



镇巴县永帆建筑工程有限责任公司
镇巴县永乐镇光辉村陈家湾组采石场建筑
石料用灰岩矿
矿区生态修复方案

镇巴县永帆建筑工程有限责任公司
2026 年 9 月



镇巴县永帆建筑工程有限公司
镇巴县永乐镇光辉村陈家湾组采石场
建筑石料用灰岩矿
矿区生态修复方案

编制单位：陕西西色地勘自然资源研究院有限公司

法人代表：赵志伟

项目负责人：李沂菲 李沂菲

编写人员：陈文倩 杨小飞 龚政豪
陈文倩 杨小飞 龚政豪



《镇巴县永帆建筑工程有限责任公司镇巴县永乐镇光辉村陈家湾组采石场建筑石料用灰岩矿矿区生态修复方案》

专家评审意见

2026年9月13日，镇巴县自然资源局组织有关专家（名单附后）在汉中市地质学会二楼会议室对陕西西色地勘自然资源研究院有限公司编制的《镇巴县永帆建筑工程有限责任公司镇巴县永乐镇光辉村陈家湾组采石场建筑石料用灰岩矿矿区生态修复方案》（以下简称《方案》）进行了评审。受镇巴县自然资源局的委托，生态矿产股组织召开本次会议。会前部分专家和有关人员到矿山进行了实地考察。与会人员听取了编制单位的汇报，专家组在审阅方案及附件、附图的基础上，经过质询答辩后，形成如下意见：

一、《方案》编制搜集相关资料15份，完成野外地质环境影响调查0.2397km²，路线调查1.22km，地质环境和土地复垦调查点21个，公众调查20人次，进行无人机航拍和照相。基础资料收集充分，内容齐全，投入工作量满足方案要求。《方案》附图、附表及附件完整，插图插表齐全，编制格式符合汉中市自然资源局《关于做好〈矿产资源法〉实施过渡期内矿区生态修复方案编制评审有关工作的通知》（汉中自然资函〔2025〕330号）中《矿区生态修复方案编制指南（临时）》的要求。

二、根据《陕西省镇巴县永乐镇光辉村陈家湾组采石场建筑石料用灰岩矿资源量核实报告》，截止2025年3月底，矿区范围内保有资源量矿石量 。设计利用资源量为 ，可采资源储量 ，设计生产规模为15.0×10⁴t/a，矿山开采年限为26.3a，按27a计算。考虑后期末闭坑期2.0a，植被管护期3.0a，确定本方案服务年限为32a，《方案》适用期为5年（2026年-2030年），《方案》编制基准年为2025年，《方案》实施基准年以自然资源部门公告之日算起。《方

案》编制依据充分，治理规划总体部署年限和适用年限合理。

三、矿山基本情况和其它基础信息叙述基本完整。镇巴县永帆建筑工程有限公司镇巴县永乐镇光辉村陈家湾组采石场建筑石料用灰岩矿目前属于停产矿山，矿山采矿许可证证号为DC6107282021027100151458，生产规模为 $15 \times 10^4 \text{t/a}$ ，矿区面积为 0.11123km^2 ，开采标高859.5—710m，开采矿种为建筑石料用灰岩。矿山属于露天开采，采用自上而下台阶式开采。根据矿山开采方式和采矿方法，确定矿种系数为1.5%，开采影响系数为2.5，地区系数为1.2。

土地利用现状叙述较完整、清晰，矿区内土地利用现状划分为5个一级和5个二级类，包括旱地、乔木林地、其他草地、采矿用地和河流水面，矿区外土地利用现状划分为5个一级和7个二级类，包括乔木林地、灌木林地、其他林地、其他草地、采矿用地、坑塘水面和裸岩石砾地。矿山建设工程不占用永久基本农田。

四、矿区自然地理和地质环境背景叙述正确，评估区重要程度为重要区，矿山地质环境条件复杂程度为中等类型，矿山设计生产规模为15万吨/a，属中型矿山，因此将矿山地质环境影响评估级别确定为一级，评估级别确定正确，评估区总面积 0.2397km^2 ，评估范围划定基本合理。

五、矿山地质环境现状评估和预测评估基本合理正确。

矿山地质环境现状评估将评估区分为2个级别6个区，即重度受损区5个，面积为 3.27hm^2 ，占影响范围面积的13.64%；轻度受损区1处，面积为 20.70hm^2 ，占影响范围面积的86.36%。

预测评估将评估区分为2个级别8个区，即重度受损区7个，面积为 8.11hm^2 ，占影响范围面积的33.83%；轻度受损区1处，面积为 15.86hm^2 ，占影响范围面积的66.17%。

六、对矿山的土地损毁现状和预测的评估合理正确；对土地损毁

的环节和时序的论述基本正确。矿山共损毁土地 8.11hm^2 ，其中 3.27hm^2 为已损毁土地，其损毁程度为重度，拟损毁土地 4.86hm^2 。矿区已损毁土地现状明确，拟损毁土地预测结论基本正确。

七、矿山地质环境保护与治理分区原则基本正确，分区结果基本合理。《方案》将评估区划分为 2 级别 8 个不同修复区块，总面积 23.97hm^2 ，其中：重点修复区7个，面积 8.11hm^2 ，占评估区总面积33.83%；一般修复区1个，面积 20.70hm^2 ，占评估区总面积52.53%。

复垦区范围和复垦责任范围划分基本合理。复垦区范围内损毁的土地主要为挖损和压占两种，总面积为 8.11hm^2 。复垦目标地类以林地为主，复垦责任范围与复垦区范围一致，面积为 8.11hm^2 。土地权属明确。

八、对矿山地质环境保护与治理恢复的可行性分析基本正确；对土地复垦适宜性评价指标体系和评价方法基本正确，复垦适宜性结论基本合理。

九、《方案》提出的矿山环境保护与土地复垦目标与任务明确；对治理与复垦工程内容提出的技术方法正确可行；治理与复垦工程量基本明确，具备可操作性。矿山环境治理工程措施主要有：在松散堆积物坡脚处修建挡墙，在露天采场终了平台修建排水沟，并在坡脚处设置警示牌，做好矿山地质环境监测工作；土地复垦工程主要措施：对松散堆积物处、原剥离区进行临时复绿；露天采场终了平台及边坡进行土壤重构、植被恢复及配套工程，对复垦区域进行监测和管护等。工程内容比较齐全，技术措施基本正确可行，近期年度工程量安排基本合理（见表1）。

表1

矿区生态修复近期年度工作任务表

阶段	矿山地质环境治理工程	土地复垦治理工程	监测与管护
第一年度	1.修建挡墙:土方开挖36m ³ , M7.5浆砌石140.4m ³ , 伸缩缝13.68m ² , PVC管54.72m, M10勾缝抹面180.72m ² ; 2.修建排水渠:土方开挖70m ³ , 设立警示牌2块。	1.临时复绿:土地平整12100m ² , 表土覆盖4235m ³ , 土壤培肥5445kg, 土壤翻耕1.21hm ² , 播撒草籽1.21hm ² ; 2.复垦:土地平整500m ² , 表土覆盖175m ³ , 土壤培肥225kg, 土壤翻耕0.05hm ² , 种植刺槐223株, 播撒草籽0.05hm ² ;	1.矿山地质环境监测:不稳定地质体监测37次, 土壤影响监测4次, 水质监测2次, 地形地貌监测1次, 无人机航测1次; 2.土地复垦监测与管护:土地损毁监测7次, 土壤质量监测4次, 植被恢复监测8次, 植被管护1.26hm ² 。
第二年度	1.修建排水渠:土方开挖58m ³ , 模板制作、安装162m ² , C20砼浇筑26m ³ , 伸缩缝2.6m ² , 土方回填20m ³ , 设立警示牌1块。	1.复垦:土地平整400m ² , 表土覆盖140m ³ , 土壤培肥180kg, 土壤翻耕0.04hm ² , 种植刺槐178株, 播撒草籽0.04hm ² 。	1.矿山地质环境监测:不稳定地质体监测40次, 土壤影响监测4次, 水质监测2次, 地形地貌监测1次; 2.土地复垦监测与管护:土地损毁监测7次, 土壤质量监测5次, 植被恢复监测10次, 植被管护1.30hm ² 。
第三年度	1.修建排水渠:土方开挖72m ³ , 设立警示牌1块。	1.复垦:土地平整600m ² , 表土覆盖210m ³ , 土壤培肥270kg, 土壤翻耕0.06hm ² , 种植刺槐267株, 播撒草籽0.06hm ² 。	1.矿山地质环境监测:不稳定地质体监测34次, 土壤影响监测4次, 水质监测2次, 地形地貌监测1次; 2.土地复垦监测与管护:土地损毁监测7次, 土壤质量监测6次, 植被恢复监测12次, 植被管护1.36hm ² 。
第四年度	1.修建排水渠:土方开挖86m ³ , 设立警示牌1块。	1.复垦:土地平整700m ² , 表土覆盖245m ³ , 土壤培肥315kg, 土壤翻耕0.07hm ² , 种植刺槐312株, 播撒草籽0.07hm ² 。	1.矿山地质环境监测:不稳定地质体监测36次, 土壤影响监测4次, 水质监测2次, 地形地貌监测1次; 2.土地复垦监测与管护:土地损毁监测5次, 土壤质量监测3次, 植被恢复监测6次, 植被管护0.17hm ² 。
第五年度	/	/	1.矿山地质环境监测:不稳定地质体监测33次, 土壤影响监测4次, 水质监测2次,

			地形地貌监测1次。 2.土地复垦监测 ：土地损毁监测7次。
--	--	--	--------------------------------------

十、矿山地质环境恢复治理与土地复垦工程总体部署基本明确，阶段实施计划基本切合实际，适用期各年度工作安排基本合理、有针对性。

十一、根据矿山地质环境保护与土地复垦工程部署、工程量及工程技术手段，参照相关标准进行了经费估算，经计算矿区生态修复总费用为510.05万元，其中矿山地质环境治理工程估算总投资为291.35万元，其中建筑工程201.33万元，监测费用38.67万元，独立费用工程24.35万元，预备费22.97万元；土地复垦静态投资总额218.7万元，其中工程施工费123.9万元；监测管护费用60.99万元；其他费用19.47万元；不可预见费14.34万元。矿山地质环境治理每吨矿石投资1.29元（可采储量），土地复垦静态亩均投资19234.83元（复垦责任范围约合113.7亩），经费估算基本合理。

《方案》适用期5年矿区生态修复费用合计为62.40万元。其中，地质环境治理总费用为22.75万元，土地复垦总费用为19.68万元，监测与管护费用19.97万元。适用期各年度矿山地质环境治理恢复与土地复垦费用安排较合理。适用期内（近5年）各年度矿区生态修复经费见表2。

表2 适用期内各年度矿区生态修复经费明细表 （万元）

年度	矿山地质环境治理费用	土地复垦费用	监测与管护费用	小计
第一年	9.93	13.59	4.63	28.15
第二年	5.35	1.74	4.71	11.8
第三年	1.59	2.09	4.86	8.54
第四年	5.88	2.26	1.92	10.06
第五年	/	/	3.85	3.85
合 计	22.75	19.68	19.97	62.40

十二、《方案》提出的各项保障措施和建议较为合理可行，对治理复垦效益分析基本客观可信。

十三、存在问题及建议

1、《方案》中应补充对上期矿山地质环境保护和土地复垦适用期验收中遗留问题的治理、复垦措施；

2、对现状原治理区的复垦工程，建议部署在第一年度，同时计入相关费用，并细化第一年度费用；

3、再细化近五年的矿山地质环境治理和土地复垦工作部署及工作内容和设计工程量，确保矿山生态修复各项工作能够落地实施；

4、《方案》中应再次强调矿山企业应严格开发利用方案进行开采生产。

综上所述，专家组同意《方案》通过审查，编制单位按专家组意见修改完善后由提交单位按程序上报。

专家组长（签名）：张海洋

2026年9月16日

《镇巴县永帆建筑工程有限责任公司
镇巴县永乐镇光辉村陈家湾组采石场建筑石料用灰岩矿矿区生态修复方案》
评审专家责任表

2026年9月13日

姓 名	单 位	职 称/职 务	专 业	是否同意 通过审查	签 名
张海峰	陕西地矿汉中地质大队有限公司	高工	资源勘查、 生态环境损害评估	同意	张海峰
陈远奎	中化陕西地质勘查院	教高	地质	同意	陈远奎
刘先安	汉中市水电设计院	建造师	工程造价	同意	刘先安

矿区生态修复方案编制信息表

采矿权人信息	采矿权人名称	镇巴县永帆建筑工程有限公司				
	统一社会信用代码	91610728MA6YN45W9Q		联系人	冯勇	
	联系地址	陕西省汉中市镇巴县		联系电话	18909166128	
	采矿权证证号	DC6107282021027100151458		开采方式	露天开采	
	采矿权面积	0.11123km ²		采矿权拐点坐标		
	采矿权有效期限	2026 年 8 月 28 日至 2029 年 8 月 27 日				
	开采主矿种	建筑石料用灰岩		其他矿种	/	
	方案编制情形	☐ 首次申请采矿许可证 ☐ 扩大开采区域 ☐ 缩小开采区域 ☐ 变更开采方式 ☐ 变更开采主矿种 ☐ 延续 ☒ 其他				
编制单位	单位名称	陕西西色地勘自然资源研究院有限公司				
	统一社会信用代码	91610702MA6YU3YJ2G		联系人	赵志伟	
	联系地址	汉中市汉台区		联系电话	13892621994	
	编制负责人					
	姓名	身份证号码	专业	职务/职称	联系电话	签名
	李沂菲	/	环境工程	工程师	18291655077	李沂菲
	主要编制人员					
	姓名	身份证号码	专业	职务/职称	联系电话	签名
	陈文倩	/	地质勘查	工程师	18435228071	陈文倩
	杨小飞	/	水文地质	工程师	18729468587	杨小飞
龚政豪	/	地质工程	工程师	17319639033	龚政豪	

目 录

前 言	1
一、编制目的	1
二、服务年限	9
第一章 矿山基本情况	11
一、矿业权人基本情况	11
二、地理位置及区域概况	11
三、矿山开采历史及现状	13
第二章 矿区基础信息	18
一、矿区自然条件	18
二、矿区社会经济概况	22
三、矿区地质环境背景	23
四、矿区土地利用现状及采矿用地审批情况	27
五、矿区生态状况	30
六、矿山及周边其他人类重大工程活动	32
七、矿区生态修复工作情况	33
八、矿区基本情况调查监测指标	38
第三章 问题识别诊断及修复可行性分析	43
一、问题识别与受损预测	43
二、生态修复可行性分析	55
三、生态修复分区及修复时序安排	65
四、采矿用地与复垦修复安排	70
第四章 生态修复措施与工程内容	74
一、保护与预防控制措施	74
二、修复措施	75
三、工程内容	79
第五章 监测与管护	89
一、监测目标与措施	89

二、管护目标与措施	91
三、工程量	93
第六章 工程部署与经费估算	95
一、总体部署	95
二、总体经费估算	97
三、阶段工作任务与经费安排	100
第七章 保障措施与公众参与	103
一、保障措施	103
二、公众参与	106
三、效益分析	109
第八章 结论与建议	111
一、结论	111
二、建议	112

附表：

- 1.估算书
- 2.公众参与调查表

附图：

- 1.镇巴县永乐镇光辉村陈家湾组采石场建筑石料用灰岩矿矿区土地利用现状图
(1:5000)
- 2.镇巴县永乐镇光辉村陈家湾组采石场建筑石料用灰岩矿矿区地质环境问题现状图
(1:5000)
- 3.镇巴县永乐镇光辉村陈家湾组采石场建筑石料用灰岩矿矿区土地损毁现状图
(1:5000)
- 4.镇巴县永乐镇光辉村陈家湾组采石场建筑石料用灰岩矿矿区地质环境问题预测图
(1:5000)
- 5.镇巴县永乐镇光辉村陈家湾组采石场建筑石料用灰岩矿矿区土地损毁预测图
(1:5000)

6.镇巴县永乐镇光辉村陈家湾组采石场建筑石料用灰岩矿矿区生态修复工程部署图
(1:5000)

附件:

- 1.方案编制委托书
- 2.采矿许可证
- 3.企业营业执照
- 4.矿产资源储量评审备案证明
- 5.《开发利用方案》专家审查意见
- 6.适用期验收专家组意见
- 7.基金三方监管协议

前 言

一、编制目的

（一）任务由来

镇巴县永帆建筑工程有限责任公司镇巴县永乐镇光辉村陈家湾组采石场建筑石料用灰岩矿位于镇巴县城 250° 方向直距 36km 处，行政区划隶属镇巴县永乐镇管辖。矿山现持有采矿许可证面积为 0.11123km²，证号 DC6107282021027100151458，有效期为 2026 年 8 月 28 日至 2029 年 8 月 27 日。矿山属于停产矿山。

2020 年 4 月由陕西国兴矿业科技有限责任公司编制的《镇巴县永帆建筑工程有限责任公司镇巴县永乐镇光辉村陈家湾组采石场建筑石料用灰岩矿矿山地质环境保护与土地复垦方案》，该方案通过了镇巴县自然资源局组织的审查，并于 2020 年 8 月 10 日予以通过的公告，方案适用期限为 5 年（2020—2025），目前该方案适用期已到期，按要求应进行修编。

2025 年 11 月，镇巴县永帆建筑工程有限责任公司委托陕西西色地勘自然资源研究院有限公司编制了《镇巴县永帆建筑工程有限责任公司镇巴县永乐镇光辉村陈家湾组采石场建筑石料用灰岩矿矿山地质环境保护与土地复垦 2020—2025 年适用期工程总结报告》。适用期期间，矿山完成了 B1 崩塌治理、露天采场治理、表土堆放场治理及植被复垦、进场道路修建截排水渠及绿化工程、河堤边坡治理等工程，镇巴县自然资源局组织专家组对现场实体工程进行实地踏勘后，对现场提出了问题和改善意见，经矿山企业改善后，于 2025 年 11 月 21 日通过验收。

为了贯彻落实《中华人民共和国矿产资源法》、国务院《土地复垦条例》《中华人民共和国土地管理法》等相关法律法规，执行《陕西省矿山地质环境治理恢复与土地复垦基金实施办法》的通知（陕自然资规〔2024〕1757 号）和《自然资源部 关于进一步加强生产矿山生态修复监管工作的通知》等文件的有关要求。镇巴县永帆建筑工程有限责任公司于 2026 年 8 月 12 日委托陕西西色地勘自然资源研究院有限公司（以下简称“我公司”）负责《镇巴县永帆建筑工程有限责任公司镇巴县永乐镇光辉村陈家湾组采石场建筑石料用灰岩矿矿区生态修复方案》（以下简称《方案》）的编制工作（见附件 1）。

（二）编制目的

1.为积极贯彻落实《中华人民共和国矿产资源法》及《土地复垦条例》，高效推

进损毁土地综合治理，有效解决灰岩矿开发过程中的矿山地质环境破坏及土地损毁，保护和改善区域生活环境和生态环境，有效促进绿色矿山建设。

2.按照“预防为主、防治结合，谁开发谁保护、谁破坏谁治理、谁投资谁受益”及“谁损毁、谁复垦”的原则，保证矿山生态修复义务的落实，切实做到矿产开采与环境保护的协调，实现矿区的可持续发展。

3.遵循“山水林田湖草沙”一体化保护修复理念，坚持节约优先、保护优先、自然恢复为主的方针，规范矿山土地复垦与生态修复工作，通过采取减缓保护、预防控制与复垦修复等多种措施，推动复垦修复与矿产资源开采统一规划、统筹实施，及时复垦利用损毁土地，恢复并提升矿区生态系统多样性、稳定性、可持续性，协同推进绿色矿山建设，实现人与自然和谐共生。

4.通过预测灰岩矿开采对当地生态环境造成的不良影响，合理规划，制定针对性的治理措施，最大限度减少对矿山地质环境的影响、节约利用土地资源，保护耕地资源。

5.通过指导矿山生态修复工程实施，为打造绿色矿山服务。

6.为矿山开展矿山生态修复工作，为自然资源主管部门监督管理矿山企业的矿山生态修复落实情况提供依据。

7.在矿区完成闭矿工作后，为持续进行矿区生态修复工作提供依据与指导。

（三）编制依据

1.法律法规

（1）《中华人民共和国矿产资源法》（全国人大常委会，2024年11月修订，2025年7月起实施）；

（2）《中华人民共和国矿产资源法实施条例》（中华人民共和国国务院令，第839号，2026年6月15日起实施）；

（3）《中华人民共和国环境影响评价法》（第十三届全国人民代表大会常务委员会第七次会议通过，中华人民共和国主席令第24号，2018年12月29日起实施）；

（4）《中华人民共和国环境保护法》（全国人大常委会，2015年1月1日起实施）；

（5）《中华人民共和国土地管理法》（全国人大常委会，2019年8月26日第三次修订，2020年1月1日起实施）；

（6）《地质灾害防治条例》（国务院令第394号，2004年3月1日起实施）；

- (7) 《基本农田保护条例》（国务院令第 257 号令，2011 年 1 月 8 日修订）；
- (8) 《土地复垦条例》（国务院第 592 号令，2019 年 8 月 14 日修订）；
- (9) 《中华人民共和国土地管理法实施条例》（国务院令 743 号，2021 年 7 月 2 日第三次修订，2021 年 9 月 1 日起实施）；
- (10) 《土地复垦条例实施办法》（自然资源部令第 5 号修订，2019 年 7 月 24 日起实施）；
- (11) 《陕西省地质灾害防治条例》（陕西省人民代表大会常务委员会公告第十二届第 48 号，2018 年 1 月 1 日起实施）；
- (12) 《陕西省秦岭生态环境保护条例》（2019 年 12 月 1 日起实施）；
- (13) 《陕西省矿产资源管理条例》（陕西省人大常委会令，2020 年 6 月 11 日第三次修正）；
- (14) 《陕西省实施〈土地复垦条例〉办法》（2022 年 9 月 29 日陕西省第十三届人民代表大会常务委员会第三十六次会议修订）。

2.政策文件

- (1) 《中共中央办公厅 国务院办公厅关于加强耕地保护提升耕地质量完善占补平衡的意见》（2024 年 9 月 24 日）；
- (2) 《自然资源部关于做好采矿用地保障的通知》（自然资发〔2022〕202 号），2022 年 11 月 18 日；
- (3) 《关于进一步加强绿色矿山建设的通知》（自然资规〔2024〕1 号），2024 年 4 月 15 日；
- (4) 《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》中华人民共和国财政部 国家税务总局 中华人民共和国海关总署公告 2019 年第 39 号；
- (5) 关于印发《陕西省矿山地质环境监测规划》的通知（陕自然资修复发〔2020〕23 号）；
- (6) 关于印发《陕西省矿山地质环境综合调查技术要求（试行）》的通知（陕自然资修复发〔2020〕24 号）；
- (7) 《关于进一步做好全省矿山生态修复监管工作的通知》（陕自然资修复发〔2021〕29 号）；
- (8) 陕西省自然资源厅、陕西省发展和改革委员会、陕西省生态环境厅、陕西省应急管理厅、陕西省工业和信息化厅印发《秦岭区域矿产资源开发管理办法》（陕自

然资规〔2024〕185号）；

（9）陕西省自然资源厅关于印发《陕西省绿色矿山建设管理办法》的通知（陕自然资规〔2024〕3号），2024年4月30日；

（10）《关于持续推进绿色矿山建设的通知》（陕自然资规〔2024〕1740号），陕西省自然资源厅、陕西省生态环境厅、陕西省财政厅、陕西省市场监督管理局、陕西省林业局、国家金融监督管理总局陕西监管局、中国证券监督管理委员会陕西监管局，2024年12月27日；

（11）《陕西省矿山地质环境治理恢复与土地复垦基金实施办法》（陕自然资规〔2024〕1757号），陕西省自然资源厅、财政厅、生态环境厅、林业局，2025年1月13日；

（12）《陕西省自然资源厅关于进一步加强和规范矿区生态修复工作的通知》（陕自然资修复发〔2025〕1741号）；

（13）《陕西省自然资源厅关于规范不直接销售原矿石类矿山地质环境治理恢复与土地复垦基金计提工作的通知》（陕自然资修复发〔2026〕520号）。

3.技术规范

（1）《矿区生态修复方案编制指南》（临时）中华人民共和国自然资源部，2025.9；

（2）《地质灾害危险性评估规范》（GB/T 40112-2021）；

（3）《土地复垦方案编制规程 第1部分：通则》（TD/T 1031.1-2011）；

（4）《绿色矿山评价通则》（GB/T 44823—2024）；

（5）《矿山地质环境监测技术规程》（DZ/T 0287-2015）；

（6）《土地利用现状分类》（GB/T 21010—2017）；

（7）《建筑边坡工程技术规范（附条文说明）》（GB 50330-2013）；

（8）《地下水质量标准》（GB/T 14848—2017）；

（9）《地表水环境质量标准》（GB 3838—2002）；

（10）《工程岩体分级标准》（GB 50218—2014）；

（11）《造林技术规程》（GB/T 15776—2023）；

（12）《岩土工程勘察规范》（GB 50021—2001）（2009年版）；

（14）《崩塌、滑坡、泥石流监测规范》（DZ/T 0221—2006）；

（15）《泥石流灾害防治工程设计规范》（DZ/T 0239—2004）；

- (16) 《泥石流灾害防治工程勘查规范》（DZ/T 0220—2006）；
- (17) 《滑坡崩塌泥石流灾害调查规范（1:50000）》（DZ/T 0261-2014）；
- (18) 《矿山土地复垦基础信息调查规程》（TD/T 1049-2016）；
- (19) 《土地复垦质量控制标准》（TD/T 1036-2013）；
- (20) 《滑坡防治工程勘查规范》（GB/T 32864—2016）；
- (21) 《滑坡防治工程设计与施工技术规范》（TD/T 0219—2006）；
- (22) 《生产项目土地复垦验收规程》（TD/T 1044-2014）；
- (23) 《人工草地建设技术规范》（NY/T 1342-2007）；
- (24) 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，2011年12月31日）；
- (25) 《陕西省行业用水定额》（DB61/T943-2022）；
- (26) 《陕西省造林技术规范》（DB61/T142-2021）；
- (27) 中国地质调查局关于印发的《地质调查项目预算标准（2021）》；
- (28) 《矿山地质环境治理恢复技术与验收规范》（DB61/T 1455-2021）；
- (29) 《矿山生态修复技术规范 第1部分：通则》（TD/T 1070.1-2022）；
- (30) 《矿山生态修复技术规范 第4部分：建材矿山》（TD/T 1070.4-2022）；
- (31) 《矿山生态修复工程实施方案编制导则》（TD/T 1093-2024）；
- (32) 《矿山生态修复工程验收规范》（TD/T 1092-2024）；
- (33) 《表土剥离及其再利用技术要求》（GB/T 45107-2024）；
- (34) 《矿山土地复垦与生态修复监测评价技术规范》（GB/T 43933-2024）；
- (35) 《汉中建设工程造价信息》（2026年第7期）；
- (36) 《陕西省水利工程概（估）算编制规定》《陕西省水利建筑工程概算定额》（2024年修订）（陕水规计发〔2024〕107号）。

4.资料依据

- (1) 《镇巴县永帆建筑工程有限责任公司镇巴县永乐镇光辉村陈家湾组采石场建筑石料用灰岩矿矿产资源开采方案》（陕西西色地勘自然资源研究院有限公司，2026年8月）；
- (2) 《镇巴县永帆建筑工程有限责任公司镇巴县永乐镇光辉村陈家湾组采石场建筑石料用灰岩矿资源储量核实报告》（陕西西色地勘自然资源研究院有限公司，2025年4月）；

(3)《镇巴县永帆建筑工程有限责任公司镇巴县永乐镇光辉村陈家湾组采石场建筑石料用灰岩矿矿山地质环境保护与土地复垦方案》(陕西国兴矿业科技有限责任公司,2020年4月);

(4)《镇巴县永帆建筑工程有限责任公司镇巴县永乐镇光辉村陈家湾组采石场建筑石料用灰岩矿矿山地质环境保护与土地复垦方案2020-2025年度适用期总结报告》及专家组评审意见;

(5)镇巴县土地利用现状分幅图1:10000-I48G069078(镇巴县自然资源局,2025年12月);

(6)《汶川地震陕西受灾地区镇巴县地质灾害详细调查报告》(西北有色勘测工程公司,2010年5月);

(7)《陕西省区域环境地质调查报告》(1:500000),陕西省地质局第二水文地质工程地质队,2000年;

(8)《汉中市镇巴县地质灾害风险调查评价报告》(1:500000),陕西核工业工程勘察院有限公司,2022年12月;

(9)《镇巴县国土空间总体规划(2021—2035年)》,镇巴县人民政府,2023年3月;

(10)《镇巴县国土空间生态修复规划(2021—2035年)》

(11)水土分析报告;

(12)矿山企业提供的其他文字、表格及图件资料;

(13)现场调查取得的相关资料、环境影响评价的监测资料。

(四) 编制情形

1.工作程序

本方案编制严格按照《矿区生态修复方案编制指南》(临时)进行,工作程序详见图0-1。项目编制小组在充分收集和利用已有资料的基础上,现场调查了拟建矿区的自然地理、地质环境背景条件、社会经济状况、矿区及周边重大人类工程活动及矿区地质环境现状、土地利用现状、土地总体规划等;依据矿区基础信息及拟建矿产工程设计,诊断矿山工程建设及开发活动对矿区地质环境及土地损毁的程度,进行了生态问题识别分析、探究实施的可行性,划分矿区生态修复分区、土地复垦区及复垦责任范围分阶段部署修复工程及监测养护工程、估算工程费用。

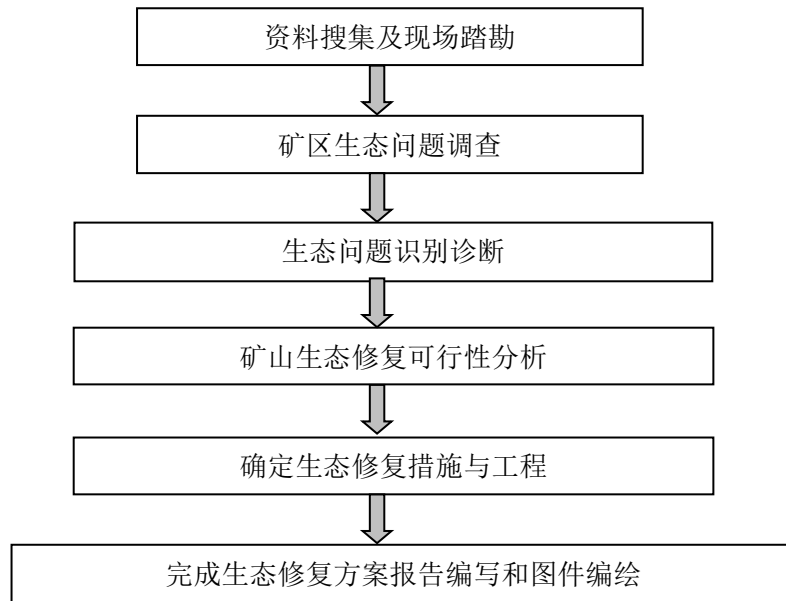


图 0-1 工作程序框图

2.工作方法

根据《矿区生态修复方案编制指南》（临时）的编写提纲，结合本矿山的实际情况，本方案的编制主要采用资料收集、野外调查和室内资料整理分析的方法。

（1）已有相关资料收集

在充分收集区内社会经济、自然地理、气象水文、区域地质、环境地质、灾害地质、工程地质、水文地质及土地利用现状、土地权属信息等资料的基础上，还收集了搜集了矿山的矿产资源储量评审备案证明、矿产资源开发利用方案、上一轮矿山地质环境保护与土地复垦方案、矿产资源开发年度报告等相关资料。

在认真分析已有资料的基础上，了解建设工程区地形地貌、地质环境条件、地质环境问题、土地利用现状、永久性建设用地和临时用地、建设工程概况及规模等基本情况后，初步确定矿山地质环境影响范围和调查范围，制定野外调查计划，明确工作思路，熟悉工作程序，确定工作重点及需要补充的资料内容，初步确定野外调查方法、调查线路和主要调查内容。

（2）野外调查

野外调查采用 1:2000 地形图作底图，GPS 定位坐标，无人机和数码相机拍摄照片，手持式激光测距仪测量距离和高差，罗盘测定方位和坡脚。以路线调查、地质环境点、问卷调查等方法开展。

①路线调查法：根据调查路线应基本垂直地貌单元、岩层走向、地质构造线走向这一原则，布置调查线路，了解区内地形地貌、地质界线、构造线、岩层产状、土地利用现状、土壤植被、人类工程活动、不良地质现象和矿山占用及损毁土地情况，调查区内斜坡坡度、沟谷比降、水文等情况，编绘工作区地质环境底图；针对不同土地利用类型，挖掘土壤剖面，采集土壤样品，并采集相应的影像、图片资料，做好文字记录；以便为方案编制提供可靠依据。

②地质环境点调查法：对调查区内的不稳定地质体、隐患点、拟建工程点等逐点调查，查明不稳定地质体（隐患）点的位置、规模、现状、危害对象及稳定性、危害程度、成灾原因等，了解矿区可能存在的地质环境问题。

③问卷调查法：按照“贯穿项目始终、多方参与”的原则，以采访矿区工作人员、矿区附近居民和调查不稳定地质体为主，详细了解工作区地质环境的变化情况、不稳定地质体的活动现状及矿区各类土地的占用损毁情况等。

（3）室内资料整理分析

在充分综合整理分析已有相关资料和野外调查的基础上，针对存在的矿山地质环境问题和土地损毁特征，按照《矿区生态修复方案编制指南》（临时）等相应规范规程进行矿山地质环境影响诊断和土地复垦适宜性评价，在此基础上进行生态修复单元划分，制定防治工程措施进行工程部署，并根据防治工程量进行经费估算。编制了“矿区土地利用现状图”“矿区地质环境问题现状图”“矿区土地损毁现状图”“矿区地质环境问题预测图”“矿区土地损毁预测图”和“矿区生态修复工程部署图”，以图件形式反映各类地质环境问题、土地损毁分布特征和生态受损与退化问题，及其对矿区生态环境的影响程度，开展地质环境、土地损毁和生态破坏，现状诊断、受损预测，综合性分析识别诊断生态问题，并编写《镇巴县永帆建筑工程有限责任公司镇巴县永乐镇光辉村陈家湾组采石场建筑石料用灰岩矿矿区生态修复方案》。

3.完成的工作量

2026年8月10日，我公司接受任务后，随即组织专业技术人员于8月11日—15日完成了已有相关资料收集、工作计划制定、工作大纲编写等工作；在熟悉、分析已有资料的基础上，于8月16日—22日进行了矿山地质环境野外调查，进一步查明区内地质环境现状与土地资源现状，2026年8月23日—9月5日，完成了室内资料整理分析、图件和报告的初步编写；9月6日，我公司对方案进行了内部审查，9月7日—9月11日，逐一进行修改完善。具体完成工作量见表0-1。

表 0-1 完成工作量一览表

序号	工作内容	分项名称	单位	工作量	备注
1	收集资料	已有可利用资料	份	15	开发利用方案、地质报告、年检等，含地质、地形图、土地规划和三调图等资料
2	调查内容	调查区面积	km ²	0.3315	采矿活动影响范围基础上延伸至第一斜坡带、分水岭或沟谷全流域
		采矿活动影响范围面积	km ²	0.2397	矿山开采影响范围
		调查路线	km	1.22	沿流域调查、重点区域采用穿插法调查
		调查地质环境点	个	21	包括地层岩性、地质构造及其他地质现象
		含水层调查点	个	1	河流
		水土环境影响调查点	个	4	
		矿山地面工程调查点	个	3	工业场地、临时生活区、矿山道路
		村庄调查点	个	2	永乐镇光辉村、简池镇杨家营村
		土地类型调查点	个	5	矿区范围内的所有二级地类
		土壤剖面开挖点	个	2	林地、耕地
		公众调查表	份	20	调查区内的自然村
		照片	张	65	所有调查点配套照片（引用 12 张）
		录像	min	5	地形地貌和工程点
3	成果资料	文本	份	1	
		预算	份	1	
		附图	图	6	

4.质量评述

本次工作是严格按照《矿区生态修复方案编制指南》（临时）、《地质灾害危险性评估规范》（GB/T40112-2021）、《土地复垦方案编制规程 第 1 部分：通则》（TD/T 1031.1-2011）的要求组织实施。野外调查工作是在广泛搜集工作区社会经济、自然地理、水文气象、矿产勘查、不稳定地质体调查、矿山开采设计、土地利用现状、土地权属信息等资料的基础上开展的，同时通过走访、调查形式广泛征集了县、镇、村政府部门及当地村民的意见和建议。现场调查和公众意见征询资料均由方案编制人员同矿山工作人员野外实测或搜集，保证了一手资料的准确性和可靠性；工作程序、方法、内容和工作程度，均满足相关技术规范、规定的要求，工作质量优良。

5.方案可靠性承诺

矿山企业：我公司（镇巴县永帆建筑工程有限责任公司）委托陕西西色地勘自然资源研究院有限公司编制的《镇巴县永帆建筑工程有限责任公司镇巴县永乐镇光辉村陈家湾组采石场建筑石料用灰岩矿矿区生态修复方案》，提供的《矿产资源开发利用方案》等相关资料及数据，我公司承诺对方案编制所提供的资料及数据的真实性、科学性负责，并承诺对提供的资料负法律责任。

编制单位：我公司收集的资料及数据全部来源于矿山企业，野外调查数据及资料来自项目组实际外业调查，我公司承诺对本方案中相关数据的真实性、科学性、结论的可靠性负责，并承诺方案中无伪造编造、编造、篡改等虚假内容。

二、服务年限

根据《陕西省镇巴县永乐镇光辉村陈家湾组采石场建筑石料用灰岩矿资源量核实报告》，截止 2025 年 3 月底，矿区范围内保有资源量矿石量 。设计利用资源量为 ，设计利用率为 88.70%；可采资源储量 ，设计回采率为 95%；设计生产规模为 ，矿山开采年限为 26.3a，按 27a 计算。考虑后期闭坑期 2.0a，植被管护期 3.0a，确定本方案服务年限为 32a，以 2026 年为方案编制基准年，适用年限为 5 年，具体时间以自然资源主管部门公告通过之日算起。

在方案年适用期内，若出现矿山开采规模、矿区范围或者开采方式等发生变化时，应当适时修编《矿区生态修复方案》，并报相关部门审批、备案。

第一章 矿山基本情况

一、矿业权人基本情况

镇巴县永帆建筑工程有限责任公司镇巴县永乐镇光辉村陈家湾组采石场建筑石料用灰岩矿采矿权人为镇巴县永帆建筑工程有限责任公司，公司地址：陕西省汉中市镇巴县，法人代表为冯勇，企业类型为有限责任公司。

矿山概况如下：

矿山名称：镇巴县永帆建筑工程有限责任公司镇巴县永乐镇光辉村陈家湾组采石场建筑石料用灰岩矿

建设单位：镇巴县永帆建筑工程有限责任公司

建设地点：陕西省汉中市镇巴县简池镇社区

建设性质：生产矿山

矿区面积：0.11123km²（由10个拐点圈定）

建设规模：生产规模15.0×10⁴t/a

服务年限：26.3年

开采方式：露天开采

产品方案：建筑石料用灰岩

开采标高：859.5—710m

根据镇巴县自然资源局下达的《划定矿区范围批复》（证号DC6107282021027100151458），采矿权人为镇巴县永帆建筑工程有限责任公司，矿区面积0.11123km²，生产规模15.0×10⁴t/a，开采深度859.5～710m标高，开采矿种为建筑石料用灰岩，采矿范围由10个拐点圈定，拐点坐标见表1-1。

表 1-1 矿区范围拐点坐标一览表

序号	2000国家大地坐标系		序号	2000国家大地坐标系	
	X坐标	Y坐标		X坐标	Y坐标
C1			C6		
C2			C7		
C3			C8		
C4			C9		
C5			C10		
矿区面积：0.11123km ²					

二、地理位置及区域概况

(一) 地理位置及交通情况

地理位置：镇巴县永帆建筑工程有限责任公司镇巴县永乐镇光辉村陈家湾组采石场建筑石料用灰岩矿位于镇巴县城 250° 方向直距 36km 处，行政区划隶属镇巴县永乐镇管辖。矿区中心坐标（2000 国家大地坐标系）为东经： ，北纬： 。

交通：矿区距 Y102（乡道 102）二郎坝村 4km，有“村村通”相连；从二郎坝村沿 Y102 向东约 2km 可达李塘村，从李塘村沿镇巴至通江之省道（S315）可达镇巴县城，距离 85km。从镇巴县城沿 210 国道北可达陕西省汉中市，距离 150km；向南可抵四川省万源市和官渡（四川万源）火车站，距前者 80km，距后者 72km；镇巴县城距高速 G316 堰口出口 65km，交通较为方便。交通位置图详见下图 1-1。



图 1-1 矿山位置交通示意图

（二）周边矿区设置

经调查，矿权未在各类自然保护区范围内，采矿权周边无其它矿业权设置，不存在矿权纠纷。采矿权范围内无居民居住，当地居民主要集中在 1km 以外。本矿山的矿业活动对周边居民基本无影响。

三、矿山开采历史及现状

（一）开采历史

2018 年 11 月，陕西国兴矿业科技有限责任公司编写了《陕西省镇巴县永乐镇光辉村陈家湾组建筑石料用灰岩矿资源储量核实报告》。资源量估算基准日为 2018 年 11 月 30 日，估算矿区范围内保有资源量（推断）为 。

镇巴县永帆建筑工程有限公司于 2019 年 9 月 30 日通过挂牌竞得“镇巴县永乐镇光辉村陈家湾组采石场建筑石料用灰岩矿”采矿权，设计成产规模 15.0 万吨/年，2024 年办理了矿权延续。

2025 年 8 月适用期到期后，因矿山安全隐患突出、资源利用低效、原矿权范围涉及基本农田等原因，为相应相关政策，镇巴县永帆建筑工程有限公司委托陕西西色地勘自然资源研究院有限公司对矿山进行了山脊划界，于 2026 年 5 月重新圈定了矿权范围。经市、县局相关部门同意，将矿区面积调整为 0.11123km²，开采深度 859.5~710m，开采方式和生产规模不变，但矿区范围和资源量均有变化。因此，企业委托陕西西色地勘自然资源研究院有限责任公司重新编写了《开采方案》。

（二）开采现状

本矿山矿区范围内一直未开采，仅对矿体表面进行剥离。

（三）矿山开采方案概述

本次矿区生态修复方案是在《镇巴县永帆建筑工程有限公司镇巴县永乐镇光辉村陈家湾组建筑石料用灰岩矿开采方案》（2026 年 8 月）的基础上编制而成，方案均通过主管单位的评审。具体内容简述如下：

1. 开采对象及开采范围

采矿权范围内的 K1、Ky 矿体。

2. 矿山保有资源量及设计利用资源量

根据汉中市自然资源局 2025 年 4 月的评审备案证明（汉市自然资储备〔2025〕3 号）和《镇巴县永帆建筑工程有限公司镇巴县永乐镇光辉村陈家湾组建筑石料用灰

岩矿开采方案》，截至 2025 年 3 月底，矿区范围内保有资源储量 10.00 万吨。

设计利用资源储量：设计利用率 88.70%，设计利用资源量为 8.87 万吨。

设计可采资源储量：设计回采率为 95%，设计可采资源储量 8.43 万吨。

3.开采方案

（1）产品方案

根据矿床开采技术条件、综合矿山服务年限、外部建设条件、采矿方法以及市场预期等多种因素，确定矿山产品为建筑石料，主要有混凝土集料（10mm~20mm、10mm~30mm），高速公路用上面层料（3mm~5mm、5mm~10mm、10mm~15mm），以及 0~5mm 混凝土细骨料。

（2）开采方式

本矿山采用露天开采方式，采用自上而下台阶式开采方法，台阶高度 10m，台阶坡面角 70°。每隔 2 个安全平台设置 1 个清扫平台，安全平台宽度 4m，清扫平台宽度 6m。

矿山采矿加工工艺：穿孔—爆破—铲装—运输—破碎—筛分。

（3）矿山开拓运输方案

①开拓运输

根据矿床赋存、矿区地形条件及矿山开采规模等因素影响，本矿设计采用公路开拓汽车运输方案。

②破碎及输送

原料经过振动给料机或振动筛筛去泥土以后，大块原料经过粗碎和中碎两道破碎后再进行筛分，将原料分成 3 个部分：达不到产品粒度要求的最粗一级矿石返回中碎设备重新破碎，这部分返料在中碎和筛分之间形成一个闭路循环；中等粒度矿石作为成品建筑石料进入产品料仓或堆场。

4.露天开采境界

（1）边坡参数

台阶高度：10m；台阶坡面角 70°。

平台设置：每隔两个安全平台设一个清扫平台，安全平台宽 4m，清扫平台宽 6m。

最终边坡角：K1 矿体不大于 51.4°，Ky 矿体不大于 51.7°。

（2）露天境界范围

根据圈定的露天境界范围，自上而下依次设置开采平台。露天境界相关参数详见表 1-2。

表 1-2 露天开采终了境界参数

序号	项目名称	单位	K1矿体	Ky矿体
1	最高开采标高	m	859.5	843
2	露天底标高	m	710	720
3	露天采场底部尺寸			
	长	m	187	126
	宽	m	50	48
4	台阶高度	m	10	10
5	台阶坡面角	°	70	70
6	最终边坡角	°	51.4	51.7
7	安全平台	m	4	4
8	清扫平台	m	6	6

5.防水方案

矿山为露天开采，矿体全部为山坡型露天采场，所有地表径流均可自流排泄。矿区水文地质条件简单，地下水不发育，受降雨补给影响，中部沟溪为季节性水系，仅雨季或降雨时有少量流水流入沟内。矿体出露位置高，水流排泄条件好，采用自然排水方式排水可满足排水需求。为防止采场外围高于开采境界的山坡地表径流进入采场，沿开采境界外缘地表修筑截水沟，为了减少进入露天采场的地表径流，沿终了边坡上部修筑截水沟。因此，地表水、地下水对本矿开采无大影响。

采场及道路产生的废水、破碎筛分喷雾降尘产生的废水无毒无害，该类废水一部分被自然蒸发、另一部分经澄清后可循环使用，亦可就地排放。

6.固体废弃物处置和污废水排放

(1) 固体废弃物

主要是少量生活垃圾，在工业场地、临时生活区分别设置垃圾桶收集垃圾，定期用汽车拉运至市政垃圾场进行集中处置。

矿山废弃物只要为开采剥离表层土和少量的风化层，综合如下：

(1) 剥离表土可用于后期矿山土地复垦（边开采，边恢复）。

(2) 开采剥离的浅部风化矿岩可用于该矿山周边基础设施建设回填垫方，100%综合利用。

矿山不设排土场，设置表土场用以临时堆放开采剥离表土。表土场位于矿区中部比较平坦的地方。

7.矿山工程及平面布局

镇巴县永乐镇光辉村陈家湾组采石场建筑石料用灰岩矿经过近几年的开拓建设，矿山在北部的公路已修建至矿区、工业场地内加工生产设备堆料场已完成修建，矿山建设相对完善。目前矿山工程包括：进场道路、工业场地、临时生活区、露天采场。

(1) 进场道路

进场道路为原通村道路扩建而成，兼有防火通道功能，北至矿石加工区，南接上碗厂“村村通”，路面宽 4.5m-6m。

(2) 工业场地

矿石加工区位于干沟河右岸矿区范围北侧，面积约 1.49hm²，包括堆料场、破碎站、沉淀池等设施。场地内原矿料场、破碎、筛分、皮带传送、产品仓储、除尘、生产污水处理、变（配）电、机修等设施设备基本完备。



照片 1-1 进场道路



照片 1-2 工业场地

(3) 临时生活区

办公生活区位于矿区下游 420m 处，面积约 0.04hm²。区内已建成了办公用房、住宿用房、餐厅、电动大门等设施，管理及生活功能基本齐备（照片 1-3、1-4）。



照片 1-3 临时生活区



照片 1-4 临时生活区

(4) 露天采场

Ky 露天采矿场位于干沟河东岸边坡上，由 843 米标高开始向 720 米标高逐水平开采，共设计 12 个平台。开采境界东西长 296m、南北宽 70-134m，面积约 2.69hm²。

K1 露天采矿场位于干沟河东岸边坡上，由 859.5 米标高开始向 710 米标高逐水平开采，共设计 15 个平台。开采境界东西长 231m、南北宽 63-139m，面积约 2.17hm²。



照片 1-5 露天采场

(7) 地面工程用地

地面工程用地 6.92hm²，各工程用地情况见表 1-3。

表 1-3 地面工程情况表

序号	项目	单位	面积		备注
			永久	临时	
1	进场道路	hm ²	0.53		后期交给村庄使用
2	工业场地	hm ²		1.49	
3	临时生活区	hm ²		0.04	
4	露天采场				
4.1	Ky 露天采场	hm ²		2.69	
4.2	K1 露天采场	hm ²		2.17	
小计		hm ²	0.53	6.39	
合计		hm ²	6.92		

第二章 矿区基础信息

一、矿区自然条件

（一）气象

矿区地处大巴山西部的陕、川交界处，具有过渡性气候的特点，但偏于北亚热带季风气候。四季分明，光照充足，气候温和，降雨量充沛。区内气温日差 $8^{\circ}\text{C}\sim 12^{\circ}\text{C}$ ，年差 22.3°C 。一月最冷，日最低 -9.4°C ，七月最热，日最高 37.8°C ，春、秋气温大体相似。年最多风向 NW，最大风速 13m/s ，最大积雪深度 10cm ，结冰期为 12 月至翌年 2 月，最大冻土厚度 280mm 。全年云量较多，三分之一以上是阴雨天，年相对湿度 $75\sim 80\%$ ，湿度较大。

区内降雨与时间关系密切，首先表现在年际降雨量变化大，洪涝灾害时常发生。据镇巴县气象站统计资料，镇巴县县域年均降水量在 795 毫米至 1250 毫米之间，年际变化显著，年内分配高度集中。夏季（6-8 月）降水量占全年 $44\%\sim 45\%$ ，达 354 毫米至 540 毫米，其中 8 月为降水峰值月，平均降水量 151 毫米；秋季受华西秋雨影响，降水量占全年 33% ，2018 年秋季累计降水量突破 600 毫米。冬季降水最少，仅 30 毫米。（图 2-1，图 2-2）。

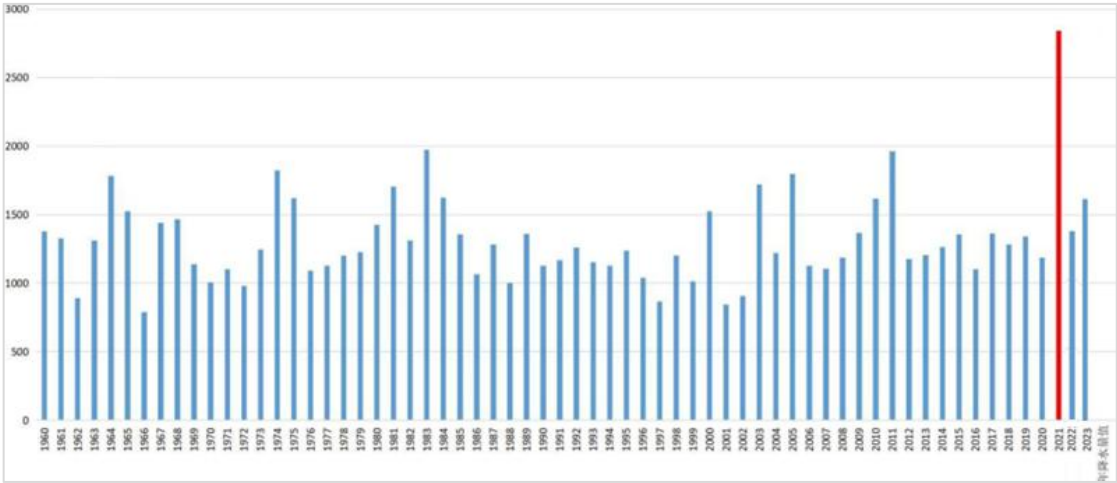


图 2-1 镇巴县多年降水量直方图

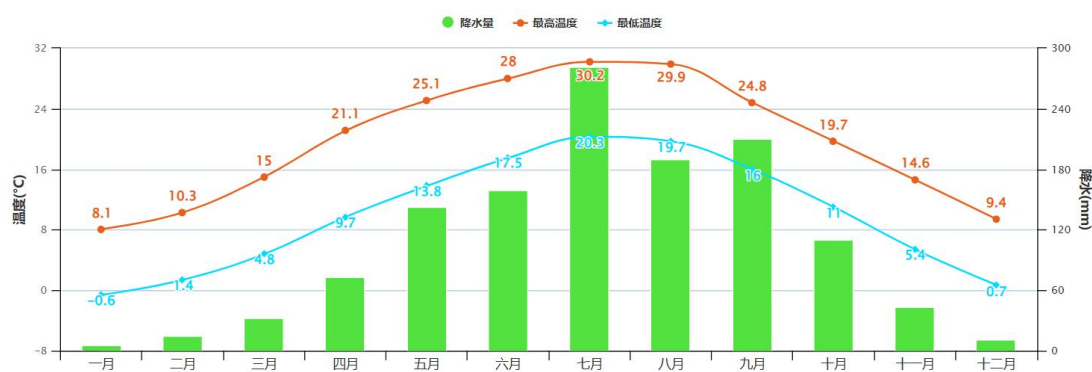


图 2-2 镇巴县月平均降水量曲线

(二) 水文

镇巴河流以大巴山为分水岭,北属汉江水系,流域面积占全县总面积的 47%,南属嘉陵江水系,流域面积占 53%。

矿区属嘉陵江水系,干沟河溪流常年流水,自北向南从矿区西侧流过,在毛塘坝汇入毛家河,在两河口汇入通江。干沟河补给水源主要为大气降水,其次为泉水,流量随季节变化极为明显。据调查,干沟河陈家湾段雨季流量 $0.05 \sim 0.08 \text{ m}^3/\text{s}$,枯水期流量 $0.02 \sim 0.03 \text{ m}^3/\text{s}$ 。矿区水系见图 2-3。



图 2-3 矿区所在区域水系图

(三) 地形地貌

矿区位于大巴山山脉北麓西段腹地,峰峦叠嶂,山势峻险,山脉主体走向为

NE—SW 向，总体地势东西高、南北低，坡角 25° - 45° ，局部大于 65° ，最高海拔位于矿区东部山梁上，标高为 943m；最低海拔标高位于矿区西部的干沟河河底，海拔标高 679m，最大相对高差 264m，沟谷呈“V”型，系中等切割程度的低山区（照片 2-1）。



照片 2-1 地形地貌

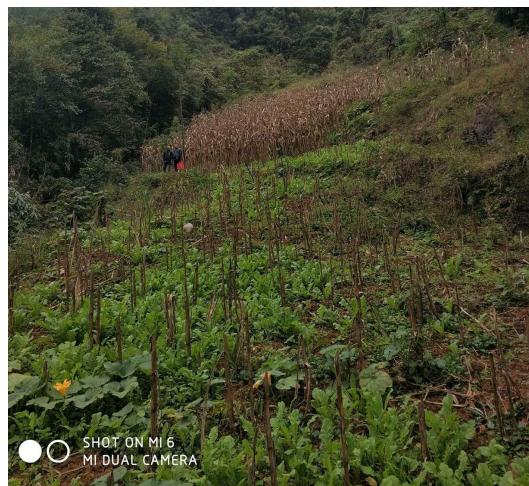
（四）植被

矿区所在区域属北亚热带气候，地带性植被属于针叶阔叶混交林带，植物种类丰富，植被类型多样。随着海拔的升高，依次为落叶阔叶林、针阔混交林、针叶林等。

目前矿区范围土地类型多为乔木林地，存在少量旱地和极少量水浇地。地表植被主要为巴山松、巴山冷杉、橡子树等。沿沟谷两侧以灌木、杂草为主，坡面以乔、灌木次生林覆盖为主（照片 2-2），靠近坡脚平缓地带有部分农田，以玉米、小麦、土豆等农作物种植为主（照片 2-3）。总体植被覆盖现状良好，植被覆盖率约 90%以上。



照片 2-2 矿区植被



照片 2-3 周边耕地

(五) 土壤

矿区属于秦巴山区，土壤主要为黄褐土、黄棕壤，含碎石粘土、沙质壤土、沙质粘壤土、粉沙质粘壤土、壤质粘土。

矿区土壤主要为渣石土、粉质粘土、少量水稻土。

①渣石土呈黄褐色、黑灰色等色，主要为山坡的残坡积层和强风化、全风化岩；

②粉质粘土呈褐黄色、灰褐色等色，主要以粘性土为主，含有粉细砂土，手搓有粉砂感，粘着程度一般，上部含有植物根系等腐机物；

③水稻土发育于各种自然土壤之上、经过人为水耕熟化、淹水种稻而形成的耕作土壤。这种土壤由于长期处于水淹的缺氧状态，土壤中的氧化铁被还原成易溶于水的氧化亚铁，并随水在土壤中移动，当土壤排水后或受稻根的影响（水稻有通气组织为根部提供氧气），氧化亚铁又被氧化成氧化铁沉淀，形成锈斑、锈线，土壤下层较为粘重。

矿区土壤 PH 值一般在 6.5~7.5 之间，土层厚度为 20~40cm，部分地段岩石裸露，土壤质地中壤或中壤偏重。有机质平均含量 1.25%，全氮含量 0.19%，碱解氮平均含量 75.0ppm，速效金平均含量 6.42ppm，速效钾平均含量 100ppm。

沟谷两侧坡脚地带及耕地分布区，土层厚度较大，一般 0.5~4.0m，平均 3.0m（照片 2-4）；山坡坡面上土层厚度较小，一般 0.2~0.5m，平均 0.3m（照片 2-5）。



照片 2-4 旱地土壤剖面
(六) 生物多样性



照片 2-5 林地土壤剖面

矿区位于大巴山北麓，境内山高谷深，立体气候显著，森林、溪谷等生境类型多样，生物多样性丰富。区域植被以常绿落叶阔叶混交林、针阔混交林为主，分布有马尾松、栎类、漆树、杜仲、天麻、猪苓等乡土树种与药用植物；国有巴山林场辖区内有野生红豆杉（国家一级重点保护野生植物）、野生银杏（国家一级重点保护野生植物），伴生巴山榧、血皮槭等珍贵树种。野生动物方面，林区栖息黑熊、猕猴、野猪等兽类，红腹锦鸡（国家二级重点保护野生动物）等多种鸟类，溪谷分布各类两栖爬行类。该镇无独立自然保护区，部分区域纳入国有巴山林场管护范围，依托天然林保护工程开展巡护管控，严厉打击非法采伐、野生动植物猎捕等行为，守护濒危、珍稀动植物资源。

(七) 地质遗迹、人文景观、自然保护区及旅游景点区

经调查，区内无重要交通道路和建筑设施，无重要水源地，大中型水利、电力设施；项目区不涉及其他自然保护区、风景名胜区、水源保护区和文物古迹保护单位等，也不属于国家级自然保护区。

二、矿区社会经济概况

1. 镇巴县

镇巴县位于陕西省南端，汉中市东南隅，其南接四川省万源市、通江县，被誉为陕西省“南大门”，东邻安康市紫阳县、汉阴县，西北与西乡县接壤。县城距汉中市 180km，距西安市 430km，总面积 3437km²，总人口 28.9 万，辖 19 个镇，1 个街道办事处，160 个行政村和 23 个居民委员会。全县森林覆盖率达 66.2%。县内已发现各类矿产资源 25 种，探明或基本探明储量的 12 种，其中金属矿 3 种，化工原料矿 3 种，建材及其它非金属矿 4 种，燃料矿 2 种。

近年来，镇巴县经济稳定发展，2025 年全县工业转型稳步推进，规上工业以绿色食药、中药材、建材等产业为支撑，工业经济保持增长；依托高山茶叶、中药材等特色产业，全年农业经济提质增效；建筑市场持续向好，资质以内建筑企业平稳发展；全县居民收入稳定增长，城镇居民人均可支配收入 43383 元，同比增长 5.1%，农村居民人均可支配收入 17011 元，同比增长 6.1%，城乡收入同步提升。

2.永乐镇

永乐镇位于镇巴县西部，距县城 96 公里，东接简池镇、大池镇，西连四川省通江县空山乡，南邻四川省通江县两河口乡，北依西乡县大河镇，面积 124 平方千米，辖 6 个行政村，总人口 6504 人。永乐镇地势北高南低，高庄河、毛家河流经镇境在两河口相汇入川，境内最高海拔八卦梁 2308 米，永乐镇街道平均海拔 887 米。

永乐镇特产丰富，紫皮核桃、四六瓣大蒜、酸水豆腐干县内闻名，经济发展主要由劳务输出、粮食生产、畜牧养殖、干果和中药材种植构成。粮食以玉米、土豆为主，畜牧产业以猪、白山羊、牛为主，矿业以煤炭开采为主，兼有石材等。近年来，镇政府加快经济结构调整，基础设施持续改善，社会经济有了长足发展。

矿区所在区域无重要的历史文物古迹和重点保护单位。

三、矿区地质环境背景

工作区位于扬子地台北缘、四川盆地与秦岭造山带的过渡部位，大地构造单元上属四川台坳北长岭台凹，区域上仅见中生代沉积地层，褶皱构造发育，断裂构造、岩浆岩不发育。

（一）地层岩性

矿区出露地层由老至新依次有：三叠系中统雷口坡组（T₂l），三叠系上统

须家河组 (T_{3x}) 和第四系全新统 (Q_h)，见图 2-4。

矿区地层由老至新描述如下：

(1) 雷口坡组 (T_{2l})：以灰岩、泥质灰岩为主，夹白云质灰岩及薄层泥岩，局部地段含膏盐层，出露于核实区大部地区，是区内唯一含矿层位。区内自下而上分为四个岩性段，现分述如下：

①第一岩性段 (T_{2l}^1)：主要为浅灰-灰色泥质灰岩，局部地段夹薄层泥岩，区内出露宽度大于 120 米。

②第二岩性段 (T_{2l}^2)：以灰岩为主，夹白云质灰岩，呈灰-灰白色，出露平均宽度约 95 米，是核实区内唯一赋矿层位。

③第三岩性段 (T_{2l}^3)：灰岩、泥质灰岩互层，夹白云质灰岩，出露宽度约 180 米。

④第四岩性段 (T_{2l}^4)：灰、青灰色厚层状灰岩，出露宽度约 150 米。

(2) 须家河组 (T_{3x})：是本区最主要的含煤地层，为一套河湖相—沼泽相含煤细粒碎屑岩建造，主要岩石组合为一套绿灰色—黄绿色长石石英砂岩、粉砂岩为主夹粉砂质泥岩、泥岩、菱铁矿层和煤线。含矿岩系呈北西向展布，延长达十余公里，厚度约 148 米。

(3) 第四系全新统 (Q_h)：

①河流相冲洪积层 (Q_h^{al+pl})

主要分布于干沟河河底，一般厚 0.5~2m。岩性主要为浑圆~次圆砾石、砂及亚砂土。

②坡积层 (Q_h^{dl})

主要分布于干沟河两岸缓坡地带，一般厚 0.5~3m 局部地段大于 5m，岩性主要为浅黄色和浅褐色碎石土。

(二) 地质构造

核实区内地层呈总体南倾的单斜构造，倾向一般 $160^{\circ}\sim 220^{\circ}$ ，倾角一般 $30^{\circ}\sim 40^{\circ}$ 。

受区域构造作用影响，区内构造节理发育。经野外多点统计，主要发育有两组节理，产状分别为： $170^{\circ}\sim 190^{\circ}\angle 60^{\circ}\sim 75^{\circ}$ ； $240^{\circ}\sim 260^{\circ}\angle 60^{\circ}\sim 80^{\circ}$ 。两组节理均为剪节理，节理面较平直，且多见钙华薄壳，地表节理密度 1~2 条/m。

（三）水文地质

1.区域水文地质特征

核实区位于大巴山山脉南部。山间沟谷发育，沟底坡度较大，一般为 $30\sim 60^\circ$ ，山坡上段坡度一般为 $15\sim 45^\circ$ ，个别地方为陡坎或陡崖，形成季节性梳状水系。区内基岩大都裸露于地表，沟底及缓坡坡脚分布有第四系松散堆积物。区域含水层主要为三叠系灰岩，其次为侏罗系砂砾岩，赋存规律与地质构造、地层岩性密切相关。区内地下水以大气降水为主要补给来源。大气降水通过各类岩石的孔隙、裂隙及构造破碎带等渗入地下，在不同地质构造、地形地貌等自然条件控制下，做垂直运移和水平径流、汇集。当条件适宜时，以泉的形式排泄于沟谷及地形低洼处，或以水平径流侧向补给邻区地下水，水质为 HCO_3^- 、 SO_4^{4-} 、 Ca^{++} 、 Mg^{++} 型低矿化水。

2.矿区水文地质

矿区地形坡度较大，网络状沟系发育，岩体切割深度以上的岩层贫水，地下水的补给主要为大气降水渗透，渗透能力大小与岩性、构造地貌有关。

区内不同岩层或岩性表现出含水性的贫富和水化学类型的不同，其地下水特征主要是以不丰富的孔隙水、裂隙降水型存在。

孔隙水：主要埋藏在沟谷两侧的第四系残积、坡积、冲积层中，分布范围较窄，对矿坑充水不具实际意义。

裂隙水：地表风化裂隙及节理裂隙水不发育，风化裂隙自地表向下 $7\sim 32\text{m}$ 。风化型裂隙及节理裂隙很少存在地下水。由已采工作面中可以观察到发育有此种裂隙岩层均呈干燥、潮湿滴水状态。

本区地下水埋藏深度一般由地表向下仅几米，区内地下水排泄方式主要为切割较深的网格状沟溪以及下降泉，地下水动态受季节控制。

3.地下水动态特征及补给、径流与排泄

矿区属小起伏低山地貌，核实区西侧见明显地表水体，地下水受大气降水补给，沿地表节理、裂隙发育地段渗入地下，并向下径流，部分在斜坡底部或沟边以下降泉的形式排泄，部分下渗补给深层地下水。

（四）工程地质

（1）矿体顶、底板岩体的稳定性

灰岩矿体裸露地表部分无顶板层，可直接开采。矿体底板属于块状坚硬岩类地质岩组，岩体结构较均一，内部无软弱夹层，力学强度高，抗风化能力强，稳定性良好。

（2）矿体及露天采场边坡稳定性

矿体及露天采场边坡岩体主要由块状坚硬岩类地质岩组组成，岩石呈微晶结构，块状构造，质纯性脆，为坚硬岩石。

综上，矿区地形条件有利于自然排水，岩性单一，风化层厚度一般小于 0.5m，且零星分布；地质构造简单，岩矿体呈块状构造；岩矿石抗压、抗拉强度高、稳定性好，不易发生矿山工程地质问题，工程地质条件简单。

（五）矿体地质特征

镇巴县永乐镇陈家湾组灰岩矿床是一浅海相沉积碳酸盐岩矿床。赋矿层位为中三叠统雷口坡组（T₂l），岩性为深灰-灰白色薄层-中厚层状微晶-泥晶灰岩，呈单斜层状产出。矿层厚度变化很小，矿石质量变化不大，有益成份高，有害成份低。

2018 年储量核实工作在采矿证范围内圈定 1 条矿体 KT1（现 Ky 矿体），矿体位于采矿证范围中部，近东西向展布，为浅灰色～灰白色中-厚层状石灰岩夹白云质灰岩，有大量的细小裂隙，多被方解石脉充填。矿体地表出露长度 300m，平均宽度 95m，平均厚度 92m。

本次核实工作在核实区圈出 K1 一条灰岩矿体，位于 Ky 矿体南西侧，为独立矿体。矿体呈层状产出，厚度变较稳定，发育节理裂隙，岩溶不发育。

K1 灰岩矿层分布于 4～1 勘探线，由 4 条探槽、7 个钻孔程控制。在地表以 80m 间距的探槽对矿体进行了控制，探槽共 4 条（TC4、TC2、TC0、TC1），全部见矿。在浅部及深部钻孔共 7 个（ZK401、ZK101、ZK102、ZK201、ZK202、ZK001、ZK002），6 个见矿。在 4～1 线之间工程间距满足 400×400m（走向×倾向）基本勘查工程间距。

地表控制矿体长 265m，于 4～1 勘探线出露宽度 110m～240m，矿体主要控矿工程控制厚度 80m～108m，平均 94m，厚度变化系数 14.89%；沿倾斜方向延伸 70m～156m，平均 113m，宽度变化系数 38.05%，矿体出露标高 710～859.5m，赋存标高 710～859.5m，控制标高 710～859.5m。

矿层总体走向北西西～近东西向，产状 160°～220°∠30°～40°。

矿层总体裸露地表，核实区西北部地形低洼处见第四系残坡积物覆盖层，厚度一般 6~8m，平均厚 7m。

（六）不良地质现象

经调查，B1 隐患已于上期适用期期间治理，本矿现状无不稳定地质体，但露天采场部分坡面层面顺坡向，在采矿过程中可能引发落石隐患；开采矿石以灰岩为主，剥离物以砂土层为主，少量强风化灰岩，不含对人体有毒、有害元素，目前最低开采标高 710m，高于附近侵蚀基准面 688.74m，对含水层结构、水位、水质的影响较轻；场地、道路、露天采场开采造成山体破损，岩土裸露，植被破坏，对地形地貌景观影响严重；矿山无污（废）水排放，废土、废石全部综合利用，采取多项措施降低粉尘、扬尘，对水土环境影响较轻。

四、矿区土地利用现状及采矿用地审批情况

（一）矿权内土地利用现状

根据镇巴县自然资源局提供的镇巴县土地利用现状图（局部）（2026 年 8 月）和《土地利用现状分类》（CB/T21010-2017）及“2025 年国土变更调查数据”资料，项目区土地类型划分为 5 个一级和 5 个二级类，包括旱地、乔木林地、其他草地、采矿用地和河流水面，各类土地利用面积见表 2-1，土地利用现状图见图 2-5。

表 2-1 矿权范围内土地利用现状表

一级地类		二级地类		面积hm ²	占总面积比例%
01	耕地	0103	旱地	0.0024	0.02
03	林地	0301	乔木林地	10.5567	94.91
04	草地	0404	其他草地	0.0482	0.43
06	工矿仓储用地	0602	采矿用地	0.3023	2.72
11	水域及水利设施用地	1101	河流水面	0.2134	1.92
合计				11.123	100.00

矿区总占地面积为 11.123hm²，其中耕地面积 0.0024hm²，占比 0.02%；乔木林地面积 10.5567hm²，占比 94.91%；其他草地面积 0.0482hm²，占比 0.43%；采矿用地面积 0.3023hm²，占比 2.72%；河流水面面积 0.2134hm²，占比 1.92%；矿区土地利用以乔木林地为主，采矿用地次之。

耕地主要分布在矿区东南侧梁顶平缓地带，主要为旱地，为当地村民农田。林地分布矿区大部分地区，植被种类主要为松树和乔木，林下混生有少量狼牙刺、

酸枣、荆条、黄刺玫等灌木。

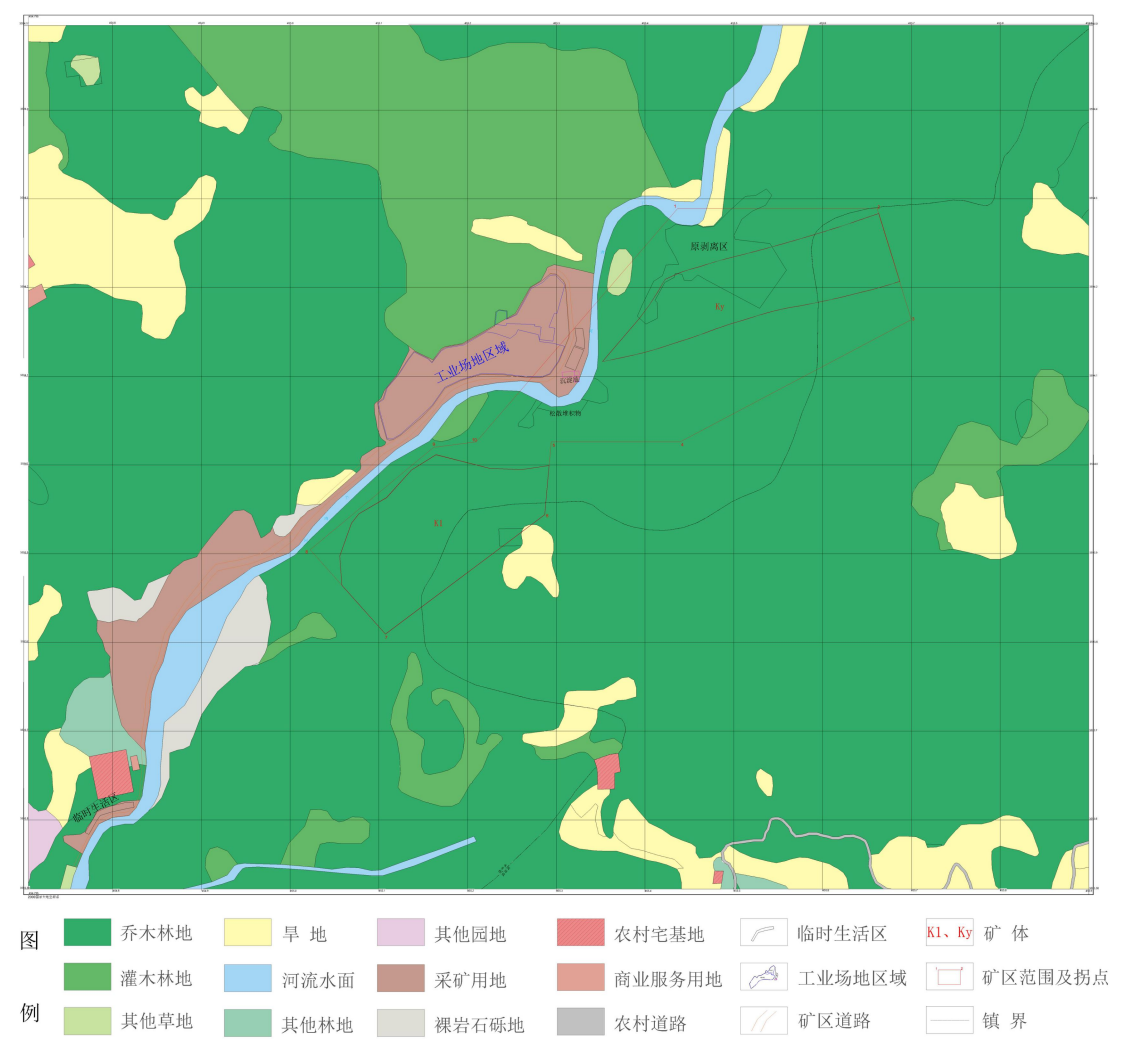


图 2-4 矿区土地利用现状图

(二) 矿区外土地利用现状

根据镇巴县自然资源局提供的镇巴县土地利用现状图（局部）（2026 年 8 月）和《土地利用现状分类》（CB/T21010-2017）及“2025 年国土变更调查数据”资料，项目区土地类型划分为 5 个一级和 7 个二级类，包括乔木林地、灌木林地、其他林地、其他草地、采矿用地、坑塘水面和裸岩石砾地，各类土地利用面积见表 2-2，土地利用现状图见图 2-8。

表 2-2 矿区外土地利用现状表

一级地类		二级地类		面积 hm²	占总面积比例%
01	耕地	0103	旱地	0.0218	1.12
03	林地	0301	乔木林地	0.0873	4.47
		0307	其他林地	0.0074	0.38
06	工矿仓储用地	0601	工业用地	0.0648	3.32

		0602	采矿用地	1.7696	90.63
12	其他土地	1207	裸岩石砾地	0.0016	0.08
合计				1.9525	100.00

矿区外总占地面积为 1.9525hm²，其中旱地面积 0.0218hm²，占比 1.12%；乔木林地面积 0.0873hm²，占比 4.47%；其他林地面积 0.0074hm²，占比 0.38%；工业用地面积 0.0648hm²，占比 3.32%；采矿用地面积 1.7696hm²，占比 90.63%；裸岩石砾地面积 0.0016hm²，占比 0.08%。矿区土地利用以采矿用地为主，林地次之。

（三）土地权属

根据调查及收集资料，镇巴县永帆建筑工程有限责任公司镇巴县永乐镇光辉村陈家湾组采石场建筑石料用灰岩矿位于镇巴县永乐镇。矿区土地利用现状权属大部分为永乐镇光辉村，少量属于简池镇杨家营村。根据对土地利用的实地调查和证实，项目区土地权属状况清晰，不存在产权纠纷。复垦区土地利用结构权属见表2-3。

表 2-3 矿区土地利用结构权属表

权属		地类					
		01 耕地	03 林地	04 草地	06 工矿仓 储用地	11 水域及水 利设施用地	合计
		0103 旱地	0301 乔木林地	0404 其他草地	0602 采矿用地	1101 河流水面	
镇巴县	永乐镇光辉村	/	8.5950	0.0482	0.3023	0.2134	
	简池镇杨家营村	0.0024	1.9617	/	/	/	1.9641
合计		0.0024	10.5567	0.0482	0.3023	0.2134	11.123

（四）永久基本农田情况

根据镇巴县国土空间总体规划（2021—2035 年）及基本农田分布，矿区内无耕地和永久基本农田分布。

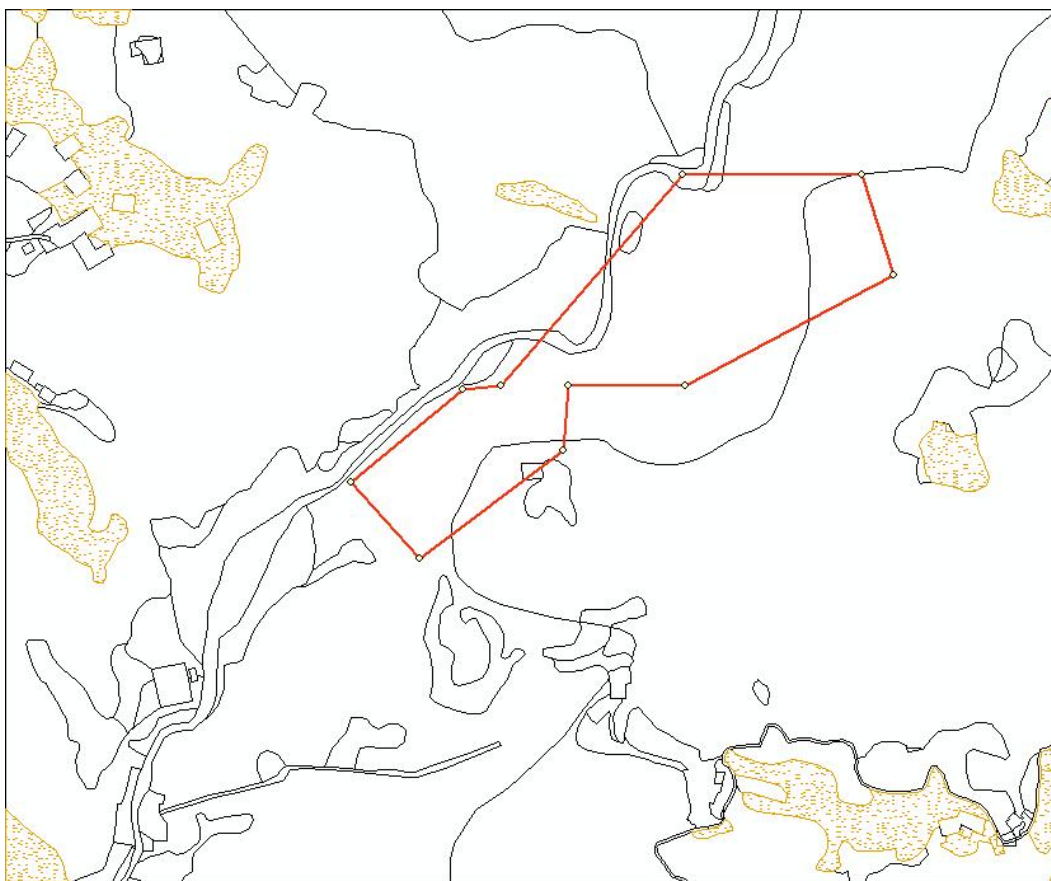


图 2-5 永久基本农田

五、矿区生态状况

镇巴县地处大巴山腹地，属于国家重点生态功能区、南水北调中线水源涵养区，生态基底优良，是秦巴山区重要生态屏障，北依秦岭，南连巴山，是国家重点生态功能区和生物多样性保护优先区，也是国家“两屏三带”生态安全战略格局的重要组成部分，具有调节气候、保持水土、涵养水源、维护生物多样性等诸多功能，生态区位极其重要。镇巴县位于国家南水北调中线工程重要水源涵养生态建设区，肩负着抓好区域生态保护修复，做好秦巴卫士，守好一库碧水，确保“一清水永续北上”的重大使命。

（一）镇巴县生态功能区划

根据《镇巴县国土空间总体规划》，矿区位于县域清洁能源发展区。

（二）矿区生态本底情况

镇巴县永帆建筑工程有限责任公司镇巴县永乐镇光辉村陈家湾组采石场建筑石料用灰岩矿矿区内无生态保护红线、自然保护地以及生物多样性保护优先区，以林地生态系统为主导，兼有草地生态系统，生态系统结构完整，环境适宜，

抗外界干扰能力强，各生态系统间流动性好，定位生态功能为水土保持。

1.生态系统状况

生态系统类型以林地为主体，并在沟谷、缓坡与居民地周边形成农田生态系统镶嵌分布；在人类工程活动强度较高的区段（矿山开采、道路与工矿场地）容易叠加地表扰动，表现为地表破碎、植被损毁与局部功能退化，矿山开采对自然植被退化具有显著影响。矿区内主要植被为松树、落叶栎林、常绿落叶阔叶混交林、竹林、灌丛及灌草丛均有生长，群落垂直结构完整；优势种群为松树，生长良好，无大量死亡现象。

综上所述，矿区内生态系统结构完整，环境适宜，抗外界干扰能力强。

2.生态系统格局

矿区以林地生态系统为主导（约占 95%），坡面多为林地，沟谷与缓坡地带集中分布耕地、道路与居民点，是生态过程（径流侵蚀、泥沙输移）最活跃、景观破碎化最显著的带状区域。林地生态系统主要分布在矿区周围，生态系统间无生态屏障，流通性好。

（三）矿区生物多样性

矿区附近的生物多样性主要体现在物种多样性、遗传多样性和生态系统多样性三个层面，展现出山区生态系统的典型特征与可持续发展潜力。

在物种多样性方面，当地分布有红豆杉、杜仲等珍稀植物，同时广泛种植天麻、核桃、板栗和猕猴桃等经济林木，构成丰富的植被层次。这些植物不仅具有生态保护功能，也为中药材产业发展提供了资源基础。动物资源方面，随着生态保护力度加强，麂、野猪、山兔、松鼠等野生动物种群逐步恢复，林区生物活动日益频繁，反映出食物链的逐步完善和栖息环境的改善。

在遗传多样性层面，区域内多种本土植物和动物种群保留了较为完整的基因资源。例如不同品种的天麻和核桃在长期种植过程中形成了适应本地气候与土壤条件的遗传特性，为农业育种和生态适应研究提供了潜在价值。

生态系统多样性则体现在山地森林、农田、溪流及人工林等多种生境共存。当地村民依托油菜花、槐花及中药材花卉资源发展中华蜂养殖，推动生态农业与生物多样性互促共进，形成“林—药—蜂”复合生态模式，增强了传粉网络和生态系统的稳定性。

六、矿山及周边其他人类重大工程活动

采矿活动是矿区内主要的人类活动，其次是矿区周边的农业活动、建房、造地、修路等（见图 2-9）。简述如下：

1. 矿山开采

矿山开采是矿区内最主要的人类工程活动，根据现场调查，矿山暂未开采，仅对 Ky 矿体表面进行剥离，形成一处山体裸露，对地形地貌的破坏严重。

2. 矿山建设

矿区现有的工业场地、矿山道路等场地建设时间较长，地势开阔平坦，排水及防护设施相对完善。矿区现有临时生活区场地平坦，不存在对周边坡体开挖。矿山建设总体对区域地质环境影响较轻。

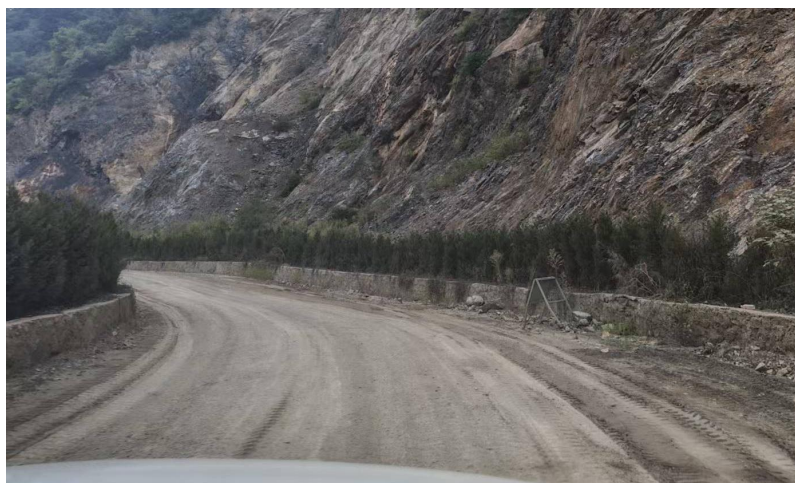
3. 农业耕种

矿区内主要沟谷主要为干沟河，沟谷较宽阔，沟道排水通畅，坡面的植被发育，受退耕还林工程实施的影响，区内坡耕地已基本恢复成了林地或园地，因而农业耕作、园地种植引发水土流失或不稳定地质体的现象十分少见。

4. 基础设施建设（道路、输电线路等）

（1）道路

矿区周边有通村水泥路；矿区内修建有矿山道路，主要为运矿道路，其次村民可以利用运矿道路进行生产生活（见照片 2-6）。



照片 2-6 矿山道路

（2）输电线路

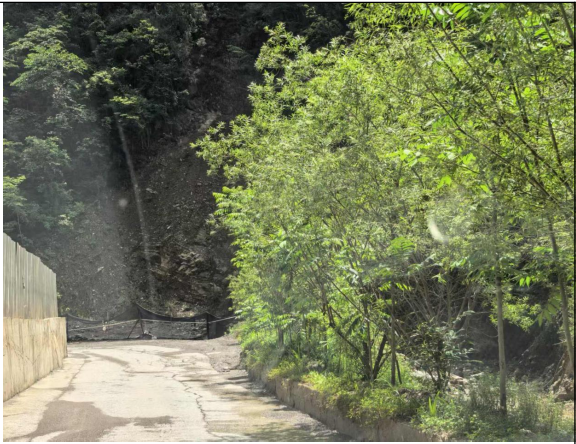
矿区及企业供电电源为永乐镇 10kv 变电站，距矿区约 9km，以 10kv LGJ-3×35 架空线路引到矿区，接电处位于现工业场地外。

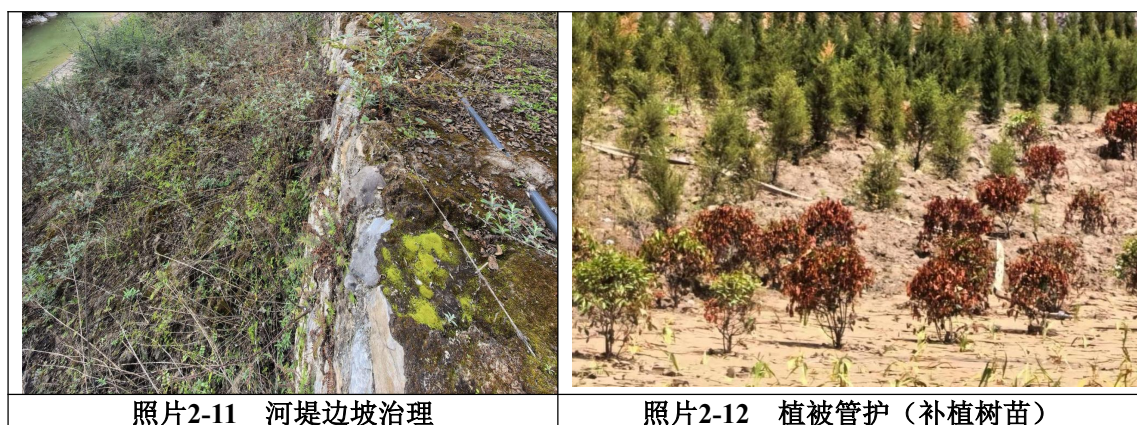
综上，矿区及周边的其他人类重大工程活动对地质环境影响程度较轻。

七、矿区生态修复工作情况

（一）已实施的生态修复工程

矿山 2020 年以来结合《矿山地质环境保护与土地复垦方案》及相关要求，每年根据矿山实际开采状况研讨制定矿山地质环境恢复治理与土地复垦方案，落实治理任务、制定治理措施。分别对 B1 隐患、露天采场、废石堆放场、进场道路、河堤边坡等进行了地质环境治理，主要措施为削坡、修建截排水沟和拦渣坝等；对露天采场、矿山道路、废石堆放场等进行了土地复垦，复垦措施为覆土、种树、种草，较好地完成了各项治理任务，治理的工作量见表 2-4、表 2-5、表 2-6，治理效果见照片 2-7~2-12。

	
照片2-7 露天采场修建排水渠	照片2-8 道路边绿化
	
照片2-9 矿山道路表土剥离后	照片2-10 进场道路绿化工程



根据镇巴县永帆建筑工程有限责任公司编制的《镇巴县永帆建筑工程有限责任公司镇巴县永乐镇光辉村陈家湾组采石场建筑石料用灰岩矿矿山地质环境保护与土地复垦方案 2020-2025 年度适用期工作总结报告》，该项目通过了专家组的验收，验收结论为：合格。

表 2-4 适用期矿山地质环境治理恢复项目汇总表

序号	工程名称	单位	方案设计 工程量	计划 工程量	完成 工程量	增减情况	备注
一	B1 崩塌隐患						
1	削坡	m ³	350	350	359.5	增加9.5	
2	警示牌	块	1	1	1	按计划完成	
二	露天采场						
1	截排水沟						
	人工挖沟渠	m ³	483	483	492	增加9	
	M7.5 浆砌石	m ³	372.6	372.6	388.4	增加15.8	
	抹面	m ²	828	828	842	增加14	
三	废石堆放场						
1	截排水沟						
	人工挖沟渠	m ³	52.5	52.5	68.5	增加16	
	M7.5 浆砌石	m ³	40.5	40.5	55.7	增加15.2	
	抹面	m ²	90	90	103	增加13	
2	拦渣坝						
	土方开挖	m ³	58.5	58.5	63.4	增加4.9	
	地基夯实	m ³	13.5	13.5	17.8	增加4.3	
	M7.5 浆砌石	m ³	195	195	203	增加8	
	排水管	m	80	80	82	增加2	
四	表土堆放场						
	挡墙						
	M7.5 浆砌石	m ³	550	/	/	减少550	

	排水管	m	292	/	/	减少292	
	反滤包	m ³	92	/	/	减少92	
	截排水沟						
	人工挖沟渠	m ³	63	/	/	减少63	
	M7.5 浆砌石	m ³	48.6	/	/	减少48.6	
	抹面	m ²	108	/	/	减少108	
五	进场道路						
1	截排水沟						
	人工挖沟渠	m ³	455	455	478	增加23	
	M7.5 浆砌石	m ³	351	351	372	增加21	
	抹面	m ²	780	780	791	增加11	
2	绿化工程						
	行道树	株	600	600	621	增加21	
	绿化带	m ²	300	300	300	按计划完成	
六	河堤						
1	边坡治理						
	M7.5 浆砌石	m ³	245	245	255	增加10	
	铁丝笼护坡	m ²	1500	1500	1511	增加11	

表 2-5 适用期土地复垦项目汇总表

序号	工程名称	单位	方案设计 工程量	计划 工程量	完成 工程量	增减情况	备注
一	露天采场						
	表土剥离	m ³	432	432	445	增加 13	
二	矿山道路						
	表土剥离	m ³	1958	1958	1972	增加 14	
三	废石堆放场						
	表土剥离	m ³	2000	2000	2011	增加 11	
四	露天采场						
	土壤重构工程						
	表土剥离	m ³	1653	/	/	减少 1653	
	表土回覆	m ³	1592	/	/	减少 1592	
	土地平整	m ²	5220	/	/	减少 5220	
	植被重建工程						
	栽植马尾松	株	2264	/	/	减少 2264	
	散播紫花苜蓿	hm ²	0.5308	/	/	减少 0.5308	
	栽植葛藤	株	2168	/	/	减少 2168	
五	已复垦区域						
	植被重建工程						
	补植刺槐	株	/	/	1048	增加 1048	
	补植侧柏	株	/	/	752	增加 752	

表 2-6 矿山地质环境监测与土地复垦监测及管护工作量统计表

年度	主要治理内容		单位	方案设计 工作量	计划 工作量	完成 工作量	增减情况	备注
第一 年度	矿山地质环境 监测	不稳定地质体监测	次	61	61	61	按计划完成	
		土地损毁监测	点次	1	1	1	按计划完成	
	土地复垦监测	土壤监测	点次	6	6	6	按计划完成	
第二 年度	地质环境治理	矿山地质环境监测	次	46	46	46	按计划完成	
	土地复垦监测	土地损毁监测	点次	1	1	1	按计划完成	
		土壤监测	点次	6	6	6	按计划完成	
		植被监测	点次	6	6	6	按计划完成	
第三 年度	地质环境治理	矿山地质环境监测	次	46	46	46	按计划完成	
	土地复垦监测	土地损毁监测	点次	1	1	1	按计划完成	
		土壤监测	点次	6	6	6	按计划完成	
		植被监测	点次	6	6	6	按计划完成	
		管护面积	hm ²	0.144	0.144	0.144	按计划完成	
	地质环境治理	矿山地质环境监测	次	46	46	46	按计划完成	
第四 年度	土地复垦监测	土地损毁监测	点次	1	1	1	按计划完成	
		土壤监测	点次	6	6	6	按计划完成	
		植被监测	点次	6	6	6	按计划完成	
		管护面积	hm ²	0.3152	0.144	1.144	按计划完成	
	地质环境治理	矿山地质环境监测	次	46	46	47	增加 1	
第五 年度	土地复垦监测	土地损毁监测	点次	1	1	1	按计划完成	
		土壤监测	点次	6	6	6	按计划完成	
		植被监测	点次	6	6	6	按计划完成	
		管护面积	hm ²	0.5076	0.144	1.144	按计划完成	

（二）适用期实际投入资金

《两案》适用期矿山地质环境保护与土地复垦总费用为 190.85 万元，其中矿山地质环境治理经费 162.32 万元，土地复垦经费 28.54 万元。

矿山在适用期（2020—2025 年）实际总投资费用为 119.14 万元，《两案》适用期（2020—2025 年）预算投资为 190.85 万元，从费用总投资看，矿山适用期地质环境治理与土地复垦实际投资费用低于计划投资费用，主要是因为矿山未进行开采活动，后期《两案》部分部署工程未能按计划实施。

（三）适用期验收及基金的提取情况

镇巴县自然资源局组织专家分别于 2023 年 8 月和 2025 年 9 月对年度计划进行了审查，同时对上一年实施工程进行了验收，并取得了专家组意见。镇巴县自然资源局组织专家于 2025 年 11 月 14 日对上期《两案》5 年适用期实施工程进行了验收，顺利通过验收并取得了专家组的意见。

矿山在适用期期间未进行开采，原矿销售额 0 元，依据《陕西省矿山地质环境恢复治理与土地复垦基金实施办法》及通过审查的原《方案》，镇巴县永帆建

筑工程有限责任公司镇巴县永乐镇光辉村陈家湾组采石场建筑石料用灰岩矿应提取基金 0 元，截止 2025 年 6 月 30 日，镇巴县永帆建筑工程有限责任公司镇巴县永乐镇光辉村陈家湾组采石场建筑石料用灰岩矿适用期期间已提取基金 0 元，基金账户余额 0 元，未申请使用基金。

（四）取得成效

矿山在开采过程中，严格按照《两案》设计内容和年度治理计划，对矿山开展了矿山地质环境恢复治理和土地复垦工作，主要是对露天采场、矿山道路和废石堆放场等开展矿山地质环境恢复治理和土地复垦工作，基本完成《两案》设计适用期工程内容，工程质量合格。

（五）存在问题

根据现场复垦效果分析，主要存在以下四个方面的问题：

1、矿山地质环境治理恢复工程资料不全，应参照《矿山地质环境治理恢复技术与验收规范》（DB61 / T1455-2021）之规定完善各类资料。

2、矿山地质环境治理恢复相关影像资料较少，应在施工前、施工中、施工后各阶段留存影像。

3、矿山在今后工作中应加强管护，保证植被的存活率，并注意防治病虫害，对病苗、死苗及时进行治疗或补种。

4、矿山应定期对矿区内排水渠进行清淤维护，及时清理排水渠内落叶、碎石等杂物，修补损坏的部分。

（六）本方案与原方案衔接情况说明

本方案是在参考原《方案》的基础上编写完成，在编写本方案之前，首先对上期方案进行了全面了解，部分应用了上期方案对于矿山建设工程以及矿区基础信息的介绍；其次，针对上期方案所涉及的不稳定地质体发育情况以及地形地貌、含水层、土地资源的破坏情况再次进行深入调查、分析及预测，最后，针对上期方案所设计的治理、监测工程、工程量统计以及资金预算等内容进行分析和优化，对上期方案复垦地段成活率低和部分边坡复垦不到位的地段，纳入本次矿区生态修复方案中，最终完成本次方案编写。

（七）积累的经验

镇巴县永帆建筑工程有限责任公司镇巴县永乐镇光辉村陈家湾组采石场建

筑石料用灰岩矿通过多年的实践，摸索出了适合实际的矿山地质环境治理与土地复垦经验。经过对已实施矿山地质环境治理恢复与土地复垦工作进行整理和分析，总结了工作中存在的不足，对矿山管理和工作模式进行经验交流，对质量较好的项目进行阐述和总结：

（1）复垦工艺及复垦内容：充分借鉴当地自然资源部门及有经验村民的绿化种植经验，林木树种优先选择本地区内优势品种，复垦方向以恢复为原地类为主，有条件区域复垦工程利用灌、草、林相结合的方式。

（2）表土的剥离和贮存：耕地表土往往是肥沃的，含有较高的有机质和养分。为恢复良好的农田，需要对表土（耕植土）进行预先剥离和贮存以便将来覆土。贮存表土时应种上植被以防止流失和保肥。

（3）远期养护：恢复植被后应安排专人定期对绿化植被进行监测和管护，及时补种、浇水等，提高植物成活率。

综上，上述治理工程能因地制宜，选择的环境治理方式在该区切实可行，完成实施的效果良好，其社会效益、环境效益、经济效益均明显可见，故对本期将要布置的环境治理工程具有明显的参考和借鉴价值，明确土壤翻耕方式与深度、土壤培肥用量与方法，覆盖有机土的厚度及方式方法，将来农作物长成后的监测与管护。

八、矿区基本情况调查监测指标

镇巴县永帆建筑工程有限责任公司镇巴县永乐镇光辉村陈家湾组采石场建筑石料用灰岩矿基本情况调查监测指标主要包括开采前矿山地质环境背景（主要监测地下水情况）、土地资源现状（主要监测土地利用现状、耕地及永久基本农田情况）和生态系统本底的基值（主要包括地表水、生态系统格局、生态状况调查、生态系统服务、生态系统质量情况）和参照值；开采中保护预防控制（主要包括保护措施、预防控制措施）、损毁现状与拟损毁（主要包括地质环境损毁、土地资源损毁、生态系统破坏）、复垦修复成效监测（主要包括地质环境治理、生态系统恢复）。

镇巴县永帆建筑工程有限责任公司镇巴县永乐镇光辉村陈家湾组采石场建筑石料用灰岩矿监测方法以人工巡查监测为主，辅以无人机影像监测，两者结合监测矿区地表水、地质环境、土地损毁等情况；矿区内土地利用现状根据镇巴县

自然资源局提供 2025 年变更第三次全国土地利用数据进行调查。详细监测内容与监测指标见表 2-7、表 2-8。

表 2-7 矿区开采前生态修复监测内容与监测指标表

监测对象	监测内容	监测指标	监测方法	监测值
矿山地质环境	地下水	含水层类型	DZ/T 0287	本矿山不涉及地下水
		地下水位		
		地下水水温		
		地下水水量		
		井泉个数及排泄量		
土地资源	土地利用现状	土地利用类型及面积	TD/T 1055 TD/T 1010	旱地 0.0024hm ² ; 乔木林地 10.5567hm ² ; 其他草地0.0482hm ² ; 采矿用地0.3023hm ² ; 河流水面0.2134hm ² ;
		土地利用面积		11.123hm ²
		永久基本农田面积		0
	耕地及永久基本农田	土壤质量	NY/T 1119	本矿山不涉及永久基本农田
		配套设施		
		生产力水平		
生态系统	地表水	地表水面积		0.2134hm ²
		地表水排泄		自然沟道排泄
	生态系统格局	生态系统类型比例	GB/T 42340	森林生态系统 100%
		平均斑块面积		10.5567hm ²
		边界密度		0.03
		聚集度指数		77.5
	生态状况调查	森林生态系统	GB/T 30363 HJ 1167	V级防护林
		草地生态系统	NY/T 2998 HJ 1668	0.0482hm ²
		湿地生态系统	HJ 1669	本矿山不涉及草地、湿地、荒漠
		荒漠生态系统	HJ1670	
	生态系统服务	水源涵养量	HJ 1173 LY/T 2988	130.93
		防风固沙量		4400
		生物多样性维护		0.34
		碳汇量		9.26 万吨
	生态系统质量	生物量	GB/T 42340	12
		植被覆盖度		6.40%
		水质		Ⅱ级
		生态系统质量综合指数		37.48

表 2-8 矿区开采中生态修复监测内容与监测指标表

监测对象		监测内容	监测指标	监测方法	监测值
保护预防控制监测	保护措施		避让措施		矿区开采已避让了人文环境
			减缓措施		矿山严格按照边开采边治理的原则进行采矿
			文化保护		矿山不涉及破坏文化
	预防控制措施		物种收集与保护		矿区原生物物种数较少，没有稀有珍惜物种
			表土剥离与保存		矿山在开采之初已将表土进行剥离并保存至排土场，目前排土场已复垦
			地表沉陷减损		矿山为露天开采，不涉及地表沉陷
损毁现状与拟损毁监测	地质环境损毁	采空区塌陷	地表形变	DZ/T 0287 DZ/T 0388	本矿山为露天矿山，不涉及采空区塌陷
			地下形变		
			孔隙水压力		
			土压力		
			岩土体含水率		
			初始塌陷值		
			累计塌陷值		
			裂缝发育		
			地下水位		
			降水量		
		不稳定边坡	地表形变		裂缝宽 1-3cm
			地下形变		无地下形变
			地下水位		位于地下水位以上
			降水量		年降水量 845mm
			岩土体含水率		1.40%
			孔隙水压力		3kpa
			土压力		24.5kpa
			地应力		4.3mpa
		地下水（含水层、地下潜水、开采目的层、疏干层）	含水层破坏类型		矿山位于当地最低侵蚀基准面以上，不设计地下水
			地下水温		
			地下水位		
			地下水水量		
			抽排地下水量		
			综合利用量		
			疏干排水面积		
	土地资	挖损土地面积	旱地	TD/T 1049 TD/T 1055 TD/T 1031	/
			乔木林地		0.97hm ²
			其他草地		/

生态修复效果监测	源损毁		采矿用地		/
			河流水面		/
		塌陷土地面积			本矿山不涉及塌陷
		压占土地面积	旱地		0.0218hm ²
			乔木林地		0.0367hm ²
			其他林地		0.0074hm ²
			采矿用地		1.9242hm ²
			工业用地		0.0648hm ²
			裸岩石砾地		0.0016hm ²
		永久基本农田损毁			本矿区无永久基本农田
	生态系统破坏	生态用地损毁	湿地损毁面积		0
			林地损毁面积		10.5567hm ²
			草地损毁面积		0.0482hm ²
		地表水	地表水面积变化		地表水汇水面积不变
			地表水排泄变化		沿修建的排水渠进行排泄
	地质环境治理	不稳定边坡	恢复治理率	DZ/T 0287 DZ/T 0388	100%
		采空区塌陷	复垦修复率		不涉及
		地下水	地下水位		不涉及
			疏干排水面积回复率		
		复垦修复土地	地形	GB/T 32740 GB/T 36393 GB/T 42489 NY/T 1119 TD/T 1010 TD/T 1049	按照开采后地形进行平整
			配套设施		排水渠
			生产力水平		二等
			土地复垦率		100%
	生态系统修复	地表水	地表水面积变化		地表水汇水面积不变
			地表水排泄变化		沿修建的排水渠进行排泄
		生态系统格局	生态系统类型比例	HJ 1171	森林生态系统 94.91%
			平均斑块面积		10.5567hm ²
			边界密度		0.03
			聚集度指数		77.5
		生态状况调查	森林生态系统	GB/T 30363 HJ 1167	/
			草地生态系统	NY/T 2998 HJ 1668	其他草地
			湿地生态系统	HJ 1669	本矿山不涉及湿地、荒漠
			荒漠生态系统	HJ1670	
		生态系统服务	水源涵养量	HJ 1173 LY/T 2988	/
			防风固沙量		/
			生物多样性维护		/
			碳汇量		/

		生态系统质量	生物量	GB/T 42340	12
			植被覆盖度		2.54%
			水质		Ⅱ类
			生态系统质量综合指数		37.48

第三章 问题识别诊断及修复可行性分析

一、问题识别与受损预测

(一) 现状问题

1. 现状调查

(1) 矿山现状地质环境调查

镇巴县永帆建筑工程有限责任公司镇巴县永乐镇光辉村陈家湾组采石场建筑石料用灰岩矿采用露天开采方式，目前处于停产状态，矿山采矿设备设施相对齐全。

2026年8月12~15日，项目组赴现场进行矿山地质环境调查，结合项目区土地利用现状图、《汉中市镇巴县地质灾害风险调查评价报告》和开采现状图，集中对临时生活区、进场道路、工业场地和露天采场进行了不稳定地质体、含水层的破坏、地形地貌影响、水土环境影响、土地资源（已损坏土地、拟开采区土地）等方面进行详细调查、实际测量、定位拍照和记录，完成调查面积 0.3315km²，调查路线 1.22km，收集资料 15 份，数码照片 65 张及录像 5 分钟。

(2) 土地资源现状调查

镇巴县永帆建筑工程有限责任公司镇巴县永乐镇光辉村陈家湾组采石场建筑石料用灰岩矿项目区占地面积 13.1825hm²，其中矿区范围外占地 11.123hm²，矿区内占地 1.9525hm²，根据土地利用现状图，矿区土地利用涉及 5 个一级和 7 个二级类，包括林地、草地、工矿仓储用地、水域及水利设施用地和其他用地等。

人类活动对土地资源的影响主要表现为企业采矿活动对土地资源的破坏及地面设施对土地资源的压占与挖损，矿区土地损坏范围内土地利用类型主要为林地和工矿用地，矿山企业对已损坏土地的进行了复垦。

(3) 生态环境现状调查

矿区位于巴山北麓西段腹地。调查区地带性植被类型为典型的北亚热带山地暖温带湿润区，其代表群系为针叶阔叶混交林。由于受非地带性生态环境条件的影响，区内广泛发育着半隐域性植被。目前矿山已开采区地面变形对地表影响较小，对调查区内植被及动植物群落影响较轻。

2. 矿山地质环境问题

(1) 矿山不稳定地质体

上期方案中，在矿区内进场道路（进场道路）高陡边坡处，存在一处不稳定地质体隐患（B1），产生原因为修建进场道路时开挖山坡所致，上一个适用期内已对该处隐患点进行了治理，治理方式为：削坡+警示牌，隐患已消除，本次不在评估。

通过本次调查，矿区区内未发现新的不稳定地质体隐患。

综上所述，采矿影响范围内，不稳定地质体及隐患不发育，不稳定地质体的现状影响较轻。

（2）地形地貌景观破坏

据实地调查，目前矿山未开采，现状条件下，对地形地貌景观的破坏主要为矿山基础设施建设造成评估区范围内山体破损、地表植被破坏，改变了当地原有地貌特征。

目前矿山修建临时生活区占用土地资源面积约 0.04hm^2 ，进场道路占用土地资源面积约 0.53hm^2 ，工业场地占用土地资源面积约 1.49hm^2 ，合计占用、破坏土地资源面积约 2.06hm^2 ；改变了原有的地形地貌和自然景观，形成了裸露的岩质和土质边坡等，与周围景观极不协调。

矿山目前存在两处裸露松散堆积物，系雨季冲刷后产物，占用土地面积约 0.24hm^2 ，很大程度上改变了原有的地形地貌和自然景观，形成了裸露的岩质和土质边坡等，与周围景观极不协调。

矿山目前未进行开采，仅有 Ky 矿体进行剥离表土，损毁土地面积为 0.97hm^2 ，改变了原有的地形地貌和自然景观，形成了裸露的岩质和土质边坡等，与周围景观极不协调。后续将在 K1 矿体开采后进行开采，需对 Ky 矿体剥离处进行临时复绿。

矿区内无自然保护区、人文景观和风景旅游区，远离城市周围，远离居民集中区周边，远离高速铁路、高速公路、国道、省道，亦不在其可视范围内。

现阶段，矿山附属设施（临时生活区、进场道路、工业场地）、裸露松散堆积物和采场剥离处等，很大程度上改变了原有的地形地貌和自然景观，形成了裸露的岩质和土质边坡等，与周围景观极不协调。现状共计破坏原生地形地貌景观面积达 3.27hm^2 ，对矿区地形地貌景观影响程度严重。

（3）含水层破坏

目前矿体未开采，只进行了基础设施建设，开挖工程仅限于地表浅部，由于第四系残坡积含水层、风化裂隙岩石含水层富水性差，表土剥离和基岩挖损对周边含水层的影响较小，对周边生活、生产等影响较小。

综上所述，矿区现状条件下采矿活动未对地表及地下水资源产生影响。因此，现状

诊断认为采矿活动对含水层影响程度为轻度。

3.土地损毁问题

镇巴县永帆建筑工程有限公司镇巴县永乐镇光辉村陈家湾组采石场建筑石料用灰岩矿项目区内土地损毁形式主要包括挖损损毁和压占损毁两种类型，见表 3-1。

表 3-1 已损毁土地面积统计表

工程名称	损毁方式	损毁程度	耕地 01	林地 03		工矿用地 06		其他土地 12	合计 (hm ²)
			旱地 0103	乔木林地 0301	其他林地 0307	工业用地 0601	采矿用地 0602	裸岩石砾地 1207	
临时生活区	压占	重度				0.04			0.04
进场道路	压占	重度	0.02	0.02	0.01	0.03	0.44	0.01	0.53
工业场地	压占	重度		0.02			1.47		1.49
松散堆积物	压占	重度		0.24					0.24
Ky 剥离区	挖损	重度		0.97					0.97
合计									3.27

(1) 压占损毁土地

①临时生活区：损毁土地 0.04hm²，主要损毁工业用地，损毁方式为压占，损毁程度为重度。

②进场道路：损毁土地 0.53hm²，损毁旱地 0.02hm²，乔木林地 0.02hm²，其他林地 0.01hm²，工业用地 0.03hm²，采矿用地 0.44hm²，裸岩石砾地 0.01hm²，损毁方式为压占，损毁程度为重度。

③工业场地：损毁土地 1.49hm²，损毁乔木林地 0.02hm²，采矿用地 1.47hm²，损毁方式为压占，损毁程度为重度。

④松散堆积物：损毁土地 0.24hm²，主要损毁乔木林地，损毁方式为压占，损毁程度为重度。

(2) 挖损损毁土地

①Ky 剥离区：主要为剥离 Ky 露天采场表土，损毁乔木林地 0.97hm²，损毁方式为挖损，损毁程度为重度。

②临时生活区：建有活动板房，占地面积为 0.43hm²，其中其他林地 0.01hm²，采矿用地 0.42hm²，对土地的损毁形式为先挖损后压占，室内外均混凝土硬化，长期压占土地改变了土壤性状，使土壤板结，植被无法生长，复垦难度大，土地损毁程度为重度。

综上所述，矿区开采对土地损毁影响程度为重度。

4.生态环境问题

(1) 植被损毁

经现场调查，镇巴县永帆建筑工程有限责任公司镇巴县永乐镇光辉村陈家湾组采石场建筑石料用灰岩矿矿区内进场道路、工业场地、临时生活区、松散堆积物和 Ky 剥离区内植被损毁严重，地表裸露，未见植被自然恢复现象。

(2) 生物多样性损失

根据 GB/T 43680-2024《生态系统评估陆地生态退化评估方法》和 HJ 1168-2021 的分级思路，可对林草地损毁程度进行综合评定。

表 3-2 生态损毁状况评估指标表

评估指标	指标数值		
植被覆盖度降低	<30%	30%—60%	>60%
土壤侵蚀程度	轻微，表土基本完整	中度，心土出露	严重，母质或基岩出露
生物量损失率	<30%	30%—60%	>60%
面积占比	<10%	10%—30%	>30%
生态系统功能	部分功能降低，可自然恢复	功能明显退化，需人工辅助恢复	功能丧失，需工程重建
综合损毁程度	轻度损毁	中度损毁	重度损毁

镇巴县永帆建筑工程有限责任公司镇巴县永乐镇光辉村陈家湾组采石场建筑石料用灰岩矿林地生态系统损毁 5 处，进场道路、工业场地、临时生活区、松散堆积物和 Ky 剥离区内地面表土裸露，植被损毁，功能明显退化，需人工辅助恢复。

综上所述，镇巴县永帆建筑工程有限责任公司镇巴县永乐镇光辉村陈家湾组采石场建筑石料用灰岩矿林地生态系统损毁程度为中度损毁。

(3) 水土流失

受采矿工程的影响，项目区已损毁土地 3.27hm²，主要涉及林草地和采矿用地等地类。

在已损毁的林草地上，受采矿作业影响，表层耕作层被打破，土壤结构疏松，抗冲刷能力下降。降雨条件下，细颗粒和养分易随径流流失，造成土壤肥力降低，地力保持能力减弱；在裸露地和植被稀疏地段，薄层冲刷更加明显，存在表土进一步变薄的风险，不利于后续复垦与作物生长，裸露地表直接承受雨滴打击和径流冲刷，极易发生土壤颗粒剥蚀和迁移，削弱了植被对地表径流的拦截、减速和固土作用，使水土流失敏感性增加。

目前项目区内专门的水土保持工程措施和拦挡、排导设施较少，项目区尚未形成系

统的排水与防冲刷体系。遇极端降雨过程时，沟谷汇水区存在形成细小冲沟、冲毁矿山道路等工程设施的风险。若不及时实施地形整治、表土复垦和植被恢复，水土流失程度可能逐步加重，影响土地复垦效果和区域生态安全。

总体上，项目区内水土流失以面状冲刷为主，水土流失强度以轻度为主，局部有向中度发展的趋势。

(4) 水土环境影响

根据现场调查，目前矿山处于在建状态，尚未正式开采，现状条件下矿山活动对水土资源产生破坏和污染较小，故水土环境污染现状评估影响程度较轻。

5.现状诊断分级与分区

(1) 现状诊断分级

矿山地质环境影响程度现状诊断分级采用因子叠加（半定量）方法划分。即综合考虑现状情况下采矿工程建设已发生的不稳定地质体、含水层的变化情况、地形地貌景观的破坏程度、水土环境影响以及生态系统评价结果，采取“就高不就低”的原则进行分级。

矿区内采矿活动对局部地段含水层结构影响较轻，松散堆积物、Ky 剥离区及地面工程对地形地貌影响严重，采矿活动对水土环境质量程度较轻，采矿活动对生态系统影响中度。

(2) 现状分区结果

通过对各因子现状调查结果进行叠加分析，结合矿区内的地质环境条件对各区块界线进行必要修整后，得到矿区地质环境影响程度现状诊断综合分区。本次共划分为 2 个级别 6 个区，重度受损区 5 个区块，轻度受损区 1 个区块，其中，重度受损区（Ax）面积 3.27hm²，占影响范围面积的 13.64%，轻度受损区（Cx）面积 20.70hm²，占影响范围面积的 86.36%，见表 3-3。

表 3-3 矿山地质环境现状诊断分区表

分区编码		面积 (hm ²) 占比 (%)	现状诊断					现状地质环境问题
			不稳定地质体	含水层	地形地貌	水土环境	生态系统	
重度受损区	Ax ₁	$\frac{1.49}{6.22}$	较轻	轻度	严重	较轻	中度	工业场地对含水层及水土环境影响为轻度，对地形地貌影响为重度，对水土环境影响为轻度；对生态系统的破坏为中度。
	Ax ₂	$\frac{0.04}{0.16}$	较轻	轻度	严重	较轻	中度	生活区对含水层及水土环境影响为轻度，对地形地貌影响为重度，

								对水土环境影响为轻度；对生态系统的破坏为中度。
	Ax ₃	$\frac{0.97}{4.05}$	较轻	轻度	严重	较轻	中度	原剥离区对含水层及水土环境影响为轻度，对地形地貌影响为重度，对水土环境影响为轻度；对生态系统的破坏为中度。
	Ax ₄	$\frac{0.53}{2.21}$	较轻	轻度	严重	较轻	中度	矿山道路对含水层及水土环境影响为轻度，对地形地貌影响为重度，对水土环境影响为轻度；对生态系统的破坏为中度。
	Ax ₅	$\frac{0.24}{1.00}$	较轻	轻度	严重	较轻	中度	松散堆积物对含水层及水土环境影响为轻度，对地形地貌影响为重度，对水土环境影响为轻度；对生态系统的破坏为中度。
小计		$\frac{3.27}{13.64}$						
轻度受损区	Cx	$\frac{20.70}{86.36}$	较轻	轻度	较轻	较轻	轻度	矿业活动对矿山地质环境影响为轻度，对生态系统影响为轻度。
合计		$\frac{23.97}{100}$						

(二) 受损预测

结合矿山生产建设工艺流程、环节时序等，预测分析采矿活动可能影响范围内的地质环境影响、土地损毁、生态问题等，以及已损毁土地被重复损毁的可能性。

1.地质环境受损预测

地质环境受损预测包括矿山开采活动对不稳定地质体、地形地貌景观、含水层破坏预测。

1) 不稳定地质体危险性受损预测

矿山地质环境受损预测是指在现状诊断的基础上，根据矿山类型和矿产资源开发利用方案确定的开采范围、深度、规模、排放废弃物的处置方式等，结合矿区地质环境条件，预测矿业活动可能引发的环境问题和矿山建设遭受不稳定地质体的危险性，并对其发展趋势、危害对象、影响程度和防治难度进行分析论证和诊断。

(1) 矿山建设引发不稳定地质体的受损预测

根据开发利用方案和采矿工程设计，目前矿山建设活动已基本完成，地面生产系统较为完备，现有地面工程及设施已满足开采需求。因此，矿山建设引发不稳定地质体的可能性小，危险性小。

(2) 采矿活动引发不稳定地质体的受损预测

矿山为露天台阶式开采，采用自上而下分台阶进行开采；工作台阶高度为 10m，工作台阶坡面角为 70°；每隔两个安全平台设置 1 个清扫平台，安全平台宽度 4m，清扫平

台宽度 6m，最小开采平台宽度 30m。

矿山露天采场最终边坡参数和边坡角符合规范要求，只要矿山严格按照开发利用方案自上而下按要求开采，预测矿山开采引发采场边坡不稳定地质体隐患的可能性小，危险性小。

(3) 矿山建设和采矿活动遭受不稳定地质体的受损预测

矿山道路两侧及开采境界采场内的边坡，目前较为稳定。后期在爆破震动、强降水、地震等作用影响下，可能会发生零星碎石掉块，规模较小，危险性小。

预测认为：矿山建设活动和采矿活动遭受不稳定地质体影响可能较小，危害程度较小，危险性较小。

2) 含水层受损预测

矿体最低开采标高为 695m，当地侵蚀基准面为 667m，矿山活动位于最低侵蚀基准面以上。矿山开采不会造成地表水水位下降，同时矿山开采过程不会添加有毒有害物质，不会对地下水水质产生影响。

预测矿山开采对矿区含水层的影响程度较轻；采矿活动不会使矿区水文地质条件发生较大变化，含水层补给基本无变化，对水质影响较小。

3) 地形地貌景观受损预测

目前矿山未开采，下阶段矿山开采过程中对矿区地形地貌景观的破坏主要发生露天采场。

露天采场终了时，将在 K1 矿体处形成面积 2.17hm² 的采坑，Ky 矿体处形成面积 2.67hm² 的采坑，周边形成环状的平台与边坡。采矿造成大面积的山体破损，岩土裸露，植被破坏，将原生的低缓山梁改变成环状的采坑，很大程度上改变了开采境界区内原有的地形地貌和自然景观，使原始地貌高差增大，角度变陡，植被全部被破坏，形成了人为的劣质景观，与周围景观极不协调，对原生地形地貌景观的影响和破坏程度大，对地形地貌景观影响严重。

综上所述，矿山开采对地形地貌景观影响程度为重度。

2.土地受损预测

镇巴县永帆建筑工程有限责任公司镇巴县永乐镇光辉村陈家湾组采石场建筑石料用灰岩矿项目区内土地拟损毁形式主要为挖损损毁，见表 3-4。

表 3-4 拟损毁土地面积统计表

一级地类	二级地类	K1 露天采场	Ky 露天采场	合计
------	------	---------	---------	----

01	耕地	0103	旱地	0.002		0.002
03	林地	0301	乔木林地	2.168	2.67	4.838
面积				2.17	2.67	4.84
损毁类型				损毁	损毁	
损毁程度				重度	重度	

根据开采方案，矿山开采将在现有露天采场的基础上向平面开采境界自上而下逐阶段开采，在后续开采中将会对土地造成挖损损毁，K1 露天采场拟损毁面积为 2.17hm²，Ky 露天采场拟损毁面积为 2.67hm²。拟损毁土地类型为旱地和乔木林地，损坏方式为挖损，损毁程度为重度损毁。

3.生态系统受损预测

1) 植被损毁预测

矿山开采活动将挖损区内的林草地，可能引发的边坡失稳，这将破坏植物根系赖以生存的土壤结构和稳定性，导致大片植被枯萎、死亡；通过上节部分预测，生态系统损毁区域损毁面积结合上述土地损毁情况，预测损毁森林生态系统 4.838hm²。

2) 水土环境影响受损预测

矿山开采方式为露天开采，其最低开采标高在当地最低侵蚀基准面之上，矿区地表有一处泉水出露。矿山开采层位为裂隙-岩溶水含水层，但溶洞之间通过裂隙上下串通，富水性较弱，矿山开采不会造成含水层水位下降，由于矿石中不含有毒有害物质，其排渣场渣石淋虑不会造成含水层水质恶化。生活污水经过处理后用于浇灌花木，加之矿山从业人员较少，故矿山工作人员的生活污水排放对含水层几乎无影响。

矿山加工场地已建成了污水处理设施，经过前期试运行，经过处理的废水全部循环利用，完全可以做到生产污水零排放；生活区已建设化粪池，粉饼将运往表土堆放场集中存放，清液浇灌花木，杜绝了生活污水向河沟排放；矿石加工过程基本没有废气排放，不存在对环境的污染。

综上所述，预测采矿活动对矿区水土环境的影响和破坏程度较轻。

4.受损预测分级与分区

(1) 分级原则

在现状诊断的基础上，继承现状环境问题，综合考虑受损预测中各矿山工程遭受、引发各类不稳定地质体的危险性、矿区含水层的变化情况、地形地貌景观的破坏程度、水土环境影响程度和生态系统评价结果，采取“就高不就低”的原则进行分级。

采矿活动对含水层影响较轻，采矿活动对地形地貌影响为重度，采矿活动对水土环

境质量影响程度为轻度，采矿活动对生态系统影响中度。

(2) 分区结果

通过对各因子受损预测结果进行叠加分析，再结合影响区的地质环境条件对各区块界线进行必要修整后，受损预测分区可分为 2 个级别 8 个区块，其中重度受损区 7 个区块，面积为 8.11hm²，占比为 33.83%，轻度受损区 1 个区块，面积为 15.86hm²，占比为 66.17%。见表 3-5。

表 3-5 矿山地质环境受损预测诊断分区表

分区编码		面积 (hm ²) 占比 (%)	现状诊断					现状地质环境问题
			不稳定 地质体	含水 层	地形 地貌	水土 环境	生态 系统	
重度受 损区	Ay ₁	$\frac{1.49}{6.22}$	较轻	轻度	严重	较轻	中度	工业场地对含水层及水土环境影响为轻度，对地形地貌影响为重度，对水土环境影响为轻度；对生态系统的破坏为中度。
	Ay ₂	$\frac{0.04}{0.16}$	较轻	轻度	严重	较轻	中度	临时生活区对含水层及水土环境影响为轻度，对地形地貌影响为重度，对水土环境影响为轻度；对生态系统的破坏为中度。
	Ay ₃	$\frac{0.97}{4.05}$	较轻	轻度	严重	较轻	中度	原剥离区对含水层及水土环境影响为轻度，对地形地貌影响为重度，对水土环境影响为轻度；对生态系统的破坏为中度。
	Ay ₄	$\frac{0.53}{2.21}$	较轻	轻度	严重	较轻	中度	进场道路对含水层及水土环境影响为轻度，对地形地貌影响为重度，对水土环境影响为轻度；对生态系统的破坏为中度。
	Ay ₅	$\frac{0.24}{1.00}$	较轻	轻度	严重	较轻	中度	松散堆积物对含水层及水土环境影响为轻度，对地形地貌影响为重度，对水土环境影响为轻度；对生态系统的破坏为中度。
	Ay ₆	$\frac{2.17}{9.05}$	较轻	轻度	严重	较轻	中度	K1 露天采场对含水层及水土环境影响为轻度，对地形地貌影响为重度，对水土环境影响为轻度；对生态系统的破坏为中度。
	Ay ₇	$\frac{2.67}{11.14}$	较轻	轻度	严重	较轻	中度	Ky 露天采场对含水层及水土环境影响为轻度，对地形地貌影响为重度，对水土环境影响为轻度；对生态系统的破坏为中度。
小计		$\frac{8.11}{33.83}$						
轻度受 损区	Cx	$\frac{15.86}{66.17}$	较轻	轻度	较轻	较轻	轻度	矿业活动对矿山地质环境影响为轻度，对生态系统影响为轻度。
合计		$\frac{23.97}{100}$						

（三）问题诊断评价结论

1.矿山地质环境修复分区

（1）分区原则

矿山地质环境具有“自然、社会、经济”属性，因此矿山地质环境修复分区应遵循以下原则：

①以人为本

矿山地质环境具有自然、社会及资源三重属性，矿山生态修复首先必须把区内人民群众生命财产安全放在第一位，尽可能减少矿山建设生产对人民生命财产造成损失。

②以《镇巴县国土空间生态修复规划（2021-2035）》为依据

根据陕西省、汉中市生态安全格局要求，以秦岭、巴山、汉江流域为基础单元，突出自然地理和生态系统的完整性和连通性，在省、市级国土空间生态修复规划分区的基础上，划定四大国土空间生态修复分区：秦岭生态保护与修复区、秦岭低山丘陵水源涵养区、巴山水土流失重点防治区、汉江沿线生态保护提升区。

镇巴县永帆建筑工程有限公司镇巴县永乐镇光辉村陈家湾组采石场建筑石料用灰岩矿属于汉江沿线生态保护提升区，以汉江为轴线，统筹推进国土综合整治、小流域综合治理，加强湿地生态保护及修复，治理水土流失，提高水土保持功能，开展国土综合整治、小流域综合治理和废弃矿山治理修复，兼顾生态环境保护与生态经济发展，加强矿产能源开发与保护，改善与提升区域生态环境。

③以工程建设安全为本

矿山生态修复过程中应确保工程建设、运营安全，同时也要充分考虑工程建设对矿山地质环境的综合影响。

④与矿山地质环境破坏引起的危害相适应

对人类生活、生产环境影响大，对矿山工程活动影响大的地质环境影响区应作为生态重建区，其次为辅助再生区和自然恢复区。

⑤预防为主，防治结合

把分区的重点放在矿山地质环境保护上，预防为主，防治结合，尽可能减少工程建设和矿山开采等对地质环境的破坏，以及尽可能对已破坏的地质环境进行恢复治理。

⑥谁开发、谁保护，谁破坏、谁治理

合理界定矿区生态修复责任范围，客观反映于矿区生态修复分区中。

（2）分区方法

矿山地质环境因素具有多样性、复杂性、综合性、相似性及差异性，在本次诊断中，充分考虑了以下影响因素：

- ① 以现状诊断及受损预测结果为基础，按不同矿山地质环境问题及其对矿山地质环境的影响程度作为依据划分，具体各要素的划分标准见表 3-6。
- ② 同一修复区内当同一问题其现状诊断与受损预测结果不一致时，修复区级别以就高不就低的原则确定。
- ③ 同一区段内当不同问题其诊断结论不一致时，级别以就高不就低原则确定。

表 3-6 分区要素与判别标准一览表

分区级别	矿山地质环境影响程度	
	现状诊断	受损预测
重点	严重	严重
次重点	较严重	较严重
一般	较轻	较轻

(3) 分区评述

按照上述分区原则和方法，依据本次矿山地质环境影响程度的现状诊断和受损预测结果，结合矿山地质环境治理的难易程度、拟采取的措施以及可操作性等，进行多因素综合叠加分析研究。

据此，本矿区生态修复分区可分为生态重建区和自然恢复区 2 个级别 8 个区块。其中：生态重建区 1 个，自然恢复区 1 个。

各区块的平面分布见附图 6（矿区生态修复工程部署图），分区特征及防治措施见表 3-7。

表 3-7 矿山地质环境修复分区一览表

分区及编号		面积（hm ² ） 比例（%）	主要特征	修复措施
生态重建区	A	8.11 33.83	预测诊断临时办公区、工业场地、松散堆积物、进场道路、原剥离区、露天采场对含水层结构破坏程度为轻度；预测诊断矿业活动对地形地貌景观影响程度为重度；对水土环境影响为轻度；对生态系统的破坏为中度。	在工业场地周围修建截排水沟，在终了平台修建排水沟，对终了平台进行植树种草绿化，对临时办公区、工业场地进行构筑物拆除并附加嗯，加强监测及植被恢复。
自然恢复区	C	15.86 66.17	零星矿业活动区，现状不稳定地质体的危险性小，预测引发不稳定地质体的危险性小，矿山地质环境问题影响为轻度。	警示保护、人工巡查及植被自然恢复为主。

2.土地复垦区

基于镇巴县永帆建筑工程有限公司镇巴县永乐镇光辉村陈家湾组采石场建筑

石料用灰岩矿土地损毁现状诊断与受损预测，现状损毁土地为 3.27hm²，其中压占已损毁土地 2.30hm²，挖损损毁土地 0.97hm²；土地损毁预测：采场拟损毁土地 4.84hm²。综上，矿山土地共计损毁面积 8.11hm²，已损毁土地 3.27hm²，拟损毁面积 4.84hm²。

3.生态损毁与退化

基于对矿山当前生态现状的详细调查以及对未来生态发展可能出现问题的预测分析，针对采矿权所涵盖的范围以及采矿活动可能产生影响的区域内存在的生态损毁与生态退化问题，展开了综合诊断评价工作。经过预测分析后：地面工程压占的区域（面积 2.30hm²）和挖损区域（面积 5.81hm²）生态损毁与退化的程度为重度；除了地面工程压占区域和挖损区域外的其他区域，生态损毁与退化程度均为轻度。

4.矿区生态影响分区

基于矿山地质环境、土地损毁和生态损毁与退化现状和预测分析，对采矿权及采矿活动可能影响范围内的生态环境问题进行综合诊断分析。

生态环境影响程度分区是在充分考虑矿山地质环境与土地损毁现状和预测问题的基础上，选择适宜的评判指标，坚持“区内相似，区际相异”的原则，对采矿活动影响范围进行矿区生态环境影响程度分级划分。

本次将现状采矿权范围及采矿活动可能影响范围划分为 2 级 8 个区块，总面积 23.97hm²，其中：重度影响区共 7 个，总面积为 8.11hm²；1 个轻度受损区，总面积约 15.86hm²。本次评价结果如表 3-8。

表 3-8 矿区损毁程度综合评价表

序号	问题类型	现状及预测受损情况			综合评价结果
		范围	面积（hm ² ）	损毁程度	
1	地质环境问题	工业场地	1.49	重度	重度
	土地损毁			重度	
	生态受损与退化			中度	
2	地质环境问题	临时生活区	0.04	重度	重度
	土地损毁			重度	
	生态受损与退化			中度	
3	地质环境问题	原剥离区	0.97	重度	重度
	土地损毁			重度	
	生态受损与退化			中度	
4	地质环境问题	进场道路	0.53	重度	重度
	土地损毁			重度	
	生态受损与退化			中度	
5	地质环境问题	松散堆积物	0.24	重度	重度

	土地损毁			重度	
	生态受损与退化			中度	
6	地质环境问题	K1 露天采场	2.17	重度	重度
	土地损毁			重度	
	生态受损与退化			中度	
7	地质环境问题	Ky 露天采场	2.67	重度	重度
	土地损毁			重度	
	生态受损与退化			中度	
8	地质环境问题	其他区域	15.86	轻度	轻度
	土地损毁			轻度	
	生态受损与退化			轻度	

二、生态修复可行性分析

根据采矿活动已产生的和预测将来可能产生的不稳定地质体、含水层破坏、地形地貌景观（人文遗址、人文景观）破坏和水土环境质量等问题的规模、特征、分布、危害及生态系统的破坏等。按照问题类型的分布阐述实施预防和治理的可行性和难易程度。

（一）技术经济可行性分析

1.技术可行性分析

矿山地质环境治理主要是对矿区内的不稳定地质体及采矿活动对含水层、地形地貌景观的破坏、对水土环境影响和生态系统进行治理。矿山地质环境治理应以“预防为主、防治结合”的原则进行。据前述地质环境影响结果，矿区内现存及预测的地质环境问题主要有：地面建设工程（临时生活区、工业场地、进场道路）、松散堆积物、原剥离区和露天采场对地形地貌景观的影响和破坏。

（1）地形地貌景观：地面建设工程、松散堆积物、原剥离区和露天采场对地形地貌景观的影响可以通过土地复垦进行修复。

（2）含水层：矿山开采的最低标高在含水层和最低侵蚀基准面之上，对地下含水层不会造成影响，在平时的开采中只要按规范操作，就能保证矿区的含水层和水位不受破坏。

（3）水土环境问题：矿山开采活动对矿区水土环境质量影响较轻，只需按照设计生产方案，规范生产，确保不产生新的质量问题，就可保证矿区水质不受破坏，使矿区水土环境安全达标。

（4）生态系统：主要表现在采矿挖损和压占导致损毁土地和破坏植被、植被损毁导致的生态系统中度退化，需人工辅助恢复为主，修复所需工艺以常规土方整治、表土

重构、排水控蚀与植被恢复为主，通过种植当地适宜生长的植被等生态恢复措施的多种途径和方法，最终使治理工程和矿山建设与当地地形地貌景观相适应，矿山生态系统达到平衡，受损的土地得到重新利用，水土流失得到抑制，总体与周边生态环境相协调。

综上所述，矿区地质环境问题可以通过事前预防、事中监测，事后采用工程治理和土地复垦的方式予以消除或恢复治理，技术措施可行，可操作性强，能达到恢复治理的预期目标。

2.经济可行性分析

矿山地质环境恢复治理工程既是防灾工程，同时又具有一定的经济效益。经济效益主要由减灾效益和增值效益两部分组成，并以减灾效益为主，增值效益为辅。减灾效益主要表现在控制不稳定地质体发生的环节，增值效益主要表现在植被恢复带来的长远收益。无疑，该项目的实施将给矿区带来可观的综合经济效益。

（二）目标方向可行性分析

1.生态环境协调性分析

（1）对水资源的影响分析

矿山未来仍在原有的区域内沿用现有的开采方式和生产规模，根据现状诊断和预测受损，矿山未来生产预计不会对矿区的水土环境产生较大的影响。

生活污水主要污染物有悬浮物（SS）、生化需氧量（BOD₅）、化学需氧量（COD）、氨氮（NH₃-N）、油脂类等，污染物成分较简单，经沉淀处理达标后作绿化用水或防尘洒水。

因此，矿山正常生产活动不会造成矿区地表水体和地下水源影响，对矿区水资源影响为轻度。

（2）对土壤资源影响分析

在矿山基建、生产过程中，地面建设等使地表土层挖损损毁，破坏地表土壤结构和植被生态，使土壤丧失原有部分或全部功能，植被枯死，甚至水土流失严重。通过土地复垦工程，可有效恢复这些受损土地的功能，减少水土流失，美化矿区生态环境，最终使矿山建设与当地地形地貌景观相适应，矿山生态系统达到平衡，受损的土地得到重新利用，水土流失得到抑制，总体与周边生态环境相协调。

2.复垦区土地利用现状

复垦区土地利用现状分为 3 个一级类和 5 个二级类，土地利用现状分布见表 3-9。

表 3-9 复垦区土地利用现状表

工程名称	损毁方式	损毁程度	耕地 01	林地 03		工矿用地 06		其他土地 12	合计 (hm ²)
			旱地 0103	乔木林地 0301	其他林地 0307	工业用地 0601	采矿用地 0602	裸岩石砾地 1207	
临时生活区	压占	重度				0.04			0.04
进场道路	压占	重度	0.02	0.02	0.01	0.03	0.44	0.01	0.53
工业场地	压占	重度		0.02			1.47		1.49
松散堆积物	压占	重度		0.24					0.24
Ky 剥离区	挖损	重度		0.97					0.97
K1 露天采场	挖损	重度	0.002	2.168					2.17
Ky 露天采场	挖损	重度		2.67					2.67
合计									8.11

3.土地复垦适宜性评价

矿山土地复垦适宜性评价是一种预测性的土地适宜性评价，是依据土地利用相关规划，按照因地制宜的原则，在充分尊重土地权益人意愿的前提下，根据土地利用类型、土地损毁情况、公众参与意见等，在经济可行、技术合理的条件下，确定拟复垦土地的最佳利用方向，划分土地复垦单元。

土地复垦适宜性评价是确定损毁土地复垦方向的前提和基础，为复垦技术的选择提供参考，指导土地复垦工程的设计。

(1) 评价原则

对于生产建设项目损毁土地的复垦方向，最高标准应该是不留生产建设的痕迹，也就是完全恢复原地形地貌和原土地利用类型和水平。具体复垦规划与实践中，土地复垦方向尽可能与原（或周边）土地利用方式（或土地利用总体规划）保持一致。对于不能恢复原土地利用类型和损毁的未利用土地的适宜性评价应在找出主导限制因素的前提下，按照因地制宜、农用地优先和符合当地国土空间总体规划的原则进行土地复垦适宜性评价。因此，本复垦方案土地复垦适宜性评价具体包括以下原则：

①符合国土空间总体规划，并与其他规划相协调

国土空间总体规划是从全局和长远的利益出发，以区域内全部土地为对象，对土地利用、开发、整治、保护等方面所作的统筹安排。土地复垦适宜性评价应符合国土空间总体规划，避免盲目投资、过度超前浪费土地资源。同时也应与其他规划（农业区划、农业生产远景规划、城乡规划等）相协调。

②自然因素和社会经济因素相结合原则

在进行复垦责任范围内被损毁土地复垦适宜性评价时，既要考虑它的自然属性（如

土壤、气候、地貌、水资源等），也要考虑社会经济属性（如种植习惯、业主意愿、社会需求、生产力水平、生产布局等）。确定损毁土地复垦方向需综合考虑复垦区自然、社会经济因素以及公众参与意见等。复垦方向确定也应类比周边同类项目的复垦经验。

③主导性限制因素与综合平衡原则

影响损毁土地复垦利用的因素很多，如挖损、土壤、水源、土壤肥力、坡度以及灌排条件等。根据复垦区自然环境、土地利用和土地损毁情况，分析影响损毁土地复垦利用的主导性限制因素，同时也应兼顾其他限制因素。

④综合效益最佳原则

在确定土地的复垦方向时，应首先考虑其最佳综合效益，选择最佳的利用方向，根据土地状况是否适宜复垦为某种用途的土地，或以最小的资金投入取得最佳的经济、社会和生态环境效益，同时应注意发挥整体效益，即根据区域国土空间总体规划的要求，合理确定土地复垦方向。

⑤动态和土地可持续利用原则

土地损毁是一个动态过程，复垦土地的适宜性也随损毁等级与过程而变化，具有动态性，在进行复垦土地的适宜性评价时，应考虑矿区工农业发展的前景、科技进步以及生产和生活水平所带来的社会需求方面的变化，确定复垦土地的开发利用方向。复垦后的土地应既能满足保护生物多样性和生态环境的需要，又能满足人类对土地的需求，保证生态安全和人类社会可持续发展。

⑥经济可行与技术合理性原则

土地复垦所需的费用应在保证复垦目标完整、复垦效果达到复垦标准的前提下，兼顾土地复垦成本，尽可能减轻企业负担。复垦技术应能满足复垦工作顺利开展、复垦效果达到复垦标准的要求。

（2）评价依据

土地复垦适宜性评价在详细调查分析项目区自然条件、社会经济状况以及土地利用状况的基础上，依据国家和陕西省的法律法规及相关规划，综合考虑土地损毁分析结果、公众参与意见以及周边类似项目的复垦经验等，采取切实可行的办法，确定复垦利用方向。土地复垦适宜性评价主要依据包括：

①相关法律法规和规划

I 《基本农田保护条例》（2011 年）；

II 《土地复垦条例》国务院第 592 号令，2019 年 8 月 14 日修订；

III 《土地复垦条例实施办法》（自然资源部令第 5 号修订，2019 年 7 月 24 日起实施）；

IV 《中华人民共和国土地管理法》（2020 年）。

②相关规程和标准

I 《土地复垦质量控制标准》（TD/T 1036-2013）；

II 《土地复垦方案编制规程 第 1 部分：通则》（TD/T 1031.1-2011）；

III 《土地开发整理规划编制规程》（TD/T 1011-2000）；

IV 《土地整治高标准农田建设 第 7 部分：辅助工程》（DB61/T 991.7-2015）。

③其他

I 项目区自然社会经济状况、土地损毁分析结果；

II 土地损毁前后的土地利用状况；

III 损毁土地资源复垦的客观条件；

IV 公众参与意见等。

（3）评价单元的划分

评价单元是土地的自然属性和社会经济属性基本一致的空间客体，是具有专门特征的土地单位并用于制图的基本区域。划分的基本要求如下：

- 1) 单元内部性质相对均一或相近；
- 2) 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；
- 3) 具有一定的可比性。

镇巴县永帆建筑工程有限责任公司镇巴县永乐镇光辉村陈家湾组采石场建筑石料用灰岩矿开采生产造成的土地损毁类型主要是运矿道路、工业场地、临时生活区和松散堆积物的压占和原剥离区、露天采场的挖损。根据已损毁待复垦土地和拟损毁待复垦土地的损毁类型和损毁程度，以及损毁前的土地利用情况合理划分待复垦土地的评价单元，并对各单元的损毁情况进行描述。根据矿区实际情况，本复垦方案土地复垦适宜性评价划分为运矿道路、工业场地、临时生活区、松散堆积物、原剥离区、K1 露天采场和 Ky 露天采场共 7 个参评单元进行评价。

镇巴县永帆建筑工程有限责任公司镇巴县永乐镇光辉村陈家湾组采石场建筑石料用灰岩矿土地复垦适宜性评价单元划分见表 3-10。

表 3-10 土地复垦适宜性评价单元划分表

序号	参评单元	原地类	损毁程度	评价面积（hm ² ）
----	------	-----	------	------------------------

序号	参评单元	原地类	损毁程度	评价面积 (hm ²)
1	临时生活区	工业用地	重度	0.04
2	进场道路	旱地、乔木林地、其他林地工业用四、采矿用地、裸岩石砾地	重度	0.53
3	工业场地	乔木林地、采矿用地	重度	1.49
4	松散堆积物	乔木林地	重度	0.24
5	原剥离区	乔木林地	重度	0.97
6	K1 露天采场	旱地、乔木林地	重度	2.17
7	Ky 露天采场	乔木林地	重度	2.67
	合计	--	--	8.11

(4) 评价体系和评价方法的选择

1) 评价体系确定

由于矿区地形地貌、土地类型、土地质量总体比较单一，土地利用以林地（乔木林地、灌木林地和其他林地）为主。区内基本不存在土地质量下的细分土地限制型，因此本方案土地适宜性评价采用三级评价体系，即土地适宜类分为适宜、暂不适宜和不适宜三类，类别下再续分土地质量等级，其中适宜类下分土地质量等级为 1 等地、2 等地、3 等地，暂不适宜类和不适宜类一般不续分，统一标注为 N。

2) 评价方法选择

矿区损毁土地适宜性评价属于预测性适宜性评价，常用的定量方法有极限条件法、类比分析法与极限条件法结合等。本方案采用极限条件法，即在有关评价指标的分级中，以分级最低评价因子的分级作为该评价单元的等级。

极限条件法的计算公式：

$$Y_i = \min(Y_{ij})$$

式中：

Y_i —第 i 个评价单元的最终分值；

Y_{ij} —第 i 个评价单元中第 j 参评因子的分值。

(5) 适宜性评价指标体系和标准的建立

根据初步调查确定的土地复垦方向、矿山复垦区特点，参照陕南低山丘陵区土壤质量控制标准要求，选取影响项目区损毁土地复垦利用方向的主导因素和限制等级标准，作为适宜性等级评定的指标体系，对无差异、满足土地基本指标质量控制标准的因子（如：PH、有机质含量）未选取。

镇巴县永帆建筑工程有限责任公司镇巴县永乐镇光辉村陈家湾组采石场建筑石料

用灰岩矿土地损毁类型以挖损为主，其次为压占损毁，本方案根据矿区土地损毁特点及复垦目标，选定地形坡度、土壤厚度、土壤质地、排灌条件、堆积物毒性、土源保证率6个因子作为适宜性评价指标。

评价等级标准：本方案参考《土壤复垦质量控制标准》（TD/T 1036-2013）中相关土地限制因子指标值，确定各评定指标的分级或评判标准（见表 3-11、3-12）。

表 3-11 土地复垦适宜性评价主导限制因子及分级标准

适宜性评价限制因素分级			适 宜 性		
序号	限制因素	分 级	宜 耕	宜 林	宜 草
1	待复垦土地的地形坡度	<2 度	1	1	1
		2~6 度	2	1	1
		6~15 度	3	1	1
		15~25 度	4	2	2
		>25 度	4	3	2
2	待复垦土地的破坏程度	轻度	1	1	1
		中度	2	2	2
		重度	3	3	3
3	待复垦土地的水土环境影响程度	严重	4	3	3
		较大	4	3	2
		轻微	2	2	1
4	待复垦土地的排灌条件	有排灌条件	1	1	1
		排灌条件一般	2	2	2
		无排浇条件	3 或 4	3	3
5	复垦方向对原建设工程安全性的影响程度	无影响	1	1	1
		影响性较小	2	2	2
		影响性较大	3	2 或 3	2 或 3
		影响性严重	4	3 或 4	3 或 4
6	待复垦土地的交通条件	仅有人员通行的小路	3	2	2
		有小型农机通行道路	2 或 1	1	1
		有各类农机通行道路	1	1	1
7	待复垦土地与居民点的距离	小于 50m	2	3	2
		50~500m	1	2	1
		大于 500m	1	1	1
说明：1—适宜，2—基本适宜，3—临界适宜，4—不适宜。					

表 3-12 土地复垦主导限制因素的农林牧等级标准

限制因素及分级指标	耕地等级	林地等级	草地等级
-----------	------	------	------

(堆积)地面 坡度 (°)	≤5	1	1	1
	6-15	2	1	1
	15-25	3	2	2
	>25	N	3 或 N	2 或 3
覆盖/压覆土 层厚度 (cm)	>80	1	1	1
	50-80	2	2	1
	30-50	3	3	2 或 3
	<30	N	N	N
土壤质地	壤质及粘土质	1	1	1
	砂壤质、粘土质、砾质土 (含砾≤15%)	2 或 3	1 或 2	2 或 3
	砂土或砾质土 (含砾≤25%)	N	2 或 3	3 或 N
	石质或砾质土 (含砾>25%)	N	N	N
排灌条件	排灌条件好	1	1	1
	排灌条件一般	2	1	1
	排灌条件不好	3	2 或 3	2 或 3
	无灌或排条件, 对植物成活、生长影响大	N	N	N
堆积物毒性	无化学有害物质	1	1	1
	有少量化学有害物质, 造成产量下降<20%, 农副产品达到食用标准	2	1	1
	有化学有害物质, 造成产量下降 20%~40%, 农副产品达食用标准	3	2	2
	有化学有害物质, 造成产量下降>40%, 或 农副产品不能食用	N	3	3
土源保证率 (%)	100	1	1	1
	80-100	1 或 2	1	2
	50-80	3	2 或 3	2 或 3
	<50	N	N	N

(6) 适宜性等级的评定

依据镇巴县永帆建筑工程有限责任公司镇巴县永乐镇光辉村陈家湾组采石场建筑石料用灰岩矿土地损毁现状及受损预测, 参照表 3-11、3-12 中土地复垦主要限制因素的农林牧等级标准, 对矿区土地复垦适宜性评价单元进行综合评判, 结果为: 损毁的林地、草地和采矿用地复垦为林地。适宜性等级评定结果见表 3-13。

表 3-13 复垦责任范围内土地复垦适宜性等级评定一览表

评价单元	土地质量状况及主导性限制因子									主要限制因子	适宜性评价				复垦利用方向
	地面坡度	土壤质地	堆积物毒性	覆盖土层厚度	破坏程度	排灌条件	交通条件	与居民点距离	安全性		旱地方向	乔木林地方向	灌木林地方向	草地方向	
临时生活区	<6°	砂质土含砾<25%	无	50~80	严重	较好	好	较近	受限	安全性	不适宜	3等/N	2或3等	3等/N	乔木林地
工业场地	6~15°	砂质土含砾<25%	无	30~50	严重	不好	好	较远	无限制	坡度	不适宜	3等/N	2或3等	3等/N	乔木林地
松散堆积物	6~15°	砂质土含砾<25%	无		严重	不好	一般	较远	受限	安全性	不适宜	2或3等	2或3等	2或3等	乔木林地
原剥离区	<6°	砂质土含砾<25%	无		严重	不好	一般	较远	受限	安全性	不适宜	2或3等	2或3等	3等/N	乔木林地
露天采场	<6°	黏质土含砾>25%	无		严重	不好	一般	较远	受限	安全性	不适宜	2或3等	2或3等	2或3等	乔木林地

根据复垦土地尽量提升地类等级的原则，在有条件的区域，复垦地类提高为更高级别用地。镇巴县永帆建筑工程有限公司镇巴县永乐镇光辉村陈家湾组采石场建筑石料用灰岩矿土地复垦适宜性评价结果见表 3-14。

表 3-14 土地复垦适宜性评价结果表

序号	评价单元	复垦利用方向	土地面积（hm ² ）	复垦单元
1	临时生活区	乔木林地	0.04	临时生活区
2	工业场地	乔木林地	1.49	工业场地
3	松散堆积物	乔木林地	0.24	松散堆积物
4	原剥离区	乔木林地	0.97	原剥离区
5	K1 露天采场	乔木林地	2.17	K1 露天采场
6	Ky 露天采场	乔木林地	2.67	Ky 露天采场
合 计			7.58	

（三）边开采、边修复可行性分析

1.政策与规范要求明确支持

国家及陕西省层面均明确要求矿山必须执行“边开采、边修复”原则，并将其作为环评、土地复垦和绿色矿山建设的核心内容之一。例如，《金属矿土地复垦与生态修复技术规范》明确提出地貌重塑、土壤重构和植被重建等全过程治理要求，强调同步实施修复措施。

2.生态问题可控，技术路径清晰

地表挖损：矿山挖损以重度损害为主，可通过土壤重构、植被重建恢复功能。

3.制度与资金保障机制健全

项目需缴存生态修复基金，复垦费用纳入生产成本，并建立“谁破坏谁复垦”责任制，接受地方政府监督验收，确保修复落地。

4.同类实践验证可行性

借鉴西乡县盖仙寺水泥用灰岩矿等案例，通过超前规划修复范围、同步实施挖损区植被种植及废石综合利用，可实现矿区绿化率 80%以上，验证了“边开采边修复”在生态脆弱区的技术经济可行性。

镇巴县永帆建筑工程有限公司镇巴县永乐镇光辉村陈家湾组采石场建筑石料用灰岩矿的开采设计、生态损害预测及政策配套均满足“边开采、边修复”的条件，需严格按初步设计要求落实边坡监测、表土剥离利用、动态复垦等措施，确保生态修复与资源开发同步推进。

三、生态修复分区及修复时序安排

（一）分区原则及方法

1.生态敏感性优先原则：优先划分生态脆弱、敏感区域，如水源涵养区、生物多样性富集区、陡坡地段、破碎站等，作为重点修复分区。

2.开采扰动关联性原则：根据开采活动对地表、植被、土壤、水文等的扰动程度，划分直接影响区（采场、工业场地等）、间接影响区及生态缓冲区。

3.地形地貌统一性原则：结合地形地貌特征，将坡度、坡向、海拔相近的区域划分为同一修复单元，便于采取针对性修复措施。

4.修复目标导向原则：根据不同区域的生态功能定位（如生态防护、农业生产、景观美化等），划分不同修复目标的分区。

5.可操作性原则：分区面积大小适宜，边界清晰，便于工程组织实施和后期监测管理。

（二）分区评述

基于上述原则及生态修复可行性分析结果、开采进度规划，将修复区域划分为生态重建区和自然恢复区二个主要分区，见表 3-15，矿区生态修复坐标表见表 3-16，各分区分期目标任务及时序安排如下：

1.生态重建区

范围：包括临时生活区、进场道路、松散堆积物、原剥离区和露天采场占地区域等 7 个区块，总面积 8.11hm²，占影响区比例的 33.83%。

主要问题：地表硬化、土壤压实、植被破坏、高边坡等。

修复目标及措施：以场地清理、土壤重构、植被恢复为主，结合国土空间总体规划进行修复，目标地类以林地为主。

修复时间：近期复垦、以中期、远期为主。

2.自然恢复区

范围：上述修复区以外的区域（如露天采场、工业场地等区域），总面积 20.70hm²，占影响区比例的 52.53%。

主要问题：无。

修复目标及措施：以监测为主，保护生态系统的原真性和完整性。

修复时间：近期、中期。

表 3-15 矿区生态修复分区表

生态修复区	分区编号	分区名称	面积（hm ² ）	百分比（%）	主要问题	主要防治措施	进度安排
生态重建区	1	临时生活区	0.04	0.16	地表硬化、土壤压实、植被破坏、高边坡	以场地清理、土壤重构、植被恢复为主，结合国土空间总体规划进行修复，目标地类以林地为主	近期、远期
	2	进场道路	0.53	2.21			
	3	工业场地	1.49	6.22			
	4	松散堆积物	0.24	1.00			
	5	原剥离区	0.97	4.05			
	6	K1 露天采场	2.17	9.05			
	7	Ky 露天采场	2.67	11.14			
	小计		8.11	33.83			
自然恢复区	I10	其他区域	20.70	52.53	无	以监测为主，保护生态系统的原真性和完整性	近期、中期
	小计		20.70	52.53			
合 计			23.97	100			

表 3-16-1 临时生活区修复分区拐点坐标表 (2000 国家大地坐标)

序号	X	Y	序号	X	Y
1			6		
2			7		
3			8		
4			9		
5			10		

表 3-16-2 进场道路修复分区拐点坐标表 (2000 国家大地坐标)

序号	X	Y	序号	X	Y
1			14		
2			15		
3			16		
4			17		
5			18		
6			19		
7			20		
8			21		
9			22		
10			23		
11			24		
12			25		
13					

表 3-16-3 工业场地修复分区拐点坐标表（2000 国家大地坐标）

序号	X	Y	序号	X	Y
1			12		
2			13		
3			14		
4			15		
5			16		
6			17		
7			18		
8			19		
9			20		
10			21		
11			22		

表 3-16-4 松散堆积物修复分区拐点坐标表（2000 国家大地坐标）

序号	X	Y	序号	X	Y
1			9		
2			10		
3			11		
4			12		
5			13		
6			14		
7			15		
8					

表 3-16-5 原剥离区修复分区拐点坐标表（2000 国家大地坐标）

序号	X	Y		X	Y
1			10		
2			11		
3			12		
4			13		
5			14		
6			15		
7			16		
8			17		
9					

表 3-16-6 K1 露天采场修复分区拐点坐标表（2000 国家大地坐标）

序号	X	Y	序号	X	Y
1			14		
2			15		
3			16		
4			17		
5			18		
6			19		
7			20		
8			21		
9			22		
10			23		
11			24		
12			25		
13					

表 3-16-7 Ky 露天采场修复分区拐点坐标表（2000 国家大地坐标）

序号	X	Y	序号	X	Y
1			15		
2			16		
3			17		
4			18		
5			19		
6			20		
7			21		
8			22		
9			23		
10			24		
11			25		
12			26		
13			27		
14			28		

（三）修复时序安排

1.近期（2026 年～2030 年）

主要针对现有不稳定地质体和损毁土地，结合未来几年采矿过程中可能出现的矿山地质环境问题及土地损毁情况，具体工作部署包括以下几方面内容：

（1）矿山环境恢复治理

①松散堆积物治理

在松散堆积物坡脚处修建挡墙。

②K1 露天采场 850m-810m 终了平台治理

在终了平台修建排水沟，并在坡脚处设置警示牌。

③建立地表变形监测体系

在采场范围内结合人工巡查布置网状监测点，建立边坡地面变形观测和预警预报体系。

④对矿区内生态系统进行植物多样性监测。

(2) 土地复垦

①对松散堆积物处、原剥离区进行临时复绿；K1 露天采场 850m-810m 终了平台及边坡进行土壤重构、植被恢复及配套工程。

②监测与管护

对复垦后平台及边坡进行监测与管护。

2.中期（2031 年～2037 年）

(1) 矿山地质环境治理

①对 K1 露天采场 800m-780m 终了平台进行治理

在平台修建排水沟并在坡脚处设置警示牌。

②在采场范围内结合人工巡查布置网状监测点，建立边坡地面变形观测和预警预报体系。

③对矿区内生态系统进行植物多样性监测。

(2) 土地复垦

①对 K1 露天采场 800m-780m 终了边坡、平台进行土壤重构、植被恢复及配套工程。

②对复垦后的平台、边坡等进行监测与管护。

3.远期（2038 年～2057 年）

(1) 矿山地质环境治理

①对 K1 露天采场 770m 及以下终了平台和 Ky 露天采场终了平台进行治理，在平台修建排水沟，并在坡脚处设置警示牌。

②拆除临时生活区、工业场地的建筑物及硬化地面，清除场地垃圾，恢复临时占用的土地，对各种遗留的矿山地质环境问题和损毁土地进行全面治理。

③在采场范围内结合人工巡查布置网状监测点，建立边坡地面变形观测和预警预报体系。

④对矿区内生态系统进行植物多样性监测。

(2) 土地复垦

对 K1 露天采场 770m 及以下终了平台、边坡和 Ky 露天采场终了平台、边坡进行土地复垦；对临时生活区和工业场地等进行土壤重构、植被恢复，对其他各类受损土地进行全面复垦，对复垦区的林地进行管护补种并监测。

四、采矿用地与复垦修复安排

(一) 土地复垦质量要求

1.制定依据

本方案损毁土地复垦利用方向主要为林地，本方案确定的复垦质量要求主要参考《土地复垦质量控制标准》（TD/T 1036-2013），《土地开发整理规划编制规程》（TD/T 1011-2000），《土地开发整理项目规划设计规范》（TD/T 1020-2000），《土地整治高标准农田建设综合体》（DB61/T 991.1-991.7-2015）、《陕西省土地开发整理工程建设标准》，同时结合当地的经验，提出具体的复垦标准。土地复垦的基本标准如下：

- (1) 复垦利用类型应当与当地地形、地貌和周围环境相协调；
- (2) 复垦场地的稳定性和安全性应有可靠保证；
- (3) 应充分利用原有表土作为顶部覆盖层，覆盖后的表层应规范、平整，覆盖层的容重应满足复垦利用要求；
- (4) 排水设施和防洪标准符合当地要求；
- (5) 有控制水土流失和控制大气与水体环境影响措施；
- (6) 复垦场地的道路、交通干线布置合理。

2.复垦工程标准

林地复垦质量要求

①彻底拆除地表建筑物及其它工程设施，将建筑垃圾转运至建筑垃圾填埋场。清理完成后土壤环境质量应符合《土壤环境质量 农用地土壤污染风险管控标准（试行）》（GB 15618-2018）规定的土壤环境质量标准；

②疏通复垦区排洪通道，保证排洪通畅；

③复垦单元土地采用穴状方式整地，穴形以圆形坑为主，穴口径 50~60cm，坑深度 30~40cm，穴底不含障碍层。土壤砾石含量≤25%，容重≤1.5g/cm³，有机质含量≥0.6%，PH6.0~7.5；

④穴内土壤质地不达标处，需培外土、培肥，复垦后的土壤能够适宜树木生长，并且有持续生长能力；

⑤配套设施：林地建设满足《生态公益林建设规划设计通则》（GB/T 18337.2-2001）和《生态公益林建设检查验收规程》（GB/T 18337.4-2001）的要求；

⑥植被选择：采用乔草结合的方式进行植被恢复，乔木选择刺槐等项目区优势树种，草本选择白草、黑麦草等本土植被；

⑦生产力水平：乔木3年后成活率达到80%以上，郁闭度 ≥ 0.3 ；定植密度满足《造林作业设计规程》（LY/T 1607-2024）要求；

⑧复垦结束后有后续3年的防治病虫害等管护措施和防止其退化措施，保障植被的成活率。

（二）土地复垦区与复垦责任范围

1.复垦区面积

复垦区面积为损毁土地和征收的永久性建设用地的区域，包括已损毁区和拟损毁区。结合已损毁土地分析与预测结果，确定项目的复垦区为临时生活区、进场道路、工业场地、松散堆积物、原剥离区和露天采场，最终确定复垦区的面积为8.11hm²。

2.复垦责任范围面积

复垦责任范围为不留续使用的永久性建设用地和损毁土地之和构成的区域。根据土地利用现状结果和预测结果分析，矿山闭坑后将进场道路留给村庄使用，不进行复垦，即本项目的复垦责任范围包括临时生活区、工业场地、松散堆积物、原剥离区和露天采场，复垦责任范围区面积为7.58hm²。因此，矿山开采结束后，由损毁责任人镇巴县永帆建筑工程有限责任公司负责履行复垦义务，复垦责任范围面积汇总见表3-17。

表 3-17 复垦责任范围面积汇总表

名称		损毁面积（hm ² ）	复垦面积（hm ² ）	损毁情况	损毁类型
损毁土地	临时生活区	0.04	0.04	已损毁	挖损
	进场道路	0.53	/	已损毁	压占
	工业场地	1.49	1.49	已损毁	压占
	松散堆积物	0.24	0.24	已损毁	压占
	原剥离区	0.97	0.97	已损毁	挖损
	K1 露天采场	2.17	2.17	拟损毁	挖损
	Ky 露天采场	2.67	2.67	拟损毁	挖损
复垦责任范围面积合计		8.11	7.58	—	—

3.复垦土地利用结构调整

本项目复垦责任范围内的土地全部复垦，复垦责任范围面积为 7.58hm²，土地复垦率为 100%。所以通过复垦工程实施，土地复垦的目标任务为：复垦林地 7.58hm²（乔木林地）。根据适宜性评价，结合复垦方向的确定，各复垦单元复垦前后的土地利用结构调整情况具体见表 3-18。

4.复垦安排

本项目复垦修复以 5 年为周期整体推进，贯彻先重后轻、先控源后恢复、分区分批滚动的组织方式，覆盖现状清单内的采矿用地与裸露地等重度损毁地块，以及林地、草地与采矿用地等类型。目标地类为：林地形成乔灌草复合稳定结构；采矿用地按适宜性分类纳入林地或草地。质量目标分级量化：林地方面，成活率不低于百分之八十五、郁闭度逐年提升，形成上木遮荫～中层灌丛～下层草本的立体群落结构；采矿用地方面，边坡与排水系统按设计达标、覆土厚度与地表稳固达到复垦要求，并按目标地类完成功能转换。全过程设置第一年中期试点诊断、第二年末与第三年末阶段验收、第四年末巩固评估与第五年末终期验收五个节点，施工季节遵循枯水期抓土石方与排水工程、春秋两季抓耕作造林播草、汛期抓巡查与抢修的组织原则。

参照目标方向可行性分析，矿山闭坑后拟将采矿用地复垦为乔木林地，修复质量等级不低于二等。

表 3-18 矿区生态修复目标及土地利用变化表

单位: hm²

一级 编码	地类 名称	二级 编码	地类名称	损毁前								生态修复目标								面积增减	
				临时 生活 区	进场 道路	工业 场地	松散 堆积 物	Ky剥 离区	K1露 天采 场	Ky露 天采 场	合计	临时 生活 区	进场 道路	工业 场地	松 散 堆 积 物	Ky 剥 离 区	K1露 天采 场	Ky 露天 采场	小 计	hm ²	%
01	耕地	0103	旱地		0.02				0.002		0.022									-0.022	
03	林地	0301	乔木林地		0.02	0.02	0.24	0.97	2.168	2.67	6.088	0.04	/	1.49	0.24	0.97	2.17	2.67	7.58	+1.492	19.68
		0307	其他林地		0.01						0.01									-0.01	
06	工矿 用地	0601	工业用地	0.04	0.03						0.07									-0.07	
		0602	采矿用地		0.44	1.47					1.91									-1.91	
12	其他 土地	1207	裸岩石砾 地		0.01						0.01									-0.01	
合计				0.04	0.53	1.49	0.24	0.97	2.17	2.67	8.11	0.04	/	1.49	0.24	0.97	2.17	2.67	7.58		

第四章 生态修复措施与工程内容

一、保护与预防控制措施

（一）敏感目标保护

矿区位于巴山北麓、汉江南岸的低中山区。矿区范围内无自然保护区、生态保护红线、饮用水水源地、风景名胜区、地质公园、森林公园、湿地公园、重要湿地、重要水库及野生动物保护地，水产种质资源保护区等环境敏感点，无国家珍稀动植物保护（点）。

根据镇巴县国土空间总体规划和基本农田分布图，矿区内无永久基本农田的分布；经现场调查、资料收集，矿区内无天然草原、公益林、自然保护地、地质遗迹、珍贵物种、古树名木等重要基础设施等敏感目标，也无铁路、二级以上公路和重要通讯线路设施等敏感目标，无需采取相应的避让、减缓、保护等措施。

（二）表土剥离与植被移植利用

镇巴县永帆建筑工程有限责任公司镇巴县永乐镇光辉村陈家湾组采石场建筑石料用灰岩矿涉及表土剥离的为 K1、Ky 露天采场，其中 K1 露天采场剥离 $3.12 \times 10^4 \text{m}^3$ ，Ky 露天采场剥离 $6.19 \times 10^4 \text{m}^3$ ，剥离的表土暂时堆放于表土场，用于矿山后期复垦。

根据《耕作层土壤剥离利用技术规范》（TD/T 1048—2016）对表土剥离相关要求：

1.依据耕作层土壤调查、测定的结果，分别开展剥离区和回覆区的耕作层土壤质量评价。

2.耕作层土壤评价的主要指标包括土壤厚度、质地、pH、有机质含量、土壤分析等。出现土壤指标超标时，禁止剥离；其他指标应满足最小限值的规定，当不满足时，应提出相应的措施，并开展成本分析，说明其经济合理性。

3.土壤剥离厚度不宜小于 10cm，土壤质地以壤土为主，当土壤出现过沙过黏时，应提出改良措施。

4.土壤 pH 应在 5.5~8.5 之间；超出限值时，应提出改良措施。

5.土壤中有机质含量应不低于当地耕地土壤的最低限值；回覆后的土壤有机质含量应满足《高标准农田建设 通则》（GB/T 30600-2022）、《高标准农田建设标准》（NY/T 2148—2012）的规定。

6.土壤分析和环境状况指标主要包括铅、镉、汞、砷、铬、铜、六六六、DDT 等有害物质含量，各项指标值应满足《土壤环境质量农用地土壤污染风险管控标准（试行）》（GB 15618-2018）等规定值。应将剥离的表土收集和贮存，表土堆存场应采取拦挡、

苫盖、排水等防护措施，防止贮存期间表土流失。堆存期较长时，应在土堆上播种一年生或多年生的草本植物。避免雨季剥离、搬运和堆存表土；堆存场地应防止放牧、机器和车辆进入，防止粉尘、盐碱覆盖，防止径流流入，避免水蚀、风蚀和各种人为损毁。

若要进行土壤剥离利用宜做到“应剥尽剥、即剥尽用、分层剥离、分层堆放、分层回填”，对剥离、运输、储存、养护和回覆等土壤剥离利用工程做出时间、空间和经济可行的安排。

（三）相关协同措施

矿山开采期间，若有因降雨、地震等自然因素诱发的地质灾害，矿山企业应当移交地灾防治部门进行在册登记，并委托具有地质灾害勘查资质的单位进行勘查设计，可使用生态修复费用进行防治。开采期间，矿山企业应当按照水保、环保部门要求的水土保持方案、环境保护方案对水土流失、环境影响等情况进行监测与防治。矿山企业根据批复的开发利用方案进行固废综合利用，按照相关部门规定实施，本方案不再赘述。

二、修复措施

（一）地貌重塑

镇巴县永帆建筑工程有限责任公司镇巴县永乐镇光辉村陈家湾组采石场建筑石料用灰岩矿矿区地貌重塑以“安全风险消除为前提、地表形态恢复为基础、水土过程重建为支撑、生态恢复衔接为目标”为原则，在平台修建排水沟的同时，同步完成平台的复垦与复绿，形成“工程措施+生态措施”一体化治理体系。具体措施如下：

1.修建挡墙

在松散堆积物处修建重力式挡墙，挡墙采用梯形断面，根据设计，底宽 1.6m，顶宽 1.0m，墙体高 2.0m，埋深 1.0m，外坡坡比 1: 0.25。采用 M7.5 浆砌石堆砌，每 2.0m 设置一个泄水孔，采用 $\phi 75$ PVC 管，每 10.0m 设置一条伸缩缝，缝宽 2cm，缝筑沥青砂浆，深度 20cm。

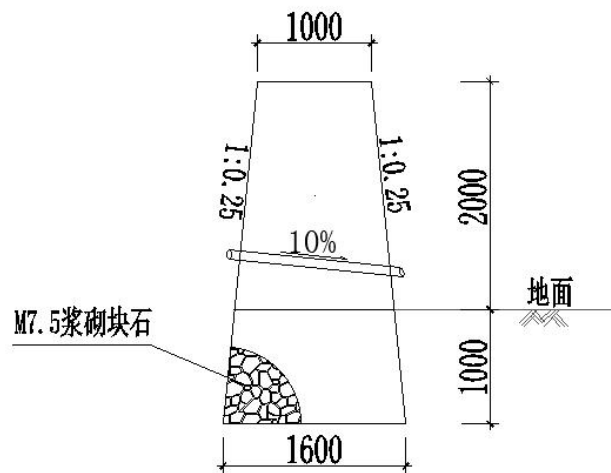


图 4-1 挡墙横截面示意图

2.修建截排水渠

平台雨水应及时排放，防止雨水入渗引发坡面产生落石。排水设计：在安全平台修筑临时生态排水沟；在清扫平台设置截排水沟。排水沟采用矩形断面，根据设计，底宽 0.4m，深度 0.4m，壁厚 0.2m。采用 C20 混凝土浇筑，渠壁每 10m 设置一道伸缩缝，宽 2cm，采用聚乙烯泡沫板填塞，截水沟和排水沟应保持 3% 坡降，水泥采用 P.O 32.5 水泥。在台阶坡角处设置排水沟，各个截排水沟相互连通，集水最终汇集于采场基底平台上的排水沟。

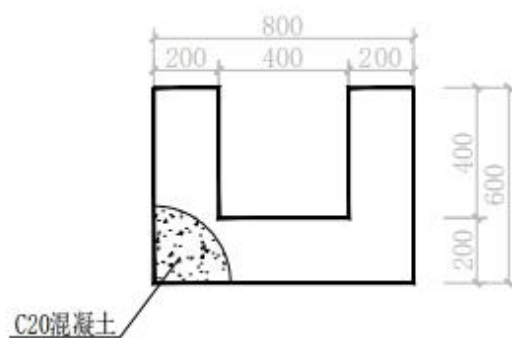


图 4-2 截排水渠断面示意图

3.构筑物拆除

在矿山开采结束闭坑时，对场地内矿山构筑物进行拆除，拆除地表建构筑物及硬化地面，硬化地面清理深度 0.30m。拆除的建筑垃圾，运输至政府指定的场所进行统一处置。

4.设立警示牌

矿山露天采场每个平台开采完成后，设立警示牌，防止周边群众进入。警示牌采用800mm×600mm 矩形规格，材质选用 1.5mm 厚铝合金板，放置在平台显眼位置，安装牢固。

通过上述措施，镇巴县永帆建筑工程有限责任公司镇巴县永乐镇光辉村陈家湾组采石场建筑石料用灰岩矿可实现矿区地貌重塑与安全隐患根治，同时满足国家标准对工程安全、生态恢复及资源循环利用的要求。需注意施工中动态调整方案，确保与地质条件适配性。

（二）土壤重构

土壤重构应符合《矿山生态修复技术规范第 1 部分：通则》（TD/T 1070.1-2022）和《矿山生态修复技术规范第 4 部分：建材矿山》（TD/T 1070.4-2022）要求，坚持“表土优先、就地利用、分区构建、培肥改良、质量可控”原则，重点包括有效土层构建工程、土壤改良工程与清理工程。

1.客土回填与地力提升

当治理区土层厚度或土壤质量不能满足植被生长需要时，采用无污染客土回填；结合有机肥、腐殖质材料或绿肥措施开展培肥改良，优先采用“深翻+有机质补充+豆科绿肥/固氮植物”组合提升地力基础；对客土进行土壤改良，以提高土壤的质量。改良的方法为施肥法，施肥量为有机肥 4500kg/hm²，无机肥 450kg/hm²，本方案复垦区施用无机肥料来增加土壤养分，使植物生长良好，提高了土壤有机质，改良了土壤的理化性质。

2.清理工程与污染风险控制

对固体废弃物、建筑垃圾进行分类清运与规范处置，避免回填夹杂硬质垃圾导致根系阻隔；对疑似污染物应先开展甄别与分区处置，确保回填与覆土材料安全性。

（三）植被重建

镇巴县永帆建筑工程有限责任公司镇巴县永乐镇光辉村陈家湾组采石场建筑石料用灰岩矿生态修复的植被重建需遵循国家标准的相关条款，结合当地自然条件（如气候、土壤、水文）和矿区破坏特征，科学选择植被种类并设计配置方案，对边坡和平台进行复垦、复绿。

1.松散堆积物处、原剥离区植被重建

（1）采用播撒草籽的方式恢复植被，草本选择混撒草籽，种植比例为 1:1。

(2) 适当撒播白三叶、紫花苜蓿、草木樨等草本植物，以增加复垦区生物多样性。散播混种草籽量配置为 $40\text{kg}/\text{hm}^2$ 。播种时间为每年 4—5 月。

2. 露天采场平台植被重建工程

(1) 安全平台、清扫平台采用乔草结合的方式恢复植被，乔木选择刺槐，草本选择混撒草籽，种植面积比例为 1:1。

(2) 在复垦区穴植 1 年生刺槐，复垦采用穴栽方式，坑穴尺寸按照长 $\times$ 宽 $\times$ 深= $0.5\text{m}\times 0.5\text{m}\times 0.5\text{m}$ ，穴坑内避免有大的块石，栽植株距、行距为 $1.5\text{m}\times 1.5\text{m}$ ，种树时间为每年的 3-4 月份。

(3) 林间适当撒播白三叶、紫花苜蓿、草木樨等草本植物，以增加复垦区生物多样性。散播混种草籽量配置为 $40\text{kg}/\text{hm}^2$ 。播种时间为每年 4—5 月。

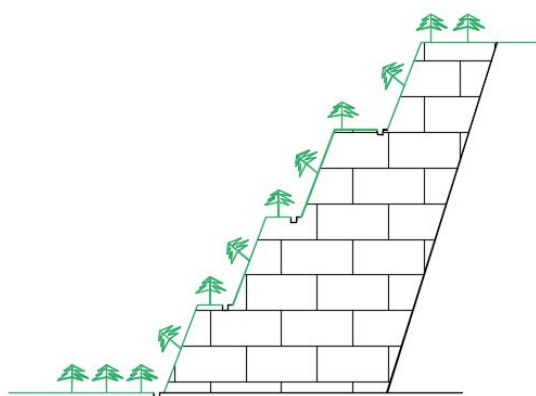


图 4-3 采场植被恢复示意图

3. 地面工程区域植被重建工程

采用乔草结合的方式恢复植被，乔木选择刺槐，草本选择混撒草籽，种植比例为 1:1。

在复垦区穴植 1 年生刺槐，复垦采用穴栽方式，坑穴尺寸按照长 $\times$ 宽 $\times$ 深= $0.5\text{m}\times 0.5\text{m}\times 0.5\text{m}$ ，穴坑内避免有大的块石，栽植株距、行距为 $1.5\text{m}\times 1.5\text{m}$ ，种树时间为每年的 3-4 月份。

林间适当撒播白三叶、紫花苜蓿、草木樨等草本植物，以增加复垦区生物多样性。散播混种草籽量配置为 $40\text{kg}/\text{hm}^2$ 。

(四) 景观营建

镇巴县永帆建筑工程有限责任公司镇巴县永乐镇光辉村陈家湾组采石场建筑石料用灰岩矿生态修复中，针对矿区受损沟道的连通性与功能性恢复，需结合相关技术要求，采取系统性措施。以下是具体实施方案：

1. 植被重建与生物廊道构建

本土植物优选：选择固氮的乡土物种，采用“灌草乔”复层配置，植被密度 ≥ 3 株/m²。

生物通道设计：保留或人工营造宽度 ≥ 30 m的带状植被走廊，连接碎片化栖息地，为小型哺乳动物及昆虫提供迁徙路径。

2.社区参与与合规性

公众参与：组织当地居民参与植被管护，提升生态意识，符合标准中“社区协同治理”条款。

合规性文件：修复方案需参考《水土保持设施验收报告》，验收报告需通过水利部门评审。

通过以上措施，镇巴县永帆建筑工程有限责任公司镇巴县永乐镇光辉村陈家湾组采石场建筑石料用灰岩矿受损廊道将实现“结构稳定—功能完善—生物回归”的梯度恢复，满足国家标准对生态修复的量化要求，并为同类矿区提供示范。

三、工程内容

（一）矿山地质环境治理工程

1.治理对象

（1）在终了平台进行修建截排水渠+警示牌的措施进行治理；

（2）矿山开采结束后，对工业场地和临时生活区进行拆除，拆除地表建构筑物及硬化地面。

2.工程设计

（1）松散堆积物治理工程

①治理对象：松散堆积物。

②治理方案：在松散堆积物坡脚处设置 M7.5 浆砌石挡墙 36m。

（2）终了平台、边坡治理工程

①治理对象：K1 露天采场终了边坡；Ky 露天采场终了边坡。

②治理方案：K1 露天采场清扫平台修建截排水沟 862m，设置警示牌 5 块；安全平台修建临时排水渠 1515m，设立警示牌 10 块。Ky 露天采场清扫平台修建截排水沟 1046m，设置警示牌 4 块；安全平台修建临时排水沟 1918m，设立警示牌 8 块。

（3）地面构（建）筑物拆除工程

①治理对象：工业场地、临时生活区。

②治理方案：对场地内矿山构筑物进行拆除，拆除地表建构筑物及硬化地面，硬化地面清理深度 0.30m。拆除的建筑垃圾，运输至政府指定的场所进行统一处置。共计拆除混凝土构筑物 3060m³，砌体构筑物 4590m³。

3.主要工程量

(1) 松散堆积物治理工程

松散堆积物治理工程量见表 4-1。

表 4-1 松散堆积物治理工程量一览表

序号	工程或费用名称	计量单位	工程量
一	松散堆积物		
1.1	修建挡墙	m	36
1.1.1	土方开挖	m ³	36
1.1.2	M7.5 浆砌块石	m ³	140.4
1.1.3	伸缩缝	m ²	13.68
1.1.4	Φ 75PVC 管	m	54.72
1.1.5	M10 勾缝抹面	m ²	180.72

(2) 终了平台、终了边坡治理工程

终了平台治理工程量见表 4-2、4-3。

表 4-2 K1 露天采场终了平台治理工程量一览表

序号	工程或费用名称	计量单位	工程量
一	850m、840m 安全平台		
1.1	重构截排水系统	m	97
1.1.1	土方开挖	m ³	70
1.2	设立警示牌	块	2
二	830m 清扫平台	m	
2.1	重构截排水系统	m	81
2.1.1	土方开挖	m ³	58
2.1.2	模板制作、安装	m ²	162
2.1.3	C20 砼浇筑	m ³	26
2.1.4	伸缩缝	m ²	2.6
2.1.5	土方回填	m ³	20
2.2	设立警示牌	块	1
三	820m 安全平台		
3.1	重构截排水系统	m	100
3.1.1	土方开挖	m ³	72
3.2	设立警示牌	块	1
四	810m 安全平台		

4.1	重构截排水系统	m	120
4.1.1	土方开挖	m ³	86
4.2	设立警示牌	块	1
五	800m 清扫平台		
5.1	重构截排水系统	m	143
5.1.1	土方开挖	m ³	103
5.1.2	模板制作、安装	m ²	286
5.1.3	C20 砼浇筑	m ³	46
5.1.4	伸缩缝	m ²	4.6
5.1.5	土方回填	m ³	34
5.2	设立警示牌	块	1
六	790m、780m 安全平台		
6.1	重构截排水系统	m	330
6.1.1	土方开挖	m ³	238
6.2	设立警示牌	块	2
七	770m 及以下清扫平台		
7.1	重构截排水系统	m	638
7.1.1	土方开挖	m ³	460
7.1.2	模板制作、安装	m ²	1276
7.1.3	C20 砼浇筑	m ³	204
7.1.4	伸缩缝	m ²	20.4
7.1.5	土方回填	m ³	153
7.2	设立警示牌	块	3
八	760m 及以下安全平台		
8.1	重构截排水系统	m	657
8.1.1	土方开挖	m ³	473
8.2	设立警示牌	块	4

表 4-3 Ky 露天采场终了平台治理工程量一览表

序号	工程或费用名称	计量单位	工程量
一	安全平台		
1.1	重构截排水系统	m	1918
1.1.1	土方开挖	m ³	1381
1.2	设立警示牌	块	8
二	清扫平台	m	
2.1	重构截排水系统	m	1046
2.1.1	土方开挖	m ³	753
2.1.2	模板制作、安装	m ²	2092
2.1.3	C20 砼浇筑	m ³	335
2.1.4	伸缩缝	m ²	33.5

2.1.5	土方回填	m ³	251
2.2	设立警示牌	块	4

(3) 地面构（建）筑物拆除工程

地面构（建）筑物拆除工程量见表 4-4。

表 4-4 地面构（建）筑物工程量一览表

序号	工程或费用名称	计量单位	工程量
1	构筑物拆除		
1.1	混凝土拆除	m ³	3060
1.2	砌体拆除	m ³	4590
1.3	渣体外运	m ³	7650

(二) 土地复垦工程

1. 复垦对象

- (1) 对松散堆积物处、原剥离区进行覆土+复绿的措施、终了边坡复绿；
- (2) 对终了平台进行覆土+复绿的措施、终了边坡复绿；
- (2) 对地面的工业场地和临时生活区进行拆除+覆土+复绿措施；

2. 工程设计及工程量

(1) 松散堆积物处、原剥离区临时复绿工程

复垦对象：松散堆积物处、原剥离区。

复垦方向及面积：临时复垦为其他草地，面积 1.21hm²。

复垦工程：包括土壤重构和植被重建工程，其中土壤重构工程包括表土覆盖、场地平整、土壤培肥等；

植被重建：包括播撒草籽。

① 土壤重构工程

a) 土地平整

为了保证边坡的稳定性和减缓坡面水土流失，在进行复垦前，需采用挖高垫低的方式将平台找平。

b) 表土覆盖

土地复垦时从临时表土场取土，覆土厚度 0.35m，共需覆土 4235m³。

c) 土壤培肥

由于表土较为贫瘠，需要对其进行土壤改良，以提高土壤质量。改良的方法为土壤培肥，目的是增加土壤有机质和植物生长需要的其他养分含量，改善土壤性状，提高土

壤肥力。将颗粒 5mm 以下的客土和有机肥按照土：肥等于 95:5 参配拌和在一起形成种植土，有机肥要完全腐熟、晒干、碾碎并过筛。对客土进行土壤改良，以提高土壤的质量。改良的方法为施肥法，施肥量为有机肥 4500kg/hm²。

②植被重建工程

露天采场适当撒播白三叶、紫花苜蓿、草木樨等草本植物，进行临时复绿。散播混种草籽配置量为 60kg/hm²。播种时间为每年 4—5 月。

③工程量

松散堆积物处、原剥离区需平整 12100m²、覆土 3630m³、培肥 5445kg、翻耕 1.21hm²；播撒草籽 48kg。

(2) K1、Ky 露天采场终了平台复垦工程

复垦对象：K1 露天采场终了平台；Ky 露天采场终了平台。

复垦方向及面积：拟复垦为乔木林地，面积 4.85hm²。

复垦工程：包括土壤重构和植被重建工程，其中土壤重构工程包括表土覆盖、场地平整、土壤培肥等；

植被重建：包括栽植乔、草植物。

①土壤重构工程

a) 土地平整

为了保证边坡的稳定性和减缓坡面水土流失，在对平台复垦前，需采用挖高垫低的方式将平台找平。

b) 表土覆盖

土地复垦时从临时表土场取土，覆土厚度 0.35m，共需覆土 16975m³。

c) 土壤培肥

由于表土较为贫瘠，需要对其进行土壤改良，以提高土壤质量。改良的方法为土壤培肥，目的是增加土壤有机质和植物生长需要的其他养分含量，改善土壤性状，提高土壤肥力。将颗粒 5mm 以下的客土和有机肥按照土：肥等于 95:5 参配拌和在一起形成种植土，有机肥要完全腐熟、晒干、碾碎并过筛。对客土进行土壤改良，以提高土壤的质量。改良的方法为施肥法，施肥量为有机肥 4500kg/hm²。

②植被重建工程

a) 安全平台、清扫平台采用乔草结合的方式恢复植被，乔木选择刺槐，草本选择混撒草籽，种植比例为 1:1。

b) 在复垦区穴植 1 年生刺槐，复垦采用穴栽方式，坑穴尺寸按照长×宽×深=0.5m×0.5m×0.5m，穴坑内避免有大的块石，栽植株距、行距为 1.5m×1.5m，种树时间为每年的 3-4 月份。

c) 林间适当撒播白三叶、紫花苜蓿、草木樨等草本植物，以增加复垦区生物多样性。散播混种草籽量配置为 60kg/hm²。播种时间为每年 4—5 月。

③工程量

K1 露天采场：850m、840m 终了边坡平台和坡面需平整 500m²，覆土 175m³，培肥 225kg，翻耕 0.05hm²，种植刺槐 223 株，散播混种草籽 2kg；830m 终了边坡平台和坡面需平整 400m²，覆土 140m³，培肥 180kg，翻耕 0.04hm²，种植刺槐 178 株，散播混种草籽 2kg；820m 终了边坡平台和坡面需平整 600m²，覆土 210m³，培肥 270kg，翻耕 0.06hm²，种植刺槐 267 株，散播混种草籽 3kg；810m 终了边坡平台和坡面需平整 700m²，覆土 245m³，培肥 315kg，翻耕 0.07hm²，种植刺槐 312 株，散播混种草籽 3kg；800m、790m、780m 终了边坡平台和坡面需平整 2800m²，覆土 980m³，培肥 1260kg，翻耕 0.28hm²，种植刺槐 1245 株，散播混种草籽 11kg；770m 及以下终了边坡平台和坡面需平整 16700m²，覆土 5845m³，培肥 7515kg，翻耕 1.67hm²，种植刺槐 7422 株，散播混种草籽 67kg。

Ky 露天采场：终了边坡坡面、平台需平整 26700m²，覆土 9345m³，培肥 12015kg、翻耕 2.67hm²，种植刺槐 11866 株，散播混种草籽 107kg。

(3) 地面复垦工程

复垦对象：临时生活区、工业场地。

复垦方向及面积：复垦为乔木林地，面积 1.53hm²。

复垦工程：包括土壤重构和植被重建工程，其中土壤重构工程包括废弃建筑物及场地硬化层拆除、表土覆盖、场地平整、土壤培肥；

植被重建包括：栽植乔、草植物。

①土壤重构工程

a) 场地清理及找平

清除场地中残留的油迹、杂物等，削放边坡，人工找平复垦场地。按场地面积深度 30cm 估算。

b) 表土覆盖

土地复垦时从临时表土场取土，覆土厚度 0.35m，共需覆土 5355m³。

c) 土地平整

为了保证边坡的稳定性和减缓坡面水土流失，在对临时生活区和工业场地复垦前，采用推土机对土地进行平整。

d) 土壤培肥

由于外购的表土较为贫瘠，需要对其进行土壤改良，以提高土壤质量。改良的方法为土壤培肥，目的是增加土壤有机质和植物生长需要的其他养分含量，改善土壤性状，提高土壤肥力。将颗粒 5mm 以下的客土和有机肥按照土：肥等于 95:5 掺配拌和在一起形成种植土，有机肥要完全腐熟、晒干、碾碎并过筛。对客土进行土壤改良，以提高土壤的质量。改良的方法为施肥法，施肥量为有机肥 4500kg/hm²。

②植被重建工程

a) 安全平台、清扫平台采用乔草结合的方式恢复植被，乔木选择刺槐，草本选择混撒草籽，种植比例为 1:1。

b) 在复垦区穴植 1 年生刺槐，复垦采用穴栽方式，坑穴尺寸按照长×宽×深=0.5m×0.5m×0.5m，穴坑内避免有大的块石，栽植株距、行距为 1.5m×1.5m，种树时间为每年的 3-4 月份。

c) 林间适当撒播白三叶、紫花苜蓿、草木樨等草本植物，以增加复垦区生物多样性。散播混种草籽量配置为 60kg/hm²。播种时间为每年 4—5 月。

③工程量

临时生活区、工业场地：需平整 15300m²，覆土 5355m³，培肥 6885kg，翻耕 1.53hm²，种植刺槐 6800 株，散播混种草籽 61kg。

3.主要工程量

(1) 松散堆积物处、原剥离区临时复绿工程

松散堆积物处、原剥离区临时复绿工程量见表 4-5。

表 4-5 松散堆积物处、原剥离区临时复绿工程量表

序号	工程名称	计量单位	工程量
	临时复绿		
1.1	土壤重构工程		
1.1.1	土地平整	m ²	12100
1.1.2	表土覆盖	m ³	4235
1.1.3	土壤培肥	kg	5445
1.1.4	土壤翻耕	hm ²	1.21
1.2	植被重建工程		

序号	工程名称	计量单位	工程量
1.2.1	播撒草籽	kg	48

(2) 终了边坡、终了平台复垦工程

终了边坡、终了平台复垦工程量见表 4-6。

表 4-6 终了边坡、终了平台土地复垦工程量表

序号	工程名称	计量单位	工程量
K1 露天采场			
一	850m、840m 终了边坡平台和坡面		
1.1	土壤重构工程		
1.1.1	土地平整	m ²	500
1.1.2	表土覆盖	m ³	175
1.1.3	土壤培肥	kg	225
2.1.4	土壤翻耕	hm ²	0.05
1.2	植被重建工程		
1.2.1	种植刺槐	株	223
1.2.2	播撒草籽	hm ²	0.05
二	830m 终了边坡平台和坡面		
2.1	土壤重构工程		
2.1.1	土地平整	m ²	400
2.1.2	表土覆盖	m ³	140
2.1.3	土壤培肥	kg	180
2.1.4	土壤翻耕	hm ²	0.04
2.2	植被重建工程		
2.2.1	种植刺槐	株	178
2.2.2	播撒草籽	hm ²	0.04
三	820m 终了边坡平台和坡面		
3.1	土壤重构工程		
3.1.1	土地平整	m ²	600
3.1.2	表土覆盖	m ³	210
3.1.3	土壤培肥	kg	270
3.1.4	土壤翻耕	hm ²	0.06
3.2	植被重建工程		
3.2.1	种植刺槐	株	267
3.2.2	播撒草籽	hm ²	3
四	810m 终了边坡平台和坡面		

序号	工程名称	计量单位	工程量
4.1	土壤重构工程		
4.1.1	土地平整	m ²	700
4.1.2	表土覆盖	m ³	245
4.1.3	土壤培肥	kg	315
4.1.4	土壤翻耕	hm ²	0.07
4.2	植被重建工程		
4.2.1	种植刺槐	株	312
4.2.2	播撒草籽	hm ²	3
五	800m、790m、780m 终了边坡平台和坡面		
5.1	土壤重构工程		
5.1.1	土地平整	m ²	2800
5.1.2	表土覆盖	m ³	980
5.1.3	土壤培肥	kg	1260
5.1.4	土壤翻耕	hm ²	0.28
5.2	植被重建工程		
5.2.1	种植刺槐	株	1245
5.2.2	播撒草籽	hm ²	0.28
六	770m 及以下终了边坡平台和坡面		
6.1	土壤重构工程		
6.1.1	土地平整	m ²	16700
6.1.2	表土覆盖	m ³	5845
6.1.3	土壤培肥	kg	7515
6.1.4	土壤翻耕	hm ²	1.67
6.2	植被重建工程		
6.2.1	种植刺槐	株	7422
6.2.2	播撒草籽	hm ²	67
Ky 露天采场			
七	终了边坡平台和坡面		
7.1	土壤重构工程		
7.1.1	土地平整	m ²	26700
7.1.2	表土覆盖	m ³	9345
7.1.3	土壤培肥	kg	12015
7.1.4	土壤翻耕	hm ²	2.67
7.2	植被重建工程		

序号	工程名称	计量单位	工程量
7.2.1	种植刺槐	株	11866
7.2.2	播撒草籽	hm ²	2.67

(2) 地面工程复垦工程

地面工程复垦工程量见表 4-7。

表 4-7 地面工程复垦工程量表

序号	工程名称	计量单位	工程量
	临时生活区、工业场地		
1.1	土壤重构工程		
1.1.1	场地清理	m ²	15300
1.1.2	土地平整	m ²	15300
1.1.3	表土覆盖	m ³	5355
1.1.4	土壤培肥	kg	6885
1.1.5	土壤翻耕	hm ²	1.53
1.2	植被重建工程		
1.2.1	种植刺槐	株	6800
1.2.2	播撒草籽	hm ²	1.53

第五章 监测与管护

一、监测目标与措施

（一）监测目标

矿山生态环境监测能够实时捕捉到不稳定地质体、土地损毁演化、生态系统变化的动态信息，既为精准施策、风险预警提供科学依据，又能量化修复措施的有效性与合规性，支撑方案动态优化与验收考核；同时通过长期数据积累，衔接“山水林田湖草沙”一体化治理与“双碳”目标，助力构建“监测—评估—调整—管护”的长效机制，最终保障矿山生态修复从“问题治理”向“安全稳定、土地可用、生态健康”的可持续状态转型，是实现修复成效落地、区域生态安全统筹的核心抓手。

针对地质环境问题（不稳定地质体、含水层、地形地貌景观）、土地损毁（挖损、压占、塌陷损毁）、生态问题（植被损毁、生态功能损伤、水土流失、环境污染）三大矿山生态环境问题，应当选取不同的监测方法与手段，最终达到以下目标：

1.了解以往地质环境治理工程的有效性和安全性，查漏补缺，及时修正、完善矿山生态环境治理措施；掌握矿山开采对矿区及周边地质环境的影响程度及发展变化，为矿区地质环境治理提供依据；

2.掌握采矿区地形地貌变化、土壤质量损伤情况及生态功能退化状态，明确损毁范围、强度及演化趋势，为判断损毁风险等级提供数据支撑；

3.对照修复方案设定的土地质量标准、植被恢复目标及生态功能修复要求，系统监测复垦后地形重塑效果、土壤改良质量、植被生长状况（存活率、覆盖度、生物量）及生态服务功能（水土保持、碳汇能力等），量化复垦措施对土地生产力、生态稳定性的提升作用；

4.通过持续监测，早期识别复垦区可能出现的二次损毁、土壤侵蚀加剧、植被退化、地下水渗漏等风险隐患，为快速响应和优化治理措施提供预警信息，避免土地损毁进一步扩大。

5.整合监测数据，分析土地损毁与复垦的内在关联，验证复垦技术的适用性和有效性，为后续调整复垦工艺、优化资源配置、建立长效管护机制提供科学依据，确保采区内土地资源可持续利用。

6.为政府管理部门检查、监督矿山生态修复费用使用情况提供依据。

（二）主要技术措施

- （1）不稳定地质体监测：人工巡查法。
- （2）地形地貌景观监测：无人机摄影法。
- （3）水土环境监测：采样送检测试法。
- （4）生态环境监测：

（三）监测设计

1.监测范围

- （1）不稳定地质体

不稳定地质体的监测范围主要为露天采场边坡。

- （2）地形地貌景观及水土资源

监测范围为本次矿山地质环境影响范围，包括矿山工程及影响区。

- （3）生态系统

监测范围为采矿影响范围，包括矿山工程及影响区。

2.监测内容

（1）不稳定地质体监测：主要监测高陡边坡发生变形破坏的可能性、规模、影响对象。对边坡可能发生形变的部位进行重点监测，如坡体周边出现的裂缝、岩体内的软弱结构面等潜在软弱面两侧间的相对位移量，计算变形速率。

（2）地表水质监测，主要包括污废水类型、年产出量、年排放量、年处理量、排放去向、年循环利用量和污废水、固体废弃物堆放对水体影响程度及造成的危害。

（3）地形地貌景观及土地资源监测，主要为矿山活动对矿区地形地貌景观、土地资源的破坏面积和程度、挖填方数量及占地面积、废渣弃土规模及占地面积、地表植被覆盖程度、土壤影响和微量元素等。

（4）土壤环境监测：物理破坏情况以及 pH、砷、镉、铬（六价）、铜、铅、汞、镍共 8 项，采样深度 0~20cm。

（5）生态系统的监测，在矿区范围内地形地貌高分遥感数据的基础上，每年解译分析，根据解译出的信息，结合人工生态环境调查，完成每年度生态系统监测工程。

3.监测方法

- （1）不稳定地质体的监测，主要采用人工现场调查。
- （2）地形地貌景观及土地资源的监测，矿区工程建设对地形地貌景观影响严重，

据此，应通过无人机拍摄法，为了分析评价区内植被自然恢复能力，还需对植被进行覆盖度、成活率进行检查，监测其发展变化情况。

(3) 水土环境监测，采样送检测试法。

(4) 生态系统的监测，在地形地貌高分遥感数据基础上，每年做植被指数解译，根据解译出的信息，结合人工生态环境调查，完成每年度生态系统监测工程，建议矿山企业购买 2015、2020、2025—2029 年矿区遥感数据作为比对，为后期生态系统监测提供对比数据。

4.监测点布设及频次

不稳定地质体巡查监测，布设 3 个监测点，主要为松散堆积物、K1 露天采场与 Ky 露天采场边坡，地形地貌景观监测，布设 1 个，覆盖整个采矿影响区，水土环境监测点 6 个，共布布设监测点 10 个。

不稳定地质体巡查监测频率：每月 1 次，雨季及发现变形异常时需加密观测。

地形地貌景观监测频率：无人机摄影测量 1 次/年。

土壤环境质量监测频率：1 次/年，取 1 组土壤样品进行分析，若发现土壤污染，增加监测频率。

水质监测频率：2 次/年，取 1 组地表水样品进行分析，若发现水质污染，增加监测频率。各监测点位置可见附图 6。

5.监测队伍及成果

监测队伍可由矿企技术负责人作为总负责人，由监测技术人员不少于 1 人组成矿山专职监测部门或监测作业组，负责矿山地质环境监测工作，水土环境相关监测需委托有相关资质的第三方机构；并对监测成果进行汇总填表，调查表应按省级自然资源行政主管部门要求，定期向县级自然资源主管部门提交监测数据和成果。

二、管护目标与措施

(一) 目标任务

矿区处于陕南地区，雨水较为丰富，植被成活率相对较高。为保证实施植被恢复的复垦单元的新植植被有较高的成活率，针对受挖损影响的土地实施土地损毁监测方案；针对复垦责任范围内复垦后的土地等实施复垦效果监测方案；针对复垦后的林地进行管护，确定的复垦管护时间为 3 年。

(二) 措施和内容

1.矿区土地复垦监测内容

(1) 土地损毁监测

对挖损、压占等土地损毁的情况进行监测。

1) 监测内容：土地损毁单元每年的损毁形式、范围、面积、地类的情况，与预测损毁土地结果进行对比分析。

2) 监测点布设：每个评价单元布设一个监测点，共 7 个监测点。

3) 监测方法：用卷尺或手持 GPS 野外定点监测损毁范围、面积，对照土地损毁预测图、土地利用现状图记录损毁地类、面积和权属等情况。

4) 监测频率：每年 1 次，每次 2 人。

5) 监测时间：依据每个监测点的复垦时间，确定损毁监测时间。

(2) 复垦效果监测

1) 监测内容，①土壤质量监测：土地质量监测也是土地复垦效果监测的重要方面。监测复垦地土壤的物理性状变化，包括地形坡度、有效土层厚度、有机质含量、土壤容重、酸碱度、土壤侵蚀模数；监测土壤养分含量的变化，包括有机质含量、有效磷含量、有效钾含量、全氮含量等。②植被生长监测：土地复垦中植被的成活率及其生长状况。土地复垦中的监测首先要保证工程的标准要达到预期目的，对复垦土地的植被进行监测，复垦为林地的植被监测内容为种植密度、高度、成活率、郁闭度；复垦为草地的植被监测内容主要为高度、覆盖度、成活率、产草量。对未成活的树种进行补种。

2) 监测点布设：在每个评价单元各布设一个监测点，共 7 个监测点。

3) 监测方法：土壤质量监测主要采用取样分析和人工巡查进行监测；植被恢复效果监测采用样方随机调查法，巡查观测植被生长情况；复垦配套设施监测主要采用人工巡查，对损毁地段进行修复。

4) 监测频率：土地质量每年 1 次。植被恢复效果每年 2 次，春秋各 1 次。

5) 监测时间：持续监测 3 年。

2.矿区土地复垦监测措施

主要是对土地损毁情况、土壤质量和植被生长状况进行监测。土地损毁情况监测主要采取建立地表挖损观测及实地踏勘记录的方式；土壤质量监测采用现场取样化验的方式；植被生长的监测主要为踏勘、记录的方式。

3.矿区土地复垦管护措施及内容

由于本项目区生态环境相对脆弱，受人工干扰程度较大，因此土地复垦能否达到预期效果的保障在于管护，即通过合理管护，提高植物成活率，达到预期复垦效果。

(1) 水分管理

苗木栽植后，可通过植树带内植树行间和行内的锄草松土，防止幼树成长期遇干旱天气。项目区年均降水量 880mm，雨水较为丰富，能够保证植树自然成活，因此仅在苗木栽植时，进行水分管理。

(2) 修枝与剪伐

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，提高林木的干材质量。剪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。

(3) 林木病虫害防治

对于林带中出现各类树木的病、虫、害等要及时进行管护。对于病株要及时砍伐防止扩散，对于虫害要及时地施用药品来控制虫害的发生。要定期对林草病虫害及缺肥症状进行观察、记录，一旦发现，立即采取喷药或施肥等相应措施进行防治。同时做好林木抚育，搞好护林防火等工作。

管护内容：包括防火、防虫、防病、补植、浇水及抚育等措施。

三、工程量

1.地质环境监测工程量

矿山地质环境监测点布设情况及监测工程量见表 5-1。

2.土地复垦监测工程量

本方案设置 9 个监测点，配置监测人员 2 人。各复垦单元监测工程量汇总见表 5-2，各复垦单元管护工程量见表 5-3，镇巴县永帆建筑工程有限责任公司镇巴县永乐镇光辉村陈家湾组采石场建筑石料用灰岩矿拟损毁区复垦规划图见附图五。

表 5-1 矿山地质环境监测工程量表

项目	监测点 编号	位置	监测内容	监测方法	监测频次	前 5 年监测 次数（次）	中期监测次 数（次）	后期监测次 数（次）	合计
不稳定地 质体	D1-D3	松散堆积物、K1 露天采场、 Ky 露天采场边坡	落石	人工观测	每月巡查 一次	180	252	540	972
土壤影响	W1-W4	工业场地、临时生活区、K1 露天采场、Ky 露天采场	物理破坏和土壤 元素的变化	影响性监测	每年一次	20	28	60	108
水质监测	S1-S2	矿区内干沟河上下游	地表水环境质量	影响性监测	每年一次	10	14	30	54
地形地貌	/	全区	地形地貌	无人机监测	每年一次	5	7	20	32
生态系统	/	全区		三维影像解译	每年一次	1	7	20	28

表 5-2 各复垦单元监测工程量汇总表

监测项目	指标	近期	中期	远期	合计
土地损毁监测	损毁形式、范围、面积、地类	33	35	75	143
土壤质量监测	地形坡度、有效土层厚度、土壤有效水分、土壤容重、酸碱度、 有机质含量、有效磷含量、全氮含量	18	12	57	87
植被恢复效果监测	林、草的长势、高度、覆盖度	36	24	114	174

表 5-3 管护工程量表

管护区域	管护方法	管护面积（hm ² ）	管护次数
林地	喷药、施肥、平岔、 收割	7.58	植树后及时灌水2~3次，第一次灌溉应确保水能渗透根部，一般为一周浇灌一次，成活后视旱情及时浇灌；喷药每月一次。每年冬季应施一次有机肥，每年5—7月应追施一次复合肥。

第六章 工程部署与经费估算

镇巴县永帆建筑工程有限责任公司镇巴县永乐镇光辉村陈家湾组采石场建筑石料用灰岩矿矿区生态修复应始终贯彻“预防为主、防治结合”的原则，预防保护措施先行，治理工程应按照轻重缓急的原则，对不同类型、不同危害程度采取相应的治理工程，对你稳定地质体以监测为主；对含水层破坏修复以监测工程为主；对平台的治理是修建生态挡墙，在平台修建截排水沟；开采结束后，对遗留问题进行全面有效的治理和生态恢复；矿山生态监测应贯穿整个方案服务年限。

一、总体部署

根据矿山地质环境治理分区和土地复垦单元划分，针对工程建设活动引发矿山地质环境问题的特点和造成危害程度，矿山生产进度及土地损毁情况等因素，采取有效的防治措施，把矿区生态修复的工程措施与监测预警措施，永久性保护措施和临时性措施有机结合起来，合理确定矿区生态修复方案的总体布局，以形成完整的，科学的矿山生态修复体系。最终达到改善生态环境，实现社会、经济、自然的协调发展。

矿山开采年限为 26.3a，按 27.0 年计算，考虑后期闭坑期 2a，植被管护期 3a，因此，矿区生态修复总的服务年限为 32a。可划分为第一阶段（2026 年—2030 年）、第二阶段（2031 年—2037 年）、第三阶段（2038 年—2057 年）三个阶段进行。

（一）总体目标任务

总体目标包括：

挖损和压占土地复垦率 100%

郁闭度 ≥ 0.3

林草植被成活率 $\geq 85\%$

（二）总工作量

生态修复工程涵盖以下主要任务：

1.地质环境治理

在松散堆积物坡脚处修建挡墙，在终了平台修建截排水沟，并设置警示牌；对临时生活区、工业场地进行构筑物拆除。

2.土地复垦与植被恢复

对松散堆积物处、原剥离区进行临时复绿；露天采场终了平台进行整平、覆土、植被重建；临时生活区、工业场地进行拆除、覆土、植被重建。

3.地质环境监测

布设监测点，监测不稳定地质体、地形地貌景观、土壤影响和生态系统等；建立长期监测体系，覆盖全服务期。

（三）实施计划

1.第一阶段（2026 年—2030 年）

主要针对已有的地质环境问题和损毁土地，结合未来几年采矿过程中可能出现的矿山地质环境问题及土地损毁情况，具体工作部署包括以下几方面内容：

（1）矿山环境恢复治理

①松散堆积物治理

在松散堆积物坡脚处修建 M7.5 浆砌石挡墙。

②终了边坡、平台治理

在 K1 露天采场 850m-810m 终了平台修建截排水沟，并在坡脚处设置警示牌。

③建立地表变形监测体系

在开采范围内结合人工巡查布置网状监测点，建立边坡变形观测和预警预报体系。

④生态系统的监测

对矿区内地形地貌、生态系统和植被多样性进行监测。

（2）土地复垦

①松散堆积物、原剥离区进行土壤重构和植被重建工程。

②K1 露天采场 850m-810m 终了平台及边坡进行客土回覆、植被重建工程。

③监测与管护

对复垦后的平台和边坡进行监测与管护。

2.第二阶段（2031 年—2037 年）

（1）矿山地质环境治理

①终了边坡、平台治理

在 K1 露天采场 800m-780m 终了平台修建截排水沟，并在坡脚处设置警示牌。

②完善矿山地质环境监测网络，优化不稳定地质体预警预报体系，建立完善的监测网络、信息系统和预警体系；

③生态系统的监测

对矿区内地形地貌、生态系统和植被多样性进行监测。

（2）土地复垦

①在 K1 露天采场 800m-780m 终了平台及边坡进行土地平整、表土回覆、植被恢复。

②对复垦后的平台、边坡等进行监测与管护。

3.第三阶段（2038 年—2057 年）

（1）矿山地质环境治理

①终了边坡、平台治理

在 K1 露天采场 770m 及以下和 Ky 露天采场的终了平台修建截排水沟，并在坡脚处设置警示牌。

②拆除临时生活区和工业场地等废弃的矿区设施及临时建筑物，保留部分可再利用的地面建筑，清除场地垃圾，恢复临时占用的土地，对各种遗留的矿山地质环境问题和损毁土地进行全面治理。

③完善矿山地质环境监测网络，优化不稳定地质体预警预报体系，建立完善的监测网络、信息系统和预警体系；

（2）土地复垦

①对 K1 露天采场 770m 及以下和 Ky 露天采场的终了平台进行土地平整、表土回覆、植被恢复；对临时生活区和工业场地进行复垦。

②对复垦后的平台、边坡等进行监测与管护。

二、总体经费估算

（一）经费估算依据

1.矿山地质环境恢复治理工程预算编制依据

（1）《陕西省水利工程概（估）算编制规定》《陕西省水利建筑工程概算定额》（2024 年修正）（陕水规计发〔2024〕107 号）；

（2）《陕西省水利工程施工机械台班费定额》（陕水规计发〔2024〕107 号）；

（3）《测绘生产成本费用定额计算细则（2009 版）》（财建〔2009〕17 号）；

（4）《国家发展和改革委员会关于进一步放开建设项目专业服务价格的通知》（发改价格〔2015〕299 号）；

（5）《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》中华人民共和国财政部 国家税务总局 中华人民共和国海关总署公告 2019 年第 39 号；

（6）《水利部调整水利工程计价依据增值税计算标准》（办财务函〔2019〕448 号）；

（7）《陕西水利水电工程营业税改增值税计价依据调整办法》（陕水规计发〔2016〕

353 号)；

(8) 《汉中建设工程造价信息》(2026 年第 7 期)；

(9) 中国地质调查局关于印发的《地质调查项目预算标准(2021)》；

(10) 《建设工程监理与相关服务收费管理规定》(发改价格〔2007〕670 号)；

2.土地复垦工程预算编制依据

(1) 中国地质调查局关于印发的《地质调查项目预算标准(2021)》；

(2) 《土地复垦方案编制规程第 1 部分：通则》(TD/T 1031.1—2011)；

(3) 《土地开发整理项目预算编制规定》(财综〔2011〕128 号)；

(4) 《土地开发整理项目施工机械台班费定额》(财综〔2011〕128 号)；

(5) 《土地开发整理项目预算定额》(财综〔2011〕128 号)；

(6) 《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〕169 号)；

(7) 陕西省住房和城乡建设厅《关于调整房屋建筑和市政基础设施工程工程量清单计价综合人工单价的通知》(陕建发〔2021〕1097 号)；

(8) 《水土保持工程概算定额》(水总〔2024〕323 号)；

(9) 《陕西省土地开发整理项目预算定额》(2004 年)；

(10) 《汉中建设工程造价信息》(2026 年第 7 期)；

(11) 《招标代理服务收费管理暂行办法》(计价格〔2002〕1980 号)；

(12) 《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》中华人民共和国财政部 国家税务总局 中华人民共和国海关总署公告 2019 年第 39 号。

(二) 单项工程量及其经费估算

1.矿山地质环境治理工程经费估算

根据上述矿山地质环境治理工程量、单价和其他费用标准，计算镇巴县永帆建筑工程有限责任公司镇巴县永乐镇光辉村陈家湾组采石场建筑石料用灰岩矿矿区生态修复方案服务期内矿山地质环境保护与恢复治理工程估算总投资为 291.35 万元，其中建筑工程 201.33 万元，监测费用 38.67 万元，独立费用工程 24.35 万元，预备费 22.97 万元。(见表 6-1，详见估算书)。

适用期矿山地质环境治理工程估算总投资为 30.36 万元。

镇巴县永帆建筑工程有限责任公司镇巴县永乐镇光辉村陈家湾组采石场建筑石料用灰岩矿采用露天开采，自上而下台阶式开采方法。根据矿山开采方式和采矿方法，确

定矿山开采地质环境影响系数为 2.5。

表 6-1 矿山地质环境治理工程投资总估算表

单位：万元

序号	工程或费用名称	建筑和安装工程投资	费用	合计	占工程部分总投资/%
1	工程部分	205.36		205.36	70.49
1.1	建筑工程	201.33		201.33	69.10
1.1.1	松散堆积物处	4.26		4.26	1.46
1.1.2	850m、840m 安全平台	0.16		0.16	0.05
1.1.3	830m 清扫平台	3.87		3.87	1.33
1.1.4	820m 安全平台	0.11		0.11	0.04
1.1.5	810m 安全平台	4.40		4.40	1.51
1.1.6	800m 清扫平台	6.80		6.80	2.33
1.1.7	790m、780m 安全平台	0.29		0.29	0.10
1.1.8	770m 及以下清扫平台	30.21		30.21	10.37
1.1.9	760m 及以下安全平台	0.58		0.58	0.20
1.1.10	Ky 露天采场清扫平台	49.48		49.48	16.98
1.1.11	Ky 露天采场安全平台	1.50		1.50	0.51
1.1.12	地面工程	99.67		99.67	34.21
1.2	施工临时工程	4.03		4.03	1.38
2	监测费用		38.67	38.67	13.27
3	独立费用		24.35	24.35	8.36
4	基本预备费		22.97	22.97	7.88
5	工程部分静态投资	205.36	85.99	291.35	100.00

2.土地复垦工程经费估算

本项目根据土地复垦总工程量，测算复垦静态、动态总投资额。本项目土地复垦静态投资总额 218.7 万元，其中工程施工费 123.90 万元，监测管护费 60.99 万元，其他费用 19.47 万元，不可预见费 14.34 万元。复垦土地总面积为 7.58hm²（113.7 亩），复垦土地亩均静态投资为 19234.83 元/亩。土地复垦投资估算总表见 6-2。

适用期土地复垦工程估算总投资为 26.47 万元。

表 6-2 土地复垦投资估算总表

序号	工程或费用名称	预算金额	各项费用占总费用比例 (%)
1	工程施工费	123.90	56.65
1.1	松散堆积物处、原剥离区临时复绿	11.67	9.42

1.2	850m、840m 终了边坡平台和坡面	0.86	0.69
1.3	830m 终了边坡平台和坡面	0.68	0.55
1.4	820m 终了边坡平台和坡面	1.03	0.83
1.5	810m 终了边坡坡面、平台	1.2	0.97
1.6	800m、790m、780m 终了边坡坡面、平台	4.79	3.87
1.7	770m 终了边坡坡面、平台	28.57	23.06
1.8	Ky 露天采场终了边坡坡面、平台	45.68	36.87
1.9	临时生活区、工业场地	29.42	23.74
2	监测管护费用	60.99	27.89
2.1	监测费	9.82	16.10
2.2	管护费	51.17	83.90
3	其他费用	19.47	8.90
4	不可预见费	14.34	6.56
总 计		218.70	100.00

（三）总工程量及其经费构成

本《方案》生态修复费用静态总投资 510.05 万元，按照矿山的可采矿石量为 400 万吨，平均吨矿石投资 1.29 元。（矿区生态修复费用静态总投资÷可采矿石量）

（1）矿山地质环境治理工程估算总投资为 291.35 万元，其中建筑工程 201.33 万元，监测费用 38.67 万元，独立费用工程 24.35 万元，预备费 22.97 万元。

（2）本项目土地复垦静态投资总额 218.7 万元，其中工程施工费 123.9 万元；监测费用 60.99 万元；其他费用 19.47 万元；不可预见费 14.34 万元。复垦土地总面积为 7.58hm²（113.7 亩），复垦土地亩均静态投资为 19234.83 元/亩。（复垦静态投资÷复垦土地总面积）。

（3）适用期矿区生态修复费用合计为 62.40 万元。其中，地质环境治理总费用为 22.75 万元，土地复垦总费用为 19.68 万元，监测与管护费用 19.97 万元。

三、阶段工作任务与经费安排

（一）阶段工作任务

矿区生态修复工作阶段总体安排，见表 6-3。

（二）近年工作任务与经费进度安排

近期矿区生态修复工作安排及经费安排见表 6-4。

表 6-3 矿区生态修复工作总体规划

阶段	规划年度	矿区生态修复		主要工程量
第一阶段	2026~2030	矿山地质环境治理工程	在松散堆积物处修建 36m 挡墙；在 K1 露天采场 850m-810m 平台修建 398m 截排水沟；建立矿山地质环境监测体系并对矿山地质环境监测和生态多样性进行监测。	1.修建挡墙： 土方开挖 36m ³ ，M7.5 浆砌石 140.4m ³ ，伸缩缝 13.68m ² ，PVC 管 54.72m，M10 勾缝抹面 180.72m ² ； 2.修建排水渠： 土方开挖 286m ³ ，模板制作、安装 162m ² ，C20 砼浇筑 26m ³ ，伸缩缝 2.6m ² ，土方回填 20m ³ ，设立警示牌 5 块； 3.监测： 不稳定地质体监测 180 次，土壤影响监测 20 次，水质监测 10 次，地形地貌监测 5 次，无人机航测 1 次。
		土地复垦工程	松散堆积物和原剥离区进行临时复绿，在 K1 露天采场 850m-810m 终了平台及边坡进行土地复垦；建立土地复垦监测体系。	1.临时复绿： 土地平整 12100m ² ，表土覆盖 4235m ³ ，土壤培肥 5445kg，土壤翻耕 1.21hm ² ，播撒草籽 1.21hm ² ； 2.K1 露天采场 850m-810m 终了平台及边坡复垦： 土地平整 2200m ² ，表土覆盖 770m ³ ，土壤培肥 990kg，土壤翻耕 0.22hm ² ，种植刺槐 978 株，播撒草籽 0.22hm ² ； 3.监测与管护： 土地损毁监测 33 次，土壤质量监测 18 次，植被恢复监测 36 次，植被管护 4.09hm ²
第二阶段	2031~2037	矿山地质环境治理工程	K1 露天采场 800m 清扫平台修建 143m 排水渠；790m、780m 安全平台修建 330m 排水渠；对矿山地质环境监测。	1.清扫平台修建排水渠： 土方开挖 103m ³ ，模板制作、安装 286m ² ，C20 砼浇筑 46m ³ ，伸缩缝 4.6m ² ，土方回填 34m ³ ，设立警示牌 1 块； 2.安全平台修建排水渠： 土方开挖 238m ³ ，设立警示牌 2 块； 3.监测： 不稳定地质体监测 252 次，土壤影响监测 28 次，水质监测 14 次，地形地貌监测 7 次，无人机航测 7 次。
		土地复垦工程	K1 露天采场 800m-780m 终了边坡平台和坡面进行土地复垦；并进行监测和管护。	1.复垦： 土地平整 2800m ² ，表土覆盖 980m ³ ，土壤培肥 1260kg，土壤翻耕 0.28hm ² ，种植刺槐 1245 株，播撒草籽 0.28hm ² ； 2.监测与管护： 土地损毁监测 35 次，土壤质量监测 12 次，植被恢复监测 24 次，植被管护 1.02hm ² 。
第三阶段	2038~2057	矿山地质环境治理工程	K1 露天采场 770m 及以下清扫平台修建 638m 排水渠，760m 及以下安全平台修建 657m 排水渠；Ky 露天采场安全平台修建 1918m 排水渠，清扫平台修建 1046m 排水渠；临时生活区、工业场地拆除；对矿山地质环境监测。	1.K1 露天采场清扫平台修建排水渠： 土方开挖 460m ³ ，模板制作、安装 1276m ² ，C20 砼浇筑 204m ³ ，伸缩缝 20.4m ² ，土方回填 153m ³ ，设立警示牌 3 块； 2.K1 露天采场安全平台修建排水渠： 土方开挖 473m ³ ，设立警示牌 4 块； 3.Ky 露天采场安全平台修建排水渠： 土方开挖 1381m ³ ，设立警示牌 8 块； 4.Ky 露天采场清扫平台修建排水渠： 土方开挖 753m ³ ，模板制作、安装 2092m ² ，C20 砼浇筑 335m ³ ，伸缩缝 33.5m ² ，土方回填 251m ³ ，设立警示牌 4 块； 5.地面工程拆除： 混凝土拆除 3060m ³ ，硬化层拆除 4590m ³ ，渣体外运 7650m ³ ； 6.监测： 不稳定地质体监测 540 次，土壤影响监测 60 次，水质监测 30 次，地形地貌监测 20 次，无人机航测 20 次。
		土地复垦工程	K1 露天采场 770m 及以下终了边坡平台和坡面进行土地复垦；Ky 露天采场终了边坡平台和坡面进行土地复垦；临时生活区、工业场地进行土地复垦；并进行监测和管护。	1.K1 露天采场复垦： 土地平整 16700m ² ，表土覆盖 5845m ³ ，土壤培肥 7515kg，土壤翻耕 1.67hm ² ，种植刺槐 7422 株，播撒草籽 1.67hm ² ； 2.Ky 露天采场复垦： 土地平整 26700m ² ，表土覆盖 9345m ³ ，土壤培肥 12015kg，土壤翻耕 2.67hm ² ，种植刺槐 11866 株，播撒草籽 2.67hm ² ； 3.临时生活区、工业场地复垦： 场地清理 15300hm ² ，土地平整 15300m ² ，表土覆盖 5355m ³ ，土壤培肥 6885kg，土壤翻耕 1.53hm ² ，种植刺槐 6800 株，播撒草籽 1.53hm ² ； 4.监测与管护： 土地损毁监测 75 次，土壤质量监测 57 次，植被恢复监测 114 次，植被管护 16.58hm ² 。

表 6-4 近期矿区生态修复工作安排及投资计划表

实施年度	工作任务	主要工作措施及工程量	工程静态投资 (万元)	
			分项	合计
第一年	松散堆积物处修建 36m 挡墙; K1 露天采场 850m、840m 安全平台修建 97m 排水渠。	1.修建挡墙: 土方开挖 36m ³ , M7.5 浆砌石 140.4m ³ , 伸缩缝 13.68m ² , PVC 管 54.72m, M10 勾缝抹面 180.72m ² ; 2.修建排水渠: 土方开挖 70m ³ , 设立警示牌 2 块。	9.93	28.15
	松散堆积物处、原剥离区进行临时复绿; K1 露天采场 850m、840m 终了边坡平台和坡面进行复垦。	1.临时复绿: 土地平整 12100m ² , 表土覆盖 4235m ³ , 土壤培肥 5445kg, 土壤翻耕 1.21hm ² , 播撒草籽 1.21hm ² ; 2.复垦: 土地平整 500m ² , 表土覆盖 175m ³ , 土壤培肥 225kg, 土壤翻耕 0.05hm ² , 种植刺槐 223 株, 播撒草籽 0.05hm ² ;	13.59	
	矿山地质环境监测; 建立复垦监测体系。	1.矿山地质环境监测: 不稳定地质体监测 37 次, 土壤影响监测 4 次, 水质监测 2 次, 地形地貌监测 1 次, 无人机航测 1 次; 2.土地复垦监测与管护: 土地损毁监测 7 次, 土壤质量监测 4 次, 植被恢复监测 8 次, 植被管护 1.26hm ² 。	4.63	
第二年	K1 露天采场 830m 清扫平台修建 81m 排水渠。	1.修建排水渠: 土方开挖 58m ³ , 模板制作、安装 162m ² , C20 砼浇筑 26m ³ , 伸缩缝 2.6m ² , 土方回填 20m ³ , 设立警示牌 1 块。	5.35	11.8
	K1 露天采场 830m 终了边坡坡面和平台进行复垦。	1.复垦: 土地平整 400m ² , 表土覆盖 140m ³ , 土壤培肥 180kg, 土壤翻耕 0.04hm ² , 种植刺槐 178 株, 播撒草籽 0.04hm ² 。	1.74	
	矿山地质环境监测; 建立复垦监测体系。	1.矿山地质环境监测: 不稳定地质体监测 40 次, 土壤影响监测 4 次, 水质监测 2 次, 地形地貌监测 1 次 2.土地复垦监测与管护: 土地损毁监测 7 次, 土壤质量监测 5 次, 植被恢复监测 10 次, 植被管护 1.30hm ² 。	4.71	
第三年	K1 露天采场 820m 安全平台修建 100m 排水渠。	1.修建排水渠: 土方开挖 72m ³ , 设立警示牌 1 块。	1.59	8.54
	K1 露天采场 820m 终了边坡坡面和平台进行复垦; 进行监测和管护。	1.复垦: 土地平整 600m ² , 表土覆盖 210m ³ , 土壤培肥 270kg, 土壤翻耕 0.06hm ² , 种植刺槐 267 株, 播撒草籽 0.06hm ² 。	2.09	
	矿山地质环境监测; 建立复垦监测体系。	1.矿山地质环境监测: 不稳定地质体监测 34 次, 土壤影响监测 4 次, 水质监测 2 次, 地形地貌监测 1 次; 2.土地复垦监测与管护: 土地损毁监测 7 次, 土壤质量监测 6 次, 植被恢复监测 12 次, 植被管护 1.36hm ² 。	4.86	
第四年	K1 露天采场 810m 安全平台修建 120m 排水渠。	1.修建排水渠: 土方开挖 86m ³ , 设立警示牌 1 块。	5.88	10.06
	K1 露天采场 810m 终了边坡坡面和平台进行复垦。	1.复垦: 土地平整 700m ² , 表土覆盖 245m ³ , 土壤培肥 315kg, 土壤翻耕 0.07hm ² , 种植刺槐 312 株, 播撒草籽 0.07hm ² 。	2.26	
	矿山地质环境监测; 建立复垦监测体系。	1.矿山地质环境监测: 不稳定地质体监测 36 次, 土壤影响监测 4 次, 水质监测 2 次, 地形地貌监测 1 次。 2.土地复垦监测与管护: 土地损毁监测 5 次, 土壤质量监测 3 次, 植被恢复监测 6 次, 植被管护 0.17hm ² 。	1.92	
第五年	矿山地质环境监测; 建立复垦监测体系。	1.矿山地质环境监测: 不稳定地质体监测 33 次, 土壤影响监测 4 次, 水质监测 2 次, 地形地貌监测 1 次。 2.土地复垦监测: 土地损毁监测 7 次。	3.85	3.85
合 计			62.40	

第七章 保障措施与公众参与

一、保障措施

（一）组织保障

强有力的组织机构，是落实完成方案的保证。本方案由镇巴县永帆建筑工程有限责任公司组织实施。矿山企业应把矿区生态修复列为矿山日常管理工作的重点，严格按照有关法律法规、相关标准及方案设计开展各项工作，不得随意调整和变更；自然资源主管部门负责项目实施的指导、监督、管理。为保证全面完成各项治理措施，必须重视并完成以下工作：

1.建立健全组织机构及管理制度。矿山企业应建立健全矿区生态修复工作的组织机构，加强对本方案实施的组织管理和行政管理，制定严格的管理制度，实行法人负责制，矿山企业法人是矿区生态修复的第一责任人。

2.成立镇巴县永乐镇光辉村陈家湾组采石场建筑石料用灰岩矿矿区生态修复项目领导小组，负责该矿区生态修复组织和实施领导小组组成如下：

第一责任人：镇巴县永帆建筑工程有限责任公司，法人代表：冯勇

组长：冯勇

副组长：副总经理、总工程师

其他成员因需待定，初步计划如下：

主管部门：矿山生态修复部

组员有：行政办公室主任（负责招标）、工程技术部经理（负责技术及施工）、财务总监（负责费用提取及下拨）、物资能源部经理（负责物资供应）、安全员、环保员、矿山地质环境监测专员等。

3.矿山生态修复部为矿山地质环境保护、土地修复工作的职能部门，具体负责矿区生态修复管理体系的建立，制定矿区生态修复的管理办法、地质环境事故的应急处理预案、工程措施的组织实施和相关制度知识、管理办法的宣传、培训工作等。

4.接受行政主管部门的监督、管理，镇巴县永帆建筑工程有限责任公司应了解在工程项目建设及运行期间，各级自然资源行政主管部门的主要职责，加强同省、市、县自然资源主管部门的沟通、联系、做好企业矿区生态修复工作，同时，接受各级自然资源行政管理部门的管理、监督、技术指导和审核、验收等工作。

5.矿山企业在实施矿区生态修复措施时，建议聘请矿山地质环境、土地复垦方面专

家进行指导工作，加强矿山地质环境保护工作，促进矿山可持续发展。

(二) 费用保障

根据“谁损毁谁复垦”及“谁开发谁保护，谁破坏谁治理，谁投资谁受益”的原则，矿区生态修复资金来源为矿山企业自筹。

根据陕西省自然资源厅、陕西省财政厅、陕西省生态环境厅2024年12月31日印发的《陕西省矿山地质环境治理恢复与土地复垦基金实施办法》的通知（陕自然资规〔2024〕1757号），矿山企业应在银行设立专用账户，单独设置矿区生态修复基金科目，每月按照原矿销售收入、开采矿种系数、开采方式系数、地区系数等综合提取基金。

基金计提数额=原矿月销售收入×矿种系数×开采系数×地区系数，镇巴县永乐镇光辉村陈家湾组采石场建筑石料用灰岩矿开采矿种为石灰岩（非金属矿产），根据通知要求，各系数取值如下：

矿种系数取1.5%（建材非金属矿山），开采系数取2.5（露天高边坡采矿法），地区系数取1.2（陕南地区）。根据《开采方案》的最终产品平衡表，结合当地矿石供需情况及对未来石灰岩矿石市场需求的预测分析，确定本项目矿石坑口的当量不含税售价为38元/吨。按照售价38元/吨计算，镇巴县永帆建筑工程有限责任公司镇巴县永乐镇光辉村陈家湾组采石场建筑石料用灰岩矿近期各年提取基金数额见表8-1。

表 8-1 镇巴县永乐镇光辉村陈家湾组采石场建筑石料用灰岩矿近期各年提取基金一览表

月销售 (万吨)	销售价 (元/吨)	矿种系数	开采系数	地区系数	月提取基金 (万元)	占销售收入	元/吨
1.25	38	1.5%	2.5	1.2	2.14	4.5%	1.71

即近期每吨矿石提取基金量为1.71元，月提取基金数为2.14万元。本《方案》矿区生态修复投资总费用为510.05万元，折合吨矿石费用为1.29元/吨，高于“陕自然资规〔2024〕1757号”的规定。因此，基金提取按照1.71元/吨提取，计提费用能够满足矿区生态修复的资金需求。

矿山企业应在闭坑的前一年提取足额基金用于矿山范围内尚未实施的矿区生态修复及管护工程。矿山企业年度提取的基金累计不足以本年度矿区生态修复费用的，或低于本《方案》中估算的年度矿区生态修复费用的，应以本年度实际所需费用或《方案》中估算年度费用进行补足。

基金提取后应及时用于矿区生态修复工程，不得挤占和挪用。按要求完成矿区生态修复工程任务后的年度结余资金可转接下年度使用。

矿山企业不履行矿区生态修复义务或者履行不到位且拒不整改的，可由自然资源主管部门委托第三方进行治理，该费用从矿山企业提取的基金中列支。

（三）技术保障

1.根据项目工作要求，选派有经验的技术人员组成施工部，按照指挥部的统一部署和设计要求开展工作。

2.在实施过程中加强与方案编制技术人员的沟通，对治理与复垦过程中出现的问题及时解决，及时与方案编制人员沟通，对复垦报告进行修改或重新编制；

3.配备性能良好的交通运输工具、通讯工具、测量仪器及其他生产设备，分析测试任务由具有相关资质的实验室承担，图件制作采用先进的数字化处理系统及机助成图系统，确保工程质量。

4.加强施工过程监理，关键工序聘请专家指导，不断改进复垦方法、提高复垦技术水平；

5.生产过程中严格实施质量三检制度（自检、互检、抽检），确保工程质量，争创优质工程。

6.在项目实施过程中，严格按照技术规范、规程及设计书、施工方案要求操作，对项目全过程进行质量监控，不允许出现不合格的原材料、中间成果和单项工程，确保最终成果的高质量。

7.制定《质量责任制考核办法》，并依据《办法》对各作业组、作业人员定期进行质量责任制考核，确保质量目标实现。

8.随时接受主管单位和其他有关部门的监督、检查和指导。

（四）监管保障

1.落实阶段生态修复费用，严格按照方案的年度工程实施计划安排，分阶段有步骤地安排生态修复项目资金的预算支出，定期向项目所在地县级以上自然资源主管部门报告当年生态修复情况，接受县级以上自然资源主管部门对工程实施情况的监督检查，接受社会监督。

2.加强对未利用土地的管理，严格执行《镇巴县永帆建筑工程有限责任公司镇巴县永乐镇光辉村陈家湾组采石场建筑石料用灰岩矿矿区生态修复方案》。

3.土地复垦前，自然资源管理部门组织进行项目区内土地权属调查确认和登记，土地复垦后再进行土地权属调整和分配，确保土地复垦工作的顺利进行。按照方案确定的

年度进度安排逐地块、逐区域落实，对土地开发复垦实行统一管理。

4.土地复垦工程实施严格的招投标与目标责任制度，施工中应进行工程监理，同时，如果工程有重大变更，应进行变更报批，严格审核；实行严格的工程验收制度；生态修复工程严格按照“矿区生态修复方案”的技术要求执行，制定严格的工程考核制度。

5.坚持全面规划，综合治理，要治理一片见效一片。在工程建设中严格实行招标制，按照公开、公正、公平的原则，择优选择施工队伍以确保工程质量，降低工程成本，加快工程进度。

6.自然资源管理部门建立企业信誉档案，全面记录企业资金提取使用、生态修复施工单位工程施工情况等信息，为以后进行矿区生态修复有效管理提供依据。

二、公众参与

生态修复中的公众参与是土地复垦实施单位、项目建设单位和报告编制单位通过某种方式与当地的土地管理部门、财政部门、项目区周边区域公众等进行的一种双向交流，其目的是搜集各个部门及各类公众对土地复垦工作的方案编制期、方案实施期、工程竣工验收期等各个环节的意见和建议，使土地复垦工作更为完善，将公众的具体要求反馈到工程设计和项目管理中，为土地复垦实施和土地主管部门决策提供参考意见，明确土地复垦的可行性。土地复垦中的公众参与特点主要体现在其全面性和全程性上。

生态修复是一项庞大的系统工程，为了动员社会资金的投入，需要大力引导公众参与土地复垦工作的力度，积极宣传土地复垦的法律法规和相关政策，使社会各界形成复垦土地、保护生态的共识。要深入开展土地基本国情和国策教育，加强土地复垦法规和政策宣传，提高全社会对土地复垦在全面建成小康社会，实施可持续发展战略，保护和建设生态环境中重要作用的认识。树立依法、按规划进行土地复垦的观念，增强公众参与和监督意识。

公众参与能有效地让公众了解建设项目的内容，使该建设项目可能引起的重大环境、生态等问题在土地复垦方案中得到辨析，有利于土地复垦工作的进行，充分考虑公众的看法和意见，起到公众监督的作用。因此，实施公众参与，可提高方案的有效性，并在公众参与的活动中提高本地居民的环保、安全意识。

（一）方案编制前公众参与

为了解本工程项目所在区域公众对本工程项目的态度，本方案在编制之前进行了公众参与调查，在矿方的支持与配合下，编制单位走访了项目区内涉及的村庄，对项目进

行了公示。向当地居民详细介绍了项目的性质、类型、规模以及国家相关土地复垦政策，如实向公众阐明本项目可能产生的土地损毁；介绍了项目投资、建成后的企业带来的经济效益以及对促进地方经济发展的情况。

根据当地的经济、文化水平，确保被调查人员对土地复垦及该矿山建设项目有一定的了解。通过散发公众参与调查表的形式，向项目区各方及矿区内村落发放调查表 20 份，收回有效问卷 18 份，回收率 89%。问卷调查对象括项目影响区的工、农、商等各界公众，其中接受高等教育者 2 人；接受中等教育者 4 人；接受初等及以下教育者 12 人。工作人员在发放公众参与调查表时向居民简要介绍了项目情况及拟采取的复垦措施，征求居民对本项目的意见。

被调查人群中对该项目均有一定的了解，92%支持该工程建设，8%的公众持无所谓态度，无不支持者。

根据调查，当地居民认为本项目拟采取的复垦措施比较合理，支持本项目建设，没有反对意见。同时认为项目的建设将对当地生态环境造成一定影响，希望采取相关措施进行土地复垦：

- 1.土地复垦以恢复原有土地利用现状为主，特别是要恢复旱地耕种功能；
- 2.植被恢复选择当地物种；
- 3.建议矿山复产后招工尽量照顾当地居民，促进当地经济发展。

（二）方案编制期间公众参与

方案编制期间：业主委托我公司编制生态修复方案时表示，在保证复垦目标完整、复垦效果理想的前提下，兼顾企业生产成本，尽可能减轻企业负担。为此，方案编制人员在编制过程中不断地与业主交换意见，并在方案初稿编制完成后交予业主单位审阅。

（三）复垦实施期间公众参与

在随后的复垦计划实施、复垦效果监测等方面仍需建立相应的参与机制，同时尽可能扩大参与范围，从现有的土地权利人及相关职能部门扩大至整个社会，积极采纳合理意见，积极推广先进的、科学的复垦技术，积极宣传土地复垦政策及其深远含义，努力起到模范带头作用。

1.组织人员

方案编制技术人员应与矿方技术人员进行长期的、积极有效的合作，在复垦实施过程中和管护期间，建立相应的公众参与机制，积极调动公众的参与热情。

2.参与方式

为保证全程全面参与能有效、及时反馈意见，需要制定多样化的参与形式，如张贴公告、散发传单、走访手段，确保参与人充分知晓项目计划、进展和效果。

3.参与人员

在群众方面，除继续对方案编制前参与过的群众进行宣传，鼓励他们继续以更大的热情关注土地复垦外，还要对前期未参与到复垦中的群众（如外出务工人员）加大宣传力度，让更广泛的群众加入公众参与中来。

在政府相关职能部门方面，除继续走访方案编制前参与过的职能部门外，还应加大和扩大重点职能部门的参与力度，如自然资源局、生态环境局和审计局等。

在媒体监督方面，应加强与当地电视台、网站、报社等媒体的沟通，邀请他们积极参与进来，加大对复垦措施落实情况的报道（如落实不到位更应坚决予以曝光），形成全社会共同监督参与的机制。

（四）参与时间和内容

1.复垦实施前

根据本方案确定的复垦时序安排，在每次制订复垦实施方案时进行一次参与式公众调查，主要是对损毁土地面积、损毁程度和临时土地保护措施（如表土堆放场）实施效果进行调查。

2.复垦实施中和管护期

复垦实施中每年进行一次参与式公众调查，主要是对复垦进度、复垦措施落实和资金落实情况、复垦实施效果进行调查。管护期应每季度进行一次公众调查，主要是对复垦效果、管护措施和管护资金落实情况进行调查。如遇大雨等特殊情况应增加调查次数。

3.复垦监测与竣工验收

复垦监测结果应每年向公众公布一次，对公众提出质疑的地方，应及时重新核实并予以说明，同时严肃查处弄虚作假问题。县自然资源局进行验收时，除组织相关专家外，也应邀请部分群众代表参加，确保验收工作公平、公正和公开。

4.复垦后的土地利用权属分配

对于征用的土地，复垦结束后应及时归还土地权利人。对于征收的土地，希望复垦后归还原土地权利人或租给当地农牧民耕种（永久建设用地除外）。

三、效益分析

镇巴县永帆建筑工程有限公司镇巴县永乐镇光辉村陈家湾组采石场建筑石料用灰岩矿矿区生态修复方案实施后,将形成综合防护体系,显著降低因矿山开采引发的、地形地貌景观破坏以及压占土地资源等矿山不稳定地质体所造成的经济损失,尽量恢复被破坏的植被,有效地治理土地资源破坏,遏制矿山生态环境的日趋恶化,改善开采区及其周边地区生产和生活环境,打造绿色矿山,并促进当地的社会经济发展。

矿山地质环境保护与恢复治理效益包括社会效益、环境效益、经济效益三个方面。

（一）社会效益

矿区生态修复,一方面可以减少和预防引发的不稳定地质体对人民生命财产的威胁,达到防灾减灾的目的;另一方面随着对矿山地质环境的保护、治理,可以改善矿区的生态环境,保证矿山开发和生态环境可持续发展,在一定程度上缓解了人际关系的压力。

1.防灾减灾已作为当前我国维系社会稳定、促进经济发展、减少国家和人民的生命财产损失,构建和谐社会和实施可持续发展战略的重要任务。其主要措施是提前预防、避让和治理相结合。矿区进行矿山地质环境保护与恢复治理,保障了矿区周边道路通行顺畅和过往行人的安全,可减少和预防引发的不稳定地质体对人民生命财产的威胁,这对当地实施防灾减灾工作有一定的推动作用。

2.矿区生态修复,可增加部分当地居民就业,从而增加农民的收入,加快当地农村现代化进程,缩小了城乡差距,有利于社会的团结和稳定,促进社会进步。

3.本项目矿区生态修复方案实施后,可以减少矿区开采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。

4.矿区复垦能够减少生态环境破坏,为工程建设区的绿化创造了良好的生态环境,有利于矿区职工以及附近居民的身心健康,从而能够提高劳动生产率。

5.本工程土地复垦项目实施后,通过恢复林草植被面积,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,从而促进当地林、牧业协调发展。综合可见,本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。

（二）环境效益

1.矿区生态修复工程的实施可以促进矿区生态环境建设和生态环境的改善,保护土地,防止土地生态条件恶化,促进农业良性循环。

2.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明显提高，将有效遏制项目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。

3.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面与长效影响。具体来讲，防护林建设、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。

（三）经济效益

矿区生态修复工程的实施，切实预防和减少了不稳定地质体对人民生命财产的损失，同时具有一定的经济效益。具体表现在以下方面：

1.镇巴县永帆建筑工程有限责任公司镇巴县永乐镇光辉村陈家湾组采石场建筑石料用灰岩矿矿区生态修复的实施，需要人力、物力，一定程度上可以增加部分当地居民就业，增加当地农民收入。

2.镇巴县永乐镇光辉村陈家湾组采石场建筑石料用灰岩矿矿区生态修复的实施，可减少不稳定地质体对人民生命财产的威胁，也就减少了损失。

3.土地复垦工程的经济效益体现在直接经济效益及间接经济效益两个方面。其中，直接经济效益是指通过土地复垦工程对土地的再利用带来的农业产值。间接经济效益是通过土地复垦工程实施而减少的对环境破坏等需要的生态补助。

第八章 结论与建议

一、结论

（一）方案服务年限

根据《陕西省镇巴县永乐镇光辉村陈家湾组采石场建筑石料用灰岩矿资源量核实报告》，截止 2025 年 3 月底，矿区范围内保有资源量矿石量 。设计利用资源量为 ，设计利用率为 88.70%；可采资源储量 设计回采率为 95%；设计生产规模为 $15.0 \times 10^4 \text{t/a}$ ，矿山开采年限为 26.3a，按 27a 计算。考虑后期闭坑期 2.0a，植被管护期 3.0a，确定本方案服务年限为 32a，以 2026 年为方案编制基准年，适用年限为 5 年，具体时间以自然资源主管部门公告通过之日算起。

在方案年适用期内，若出现矿山开采规模、矿区范围或者开采方式等发生变化时，应当适时修编《矿区生态修复方案》，并报相关部门审批、备案。

（二）问题识别与受损预测

问题诊断评价将采矿活动影响范围划分为 2 个级别 6 个区，重度受损区 5 个区块，轻度受损区 1 个区块，其中，重度受损区（Ax）面积 3.27hm^2 ，占影响范围面积的 13.64%，轻度受损区（Cx）面积 20.70hm^2 ，占影响范围面积的 86.36%，

受损预测将采矿活动影响范围共划分 2 个级别 8 个区块，其中重度受损区 7 个区块，面积为 8.11hm^2 ，占比为 33.83%，轻度受损区 1 个区块，面积为 15.86hm^2 ，占比为 66.17%。

（三）生态修复分区

根据生态修复可行性分析结果、开采进度规划，将修复区域划分为生态重建区和自然恢复区两个主要分区，其中生态重建区包括临时生活区、进场道路、松散堆积物、原剥离区和露天采场占地区域等 7 个区块，总面积 8.11hm^2 ，占影响区比例的 33.83%；自然恢复区总面积 20.70hm^2 ，占影响区比例的 52.53%。。

（四）修复措施

地貌重塑工程包括：松散堆积物坡脚修建挡墙，终了平台修建截排水渠，设置警示牌，构筑物及硬化地面的拆除等；

土壤重构工程包括：客土回填，地力提升、建筑拆除后客土回填、土壤培肥、废弃物和建筑垃圾清理；

植被重建工程包括：林地恢复；

景观营造工程包括：挖损地段进行微地形地貌改造，乔灌草复式配套栽植；

监测工程包括：矿山地质环境、土地资源、生态系统监测；

管护工程包括：生态修复后土壤、植被管护。

（五）经费估算

本《方案》生态修复费用静态总投资 510.05 万元，其中：

（1）矿山地质环境治理工程估算总投资为 291.35 万元，其中建筑工程 201.33 万元，监测费用 38.67 万元，独立费用工程 24.35 万元，预备费 22.97 万元，按照矿山的可采矿石量为 ，平均吨矿石投资 1.29 元。

（2）本项目土地复垦静态投资总额 218.7 万元，其中工程施工费 123.9 万元，监测费用 60.99 万元，其他费用 19.47 万元，不可预见费 14.34 万元；复垦土地总面积为 7.58hm²，复垦土地亩均静态投资为 19234.83 元/亩。

二、建议

（1）矿区生态修复方案是在现场调查，收集资料，充分分析研究现有资料的基础上编制完成的，具有一定的科学性，是矿山开采过程中防治矿山地质环境问题及土地复垦的重要依据，矿山企业应根据方案中提到的防治措施及复垦方向进行科学安排，并随矿业活动的进展随时进行方案的修订和完善，确保矿区生态修复方案顺利实施。

（2）应加强矿区地质环境管理，严格规划、规范人类工程活动。把不稳定地质体的防治与矿区发展建设协调统一起来，使资源开发、地质环境保护及人类工程活动三者达到动态平衡，促进矿区生态环境向良性转化。

（3）企业应加强矿山生产管理，按照开采计划开采，严格控制预留终了平台宽度和边坡坡度，并采取相应防护措施。采矿至临近矿权范围边界时，应注重采掘方式，保护周边环境，杜绝开采境界外沿山坡产生溜渣。

（4）矿方和施工方协商共同做好施工量的统计工作，确保每一步的工作都有书面性的文字记录，以便于相关单位对矿山治理情况的验收。

（5）本方案不代替相关工程勘查、治理设计。

（6）探索矿山治理与复垦新途径、新方法，为矿业转型升级，科技创新发展开辟新领域。