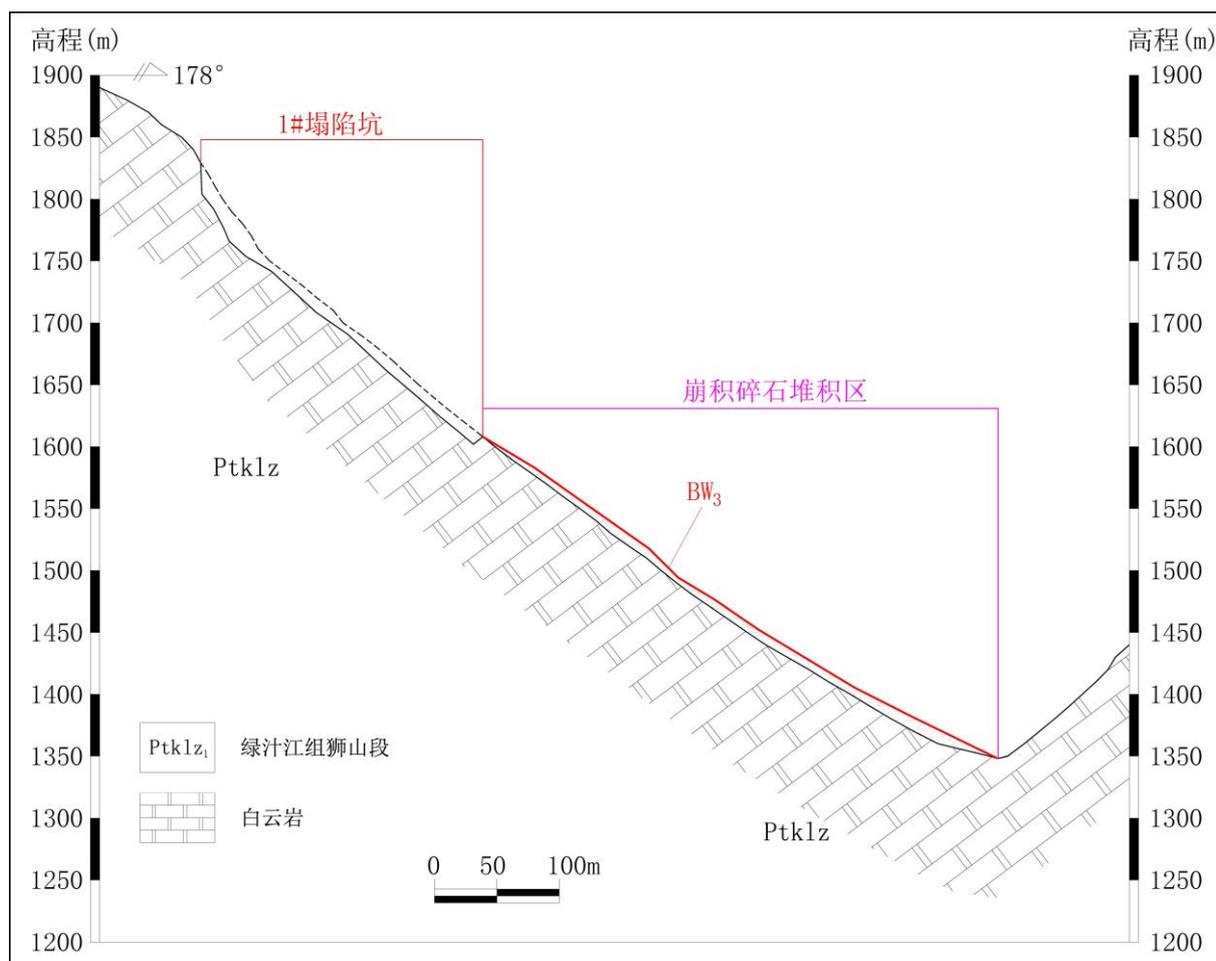


图 3-3 BW₃ 不稳定边坡特征分析剖面图

c、危害对象及危险性

BW₃ 不稳定边坡现状稳定性差，可能形成滑坡、冲沟泥石流危害冲沟下游垃圾焚烧厂及耕地，危害程度中等，危险性中等。



照片 3-15 BW₃ 不稳定边坡现状及威胁对象

2#碎石堆积边坡分布于 5#塌陷坑下游，主要为 5#塌陷坑塌陷灾害活动引起边坡部分岩体崩落堆积于下部山体斜坡上形成。现状定性为不稳定边坡（BW₄）。具体分析如下：

a、分布位置：

现状矿山 BW₄ 不稳定边坡为 5#塌陷坑碎石堆积边坡，主要由 5#塌陷坑塌陷灾害活动引起边坡部分岩体崩落堆积于下部山体斜坡上形成的。

b、结构特征：

该堆积体边坡东西长约 400m，南北宽约 240m，面积 58472m²，堆积体厚度约 0.1-0.4m，堆积量约 0.94 万 m³。现状崩积体松散，边坡稳定性较差，且堆放高度较大，约 260m，堆积体边坡坡度约 35°-60°，堆积体下部为河边道路及绿汁江。

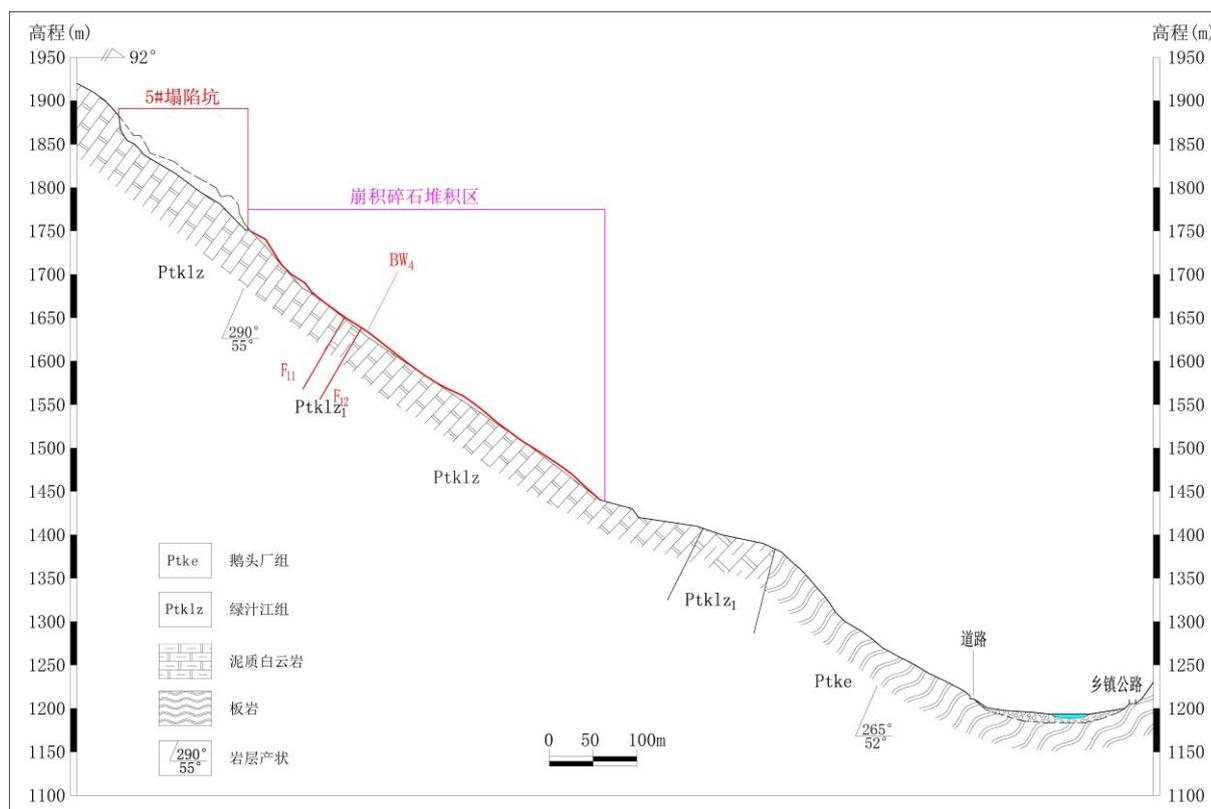


图 3-4 BW₄ 不稳定边坡特征分析剖面图

c、危害对象及危险性

BW₄ 不稳定边坡现状稳定性差，可能形成滑坡、冲沟泥石流危害冲沟

下游垃圾焚烧厂及耕地，危害程度中等，危险性中等。



照片 3-16 BW₃ 不稳定边坡现状及威胁对象

F、现状矿山坑口边坡调查

野外调查发现，目前三家厂矿、凤山矿各分部 1 个遗留坑口，目前坑口已采用浆砌石封堵。

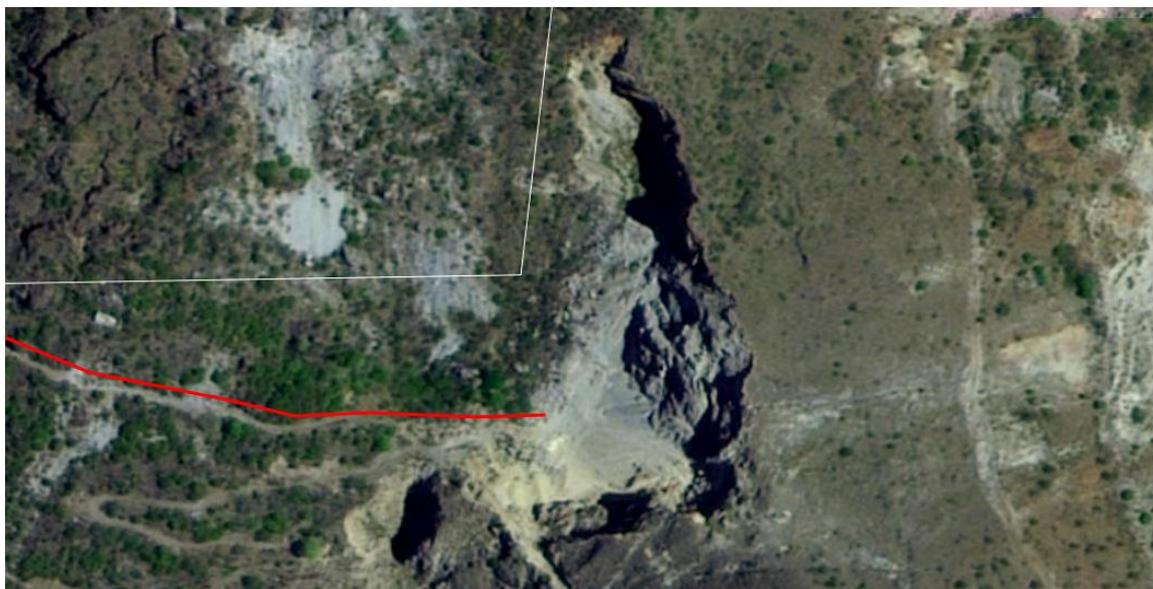
现状 1#坑坑道口边坡采用浆砌石护坡，整体运行良好，坑道上方山体斜坡生长林木及杂草。以往未发生边坡坍塌，崩塌等灾害，现状边坡稳定。



照片 3-17 1#坑口边坡现状（三家厂矿坑口）

现状 2#坑坑道口边坡主要出露中-强风化白云岩，现状边坡较陡立，约

70°，边坡岩石裸露，表层节理裂隙较发育。以往该坑口边坡未发生崩塌、掉石等灾害，现状边坡整体较稳定。



照片 3-17 2#坑口边坡现状（凤山矿坑口）

2、其他环境地质问题

项目区其他环境地质问题主要表现为水土流失问题，水土流失问题是调查区一个不容忽视的环境地质问题，由于区内海拔较高，植被多样性较差，以往的人类活动破坏了原有的平衡，引起了少部分水土流失，现状下水土流失形式主要有坡面侵蚀等不良地质现象。

3、地质灾害危险性现状评估小结

矿区内现状地质灾害发育，主要为地面塌陷 6 处（ T_1-T_6 ），潜在不稳定斜坡 4 处（ $BW_1 \sim BW_4$ ），未发现其它地质灾害分布。

现状 T_1-T_6 塌陷坑部分规模较大，目前尚未造成人员伤亡。塌陷坑岩体表层基本无植被。塌陷坑所在斜坡下游主要分布有耕地、垃圾焚烧厂、耕地、河流等，塌陷灾害主要威胁更重人员、道路行人及河流安全。上述灾害发生的危害程度中等~大，危险性中等~大。

$BW_1 \sim BW_4$ 边坡现状稳定性差，由于边坡岩土体松散，在自重及降水激发作用下，可能产生小规模垮塌、滑坡、泥石流等，对治理恢复施工人员道路过往行人及垃圾焚烧厂设施造成危害，危害程度中等，危险性中等。

其次水土流失问题是矿区一个不容忽视的环境地质问题，现状下水土流失形式主要有坡面侵蚀等不良地质现象。

参照《云南省矿山地质环境保护与治理恢复方案编制实施细则（云国土资环[2013]61号）》附录E，现状矿区地质灾害影响程度为严重。

3.1.2 矿区含水层破坏现状

(1) 地下含水层结构

矿区矿体赋存于白云岩、灰岩地层中，富水性中等~丰富，为矿床直接充水含水层。矿区赋矿地层属基岩裂隙水、碳酸盐岩岩溶水。

矿山前期已形成较大采空区。以往的采矿活动，对地下含水层结构破坏较大。

(2) 地下水位

根据野外调查及收集资料，目前矿山已封闭坑口部分存在涌水，水流量 1.62L/s，矿山以往的采矿活动，使得地下水水位降深约 450m。

(3) 地下水水质

2024年7月18日云南环绿环境检测技术有限公司对矿坑涌水进行检测化验，并出具的检测报告。根据检测结果，本项目地下水能达到《地下水质量标准》（GB14848-2017）III类水质要求，目前未发现污染状况，目前矿山废石对地下水水质影响较轻。

表 3-1 水样检测结果一览表 单位：mg/L

送样样品名称	SY1 矿坑涌水	指标标准 《地下水质量标准》 (GB14848-2017) III类	达标情况
样品状态	无色、无味		
样品编号	20240708008-8		
pH 值（无量纲）	7.8	6-9	
溶解氧	5.6	2	非必项
高锰酸盐指数	1.5	15	非必项
化学需氧量	4	40	非必项
五日生化需氧量	1.2	10	非必项
氨氮	0.086	≤0.5	达标
总磷	0.01L	0.4	非必项

总氮	0.52	2.0	达标
铜	0.04L	≤1.00	达标
锌	0.69	≤1.00	达标
氟化物	0.54	≤1.0	达标
硒	0.0004L	≤0.01	达标
砷	0.0006	≤0.01	达标
汞	0.00004L	≤0.001	达标
镉	0.001L	≤0.005	达标
六价铬	0.004L	≤0.05	达标
铅	0.01L	≤0.01	达标
氰化物	0.004L	≤0.05	达标
挥发酚	0.0003L	0.1	非必项
石油类	0.01L	1.0	非必项
阴离子表面活性剂	0.05L	0.3	非必项
硫化物	0.01L	≤0.02	达标
粪大肠菌群 (MPN/L)	未检出	≤3.0×10 ³	达标
备注	“最低检出限+L”表示检测结果低于分析方法检出限		

根据《矿山地质环境保护与治理恢复方案编制规范》附录 E.1“矿山地质环境影响程度分级表”，现状矿业活动对区内地下水含水层的影响和破坏程度较严重。

3.1.3 矿区地形地貌景观破坏现状

矿山现状已关停，地表进剩余少部分坑口用房及办公生活区。矿山以往采矿活动影响和破坏区面积约 110.0292hm²。矿山以往地质工作未发现珍贵的动植物化石遗迹和具典型意义的地层构造及地貌景观，无重要的地质遗迹、无其它国家级、省级、县级自然保护区及风景名胜古迹分布，周边无交通要道。

综上所述，矿山以往采矿活动及相关配套设施对区内原生地形地貌景观影响和破坏程度严重。

3.1.4 矿区水土环境污染现状分析

2024 年 7 月 8 日，云南环绿环境检测技术有限公司对绿汁江河水及矿山弃渣进行取样化验，具体化验参数结果如下：

表 3-2 水样检测结果一览表 单位: mg/L

送样样品名称	SY2 绿汁江上游	SY3 绿汁江下游	指标标准《地表水环境质量标准》 (GB 3838-2002) III类	达标情况
样品状态	红色、无味、浑浊	红色、无味、浑浊		
样品编号	20240708008-2	20240708008-3		
pH 值 (无量纲)	8.2	8.3	6-9	达标
溶解氧	6.4	6.0	5	达标
高锰酸盐指数	12.8	12.4	6	达标
化学需氧量	14	27	20	达标
五日生化需氧量	3.3	3.8	4	达标
氨氮	0.186	0.200	1.0	达标
总磷	0.13	0.15	0.2	达标
总氮	2.91	3.26	1.0	达标
铜	0.04L	0.04L	1.0	达标
锌	0.042	0.065	1.0	达标
氟化物	0.38	0.45	1.0	达标
硒	0.0004L	0.0004L	0.01	达标
砷	0.0030	0.0041	0.05	达标
汞	0.00004L	0.00004L	0.0001	达标
镉	0.001L	0.001L	0.005	达标
六价铬	0.004L	0.004L	0.05	达标
铅	0.01L	0.01L	0.05	达标
氰化物	0.004L	0.004L	0.2	达标
挥发酚	0.0003L	0.0003L	0.005	达标
石油类	0.01L	0.01L	0.05	达标
阴离子表面活性剂	0.05L	0.05L	0.2	达标
硫化物	0.01L	0.01L	0.2	达标
粪大肠菌群 (MPN/L)	1.3×10^3	2.2×10^3	10000	达标
备注	“最低检出限+L”表示检测结果低于分析方法检出限			

表 3-3 固体废物检测结果一览表 单位: mg/L

送样样品名称	FS1 项目区渣场	《危险废物鉴别标准-浸出毒性鉴别》 (GB5085.3-2007)	达标情况
样品状态	浅棕、砂土、干		
样品编号	20240708008-1		
氟离子	0.167	100	达标
砷	0.0114	5	达标
铍	0.004L	0.02	达标
汞	0.00328	0.1	达标
铅	0.03L	2	达标
铬	0.02L	15	达标
六价铬	0.004L	5	达标
铜	0.04	100	达标

镉	0.01L	1	达标
银	0.01L	0.05	达标
锌	0.04	100	达标
镍	0.02L	5	达标
钡	0.06L	100	达标
硒	0.00010L	1	达标
氰根离子	0.0001L	5	达标
锰	0.01L	0.02	达标
备注	1、“最低检出限+L”表示检测结果低于分析方法检出限； 2、按照（HJ/T 299-2007）《固体废物 浸出毒性浸出方法 硫酸硝酸法》制备的固体废物浸出液。		

表 3-4 固体废物检测结果一览表 单位：ng/L

送样样品名称	FS1 项目区渣场	GB5085.3-2007	达标情况
样品状态	浅棕、砂土、干		
样品编号	20240708008-1		
烷基汞*	甲基汞	10L	<10ng/L 达标
	乙基汞	20L	<20ng/L 达标
备注	1、标*号的表示为外包给有资质的检测单位检测； 2、“最低检出限+L”表示检测结果低于分析方法检出限；		

根据检测化验报告说明，本项目周边地表水各项检测指标均达标，地表水水质满足《地表水环境质量标准》（GB 3838-2002）III类水质要求。

根据检测结果，本矿山弃渣浸出液中各项污染物浓度均低于《危险废物鉴别标准-浸出毒性鉴别》（GB5085.3-2007）标准的限值，弃渣不属于危险固废；同时采用水平振荡法制备的浸出液中各污染物浓度均未超过《污水综合排放标准》（GB8978-1996）中第一类污染物最高允许排放浓度及一级排放标准限值要求，且 PH 值未超过《危险废物鉴别标准 腐蚀性鉴别》（GB 5085.1-2007）标准要求。因此矿山产生的废石属于《一般工业固体废物贮存、处置场污染控制标准》（GB18599-2001）中所规定的第一类一般工业固体废物。

综上所述，矿山以往采矿活动对区内水土环境污染影响较轻。

3.1.7 矿山地质环境影响现状评估

矿区内现状地质灾害影响程度为严重，对含水层的影响和破坏程度较严重，对地形地貌景观影响和破坏程度为严重，对水土环境污染和破坏程度较轻。总体矿区内现状地质环境影响程度评价为严重。

依据《矿山地质环境保护与治理恢复方案编制规范》附录 E 划分及矿山地质环境条件破坏的现状评估结果，将整个矿区内现状地质环境影响程度细划分为地质环境影响程度严重区（i）。分区描述详见表 3-5。

表 3-5 矿山地质环境影现状评估结果表

现状评估分区	位置与范围	矿山环境地质问题	地质环境预测评估	影响程度分级	小结
地质环境影响严重区 (i)	为整个项目区, 面积约 2.7596km ² 。以往矿业活动主要位于该区, 主要包括矿山工业场地、堆渣区矿山道路、塌陷区等	矿山地质灾害	矿区内现状地质灾害发育, 主要为地面塌陷、不稳定边坡, 现状地质灾害危险性中等~大, 未发现崩塌、滑坡、泥石流、地面沉降、地裂缝等地质灾害。水土流失问题是矿区一个不容忽视的环境地质问题, 现状水土流失形式主要有坡面侵蚀等不良地质现象。	严重	本区内现状地质灾害影响程度为严重, 对含水层的影响及破坏程度为较严重, 对地形地貌景观破坏程度为严重, 对水土环境污染程度较轻。本区内矿山建设对地质环境的影响程度评价为严重
		含水层影响	矿山前期开采活动, 对地下含水层破坏较严重, 对地下水水位影响较严重, 对地下水水质影响较轻, 故现状矿业活动对区内地下水含水层的影响和破坏程度较严重。	较严重	
		地形地貌景观破坏	矿山以往采矿活动影响和破坏区面积约 109.5308hm ² 。矿山以往地质工作未发现珍贵的动植物化石遗迹和具典型意义的地质构造及地貌景观, 无重要的地质遗迹、无其它国家级、省级、县级自然保护区及风景名胜古迹分布, 周边无交通要道。现状矿山开采活动及相关配套设施对区内原生地形地貌景观影响和破坏程度严重	严重	
		水土环境污染	矿山以往采矿活动对区内水土环境污染影响较轻	较轻	
地质环境影响较轻区 (iii)	地质环境影响严重区外围区域, 面积约 2.8214km ² 。该区域无采矿设施分布, 仅分布矿山以往办公生活区、木材加工厂等	矿山地质灾害	矿区内现状地质灾害不发育, 未发现崩塌、滑坡、泥石流、地面沉降、地裂缝等地质灾害。水土流失问题是矿区一个不容忽视的环境地质问题, 现状水土流失形式主要有坡面侵蚀等不良地质现象。矿区内地质灾害发生的危害程度小, 危险性小。	较轻	本区内现状地质灾害影响程度为较轻, 对含水层的影响及破坏程度为较轻, 对地形地貌景观破坏程度为较轻, 对水土环境污染程度较轻。本区内矿山建设对地质环境的影响程度评价为较轻
		含水层影响	该区域以往无采矿活动, 对地下含水层破坏较轻, 对地下水水位影响较轻, 对地下水水质影响较轻, 故现状矿业活动对区内地下水含水层的影响和破坏程度较轻。	较轻	
		地形地貌景观破坏	矿山以往采矿活动影响和破坏区面积约 0.4984hm ² 。矿山以往地质工作未发现珍贵的动植物化石遗迹和具典型意义的地质构造及地貌景观, 无重要的地质遗迹、无其它国家级、省级、县级自然保护区及风景名胜古迹分布, 周边无交通要道。现状矿山开采活动及相关配套设施对区内原生地形地貌景观影响和破坏程度较轻	较轻	
		水土环境污染	矿山活动对区内水土环境污染影响较轻	较轻	

3.2 矿山地质环境影响预测分析

3.2.1 地质灾害预测分析

1、矿山治理恢复施工可能加剧地质灾害的危险性预测

(1) 加剧地面塌陷灾害分析

根据野外调查及收集资料，目前该矿山已关停多年，坑到已封堵，未来矿山不再进行采矿活动，仅对矿山进行治理恢复施工。未来矿山治理恢复施工主要为地表植被恢复及监测措施，加剧塌陷区继续失稳及发生滑坡、崩塌灾害的可能性小，主要危害塌陷区所在山体斜坡下游治理恢复工程施工人员、机械及山体下部耕作人员安全。整体加剧灾害发生的可能性小，危害程度大，危险性小。

(2) 加剧不稳定边坡灾害分析

现状 BW_1 - BW_2 不稳定边坡位于河流边，后期需对该边坡进行清渣放坡及修建挡墙等工程，由于该渣堆稳定性较差，在工程施工过程中可能对现有不稳定边坡造成扰动，进而诱发边坡发生滑坡、坍塌灾害。根据设计治理情况，修建挡墙及清渣等工程整体施工量较小，故治理恢复工程活动加不稳定边坡发生的滑坡、泥石流灾害的可能性小，对施工人员、机械设施及河流造成危害，危害程度中等，危险性小。

现状 BW_3 - BW_4 不稳定边坡位于塌陷区周边，后期土地复垦施工主要为撒播草籽，对该区域影响较小，故治理恢复工程活动加不稳定边坡发生的滑坡、泥石流灾害的可能性小，对施工人员、机械设施及河流造成危害，危害程度中等，危险性小。

其他弃渣边坡位于山体斜坡处，弃渣边坡下游已修建挡墙支护，坡面上生长少量杂草，整体渣堆呈基本稳定状态，仅局部受降雨冲刷产生小规模坍塌、冲蚀。该处边坡未来不再进行工程活动，仅进行撒播草籽植被恢复，整体加剧边坡发生滑坡、坍塌灾害的可能性小，对施工人员及下部房

屋造成危害，危害程度小，危险性小。

2、矿山治理恢复施工可能诱发地质灾害预测

(1) 地面建筑设施诱发地质灾害的危险性预测

根据野外调查，矿山地面建筑设施仅剩余国道边办公生活区。该区域各建筑设施场地平缓，无挖填方边坡产生。现状场地区平缓稳定，场地建筑已废弃倒塌、破损，后期设计对该场地进行建筑拆除。植被恢复，故未来该区域场地诱发灾害的可能性小，对场地内设施及人员安全威胁小，危害程度小，危险性小。

(2) 现状弃渣堆诱发地质灾害预测

现状弃渣堆分布 9 处，1#-2#弃渣堆已形成不稳定边坡，现状危险性大。3#堆渣区渣体基本稳定，大部分渣体表面生长杂草，裸露渣体较少；4#堆渣区渣体未发生滑坡迹象，渣体基本稳定，大部分渣体表面生长杂草，裸露渣体较少，该渣体边坡下部已修建浆砌石挡墙进行支挡，目前挡墙运行良好，对防止渣体滑坡作用较好；5#堆渣区渣体未发生滑坡迹象，其次渣体表面已生长少量灌木及大量杂草，目前渣体基本稳定；6#-9#堆渣区集中于凤山矿矿区南东侧矿 1 拐点处，该区域弃渣堆堆放量均较小，渣体表面已长满杂草及零星灌木。渣体已堆放多年，未发生滑坡灾害，现状未发现滑坡迹象，整体渣体较稳定。

由于 1#和 2#堆渣区渣体现状处于欠稳定状态，未来在暴雨或连续降雨、影响下，可能产生滑坡、泥石流等地质灾害，堵塞绿汁江形成堰塞湖，对绿汁江水源及其下游村庄造成威胁及影响。本方案设计对 1#、2#弃渣对设置挡墙措施进行防护，该措施实施后，对渣体边坡有很好的拦挡防护作用，整体弃渣堆诱发灾害的可能性小，其危害程度中等，危险性小。

(3) 冲沟诱发灾害预测

评估区发育 1 条冲沟，为季节性冲沟。

C₁ 冲沟位于地表岩石移动范围内，且沟谷内现状已分布塌陷灾害诱发的崩塌堆积体，受地表移动范围影响，该区域山体斜坡表层松散堆积体，在降雨冲沟汇水情况下，可能诱发泥石流灾害，可能性中等，主要危害对象为冲沟下部垃圾焚烧厂、耕地及施工人员安全，其危害程度及危险性中等。本方案设计在 C1 冲沟下游设置拦挡坝对崩塌堆积体拦挡防护，该措施实施后，对 C1 冲沟整体诱发灾害的可能性小，其危害程度中等，危险性小。

3、矿山治理恢复施工可能遭受地质灾害的危险性预测

(1) 遭受已有地质灾害的危险性预测

经野外走访调查，主要为地面塌陷、不稳定边坡，未发现崩塌、滑坡、泥石流、地裂缝等地质灾害分布。

遭受不稳定边坡危害：不稳定边坡均分布于绿汁江边，未来矿山治理恢复活动需对不稳定边坡进行修建拦挡、警示措施，故后期矿山治理恢复活动遭受不稳定边坡危害的可能性小，危害程度中等，危险性小。

遭受地面塌陷危害：现状地面塌陷灾害主要分布于山体斜坡顶部，矿区内山体征地较陡立，塌陷坑周围岩体稳定性较差，未来矿山治理恢复活动多数集中于斜坡中部及下游，方案设计在人类活动较频繁道路边设置被动防护网，对部分滚落碎石进行防护，故后期矿山治理恢复活动遭受地面塌陷灾害的可能性中等，危害程度中等，危险性中等。

(2) 地表设施遭受地质灾害的危险性预测

根据现状调查，矿山现状地表设施仅剩余坑口房屋及办公生活区，该区域场地平缓，矿山部分建筑设施位于塌陷区所在山体斜坡下游，但由于未来各场地建筑设施将全部拆除，故遭受滑坡、崩塌等灾害的可能性小，危害程度及危险性小。

(3) 遭受山体斜坡崩塌、滚石灾害的危险性预测

矿山治理恢复区山体斜坡植被发育较差，出露岩性为灰岩、白云岩，

表层强风化，节理裂隙较发育。后期矿山治理恢复活动基本位于山体斜坡下部及中部。现状调查，现有山体斜坡中部处受塌陷影响分布较多危石、孤石，后期在矿山治理恢复施工期间，在地震、强降雨情况影响下，山坡斜坡围岩及孤石可能发生崩塌、滚石灾害，危害施工人员安全。经分析，遭受上述灾害的可能性中等~大，危害程度及危险性中等~大。



照片 3-18 地表建筑设施遭受灾害分析图

4、矿山地质灾害预测评估小结

评估区内现状地质灾害发育，主要为 6 处地面塌陷和 4 处不稳定边坡，未来矿山治理恢复工程活动加剧地面塌陷灾害可能性小，主要危害塌陷区所在山体斜坡下游治理恢复工程施工人员、机械及山体下部耕作人员安全，危害程度大，危险性小。加剧不稳定边坡灾害可能性小，对施工人员、机械设施及河流造成危害，危害程度中等，危险性小。

矿山地面建筑设施诱发灾害的可能性小，危害程度小，危险性小；弃渣堆诱发灾害的可能性小~中等，其危害程度小，危险性小~中等；冲沟诱发泥石流灾害，可能性中等，危害程度及危险性中等。

矿山遭受不稳定边坡危害可能性小，危害程度中等，危险性小。遭受地面塌陷危害可能性中等，危害程度中等，危险性中等；地表设施遭受滑

坡、崩塌等灾害的可能性小，危害程度及危险性小；矿山治理恢复施工遭受山体斜坡崩塌、滚石灾害可能性中等，危害程度及危险性中等。

经预测，矿山未来治理恢复活动预测加剧、诱发及遭受地质灾害影响程度为较严重。

3.2.2 含水层影响预测分析

1、对地下含水层结构的破坏

矿山现状已关停，未来主要对矿山进行治理恢复工作，随着治理工程的实施，采矿活动对地下水含水层造成的影响将停止或逐步减轻，整体对含水层结构影响较轻。

2、对地下水位影响

现状矿山部分坑道存在涌水，未来矿坑疏干排水是持久和连续性的，随着巷道涌水量增加，疏干排水影响范围增大，以采空区为边缘的一定范围内含水层水位大幅下降，呈半疏干状态；该范围无水源地分布，无居民点分布。

3、对地下水质的影响

矿山已关停，未来不再进行开采活动，矿山治理恢复活动对地下水水质影响较小。

总体预测，矿山治理恢复活动对区内含水层影响程度为较轻。

3.2.3 地形地貌景观影响预测分析

未来矿山仅进行治理恢复及土地复垦工作，这些工程主要对损毁区进行重复扰动，并不会新增改变现状地形条件和破坏现状地貌及生态景观。其次土地复垦种植植被后，原破坏的地形地貌景观会得到有效的恢复。

预测今后矿山治理恢复工程对原生的地形地貌景观影响和破坏影响程度为较轻。

3.2.4 水土环境污染预测分析

矿山已关停，未来不再进行开采活动，现状矿山周边地表水中各污染

物检测结果满足《地表水环境质量标准》（GB3838-2022）III类水质标准，弃渣浸出液中各项污染物浓度均低于《危险废物鉴别标准-浸出毒性鉴别》（GB5085.3-2007）标准的限值。未来主要对矿山进行恢复复垦工程，主要为植树种草、修建挡墙等，工程施工过程中生活污水、机械油污可能对水土环境产生污染，一般完善管理，对环境影响较小。建议工程施工过程中加强生活污水及施工油污的管控。

综上所述，预测未来矿山治理恢复施工对矿区及周围水土环境污染较轻。

3.3 矿山地质环境影响综合评估

矿山地质环境总体影响程度依据对区内含水层和区内水环境、地形地貌景观、土地资源影响和破坏程度；矿山本身可能诱发、加剧和遭受地质灾害的危险性大小和危害对象；矿山地质环境问题的防治难度等划分为矿山地质环境影响程度严重和较轻两个级别，相应归属于矿山地质环境影响程度较严重区（ii）和较轻区（iii），见表 3-6。

表 3-6 矿山地质环境影响综合评估结果表

现状评估分区	位置与范围	矿山环境地质问题	地质环境预测评估	影响程度分级	小结
地质环境影响较严重区 (ii)	为整个项目区,面积约 2.7596km ² 。以往矿业活动主要位于该区,主要包括矿山工业场地、堆渣区矿山道路、塌陷区等	矿山地质灾害	<p>评估区内现状地质灾害发育,主要为地面塌陷 6 处 (T₁-T₆),潜在不稳定斜坡 4 处 (BW₁~BW₄),未发现其它地质灾害分布。现状塌陷坑规模较大,尚未造成人员伤亡,表层基本无植被。区内主要为耕地、垃圾焚烧厂、耕地等,塌陷灾害对原生植被造成破坏,破坏土地类型为林地,破坏程度小,主要危害未来治理恢复工程施工人员、机械及山体下部耕作人员安全。上述灾害发生的危害程度大,危险性中等。BW₁~BW₄边坡现状稳定性差,由于边坡岩土体松散,在自重及降水激发作用下,可能产生小规模垮塌、滑坡、泥石流等,对治理恢复施工人员、设施造成危害,可能性中等,危害程度大,危险性中等。</p> <p>评估区内现状地质灾害发育,主要为 6 处地面塌陷和 4 处不稳定边坡,未来矿山治理恢复工程活动加剧地面塌陷灾害可能性小,主要危害塌陷区所在山体斜坡下游治理恢复工程施工人员、机械及山体下部耕作人员安全,危害程度大,危险性小。加剧不稳定边坡灾害可能性小,对施工人员、机械设施及河流造成危害,危害程度中等,危险性小。</p> <p>矿山遗留建筑设施设计进行拆除,该区域场地诱发灾害的可能性小,危害程度小,危险性小;方案设计对 1#、2#弃渣对设置挡墙措施进行防护,该措施实施后,对渣体边坡有很好的拦挡防护作用,整体弃渣堆诱发灾害的可能性小,其危害程度中等,危险性小;C1 冲沟下游设置拦挡坝对崩塌堆积体拦挡防护,该措施实施后,对 C1 冲沟整体诱发灾害的可能性小,其危害程度中等,危险性小。</p> <p>矿山遭受不稳定边坡危害可能性小,危害程度中等,危险性小。遭受地面塌陷危害可能性中等,危害程度中等,危险性;地表设施遭受滑坡、崩塌等灾害的可能性小,危害程度及危险性小;矿山治理恢复施工遭受山体斜坡崩塌、滚石灾害可能性中等,危害程度及危险性中等。</p>	较严重	本区内现状地质灾害影响程度为较严重,对含水层的影响及破坏程度为较轻,对地形地貌景观破坏程度为较轻,对水土环境污染程度较轻。本区内矿山建设对地质环境的影响程度评价为较严重
		含水层影响	<p>矿山前期开采活动,对地下含水层破坏较严重,对地下水水位影响较严重,对地下水水质影响较轻,故现状矿业活动对区内地下水含水层的影响和破坏程度较严重。</p> <p>未来矿山治理恢复工程的实施,地下含水层影响将有效得到恢复,整体对区内含水层影响程度为较轻</p>	较轻	
		地形地貌景观破坏	<p>矿山以往采矿活动影响和破坏区面积约 109.5308hm²。矿山以往地质工作未发现珍贵的动植物化石遗迹和具典型意义的地质构造及地貌景观,无重要的地质遗迹、无其它国家级、省级、县级自然保护区及风景名胜古迹分布,周边无交通要道。以往矿山采矿活动及相关配套设施对区内原生地形地貌景观影响和破坏程度严重。</p> <p>未来土地复垦种植植被后,原破坏的地形地貌景观会得到有效的恢复,故矿山治理恢复活动对地形地貌影响较轻。</p>	较轻	
		水土环境污染	<p>现状矿山废水、大气和固体废物污染源对矿区及周围水土环境污染较轻。</p> <p>预测未来矿山废水、大气和固体废物污染源对矿区及周围水土环境污染较轻</p>	较轻	
地质环境影响较轻区 (iii)	地质环境影响严重区外围区域,面积约 2.8214km ² 。该区域无采矿设施分布,仅分布矿山以往办公生活区、木材加工厂等	矿山地质灾害	<p>本区内现状无地质灾害发育,矿山地面生产设施系统、拟建表土堆场、矿山道路运营引发小规模坍塌、滑坡灾害的可能性小,危害程度小,危险性小。</p> <p>未来矿山建设和运营过程中,可能诱发和遭受地质灾害的可能性小,危险性小</p>	较轻	本区内现状地质灾害影响程度为较轻,对土地资源的影响及破坏程度为较轻,对地形地貌景观破坏程度为较轻,对含水层的影响程度较轻。本区内矿山建设对地质环境的影响程度评价为较轻
		含水层影响	<p>矿山以往的采矿活动,对地下含水层破坏较小,对地下水水位影响较小,对地下水水质影响较轻,现状矿业活动对地下水含水层的影响和破坏程度较轻。</p> <p>预测未来矿山开采对含水层结构、地下水产生污染等影响程度为较轻</p>	较轻	
		地形地貌景观破坏	<p>矿山采矿活动对区内影响较小,矿山前期修建的办公生活区,损毁面积较小,约 0.4984hm²。</p>	较轻	
		水土环境污染	<p>本区无采矿活动,经分析,矿区现状水土资源无污染</p>	较轻	

3.4 矿山土地资源损毁分析

根据野外踏勘调查，目前三家厂矿和凤山矿矿区范围内已造成损毁土地 74.0600hm²，未损毁土地 133.0212hm²，矿区外已造成损毁土地 35.9692hm²，目前共损毁土地面积 110.0292hm²，未损毁土地面积 133.0212hm²。

表 3-7 矿山土地损毁面积统计表 单位：hm²

矿山名称	矿区范围			矿区范围外	损毁土地面积统计
	已损毁	未损毁	小计	已损毁	
云南达亚有色金属有限公司三家厂矿	56.2577	78.8118	135.0695	18.9281	75.1858
云南达亚有色金属有限公司凤山矿	17.8023	54.2094	72.0117	17.0411	34.8434
合计	74.0600	133.0212	207.0812	35.9692	110.0292

3.4.1 矿山已损毁土地分析

根据《中华人民共和国土地管理法》和国务院颁布的《土地复垦条例》及《耕地和林地破坏司法鉴定技术规范》，把土地损毁程度预测等级数确定为三级标准，分别定为：一级（轻度损毁）、二级（中度损毁）、三级（重度损毁）。评价因素的具体等级标准根据类似工程的土地损毁因素调查情况，参考各相关学科的实际经验数据，采用主导因素法进行评价及划分等级。挖损和压占土地损毁程度评价因素及等级标准表见表 3-7、3-8、3-9。

表 3-7 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
地表变形	挖掘深度	<2m	2-5m	>5m
	挖掘面积	<1hm ²	1-10hm ²	>10hm ²

表 3-8 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
地表变形	压占面积	<1hm ²	1-10hm ²	>10hm ²
	排土高度	<5m	5-10m	>10m

表 3-9 耕地（林地）损毁程度评价分析表

损害类型			损害程度			
一级分类	二级分类	三级分类	轻度	中度	重度	
压占	堆放	生活垃圾	①0%<土壤容重参比对照增加率≤15%	①15%<土壤容重参比对照增加率≤30% ②15%<30cm 土体内（2mm~70mm）侵入体含量≤30%	①土壤容重参比对照增加率>30% ②30cm 土体内（2mm~70mm）侵入体含量>30%	
		建筑垃圾	②5%<30cm 土体内（2mm~70mm）侵入体含量≤15%			
		工矿废弃物	②5%<30cm 土体内（2mm~70mm）侵入体含量≤15%			
	硬化	建坟	①现场硬化采用素土等通气性、透水性较好的材料耕地：硬化深度≤10cm 林地：硬化深度≤20cm	①现场硬化采用素土等通气性、透水性较好的材料耕地：10cm<硬化深度≤20cm 林地：20cm<硬化深度≤40cm ②现场硬化采用实心砖、砂石、水泥、混凝土、沥青等通气性、透水性较差的材料耕地：3cm<硬化深度≤10cm 林地：10cm<硬化深度≤30cm	①现场硬化采用素土等通气性、透水性较好的材料耕地：硬化深度>20cm 林地：硬化深度>40cm ②现场硬化采用实心砖、砂石、水泥、混凝土、沥青等通气性、透水性较差的材料耕地：硬化深度>10cm 林地：硬化深度>30cm	
		建窑	②现场硬化采用实心砖、砂石、水泥、混凝土、沥青等通气性、透水性较差的材料耕地：硬化深度≤3cm 林地：硬化深度≤10cm			
		厂棚	硬化深度≤10cm			
		牲畜圈舍	硬化深度≤3cm 林地：硬化深度≤10cm			
		建房	硬化深度≤3cm 林地：硬化深度≤10cm			
		路面硬化	硬化深度≤3cm 林地：硬化深度≤10cm			
	场地硬化	硬化深度≤10cm				
	损毁	挖损	取土	耕地：取土深度≤10cm 林地：取土深度≤20cm	耕地：10cm<取土深度≤20cm 林地：20cm<取土深度≤40cm	耕地：取土深度>20cm 林地：取土深度>40cm
		塌陷	挖砂采石	①耕地：塌陷深度≤1.0m；林地：塌陷深度≤2.0m	①耕地：1.0m<塌陷深度≤2.0m；林地：2.0m<塌陷深度≤5.0m ②耕地：3%水平变形≤6% 林地：8%<水平变形 16%	①耕地：塌陷深度>2.0m；林地：塌陷深度>5.0m ②耕地：水平变形>6%；林地：水平变形>16%
			采矿	②耕地：水平变形≤3%林地：水平变形≤8%		
排水蓄水			②耕地：水平变形≤3%林地：水平变形≤8%			
载荷过重	②耕地：水平变形≤3%林地：水平变形≤8%					
污染	PH 值		≥4 或 ≤9.5		<4 或 >9.5	
	土壤环境	镉、汞、砷、铅、铬、铜、锌、镍	各个检测项目的检测值任何一项指标小于 B15618 规定的筛选值		各个检测项目的检测值任何一项指标大于等于 GB15618 规定的筛选值。	

矿山损毁地类以三调地类为主，同时结合二调地类进行损毁综合分析，

根据评价因素及等级标准表，已损毁土地损毁情况评定如下：

1、1#-9#堆渣区

根据现场勘查，1#-9#堆渣区为历史矿山采矿弃渣随坡堆放形成，大部分堆渣场无防护措施，仅4#堆渣场设置了挡墙防护，现状渣体表面自然生长少量杂草。堆渣场边坡一般坡度30-60°，平台坡度2-10°，堆渣高度25-60m。

根据现场勘查结合土地利用现状图（二调），堆渣区损毁地类为灌木林地0.1065hm²，其他草地3.6577hm²，采矿用地4.1041hm²，裸土地1.8371hm²，裸岩石砾地7.4958hm²，全部为压占损毁，全部为重度损毁。各区域损毁（二调）地类及损毁程度见下表3-10。

根据现场勘查结合土地利用现状图（三调），堆渣场损毁地类为灌木林地0.7480hm²，其他林地0.4595hm²，其他草地4.5320hm²，采矿用地6.4199hm²，农村道路0.1899hm²，裸土地4.8519hm²，全部为压占损毁，全部为重度损毁。各区域损毁（三调）地类及损毁程度见下表3-11。

表 3-10 1#-9#堆渣区损毁（二调）土地类型统计表

单位：hm²

地块名称	现状地类					总面积	损毁方式
	03 林地	04 草地	06 工矿仓储用地	127 裸土地			
	032 灌木林地	043 其他草地	062 采矿用地	1271 裸土地	1272 裸岩石砾地		
1#堆渣区		1.4603			3.9499	5.4102	压占
2#堆渣区		0.0351	4.1041			4.1392	压占
3#堆渣区		1.3181			0.1783	1.4964	压占
4#堆渣区				1.8371	0.1807	2.0178	压占
5#堆渣区	0.0027				0.9206	0.9233	压占
6#堆渣区		0.1465			0.5816	0.7281	压占
7#堆渣区		0.5743			0.5588	1.1331	压占
8#堆渣区	0.1038					0.1038	压占
9#堆渣区		0.1234			1.1259	1.2493	压占
合计	0.1065	3.6577	4.1041	1.8371	7.4958	17.2012	

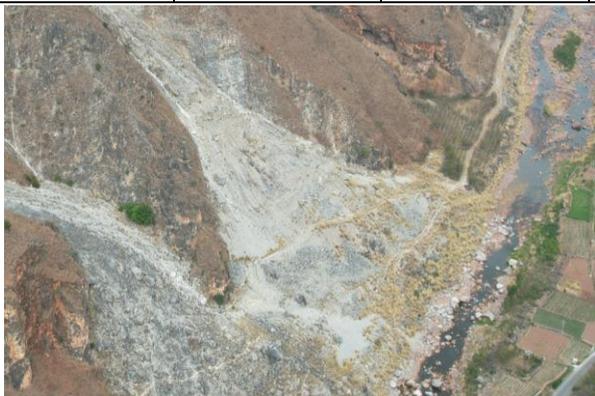
表 3-11 1#-9#堆渣区损毁（三调）土地类型统计表

单位：hm²

地块名称	现状地类						总面积	损毁方式
	03 林地		04 草地	06 工矿仓储用地	10 交通运输用地	12 其他土地		
	0305 灌木林地	0307 其他林地	0404 其他草地	0602 采矿用地	1006 农村道路	1206 裸土地		
1#堆渣区			0.5583			4.8519	5.4102	压占
2#堆渣区		0.0827		4.0503	0.0062		4.1392	压占
3#堆渣区			0.867	0.5252	0.1042		1.4964	压占
4#堆渣区			0.4121	1.5965	0.0092		2.0178	压占
5#堆渣区	0.0031		0.6723	0.2479			0.9233	压占
6#堆渣区	0.6282	0.0999					0.7281	压占
7#堆渣区		0.1279	1.0028		0.0024		1.1331	压占
8#堆渣区		0.1038					0.1038	压占
9#堆渣区	0.1167	0.0452	1.0195		0.0679		1.2493	压占
合计	0.748	0.4595	4.5320	6.4199	0.1899	4.8519	17.2012	

表 3-12 1#-9#堆渣区损毁土地程度分析表

地块名称	损毁评价指标				
	损害类型	损害活动	破坏地类	侵入体含量	损害程度
1#堆渣区	压占、堆放	工矿废弃物	林、草地	土壤容重参比对照增加率>30%	重度
2#堆渣区	压占、堆放	工矿废弃物	林、草地	土壤容重参比对照增加率>30%	重度
3#堆渣区	压占、堆放	工矿废弃物	林、草地	土壤容重参比对照增加率>30%	重度
4#堆渣区	压占、堆放	工矿废弃物	林、草地	土壤容重参比对照增加率>30%	重度
5#堆渣区	压占、堆放	工矿废弃物	林、草地	土壤容重参比对照增加率>30%	重度
6#堆渣区	压占、堆放	工矿废弃物	林、草地	土壤容重参比对照增加率>30%	重度
7#堆渣区	压占、堆放	工矿废弃物	林、草地	土壤容重参比对照增加率>30%	重度
8#堆渣区	压占、堆放	工矿废弃物	林、草地	土壤容重参比对照增加率>30%	重度
9#堆渣区	压占、堆放	工矿废弃物	林、草地	土壤容重参比对照增加率>30%	重度



照片 3-19 1#堆渣区现状



照片 3-20 2#堆渣区现状



照片 3-21 3#、4#堆渣区现状



照片 3-22 5#堆渣区现状



照片 3-23 7-9#堆渣区现状

2、办公生活区

根据现场勘查，办公生活区位于矿山东侧乡村公路两侧，场地占地面积 0.4984hm^2 。主要为历史期采矿工人生活办公区。现状场地坡度小于 $2-5^\circ$ ，场地分 3 个地块，总分布 4 栋建筑，为单层砖混结构房屋。根据现场勘查结合土地利用现状图（二调调），该场地现状地类为水浇地 0.1371hm^2 ，其他草地 0.2057hm^2 ，采矿用地 0.1556hm^2 ；根据现场勘查结合土地利用现状图（三调），该场地现状地类为灌木林地 0.0723hm^2 ，采矿用地 0.2776hm^2 ，城镇住宅用地 0.1485hm^2 。主要损毁方式为压占，损毁程度轻度。

表 3-13 办公生活区土地利用现状（二调）地类统计表 单位： hm^2

地块名称	现状地类			合计	损毁类型
	01 耕地	04 草地	06 工矿仓储用地		
	012 水浇地	043 其他草地	062 采矿用地		
办公生活区	0.1371	0.2057	0.1556	0.4984	压占

表 3-14 办公生活区土地利用现状（三调）地类统计表 单位： hm^2

地块名称	现状地类			合计	损毁类型
	03 林地	06 工矿仓储用地	07 住宅用地		
	0305 灌木林地	0602 采矿用地	0701 城镇住宅用地		
办公生活区	0.0723	0.2776	0.1485	0.4984	压占

表 3-15 办公生活区损毁土地程度分析表

地块名称	损毁评价指标				
	损害类型	损害活动	破坏地类	硬化情况	损害程度
办公生活区	压占、硬化	建房	林地	采用混凝土硬化，厚度 10cm	轻度



照片 3-24 办公生活区现状



照片 3-25 办公生活区现状

3、变电站

根据现场勘查，变电站位于三家厂矿南东侧约 300m 处，场地占地面积 0.1736hm²。主要设置变电站。现状场地坡度小于 2-5°。根据现场勘查结合土地利用现状图（二调），该场地现状地类为公共设施用地。根据现场勘查结合土地利用现状图（三调），该场地现状地类为科教文卫用地。主要损毁方式为压占，损毁程度轻度。

表 3-16 变电站土地利用现状（二调）地类统计表 单位：hm²

损毁单元	现状地类		合计	损毁类型
	08 公共管理与公共服务用地			
	086 公共设施用的			
变电站	0.1736		0.1736	压占

表 3-17 变电站土地利用现状（三调）地类统计表 单位：hm²

损毁单元	现状地类		合计	损毁类型
	08 公共管理与公共服务用地			
	08H2 科教文卫用地			
变电站	0.1736		0.1736	压占

表 3-18 变电站损毁土地程度分析表

地块名称	损毁评价指标				
	损害类型	损害活动	破坏地类	硬化情况	损害程度
变电站	压占、硬化	建房	科教文卫用地	采用混凝土硬化，厚度 10cm	轻度



照片 3-26 变电站场地损毁土地现状

4、坑口工业场地

根据现场勘查，坑口工业场地分布 2 处，1#坑口工业场地位于三家厂矿矿区拐点 9 东侧，场地占地面积 0.4938hm^2 。主要为以往坑口建筑设施用的。现状坑口已封堵。场地坡度小于 $2-5^\circ$ 场地分布 2 栋建筑，为单层砖混结构房屋；2#坑口工业场地位于凤山矿矿区拐点 1 西侧，场地占地面积 1.9231hm^2 。主要为以往坑口建筑设施用的。现状坑口已封堵。场地坡度 $2-5^\circ$ ，边坡坡度约 70° ，场地内五建筑设施分布。根据现场勘查结合土地利用现状图（二调），坑口工业场地状地类为灌木林地 0.0094hm^2 ，其他草地 0.0079hm^2 ，裸土地 1.8588hm^2 ，裸岩石砾地 1.9137hm^2 。根据现场勘查结合土地利用现状图（三调），坑口工业场地状地类为灌木林地 0.4879hm^2 ，其他草地 0.0194hm^2 ，采矿用地 0.0472hm^2 ，农村道路 0.0036hm^2 ，裸土地 1.8588hm^2 。主要损毁方式为压占，损毁程度轻度。各场地地类及损毁程度

见下表。

表 3-19 坑口工业场地土地利用现状（二调）地类统计表 单位：hm²

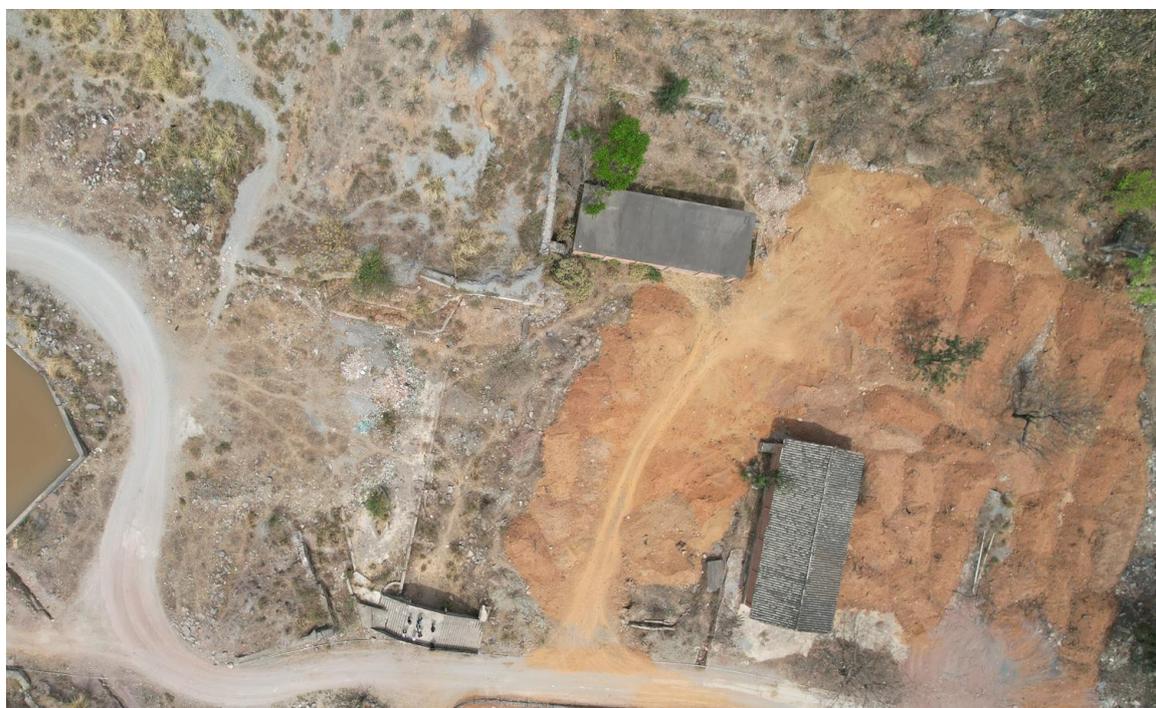
地块名称	现状地类				总面积	损毁方式
	03 林地	04 草地	127 裸地			
	032 灌木林地	043 其他草地	1271 裸土地	1272 裸岩石砾地		
1#坑口工业场地		0.0079	0.4859		0.4938	压占
2#坑口工业场地	0.0094			1.9137	1.9231	压占
合计	0.0094	0.0079	0.4859	1.9137	2.4169	

表 3-20 坑口工业场地土地利用现状（三调）地类统计表 单位：hm²

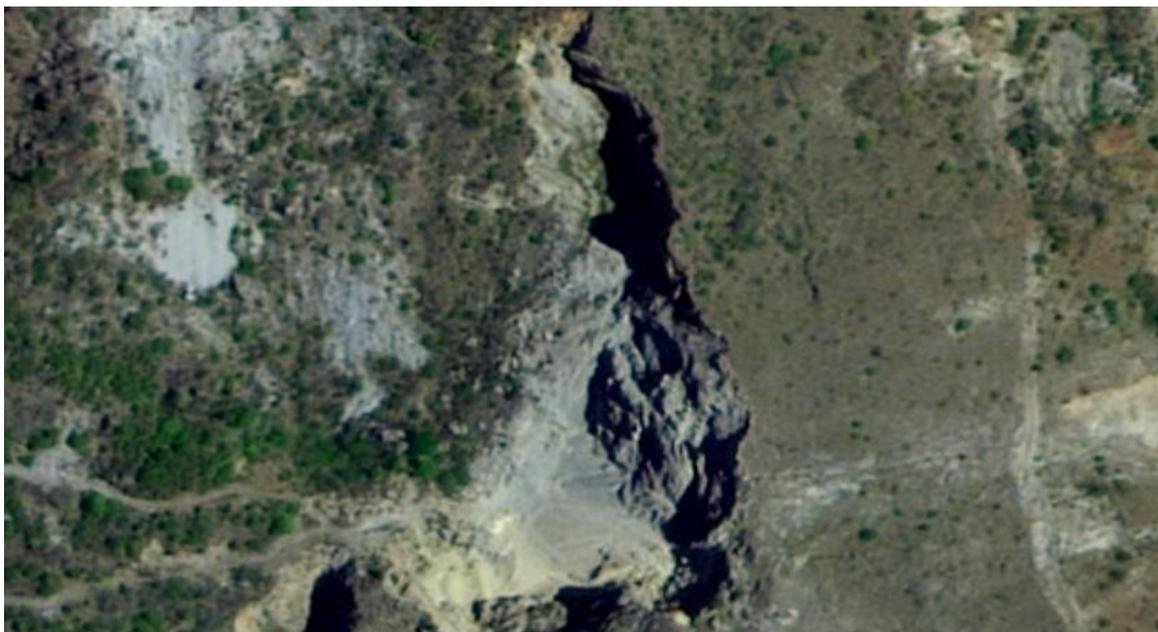
地块名称	现状地类					总面积	损毁方式
	03 林地	04 草地	06 工矿仓储用地	10 交通运输用地	12 其他土地		
	0305 灌木林地	0404 其他草地	0602 采矿用地	1006 农村道路	1206 裸土地		
1#坑口工业场地	0.4236	0.0194	0.0472	0.0036		0.4938	压占
2#坑口工业场地	0.0643				1.8588	1.9231	压占
合计	0.4879	0.0194	0.0472	0.0036	1.8588	2.4169	

表 3-21 坑口工业场地损毁土地程度分析表

地块名称	损毁评价指标				
	损害类型	损害活动	破坏地类	硬化情况	损害程度
坑口工业场地	压占、硬化	建房	林、草地	采用混凝土硬化，厚度 10cm	轻度



照片 3-27 1#工业场地损毁土地现状



照片 3-28 2#工业场地损毁土地现状

5、废弃房屋场地

根据现场勘查，废弃房屋建筑场地位于凤山矿矿区拐点 1 东侧约 330m 处，该房屋为矿山历史期坑口平台建筑，还未拆除，现状该房屋已破损局部已倒塌。场地地形坡度 2-5°。根据现场勘查结合土地利用现状图（二调），破碎房屋场地现状地类为灌木林地 0.0042hm²，农村宅基地 0.0142hm²。根据现场勘查结合土地利用现状图（三调），破碎房屋场地现状地类为灌木林地 0.0110hm²，其他林地 0.0051hm²，农村道路 0.0023hm²。主要损毁方式为压占，损毁程度轻度。

表 3-22 废弃房屋场地土地利用现状（二调）地类统计表 单位：hm²

地块名称	现状地类		合计	损毁类型
	03 林地	07 住宅用地		
	032 灌木林地	072 农村宅基地		
废弃房屋场地	0.0042	0.0142	0.0184	压占

表 3-23 废弃房屋场地土地利用现状（三调）地类统计表 单位：hm²

地块名称	现状地类			合计	损毁类型
	03 林地		10 交通运输用地		
	0305 灌木林地	0307 其他林地	1006 农村道路		
废弃房屋场地	0.0110	0.0051	0.0023	0.0184	压占

表 3-24 废弃房屋场地损毁土地程度分析表

地块名称	损毁评价指标				
	损害类型	损害活动	破坏地类	硬化情况	损害程度
废弃房屋场地	压占、硬化	建房	林、草地	采用混凝土硬化，厚度 10cm	轻度



照片 3-29 废弃房屋损毁土地现状

6、矿山道路

根据现场勘查，矿山道路大多为碎石路面。矿山道路宽约 4m，坡度约 2-8°，道路两侧边坡已长满杂草，部分路段可见基岩出露。矿山道路占地面积为 0.4701hm²。根据现场勘查结合土地利用现状图（二调），矿山道路破坏现状地类为灌木林地 0.1926hm²，农村宅基地 0.0034hm²，裸岩石砾地 0.2741hm²。根据现场勘查结合土地利用现状图（三调），已有矿山道路破坏现状地类为农村道路，主要损毁方式为压占，损毁程度轻度。

表 3-25 矿山道路土地利用现状（二调）地类统计表 单位：hm²

损毁单元	现状地类			合计	损毁类型
	03 林地	07 住宅用地	127 裸地		
	032 灌木林地	072 农村宅基地	1272 裸岩石砾地		
矿山道路	0.1926	0.0034	0.2741	0.4701	压占

表 3-26 矿山道路土地利用现状（三调）地类统计表 单位：hm²

损毁单元	现状地类	合计	损毁类型
	10 交通运输用地		

	1006 农村道路		
矿山道路	0.4701	0.4701	压占

表 3-27 矿山道路损毁土地程度分析表

地块名称	损毁评价指标				
	损害类型	损害活动	破坏地类	硬化情况	损害程度
矿山道路	压占、硬化	路面硬化	林、草地	采用砂石材料硬化，厚度<10cm	轻度



照片 3-30 矿山道路损毁土地现状

7、木材加工厂

根据现场勘查，木材加工厂位于凤山矿矿区拐点 1 南东侧约 800m 处河道边。改场地为历史期矿山修建的木材加工厂，用于支护坑道，现状部分设施还未拆除，部分设施已移交当地村民使用。该场地地形坡度 2-5°。根据现场勘查结合土地利用现状图（二调），地状地类为水田 0.0236hm²，其他草地 1.7838hm²。根据现场勘查结合土地利用现状图（三调），地状地类为采矿用地。主要损毁方式为压占，损毁程度轻度。

表 3-28 木材加工厂土地利用现状地类统计表 单位：hm²

地块名称	现状地类		合计	损毁类型
	01 耕地	04 草地		
	011 水田	043 其他草地		
木材加工厂	0.0236	1.7838	1.8074	压占

表 3-29 木材加工厂土地利用现状地类统计表 单位：hm²

地块名称	现状地类	合计	损毁类型
	06 工矿仓储用地		
	0602 采矿用地		
木材加工厂	1.8074	1.8074	压占

表 3-30 木材加工厂损毁土地程度分析表

地块名称	损毁评价指标				
	损害类型	损害活动	破坏地类	硬化情况	损害程度
木材加工厂	压占、硬化	建房	林、草地	采用混凝土硬化，厚度 10cm	轻度



照片 3-31 木材加工厂损毁土地现状

8、T₁-T₆ 塌陷区及塌陷影响区

根据现场勘查，T₁-T₆ 塌陷区及塌陷影响区主要为塌陷坑及塌陷灾害产生的碎石堆积区。目前塌陷坑及塌陷区域坡度 30-60°，该区域地表自然生长少量杂草。塌陷坑及影响区高度约 100-400m。

根据现场勘查结合土地利用现状图（二调），塌陷坑及塌陷影响区损毁土地总面积为 87.4432hm²，其中有林地 0.1800hm²，灌木林地 14.4296hm²，其他草地 5.6925hm²，裸土地 0.2501hm²，裸岩石砾地 66.8910hm²，损毁方式以塌陷损毁为主，其次为塌陷影响区的压占损毁，全部为重度损毁，各区域地类及损毁程度见下表 3-31。

根据现场勘查结合土地利用现状图（三调），塌陷坑及塌陷影响区损毁土地总面积为 87.4432hm^2 ，其中乔木林地 0.0489hm^2 ，灌木林地 7.1380hm^2 ，其他林地 0.0319hm^2 ，其他草地 6.5918hm^2 ，采矿用地 2.2722hm^2 ，裸土地 71.3604hm^2 ，损毁方式以塌陷损毁为主，其次为塌陷影响区的压占损毁，全部为中度—重度损毁，各区域地类及损毁程度见下表 3-32。

表 3-31 T₁-T₆ 塌陷坑及塌陷影响区损毁（二调）土地类型统计表

单位：hm²

地块名称	现状地类					总面积	损毁方式
	03 林地		04 草地	127 裸地			
	031 有林地	032 灌木林地	043 其他草地	1271 裸土地	1272 裸岩石砾地		
T ₁ 塌陷坑		2.4969	0.1623		13.3925	16.0517	塌陷
T ₁ 塌陷影响区	0.1800	2.8355	0.1753	0.2501	32.5806	36.0215	压占
T ₂ 塌陷坑					1.1897	1.1897	塌陷
T ₂ 塌陷影响区			0.2227		5.9855	6.2082	压占
T ₃ 塌陷坑		1.1159	0.2953		0.3784	1.7896	塌陷
T ₃ 塌陷影响区			3.9904		3.8571	7.8475	压占
T ₄ 塌陷坑		0.0060	0.7974			0.8034	塌陷
T ₅ 塌陷坑		3.7631	0.0132		2.0709	5.8472	塌陷
T ₅ 塌陷影响区		1.9288	0.0359		5.2237	7.1884	压占
T ₆ 塌陷坑		2.2834			2.2126	4.4960	塌陷
合计	0.1800	14.4296	5.6925	0.2501	66.8910	87.4432	

表 3-32 T₁-T₆ 塌陷坑及塌陷影响区损毁（三调）土地类型统计表

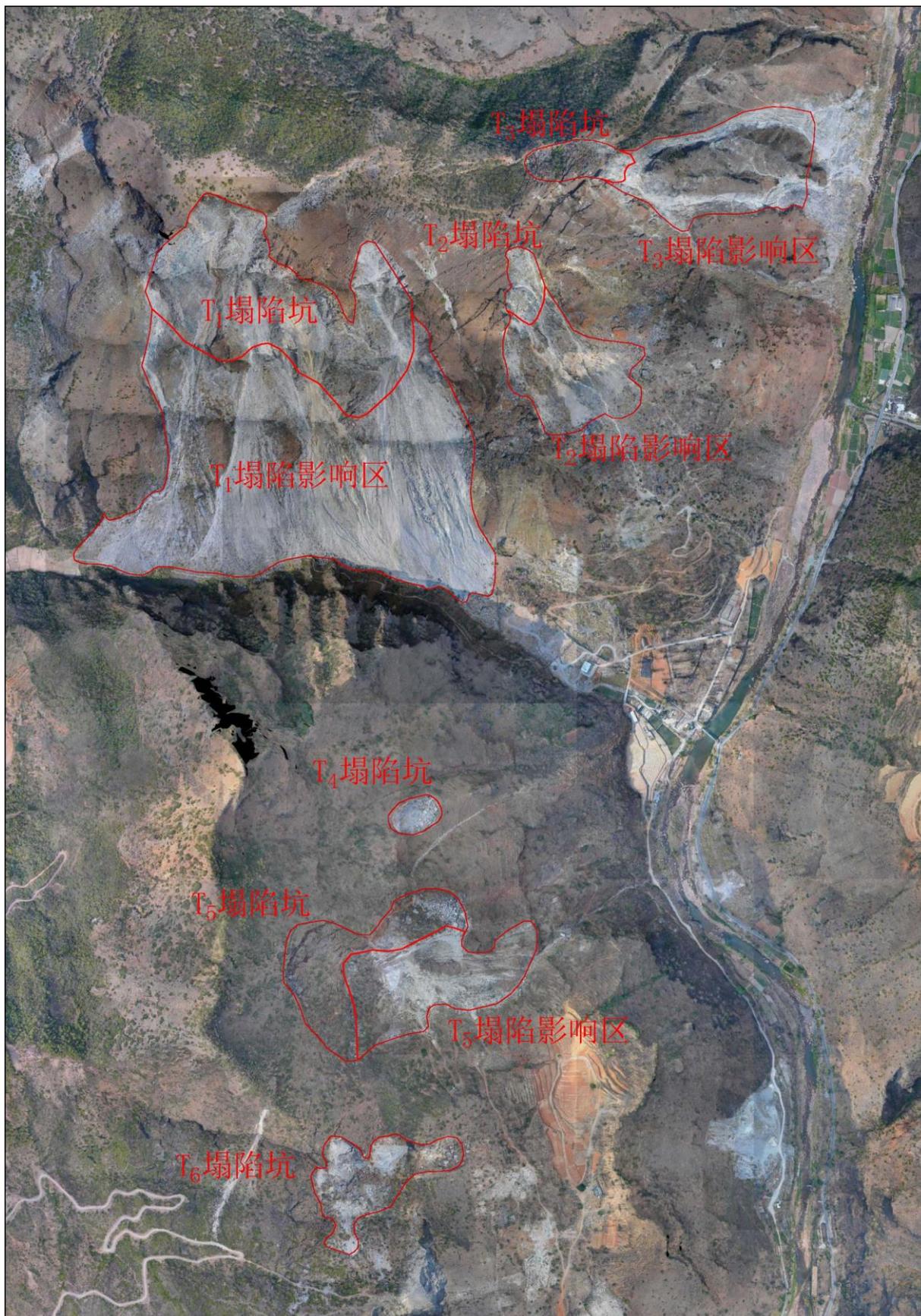
单位：hm²

地块名称	现状地类						总面积	损毁方式
	03 林地			04 草地	06 工矿仓储用地	12 其他土地		
	0301 乔木林地	0305 灌木林地	0307 其他林地	0404 其他草地	0602 采矿用地	1206 裸土地		
T ₁ 塌陷坑				0.2997		15.752	16.0517	塌陷
T ₁ 塌陷影响区	0.0489	0.0418		0.2591		35.6717	36.0215	压占
T ₂ 塌陷坑				0.009		1.1807	1.1897	塌陷

T ₂ 塌陷影响区				0.2149		5.9933	6.2082	压占
T ₃ 塌陷坑		1.0896		0.2505	0.0361	0.4134	1.7896	塌陷
T ₃ 塌陷影响区		0.0066		4.2201		3.6208	7.8475	压占
T ₄ 塌陷坑				0.8034			0.8034	塌陷
T ₅ 塌陷坑		3.7597		0.0514		2.0361	5.8472	塌陷
T ₅ 塌陷影响区		1.4345	0.0319	0.4837		5.2383	7.1884	压占
T ₆ 塌陷坑		0.8058			2.2361	1.4541	4.4960	塌陷
合计	0.0489	7.1380	0.0319	6.5918	2.2722	71.3604	87.4432	

表 3-33 T₁-T₆ 塌陷坑及塌陷影响区损毁土地程度分析表

地块名称	损毁评价指标				
	损害类型	损害活动	破坏地类	塌陷深度/侵入体含量	损害程度
T ₁ 塌陷坑	损毁、塌陷	采矿	林、草地	30-45m	重度
T ₁ 塌陷影响区	压占、堆放	采矿	林、草地	30cm 土体内侵入体含量<30%	中度
T ₂ 塌陷坑	损毁、塌陷	采矿	林、草地	60-70m	重度
T ₂ 塌陷影响区	压占、堆放	采矿	林、草地	30cm 土体内侵入体含量<30%	中度
T ₃ 塌陷坑	损毁、塌陷	采矿	林、草地	30-60m	重度
T ₃ 塌陷影响区	压占、堆放	采矿	林、草地	30cm 土体内侵入体含量<30%	中度
T ₄ 塌陷坑	损毁、塌陷	采矿	林、草地	30-60m	重度
T ₅ 塌陷坑	损毁、塌陷	采矿	林、草地	30-60m	重度
T ₅ 塌陷影响区	压占、堆放	采矿	林、草地	30cm 土体内侵入体含量<30%	中度
T ₆ 塌陷坑	损毁、塌陷	采矿	林、草地	20-35m	



照片 3-32 塌陷坑及塌陷影响区损毁土地现状

9、已损毁土地程度评价结果

三家厂矿、凤山矿现状已损毁土地面积 110.0292hm^2 。土地损毁类型主要以三调为主，其次参考损毁二调地类，为后期复垦提供依据。整体按土地利用现状（二调）类型统计，涉及水田 0.0236hm^2 ，水浇地 0.1371hm^2 ，有林地 0.1800hm^2 ，灌木林地 14.7423hm^2 ，其他草地 11.3476hm^2 ，采矿用地 4.2597hm^2 ，农村宅基地 0.0176hm^2 ，公共设施用的 0.1736hm^2 ，裸土地 2.05731hm^2 ，裸岩石砾地 76.5746hm^2 。

按土地利用现状（三调）类型统计，涉及乔木林地 0.0489hm^2 ，灌木林地 8.4752hm^2 ，其他林地 0.4965hm^2 ，其他草地 11.1432hm^2 ，采矿用地 10.8243hm^2 ，城镇住宅用地 0.1485hm^2 ，科教文卫用地 0.1736hm^2 ，农村道路 0.6659hm^2 ，裸土地 78.0711hm^2 。

按损毁土地类型统计，压占损毁土地 79.8516hm^2 ，塌陷损毁 30.1776hm^2 。

按损毁土地程度分析，轻度损毁 5.3848hm^2 ，中度损毁 57.2656hm^2 ，重度损毁 47.3788hm^2 。

已损毁土地利用现状见表 3-34、3-35。

表 3-34 矿山已损毁土地利用现状统计表（二调） 单位：hm²

地块名称	现状地类										总面积	损毁方式	损毁程度
	01 耕地		03 林地		04 草地	06 工矿仓储用地	07 住宅用地	08 公共管理与公共服务用地	127 裸地				
	011 水田	012 水浇地	031 有林地	032 灌木林地	043 其他草地	062 采矿用地	072 农村宅基地	086 公共设施用的	1271 裸土地	1272 裸岩石砾地			
1#堆渣区					1.4603					3.9499	5.4102	压占	重度
2#堆渣区					0.0351	4.1041					4.1392	压占	重度
3#堆渣区					1.3181					0.1783	1.4964	压占	重度
4#堆渣区									1.8371	0.1807	2.0178	压占	重度
5#堆渣区				0.0027						0.9206	0.9233	压占	重度
6#堆渣区					0.1465					0.5816	0.7281	压占	重度
7#堆渣区					0.5743					0.5588	1.1331	压占	重度
8#堆渣区				0.1038							0.1038	压占	重度
9#堆渣区					0.1234					1.1259	1.2493	压占	重度
办公生活区		0.1371			0.2057	0.1556					0.4984	压占	轻度
变电站								0.1736			0.1736	压占	轻度
1#坑口工业场地					0.0079				0.4859		0.4938	压占	轻度
2#坑口工业场地				0.0094						1.9137	1.9231	压占	轻度
废弃房屋场地				0.0042			0.0142				0.0184	压占	轻度
矿山道路				0.1926			0.0034			0.2741	0.4701	压占	轻度
木材加工厂	0.0236				1.7838						1.8074	压占	轻度
T ₁ 塌陷坑				2.4969	0.1623					13.3925	16.0517	塌陷	重度
T ₁ 塌陷影响区			0.1800	2.8355	0.1753				0.2501	32.5806	36.0215	压占	中度
T ₂ 塌陷坑										1.1897	1.1897	塌陷	重度
T ₂ 塌陷影响区					0.2227					5.9855	6.2082	压占	中度
T ₃ 塌陷坑				1.1159	0.2953					0.3784	1.7896	塌陷	重度
T ₃ 塌陷影响区					3.9904					3.8571	7.8475	压占	中度
T ₄ 塌陷坑				0.0060	0.7974						0.8034	塌陷	重度
T ₅ 塌陷坑				3.7631	0.0132					2.0709	5.8472	塌陷	重度
T ₅ 塌陷影响区				1.9288	0.0359					5.2237	7.1884	压占	中度
T ₆ 塌陷坑				2.2834						2.2126	4.4960	塌陷	重度
合计	0.0236	0.1371	0.1800	14.7423	11.3476	4.2597	0.0176	0.1736	2.5731	76.5746	110.0292		

表 3-35 矿山已损毁土地利用现状统计表（三调） 单位：hm²

地块名称	现状地类									总面积	损毁方式	损毁程度
	03 林地			04 草地	06 工矿仓储用地	07 住宅用地	08 公共管理与公共服务用地	10 交通运输用地	12 其他土地			
	0301 乔木林地	0305 灌木林地	0307 其他林地	0404 其他草地	0602 采矿用地	0701 城镇住宅用地	08H2 科教文卫用地	1006 农村道路	1206 裸土地			
1#堆渣区				0.5583					4.8519	5.4102	压占	重度
2#堆渣区			0.0827		4.0503			0.0062		4.1392	压占	重度
3#堆渣区				0.867	0.5252			0.1042		1.4964	压占	重度
4#堆渣区				0.4121	1.5965			0.0092		2.0178	压占	重度
5#堆渣区		0.0031		0.6723	0.2479					0.9233	压占	重度
6#堆渣区		0.6282	0.0999							0.7281	压占	重度
7#堆渣区			0.1279	1.0028				0.0024		1.1331	压占	重度
8#堆渣区			0.1038							0.1038	压占	重度
9#堆渣区		0.1167	0.0452	1.0195				0.0679		1.2493	压占	重度
办公生活区		0.0723			0.2776	0.1485				0.4984	压占	轻度
变电站							0.1736			0.1736	压占	轻度
1#坑口工业场地		0.4236		0.0194	0.0472			0.0036		0.4938	压占	轻度
2#坑口工业场地		0.0643							1.8588	1.9231	压占	轻度
废弃房屋场地		0.011	0.0051					0.0023		0.0184	压占	轻度
矿山道路场地								0.4701		0.4701	压占	轻度
木材加工厂					1.8074					1.8074	压占	轻度
T ₁ 塌陷坑				0.2997					15.752	16.0517	塌陷	重度
T ₁ 塌陷影响区	0.0489	0.0418		0.2591					35.6717	36.0215	压占	中度
T ₂ 塌陷坑				0.009					1.1807	1.1897	塌陷	重度
T ₂ 塌陷影响区				0.2149					5.9933	6.2082	压占	中度
T ₃ 塌陷坑		1.0896		0.2505	0.0361				0.4134	1.7896	塌陷	重度
T ₃ 塌陷影响区		0.0066		4.2201					3.6208	7.8475	压占	中度
T ₄ 塌陷坑				0.8034						0.8034	塌陷	重度
T ₅ 塌陷坑		3.7597		0.0514					2.0361	5.8472	塌陷	重度
T ₅ 塌陷影响区		1.4345	0.0319	0.4837					5.2383	7.1884	压占	中度
T ₆ 塌陷坑		0.8058			2.2361				1.4541	4.4960	塌陷	重度
合计	0.0489	8.4572	0.4965	11.1432	10.8243	0.1485	0.1736	0.6659	78.0711	110.0292		

3.4.2 矿山拟损毁土地分析

该矿山后续不再开采，无新建设施场地，矿山未来拟损毁土地 0hm^2 。

3.4.3 矿损毁土地汇总

本矿山以往开采损毁土地面积总计 110.0292hm^2 （其中已损毁土地面积 110.0292hm^2 、拟损毁土地面积为 0hm^2 ）。按土地利用现状（三调）类型统计，其中灌木林地 1.3192hm^2 ，其他林地 0.4646hm^2 ，其他草地 4.5514hm^2 ，采矿用地 8.5521hm^2 ，城镇住宅用地 0.1485hm^2 ，科教文卫用地 0.1736hm^2 ，农村道路 0.6659hm^2 ，裸土地 6.7107hm^2 ；按损毁土地方式统计，压占损毁土地 79.8516hm^2 ，塌陷损毁 30.1776hm^2 。按损毁土地程度分析，轻度损毁 5.3848hm^2 ，中度损毁 57.2656hm^2 ，重度损毁 47.3788hm^2 ，土地权属为易门县绿汁镇绿汁村民委员会、木厂村民委员会、竹子村民委员会所有。损毁土地面积汇总见表 3-36。

表 3-36 玉溪矿业有限公司三家厂矿、凤山矿损毁土地面积汇总表 (单位: hm²)

地块名称	现状地类									总面积	损毁方式	损毁程度
	03 林地			04 草地	06 工矿仓储用地	07 住宅用地	08 公共管理与公共服务用地	10 交通运输用地	12 其他土地			
	0301 乔木林地	0305 灌木林地	0307 其他林地	0404 其他草地	0602 采矿用地	0701 城镇住宅用地	08H2 科教文卫用地	1006 农村道路	1206 裸土地			
1#堆渣区				0.5583					4.8519	5.4102	压占	重度
2#堆渣区			0.0827		4.0503			0.0062		4.1392	压占	重度
3#堆渣区				0.867	0.5252			0.1042		1.4964	压占	重度
4#堆渣区				0.4121	1.5965			0.0092		2.0178	压占	重度
5#堆渣区		0.0031		0.6723	0.2479					0.9233	压占	重度
6#堆渣区		0.6282	0.0999							0.7281	压占	重度
7#堆渣区			0.1279	1.0028				0.0024		1.1331	压占	重度
8#堆渣区			0.1038							0.1038	压占	重度
9#堆渣区		0.1167	0.0452	1.0195				0.0679		1.2493	压占	重度
办公生活区		0.0723			0.2776	0.1485				0.4984	压占	轻度
变电站							0.1736			0.1736	压占	轻度
1#坑口工业场地		0.4236		0.0194	0.0472			0.0036		0.4938	压占	轻度
2#坑口工业场地		0.0643							1.8588	1.9231	压占	轻度
废弃房屋场地		0.011	0.0051					0.0023		0.0184	压占	轻度
矿山道路场地								0.4701		0.4701	压占	轻度
木材加工厂					1.8074					1.8074	压占	轻度
T ₁ 塌陷坑				0.2997					15.752	16.0517	塌陷	重度
T ₁ 塌陷影响区	0.0489	0.0418		0.2591					35.6717	36.0215	压占	中度
T ₂ 塌陷坑				0.009					1.1807	1.1897	塌陷	重度
T ₂ 塌陷影响区				0.2149					5.9933	6.2082	压占	中度
T ₃ 塌陷坑		1.0896		0.2505	0.0361				0.4134	1.7896	塌陷	重度
T ₃ 塌陷影响区		0.0066		4.2201					3.6208	7.8475	压占	中度
T ₄ 塌陷坑				0.8034						0.8034	塌陷	重度
T ₅ 塌陷坑		3.7597		0.0514					2.0361	5.8472	塌陷	重度
T ₅ 塌陷影响区		1.4345	0.0319	0.4837					5.2383	7.1884	压占	中度
T ₆ 塌陷坑		0.8058			2.2361				1.4541	4.4960	塌陷	重度
小计	0.0489	8.4572	0.4965	11.1432	10.8243	0.1485	0.1736	0.6659	78.0711	110.0292		
拟损毁	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0		
合计	0.0489	8.4572	0.4965	11.1432	10.8243	0.1485	0.1736	0.6659	78.0711	110.0292		

3.5 矿区范围内未损毁土地类型及面积

根据野外踏勘调查及套合易门县三调图纸数据，目前三家厂矿和凤山矿矿区范围内，未损毁土地 133.0212hm²，未损毁区土地类型及面积见下表 3-37。

表 3-37 三家厂矿与凤山矿区内未损毁区面积及地类统计表

一级地类	二级地类	矿山总面积 (hm ²)			已损毁面积 (hm ²)	未损毁面积 (hm ²)
		三家厂矿矿权范围	凤山矿矿权范围	合计		
03 林地	0301 乔木林地	19.4758	0.0814	19.5572	0.0462	19.511
	0305 灌木林地	4.0626	40.8430	44.9056	6.9705	37.9351
	0307 其他林地		0.8512	0.8512	0.0319	0.8193
04 草地	0404 其他草地	52.9771	18.6173	71.5944	4.9516	66.6428
06 工矿仓储用地	0602 采矿用地	0.0927	2.2837	2.3764	2.2596	0.1168
08 公共管理与公共服务用地	0809 公用设施用地	0.8238		0.8238		0.8238
10 交通运输用地	1006 农村道路	0.1420	0.1054	0.2474		0.2474
11 水域及水利设施用地	1101 河流水面	0.1434		0.1434		0.1434
12 其他土地	1206 裸土地	57.3521	9.2297	66.5818	59.8002	6.7816
合计		135.0695	72.0117	207.0812	74.0600	133.0212

3.6 复垦区与复垦责任范围

a) 复垦区面积

根据土地复垦方案编制规程（第一部分：通则）中对复垦区的定义，复垦区指生产建设项目损毁土地和永久性建设用地构成的区域。

根据易门县绿汁镇人民政府出具的“关于三家厂矿、凤山矿现有建筑物保护的情况说明”文件，三家厂矿和凤山矿矿山现状 1#坑口工业场地建筑区（0.0472hm²）、变电站（0.1736hm²）、办公生活区（0.4984hm²）为城镇住宅用地，涉及总面积为 0.7192hm²。

表 3-38 矿山地表设施去涉及易门县绿汁镇规划城镇住宅用地区情况说明表

序号	涉及矿山区域	面积 (m ²)	对应产权	不动产权证号	不动产单元号	宗地面积 (m ²)	资产用途	备注
1	1#坑口工业场地建筑区	472	易门县绿汁镇木厂村委会三家厂	云(2023)易门县不动产权第0001670号	530425103202GB00015W00000000	88987.82	城镇住宅用地	矿山3处设施区均位于规划城镇主要用地内
2	变电站	1736	易门县绿汁镇木厂村委会石灰厂	云(2023)易门县不动产权第0001671号	530425103202GB00018W00000000	1649.47	城镇住宅用地	
3	办公生活区	4984	易门县绿汁镇木厂村委会三家厂生活区	云(2023)易门县不动产权第0001647号	530425103202GB00017W00000000	9172.21	城镇住宅用地	
合计		7192						

本矿山为关闭矿山，依据项目土地损毁情况及现状分析结果，本项目复垦区面积为三家厂矿及凤山矿矿区范围及矿区外损毁区，总面积为243.0504hm²，其中矿山生产破坏损毁面积109.3100hm²，未破坏面积133.0212hm²，永久性用地面积0.7192hm²。

表 3-38 矿山复垦区面积统计表

单位：hm²

矿山名称	矿区内未损毁面积	采矿损毁破坏面积	永久用地面积	复垦区面积
云南达亚有色金属有限公司 三家厂矿、凤山矿	133.0212	109.3100	0.7192	243.0504

b) 复垦责任范围面积

复垦责任范围指复垦区中损毁土地及不再留续使用的永久性建设用地构成的区域。

根据现场调查及收集资料说明，本项目复垦区内1#坑口工业场地建筑区(0.0472hm²)、变电站(0.1736hm²)、办公生活区(0.4984hm²)等区域作为城镇住宅用地进行保留使用，共保留面积0.7192hm²，则复垦责任范围面积为242.3312hm²。

表3-39 复垦责任范围主要复垦单元界址点坐标表(2000国家大地坐标)

5#堆渣区					
拐点编号	X 坐标	Y 坐标	拐点编号	X 坐标	Y 坐标
Z01	2725460.53	34494576.26	Z09	2725453.55	34494680.93
Z02	2725452.58	34494597.33	Z10	2725489.64	34494689.23
Z03	2725415.60	34494633.29	Z11	2725504.64	34494659.78
Z04	2725386.02	34494655.66	Z12	2725505.94	34494632.07
Z05	2725382.69	34494667.89	Z13	2725510.01	34494591.05
Z06	2725390.78	34494681.87	Z14	2725492.83	34494590.17
Z07	2725402.22	34494687.91	Z15	2725493.23	34494581.33
Z08	2725430.95	34494681.71	Z16	2725484.98	34494565.83
4#堆渣区					
拐点编号	X 坐标	Y 坐标	拐点编号	X 坐标	Y 坐标
Z17	2725567.46	34494508.98	Z29	2725657.82	34494656.45
Z18	2725597.43	34494539.60	Z30	2725636.82	34494632.37
Z19	2725623.80	34494542.33	Z31	2725611.94	34494613.93
Z20	2725676.68	34494523.43	Z32	2725593.43	34494625.89
Z21	2725705.53	34494526.69	Z33	2725586.35	34494617.58

Z22	2725723.09	34494523.44	Z34	2725587.96	34494604.68
Z23	2725740.38	34494539.09	Z35	2725568.02	34494591.02
Z24	2725746.60	34494568.55	Z36	2725550.17	34494588.81
Z25	2725728.47	34494606.17	Z37	2725534.12	34494592.77
Z26	2725711.28	34494639.01	Z38	2725524.33	34494591.77
Z27	2725692.74	34494666.84	Z39	2725525.38	34494564.07
Z28	2725681.41	34494673.44			
3#堆渣区					
拐点编号	X 坐标	Y 坐标	拐点编号	X 坐标	Y 坐标
Z39	2725883.84	34494480.85	Z45	2725795.30	34494591.92
Z40	2725936.16	34494497.21	Z46	2725764.30	34494572.32
Z41	2725953.41	34494515.97	Z47	2725760.80	34494549.92
Z42	2725956.99	34494543.86	Z48	2725765.83	34494529.88
Z43	2725901.98	34494575.62	Z49	2725788.54	34494538.12
Z44	2725826.48	34494607.85	Z50	2725840.26	34494504.29
6#堆渣区					
拐点编号	X 坐标	Y 坐标	拐点编号	X 坐标	Y 坐标
Z51	2726147.95	34495038.21	Z59	2726221.01	34495116.19
Z52	2726171.78	34495035.86	Z60	2726188.81	34495148.21
Z53	2726176.54	34495056.51	Z61	2726158.21	34495146.09
Z54	2726209.96	34495055.71	Z62	2726148.89	34495127.21
Z55	2726234.12	34495065.20	Z63	2726162.25	34495088.51
Z56	2726246.57	34495066.69	Z64	2726163.23	34495074.08
Z57	2726252.41	34495076.09	Z65	2726147.47	34495065.29
Z58	2726251.87	34495094.33			
7#堆渣区					
拐点编号	X 坐标	Y 坐标	拐点编号	X 坐标	Y 坐标
Z65	2726207.51	34494931.62	Z74	2726406.56	34494963.55
Z66	2726233.39	34494915.75	Z75	2726389.74	34494977.07
Z67	2726276.20	34494914.11	Z76	2726353.22	34494986.23
Z68	2726323.52	34494906.74	Z77	2726300.00	34494982.57
Z69	2726360.35	34494925.76	Z78	2726264.13	34494979.08
Z70	2726370.31	34494913.47	Z79	2726252.48	34494989.26
Z71	2726380.67	34494916.82	Z80	2726235.03	34494973.69
Z72	2726390.82	34494954.48	Z81	2726222.98	34494947.16
Z73	2726403.49	34494953.67			
8#堆渣区					
拐点编号	X 坐标	Y 坐标	拐点编号	X 坐标	Y 坐标
Z82	2726361.97	34494989.22	Z86	2726353.73	34495033.32
Z83	2726365.67	34495002.76	Z87	2726339.44	34495020.64
Z84	2726375.65	34495023.77	Z88	2726345.45	34495004.91

Z85	2726361.53	34495032.82	Z89	2726346.72	34494989.49
9#堆渣区					
拐点编号	X 坐标	Y 坐标	拐点编号	X 坐标	Y 坐标
Z90	2726397.81	34494797.67	Z95	2726483.52	34494937.85
Z91	2726490.47	34494788.56	Z96	2726444.48	34494943.51
Z92	2726506.72	34494822.70	Z97	2726430.59	34494898.35
Z93	2726497.97	34494872.48	Z98	2726431.16	34494867.18
Z94	2726513.93	34494919.92	Z99	2726406.55	34494849.69
2#堆渣区					
拐点编号	X 坐标	Y 坐标	拐点编号	X 坐标	Y 坐标
Z100	2726569.18	34495321.45	Z114	2726390.06	34495521.09
Z101	2726603.35	34495326.40	Z115	2726389.47	34495526.74
Z102	2726623.07	34495380.67	Z116	2726347.70	34495520.35
Z103	2726683.44	34495439.32	Z117	2726344.04	34495494.74
Z104	2726738.24	34495473.56	Z118	2726376.39	34495486.24
Z105	2726755.11	34495479.14	Z119	2726369.42	34495467.91
Z106	2726754.03	34495504.30	Z120	2726416.98	34495439.71
Z107	2726738.89	34495511.94	Z121	2726433.06	34495445.01
Z108	2726701.55	34495524.07	Z122	2726459.29	34495450.25
Z109	2726663.76	34495528.29	Z123	2726481.82	34495422.24
Z110	2726618.74	34495527.13	Z124	2726482.29	34495392.87
Z111	2726567.05	34495528.79	Z125	2726495.20	34495388.41
Z112	2726497.30	34495527.86	Z126	2726537.95	34495385.83
Z113	2726434.07	34495520.47			
1#堆渣区					
拐点编号	X 坐标	Y 坐标	拐点编号	X 坐标	Y 坐标
Z117	2728510.14	34495511.37	Z126	2728941.20	34495647.32
Z118	2728546.32	34495585.23	Z127	2728973.88	34495677.05
Z119	2728619.22	34495584.41	Z128	2728967.36	34495721.71
Z120	2728646.41	34495595.95	Z129	2728866.49	34495705.34
Z121	2728692.82	34495544.30	Z130	2728748.44	34495678.27
Z122	2728740.14	34495533.33	Z131	2728671.80	34495655.58
Z123	2728775.84	34495529.72	Z132	2728600.05	34495641.82
Z124	2728839.48	34495535.34	Z133	2728485.88	34495633.22
Z125	2728911.42	34495562.19	Z134	2728474.42	34495611.36
1#坑口工业场地					
拐点编号	X 坐标	Y 坐标	拐点编号	X 坐标	Y 坐标
G01	2727691.14	34495115.21	G09	2727737.50	34495210.01
G02	2727705.03	34495117.11	G10	2727696.28	34495224.65
G03	2727715.02	34495148.31	G11	2727678.00	34495159.52
G04	2727729.29	34495144.87	G12	2727682.94	34495158.34

G05	2727734.90	34495165.22	G13	2727679.67	34495143.48
G06	2727739.54	34495164.02	G14	2727671.52	34495144.25
G07	2727745.01	34495185.11	G15	2727664.07	34495130.87
G08	2727743.72	34495200.35			
2#坑口工业场地					
拐点编号	X 坐标	Y 坐标	拐点编号	X 坐标	Y 坐标
G01	2726206.138	34494599.63	G13	2726282.188	34494730.34
G02	2726222.578	34494605.44	G14	2726253.082	34494739.02
G03	2726217.78	34494626.67	G15	2726234.445	34494732.69
G04	2726237.58	34494639.56	G16	2726209.362	34494732.34
G05	2726273.565	34494646.75	G17	2726199.077	34494727.07
G06	2726294.388	34494645.28	G18	2726189.852	34494732.91
G07	2726342.668	34494654.68	G19	2726169.769	34494728.66
G08	2726393.664	34494660.79	G20	2726163.206	34494713.3
G09	2726394.133	34494688.69	G21	2726165.081	34494696.76
G10	2726379.105	34494700.66	G22	2726155.353	34494688.91
G11	2726346.379	34494707.95	G23	2726149.919	34494644.44
G12	2726322.717	34494707.21	G24	2726159.706	34494633.41
PD2 工业场地					
拐点编号	X 坐标	Y 坐标	拐点编号	X 坐标	Y 坐标
C01	2725578.886	34495132.25	C13	2725777.014	34495351.5
C02	2725627.122	34495189.02	C14	2725742.68	34495317.86
C03	2725655.169	34495172.35	C15	2725716.392	34495311.95
C04	2725709.983	34495220.33	C16	2725635.537	34495235.53
C05	2725723.497	34495240.81	C17	2725555.132	34495152.88
C06	2725751.085	34495247.3	C18	2725560.085	34495112.24
C07	2725768.74	34495273.87	C19	2725552.877	34495100.11
C08	2725796.282	34495326.2	C20	2725579.872	34495080.03
C09	2725826.31	34495339.01	C21	2725582.868	34495086.29
C10	2725839.173	34495335.83	C22	2725571.71	34495097.14
C11	2725870.502	34495361.5	C23	2725574.599	34495100.11
C12	2725849.536	34495386.76			
T1 塌陷坑及塌陷影响区					
拐点编号	X 坐标	Y 坐标	拐点编号	X 坐标	Y 坐标
T01	2727897.44	34493896.95	T76	2728436.27	34494674.46
T02	2727891.05	34493900.21	T77	2728448.01	34494663.94
T03	2727884.46	34493913.78	T78	2728458.29	34494659.29
T04	2727882.05	34493930.17	T79	2728481.04	34494661.49
T05	2727881.68	34493953.65	T80	2728614.75	34494577.29
T06	2727876.91	34493982.58	T81	2728618.17	34494559.48
T07	2727868.28	34493999.89	T82	2728606.90	34494545.56

T08	2727859.51	34494023.43	T83	2728582.97	34494537.99
T09	2727856.89	34494046.82	T84	2728562.73	34494533.35
T10	2727857.82	34494053.90	T85	2728529.25	34494524.04
T11	2727863.51	34494067.29	T86	2728512.91	34494520.39
T12	2727871.81	34494079.14	T87	2728497.80	34494530.63
T13	2727875.97	34494087.91	T88	2728481.46	34494533.56
T14	2727875.81	34494110.61	T89	2728445.86	34494530.63
T15	2727870.89	34494138.31	T90	2728431.72	34494527.95
T16	2727863.81	34494176.17	T91	2728436.60	34494516.73
T17	2727860.87	34494219.02	T92	2728452.20	34494507.21
T18	2727856.88	34494240.87	T93	2728480.00	34494497.21
T19	2727852.57	34494264.73	T94	2728501.70	34494484.04
T20	2727854.41	34494302.12	T95	2728513.40	34494467.70
T21	2727860.61	34494319.97	T96	2728520.96	34494453.06
T22	2727875.65	34494342.08	T97	2728528.27	34494425.26
T23	2727887.18	34494360.87	T98	2728532.01	34494407.85
T24	2727892.86	34494380.83	T99	2728545.67	34494397.12
T25	2727900.69	34494422.74	T100	2728557.86	34494383.22
T26	2727896.08	34494461.80	T101	2728568.34	34494355.41
T27	2727893.78	34494485.29	T102	2728582.97	34494337.61
T28	2727880.23	34494501.64	T103	2728597.53	34494340.59
T29	2727872.86	34494517.91	T104	2728619.35	34494335.91
T30	2727866.26	34494538.95	T105	2728639.21	34494325.39
T31	2727868.11	34494576.87	T106	2728651.29	34494332.40
T32	2727847.20	34494625.61	T107	2728673.49	34494332.01
T33	2727837.23	34494660.00	T108	2728683.04	34494324.09
T34	2727832.33	34494684.44	T109	2728694.38	34494286.62
T35	2727826.67	34494690.87	T110	2728710.99	34494240.13
T36	2727825.13	34494700.38	T111	2728721.10	34494223.03
T37	2727827.15	34494708.73	T112	2728727.12	34494197.02
T38	2727830.70	34494717.37	T113	2728723.03	34494189.07
T39	2727830.70	34494724.76	T114	2728709.79	34494179.19
T40	2727827.53	34494733.40	T115	2728680.34	34494157.97
T41	2727816.02	34494748.66	T116	2728651.93	34494150.26
T42	2727802.38	34494761.68	T117	2728632.33	34494126.00
T43	2727794.03	34494775.12	T118	2728596.07	34494086.03
T44	2727796.62	34494783.85	T119	2728503.08	34494058.48
T45	2727802.57	34494787.59	T120	2728463.59	34494073.44
T46	2727810.63	34494789.03	T121	2728412.78	34494069.10
T47	2727815.91	34494795.27	T122	2728365.32	34494058.55
T48	2727816.01	34494798.73	T123	2728333.92	34494050.40

T49	2727812.46	34494816.68	T124	2728280.99	34494071.74
T50	2727808.91	34494833.29	T125	2728231.43	34494095.62
T51	2727812.07	34494840.29	T126	2728120.82	34494112.39
T52	2727824.09	34494844.33	T127	2728073.05	34494105.48
T53	2727845.45	34494848.59	T128	2728054.94	34494099.78
T54	2727869.51	34494848.84	T129	2728048.68	34494093.43
T55	2727892.02	34494849.82	T130	2728046.56	34494077.64
T56	2727907.67	34494848.84	T131	2728029.61	34494055.58
T57	2727936.30	34494831.22	T132	2728007.99	34494043.56
T58	2727967.46	34494811.87	T133	2728000.17	34494029.68
T59	2728007.82	34494797.67	T134	2727994.02	34494011.04
T60	2728045.13	34494793.02	T135	2727987.79	34494002.82
T61	2728083.05	34494796.69	T136	2727983.95	34493987.97
T62	2728121.05	34494801.62	T137	2727981.94	34493978.27
T63	2728160.93	34494802.35	T138	2727984.71	34493973.24
T64	2728198.45	34494791.04	T139	2727990.35	34493968.87
T65	2728237.84	34494771.95	T140	2727994.65	34493966.57
T66	2728264.36	34494758.45	T141	2727996.07	34493964.17
T67	2728292.49	34494746.70	T142	2727995.45	34493961.77
T68	2728320.87	34494729.57	T143	2727989.73	34493961.11
T69	2728328.05	34494725.87	T144	2727984.88	34493961.99
T70	2728344.20	34494718.28	T145	2727971.59	34493952.87
T71	2728358.63	34494708.00	T146	2727958.55	34493941.93
T72	2728374.29	34494701.15	T147	2727937.91	34493922.92
T73	2728396.64	34494702.12	T148	2727918.21	34493904.24
T74	2728408.87	34494699.18	T149	2727907.81	34493897.56
T75	2728423.06	34494689.88	T150	2727897.44	34493896.95
T2 塌陷坑及塌陷影响区					
拐点编号	X 坐标	Y 坐标	拐点编号	X 坐标	Y 坐标
T01	2728599.20	34494920.33	T32	2728263.60	34494922.84
T02	2728597.52	34494924.40	T33	2728264.60	34494909.32
T03	2728589.67	34494935.85	T34	2728272.86	34494891.04
T04	2728571.41	34494942.61	T35	2728291.38	34494879.02
T05	2728515.11	34494961.92	T36	2728309.40	34494876.77
T06	2728451.81	34495003.03	T37	2728328.42	34494876.02
T07	2728414.81	34495025.96	T38	2728358.81	34494867.01
T08	2728399.94	34495057.34	T39	2728392.60	34494866.76
T09	2728391.89	34495097.17	T40	2728417.63	34494872.77
T10	2728384.65	34495157.92	T41	2728432.38	34494881.84
T11	2728375.81	34495184.48	T42	2728445.37	34494884.81
T12	2728358.19	34495187.68	T43	2728451.16	34494882.00

T13	2728344.61	34495176.61	T44	2728459.92	34494875.42
T14	2728325.75	34495156.24	T45	2728472.28	34494871.66
T15	2728306.25	34495152.21	T46	2728480.61	34494871.67
T16	2728285.38	34495178.62	T47	2728489.06	34494871.67
T17	2728271.80	34495179.87	T48	2728497.67	34494871.51
T18	2728246.16	34495177.36	T49	2728503.77	34494874.95
T19	2728226.55	34495161.51	T50	2728505.65	34494877.30
T20	2728214.23	34495135.86	T51	2728510.19	34494884.19
T21	2728214.23	34495114.98	T52	2728516.85	34494885.69
T22	2728224.86	34495096.56	T53	2728531.67	34494879.06
T23	2728205.55	34495061.17	T54	2728549.02	34494875.74
T24	2728186.73	34495043.86	T55	2728573.44	34494879.44
T25	2728179.21	34495014.24	T56	2728583.87	34494872.13
T26	2728176.20	34494987.14	T57	2728591.80	34494873.67
T27	2728177.20	34494969.82	T58	2728597.45	34494878.39
T28	2728184.22	34494961.04	T59	2728602.52	34494890.97
T29	2728196.01	34494958.53	T60	2728605.73	34494901.51
T30	2728233.57	34494941.62	T61	2728599.20	34494920.33
T31	2728254.84	34494933.35			
T3 塌陷坑及塌陷影响区					
拐点编号	X 坐标	Y 坐标	拐点编号	X 坐标	Y 坐标
T01	2728699.79	34495528.58	T26	2728812.83	34494920.21
T02	2728698.14	34495519.12	T27	2728824.26	34494935.03
T03	2728693.16	34495511.16	T28	2728835.27	34494971.02
T04	2728690.01	34495498.22	T29	2728849.30	34495031.73
T05	2728695.39	34495486.72	T30	2728848.03	34495070.27
T06	2728692.85	34495459.62	T31	2728839.14	34495102.03
T07	2728684.39	34495438.45	T32	2728824.32	34495131.25
T08	2728679.73	34495399.06	T33	2728824.32	34495166.39
T09	2728680.16	34495330.46	T34	2728849.72	34495207.47
T10	2728670.43	34495298.21	T35	2728857.34	34495260.40
T11	2728653.92	34495289.31	T36	2728867.92	34495318.84
T12	2728642.50	34495285.50	T37	2728886.54	34495359.92
T13	2728640.38	34495271.10	T38	2728912.40	34495410.58
T14	2728650.96	34495252.05	T39	2728924.58	34495473.86
T15	2728678.90	34495219.44	T40	2728922.76	34495510.86
T16	2728704.72	34495195.73	T41	2728922.76	34495510.86
T17	2728731.01	34495135.52	T42	2728911.93	34495561.89
T18	2728759.50	34495090.44	T43	2728885.48	34495571.54
T19	2728765.00	34495054.02	T44	2728846.18	34495569.51
T20	2728761.19	34495031.15	T45	2728793.11	34495560.60

T21	2728753.57	34494996.43	T46	2728770.01	34495553.30
T22	2728756.11	34494963.82	T47	2728749.22	34495552.10
T23	2728759.50	34494943.50	T48	2728739.50	34495553.72
T24	2728771.35	34494925.29	T49	2728721.27	34495554.13
T25	2728795.48	34494915.12	T50	2728693.33	34495544.01
T4 塌陷坑及塌陷影响区					
拐点编号	X 坐标	Y 坐标	拐点编号	X 坐标	Y 坐标
T01	2727355.69	34494700.51	T10	2727264.94	34494651.60
T02	2727353.42	34494709.80	T11	2727270.02	34494633.20
T03	2727341.85	34494724.87	T12	2727277.90	34494620.58
T04	2727323.98	34494734.86	T13	2727294.72	34494614.44
T05	2727308.74	34494735.56	T14	2727307.51	34494614.44
T06	2727293.32	34494727.15	T15	2727320.13	34494623.38
T07	2727285.09	34494713.13	T16	2727336.42	34494639.16
T08	2727271.24	34494693.67	T17	2727345.71	34494661.42
T09	2727263.71	34494669.48	T18	2727355.69	34494700.51
T5 塌陷坑及塌陷影响区					
拐点编号	X 坐标	Y 坐标	拐点编号	X 坐标	Y 坐标
T01	2727129.94	34494660.84	T31	2726878.28	34494744.28
T02	2727132.06	34494670.22	T32	2726876.36	34494717.39
T03	2727140.48	34494693.10	T33	2726867.41	34494706.19
T04	2727141.76	34494723.87	T34	2726849.17	34494701.38
T05	2727134.71	34494753.04	T35	2726826.13	34494705.23
T06	2727118.69	34494772.27	T36	2726815.57	34494694.34
T07	2727089.86	34494787.33	T37	2726810.29	34494662.27
T08	2727054.53	34494794.46	T38	2726801.66	34494633.82
T09	2727042.67	34494789.01	T39	2726784.71	34494584.87
T10	2727025.69	34494780.68	T40	2726749.53	34494545.52
T11	2727010.31	34494780.68	T41	2726748.26	34494518.34
T12	2726996.54	34494795.10	T42	2726778.29	34494475.51
T13	2726994.61	34494817.54	T43	2726801.30	34494458.25
T14	2726997.18	34494842.54	T44	2726833.62	34494427.22
T15	2727005.83	34494853.76	T45	2726867.49	34494416.35
T16	2727022.49	34494856.00	T46	2726900.94	34494400.34
T17	2727045.24	34494883.57	T47	2726926.75	34494378.35
T18	2727067.02	34494921.07	T48	2726952.56	34494376.43
T19	2727067.02	34494937.42	T49	2727021.78	34494384.42
T20	2727047.80	34494949.92	T50	2727045.68	34494393.99
T21	2727026.65	34494951.20	T51	2727060.03	34494410.88
T22	2727001.66	34494949.28	T52	2727068.95	34494468.27
T23	2726975.71	34494937.10	T53	2727061.03	34494495.11

T24	2726943.27	34494923.62	T54	2727036.18	34494546.43
T25	2726921.16	34494909.19	T55	2727035.86	34494573.53
T26	2726900.01	34494889.96	T56	2727054.69	34494589.51
T27	2726878.87	34494859.83	T57	2727069.41	34494598.81
T28	2726871.56	34494829.10	T58	2727095.22	34494621.77
T29	2726863.89	34494797.09	T59	2727112.75	34494626.55
T30	2726867.41	34494765.40	T60	2727129.94	34494660.84
T6 塌陷坑及塌陷影响区					
拐点编号	X 坐标	Y 坐标	拐点编号	X 坐标	Y 坐标
T01	2726577.85	34494485.49	T33	2726416.75	34494620.29
T02	2726575.29	34494508.35	T34	2726405.10	34494593.19
T03	2726562.91	34494529.19	T35	2726400.95	34494573.35
T04	2726549.72	34494547.89	T36	2726390.11	34494545.66
T05	2726539.82	34494554.68	T37	2726374.69	34494536.93
T06	2726529.00	34494558.53	T38	2726355.49	34494538.68
T07	2726526.07	34494568.98	T39	2726340.66	34494546.24
T08	2726529.74	34494571.73	T40	2726324.95	34494547.41
T09	2726535.79	34494572.83	T41	2726313.60	34494537.80
T10	2726553.93	34494575.03	T42	2726307.79	34494526.45
T11	2726565.48	34494581.45	T43	2726316.67	34494499.12
T12	2726574.18	34494593.17	T44	2726325.10	34494475.58
T13	2726578.07	34494615.46	T45	2726332.94	34494469.77
T14	2726582.39	34494631.61	T46	2726343.69	34494473.55
T15	2726577.94	34494642.01	T47	2726355.60	34494488.95
T16	2726571.99	34494648.87	T48	2726374.19	34494496.22
T17	2726564.90	34494664.11	T49	2726391.04	34494486.92
T18	2726557.65	34494687.72	T50	2726391.04	34494473.84
T19	2726559.00	34494708.25	T51	2726398.66	34494465.42
T20	2726568.99	34494725.81	T52	2726424.23	34494461.35
T21	2726576.55	34494749.59	T53	2726448.38	34494447.96
T22	2726573.04	34494770.39	T54	2726485.93	34494439.54
T23	2726557.65	34494781.20	T55	2726494.65	34494443.90
T24	2726535.78	34494784.44	T56	2726506.56	34494452.62
T25	2726517.95	34494780.66	T57	2726503.07	34494460.17
T26	2726507.69	34494771.75	T58	2726505.40	34494473.54
T27	2726500.28	34494758.39	T59	2726516.43	34494475.57
T28	2726497.16	34494733.65	T60	2726524.57	34494470.92
T29	2726496.35	34494704.47	T61	2726534.74	34494465.69
T30	2726491.49	34494676.91	T62	2726556.30	34494469.20
T31	2726474.42	34494655.55	T63	2726577.85	34494485.49
T32	2726451.12	34494641.57			

3.7 项目涉及“三区三线”情况

经向易门县自然资源局查询及出具结果，本项目区不涉及永久基本农田区域，不涉及生态保护红线、城镇开发边界，详见下图 3-5。



图 3-5 项目区与易门县三区三线叠加示意图

第四章 矿山地质环境治理与土地复垦可行性分析

4.1 矿山地质环境治理可行性分析

根据矿山地质环境现状，矿山地质环境治理措施及可行性描述如下：

(1) 全面性：结合项目区岩土体工程地质特征、矿山地质环境扰动破坏条件及存在的环境地质问题，矿山地质环境治理恢复工程主要以不稳定边坡防治、塌陷区监测为主，设计的矿山地质环境治理工程覆盖历史及现状矿业活动所诱发的矿山地质环境问题治理。通过对矿山的地质环境治理，能逐步改善项目区生态环境条件，恢复项目区原始环境背景，从而促进项目区周边的生态环境好转。

(2) 针对性：本次矿山地质环境治理恢复设计的矿山地质环境治理工程主要针对矿山存在的以下问题进行了治理：①由于塌陷坑基本位于山体斜坡顶部及陡立崖坎处，现状人工及机械无通行条件，其次该区域稳定性无法探知，故塌陷坑进行工程治理基本不可行。方案采取对塌陷坑的监测措施，确定塌陷区的稳定性，为后续治理工作提供依据；②通过不稳定边坡的挡墙及警示措施布置，有效控制地质灾害的发生，缓解边坡诱发地质灾害危害的可能性；③对塌陷影响区下游道路处设置防护网，减轻地质灾害的潜在威胁；④矿山周边主要路口布置警示牌，有效警示可能存在的危害；⑤项目实施后主要以变形监测为主，突出监测项目实施效果。方案所设计的各项治理工程都结合和现状矿山地质环境问题，采取的措施在消除地质灾害隐患的同时，对区域生态环境也会有有效的改善，总体针对性强。

(3) 适宜性：本矿山由于采坑历史悠久，历史采矿活动扰动对地形地貌的扰动力度较大，形成对区域地形地貌扰动破坏同时也是周边生态环境形成了较大的威胁，此次矿山地质环境治理恢复主要采取工程治理+警示、监测。项目塌陷区防护设计充分考虑了该区域的实际地形及工程地质特征，根据现状问题进行有针对性的设置相应的防护措施，并辅助植被措施；不

稳定边坡区域进行设置挡墙及警示牌进行地质灾害防治。方案针对不同的影响区分别采取不同的防治措施，在不同的区域采取不同的防治工程，所采取的措施适宜性强。

(4) 可靠性：本次矿山地质环境治理恢复的可靠性主要体现在以下几个方面：

①矿山地质环境治理恢复采取的工程治理措施能阻止地质灾害活动及地质环境的恶化趋势，逐步形成新的生态环境，逐步改善项目的生态环境背景，有助于矿区环境的良性循环。

②矿山地质环境治理恢复设计的监测工程，对项目实施阶段、运营阶段，分别采取有针对型的监测措施，设计采用 GNSS 监测站监测，加上人工巡查、人工量测等多种手段相结合的系统性监测措施，监测成果可靠，可为矿山地质环境综合治理提供依据；

③在矿山现状基础上，通过进一步的地形地貌重塑，采取各自适宜的防治措施，使项目区内的地质环境治理恢复措施更加具有可靠性；

(5) 可行性：

①工程区周边交通较便利，工程所需砂石料及土方运输较方便，从交通条件来看，利于项目实施，后续实施过程中，需要综合考虑运输条件的调度问题。

②项目实施过程会产生一定的废水、废气、噪声、固体废弃物等环境影响，同时也存在环境风险事故发生的可能。在建设单位认真落实各项污染防治和风险防范措施、加强环境管理的前提下，能够确保各污染因子稳定达标，环境风险也可控制在可接受范围内。

③从工程工艺的角度，项目实施过程中，按相关技术要求实施后，可进一步缓解区内脆弱的地质环境背景，减少地质灾害危害，项目实施可能性总体可行。

综上所述，方案设计的塌陷区防护、不稳定边坡挡墙、矿山监测、警示等地质环境治理恢复措施，从项目实施、控制、环境保护等角度论证，本项目可行。

4.2 矿山土地复垦可行性分析

土地适宜性评价是土地复垦利用方向决策和改良途径选择的基础。按照一般土地适宜性评价步骤，首先对损毁后土地利用状况做出预测或调查，建立针对性的评价体系，提出土地利用目标，通过评价体系与利用目标两者对比分析，调节利用目标或提高土地质量来完成土地适宜性评价工作。

4.2.1 评价的原则和依据

1、评价原则

a) 符合土地利用总体规划，并与其他规划相协调的原则。复垦时要充分考虑当地的土地利用总体规划，同时考虑林业规划、水资源规划以及生态规划等相关规划。使复垦方案更合理，与当地规划更协调。

b) 因地制宜的原则。在确定待复垦土地的利用方向时，应根据评价单元的自然条件、区位和损毁状况等因地制宜确定其适宜性，不能强求一致。在进行土地复垦适宜性评价时，要重点保护、恢复当地的生态环境。

c) 土地复垦耕地优先和综合效益最佳原则，在土地复垦过程中，必须耕地优先，同时考虑复垦后综合效益达到最好状态。

d) 主导性因素与综合平衡原则。影响待复垦土地利用方向的因素很多，包括自然条件、土壤性质、原来的利用类型、损毁状况和社会需求等多方面，但各种因素对土地复垦利用的影响程度不同，应选择其中的主导因素作为评价的主要依据。

e) 复垦后土地可持续利用原则。复垦土地时应考虑其持续利用性。

f) 经济可行、技术合理性原则。在确定待复垦土地的适合理性时，要考虑经济和技术的可行性，费用不能太高也不能达不到要求，工程设计时

应考虑当地能达到的技术条件。

g) 社会因素和经济因素相结合原则。待复垦土地的评价，一方面要考虑其自然属性（土地质量），同时也要考虑社会属性，如社会需要、资金来源等。在评价时应以自然属性为主来确定复垦方向，但也必须顾及社会属性的许可。

2、评价依据

a) 《土壤环境质量 农用地土壤污染风险管控标准（试行）》（GB15618-2018）；

b) 《土地复垦条例》2011年3月5日；

c) 《土地复垦技术标准》；

d) 《云南省土地开发整理项目工程建设标准》2006年10月。

4.2.2 评价范围确定

根据项目实际情况以及绿汁镇出具情况说明（附件16），矿山复垦评价范围为矿山复垦责任范围，面积为109.3100hm²。

4.2.3 评价单元划分

1、评价单元的划分原则

评价单元是土地适宜性评价的基本单元，是评价的具体对象。土地对农、林、牧业利用类型的适宜性和适宜程度及其地域分布状况，都是通过评价单元及其组合状况来反映的。评价单元的划分与确定应在遵循评价原则的前提下，根据评价区的具体情况来决定。划分的基本要求：单元内部性质相对均一或相近；单元之间具有差异性，能客观地反映出土地在一定时期和空间上的差异；具有一定的可比性。

项目区原土地利用类型主要为乔木林地、灌木林地、其他林地、其他草地、采矿用地、农村道路。在详细调查项目区土地资源的特性基础上，结合项目建设对土地资源的损毁情况来划定评价单元。

2、待复垦土地适宜性评价单元划分结果

根据损毁土地的可复垦性、损毁土地的方式、损毁土地地块的位置，本项目复垦适宜性评价单元划分为堆渣区（平台区、边坡区），坑口工业场地、废弃房屋、矿山道路、木材加工厂、T₁-T₆塌陷坑及塌陷影响区等共7个评价单元，具体见表4-1。

表 4-1 待复垦土地评价单元划分情况表

单元编号	评价单元		复垦单元概况			
	单元	区域	损毁主要地类		损毁方式及程度	面积 (hm ²)
			二调地类	三调地类		
单元 1	堆渣区	平台区	灌木林地、其他林地、裸岩石砾地	灌木林地、其他林地、其他草地、采矿用地、裸土地	挖损, 重度	0.4731
		边坡区				16.7281
单元 2	坑口工业场地	平台区	灌木林地、其他草地、裸岩石砾地	灌木林地、其他草地、采矿用地、裸土地	压占, 轻度	0.9393
		边坡区				1.4304
单元 3	废弃房屋场地		灌木林地、农村宅基地	灌木林地、其他林地、农村道路		0.0184
单元 4	矿山道路		灌木林地、岩石砾地	农村道路	压占, 轻度	0.4701
单元 5	木材加工厂		水田、其他草地	采矿用地	压占, 轻度	1.8074
单元 6	T ₁ -T ₆ 塌陷坑及塌陷影响区		灌木林地、其他草地、裸岩石砾地	灌木林地、其他草地、裸土地	塌陷、压占、中—重度	87.4432
合计						109.3100

4.2.4 土地适宜性评价方法及参评因素的选择

a) 土地复垦适宜性评价方法

根据本项目区实际情况，采用指数和法、极限条件法相结合的方法进行可行性评价，评定土地可行性的等级。

首先，在确定各参评因子权重的基础上，将每个单元针对各个不同参评因子等级指数分别乘以各自的权重值，然后进行累加，分别得到每个单元适宜类型的总分，最后根据总分的高低确定每个单元对各土地适宜类的可行性等级。

$$R_j = \sum_{i=1}^n a_i b_i$$

其计算公式为：

其中： R_j 表示第 j 个评价单元最后所得到的评价分数；

a_i 表示该评价单元在第 i 个评价因素的等级指数；

b_i 表示第 i 个评价因素所占的权重；

n 为参评因子的个数。

当某一因子受到很强烈的限制时，会严重影响这一评价单元对于所定用途的可行性。因此，还需要结合极限条件法进行评定，即只要评价单元的某一参评因子指标值为不适宜时，不论综合得分多高，都定为不适宜土地等级。

b) 评价因子选择

根据项目实际情况结合周边区域环境状况，本方案选出 9 项参评因子，分别为：土壤质地、地形坡度、土壤有机质含量、土地利用现状、PH 值、灌溉条件、排水条件、离居民点距离、有效土层厚度等组成。

4.2.5 参评因素指标和等级标准的确定

根据本项目损毁土地后的实际情况和复垦后的土地用途，参考《土地复垦技术标准》、《第二次全国土壤普查技术规范》、《农用地定级规程》

(TD/T1005~2003)、(TD/T1007~2003)等资料,确定选择土壤质地、地形坡度、土壤有机质含量、土地利用现状、PH值、灌溉条件、排水条件、离居民点距离、有效土层厚度等作为宜性评价的因子,评价本项目待复垦土地的宜水宜旱情况。90分以上为宜水田类,70~90分为宜旱地类,60~70分为宜林、宜园类,≤60分为宜草类(分值标准参考《耕地后备资源调查与评价技术规程》制定)。

表 4-2 各类参评单元适宜性评价一览表

一级指标	权重	二级指标	得分
土壤质地	0.1	壤土	100
		粘土、砂壤土	80
		重粘土、砂土	50
		砂质土、砾质	20
		石质	0
地形坡度(°)	0.12	<2	100
		2~5	80
		5~8	70
		8~15	50
		15~25	40
		>25	0
土壤有机质含量(%)	0.15	>4%	100
		4%~3%	80
		3%~2%	60
		2%~1%	50
		0.6~1%	40
		<0.6%	0
土地利用现状	0.15	平田	100
		梯田、平地、菜地	90
		梯地	80
		坡地、望天田	70
		园地	60
		林地	50
		牧草地、其他草地	40
		裸土地、裸岩石砾地	0
PH值	0.08	5-8	100
		4-5、8-9	80
		3-4、9-10	40
		<3或>10	0
灌溉条件	0.1	有稳定灌溉条件	100
		灌溉水源保证一般	80
		灌溉水源保证差	50
		无灌溉水源保证	0
排水条件	0.1	排水好	100
		排水一般	80

一级指标	权重	二级指标	得分
离居民点距离	0.1	排水差	50
		无	0
		<1km	100
		1km<5km	88
		5km<10km	50
有效土层厚度 (cm)	0.1	>10km	0
		>150	100
		100~150	80
		60~100	60
		30~60	40
		<30	0

说明：各分级标准参考《农用地分等定级规程（新）》。

4.2.6 土地适宜性评价

结合项目实际情况，在现在踏勘、查阅相关资料等工作的基础上对各适宜性评价单元各参评因子的情况进行分析和统计。本矿山适宜性评价单元各参评因子实施土地复垦措施（覆土、平整、施肥、修建截排水沟）后适宜性评价评价价值见表 4-3。

表 4-3 土地复垦措施实施后适宜性评价单元各参评因子情况分析统计表

评价单元参评因子情况		土壤质地	地形坡度 (°)	土壤有机质含量 (%)	土地利用现状	土壤 PH 值	灌溉条件	排水条件	离居民点距离	有效土层厚度 (cm)	总分	适宜地类
评价单元及因子情况	堆渣区平台区	壤土	2-10	1-2	灌木林地、其他林地	5.1~5.8	差	差	<2km	35		
	评分	10	8.4	7.5	7.5	8	5	5	8.8	4	64.2	宜林地
	堆渣区边坡区	砂土	40-60	0.5-1	灌木林地、其他林地	5.1~5.8	差	差	<2km	10		
	评分	5	0	6	7.5	8	5	5	8.8	0	45.3	宜草地
	坑口工业场地平台区	壤土	2-10	2-3	灌木林地、其他草地	5.1~5.8	差	差	<2km	60		
	评分	10	8.4	9	7.5	8	5	5	8.8	6	67.7	宜林地
	坑口工业场地边坡区	石质	70	0.5-1	灌木林地、其他草地	5.1~5.8	差	差	<2km	0		
	评分	0	0	6	7.5	8	5	5	8.8	0	40.3	宜草地
	废弃房屋场地	壤土	2-5	1-2	灌木林地、其他林地	5.1~5.8	差	差	<2km	35		
	评分	10	9.6	7.5	7.5	8	5	5	8.8	4	65.4	宜林地
	矿山道路	壤土	2-10	1-2	农村道路	5.1~5.8	差	差	<2km	35		
	评分	10	8.4	7.5	6	8	5	5	8.8	4	62.7	宜林地
	木材加工厂	壤土	2-5	2-3	采矿用地	5.1~5.8	差	差	<2km	60		
	评分	10	9.6	9	7.5	8	5	5	8.8	6	68.9	宜林地
	T ₁ -T ₆ 塌陷坑及塌陷影响区	砂土	30-60	0.5-1	灌木林地、其他草地	5.1~5.8	差	差	<2km	10		
	评分	5	0	6	7.5	8	5	5	8.8	0	45.3	宜草地

根据损毁土地单元的类型、损毁前土地基本特征及征求当地政府和群众意见的基础上，依据复垦适宜性评价，从地形重塑、土源保证、生态恢复、安全生产的角度分析，最终确定评价范围内待复垦土地复垦方向。

各单元复垦利用方向如表 4-4 所示。

表 4-4 复垦区适宜性评价结果表

单元编号	单元区域		损毁地类	复垦面积 (hm ²)	复垦利用方向
			三调地类		
单元 1	堆渣区	平台区	灌木林地、其他林地、其他草地、采矿用地、农村道路、裸土地	0.4731	乔木林地
		边坡区		16.7281	其他草地
单元 2	坑口工业场地	平台区	灌木林地、其他草地、采矿用地、农村道路、裸土地	0.9393	乔木林地
		边坡区		1.4304	其他草地
单元 3	废弃房屋场地		灌木林地、其他林地、农村道路	0.0184	乔木林地
单元 4	矿山道路		农村道路	0.4701	乔木林地
单元 5	木材加工厂		采矿用地	1.8074	乔木林地
单元 6	T ₁ -T ₆ 塌陷坑及塌陷影响区		灌木林地、其他草地、裸土地	87.4432	其他草地
合计				109.3100	

4.3 水土资源平衡分析

4.3.1 水资源平衡分析

1、供水分析

区内分布绿汁江，林木主要灌溉水源为天然降雨及绿汁江河水。

天然降雨：项目区属低纬度山区季风亚热带湿润气候。年平均气温 18.7℃；雨量充沛，年均降雨量 726.2mm。60%以上集中在 5-9 月份。

自然降水在一次连续降水，土壤水饱和后，可以形成地表径流，根据集流面积、降雨量、集流效率可推算出年可集雨量。

表 4-5 项目区每月天然降雨量及其供水量表

月份	1月	2月	3月	4月	5月	6月	7月	8月	9月	10月	11月	12月	全年
降雨量 (mm)	41.78	39.86	61.89	107.93	217.78	286.42	327.91	384.11	362.34	246.78	150.02	56.18	726.2
百分比 (%)	1.62	2.73	3.01	4.4	6.58	13.28	14.86	14.34	15.61	18.84	3.45	1.29	100
降雨供水 量(万方)	0.06	0.10	0.11	0.17	0.25	0.50	0.56	0.54	0.59	0.71	0.13	0.05	3.76

项目区每年可收集地表水总量的计算公式为：

$$W=0.1\alpha PF\eta$$

式中 α ——径流系数，查云南水文手册，取值 0.45；

P ——降水量 (mm)；

F ——集水面积 (km²)，项目区集水面积约 0.23km²；

η ——径流利用率。考虑蒸发、渗漏等，取值 0.5；

经计算，项目区每年可利用地表水总量为 3.76 万 m³。

绿汁江：为长流水河流，项目区林木灌溉可人工提取绿汁江河水。

综上所述，项目区每年可利用水量约 3.76 万 m³。

2、需水分析

本方案对水资源需水分析主要为林草种植的水资源平衡分析。现分析如下：

根据野外调查及访问，当地林木种植在每年旱季内幼苗灌溉用水一般

每个穴坑浇水量 0.12m^3 ，则每公顷林地幼苗浇灌每年需水量约 306m^3 ，草地每公顷需浇水 450m^3 。

该矿山除塌陷区及塌陷影响区外，复垦林地及草地面积 21.8668hm^2 ，经计算，林草地复垦旱季年浇灌用水为 1.14万m^3 。根据林草苗木旱季灌溉用水量，设计采用水车拉运绿汁江流水进行灌溉。

3、水资源平衡分析

项目规划复垦林草地 109.3100hm^2 ，除塌陷区及塌陷影响区外，复垦林草地每年保苗用水需 1.14万 m^3 ，保苗用水设计利用水车拉运绿汁江流水进行灌溉，整体水源能够得到满足。

4.3.2 土资源平衡分析

土资源平衡分析主要是指对用于复垦的表土的供需分析，该表土是指能够进行剥离、有利于快速恢复地力和植物生长的表层土壤或岩石风化物，不限于耕地的耕作层，园地、林地、草地的腐殖质层，其剥离厚度根据原土壤耕作层厚度、复垦土地利用方向及土方需求量确定。

1、表土可供给量分析

因矿山已生产多年，已损毁区域无可剥离表土，矿山未来无可剥离表土区域。

项目区土壤类型为黄壤，土层厚度 $1.8\sim 3.0\text{m}$ ，PH 值 $5.1\sim 5.8$ 左右，耕作层厚度一般在 $0.5\sim 0.8\text{m}$ ，土壤容重 $1.10\sim 1.30\text{g/cm}^3$ ，土壤质地属壤土，肥力较高，有机质在 $2.5\sim 3.2\%$ 之间。

2、表土需求分析

针对本矿山的情况来说，需要进行表土覆盖的区域主要为复垦为林地的区域。根据土地复垦适宜性评价结果及所确定的复垦方向，参考《土地复垦质量控制标准》丘陵区土地复垦质量标准。复垦林地区域有效土层厚度需大于 30cm 。本方案设计林地区场地覆土 30cm ，林木坑穴覆土 50cm 。

经计算，项目区复垦共需土方量约 28338.0m³，各复垦单元需要覆土量见表 4-6。

表 4-6 复垦单元需要覆土量计算表

各复垦单元	复垦区域	复垦方向	复垦土地面积 (hm ²)	覆土厚度 (cm)	需表土量 (m ³)
单元 1	堆渣区平台区	乔木林地	0.5694	场地 30, 坑穴 50	1501.3
单元 2	坑口工业场地平台区	乔木林地	0.9393	场地 30, 坑穴 50	2831.0
单元 3	废弃房屋场地	乔木林地	0.0184	场地 30, 坑穴 50	58.4
单元 4	矿山道路	乔木林地	0.4701	场地 30, 坑穴 50	1491.8
单元 5	木材加工厂	乔木林地	1.8074	场地 30, 坑穴 50	5735.6
单元 6	T1-T6 塌陷区及影响区	其他草地	11.1466	15	16719.9
合计			14.9512		28338.0

3、外购表土说明

根据业主说明，矿山已与绿汁镇小绿汁社区签订协议，后期从凤山矿所在山体中部平台耕地处拉运表土，采用 5T 自卸汽车拉运，总计运土 3.0 万 m³（附件 11）。

4、表土供需平衡分析

通过以上表土的供需土量分析结果可知，矿山复垦所需表土量为 1.18 万 m³，矿山拟外购表土约 3.0 万 m³，整体满足需求。

5、外购土源质量情况说明

根据业主说明，矿山后期拟从凤山矿所在山体中部平台耕地处拉运表土，总计运土 3.0 万 m³。为防止该土源存在污染情况，已对该土源进行取样监测分析。根据云南环绿环境检测技术有限公司对土源土壤化验，矿山复垦土源中镉、汞、砷、铅等 4 个离子超出《土壤环境质量农用地土壤污染风险管控标准（试行）》（GB15618-2018）风险筛选值，但未超出风险管控值，其次该矿山为铜矿，区域内铜离子背景值整体较高，故区内土壤检测化验铜离子含量较高。根据规范要求，该土源仅可用于恢复林草地使用，不可用于复垦耕地。本项目复垦区复垦地类主要为林地、草地，该土

源满足复垦需求。

土源检测体化验参数结果见表 4-7。

表 4-7 土壤检测结果一览表

送样样品名称		TR1凤山矿山 顶取土场区	TR2凤山矿 山顶林地区	TR3三家厂 矿周边耕地	TR4三家厂 矿周边林地	GB15618 -2018 风险筛选 值	GB15618 -2018 风险管控 值	达标情 况
样品状态		红、壤土、干	红、壤土、 干	红、壤土、 干	红、壤土、 干			
样品编号		20240708008- 4	2024070800 8-5	2024070800 8-6	2024070800 8-7			
分析项目	单位	检测结果						
pH 值	无量纲	6.82	6.85	7.49	7.59	6.5-7.5		
镉	mg/kg	0.42	0.44	1.02	0.71	0.3	3.0	未超管 控值
汞	mg/kg	0.006	0.021	2.68	1.65	2.4	4.0	未超管 控值
砷	mg/kg	25.0	24.2	52.4	50.8	30	120	未超管 控值
铅	mg/kg	111	103	344	291	120	700	未超管 控值
铬	mg/kg	48	58	33	26	200	1000	达标
铜	mg/kg	1180	1250	1450	1307	100		未超管 控值
镍	mg/kg	44	46	38	33	100		达标
锌	mg/kg	245	244	244	242	250		达标

6、取土场复垦工作说明

根据矿权人与村委会及村民签订的取土协议说明，矿山后期从凤山矿所在山体中部平台耕地周边处拉运表土，总计运土 3.0 万 m³。拉运表土后，取土场不得形成较大土坑，其次该区域复垦工作由村委会及村民进行实施。

4.4 土地复垦质量要求

本项目各复垦单元最终确定的土地复垦利用方向为林地、草地。本方案设计的土地复垦措施有土壤重构工程、植被重建工程和配套工程。参照《土地复垦质量控制标准》（TD/T 1036-2013）、《云南省土地整治项目规划设计报告编制规程》（试行）。各地类复垦质量要求见下表：

表 4-8 乔木林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
乔木林地	土壤质量	有效土层厚度/cm	≥30

		土壤容重/ (g/cm ³)	≤1.50
		土壤质地	砂质壤土至壤质粘土
		砾石含量	≤30
		PH 值	5.5-8.5
		有机质/%	≥1.0
	配套设施	道路	达到《云南省土地开发整理项目规划设计规范》中农村道路要求
	生产力水平	定植密度/ (株/hm ²)	满足《造林作业设计规程》(国家林业和草原局办公室(2023)117号)要求。
		成活率	当年林木成活率 85%
		保存率	三年后林木保存率 80%
		覆盖率	覆盖度 40%以上
郁闭度		≥0.30	

表 4-9 其他草复垦质量控制标准

复垦方向	指标类型	基本指标	控制标准
其他草地	土壤质量	有效土层厚度/cm	≥10
		土壤容重/ (g/cm ³)	≤1.45
		土壤质地	砂质壤土至壤质粘土
		砾石含量	≤30
		PH 值	5.5-8.5
		有机质/%	≥1.0
	配套设施	道路	达到《云南省土地开发整理项目规划设计规范》中农村道路要求
生产力水平	覆盖度	≥40	

4.5 复垦的目标任务

本项目土地复垦责任范围面积为 242.3312hm²，设计复垦土地面积 242.3312hm²，其中复垦其中复垦乔木林地 23.2193hm²，灌木林地 37.9351hm²，其他草地 173.0638hm²，采矿用地 0.1168hm²，公用设施用地 0.8238hm²，农村道路 0.2474hm²，河流水面 0.1434hm²，裸土地 6.7816hm²。

根据项目区损毁土地、土地复垦区、土地复垦责任区范围的分析统计，复垦土地面积等于土地复垦责任区面积。

$$L(\%) = Y/P \times 100\% = 242.3312/242.3312 \times 100\% = 100.00\%$$

式中: L——土地复垦率(以百分率表示)

P——复垦责任区拟复垦土地面积(hm²)

Y——复垦土地面积 (hm²)

经过计算,确定本矿山土地复垦率为 100.00%,使损毁的土地尽可能的得以复垦和重新利用。复垦土地前后结构调整见表 4-10。

表 4-10 复垦前后土地利用结构调整表

一级地类		二级地类		面积 (hm ²)		变幅%
				复垦前	复垦后	
03	林地	0301	乔木林地	19.5599	23.2193	1.51%
		0305	灌木林地	46.32	37.9351	-3.45%
		0307	其他林地	1.3158	0	-0.54%
04	草地	0404	其他草地	77.786	173.0638	39.20%
06	工矿仓储用地	0602	采矿用地	10.6163	0.1168	-4.32%
08	公共管理与公共服务用地	0809	公用设施用地	0.8238	0.8238	0.00%
10	交通运输用地	1006	农村道路	0.9133	0.2474	-0.27%
11	水域及水利设施用地	1101	河流水面	0.1434	0.1434	0.00%
12	其他土地	1206	裸土地	84.8527	6.7816	-32.12%
合计				242.3312	242.3312	0

第五章 矿山地质环境治理与土地复垦工程设计

5.1 矿山地质环境保护与土地复垦治理目标与任务

5.1.1 治理目标

根据矿山现状，由于塌陷坑基本位于山体斜坡顶部及陡立崖坎处，现状人工及机械无通行条件，其次该区域稳定性无法探知，故塌陷坑进行工程治理基本不可行。本方案根据现实情况，主要治理目标如下：

1、通过对塌陷区的监测，确定未来塌陷区的稳定情况，如若产生新的灾害，则对塌陷区进行专项勘察治理工作。

2、通过对现状不稳定边坡及可能诱发泥石流的 C_1 冲沟设计相关防灾减灾措施，减轻矿区未来对施工人员安全威胁，其次对复垦责任范围损毁土地逐步恢复地貌景观及周边生态环境，恢复矿区土地资源，提高土地利用价值。

3、采取技术可行、经济合理的综合防护体系，尽可能减小对周边景观、土地资源的破坏。

5.1.2 治理任务

通过本矿山恢复、复垦工程设计，减轻地质灾造成的损失；减轻矿山以往开采对含水层的影响和破坏，保护矿山水环境；对地质环境问题进行综合治理，对破坏的地形地貌景观进行修复和恢复植被。具体任务如下：

1、根据矿山现状，由于塌陷坑基本位于山体斜坡顶部及陡立崖坎处，现状人工及机械无通行条件，其次该区域稳定性无法探知，故塌陷坑进行工程治理基本不可行。本方案根据现实情况，主要在受塌陷灾害威胁的山体斜坡中部道路边设置防护措施。

2、对矿业损毁区及废弃设施场地压占或破坏的土地、植被资源进行植被恢复措施，减少水土流失造成的危害，改善矿区生态、景观环境，实现区域生态环境的协调发展。

3、全面建立矿山地质环境监测系统，对矿山地质环境问题进行监测和及时预警。

4、在塌陷坑及塌陷影响区周边设置拦挡、撒播草籽、设置监测点。

5.2 矿山地质环境治理恢复工程设计

5.2.1 矿山地质灾害治理

5.2.1.1 塌陷区防治

根据矿山现状，由于塌陷坑基本位于山体斜坡顶部及陡立崖坎处，现状人工及机械无通行条件，其次该区域稳定性无法探知，故塌陷坑进行工程治理基本不可行。本方案根据现实情况，主要在受塌陷威胁的山体斜坡中部及道路边设置被动防护网、塌陷坑及塌陷影响区进行监测、警示。具体监测措施详见矿山地质环境监测章节。具体被动防护网工程设计如下：

为了防止未来危石或孤石滚落对山体斜坡下部耕作人员、道路通行村民造成危害，设计在三家厂矿山体斜坡下游设置防护网 1 道，凤山矿山体斜坡中部道路边设置防护网 1 道。根据现况情况，狮山与凤山区域共设置防护网 2 道，防护网为 RXI-150 型被动防护网，高 4.0m，设置总长度约 755.35m，需防护网面积约 3021.6m²。

根据塌陷坑及塌陷影响区现状情况分析，未来塌陷坑可能产生新的塌陷灾害，产生部分滚石、碎石分布于塌陷影响区内山体斜坡处。为了避免碎石产生地质环境破坏，需对塌陷活动引起的危石及碎石进行人工清理。根据调查访问，矿山以往年度内塌陷灾害发生产生碎石量约 620m³，根据预测，塌陷坑稳定期约为 12 年，共产生危石、碎石量约 7440m³，则需人工清理危石、碎石量约 7440m³。

具体工程量见表 5-1。



图 5-1 被动防护网设计立面图



图 5-2 三家厂矿设置防护平面示意图



图 5-3 凤山矿道路边设置防护平面示意图

表5-1 被动防护网设计工程量表

编号	工程名称	单位	工程数量		合计
			三家厂矿塌陷区被动防护网	凤山矿塌陷区防护网	
1	修建长度	m	388.1	367.3	755.35
2	网高	m	4	4	8.00
3	面积	m ²	1552.4	1469.2	3021.6
4	RXI-150 型被动防护网	m ²	1552.40	1469.00	3021.40
5	C25 混凝土锚墩	m ³	76.54	72.43	148.97
6	地脚螺栓锚杆 φ32	t	5.58	5.28	10.87
7	人工石方开挖-机械破碎 V-VIII类岩	m ³	21.56	20.40	41.96
8	土方回填（夯实）	m ³	21.56	20.40	41.96
9	模板（制作、安装、拆除）	m ²	171.41	162.20	333.61
10	人工清理危石、碎石	m ³	7440		7440

5.2.1.2 不稳定边坡治理

本方案治理恢复设计对不稳定边坡区采用工程治理措施及警示措施进行治理。具体施工工程如下：

1、场地勘察

(1) 区域勘查工作布置

2024年9月，玉溪矿业有限公司委托中国有色金属工业昆明勘察设计研究院对不稳定边坡区进行了工程勘察，勘察工作在1#、2#渣场共布置12个钻孔，编号为BP1~BP12，孔深15.40~79.90m。探井4个，编号TJ1~TJ4，探井深5.00~5.20m；1#、2#挡墙共布置27个钻孔，编号为ZK1~ZK18、ZK25~ZK33，孔深25.40~34.60m。拦挡坝区域布置6个钻孔，编号ZK19~ZK24，孔深25.00~32.50m。

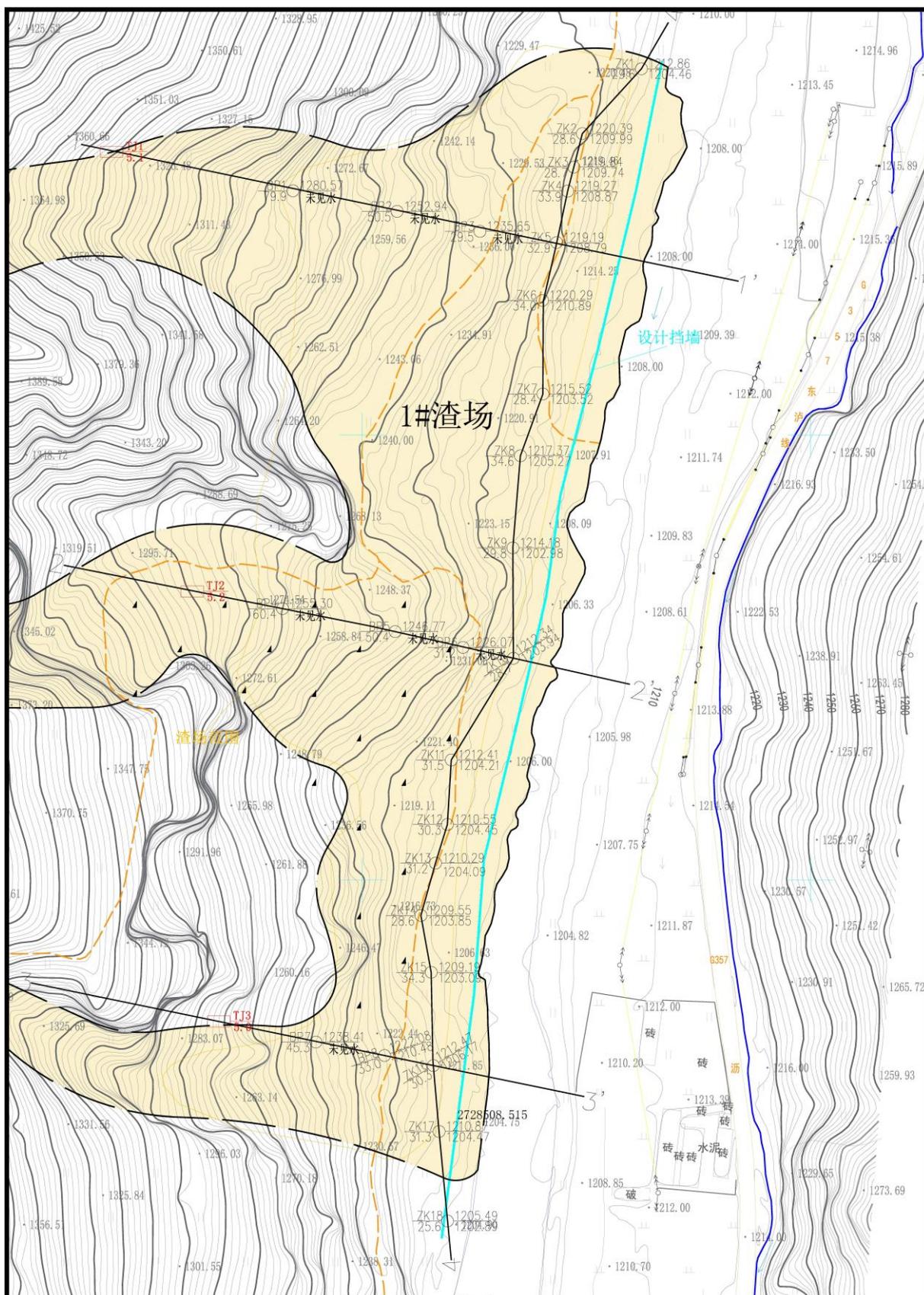


图 5-4 1#堆渣区工勘钻孔布置平面示意图

			腐蚀性		件	4
			粗粒土试验（剪切）		组	4
		岩石	物理性		组	8
			单轴抗压强度	饱和	组	6
			抗剪强度		组	2
			纵波波速		组	5
		水	水质简分析		件	6

(3) 场地地层岩性

根据地质调查及钻探揭露结果，场地内主要地层岩性构成由新至老概述如下：主要分布第四系土层有：人工堆积（ Q^{ml} ）堆渣；第四系坡积（ Q^{dl} ）角砾、含砾粉质粘土；第四系坡洪积（ Q^{dl+pl} ）圆砾；下伏基岩为昆阳群绿汁江组（ P_{1lz} ）白云岩。本次勘察共划分了四个单元层和三个单元亚层，各岩土单元层分述如下：

①第四系人工堆积（ Q^{ml} ）层

碎块石类堆渣①₁：灰色、灰黑色，颗粒级配较差，棱角状，主要由碎石、块石、漂石组成，母岩成分为中等风化白云岩，质坚硬，充填砂土、角砾等，轻微胶结，松散状态。揭露厚度 2.10~38.00m，主要分布于 1#渣场。

碎石类堆渣①₂：灰色、灰黑色，颗粒级配较差，棱角状，一般粒径 2~6cm，大者可达 20cm，主要由碎石、角砾组成，母岩成分为中等风化白云岩，质坚硬，充填砂土等，轻微胶结，松散状态。揭露厚度 2.00~16.80m，主要分布于 2#渣场。

②第四系坡积（ Q^{dl} ）层

角砾②：灰白色、灰褐色，颗粒级配较差，棱角状，一般粒径 0.20~2.00cm，大者可达 6cm，母岩成分为中等风化白云岩，质坚硬，充填砂土、粉土、粘性土等，弱胶结，中密状态。揭露厚度 0.90~12.50m，主要分布于山体斜坡地段。

含砾粉质粘土②₁: 黄褐色, 灰黄色, 稍湿, 可~硬塑状, 干强度及韧性中等, 不均匀, 含 10~30%强风化白云岩角砾, 粒径 1~2cm, 棱角状。揭露厚度 0.40~5.80m, 主要分布于山体斜坡地段。

③第四系坡洪积 (Q^{dl+pl}) 层

圆砾③: 灰白色、灰褐色、褐黄色, 亚圆形、次棱角状, 地下水位以上干燥, 水位以下饱和状, 一般粒径 0.2~2cm, 大者可达 6cm, 母岩成分为中等风化白云岩、砂岩、灰岩等, 充填砂土约 35%, 弱胶结, 稍~中密状态。揭露厚度 1.60~22.50m, 主要分布于绿汁江右岸坡地段。

④昆阳群绿汁江组 (P_t1z)

中等风化白云岩④: 灰白色、灰黑色, 隐晶质结构, 薄~中厚层状构造; 岩芯呈碎屑状、碎块状及少量短柱状, 岩质坚硬, 锤难击碎, 溶孔溶隙裂隙发育, 薄层石英脉状充填; 送水可钻进, 岩体较完整地段返水, 较破碎地段不返水, 岩芯采取率约 30~50%, RQD 约 10~20%。揭露厚度 4.00~77.80m, 未揭穿, 为场区下伏基岩, 整个场地均有揭露。

洞穴堆积物④₁: 由黄褐色粘土、砂土构成, 含少量中等风化白云岩角砾, 硬塑状态, 稍湿。仅钻孔 ZK33 有揭露, 揭露厚度 4.3m。

(4) 区域岩土力学性质

根据场地工程地质勘察报告及工程设计计算书, 确定不稳定边坡区域场地土层抗剪强度计算指标, 见下表 5-3。

表5-3 岩土层主要物理力学指标

指标名称 岩土名称及代号			重力密度 (kN/m ³)		承载力特征值 f _{ak} (kPa)	压 缩 模 量 E _{S1-2} (MPa)	抗剪强度			
			天 然 γ	饱 和 γ _{sat}			天然		饱和	
							黏聚力 C (kPa)	内摩 擦角 φ (°)	黏聚力 C (kPa)	内摩 擦角 φ (°)
第四系 土层	人工堆积 (Q ^{ml})	碎块 石类 堆渣 ① ₁	21.0	21.5	120	/	5	28	0	26
		碎石	18.5	19.0	100	/	23	25	19	22

		类堆渣 ① ₂								
	坡积 (Q ^{dl+pl})	角砾 ②	19.5	20.0	300	10.0	10	22	5	20
		含砾粉质粘土 ② ₁	19.0	19.5	200	6.7	33	14	28	12
	坡洪积 (Q ^{dl+pl})	圆砾 ③	19.5	20.0	320	10.0	10	22	5	20
昆阳群 绿汁江组(P ₁ lz)	中等风化白云岩 ④		26.0	26.5	5000	/	80	35	75	30
	洞穴堆积物④ ₁		18.0	18.5	160	6.0	35	12	30	10

(5) 岩土抗滑能力计算

根据场地边坡主要土层为堆渣，整体稳定采用折线法、局部稳定采用圆弧滑动法进行稳定计算分析；圆弧滑移破坏的计算采用《建筑边坡工程技术规范》，具体计算结果见表 5-4。

表5-4 主要剖面计算结果

位置	一般工况	地震工况 (8 度 0.2g)
		安全系数 k=1.15, 需提供的水平支挡力 (kN/m)
1#堆渣区 4--4 局部	109.0	168.0
2#堆渣区 11-11 局部	32.0	190.0

2、治理措施选取

根据上述分析，经计算后，在保证场地边坡安全稳定的前提下，结合场地规划，综合考虑结构合理、施工可行及节约投资等因素，具体治理措施如下：

①BW₁不稳定边坡治理措施：在边坡整体稳定的前提下，在坡脚采用挡墙进行防护。

②BW₂不稳定边坡治理措施：在边坡整体稳定的前提下，在坡脚采用挡墙进行防护。

③BW₃不稳定边坡治理 (C₁冲沟治理) 措施：在沟谷下游设置拦挡坝，

拦挡坝应保证具有一定的拦渣能力及足够的过水能力，避免在后期形成次生灾害。拦挡坝过溢流口前新修筑沉砂池及水沟将冲沟中汇水引入下游排水沟中排入绿汁江。

③BW₄不稳定边坡治理措施：BW₄不稳定边坡位于T₅塌陷影响区，该区域斜坡现状陡立，无道路通行。本方案根据实际情况设计采用警示措施进行治理。

3、治理措施设计

(1) BW₁不稳定边坡治理措施设计

①挡墙结构：重力式挡土墙

②挡墙参数：墙身高 7.5m，顶宽 0.85m，面坡坡比 1:0.25，背坡坡比 1:0.15，长度 539m。采用 1 个扩展墙趾台阶，墙趾台阶 b₁ 为 0.30m，墙趾台阶 h₁ 为 0.5m，墙趾台阶面坡坡度为 1:0.0，墙底倾斜坡率为 0.2:1。

③挡墙材料：C25 毛石混凝土，毛石含量 30%。

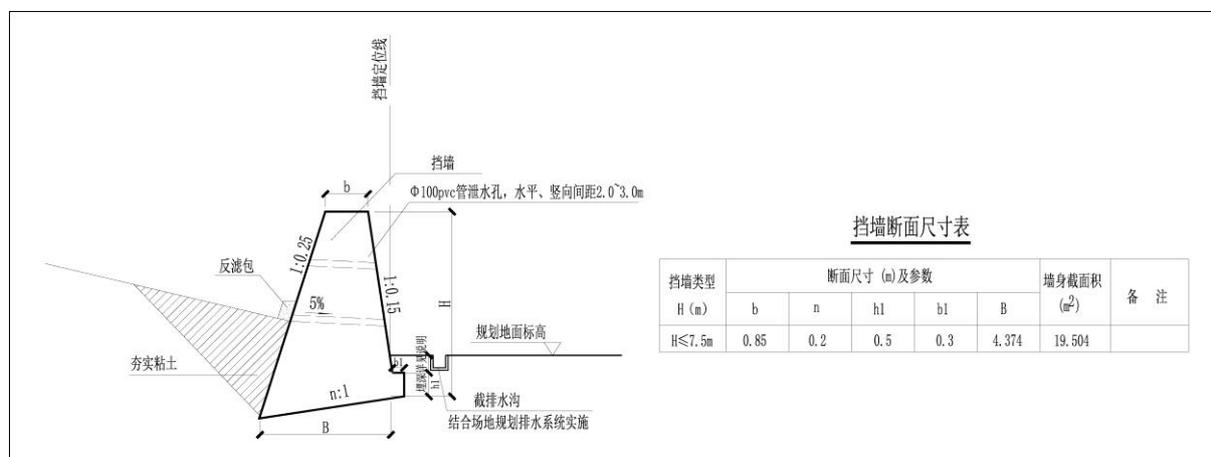


图 5-7 BW₁ 不稳定边坡治理挡墙设计剖面图

④工程量：根据场地情况及挡墙设计情况，设计修建挡墙长度为约 539m，BW₁ 不稳定边坡治理修建挡墙工程量见表 5-3。

表 5-5 BW₁ 不稳定边坡挡墙治理工程量表

1	人工挖沟槽土方	m ³	8447.71
2	人工挖沟槽石方	m ³	0.00
3	C25 毛石混凝土挡墙	m ³	10530.00

4	钢模板制作、安装、拆除	m ²	8489.25
5	Φ100mmPVC 泄水管	m	1212.75
6	砂砾石反滤层	m ³	269.50
7	黏土料封填	m ³	3501.54
8	伸缩缝	m ²	1217.75
9	土石方回填（夯实）	m ³	4336.94
10	C30 钢筋混凝土基础板	m ³	133.00

⑤挡墙稳定性验算：

岩土体验算参数主要依据表 5-3，主要验算过程见计算书。验算结果说明如下：

一、一般工况

a、滑动稳定性验算

滑移验算满足： $K_c = 2.601 > 1.300$ 。

地基土层水平向：滑移验算满足： $K_{c2} = 1.448 > 1.300$ 。

b、倾覆稳定性验算

倾覆验算满足： $K_0 = 3.766 > 1.500$ 。

c、地基应力及偏心距验算

作用于基底的合力偏心距验算满足： $e = 0.503 \leq 0.250 * 4.374 = 1.094$ (m)。

墙趾处地基承载力验算满足：压应力=234.904 ≤ 240.000 (kPa)。

墙踵处地基承载力验算满足：压应力=43.189 ≤ 260.000 (kPa)。

地基平均承载力验算满足：压应力=139.046 ≤ 200.000 (kPa)。

d、墙底截面强度验算

截面上偏心距验算满足： $e_1 = 0.341 \leq 0.300 * 4.075 = 1.222$ (m)；

压应力验算满足：计算值= 198.258 ≤ 2100.000 (kPa)；

剪应力验算满足：计算值= -1.016 ≤ 110.000 (kPa)。

e、台顶截面强度验算

截面上偏心距验算满足: $e_1 = 0.609 \leq 0.300 \times 3.650 = 1.095$ (m) ;

压应力验算满足: 计算值 = 246.372 \leq 2100.000 (kPa) ;

拉应力验算满足: 计算值 = 0.080 \leq 280.000 (kPa) ;

剪应力验算满足: 计算值 = -10.313 \leq 110.000 (kPa) 。

二、地震工况

a、滑动稳定性验算

滑移验算满足: $K_c = 1.735 > 1.100$ 。

地基土层水平向: 滑移验算满足: $K_{c2} = 1.169 > 1.100$ 。

b、倾覆稳定性验算

倾覆验算满足: $K_0 = 3.362 > 1.200$ 。

c、地基应力及偏心距验算

作用于基底合力偏心距验算满足: $e = 0.561 \leq 0.200 \times 4.374 = 0.875$
(m) ;

墙趾处地基承载力验算满足: 压应力 = 260.101 \leq 300.000 (kPa) ;

墙踵处地基承载力验算满足: 压应力 = 33.862 \leq 325.000 (kPa) ;

地基平均承载力验算满足: 压应力 = 146.981 \leq 250.000 (kPa) 。

d、墙底截面强度验算

截面上偏心距验算满足: $e_1 = 0.375 \leq 0.400 \times 4.075 = 1.630$ (m) ;

压应力验算满足: 计算值 = 213.812 \leq 3150.000 (kPa) ;

剪应力验算满足: 计算值 = 11.029 \leq 110.000 (kPa) 。

e、台顶截面强度验算

截面上偏心距验算满足: $e_1 = 0.700 \leq 0.400 \times 3.650 = 1.460$ (m) ;

压应力验算满足: 计算值 = 271.108 \leq 3150.000 (kPa) ;

拉应力验算满足: 计算值 = 19.037 \leq 280.000 (kPa) ;

剪应力验算满足: 计算值 = -1.798 \leq 110.000 (kPa) 。

三、各组合最不利结果

a、滑移验算

滑移验算满足: $K_c = 1.735 > 1.100$ 。

地基土层水平向: 滑移验算满足: $K_{c2} = 1.169 > 1.100$ 。

b、倾覆验算

倾覆验算满足: $K_0 = 3.362 > 1.200$ 。

c、地基验算

作用于基底的合力偏心距验算满足: $e = 0.561 \leq 0.200 * 4.374 = 0.875$
(m) ;

墙趾处地基承载力验算满足: 压应力 = 234.904 \leq 240.000 (kPa) ;

墙踵处地基承载力验算满足: 压应力 = 43.189 \leq 260.000 (kPa) ;

地基平均承载力验算满足: 压应力 = 139.046 \leq 200.000 (kPa) 。

d、墙底截面强度验算

截面上偏心距验算满足: $e_1 = 0.341 \leq 0.300 * 4.075 = 1.222$ (m) ;

压应力验算满足: 计算值 = 198.258 \leq 2100.000 (kPa) ;

拉应力验算满足: 计算值 = 0.000 \leq 280.000 (kPa) ;

剪应力验算满足: 计算值 = 11.029 \leq 110.000 (kPa) 。

e、台顶截面强度验算

截面上偏心距验算满足: $e_1 = 0.609 \leq 0.300 * 3.650 = 1.095$ (m) ;

压应力验算满足: 计算值 = 246.372 \leq 2100.000 (kPa) ;

拉应力验算满足: 计算值 = 19.037 \leq 280.000 (kPa) ;

剪应力验算满足: 计算值 = -1.798 \leq 110.000 (kPa) 。



照片 5-1 BW₁ 不稳定边坡挡墙设置位置照片

(2) BW₂ 不稳定边坡治理措施设计

挡墙措施

①挡墙结构：重力式挡土墙

②挡墙参数：墙身高 7.5m，顶宽 1.0m，面坡治理，背坡坡比为 1:0.25，长度 276m。采用 1 个扩展墙趾台阶：墙趾台阶 b₁ 为 0.25m，墙趾台阶 h₁ 为 0.50m，墙趾台阶面坡坡度为 1:0.0，墙底倾斜坡率为 0.5:1。

③挡墙材料：C25 毛石混凝土，毛石含量 30%。

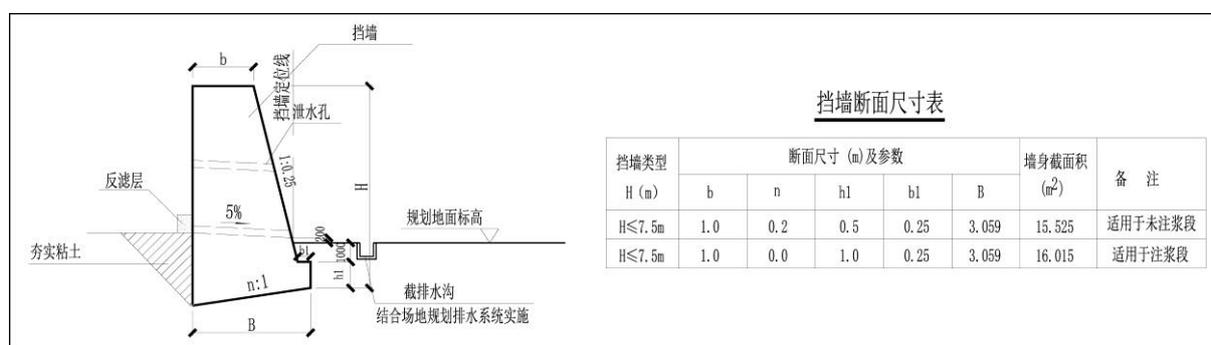


图 5-8 BW₂ 不稳定边坡治理挡墙设计剖面图

④工程量：根据场地情况及挡墙设计情况，BW₂ 不稳定边坡治理修建挡墙工程量见表 5-6。

表 5-6 BW₂ 不稳定边坡挡墙治理工程量表

1	人工挖沟槽土方	m ³	3850.30
2	人工挖沟槽石方	m ³	0.00
3	C25 混凝土挡墙	m ³	4367.00
4	钢模板制作、安装、拆除	m ²	4363.56
5	Φ100mmPVC 泄水管	m	759.00
6	砂砾石反滤层	m ³	138.00
7	黏土料封填	m ³	1559.04
8	伸缩缝	m ²	494.76
9	土石方回填（夯实）	m ³	2514.92
10	C30 钢筋混凝土基础板	m ³	419.00
11	注浆孔（200mm，预估水泥用量 250kg/m）	m	949.00
12	注浆钢管（Φ108mm*3.5mm）	m	1035.00

⑤挡墙稳定性验算：

岩土体验算参数主要依据表 5-3，主要验算过程见计算书。验算结果说明如下：

一、一般工况

a、滑动稳定性验算

滑移验算满足： $K_c = 3.397 > 1.300$ ；

地基土层水平向：滑移验算满足： $K_{c2} = 1.602 > 1.300$ 。

b、倾覆稳定性验算

倾覆验算满足： $K_0 = 3.316 > 1.500$ 。

c、地基应力及偏心距验算

作用于基底的合力偏心距验算满足： $e=0.175 \leq 0.250 \times 3.149 = 0.787$ （m）

墙趾处地基承载力验算满足：压应力=178.310 ≤ 240.000（kPa）

墙踵处地基承载力验算满足：压应力=88.966 ≤ 260.000（kPa）

地基平均承载力验算满足：压应力=133.638 ≤ 200.000（kPa）。

d、墙底截面强度验算

截面上偏心距验算满足： $e_1 = 0.117 \leq 0.300 \times 3.088 = 0.926$ (m)；

压应力验算满足：计算值= 151.474 \leq 2100.000 (kPa)；

剪应力验算满足：计算值= -6.894 \leq 110.000 (kPa)。

e、台顶截面强度验算

截面上偏心距验算满足： $e_1 = 0.175 \leq 0.300 \times 2.838 = 0.851$ (m)；

压应力验算满足：计算值= 161.343 \leq 2100.000 (kPa)；

剪应力验算满足：计算值= -13.408 \leq 110.000 (kPa)。

二、地震工况

a、滑动稳定性验算

滑移验算满足： $K_c = 2.115 > 1.100$ 。

地基土层水平向：滑移验算满足： $K_{c2} = 1.288 > 1.100$ 。

b、倾覆稳定性验算

倾覆验算满足： $K_0 = 2.557 > 1.200$ 。

c、地基应力及偏心距验算

作用于基底的合力偏心距验算满足： $e = 0.366 \leq 0.200 \times 3.149 = 0.630$ (m)

墙趾处地基承载力验算满足：压应力=232.927 \leq 300.000 (kPa)；

墙踵处地基承载力验算满足：压应力=41.658 \leq 325.000 (kPa)；

地基平均承载力验算满足：压应力=137.292 \leq 250.000 (kPa)。

d、墙底截面强度验算

截面上偏心距验算满足： $e_1 = 0.307 \leq 0.400 \times 3.088 = 1.235$ (m)；

压应力验算满足：计算值= 199.650 \leq 3150.000 (kPa)；

剪应力验算满足：计算值= 3.065 \leq 110.000 (kPa)。

e、台顶截面强度验算

截面上偏心距验算满足： $e_1 = 0.359 \leq 0.400 \times 2.838 = 1.135$ (m)；

压应力验算满足：计算值= 209.589 \leq 3150.000 (kPa) ；

剪应力验算满足：计算值= -4.508 \leq 110.000 (kPa) 。

三、各组合最不利结果

a、滑移验算

滑移验算满足：Kc = 2.115 $>$ 1.100。

地基土层水平向：滑移验算满足：Kc2 = 1.288 $>$ 1.100。

b、倾覆验算

倾覆验算满足：K0 = 2.557 $>$ 1.200。

c、地基验算

作用于基底的合力偏心距验算满足： e=0.366 \leq 0.200*3.149 = 0.630 (m) ；

墙趾处地基承载力验算满足： 压应力=178.310 \leq 240.000 (kPa) ；

墙踵处地基承载力验算满足： 压应力=88.966 \leq 260.000 (kPa) ；

地基平均承载力验算满足： 压应力=133.638 \leq 200.000 (kPa) 。

d、墙底截面强度验算

截面上偏心距验算满足： e1= 0.117 \leq 0.300*3.088 = 0.926 (m) ；

压应力验算满足：计算值= 151.474 \leq 2100.000 (kPa) ；

拉应力验算满足：计算值= 0.000 \leq 280.000 (kPa) ；

剪应力验算满足：计算值= 3.065 \leq 110.000 (kPa) 。

e、台顶截面强度验算

截面上偏心距验算满足： e1= 0.175 \leq 0.300*2.838 = 0.851 (m) ；

压应力验算满足：计算值= 161.343 \leq 2100.000 (kPa) ；

拉应力验算满足：计算值= 0.000 \leq 280.000 (kPa) ；

剪应力验算满足：计算值= -4.508 \leq 110.000 (kPa) 。



照片 5-2 BW₂ 不稳定边坡挡墙设置位置照片

(3) BW₃ 不稳定边坡治理措施设计

该不稳定边坡下游为 C₁ 冲沟，其防治措施主要为对 C₁ 冲沟区的防治，具体见下述。

① 拦挡坝设计参数

拦挡坝设计坝长 108.8m，顶宽 3.0m，总坝高 4.1~12.5m（含护肩墙高度），有效坝高 4.1~9.5m，基础埋深 3m，基础宽 6.5~12.5m，坝身及基础采用 C25 毛石混凝土，毛石含量 30%；溢流口为梯形断面，溢流口底宽 15.0m，深 1.5m，溢流口采用 C30 耐磨砼浇筑，耐磨砼宜在坝身混凝土施工完后开始施工，耐磨砼所用粗集料及细集料均应质地坚硬，耐久，洁净，并要符合规定的级配，粗集料最大粒径不超过 40mm，细集料其细度模数应在 2.5 以上。

溢流口下部坝体设泄水孔，其尺寸为 30×40cm，最下一层泄水孔高出基础 0.7m，泄水孔水平间距 2.5m，垂直间距 1.0m，呈“品”字形排列，泄水孔坡降均采用 5%，靠近坝基处设泄水涵洞，涵洞呈“马蹄形”，宽 0.5m，高 0.75m。

a、滑动稳定性验算

滑移验算满足： $K_c = 1.623 > 1.100$ 。

b、倾覆稳定性验算

倾覆验算满足： $K_0 = 7.788 > 1.200$ 。

c、地基应力及偏心距验算

作用于基底的合力偏心距验算满足： $e=0.703 \leq 0.200*14.875 = 2.975$ (m)；

墙趾处地基承载力验算满足：压应力= $323.202 \leq 390.000$ (kPa)；

墙踵处地基承载力验算满足：压应力= $180.362 \leq 422.500$ (kPa)；

地基平均承载力验算满足：压应力= $251.782 \leq 325.000$ (kPa)。

d、墙底截面强度验算

截面上偏心距验算满足： $e_1 = 0.703 \leq 0.400*14.875 = 5.950$ (m)；

压应力验算满足：计算值= $323.202 \leq 3150.000$ (kPa)；

剪应力验算满足：计算值= $-38.647 \leq 110.000$ (kPa)。

三、各组合最不利结果

a、滑动稳定性验算

滑移验算满足： $K_c = 1.623 > 1.100$ ；

b、倾覆稳定性验算

倾覆验算满足： $K_0 = 7.788 > 1.200$ 。

c、地基应力及偏心距验算

作用于基底的合力偏心距验算满足： $e=0.703 \leq 0.200*14.875 = 2.975$ (m)；

墙趾处地基承载力验算满足：压应力= $304.314 \leq 312.000$ (kPa)；

墙踵处地基承载力验算满足：压应力= $183.272 \leq 338.000$ (kPa)；

地基平均承载力验算满足：压应力= $243.793 \leq 260.000$ (kPa)。

d、墙底截面强度验算

截面上偏心距验算满足： $e_1 = 0.615 \leq 0.300 \times 14.875 = 4.463$ (m)；

压应力验算满足：计算值 = 304.314 \leq 2100.000 (kPa)；

拉应力验算满足：计算值 = 0.000 \leq 280.000 (kPa)；

剪应力验算满足：计算值 = -38.647 \leq 110.000 (kPa)。

③排水沟设计

设计防洪标准：设计暴雨采用《云南省暴雨洪水查算实用手册》1992年版中提供的计算方法，经查图、表，项目区1小时降雨均值为35mm/h，50年重现期倍比系数1.923，50年一遇1小时暴雨强度为67.31mm/h。

设计降雨强度：暴雨KP系数 $K_p=1.923$ 。地表水汇流量 $8.3\text{m}^3/\text{s}$ 。

排水沟参数：为矩形截面，浆砌石结构。底宽1m、高1.2m，设计水沟过流量为 $8.88\text{m}^3/\text{s}$ 。

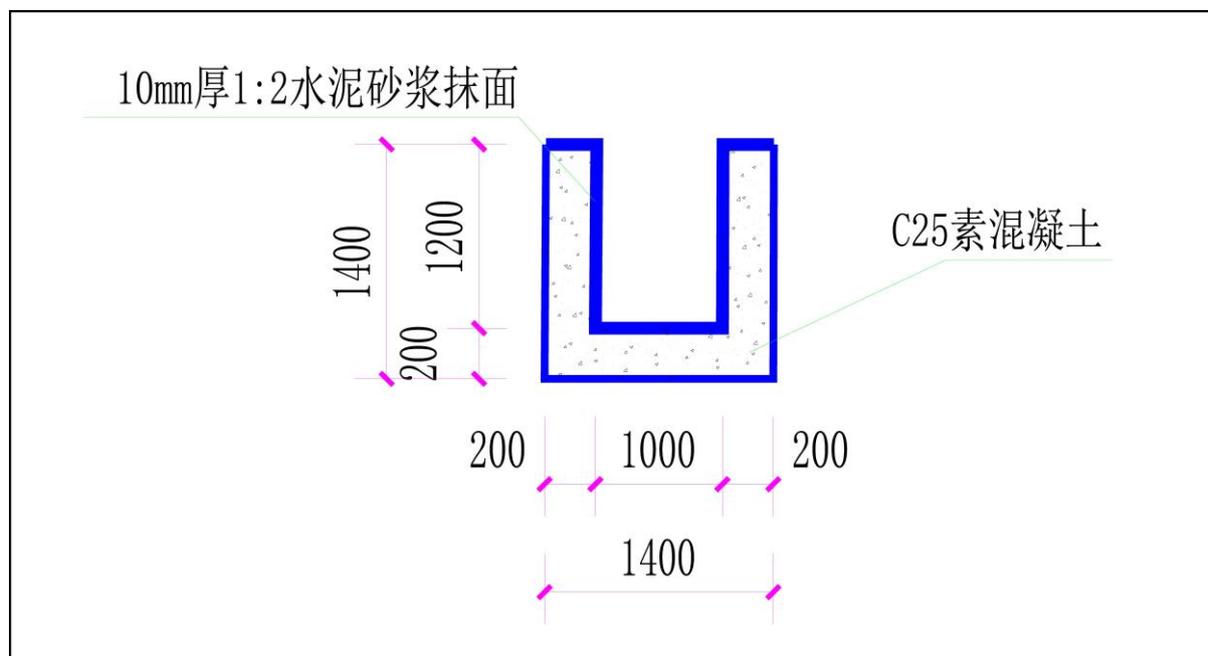


图 5-10 拦挡坝排水沟设计断面图

③工程量

根据场地情况及拦挡坝设计情况，拦挡坝治理修建工程量见表 5-7。

表 5-7 C₁ 冲沟拦挡坝治理工程量表

拦挡坝设计工程量			
序号	工程项目	单位	数量
1	挖土方（拦挡坝）	m ³	4215.62
2	挖石方（拦挡坝）	m ³	0.00
3	M10 浆砌 MU30 块石	m ³	3771.00
4	C30 耐磨砼	m ³	8.10
5	M10 砂浆抹面	m ²	2154.98
6	伸缩缝	m ³	1008.00
7	土方回填（夯实）	m ³	686.88
8	坝后回填（松填）	m ³	3528.74
9	人工挖沟槽土方	m ³	33.00
10	C25 混凝土沉砂池	m ³	20.00
11	模板制作、安装、拆除	m ²	32.60
沉砂池设计工程量			
序号	工程项目	单位	数量
1	人工挖沟槽土方	m ³	33.00
2	C25 混凝土沉砂池	m ³	20.00
3	模板制作、安装、拆除	m ²	32.60
排水沟设计工程量			
序号	工程项目	单位	数量
1	人工挖沟槽土方	m ³	676.20
2	C25 混凝土排水沟	m ³	115.00
3	模板制作、安装、拆除	m ²	1196.00
4	伸缩缝	m ²	9.12
5	土石方回填（夯实）	m ³	230.00
6	人工土方坡面搬运 100m 松填于墙后	m ³	446.20

④坝址区稳定性分析

A、断裂分布

拟建场坝址区域地壳稳定性分区属次稳定区，坝址区 10km 范围内无全新活动断裂发育，无发震断裂。

B、地震效应评价

a、拟建场地整体处于冲沟 C₁ 沟口内，岩土层在平面分布上的成因、

岩性、状态存在较明显的不均匀性，综合划分场地为对建筑抗震危险地段。

b、根据《钻孔波速及地脉动测试报告》（附件 6），选取钻孔 ZK21 进行等效剪切波速 V_{se} 的估算（见下表 5-8），覆盖层厚度 $\geq 5\text{m}$ ；

表 5-8 土层剪切波速经估算表

土层名称及代号	剪切波速 m/s	计算厚度 m
碎块石类堆渣① ₁	252	20

根据《建筑抗震设计规范》（GB50011-2010，2016 年版）公式 5-1 和 5-2 计算场地土层等效剪切波速，另根据钻孔资料和区域地质资料。场地覆盖层厚度 $\geq m$ ，故按 20.0m 计，土层等效剪切波速 V_{se} ，应按下列公式计算：

$$v_{se} = \frac{d_0}{t} \quad (5-1)$$

$$t = \sum_{i=1}^n \frac{d_i}{v_{si}} \quad (5-2)$$

式中： d_0 为计算深度（m），取 20m； t 为剪切波在地面至计算深度之间的传播时间； d_i 是计算深度范围内第 i 土层的厚度（m）； V_{si} 是计算深度范围内第 i 土层的剪切波速（m/s）； n 为计算深度范围内土层的分层数。

c、经计算场地地层等效剪切波速 v_{se} 约为 252 m/s。按《构筑物抗震设计规范》（GB50191-2012）表 4.1.3 和表 4.1.6，综合划分拦挡坝坝址区场地类别为 II 类。

d、拟建项目所在地的抗震设防烈度为 8 度，设计基本地震加速度值为 0.20g，设计地震分组属第三组。

C、坝肩稳定性评价

左坝肩斜坡：左坝肩斜坡主要由碎块石类堆渣①₁、角砾②、含砾粉质粘土②₁、中等风化白云岩④构成；斜坡坡度约 25°，坡向为 188°；该地段坡面分布有一定厚度的碎块石类堆渣①₁，该层呈松散状态，开挖过程中可能会出现一定规模的塌滑，开挖时确保施工安全。

右坝肩斜坡：现状条件下，左坝肩及岸坡主要由中等风化白云岩④构成；斜坡坡度约 68° ，坡向为 55° ；该地段测得白云岩的产状为 $50^\circ \angle 67^\circ$ ，发育两组节理： J_1 产状为 $143^\circ \angle 72^\circ$ ， J_2 产状为 $220^\circ \angle 18^\circ$ 。岩石、节理裂隙面与坡面的组合关系如图 5-11 所示。

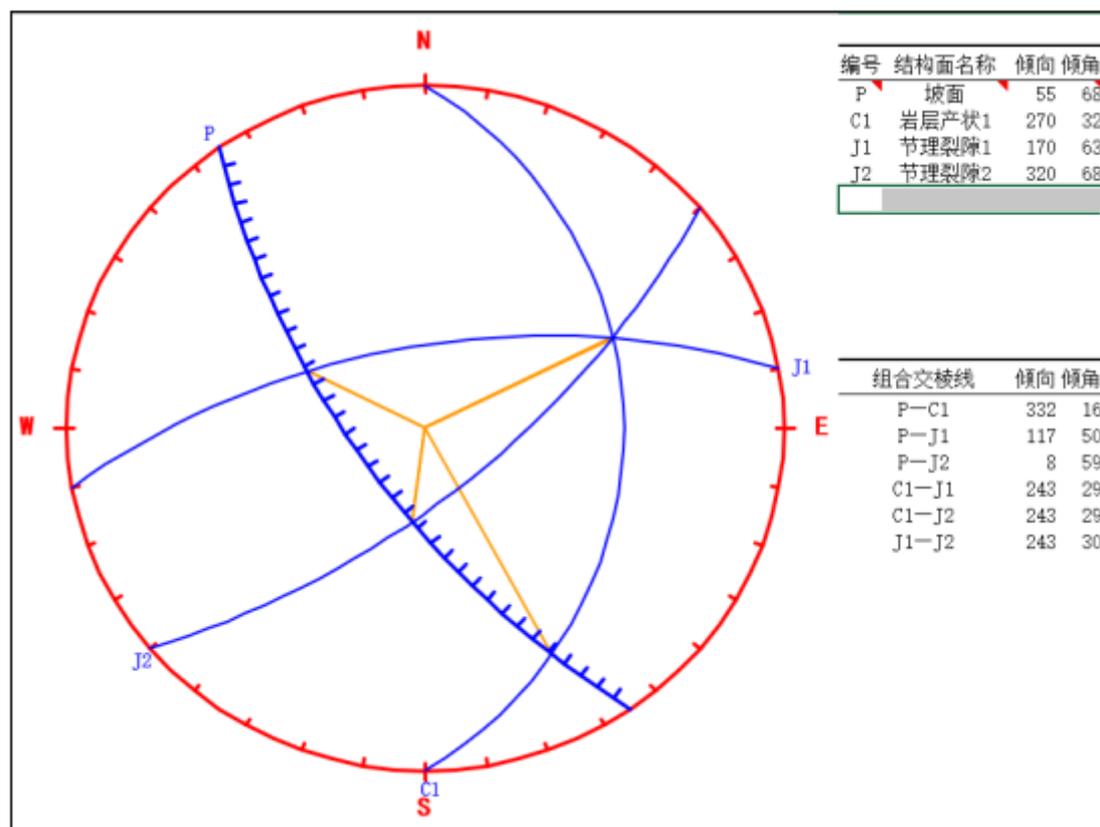


图 5-11 右坝肩赤平投影图

根据上图分析得出：主层面倾向与坡面倾向斜交反倾，构成稳定结构；节理裂隙 J_1 倾向与坡面倾向斜交反倾，构成基本稳定结构；节理裂隙 J_2 倾向与坡面倾向斜交，交线倾角为 59° ，大于 45° ，其倾角等于坡角，构成基本稳定结构；主层面与节理 J_1 交线倾向斜交反倾，构成基本稳定结构；主层面与节理 J_2 交线斜交反倾，构成稳定结构；节理 J_1 与节理 J_2 交线倾向斜交反倾，构成稳定结构。即右坝肩及岸坡整体稳定，但会随节理面产生小规模坍塌。施工时，应对坡体采取一定的防护措施。

D、坝址区渗漏及渗透稳定性评价

坝址区沟床段，上部地层主要为碎块石类堆渣①₁，为强透水性；下部

为中等风化白云岩④层为微透水性。右坝肩的中等风化白云岩④为微透水性；左坝肩的碎块石类堆渣①₁、角砾②层为强透水性；含砾粉质粘土②₁层为弱透水性；中等风化白云岩④层为微透水性。

从地层结构看，沟床段的渗漏以水平渗漏为主，垂向渗漏性随着深度增大逐渐减弱；右坝肩以表层水平侧向（绕坝）渗漏为主，垂向渗漏弱；左坝肩水平及侧向（绕坝）渗漏较强，垂向渗漏较弱。

从地表分布的碎块石类堆渣①₁看，该层级配较差，可能存在架空现象，颗粒粒径差别大，排水条件较好，拦挡坝建成后坝内外不会产生较大的水头差，分析认为碎块石类堆渣①₁层不会产生渗透渗流变形、破坏问题。中风化岩体不存在渗透变形问题。

E、坝基持力层选择

沟床段：坝基持力层可选择碎块石类堆渣①₁、中等风化白云岩④层。

左坝肩：坝基持力层可选择块石类堆渣①₁、角砾②、中等风化白云岩④层。

右坝肩：坝基持力层可选择中等风化白云岩④层。

（4）BW₄不稳定边坡治理措施设计

BW₄ 不稳定边坡位于 T₅ 塌陷影响区，该区域斜坡现状陡立，无道路通行。本方案根据实际情况设计在边坡下游道路处设置警示牌 2 块，提醒过往行人注意落石及通行。



照片 5-3 BW₄ 不稳定边坡下游警示牌设置位置照片

5.2.1.3 警示措施布置

结合矿山现状及设计工程，该矿山预防措施以设置警示牌、对塌陷坑及塌陷影响区实施监测为主。工程量见表 5-9。

表 5-9 警示措施工程量估算表

单元	工程名称	单位	工程量
塌陷坑及塌陷影响区	警示牌修建	块	5
BW1-BW4	警示牌修建	块	7
堆渣场	警示牌修建	块	4
竖井	警示牌修建	块	1
矿山周边	警示牌修建	块	2
合计			19

5.2.2 含水层保护措施

由于矿山以往开采坑道已全部采用浆砌石封堵，本方案设计采用监测、提高地下水资源利用率和预防地下水污染入手，对含水层进行预防和保护。

(1) 植树种草涵养水源，恢复水位

在采场周围地下水影响范围内植被破坏区域，大力开展植树种草活动，扩大植被覆盖面积，涵养水源，可以有效加快地下水位回升。

(2) 加强矿山涌水水质监测

每季度对矿山涌水实施监测，掌握涌水水质动态变化情况，定期向生态环境部门报告。

5.2.3 地形地貌景观保护措施

地形地貌保护措施主要有以下几个方面：

- 1、对扰动损毁区域进行恢复植被，详见复垦章节。
- 2、保护植被，禁止采伐非工程区范围内的树木，尽量减少对原生态环境的破坏。
- 3、加强地质环境保护与治理，以及水土流失的防治工作，减少滑坡、泥石流等地质灾害与水土流失造成的生态景观与土地资源破坏。

5.2.4 水土环境污染预防措施

为了减轻矿山外排水对水土环境的污染，建议采取如下防治措施：

- 1、做好矿山地质环境治理工作，防治山体滑坡、泥石流等事件发生。
- 2、按规范要求完成矿山闭坑工作，避免私挖乱采情况发生。

5.2.5 工程量

根据上述内容，矿山地质灾害防治措施工程量估算见表 5-10。

表 5-10 工程措施工程量汇总表

治理区域	治理措施	工程名称	单位	数量
塌陷区防治	被动防护网	RXI-150 型被动防护网	m ²	3021.40
		C25 混凝土锚墩	m ³	148.97
		地脚螺栓锚杆 φ32	t	10.87
		机械石方开挖-机械破碎V-VIII类岩	m ³	41.96
		土方回填（夯实）	m ³	41.96
	模板（制作、安装、拆除）	m ²	333.61	
	危石、碎石清理	人工清理危石、碎石	m ³	7440
BW ₁ 不稳定边坡治理	挡墙	机械挖沟槽石方	m ³	608.5
		机械挖沟槽土方	m ³	8447.71
		C25 毛石混凝土挡墙	m ³	10530.00
		钢模板制作、安装、拆除	m ²	8489.25
		Φ100mmPVC 泄水管	m	1212.75

		砂砾石反滤层	m ³	269.50
		黏土料封填	m ³	3501.54
		伸缩缝	m ²	1217.75
		土石方回填（夯实）	m ³	4336.94
		C30 钢筋混凝土基础板	m ³	133.00
BW ₂ 不稳定边坡治理	挡墙	机械挖沟槽土方	m ³	3850.30
		C25 毛石混凝土挡墙	m ³	4367.00
		钢模板制作、安装、拆除	m ²	4363.56
		Φ100mmPVC 泄水管	m	759.00
		砂砾石反滤层	m ³	138.00
		黏土料封填	m ³	1559.04
		伸缩缝	m ²	494.76
		土石方回填（夯实）	m ³	2514.92
		C30 钢筋混凝土基础板	m ³	419.00
		注浆孔（200mm，预估水泥用量 250kg/m）	m	949.00
		注浆钢管（Φ108mm*3.5mm）	m	1035.00
		C ₁ 冲沟防治 (BW ₃ 不稳定边坡)	拦挡坝	挖土方（拦挡坝）
挖石方（拦挡坝）	m ³			200.00
C25 毛石混凝土	m ³			8545.40
C30 耐磨砼	m ³			8.10
伸缩缝	m ³			1008.00
土方回填（夯实）	m ³			686.88
坝后回填（松填）	m ³			3528.74
排水沟	人工挖沟槽土方		m ³	676.20
	C25 混凝土排水沟		m ³	115.00
	模板制作、安装、拆除		m ²	1196.00
	伸缩缝		m ²	9.12
	土石方回填（夯实）		m ³	230.00
	人工土方坡面搬运 100m 松填于墙后		m ³	446.20
沉砂池	挖掘机挖土方		m ³	33.00
	C25 混凝土沉砂池池壁		m ³	20.00
	C25 混凝土沉砂池底		m ³	5.20
	模板制作、安装、拆除		m ²	32.60
整个矿山	警示措施		警示牌	个
材料二次搬运		搬运砂石料、水泥	t	1180
		搬运钢材、钢件	t	646

5.3 矿区土地复垦工程设计

5.3.1 设计原则

1) 依据国家法律法规，矿山地质环境恢复和土地复垦工程规划设计中要充分利用可复垦的每一寸土地、严格按复垦标准进行工程设计，最大限度的弥补因项目建设造成的土地损毁。

2) 矿山地质环境恢复和土地复垦工程规划设计与建设进度紧密结合，合理安排，实施边生产、边复垦、边利用的同步安排，一体化运作的计划。

3) 矿山地质环境恢复和土地复垦工程规划设计尊重当地自然规律，适应当地气象、土壤条件，促进复垦土地生态重建。

4) 栽植树种的选择以当地乡土树种优先的原则，复垦后土地的生态景观要与周边环境相容，需引入适宜品种

5.3.2 设计体系

本矿山土地复垦工程主要是对采矿生产造成损毁且不留续使用的土地进行复垦，涉及 6 个复垦单元。根据确定的土地复垦方案，以《土地复垦技术标准》、《云南省土地开发整理工程建设标准（试行）》、《矿山植被恢复技术规程》（DB53/T767-2016）为依据，对项目区损毁的土地进行复垦工程设计，主要技术措施内容包括：土壤重构工程、植被重建工程、监测与管护工程。

5.3.3 工程方案

1、复垦单元 1：堆渣区

根据统计，该单元复垦面积为 17.2012hm^2 ，根据土地适宜性评价，其中复垦为乔木林地面积 0.4731hm^2 ，复垦为其他草地面积 16.7281hm^2 。复垦措施及工程量如下：

(1) 土壤重构工程

表土覆盖：设计该场地内复垦乔木林地区进行全面覆土 30cm，坑穴覆

土 50cm，覆土来外购表土。根据表土平衡章节分析知，该单元需覆土量为 1501.3m³，运距 6.0km。由于 3#-4#堆渣区局部机械无法进场，故该区域采用人工搬运土，运土方量约 642.8m³，运距约 50m。

土壤培肥：由于复垦林地区肥力缺乏，本方案采用施复合肥进行土壤培肥，乔（灌）木 2kg/穴、草种 450kg/hm²，经计算，需复合肥 12566.2kg。

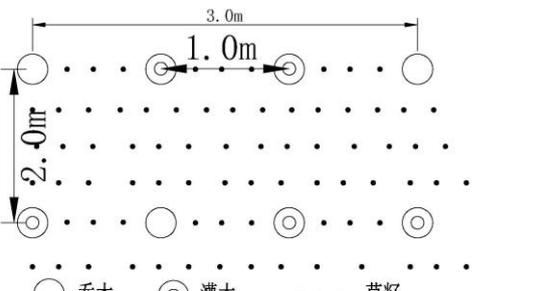
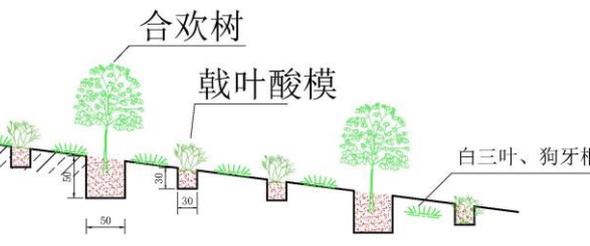
(2) 植被重建工程

该单元设计采用乔、灌、草结合的方式进行植被恢复。乔木选用合欢树，灌木选用戟叶酸模，草本选用狗牙根、白三叶，所购买的苗木需具有“三证一签”。乔木栽种规格 2550 株/hm²，灌木 2550 株/hm²，撒播草种 50kg/hm²。

经计算，该单元植被恢复需栽种乔木 1452 株（其中合欢树 726 株、云南油杉 726 株），需栽种灌木 1452 株（其中戟叶酸模 726 株、火棘 726 株）撒播狗牙根、白三叶 17.2012hm²。

表 5-11 林地造林模式指标表（乔+灌+草）

植被恢复区域		复垦有林地区域		
适宜的立地条件特征		矿区属构造侵蚀中山地貌类型，气候属中亚热带气候。年平均气温 19.8℃；年均降雨量 726.2mm。矿区土壤以黄壤为主		
技术措施	树种、草种混交方式、比例	合欢树+戟叶酸模+狗牙根、白三叶，乔+灌+草结合栽植		
		乔木	灌木	草籽
		合欢树、云南油杉	戟叶酸模、火棘	狗牙根、白三叶
	初植密度、株行距	乔木栽植密度 2550 株/公顷，穴状整地：50×50×50cm，株、行距 2m×2m；灌木栽植密度 2550 株/公顷，穴状整地：30×30×50cm，株、行距 2m×2m；白三叶密度 60kg/hm ² ，全面撒播。		
	配置方式	乔木、灌木按“品”字型配置，草籽全面撒播。		
	林地清理	清除地表大石块和其它杂物、覆土。		
	整地方法、规格	穴状整地：50×50×50cm	穴状整地：30×30×30cm	林下全面撒播
	栽植方式	植苗，每穴 1 株，林下全面撒播白三叶		
	种苗质量、规格	苗木为 2 年生的 I 级容器苗，苗高≥200cm，地径≥3.0cm；	苗木为 2 年生的 I 级苗木，苗高≥100cm、地径≥1.5cm；	草籽发芽率 85%，净度 90%，I 级草籽，种子千粒重 0.39g；
栽植时间	雨季来临雨水下透后及时造林，草籽春末撒播			

抚育管理措施	次年雨季补植；当年、次年除草培土 1 次；防火，防病虫害，防牲畜和人为损害；管护期为 3 年。
乔木林地复垦生物措施配置表（乔+灌+草）	
<u>植物措施配置图（平面图）</u>	<u>植物措施典型设计图（剖面图）</u>
 <p>3.0m 1.0m 2.0m</p> <p>○ 乔木 ⊙ 灌木 ... 草籽</p>	 <p>合欢树 戟叶酸模 白三叶、狗牙根</p> <p>50 30</p> <p>说明：图中单位以厘米计</p>

(3) 监测与管护工程

管护对象：乔木林地、其他草地；管护年限：3 年；管护方法：培垄、定株、修枝、施肥、浇水、喷药等；管护补植：管护期对栽种死亡的苗木进行补植，按照 15% 损失率进行补植，则管护期需补植合欢树 109 株、云南油杉 109 株，需补植戟叶酸模 109 株、火棘 109 株。管护施肥 37698.6kg，管护用水 23655.9m³。

表 5-12 堆渣区复垦工程量统计表

项目名称	复垦方向	复垦面积 (hm ²)	表土覆盖 (m ³)	人工搬运土 (m ³)	土壤培肥 (施复合肥) (kg)	栽种合欢树 (株)	栽种云南油杉 (株)	栽种戟叶酸模 (株)	栽种火棘 (株)
堆渣区	乔木林地	0.4731	1501.3	642.8	5038.5	726	726	726	726
	其他草地	16.7281			7527.7				
合计		17.2012	1501.3	642.8	12566.2	726	726	726	726

表 5-12 堆渣区复垦工程量统计表

项目名称	复垦方向	复垦面积 (hm ²)	撒播草籽 (hm ²)	补植合欢树 (株)	补植云南油杉 (株)	补植戟叶酸模 (株)	补植火棘 (株)	管护施肥 (kg)	管护用水 (m ³)
堆渣区	乔木林地	0.1731	0.1731	109	109	109	109	15115.5	434.3
	其他草地	16.7281	16.7281					22583.1	23221.6
合计		17.2012	17.2012	109	109	109	109	37698.6	23655.9

2、复垦单元 2：坑口工业场地

根据统计，该单元复垦面积为 2.3697hm²，根据土地适宜性评价，其中复垦为乔木林地面积 0.9393hm²，复垦为其他草地面积 1.4304hm²。复垦措

施及工程量如下：

(1) 土壤重构工程

表土覆盖：设计该场地内复垦乔木林地区进行全面覆土 30cm，坑穴覆土 50cm，覆土来外购表土。根据表土平衡章节分析知，该单元需覆土量为 2980.8m³，运距 6.0km。

土壤培肥：由于复垦林地区肥力缺乏，本方案采用施复合肥进行土壤培肥，乔（灌）木 2kg/穴、草种 450kg/hm²，经计算，需复合肥 10647.3kg。

(2) 植被重建工程

该单元设计采用乔、灌、草结合的方式进行植被恢复。乔木选用合欢树，灌木选用戟叶酸模，草本选用狗牙根、白三叶，所购买的苗木需具有“三证一签”。乔木栽种规格 2550 株/hm²，灌木 2550 株/hm²，撒播草种 50kg/hm²。其他林草地区设计采用爬山虎进行植被恢复，爬山虎栽种规格 2 株/m。

经计算，该单元植被恢复需栽种乔木植 2396 株（其中合欢树 1198 株，云南油杉 1198 株），需栽种灌木 2396 株（其中戟叶酸模 1198 株，火棘 1198 株），撒播狗牙根、白三叶 2.3697hm²，需栽种爬山虎 510 株。

(3) 监测与管护工程

管护对象：乔木林地、其他草地。**管护年限：**3 年；**管护方法：**培垄、定株、修枝、施肥、浇水、喷药等。**管护补植：**管护期对栽种死亡的苗木进行补植，按照 15% 损失率进行补植，则管护期需补植合欢树 180 株、云南油杉 180 株，需补植戟叶酸模 180 株、火棘 180 株，补植爬山虎 77 株。**管护施肥** 31941.9kg，**管护用水** 4061.4m³。

表 5-14 坑口工业场地复垦工程量统计表

项目名称	复垦方向	复垦面积(hm ²)	表土覆盖(m ³)	土壤培肥(施复合肥)(kg)	栽种合欢树(株)	栽种云南油杉(株)	栽种戟叶酸模(株)	栽种火棘(株)	撒播草籽(hm ²)	栽种爬藤(株)
坑口工业	乔木林地	0.9393	2980.8	10003.6	1198	1198	1198	1198	0.9393	

场地	其他草地	1.4304		643.7					1.4304	510
合计		2.3697	2980.8	10647.3	1198	1198	1198	1198	2.3697	510

续表 5-14 坑口工业场地复垦工程量统计表

项目名称	复垦方向	复垦面积 (hm ²)	补植合欢树 (株)	补植云南油杉 (株)	补植戟叶酸模 (株)	补植火棘 (株)	补植爬山虎 (株)	管护施肥 (kg)	管护用水 (m ³)
坑口工业场地	乔木林地	0.9393	180	180	180	180		30010.8	862.3
	其他草地	1.4304					77	1931.1	3199.1
合计		2.3697	180	180	180	180	77	31941.9	4061.4

3、复垦单元 3：废弃房屋场地

根据统计，该单元复垦面积为 0.0184hm²，根据土地适宜性评价，全部复垦为乔木林地。复垦措施及工程量如下：

(1) 土壤重构工程

建筑物拆除：待矿山开采结束后，本方案设计将场地内的建筑物进行拆除。经统计，2 层以下（不包含 2 层）房建筑物拆除面积为 184m²。

硬化地表拆除：待场地内地表建筑物拆除后，即对混凝土硬化地表进行拆除，拆除硬化地表面积约为 184m²，按 10cm 厚度进行拆除，拆除混凝土硬化地表工程量约 18.4m³。

场地清理：待该单元内的建筑物拆除后，即对建筑场地进行场地清理，清理厚度按 20cm 计算，清理面积 184m²。经计算，该区域内清理废渣方量约 36.8m³。

弃渣清运：将清理的废渣用矿车拉运至建筑垃圾场堆填。经统计，该区域内建筑物垃圾清运方量约 128.8m³，运距 10.0km。

表土覆盖：设计该场地内复垦乔木林地区进行全面覆土 30cm，坑穴覆土 50cm，覆土来外购表土。根据表土平衡章节分析知，该单元需覆土量为 58.4m³，运距 1.0km。

土壤培肥：由于复垦林地区肥力缺乏，本方案采用施复合肥进行土壤培肥，乔（灌）木 2kg/穴、草种 450kg/hm²，经计算，需复合肥 196.0kg。

(2) 植被重建工程

该单元设计采用乔、灌、草结合的方式进行植被恢复。乔木选用合欢树，灌木选用戟叶酸模，草本选用狗牙根、白三叶，所购买的苗木需具有“三证一签”。乔木栽种规格 2550 株/hm²，灌木 2550 株/hm²，撒播草种 50kg/hm²。

经计算，该单元植被恢复需栽种乔木 47 株，（其中合欢树 24 株、云南油杉 23 株），需栽种灌木 47 株（其中戟叶酸模 24 株、火棘 23 株），撒播狗牙根、白三叶 0.0184hm²。

（3）监测与管护工程

管护对象：乔木林地。管护年限：3 年；管护方法：培垄、定株、修枝、施肥、浇水、喷药等。管护补植：管护期对栽种死亡的苗木进行补植，按照 15% 损失率进行补植，则管护期需补植合欢树 4 株、云南油杉 4 株，需补植戟叶酸模 4 株、火棘 4 株。管护施肥 588.0kg，管护用水 41.7m³。

表 5-15 废弃房屋场地复垦工程量统计表

项目名称	复垦方向	复垦面积(hm ²)	建筑物拆除(m ²)	硬化地表拆除(m ³)	场地清理(m ³)	弃渣清运(m ³)	表土覆盖(m ³)	土壤培肥(施复合肥)(kg)	栽种合欢树(株)	栽种云南油杉(株)	栽种戟叶酸模(株)
			2层以下								
废弃	乔木林地	0.0184	184	18.4	36.8	128.8	58.4	196.0	24	23	24
合计		0.0184	184	18.4	36.8	128.8	58.4	196.0	24	23	24

续表 5-15 废弃房屋场地复垦工程量统计表

项目名称	复垦方向	复垦面积(hm ²)	栽种火棘(株)	撒播草籽(hm ²)	补植合欢树(株)	补植云南油杉(株)	补植戟叶酸模(株)	补植火棘(株)	管护施肥(kg)	管护用水(m ³)
废弃房屋	乔木林地	0.0184	23	0.0184	4	4	4	4	588.0	41.7
合计		0.0184	23	0.0184	4	4	4	4	588.0	41.7

4、复垦单元 4：矿山道路

根据统计，该单元复垦面积为 0.4701hm²，根据土地适宜性评价，全部复垦为乔木林地。复垦措施及工程量如下：

（1）土壤重构工程

表土覆盖：设计该场地内复垦乔木林地区进行全面覆土 30cm，坑穴覆土 50cm，覆土来外购表土。根据表土平衡章节分析知，该单元需覆土量为

1491.8m³，运距 1.0km。

土壤培肥：由于复垦林地区肥力缺乏，本方案采用施复合肥进行土壤培肥，乔（灌）木 2kg/穴、草种 450kg/hm²，经计算，需复合肥 5006.6kg。

(2) 植被重建工程

该单元设计采用乔、灌、草结合的方式进行植被恢复。乔木选用合欢树，灌木选用戟叶酸模，草本选用狗牙根、白三叶，所购买的苗木需具有“三证一签”。乔木栽种规格 2550 株/hm²，灌木 2550 株/hm²，撒播草种 50kg/hm²。

经计算，该单元植被恢复需栽种乔木 1199 株（其中合欢树 600 株，云南油杉 599 株），需栽种灌木 1199 株（其中戟叶酸模 600 株、火棘 599 株），撒播狗牙根、白三叶 0.4701hm²。

(3) 监测与管护工程

管护对象：乔木林地。**管护年限：**3 年；**管护方法：**培垄、定株、修枝、施肥、浇水、喷药。**管护补植：**管护期对栽种死亡的苗木进行补植，按照 15% 损失率进行补植，则管护期需补植合欢树 90 株、云南油杉 90 株，需补植戟叶酸模 90 株、火棘 90 株。管护施肥 15019.8kg，管护用水 1066.2m³。

表 5-16 矿山道路复垦工程量统计表

项目名称	复垦方向	复垦面积(hm ²)	表土覆盖(m ³)	土壤培肥(施复合肥)(kg)	栽种合欢(株)	栽种云南油杉(株)	栽种戟叶酸模(株)	栽种火棘(株)	撒播草籽(hm ²)
矿山道路	乔木林地	0.4701	1491.8	5006.6	600	599	600	599	0.4701
合计		0.4701	1491.8	5006.6	600	599	600	599	0.4701

续表 5-16 矿山道路复垦工程量统计表

项目名称	复垦方向	复垦面积(hm ²)	补植合欢树(株)	补植云南油杉(株)	补植戟叶酸模(株)	补植火棘(株)	管护施肥(kg)	管护用水(m ³)
矿山道路	乔木林地	0.4701	90	90	90	90	15019.8	1066.2
合计		0.4701	90	90	90	90	15019.8	1066.2

5、复垦单元 5：木材加工厂

根据统计，该单元复垦面积为 1.8074hm²，根据土地适宜性评价，全部复垦为乔木林地。复垦措施及工程量如下：

(1) 土壤重构工程

建筑物拆除：待矿山开采结束后，本方案设计将场地内的建筑物进行拆除。经统计，2层以下（不包含2层）房建筑物拆除面积为438m²。

硬化地表拆除：待场地内地表建筑物拆除后，即对混凝土硬化地表进行拆除，拆除硬化地表面积约为438m²，按10cm厚度进行拆除，拆除混凝土硬化地表工程量约43.8m³。

场地清理：待该单元内的建筑物拆除后，即对建筑场地进行场地清理，清理厚度按20cm计算，清理面积438m²。经计算，该区域内清理废渣方量约87.6m³。

弃渣清运：将清理的废渣用矿车拉运至建筑垃圾场堆填。经统计，该区域内建筑物垃圾清运方量约306.6m³，运距10.0km。

表土覆盖：设计该场地内复垦旱地区进行全面覆土30cm，坑穴覆土50cm，覆土来自外购表土。根据表土平衡章节分析知，该单元需覆土量为5735.6m³，运距3.0km。

土壤培肥：由于复垦林地区肥力缺乏，本方案采用施复合肥进行土壤培肥，乔（灌）木2kg/穴、草种450kg/hm²，经计算，需复合肥19248.8kg。

(2) 植被重建工程

该单元设计采用乔、灌、草结合的方式进行植被恢复。乔木选用合欢树，灌木选用戟叶酸模，草本选用狗牙根、白三叶，所购买的苗木需具有“三证一签”。乔木栽种规格2550株/hm²，灌木2550株/hm²，撒播草种50kg/hm²。

经计算，该单元植被恢复需栽种乔木4609株（其中合欢树2305株、云南油杉2304株），需栽种灌木4609株（其中戟叶酸模2305株、火棘2304株），撒播狗牙根、白三叶1.8074hm²。

(3) 监测与管护工程

管护对象：乔木林地。**管护年限：**3年；**管护方法：**培垄、定株、修枝、

施肥、浇水、喷药等。管护补植：管护期对栽种死亡的苗木进行补植，按照 15% 损失率进行补植，则管护期需补植合欢树 346 株、云南油杉 346 株，需补植戟叶酸模 346 株、火棘 346 株。管护施肥 57746.4kg，管护用水 4099.2m³。

表 5-17 木材加工厂复垦工程量统计表

项目名称	复垦方向	复垦面积(hm ²)	建筑物拆除(m ²)	硬化地表拆除(m ³)	场地清理(m ³)	弃渣清运(m ³)	表土覆盖(m ³)	土壤培肥(复合肥)(kg)	栽种合欢(株)	栽种云南油杉(株)
			2层以下							
木材加工厂	乔木林地	1.8074	438	43.8	87.6	306.6	5735.6	19248.8	2305	2304
合计		1.8074	438	43.8	87.6	306.6	5735.6	19248.8	2305	2304

续表 5-17 木材加工厂复垦工程量统计表

项目名称	复垦方向	复垦面积(hm ²)	栽种戟叶酸模(株)	栽种火棘(株)	撒播草籽(hm ²)	补植合欢树(株)	补植云南油杉(株)	补植戟叶酸模(株)	补植火棘(株)	管护施肥(kg)	管护用水(m ³)
木材加工	乔木林地	1.8074	2305	2304	1.8074	346	346	346	346	57746.4	4099.2
合计		1.8074	2305	2304	1.8074	346	346	346	346	57746.4	4099.2

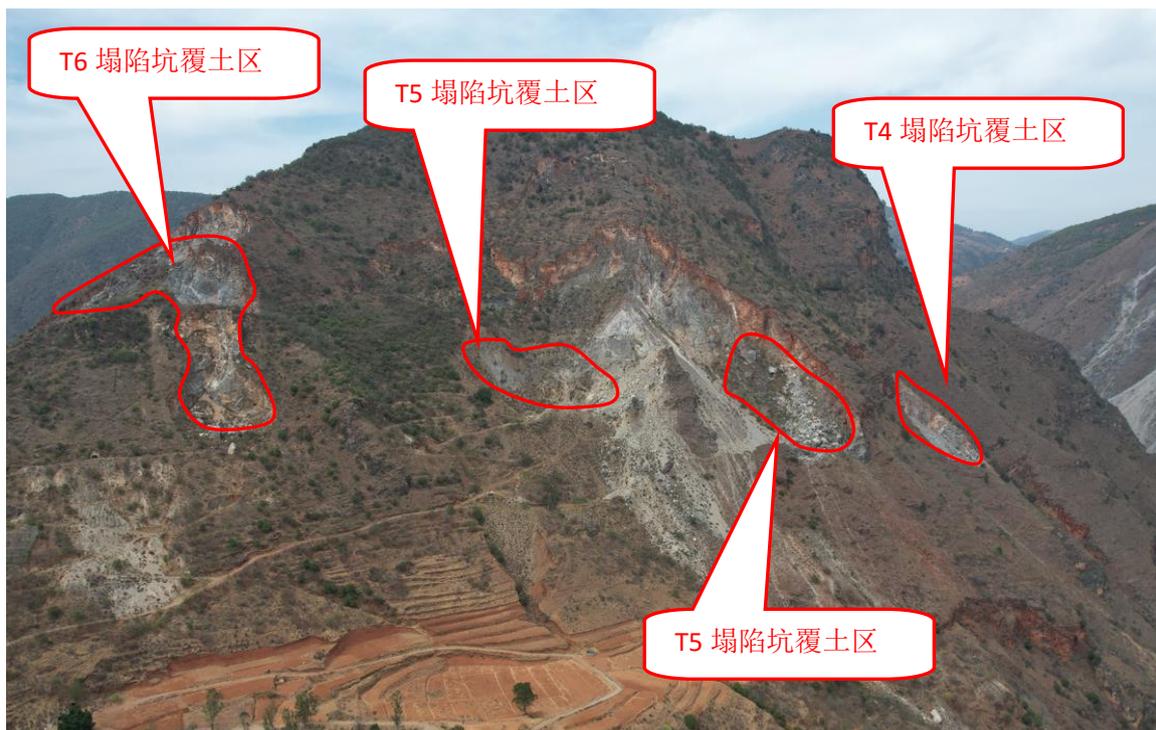
6、复垦单元 6：T₁-T₆ 塌陷坑及塌陷影响区

根据图纸量算，T₁-T₆ 塌陷坑及塌陷影响区总复垦面积为 87.4432hm²，其中设计对塌陷坑进行覆土、平整、植被恢复，塌陷影响区直接进行植被恢复。根据复垦其他草地质量标准要求，覆土厚度≥10cm，本方案设计塌陷坑区域覆土厚度 15cm，土源优先使用机械拉运至山脚，运距约 10km，然后由人工搬运至塌陷坑内，人工搬运距离约 1.0km。覆土后施复合肥进行土壤培肥，规格为 450kg/hm²，之后人工覆土区采用人工撒播草籽，其他区域采用无人机飞播草籽，草本选用狗牙根、白三叶混合戟叶酸模草籽，每公顷撒播草籽 50kg。为减轻塌陷影响对周围环境的影响，方案设计在施工人员可进入塌陷影响区边坡下部栽种单排乔灌木进行防护，栽种株距 1 株/m。

经现场调查及图纸量算，塌陷坑治理需覆土 7719.9m³，人工平整土方量 7719.9m³，需施肥 39349.5kg 需栽种乔木 893 株，灌木 893 株。

表 5-18 T1-T6 塌陷坑及塌陷影响区复垦工程量统计表

地块名称	复垦方向	复垦面积 (hm ²)	覆土量 (m ³)	机械拉运土 (m ³)	人工搬运土 (m ³)	人工平整 (m ³)	施复合肥 (kg)		人工撒播草籽 (hm ²)	飞播草籽 (hm ²)	条播防护林带		备注
											乔木(株)	灌木(株)	
T1 塌陷坑	其他草地	16.0517					7223.3			16.0517			全部为陡崖区，不设计覆土
T2 塌陷坑	其他草地	1.1897					535.4			1.1897			
T3 塌陷坑	其他草地	1.7896					805.3			1.7896			
T4 塌陷坑	其他草地	0.8034	1205.1	1205.1	1205.1	1205.1		361.5	0.8034				缓坡区进行人工覆土
T5 塌陷坑	其他草地	5.8472	8770.8	8770.8	8770.8	8770.8		2631.2	5.8472				
T6 塌陷坑	其他草地	4.4960	6744.0	6744.0	6744.0	6744.0		2023.2	4.4960				
T1 塌陷影响区	其他草地	36.0215					16209.7			36.0215	500	500	人工可进行位置条播林木
T2 塌陷影响区	其他草地	6.2082					2793.7			6.2082	225	225	
T3 塌陷影响区	其他草地	7.8475					3531.4			7.8475	118	118	
T5 塌陷影响区	其他草地	7.1884					3234.8			7.1884	50	50	
合计		87.4432	16719.9	16719.9	16719.9	16719.9	39349.5	5015.9	11.1466	76.2966	893	893	
备注				运距 10km	运距 1km		无人机施肥	人工施肥	人工撒播	无人机撒播			



照片 5-4 T₄—T₆ 塌陷坑覆土区照片



照片 5-5 T₁ 塌陷影响区条播防护林地示意照片



照片 5-6 T₂-T₃ 塌陷影响区条播防护林地示意照片



照片 5-7 T₆ 塌陷影响区条播防护林地示意照片

5.3.4 技术措施

1、工程技术措施

根据复垦分析，本方案设计工程措施主要为建筑物拆除、场地清理、弃渣清运、土壤培肥、植树种树草籽及管护措施等，各项工程项目具体情况如表 5-19 所示。

表 5-19 该矿山土地复垦工程技术措施情况表

复垦单元	复垦方向	主要复垦工程措施		
		一级项目	二级项目	三级项目
办公生活区、木材加工厂、堆渣区、坑口工业场地、废弃房屋场地、矿山道路	乔木林地	土壤重构工程	清理工程	建（构）筑物拆除
				场地清理
				建筑垃圾清运
		土壤剥覆工程	生物化学工程	表土
				表土覆盖
				土壤培肥
		植被重建工程	林草恢复工程	种植合欢树、云南油杉、戟叶酸模、火棘、撒播狗牙根、白三叶
监测与管护工程	管护工程	培垄、定株、修枝、施肥、浇水、喷药等		
堆渣区、坑口工业场地、塌陷坑及塌陷影响区	其他草地	土壤重构工程	生物化学工程	土壤培肥
		植被重构工程	林草恢复工程	撒播狗牙根、白三叶、栽种爬山虎
		监测与管护工程	管护工程	施肥、浇水、喷药等

2、生物措施

项目区复垦土地植树种草，恢复植被。为了尽快提高地表的郁闭速度，本方案规划采用乔、灌、草相结合的方法进行栽种，以尽快提高地表的郁闭速度。

（1）树种选择

适宜的种植物种的选择是生态重建的关键，根据项目区的地理位置和当地的气候条件，总结出先锋植物应当具有以下特征：

①适应于复垦区气候中生长，具有耐旱、喜阳等特性，优先考虑当地乡土树种。

②生长、繁殖能力强，最好能具有固氮能力，提高土壤中氮元素含量，要求实现短期内大面积覆盖。

③根系发达，萌芽能力强，能够有效地固结土壤，防止水土流失。这在复垦工程的早期阶段尤其重要。

④播种、栽植容易，成活率高。

⑤所选草本植物要求具有越冬能力，以节约成本。

依据上述原则和经过对本地植物种类的调查，最终确定适宜复垦的乔木、灌木及草本植物如下：

乔木树种：合欢树、云南油杉

灌木树种：戟叶酸模、火棘

草本植物：狗牙根、白三叶

爬藤植物：爬山虎

(2) 树草种生物学特性和生态学特性

①合欢树 (*Albizia julibrissin Durazz.*)：豆科合欢属的落叶乔木，树冠开展；小枝有棱角，嫩枝、叶子、花序上都有细小绒毛；叶子有针状的外观，较小，很早就会脱落；花序在枝顶部排成圆锥形状，花多为粉红色；果实呈带状，嫩的果实外表有柔毛，成熟的则没有柔毛。花期6—7月，果期8—10月。合欢花粉红菲菲的头状花序形似轻盈柔软的“绒球”，被称为“绒花树”。合欢原产于亚洲及非洲，中国东北至华南及西南部各省区均有种植，常生于山坡或人工栽培，非洲、中亚至东亚均有分布，北美亦有栽培。合欢生长快、喜光、耐寒性稍差、耐干旱和贫瘠、对土壤要求度不高、不耐水涝；主要繁殖方式是播种。

②云南油杉 (*Keteleeria evelyniana Mast.*)：是松科、油杉属乔木，高可达40m，树皮粗糙，暗灰褐色，枝条较粗，开展；叶条形，在侧枝上排列成两列，基部楔形，渐窄成短叶柄，上面光绿色，球果圆柱形，中部的种鳞卵状斜方形或斜方状卵形，苞鳞中部窄；下部逐渐增宽，上部近圆形，种翅中下部较宽，上部渐窄。4-5月开花，10月种子成熟。云南油杉常混生于云南松林中或组成小片纯林，亦有人工林。喜暖耐干旱，具有强阳性、抗旱、耐瘠薄等特点，适生于酸性、中性土壤，其中心分布区年平均温度11.2-18.1℃，≥10℃活动积温3270-6610℃，最冷月平均温度3.8-11.7℃，极

端最底温度-7.4℃，年降雨量 787-1574mm，相对湿度 70%-80%，水热系数 1.5-2.5。

③戟叶酸模 (*Rumex hastatus D. Don*)：是蓼科酸模属的灌木植物。其老枝暗紫褐色，具沟槽，小枝草质，绿色，无毛；叶互生或簇生，戟形，先端尖，两侧裂片向上弯曲；花杂性，圆锥状花序顶生，分枝稀疏，花梗细弱，内花被片果时增大，圆形，淡红色；瘦果卵形，有光泽；花期 4-5 月；果期 5-6 月。因其叶如“戟”形，故名为戟叶酸模。戟叶酸模分布在中国云南、四川及西藏东南部，在印度、尼泊尔等国家也有分布。戟叶酸模多生于沙质荒坡、山坡阳处，适应性强，特别耐干旱、耐强光照、耐热、耐贫瘠。戟叶酸模的繁殖方式为种子繁殖。

④火棘 (*Pyracantha fortuneana (Maxim.) H. L. Li*)：是蔷薇科火棘属常绿灌木，老枝呈暗褐色；叶片呈倒卵形，边缘有钝锯齿，齿尖向内弯，两面皆无毛；叶柄短，无毛或嫩时有柔毛；花序是复伞房状，花瓣呈白色近圆形；果球近圆形，颜色是桔红或深红色。其花期是 3-5 月，果期 8-11 月。喜强光，耐贫瘠，抗干旱，耐寒；黄河以南露地种植，华北需盆栽，塑料棚或低温温室越冬，温度可低至-6℃、水搓子。对土壤要求不严，而以排水良好、湿润、疏松的中性或微酸性壤土为好。火棘属亚热带植物，性喜温暖湿润而通风良好、阳光充足、日照时间长的环境生长，最适生长温度 20~30℃。另外，火棘还具有较强的耐寒性，在-6℃仍能正常生长，并安全越冬。如在冬季气温高于 10℃的地方种植，植株休眠不利，就会影响翌年开花结果。火棘虽耐瘠薄，对土壤要求不严，但为了植株生长发育良好；还是应选择土层深厚；土质疏松，富含有机质，较肥沃，排水良好，pH5.5~7.3 的微酸性土壤种植为好

⑤白三叶 (*Trifolium repens L.*)：又名白车轴草，豆科车轴草属的多年生草本植物，茎贴地匍匐；叶柄直立，小叶心形，边缘具细齿，叶脉明显，

小叶叶柄极短；托叶椭圆形，顶端尖抱茎；头状花序，总花梗长于叶柄；花白色或淡红色；荚果倒卵状，矩形，包于膜质、膨大；种子褐色，近圆形；花期4—6月。对土壤要求不高，尤其喜欢黏土耐酸性土壤，也可在砂质土中生长，pH值5.5~7，甚至4.5也能生长，喜弱酸性土壤不耐盐碱，pH值6~6.5时，对根瘤形成有利。

⑥**狗牙根** (*Cynodon dactylon* (L.) Persoon)：禾本科狗牙根属多年生草本植物。秆直立或下部匍匐，无毛，细而坚韧；叶为线形，通常无毛；小穗灰绿色，稀带紫色，花药淡紫色；果实为长圆柱形。花果期5-10月。狗牙根来自希腊语，其学名“cynodon”意为“狗牙”，故得名。

⑦**爬山虎** (*Parthenocissus tricuspidata*)：是多种植物的别称。捆石龙、枫藤、小虫儿卧草、红丝草、红葛、趴山虎、红葡萄藤、巴山虎，葡萄科植物。夏季开花，花小，呈黄绿色，浆果紫黑色。常见攀缘在墙壁岩石上。爬山虎适应性强，性喜阴湿环境，但不怕强光，耐寒，耐旱，耐贫瘠，气候适应性广泛，在暖温带以南冬季也可以保持半常绿或常绿状态。耐修剪，怕积水，对土壤要求不严，阴湿环境或向阳处，均能茁壮生长，但在阴湿、肥沃的土壤中生长最佳。它对二氧化硫和氯化氢等有害气体有较强的抗性，对空气中的灰尘有吸附能力。

(3) 苗木来源及质量要求

树/草籽需到专业部门购进。造林要求：根据就地、就近育苗的原则，造林绿化所需苗木和种子，工程施工单位可与就近苗圃提前达成苗木购销协议，草籽需到专业部门购进，苗木应具备“三证一签”。禁止使用带有森林病虫害检疫对象的种子、苗木。树/草种子质量要求见下表。

表5-21 乔木苗木标准

树种名称	苗木种类	苗木等级	苗龄	地径 (cm)	苗高 (cm)	综合控制指标
合欢树	容器苗	I级全冠苗	2	≥3.0	≥200	叶色正常
云南油杉	容器苗	I级全冠苗	2	≥3.0	≥200	叶色正常

表5-22 灌木苗木质量要求

树种名称	苗木种类	苗木等级	苗龄	地径 (cm)	苗高 (cm)	蓬径 (cm)	综合控制指标
戟叶酸模	容器苗	I级全冠苗	2	≥1.5	≥100	60	叶色正常
火棘	容器苗	I级全冠苗	2	≥1.5	≥100	60	叶色正常

表5-23 种子质量要求

草/树种子	草/树种级别	净 度	发芽率	综合控制指标
狗牙根	I级包衣草种	≥95	≥85	优良脱壳种
白三叶	I级包衣草种	≥95	≥85	优良脱壳种

表5-24 爬藤苗木质量要求

爬藤苗木名称	苗木等级	地径 (cm)	苗高 (cm)	综合控制指标
爬山虎	木质化苗木	0.5-1	10-15	叶色正常

(4) 造林技术

林地区林木种植：乔木株行距 2×2m，灌木株行距 2×2m，植树穴坑按照乔木 0.5m×0.5m×0.5m，灌木 0.3m×0.3m×0.5m 规格进行设计。乔木：2550 株/hm²，灌木：2550 株/hm²。

草地区撒播草种：狗牙根、白三叶种子混合后采用覆土撒播，每公顷用量各 15kg。雨季来临雨水下透后及时造林或阴天、小雨天种植。

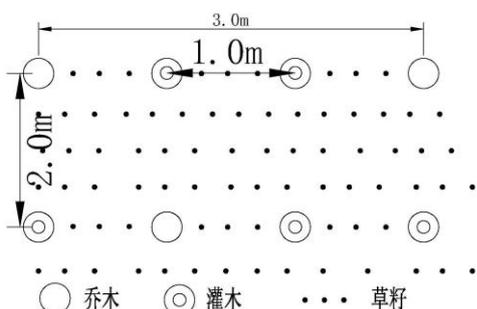
造林典型设计详见表 5-25。

表 5-25 复垦典型植被恢复模型表

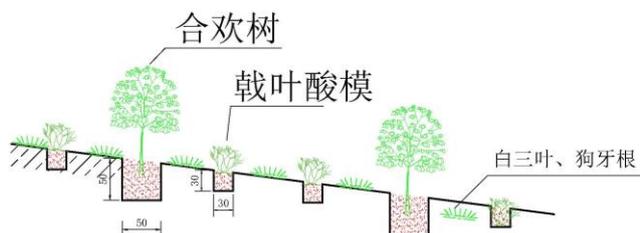
立地条件特征		表层覆土，粘土、砂壤土
造林技术	树种	乔木：合欢树、云南油杉，灌木：戟叶酸模、火棘
	造林方式	植苗造林、狗牙根、白三叶撒播
	株 行 距	乔木 2m×2m、灌木 2 m×2m
	造林密度	乔木 2550 株/hm ² （配比 1:1）、灌木 2550 株/hm ² （配比 1:1）
	配置方式	“品”字型配置，乔、灌木树种配比 1:1
	整地方式	乔木穴状整地：50cm×50cm×50cm 灌木穴状整地：30cm×30cm×50cm
	苗木规格	2 年生容器苗
	种植季节	雨季 6-9 月，阴天或小雨天
	管 护	次年雨季补植，第二年、第三年各除草培土 1 次，防火、防病虫害，防畜牲和人为损害。

乔木林地复垦生物措施配置表（乔+灌+草）

植物措施配置图（平面图）



植物措施典型设计图（剖面图）



说明：图中单位以厘米计

3、化学措施

本项目复垦区域因常年的施工活动，造成复垦区土壤压实结板，有机质含量降低，肥力下降，为提高复垦区土地质量，必须进行土壤改良。

根据《云南省矿山植被恢复技术规程》，本方案设计拟采用施复合肥对复垦林地、草地区域土地土壤进行改良。

5.3.5 工程量

根据 5.3.3 工程方案汇总统计工程量，工程量汇总见表 5-26。

表 5-26 矿山土地复垦工程量统计表

一级项目	二级项目	三级项目	工程内容	计量单位	工程量	复垦单元 1	复垦单元 2	复垦单元 3	复垦单元 4	复垦单元 5	复垦单元 7	苗木运输损失量 (10%)
						堆渣区	坑口工业场地	废弃房屋场地	矿山道路	木材加工厂	T1-T6 塌陷坑及塌陷影响区	
						复垦为乔木林地、其他草地	复垦为乔木林地、其他草地	复垦为乔木林地	复垦为乔木林地	复垦为乔木林地	复垦为其他草地	
土壤重构工程	清理工程	建筑物拆除	2 层以下	m ²	622			184		438		
		硬化场地拆除		m ³	62.2			18.4		43.8		
		场地清理		m ³	124.4			36.8		87.6		
		弃渣清运		m ³	435.4			128.8		306.6		
	土壤剥离工程	覆土工程 (拉运土 1km)		m ³	1550.2			58.4	1491.8			
		覆土工程 (拉运土 3km)		m ³	5735.6					5735.6		
		覆土工程 (拉运土 6km)		m ³	4482.1	1501.3	2980.8					
		覆土工程 (拉运土 10km)		m ³	16719.9						16719.9	
		人工挑台运土 (50m)		m ³	642.8	642.8						
		人工挑台运土 (1.0km)		m ³	16719.9						16719.9	
		表土回覆		m ³	11767.9	1501.3	2980.8	58.4	1491.8	5735.6		
	场地平整		m ³	16719.9						16719.9		
生物化学工程	土壤培肥	复合肥	kg	87014.4	12566.2	10647.3	196	5006.6	19248.8	39349.5		
植被重建工程	林草恢复措施	栽植	乔木 (合欢树)	株	5826	726	1198	24	600	2305	447	526
			乔木 (云南油杉)	株	5821	726	1198	23	599	2304	446	525
			灌木 (戟叶酸模)	株	5826	726	1198	24	600	2305	447	526
			灌木 (火棘)	株	5821	726	1198	23	599	2304	446	525
		撒播	草籽 (狗牙根、白三叶)	hm ²	33.0134	17.2012	2.3697	0.0184	0.4701	1.8074	11.1466	
		飞播	草籽 (狗牙根、白三叶、戟叶酸模)	hm ²	76.2966						76.2966	
		栽种	爬藤 (爬山虎)	株	510		510					
管护工程	管护	补植	乔木 (合欢树)	株	875	109	180	4	90	346	67	79
			乔木 (云南油杉)	株	875	109	180	4	90	346	67	79
			灌木 (戟叶酸模)	株	875	109	180	4	90	346	67	79
			灌木 (火棘)	株	875	109	180	4	90	346	67	79
			爬藤 (爬山虎)	株	77		77					
		施肥	kg	142994.7	37698.6	31941.9	588	15019.8	57746.4			
		用水	m ³	32924.4	23655.9	4061.4	41.7	1066.2	4099.2			
外购土		购表土	m ³	28487.8	1501.3	2980.8	58.4	1491.8	5735.6	16719.9		

5.4 矿山地质环境监测

5.4.1 目标任务

(1) 监测目的

1) 通过对本矿山地质环境监测，让采矿权人及时掌握矿业活动引发矿区地质环境动态变化，发现问题及时采取相应防治措施。

2) 通过对矿区地质环境问题、防治措施实施效果监测，为本矿山地质环境保护与治理恢复工程竣工验收提供依据。

3) 通过对矿区地质环境问题、防治措施实施效果监测，为自然资源部门监督管理提供依据。

(2) 监测任务

综合工程建设工程区地质灾害分布与矿山开采诱发地质灾害，地质环境破坏的可能的特点，对本工程不同部位的地质灾害、水资源、地貌景观、土地资源进行监测，对治理措施效果进行监测，为采矿权人了解项目的执行情况、研究对策、实行宏观指导提供依据。

5.4.2 监测方案

1、监测范围及监测对象

本矿山监测范围为治理恢复区及设计的防治工程区，其监测对象主要是：

- (1) 地下水环境恢复；
- (2) 土壤环境；
- (3) 塌陷区及塌陷影响区
- (4) 边坡稳定性。
- (5) 工程设施

2、监测依据

- (1) 《崩塌、滑坡、泥石流监测规范》（GB/T32864-2016）；

- (2) 《地面沉降调查与监测规范》（DZ/T 0283-2015）；
- (3) 《地下水动态监测规范》（DZ/T0133-1994）；
- (4) 《地下水监测规范》（SL/T183-2005）；
- (5) 《土壤侵蚀分类分级标准》（SL-190-96）；
- (6) 《矿山地质环境监测技术规范》（DZ/T0287-2015）。

3、监测要素

针对本矿山的地质环境监测对象，确定矿山地质环境监测要素为：

- (1) 地下水污染；
- (2) 土壤酸碱度，土壤水溶性盐，土壤重金属；
- (3) 危岩治理体积，绿化面积及盖度。

5.4.3 技术措施

5.4.3.1 监测原则

- (1) 监测应具有针对性和可操作性，突出重点，注重实效，监测方法简便实用、节约投资的原则；
- (2) 地质灾害监测及水、土环境监测相结合的原则；
- (3) 全面调查与重点观测相结合的原则；
- (4) 监测方法及频率与监测内容相对应的原则。

5.4.3.2 监测方法

根据矿区具体情况，需监测以下内容：

- 1) 水土流失及植被监测。主要包括监测水土流失量及林草措施成活率、保存率、生长情况及覆盖度。监测方法：简易水土流失观测场、简易坡面量测法实地调查等；
- 2) 地下（表）水污染监测。通过取样、调查分析监测地下水 PH 值、氟化物、COD、氨氮指标以及反映本地区主要水质问题的其它项目；
- 3) 地形地貌景观破坏采用遥感、大地测量等方法进行监测；

4) 边坡及潜在地质灾害可采用遥感、高精度 GPS、大地测量、简易人工观测、实地调查等方法进行监测。

5.4.3.3 监测方案

(1) 监测数据精度及技术指标

等级的确定：根据《工程测量规范》“表 10.1.3 变形监测的等级划分及精度要求”，此工程变形测量等级定为三等。三等适用范围：直立岩体、高边坡、深基坑、危险性一般的滑坡监测、大型桥梁等。

(2) 水平位移监测

水平位移监测基准网采用 GPS 网的形式，其主要技术指标如下表 5-30。

表 5-27 水平位移监测技术指标

等级	相邻基准点的点位中误差 (mm)	平均边长 L (m)	最弱边相对中误差
三等	6.0	≤350	≤1/80000

(3) 垂直位移监测

表 5-28 垂直位移监测基准网的主要技术要求

等级	相邻基准点高差中误差 (mm)	每站高差中误差 (mm)	往返较差或环线闭合差 (mm)	检测已测高差较差
三等	1.0	0.30	$0.60\sqrt{n}$	$0.8\sqrt{n}$

注：表中 n 为测站数。

表 5-29 垂直位移监测点的主要技术要求

等级	相邻基准点高差中误差 (mm)	每站高差中误差 (mm)	往返较差或环线闭合差 (mm)	检测已测高差较差
三等	1.0	0.30	$0.60\sqrt{n}$	$0.8\sqrt{n}$

注：表中 n 为测站数。

5.4.3.4 技术措施布设

(1) 监测基准网的建立

根据项目及周边的地形地貌情况，在测区周边选择通视良好、地基稳固的地方布设了 3 个监测基准点，编号分别为 JZ01、JZ02、JZ03。

基准网布设为三等三角网，采用带有强制对中装置的观测墩。

保证点间相互通视。

点位选址于便于观测，周边环境良好的地方。

基准点精度等级为三等。

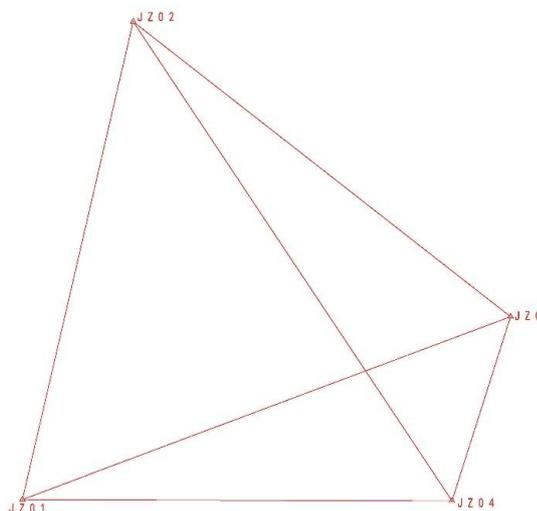


图 5-12 监测基准网图

(2) 监测点的布设

根据监测实施方案，布点情况如下：

在各塌陷区布设了位移监测点，编号分别为 J1、J2、J3……；点位布设于各对象的重要部位。现状塌陷区布设监测点 10 个，点位编号 J1~J10；点位图见附 4 监测点布设位置图。

5、位移观测方法

根据规范和设计文件要求，监测点采用极坐标观测方式进行，水平角、垂直角、边长观测各 4 测回测定，方向数大于 4 个的测站进行归零测量。

观测分别在 JZ01、JZ/2、JZ03 上设站，以定向进行分组测量。拦渣坝水平位移监测采用设置临时工作基点的方法测量。

拦渣坝监测点高程采用水准测量的方法进行测量。

(3) 水准测量

采用 DINI03 水准仪，按后-前-前-后的测量方法形成闭合水准线路。

(4) 监测频次

塌陷区垂直位移监测点，每周监测一次，雨季加密监测至 1 天一次，连续监测 3 年。

(5) 成果整理

观测工作结束后，应及时整理和检查外业观测手簿，当各项限差均满足规范要求后，方可进行平差计算。

平面坐标系采用厂区已有系统的一点一方位为起算数据，高程采用厂区已知高程，把高程值传至基准网的一点作为已知，再进行解算。

位移量的大小等于上一期的观测值减去本期的观测值，位移量的方向用差值自身的正负号来表示。垂直位移差值为“+”时表示“下沉”，差值为“-”时表示“上升”。对水平位移监测，由于滑体的主滑方向为向西，同坐标系的 Y 轴近似平行，当 Y 方向的位移差值为“+”时表示“向西滑塌”，差值为“-”时表示“向东挤压”，向东挤压对于施工期间可认为是测量误差。

每期测完后，计算相邻周期的位移、位移速率、累积位移，当位移速率、累积位移其中一个超过预警时，应立即报警。

(6) 监测项目预警

每期监测完成后，应及时进行数据处理，绘制监测点的时间位移量曲线图，找出其规律，当出现异常或特殊情况，如位移速率或位移量突变、出现较大的裂缝等，应提高观测频率，并将结果及时报告项目委托方。

对正在建设的边坡工程，通过监测，掌握滑坡的变形特征和规律，作出预警，避免和减轻滑坡造成的损失，尤为重要。预警值的确定从监测点的累积变形量和变形速率两方面加以控制。

在观测过程中，当坡顶或滑体中部土体上的监测点最大水平位移大于 30mm，以及两期间水平变形速率大于 2mm/d 时，或者说其水平位移速率已连续 3d 大于 2mm/d，应及时向甲方汇报预警，同时增加观测期数。

对烟道基础的监测，按《建筑边坡工程技术规范》预警值设为水平位

移大于 20mm，以及两期间水平变形速率大于 2mm/d 时，或者说其水平位移速率已连续 3d 大于 2mm/d，应及时向甲方汇报预警，同时增加观测期数。

抗滑桩内力：达到或超过桩身设计承载能力的 70%，及时向甲方汇报预警，同时增加观测期数。

滑坡治理稳定的标准：

垂直位移是否进入稳定阶段应由沉降量与时间关系曲线判定。当最后 100d 的沉降速率小于 0.01~0.04mm/d 可认为已进入稳定阶段。本项目取值为 0.02mm/d，即沉降速率小于等于 0.02mm/d 时，可认为进入稳定阶段。

水平位移监测，是否稳定：(1)参照以上标准的位移速率小于 0.02mm/d；(2)因受到观测误差的影响，当各期位移观测值出现正负的概率各为 1/2 时，即观测值在某个轴线左右摆动，且完成了较长周期的监测。可认为边坡已进入稳定阶段。

4、人员安排

虽本方案监测内容较多，但总体监测工作较简单，故矿山可设置监测工作小组。配备监测人员 2 人，全部为技术人。

5.4.3.5 监测仪器及资料分析

1、监测仪器

1) 主要检测仪器为 GNSS 监测站。

2) 在定点监测的站点采用仪器进行观测，主要仪器有全站仪、水准仪、铁制测针、测桩、标桩、取样瓶、雨量计等。

3) 其它调查设备有：GPS、相机、计算机等。本矿山地质环境监测设备及仪器表如表 5-30 所示。

表 5-30 监测设备及仪器

序号	项目	组成	单位	数量	备注
1	监测仪器和设备	手持 GPS	套	1	
		量筒	个	1	
		量杯	个	1	

		取样瓶	个	2	
2	人员构成	一组	人	2	

2、监测资料数据的分析与整理

1) 资料整理

①根据监测资料进行分类整理监测数据，分别建立相应的数据库，包括地质条件数据库、地质灾害数据库和监测数据库等；

②根据所采集的数据，应用相应的软件、数据处理方法建立资料分析处理系统；

2) 监测报告

①按要求编制月报、季报和年报；

②月报和季报应主要反映监测数据的相关曲线，并结合变形监测资料对工程设施及地面移动变形的程度和稳定性作出评价；

③年度报告内容应包括：自然地理与矿山地质环境概况，主要地质环境问题类型、特征和发展趋势，结论建议（稳定程度、预防措施等）。图表应有地质图、监测网点布置图、监测资料分析和数据表等。

3) 监测结果分析处理

在监测报告的基础上及时分析，发现问题及时请有设计资质的单位进行勘察、设计，对地质环境问题进行治疗，防治地质灾害。

5.4.3.4 监测点的布设

根据矿山主要工程设施、存在的地质环境问题及治理工程分布情况，共设置 24 个监测点。监测点布置位置见（附图 4）。

表 5-31 矿山地质环境监测工程量统计表

监测对象	监测点设置（个）	监测点号	监测时段
塌陷区	10	J1-J10	12 年
堆渣区	9	监 1-监 9	3 年
工程治理区	3	GC01- GC03	
水质污染、水量监测	2	S1-S2	
合计	24		

5.5 矿区土地复垦监测和管护

5.5.1 目标任务

复垦监测主要是针对自然恢复期内对土地损毁状况及土地复垦效果的监测。主要需要进行地质灾害点变形监测，对可能会造成滑坡、泥石流和地基沉陷的区域进行监测，以防地面塌陷造成对复垦后土地的重新损毁，若由工程建设引发塌陷、滑坡情况，应及时采取相应的工程措施进行处理，对拦渣坝坝体变形监测；废石场、工业场地等边坡稳定性监测；防治措施数量与质量监测；对复垦土地是否达到复垦质量要求进行监测，对没有达到标准的应责令进行整改或重新复垦。成立监测小组，布设监控点，对复垦区域进行管护监测，确保土地复垦工作实施的成效。

5.5.2 矿山土地复垦监测

(1) 监测内容

①监测方式：按照植被恢复指标，对项目区进行监测。②监测对象：坑口工业场地、办公生活区、弃渣堆、变电站、矿山道路、T₁-T₆ 塌陷坑及塌陷影响区等 22 个监测点。④监测频度及时间：每年监测一次，共监测 3 年。⑤监测工具：借助日常监测工具。

(2) 制定巡查制度

包括巡查的目的、巡查时间和周期、巡查报表设计、巡查报表填写、巡查汇报制度，并有调查人员、记录人员及校核、审查签字，做到手续完备。

(3) 情况分析及预警

在监测过程中要对出现的植被毁坏情况、地质灾害情况等进行分析，如果有突发危害性大的滑坡、塌陷等地质灾害时，要及时向施工方及有关部门做出预警。

(4) 月、季度报表

考虑满足业主和当地行政主管部门的要求，制定月、季度报表，对每次监测结果进行统计分析，做出简要评价，及时报送有关部门，以便及时采取措施，确保土地复垦实施的工作长期有效，并得到及时的管护。

(5) 年度汇总报告

根据前面所述的工程监测要求和监测方案编写规范确定年度汇总报告的内容、表格、编写格式等，将年度的监测资料及时进行分项整理分析，建立监测档案，于工程结束时进行年度总结，报送有关部门。

5.5.3 矿山土地复垦管护

修枝是调节林木内部营养的重要手段，通过修剪促进主干生长，减少枝叶水分与养分的消耗。间伐可以增加通风透光、减少水分消耗。修枝间伐是木本植物生长过程中必不可少的抚育措施。为增加封育效果，由护林员（或承包户）因地制宜，进行补植、点播和撒播，所需的苗木、种子由业主方统一供给。要及时防治虫害、林草抚育，搞好护林防火等工作。

制定相应的监督机制，对土地利用进行监测和管护。为提高土地复垦后植物和农作物的成活率，由护林员和农户（或承包户）因地制宜，进行复垦区补植和种植，搞好农业种植生产管护等工作，具体措施如下：

(1) 管护对象：本方案项目区复垦后为耕地、林地、草地，需管护对象为复垦的全部复垦区域。

(2) 管护内容：①灌溉，合理合适的灌溉是保证成活的重要措施，在有条件的情况下，每年3~5月为主要浇水期（项目区3~5月降水量最少），夏季和冬季不需浇水，每月浇水3次，一年浇水10次左右，干旱年份增加次数；②平茬、整形修剪，改造主干无培养前途的树种，主要是枝条进行短截或疏除的一种技术措施，主要作用增加树势，特别是集中营养增强树高生长，培养通直、圆满树干；③林地、草地区域施肥量：施复合肥，乔（灌）木 200g/穴、草种 450kg/hm²；耕地区域：设计田面先采用绿肥法进

行土壤改良，即在覆表土层上撒播光叶紫花苕子，提高土壤肥力，撒播量为 $65\text{kg}/\text{hm}^2$ 。

(3) 管护时长：按当地植被移栽经验和自然资源部门意见，复垦工程实施后管护期需要 3 年。

5.5.4 工程量

监测措施的设计内容包括：监测点的数量、位置及监测内容，具体如表 5-32。

表 5-32 监测措施

监测位置	监测点的数量	监测内容
坑口工业场地、办公生活区、弃渣堆、变电站、矿山道路、T1-T6 塌陷坑及塌陷影响区	22	①对土地损毁类型、程度、面积进行监测 ②对复垦土地是否达到复垦质量要求进行监测，对没有达到标准的应责令进行整改或重新复垦

管护措施的设计内容包括：管护对象、管护年限、管护次数及管护方法，具体如表 5-33。

表 5-33 管护措施

管护对象	管护年限	管护次数	管护方法
办公生活区、变电站、木材加工厂、堆渣区、坑口工业场地、废弃房屋场地、矿山道路	3	10 次/a	①培垄②定株③修枝④施复合肥，乔（灌）木 $200\text{g}/\text{穴}$ 、草种 $450\text{kg}/\text{hm}^2$ ⑤灌溉，每年 3~5 月为主要浇水期，每月浇水 3 次，一年浇水 10 次左右，干旱年份增加次数，管护期需水量 $72\text{m}^3/\text{hm}^2$ ⑥喷药
堆渣区、坑口工业场地、T1-T6 塌陷坑及塌陷影响区	3	10 次/a	①施复合肥，草种 $450\text{kg}/\text{hm}^2$ ②灌溉，每年 3~5 月为主要浇水期，每月浇水 3 次，一年浇水 10 次左右，干旱年份增加次数③喷药

第六章 矿区水土保持

6.1 项目区水土保持评价

6.1.1 水土流失防治目标

6.1.1.1 执行标准及等级

根据 2013 年《全国水土保持规划国家级水土流失重点预防区和重点治理区复核划分成果》（办水保〔2013〕188 号）、《云南省水利厅关于划分水土流失重点预防区和重点治理区的公告》（云南省水利厅〔2017〕第 49 号公告）等规定，项目所在地易门县绿汁镇属于“西南诸河高山峡谷国家级水土流失重点治理区”和“云南省水土流失重点治理区”；依据《全国水土保持区划（试行）》（办水保〔2012〕512 号）、《土壤侵蚀分类分级标准》（SL/190-2007），项目区为西南岩溶区（云贵高原）、滇东高原保土人居环境维护区；依据《生产建设项目水土保持技术标准》（GB50433-2018），《生产建设项目水土流失防治标准》（GB/T50434-2018）相关规定，本工程水土流失防治标准按西南岩溶区一级标准执行。

6.1.1.2 防治目标

项目所在地属西南岩溶区，根据《生产建设项目水土流失防治标准》（GB/T50434-2018）、《土壤侵蚀分类分级标准》（SL/190-2007）结合矿区范围内地形地貌、地理、水土流失特点。矿区多年平均降水量为 726.2mm，矿区主要岩性为白云岩、泥质白云岩，主要土壤类型为普通黄壤，水土流失为轻度侵蚀。确实本项目区水土流失防治目标为，水土流失治理度为 97%，土壤流失控制比为 0.85，渣土防护率为 92%，表土保护率为 95%，林草植被恢复率为 96%，林草覆盖率为 10%。

6.1.2 治理方案评价

矿区位于区内陡立斜坡地带，地势西高东低。该矿山为关闭矿山，未来主要进行地质环境治理与土地复垦工作。本方案设计塌陷区及塌陷影响

区以防护措施为主，堆渣区、工业场地区等平缓区域进行覆土植被恢复。

从水土保持角度出发，工程布局基本满足主体工程行业标准的同时，基本满足水土保持规范要求。

6.1.3 工程占地评价

1、占地类型

根据易门县 2023 年度变更数据和现场调查分析，矿山工程占用土地类型主要有林地、草地、工矿仓储用地、住宅用地、公共管理与公共服务用地、交通运输用地、其他土地，林地为低矮灌木丛为主，草地主要以荒草地为主，未占用生产力较高的土地，从水土保持的角度进行分析，具有可行性。

2、占地面积

矿山历史开采占用土地总面积为 110.0292hm²，由于地表已产生较多塌陷坑及塌陷影响区，对土地的扰动破坏严重，但矿山未来不再开采，仅实施治理恢复与土地复垦工程，主要为挡墙、拦挡坝、排水沟及植被恢复等工程措施，治理恢复与土地复垦工程的实施最大限度的减少了对地表扰动带来的水土流失危害。

综上所述，矿山未来治理恢复与土地复垦工程的实施，能最大限度的减小对地表破坏所造成的水土流失危害。

6.1.4 土石方平衡分析

本矿山为关闭矿山，未来仅实施治理恢复与土地复垦工程。矿山以往产生的废石已集中堆放与各堆渣区内。未来矿山治理恢复工程对开挖形成的废弃土石进行综合利用，减少废弃渣产生。其次，复垦土源采用外购客土，整体满足复垦需求。因此，工程土石方平衡基本合理，满足水土保持要求。

6.1.5 治理恢复与土地复垦工程水土保持评价

矿山治理恢复施工通过合理安排施工时序，尽量纵向调运，在此基础上达到土石方平衡；并尽量安排交叉施工，以缩短施工工期。从水土保持角度分析，有利于减少施工过程中的水土流失；施工组织、施工方法及施工工艺等尽量从水土保持水土、保护环境方面考虑，经过水土保持方案补充设计，基本符合水土保持要求。

方案设计对矿山损毁土地区域进行复垦工作，主要复垦为乔木林地、其他草地，边坡部分将种植爬藤，复垦措施的实施最大限度的预防水土流失。从水土保持角度出发，满足水土保持规范要求。

6.2 项目区水土保持预测分析

根据项目工程施工特点，在矿山在施工过程中可能损坏、扰动地表面积，弃土（渣的来源、数量、堆放方式、地点及占地面积的基础上，结合当地水土流失特征，进行综合分析论证，采用科学合理的预测方法，对可能造成水土流失的形式、强度、数量、危害等作出预测评价，为尽可能减少对原有地貌的破坏，合理布设水土流失防治措施的总体布局及各单项防治措施设计，有效防治新增水土流失提供依据，也有助于保障生态环境的良性循环。

水土流失预测从矿山治理恢复工程及土地复垦工程施工开始，分为施工期及监测管护期。矿山以往开采使土壤结构遭到破坏，将造成水土流失，通过矿山环境治理恢复和土地复垦等措施的实施，水土流失逐渐减少，随着主体工程中具有水土保持功能的措施发挥作用和植被的逐渐恢复，水土流失在一定范围内将得到控制。

6.3 水土保持措施

6.3.1 工程措施

本矿山为关闭矿山，本方案设计通过实施挡墙、拦挡坝及排水沟等措施，能够满足未来矿山水土保持的需求。

6.3.2 植物措施

矿山复垦措施的实施最大限度进行水土保持，根据本方案复垦工作安排，矿山复垦方向为乔木林地、其他草地，乔木林地采用乔+灌+草的植物组合措施，乔木选择合欢树、云南油杉，植株密度为 2550 株/ hm^2 ，灌木选择戟叶酸模、火棘，植株密度 2550 株/，草籽选择狗牙根、白三叶，50kg/ hm^2 进行全面撒播。在部分陡立岩质边坡处坡沿坡顶、坡脚栽植爬山虎，“一”字型配置，防止雨水冲刷边坡。

综上，本方案设计的植物措施基本合理，符合水保要求，可以起到保障安全、防治水土流失的目的。

第七章 施工组织设计

7.1 施工条件

(1) 交通条件

矿山现状有公路、桥梁与县、乡道连通，施工期间可适当修整道路作为施工便道，满足车辆出入条件，交通条件总体满足要求。但矿山局部道路狭窄，坡度较陡，交通条件相对较差，施工中应特别注意车辆制动检查。

(2) 供电供水

矿山东侧有常年流水河流，可直接抽取河流流水，能满足施工及植被恢复要求。矿山施工及后期植被管护用电，均需采用发电机供电。

7.2 施工程序

优先对区内山体边坡危石进行清理，其次设置监测点措施，之后进行巩固措施修建及植被恢复措施施工。

7.3 施工方法及技术要求

1、施工方法

治理恢复及土地复垦工程的分项工程主要有：土石方开挖（含边坡清理）、种植工程等，下面对各主要分项工程的施工方法与工艺分别进行说明。

土石方开挖工程：土石方采用 0.3m^3 的反铲挖土机开挖，在挖掘机不能够到的地段采用人工挖除，并用人工对坡体进行修整。开挖的土石方用手推车运到安全的位置。

砌筑工程：浆砌石拦渣坝，以错缝锁结方式铺砌，表面砌缝的密度不应大于 20mm ，砌石边缘应顺直、整齐牢固，不准摆大面叠砌和浮塞。平台及护坡外露表面的坡顶和侧边、干砌石挡墙的外露面，应选用较整齐的石块砌筑平整。

种植施工：种植穴挖掘前，应向有关单位了解地下管线和隐蔽物埋设情况，植穴定点放线应符合设计图纸要求，位置明确，标记明显。穴坑必须垂直下挖，在规定深度内上口下口相等。种植施肥应适当远离植物根系，避免烧根。苗木到场后应及时栽植，苗木装卸轻拿轻放。

2、技术要求

(1) 边坡清理

边坡清理工程施工应满足以下要求：

开挖地段根据提供的设计图首先进行实地放样，划定开挖范围，必须按照设计中确定的最终境界线以及坡顶向下削坡的垂直高度及边坡角度，确保达到设计要求。开挖采用机械施工，自上而下分层开挖作业。边坡岩面清理必须按照方案要求，进行自上而下清理，消除存在的危岩、松动岩块和残留坡面上的块石。

(2) 拦渣坝工程

①开挖出的沟基，如地基承载力达不到设计要求时，应进行地基处理加固，如除泥换土，抛石压密，填砂砾石料等；

②在经过裂缝的排水沟沟段的沟底必须进行特别的粘土回填碾压、压实度不低于 85%；

③开挖土方基坑必须留够稳定边坡，以防滑塌。对于被地下水泡软的松软土层，应尽量挖除。重要的大落差跌水、陡坡地基，还可用夯压加固处理；

④未尽事宜按《砌体工程施工质量验收规范》（GB50203-2011）及相关施工技术标准执行。

(3) 防护网工程

①基座安装

在施工前，需要按照设计要求进行基座的安装。基座是被动防护网的基础，需要保证其稳固性和承重能力。在安装基座时，需要注意以下几点：

- a、根据设计文件确定基座的位置和高度，确保其与水平面垂直；
- b、在安装基座时，应使用合格的混凝土进行浇筑，确保基座的稳固；
- c、在浇筑混凝土前，应进行模板安装和钢筋绑扎，确保基座的承重能力。

②钢丝绳网片安装

钢丝绳网片是被动防护网的主要组成部分，需要按照设计要求进行安装。在安装钢丝绳网片时，需要注意以下几点：

- a、根据设计文件确定钢丝绳网片的位置和方向，确保其能够有效地拦截落石；
- b、在安装钢丝绳网片时，应使用专门的卡具进行固定，确保其稳固性；
- c、在安装钢丝绳网片时，应注意保护钢丝绳网片的完整性，避免损坏或划伤。

③支撑绳安装

支撑绳是被动防护网的重要组成部分之一，需要按照设计要求进行安装。在安装支撑绳时，需要注意以下几点：

- a、根据设计文件确定支撑绳的位置和方向，确保其能够有效地支撑钢丝绳网片；
- b、在安装支撑绳时，应使用专门的卡具进行固定，确保其稳固性；
- c、在安装支撑绳时，应注意保护支撑绳的完整性，避免损坏或划伤。

④锚杆安装及调试

锚杆是被动防护网的重要组成部分之一，需要按照设计要求进行安装和调试。在安装锚杆时，需要注意以下几点：

- a、根据设计文件确定锚杆的位置和深度，确保其能够牢固地固定基座；

- b、在安装锚杆时，应使用合格的混凝土进行浇筑，确保其稳固性；
- c、在安装锚杆后，需要进行调试，确保其承重能力和稳定性达到设计要求。

(4) 植被种植及养护

选择树种、规格大小必须符合设计要求，树木一年内成活率达到 85% 以上。藤类植物要求按设计密度种植要求，一年内成活率达 85% 以上。

施工完成后，必须定期进行养护，养护内容包括浇水、施肥、补种，以及病虫害防治。干旱期应适当增加浇水次数，雨季可适当减少，在幼苗期，应做到少量多次浇水，保持土壤湿润。在苗木生长发育旺盛阶段，应做到少量多次浇水。高温季节，采用可覆盖遮阳网，避免高温灼伤植物，影响其生长。养护期为 3 年。

7.4 施工安全保障措施

(一) 加强组织管理

1、统一组织、统一协调

为加强领导，统一协调，使该项目得到有效实施，玉溪矿业有限公司拟成立矿区地质环境防治工程项目领导小组，统一组织、协调防治工作。组织上请求当地村委会协助对村民进行宣传教育，让他们清楚他们是土地、植被恢复后土地的使用者，三家厂矿、凤山矿损毁区域进行土地、植被恢复的意义，明白本矿开展土地、植被恢复工作既是履行国家规定的义务，同时也是为了保护当地的生态环境和土地资源，是一件利国利民的好事。

玉溪矿业有限公司负责土地复垦的负责人要协调好本方案与主体工程的关系，负责组织实施审批后的《玉溪矿业有限公司三家厂矿、凤山矿矿山地质环境治理恢复设计与土地复垦规划设计》，进行矿山治理恢复设计和土地复垦工程规划设计的实施管理，全力保证本矿的治理、复垦工程工作按计划进行，并主动与当地自然资源局行政主管部门配合，自觉接受相

关部门的监督检查。

2、精心设计

设计是保障项目实施、控制项目投资的关键。在设计阶段必须进行多方案比较，选择最优方案，再通过精心的施工图及施工组织设计，以优秀的设计指导施工，力争用最少的投资，获得最好的效果。

3、严格施工管理

(1) 施工质量管理

工程施工按现行施工规范、施工图设计和设计说明要求进行施工。应建立、健全各级施工质量管理及验收制度，施工中从原材料的采购、加工、安装、施工等各个环节及施工中的工序严格控制，层层把关，确保施工质量。

(2) 施工进度管理

对本项目实行严格控制，确保项目在规定的期限内完成。加强施工人员、设备物资、工程款项的组织管理，保证及时到位，合理科学安排施工，加强施工进度安排、监管。严格按项目管理程序严格控制工期。施工单位与管理部门签定工期责任书，严格工期检查、督促、考核及奖惩，确保项目按期完成。

(3) 施工安全管理

工程施工中，坚持“以人为本，安全第一，文明施工”的原则，制定各种安全操作细则，建立、健全安全生产岗位责任制，加强对施工人员的安全教育，随时进行安全检查。由于施工场地限制、交叉作业多，施工中需执行职业安全与卫生管理体系标准。施工单位应建立健全施工安全保障体系，制定安全施工防护措施方案，加强施工监测，设置安全警戒，编制施工期防灾预案，严格按照国家、行业及地方有关工程施工安全的政策法规及管理规定、操作规程组织施工，确保工程施工各方面安全。

4、严格经费管理

对治理经费进行严格的管理，设立专门帐户，专人管理。根据施工进度、监理签证支付工程进度款，对全部项目经费实行全过程审计监督。适时向主体责任人汇报项目进度及经费使用情况，求得上级领导的指导和监督。

5、加强监理工作

聘请监理单位对工程建设进行全程监理，工程结束后，由玉溪市易门县自然资源局组织有关人员对工程进行竣工验收。

6、费用支付

项目实施费用的合理有效支付是保障项目顺利实施的重要手段。项目费用按进度支付，有利于项目加快施工进度，保证项目质量。

（二）加强技术管理

1、施工单位

施工单位对工程负责，单项工程的开工必须填写开工报告，报监理审核，再经业主批准。并按期向监理单位和业主提交工程量完成报表，监理单位与业主对其进行分析论证，并向施工单位提出预测及改善建议，协助施工单位采取有效措施，按期完成任务。

2、监理单位

通过招投标选择依法取得相应等级的资质证书工程监理单位，工程监理单位依照法律、法规以及有关技术标准、设计文件和建设工程承包合同，代表建设单位对施工质量实施监理，并对施工质量承担监理责任。

3、监测人员

工程监理单位配备的专业监理人员必须取得相应的执业资格证，并具有一定的工作经验。监理人员要求认真贯彻执行国家有关施工监理的各项方针、政策、法律、法规，以“严格监理、热情服务、公正廉洁、信誉第一”

为服务宗旨；站在公正的立场上维护建设单位和施工单位的合法权益；严格以规范为准则、以合同为依据、以科学检测为基础的监理准则，树立质量第一、安全与质量并重的理念。凡存在工程质量、安全隐患的决不放过；违规操作的决不放过；不合格原材料、半成品决不放行；不合格工序、工艺决不放行；保护业主的利益，也不损害承包人的合法权益。

7.5 施工注意事项

贯彻“安全第一，预防为主”的方针，本着“安全生产是永恒的主题”原则，严格按照国家安全生产的方针政策及现行有关技术规程、标准，严格安全奖惩规定，做到有章必循，有令必止，确保施工安全。”

1、施工设计及评审

在单项工程实施中，委托有资质的专业技术单位进行。各项技术报告、技术图件提交后，邀请相关技术专家予以审查把关，对不安全、不可靠、不经济、不合理的技术问题及时修正，并提出更好的意见和建议，确保前期技术工作为整个项目打下坚实的基础，为项目合理可行、经济节约的顺利实施提供保障。

2、施工队伍

严格按照施工组织设计和工艺施工。施工过程中，严格按工序衔接，规范操作，杜绝违章指挥，避免各种违章作业行为发生。

3、监理人员

在项目实施期间，委派技术人员会同相关人员全程跟踪监督，为项目的实施协调解决实际困难，督促检查必要的安全措施及安全程序，避免埋下安全隐患，避免发生安全事故。

4、土地、植被恢复工程验收

企业提交“阶段竣工验收报告”后，应当按照国务院自然资源主管部门的规定向所在地县级以上地方人民政府自然资源局主管部门申请验收，验收

费用从矿山地质环境保证金专项资金中支出。

5、土地、植被恢复工作监管

根据矿山治理恢复及土地复垦法律法规赋予的职责，易门县自然资源局依法对三家厂矿、凤山矿活动中损毁土地进行监督管理，监督玉溪矿业有限公司落实土地、植被恢复工作，履行土地、植被恢复义务。

玉溪矿业有限公司应当遵守土地复垦法律法规，按照“谁损毁，谁复垦”的原则，依法履行土地复垦义务。

6、玉溪矿业有限公司申请矿山治理恢复验收时，应提交“矿山治理恢复竣工报告”等相关资料。因此在治理工作开展过程中，应做好治理恢复、土地复垦的各项资料。

7.6 施工安全检查

现场环境：检查施工现场的环境状况，如作业区域是否整洁、有无杂物堆放、照明是否充足等。同时，关注天气状况，如遇恶劣天气，需及时采取应对措施。

人员管理：检查施工人员是否经过安全培训，是否佩戴个人防护装备，如安全帽、安全鞋、防护眼镜等。同时，检查施工人员是否遵守安全操作规程。

电线及电器设备：检查电线是否破皮，电器设备是否安全，包括临时电线不破皮，架线杆要直，防水线必须绝缘良好等。

消防器材检查：对施工现场的灭火器、消防栓、消防水带等消防器材进行检查，确保其完好有效。

机械设备：对施工现场的机械设备进行全面检查，包括起重机械、挖掘机、搅拌机等。重点检查设备的运行状态、维护保养情况以及操作人员的资质和操作规程的守情况。

临时设施：对施工现场的临时设施进行检查，如临时用电设施、临时脚手架、临时通道等。检查其搭设是否稳固、电气线路是否规范、消防设施是否齐全等。

材料堆放：分类存放整齐，有标识，并有现场规划图

劳保用品：检查劳保用品是否整洁合理穿戴，确保工人的个人安全。

材料运输：对各项材料运输必须确保安全，由专门公司负责运送，尤其是土源、弃渣的运输，减少对周边环境的影响。

安全标志与警示：检查施工现场的安全标志和警示是否齐全、醒目，如禁止标志、警告标志、指示标志等。

施工资料检查：在施工前进行全面的资料检查，确保施工前的准备工作充分；施工过程中定期进行资料检查，及时发现和解决问题；在施工结束后进行最终的资料检查，做好施工档案的整理和归档工作。

人员作业安全检查：施工人员是否严格按照作业指导书及操作规程进行作业，是否进入作业区域前进行必要的安全交底和安全技术措施讲解；是否遵守施工现场的安全管理制度，是否存在违规行为。

拦挡坝基坑的安全检查：基坑是否按照设计要求进行支护，支护结构是否完好，基坑周围是否设置防护围栏，是否存在坍塌、滑坡等风险。

边坡安全巡视检查：工程施工期间，派设专人对施工区山体边坡进行巡视并填写报表，检查边坡巡视情况及报表完整性。

通过这些详细的检查项目，可以确保工程施工过程中的安全措施得到落实，减少安全事故的发生。

7.7 施工工作部署

本方案主要根据矿区土地损毁区域、治理难度及矿区周边交通情况来确定治理恢复工程及土地复垦工程进度。

由于该矿山为关闭矿山，主要分为工程实施期及管护期

1、工程实施期（2024 年 12 月至 2025 年 12 月）

根据工程设计情况，优先完成地表建筑构筑物拆除及防护网安装，其次按照设计要求修建拦挡坝、挡墙、排水沟及监测、警示措施，之后按照方案设计进行植被恢复工作。

2、监测管护期（2025年12月至2028年12月）

对已投入工程治理措施实施监测，确保期功能正常；对栽种的植物进行养护，确保成活率，发现问题，及时处理。

7.8 施工工作年度安排

本方案适用年限为12年（2024年12月-2036年12月），方案年度工作安排如下：

表 7-1 矿山治理恢复工程与土地复垦工程施工年度工作安排表

年度	工作安排
2024 年 12 月~2025 年 12 月	①拆除地表遗留建构筑物；②修建被动防护网；③修建挡墙、拦挡坝、排水沟。④设置监测点，安装监测仪器；⑤场地覆土、植被栽种；⑥监测管护。本年度共安装防护网 755.35m，修建挡墙 815m，拦挡坝 108.8m，沉砂池 1 座，排水沟 223.5m。复垦土地面积面积 21.8668hm ² ，其中复垦复垦乔木林地 3.7083hm ² ，复垦其他草地 18.1585hm ² 。
2025 年 12 月~2026 年 12 月	对已投入工程治理措施实施监测，确保期功能正常；对栽种的植物进行养护，确保成活率，发现问题，及时处理。
2026 年 12 月~2027 年 12 月	对已投入工程治理措施实施监测，确保期功能正常；对栽种的植物进行养护，确保成活率，发现问题，及时处理。
2027 年 12 月~2028 年 12 月	对已投入工程治理措施实施监测，确保期功能正常；对栽种的植物进行养护，确保成活率，发现问题，及时处理。养护工作结束后，完成验收工作。
2028 年 12 月~2029 年 12 月	对塌陷区及塌陷影响区进行监测
2029 年 12 月~2030 年 12 月	对塌陷区及塌陷影响区进行监测
2030 年 12 月~2031 年 12 月	对塌陷区及塌陷影响区进行监测

2031年12月~2032年12月	对塌陷区及塌陷影响区进行监测
2032年12月~2033年12月	对塌陷区及塌陷影响区进行监测
2033年12月~2034年12月	对塌陷区及塌陷影响区进行监测
2034年12月~2035年12月	对塌陷区及塌陷影响区进行监测
2035年12月~2036年12月	对塌陷坑及塌陷影响区进行植被恢复，复垦其他草地 87.4432hm ² 。

第八章 经费估算与进度安排

8.1 经费估算依据

1、治理恢复经费估算依据

- (1) 《水利工程施工机械台时定额》（水利部水总〔2002〕116号）；
- (2) 《水利工程概预算补充定额》（2005年）；
- (3) 《水利工程设计概（估）算编制规定（工程部分）》（水总〔2014〕429号文）；
- (4) 《云南省水利工程营业税改征增值税计价依据调整办法》（云水规计〔2016〕171号）；
- (5) 《云南省水利厅云南省发展和改革委员会关于调整水利工程计价依据有关税率及系数的通知》（云水规计〔2019〕46号）；
- (6) 《玉溪市工程建设材料（综合）市场信息价格》易门县2024年9月份基价；

2、土地复垦经费估算依据

- (1) 《土地开发整理项目资金管理项目暂行办法》（国土资发〔2000〕282号）；
- (2) 《土地开发整理项目资金管理项目暂行办法》（国土资发〔2003〕122号）；
- (3) 《土地开发整理项目规划设计规范》；
- (4) 《土地开发整理项目预算定额》财综〔2011〕128号；
- (5) 《土地开发整理项目施工机械台班费定额》财综〔2011〕128号；
- (6) 《土地开发整理项目预算编制暂行规定》；
- (7) 《土地复垦工程费用构成与取费标准》；
- (8) 《土地开发整理项目预算定额标准云南省补充预算定额》（云国土资〔2016〕35号）；

(9) 《云南省国土资源厅、云南省财政厅关于<土地整治工程营业税改征增值税计价依据调整过度实施方案>的通知》(云国土资[2017]232号);

(10) 《玉溪市工程建设材料(综合)市场信息价格》易门县2024年9月份基价。

8.2 地质环境治理工程经费估算

8.2.1 工程量统计

本方案防治工程措施及植物措施主要设计布置于重点防治区(A)内,一般防治区(C)以监测为主。具体工程措施工程量估算见表8-1。

表 8-1 本方案设计治理恢复措施工程量汇总表

治理区域	治理措施	工程名称	单位	数量
塌陷区防治	被动防护网	RXI-150 型被动防护网	m ²	3021.40
		C25 混凝土锚墩	m ³	148.97
		地脚螺栓锚杆 φ32	t	10.87
		机械石方开挖-机械破碎V-VIII类岩	m ³	41.96
		土方回填(夯实)	m ³	41.96
		模板(制作、安装、拆除)	m ²	333.61
	危石、碎石清理	人工清理危石、碎石	m ³	7440
BW ₁ 不稳定 边坡治理	挡墙	机械挖沟槽石方	m ³	608.5
		机械挖沟槽土方	m ³	8447.71
		C25 毛石混凝土挡墙	m ³	10530.00
		钢模板制作、安装、拆除	m ²	8489.25
		Φ100mmPVC 泄水管	m	1212.75
		砂砾石反滤层	m ³	269.50
		黏土料封填	m ³	3501.54
		伸缩缝	m ²	1217.75
		土石方回填(夯实)	m ³	4336.94
	C30 钢筋混凝土基础板	m ³	133.00	
BW ₂ 不稳定 边坡治理	挡墙	机械挖沟槽土方	m ³	3850.30
		C25 毛石混凝土挡墙	m ³	4367.00
		钢模板制作、安装、拆除	m ²	4363.56
		Φ100mmPVC 泄水管	m	759.00
		砂砾石反滤层	m ³	138.00

		黏土料封填	m ³	1559.04
		伸缩缝	m ²	494.76
		土石方回填（夯实）	m ³	2514.92
		C30 钢筋混凝土基础板	m ³	419.00
		注浆孔（200mm，预估水泥用量 250kg/m）	m	949.00
		注浆钢管（Φ108mm*3.5mm）	m	1035.00
C ₁ 冲沟防治 (BW ₃ 不稳定边坡)	拦挡坝	挖土方（拦挡坝）	m ³	4215.62
		挖石方（拦挡坝）	m ³	200.00
		C25 毛石混凝土	m ³	8545.40
		C30 耐磨砼	m ³	8.10
		伸缩缝	m ³	1008.00
		土方回填（夯实）	m ³	686.88
		坝后回填（松填）	m ³	3528.74
	排水沟	人工挖沟槽土方	m ³	676.20
		C25 混凝土排水沟	m ³	115.00
		模板制作、安装、拆除	m ²	1196.00
		伸缩缝	m ²	9.12
		土石方回填（夯实）	m ³	230.00
		人工土方坡面搬运 100m 松填于墙后	m ³	446.20
	沉砂池	挖掘机挖土方	m ³	33.00
		C25 混凝土沉砂池池壁	m ³	20.00
		C25 混凝土沉砂池底	m ³	5.20
		模板制作、安装、拆除	m ²	32.60
	整个矿山	警示措施	警示牌	个
材料二次搬运		搬运砂石料、水泥	t	1180
		搬运钢材、钢件	t	646

8.2.2 综合单价及分析说明

1、人工估价单价

人工费按《水利工程设计概（估）算编制规定》（水利部水总[2014]429号）“引水工程”取人工单价，易门县属一类区，工长 9.47 元/工时，高级工 8.77 元/工时，中级工 6.82 元/工时，初级工 4.84 元/工时。

2、材料预算价格

①材料预算价格

材料价格主要包括材料原价、包装费、运杂费、运输保险费和材料采

购及保险费。主要工程材料如水泥、板枋材等就近从市场购买，主要材料估算价格即为当地市场价。具体价格如表 8-2 所示。

表 8-2 材料估算价格表

编号	名称及规格	单位	预算价格（元）
1	钢筋	kg	4.36
2	接缝砂浆 M30	m ³	242.00
3	型钢	kg	3.75
4	钢丝格栅网	m ²	155.00
5	合金钻头	个	80.00
6	柔性被动防护网 D0 型 250kJ	m ²	28.00
7	锯材	m ³	80.00
8	碎石	m ³	80.00
9	块石	m ³	70.00
10	木柴	kg	0.67
11	钢筋	t	3400.00
12	型钢	kg	3.63
13	钢模板	kg	3.88
14	卡扣件	kg	4.37
15	铁件	kg	3.60
16	铁丝	kg	4.36
17	电焊条	kg	6.31
18	导火线	m	40.00
19	合金钻头	个	80.00
20	沥青	t	3520.00
21	组合钢模板	kg	4.37
22	普通硅酸盐水泥 32.5	t	400.00
23	钢管	m	10.00
24	炸药	kg	5.15
25	火雷管	个	150.00
26	汽油	t	3075.00
27	柴油	t	8910.00
28	粗砂	m ³	81.30
29	卵石	m ³	70.00
30	土工布	m ²	1.60
31	油毛毡	m ²	3.20
32	混凝土预制块	m ³	25.00

33	预制混凝土柱	m ³	388.35
34	模板	m ²	55.00
35	PVC 管	m	2.50
36	风	m ³	0.10
37	水	m ³	2.00
38	乙炔气	m ³	14.56
39	氧气	m ³	6.80
40	木质素黄酸钙	kg	1.00
41	PVC 注浆管	m	10.23
42	水泥 32.5	kg	0.26
43	电	kW·h	0.72
44	汽油	kg	11.13
45	电	kW·h	0.72
46	风	m ³	0.10
47	水	m ³	6.00

③材料补差

主要材料预算价格超过材料基价时，应按基价计入工程单价参加取费，预算价与基价的差值以材料补差形式计算，材料补差价格详见下表：

表 8-3 材料补差价格表

序号	材料名称	单位	预算价格（元）	材料基价（元）	差价（元）
1	柴油（0#）	kg	8.91	2.99	5.92
2	汽油（92#）	kg	11.13	3.075	8.055
3	警示牌	个	400		500
4	粗砂	m ³	81.30	70	11.3
5	中砂	m ³	83.80	70	13.8
6	块石	m ³	70	60	40
7	碎石	m ³	80	70	55
8	水泥 32.5	t	260	255	5

④警示牌

警示牌材质为铝合金 PVC 板，尺寸为 80×50cm，单块价格约 600 元。

3、施工用风、水、电价

施工用风、水、电价采用主体工程的价格，具体为：风价 0.10 元/m³、电价 0.72 元/kwh、水价 6.0 元/m³。

4、施工机械台时费

按照水总[2002]116号文《水利工程施工机械台时费定额》进行计算。根据《云南省发展和改革委员会关于调整云南省水利工程计价依据中有关税率及系数》的通知（云水规计〔2018〕103号），施工机械台时费定额的折旧费除以 1.13 调整系数，修理及替换设备费除以 1.09 调整系数，安装拆卸费不变。机械台时费计算详见下表：

表 8-4 机械台时费预算单价计算表

编号	机械名称	台时费 (元)	其 中				
			折旧费	修理及替	安拆费	人工费	动力燃料费
J1009	单斗挖掘机 液压 1m³	120.03	31.53	23.36	2.18	18.41	44.55
J1041	推土机 55kW	58.22	6.32	11.47	0.44	16.37	23.62
J1044	推土机 88kW	105.42	23.65	26.67	1.06	16.37	37.67
J1060	拖拉机 履带式 55kW	46.26	3.36	4.18	0.22	16.37	22.13
J1067	铲运机 拖式 2.75m³	9.57	3.85	5.15	0.57		
J1096	风钻 手持式	22.02	0.48	1.73			19.81
J1110	电钻 1.5kW	1.80	0.34	0.52			0.94
J2002	混凝土搅拌机 0.4m³	23.94	2.91	4.90	1.07	8.87	6.19
J2032	混凝土输送泵 30m³/h	83.59	26.97	18.93	2.10	16.37	19.22
J2047	振捣器 插入式 1.1kw	1.98	0.28	1.12			0.58
J2048	振捣器 插入式 1.5kw	2.89	0.45	1.65			0.79
J2051	振捣器 平板式 2.2kw	2.74	0.38	1.14			1.22
J2052	变频机组 8.5kVA	14.99	3.08	7.30			4.61
J2076	混凝土罐 2m³	2.92	0.93	1.99			
J2080	风(砂)水枪 6m³/min	45.45	0.21	0.39			44.85
J3004	载重汽车 5t	47.85	6.88	9.96		8.87	22.14
J3074	胶轮车	0.82	0.23	0.59			
J4028	塔式起重机 6t	64.33	22.07	8.41	2.29	16.37	15.19
J4085	汽车起重机 5t	59.07	11.43	11.39		18.41	17.84
J4142	卷扬机 单筒慢速 3t	12.91	1.55	0.62	0.03	6.82	3.89
J4149	卷扬机 单筒快速 5t	32.26	5.51	2.23	0.10	8.87	15.55
J6002	地质钻机 150型	41.06	3.36	7.85	2.37	19.78	7.70
J6024	灌浆泵 中低压泥浆	34.93	2.11	6.38	0.57	16.37	9.50
J9125	电焊机 直流 30kW	23.32	0.91	0.62	0.19		21.60
J9126	电焊机 交流 25kVA	11.10	0.29	0.28	0.09		10.44
J9129	电焊机 交流 30kVA	24.76	0.66	1.68	0.37	8.87	13.18
J9146	钢筋切断机 20kW	24.14	1.04	1.57	0.28	8.87	12.38
PB012	高压油泵 50MPa	22.24	0.44	0.45	0.17	8.87	12.31

BC0001	砂浆搅拌机 0.4m ³	16.43	0.73	2.09	0.20	8.87	4.54
PT001	挤压顶管设备	23.99	3.12	2.51	0.37		17.99
PT011	顶管液压千斤顶 100t	1.07	0.56	0.32	0.19		
01097	风钻 气腿式	30.12	0.70	2.11			27.31
03001	载重汽车 载重量 2t	68.64	4.15	5.81		11.49	47.19
04085	汽车起重机 起重量 5t	110.10	11.14	10.64		23.77	64.55

根据“云南省水利厅 云南省发展和改革委员会关于调整云南省水利工程计价依据有关税率及系数的通知”（云水规计〔2019〕46号，2019年5月7日），施工机械台时费定额的折旧费除以1.13调整系数，修理及替换设备费除以1.09调整系数，安装拆卸费不变。

5、砂石料预算价格

砂浆、砼预算单价计算结果详见下表：

表 8-5 砂浆、砼预算单价计算表

单位：m³

编号	混凝土标号	水泥强度等级	级配	预 算 量						单价 (元)
				水泥 (kg)	掺合料 (kg)	砂 (m ³)	石子 (m ³)	外加剂 (kg)	水 (m ³)	
1	砌筑砂浆 砂浆 M7.5	32.5		261		1.11			0.16	145.2
2	纯混凝土 C30 水泥强度 32.5 1级配 水灰比 0.45	32.5	1	389		0.48	0.73		0.17	184.92
3	纯混凝土 C25 水泥强度 32.5 1级配 水灰比 0.50	32.5	1	353		0.5	0.73		0.17	177.14

8.2.3 施工经费估算

工程措施费由直接费、间接费、利润、材料补差、税金等五部分组成。

①直接工程费

直接工程费：由直接费、其它直接费和现场经费三部分组成。

a、直接费：包括人工费、材料费、机械使用费。

b、其它直接费：包括冬雨季施工增加费（取 0.5%）、夜间施工增加费（取 0.3%）、特殊地区施工增加费（不计算）、临时设施费（取 1.8%）、安全生产措施费（取 1.4%）、其他等费用（取 0.6%）。其他直接费费率之和共计为 4.6%。

其它直接费=直接费×其它直接费费率

②间接费

间接费：由企业管理、财务费用组成和其它费用构成。

间接费=直接工程费×间接费费率

工程措施间接费费率采用引水工程间接费费率，具体费率见下表：

表 8-6 间接费费率表

序号	工程类别	计算基础	间接费费率（%）		
			枢纽工程	引水工程	河道工程
一	建筑工程				
1	土方工程	直接费	8.5	5~6	4~5
2	石方工程	直接费	12.5	10.5~11.5	8.5~9.5
3	砂石备料工程（自采）	直接费	5	5	5
4	模板工程	直接费	9.5	7~8.5	6~7
5	混凝土浇筑工程	直接费	9.5	8.5~9.5	7~8.5
6	钢筋制安工程	直接费	5.5	5	5
7	钻孔灌浆工程	直接费	10.5	9.5~10.5	9.25
8	锚固工程	直接费	10.5	9.5~10.5	9.25
9	疏浚工程	直接费	7.25	7.25	6.25~7.25
10	掘进机施工隧洞工程（1）	直接费	4	4	4
11	掘进机施工隧洞工程（2）	直接费	6.25	6.25	6.25
12	其他工程	直接费	10.5	8.5~9.5	7.25
二	机电、金属结构设备安装工程	人工费	75	70	70

③利润

企业计划利润=（直接工程费+间接费）×企业利润率

工程措施企业利润率为 7%。

④材料补差

材料补差=（材料预算价格-材料基价）*材料消耗量

⑤税金

税金=（直接费+间接费+利润+材料补差）×税率

根据“水利部办公厅关于《调整水利工程计价依据增值税计算》的通知”（办财务函[2019]448号），税金按增值税税率9%计算。

⑥综合单价分析

“矿山地质环境保护方案”工程单价分析表按照《水利建筑工程概算定额》水总[2002]116号和《全国水利工程预算定额》2002年进行计算，各工程单价分析见下表：

表 8-7 机械土方（Ⅲ类土）开挖单价分析表

定额编号：10557		项目名称：挖掘机挖土方 Ⅲ类土 单斗挖掘机 液压 1m ³			定额单位：100m ³
施工方法：挖掘机挖土方 Ⅲ类土 单斗挖掘机 液压 1m ³					
编 号	名称及规格	单 位	数 量	单 价（元）	合 计（元）
一	直接费	元			154.98
(一)	基本直接费	元			146.62
1	人工费	元			20.81
	初级工	工时	4.300	4.84	20.81
2	材料费	元			6.98
	零星材料费	%	5.000	139.64	6.98
3	机械使用费	元			118.83
	单斗挖掘机 液压 1m ³	台时	0.990	120.03	118.83
(二)	其他直接费	%	5.700	146.62	8.36
二	间接费	%	5.000	154.98	7.75
三	利润	%	7.000	162.73	11.39
四	材料补差	元			87.33
	柴油	kg	14.750	5.92	87.33
五	税金	%	9.000	261.45	23.53
	合计	元			284.98

表 8-8 机械土方（Ⅳ类土）开挖单价分析表

定额编号：10558		项目名称：挖掘机挖土方 Ⅳ类土 单斗挖掘机 液压 1m ³			定额单位：100m ³
编 号	名称及规格	单 位	数 量	单 价（元）	合 计（元）
一	直接费	元			166.96
(一)	基本直接费	元			157.96
1	人工费	元			20.81
	初级工	工时	4.300	4.84	20.81
2	材料费	元			7.52
	零星材料费	%	5.000	150.44	7.52

3	机械使用费	元			129.63
	单斗挖掘机 液压 1m ³	台时	1.080	120.03	129.63
(二)	其他直接费	%	5.700	157.96	9.00
二	间接费	%	5.000	166.96	8.35
三	利润	%	7.000	175.31	12.27
四	材料补差	元			95.26
	柴油	kg	16.090	5.92	95.26
五	税金	%	9.000	282.84	25.46
	合计	元			308.30

表 8-9 土方搬运墙后单价分析表

定额编号: 10571		项目名称: 2.75m ³ 铲运机铲运土 III类土 运距 200m			定额单位: 100m ³
编 号	名称及规格	单 位	数 量	单 价 (元)	合 计 (元)
一	直接费	元			377.20
(一)	基本直接费	元			356.86
1	人工费	元			29.04
	初级工	工时	6.000	4.84	29.04
2	材料费	元			32.44
	零星材料费	%	10.000	324.42	32.44
3	机械使用费	元			295.38
	推土机 55kW	台时	0.480	58.22	27.95
	拖拉机 履带式 55kW	台时	4.790	46.26	221.59
	铲运机 拖式 2.75m ³	台时	4.790	9.57	45.84
(二)	其他直接费	%	5.700	356.86	20.34
二	间接费	%	5.000	377.20	18.86
三	利润	%	7.000	396.06	27.72
四	材料补差	元			232.29
	柴油	kg	39.240	5.92	232.29
五	税金	%	9.000	656.07	59.05
	合计	元			715.12

表 8-10 PVC 水管安装单价分析表

定额编号: HG9042		项目名称: PVC 滤水管 管外径 100mm 以内			定额单位: 100m
编 号	名称及规格	单 位	数 量	单 价 (元)	合 计 (元)
一	直接费	元			901.25
(一)	基本直接费	元			852.65
1	人工费	元			470.73
	工长	工时	4.000	9.47	37.88
	高级工	工时		8.77	
	中级工	工时	32.100	6.82	218.92
	初级工	工时	44.200	4.84	213.93
2	材料费	元			369.19
	土工布	m ²	69.080	1.60	110.53
	PVC 管	m	102.000	2.50	255.00
	其他材料费	%	1.000	365.53	3.66
3	机械使用费	元			12.73
	电钻 1.5kW	台时	7.000	1.80	12.60
	其他机械费	%	1.000	12.60	0.13
(二)	其他直接费	%	5.700	852.65	48.60
二	间接费	%	5.000	901.25	45.06

三	利润	%	7.000	946.31	66.24
四	材料补差	元			
五	税金	%	9.000	1012.55	91.13
	合计	元			1103.68

表 8-11 注浆钢管安装单价分析表

定额编号: HG9085		项目名称: 顶管 钢管挤压顶进 公称直径 (200mm)			定额单位: 10m
编 号	名称及规格	单 位	数 量	单 价(元)	合 计(元)
一	直接费	元			1988.02
(一)	基本直接费	元			1880.81
1	人工费	元			1154.83
	工长	工时	6.600	9.47	62.50
	高级工	工时	55.600	8.77	487.61
	中级工	工时	57.300	6.82	390.79
	初级工	工时	44.200	4.84	213.93
2	材料费	元			86.69
	钢筋	kg	8.220	2.56	21.04
	电焊条	kg	8.620	6.31	54.39
	乙炔气	m ³	0.250	14.56	3.64
	氧气	m ³	0.870	6.80	5.92
	其他材料费	%	2.000	84.99	1.70
3	机械使用费	元			639.29
	电焊机 交流 30kVA	台时	1.360	24.76	33.67
	高压油泵 50MPa	台时	12.670	22.24	281.78
	挤压顶管设备	台时	12.670	23.99	303.95
	顶管液压千斤顶 100t	台时	12.670	1.07	13.56
	其他机械费	%	1.000	632.96	6.33
(二)	其他直接费	%	5.700	1880.81	107.21
二	间接费	%	5.000	1988.02	99.40
三	利润	%	7.000	2087.42	146.12
四	材料补差	元			6.90
	钢筋	kg	8.220	0.84	6.90
五	未计价装置性材料费	元			102.00
	钢管	m	10.200	10.00	102.00
六	税金	%	9.000	2342.44	210.82
	合计	元			2553.26

表 8-12 土料夯实单价分析表

定额编号: x01033		项目名称: 土料夯实 机械夯实			定额单位: 100m ³ 实方
编 号	名称及规格	单 位	数 量	单 价(元)	合 计(元)
一	直接费	元			1264.50
(一)	基本直接费	元			1196.31
1	人工费	元			1139.34
	工长	工时	4.600	9.47	43.56
	初级工	工时	226.400	4.84	1095.78
2	材料费	元			56.97
	零星材料费	%	5.000	1139.34	56.97
3	机械使用费	元			
(二)	其他直接费	%	5.700	1196.31	68.19
二	间接费	%	5.000	1264.50	63.23

三	利润	%	7.000	1327.73	92.94
四	材料补差	元			
五	税金	%	9.000	1420.67	127.86
	合计	元			1548.53

表 8-13 沉砂池池底单价分析表

定额编号: x04006		项目名称: 水池 池底			定额单位: 100m ³
编 号	名称及规格	单 位	数 量	单 价(元)	合 计(元)
一	直接费	元			24625.05
(一)	基本直接费	元			23297.11
1	人工费	元			2474.61
	工长	工时	12.000	9.47	113.64
	高级工	工时	19.900	8.77	174.52
	中级工	工时	207.400	6.82	1414.47
	初级工	工时	159.500	4.84	771.98
2	材料费	元			19344.73
	水	m ³	120.000	6.00	720.00
	纯混凝土 C25 水泥强度 32.5 1级配 水灰比 0.50	m ³	103.000	177.14	18245.42
	其他材料费	%	2.000	18965.42	379.31
3	机械使用费	元			1477.77
	振捣器 插入式 1.1kw	台时	22.000	1.98	43.56
	风(砂)水枪 6m ³ /min	台时	28.600	45.45	1299.87
	其他机械费	%	10.000	1343.43	134.34
(二)	其他直接费	%	5.700	23297.11	1327.94
二	间接费	%	5.000	24625.05	1231.25
三	利润	%	7.000	25856.30	1809.94
四	材料补差	元			5854.01
	普通硅酸盐水泥 32.5	kg	36359.000	0.15	5272.06
	粗砂	m ³	51.500	11.30	581.95
五	税金	%	9.000	33520.25	3016.82
	合计	元			36537.07

表 8-14 沉砂池池壁单价分析表

定额编号: x04007		项目名称: 水池 池壁			定额单位: 100m ³
编 号	名称及规格	单 位	数 量	单 价(元)	合 计(元)
一	直接费	元			24914.47
(一)	基本直接费	元			23570.93
1	人工费	元			3161.10
	工长	工时	14.900	9.47	141.10
	高级工	工时	34.800	8.77	305.20
	中级工	工时	278.200	6.82	1897.32
	初级工	工时	168.900	4.84	817.48
2	材料费	元			19589.53
	水	m ³	160.000	6.00	960.00
	纯混凝土 C25 水泥强度 32.5 1级配 水灰比 0.50	m ³	103.000	177.14	18245.42
	其他材料费	%	2.000	19205.42	384.11
3	机械使用费	元			820.30
	振捣器 插入式 1.1kw	台时	54.450	1.98	107.81
	风(砂)水枪 6m ³ /min	台时	13.600	45.45	618.12

	其他机械费	%	13.000	725.93	94.37
(二)	其他直接费	%	5.700	23570.93	1343.54
二	间接费	%	5.000	24914.47	1245.72
三	利润	%	7.000	26160.19	1831.21
四	材料补差	元			5854.01
	普通硅酸盐水泥 32.5	kg	36359.000	0.15	5272.06
	粗砂	m ³	51.500	11.30	581.95
五	税金	%	9.000	33845.41	3046.09
	合计	元			36891.50

表 8-15 坡面沟槽开挖单价分析表

定额编号: 20098		项目名称: 坡面沟槽石方开挖 底宽 4m~7m IX~X 类岩石 [20456]推土机推运石渣 运距 100m 推土机 88kW			定额单位: 100m ³
编 号	名称及规格	单 位	数 量	单 价(元)	合 计(元)
一	直接费	元			3608.61
(一)	基本直接费	元			3414.01
1	人工费	元			295.85
	工长	工时		9.47	
	中级工	工时	20.600	6.82	140.49
	初级工	工时	32.100	4.84	155.36
2	材料费	元			1772.54
	导火线	m	4.000	40.00	160.00
	合金钻头	个	3.030	80.00	242.40
	炸药	kg	60.000	5.15	309.00
	火雷管	个	6.000	150.00	900.00
	其他材料费	%	10.000	1611.40	161.14
3	机械使用费	元			390.94
	风钻 手持式	台时	16.140	22.02	355.40
	其他机械费	%	10.000	355.40	35.54
4	推土机推运石渣 运距 100m 推土机 88kW	m ³	105.000	9.09	954.68
(二)	其他直接费	%	5.700	3414.01	194.60
二	间接费	%	10.500	3608.61	378.90
三	利润	%	7.000	3987.51	279.13
四	材料补差	元			607.78
	柴油	kg	102.660	5.92	607.78
五	税金	%	9.000	4874.42	438.70
	合计	元			5313.12

表 8-16 坡面基础开挖单价分析表

定额编号: 20193		项目名称: 坡面基础石方开挖 开挖深度 2m V~VIII 类岩石			定额单位: 100m ³
编 号	名称及规格	单 位	数 量	单 价(元)	合 计(元)
一	直接费	元			10804.98
(一)	基本直接费	元			10222.31
1	人工费	元			896.52
	工长	工时		9.47	
	中级工	工时	54.100	6.82	368.96
	初级工	工时	109.000	4.84	527.56
2	材料费	元			9030.53

	导火线	m	72.000	40.00	2880.00
	合金钻头	个	2.850	80.00	228.00
	炸药	kg	45.000	5.15	231.75
	火雷管	个	34.000	150.00	5100.00
	其他材料费	%	7.000	8439.75	590.78
3	机械使用费	元			295.26
	风钻 手持式	台时	12.190	22.02	268.42
	其他机械费	%	10.000	268.42	26.84
(二)	其他直接费	%	5.700	10222.31	582.67
二	间接费	%	10.500	10804.98	1134.52
三	利润	%	7.000	11939.50	835.77
四	材料补差	元			
五	税金	%	9.000	12775.27	1149.77
	合计	元			13925.04

表 8-17 虑砂垫层单价分析表

定额编号: 30002		项目名称: 人工铺筑砂石垫层 反滤层			定额单位: 100m ³ 砌体方
编 号	名称及规格	单 位	数 量	单 价(元)	合 计(元)
一	直接费	元			5233.64
(一)	基本直接费	元			4951.41
1	人工费	元			568.01
	工长	工时	10.200	9.47	96.59
	初级工	工时	97.400	4.84	471.42
2	材料费	元			4383.40
	碎石	m ³	41.600	70.00	2912.00
	粗砂	m ³	20.400	70.00	1428.00
	其他材料费	%	1.000	4340.00	43.40
3	机械使用费	元			
(二)	其他直接费	%	5.700	4951.41	282.23
二	间接费	%	10.500	5233.64	549.53
三	利润	%	7.000	5783.17	404.82
四	材料补差	元			646.52
	碎石	m ³	41.600	10.00	416.00
	粗砂	m ³	20.400	11.30	230.52
五	税金	%	9.000	6834.51	615.11
	合计	元			7449.62

表 8-18 混凝土锚墩单价分析表

定额编号: 30046		项目名称: 浆砌预制混凝土块 挡土墙 桥台 闸墩			定额单位: 100m ³ 砌体方
编 号	名称及规格	单 位	数 量	单 价(元)	合 计(元)
一	直接费	元			9538.45
(一)	基本直接费	元			9024.08
1	人工费	元			3804.46
	工长	工时	13.400	9.47	126.90
	中级工	工时	256.000	6.82	1745.92
	初级工	工时	399.100	4.84	1931.64
2	材料费	元			5070.90
	混凝土预制块	m ³	92.000	25.00	2300.00

	纯混凝土 C25 水泥强度 32.5 1 级配 水灰比 0.50	m ³	15.500	177.14	2745.67
	其他材料费	%	0.500	5045.67	25.23
3	机械使用费	元			148.72
	胶轮车	台时	123.870	0.82	101.57
	砂浆搅拌机 0.4m ³	台时	2.870	16.43	47.15
(二)	其他直接费	%	5.700	9024.08	514.37
二	间接费	%	10.500	9538.45	1001.54
三	利润	%	7.000	10539.99	737.80
四	材料补差	元			880.94
	普通硅酸盐水泥 32.5	kg	5471.500	0.15	793.37
	粗砂	m ³	7.750	11.30	87.58
五	税金	%	9.000	12158.73	1094.29
	合计	元			13253.02

表 8-19 混凝土挡墙单价分析表

定额编号: 30064		项目名称: 砌石重力坝 混凝土砌块石			定额单位: 100m ³ 砌体方
编 号	名称及规格	单 位	数 量	单 价(元)	合 计(元)
一	直接费	元			23505.42
(一)	基本直接费	元			22237.86
1	人工费	元			5278.43
	工长	工时	19.000	9.47	179.93
	中级工	工时	353.000	6.82	2407.46
	初级工	工时	556.000	4.84	2691.04
2	材料费	元			15990.16
	块石	m ³	88.000	70.00	6160.00
	纯混凝土 C25 水泥强度 32.5 1 级配 水灰比 0.50	m ³	54.600	177.14	9671.84
	其他材料费	%	1.000	15831.84	158.32
3	机械使用费	元			969.27
	混凝土搅拌机 0.4m ³	台时	10.400	23.94	248.98
	混凝土罐 2m ³	台时	3.260	2.92	9.52
	胶轮车	台时	201.520	0.82	165.25
	塔式起重机 6t	台时	8.480	64.33	545.52
(二)	其他直接费	%	5.700	22237.86	1267.56
二	间接费	%	10.500	23505.42	2468.07
三	利润	%	7.000	25973.49	1818.14
四	材料补差	元			3103.19
	普通硅酸盐水泥 32.5	kg	19273.800	0.15	2794.70
	粗砂	m ³	27.300	11.30	308.49
五	税金	%	9.000	30894.82	2780.53
	合计	元			33675.35

表 8-20 石方回填单价分析表

定额编号: D010991		项目名称: 石方回填 松填不夯实			定额单位: 100m ³ 实方
编 号	名称及规格	单 位	数 量	单 价(元)	合 计(元)
一	直接费	元			1865.89
(一)	基本直接费	元			1765.27

1	人工费	元			1681.21
	人工	工时	191.700	8.77	1681.21
2	材料费	元			84.06
	零星材料费	%	5.000	1681.21	84.06
3	机械使用费	元			
(二)	其他直接费	%	5.700	1765.27	100.62
二	间接费	%	10.500	1865.89	195.92
三	利润	%	7.000	2061.81	144.33
四	材料补差	元			
五	税金	%	9.000	2206.14	198.55
	合计	元			2404.69

表 8-21 机械破碎石方单价分析表

定额编号: D020013		项目名称: 机械破碎石方(风镐破碎)单斗挖掘机液压 1m ³			定额单位: 100m ³
编 号	名称及规格	单 位	数 量	单 价(元)	合 计(元)
一	直接费	元			2592.82
(一)	基本直接费	元			2453.00
1	人工费	元			109.63
	人工	工时	12.500	8.77	109.63
2	材料费	元			116.81
	零星材料费	%	5.000	2336.19	116.81
3	机械使用费	元			2226.56
	单斗挖掘机 液压 1m ³	台时	18.550	120.03	2226.56
(二)	其他直接费	%	5.700	2453.00	139.82
二	间接费	%	10.500	2592.82	272.25
三	利润	%	7.000	2865.07	200.55
四	材料补差	元			1636.26
	柴油	kg	276.400	5.92	1636.26
五	税金	%	9.000	4701.88	423.17
	合计	元			5125.05

表 8-20 普通模板 平面木模板安装单价分析表

定额编号: 50003		项目名称: 普通模板 平面木模板			定额单位: 100m ²
编 号	名称及规格	单 位	数 量	单 价(元)	合 计(元)
一	直接费	元			9501.59
(一)	基本直接费	元			8989.21
1	人工费	元			1061.52
	工长	工时	11.000	9.47	104.17
	高级工	工时	7.400	8.77	64.90
	中级工	工时	111.200	6.82	758.38
	初级工	工时	27.700	4.84	134.07
2	材料费	元			7108.30
	铁件	kg	321.000	3.60	1155.60
	电焊条	kg	5.200	6.31	32.81
	预制混凝土柱	m ³	1.000	388.35	388.35
	模板	m ²	100.000	55.00	5500.00
	其他材料费	%	2.000	1576.76	31.54
3	机械使用费	元			819.39
	汽车起重机 5t	台时	11.950	59.07	705.89
	电焊机 交流 25kVA	台时	6.710	11.10	74.48

	其他机械费	%	5.000	780.37	39.02
(二)	其他直接费	%	5.700	8989.21	512.38
二	间接费	%	7.000	9501.59	665.11
三	利润	%	7.000	10166.70	711.67
四	材料补差	元			
五	税金	%	9.000	10878.37	979.05
	合计	元			11857.42

表 8-21 渠道模板安装拆除单价分析表

定额编号: 50049		项目名称: 渠道模板 边坡模板 土坡			定额单位: 100m ²
编 号	名称及规格	单 位	数 量	单 价(元)	合 计(元)
一	直接费	元			6591.34
(一)	基本直接费	元			6235.89
1	人工费	元			412.49
	工长	工时	6.200	9.47	58.71
	高级工	工时	14.000	8.77	122.78
	中级工	工时	25.000	6.82	170.50
	初级工	工时	12.500	4.84	60.50
2	材料费	元			5500.00
	模板	m ²	100.000	55.00	5500.00
3	机械使用费	元			323.40
	汽车起重机 5t	台时	0.830	59.07	49.03
	卷扬机 单筒慢速 3t	台时	20.060	12.91	258.97
	其他机械费	%	5.000	308.00	15.40
(二)	其他直接费	%	5.700	6235.89	355.45
二	间接费	%	7.000	6591.34	461.39
三	利润	%	7.000	7052.73	493.69
四	材料补差	元			
五	税金	%	9.000	7546.42	679.18
	合计	元			8225.60

表 8-22 钢模板安装拆除单价分析表

定额编号: 50062		项目名称: 普通模板制作 标准钢模板			定额单位: 100m ²
编 号	名称及规格	单 位	数 量	单 价(元)	合 计(元)
一	直接费	元			796.27
(一)	基本直接费	元			753.33
1	人工费	元			80.59
	工长	工时	1.200	9.47	11.36
	高级工	工时	3.800	8.77	33.33
	中级工	工时	4.200	6.82	28.64
	初级工	工时	1.500	4.84	7.26
2	材料费	元			643.99
	型钢	kg	44.000	3.63	159.72
	卡扣件	kg	26.000	4.37	113.62
	铁件	kg	2.000	3.60	7.20
	电焊条	kg	0.600	6.31	3.79
	组合钢模板	kg	81.000	4.37	353.97
	其他材料费	%	2.000	284.33	5.69
3	机械使用费	元			28.75
	载重汽车 5t	台时	0.370	47.85	17.70

	电焊机 交流 25kVA	台时	0.720	11.10	7.99
	钢筋切断机 20kW	台时	0.070	24.14	1.69
	其他机械费	%	5.000	27.38	1.37
(二)	其他直接费	%	5.700	753.33	42.94
二	间接费	%	7.000	796.27	55.74
三	利润	%	7.000	852.01	59.64
四	材料补差	元			
五	税金	%	9.000	911.65	82.05
	合计	元			993.70

表 8-22 C25 混凝土截排水沟单价分析表

定额编号: 40018		项目名称: 溢洪道、排水沟			定额单位: 100m ³
编 号	名称及规格	单 位	数 量	单 价(元)	合 计(元)
一	直接费	元			23519.55
(一)	基本直接费	元			22251.23
1	人工费	元			802.62
	工长	工时	12.800	9.47	121.22
	高级工	工时	20.000	8.77	175.40
	中级工	工时	29.200	6.82	199.14
	初级工	工时	63.400	4.84	306.86
2	材料费	元			20568.19
	水	m ³	117.000	6.00	702.00
	纯混凝土 C25 水泥强度 32.5 1 级配 水灰比 0.50	m ³	111.000	177.14	19662.54
	其他材料费	%	1.000	20364.54	203.65
3	机械使用费	元			880.42
	混凝土输送泵 30m ³ /h	台时	2.370	83.59	198.11
	振捣器 插入式 1.1kW	台时	32.670	1.98	64.69
	振捣器 插入式 1.5kW	台时	4.280	2.89	12.37
	变频机组 8.5kVA	台时	2.140	14.99	32.08
	风(砂)水枪 6m ³ /min	台时	10.850	45.45	493.13
	其他机械费	%	10.000	800.38	80.04
(二)	其他直接费	%	5.700	22251.23	1268.32
二	间接费	%	8.500	23519.55	1999.16
三	利润	%	7.000	25518.71	1786.31
四	材料补差	元			6308.69
	普通硅酸盐水泥 32.5	kg	39183.000	0.15	5681.54
	粗砂	m ³	55.500	11.30	627.15
五	税金	%	9.000	33613.71	3025.23
	合计	元			36638.94

表 8-23 C30 耐磨砼分析表

定额编号: 40100		项目名称: 其他混凝土 小体积			定额单位: 100m ³
编 号	名称及规格	单 位	数 量	单 价(元)	合 计(元)
一	直接费	元			23157.58
(一)	基本直接费	元			21908.78
1	人工费	元			1064.79
	工长	工时		9.47	
	高级工	工时	32.600	8.77	285.90
	中级工	工时	44.800	6.82	305.54

	初级工	工时	97.800	4.84	473.35
2	材料费	元			20372.12
	水	m ³	122.000	6.00	732.00
	纯混凝土 C30 水泥强度 32.5 1	m ³	103.000	184.92	19046.76
	其他材料费	%	3.000	19778.76	593.36
3	机械使用费	元			471.87
	振捣器 插入式 1.1kw	台时	37.380	1.98	74.01
	风(砂)水枪 6m ³ /min	台时	7.810	45.45	354.96
	其他机械费	%	10.000	428.97	42.90
(二)	其他直接费	%	5.700	21908.78	1248.80
二	间接费	%	8.500	23157.58	1968.39
三	利润	%	7.000	25125.97	1758.82
四	材料补差	元			6368.39
	普通硅酸盐水泥 32.5	kg	40067.000	0.15	5809.72
	粗砂	m ³	49.440	11.30	558.67
五	税金	%	9.000	33253.18	2992.79
	合计	元			36245.97

表 8-26 C30 钢筋混凝土基础板单价分析表

定额编号: 40109		项目名称: 混凝土板预制及砌筑 厚度 4~8cm			定额单位: 100m ³
编 号	名称及规格	单 位	数 量	单 价(元)	合 计(元)
一	直接费	元			21065.87
(一)	基本直接费	元			19929.87
1	人工费	元			334.33
	工长	工时	12.400	9.47	117.43
	高级工	工时		8.77	
	中级工	工时	12.500	6.82	85.25
	初级工	工时	27.200	4.84	131.65
2	材料费	元			18898.35
	钢模板	kg	77.000	3.88	298.76
	铁件	kg	23.000	3.60	82.80
	水	m ³	220.000	6.00	1320.00
	砌筑砂浆 砂浆 M7.5	m ³		145.20	
	纯混凝土 C30 水泥强度 32.5 1 级配 水灰比 0.45	m ³	92.000	184.92	17012.64
	其他材料费	%	1.000	18415.44	184.15
3	机械使用费	元			697.19
	混凝土搅拌机 0.4m ³	台时	17.350	23.94	415.36
	振捣器 平板式 2.2kw	台时	33.600	2.74	92.06
	载重汽车 5t	台时	1.510	47.85	72.25
	胶轮车	台时	87.700	0.82	71.91
	其他机械费	%	7.000	651.58	45.61
(二)	其他直接费	%	5.700	19929.87	1136.00
二	间接费	%	8.500	21065.87	1790.60
三	利润	%	7.000	22856.47	1599.95
四	材料补差	元			5688.27
	普通硅酸盐水泥 32.5	kg	35788.000	0.15	5189.26
	粗砂	m ³	44.160	11.30	499.01
	水泥 32.5	kg		0.15	

五	税金	%	9.000	30144.69	2713.02
	合计	元			32857.71

表 8-27 伸缩缝单价分析表

定额编号: 40149		项目名称: 伸缩缝 沥青油毛毡 一毡二油			定额单位:100m ²	
编 号	名称及规格	单 位	数 量	单 价 (元)	合 计 (元)	
一	直接费	元			6293.53	
(一)	基本直接费	元			5954.14	
1	人工费	元			875.13	
	工长	工时	6.200	9.47	58.71	
	高级工	工时	43.500	8.77	381.50	
	中级工	工时	37.300	6.82	254.39	
	初级工	工时	37.300	4.84	180.53	
2	材料费	元			5077.57	
	木柴	t	0.430	670.00	288.10	
	沥青	t	1.240	3520.00	4364.80	
	油毛毡	m ²	117.000	3.20	374.40	
	其他材料费	%	1.000	5027.30	50.27	
3	机械使用费	元			1.44	
	胶轮车	台时	1.760	0.82	1.44	
(二)	其他直接费	%	5.700	5954.14	339.39	
二	间接费	%	8.500	6293.53	534.95	
三	利润	%	7.000	6828.48	477.99	
四	材料补差	元				
五	税金	%	9.000	7306.47	657.58	
	合计	元			7964.05	

表 8-28 混凝土灌浆单价分析表

定额编号: AhG90184		项目名称: 基础压密灌浆 孔径 100-200mm 钻孔锚固注浆 孔径 200mm			定额单位:100m	
编 号	名称及规格	单 位	数 量	单 价 (元)	合 计 (元)	
一	直接费	元			4429.95	
(一)	基本直接费	元			4191.06	
1	人工费	元			813.68	
	工长	工时	7.000	9.47	66.29	
	高级工	工时	9.900	8.77	86.82	
	中级工	工时	31.000	6.82	211.42	
	初级工	工时	92.800	4.84	449.15	
2	材料费	元			1925.82	
	木质素磺酸钙	kg	11.350	1.00	11.35	
	PVC 注浆管	m	108.150	10.23	1106.37	
	纯混凝土 C30 水泥强度 32.5 1 级配 水灰比 0.45	m ³	4.370	184.92	808.10	
3	机械使用费	元			1451.56	
	地质钻机 150 型	台时	30.180	41.06	1239.19	
	灌浆泵 中低压泥浆	台时	6.080	34.93	212.37	
(二)	其他直接费	%	5.700	4191.06	238.89	
二	间接费	%	8.500	4429.95	376.55	
三	利润	%	7.000	4806.50	336.46	
四	材料补差	元			270.19	

	普通硅酸盐水泥 32.5	kg	1699.930	0.15	246.49
	粗砂	m ³	2.100	11.30	23.70
五	税金	%	9.000	5413.15	487.18
	合计	元			5900.33

表 8-29 地脚螺栓锚杆 φ32 安装单价分析表

定额编号: AhG90188		项目名称: 基础压密灌浆 制安 撤 锚杆制作安装			定额单位: t
编 号	名称及规格	单 位	数 量	单 价(元)	合 计(元)
一	直接费	元			4209.41
(一)	基本直接费	元			3982.41
1	人工费	元			715.94
	工长	工时	6.200	9.47	58.71
	高级工	工时	8.700	8.77	76.30
	中级工	工时	27.200	6.82	185.50
	初级工	工时	81.700	4.84	395.43
2	材料费	元			2886.89
	钢筋	t	1.090	2560.00	2790.40
	铁丝	kg	5.590	4.36	24.37
	电焊条	kg	11.430	6.31	72.12
3	机械使用费	元			379.58
	汽车起重机 5t	台时	4.220	59.07	249.28
	卷扬机 单筒快速 5t	台时	2.590	32.26	83.55
	电焊机 直流 30kW	台时	0.410	23.32	9.56
	电焊机 交流 25kVA	台时	3.350	11.10	37.19
(二)	其他直接费	%	5.700	3982.41	227.00
二	间接费	%	8.500	4209.41	357.80
三	利润	%	7.000	4567.21	319.70
四	材料补差	元			915.60
	钢筋	t	1.090	840.00	915.60
五	税金	%	9.000	5802.51	522.23
	合计	元			6324.74

表 8-30 柔性被动防护网安装单价分析表

定额编号: D080005		项目名称: 柔性被动防护网 网型为钢丝绳网 最大能量吸收能力 250kJ			定额单位: 100m ²
编 号	名称及规格	单 位	数 量	单 价(元)	合 计(元)
一	直接费	元			30239.68
(一)	基本直接费	元			28608.97
1	人工费	元			1578.60
	人工	工时	180.000	8.77	1578.60

2	材料费	元			25561.34
	钢筋	kg	133.700	4.36	582.40
	接缝砂浆 M30	m ³	0.010	242.00	2.42
	型钢	kg	540.300	3.75	2026.13
	钢丝格栅网	m ²	108.500	155.00	16817.50
	合金钻头	个	0.300	80.00	24.00
	柔性被动防护网 D0 型 250kJ	m ²	99.100	28.00	2774.80
	其他材料费	%	15.000	22227.25	3334.09
3	机械使用费	元			1469.03
	风钻 气腿式	台时	1.490	30.12	44.88
	载重汽车 载重量 2t	台时	16.220	68.64	1113.34
	汽车起重机 起重量 5t	台时	1.610	110.10	177.26
	其他机械费	%	10.000	1335.48	133.55
(二)	其他直接费	%	5.700	28608.97	1630.71
二	间接费	%	8.500	30239.68	2570.37
三	利润	%	7.000	32810.05	2296.70
四	材料补差	元			
五	税金	%	9.000	35106.75	3159.61
	合计	元			38266.36

表 8-31 人工搬运砂石料水泥单价分析表

定额编号: D100035+D100038*155		项目名称: 人力搬运 水泥 搬运 50m			定额单位:100t
编 号	名称及规格	单 位	数 量	单 价(元)	合 计(元)
一	直接费	元			5154.80
(一)	基本直接费	元			4876.82
1	人工费	元			4644.59
	人工	工时	529.600	8.77	4644.59
2	材料费	元			232.23
	零星材料费	%	5.000	4644.59	232.23
3	机械使用费	元			
(二)	其他直接费	%	5.700	4876.82	277.98
二	间接费	%	8.500	5154.80	438.16
三	利润	%	7.000	5592.96	391.51
四	材料补差	元			
五	税金	%	9.000	5984.47	538.60
	合计	元			6523.07

表 8-32 人工搬运钢材单价分析表

定额编号: D100036+D100039*155		项目名称: 人力搬运 钢材 搬运 50m			定额单位:100t
编 号	名称及规格	单 位	数 量	单 价(元)	合 计(元)
一	直接费	元			6509.69
(一)	基本直接费	元			6158.65
1	人工费	元			5865.38
	人工	工时	668.800	8.77	5865.38
2	材料费	元			293.27
	零星材料费	%	5.000	5865.38	293.27
3	机械使用费	元			
(二)	其他直接费	%	5.700	6158.65	351.04

二	间接费	%	8.500	6509.69	553.32
三	利润	%	7.000	7063.01	494.41
四	材料补差	元			
五	税金	%	9.000	7557.42	680.17
	合计	元			8237.59

表 8-33 人工人工清除危岩单价分析表

定额编号: D020005		项目名称: 人工清除危岩 岩石级别 V~VIII			定额单位: 100m ³
编 号	名称及规格	单 位	数 量	单 价 (元)	合 计 (元)
一	直接费	元			18273.83
(一)	基本直接费	元			17288.39
1	人工费	元			15716.72
	人工	工时	1792.100	8.77	15716.72
2	材料费	元			1571.67
	零星材料费	%	10.000	15716.72	1571.67
3	机械使用费	元			
(二)	其他直接费	%	5.700	17288.39	985.44
二	间接费	%	10.500	18273.83	1918.75
三	利润	%	7.000	20192.58	1413.48
四	材料补差	元			
五	税金	%	9.000	21606.06	1944.55
	合计	元			23550.61

2、工程施工费估算

通过估算可知,本矿山设计地质环境治理措施工程施工费用为 1075.49 万元。估算详见表 8-34。

表 8-34 矿山地质环境综合治理工程施工费概算表

序号	工程或费用名称	单位	数量	单价 (元)	合计 (元)
一	BW1 不稳定边坡治理				3983132.54
1	挡土墙工程			2607.13	3983132.54
1.1	机械挖沟槽石方		608.5	51.25	31185.63
1.2	机械挖沟槽土方	m ³	8447.71	3.08	26018.95
1.3	C25 毛石混凝土挡墙	m ³	10530	336.75	3545977.5
1.4	钢模板制作、安装、拆除	m ²	8489.25	9.94	84383.15
1.5	Φ100mmPVC 泄水管	m	1212.75	11.04	13388.76
1.6	砂砾石反滤层	m ³	269.5	74.5	20077.75
1.7	黏土料封填	m ³	3501.54	15.49	54238.85
1.8	伸缩缝	m ²	1217.75	79.64	96981.61
1.9	土石方回填(夯实)	m ³	4336.94	15.49	67179.2
1.10	C30 钢筋混凝土基础板	m ³	133	328.58	43701.14
二	BW2 不稳定边坡治理				2104921.22
1	挡土墙工程				2104921.22
1.1	机械挖沟槽土方	m ³	3850.3	3.08	11858.92

1.2	C25 毛石混凝土挡墙	m ³	4367	336.75	1470587.25
1.3	钢模板制作、安装、拆除	m ²	4363.56	9.94	43373.79
1.4	Φ100mmPVC 泄水管	m	759	11.04	8379.36
1.5	砂砾石反滤层	m ³	138	74.5	10281
1.6	黏土料封填	m ³	1559.04	15.49	24149.53
1.7	伸缩缝	m ²	494.76	79.64	39402.69
1.8	土石方回填（夯实）	m ³	2514.92	15.49	38956.11
1.9	C30 钢筋混凝土基础板	m ³	419	328.58	137675.02
1.10	注浆孔（200mm，预估水泥用量 250kg/m）	m	949	59	55991
1.11	注浆钢管（Φ108mm*3.5mm）	m	1035	255.33	264266.55
三	C1 冲沟泥石流防治				3240226.57
1	拦挡坝工程				3079992.58
1.1	挖土方（拦挡坝）	m ³	4215.62	3.08	12984.11
1.2	挖石方（拦挡坝）	m ³	200	53.13	10626
1.3	C25 毛石混凝土	m ³	8545.4	336.75	2877663.45
1.4	C30 耐磨砼	m ³	8.1	362.46	2935.93
1.5	伸缩缝	m ²	1008	79.64	80277.12
1.6	土方回填（夯实）	m ³	686.88	15.49	10639.77
1.7	坝后回填（松填）	m ³	3528.74	24.05	84866.2
2	排水沟工程				150079.86
2.1	机械挖沟槽土方	m ³	676.2	3.08	2082.7
2.2	C25 混凝土截排水沟	m ³	115	366.39	42134.85
2.3	模板制作、安装、拆除	m ²	1196	82.26	98382.96
2.4	伸缩缝	m ²	9.12	79.64	726.32
2.5	土石方回填（夯实）	m ³	230	15.49	3562.7
2.6	土方坡面搬运 100m 松填于墙后	m ³	446.2	7.15	3190.33
3	沉砂池工程				10154.13
3.1	挖掘机挖土方	m ³	33	2.85	94.05
3.2	C25 混凝土沉砂池池壁	m ³	20	368.92	7378.4
3.3	C25 混凝土沉砂池池底			365.37	
3.4	模板制作、安装、拆除	m ²	32.6	82.26	2681.68
四	警示工程				5700
1	警示牌	块	19	300	5700
五	塌陷区防治				3042905.26
1.1	RXI-150 型被动防护网		3021.4	382.66	1156168.92
1.2	C25 混凝土锚墩		148.97	132.53	19742.99
1.3	地脚螺栓锚杆 Φ32		10.87	6324.74	68749.92
1.4	机械石方开挖-机械破碎 V-VIII 类岩		41.96	139.25	5842.93

1.5	土方回填（夯实）		41.96	15.49	649.96
1.6	模板（制作、安装、拆除）		333.61	118.57	39556.14
1.7	危石、碎石清理		7440	235.51	1752194.4
六	材料二次搬运				130188.88
1	搬运砂石料		1180	65.23	76971.4
2	搬运钢筋、钢件		646	82.38	53217.48
合计					12507074.47

8.3 土地复垦工程经费估算

8.3.1 工程量统计

根据 5.3 章节统计，工程量统计见表 8-33。

表 8-33 矿山土地复垦工程量统计表

一级项目	二级项目	三级项目	工程内容	计量单位	工程量	复垦单元 1	复垦单元 2	复垦单元 3	复垦单元 4	复垦单元 5	复垦单元 7	苗木运输损失量 (10%)	
						堆渣区	坑口工业场地	废弃房屋场地	矿山道路	木材加工厂	T1-T6 塌陷坑及塌陷影响区		
						复垦为乔木林地、其他草地	复垦为乔木林地、其他草地	复垦为乔木林地	复垦为乔木林地	复垦为乔木林地	复垦为其他草地		
土壤重构工程	清理工程	建筑物拆除	2 层以下	m ²	622			184		438			
			硬化场地拆除	m ³	62.2			18.4		43.8			
			场地清理	m ³	124.4			36.8		87.6			
			弃渣清运	m ³	435.4			128.8		306.6			
	土壤剥离工程		覆土工程 (拉运土 1km)		m ³	1550.2			58.4	1491.8			
			覆土工程 (拉运土 3km)		m ³	5735.6					5735.6		
			覆土工程 (拉运土 6km)		m ³	4482.1	1501.3	2980.8					
			覆土工程 (拉运土 10km)		m ³	16719.9						16719.9	
			人工挑台运土 (50m)		m ³	642.8	642.8						
			人工挑台运土 (1.0km)		m ³	16719.9						16719.9	
			表土回覆		m ³	11767.9	1501.3	2980.8	58.4	1491.8	5735.6		
		场地平整		m ³	16719.9						16719.9		
	生物化学工程	土壤培肥	复合肥	kg	87014.4	12566.2	10647.3	196	5006.6	19248.8	39349.5		
植被重建工程	林草恢复措施	栽植	乔木 (合欢树)	株	5826	726	1198	24	600	2305	447	526	
			乔木 (云南油杉)	株	5821	726	1198	23	599	2304	446	525	
			灌木 (戟叶酸模)	株	5826	726	1198	24	600	2305	447	526	
			灌木 (火棘)	株	5821	726	1198	23	599	2304	446	525	
		撒播	草籽 (狗牙根、白三叶)	hm ²	33.0134	17.2012	2.3697	0.0184	0.4701	1.8074	11.1466		
		飞播	草籽 (狗牙根、白三叶、戟叶酸模)	hm ²	76.2966						76.2966		
		栽种	爬藤 (爬山虎)	株	510		510						
管护工程	管护	补植	乔木 (合欢树)	株	875	109	180	4	90	346	67	79	
			乔木 (云南油杉)	株	875	109	180	4	90	346	67	79	
			灌木 (戟叶酸模)	株	875	109	180	4	90	346	67	79	
			灌木 (火棘)	株	875	109	180	4	90	346	67	79	
			爬藤 (爬山虎)	株	77		77						
		施肥	kg	142994.7	37698.6	31941.9	588	15019.8	57746.4				
		用水	m ³	32924.4	23655.9	4061.4	41.7	1066.2	4099.2				
外购土		购表土	m ³	28487.8	1501.3	2980.8	58.4	1491.8	5735.6	16719.9			

8.3.2 综合单价及分析说明

8.3.2.1 人工预算单价

根据 2012 年国土资源部财务司、财政部经济建设司编制的《土地开发整理项目预算编制暂行规定》以及《土地开发整理项目预算定额标准云南省补充预算定额》的项目划分及费用组成，本项目区所在地属易门县十类工资区，人工单价由基本工资、辅助工资和工资附加费三部分组成，本项目中甲类工的单价按 52.05 元/工日，乙类工的单价按 39.61 元/工日计算。

表 8-34 人工估算单价计算表（甲类工）

地区类别	六类工资区	定额人工等级	甲类工
序号	项目	公式	单价（元）
1	基本工资	$540 \times 12 \times 1 \div (250 - 10)$	27.000
2	辅助工资	$(1) + (2) + (3) + (4)$	6.689
(1)	地区津贴	0	0.000
(2)	施工津贴	$3.5 \times 365 \times 0.95 \div (250 - 10)$	5.057
(3)	夜餐津贴	$(4.5 + 3.5) \div 2 \times 0.20$	0.800
(4)	节日加班津贴	$27.000 \times (3 - 1) \times 11 \div 250 \times 0.35$	0.832
3	工资附加费	$(1) + (2) + (3) + (4) + (5) + (6) + (7)$	18.36
(1)	职工福利基金	$(27.000 + 6.689) \times 14.00\%$	4.717
(2)	工会经费	$(27.000 + 6.689) \times 2.00\%$	0.674
(3)	养老保险	$(27.000 + 6.689) \times 20.00\%$	6.738
(4)	医疗保险	$(27.000 + 6.689) \times 10.00\%$	3.369
(5)	工伤保险	$(27.000 + 6.689) \times 1.50\%$	0.505
(6)	职工失业保险基金	$(27.000 + 6.689) \times 2.00\%$	0.674
(7)	住房公积金	$(27.000 + 6.689) \times 5.00\%$	1.684
合计	人工工日预算单价	1 + 2 + 3	52.05

表8-35 人工估算单价计算表（乙类工）

地区类别	六类工资区	定额人工等级	乙类工
序号	项目	计算式	单价（元）
1	基本工资	$445 \times 12 \times 1 \div (250 - 10)$	22.250
2	辅助工资	$(1) + (2) + (3) + (4)$	3.384
(1)	地区津贴	0	0.000
(2)	施工津贴	$2.0 \times 365 \times 0.95 \div (250 - 10)$	2.890
(3)	夜餐津贴	$(4.5 + 3.5) \div 2 \times 0.05$	0.200
(4)	节日加班津贴	$22.250 \times (3 - 1) \times 11 \div 250 \times 0.15$	0.294
3	工资附加费	$(1) + (2) + (3) + (4) + (5) + (6) + (7)$	13.203
(1)	职工福利基金	$(22.25 + 3.384) \times 14\%$	3.589
(2)	工会经费	$(22.25 + 3.384) \times 2\%$	0.513
(3)	养老保险	$(22.25 + 3.384) \times 20\%$	5.127

(4)	医疗保险	$(22.25 + 3.384) \times 10\%$	2.563
(5)	工伤保险	$(22.25 + 3.384) \times 1.5\%$	0.385
(6)	职工失业保险基金	$(22.25 + 3.384) \times 2\%$	0.513
(7)	住房公积金	$(22.25 + 3.384) \times 5\%$	1.282
合计	人工工日预算单价	1 + 2 + 3	39.61

8.3.2.2 综合单价及分析说明

1) 主要材料预算价格

计算公式为：材料预算价格=（材料原价+包装费+运杂费）×（1+采购及保管费率）+运输保险费（核实）

主要材料原价取自《云南省玉溪市易门县 2024 年 9 月建筑工程信息价》及项目区当地市场材料价格，依据《土地开发整理项目预算定额标准》财政部、国土资源部（财综[2011]128 号）规定，对块石、水泥及钢筋等十三类主要材料进行限价，当上述材料预算价格等于或小于“主材料规定价格表”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“主材料规定价格表”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，本次预算编制材料价格全部以材料到工地实际价格计算，主要材料预算价格表见下表：

表 8-36 材料预算单价表

编号	名称及规格	单位	预算价格（元）	限价（元）	备注
1	乔木（合欢）	株	16	5	含运输
2	灌木（戟叶酸模）	株	10	5	含运输
3	草籽	kg	40	5	含运输
4	爬山虎	株	5	5	含运输
5	乔木（云南油杉）	株	15	5	含运输
6	灌木（火棘）	株	12	5	含运输
7	复合肥	Kg	5.5		含运输
8	汽油	kg	11.13	5	
9	柴油	kg	8.91	4.5	
10	风	m ³	0.1		
11	电	kW h	0.72		
12	水	m ³	6		

2) 施工用风、水、电价

施工用风、水、电价采用主体工程的价格，具体为：风价 0.10 元/m³、

电价 0.72 元/kwh、水价 6.0 元/m³。

3) 综合单价表

表 8-37 覆土工程人工挑台土综合单价分析计算表

定额编号:	10047+10050*3	项目名称: 人工挖、挑、抬运输(一、二类土)挖、运 运距 50m	定额单位:100m ³			
工作内容:	挖装、运输、卸除、空回。					
编 号	名称及规格	单 位	数 量	单 价	合 计	备 注
一	直接费	元			2569.28	
(一)	直接工程费	元			2475.22	
1	人工费	元			2475.22	
	甲类工	工日	18.1	52.05	942.11	
	乙类工	工日	35.9	39.61	1422	
	其他人工费	%	4.7	2364.11	111.11	
2	材料费	元				
3	机械费	元				
(二)	措施费	%	3.8	2475.22	94.06	
二	间接费	%	5.45	2569.28	140.03	
三	利润	%	3	2709.31	81.28	
四	税金	%	9	2790.59	251.15	
	合计	元			3041.74	

表 8-38 塌陷坑回填人工挑抬运土综合单价分析计算表

定额编号:	10047+10050*98	项目名称: 人工挖、挑、抬运输(一、二类土)挖、运 运距 1000m	定额单位:100m ³			
工作内容:	挖装、运输、卸除、空回。					
编 号	名称及规格	单 位	数 量	单 价	合 计	备 注
一	直接费	元			13789.27	
(一)	直接工程费	元			13284.46	
1	人工费	元			13284.46	
	甲类工	工日	107.1	52.05	5574.56	
	乙类工	工日	179.59	39.61	7113.56	
	其他人工费	%	4.7	12688.12	596.34	
2	材料费	元				
3	机械费	元				
(二)	措施费	%	3.8	13284.46	504.81	
二	间接费	%	5.45	13789.27	751.52	
三	利润	%	3	14540.79	436.22	
四	税金	%	9	14977.01	1347.93	
	合计	元			16324.94	

表 8-39 施复合肥人工挑台肥料综合单价分析计算表

定额编号:	10048+10050*8	项目名称: 机械无法进场区域采用人工挖、挑、抬运输(肥料) 运距 100m	定额单位:100kg			
工作内容:	挖装、运输、卸除、空回。					
编 号	名称及规格	单 位	数 量	单 价	合 计	备 注
一	直接费	元			102.14	
(一)	直接工程费	元			98.39	
1	人工费	元			98.39	

	甲类工	工日		52.05		
	乙类工	工日	2.4	39.61	95.06	
	其他人工费	%	3.5	95.06	3.33	
2	材料费	元				
3	机械费	元				
(二)	措施费	%	3.8	98.39	3.75	
二	间接费	%	5.45	102.14	5.57	
三	利润	%	3	107.71	3.23	
四	税金	%	9	110.94	9.98	
	合计	元			120.92	

表 8-39 建筑场地清理综合单价分析计算表

定额编号:	10187	项目名称: 3~4m ³ 拖式铲运机铲运土(四类土) 运距 0~100m	定额单位:100m ³			
工作内容:	挖装、运输、卸除、空回、转向、土场道路平整、洒水、卸土推平。					
编 号	名称及规格	单 位	数 量	单 价	合 计	备 注
一	直接费	元			389.55	
(一)	直接工程费	元			375.28	
1	人工费	元			17.08	
	乙类工	工日	0.4	39.61	15.84	
	其他人工费	%	7.8	15.84	1.24	
2	材料费	元				
3	机械费	元			358.2	
	推土机 功率	台班	0.06	347.34	20.84	
	履带式拖拉机 功率 40~55kw	台班	0.75	361.07	270.8	
	拖式铲运机 斗 容 3~4m ³	台班	0.75	54.19	40.64	
	其他机械费	%	7.8	332.28	25.92	
(二)	措施费	%	3.8	375.28	14.27	
二	间接费	%	5.45	389.55	21.23	
三	利润	%	3	410.78	12.32	
四	价差	元			152.81	
	柴油	kg	34.65	4.41	152.81	
五	税金	%	9	575.91	51.83	
	合计	元			627.74	

表 8-40 表土运输 (0.5-1km) 综合单价分析计算表

定额编号:	10224	项目名称: 1m ³ 挖掘机挖装自卸汽车运土 运距 0.5~1km 自卸 汽车 柴油型 载重量 5t	定额单位:100m ³			
工作内容:	挖装、运输、卸除、空回。					
编 号	名称及规格	单 位	数 量	单 价	合 计	备 注
一	直接费	元			684.5	
(一)	直接工程费	元			659.43	
1	人工费	元			37.41	
	甲类工	工日	0.09	52.05	4.68	
	乙类工	工日	0.79	39.61	31.29	
	其他人工费	%	4	35.97	1.44	
2	材料费	元				
3	机械费	元			622.02	

	单斗挖掘机 油动 斗容 1m ³	台班	0.19	732.67	139.21	
	推土机 功率 59kw	台班	0.14	370.36	51.85	
	自卸汽车 柴油型 载重量 5t	台班	1.22	333.64	407.04	
	其他机械费	%	4	598.1	23.92	
(二)	措施费	%	3.8	659.43	25.07	
二	间接费	%	5.45	684.5	37.31	
三	利润	%	3	721.81	21.65	
四	价差	元			297.32	
	柴油	kg	67.42	4.41	297.32	
五	税金	%	9	1040.78	93.67	
	合计	元			1134.45	

表 8-41 表土运输 (3-4km) 综合单价分析计算表

定额编号:	10228	项目名称: 1m ³ 挖掘机挖装自卸汽车运土 运距 3~4km 自卸汽车 柴油型 载重量 5t				定额单位: 100m ³
工作内容:	挖装、运输、卸除、空回。					
编 号	名称及规格	单位	数 量	单 价	合 计	备注
一	直接费	元			1059.46	
(一)	直接工程费	元			1020.69	
1	人工费	元			36.8	
	甲类工	工日	0.09	52.05	4.68	
	乙类工	工日	0.79	39.61	31.29	
	其他人工费	%	2.3	35.97	0.83	
2	材料费	元				
3	机械费	元			983.89	
	单斗挖掘机 油 动 斗容 1m ³	台班	0.19	732.67	139.21	
	推土机 功率	台班	0.14	370.36	51.85	
	自卸汽车 柴油 型 载重量 5t	台班	2.31	333.64	770.71	
	其他机械费	%	2.3	961.77	22.12	
(二)	措施费	%	3.8	1020.69	38.77	
二	间接费	%	5.45	1059.46	57.74	
三	利润	%	3	1117.2	33.52	
四	价差	元			484.79	
	柴油	kg	109.93	4.41	484.79	
五	税金	%	9	1635.51	147.2	
	合计	元			1782.71	

表 8-41 表土运输 (6-7km) 综合单价分析计算表

定额编号:	10231	项目名称: 1m ³ 挖掘机挖装自卸汽车运土 运距 6~7km 自卸汽车 柴油型 载重量 5t				定额单位: 100m ³
工作内容:	挖装、运输、卸除、空回。					
编 号	名称及规格	单位	数 量	单 价	合 计	备注
一	直接费	元			1667.28	
(一)	直接工程费	元			1606.25	
1	人工费	元			41.47	
	甲类工	工日	0.1	52.05	5.21	

	乙类工	工日	0.9	39.61	35.65	
	其他人工费	%	1.5	40.86	0.61	
2	材料费	元				
3	机械费	元			1564.78	
	单斗挖掘机 油 动 斗容 1m³	台班	0.22	732.67	161.19	
	推土机 功率 59kw	台班	0.16	370.36	59.26	
	自卸汽车 柴油 型 载重量 5t	台班	3.96	333.64	1321.21	
	其他机械费	%	1.5	1541.66	23.12	
(二)	措施费	%	3.8	1606.25	61.03	
二	间接费	%	5.45	1667.28	90.87	
三	利润	%	3	1758.15	52.74	
四	价差	元			781.98	
	柴油	kg	177.32	4.41	781.98	
五	税金	%	9	2592.87	233.36	
	合计	元			2826.23	

表 8-42 表土运输 (9-10km) 单价分析计算表

定额编号:	10234	项目名称: 1m³ 挖掘机挖装自卸汽车运土 运距 9~10km 自卸汽车 柴油型 载重量 5t				定额单位: 100m³
工作内容:	挖装、运输、卸除、空回。					
编 号	名称及规格	单 位	数 量	单 价	合 计	备 注
一	直接费	元			2081.7	
(一)	直接工程费	元			2005.49	
1	人工费	元			41.19	
	甲类工	工日	0.1	52.05	5.21	
	乙类工	工日	0.9	39.61	35.65	
	其他人工费	%	0.8	40.86	0.33	
2	材料费	元				
3	机械费	元			1964.3	
	单斗挖掘机 油 动 斗容 1m³	台班	0.22	732.67	161.19	
	推土机 功率	台班	0.16	370.36	59.26	
	自卸汽车 柴油 型 载重量 5t	台班	5.18	333.64	1728.26	
	其他机械费	%	0.8	1948.71	15.59	
(二)	措施费	%	3.8	2005.49	76.21	
二	间接费	%	5.45	2081.7	113.45	
三	利润	%	3	2195.15	65.85	
四	价差	元			991.81	
	柴油	kg	224.9	4.41	991.81	
五	税金	%	9	3252.81	292.75	
	合计	元			3545.56	

表 8-43 塌陷坑人工平土单价分析计算表

定额编号:	10351	项目名称: 人工平土(一、二类土)				定额单位: 100m²
工作内容:	人工挖、填、平整。					
编 号	名称及规格	单 位	数 量	单 价	合 计	备 注

一	直接费	元			122.25	
(一)	直接工程费	元			117.77	
1	人工费	元			117.77	
	甲类工	工日	0.1	52.05	5.21	
	乙类工	工日	2.7	39.61	106.95	
	其他人工费	%	5	112.16	5.61	
2	材料费	元				
3	机械费	元				
(二)	措施费	%	3.8	117.77	4.48	
二	间接费	%	5.45	122.25	6.66	
三	利润	%	3	128.91	3.87	
四	税金	%	9	132.78	11.95	
	合计	元			144.73	

表 8-42 表土回复综合单价分析计算表

定额编号:	yn10348	项目名称: 推表土、回覆 推土距离 50~60m 推土机 功率 40~55kw	定额单位: 100m ³ 松方			
工作内容:	推土、运送、卸除、空回、回填、拖平。					
编 号	名称及规格	单 位	数 量	单 价	合 计	备 注
一	直接费	元			544.76	
(一)	直接工程费	元			524.82	
1	人工费	元			17.88	
	乙类工	工日	0.43	39.61	17.03	
	其他人工费	%	5	17.03	0.85	
2	材料费	元				
3	机械费	元			506.94	
	推土机 功率 40~55kw	台班	1.39	347.34	482.8	
	其他机械费	%	5	482.8	24.14	
(二)	措施费	%	3.8	524.82	19.94	
二	间接费	%	5.45	544.76	29.69	
三	利润	%	3	574.45	17.23	
四	价差	元			245.2	
	柴油	kg	55.6	4.41	245.2	
五	税金	%	9	836.88	75.32	
	合计	元			912.2	

表 8-43 弃渣清运综合单价分析计算表

定额编号:	20334	项目名称: 3m ³ 装载机装自卸汽车运石碴 运距 9~10km	定额单位: 100m ³			
工作内容:	装、运、卸、空回。					
编 号	名称及规格	单 位	数 量	单 价	合 计	备 注
一	直接费	元			2135.58	
(一)	直接工程费	元			2057.41	
1	人工费	元			104.24	
	甲类工	工日	0.1	52.05	5.21	
	乙类工	工日	2.5	39.61	99.03	
2	材料费	元				
3	机械费	元			1953.17	

	装载机 斗容 3.0~3.3m ³	台班	0.87	974.12	847.48	
	推土机 功率 59kw	台班	0.4	370.36	148.14	
	自卸汽车 柴油型 载重量 5t	台班	2.87	333.64	957.55	
(二)	措施费	%	3.8	2057.41	78.17	
二	间接费	%	6.45	2135.58	137.74	
三	利润	%	3	2273.32	68.2	
四	价差	元			993.26	
	柴油	kg	225.23	4.41	993.26	
五	税金	%	9	3334.78	300.13	
	合计	元			3634.91	

表 8-44 建筑物拆除（2层以下）综合单价分析计算表

定额编号:	yn30159	项目名称: 建筑物拆除 砖混结构 2层以下				定额单位:100m ²
工作内容:	室内地坪以上的全部建筑物拆除、破碎,可回收再利用部分砖瓦、木材等。材料运至建筑物 30m 以内地点分类码放整齐。					
编 号	名称及规格	单位	数 量	单 价	合 计	备注
一	直接费	元			2569.68	
(一)	直接工程费	元			2475.61	
1	人工费	元			1006.09	
	乙类工	工日	25	39.61	990.25	
	其他人工费	%	1.6	990.25	15.84	
2	材料费	元				
3	机械费	元			1469.52	
	单斗挖掘机 液 压 斗容 1m ³	台班	1.83	790.37	1446.38	
	其他机械费	%	1.6	1446.38	23.14	
(二)	措施费	%	3.8	2475.61	94.07	
二	间接费	%	5.45	2569.68	140.05	
三	利润	%	3	2709.73	81.29	
四	价差	元			581.06	
	柴油	kg	131.76	4.41	581.06	
五	税金	%	9	3372.08	303.49	
	合计	元			3675.57	

表 8-45 硬化场地拆除综合单价分析计算表

定额编号:	40229	项目名称: 机械拆除无钢筋混凝土				定额单位:100m ³
工作内容:	1. 凿除混凝土: 人工或风镐凿除、清碴、转移地点等。2. 凿除混凝土键槽: 人工或风镐凿除、清碴等。3. 钢筋混凝土门槽拆除: 人工凿除、取送钎、清碴等。					
编 号	名称及规格	单位	数 量	单 价	合 计	备注
一	直接费	元			5529.27	
(一)	直接工程费	元			5276.03	
1	人工费	元			1356.25	
	乙类工	工日	32	39.61	1267.52	
	其他人工费	%	7	1267.52	88.73	
2	材料费	元				
3	机械费	元			3919.78	

	单斗挖掘机 油 动 斗容 1m³	台班	5	732.67	3663.35	
	其他机械费	%	7	3663.35	256.43	
(二)	措施费	%	4.8	5276.03	253.24	
二	间接费	%	6.45	5529.27	356.64	
三	利润	%	3	5885.91	176.58	
四	价差	元			1587.6	
	柴油	kg	360	4.41	1587.6	
五	税金	%	9	7650.09	688.51	
	合计	元			8338.6	

表 8-46 栽植乔木（合欢）综合单价分析计算表

定额编号:	90003	项目名称: 栽植乔木（合欢） 规格: 苗高 200cm, 地径>3.0cm	定额单位: 100 株			
工作内容:	挖坑, 栽植（扶正、回土、提苗、捣实、筑水围）, 浇水, 覆土保墒, 整形, 清理。					
编 号	名称及规格	单位	数 量	单 价	合 计	备注
一	直接费	元			1044.64	
(一)	直接工程费	元			1006.41	
1	人工费	元			469.74	
	乙类工	工日	11.8	39.61	467.4	
	其他人工费	%	0.5	467.4	2.34	
2	材料费	元			536.67	
	乔木（合欢）	株	102	5	510	
	水	m³	4	6	24	
	其他材料费	%	0.5	534	2.67	
3	机械费	元				
(二)	措施费	%	3.8	1006.41	38.23	
二	间接费	%	5.45	1044.64	56.93	
三	利润	%	3	1101.57	33.05	
四	价差	元			1122	
	乔木（合欢）	株	102	11	1122	
五	税金	%	9	2256.62	203.1	
	合计	元			2459.72	

表 8-47 栽植乔木（云南油杉）综合单价分析计算表

定额编号:	90003	项目名称: 栽植乔木（云南油杉） 规格: 苗高 200cm, 地径>3.0cm	定额单位: 100 株			
工作内容:	挖坑, 栽植（扶正、回土、提苗、捣实、筑水围）, 浇水, 覆土保墒, 整形, 清理。					
编 号	名称及规格	单位	数 量	单 价	合 计	备注
一	直接费	元			1044.64	
(一)	直接工程费	元			1006.41	
1	人工费	元			469.74	
	乙类工	工日	11.8	39.61	467.4	
	其他人工费	%	0.5	467.4	2.34	
2	材料费	元			536.67	
	乔木（云南油杉）	株	102	5	510	
	水	m³	4	6	24	
	其他材料费	%	0.5	534	2.67	
3	机械费	元				
(二)	措施费	%	3.8	1006.41	38.23	

二	间接费	%	5.45	1044.64	56.93	
三	利润	%	3	1101.57	33.05	
四	价差	元			1020	
	乔木(云南油杉)	株	102	10	1020	
五	税金	%	9	2154.62	193.92	
	合计	元			2348.54	

表 8-48 栽植灌木(火棘)综合单价分析计算表

定额编号:	90015	项目名称:栽植灌木(火棘) 规格:苗高100cm,地径>1.5cm			定额单位:100株	
工作内容:	挖坑,栽植(扶正、回土、提苗、捣实、筑水围),浇水,覆土保墒,整形,清理。					
编号	名称及规格	单位	数量	单价	合计	备注
一	直接费	元			978.54	
(一)	直接工程费	元			942.71	
1	人工费	元			406.04	
	乙类工	工日	10.2	39.61	404.02	
	其他人工费	%	0.5	404.02	2.02	
2	材料费	元			536.67	
	灌木(火棘)	株	102	5	510	
	水	m ³	4	6	24	
	其他材料费	%	0.5	534	2.67	
3	机械费	元				
(二)	措施费	%	3.8	942.71	35.83	
二	间接费	%	5.45	978.54	53.33	
三	利润	%	3	1031.87	30.96	
四	价差	元			714	
	灌木(火棘)	株	102	7	714	
五	税金	%	9	1776.83	159.91	
	合计	元			1936.74	

表 8-49 栽植灌木(戟叶酸模)综合单价分析计算表

定额编号:	90015	项目名称:栽植灌木(戟叶酸模) 规格:苗高100cm,地径>1.5cm			定额单位:100株	
工作内容:	挖坑,栽植(扶正、回土、提苗、捣实、筑水围),浇水,覆土保墒,整形,清理。					
编号	名称及规格	单位	数量	单价	合计	备注
一	直接费	元			978.54	
(一)	直接工程费	元			942.71	
1	人工费	元			406.04	
	乙类工	工日	10.2	39.61	404.02	
	其他人工费	%	0.5	404.02	2.02	
2	材料费	元			536.67	
	灌木(戟叶酸模)	株	102	5	510	
	水	m ³	4	6	24	
	其他材料费	%	0.5	534	2.67	
3	机械费	元				
(二)	措施费	%	3.8	942.71	35.83	
二	间接费	%	5.45	978.54	53.33	
三	利润	%	3	1031.87	30.96	
四	价差	元			510	
	灌木(戟叶酸模)	株	102	5	510	
五	税金	%	9	1572.83	141.55	

合计	元			1714.38	
----	---	--	--	---------	--

表 8-50 栽植爬藤（爬山虎）综合单价分析计算表

定额编号:	90015	项目名称: 栽植爬藤(爬山虎) 规格: 苗高 10-15cm, 地径 0.5-1.0cm				定额单位: 100 株
工作内容:	挖坑, 栽植(扶正、回土、提苗、捣实、筑水围), 浇水, 覆土保墒, 整形, 清理。					
编 号	名称及规格	单位	数 量	单 价	合 计	备注
一	直接费	元			978.54	
(一)	直接工程费	元			942.71	
1	人工费	元			406.04	
	乙类工	工日	10.2	39.61	404.02	
	其他人工费	%	0.5	404.02	2.02	
2	材料费	元			536.67	
	爬山虎	kg	102	5	510	
	水	m ³	4	6	24	
	其他材料费	%	0.5	534	2.67	
3	机械费	元				
(二)	措施费	%	3.8	942.71	35.83	
二	间接费	%	5.45	978.54	53.33	
三	利润	%	3	1031.87	30.96	
四	价差	元			102	
	爬山虎	kg	102	1	102	
五	税金	%	9	1164.83	104.83	
	合计	元			1269.66	

表 8-51 撒播草籽综合单价分析计算表

定额编号:	90031	项目名称: 覆土撒播草籽				定额单位: hm ²
工作内容:	种子处理、人工撒播草籽、不覆土或用耙、耢、石碾子碾等方法覆土。					
编 号	名称及规格	单位	数 量	单 价	合 计	备注
一	直接费	元			2490.33	
(一)	直接工程费	元			2399.17	
1	人工费	元			349.17	
	乙类工	工日	8.6	39.61	340.65	
	其他人工费	%	2.5	340.65	8.52	
2	材料费	元			2050	
	草籽	kg	50	40	2000	
	其他材料费	%	2.5	2000	50	
3	机械费	元				
(二)	措施费	%	3.8	2399.17	91.16	
二	间接费	%	5.45	2490.33	135.72	
三	利润	%	3	2626.05	78.78	
四	税金	%	9	2704.83	243.43	
	合计	元			2948.26	

表 8-53 塌陷区飞播草籽综合单价分析计算表

定额编号:	08107	项目名称: 飞机播种林、草				定额单位: 100hm ²
工作内容:	地面查勘、种子调运、种子处理、地面导航、飞播、清理现场。					
编 号	名称及规格	单位	数 量	单 价	合 计	备注
一	直接费	元			172276.02	
(一)	直接工程费	元			165969.2	

玉溪矿业有限公司三家厂矿、凤山矿矿山地质环境治理恢复与土地复垦规划设计

1	人工费	元			6240.0	
	乙类工	工时	120	52.05	6240.0	
2	材料费	元			162250	
	灌木(戟叶酸模)	株	1500	5	7500	
	草籽	kg	3500	40	140000	
	其他材料费	%	10	147500	14750	
3	机械费	元			3400	
	飞机	元	3400	1	3400	
(二)	措施费	%	3.8	165969.2	6306.82	
二	间接费	%	5.45	172276.02	9389.04	
三	利润	%	3	181665.06	5449.95	
四	价差	元			7500	
	灌木(戟叶酸模)	株	1500	5	7500	
五	税金	%	9	194615.01	17515.35	
	合计	元			212130.36	

4) 施工机械使用费

施工机械使用费定额的计算，台班定额和台班费定额依据《土地开发整理项目施工机械台班费定额》编制。机械台班费估算见下表：

表 8-52 机械台班预算单价计算表

序号	定额编号	机械名称及型号	台班费	一类费用	二类费用						
					小计	人工(工日)	汽油(kg)	柴油(kg)	电(kwh)	风(m³)	水(m³)
(1)	(2)	(3)	(4)	(5)	(6)	(7)	(8)	(9)	(10)	(11)	(12)
1	JX1004	单斗挖掘机 油动 斗容 1m³	732.67	304.57	428.1	2		72			
2	JX1006	单斗挖掘机 液压 斗容 1m³	790.37	362.27	428.1	2		72			
3	JX1011	装载机 斗容 3.0~3.3m³	974.12	375.02	599.1	2		110			
4	JX1012	推土机 功率 40~55kw	347.34	63.24	284.1	2		40			
5	JX1013	推土机 功率 59kw	370.36	68.26	302.1	2		44			
6	JX1020	履带式拖拉机 功率 40~55kw	361.07	63.47	297.6	2		43			
7	JX1026	拖式铲运机 斗容 3~4m³	54.19	54.19							
8	JX4011	自卸汽车 柴油型 载重量 5t	333.64	88.91	244.73	1.33		39			

注：根据“云南省水利厅 云南省发展和改革委员会关于调整云南省水利工程计价依据有关税率及系数的通知”（云水规计〔2019〕46号，2019年5月7日），施工机械台时费定额的折旧费除以 1.13 调整系数，修理及替换设备费除以 1.09 调整系数，安装拆卸费不变。

8.3.3 施工经费估算

通过概（估）算可知，本设计方案复垦工程施工投资 720.73 万元，土地复垦估算详见表 8-53。

表 8-53 工程施工费估（概）算表 金额单位：元

序号	定额编号	单项名称	单位	工程量	综合单价	合计
	(1)	(2)	(3)	(4)	(5)	(6)
一		土壤重构工程			0	7207321.72
1		清理工程			0	44655.97
1.1		建筑物拆除	m ²	622	36.76	22862.05
	yn30159	建筑物拆除 砖混结构 2 层以下	100m ²	6.22	3675.57	22862.05
1.2		硬化场地拆除	m ³	62.2	83.39	5186.61
	40229	机械拆除无钢筋混凝土	100m ³	0.62	8338.6	5186.61
1.3		场地清理	m ³	124.4	6.28	780.91
	10187	3~4m ³ 拖式铲运机铲运土 (四类土) 运距 0~100m	100m ³	1.24	627.74	780.91
1.4		弃渣清运	m ³	435.4	36.35	15826.4
	20334	3m ³ 装载机装自卸汽车运石碴 运距 9~10km	100m ³	4.35	3634.91	15826.4
2		土壤剥覆工程			0	3719935.32
2.1		覆土工程			0	3588389.83
2.1.1		拉运土 1km		1550.2	11.34	17586.24
	10224	1m ³ 挖掘机挖装自卸汽车运土 运距 0.5~1km 自卸汽车 柴油型 载重量 5t	100m ³	15.5	1134.45	17586.24
2.1.2		拉运土 3km		5735.6	17.83	102249.11
	10228	1m ³ 挖掘机挖装自卸汽车运土 运距 3~4km 自卸汽车 柴油型 载重量 5t	100m ³	57.36	1782.71	102249.11
2.1.3		拉运土 6km		4482.1	28.26	126674.45
	10231	1m ³ 挖掘机挖装自卸汽车运土 运距 6~7km 自卸汽车 柴油型 载重量 5t	100m ³	44.82	2826.23	126674.45
2.1.4		拉运土 10km		16719.9	35.46	592814.09
	10234	1m ³ 挖掘机挖装自卸汽车运土 运距 9~10km 自卸汽车 柴油型 载重量 5t	100m ³	167.2	3545.56	592814.09
2.1.5		人工挑台运土 (50m)		642.8	30.42	19552.3

	10047+10050 *3	人工挖、挑、抬运输(一、二类土)挖、运 运距 50m	100m ³	6.43	3041.74	19552.3
2.1.6		人工挑台运土(1km)		16719.9	163.25	2729513.64
	10047+10050 *98	人工挖、挑、抬运输(一、二类土)挖、运 运距 1000m	100m ³	167.2	16324.94	2729513.64
2.2		表土回覆	m ³	11767.9	9.12	107346.78
	yn10348	推表土、回覆 推土距离 50~60m 推土机 功率 40~55kw	100m ³ 松方	117.68	912.2	107346.78
2.3		场地平整		16719.9	1.45	24198.71
	10351	人工平土(一、二类土)	100m ²	167.2	144.73	24198.71
3		生物化学工程			0	485911.91
3.1		土壤培肥			0	485911.91
		复合肥	kg	87014.4	5.5	478579.2
		人工抬运肥料		6064.1	1.21	7332.71
	10048+10050 *8	人工挖、挑、抬运输(三类土)挖、运 运距 100m	100m ³	60.64	120.92	7332.71
4		林草恢复措施			0	758292.04
4.1		栽植乔木(合欢树)	株	5826	24.6	143303.29
	90003	栽植乔木(带土球 40cm 以内)	100 株	58.26	2459.72	143303.29
4.2		栽植乔木(云南油杉)		5821	23.49	136708.51
	90003	栽植乔木(带土球 40cm 以内)	100 株	58.21	2348.54	136708.51
4.3		栽植灌木(戟叶酸模)	株	5826	17.14	99879.78
	90015	栽植灌木(带土球 40cm 以内)	100 株	58.26	1714.38	99879.78
4.4		栽植灌木(火棘)		5821	19.37	112737.64
	90015	栽植灌木(带土球 40cm 以内)	100 株	58.21	1936.74	112737.64
4.5		撒播草籽(狗牙根、白三叶)		33.01	2948.26	97332.09
	90031	覆土撒播	hm ²	33.01	2948.26	97332.09
4.6		飞播草籽(狗牙根、白三叶、戟叶酸模)		76.3	2121.4	161855.46
	08107	飞机播种林、草	100hm ²	0.76	212130.36	161855.46
4.7		栽种爬藤(爬山虎)	株	510	12.7	6475.27
	90015	栽植灌木(带土球 40cm 以内)	100 株	5.1	1269.66	6475.27
5		管护			0	1059014.48
5.1		补植乔木(合欢树)		875	24.6	21522.55

	90003	栽植乔木(带土球 40cm 以内)	100 株	8.75	2459.72	21522.55
5.2		补植乔木(云南油杉)		875	23.49	20549.73
	90003	栽植乔木(带土球 40cm 以内)	100 株	8.75	2348.54	20549.73
5.3		补植灌木(戟叶酸模)		875	17.14	15000.83
	90015	栽植灌木(带土球 40cm 以内)	100 株	8.75	1714.38	15000.83
5.4		补植灌木(火棘)		875	19.37	16946.48
	90015	栽植灌木(带土球 40cm 以内)	100 株	8.75	1936.74	16946.48
5.5		补植爬藤(爬山虎)		77	12.7	977.64
	90015	栽植灌木(带土球 40cm 以内)	100 株	0.77	1269.66	977.64
5.6		管护用水(运输+灌溉)	m ³	32924.4	6	197546.4
5.7		管护用肥	kg	142994.7	5.5	786470.85
6		外购土			0	1139512
6.1		买土	m ³	28487.8	40	1139512
总 计			-	-	-	7207321.72

8.4 工程总投资费用构成及各项费用估算

8.4.1 费用构成

本项目的投资费用根据《土地开发整理项目预算定额标准云南省补充预算定额》，并结合项目的特点确定，总费用由工程施工费（治理恢复+土地复垦）、设备购置费、其他费用（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）、监测与管护费以及预备费（基本预备费、价差预备费和风险金）组成。

a) 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

包括直接工程费和措施费。

(1) 直接工程费

直接工程费由人工费、材料费、施工机械使用费组成。

人工费=定额劳动量(工日)×人工预算单价(元/工日)。

材料费=定额材料用量×材料预算单价。

施工机械使用费=定额机械使用量(台班)×施工机械台班费(元/台班)。

(2) 措施费

措施费=直接工程费×措施费率

① 临时设施费

不同工程类别的临时设施费费率见表 8-40。

表 8-40 临时设施费费率表

序号	工程类别	计算基础	临时设施费率%
1	土方工程	直接工程费	2
2	石方工程	直接工程费	2
3	砌体工程	直接工程费	2
4	混凝土工程	直接工程费	3
5	农用井工程	直接工程费	3
6	其他工程	直接工程费	2
7	安装工程	直接工程费	3

注：①其他工程：指除上述工程以外的工程，如防渗、架线工程及 PVC 管、混凝土管安装等；

②安装工程：包括设备及金属结构件（钢管、铸铁管等）安装工程。

② 冬雨季施工增加费

按直接工程费的百分率计算，费率为 0.7%~1.5%。其中：不再冬雨季施工的项目取小值，部分工程在冬雨季施工的项目取中值，全部工程在冬雨季施工的项目取大值。本项目部分工程在冬雨季施工，取 0.9%。

③ 夜间施工增加费

按直接工程费的百分率计算：安装工程为 0.5%，建筑工程为 0.2%。

④ 施工辅助费

按直接工程费的百分率计算：安装工程为 1.0%，建筑工程为 0.7%。

⑤ 特殊地区施工增加费

高海拔地区的高程增加费，按规定直接计入定额；其他特殊增加费（如酷热、风沙等），按工程所在地区规定的标准计算，地方没有规定的不得

计算此项费用。

⑥安全施工措施费

按直接工程费的百分率计算，其中：安装工程为 0.3%，建筑工程为 0.2%。

2) 间接费

间接费=直接费（或人工费）×间接费率

不同工程类别的间接费率见表 8-41。

表 8-41 间接费率

序号	工程类别	计算基础	间接费率%
1	土方工程	直接费	5.45
2	石方工程	直接费	6.45
3	砌体工程	直接费	5.45
4	混凝土工程	直接费	6.45
5	农用井工程	直接费	8.45
6	其他工程	直接费	5.45
7	安装工程	人工费	6.45

3) 利润

利润是指按规定应计入工程造价的利润。依据《土地开发整理项目预算编制规定》，项目利润率取 3%，计算公式为：利润=（直接费+间接费）×利润率。

4) 税金

税金是指按国家规定应计入造价内的营业税、城市维护建设税和教育费附加。依据《土地开发整理项目预算编制规定》，本项目位于易门县绿汁镇境内，综合税金费率取 9%，计算公式为：税金=（直接费+间接费+利润）×综合税率。

b) 设备购置费

设备购置费指在土地复垦过程中，因需要购置各种永久性设备所发生的费用。本复垦方案中未涉及到购置设备费，所以取费为 0%。

c) 其他费用

其他费用由前期工作费、工程监理费、拆迁补偿费、竣工验收费和业主管理费组成。

1) 前期工作费

前期工作费指土地开发整理项目在工程施工前所发生的各项支出，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和项目招标代理费。

(1) 土地清查费

按不超过工程施工费的 0.5% 计算。计算公式为：

$$\text{土地清查费} = \text{工程施工费} \times \text{费率}$$

(2) 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基数，采用分档定额计费方式计算，各区间按内插法确定。本项目不计取此项。

表 8-42 项目可行性研究费计费标准

序号	计费基数 (万元)	项目可行性研究费 (万元)
1	≤200	3.5
2	500	5
3	1000	6.5
4	3000	13
5	5000	18
6	8000	26
7	10000	31
8	20000	44
9	40000	69
10	60000	90
11	80000	106
12	100000	121

注：计费基数大于 10 亿元时，按计费基数的 0.121% 计取。

(3) 项目勘测费

按不超过工程施工费的 1.5% 计算（项目地貌类型为丘陵/山区的可乘以 1.1 的调整系数）。计算公式为：

土地勘测费=工程施工费×费率

其中：项目勘察费用按不超过工程施工费的 0.5% 计算，项目测绘费用按不超过工程施工费的 1% 计算。

本项目地貌类型属于山区，项目勘测费费率为 1.65%。

(4) 项目设计及预算编制费

以工程施工费与设备购置费之和作为计费基数，采用分档定额计费方式计算（项目地貌类型为丘陵/山区的可乘以 1.1 的调整系数），各区间接内插法确定。

表 8-43 项目设计与预算编制费计费标准

序号	计费基数（万元）	设计及预算编制费（万元）
1	≤200	8
2	500	14
3	1000	27
4	3000	51
5	5000	76
6	8000	115
7	10000	141
8	20000	262
9	40000	487
10	60000	701
11	80000	906
12	100000	1107

注：计费基数大于 10 亿时，按计费基数的 1.107% 计取。

(5) 项目招标代理费

以工程施工费和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 8-44 项目招标代理费计费标准

序号	计费基数（万元）	费率（%）	算例（万元）	
			计费基数	项目招标代理费
1	≤1000	0.5	1000	1000×0.5%=5
2	1000~3000	0.3	3000	5+（3000-1000）×0.3%=11
3	3000~5000	0.2	5000	11+（5000-3000）×0.2%=15
4	5000~10000	0.1	10000	15+（10000-5000）×0.1%=20
5	10000~100000	0.05	100000	20+（100000-10000）×0.05%=65

6	100000 以上	0.01	150000	$65+ (150000-100000) \times 0.01\% = 70$
---	-----------	------	--------	--

2) 工程监理费

以工程施工费和设备购置费之和作为计费基数，采用分档定额计费方式计算，各区间按内插法确定。

表 8-45 工程监理费计费标准

序号	计费基数 (万元)	工程监理费 (万元)
1	≤200	8
2	500	12
3	1000	22
4	3000	56
5	5000	87
6	8000	130
7	10000	157
8	20000	283
9	40000	510
10	60000	714
11	80000	904
12	100000	1085

注：计费基数大于 10 亿时，按计费基数的 1.085% 计取。

3) 拆件补偿费

拆件补偿费采取适量一次性补偿方式编制预算。拆迁工程涉及的施工费用可列计在工程施工费中，补偿标准应结合项目所在地实际情况确定。本复垦方案中未涉及到拆件补偿费，所以取费为 0%。

4) 竣工验收费

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。

(1) 工程复核费

以工程施工费和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8-46 工程复核费计费标准

序号	计费基数 (万元)	费率 (%)	算例 (万元)	
			计费基数	工程量复核费
1	≤500	0.70	500	$500 \times 0.70\% = 3.5$

序号	计费基数 (万元)	费率 (%)	算例 (万元)	
			计费基数	工程量复核费
2	500~1000	0.65	1000	$3.5 + (1000-500) \times 0.65\% = 6.75$
3	1000~3000	0.60	3000	$6.75 + (3000-1000) \times 0.60\% = 18.75$
4	3000~5000	0.55	5000	$18.75 + (5000-3000) \times 0.55\% = 29.75$
5	5000~10000	0.50	10000	$29.75 + (10000-5000) \times 0.50\% = 54.75$
6	10000~50000	0.45	50000	$54.75 + (50000-10000) \times 0.45\% = 234.75$
7	50000~100000	0.40	100000	$234.75 + (100000-50000) \times 0.40\% = 434.74$
8	100000 以上	0.35	150000	$434.75 + (150000-100000) \times 0.35\% = 609.75$

(2) 工程验收费

以工程施工费和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8-47 工程验收费计费标准

序号	计费基数 (万元)	费率 (%)	算例 (万元)	
			计费基数	工程验收费
1	≤ 500	1.4	500	$500 \times 1.4\% = 7$
2	500~1000	1.3	1000	$7 + (1000-500) \times 1.3\% = 13.5$
3	1000~3000	1.2	3000	$13.5 + (3000-1000) \times 1.2\% = 37.5$
4	3000~5000	1.1	5000	$37.5 + (5000-3000) \times 1.1\% = 59.5$
5	5000~10000	1.0	10000	$59.5 + (10000-5000) \times 1\% = 109.5$
6	10000~50000	0.9	50000	$109.5 + (50000-10000) \times 0.9\% = 469.5$
7	50000~100000	0.8	100000	$469.5 + (100000-50000) \times 0.8\% = 869.5$
8	100000 以上	0.7	150000	$869.5 + (150000-100000) \times 0.7\% = 1219.5$

(3) 项目决算编制与审计费

以工程施工费和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8-48 项目决算编制与审计费计费标准

序号	计费基数 (万元)	费率 (%)	算例 (万元)	
			计费基数	项目决算编制与审计费
1	≤ 500	1.0	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	$9.5 + (3000-1000) \times 0.8\% = 25.5$
4	3000~5000	0.7	5000	$25.5 + (5000-3000) \times 0.7\% = 39.5$
5	5000~10000	0.6	10000	$39.5 + (10000-5000) \times 0.5\% = 69.5$
6	10000~50000	0.5	50000	$69.5 + (50000-10000) \times 0.5\% = 269.5$
7	50000~100000	0.4	100000	$269.5 + (100000-50000) \times 0.4\% = 469.5$

序号	计费基数 (万元)	费率 (%)	算例 (万元)	
			计费基数	项目决算编制与审计费
8	100000 以上	0.3	150000	$469.5 + (150000 - 100000) \times 0.3\% = 619.5$

(4) 整理后土地重估与登记费

以工程施工费和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8-49 整理后土地重估与登记费计费标准

序号	计费基数 (万元)	费率 (%)	算例 (万元)	
			计费基数	整理后土地重估与登记费
1	≤500	0.65	500	$500 \times 0.65\% = 3.25$
2	500~1000	0.60	1000	$3.25 + (1000 - 500) \times 0.6\% = 6.25$
3	1000~3000	0.55	3000	$6.25 + (3000 - 1000) \times 0.55\% = 17.25$
4	3000~5000	0.5	5000	$17.25 + (5000 - 3000) \times 0.5\% = 27.25$
5	5000~10000	0.45	10000	$27.25 + (10000 - 5000) \times 0.45\% = 49.75$
6	10000~50000	0.40	50000	$49.75 + (50000 - 10000) \times 0.4\% = 209.75$
7	50000~100000	0.35	100000	$209.75 + (100000 - 50000) \times 0.35\% = 384.75$
8	100000 以上	0.30	150000	$384.75 + (150000 - 100000) \times 0.3\% = 534.75$

(5) 标识设定费

以工程施工费和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8-50 标识设定费计费标准

序号	计费基数 (万元)	费率 (%)	算例 (万元)	
			计费基数	标识设定费
1	≤500	0.11	500	$1 + 500 \times 0.11\% = 0.55$
2	500~1000	0.10	1000	$1.55 + (1000 - 500) \times 0.1\% = 1.05$
3	1000~3000	0.09	3000	$2.05 + (3000 - 1000) \times 0.09\% = 2.85$
4	3000~5000	0.08	5000	$3.85 + (5000 - 3000) \times 0.08\% = 4.45$
5	5000~10000	0.07	10000	$5.45 + (10000 - 5000) \times 0.07\% = 7.95$
6	10000~50000	0.06	50000	$8.95 + (50000 - 10000) \times 0.06\% = 31.95$
7	50000~100000	0.05	100000	$32.95 + (100000 - 50000) \times 0.05\% = 56.95$
8	100000 以上	0.04	150000	$57.95 + (150000 - 100000) \times 0.04\% = 76.95$

4) 业主管理费

业主管理费以工程施工费、设备购置费、前期工作费、工程监理费、拆迁补偿费和竣工验收费之和作为计费基数，采用差额定率累进法计算。

表8-51 业主管理费计费标准

序号	计费基数 (万元)	费率 (%)	算例 (万元)	
			计费基数	业主管理费
1	≤500	2.8	500	500×2.8%=14
2	500~1000	2.6	1000	14+ (1000-500) ×2.6%=27
3	1000~3000	2.4	3000	27+ (3000-1000) ×2.4%=75
4	3000~5000	2.2	5000	75+ (5000-3000) ×2.2%=119
5	5000~10000	1.9	10000	119+ (10000-5000) ×1.9%=214
6	10000~50000	1.6	50000	214+ (50000-10000) ×1.6%=854
7	50000~100000	1.2	100000	854+ (100000-50000) ×1.2%=1454
8	100000 以上	0.8	150000	1454+ (150000-100000) ×0.8%=1854

d) 预备费

1) 基本预备费

基本预备费按不超过工程施工费、设备购置费和其他费用之和的 3% 计算。计算公式为：基本预备费=（工程施工费+设备购置费+其他费用）×费率。

2) 价差预备费

考虑到经济发展及物价波动等因素，应根据静态投资及复垦工作安排进行价差预备费计算。一般根据国家规定的投资综合价格指数，按静态估

$$W_i = a_i [(1+r)^{i-1} - 1] \dots \dots \dots (1)$$

算年费价格水平的投资额为基数，采用复利方法计算。计算公式为：

式中：W_i—价差预备费；

a_i—建安工程费估算年费；

i—建设期年份数；

r—价差预备费率。

复垦工程动态投资估算总费用 S 为：

$$S = \sum_{i=1}^n (a_i + w_i) \dots \dots \dots (2)$$

3) 风险金

风险金是可预见而目前技术上无法完全避免的土地复垦过程中可能发

生风险的备用金，按不低于项目总投资的 3% 计取。本复垦方案主要考虑到地下开采存在塌陷区的特殊性，可能导致周边土地等被损毁，故按项目工程施工费+设备费+其他费用+监测与管护费总投资的 6% 计取，专门用于预测塌陷区的治理工作。

风险金=（工程施工费+设备费+其他费用+监测与管护费）×6%。

e) 监测管护费

①地质环境监测费

监测费用参照国家发改委、建设部关于《工程勘察设计收费标准》（计价格 [2002] 10 号）中检测监测等计费标准之规定，并综合考虑矿山实际情况进行估算。具体如下表：

表 8-52 监测基准网收费计价表

序号	项目		计量单位	成本基价（元）				
				简单		复杂		
1	监测基准网	监测方法		单测	复测	单测	复测	
		水平位移	一等	点	3272	2618	4593	3674
			二等		2181	1745	3062	2450
			三等		1606	1285	2253	1802
			四等		1402	1122	1968	1574
		平均边长:一、二等<150m, 三等<200m 的, 降低一等计算成						
		垂直位移	一等	km	1459	1167	1980	1584
			二等		1216	973	1650	1320
			三等		1029	823	1386	1109
			四等		538	430	802	642
		不足 1km 按 1km 计算成本						

表 8-53 变形监测收费计价表

	监测方法		点次	单向	双向	单向	双向
	变形监测	水平位移		一等	点次	91	163
二等			74	134		112	201
三等			62	112		93	167
四等			53	95		78	140
垂直位移		一等		59		91	
		二等		50		74	
		三等		42		62	
		四等		35		53	

表 8-54 矿山监测费用统计表

项目		监测点 个数	监测频率 (次/年)	监测年 限(年)	监测工程 量	监测费用单 价(元)	监测费(元)
地质灾害 监测点	塌陷区变形监 测	10	6	12	720	1029	740880
	堆渣区	9	12	3	324	120	38880
	工程措施监测 点	3	12		108	120	12960
水土环境 污染监测	水质监测	2	4		24	4000	96000
合计		24			1176		888720.00

塌陷区监测点安装费：用于监测点 GNSS 仪器设备的安装，按平均 26000 元/点，共需安装 13 个点，需安装费约 338000.00 元。

经估算，矿山地质环境监测方案总监测费用为 1226720.00 元。

②土地复垦监测费

根据《工程勘察设计费标准》（2002）的计费标准，按照岩土工程监测实物工作收费基价表进行计价，本复垦方案主要针对堆渣区、塌陷影响破坏区、办公生活区、变电站、坑口工业场地、废弃房屋场地、矿山道路、木材加工厂、T1-T6 塌陷坑及塌陷影响区等布设监测点。根据项目实际情况，共设置 22 个监测点，按照监测基准网、水平位移、二等简单单测收费基价 300 元/点次，每年监测 4 次，共监测 3 年，共需监测费 79200.00 元。

③土地复垦管护费

管护费是对复垦后的一些重要工程措施、植被和复垦区域土地等进行有针对性的巡查、补植、除草、施肥浇水、修枝、喷药、刷白等管护工作所发生的费用，主要包括管理和养护两大类。具体费用计算可根据项目管护内容、管护时间和工程量测算。

参考《土地复垦方案编制实务》（下册），本次设计的管护主要是对复垦后林草地地区的管护，每人管护面积为 20~30 公顷（植被重建区取下限，其他区取上限），一般复垦区为 3 年，具体计算方法：管护费单价

×林草地管护面积×管护年限。其管护费单价见下表：

表 8-55 管护费单价表 单位：元/（hm².a）

序号	名称		单位	工程量	单价	小计
1	人工	甲类工	工日			
2		乙类工	工日	5	39.61	198.05
3	机械	喷灌机	台班	20	100.52	2010.4
4	其他费用		%	5		110.4225
5	合计					2318.8725

本方案林草地管护面积为 109.3100hm²，设计后期管护人数为 2 人，管护期为 3 年。经计算，本项目区管护费用为 2318.87×109.3100×3=760427.04 元。

8.4.2 各项费用估算

通过估算，本项目工程施工费为 1971.44 万元，其他费为 240.19 万元，基本预备费 67.29 万元，风险金 134.58 万元，价差预备费 903.02 万元。

表 8-56 项目工程施工费统计表

序号	工程施工费类型	费用（万元）	占比
1	治理恢复施工费	1075.49	54.55%
2	年度塌陷区危石、碎石清理	175.22	8.89%
2	土地复垦（地表场地区）施工费	274.27	13.91%
3	土地复垦（塌陷区及影响区）施工费	446.46	22.65%
合计		1971.44	100%

表 8-57 其他费用估算表

序号	费用名称	计算式	预算金额	各项费用占其他费用的比例(%)
	(1)	(2)	(3)	(4)
一	前期工作费	9.86+9.66+32.53+38.66+7.91	98.61	37.89
(1)	土地清查费	(1971.44)*0.5%	9.86	3.79
(2)	项目可行性研究费	6.5+(13-6.5)*(1971.44+0-1000)/(3000-1000)	9.66	3.71
(3)	项目勘测费	(1971.44)*1.65%	32.53	12.50
(4)	项目设计及预算编制费	27+(51-27)*(1971.44+0-1000)/(3000-1000)	38.66	14.85
(5)	项目招标代理费	5+(1971.44+0-1000)*0.3%	7.91	3.04
二	工程监理费	22+(56-22)*(1971.44+0-1000)/(3000-1000)	38.51	14.80
三	拆迁补偿费			
四	竣工验收费	12.58+25.16+17.27+11.59+2.92	69.52	26.71
(1)	工程复核费	6.75+(1971.44+0-1000)*0.60%	12.58	4.83

(2)	工程验收费	13.5+(1971.44+0-1000)*1.2%	25.16	9.67
(3)	项目决算编制及审计费	9.5+(1971.44+0-1000)*0.8%	17.27	6.64
(4)	整理后土地重估与登记费	6.25+(1971.44+0-1000)*0.55%	11.59	4.45
(5)	标识设定费	2.05+(1971.44+0-1000)*0.09%	2.92	1.12
五	业主管理费	27+((1971.44+0+98.61+38.51+0)-1000)*2.4%	53.61	20.60
总计			260.26	100%

表 8-58 基本预备费（不可预见费）估算表

序号	费用名称	工程施工费	设备费	其他费用	监测与管护费	小计	费率 (%)	合计 (万元)
	(1)	(2)	(3)	(4)	(5)	(6)	(7)	(8)
1	基本预备费	1971.44	0	260.26	206.63	2438.33	3%	73.15
总计		-	-	-	-	-	-	73.15

表 8-59 风险金估算表

序号	费用名称	工程施工费	设备费	其他费用	监测与管护费	小计	费率 (%)	合计
	(1)	(2)	(3)	(4)	(5)	(6)	(7)	(8)
1	风险金	1971.44	0	260.26	206.63	2438.33	6%	146.30

本复垦方案价差预备费率 r 取 7%，因矿山现状塌陷坑稳定状况不详，根据咨询矿业权人，该矿山已停产多年（10 余年），地表变形情况较小，变形最大时期为停产后 3-5 年，之后无较大变化。本方案根据矿山现状情况，预估矿山塌陷坑稳定期约 11-12 年，本方案价差费按照 12 年计算。经计算，价差预备费为 1006.21 万元。

表 8-60 价差预备费估算表

序号	年度治理工程	年度投资	年度	费率	价差
1	三家厂矿、凤山矿恢复治理工程	1125.17	第一年	0	0.00
	三家厂矿、凤山矿地表工业场地及堆渣区复垦工程	341.77			
2	恢复治理及土地复垦工程监测管护、危石、碎石清理	73.83	第二年	0.0700	5.17
3	恢复治理及土地复垦工程监测管护、危石、碎石清理	73.83	第三年	0.1449	10.70
4	恢复治理及土地复垦工程监测管护、危石、碎石清理	73.83	第四年	0.225	16.61
5	塌陷区监测、危石、碎石清理	25.53	第五年	0.3108	7.93
6	塌陷区监测、危石、碎石清理	25.53	第六年	0.4026	10.28
7	塌陷区监测、危石、碎石清理	25.53	第七年	0.5007	12.78
8	塌陷区监测、危石、碎石清理	25.53	第八年	0.6058	15.47
9	塌陷区监测、危石、碎石清理	25.53	第九年	0.7182	18.34
10	塌陷区监测、危石、碎石清理	25.53	第十年	0.8385	21.41
11	塌陷区监测、危石、碎石清理	25.53	第十一年	0.9671	24.69

12	三家厂矿、凤山矿塌陷坑及塌陷影响区复垦工程、危石、碎石清理	790.63	第十二年	1.1049	873.57
合计		2657.77			1016.94

8.5 工程总投资与进度安排

8.5.1 工程总投

通过概（估）算可知，本项目静态总投资 2657.77 万元，动态总投资 3674.71 万元。其中：工程施工费 1971.44 万元，占投资的 53.65%；其他费用 260.25 万元，占投资的 7.08%，监测与管护费 206.63 万元，占投资的 5.62%；预备费 1236.39 万元，占投资的 33.65%。工程总投资估算详见表 8-61。各项工程投资见表 8-62。

表8-61 项目治理恢复与土地复垦总投资估算表

序号	单项名称	合计（万元）	各项费用占总费用的比例（%）
一	工程施工费	1971.44	53.65%
二	设备购置费	0	
三	其他费用	260.25	7.08%
1	前期工作费	98.61	
2	工程监理费	38.51	
3	竣工验收费	69.52	
4	业主管理费	53.61	
四	监测与管护费	206.63	5.62%
1	监测费	130.59	
2	管护费	76.04	
五	预备费	1236.39	33.65%
1	基本预备费	73.15	
2	价差预备费	1016.94	
3	风险金	146.30	
六	静态总投资	2657.77	72.33%
七	动态总投资	3674.71	100.00%

表 8-62 项目各项工程投资说明表

序号	工程施工费类型	费用（万元）	占比
1	矿山治理恢复投资	1125.17	30.62%
2	年度塌陷区危石、碎石清理	326.77	8.89%
3	矿山土地复垦（地表场地区）	341.77	9.30%
4	矿山土地复垦（塌陷区及影响区）	1674.37	45.56%
5	监测管护	206.63	5.62%
总投资		3674.71	100%

8.5.2 进度安排

根据玉溪矿业有限公司三家厂矿、凤山矿治理恢复期的进度及土地损毁程度，制定治理恢复与土地复垦工程进度，以保证尽快及时复垦被损毁的土地。本方案共分为 2 个阶段实施。年度进度安排见表 8-63。

表 8-63 矿山土地复垦工作计划年度费用安排

阶段	年份	工作内容	复垦地类及面积 (hm ²)								合计	主要工程措施及工程量	费用投资 (万元)	
			乔木林地	灌木林地	其他草地	采矿用地	公用设施用地	农村道路	河流水面	裸土地				
第一阶段	治理期 1 年	治理恢复内容: 对塌陷区、不稳定边坡修建防护及治理工程; 设置警示牌、监测点。											设置挡墙拦渣坝, C ₁ 冲沟修建拦挡坝; 设置警示牌 17 块, 设置监测点 16 个。地表移动范围等地质灾害采用监测措施及临时防护措施。	1125.17
		土地复垦内容: 对地表工程区、弃渣区进行植被恢复。	3.7083		18.1585							21.8668	建筑物拆除 622m ² , 硬化场地拆除 62.2m ³ , 场地清理 124.4m ³ , 弃渣清运 435.4m ³ , 覆土 11767.9m ³ , 购买表土 12000m ³ , 表土回覆 12000m ³ , 施复合肥 47664.9kg, 栽种乔木 10754 株, 栽种灌木 10754 株, 撒播草籽 21.8668hm ² 、栽种爬藤 510 株、管护补植乔木 1616 株, 灌木 1616 株、爬山虎 77 株、施肥 142994.7kg、灌溉用水 32924.4m ³ 。	341.77
	监测、管护期第一年度	恢复治理及土地复垦工程监测管护、危石、碎石清理	-										人工清理危岩、碎石约 620m ³	79.00
	监测、管护期第二年度	恢复治理及土地复垦工程监测管护、危石、碎石清理	-										人工清理危岩、碎石约 620m ³	84.53
	监测、管护期第三年度	恢复治理及土地复垦工程监测管护、危石、碎石清理	-										人工清理危岩、碎石约 620m ³	90.44
	小计			3.7083		18.1585						21.8668		1720.91
第二阶段	第五年度	塌陷区监测、危石、碎石清理											人工清理危岩、碎石约 620m ³	33.46
	第六年度	塌陷区监测、危石、碎石清理											人工清理危岩、碎石约 620m ³	35.80
	第七年度	塌陷区监测、危石、碎石清理											人工清理危岩、碎石约 620m ³	38.31
	第八年度	塌陷区监测、危石、碎石清理											人工清理危岩、碎石约 620m ³	41.00
	第九年度	塌陷区监测、危石、碎石清理											人工清理危岩、碎石约 620m ³	43.87
	第十年度	塌陷区监测、危石、碎石清理											人工清理危岩、碎石约 620m ³	46.94
	第十一年度	塌陷区监测、危石、碎石清理											人工清理危岩、碎石约 620m ³	50.22
	第十二年度 (预估塌陷区稳定期)	对塌陷坑及塌陷影响区进行植被恢复、危石、碎石清理	19.5110	37.9351	154.9053	0.1168	0.8238	0.2474	0.1434	6.7816	220.4644	220.4644	购买表土 16719.9m ³ , 人工抬运土 16719.9m ³ , 人工土地平整 16719.9m ³ , 施复合肥 39349.5kg, 栽种乔木 893 株, 栽种灌木 893 株, 撒播草籽 87.4432hm ² 、管护补植乔木 134 株, 灌木 134 株, 人工清理危岩、碎石约 620m ³ 。	1664.20
小计		19.5110	37.9351	154.9053	0.1168	0.8238	0.2474	0.1434	6.7816	220.4644		1953.80		
合计			23.2193	37.9351	173.0638	0.1168	0.8238	0.2474	0.1434	6.7816	242.3312	-	3674.71	

第九章 保障措施及效益分析

9.1 组织保障

(1) 成立矿山地质环境保护与土地复垦方案领导小组，在企业内设置“矿山地质环境保护与土地复垦方案工程部”，负责环境恢复与复垦项目的组织和实施，工程质量监督检查和竣工验收资料的准备。

(2) 按照矿山地质环境治理恢复设计与土地复垦规划设计，逐步逐项进行治理，治理项目开工先向主管部门汇报，施工、监理单位严格按照规范要求开展工作。项目结束，由自然资源局组织验收。

(3) 建立健全责任制，明确各自的目标和职责，制定工程工期目标责任制，严格按项目规划要求实施每项具体工程。

9.2 技术保障

(1) 进行地质环境治理恢复，及时编制相关的安全施工措施，并对工程施工监理和质量验收工作负责。

(2) 施工项目须由有资质的单位进行监理，监理单位对工程质量负责，监理单位要建立健全监理日志，阶段工程必须及时通知相关方进行验收。

(3) 施工完成后，由自然资源管理部门组织人员验收。

(4) 项目验收合格后，由矿方负责将监理及施工措施、日志等资源交自然资源管理部门保存，工程质量实行终身负责制，施工单位负责人为第一责任者，并联责监理单位。

(5) 定期加强有关专业人员的业务培训工作，在土地复垦工程及生物措施的实施都需要有专业人员亲临现场，同时接受政府主管部门的监督检查。

9.3 资金保障

资金来源：玉溪矿业有限公司作为矿山恢复复垦义务人，本项目的治理恢复与土地复垦费由企业全部承担。

资金存储：由于现状塌陷坑基本位于山体斜坡顶部及陡立崖坎处，现状人工及机械无通行条件，其次该区域稳定性无法探知，故塌陷坑植被恢复工程目前无法实施。根据规范文件，需对该区域进行复垦工程测算，并预存相关治理费用。故本方案评审通过后，玉溪矿业有限公司需按照预测塌陷区及塌陷影响区估算费用情况，预存相关治理费用。

资金监管：土地复垦资金严格按照专款专用、单独核算的办法进行管理；按照规定的开支范围支出；实行专管，严格财务制度，规范财务手续，注明每一笔款项的使用情况。

9.4 效益分析

9.4.1 社会效益

(1) 通过治理恢复，可改善矿山周围生态环境，达到生态植被恢复，减少水土流失，减轻或消除矿山地质环境问题的危害，为矿山和当地农村可持续发展打下良好的基础。同时，对加强民族团结、社会安定、构建和谐社会具有显著意义，对提高经营者及人民群众地质环境防治意识，建立环境友好型社会具有重要意义。

(2) 本项目实施后，可以减少项目区施工工程带来的新增水土流失，减轻所造成的损失和危害，能够确保矿山的安全生产。

(3) 项目区复垦能够减少生态环境损毁，为工程建设区的绿化创造了良好的生态环境，有利于项目区职工以及附近居民的身心健康，从而提高劳动生产率。

(4) 本工程土地复垦项目实施后，通过建设人工林草地，恢复耕林草植被对改善项目区建设影响范围及周边地区的土地利用结构起到良好的促

进作用，从而促进当地农、林、牧业协调发展。

综合可见，本矿山治理恢复项目及复垦项目对当地社会发展会有较大的促进作用，具有较好的社会可行性。

9.4.2 经济效益

本方案实施以后，改善了矿区的面貌，提高了植被的覆盖率，有效的减少了水土流失。预防了潜在的地质灾害，减轻地下水污染程度，保障了采矿活动的正常、安全进行。矿山环境保护确保矿山开采的安全进行，保证矿山环境不受矿业开采活动影响，其经济效益显著。

土地复垦不仅对当地居民的经济效益是显著的，对业主单位的经济效益也是显著的。如地表压占、挖损土地不进行复垦，不仅使农用地减少，而且地表损毁引起地表各种形态变形及改变原有土地利用类型等现象，严重影响项目区居民生活。且征地费用一般要超过复垦总费用的几十倍，企业的经济负担将会更大。

土地复垦为林地和草地，土地复垦项目实施后，将进一步促进当地退耕还林进度，促进当地社会经济发展，使之效果更明显。其次复垦后的土地调整了土地利用结构、发挥了生态系统的功能、提高了环境容量、促进了生态良性循环、维持了生态平衡。

9.4.3 生态效益

经综合治理后，矿山已有地质环境资源得到有效保护，随着矿山整治复绿工作的完成，矿山及周围自然生态环境与景观也将逐步得到恢复与改善，有效地防止地质灾害、水土流失发生，避免含水层破坏、地形地貌景观和土地资源破坏，保护地质环境，抑制其他自然灾害的发生机率，另外，通过生物工程治理，矿山植被覆盖率增加，土地利用价值提高，自然生态环境改善，环境效益显著。

土地是一个自然、经济、社会的综合体，同时也是一个巨大的生态系

统。土地复垦与生态重建对于区域的生态意义极其重大。土地复垦与生态重建的实施对生态环境的影响表现在以下两个方面：

1) 对生物多样性的影响

复垦项目实施之后较实施之前植被覆盖率得到适当提高，将在一定程度上遏制矿区及周边环境的恶化，在合理管护的基础上最终实现植物生态系统的多样性与稳定性。吸引周边动物群落的回迁，增加动物群落多样性，达到植物动物群落的动态平衡。

2) 对空气质量和局部小气候的影响

土地复垦通过对生态系统重建工程，将对局部环境空气和小气候产生正效与长效影响。具体来讲，植树、种草工程不仅可以防风固沙，还可以通过净化空气改善周边区域的大气环境质量。用置换成本法来计算防护林净化空气的生态服务价值。

第十章 结论与建议

10.1 结论

(1) 本规划设计报告不包括矿山采空区及塌陷影响区，仅为矿山采空区及塌陷影响区以外区域地质环境治理恢复设计与土地复垦规划设计。

(2) 评估区地形地貌条件复杂，地质构造复杂，水文地质条件中等；矿区工程地质类型属复杂类型；经野外实地调查，评估区现状地质灾害发育。综上所述，评估区地质环境条件复杂程度为“复杂”。

(3) 经过实地调查，评估区内地质灾害发育，主要为地面塌陷及不稳定边坡，未发现崩塌、滑坡、泥石流、地面沉降、地裂缝等地质灾害。现状地质灾害发生的危害程度中等~大，危险性中等~大。

矿山现状共损毁破坏土地面积 110.0292hm^2 ，损毁破坏的土地类型为乔木林地、灌木木林地、其他林地、其他草地、采矿用地、农村宅基地、农村道路、裸岩石砾地等。

(4) 评估区内现状地质灾害发育，主要为地面塌陷 6 处 (T1-T6)，潜在不稳定斜坡 4 处 (BW1~BW4)，未发现其它地质灾害分布。

评估区内现状地质灾害发育，主要为 6 处地面塌陷和 4 处不稳定边坡，未来矿山治理恢复工程活动加剧地面塌陷灾害可能性小，主要危害塌陷区所在山体斜坡下游治理恢复工程施工人员、机械及山体下部耕作人员安全，危害程度大，危险性小。加剧不稳定边坡灾害可能性小，对施工人员、机械设施及河流造成危害，危害程度中等，危险性小。

矿山地面建筑设施诱发灾害的可能性小，危害程度小，危险性小；弃渣堆诱发灾害的可能性小~中等，其危害程度小，危险性小~中等；冲沟诱发泥石流灾害，可能性中等，危害程度及危险性中等。

矿山遭受不稳定边坡危害可能性小，危害程度中等，危险性小。遭受地面塌陷危害可能性中等，危害程度中等，危险性中等；地表设施遭受滑

坡、崩塌等灾害的可能性小，危害程度及危险性小；矿山治理恢复施工遭受山体斜坡崩塌、滚石灾害可能性中等，危害程度及危险性中等。

经预测，矿山未来治理恢复活动预测加剧、诱发及遭受地质灾害影响程度为较严重。

(5) 预测矿山开采压占、挖损破坏的土地面积总计 110.0292hm^2 ，综合，将来矿业治理恢复工程活动对土地资源影响和破坏程度为较轻。

(6) 地质环境保护与治理恢复措施主要有：修建挡墙、截排水沟、采用监测、设警示牌、封堵坑口等治理措施；含水层破坏难以治理，主要从加强矿坑排出废水的回收利用和废水净化处理达国家规定的相关排放标准方能排放，防止其污染地下水和下游地表水体。所采用的技术手段均比较成熟，在技术上是可行的。

(7) 根据现场调查及收集资料说明，本项目复垦区内 1#坑口工业场地建筑区 (0.0472hm^2)、变电站 (0.1736hm^2)、办公生活区 (0.4984hm^2) 等区域作为城镇住宅用地进行保留使用，共保留面积 0.7192hm^2 ，则复垦责任范围面积为 242.3312hm^2 。本方案规划复垦土地面积为 242.3312hm^2 ，其中复垦乔木林地 23.2193hm^2 ，灌木林地 37.9351hm^2 ，其他草地 173.0638hm^2 ，采矿用地 0.1168hm^2 ，公用设施用地 0.8238hm^2 ，农村道路 0.2474hm^2 ，河流水面 0.1434hm^2 ，裸土地 6.7816hm^2 ，复垦率为 100.00%。根据“谁损毁，谁复垦”的原则，玉溪矿业有限公司承担该项目土地复垦区的土地复垦工作负责。

(8) 本矿山地质环境保护与土地复垦工程估算总投资为 3674.71 万元，其中矿山治理恢复投资 1125.17 万元、年度塌陷区危石、碎石清理投资 326.77 万元，矿山土地复垦（地表场地区）341.77 万元、矿山土地复垦（塌陷区及影响区）1674.37 万元、矿山监测管护 206.63 万元。资金全部由玉溪矿业有限公司自筹。

10.2 建议

(1) 未来加强对塌陷区的监测，如产生新的灾害，建议矿权人对矿山采空区及塌陷影响区进行专项勘察、治理设计工作。

(2) 选择有地质灾害勘察、设计、施工资质的单位做好矿山地质环境保护与治理恢复的各项实施工作。

(3) 建议业主在方案实施过程中严格按照矿山地质环境保护与治理恢复相关的法律法规的要求，组织人力、物力和财力实施，在雨季加强现场管理，做好经常性的监测工作和临时设施，发现问题及时处理。

(4) 矿山治理恢复及提低复垦施工期间尽量减少或避免对地质环境的破坏。

(5) 矿山开采必须严格执行有关安全生产的规章、条例，爆破作业人员须持证上岗；严禁无关人员、牲畜进入矿山工作区。

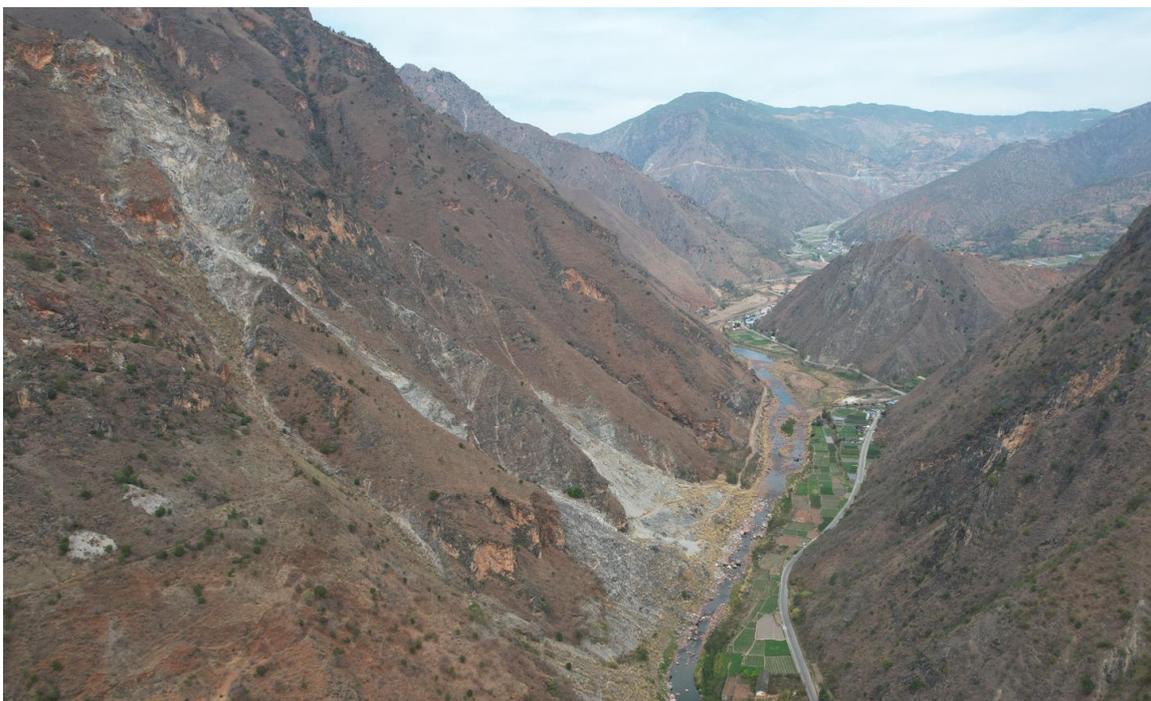
(6) 加强边坡变形监测并设立警示牌，尤其在雨季。

(7) 针对区内不稳定边坡灾害，必要时进行专项勘察治理工作，雨季加强监测，发现险情及时上报并撤离相关人员。

矿山现状调查照片册



照片 1 狮子山矿现状塌陷状况



照片 2 狮子山矿现状塌陷及堆渣状况



照片3 凤山矿现状塌陷状况



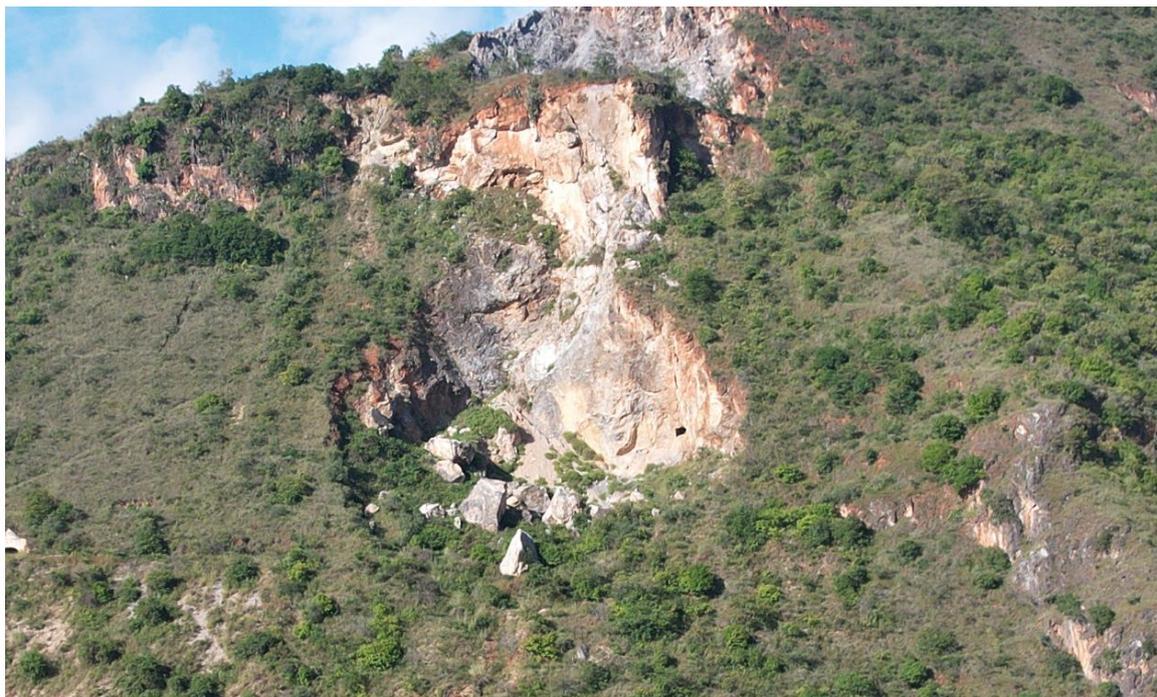
照片4 凤山矿现状堆渣状况



照片 5 凤山矿现状堆渣状况



照片 6 狮子山矿现状危石分布状况



照片 7 凤山矿现状危石分布状况