

陕西合兴硅砂有限公司
陕西省城固县老庄镇潮汐河石英矿
矿区生态修复方案

陕西合兴硅砂有限公司

2026 年 6 月

陕西合兴硅砂有限公司
陕西省城固县老庄镇潮汐河石英矿
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： 陈文倩

编 写 人 员： 李沂菲 杨小飞 李晓辉

专家评审意见

2026年6月18日，汉中市自然资源局组织有关专家（名单附后）在汉中市对陕西西色地勘自然资源研究院有限公司编制的《陕西合兴硅砂有限公司陕西省城固县老庄镇潮汐河石英矿矿区生态修复方案》（以下简称《方案》）进行了评审。汉中市自然资源局组织召开本次会议。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、调查工作量

《方案》编制搜集相关资料 17 份，完成野外地质环境影响调查 4.98km²，路线调查 8.4km，地质环境调查点 16 个，土地复垦调查点 5 个，公众调查 25 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、编制依据

编制依据较充分，治理规划总体部署年限和适用年限基本合理。依据 2025 年 2 月通过评审的《陕西省城固县老庄镇潮汐河石英矿矿产资源开发利用方案》，结合《陕西省城固县老庄镇潮汐河石英矿 2025 年度矿山资源储量年报》及实际生产情况，截至 2025 年 12 月 30 日，矿山剩余可采资源储量 t，矿山剩余服务年限为 68.9a（按 69a 计），考虑前期基建期 3.0a，后期闭坑期 2.0a，植被管护期 3.0a，确定本方案服务年限为 77a，《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。

三、矿山基本情况等信息

矿山基本情况和其它基础信息叙述较为完整。陕西省城固县老庄镇潮汐河石英矿目前属于建设矿山，矿山采矿许可证证号为 C6107002015077110138805，生产规模为 15.0×10⁴t/a，矿区面积为 1.5396km²，开采标高 1220m—958m，开采

矿种为玻璃用石英岩。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，矿区土地利用现状划分为 7 个一级和 10 个二级类，包括水田、旱地、乔木林地、灌木林地、其他林地、其他草地、采矿用地、农村宅基地、农村道路和设施农用地等。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

矿区自然地理和地质环境背景叙述正确。评估区重要程度属重要区，地质环境条件复杂程度属于中等类型，矿山生产规模为 $15.0 \times 10^4 \text{t/a}$ ，属中型矿山。据此确定本次矿山地质环境影响评估级别为一级，评估级别确定正确，评估区面积 2.89km^2 ，评估范围划定基本合理。

五、现状评估和预测评估

矿山地质环境现状评估和预测评估基本合理正确。现状评估将评估区分为 2 个级别 2 个区，即重度受损区 1 个，面积为 0.38km^2 ，占评估区总面积的 13.15%；轻度受损区 1 处，面积为 2.51km^2 ，占评估区总面积的 86.85%。预测评估将评估区分为 2 个级别 2 个区，即重度受损区 1 处，面积为 0.61km^2 ，占评估区总面积的 21.11%；轻度受损区 1 处，面积为 2.28km^2 ，占评估区总面积的 78.89%。

六、损毁预测

矿山土地损毁预测与评估基本合理正确。土地损毁的环节和时序叙述正确，已损毁土地现状明确，拟损毁土地预测正确。矿山共计损毁土地面积 22.81hm^2 ，其中，已损毁土地面积 7.25hm^2 ，拟损毁土地面积 15.56hm^2 。

七、保护与治理分区

矿山地质环境保护与治理分区原则正确，分区结果基本合理；复垦责任范围划定比较合理、明确。复垦区及复垦责任范围划定基本合理，土地权属明确，复垦区范围由损毁土地、永久性建设用地组成，共计 22.81hm^2 ，其中损毁土地 21.34hm^2 、永久性建设用地 1.47hm^2 。矿山闭坑后，矿部为租用村庄房屋，部分主道路归老庄村村民使用。复垦责任范围面积 21.34hm^2 。

八、保护与治理可行性

矿山地质环境保护与治理恢复可行性分析基本正确；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、目标与任务

《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基本正确、可行；治理与复垦工程量明确，可操作性较强。矿山环境治理工程主要措施：在2#露天采场1210m-1170m终了平台修建截排水渠，并设立警示牌；土地复垦工程主要措施：将2#露天采场1210m-1170m终了平台和坡面复垦为乔木林地，做好土地复垦效果监测工作，并做好记录，近期年度矿山治理工程量及土地复垦工程量明细见表1。

表1 矿区生态修复方案各阶段任务表

阶段	矿山地质环境治理工程	土地复垦治理工程
第一年度	1.监测： 不稳定地质体监测24次；土壤影响监测2次；地形地貌监测1次；无人机航测1次。	1.2#露天采场1150m-1130m平台临时复绿： 土地平整4.03hm ² ，表土覆盖14105m ³ ，土壤培肥18135kg，土壤翻耕4.03hm ² ，播撒草籽241.80kg； 2.监测与管护： 土地损毁监测12次，管护面积2.17hm ² 。
第二年度	1.2#露天采场1210m、1200m平台修建118m排水渠： 土方开挖84.96m ³ ，模板制作、安装96m ² ，C20砼浇筑15.36m ³ ，伸缩缝1.536m ² ，设立警示牌2块； 2.监测： 不稳定地质体监测22次；土壤影响监测2次；地形地貌监测1次；无人机航测1次。	1.2#露天采场1210m、1200m平台和坡面复垦： 土地平整0.164hm ² ，表土覆盖574m ³ ，土壤培肥738kg，土壤翻耕0.164hm ² ，种植刺槐730株，播撒草籽0.164hm ² ； 2.监测与管护： 土地损毁监测12次，土壤质量监测4次，植被恢复监测4次，植被管护2.334hm ² 。
第三年度	1.2#露天采场1190m清扫平台修建103m排水渠： 土方开挖74.16m ³ ，模板制作、安装206m ² ，C20砼浇筑32.96m ³ ，伸缩缝3.296m ² ，设立警示牌1块； 2.监测： 不稳定地质体监测26次，土壤影响监测2次；地形地貌监测1次；无人机航测1次。	1.2#露天采场1190m清扫平台和坡面复垦： 土地平整0.20hm ² ，表土覆盖700m ³ ，土壤培肥900kg，土壤翻耕0.20hm ² ，种植刺槐889株，播撒草籽0.20hm ² ； 2.监测与管护： 土地损毁监测12次，土壤质量监测6次，植被恢复监测6次，植被管护0.364hm ² 。
第四年度	1.2#露天采场1180m、1170m安全平台修建223m排水渠： 土方开挖160.56m ³ ，设立警示牌2块； 2.监测： 不稳定地质体监测23次；土壤影响监测2次；地形地貌监测1次；无人机航测1次。	1.2#露天采场1180m、1170m平台和坡面复垦： 土地平整0.356hm ² ，表土覆盖1246m ³ ，土壤培肥1602kg，土壤翻耕0.356hm ² ，种植刺槐1583株，播撒草籽0.356hm ² ； 2.监测与管护： 土地损毁监测12次，土壤质量监测10次，植被恢复监测10次，植被管护0.72hm ² 。
第五年度	1.监测： 不稳定地质体监测25次，土壤影响监测2次，地形地貌监测1次，无人机航测1次。	1.监测与管护： 土地损毁监测12次，土壤质量监测6次，植被恢复监测6次，植被管护0.556hm ² 。

十、工程部署

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、经费估算

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，参照相关标准进行经费估算，矿区生态修复总费用为 1036.292 万元，其中矿山地质环境治理工程估算总投资为 429.572 万元，其中建筑工程 276.16 万元，监测费用 83.082 万元，独立费用工程 33.31 万元，预备费 31.50 万元；土地复垦静态投资总额 606.72 万元，其中工程施工费 409.82 万元；其他费用 64.39 万元；不可预见费 47.32 万元。每吨矿石投资 元（可采储量 t），静态亩均投资 18954.07 元（复垦责任范围 21.34hm²），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 88.20 万元。其中，地质环境治理总费用为 22.30 万元，土地复垦总费用为 65.90 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。

表 2 矿山地质环境治理恢复与土地复垦费用明细表

年度	矿山地质环境治理费用(万元)	土地复垦费用(万元)	小计(万元)
第一年度	7.368	42.2	49.568
第二年度	4.228	6.49	10.718
第三年度	6.778	5.76	12.538
第四年度	2.068	8.96	11.028
第五年度	1.858	2.49	4.348
合计	22.30	65.90	88.20

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》中应补充对上期适用期验收遗留问题的治理、复垦措施；
- 2、对现状 1150、1140m 平台的临时治理、复垦工作部署建议部署在第一年度，同时计入相关费用；
- 3、再细化近五年工作部署及安排工作内容及设计工程量，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（签字）：



2026年6月29日

《陕西合兴硅砂有限公司城固县老庄镇潮汐河石英矿
矿区生态修复方案》评审专家责任表

年 月 日

姓 名	单 位	职务/职称	专 业	是否同意 通过审查	签 字
苏时忠	陕西地所汉中地环大队	正高	水工环地环	同意	苏时忠
陈明海	汉中市应急管理局	高工	采矿工程	同意	陈明海
刘生安	汉中水电设计研究院	建造师	工程造价	同意	刘生安
张锁林	汉中水电设计研究院	高工	水环工程	同意	张锁林
李忠一	陕西地所汉中地环大队	高工	水工环地环	同意	李忠一

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	陕西合兴硅砂有限公司				
	统一社会信用代码	916107225556533126		联系人	王继强	
	联系地址	汉中市城固县文川镇文东村		联系电话	13310969923	
	采矿权证号	C6107002015077110138805		开采方式	露天开采	
	采矿权面积	1.5396km²		采矿权拐点坐标		
	采矿权有效期限	2024 年 7 月 1 日至 2026 年 7 月 1 日				
	开采主矿种	玻璃用石英岩		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
陈文倩		/	资源与环境	工程师		
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
李沂菲		/	环境工程	工程师		
杨小飞		/	水文地质	工程师		
李晓辉		/	水工环地质	工程师		

目 录

前 言	1
一、编制目的	1
二、服务年限	10
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	12
三、矿山开采历史及现状	13
第二章 矿区基础信息	21
一、矿区自然条件	21
二、矿区社会经济概况	26
三、矿区地质环境背景	27
四、矿区土地利用现状及采矿用地审批情况	33
五、矿区生态状况	37
六、矿山及周边其他人类重大工程活动	38
七、矿区生态修复工作情况	39
八、矿区基本情况调查监测指标	47
第三章 问题识别诊断及修复可行性分析	51
一、问题识别与受损预测	51
二、生态修复可行性分析	63
三、生态修复分区及修复时序安排	75
四、采矿用地与复垦修复安排	79
第四章 生态修复措施与工程内容	83
一、保护与预防控制措施	83
二、修复措施	84
三、工程内容	87
第五章 监测与管护	96

一、监测目标与措施	96
二、管护目标与措施	98
三、工程量	100
第六章 工程部署与经费估算	102
一、总体部署	102
二、总体经费估算	104
三、阶段工作任务与经费安排	118
（一）阶段工作任务	118
（二）近年工作任务与经费进度安排	118
第七章 保障措施与公众参与	121
一、保障措施	121
二、公众参与	124
三、效益分析	127
第八章 结论与建议	130
一、结论	130
二、建议	131

附表：

- 1.矿区生态修复方案编制信息表
- 2.矿区土地利用现状表
- 3.矿区土地利用权属表
- 4.矿区开采中生态修复监测内容与监测指标表
- 5.矿区损毁程度综合评价表
- 6.矿区生态修复目标及土地利用变化表
- 7.矿区用地（含临时使用土地）与复垦修复计划表
- 8.矿区生态修复投资估算总表
- 9.工程施工费单价估算表
- 10.工程施工费估算表
- 11.其他费用估算表
- 12.近期矿区生态修复工作计划表
- 13.矿区生态修复方案估算书
- 14.公众参与调查表

附图：

- 1.陕西合兴硅砂有限公司城固县老庄镇潮汐河石英矿矿区土地利用现状图
（1:2000）
- 2.陕西合兴硅砂有限公司城固县老庄镇潮汐河石英矿矿区地质环境问题现状图（1:2000）
- 3.陕西合兴硅砂有限公司城固县老庄镇潮汐河石英矿矿区土地损毁现状图
（1:2000）
- 4.陕西合兴硅砂有限公司城固县老庄镇潮汐河石英矿矿区地质环境问题预测图（1:2000）
- 5.陕西合兴硅砂有限公司城固县老庄镇潮汐河石英矿矿区土地损毁预测图
（1:2000）
- 6.陕西合兴硅砂有限公司城固县老庄镇潮汐河石英矿矿区生态修复工程部署图（1:2000）

附件：

- 1.方案编制委托书
- 2.采矿许可证
- 3.企业营业执照
- 4.专家组评审意见表、打分表
- 5.专家现场踏勘意见表、县局现场踏勘意见表
- 6.修改说明及反馈表
- 7.矿产资源储量评审备案证明
- 8.《开发利用方案》备案文件及审查意见
- 9.年度验收意见
- 10.适用期验收意见函
- 11.适用期验收专家组意见
- 12.矿部租用证明
- 13.基金三方监管协议
- 14.基金账户余额
- 15.编制单位内审意见及修改对照表

前 言

一、编制目的

（一）任务由来

陕西省城固县老庄镇潮汐河石英矿位于城固县城北西300°方向，直线距离23km处，行政区划属城固县老庄镇管辖。由于矿业权跨越两个行政区域，为了更好地开发利用石英岩资源，陕西合兴硅砂有限公司申请对采矿权范围进行调整，调整后矿区范围由10个拐点坐标圈定，调整后的采矿权面积由1.9361km²缩减为1.5396km²，重新更换了采矿许可证。矿山现持有采矿许可证面积为1.5396km²，生产规模为15.0×10⁴t/a，证号C6107002015077110138805，有效期为2024年7月1日至2026年7月1日。矿山属于建设矿山。

2021年5月由陕西地矿汉中地质大队有限公司编制的《陕西合兴硅砂有限公司陕西省城固县老庄镇潮汐河石英矿矿山地质环境保护与土地复垦方案》，该方案通过了汉中市自然资源局组织的审查，并于2021年7月14日予以通过的公告，方案适用期限为5年（2021--2026），目前该方案适用期已到期，按要求应进行修编。

依据《中华人民共和国矿产资源法》要求，陕西合兴硅砂有限公司于2026年5月编制了《陕西合兴硅砂有限公司陕西省城固县老庄镇潮汐河石英矿矿山地质环境保护与土地复垦方案2021—2026年适用期总结报告》，矿山已基本完成适用期工程，各项工程基本符合治理计划，并于2026年5月29日通过了汉中市自然资源局组织的适用期验收。

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。陕西合兴硅砂有限公司于2026年4月20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《陕西合兴硅砂有限公司陕西省城固县老庄镇潮汐河石英矿矿区生态修复方案》（以下简称《方案》）的编制工作。

（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》和《土地复垦条例》，高效推进损毁土地综合治理，有效解决石英矿开发过程中的矿山地质环境破坏及土地损毁问题，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相结合，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.通过预测石英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.为矿山企业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）《地质灾害防治条例》（国务院令 第 394 号，2004 年 3 月 1 日起实施）；
- （2）《基本农田保护条例》（国务院令 第 257 号令，2011 年 1 月 8 日修订）；
- （3）《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）；

（4）《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）；

（5）《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)；

(6) 《陕西省秦岭生态环境保护条例》(2019年12月1日起实施)；

(7) 《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)；

(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》(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)；

(10) 《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)；

(11) 《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)；

(12) 《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)；

(13) 《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)；

(14) 《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)。

2.政策文件

(1) 《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；

(2) 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)；

(3) 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)；

(4) 《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)；

(5) 《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；

(6) 《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；

(7) 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）；

(8) 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；

(9) 《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）；

(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）；
- (13) 《灌溉与排水工程设计规范》（GB 50288-1999）；
- (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程》（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 5 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)《陕西省城固县老庄镇潮汐河石英矿详查地质报告》陕西地矿汉中地质大队,2013年10月;

(2)《陕西合兴硅砂有限公司陕西省城固县老庄镇潮汐河石英矿矿山地质环境保护与土地复垦方案》陕西地矿汉中地质大队有限公司,2021年5月;

(3)《陕西省城固县老庄镇潮汐河石英矿矿产资源开发利用方案》陕西地矿汉中地质大队有限公司,2025年2月;

(4)《陕西省城固县老庄镇潮汐河石英矿2025年储量年度报告》陕西西色地勘自然资源研究院有限公司,2025年12月;

(5)《陕西合兴硅砂有限公司陕西省城固县老庄镇潮汐河石英矿矿山地质环境保护与土地复垦方案2021—2026年适用期总结报告》及专家组评审意见;

(6)城固县土地利用现状分幅图(城固县自然资源局,2025年12月);

(7)《城固县矿产资源总体规划(2021—2035年)》(城固县人民政府,2023年5月);

(8)《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编,2000年;

(9)《汉中市城固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;

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

(11)《城固县国土空间生态修复规划(2021—2035年)》;

(12)水土分析报告;

(13)矿山企业提供的其他文字、表格及图件资料;

(14)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。

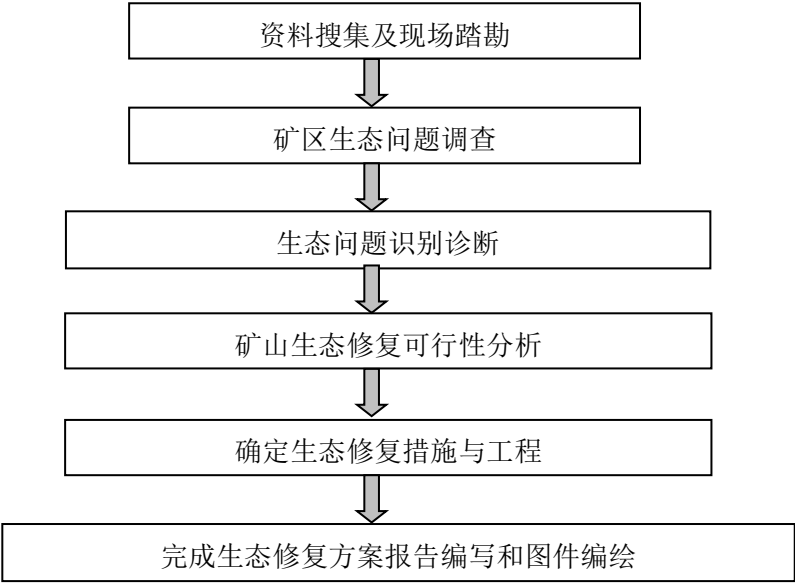


图 0-1 工作程序框图

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，罗盘测定方位和坡角。以路线调查、地质环境点调查、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于地貌单元、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“城固县老庄镇潮汐河石英矿矿区土地利用现状图”“城固县老庄镇潮汐河石英矿矿区地质环境问题现状图”“城固县老庄镇潮汐河石英矿矿区土地损毁现状图”“城固县老庄镇潮汐河石英矿矿区地质环境问题预测图”“城固县老庄镇潮汐河石英矿矿区土地损毁预测图”和“城固县老庄镇潮汐河石英矿矿区生态修复图”，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《陕

西合兴硅砂有限公司陕西省城固县老庄镇潮汐河石英矿矿区生态修复方案》。

3.完成的工作量

2026 年 4 月 20 日，我公司接受任务后，随即组织专业技术人员于 5 月 7 日—12 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 5 月 13 日—15 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 5 月 17 日—5 月 30 日，完成了室内资料整理分析、图件和报告的初步编写；6 月 3 日，我公司对方案进行了内部审查，6 月 4 日—6 月 8 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	14	开发利用方案、地质报告、原两案等，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	4.98	
		采矿活动影响范围面积	km ²	2.89	矿山开采影响范围
		调查路线	km	8.4	沿流域调查、重点区域采用穿插法调查
		调查地质环境点	个	16	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	矿区内河道
		矿山地面工程调查点	个	2	矿部、破碎站
		村庄调查点	个	1	老庄村
		土地类型调查点	个	10	矿区范围内的所有二级地类
		土壤剖面开挖点	个	1	林地
		公众调查表	份	20	调查区内的自然村
		照片	张	53	所有调查点配套照片
		录像	min	4	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/T 40112-2021）、《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、调查等形式广泛征集了县、镇、村委会等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（陕西合兴硅砂有限公司）委托陕西西色地勘自然资源研究院有限公司编制《陕西合兴硅砂有限公司陕西省城固县老庄镇潮汐河石英矿矿区生态修复方案》。我公司承诺对方案编制所提供的《矿产资源开发利用方案》等相关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、篡改等虚假内容。

二、服务年限

根据《陕西合兴硅砂有限公司陕西省城固县老庄镇潮汐河石英矿 2025 年度矿山储量年度报告》，截至 2025 年 12 月底，矿区范围内保有资源量矿石量，其中推断资源量（TD），控制资源量（KZ）。设计利用资源量为，设计利用率为 79.63%；可采资源储量，设计回采率为 98%；设计生产规模为 $15.0 \times 10^4 \text{t/a}$ ，贫化率为 2.0%，矿山开采年限为 68.9a，按 69a 计算。考虑前期基建期 3.0a，后期闭坑期 2.0a，植被管护期 3.0a，确定本方案服务年限为 77a，以 2025 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

陕西省城固县老庄镇潮汐河石英矿采矿权人为陕西合兴硅砂有限公司，公司地址：陕西省汉中市城固县文川镇文东村，法人代表为罗逸文，企业类型为有限责任公司。

矿山概况如下：

矿山名称：陕西省城固县老庄镇潮汐河石英矿

建设单位：陕西合兴硅砂有限公司

建设地点：陕西省汉中市城固县文川镇文东村

建设性质：生产矿山

矿区面积：1.5396km²（由10个拐点圈定）

建设规模：15.0×10⁴t/a

服务年限：68.9年（按69年计）

开采方式：露天开采

开采矿种：玻璃用石英岩

开采标高：1220m—958m

根据汉中市自然资源局颁发的《采矿许可证》（证号C6107002015077110138805），采矿权人为陕西合兴硅砂有限公司，矿区面积1.5396km²，生产规模15.0×10⁴t/a，开采深度1220m～958m标高，开采矿种为玻璃用石英岩，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

点号	2000 国家大地坐标系		点号	2000 国家大地坐标系	
	X	Y		X	Y
1			6		
2			7		
3			8		
4			9		
5			10		

二、地理位置及区域概况

（一）地理位置及交通情况

地理位置：潮汐河石英矿区位于城固县城北西 300° 方向，直线距离 23km 处，行政区划属城固县老庄镇老庄村管辖。中心点地理坐标：东经 106° 55' 30"，北纬 32° 55' 30"。

交通: 矿区内有简易汽车路(3km)连接到老庄村通村水泥路,由潮汐河(5km)到达老庄镇,由此有二级公路东去城固县城(22km),西到汉中市区(31km),南到 G108 国道柳林镇(17km)及京-昆高速公路(21km 上元观出口)。从汉中市西去成都,北上宝鸡,东下安康,与襄渝线连接,均有铁路相通,交通方便(见图 1-1)。

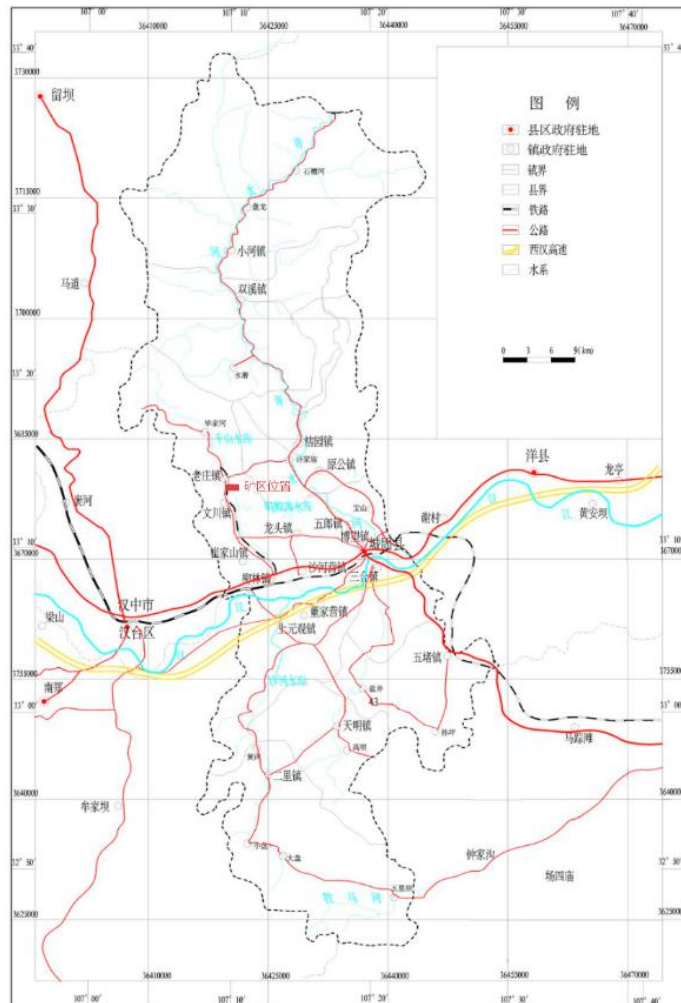


图 1-1 矿区交通位置图

（二）周边矿区设置

在本矿采矿权范围周边设置有两个矿权，分别为位于其北东部的陕西省城固县毕家河一之子坝蓝晶石矿详查探矿权和位于其南东部的汉中市华信矿品有限公司潮汐河蓝晶石矿采矿权（见图 1-2）。

1. 陕西省城固县毕家河一之子坝蓝晶石矿普查探矿权，勘查证号：T61120100503040628，探矿权人：陕西省地质矿产勘查开发局汉中地质大队，勘查面积：32.64km²，位于本矿区的北东侧，距离本矿区约 1800m。

2. 汉中市华信矿品有限公司潮汐河蓝晶石矿采矿权，采矿证号：C6107002009016120021169，采矿权人：汉中市华信矿品有限公司，采矿面积：0.4920km²，位于本矿区东南约 300m。

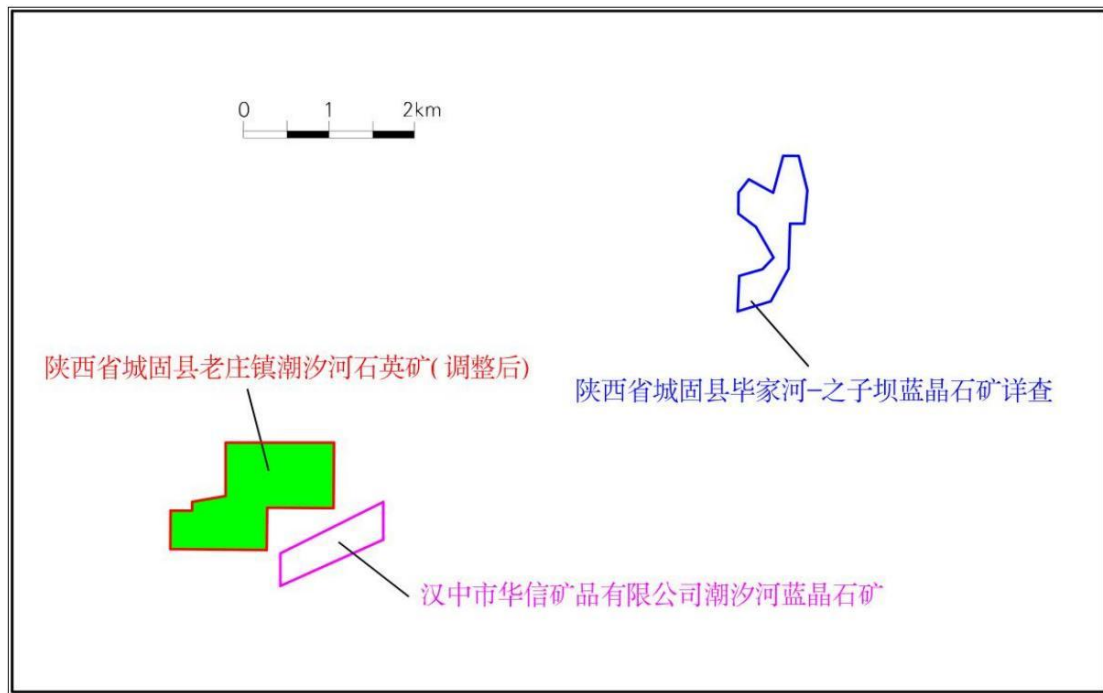


图 1-2 矿区周边矿权设置

三、矿山开采历史及现状

（一）开采历史

2012-2014 年陕西合兴硅砂有限公司委托原陕西省地质矿产勘查开发局汉中地质大队在矿区内开展的普一详查工作。工作基本达到了矿区详查工作程度，工作完成后勘查单位于 2014 年 5 月编写提交了《陕西省城固县老庄镇潮汐河石英矿详查地质报告》。该储量报告经原陕西省国土资源厅评审备案（备案文号：陕

国土资储备〔2014〕24号）。详查工作结束后，矿区再未投入实际地质勘查工作，矿山转采后断续生产至今。

2023年，根据矿山实际生产情况，在重新确定工业指标的前提下，为系统全面地查明矿区石英矿资源储量，为矿山生产建设提供准确翔实的地质资料，在矿区内较系统全面地开展了勘查工作。通过地质调查，基本查明了石英矿体的空间分布、产状及规模。在地质测量工程中，同时进行水文地质、工程地质和环境地质调查，基本了解矿井水文地质、工程地质及环境地质条件。于2024年3月，提交完成资源储量核实报告。通过本次矿区范围内的资源储量核实工作，对区内石英岩矿资源储量进行了估算，估算得矿区累计查明的石英岩矿石总量为

，矿山保有的（控制+推断）资源量为，矿山CK1、CK2两个采场消耗的石英岩资源储量为。保有资源量中主要交通干线不可视范围内保有石英岩（控制+推断）资源储量为，可满足矿山生产需求。

由于矿业权跨越两个行政区域，为了更好地开发利用石英岩资源，积极推进绿色矿山建设，因此陕西合兴硅砂有限公司申请对采矿权范围进行调整，调整后的采矿权面积由1.9361km²缩减为1.5396km²，面积缩减了0.3965km²。调整后矿区范围由10个拐点坐标圈定。并于2025年2月，重新编写了《开发利用方案》。

（二）开采现状

陕西省城固县老庄镇潮汐河石英矿已形成一个采场。已在矿区西南方向约5.5km处建成选厂及办公生活区，本方案予以利用，不再新建，由于矿山的生产规模未变化，在现行情况下，已有选厂和办公生活区完全能够满足矿山生产的要求。

2018年至今，矿山为满足加工厂石英石用料需求，在Ⅱ号矿体中部开辟了新的采场（CK2采场）。经现场测量，采场长约430m，宽150—275m、平均宽度190m，最大采高69m，企业对CK2采场已形成的边坡进行了治理和生态修复，由于该矿山的开采方式为自上而下台阶上开采，所以该采场对本次矿山开采也无影响。矿山在Ⅱ号矿体开采完成后，才继续开采Ⅰ号矿体。

矿山开采对采场附近的地形地貌、植被造成了一定的破坏，但由于开采规模有限，加之企业及时采取生态修复治理措施，对生态环境的破坏程度有限。除此

之外，矿山基本保持原状，矿山成矿地质背景、开采技术条件等均未发生变化。

（三）矿山开发利用方案概述

本次矿区生态修复方案是在《陕西省城固县老庄镇潮汐河石英矿矿产资源开发利用方案》（2025 年 2 月）的基础上编制而成，方案均通过主管单位的评审并下发了批复。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 I、II 矿体。

2.矿山保有资源量及设计利用资源量

根据《陕西省城固县老庄镇潮汐河石英矿矿产资源开发利用方案》（2025 年 2 月）和《陕西合兴硅砂有限公司陕西省城固县老庄镇潮汐河石英矿 2025 年度矿山储量年度报告》，截至 2025 年 12 月底，矿区范围内保有资源储量

设计利用资源储量：设计利用率 79.63%，设计利用资源量为。

可采资源储量：设计回采率为 98%，可采资源储量。

3.开采方案

（1）产品方案

本矿山所采矿石主要为公司石英砂厂提供石英岩原矿。其最终产品为 -0.5mm~+0.1mm，-0.1mm 两个粒级的石英砂精矿。

（2）开采方式

I 矿体赋存标高 932m—1153m，地表出露标高 932m—1153m。槽探工程间距为 170m—248m，控制地表矿体长约 660m，倾向控制深度 44m—75m。矿体厚度 21.17m—38.77m，平均厚度 32.23m。

II 矿体赋存标高 966m—1220m，地表出露标高 1046m—1220m，钻探工程控制矿体最低标高 993m。探槽控制工程间距为 116—290m，控制走向长 1340m，倾向控制深度 107m—147m。矿体厚度 17.87m—83.25m，平均 47.09m；II 矿体受地形、矿体北部通村道路和圈定的最小开采平台的限制，开采境界标高为 1046m。

上述矿体直接出露于地表，且矿体厚度大，适合露天开采。推荐采用露天开采方式。

(3) 矿山开拓运输方案

根据矿体赋存特点及地形条件，矿体开采境界为山坡型露天矿，综合考虑公路开拓和其他开拓运输方式的适用条件和特点、矿山建设投资、设备购置情况、生产技术水平及矿石生产成本等因素，本方案推荐采用公路开拓和汽车运输方式。

4.露天开采境界

(1) 边坡参数

台阶高度：10m；终了台阶坡面角 65°。

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。

(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 露天境界参数表

序号	项目		I 号参数	II 号参数	备注
1	台阶高度		10m	10m	
2	最高开采标高		1150	1220	
3	最低开采标高		958	1046	
4	最大边坡高度		192	174	
5	工作台阶坡面角		75°	75°	
6	安全平台		4m	4m	每隔 2 个安全平台设置 1 个清扫平台
7	清扫平台		6m	6m	
8	终了台阶坡面角		65°	65°	
9	最终边坡角	I号矿体	A-A'（西侧）		192m(1150~958m)
		II号矿体	B-B'（北侧）		74m(1120~ 1046m)
			C-C'（西侧）		174m(1220~ 1046m)
			D-D'（南侧）		97m(1143~ 1046m)

5.防水方案

矿区水文地质条件简单，最低开采标高位于最低侵蚀基准面以上，矿场为山坡型露天采场，大气降水为采场充水的主要来源。露天采场内主要排水沟分别设置在清扫平台上，其他平台上只设置临时排水沟，水沟坡度 3‰，水沟净断面为梯形，采矿场平台在开采过程中形成一定的坡度，利于雨水和进入采矿场的涌水自流排出采场外。

矿山在雨季开采过程中，应随时关注天气变化，收听天气预报，如遇大雨降临，应提前将设备转移至高处，人员撤离采场。对已经形成的截水沟应定期清理，

保持截水沟的排水畅通。矿山运输道路一侧设排水沟，防止路面积水。排渣场下设拦渣坝预留泄水孔，在其上方设截水沟，将雨水导出排渣场之外，防止山洪侵害排渣场。

暴雨季节，应加强观测、监控和警戒，并制定相应的应急救援预案。

6. 固体废弃物处置和污水排放

（1）固体废弃物

根据《陕西省城固县老庄镇潮汐河石英矿矿产资源开发利用方案》，矿山开采剥离物主要为地表土和风化层。地表土可用于后期矿山土地复垦（边开采，边恢复）。剥离风化层中硬度和块度满足建筑用石料质量要求的，进行回收利用；风化程度高的渣土，用以洗砂进行综合利用。

石料加工过程中产生的粉料，矿山可将其供给相关企业生产水泥、混凝土和砂浆。洗砂产生的沉淀泥浆经脱水后形成的泥粉或泥饼，用于土地复垦和土壤改良。

（2）污废水

矿山生产废水经污水处理后循环利用，矿山开采的矿石和剥离物不含对人体有毒和有害的元素，且矿区地下水位埋深较深，大气降水补给地下水时不涉及污染性元素，矿山活动对矿区含水层水质基本无影响。

对含水层造成的主要影响是矿山工作人员的生活污水排放，由于矿山从业人员较少，加之矿区范围内无居民居住，生活污水排放对含水层几乎无影响；同时企业也针对水环境问题进行了沉淀池的修建工作。

7. 近期开采范围

2026年至2028年，矿山进行3年基建，主要是对1220m—1170m平台进行退坡退台。基建完成后，2029年至2030年对2#露天采场1160m平台进行开采。近期5个年度矿山生产计划见表1-3。

表 1-3 近期 5 个年度矿山生产计划表

年度	工程
2026	基建期
2027	基建期
2028	基建期
2029	1170m 平台
2030	1160m 平台

8. 矿山工程及平面布局

矿山经过多年的生产建设，地面工程设施齐全，除少量临时施工设施外，基本不会进行新建大型永久性地面工程。目前矿山工程包括：露天采场、临时排土场、矿山道路、破碎站、矿部等，按照其功能和分布位置划分，临时排土场位于两个矿体之间，其余工程均位于露天采场的南侧，地势平坦处。

（1）露天采场

矿山为典型的露天地形，采用露天开采方式。（见照片 1-1）

根据现场调查，矿山现已开采至Ⅱ号矿体 1140m 平台，形成了 2#露天采场。2#露天采场位于矿区西南侧，最低开采标高 1046m，最高开采标高 1220m。采场比高 174m，台阶高 10m，最终台阶坡面角 65°，安全平台宽 4m，清扫平台宽 6m（每隔两个安全平台设一个清扫平台）。

矿山已开采至 1150m 平台，现 1150m 及以上平台大部分已进行了植被恢复工程，且恢复成效较好。

在Ⅰ号矿体中部因矿山生产能力有限，停止了Ⅰ号矿体剥离工作，现已对该区进行恢复治理，恢复治理成效较好。后期 2#露天采场开采结束后，继续开采 1#矿体。

（2）临时排土场

临时排土场位于席草洼；用于堆放开采境界剥离覆土。（见照片 1-2）

临时排土场位于Ⅰ号矿体与Ⅱ号矿体之间，底标高约为 1171m，安全设施已进行修建，现场未进行堆存。经过现场踏勘，现有安全设施基本完好，拦渣坝表面无裂隙，且周边设置有截排水沟，满足矿山后期使用需求。

矿山开采期内黄土总剥离量为 $10.49 \times 10^4 \text{m}^3$ ，经计算排土场总库容为 $8.1 \times 10^4 \text{m}^3$ ，基建期 1170m 以上黄土（共计 $5.88 \times 10^4 \text{m}^3$ ）堆存至排土场中，1170m 以下黄土剥离量为 $4.61 \times 10^4 \text{m}^3$ ，下部黄土用于上部复垦及上部运输道路修建使用，部分未能利用黄土运输至现有加工区厂房中进行堆存，后期对厂区或矿区进行绿化使用，现有加工区厂房已修建封闭式堆存场，总容积约 $4 \times 10^4 \text{m}^3$ 。闭采后即可进行覆土绿化，恢复植被，减少对环境的破坏。



照片 1-1 露天采场



照片 1-2 临时排土场

(3) 破碎站

破碎站位于露天采场南侧，主要设施包括：破碎车间、堆料场、配电室等，植被发育；于 2015 年完成修建，均采用当时破碎机、蓄水池等先进设备，破碎站工程布局见照片 1-3。

(4) 矿部

矿部位于矿区范围外南侧（见照片 1-4），占地面积约 0.02hm^2 ，为三层建筑房，用于矿山职工临时休息，班前会开会时使用。该处是矿山租用村庄房屋，位于老庄村六组方石湾处，权属归老庄村所有。



照片 1-3 破碎站



照片 1-4 矿部

(5) 矿山道路

矿区内的道路为水泥路面，一部分主要为采矿运输所用，宽 5m，长 0.63km，面积为 3.14hm^2 ；一部分为老庄村所有。闭坑后，主道路归老庄村使用，露天采场所使用的道路进行复垦。后期矿山在 I 号和 II 号矿体间进行新建道路，道路宽为 5m，长为 1.78km，面积为 0.93hm^2 。（见照片 1-5、1-6）



照片 1-5 矿山道路



照片 1-6 矿山道路

(6) 地面工程用地

地面工程用地 9.66hm²，各工程用地情况见表 1-4。

表 1-4 地面工程情况表

序号	项目	单位	面积		备注
			永久	临时	
1	2#露天采场	hm ²	4.03		
2	矿山道路	hm ²	1.68	1.46	部分道路闭坑后交给村庄使用
3	矿部	hm ²		0.02	租用村庄房屋
4	加工厂	hm ²	0.06		
5	临时排土场	hm ²	0.15		
	合计	hm ²	7.40		

第二章 矿区基础信息

一、矿区自然条件

（一）气象

城固县气候类型属亚热带温暖湿润季风气候，四季分明，具有冬无严寒，夏无酷暑，雨量充沛，四季湿润的特点。但南北长，东西窄，南北高，中间低，地貌类型多样，气温分布既有水平差异，又有垂直差异，形成以垂直差异为主兼有水平差异的多种多样的气候特色。气温随海拔升高，向南、北各呈递减趋势。

气温空间分布受地形地貌影响，各地差异明显。据城固县气象局多年（1970年—2024）统计资料，年平均气温 14.3℃，年最高气温 37.6℃，年最低气温-8.2℃。极端最高气温 39.1℃（1995 年 7 月 12 日），极端最低气温-10.0℃（1991 年 12 月 28 日）。年日照时数 1517.4 小时，8 月最多为 198.8 小时，12 月最少为 79.5 小时。

区内降水与时间关系密切，年降水总量平均约 784.6mm（1971—2025 年），一日最大降水量 103.8mm（1987 年），最多年降水量 1330.8mm（1983 年），最少年降水量 476.2mm（1997 年）（图 2-1）。其次，降水年内分配差异明显，1 月~2 月降水少，3 月开始进入多雨期，7 月最多，8 月、9 月仍偏多，7—9 月占全年降水量的 59%，10 月转入少雨期，月平均降水量最小值出现在 1 月，为 5.2mm，月平均降水量最大值出现在 7 月，为 157.7mm（图 2-2）。早霜始于 11 月中旬，晚霜终于翌年 3 月中旬，无霜期 240 天。每年 3—5 月为多风季节，以西北风为主，最大风力 6 级。年平均降水在 820mm 左右。

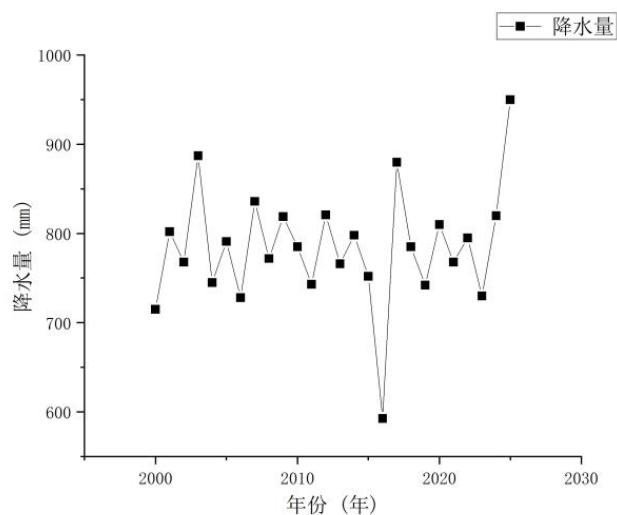


图 2-1 城固县多年降水量曲线图

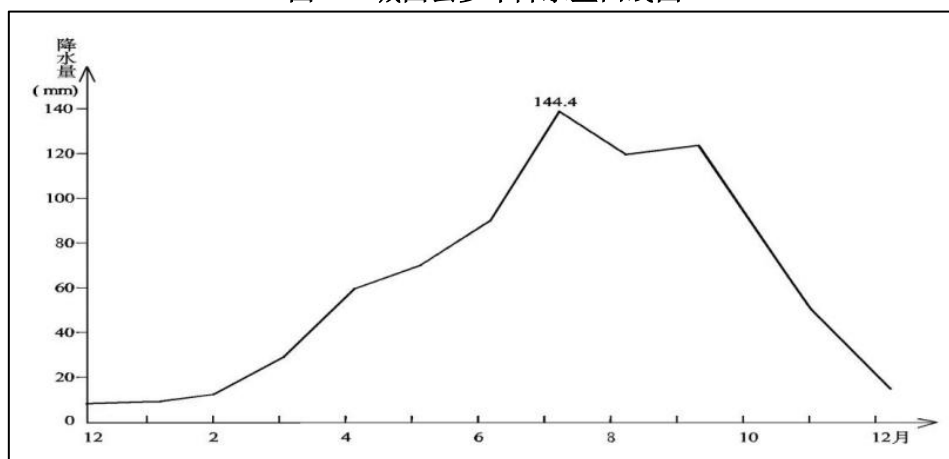


图 2-2 城固县月均降水量曲线图

城固县境内气候从山区到平川垂直分布和平面分布都有明显差异，基本特征是：山区比平坝区寒冷多雨、无霜期短，平川丘陵地区气候气温较高。矿区常年有较充沛的降水量，可有效保证矿山后期土地复垦工程种植的植物基本不需要人工灌水即可成活，为矿山土地复垦提供了便利的自然条件。

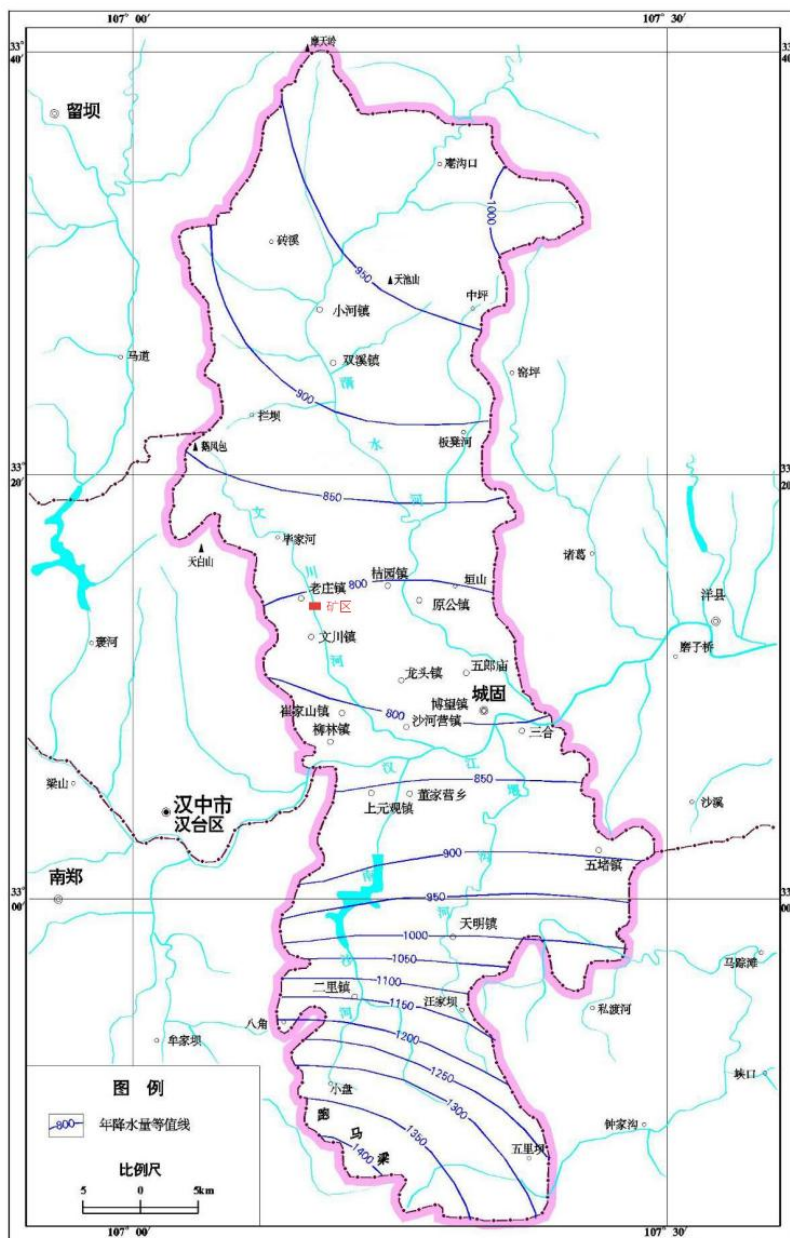


图 2-3 城固县年降水量等值线图

(二) 水文

矿区内河谷、沟道属长江流域汉江水系。区内沟溪纵横，主干河流文川河近北西—南东向自矿区东侧经过。流长 48.3km。流量随季节（降水）变化较大，呈现出暴涨暴跌之势。平水期河水流量为 $0.276\text{m}^3/\text{s}$ ，洪水期流量为 $5.5\text{--}10\text{m}^3/\text{s}$ 。

矿区内毛家河、麻沟、潮汐河自西向东汇入文川河。另有大沟、杏树沟、斜坡沟、麻沟等 7 条次级支沟，其中大沟水量最大。大沟自西南向东北方向从矿区西北通过，流长 4.9km，流量随季节（降水）而变化较大，呈现出猛涨速跌的态势。大沟常年流水，年平均流量 21.56L/s 。

矿区内地下水运移受区域地下水的控制，显示一定的成层型特征。将含水岩组（层）划分为第四系松散岩类孔隙潜水含水层、基岩裂隙水含水层和岩溶含水层三种类型。其中，第四系松散岩类孔隙潜水含水层零星分布于矿区沟谷以及山坡低凹处，主要接受大气降水和沟谷两侧基岩裂隙水的渗入补给，以泉水或蒸发的形式排泄；基岩裂隙含水层主要由褐黄—灰黄色绢英片岩、绢云石英片岩组成。此岩组裂隙比较发育，以走向 300° - 350° 一组最为发育，裂隙宽通常为 0-5mm，地貌上多形成悬崖陡壁，组岩体裂隙中的地下水，受大气降水渗入补给，以泉的形式排泄；岩溶含水层平面上呈大的透镜状或楔状展布，岩性主要为薄-厚层状大理岩，偶夹结晶灰岩。矿体距离较远，对采矿无影响。

（三）地形地貌

矿区属秦岭山脉南麓，地形大致呈北高南低的斜坡地形。最高海拔 1252.2m，最低海拔 655m，相对高差 606m。地形切割中等，坡度 30° - 55° 。河谷呈“V”字型，地貌形态属以构造侵蚀、剥蚀为主的低中山地貌（见照片 2-1）。

矿区微地貌条件较为复杂，受长期剥蚀切割作用，区内地貌形成高低起伏的山坡、沟谷，山顶多有残积物覆盖，厚度 0~0.3m，山坡和坡脚处有坡积物堆积，厚度 0.3m~1.5m。

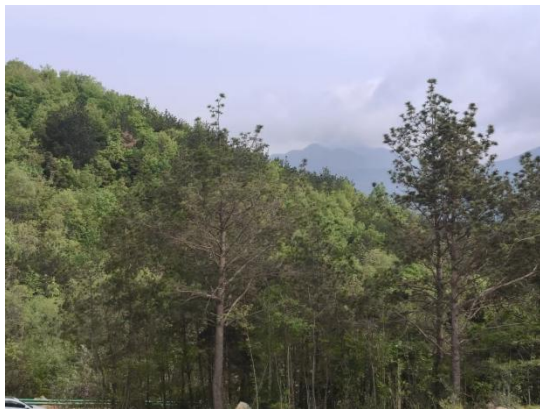


照片 2-1 矿区地形地貌

（四）植被

矿区地处北亚热带湿润季风气候区，植被资源丰富，种类繁多，森林植被属暖温带含有常绿阔叶树种的落叶阔叶林带，是生物多样性最丰富的地区之一，具有较高保护价值和科学研究价值。原生植被地带性垂直梯度分布明显，随海拔变化，垂直分布规律性强。区内常见植被类型为乔木、灌木。

乔木植物主要以侧柏、马尾松、栓皮栎为主；灌木植物主要以马桑、巴山毛竹、黄栌、悬钩子为主；草本植物多为野青茅、艾蒿等为主。区内主要农作物有玉米、小麦、水稻、茶叶、木耳、香菇、核桃、李子等。矿区地表植被覆盖现状良好，植被覆盖率约 74.6%，沿沟谷两侧以乔木林地为主，生长茂盛。坡面以乔、灌木次生林覆盖为主。地势高处长势稍差，地势低处长势较好。矿区植被见（照片 2-2、2-3）。



照片 2-2 乔木植物



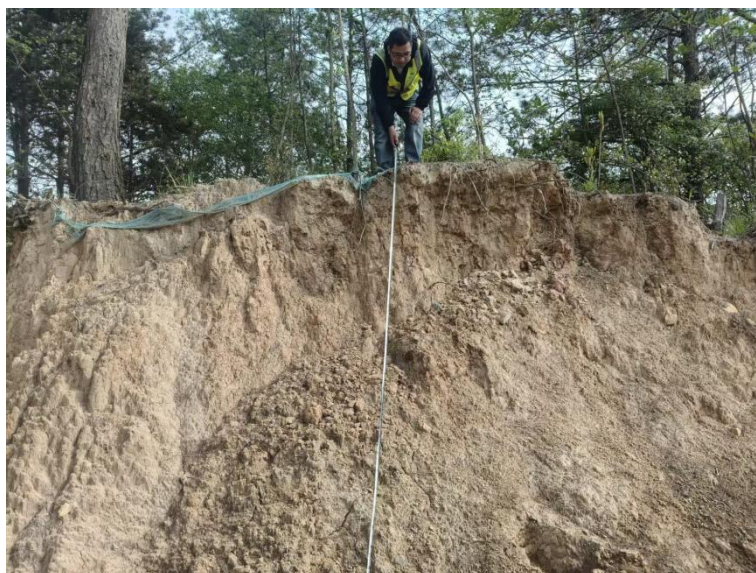
照片 2-3 灌木植物

（五）土壤

根据现场调查和收集的相关资料，区内土壤类型主要为黄棕壤。黄棕壤是在北亚热带生物气候条件下，在温度较高、雨量较多的常绿阔叶或针阔叶混交林下形成的土壤，生物循环比较强烈，自然植被下形成的枯枝落叶，在地面经微生物分解，可积聚成薄而不连续的残落物质，腐殖质类型以富里酸为主，适宜林木生长。

黄棕壤主要分布在矿区周边的松林以及灌丛林下，占调查范围的 85%，属淋溶土纲温暖淋溶土亚纲黄棕壤类。主要分布在山坡，土壤质地很粗，结构疏松，抗水蚀抗冲击能力差。根据矿区及周边开挖面看（见照片 2-4），黄棕壤土层厚度为 0.3m—1.5m，部分地段岩石裸露，土壤质地中壤或中壤偏重。容重为 1.19g/cm

³，有机质平均含量 1.59%，全氮含量 0.053%，碱解氮平均含量 59.0ppm，速效磷平均含量 18.1ppm，速效钾平均含量 80ppm。耕地土壤理化性质的总体特点：有机质含量相对较低，通常需要通过施肥来补充；养分含量较低，需要定期施肥以维持土壤肥力；pH 值通常在中性到微酸性范围内，适合大多数作物的生长；容重相对较高，土壤结构较为紧密，影响根系生长。



照片 2-4 矿区土壤剖面

（六）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.城固县

根据城固县人民政府工作报告，城固县 2025 年，财政收入、固定资产投资等核心指标逆势高速增长。全年实现生产总值 327.75 亿元，居全省第九、全市第二，增长 8%；地方财政收入增长 28.8%，居全市第一；规上工业增加值增长 22%，居全市第二；城乡居民人均可支配收入分别增长 5.7%、5.8%；社会消费品零售总额增长 9.4%，粮油总产 18.5 万吨、中药材总产 10 万吨、生猪出栏 19.4 万头，农业总产值 118 亿元、增长 3.4%。旅游业发展突出，重点工业项目进展良好，企业稳定生产，县域经济持续活跃。

2.老庄镇

城固县老庄镇位于城固县城西北 25 公里，与汉中市汉台区和留坝县接壤，总面积 141.2 平方公里，地形南北狭长，依次为平川、丘陵、山区。

老庄镇全镇总面积 53.8 平方公里，总人口 3.6 万人左右，其中农业人口 21314 人。全镇辖 12 个行政村、3 个社区，共计 105 个村民小组。常住人口 3.8 万余人。以柑橘、粮油为农业主导产业，钾长石、硅石等矿产资源丰富。全乡耕地面积 33958 亩，森林覆盖率 67.8%。主产玉米、小麦、水稻和薯类。土特产有柑橘、木耳、核桃、板栗、杜仲等。矿产资源有石灰岩、石英矿等。工业企业主要有汽车、水泥、结晶硅、石英砂等大中型工业企业。评估区内经济以农业为主，主要作物有小麦、油菜、玉米及少量豆类、薯类作物。农用电网直通矿区，水电资源充足，基本能满足矿山生产需要。

表 2-1 城固县老庄镇 2023—2025 年社会经济概况

年份	总人口 (人)	耕地面积 (亩)	人均耕地 (亩)	农业总产值 (万元)	农村居民人均纯收 入(元)
2025 年	36698	33958	0.92	6.61	18011
2024 年	35400	33958	0.96	6.54	17821
2023 年	35210	33958	0.96	6.48	17657

资料来源：老庄镇 2023—2025 年政府工作报告。

三、矿区地质环境背景

（一）地层岩性

矿区内出露地层由泥盆系下中统、三河口组（D₁₋₂sh⁵）、石炭系下统（C₁）及第四系组成，现由老到新叙述如下：

①泥盆系下中统三河口组（D₁₋₂sh⁵）：分布在矿区西北角，其岩石类型主要有绢云母片岩、灰黑色含炭硅质岩、绢云石英片岩、黑云变斑晶二云石英片岩、绢云钙质片岩夹薄层结晶灰岩、薄-厚层状细晶大理岩、白云质大理岩、白云岩、角砾状白云岩等。

②石炭系下统（C₁）：在矿区大面积分布，依据岩性组合特征进一步划分为两个岩性段即（C₁¹⁺²、C₁³）。

C₁¹⁺² 岩性段：该段地层遍布整个矿区，系本矿区石英岩的赋矿岩层。其岩性组合为灰—浅灰色绢云母石英片岩、石英片岩及厚层块状石英岩。

绢云母石英片岩：鳞片状变晶结构，片状构造；矿物含量：石英 40%—70%，长石约 20%，绢云母约占 10%，含少量黑云母、绿帘石、方解石、黄铁矿等；是本矿区矿体的围岩。

石英岩：一般呈厚—巨厚层块状，中—粗粒晶状变晶结构，致密块状构造，具有明显的重熔石英岩特征。颜色多为灰白—乳白色，断面具油脂光泽，该岩石致密坚硬，抗风化能力强，常形成陡崖和山脊微地貌；系本矿区的矿体，其上下盘围岩为云母石英片岩。

C₁³ 岩性段：在矿区南侧及西侧小范围分布，平面上呈大的透镜状或楔状展布，岩性主要为薄-厚层状大理岩，偶夹结晶灰岩。

大理岩：灰白色，局部夹杂灰黑色，中厚层状，粒状变晶结构，块状构造；矿物含量：方解石 94%；石英 1%—2%，含少量绿帘石、楣石及黄铁矿（多氧化成褐铁矿）。

③第四系全新统（Qh）：分布于矿区西南部及东北角，主要为残坡积、冲洪积形成，成分主要为棕红色黏土、亚黏土、亚砂土、含砂砾碎石、岩块、砾卵石、砂层透镜体等。局部地段压覆石英矿体，造成槽探工程无法完全揭露控制矿体。

图 2-4 矿区地质地形图

（二）地质构造

矿区地处秦岭南麓，大地构造位置处于秦岭褶皱系，康县—略阳华力西褶皱带的东段南缘，扬子地台汉南凸起之北侧。矿区构造主要有褶皱构造及断裂构造，现分述如下：

矿区位于勉略构造带中，受其影响区内构造较为发育，以断裂构造为主，褶皱构造次之，岩石普遍遭受变形。

1.断裂构造

经调查，区内发现较大规模的断裂构造有两条（F1、F2）。

F1 断裂出露于矿区北西角的风洞坡一带，整体呈北东东—南西西走向，断层倾向南东，倾角 58°左右。其南北两侧地层分属下石炭统和中下泥盆统三河口组，属较大规模的层间断裂。断层北盘下降，南盘上升，性质为一近东西走向的逆冲推覆断层，断层走向与区域构造线方向一致。

F2 断裂位于矿区南部黄家山一带，呈北东东—南西西走向，断面北倾，倾角一般在 60°左右。该断层南北两侧地层分属下石炭统不同岩性段，属层间断裂，断层走向与地层走向近似一致。地表断层两侧岩石较为破碎，局部可见小型牵引褶皱。因断裂通过地段覆盖厚，露头不佳，其构造性质难以确定。

2.褶皱构造

矿区位于吕家湾—铁岭河向斜的北翼，地层产状倒转多向北倾。区内地层基本呈北西向的单斜构造产出，地层产状较陡，层间小褶曲发育。

总体上看，区内的断裂构造与成矿关系不明显，对已知石英岩矿体未造成破坏。

3.地震：

根据《中国地震动参数区划图》（GB 18306-2015 图 A1）和《中国地震动参数区划图》（GB 18306-2015 图 B1），评估区地震动峰值加速度为 0.05g，地震动反应谱特征周期值为 0.45s，对应的地震基本烈度为Ⅵ度。

（三）水文地质

1.岩（矿）层含水层水文特征

区内地下水运移受区域地下水的控制，显示一定的成层型特征。依据地下水赋存特征、运移空间、补给来源，以及含水岩组（层）的岩性结构和富水性的

不同、将含水岩组（层）划分为第四系松散岩类孔隙潜水含水层、基岩裂隙水含水层和岩溶含水层三种类型。

2.地表水、地下水动态变化特征

区内地表水、地下水动态变化与降水量关系十分密切，随降水量增减而产生相应变化。

3.地下水补给、径流、排泄条件

区域地下水的形成、补给、径流、排泄运移规律、分布特征等，受地形地貌、地质构造、地层岩性和气象水文等因素的控制和制约。矿区的地形地貌、岩性特点使得地表水较难下渗，雨后大部分形成地表径流，矿区地势东低西高，坡度在 5° - 65° 之间，短期内顺坡沿沟谷排走，极少部分渗入地下。

矿坑充水的主要来源是大气降水。直接落入采场内的雨水，其影响程度取决于降水程度和时间长短，同时降水时地表水沿地表裂隙灌入地下，也会使采场充水量增加。矿山在开采过程中，雨季应预防大气降水导致矿坑充水等对矿床开采的影响。

矿区最低侵蚀基准面位于评估区北西侧斜阴坡以东的无名沟内，标高 730m。矿山设计最低开采标高I矿体为 984m，II矿体为 1094m，位于当地最低侵蚀基准面以上，矿山开采对含水层影响小。

地形地貌有利于地表水和地下水的自然排泄，矿山开采对含水层的影响较小，矿区水文地质条件属简单类型。

（四）工程地质

1.岩（土）体工程地质特征

根据区内岩土体特征，矿区内岩土体可以被划分为四种类型。各类型及其工程地质特征简述如下。

（1）坚硬岩类：

主要由寒武系下统药王殿组第三岩性段（ ϵ_{1y^3} ）石英岩、透镜状产出的（Mb）大理岩及石炭系下统大光山组第二岩性段（ C_{1d^2} ）、升仙村组第二岩性段（ C_{1s^2} ）结晶灰岩组成。岩石呈块状构造，质地坚硬，力学强度高。其中药王殿组第三岩性段（ ϵ_{1y^3} ）石英岩为含矿层位。呈层状北东—南西向展布。岩石质地较坚硬，力学强度较高。夹薄层状绢云母片岩，遇水软化。

(2) 较坚硬岩类:

主要由元古代 (δ_2) 弱风化片理化闪长岩, 前寒武系 ($An\in$) 的绢云石英片岩组成。

(3) 软岩类:

由元古代 (δ_2) 强—全风化片理化闪长岩, 寒武系下统药王殿组第一、第二、第四岩性段 ($\in_{1y^1}$ 、 $\in_{1y^2}$ 、 $\in_{1y^4}$) 的绢云母片岩、绢英片岩, 石炭系下统升仙村组第一、第三岩性段 (C_{1s^1} 、 C_{1s^3}) 炭质千枚岩、含碳千枚岩, 石炭系中上统 (C_{2+3X}) 钙质片岩、千枚岩等组成。其共同特点是风化强烈, 片理化发育, 层间小断裂及软弱结构面发育, 抗压强度低, 遇水易软化、易变形。

(4) 极软岩类:

主要由第四系洪冲积的含砾黏性土、砂、卵石等和第四系坡残积的含碎石黏性土等组成。分布于矿区东北毕家河一带河谷两岸, 以及山前缓坡地带。岩层厚度变化较大, 一般在 0.8m—5.0m 之间。总体呈零星状断续分布, 面积有限。该岩类松散堆积、结构疏松、稳定性差, 其工程地质性能差。特别是位于山坡地带的堆积物, 当受到人工开挖破坏其自然坡角或沟谷冲刷时, 在暴雨或大暴雨发生时易产生滑坡或溜滑。

2.矿体及顶底板围岩的稳固性

矿体及围岩稳定性取决于岩体质量的优劣, 影响岩体质量的主要因素包括岩石强度和岩石的完整性。潮汐河石英矿顶板围岩为薄层石英岩, 底板围岩为绢云母片岩。矿体及顶板围岩以硬质岩为主, 底板围岩则为软质岩。

矿区岩体结构面包括断层、层面、节理裂隙等, 不同结构面组合切割, 破坏岩体完整。赋矿层位药王殿组第三岩性段岩石质量指标 RQD 值 0%—90%, 岩体破碎—岩体较完整。根据《矿区水文地质工程地质勘查规范》(GB 12719-2021), 计算求得矿体及其围岩岩体质量指标 M 在 0-1.86 之间, 岩体质量坏—良。说明赋矿层位在不同岩性、不同位置岩体质量差异较大。

(五) 矿体地质特征

矿区内圈定出 2 条石英矿体, 编号自北向南分别为 I 号、II 号, 现分述如下 (表 2-2)。

表 2-2 矿体特征一览表

矿体 编号	长度 (m)	推深 (m)	平均厚度 (m)	平均品位 (%)			备注
				SiO ₂	Fe ₂ O ₃	Al ₂ O ₃	
I	660	44-75	32.23	98.26	0.21	0.74	
II	1340	107-147	47.09	97.41	0.30	1.21	

I号矿体：出露于矿区北部三道垭以东一带，呈近北东—南西向展布，层状、似层状产出。矿体赋存标高 932m—1153m，地表出露标高 932m—1153m。槽探工程间距为 170—248m，控制地表矿体长约 660m，倾向控制深度 44m—75m；矿体厚度 21.17—38.77m，平均厚度 32.23m。矿体产状 $332^{\circ}-0^{\circ}\angle 60^{\circ}-77^{\circ}$ ，倾角较陡。

II号矿体：位于矿区中南部北坪梁—王家山一带，呈近北东东向展布，层状、似层状产出。矿体赋存标高 966m—1220m，地表出露标高 1046m—1220m，钻探工程控制矿体最低标高 993m。探槽控制工程间距为 116—290m，控制走向长 1340m，倾向控制深度 107m—147m。矿体厚度 17.87m—83.25m，平均 47.09m。矿体产状 $318^{\circ}-20^{\circ}\angle 50^{\circ}-83^{\circ}$ 。II号矿体出露一般，走向多沿山脊梁出露。矿体与围岩界线清晰，上下盘围岩均为灰黄色—灰黑色云母石英片岩。矿体北侧残坡积物覆盖较厚，厚度在 3m—8m 之间。目前，该矿体中部 S0 勘探线附近已开采，形成 CK2 采场，采场最低开采标高为 1046m。

（六）不良地质现象

经调查，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和隐患；矿山设计最低开采标高 I 矿体为 958m，II 矿体为 1046m，位于当地最低侵蚀基准面以上，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）矿区土地利用现状

根据城固县自然资源局提供的城固县土地利用现状图（局部）和《土地利用现状分类》（GB/T 21010-2017）及“第三次全国土地调查”资料，项目区土地

类型划分为 7 个一级类和 10 个二级类，包括水田、旱地、乔木林地、灌木林地、其他林地、其他草地、采矿用地、农村宅基地、农村道路和设施农用地，各类土地利用面积见表 2-3，土地利用现状图见图 2-5。

表 2-3 矿区范围内土地利用现状表

一级地类		二级地类		面积/hm ²	占总面积的比例/%	
编号	名称	编号	名称			
01	耕地	0101	水田	0.24	0.16	1.97
		0103	旱地	2.8	1.81	
03	林地	0301	乔木林地	125.6	81.58	89.04
		0305	灌木林地	8.85	5.75	
		0307	其他林地	2.64	1.71	
04	草地	0404	其他草地	0.21	0.14	0.14
06	工矿仓储用地	0602	采矿用地	10.00	6.50	6.50
07	住宅用地	0705	农村宅基地	0.26	0.17	0.17
10	交通运输用地	1006	农村道路	3.26	2.12	2.12
12	其他土地	1202	设施农用地	0.1	0.06	0.06
总计				153.96	100	100

矿区总占地面积为 153.96hm²，其中水田面积为 0.24hm²，占比 0.16%；旱地面积为 2.80hm²，占比 1.81%；乔木林地面积为 125.60hm²，占比 81.58%；灌木林地面积 8.85hm²，占比 5.75%；其他林地面积 2.64hm²，占比 1.71%；其他草地面积 0.21hm²，占比 0.14%；采矿用地面积 10.00hm²，占比 6.50%；农村宅基地面积 0.26hm²，占比 0.17%；农村道路面积 3.26hm²，占比 2.12%；设施农用地面积 0.1hm²，占比 0.06%；矿区土地利用以乔木林地为主，采矿用地次之。

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 2-5 土地利用现状图

（二）永久基本农田情况

根据“城固县土地利用总体规划图”“城固县国土空间总体规划（2021—2035年）”及基本农田分布，矿区划定范围及矿区划定范围外矿山工程内不涉及基本农田。

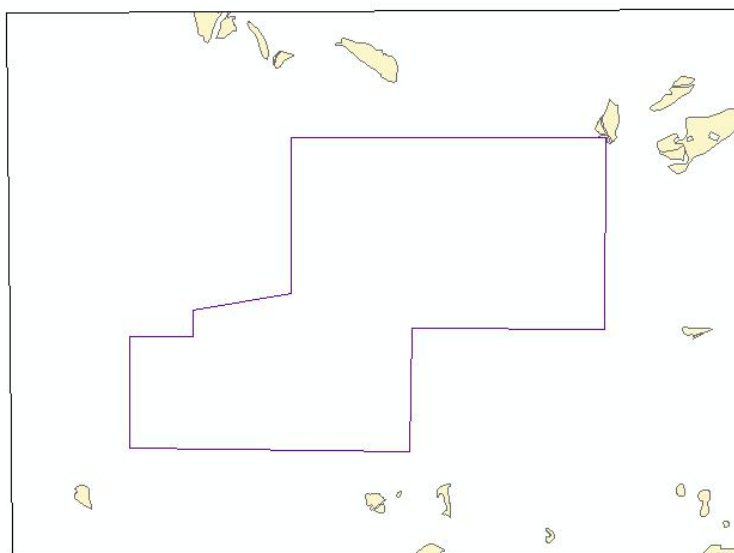


图 2-6 永久基本农田

（三）土地权属

根据调查及收集资料，城固县老庄镇潮汐河石英矿位于城固县老庄镇。该矿所占用土地属老庄村所有。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见表2-4。

表 2-4 矿区土地利用结构权属表

一级地类		二级地类		土地权属	面积/hm ²
编号	名称	编号	名称		
01	耕地	0101	水田	老庄镇老庄村	0.24
		0103	旱地		2.8
03	林地	0301	乔木林地		125.6
		0305	灌木林地		8.85
		0307	其他林地		2.64
04	草地	0404	其他草地		0.21
06	工矿仓储用地	0602	采矿用地		10.00
07	住宅用地	0705	农村宅基地		0.26
10	交通运输用地	1006	农村道路		3.26
12	其他土地	1202	设施农用地		0.1
总计					153.96

五、矿区生态状况

城固县地处陕西南部汉中盆地腹部，北依秦岭，南屏巴山，中为汉中盆地东域，是我国秦巴生物多样性生态功能区，也是我国多种珍稀濒危物种的重要分布点，具有生物多样性、水源涵养、水土保持、维护生物多样性等诸多功能，生态区位极其重要。城固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）陕西省生态功能区划

根据陕西省生态功能区划，陕西省城固县老庄镇潮汐河石英矿矿区位于秦巴生物多样性及水源涵养区，根据《城固县国土空间生态修复规划》，矿区位于秦岭山地生态修复区。

（二）矿区生态本底情况

陕西省城固县老庄镇潮汐河石英矿矿区内无生态保护红线、自然保护区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

生态系统类型以秦岭山地森林为主体，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、道路与破碎站等）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。矿区内的主要植被为松树、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 90%），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，展现出矿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，同时广泛种植厚朴、橘子、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，也为农业的发展提供了资源基础。动物资源方面，主要分布有小型兽类、鸟类及两栖爬行类随着生态保护力度加强，猪獾、鼬獾、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。例如不同品种的厚朴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。当地村民依托主要种植柑橘，推动生态农业与生物多样性互促共进。

六、矿山及周边其他人类重大工程活动

矿区自然环境条件较差，经济欠发达，在矿区范围内及周边均为山区，山上植被茂密。矿区内无居民居住，区内水电较充裕，人类活动主要为矿区南侧沿通村便道的耕地和修路，对矿区及周边原始自然生态环境影响较轻。矿区及周边人类工程活动简述如下：

1.采矿活动

根据实地调查，矿山开采过程中针对地表开采，对地表植被和地形地貌景观破坏严重；产生的废渣石的排放，对地形地貌景观和土地资源造成一定的破坏，从而破坏地质环境。

2.矿山建设

矿区现有的破碎站建设时间较长，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。



照片 2-5 破碎站



照片 2-6 矿部

3.基础设施建设（道路、输电线路）：

（1）道路

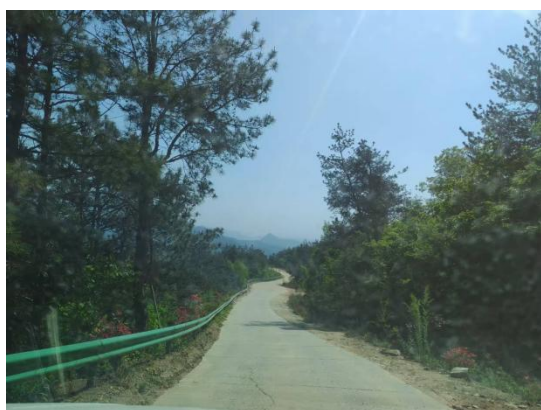
矿区周边有通村水泥路；矿区内修建有矿山道路，主要为运矿道路。（照片 2-7）

（2）输电线路

矿山电源引自文川镇变电所，采用架空线路供至矿区，供电电压为 10kV。在破碎车间设置配电室，安装有 500kVA 和 80kVA 变压器各 1 台。

4.居民生产生活

矿区范围内无村民居住，周边分布有少量耕地，主要种植橘子、玉米等经济作物。（照片 2-8）



照片 2-7 矿山道路



照片 2-8 农业耕种

七、矿区生态修复工作情况

（一）已实施的生态修复工程

矿山自 2021 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 2#露天采场、Z1 堆渣场、临时排土场等进

行了地质环境治理，主要治理措施为修建排水渠、清理废石、修建挡墙、设立警示牌等；对 1#采场待治理区、2#露天采场 1200m—1150m 平台和边坡等进行了土地复垦，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 2-5、表 2-6、表 2-7，治理效果见照片 2-9~2-16。



照片 2-9 临时排土场挡土墙



照片 2-10 临时排土场截排水渠



照片 2-11 临时排土场现状



照片 2-12 +1170m 平台修建截排水渠



照片 2-13 +1150m 平台截排水渠现状



照片 2-14 +1180m 平台复绿现状



照片 2-15 +1200m-+1190m 平台复绿现状



照片 2-16 采场周边设置警示牌

根据陕西合兴硅砂有限公司编制的《陕西合兴硅砂有限公司陕西省城固县老庄镇潮汐河石英矿矿山地质环境保护与土地复垦方案 2021-2026 年度适用期总结报告》，该项目通过了专家组的验收，验收结论为：合格。

表 2-5 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	年度计划 工程量	完成工 程量	增减情况	备注
一	采场 AB 段						
1	修建排水渠	m	247	247	324	增加 77	
1.1	土方开挖	m ³	219	219	292	增加 73	
1.2	C15 混凝土	m ³	93	93	122	增加 29	
二	Z1 堆渣场						
1	泥石流物源清理	m ³	810	810	825	增加 15	
三	采场周边						
1	安装警示牌	块	-	-	12	增加 12	
四	临时排土场						
1	挡墙	m	88	88	85	减少 3	
1.1	土方开挖	m ³	132	132	164.9	增加 32.9	
1.2	M7.5 浆砌石挡墙	m ³	440	440	743.75	增加 303.75	
1.3	伸缩缝	m ²	7.91	7.91	75.65	增加 67.74	
1.4	PVC 安装	m	117.3	117.3	340	增加 222.7	
2	截排水渠	m	-	-	62	增加 62	
2.1	土方开挖	m ³	-	-	145.08	增加 145.08	
2.2	M7.5 浆砌石挡墙	m ³	-	-	19.22	增加 19.22	
2.3	伸缩缝	m ²	-	-	1.922	增加 1.922	
2.4	M10 勾缝抹面	m ²	-	-	155	增加 155	
五	+1200m-+1190m 采 场平台						
1	截排水渠	m	-	-	102	增加 102	
1.1	土方开挖	m ³	-	-	90.78	增加 90.78	

1.2	C15 混凝土	m ³	-	-	38.76	增加 38.76	
六	1170m 平台						
1	修建排水渠	m	-	-	264	增加 264	
七	+1180m-+1170m 平台						
1	平台高程标识牌	块	2	2	2	按计划完成	
八	1160m 平台						
1	土地平整	m ³	200	200	620	增加 420	
2	修建排水渠	m	-	-	245	增加 245	
九	+1150m-+1160m 平台						
1	平台高程标识牌	块	2	2	1	减少 1 块	
十	+1160m、+1150m 平台边坡						
1	削坡	m ³	-	600	631	增加 31	
十一	+1150m 平台						
1	修建生态排水渠	m	260	260	260	按计划完成	
1.1	土方开挖	m ³	-	62.5	65	增加 2.5	

表 2-6 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	年度验收 工程量	完成工 程量	增减情况	备注
一	一号采场待治理区						
1	土地平整	m ³	6630	6630	6712	增加 82	
2	土壤培肥	hm ²	2.21	2.21	2.21	按计划完成	
3	撒播草籽	hm ²	2.21	2.21	2.21	按计划完成	
4	种植刺槐	株	5525	5525	5837	增加 312	
5	种植柏树	株	-	-	3275	增加 3275	
二	+1200m-+1190m 采场平台						
1	土地复垦	hm ²	0.14	0.14	0.23	增加 0.09	
2	土地平整	m ³	420	420	690	增加 270	
3	土壤培肥	hm ²	0.14	0.14	0.23	增肌 0.09	
4	刺槐	株	350	350	462	增加 112	
5	柏树	株	-	-	483	增加 483	
三	+1180m-+1170m 平台						
1	土地平整	m ³	540	540	620	增加 80	
2	土壤培肥	hm ²	0.18	0.18	0.98	增加 0.80	
3	种植刺槐	株	450	450	561	增加 111	
4	补植柏树	株	-	-	528	增加 528	
四	1150m-+1160m 平台						

	坡面						
1	土壤培肥	hm ²	0.08	0.08	0.532	增加 0.452	
2	种植刺槐	株	200	200	221	增加 21	
3	补植柏树	株	-	-	235	增加 235	
五	+1140m-+1130m 平台植被恢复						
1	土地平整	m ³	600	-	-	减少 600	
2	土壤培肥	hm ²	0.2	-	-	减少 0.2	
3	植树（刺槐）	株	500	-	-	减少 500	
六	+1160m 及+1150m 平台植被恢复						
1	土地平整	m ³	-	600	631	增加 31	
2	种植侧柏	株	-	1200	1500	增加 300	
3	种植刺槐	株	-	7300	8000	增加 700	

表 2-7 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	工程名称		单位	方案设计 工程量	年度计划 工程量	完成工 程量	增减情况
第一年度	地质环境监测	不稳定地质体防治监测	次	144	144	144	按计划完成
		地形地貌景观和土地破坏监测	次	6	6	6	按计划完成
	土地复垦监测	原地貌地表状况监测	次	1	1	1	按计划完成
		土地损毁监测	次	1	1	1	按计划完成
第二年度	地质环境监测	矿山地质灾害防治监测	次	144	144	144	按计划完成
		地形地貌景观和土地破坏监测	次	6	6	6	按计划完成
	土地复垦监测	土地损毁监测	次	1	1	1	按计划完成
		土地质量监测	次	1	1	1	按计划完成
		复垦植被监测	次	2	2	2	按计划完成
		配套设施监测	次	2	2	2	按计划完成
	管护	植被管护	hm ²	2.27	2.27	2.27	按计划完成
第三年度	地质环境监测	矿山地质灾害防治监测	次	144	144	144	按计划完成
		地形地貌景观和土地破坏监测	次	6	6	6	按计划完成
	土地复垦监测	土地损毁监测	次	1	1	1	按计划完成
		土壤质量监测	次	1	1	1	按计划完成
		复垦植被监测	次	2	2	2	按计划完成
		配套设施监测	次	2	2	2	按计划完成

	管护	植被管护	hm ²	2.21	2.21	2.21	按计划完成
第四年度	地质环境监测	矿山地质灾害防治监测	次	144	144	144	按计划完成
		地形地貌景观和土地破坏监测	次	6	6	6	按计划完成
	土地复垦监测	土地损毁监测	次	1	1	1	按计划完成
		土壤质量监测	次	1	1	1	按计划完成
		复垦植被监测	次	2	2	2	按计划完成
		配套设施监测	次	2	2	2	按计划完成
	管护	植被管护	hm ²	2.21	2.21	2.21	按计划完成
第五年度	地质环境监测	地质灾害监测	次	144	144	144	按计划完成
		地形地貌观和土地破坏监测	次	6	6	6	按计划完成
	土地复垦监测	土地损毁监测	次	1	1	1	按计划完成
		土地质量监测	次	1	1	1	按计划完成
		复垦植被监测	次	2	2	2	按计划完成
		配套设施监测	次	2	2	2	按计划完成
	管护	植被管护	hm ²	0.4	2.17	2.17	按计划完成

（二）工程量增减情况说明

陕西省城固县老庄镇潮汐河石英矿在适用期期间，严格按照治理计划进行矿山地质环境保护与土地复垦工作，矿山基本完成了方案设计内容。第五年度因矿山开采进度较慢，开采至+1150m 平台，故《方案》设计工程内容+1140m-+1130m 平台植被恢复工程无法实施，相应地增加了对+1160m 平台的补植工程和+1150m 平台的植被恢复工程。其余部分工程量的增加是根据现场实际需要做出的调整。

（三）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 66.66 万元，其中矿山地质环境治理经费 33.29 万元，土地复垦经费 33.37 万元。

矿山在适用期（2021—2026 年）实际总投资费用为 118.71 万元，《两案》适用期（2021—2026 年）预算投资为 66.66 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高于计划投资费用，主要是因为矿山于第二年度根据实际地质环境现状，在临时排土场和+1200m—+1190m 采场平台修建了截排水渠，在第三年度新增 1170m 平台截排水渠，并考虑当地植被适生性和存活率，增加了植被恢复工程所需刺槐的数量，新增了树种侧柏。其余部分工程量因矿山实际情况均有增加。

（四）适用期验收及基金的提取情况

城固县自然资源局组织专家分别于 2022 年 7 月、2023 年 7 月、2024 年 11 月、2025 年 8 月和 2026 年 5 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。汉中市自然资源局组织专家于 2026 年 5 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。

在 2019 年 1 月 15 日，矿山签订了《矿山地质环境治理恢复与土地复垦基金监管协议》，建立了基金专户，缴纳基金存款。适用期期间，第一年度提取基金 47.84 万元（含保证金 22.62 万元），未申请使用基金；第二年度提取基金 18.42 万元，未申请使用基金；第三年度提取基金 16.06 万元，申请使用基金 66 万元；第四年度提取基金 22.43 万元，未申请使用基金；第五年度提取基金 11.84 万元，未申请使用基金。截至 2026 年 4 月，基金账户余额 50.59 万元（含利息）。

表 2-8 城固县老庄镇潮汐河石英矿基金提取和使用情况

序号	年度	应提取基金 金额（万元）	实际提取基金 金额（万元）	使用金额 （万元）	剩余金额 （万元）	备注
1	第一年度	33.70	47.84	0	47.84	含保证金 22.62 万元
2	第二年度	31.40	18.42	0	66.26	
3	第三年度	36.40	16.06	66.00	16.32	
4	第四年度	14.04	22.43	0	38.75	
5	第五年度	8.82	11.84	0	50.59	
累计		124.36	116.59	66.00	50.59	

（五）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，主要是对露天采场开采终了边坡与平台、临时排土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。

（六）存在问题

根据现场复垦效果分析，主要存在以下两个方面的问题：

- （1）坡面坑穴内覆土厚度较小，致使坡面复绿欠佳；
- （2）部分树种成活率较低，矿山根据实际情况进行了多次补种。

(3) 矿区内排水渠未定时进行清淤维护、清理排水渠内落叶、碎石等杂物，修补损坏的部分。

(七) 本方案与原方案衔接情况说明

本方案是在参考原《陕西合兴硅砂有限公司陕西省城固县老庄镇潮汐河石英矿矿山地质环境保护与土地复垦方案》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。

(八) 积累的经验

陕西省城固县老庄镇潮汐河石英矿通过多年的实践，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林、灌、草相结合的方式。

(2) 表土的剥离和贮存：为恢复良好的林地，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，如林地复垦工程可借鉴陕西省城固县双溪镇代家河石英矿具体操作实施方法，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

陕西省城固县老庄镇潮汐河石英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）。

陕西省城固县老庄镇潮汐河石英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城固自然资源局提供 2024 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 2-9、表 2-10。

表 2-9 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	水田 0.24hm ² ； 旱地 2.80hm ² ； 乔木林地 125.60hm ² ； 灌木林地 8.85hm ² ； 其他林地 2.64hm ² ； 其他草地 0.21hm ² ； 采矿用地 10.00hm ² ； 农村宅基地 0.26hm ² ； 农村道路 3.26hm ² ； 设施农用地 0.10hm ²
		土地利用面积		153.96hm 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	本矿山不涉及基本农田
		配套设施		
		生产力水平		
	地表水	地表水面积		/
		地表水排泄		/

	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		1.76hm ²
		边界密度		0.04
		聚集度指数		77.5
	生态状况调查	森林生态系统	GB/T 30363 HJ 1167	Ⅱ级防护林
		草地生态系统	NY/T 2998 HJ 1668	本矿山不涉及草地、 湿地、荒漠
		湿地生态系统	HJ 1669	
		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 2-10 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 有稀有珍稀物种
			表土剥离与保存		矿山在基建期将剥离的表土 保存至排土场，目前排土场 未使用
			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		/
			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 784.6mm
			岩土体含水率		/
			孔隙水压力		/
			土压力		/
			地应力		/
		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，不涉及地下水
			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		
	土地资源损毁	挖损土地面积	乔木林地	TD/T 1049 TD/T 1055 TD/T 1031	0.66
			采矿用地		3.37
		塌陷土地面积			本矿山不涉及塌陷
		压占土地面积	乔木林地		0.74
			灌木林地		0.43
			采矿用地		0.58
			农村宅基地		0.02
			农村道路		3.26
		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		1.83
			草地损毁面积		0
		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
	生态修复效果监测	地质环境治理	不稳定边坡	DZ/T 0287 DZ/T 0388	100%
			采空区塌陷		不涉及
			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	按照开采后地形进行平整
			配套设施	GB/T 36393	排水渠
			生产力水平	GB/T 42489	二等

			土地复垦率	NY/T 1119 TD/T 1010 TD/T 1049	
	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 29.22%
			平均斑块面积		1.76hm ²
			边界密度		0.04
			聚集度指数		77.5
		生态状况调查	森林生态系统	GB/T 30363 HJ 1167	Ⅱ级防护林
			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	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		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

陕西省城固县老庄镇潮汐河石英矿采用露天开采方式, 开采矿体多位于山体上部近山顶地带, 因矿体及围岩稳固性好, 地表变形不明显。陕西省城固县老庄镇潮汐河石英矿目前属于基建期, 矿山采矿设施设备相对齐全。

2026年5月13—20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、《汉中市城固县地质灾害风险调查评价报告》和开采现状图, 集中对破碎站、矿山道路、露采平台和终了边坡处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4.98km², 调查路线8.4km, 收集资料14份, 数码照片53张及录像4分钟。

(2) 土地资源现状调查

陕西省城固县老庄镇潮汐河石英矿矿区占地面积153.96hm², 根据土地利用现状图, 矿区土地利用涉及7个一级类和10个二级类, 包括水田、旱地、乔木林地、灌木林地、其他林地、其他草地、采矿用地、农村宅基地、农村道路和设施农用地等。

人类活动对土地资源的影响主要表现为采矿活动、修建破碎站、运矿道路时对土地资源的破坏及地面设施对土地资源的压占与挖损, 矿区土地破坏范围内土地利用类型主要为乔木林地和工矿用地, 矿山企业对已损坏土地进行了复垦。

(3) 生态环境现状调查

矿区地带性植被类型为典型的北亚热带含针叶林和落叶阔叶林带。境内地貌、海拔、高程差异大, 森林垂直分布差异明显, 并呈规律性分布。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) 矿区不稳定地质体现状分析

上期方案中，矿区不存在不稳定地质体。通过对上一适用期内边坡监测数据的整理分析，结合现场调查，监测认为，治理后的露天采场终了边坡基本保持稳定状态，本次调查，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

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。

现阶段矿山的 2#露天采场、矿部、矿山道路及破碎站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 7.25hm²，对矿区地形地貌景观影响程度严重。

（3）含水层破坏

矿体最低开采标高位于当地最低侵蚀基准面之上，采矿活动对地下水影响较轻。在矿山开采未对区内及周围主要含水层水位造成影响，加之矿石内不含有毒有害成分，采出矿石不经过选矿过程，因此对区内及周围生产生活供水影响较轻。据《2011 编制规范》附录 E 表 E.1 矿山地质环境影响程度分级表，预测评估采矿活动对含水层破坏对矿山地质环境影响程度较轻。

3.土地损毁问题

根据本次野外调查，矿山现状活动对土地的损毁主要表现为挖损损毁和压占损毁两种类型。经统计，矿区已损毁土地面积为 7.25hm²，损毁土地类型为乔木林地、灌木林地、采矿用地、农村宅基地和农村道路，见表 3-1。

表 3-1 已损毁土地面积统计表

一级地类		二级地类		2#露天采场	矿山道路	矿部	破碎站	合计
03	林地	0301	乔木林地	0.66	0.74			1.40
		0305	灌木林地		0.43			0.43
06	工矿用地	0602	采矿用地	3.37	0.52		0.06	3.95
07	住宅用地	0705	农村宅基地			0.02		0.02
10	交通运输用地	1006	农村道路		1.45			1.45
面积				4.03	3.14	0.02	0.06	7.25
损毁类型				损毁	压占	压占	压占	
损毁程度				重度	重度	重度	重度	

（1）挖损损毁土地

①露天采场：本矿现有 2#露天采场一处，自从开采以来，已经形成了 4.03hm² 的露天采坑，损毁采矿用地 3.37hm²，乔木林地 0.66hm²。采坑内表土剥离、基岩裸露、植被破坏。损毁方式为挖损，损毁程度为重度。

（2）压占损毁土地

①矿山道路：损毁土地 3.14hm²，其中乔木林地 0.74hm²、灌木林地 0.43hm²、采矿用地 0.52hm²、农村道路 1.45hm²，道路修建时挖损地表，破坏了原有的地形地貌和植被，岩石裸露，道路使用时压占土地，使得植被无法生长，复垦难度大。损毁方式均为压占损毁，损毁程度为重度。

②破碎站：损毁土地 0.06hm²，只占采矿用地，损毁方式均为压占损毁，损毁程度均为重度。

③矿部：主要为生活区，只占农村宅基地，占地面积为 0.02hm²，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，矿区内 2#露天采场、矿山道路、破碎站和矿部内植被损毁严重，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

矿区林地生态系统损毁 4 处，2#露天采场、矿山道路、破碎站和矿部地面表土裸露，植被损毁，功能明显退化，需人工辅助恢复。

综上所述，矿区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 7.25hm²，主要涉及乔木林地、灌木林地、采矿用地、农村宅基地和农村道路等地类。

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。降水条件下，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。

目前矿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。遇极端降水过程时，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，矿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

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，矿区地表也未见有泉水出露，矿山开采层位所在含水层为基岩裂隙含水层，富水性弱，矿山开采不会造成含水层水位下降，且矿石中不含有毒有害物质；对含水层主要污染是矿山工作人员的生活污水排放，由于矿山从业人员较少，加之矿区范围内无居民居住，生活污水排放对含水层几乎无影响；同时企业也针对水环境问题进行了沉淀池的修建工作。

综上：现状诊断采矿活动对水土环境影响程度为轻度。

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。

矿区内的采矿活动对局部地段含水层结构影响较轻，露天采场、矿山道路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影响较轻，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，再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 2 个区，重度受损区 1 个区块，轻度受损区各 1 个区块，见表 3-3。

1) 重度受损区 (Ax)

重度受损区 1 处，主要为 2#露天采场、矿山道路、破碎站和矿部等，总面积约 0.38km²，占评估区总面积的 13.15%。

现状评估认为，该区对地形地貌影响严重，对不稳定地质体影响较轻，建设工程对含水层、水土环境影响程度较轻，对生态系统破坏为中度。

2) 轻度受损区 (Cx)

轻度受损区 1 处，主要为评估区除严重区以外的区域，总面积约 2.51km²，占评估区总面积的 86.85%。

现状评估认为，该区主要为林地，原生态地质环境条件较好，区内坡体植被覆盖率高。现状评估矿山建设工程对地质环境影响较轻，未发现不稳定地质体隐患，区内人类活动对地下含水层的破坏较轻，采矿活动对地形地貌景观影响程度较轻，未扰动原生地貌形态。

表 3-3 矿山地质环境现状诊断分区表

分区编码		面积 (km 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	A _x	0.38 13.15	较轻	轻度	严重	较轻	中度	该区矿业活动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。

轻度 受损 区	C x	$\frac{2.51}{86.85}$	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。
---------------	--------	----------------------	----	----	----	----	----	------------------------------

(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、含水层等的破坏预测。

(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65°；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) 道路建设引发不稳定地质体的受损预测

根据开发利用方案，矿山在开采过程中需修建矿山道路至各个开采平台，矿山道路时将会对原始坡体进行开挖，开挖高度一般不超过2.5m。由于矿区岩石

完整性较好。

因此，预测未来矿山道路的修建引发不稳定地质体隐患的可能性较小，危险性小。

4) 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

矿山生产用水主要采用地表水，矿区内不存在地下水开采，整体用水量较小，预测对地下水径流、水位的影响较小。矿山生产废水经污水处理后循环利用，生活用水经处理后排放，矿山开采的矿石和剥离物不含对人体有毒和有害的元素，且矿区地下水位埋深较深，大气降水补给地下水时不涉及污染性元素，矿山活动对矿区含水层水质基本无影响。

据野外调查和《开发利用方案》资料分析，矿山开采活动对矿山及周边的生产、生活用矿区及周围生产、生活供水影响小，预测评估认为采矿活动对含水层影响程度较轻。

(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在以下区域：

1) 露天采场：

露天采场终了时，将在Ⅱ号矿体处形成面积 13.72hm² 的采坑，I号矿体处形成面积 4.98hm² 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坏，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。

2) 临时排土场：

排土场位于I号矿体与Ⅱ号矿体之间，安全设施已进行修建，现场未进行堆存，

且进行了治理恢复。经过现场踏勘，现有安全设施基本完好，拦渣坝表面无裂隙，满足矿山后期使用需求。露天采场剥离的黄土堆至临时排土场用于上部复垦及上部运输道路修建使用。

3) 新建道路:

根据开发利用方案，矿山在开采过程中需修建矿山道路至各个开采平台，修建矿山道路时将会对原始坡体进行开挖，对地形地貌的影响和破坏程度严重。

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

矿区土地预测主要涉及拟挖损、压占土地，不存在塌陷问题，破坏区域有露天采场、拟建矿山道路和临时排土场建设等，其挖损、压占土地破坏面积见表 3-4。

露天采场在后续开采中将会对土地造成挖损损毁，局部地段造成重复损毁，其中 2#露天采场拟损毁面积为 9.50hm²，1#露天采场拟损毁面积为 4.98hm²，拟建矿山道路损毁面积为 0.93hm²，临时排土场拟损毁面积为 0.15hm²，预测矿山开采损毁总面积为 15.56hm²。

拟损毁土地类型为乔木林地、灌木林地、其他林地、其他草地和采矿用地等，其中乔木林地占大部分用地。

表 3-4 预测拟损毁土地面积一览表 单位: hm²

一级地类		二级地类		2#露天采场	1#露天采场	拟建矿山道路	临时排土场	合计
03	林地	0301	乔木林地	4.86	4.98	0.75		10.59
		0305	灌木林地			0.16		0.16
		0307	其他林地	0.43				0.43
04	草地	0404	其他草地	0.07				0.07
06	工矿用地	0602	采矿用地	4.14		0.02	0.15	4.31
面积				9.50	4.98	0.93	0.15	15.56
损毁类型				损毁	损毁	压占	压占	
损毁程度				重度	重度	重度	重度	

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，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 15.56hm²。

(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，矿区地表也未见有泉水出露，矿山开采层位所在含水层为基岩裂隙含水层，富水性弱，矿山开采不会造成含水层水位下降，且矿石中不含有毒有害物质；对含水层主要污染是矿山工作人员的生活污水排放，由于矿山从业人员较少，加之矿区范围内无居民居住，生活污水排放对含水层几乎无影响；同时企业也针对水环境问题进行了沉淀池的修建工作。

综上：矿山开采对矿区土壤结构影响微弱，预测矿山开采对水土环境污染较轻。

4.受损预测分级与分区

(1) 分级原则

在现状诊断的基础上，结合现状环境问题，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影响程度为轻度，采矿活动对生态系统影响为中度。

(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 2 个区块，其中重度受损区 1 个区块，轻度受损区各 1 个区块，见表 3-5。

1) 重度受损区 (Ay)

重度受损区 1 处，主要为 1#露天采场、2#露天采场、矿山道路、破碎站、临时排土场和矿部，总面积约 0.61km²，占评估区总面积的 21.11%。

预测评估认为，该区矿业活动对地形地貌影响严重，对不稳定地质体影响较轻，建设工程对含水层、水土环境影响程度较轻，对生态系统破坏为中度。

2) 轻度受损区 (Cy)

轻度受损区 1 处，主要为评估区除严重区以外的区域，总面积约 2.28km²，

占评估区总面积的 78.89%。

现状评估认为，该区主要为林地，原生态地质环境条件较好，区内坡体植被覆盖率高。预测评估矿山建设工程对地质环境影响较轻，未发现不稳定地质体隐患，区内人类活动对地下含水层的破坏较轻，采矿活动对地形地貌景观影响程度较轻，未扰动原生地貌形态。

表 3-5 矿山地质环境受损预测诊断分区表

分区编码		面积(km 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	$\frac{0.61}{21.11}$	较轻	轻度	严重	较轻	中度	预测矿业活动对含水层及水土环境影响为轻度，预测矿业活动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
轻度受损区	Cy	$\frac{2.28}{78.89}$	较轻	轻度	较轻	较轻	轻度	引发不稳定地质体的危险性小，预测采矿活动对含水层、地形地貌景观及水土环境影响为轻度，对生态系统影响为轻度

（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《城固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。

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重点修复区，其次为次重点修复区和一般修复区。

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，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重点修复区和一般修复区 2 个级别 2 个区块。其中：重点修复区 1 个，一般修复区 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(km ²) 比例 (%)	主要特征	修复措施
重点修复区	A	<u>0.61</u> 21.11	预测诊断矿业活动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。	在采场周围修建截排水沟，在终了平台修建排水沟，对终了平台进行植树种草绿化，加强监测及植被恢复。
一般修复区	C	<u>2.28</u> 78.89	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

基于陕西省城固县老庄镇潮汐河石英矿土地损毁现状诊断与受损预测，现状损毁土地 7.25hm²，其中 1#露天采场损毁土地 4.03hm²，矿山道路损毁土地 3.14hm²，矿部损毁土地 0.02hm²，破碎站损毁土地 0.06hm²；预测损毁土地 15.56hm²，其中 1#露天采场损毁土地 9.50hm²，2#露天采场损毁土地 4.98hm²，拟建矿山道路损毁土地 0.93hm²，临时排土场损毁土地 0.15hm²。

综上，矿山土地共计损毁面积 22.81hm²，已损毁土地 7.25hm²，拟损毁面积 15.56hm²。

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（面积为 4.30hm²）和采场挖损区域（面积为 18.51hm²）生态损毁与退化的程度为重度；除了地面工程压占区域和采场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289.00hm²，其中：重度影响区共7个，总面积为22.81hm²；1个轻度受损区，总面积约266.19hm²。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	2#露天采场	13.53	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	1#露天采场	4.98	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	矿山道路	3.14	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	破碎站	0.06	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	矿部	0.02	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	拟建矿山道路	0.93	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	临时排土场	0.15	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	266.19	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（破碎站、矿部、矿区道路）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：地面建设工程和露天采场对地形地貌景观造成的影响和破坏，可以通过覆土、植树种草等工程措施进行治理。

（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，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

矿山企业后续投入的地质环境恢复治理工程费用及监测费用，在矿山生产总

成本中所占比例较低，对矿山经济效益的影响较小，企业具有完成这些工程的经济实力，可以在矿山生产成本中列支这些经费。同时企业已经具有工程所需的机械设备和从业人员，矿山恢复治理工程施工完全可由矿山企业自行承担。企业通过完成这些工程，不但能够使矿山地质环境和损毁土地得到有效的恢复治理，而且还可以为企业节约资金，降低生产成本。

因此，矿山地质环境恢复治理和土地复垦工程在经济上是可行的。

（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情况，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。

矿山开采方式为露天开采，生产用水主要采用地表水，整体用水量较小，预测对地下水径流、水位的影响较小。矿山生产废水经污水处理后循环利用，生活用水经处理后排放，矿山开采的矿石和剥离物不含对人体有毒和有害的元素，且矿区地下水位埋深较深，大气降水补给地下水时不涉及污染性元素。而矿山从业人员较少，加之矿区范围内无居民居住，生活污水排放对含水层几乎无影响。

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（破碎站、矿区道路、矿部）和露天采场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 土地利用现状表

工程名称	损毁方式	损毁程度	林地 03			草地 04	工矿用地 06	住宅用地 07	交通运输用地 10	合计 (hm ²)
			乔木林地 0301	灌木林地 0305	其他林地 0307	其他草地 0404	采矿用地 0602	农村宅基地 0705	农村道路 1006	
2#露天采场	挖损	重度	5.52		0.43	0.07	7.51			13.53
1#露天采场	挖损	重度	4.98							4.98
矿部	压占	重度						0.02		0.02
矿山道路	压占	重度	1.49	0.59			0.54		1.45	4.07
破碎站	压占	重度					0.06			0.06
临时排土场	压占	重度					0.15			0.15
合计	/	/	11.99	0.59	0.43	0.07	8.26	0.02	1.45	22.81

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，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因地制宜，农用地优先的原则

土地的利用受周围环境条件制约，土地利用方式必须与环境特征相适应。根据被损毁土地前后拥有的基础设施，因地制宜，扬长避短，发挥优势，宜农则农，宜林则林，宜牧则牧。《中华人民共和国土地管理法》第四十三条规定，复垦的土地应当优先用于农业。

③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。

④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，如塌陷、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。

⑤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。

⑥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。

⑦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《土地复垦技术标准（试行）》（1995）；

II《土地复垦质量控制标准》（TD/T 1036-2013）；

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

IV《土地开发整理规划编制规程》（TD/T 1011-2000）；

V《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。

陕西省城固县老庄镇潮汐河石英矿开采生产造成的土地损毁类型主要是矿山道路、破碎站、矿部和临时排土场的压占和露天采场的挖损。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2#露天采场、1#露天采场、矿山道路、破碎站、矿部和临时排土场共6个参评单元进行评价。

陕西省城固县老庄镇潮汐河石英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)
1	2#露天采场	乔木林地、其他林地、其他草地和采矿用地	重度	13.53
2	1#露天采场	乔木林地	重度	4.98
3	矿山道路	乔木林地、灌木林地、采矿用地和农村道路	重度	4.07
4	破碎站	采矿用地	重度	0.06
5	矿部	农村宅基地	重度	0.02
6	临时排土场	其他林地和采矿用地	重度	0.15
	合计	--	--	22.81

(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，类别下再细分土地质量等级，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细分，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

根据矿区所在区域自然环境特征，结合矿区土地被破坏特点、土地类型等有关指标，参阅相关同类型矿区破坏土地适宜性评价和土地复垦的经验，本方案土地复垦适宜性评价限制因子选取主要考虑以下几个方面指标：矿区土地破坏类型

和破坏程度、土地破坏前的利用状况、被破坏土地复垦的客观条件。

适宜性评价选取的主导性限制因子：①待复垦土地的地形坡度；②待复垦土地的破坏程度；③待复垦土地的水土环境影响程度；④待复垦土地的排灌条件；⑤复垦方向对原建设工程安全性的影响程度；⑥待复垦土地的交通条件；⑦待复垦土地与居民点的距离。

本方案确定的土地复垦适宜性评价主导限制因子及分级标准见表 3-11。

本方案依据的土地复垦主导限制因素的复垦农林牧土地等级标准见表 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复垦农林牧土地等级标准

限制因素及分级指标		耕地等级	林地等级	草地等级
地面坡度 (°)	<6	1	1	1
	6~15	2	1	1
	15~25	3	2	2
	>25	N	3 或 N	2 或 3
覆盖 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	壤质及黏土质	1	1	1
	砂壤质、黏土质、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
	无灌溉或排水条件, 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%, 农副产品达到食用标准	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
注: 1——1 等地类; 2——2 等地类; 3——3 等地类; N——代表不适宜。				

(6) 适宜性等级的评定

依据陕西省城固县老庄镇潮汐河石英矿土地损毁现状及受损预测, 参照表 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 复垦责任范围土地复垦评价单元、土地质量状况及主导限制因子、适宜性评价、复垦利用方向和拟采取的复垦措施一览表

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	
2#露天采场	35°	砂质含砾<25%	无		严重	一般	一般	较远	受限	坡度	不适宜	3等/N	2或3等	3等/N	乔木林地
1#露天采场	35°	砂质含砾<25%	无		较轻	一般	一般	较远	受限	坡度	不适宜	3等/N	2或3等	3等/N	乔木林地
矿山道路	<30°	石质含砾≤10%	无		严重	一般	较好	较近	受限	安全性	不适宜	2或3等	2或3等	2或3等	乔木林地
临时排土场	<30°	石质含砾≤10%	无		较轻	一般	较好	较近	受限	安全性	不适宜	2或3等	2或3等	2或3等	乔木林地
破碎站	<6°	黏质土含砾≤25%	无		严重	好	一般	较近	一般	安全性	不适宜	2或3等	2或3等	3等/N	乔木林地
矿部	<6°	黏质土含砾>25%	无		严重	一般	较好	较近	无限制	--	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高地类的原则，在有条件的区域，复垦地类提高为更高级别用地。陕西省城固县老庄镇潮汐河石英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	2#露天采场	乔木林地	13.53	2#露天采场
2	1#露天采场	乔木林地	4.98	1#露天采场
3	矿山道路	乔木林地	4.07	矿山道路
4	破碎站	乔木林地	0.06	破碎站
5	矿部	乔木林地	0.02	矿部
6	临时排土场	乔木林地	0.15	临时排土场
合 计			22.81	

（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、植被重建等方式恢复功能。

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

借鉴城固县双溪镇代家河石英矿等案例，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。

城固县双溪镇代家河石英矿的开采设计、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好边坡监测、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、破碎站等）、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两个主要分区，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 2#露天采场、1#露天采场、破碎站、矿山道路、矿部和临时排土场等 6 个区块，总面积 22.81hm²，占影响区比例的 7.89%。

主要问题：地表硬化、土壤压实、植被破坏、采场边坡等。

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，总面积 266.19hm²，占影响区比例的 92.11%。

主要问题：无。

修复目标及措施：以监测为主，生态系统保护的原真性和完整性。

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	2#露天采场	13.53	4.68	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、中期、远期
	2	1#露天采场	4.98	1.72			
	3	矿山道路	4.07	1.41			
	4	破碎站	0.06	0.02			
	5	矿部	0.02	0.01			
	6	临时排土场	0.16	0.05			
	小计		22.81	7.89			
自然恢复区	7	其他区域	266.19	92.11	无	以监测为主,生态系统保护的原真性和完整性	近期、中期、远期
	小计		266.19	92.11			
合 计			289.00	100.00			

表 3-16-1 2#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			17		
2			18		
3			19		
4			20		
5			21		
6			22		
7			23		
8			24		
9			25		
10			26		
11			27		
12			28		
13			29		
14			30		
15			31		
16			32		

表 3-16-2 1#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		

表 3-16-3 矿山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			6		
2			7		
3			8		
4			9		
5			10		

表 3-16-4 临时排土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			6		
2			7		
3			8		
4			9		
5			10		

表 3-16-5 矿部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			3		
2			4		

表 3-16-6 破碎站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			4		
2			5		
3			6		

（三）修复时序安排

1.近期（2026 年—2030 年）

主要针对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

①2#露天采场 1210m—1170m 平台治理

在平台修建排水沟，并在坡脚处设置警示牌。

②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。

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 2#露天采场 1150m-1140m 平台进行临时复绿；对 2#露天采场 1210m—1170m 坡面和平台进行土壤重构、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 2#露天采场 1160m—1140m 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优化边坡预警预报体系

继续在采场布设监测点，完善监测网络、信息系统和预警体系。

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 2#露天采场 1160m—1140m 终了边坡和平台进行土壤重构、植被恢复及配套工程。

②对复垦后的平台等进行监测与管护。

3.远期（2038 年—2100 年）

（1）矿山地质环境治理

①对 2#露天采场、1#露天采场剩余平台进行治理

在平台修建排水沟，并在坡脚处设置警示牌。

②对地面工程进行治理

拆除破碎站及矿山道路的硬化地面，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。

(2) 土地复垦

对 1#露天采场、2#露天采场、破碎站、临时排土场和矿山道路等进行土壤重构、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 1012-2000）、《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

(1) 林地复垦质量要求

①彻底拆除地表建筑物及其他工程设施，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 $\leq 25\%$ ，容重 $\leq 1.5\text{g/cm}^3$ ，有机质含量 $\geq 0.6\%$ ，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：林地建设应满足《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 18337.4-2008）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 2#露天采场边坡和平台、1#露天采场边坡和平台、矿山道路、破碎站、临时排土场和矿部，最终确定复垦区的面积为 22.81hm²。

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，矿部为老庄村所有，归还村庄，不进行复垦。即本项目的复垦责任范围包括 2#露天采场边坡和平台、1#露天采场边坡和平台、矿山道路、破碎站和临时排土场，其中部分混凝土道路归老庄村使用，面积为 1.45hm²，复垦责任区面积为 21.34hm²。因此，矿山开采结束后，由损毁责任人陕西合兴硅砂有限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	2#露天采场	13.53	13.53	已损毁	挖损
	1#露天采场	4.98	4.98	/	/
	矿山道路	4.07	2.62	已损毁	压占
	破碎站	0.06	0.06	已损毁	压占
	临时排土场	0.15	0.15	/	/
	矿部	0.02	/	已损毁	压占
复垦责任范围面积合计		22.81	21.34	—	—

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 21.34hm²，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 21.34hm²（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十二等。

表 3-18 矿区生态修复目标及土地利用变化表

单位: hm²

一级地类		二级地类		损毁前							生态修复目标							面积增减	
				2#露天 采场	1#露天 采场	矿山道 路	临时排 土场	破碎 站	矿部	合计	2#露天 采场	1#露天 采场	矿山道 路	临时排 土场	破碎 站	矿部	合计	hm ²	%
03	林地	0301	乔木林地	5.52	4.98	1.49				11.99	13.53	4.98	2.62	0.15	0.06	0.02	21.36	9.37	43.87
		0305	灌木林地			0.59				0.59								-0.59	-2.76
		0307	其他林地	0.43						0.43								-0.43	-2.01
04	草地	0404	其他草地	0.07						0.07								-0.07	-0.33
06	工矿用地	0602	采矿用地	7.51		0.54	0.15	0.06		8.26								-8.26	-38.68
07	住宅用地	0705	农村宅基地						0.02	0.02								-0.02	-0.09
10	交通运输用地	1006	农村道路															0	0
合计				13.53	4.98	2.62	0.15	0.06	0.02	21.36	13.53	4.98	2.62	0.15	0.06	0.02	21.36	0	0

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

矿区属秦岭山脉南麓，地形大致呈北高南低的斜坡地形。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）。

根据城固县国土空间总体规划和基本农田分布图，矿区内无耕地和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

城固县老庄镇潮汐河石英矿为露天开采，基建期3年，将1210m—1170m平台进行退坡退台，形成1170m首采平台。

根据矿山初步设计，矿山开采期内黄土总剥离量为 $10.49 \times 10^4 \text{m}^3$ ，用于土地复垦，矿山复垦为乔木林地覆土厚度0.35m，需要表土 $8.88 \times 10^4 \text{m}^3$ ，剩余黄土用于新建道路使用。

若有部分需要实施表土剥离与植被移植利用的，按照国家标准要求和工程实践实施：

根据《表土剥离及再利用技术要求》（GB/T 45107—2024）对表土剥离相关要求：

1.依据耕作层土壤采样、检测的结果，划分表土质量等级，分级剥离，分级堆放。

2.剥离边界明确，不得漏剥、少剥；剥离区与非剥离区设隔离，严禁废石、渣土混入表土。

3.土壤剥离厚度要确定：耕地： $\geq 30 \text{ cm}$ ；园地： $\geq 25 \text{ cm}$ ；林地： $\geq 20 \text{ cm}$ ；草地： $\geq 15 \text{ cm}$ 。厚度要均匀、平整，不得深浅不一。

4.剥离表土优先用于采场、排土场、工业场地复垦绿化；回覆厚度：耕地 ≥ 20 cm，林地/草地 ≥ 15 cm。

5.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。

（三）相关协同措施

矿山开采期间，若有因降水、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

城固县老庄镇潮汐河石英矿矿区地貌重塑以“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。

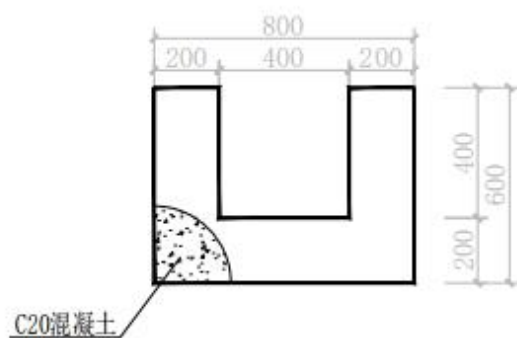


图 4-1 平台防治示意图

2.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。

3.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，城固县老庄镇潮汐河石英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，确保与地质条件的适配性。

（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

陕西省城固县老庄镇潮汐河石英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、水文等）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.露天采场平台与边坡植被重建工程

- （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×宽×深=0.5m×0.5m×0.5m，梅花形布置，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。
- （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 60kg/hm²。播种时间为每年 4—5 月。

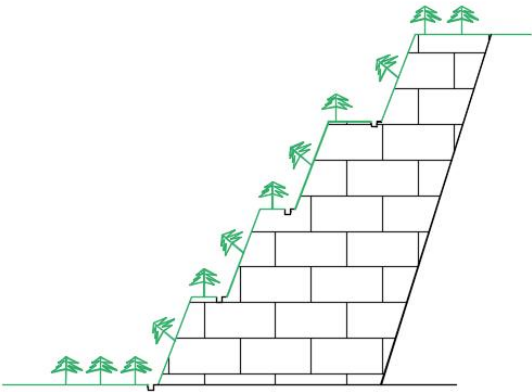


图 4-2 采场植被恢复示意图

2.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×宽×深=0.5m×0.5m×0.5m，梅花形布置，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。

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。

（四）景观营建

陕西省城固县老庄镇潮汐河石英矿矿区生态修复中，针对矿区露天采场恢复，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：选择耐旱、固氮的乡土物种，采用“乔草”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≥30m 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.社区参与和合规性

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，陕西省城固县老庄镇潮汐河石英矿将实现“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）对终了平台进行修建截排水渠+警示的措施进行治理；

（2）矿山开采结束后，对破碎站和矿山道路等进行拆除，拆除地表构筑物及硬化地面。

2.工程设计

(1) 终了平台、边坡治理工程

①治理对象：2#露天采场终了边坡；1#露天采场终了边坡。

②治理方案：2#露天采场清扫平台修建截排水沟 2279m，设置警示牌 7 块；安全平台修建临时排水渠 3933m，设立警示牌 11 块。1#露天采场清扫平台修建截排水沟 789m，设置警示牌 7 块；安全平台修建临时排水沟 1422m，设立警示牌 12 块。

(2) 地面构（建）筑物拆除工程

①治理对象：破碎站、矿部、硬化道路。

②治理方案：对破碎站和矿山道路等进行拆除，拆除地表建构筑物及硬化地面，拆除面积为 2.68hm²，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。共计拆除地表建构筑物 5360m³，硬化层拆除 8040m³。

3.主要工程量

(1) 终了平台、终了边坡治理工程

终了平台、终了边坡治理工程量见表 4-1。

表 4-1 终了平台、终了边坡治理工程量一览表

阶段	序号	工程或费用名称	计量单位	工程量
适用期		2#露天采场		
	一	1210m 平台		
	1.1	重构截排水系统	m	48
	1.1.1	土方开挖	m ³	34.56
	1.1.2	模板制作、安装	m ²	96
	1.1.3	C20 砼浇筑	m ³	15.36
	1.1.4	伸缩缝	m ²	1.536
	1.1.5	土方回填	m ³	11.52
	1.2	设立警示牌	块	1
	二	1200m 安全平台		
	2.1	重构截排水系统	m	70
	2.1.1	土方开挖	m ³	50.40
	2.2	设立警示牌	块	1
	三	1190m 清扫平台		
	3.1	重构截排水系统	m	103
	3.1.1	土方开挖	m ³	74.16
	3.1.2	模板制作、安装	m ²	206
	3.1.3	C20 砼浇筑	m ³	32.96

	3.1.4	伸缩缝	m ²	3.296
	3.1.5	土方回填	m ³	24.72
	3.2	设立警示牌	块	1
	四	1180m 安全平台		
	4.1	重构截排水系统	m	115
	4.1.1	土方开挖	m ³	82.8
	4.2	设立警示牌	块	1
	五	1170m 安全平台		
	5.1	重构截排水系统	m	108
	5.1.1	土方开挖	m ³	77.76
	5.2	设立警示牌	块	1
中期	六	1160m 清扫平台		
	6.1	重构截排水系统	m	141
	6.1.1	土方开挖	m ³	101.52
	6.1.2	模板制作、安装	m ²	282
	6.1.3	C20 砼浇筑	m ³	45.12
	6.1.4	伸缩缝	m ²	4.512
	6.1.5	土方回填	m ³	33.84
	6.2	设立警示牌	块	1
	七	1150m、1140m 安全平台		
	7.1	重构截排水系统	m	501
	7.1.1	土方开挖	m ³	360.72
	7.2	设立警示牌	块	2
远期	八	1130m 及以下清扫平台		
	8.1	重构截排水系统	m	1987
	8.1.1	土方开挖	m ³	1430.64
	8.1.2	模板制作、安装	m ²	3974
	8.1.3	C20 砼浇筑	m ³	635.84
	8.1.4	伸缩缝	m ²	63.584
	8.1.5	土方回填	m ³	476.88
	8.2	设立警示牌	块	4
	九	1120m 及以下安全平台		
	9.1	重构截排水系统	m	3139
	9.1.1	土方开挖	m ³	2260.08
	9.2	设立警示牌	块	6
		1#露天采场		
	十	清扫平台		
	10.1	重构截排水系统	m	789
	10.1.1	土方开挖	m ³	568.08
	10.1.2	模板制作、安装	m ²	1578
	10.1.3	C20 砼浇筑	m ³	252.48
	10.1.4	伸缩缝	m ²	25.248
	10.1.5	土方回填	m ³	189.36

	10.2	设立警示牌	块	7
	十一	安全平台		
	11.1	重构截排水系统	m	1422
	11.1.1	土方开挖	m ³	1023.84
	11.2	设立警示牌	块	12

(2) 地面构（建）筑物拆除工程

地面构（建）筑物拆除工程量见表 4-2。

表 4-2 地面构（建）筑物工程量一览表

阶段	序号	工程或费用名称	计量单位	工程量
远期	1	地面工程拆除		
	1.1	构筑物拆除	m ³	5360
	1.2	硬化层拆除	m ³	8040

(二) 土地复垦工程

1. 复垦对象

- (1) 对终了平台和边坡进行覆土+复绿的措施；
- (2) 对地面的破碎站及矿山道路进行拆除+覆土+复绿措施。

2. 工程设计及工程量

(1) 2#露天采场临时复绿工程

复垦对象：2#露天采场（1150m-1130m 平台）。

复垦方向及面积：临时复垦为其他草地，面积 4.03hm²。

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

土地复垦时从临时排土场取土，覆土厚度 0.35m，共需覆土 65310m³。

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

2#露天采场 1150m-1130m 平台需平整 4.03hm²、覆土 14105m³、培肥 18135kg、翻耕 4.03hm²；播撒草籽 241.8kg。

(2) 露天采场终了边坡、终了平台、临时排土场复垦工程

复垦对象：2#露天采场终了边坡、终了平台；1#露天采场终了边坡、终了平台；临时排土场。

复垦方向及面积：拟复垦为乔木林地，面积 18.66hm²。

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

土地复垦时从临时排土场取土，覆土厚度 0.35m，共需覆土 65310m³。

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，梅花形布置，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

a) 土壤重构工程:

2#露天采场: 1210m 终了边坡平台和坡面需平整 0.068hm²、覆土 408m³、培肥 306kg、翻耕 0.068hm²; 1200m 终了边坡平台和坡面需平整 0.096hm²、覆土 336m³、培肥 306kg、翻耕 0.096hm²; 1190m 终了边坡平台和坡面需平整 0.20hm²、覆土 700m³、培肥 900kg、翻耕 0.20hm²; 1180m 终了边坡平台和坡面需平整 0.166hm²、覆土 581m³、培肥 747kg、翻耕 0.166hm²; 1170m 终了边坡平台和坡面需平整 0.19hm²、覆土 665m³、培肥 855kg、翻耕 0.19hm²; 1160m—1140m 终了边坡平台和坡面需平整 1.13hm²、覆土 3955m³、培肥 5085kg、翻耕 1.13hm²; 1130m 及以下终了边坡平台和坡面需平整 11.68hm²、覆土 40880m³、培肥 52560kg、翻耕 11.68hm²。

1#露天采场: 终了边坡坡面、平台需平整 4.98hm²、覆土 17430m³、培肥 22410kg、翻耕 4.98hm²。

临时排土场: 需平整 0.15hm²、覆土 525m³、培肥 675kg、翻耕 0.15hm²。

b) 植被重建工程:

2#露天采场: 1210m 终了边坡平台和坡面需种植刺槐 303 株，散播混种草籽 4.08kg; 1200m 终了边坡平台和坡面需种植刺槐 427 株，散播混种草籽 5.76kg; 1190m 终了边坡平台和坡面需种植刺槐 889 株，散播混种草籽 12.0kg; 1180m 终了边坡平台和坡面需种植刺槐 738 株，散播混种草籽 9.96kg; 1170m 终了边坡平台和坡面需种植刺槐 845 株，散播混种草籽 11.4kg; 1160m-1140m 终了边坡平台和坡面需种植刺槐 5023 株，散播混种草籽 67.8kg; 1130m 及以下终了边坡平台和坡面需种植刺槐 51918 株，散播混种草籽 700.8kg;

1#露天采场：终了边坡坡面、平台需种植刺槐 22137 株，散播混种草籽 298.8kg。

临时排土场：需种植刺槐 667 株，散播混种草籽 9.0kg。

（2）地面复垦工程

复垦对象：破碎站及矿山道路。

复垦方向及面积：复垦为乔木林地，面积 2.68hm²。

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) 土地平整

为了保证边坡的稳定性和减缓坡面水土流失，在对破碎站和矿山道路复垦前，需采用挖高垫低的方式将平台找平。

c) 表土覆盖

土地复垦时从临时排土场取土，覆土厚度 0.35m，共需覆土 9380m³。

d) 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) 破碎站和矿山道路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，梅花形布置，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

a) 土壤重构工程：

破碎站及矿山道路需清理 8040m³、平整 2.68hm²、覆土 9380m³、培肥 12060kg、翻耕 2.68hm²；

b) 植被重建工程：

破碎站及矿山道路需种植刺槐 11913 株，散播混种草籽 160.8kg。

c) 景观营建

设立警示牌 3 块。

3.主要工程量

(1) 适用期土场复垦工程

适用期复垦工程量见表 4-3。

表 4-3 适用期土地复垦工程量表

阶段	序号	工程名称	计量单位	工程量
适用期		2#露天采场		
	一	临时复绿（1150m-1130m 平台）		
	1.1	土壤重构工程		
	1.1.1	土地平整	hm ²	4.03
	1.1.2	表土覆盖	m ³	14105
	1.1.3	土壤培肥	kg	18135
	1.1.4	土壤翻耕	hm ²	4.03
	1.2	植被重建工程		
	1.2.1	播撒草籽	kg	241.8
	二	1210m 终了边坡平台和坡面		
	2.1	土壤重构工程		
	2.1.1	土地平整	hm ²	0.068
	2.1.2	表土覆盖	m ³	238
	2.1.3	土壤培肥	kg	306
	2.1.4	土壤翻耕	hm ²	0.068
	2.2	植被重建工程		
	2.2.1	种植刺槐	株	303
	2.2.2	播撒草籽	hm ²	0.068
	三	1200m 终了边坡平台和坡面		

阶段	序号	工程名称	计量单位	工程量
	3.1	土壤重构工程		
	3.1.1	土地平整	hm ²	0.096
	3.1.2	表土覆盖	m ³	336
	3.1.3	土壤培肥	kg	432
	3.1.4	土壤翻耕	hm ²	0.096
	3.2	植被重建工程		
	3.2.1	种植刺槐	株	427
	3.2.2	播撒草籽	hm ²	0.096
	四	1190m 终了边坡平台和坡面		
	4.1	土壤重构工程		
	4.1.1	土地平整	hm ²	0.20
	4.1.2	表土覆盖	m ³	700
	4.1.3	土壤培肥	kg	900
	4.1.4	土壤翻耕	hm ²	0.20
	4.2	植被重建工程		
	4.2.1	种植刺槐	株	889
	4.2.2	播撒草籽	hm ²	0.20
	五	1180m 终了边坡平台和坡面		
	5.1	土壤重构工程		
	5.1.1	土地平整	hm ²	0.166
	5.1.2	表土覆盖	m ³	581
	5.1.3	土壤培肥	kg	747
	5.1.4	土壤翻耕	hm ²	0.166
	5.2	植被重建工程		
	5.2.1	种植刺槐	株	738
	5.2.2	播撒草籽	hm ²	0.166
	五	1170m 终了边坡平台和坡面		
	5.1	土壤重构工程		
	5.1.1	土地平整	hm ²	0.19
	5.1.2	表土覆盖	m ³	665
	5.1.3	土壤培肥	kg	855
	5.1.4	土壤翻耕	hm ²	0.19
	5.2	植被重建工程		
	5.2.1	种植刺槐	株	845
	5.2.2	播撒草籽	hm ²	0.19

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.掌握采空塌陷区的地形地貌变化（塌陷范围扩展、地面沉降速率、裂缝发育程度等）、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塌陷、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，确保采空塌陷区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、临时排土场等。

- （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，还需对植被的覆盖度、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 1#露天采场边坡、2#露天采场边坡、临时排土场等。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 2 个，共布设监测点 6 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。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；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：2#露天采场、1#露天采场、临时排土场、矿部、破碎站等各布设一个监测点；矿山道路布设两个监测点，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2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：2#露天采场、1#露天采场、临时排土场、破碎站，各布设一个监测点；矿山道路布设两个监测点，共6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

由于本矿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 843.9mm，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。

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	近期监测次数（次）	中期监测次数（次）	远期监测次数（次）	合计
不稳定地质体	D1-D3	露天采场、临时排土场	落石	人工观测	每月巡查一次	120	168	2232	2520
土壤影响	W1-W2	矿部、破碎站	物理破坏和土壤元素的变化	影响性监测	每年一次	10	14	124	148
地形地貌		全区	地形地貌	无人机监测	每年一次	5	7	65	77
生态系统		全区		无人机航测	每年一次	5	7	65	77
合计						140	196	2486	2822

表 5-2 各复垦单元监测工程量汇总表

监测项目	指标	近期监测次数（次）	中期监测次数（次）	远期监测次数（次）	合计
土地损毁监测	损毁形式、范围、面积、地类	60	84	744	888
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	6	18	192	216
植被恢复效果监测	林、草的长势、高度、覆盖度	6	18	192	216
计算		72	120	1128	1320

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、平茬、收割	21.34	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；喷药每年一次。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

城固县老庄镇潮汐河石英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，对不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截排水沟；开采结束后，对遗留问题进行全面有效地治理和生态恢复；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的目的，实现社会、经济、自然的协调发展。

矿山开采年限为 68.9a，按 69.0a 计算，考虑前期基建期 3a，后期间闭坑期 2a，植被管护期 3a，因此，矿区生态修复总的服务年限为 77a。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—2103 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%

植被恢复率 $\geq 97\%$

林草植被覆盖率 $\geq 77\%$

（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

在终了平台修建截排水沟，坡脚处设置警示牌。

2.土地复垦与植被恢复

对露天采场终了平台、坡面进行整平、覆土、植被重建；对破碎站、矿山道

路进行拆除、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终了边坡、平台治理

在 2#露天采场 1210m—1170m 终了平台修建截排水沟，并在坡脚处设置警示牌。

②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。

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

①2#露天采场 1150m-1130m 平台进行临时复绿；1210m—1170m 终了平台、终了边坡坡面进行土地复垦、客土回覆、植被重建工程。

②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

注意对前期已实施的治理工程进行养护，对 2#露天采场 1160m—1140m 终了平台修建截排水沟，并在坡脚处设置警示牌。

②建立地表变形监测体系

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

①2#露天采场 1160m—1140m 终了平台及终了边坡坡面进行土地复垦、土地平整、表土回覆、植被恢复。

②监测与管护：对复垦后的平台、边坡等进行监测与管护。

3.第三阶段（2038 年—2103 年）

（1）矿山地质环境治理

①终了边坡、平台治理

在 2#露天采场 1130m 及以下终了平台修建截排水沟，并在坡脚处设置警示牌；1#露天采场终了平台修建截排水沟，并在坡脚处设置警示牌。

②地面工程治理

拆除破碎站、矿山道和硬化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

①2#露天采场 1130m 及以下终了平台及终了边坡坡面进行土地复垦；1#露天采场终了平台及终了边坡坡面进行土地复垦；临时排土场进行土地复垦、土地平整、表土回覆、植被恢复等工作。

②破碎站、矿山道路进行复垦，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。

③监测与管护：对复垦后的露天采场、临时排土场、矿山道路等进行监测与管护。

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 5 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 5 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，计算陕西省城固县老庄镇潮汐河石英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 429.572 万元，其中建筑工程 276.16 万元，监测费用 83.082 万元，独立费用工程 33.31 万元，预备费 31.50 万元。适用期静态投资费用为 22.30 万元。

城固县老庄镇潮汐河石英矿采用露天开采，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	281.68		281.68	65.57
1.1	建筑工程	276.16		276.16	64.29
1.1.1	1210m 平台	2.31		2.31	0.54
1.1.2	1200m 安全平台	0.09		0.09	0.02
1.1.3	1190m 清扫平台	4.91		4.91	1.14
1.1.4	1180m 安全平台	0.12		0.12	0.03
1.1.5	1170m 安全平台	0.11		0.11	0.03
1.1.6	1160m 清扫平台	6.70		6.70	1.56
1.1.7	1150m、1140m 安全平台	0.39		0.39	0.09
1.1.8	1130m 及以下清扫平台	93.79		93.79	21.83
1.1.9	1120m 及以下安全平台	2.10		2.10	0.49
1.1.10	1#露天采场清扫平台	37.51		37.51	8.73
1.1.11	1#露天采场安全平台	1.42		1.42	0.33
1.1.12	地面工程	126.71		126.71	29.50
1.2	施工临时工程	5.52		5.52	1.28
2	监测工程	83.082		83.082	19.35
3	独立费用		33.31	33.31	7.75
4	基本预备费		31.50	31.50	7.33
	工程部分静态投资	281.68	64.81	429.572	100

表 6-2 工程施工费单价估算表

序号	工程项目名称	单位	单价/元	其中/元							
				人工费	材料费	机械使用费	其他直接费	间接费	利润	价差	税金
1	土方开挖	m ³	7.97	5.60	0.28		0.21	0.24	0.32		0.60
2	模板制作、安装	m ²	141.13	19.93	48.15	14.45	2.89	4.27	4.48	23.53	10.59
3	C20 砼浇筑	m ³	550.77	45.30	174.01	17.06	9.05	16.06	14.19	161.40	41.34
4	伸缩缝	m ²	56.41	1.50	33.77	4.24	1.38	2.45	2.17	1.53	4.23
5	土方回填	m ³	20.63	14.50	0.73		0.53	0.63	0.82		1.55
6	构筑物拆除	m ³	199.84	143.83	0.86		5.06	8.98	7.94		15.00
7	硬化层拆除	m ³	23.32	7.83	0.42	6.10	0.50	0.89	0.79	2.93	1.75

表 6-3 工程施工费估算表

序号	工程或费用名称	单位	数量	工程单价或单位投资指标/元	合计/万元
1	1210m 平台				2.31
1.1	修建排水渠 48m				2.26
1.1.1	土方开挖	m ³	34.56	7.97	0.03
1.1.2	模板制作、安装	m ²	96	141.13	1.35
1.1.3	C20 砼浇筑	m ³	15.36	550.77	0.85
1.1.4	伸缩缝	m ²	1.536	56.41	0.01
1.1.5	土方回填	m ³	11.52	20.63	0.02
1.2	设立警示牌	块	1	500.00	0.05
2	120m 安全平台				0.09
2.1	修建排水渠 70m				0.04
2.1.1	土方开挖	m ³	50.4	7.97	0.04
2.2	设立警示牌	块	1	500.00	0.05
3	1190m 清扫平台				4.91
3.1	修建排水渠 103m				4.86
3.1.1	土方开挖	m ³	74.16	7.97	0.06
3.1.2	模板制作、安装	m ²	206	141.13	2.91
3.1.3	C20 砼浇筑	m ³	32.96	550.77	1.82
3.1.4	伸缩缝	m ²	3.296	56.41	0.02
3.1.5	土方回填	m ³	24.72	20.63	0.05
3.2	设立警示牌	块	1	500.00	0.05
4	1180m 安全平台				0.12
4.1	修建排水渠 115m				0.07
4.1.1	土方开挖	m ³	82.8	7.97	0.07
4.2	设立警示牌	块	1	500.00	0.05
5	1170m 安全平台				0.11
5.1	修建排水渠 108m				0.06
5.1.1	土方开挖	m ³	77.76	7.97	0.06
5.2	设立警示牌	块	1	500.00	0.05
6	1160m 清扫平台				6.70
6.1	修建排水渠 141m				6.65
6.1.1	土方开挖	m ³	101.52	7.97	0.08
6.1.2	模板制作、安装	m ²	282	141.13	3.98
6.1.3	C20 砼浇筑	m ³	45.12	550.77	2.49
6.1.4	伸缩缝	m ²	4.512	56.41	0.03
6.1.5	土方回填	m ³	33.84	20.63	0.07

6.2	设立警示牌	块	1	500.00	0.05
7	1150m、1140m 安全平台				0.39
7.1	修建排水渠 501m				0.29
7.1.1	土方开挖	m ³	360.72	7.97	0.29
7.2	设立警示牌	块	2	500.00	0.10
8	1130m 及以下清扫平台				93.79
8.1	修建排水渠 1987m				93.59
8.1.1	土方开挖	m ³	1430.64	7.97	1.14
8.1.2	模板制作、安装	m ²	3974	141.13	56.09
8.1.3	C20 砼浇筑	m ³	635.84	550.77	35.02
8.1.4	伸缩缝	m ²	63.584	56.41	0.36
8.1.5	土方回填	m ³	476.88	20.63	0.98
8.2	设立警示牌	块	4	500.00	0.20
9	1120m 及以下安全平台				2.10
9.1	修建排水渠 3139m				1.80
9.1.1	土方开挖	m ³	2260.08	7.97	1.80
9.2	设立警示牌	块	6	500.00	0.30
10	1#露天采场清扫平台				37.51
10.1	修建排水渠 789m				37.16
10.1.1	土方开挖	m ³	568.08	7.97	0.45
10.1.2	模板制作、安装	m ²	1578	141.13	22.27
10.1.3	C20 砼浇筑	m ³	252.48	550.77	13.91
10.1.4	伸缩缝	m ²	25.248	56.41	0.14
10.1.5	土方回填	m ³	189.36	20.63	0.39
10.2	设立警示牌	块	7	500.00	0.35
11	1#露天采场安全平台				1.42
11.1	修建排水渠 1422m				0.82
11.1.1	土方开挖	m ³	1023.84	7.97	0.82
11.2	设立警示牌	块	12	500.00	0.60
12	地面工程				126.71
12.1	构筑物拆除	m ³	5360	199.84	107.11
12.2	硬化层拆除	m ³	8404	23.32	19.60
合计					276.16

表 6-4 独立费用预算表

序号	费用项目名称	计算式	合计/万元
1	建设管理费		23.17
1.1	建设单位开办费		
1.2	建设单位人员费	$[(0+(281.68-0)*1.5/100)*1]*0.6$	
1.3	建设管理经常费	$(0+(281.68-0)*4.5/100)*1$	12.68
1.4	招标业务费		2.46
1.4.1	工程招标	$(1+(281.68-100)*0.7/100)*1$	2.27
1.4.2	设备招标	0	
1.4.3	服务招标	$(0+(12.39-0)*1.5/100)*1$	0.19
1.5	建设监理费		
1.6	工程质量检测费	$[\text{建安工作量}]*0.8/100$	2.25
1.7	咨询评审服务费	$[\text{一到四投资之和}]*0.6/100$	1.69
1.8	工程验收费	$(0+(281.68-0)*1/100)*1$	2.82
1.9	工程保险费	$[\text{一到四投资之和}]*0.45/100$	1.27
2	生产准备费		
2.1	生产管理单位提前进厂费	$[\text{建安工作量}]*0$	
2.2	生产职工培训费	$[\text{建安工作量}]*0.2/100$	
2.3	管理用具购置费	$[\text{建安工作量}]*0.03/100$	
2.4	备品备件购置费	$[\text{设备费}]*0.5/100$	
2.5	工器具及生产家具购置费	$[\text{设备费}]*0.2/100$	
2.6	联合试运转费		
2.7	工程运行启动费	$[\text{一到四投资之和}]*0.8/100$	
3	科研勘察设计费		10.14
3.1	科学研究试验费	$[\text{建安工作量}]*0.0000$	
3.2	勘察设计费	$[\text{建安工作量}]*3.6/100$	10.14
4	其他		
4.1	专项报告编制费		
4.2	其他费		
合计		33.31	

2.土地复垦工程经费估算

通过复垦投资估算，本项目复垦静态投资总额 606.72 万元，其中工程施工费 409.82 万元；其他费用 64.39 万元；不可预见费 47.32 万元。适用期静态投资费用为 65.90 万元，中期投资费用为 35.07 万元，远期投资费用为 505.75 万元。复垦土地总面积为 21.34hm²，复垦土地亩均静态投资为 18954.07 元/亩。

土地复垦投资估算总表见表 6-5。

表 6-5 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	409.82	67.55
1.1	2#露天采场（1150m-1140m 平台）	38.89	6.41
1.2	1210m 终了边坡平台和坡面	1.16	0.19
1.3	1200m 终了边坡平台和坡面	1.64	0.27
1.4	1190m 终了边坡平台和坡面	3.42	0.56
1.5	1180m 终了边坡坡面、平台	2.84	0.47
1.6	1170m 终了边坡坡面、平台	3.25	0.54
1.7	1160m-1140m 终了边坡坡面、平台	19.33	3.19
1.8	1130m 及以下终了边坡坡面、平台	199.83	32.94
1.9	1#露天采场终了边坡坡面、平台	85.2	14.04
1.10	临时排土场	2.57	0.42
1.11	破碎站、矿山道路	51.68	8.52
2	监测管护费用	85.09	14.02
2.1	监测费	33.82	5.57
2.2	管护费	51.27	8.45
3	其他费用	64.39	10.61
4	不可预见费	47.42	7.82
总 计		606.72	100

表 6-6 工程施工费单价估算表

序号	定额编号	单项名称	单位	直接费						间接费	利润	税金	综合单价
				人工费	材料费	机械使用费	直接工程费	措施费	合计				
1		2#露天采场 (1150m-1140m 平台)											
1.1		土壤重构工程											
1.1.1	10327	土地平整	m ²	1.82			1.82	0.07	1.89	0.09	0.06	0.22	2.62
1.1.2	10218	表土覆盖	m ³	0.42		8.23	8.65	0.33	8.98	0.45	0.28	1.07	12.45
1.1.3		土壤培肥	kg										
1.1.4	10043	土壤翻耕	hm ²	475.77		743.68	1219.45	46.34	1265.79	63.29	39.87	150.58	1755.06
1.2		植被重建工程											
1.2.1	90030	播撒草籽	hm ²	81.56	1632		1713.56	65.12	1778.68	88.93	56.03	211.6	2466.2
2		1210m 终了边坡平 台和坡面											
2.1		土壤重构工程											
2.1.1	10327	土地平整	m ²	1.82			1.82	0.07	1.89	0.09	0.06	0.22	2.62
2.1.2	10218	表土覆盖	m ³	0.42		8.23	8.65	0.33	8.98	0.45	0.28	1.07	12.45
2.1.3		土壤培肥	kg										
2.1.4	10043	土壤翻耕	hm ²	475.77		743.68	1219.45	46.34	1265.79	63.29	39.87	150.58	1755.06
2.2		植被重建工程											
2.2.1	90002	种植刺槐	株	2.73	8.93		11.66	0.44	12.1	0.61	0.38	1.44	16.78
2.2.2	90030	播撒草籽	hm ²	81.56	1632		1713.56	65.12	1778.68	88.93	56.03	211.6	2466.2

3		1200m 终了边坡平台 和坡面											
3.1		土壤重构工程											
3.1.1	10327	土地平整	m ²	1.82			1.82	0.07	1.89	0.09	0.06	0.22	2.62
3.1.2	10218	表土覆盖	m ³	0.42		8.23	8.65	0.33	8.98	0.45	0.28	1.07	12.45
3.1.3		土壤培肥	kg										
3.1.4	10043	土壤翻耕	hm ²	475.77		743.68	1219.45	46.34	1265.79	63.29	39.87	150.58	1755.06
3.2		植被重建工程											
3.2.1	90002	种植刺槐	株	2.73	8.93		11.66	0.44	12.1	0.61	0.38	1.44	16.78
3.2.2	90030	播撒草籽	hm ²	81.56	1632		1713.56	65.12	1778.68	88.93	56.03	211.6	2466.2
4		1190m 终了边坡平台 和坡面											
4.1		土壤重构工程											
4.1.1	10327	土地平整	m ²	1.82			1.82	0.07	1.89	0.09	0.06	0.22	2.62
4.1.2	10218	表土覆盖	m ³	0.42		8.23	8.65	0.33	8.98	0.45	0.28	1.07	12.45
4.1.3		土壤培肥	kg										
4.1.4	10043	土壤翻耕	hm ²	475.77		743.68	1219.45	46.34	1265.79	63.29	39.87	150.58	1755.06
4.2		植被重建工程											
4.2.1	90002	种植刺槐	株	2.73	8.93		11.66	0.44	12.1	0.61	0.38	1.44	16.78
4.2.2	90030	播撒草籽	hm ²	81.56	1632		1713.56	65.12	1778.68	88.93	56.03	211.6	2466.2
5		1180m 终了边坡坡面、 平台											
5.1		土壤重构工程											
5.1.1	10327	土地平整	m ²	1.82			1.82	0.07	1.89	0.09	0.06	0.22	2.62

5.1.2	10218	表土覆盖	m ³	0.42		8.23	8.65	0.33	8.98	0.45	0.28	1.07	12.45
5.1.3		土壤培肥	kg										
5.1.4	10043	土壤翻耕	hm ²	475.77		743.68	1219.45	46.34	1265.79	63.29	39.87	150.58	1755.06
5.2		植被重建工程											
5.2.1	90002	种植刺槐	株	2.73	8.93		11.66	0.44	12.1	0.61	0.38	1.44	16.78
5.2.2	90030	播撒草籽	hm ²	81.56	1632		1713.56	65.12	1778.68	88.93	56.03	211.6	2466.2
6		1170m 终了边坡坡面、平台											
6.1		土壤重构工程											
6.1.1	10327	土地平整	m ²	1.82			1.82	0.07	1.89	0.09	0.06	0.22	2.62
6.1.2	10218	表土覆盖	m ³	0.42		8.23	8.65	0.33	8.98	0.45	0.28	1.07	12.45
6.1.3		土壤培肥	kg										
6.1.4	10043	土壤翻耕	hm ²	475.77		743.68	1219.45	46.34	1265.79	63.29	39.87	150.58	1755.06
6.2		植被重建工程											
6.2.1	90002	种植刺槐	株	2.73	8.93		11.66	0.44	12.1	0.61	0.38	1.44	16.78
6.2.2	90030	播撒草籽	hm ²	81.56	1632		1713.56	65.12	1778.68	88.93	56.03	211.6	2466.2
7		1160m-1140m 终了边坡坡面、平台											
7.1		土壤重构工程											
7.1.1	10327	土地平整	m ²	1.82			1.82	0.07	1.89	0.09	0.06	0.22	2.62
7.1.2	10218	表土覆盖	m ³	0.42		8.23	8.65	0.33	8.98	0.45	0.28	1.07	12.45
7.1.3		土壤培肥	kg										
7.1.4	10043	土壤翻耕	hm ²	475.77		743.68	1219.45	46.34	1265.79	63.29	39.87	150.58	1755.06
7.2		植被重建工程											

7.2.1	90002	种植刺槐	株	2.73	8.93		11.66	0.44	12.1	0.61	0.38	1.44	16.78
7.2.2	90030	播撒草籽	hm ²	81.56	1632		1713.56	65.12	1778.68	88.93	56.03	211.6	2466.2
8		1130m 及以下终了 边坡坡面、平台											
8.1		土壤重构工程											
8.1.1	10327	土地平整	m ²	1.82			1.82	0.07	1.89	0.09	0.06	0.22	2.62
8.1.2	10218	表土覆盖	m ³	0.42		8.23	8.65	0.33	8.98	0.45	0.28	1.07	12.45
8.1.3		土壤培肥	kg										
8.1.4	10043	土壤翻耕	hm ²	475.77		743.68	1219.45	46.34	1265.79	63.29	39.87	150.58	1755.06
8.2		植被重建工程											
8.2.1	90002	种植刺槐	株	2.73	8.93		11.66	0.44	12.1	0.61	0.38	1.44	16.78
8.2.2	90030	播撒草籽	hm ²	81.56	1632		1713.56	65.12	1778.68	88.93	56.03	211.6	2466.2
9		1#露天采场终了 边坡坡面、平台											
9.1		土壤重构工程											
9.1.1	10327	土地平整	m ²	1.82			1.82	0.07	1.89	0.09	0.06	0.22	2.62
9.1.2	10218	表土覆盖	m ³	0.42		8.23	8.65	0.33	8.98	0.45	0.28	1.07	12.45
9.1.3		土壤培肥	kg										
9.1.4	10043	土壤翻耕	hm ²	475.77		743.68	1219.45	46.34	1265.79	63.29	39.87	150.58	1755.06
9.2		植被重建工程											
9.2.1	90002	种植刺槐	株	2.73	8.93		11.66	0.44	12.1	0.61	0.38	1.44	16.78
9.2.2	90030	播撒草籽	hm ²	81.56	1632		1713.56	65.12	1778.68	88.93	56.03	211.6	2466.2
10		临时排土场											
10.1		土壤重构工程											

10.1.1	10327	土地平整	m ²	1.82			1.82	0.07	1.89	0.09	0.06	0.22	2.62
10.1.2	10218	表土覆盖	m ³	0.42		8.23	8.65	0.33	8.98	0.45	0.28	1.07	12.45
10.1.3		土壤培肥	kg										
10.1.4	10043	土壤翻耕	hm ²	475.77		743.68	1219.45	46.34	1265.79	63.29	39.87	150.58	1755.06
10.2		植被重建工程											
10.2.1	90002	种植刺槐	株	2.73	8.93		11.66	0.44	12.1	0.61	0.38	1.44	16.78
10.2.2	90030	播撒草籽	hm ²	81.56	1632		1713.56	65.12	1778.68	88.93	56.03	211.6	2466.2
11		破碎站、矿山道路											
11.1		土壤重构工程											
11.1.1	10040	场地清理	m ²	1.48			1.48	0.06	1.53	0.08	0.05	0.18	2.12
11.1.2	10327	土地平整	m ²	1.82			1.82	0.07	1.89	0.09	0.06	0.22	2.62
11.1.3	10218	表土覆盖	m ³	0.42		8.23	8.65	0.33	8.98	0.45	0.28	1.07	12.45
11.1.4		土壤培肥	kg										
11.1.5	10043	土壤翻耕	hm ²	475.77		743.68	1219.45	46.34	1265.79	63.29	39.87	150.58	1755.06
11.2		植被重建工程											
11.2.1	90002	种植刺槐	株	2.73	8.93		11.66	0.44	12.1	0.61	0.38	1.44	16.78
11.2.2	90030	播撒草籽	hm ²	81.56	1632		1713.56	65.12	1778.68	88.93	56.03	211.6	2466.2
11.3		警示牌	个										

表 6-7 工程施工费估算表

序号	工程或费用名称	预算金额	各项费用占总费用比例 (%)
1	2#露天采场 (1150m-1140m 平台)	38.89	9.49
2	1210m 终了边坡平台和坡面	1.16	0.28
3	1200m 终了边坡平台和坡面	1.64	0.4
4	1190m 终了边坡平台和坡面	3.42	0.83
5	1180m 终了边坡坡面、平台	2.84	0.69
6	1170m 终了边坡坡面、平台	3.25	0.79
7	1160m-1140m 终了边坡坡面、平台	19.33	4.72
8	1130m 及以下终了边坡坡面、平台	199.83	48.76
9	1#露天采场终了边坡坡面、平台	85.21	20.79
10	临时排土场	2.57	0.63
11	破碎站、矿山道路	51.68	12.61
总 计		409.81	100

表 6-8 其他费用估算表

序号	费用名称	计算式	预算金额	各项费用占其他费用的比例 (%)
1	前期工作费		25.82	40.1
1.1	土地清查费	$409.82 \times 0.50\%$	2.05	3.18
1.2	项目可行性研究费	$0 + (409.82 + 0 - 0) \times (5-0)/(500-0)$	4.1	6.36
1.3	项目勘测费	$409.82 \times 1.50\%$	6.15	9.55
1.4	项目设计与预算编制费	$0 + (409.82 + 0 - 0) \times (14-0)/(500-0)$	11.47	17.82
1.5	项目招标代理费	$0 + (409.82 + 0 - 0) \times 0.5\%$	2.05	3.18
2	工程监理费	$0 + (409.82 + 0 - 0) \times (12-0)/(500-0)$	9.84	15.28
3	拆迁补偿费			
4	竣工验收费		15.82	24.57
4.1	工程复核费	$0 + (409.82 + 0 - 0) \times 0.7\%$	2.87	4.46
4.2	工程验收费	$0 + (409.82 + 0 - 0) \times 1.4\%$	5.74	8.91
4.3	项目决算编制与审计费	$0 + (409.82 + 0 - 0) \times 1\%$	4.1	6.36
4.4	整理后土地重估与登记费	$0 + (409.82 + 0 - 0) \times 0.65\%$	2.66	4.14
4.5	标识设定费	$0 + (409.82 + 0 - 0) \times 0.11\%$	0.45	0.7
5	业主管理费	$0 + (409.82 + 0 + 25.82 + 9.84 + 0 + 15.82 - 0) \times 2.8\%$	12.92	20.06
总 计			64.39	

（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 1036.292 万元，按照矿山的可采矿石量为 ，平均吨矿石投资 元（矿区生态修复费用静态总投资÷可采矿石量）。其中：

（1）矿山地质环境治理工程估算总投资为 429.572 万元，其中建筑工程 276.16 万元，监测费用 83.082 万元，独立费用工程 33.31 万元，预备费 31.50 万元。

（2）本项目土地复垦静态投资总额为 606.72 万元，其中工程施工费 409.82 万元；其他费用 64.39 万元；不可预见费 47.32 万元。适用期静态投资费用为 65.90 万元，中期投资费用为 35.07 万元，远期投资费用为 505.75 万元。复垦土地总面积为 21.34hm²，复垦土地亩均静态投资为 18954.07 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 88.20 万元。其中，地质环境治理总费用为 22.30 万元，土地复垦总费用为 65.90 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 6-9。

（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 6-10。

表 6-9 矿区生态修复工作总体规划

阶段	规划年度	工程设计		主要工程量
第一阶段	2026~2030	矿山地质环境治理工程	2#露天采场 1210m—1170m 平台修建 444m 排水渠；矿山地质环境监测。	1.修建排水渠： 土方开挖 319.68m ³ ，模板制作、安装 302m ² ，C20 砼浇筑 48.32m ³ ，伸缩缝 4.832m ² ，设立警示牌 5 块； 2.监测： 不稳定地质体监测 120 次；土壤影响监测 10 次；地形地貌监测 5 次；无人机航测 5 次。
		土地复垦工程	2#露天采场 1150m-1130m 平台临时复绿；2#露天采场 1210m—1170m 终了边坡坡面和平台进行土地复垦并进行监测和管护。	1.1150m-1130m 平台临时复绿： 土地平整 4.03hm ² ，表土覆盖 14105m ³ ，土壤培肥 18135kg，土壤翻耕 4.03hm ² ，播撒草籽 241.80kg； 2.复垦： 土地平整 0.72hm ² ，表土覆盖 2520m ³ ，土壤培肥 3240kg，土壤翻耕 0.72hm ² ，种植刺槐 3202 株，播撒草籽 0.72hm ² ； 2.监测与管护： 土地损毁监测 60 次，土壤质量监测 26 次，植被恢复监测 26 次，植被管护 6.144hm ² 。
第二阶段	2031~2037	矿山地质环境治理工程	2#露天采场 1160m 清扫平台修建 141m 排水渠；1150m、1140m 安全平台修建 501m 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 101.52m ³ ，模板制作、安装 282m ² ，C20 砼浇筑 45.12m ³ ，伸缩缝 4.512m ² ，设立警示牌 1 块； 2.安全平台修建排水渠： 土方开挖 360.72m ³ ，设立警示牌 2 块； 3.监测： 不稳定地质体监测 168 次，土壤影响监测 14 次，地形地貌监测 7 次，无人机航测 7 次。
		土地复垦工程	2#露天采场 1160m—1140m 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 1.13hm ² ，表土覆盖 3955m ³ ，土壤培肥 5085kg，土壤翻耕 1.13hm ² ，种植刺槐 5023 株，播撒草籽 1.13hm ² ； 2.监测与管护： 土地损毁监测 84 次，土壤质量监测 18 次，植被恢复监测 18 次，植被管护 3.746hm ² 。
第三阶段	2038~2103	矿山地质环境治理工程	2#露天采场 1130m 及以下清扫平台修建 1987m 排水渠，1120m 及以下安全平台修建 3139m 排水渠；1#露天采场安全平台修建 1422m 排水渠，清扫平台修建 789m 排水渠；破碎站、矿山道路拆除；对矿山地质环境监测。	1.2#露天采场清扫平台修建排水渠： 土方开挖 1430.64m ³ ，模板制作、安装 3974m ² ，C20 砼浇筑 635.84m ³ ，伸缩缝 63.584m ² ，设立警示牌 4 块； 2.2#露天采场安全平台修建排水渠： 土方开挖 2260.08m ³ ，设立警示牌 6 块； 3.1#露天采场安全平台修建排水渠： 土方开挖 1023.84m ³ ，设立警示牌 12 块； 4.1#露天采场清扫平台修建排水渠： 土方开挖 568.08m ³ ，模板制作、安装 1578m ² ，C20 砼浇筑 252.48m ³ ，伸缩缝 25.248m ² ，设立警示牌 7 块； 5.地面工程拆除： 混凝土拆除 5360m ³ ，硬化层拆除 8040m ³ ； 6.监测： 不稳定地质体监测 2232 次；土壤影响监测 124 次；地形地貌监测 65 次；无人机航测 65 次。
		土地复垦工程	2#露天采场 1130m 及以下终了边坡平台和坡面进行土地复垦；1#露天采场终了边坡平台和坡面进行土地复垦；临时排土场进行土地复垦；破碎站、矿部、矿山道路进行土地复垦；并进行监测和管护。	1.2#露天采场复垦： 土地平整 11.68hm ² ，表土覆盖 40880m ³ ，土壤培肥 52560kg，土壤翻耕 11.68hm ² ，种植刺槐 51918 株，播撒草籽 11.68hm ² ； 2.1#露天采场复垦： 土地平整 4.98hm ² ，表土覆盖 17430m ³ ，土壤培肥 22410kg，土壤翻耕 4.98hm ² ，种植刺槐 22137 株，播撒草籽 4.98hm ² ； 3.临时排土场复垦： 土地平整 0.15hm ² ，表土覆盖 525m ³ ，土壤培肥 675kg，土壤翻耕 0.15hm ² ，种植刺槐 667 株，播撒草籽 0.15hm ² ； 4.破碎站、矿山道路复垦： 场地清理 2.68hm ² ，土地平整 2.68hm ² ，表土覆盖 9380m ³ ，土壤培肥 12060kg，土壤翻耕 2.68hm ² ，种植刺槐 11912 株，播撒草籽 2.68hm ² ； 5.监测与管护： 土地损毁监测 780 次，土壤质量监测 192 次，植被恢复监测 192 次，植被管护 58.47hm ² 。

表 6-10 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	矿山地质环境监测。	监测： 不稳定地质体监测 24 次；土壤影响监测 2 次；地形地貌监测 1 次；无人机航测 1 次。	7.368	49.568
	2#露天采场 1150m-1130m 平台临时复绿；建立复垦监测与管护。	1.1150m-1130m 平台临时复绿： 土地平整 4.03hm ² ，表土覆盖 14105m ³ ，土壤培肥 18135kg，土壤翻耕 4.03hm ² ，播撒草籽 241.80kg； 2.监测与管护： 土地损毁监测 12 次，管护面积 2.17hm ² 。	42.2	
第二年	2#露天采场 1210m、1200m 平台修建 118m 排水渠；矿山地质环境监测。	1.修建排水渠： 土方开挖 84.96m ³ ，模板制作、安装 96m ² ，C20 砼浇筑 15.36m ³ ，伸缩缝 1.536m ² ，设立警示牌 2 块； 2.监测： 不稳定地质体监测 22 次；土壤影响监测 2 次；地形地貌监测 1 次；无人机航测 1 次。	4.228	10.718
	2#露天采场 1210m、1200m 平台和坡面进行复垦；建立复垦监测体系。	1.复垦： 土地平整 0.164hm ² ，表土覆盖 574m ³ ，土壤培肥 738kg，土壤翻耕 0.164hm ² ，种植刺槐 730 株，播撒草籽 0.164hm ² ； 2.监测与管护： 土地损毁监测 12 次，土壤质量监测 4 次，植被恢复监测 4 次，植被管护 2.334hm ² 。	6.49	
第三年	2#露天采场 1190m 清扫平台修建 103m 排水渠；对矿山地质环境进行监测。	1.修建排水渠： 土方开挖 74.16m ³ ，模板制作、安装 206m ² ，C20 砼浇筑 32.96m ³ ，伸缩缝 3.296m ² ，设立警示牌 1 块； 2.监测： 不稳定地质体监测 26 次，土壤影响监测 2 次；地形地貌监测 1 次；无人机航测 1 次。	6.778	12.538
	2#露天采场 1190m 终了边坡平台和坡面进行复垦；建立复垦监测体系。	1.复垦： 土地平整 0.20hm ² ，表土覆盖 700m ³ ，土壤培肥 900kg，土壤翻耕 0.20hm ² ，种植刺槐 889 株，播撒草籽 0.20hm ² ； 2.监测与管护： 土地损毁监测 12 次，土壤质量监测 6 次，植被恢复监测 6 次，植被管护 0.364hm ² 。	5.76	
第四年	2#露天采场 1180m、1170m 安全平台修建 223m 排水渠；对矿山地质环境监测。	1.修建排水渠： 土方开挖 160.56m ³ ，设立警示牌 2 块； 2.监测： 不稳定地质体监测 23 次；土壤影响监测 2 次；地形地貌监测 1 次；无人机航测 1 次。	2.068	11.028
	2#露天采场 1180m、1170m 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 0.356hm ² ，表土覆盖 1246m ³ ，土壤培肥 1602kg，土壤翻耕 0.356hm ² ，种植刺槐 1583 株，播撒草籽 0.356hm ² ； 2.监测与管护： 土地损毁监测 12 次，土壤质量监测 10 次，植被恢复监测 10 次，植被管护 0.72hm ² 。	8.96	
第五年	对矿山地质环境监测。	1.监测： 不稳定地质体监测 25 次，土壤影响监测 2 次，地形地貌监测 1 次，无人机航测 1 次。	1.858	4.348
	建立土地复垦监测体系。	1.监测与管护： 土地损毁监测 12 次，土壤质量监测 6 次，植被恢复监测 6 次，植被管护 0.556hm ² 。	2.49	
合 计			88.20	88.20

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。本方案由陕西合兴硅砂有限公司组织实施。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.成立城固县老庄镇潮汐河石英矿矿区生态修复项目领导机构，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：陕西合兴硅砂有限公司，法人代表：罗逸文

组长：王继强

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、培训等工作等。

4.接受行政主管部门的监督、管理，陕西合兴硅砂有限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，城固县老庄镇潮汐河石英矿开采矿种为石英岩（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《开发利用方案》的最终产品平衡表，结合当地矿石供需情况及对未来石英矿石市场需求的预测分析，确定本项目矿石不含税售价为120元/吨。按照市场售价120元/吨计算，城固县老庄镇潮汐河石英矿近期各年提取基金数额见表8-1。

表 8-1 城固县老庄镇潮汐河石英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	120	1.8%	2.5	1.2	8.10	5.40%	6.48

即近期每吨矿石提取基金量为6.48元，本《方案》矿区生态修复投资总费用为1036.292万元，折合吨矿石费用为 元/吨，低于“陕自然资规〔2024〕1757号”的规定。因此，基金提取按照6.48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覆盖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《陕西合兴硅砂有限公司陕西省城固

县老庄镇潮汐河石英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，需要加大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地表塌陷及土地损毁等；介绍了项目投资、建成后的企业带来的经济效益以及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 25 份，收回有效问卷 25 份，回收率 100%。问卷调查对象包括项目影响区的工、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 19 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：业主单位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、走访等手段，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（如临时排土场）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

陕西合兴硅砂有限公司陕西省城固县老庄镇潮汐河石英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.防灾减灾已成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，可减少和预防因矿山开采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，达到植物与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.陕西省城固县老庄镇潮汐河石英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.陕西省城固县老庄镇潮汐河石英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《陕西合兴硅砂有限公司城固县老庄镇潮汐河石英矿 2025 年度矿山储量年度报告》，截至 2025 年 12 月底，矿区范围内保有资源量矿石量 ，其中推断资源量（TD） ，控制资源量（KZ） 。设计利用资源量为 ，设计利用率为 79.63%；可采资源储量 ，设计回采率为 98%；设计生产规模为 ，贫化率为 2.0%，矿山开采年限为 68.9a，按 69a 计算。考虑前期基建期 3.0a，后关闭坑期 2.0a，植被管护期 3.0a，确定本方案服务年限为 77a。

以 2025 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。

（二）问题识别与受损预测

现状问题诊断评价将采矿活动影响范围划分为 2 级 2 个区：重度受损区主要为 1#露天采场、矿山道路、破碎站和矿部，面积为 0.38km²，占评估区总面积的 13.15%；轻度受损区主要为评估区除严重区以外的区域，面积约 2.51km²，占评估区总面积的 86.85%。

受损预测将采矿活动影响范围共划分 2 级 2 个区：其中重度受损区 1 个区块，主要为 1#露天采场、2#露天采场、矿山道路、破碎站、临时排土场和矿部，总面积约 0.61km²，占评估区总面积的 21.11%；轻度受损区 1 个区块，主要为评估区除严重区以外的区域，总面积约 2.28km²，占评估区总面积的 78.89%。

（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，其中生态重建区为 6 个区块，总面积为 22.81hm²，占比 7.89%；自然恢复区总面积 266.19hm²，占比 92.11%。

（四）修复措施

地貌重塑工程包括：露天采场终了平台修建截排水渠，设立警示牌；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 1036.292 万元，按照矿山的可采矿石量为 计算，平均吨矿石投资 元。其中：

（1）矿山地质环境保护与恢复治理工程估算总投资为 429.572 万元，其中建筑工程 276.16 万元，监测费用 83.082 万元，独立费用工程 33.31 万元，预备费 31.50 万元。

（2）本项目复垦静态投资总额 606.72 万元，其中工程施工费 409.82 万元；其他费用 64.39 万元；不可预见费 47.32 万元。复垦土地总面积为 21.34hm²，复垦土地亩均静态投资为 18954.07 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。