

凤县福鑫铅锌矿

矿山地质环境保护与土地复垦方案

凤县福鑫铅锌矿

2025 年 6 月



凤县福鑫铅锌矿

矿山地质环境保护与土地复垦方案

申报单位：凤县福鑫铅锌矿

法人代表：黄寿远

总工程师：王宗科

编制单位：咸阳西北有色七一二总队有限公司

法人：王磊

总工程师：袁海潮

项目负责：赵赫

编写人员：赵赫 赵非凡 郭瑞红 祝箫

制图人员：纪嘉博

纪嘉博

赵非凡

郭瑞红

祝箫

矿山地质环境保护与土地复垦方案信息表

矿山企业	企业名称	凤县福鑫铅锌矿		
	法人代表	黄寿远	联系电话	0917-4763393
	单位地址	陕西省宝鸡市凤县河口镇		
	矿山名称	凤县福鑫铅锌矿		
	采矿许可证	新申请 持有 变更 ☐ ☒ ☐ 以上情况请选择一种并打“√”		
编制单位	单位名称	咸阳西北有色电冶二总队有限公司		
	法人代表	王磊	联系电话	18993009874
	主要编制人员	姓 名	职 责	联系电话
		赵 赫	项目负责	13669286445
		赵 赫	报告编制	13669286445
		郭瑞红	报告编制	18191579210
		赵非凡	报告编制	13572050903
		祝 箫	预算编制	18091024167
		赵 赫	现场调查	13669286445
		郭瑞红	现场调查	18191579210
		纪嘉博	制 图	13152341867
审查申请	我单位已按要求编制矿山地质环境保护与土地复垦方案，保证方案中所引数据的真实性，同意按国家相关保密规定对文本进行相应处理后进行公示，承诺按批准后的方案做好矿山地质环境保护与土地复垦工作。 请予以审查。			
	申请单位（矿山企业）盖章 联系人：黄永林 联系电话：13366276333			

《凤县福鑫铅锌矿矿山地质环境保护与土地复垦方案》

专家组评审意见

2025年6月14日，宝鸡市自然资源和规划局邀请有关专家（名单附后）在宝鸡市对咸阳西北有色七一二总队有限公司编制、凤县福鑫铅锌矿提交的《凤县福鑫铅锌矿矿山地质环境保护与土地复垦方案》（以下简称《方案》）进行审查，会前部分专家到矿山进行了实地考察，专家组在听取了编制单位汇报、审阅了方案报告、图件和附件及质询答辩的基础上，形成如下意见：

一、《方案》是在收集《凤县福鑫铅锌矿开发利用方案》等多份技术资料的基础上编制而成，基础资料收集充分，内容齐全。编制附图6张，附图、附表及附件完整，插图、插表齐全，编制格式符合《矿山地质环境保护与土地复垦方案编制指南》的要求。

二、《方案》编制依据充分；根据凤县福鑫铅锌矿采矿许可证有效期限（至2027年5月9日），剩余开采年限4.9年，恢复治理期1年，管护抚育期3年，本方案总体部署年限9年，即2025年至2033年。《方案》适用年限为5年，即2025年至2029年，方案编制基准年2025年。《方案》实施基准期以宝鸡市自然资源和规划局公告之日算起。治理规划总体部署年限和适用年限合理。

三、凤县福鑫铅锌矿为生产矿山，根据凤县福鑫铅锌矿采矿许可证（证号：C6100002009093120037485），矿区范围由4个拐点圈定，面积0.8892km²，采矿许可证剩余服务年限内可采资源量矿石量为14.745万吨，设计生产能力3万吨/年，剩余开采年限4.9年，矿山基本情况和其它基础信息叙述完整；土地利用现状有一级地类3个、二级地类3个，叙述清晰；矿山属于地下开采，开采标高1457m~1270m，采用方法为浅孔留矿法，开采影响系数为1.0。

四、矿区自然地理和地质环境背景叙述基本正确。矿区位于秦岭南部山区，属典型山地气候特征的暖温带半湿润大陆性季风气候区，多年平均降雨量613.2mm；矿区属秦岭中山地貌；植被类型属秦岭山地落叶阔叶~常绿阔叶混交林带；土壤类型为黄棕壤；矿区水文地质条件简单，工程地质条件中等，地质构造简单，矿区存在“楼上楼”开采，采空区面积较大，地质环境条件复杂程度属“复杂”；开采损毁林地，评估区为“重要区”；生产规模为3万吨/年，属“小型矿山”，矿山地质环境影响评估级别为一级，确定正确。评估面积177.98hm²合理。

五、矿山地质环境现状评估和预测评估基本合理正确。矿山地质环境影响程度现状评估划分为1个严重影响区，1个较严重影响区，2个较轻影响区；严重影响区面积1.7793hm²，占评估区面积的0.99%；较严重区面积0.7310hm²，占评估区面积的0.41%；较轻区总面积175.4653hm²，占评估区面积的98.59%，分区符合实际。预测评估分区划分为1个严重影响区，1个较严重影响区，2个较轻影响区；严重影响区面积1.7793hm²，占评估区面积的0.99%；较严重区面积0.7310hm²，占评估区面积的0.41%；较轻区总面积175.4653hm²，占评估区面积的98.59%，分区基本合理。

六、矿山工程活动对土地损毁形式以压占为主。矿区已损毁土地面积1.7793hm²，无拟损毁土地。矿区土地损毁的环节和时序叙述正确，已损毁土地现状明确。

七、矿山地质环境保护与治理分区划分为重点防治区（A_H）、次重点防治区（B_H）和一般防治区（C_H）三级4个区块，分区原则正确、结果基本合理。复垦区面积为1.7793hm²。复垦责任范围为不留续使用的建设用地和损毁土地，面积为1.3281hm²。复垦区复垦责任范围划定合理，复垦区及复垦责任范围不一致，土地权属明确。

八、矿山地质环境保护与治理恢复可行性分析认为，本矿具备矿山地质环境治理技术能力和经济实力，能够实现矿区生态环境协调发展，分析正确；土地复垦适宜性评价采用极限条件法，将需要复垦的土地分为3个复垦单元。评价指标体系和方法正确，复垦适宜性结论合理。

九、《方案》提出，矿山地质环境保护目标与任务为最大程度的避免或减缓矿山地质环境问题的发生；土地复垦的目标为实现土地复垦率100%。矿山地质环境治理的主要工程措施包括地质灾害治理、含水层、地形地貌景观、水土环境污染监测等。土地复垦的主要工程措施为土地平整、覆土、土壤培肥、植被恢复、监测管护等。近期各年度矿山地质环境治理恢复与土地复垦工程量见表1。矿山地质环境保护与土地复垦目标与任务明确、技术方法正确可行、工程量明确，具备可操作性。

表1 各年度矿山地质环境治理恢复与土地复垦任务表

年度	矿山地质环境治理措施及工程量	土地复垦措施及工程量
第一年	1、清运FX03废渣堆4000m ³ ； 2、排洪渠：基础开挖55m ³ ，M7.5浆砌片石60m ³ ，M10浆砌抹面195m ² ； 3、过水管涵：直径800mm，2节；	1、表土运输245m ³ ； 2、表土回覆245m ³ ； 3、土壤培肥0.1816hm ² ； 4、播撒草籽0.1816hm ² ；

	4、警示牌1块； 5、地质环境监测62点次； 6、水样分析10件； 7、地貌地表状况监测10点次。	5、原地貌地表状况监测5点次； 6、矿区土地损毁监测22点次； 7、复垦效果监测3点次。
第二年	1、地质环境监测76点次； 2、水样分析12件； 3、地貌地表状况监测12点次。	1、矿区土地损毁监测20点次； 2、复垦效果监测6点次； 3、管护0.1816hm ² 。
第三年	1、地质环境监测70点次； 2、水样分析14件； 3、地貌地表状况监测14点次。	1、矿区土地损毁监测18点次； 2、复垦效果监测6点次； 3、管护0.1816hm ² 。
第四年	1、地质环境监测72点次； 2、水样分析10件； 3、地貌地表状况监测8点次。	1、矿区土地损毁监测24点次； 2、复垦效果监测3点次； 3、管护0.1816hm ² 。
第五年	1、地质环境监测80点次； 2、水样分析14件； 3、地貌地表状况监测16点次。	1、矿区土地损毁监测16点次。

十、《方案》部署了本矿矿山地质环境保护与土地复垦的总体工作，按照两个阶段，即近期（2025~2029年），远期（2030~2033年）安排阶段实施计划，详细安排了生产期的各年度工作。矿山地质环境治理与土地复垦工程总体部署、阶段实施计划、适用期年度工作安排合理，具有针对性。

十一、根据矿山地质环境保护与土地复垦工程部署、工程量及工程技术手段，参照相关标准进行了经费估算，本矿矿山地质环境治理工程费、土地复垦工程费分别为36.41万元、114.01万元，矿山地质环境治理与土地复垦总经费为150.42万元，吨矿石投资10.2元，亩均投资57291元，经费估算合理。近期矿山地质环境治理工程和土地复垦工程费用分别为31.48万元、10.36万元，近期年度费用安排合理，各年度矿山地质环境治理恢复与土地复垦费用见表2。

表2 各年度矿山地质环境治理恢复与土地复垦费用明细表

年度	矿山地质环境治理恢复 (万元)	土地复垦 (万元)	小计 (万元)
第一年	21.42	4.50	25.92
第二年	2.79	1.64	4.43
第三年	2.98	1.52	4.50
第四年	2.42	1.71	4.13
第五年	1.87	1.10	2.86
合计	31.48	10.36	41.84

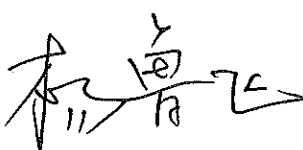
十二、方案提出的各项保障措施和建议合理、可行，对治理效益的分析基本可信。

十三、存在问题及建议

1、根据FX03的清理工程完工后沟道情况，核准泥石流治理工程排水渠及管涵断面。

2、补充对FX02的植被补栽及养护措施。

综上，专家组同意《方案》通过审查，咸阳西北有色七一二总队有限公司按专家组意见修改完善后，由凤县福鑫铅锌矿按程序上报。

专家组长： 

2025年6月24日

《凤县福鑫铅锌矿矿山地质环境保护与土地复垦方案》

评审专家责任表

姓 名	单 位	职务/职称	专 业	是否同意 评审结论	签 字
杨鲁飞	西北有色地质工程有限责任公司	教授	探矿工程	同意	杨鲁飞
孙虎	陕西师范大学	教授	土地复垦	同意	孙虎
张伟	中国有色金属工业西安研究院	高工	采矿	同意	张伟
刘科林	陕西省地质调查所信息中心	高工	水文地质	同意	刘科林
王振东	陕西地矿集团有限公司	教授/高级工程师	探矿工程/地质	同意	王振东

目 录

前 言	1
一、任务由来	1
二、编制目的	1
三、编制依据	2
四、方案适用年限	7
五、编制工作概况	8
第一章 矿山基本情况	13
一、矿山简介	13
二、矿区范围及拐点坐标	18
三、矿山开发利用方案概述	19
四、矿山开采历史与现状	24
第二章 矿区基础信息	26
一、矿区自然地理	26
二、矿区地质环境背景	31
三、矿区社会经济概况	39
四、矿区土地利用现状	40
五、矿山及周边其他人类重大工程活动	42
六、矿山及周边矿山地质环境治理与土地复垦案例分析	45
第三章 矿山地质环境影响和土地损毁评估	56
一、矿山地质环境与土地资源调查概述	56
二、矿山地质环境影响评估	56
三、矿山土地损毁预测与评估	86
四、矿山地质环境治理分区与土地复垦范围	93
第四章 矿山地质环境治理与土地复垦可行性分析	102
一、矿山地质环境治理可行性分析	102
二、矿区土地复垦可行性分析	104

第五章 矿山地质环境治理与土地复垦工程 117

一、矿山地质环境保护与土地复垦预防 117

二、矿山地质灾害治理 121

三、矿区土地复垦 125

四、含水层破坏修复 134

五、水土环境修复 134

六、矿山地质环境监测 135

七、矿区土地复垦监测和管护 143

第六章 矿山地质环境治理与土地复垦工作部署151

一、总体工作部署 151

二、阶段实施计划 153

三、生产期各年度工作安排 156

第七章 经费估算与进度安排 158

一、矿山地质环境治理工程经费估算 158

二、土地复垦工程经费估算 167

三、总费用汇总与年度安排 175

第八章 保障措施与效益分析 177

一、组织保障 177

二、技术保障 179

三、资金保障 179

四、监管保障 182

五、效益分析 183

六、公众参与 185

第九章 结论与建议192

一、结论 192

二、建议 194

一、附 图

- 1、凤县福鑫铅锌矿矿山地质环境问题现状图（1:5000）
- 2、凤县福鑫铅锌矿矿区土地利用现状图（1:5000）
- 3、凤县福鑫铅锌矿矿山地质环境问题预测图（1:5000）
- 4、凤县福鑫铅锌矿矿区土地损毁预测图（1:5000）
- 5、凤县福鑫铅锌矿矿区土地复垦规划图（1:5000）
- 6、凤县福鑫铅锌矿矿山地质环境治理工程部署图（1:5000）

二、附 表

- 1、矿山地质环境保护治理工程投资估算表
- 2、矿山土地复垦工程投资估算表

三、附 件

- 1、方案编制委托书；
- 2、采矿许可证、营业执照；
- 3、专家现场踏勘意见、市县局考察意见表
- 4、企业内审意见；
- 5、编制单位内审意见；
- 6、2024 年矿山储量年报；
- 7、2011 年开发利用方案审查意见；
- 8、上一期“两案公告”；
- 9、上一期两案审查意见及签到表；
- 10、上期两案各年度治理验收意见、适用期治理验收意见；
- 11、基金监管协议；
- 12、治理基金账户情况；
- 13、林业用地审批手续；
- 14、矿山地质环境保护与土地复垦领导小组成立文件；
- 15、矿山地质环境现状调查表；
- 16、公众调查表；

前 言

一、任务由来

凤县福鑫铅锌矿为以开采铅锌矿为主的矿山，距今开采已有十多年，地处陕西省凤县县城东 50km 处，行政区划属于陕西省宝鸡市凤县河口镇管辖。2018 年 3 月 15 日陕西省国土资源厅批复了凤县福鑫铅锌矿矿区范围，其现有采矿许可证证号：C6100002009093120037485，开采矿种为铅矿、锌矿，生产规模为 3 万吨/年，矿区范围 0.8892km²，开采标高 1457m 至 1270m，有效期：叁年自 2024 年 5 月 9 日至 2027 年 5 月 9 日。

2020 年 1 月矿山企业委托宝鸡西北有色七一七总队有限公司编制了《凤县福鑫铅锌矿矿山地质环境保护与土地复垦方案》以下简称“原方案”），原方案通过了宝鸡市自然资源和规划局组织的评审，并于 2020 年 2 月 7 日予以公告，文号为宝市自然资公告[2020]2 号。方案编制基准年为 2020 年，适用期为 5 年（即 2020 年 2 月-2025 年 1 月）。

2025 年 4 月 16 日，宝鸡市自然资源和规划局邀请有关专家及自然资源部门代表，对原方案适用期执行情况等进行了验收。经专家现场核查，依据《陕西省矿山地质环境治理恢复要求与验收办法》（陕自然资规〔2019〕5 号），认为方案执行情况达到了验收标准，同意通过验收。

《原方案》适用期已经到期，根据原陕西省国土资源厅《关于做好矿山地质环境保护与土地复垦方案编报有关工作的通知》“陕国土资环发〔2017〕11 号”文要求：“采矿权人原矿山地质环境保护与恢复治理方案和土地复垦方案其中一个超过适用期的或方案剩余服务期少于采矿权延续时间的，应重新编制矿山地质环境保护与土地复垦方案”。因此，凤县福鑫铅锌矿 2025 年 3 月 25 日委托咸阳西北有色七一二总队有限公司，（以下简称“我公司”）重新编制《凤县福鑫铅锌矿矿山地质环境保护与土地复垦方案》。

二、编制目的

（一）编制目的

1、为落实矿山地质环境保护与土地复垦工程提供技术依据，为矿山发展绿色矿业、建设生态秦岭和建设资源节约与环境友好型矿山企业提供技术支撑；

2、为矿企计提、存储和使用矿山地质环境治理恢复与土地复垦基金提供参考；

3、为政府建立矿山企业“一矿一档”保护台账、加强矿山企业实施矿山地质环境保护与土地复垦监管提供技术依据；

4、为落实矿山地质环境保护责任、减少矿业开发带来的矿山地质环境负效应、保护矿区及周边居民生命财产安全、有效保护矿区土地资源、避免新问题遗留成为老问题提供工作方案。

（二）主要任务

1、查明矿山建设区及影响区范围内的地形地貌、地层岩性、地质构造、水文地质、工程地质、气象水文、土壤、植被和生物多样性等环境条件。

2、查明矿山工作区社会经济环境条件，包括人口、村庄分布、土地利用等社会经济状况及人为活动对地质环境、土地利用的影响。

3、查明矿山工作区现状不稳定地质体的类型、分布规模、稳定程度、活动特点、主要诱发因素，危害对象、范围及程度；查明评估区地形地貌景观破坏、含水层破坏、水土污染和土地损毁的现状，分析其分布规律、形成机理、影响因素及发展趋势。

4、对矿山工程及影响区的地质环境、土地损毁进行现状及预测评估，对建设区的场地适宜性作出评价。

5、在现状评估和预测评估的基础上，合理划定矿区地质环境保护与治理的重点、次重点、一般防治分区和土地复垦区、复垦责任区范围，开展损毁土地复垦适宜性评价。

6、针对现存或预测评估的矿山地质环境问题及土地损毁情况，提出矿山地质环境治理与土地复垦的具体措施，编制工程设计及实施计划，估算工程费用，为矿区地质环境保护与治理恢复、土地复垦再利用及政府监督提供依据。

三、编制依据

（一）委托书

关于编制《凤县福鑫铅锌矿矿山地质环境保护与土地复垦方案》的委托书，福鑫铅锌矿，2025年3月25日。

（二）法律法规

1、《中华人民共和国土地管理法》，2019年8月26日第三次修正，2020年1月1日起施行；

2、《中华人民共和国环境保护法》，2014年4月24日第一次修订，2015年1月1日起施行；

3、《中华人民共和国矿产资源法》，1986年3月19日通过，1996年8月29日第一次修正，2009年8月27日第二次修正，2024年11月8日第三次修正；

4、《中华人民共和国水土保持法》，1991年6月29日通过，2010年12月25日第一次修订，2011年3月1日起施行；

5、《中华人民共和国森林法》，1984年9月20日通过，1998年4月29日修正，2019年12月28日第二次修订，2020年7月1日起施行；

6、《中华人民共和国土地管理法实施条例》，1998年12月27日发布，2011年11月8日第一次修订，2014年7月29日第二次修订，2021年7月2日第三次修订，2021年9月1日起施行；

7、《地质灾害防治条例》，2003年11月19日通过，2003年11月24日发布，2004年3月1日起施行；

8、《土地复垦条例》（中华人民共和国国务院令〔2011〕第592号），2011年3月5日起施行；

9、《基本农田保护条例》，1998年12月24日通过，1998年12月27日发布，1999年1月1日起施行，2011年1月8日第一次修订；

10、《陕西省秦岭生态环境保护条例》，2007年11月24日通过，2017年1月5日第一次修订，2019年9月27日第二次修订，2019年12月1日起实施；

11、《陕西省地质灾害防治条例》，2017年9月29日通过，自2018年1月1日起施行；

12、陕西省实施《土地复垦条例》办法，陕西省政府2013年第19次常务会议通过，2013年11月29日发布，2013年12月1日起施行；

13、《矿山地质环境保护规定》（自然资源部令〔2019〕5号），2019年7月24日起施行；

14、《土地复垦条例实施办法》，2012年12月11日通过，2012年12月27日发布，2013年3月1日起施行；

15、《地质环境监测管理办法》，2014年4月10日通过，2014年4月29日发布，2014年7月1日起施行；

16、《陕西省工程建设活动引发地质灾害防治办法》，2017年11月22日公布，自2018年1月1日起施行，2024年1月28日第一次修正。

（三）政策文件

1、《关于加快建设绿色矿山的实施意见》（国土资规〔2017〕4号），国土资源部、财政部、环境保护部、国家质量监督检验检疫总局、中国银行业监督管理委员会、中国证券监督管理委员会，2017年5月；

2、《关于加强矿山地质环境恢复和综合治理的指导意见》（国土资发〔2016〕63号），国土资源部、工业和信息化部、财政部、环境保护部、国家能源局，2016年07月01日；

3、《关于做好矿山地质环境保护与土地复垦方案编报有关工作的通知》（国土资规〔2016〕21号），国土资源部办公厅，2017年1月3日；

4、《陕西省国土资源厅关于做好矿山地质环境保护与土地复垦方案编报有关工作的通知》（陕国土资环发〔2017〕11号），2017年2月20日；

5、《国土资源部关于贯彻实施<土地复垦条例>的通知》（国土资发〔2011〕50号）；

6、《国务院关于印发土壤污染防治行动计划的通知》（国发〔2016〕31号）；

7、《关于进一步加强土地整理复垦开发工作的通知》（国土资发〔2008〕176号）；

8、《关于加快矿山地质环境保护与土地复垦工作的通知》（陕国土资环发〔2017〕39号，2017年9月25日）；

9、陕西省国土资源厅《关于规范矿业权人勘查开采信息公示异常名录管理的通知》（陕国土资矿发〔2018〕15号，2018年4月11日）；

10、关于印发《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），陕西省自然资源厅、陕西省财政厅、陕西省生态环境厅、陕西省林业厅，2024年12月31日；

11、《关于进一步落实矿山地质环境治理与土地复垦基金实施办法的通知》（陕国土资发〔2018〕120号，2018年10月23日）；

12、《关于加快建设绿色矿山的实施意见》（国土资规〔2017〕第4号，2017年03月22日）；

13、《陕西省绿色矿山建设管理办法》（陕自然资规〔2024〕3号）；

14、陕西省自然资源厅关于印发《陕西省矿山地质环境治理恢复技术要求与验收办法》的通知(陕自然资规〔2019〕5号,2019年12月30日);

15、《关于全面做好2019年度矿山地质环境治理恢复工作的通知》(陕自然资发〔2019〕15号);

16、《陕西省人民政府办公厅关于印发秦岭生态环境保护总体规划的通知》(陕政办发〔2020〕13号);

17、《陕西省自然资源厅陕西财政厅关于加快推进矿山地质环境保护与土地复垦方案落实和基金提取使用的通知》(陕自然资发〔2020〕57号,2020年10月22日);

18、《陕西省人民政府关于印发推进生态环境监测体系监测能力现代化实施意见和建立完善生态环境综合执法体系实施意见的通知》(陕政函〔2021〕80号),2021年6月29日);

19、《关于进一步做好全省矿山生态修复监管工作的通知》(陕自然资修发〔2021〕29号)。

20、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。

(四)技术规范与标准

1、《矿山地质环境保护与土地复垦方案编制指南》,(国土资规〔2016〕21号文附件);

2、《矿山地质环境保护与恢复治理方案编制规范》,(DZ/T0233-2011);

3、《土地复垦方案编制规程 第1部分:通则》(TD/T1031.1-2011);

4、《土地复垦方案编制规程 第4部分:金属矿》(TD/T1031.3-2011);

5、《矿山生态修复技术规范 第1部分:通则》,(TD/T1070.1-2022)。

6、《矿山地质环境监测技术规程》(DZ/T0287-2015);

7、《有色金属行业绿色矿山建设规范》(DZ/T0320-2018);

8、《土地复垦质量控制标准》(TD/T1036-2013);

9、《土壤环境监测技术标准》(HJ/T166-2004);

10、《土地利用现状分类》(GB/T 21010-2017);

11、《地质灾害危险性评估规范》(GB/T 40112-2021);

- 12、《地下水质量标准》(GB/T14848-2017);
- 13、《地表水环境质量标准》(GB3838-2002);
- 14、《地表水和污水监测技术标准》(HJ/T91-2002);
- 15、《一般工业固体废物贮存和填埋污染控制标准》(GB18599-2020);
- 16、《滑坡防治设计规范》(GB/T38509-2020);
- 17、《崩塌、滑坡、泥石流灾害调查规范(1:50000)》(DZ/T0261-2014);
- 18、《崩塌、滑坡、泥石流监测规范》(DZ/T0221-2006);
- 19、《泥石流防治工程设计规范》(TCAGHP021-2018);
- 20、《山水林田湖草生态保护修复工程指南(试行)》(自然资办发〔2020〕38号);
- 21、《工程岩体分级标准》(GB50218—2014);
- 22、《造林技术规程》(GB/T15776-2023);
- 23、《岩土工程勘察规范》(GB50021-2009);
- 24、《矿山土地复垦基础信息调查规程》(TD/T1049-2016);
- 25、《生产项目土地复垦验收规程》(TD/T1044-2014);
- 26、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);
- 27、关于《陕西省水利工程设计概估(算)编制规定》《陕西省水利建筑工程概算定额》等计价依据的批复(陕水规计发[2024]107号);
- 28、《矿山生态监测规范》(DB61/T1741-2023);
- 29、《金属矿土地复垦与生态修复技术规范》(GB/T43933-2024);
- 30、《矿山土地复垦与生态修复监测评价技术规范》(GB/T43935-2024)。

(五) 技术资料

- 1、《陕西盛福鑫矿业有限责任公司凤县盛福鑫铅锌矿开发利用方案(工程号11006F)》,西安有色冶金设计研究院,2010年11月;
- 2、《凤县福鑫铅锌矿矿山地质环境保护与土地复垦方案》,宝鸡西北有色七一七总队有限公司,2020年1月;
- 3、《陕西省凤县福鑫铅锌矿2024年度矿山储量年报》,凤县福鑫铅锌矿,2025年1月8日;
- 4、项目区三调图,宝鸡市凤县自然资源局提供,最后更新日期为2023年9月;

- 5、《陕西省宝鸡市凤县地质灾害详细调查报告》，中国地质科学院地质力学研究所，2010 年 12 月；
- 6、《凤县地质灾害防治“十四五”规划》，宝鸡西北有色七一七总队有限公司，2022 年 8 月；
- 7、《凤县福鑫铅锌矿矿山地质环境保护与土地复垦方案》上一期验收意见，2020 年 1 月 10 日；
- 8、《凤县福鑫铅锌矿矿山地质环境保护与土地复垦方案适用期（2020-2024 年度）总结报告》，咸阳西北有色七一二总队有限公司，2025 年 2 月；
- 9、《凤县福鑫铅锌矿矿山地质环境保护与土地复垦方案适用期》验收批复，2025 年 4 月 16 日；
- 10、《凤县福鑫铅锌矿矿山地质环境保护与土地复垦 2020-2023 年度》验收意见，2023 年 11 月 30 日；
- 11、《凤县福鑫铅锌矿矿山地质环境保护与土地复垦 2024 年度》验收意见，2024 年 11 月 29 日；
- 12、凤县关于 1500m 标高以上范围矿山勘查设计、治理及验收相关资料（宏福水晶沟铅锌矿区域）；
- 13、现场调查取得的相关资料；
- 14、福鑫铅锌矿提供的其他资料。

上述法律法规、规章及政策性文件、技术标准及规范、其他资料和以往工作成果是本次编制矿山地质环境保护与土地复垦方案的主要依据。

四、方案适用年限

根据 2011 年 4 月 14 日，陕西省国土资源资产利用研究中心文件关于“《陕西盛福鑫矿业有限责任公司凤县盛福鑫铅锌矿开发利用方案》审查意见的报告（陕国土资研报[2011]33 号）”，以及凤县福鑫铅锌矿提供的资源储量年报（截止到 2024 年 12 月 31 日，矿山保有资源量矿石量为***万吨，按矿山建设规模为 3 万吨/年，因此，矿山剩余生产年限为 4.9 年，本方案按 5 年计。考虑矿山闭坑后的恢复治理期 1 年，根据以往秦岭地区土地复垦经验，土地复垦后的管护抚育期为 3 年，确定矿山地质环境保护与恢复治理期为 9 年（2025 年～2033 年）。

本方案适用年限为 5 年（2025 年～2029 年），实施基准期以自然资源主管部门公

告之日算起。若矿山企业探获新的资源量后需要扩大开采规模、变更矿区范围或者开采方式时，应当重新编制矿山地质环境保护与土地复垦方案。

五、编制工作概况

（一）工作程序

本方案编制按照自然资源部《矿山地质环境保护与土地复垦方案编制指南》（中华人民共和国国土资源部 2016 年 12 月）、《矿山地质环境保护与恢复治理方案编制规范》（DZ/T0223-2011）和《土地复垦方案编制规程 第一部分 通则》（TD/T1031.1-2011）、《土地复垦方案编制规程 第四部分 金属矿》（TD/T1031.4-2011）进行，工作程序详见图 0-1。

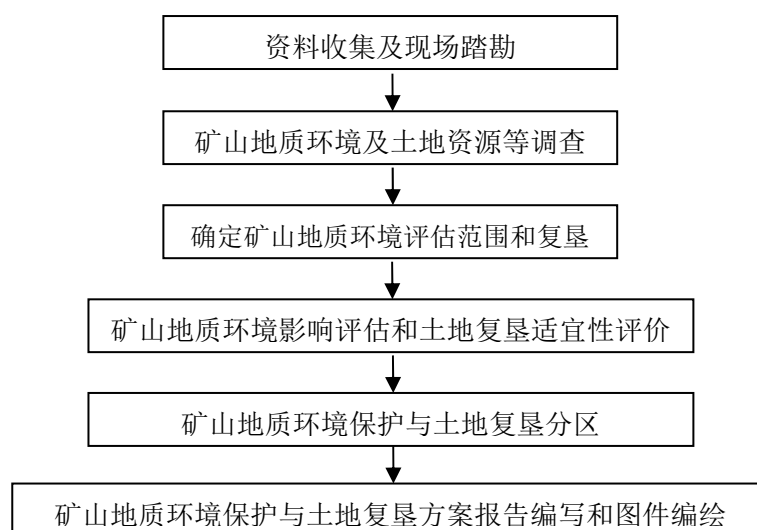


图 0-1 工作程序框图

（二）工作方法

根据建设工程特点，本次评估工作主要采用收集资料、现场调查及室内综合分析评估的工作方法。

1、资料收集与分析

搜集有关工作区的自然地理、社会经济、地质环境、水文气象、矿产勘查和地质灾害调查与区划、土地利用现状及规划、土壤、林草植被分布等基础资料，了解建设工作区的地质环境条件、存在的地质环境问题、土地利用现状及建设工程规模等，开展综合研究，初步确定矿山地质环境影响评估调查区范围、评估区范围、评估级别、土地复垦区范围等，明确本次的工作重点，以指导野外调查工作。

（1）因本矿山不涉及证内增储情况，沿用了上期两案中开发利用方案。

(2) 收集了原方案，依据原方案适用期的实施方案与现场调查情况进行对比，全面了解矿山已治理的情况和现状存在的问题。

(3) 收集了 2024 年度矿山资源储量年报，以确定矿山剩余服务年限。

(4) 收集了福鑫铅锌矿矿山地质环境治理恢复与土地复垦工作 2020~2023 年度实施方案、2024 年度实施方案、2024 年度验收总结报告以及竣工报告和工程决算、影像资料、竣工图及验收意见等资料，经过综合研究整理，详细了解了矿山地质环境治理与土地复垦工程实施情况及治理效果。

2、野外调查

野外调查采用1：5000 地形地质图做手图，手持GPS 定位，数码相机、无人机拍照，地质调绘采用路线调查法、环境地质点调查、土地分布调查法、公众意见征询法等方法开展。

(1) 路线调查法：调查路线应基本垂直地貌单元、岩层走向、地质构造线走向这一原则布置，迅速了解和调查区内社会经济、人口分布、地形地貌、土壤植被、土地利用、人类工程活动、地质遗迹、地质界线、构造线、岩层产状和主要地质环境问题，调查区内斜坡坡度、沟谷比降、水工环地质条件等情况，编绘工作区地质环境和土地利用简图，以便为方案编制提供基础资料。

(2) 地质环境点调查法：对调查区内地质不稳定体、隐患点、矿山工程等逐点调查，查明地质不稳定体（隐患）的位置、规模、现状、危害对象及稳定性、损失程度、致灾原因等，了解矿山工程区可能存在的地质环境问题。

(3) 土地分布调查法：实地调查复垦区土壤、水文、水资源、生物多样性、土地利用、土地损毁等情况，查明矿山工程占地类型、土地性质、损毁情况及权属关系。针对不同土地利用类型区，挖掘土壤剖面，采集土壤样品。对复垦区已损毁未复垦土地应查清损毁范围、程度与面积；对复垦区已损毁已复垦的土地，应调查复垦所采用的主要标准、措施及复垦效果。

(4) 公众意见征询法：本着“贯穿项目始终，多方参与”的原则，在项目方案编制之前进行社会公众调查。采访本矿区的工人、矿区周边的工人、村民、土地权益人等，详细了解工作区地质环境的变化情况、地质灾害的活动现状和土地利用现状等，发放“公众参与调查表”，充分了解矿区群众的意见；征询当地镇、县自然资源部门、环境保护主管部门就矿区地质环境和土地复垦的意见，为方案编制提供依据。

3、室内资料整理及综合分析

在综合分析已有资料和野外实地调查资料的基础上，以《矿山地质环境保护与土地复垦方案编制指南》（中华人民共和国国土资源部 2016 年 12 月）、《矿山地质环境保护与恢复治理方案编制规范》（DZ/T0223-2011）和《土地复垦方案编制规程》（TD/T1031-2011）为依据，编制了凤县福鑫铅锌矿“矿山地质环境问题现状图”、“矿区土地利用现状图”、“矿山地质环境问题预测图”、“矿区土地损毁预测图”、“矿区土地复垦规划图”、“矿山地质环境治理工程部署图”等六幅图。以图件形式反映各类地质环境问题、土地损毁分布特征及其与地质环境的相互关系，开展矿山地质环境影响程度现状评估、预测评估，划分矿山地质环境治理分区，划定土地损毁区、复垦区和复垦责任范围，编制矿山地质环境治理、监测及土地复垦工程设计和实施方案，并进行工程经费估算。

（三）完成工作量

项目组在接受任务后，即组织人员开展工作，2025 年 3 月 25~26 日进行资料搜集并编制了工作计划；2025 年 3 月 27~3 月 31 日进行野外现场调查；2025 年 4 月 1 日~5 日，初步拟定矿山地质环境治理及土地复垦的方向、目标、初步技术方案；2025 年 3 月 27~28 日，方案编制人员征询了凤县自然资源局、河口镇人民政府、镇自然资源局、核桃坝村村委会等主管部门意见，通过走访村民、召开座谈会、发放调查问卷等形式，广泛征集矿区受众（包括矿山企业）对矿山地质环境治理和土地复垦利用的意见和建议。2025 年 4 月 6 日至 2025 年 5 月中旬，完成了室内资料整理和方案编制工作。期间编制技术人员多次赴野外进行了补充调查。完成的工作量详见表 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	完成工作量	说明
1	收集资料	已有可利用资料	份	11	地形图、开发利用方案、土地规划等资料
2	野外调查	评估区面积	km ²	1.7797	采矿权及采矿活动影响范围外延 100~150m
		调查区面积	km ²	3.1583	北、南、西至水晶沟分水岭，东至水晶沟与西河交界
		矿区土地利用现状调查点	个	8	以凤县土地三调资料为基础
		植被生态调查点	点	5	样方形状为正方形
		典型土壤剖面	条	1	

序号	工作内容	分项名称	单位	完成工作量	说明
		调查地质环境点	处	28	包含地质灾害点 2 处，隐患点 1 处，废渣堆 2 个，平硐及工业场地 2 处，炸药库 1 处
		调查路线	km	2.0	沿水晶沟沟道从沟口至 1396 工业场地
		公众调查表	份	20	主要以核桃坝村为基础进行调查
		数码照相	张	54	使用照片 36 张
		影像资料	min	3	视频介绍 1.5min
3	成果资料	成果报告	份	1	
		估算书	份	1	
		附图	张	6	

（四）工作质量综述

本次调查与评估工作严格按照《地质灾害危险性评估规范》（GB/T40112-2021）、《矿山地质环境保护与恢复治理方案编制规范》（DZ/T0223-2011）、《土地复垦方案编制规程第 1 部分：通则》（TD/T1031.1-2011）和《土地复垦方案编制规程第 4 部分：金属矿》（TD/T1031.4-2011）、《矿山地质环境保护与土地复垦方案编制指南》的要求组织实施。野外调查工作是在广泛搜集评估区地质勘查、不稳定地质体调查与区划、矿区工程地质、水文地质、环境地质调查、矿山开发利用方案、土地复垦工程等资料的基础上开展的，同时通过走访、座谈等形式广泛征集了县、镇、村政府部门及当地村民的意见和建议。基础资料均由工程技术人员和甲方现场技术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、规定要求，工作质量优良，成果、报告质量可靠。

项目实施过程中，建立健全项目工作质量管理和三级检查验收制度，严格执行质量检查制度：野外原始资料、中间性成果必须做到自检、互检、组长检查100%，项目负责人抽查资料不少于 30%，公司抽查资料不低于 10%，对项目成果和图件要 100%进行审查，野外资料准确度不低于 95%，发现问题及时解决，并形成文字记录，原始资料及中间成果合格率不低于85%，对公司质量管理体系要求100%执行。

（五）承诺

1、福鑫铅锌矿承诺

本方案是我公司组织编制并提交，对其中内容做如下郑重承诺：

(1) 对方案编制的内容、现场调查资料、各类原始资料、设计的技术方案的真实性、可靠性负责，承诺方案中绝无伪造、编造、篡改等虚假内容。

(2) 我单位将在依法批准的矿区范围内，严格按照批准的矿产资源开发利用方案进行开采活动，合理开发利用矿产资源，保护矿山地质环境。

(3) 依法依规尽快办理矿山相关土地使用手续。

(4) 按照“绿色矿山”的发展模式，加大在资源合理开发利用、矿山地质环境保护与土地复垦、科技投入、企业文化建设与社区和谐发展等方面的投入力度。

(5) 依规建立矿山地质环境治理与土地复垦基金专用账户，按时、足额、存储矿山地质环境治理与土地复垦费用，费用不足时应及时追加。

(6) 按照宝鸡市自然资源和规划局审查通过的《凤县福鑫铅锌矿矿山地质环境保护与土地复垦方案》，严格履行矿山地质环境治理恢复与土地复垦义务，接受相关政府部门的监督和指导。

以上承诺如有违反，愿自觉接受相关法律法规规定的判罚。

2、咸阳西北有色七一二总队有限公司承诺：

本方案是我公司受凤县福鑫铅锌矿委托而编制，我公司对方案编制的内容、现场调查资料、调查数据、设计的技术方案的真实性、评估结论的可靠性负责，承诺方案中无伪造、编造、篡改等虚假内容。

第一章 矿山基本情况

一、矿山简介

（一）矿山企业基本概况

采矿权人：凤县福鑫铅锌矿；

建设地点：陕西省宝鸡市凤县河口镇核桃坝村；

经济类型：私营独资企业；

矿区面积：0.8892km²（由 4 个拐点圈定）；

采矿许可证号：C6100002009093120037485

开采矿种：铅矿、锌矿；

开采方式：地下开采；

现状及有效期：生产矿山，有效期自 2024 年 5 月 9 日至 2027 年 5 月 9 日

开采对象：凤县福鑫铅锌矿区圈定范围内的IV-1 号矿体；

生产规模：3 万吨/年；

采矿方法：浅孔留矿采矿法；

产品方案：铅、锌原矿石；

开采标高：1457m~1270m；

开拓方案：1295m 以上各中段采用阶段平硐开拓，深部的 1270m 中段采用盲斜井开拓；巷道内采用翻转式矿车运输；

服务年限：矿山剩余生产年限为 4.9 年；

（二）地理位置和交通

凤县福鑫铅锌矿位于陕西省宝鸡市凤县县城方位 80°，直距 50km 处，行政区划属陕西省宝鸡市凤县河口镇核桃坝村管辖。矿区交通便利，其东侧有简易乡镇公路（水晶沟的沟口沿西河方向有宝汉高速），可通往宝成铁路双石铺火车站（凤县县城），县城向北有宝成铁路和 S212 省道可达宝鸡，向南沿 G316 国道和宝成铁路到达汉中、广元、成都等地。交通位置见图 1-1。

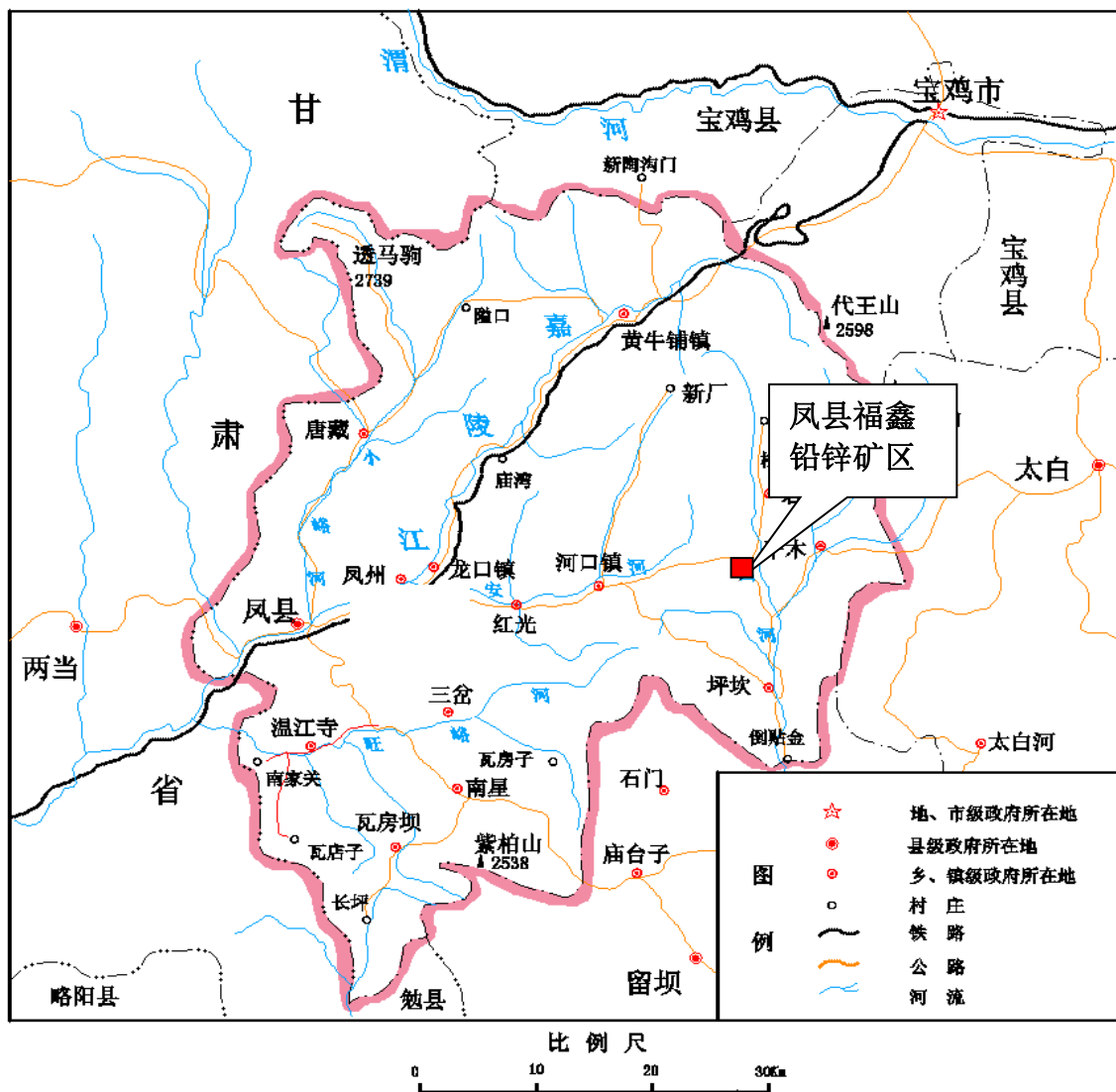


图 1-1 项目区交通位置示意图

(三) 矿山地面工程布局

凤县福鑫铅锌矿矿山生产建设工程占地全部分布在水晶沟内，其中包括 PD1295、PD1396 两个平硐口、工业场地及矿部办公生活区、1 个临时转运场、2 个废渣堆（FX02、FX03）、炸药库、运矿道路等，占地总面积 2.5103hm²，全部为临时用地。经过近 20 年建设生产，目前矿山建设相对完善。各部分工程的相对位置关系及平面布置见图 1-2 所示，各地表工程概述如下：

图 1-2 凤县福鑫铅锌矿矿区建设工程平面布置示意图

1、工业场地及办公生活区

工业场地：矿山现状条件下分布有 PD1396 和 PD1295 两处工业场地。其中 PD1396 工业场地因上部矿体采矿结束而停止使用，目前仅余一处值班室，其余建构筑物已拆除。PD1295 工业场地主要布置有机修车间、器材库、井口值班室、准备室、杂物间等建构筑物；办公生活区布置在 PD1295 工业场地内，场地内主要布置有职工宿舍、办公区、值班室等（见照片 1-1~1-6）。共占地面积 0.6226hm²。



照片 1-1 PD1295 平硐口（镜向 160°）



照片 1-2 PD1396 平硐口（镜向 250°）



照片 1-3 PD1295 工业场地（镜向 275°）



照片 1-4 PD1396 工业场地（镜向 205°）



照片 1-5 办公区（镜向 105°）



照片 1-6 值班室（镜向 235°）

2、临时转运场

临时转运场位于 1295 工业场地下部，上期两案该处为 FX01 废渣堆，适用期内为治理水晶沟泥石流隐患，在 FX01 渣堆坡脚修筑挡墙，墙脚设置排洪渠，并通过了年度验收，现阶段该渣堆通过矿山治理后，场地稳定，矿山将该场地作为 1295 平硐废渣临时转运场（见照片 1-7~1-8）。共占地面积 0.3964hm²。



照片 1-7 临时转运场（镜向 135°）



照片 1-8 临时转运场（镜向 80°）

3、废渣堆

评估区目前存在两处废渣堆，其中 FX02 废渣堆为 1396 平硐开采过程中所产生的废石根据地形沿坡顺沟堆放，主要分布在平硐口下部（见照片 1-9~1-10）。FX03 废渣堆位于炸药库和炸药库监控室南侧的水晶沟沟道内，顺沟堆放（见照片 1-11~1-12），废渣堆占地面积 1.0941hm²。



照片 1-9 FX02 废渣堆（镜向 135°）



照片 1-10 FX02 废渣堆（镜向 340°）



照片 1-11 FX03 废渣堆（镜向 60°）



照片 1-12 FX03 废渣堆（镜向 210°）

4、炸药库及炸药库监控室

炸药库位于 PD1396 场地东北方向（见照片 1-13），场地内布置有炸药库房、雷管库，下游 100m 处设有炸药库监控室，为 1 层砖瓦结构（见照片 1-14），总占地面积 0.1275hm²。



照片 1-13 炸药库（镜向 120°）



照片 1-14 炸药库监测室（镜向 115°）

5、运矿道路

矿山拉运矿石道路沿用通村路，为凤县福鑫铅锌矿和陕西宏福工贸（集团）有限责任公司水晶沟铅锌矿共用，水晶沟铅锌矿于 2016 年退出，因此，凤县福鑫铅锌矿运矿道路使用段为水晶沟沟口至 PD1396 的段的道路标高至 1457m，两矿山之间划定界限清晰，道路总计全长约 1.2km，路面宽约 3~5m，路面为碎石矿渣硬化（见照片 1-15~1-16）。矿区目前道路能满足矿山生产需要，在矿山后续开采过程中无需再新增道路建设。两个硐口之间通过通村道路进行联络，不需修建其他临时矿山道路，总占地面积 0.2697hm²。



照片 1-15 运矿道路（镜向 85°）



照片 1-16 运矿道路（镜向 50°）

二、矿区范围及拐点坐标

（一）矿山现持有采矿许可证范围

矿山企业现有采矿许可证 1 个，采矿许可证证号：C6100002009093120037485，有效期为叁年，即 2024 年 5 月 9 日~2027 年 5 月 9 日，矿区面积：0.8892km²，开采标高：1457m 至 1270m，矿区范围共由 4 个拐点圈定，其拐点坐标见表 1-1。

表 1-1 现采矿证矿区拐点坐标一览表

序号	2000 国家大地坐标系	
	X 坐标	Y 坐标
1	*****	*****
2	*****	*****
3	*****	*****
4	*****	*****

（二）周边矿权设置情况

由于历史原因，矿山周边矿权设置较多。凤县福鑫铅锌矿采矿证东部为凤县柳树沟铅锌矿，东南部为凤县核桃沟铅锌矿，上部为陕西宏福工贸（集团）有限责任公司

水晶沟铅锌矿范围；其投影范围落在陕西宏福工贸（集团）有限责任公司水晶沟铅锌矿范围内。矿区周边相邻矿权分布情况见图 1-3。

图 1-3 凤县福鑫铅锌矿及周边矿权设置图

凤县福鑫铅锌矿与陕西宏福工贸（集团）有限责任公司水晶沟铅锌矿的开采对象均为IV-1 矿体，且在垂向上存在“楼上楼”的关系，其中陕西宏福工贸（集团）有限责任公司水晶沟铅锌矿开采矿体的上部，开采下界为 1497m，凤县福鑫铅锌矿开采矿体的下部，开采上界为 1457m，其间开采安全距离为 40m。

陕西宏福工贸（集团）有限责任公司水晶沟铅锌矿采矿许可证 C6100002012093220127221，矿权范围 1.505km²，采矿标高 1904m 至 1497m，有效期 2016 年 5 月 30 日至 2017 年 5 月 30 日，由于政策原因，水晶沟铅锌矿采矿权未能得到延续，在 2017 年 6 月水晶沟铅锌矿已关闭。

三、矿山开发利用方案概述

本次矿山地质环境保护与土地复垦方案是在《陕西盛福鑫矿业有限责任公司凤县福鑫铅锌矿开发利用方案》（2010 年 11 月）以及建设单位提供的相关资料 and 情况说明的基础上编制而成。《开发利用方案》具体内容简述如下：

（一）矿山规模、开采范围、开采对象

根据西安有色冶金设计研究院 2010 年 11 月编制的《陕西盛福鑫矿业有限责任公

司凤县盛福鑫铅锌矿开发利用方案》内容，矿山建设规模为 100t/d，3.0 万吨/年；开采方式为地下采矿。矿山生产规模小，服务年限短，产品方案为出矿品位为 Pb2.30%，Zn4.39%的铅锌原矿矿石，原矿石外运卖出，不加工生产。

根据开发利用方案设计的主要开采对象为矿区范围内经过资源储量估算并评审备案的IV-1 号矿体；开采对象开采标高为 1457m~1270m。

根据建设单位提供的《陕西省凤县福鑫铅锌矿 2024 年度矿山储量年报》和对矿山调查等相关文件，凤县福鑫铅锌矿矿山保有资源总矿石量为****万吨，根据采矿许可证规划及企业实际生产能力为 3 万吨/年，矿石回采率 95.01%，矿石贫化率 5.20%，经计算矿石剩余服务年限为 4.9 年。

（二）开采方式及方法

1、开采方式

凤县福鑫铅锌矿IV-1 矿体位于凤县东部核桃坝多金属矿床西北部。该区矿体均产于中泥盆统古道岭组（D₂g）地层中，矿体呈层状~似层状，与围岩呈层理整合或基本整合接触，二者界限清晰。为盲矿体，埋藏深度较大；矿体平均厚度 3.02m，矿体平均倾角 68°，属急倾斜薄矿体，因此，采用地下开采方式，为节省投资，降低经济成本，对矿山前期生产中形成的部分巷道进行适当改造后继续使用。

2、开拓运输系统

根据开发利用方案内容：矿山开采对 1295m 以上各中段采用阶段平硐开拓，对深部的 1270m 中段采用盲斜井开拓（见图 1-4）。

1396m、1356m 和 1295m 中段在矿山前期的生产及探矿中已经形成，经改造后继续使用，增加 1270m 中段对深部矿体进行开采。并通过回风天井连接上述各中段巷道，以形成完善的通风系统。

开采时采用自上而下的顺序进行开采，先开采最上部的 1396m 中段，再依次向下逐中段开采。同一矿段内，沿矿体走向方向，自回风井侧向坑口方向后退式回采，根据该矿体产状，结合矿山已有巷道标高、位置，划分的中段高度为 25~61m 共设置有 1396m、1356m、1295m、1270m 四个中段。1396m 中段为整个矿井生产及回风平巷。1396m、1295m 两个中段直通地表，各中段均为阶段平硐，1270m 中段通过盲斜井与 1295m 中段连接，盲斜井坡度 26°，采用串车提升，斜井内设置有人行台阶、防护栏、扶手及躲避硐室。

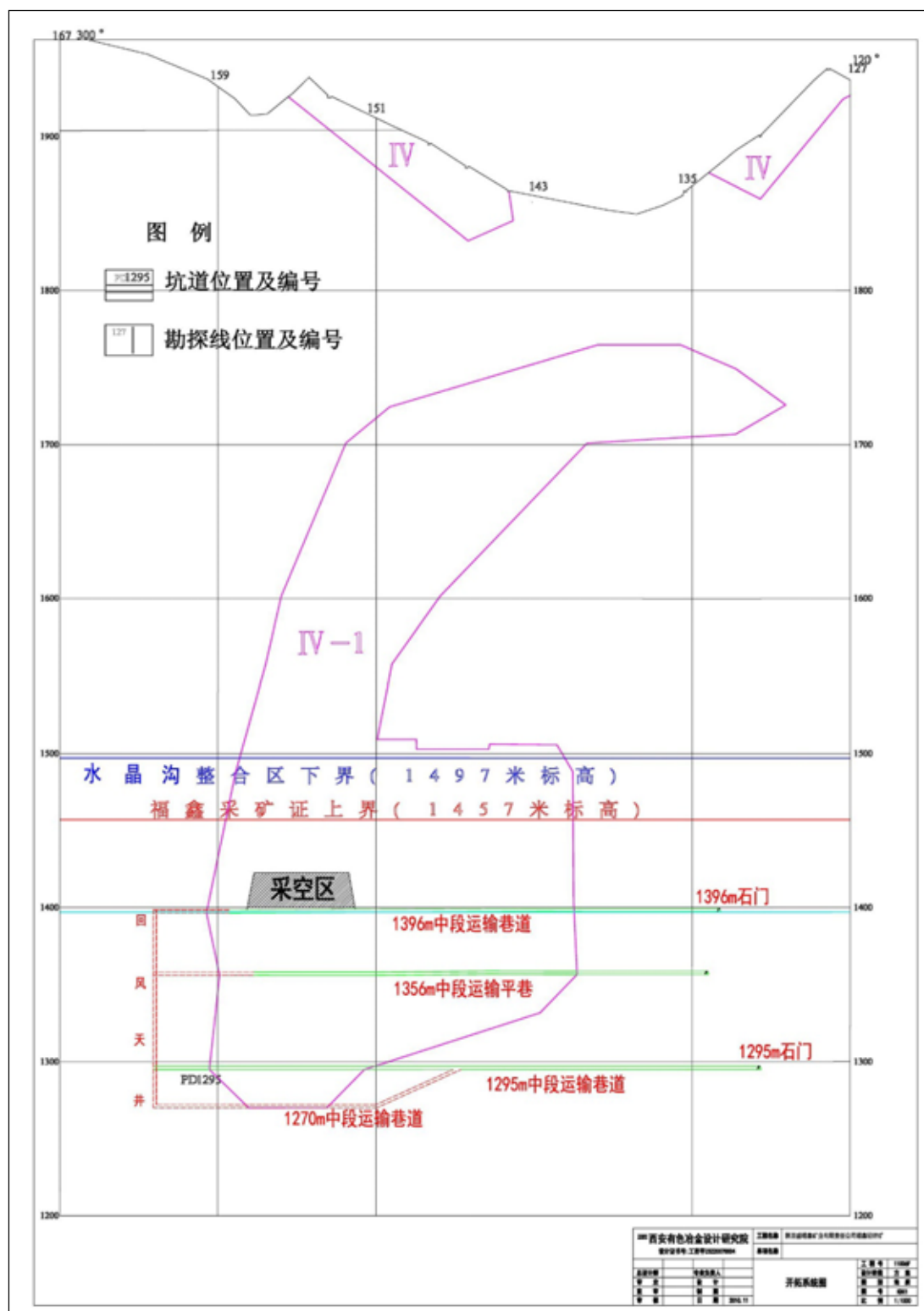


图 1-4 凤县福鑫铅锌矿矿区IV-1 号矿层开拓系统图

该矿生产规模小、运输量少、服务年限短，但上部各中段石门较长，运输距离较长，因此，采用 3t 电机车牵引 YFC0.5—6 翻转式矿车进行坑内运输。1270m 中段矿石量少，运输距离短，采用人推车运输。

1295m 以上各中段采下的矿石装入矿车后直接运出地表，1270m 中段采下的矿石通过盲斜井提升到 1295m 中段，再运出地表。

1295m 以上各中段产生的废石装入矿车后直接运出地表，1270m 中段产生的废石通过盲斜井提升到 1295m 中段，再运出地表。各中段废石运出地表后，先存放在矿山现有的临时转运场，根据生产情况，用汽车运至生产中段的上中段坑口，对生产空区进行干式充填。

3、采矿方法

该矿山采矿方法采用浅孔留矿采矿法。

(1) 矿块构成要素

矿块沿走向布置，采场长为 50m，宽为矿体厚度，高为 25~61m。间柱宽 8m，顶柱高 4m，底柱高 6m。

(2) 采准切割工作

阶段运输平巷布置脉外，矿柱间的天井沿矿体下盘开凿，在其垂直方向上每隔 5m 向两侧掘进联络道，与两侧矿房贯通。在矿房中间掘进一条中央天井，最后掘进切割平巷并将中央天井分成上下两段，上段为充填井，下段为溜矿井。

(3) 回采工艺

回采工作包括凿岩、爆破、通风、出矿、充填、撬顶及平场等工序。

先在矿房底板浇筑 0.25~0.3m 左右的钢筋混凝土垫层，作为电耙扒矿垫层，以减少粉矿损失。切割工作结束后，开始自下而上分层回采，分层高度一般 2~3m，回采与充填交替进行，每采完一层，矿石由溜矿井全部放出，清理后即可进行充填工作，充填料主要来自坑内废石和前期开采的废渣堆，充填后作业面净高保持 2m 左右。每充填完一分层废石浇砌一层 0.2m 厚的混凝土垫层。保养 24 小时即可进行下一循环工作。在浇筑分层垫板同时人工浇筑混凝土隔墙。

(4) 充填系统

将前期开采中产生的废石和新产生的废石破碎到 200mm 以下，用 3t 电机车牵引 YFC0.5—6 翻转式矿车经石门运送到井下，再人推车转运到需充填的采场上部回风巷道，通过充填天井借自重放入采场。

(5) 采场通风

采场爆破后，主要利用矿井总负压通风，部分采场由于距离主扇较远，用局扇进

行辅助通风，以加速采场排烟除尘。

4、回采顺序及首采地段

凤县福鑫铅锌矿与上部的陕西宏福工贸（集团）有限责任公司水晶沟整合区共同开采IV-1号矿体，其中陕西宏福工贸（集团）有限责任公司水晶沟整合区开采底界1497m，凤县福鑫铅锌矿开采上界1457m。为最大限度的确保上部陕西宏福工贸（集团）有限责任公司水晶沟整合区开采时的安全，采用浅孔留矿采矿法对本区矿体进行开采。

开采时采用自上而下的顺序进行开采，先开采最上部的1396m中段，再依次向下逐中段开采。同一矿段内，沿矿体走向方向，自回风井侧向坑口方向后退式回采。

按照确定的回采顺序，首采地段选择在1396m中段西翼靠近回风井侧。

5、方案适用期开采计划

根据矿山实际，结合设计备案的开发利用方案，矿山目前有2个开采平硐，矿山企业将1个作为采矿通道，1个作为通风井。PD1396m以上矿体已全部回采完毕，后期的开采标高为1270~1356m段的矿体，通过PD1295m运出。本方案适用期的开采计划见图1-5。

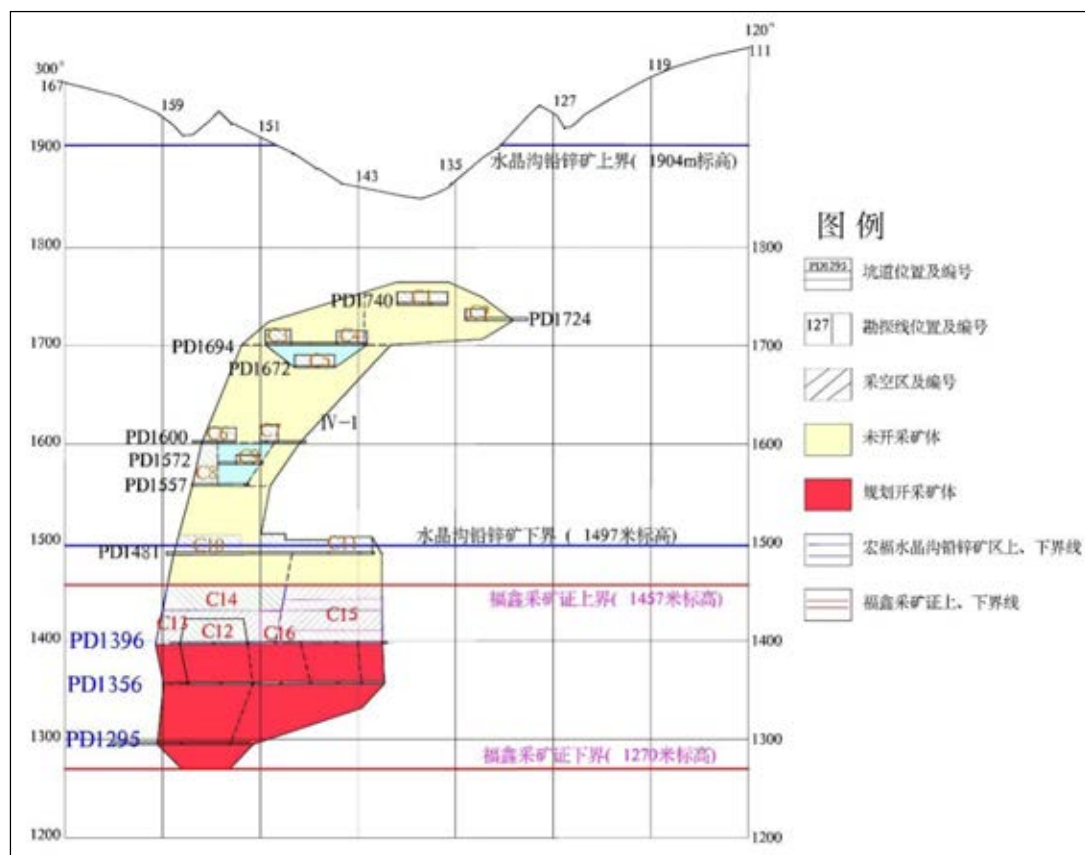


图 1-5 凤县福鑫铅锌矿方案适用期开采计划图

四、矿山开采历史与现状

（一）矿山开采历史情况

1、凤县福鑫铅锌矿

凤县福鑫铅锌矿始建于 2001 年 1 月，采矿权人为凤县福鑫铅锌矿，主要以施工坑道工程进行探矿，2004 年 1 月矿山开始采矿，2007 年停产，2009 年企业内部计划重组，企业名称变更为陕西盛福鑫矿业有限责任公司，但因种种原因，内部重组未成功，因此于 2010 年，企业名称再次变更回凤县福鑫铅锌矿。

由于前期勘探程度较低，2009 年之后，矿山一直在进行探矿工作，未进行生产，也未消耗保有储量。企业 2010~2011 年处于停产状态，2012 年 1 月凤县福鑫铅锌矿恢复生产至今，矿山 1396m 中段及以上矿体已开采结束，1396m 平硐作回风平硐兼第二安全通道，不再进行出矿、废石。矿山断续开采 15 年（开采情况见表 1-2），期间共采出矿石量****万吨，年均采矿石约****万吨。

根据陕西省国土资源厅“陕国土资储备【2010】136 号文评审备案证明”（2009 年 7 月 31 日为估算基准日），矿山资源矿石储量***万吨。

矿山提供的每年矿山开采矿石量见下表。

表 1-2 凤县福鑫铅锌矿开采情况表

年份	开采量（万吨）	剩余储量（万吨）	备注
2010	****	****	停产
2011	****	****	停产
2012	****	****	/
2013	****	****	/
2014	****	****	/
2015	****	****	/
2016	****	****	/
2017	****	****	/
2018	****	****	/
2019	****	****	
2020	****	****	
2021	****	****	
2022	****	****	
2023	****	****	
2024	****	****	
备注	依据资源储量基础报表和公示系统显示的数据综合整理		

（二）矿山生产现状

根据野外现场实际调查，矿山生产全部集中在水晶沟内，其他区域无生产建设设施；矿山现阶段各设施（如空压机房、炸药库等）正常运行，企业正常生产，生产能力能达到 3 万 t/a。矿山采用地下开采方式，近年来在矿区内圈定了IV—1 一个单矿体，目前主要开采 1396m 以下中段。矿山已开拓形成有 2 个平硐（见照片 1-1~1-2），分别为 1396m、1295m 平硐。其中 1396m 平硐已停止采矿，1295m 平硐作为矿山唯一的出矿平硐，1396m 以下中段开采产生的矿石、废石全部由该平硐运出，矿山今后采矿废渣全部堆放在临时转运场。根据《陕西盛福鑫矿业有限责任公司凤县福鑫铅锌矿开发利用方案（工程号 11006F）》（西安有色冶金设计研究院，2010 年 11 月），矿山井下掘进和生产所产生的废石，主要作为充填料填充采空区，生产中产生的废渣堆放于坑口的临时转运场内；矿山将部分废渣堆放在炸药库监控室南侧的水晶沟沟道内，为 FX03 废渣堆，目前矿山企业已将部分废渣外运，沟内剩余堆放量约 4000m³。

目前矿区道路、PD1295 工业场地、临时转运场、矿山炸药库等均已运行多年，矿山供电、通风、供水系统均已形成，PD1396 工业场地除值班室以外，其余建构筑物均已进行了拆除。

现状条件下，凤县福鑫铅锌矿主要矿山地质环境问题为大量废弃矿渣破坏地形地貌景观、压占土地及泥石流地质灾害。

第二章 矿区基础信息

一、矿区自然地理

(一) 气象

矿区位于秦岭南部山区，嘉陵江上游，属典型山地气候特征的暖温带半湿润大陆性季风气候区。气温垂直分带明显，气候温暖湿润，昼夜温差大，随季节变化较大。冬季受西北冷高压控制，寒冷少雨雪，夏季受西南暖低压和西太平洋副热带高压的影响，炎热而多暴雨。

境内多年平均气温 11.5℃；7 月份气温最高，平均气温 21.8℃，1 月份气温最低，平均气温-1.1℃；极端最高气温 37.3℃（1966 年 6 月 21 日、1974 年 7 月 9 日），极端最低气温-16.5℃（1975 年 12 月 15 日）；年平均日照时数 1940.5h；平均初霜始于 10 月 20 日，晚霜终于次年 4 月 14 日，年均无霜期 188d，最多年 227d，最少年 154d；冻土始于 11 月 20 日，解冻期平均在次年 3 月 19 日，最大冻土深度 39cm(1978 年 1 月 23~24 日)，历年冬季最大冻土深度平均为 26cm；年平均结冰期 100d；全年多盛行东风和西南风，年平均风速 1.8m/s；年平均蒸发量 1360mm。

区内降雨在地域上总体表现为嘉陵江两侧河谷区年降雨量大于北部低中山区，最大降雨中心多集中于黄牛铺镇一带。一般北部多于南部、东部多于西部，北部黄牛铺平均降雨量 405.1mm，南部瓦房坝平均降水量 329.0mm，东部平木-坪坎一带平均降水量 270mm，西部双石铺平均降水量 250mm。

区内多年平均降水量 613.2mm，最多年降水量 853.3mm（2024 年）（图 2-1），日最大降水量 226.3mm（2024 年 7 月 20 日）。暴雨(日降水 $\geq 50\text{mm}$)日年平均 0.7d，个别年为 2d，集中于 6~9 月（图 2-2），平均降水 63.4mm；大雨(日降水 $\geq 25\text{mm}$)日年平均 5.3d；中雨(日降水 $\geq 10\text{mm}$)日年平均 18.8d；日降水量 $\geq 0.1\text{mm}$ 的雨日年平均 111.6d，1967 年最多为 138d，1972 年最少为 93d。

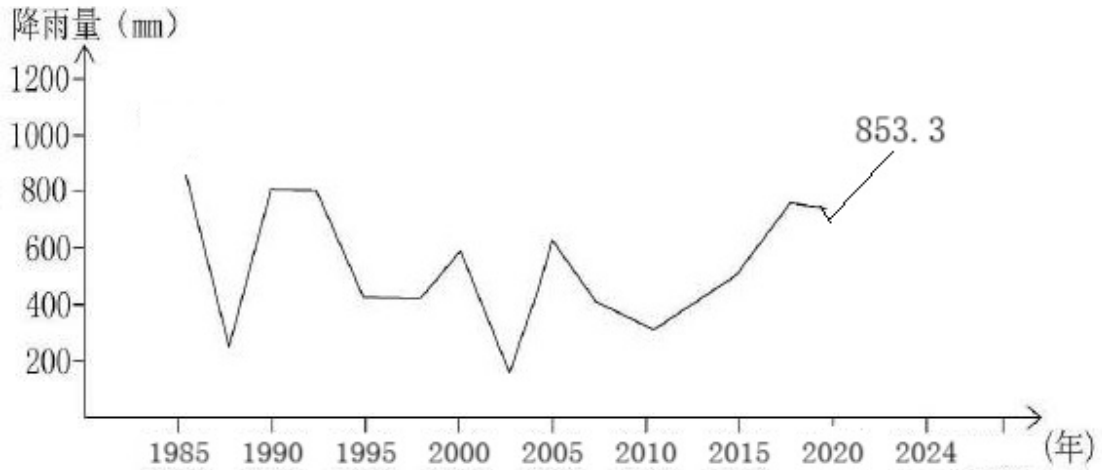


图 2-1 凤县多年平均降雨量曲线图

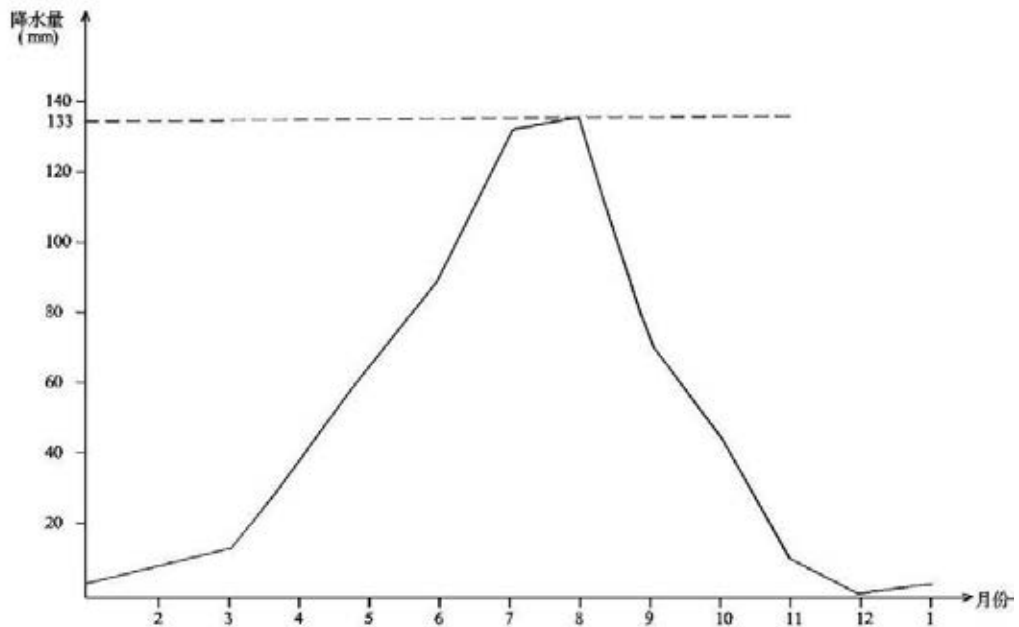


图 2-2 凤县多年月平均降水量曲线图

（二）水文

凤县福鑫铅锌矿矿区地处秦岭南部山区，区内地表水系十分发育，呈树枝状分布，主要地表水系为西河，西河属汉江水系褒河流域，位于矿区以东约 2.5km，其为汉江一级支流，发源于秦岭主峰，全长约 50km，流向自北向南，流量约 $2.5 \sim 3.5 \text{m}^3/\text{s}$ ，在河谷地段呈泉水或渗流形式排泄于地表，参与地表径流。只有少部分渗入地下参与深部循环。由于地形切割深，坡度大、径流短、地下水的排泄条件良好。

凤县福鑫铅锌矿矿区位于西河左岸支沟—水晶沟，水晶沟属于典型“V”字型沟谷，属常流水沟谷，沟谷两侧坡度 $40^\circ \sim 85^\circ$ ，沟道长约 2.37km，平均宽约 25m，汇水面积 2.4758km^2 ，水流量有丰水期和枯水期之分，春冬欠，夏秋丰，流量多在 $5 \sim 20 \text{L/s}$ ，暴

雨时最大洪水流量可达 80L/s。

区域内地表水流量变化同降水量密切相关，属雨水型流量变化特点，水温除季节性变化外，夏季还有日变化规律。地表水雨季以排泄降水为主；平水期、枯水期主要靠地下水补给，维持地表径流。多集中 7-10 月份，季节性沟溪流量小。区域地表水系分布见图 2-3 所示。

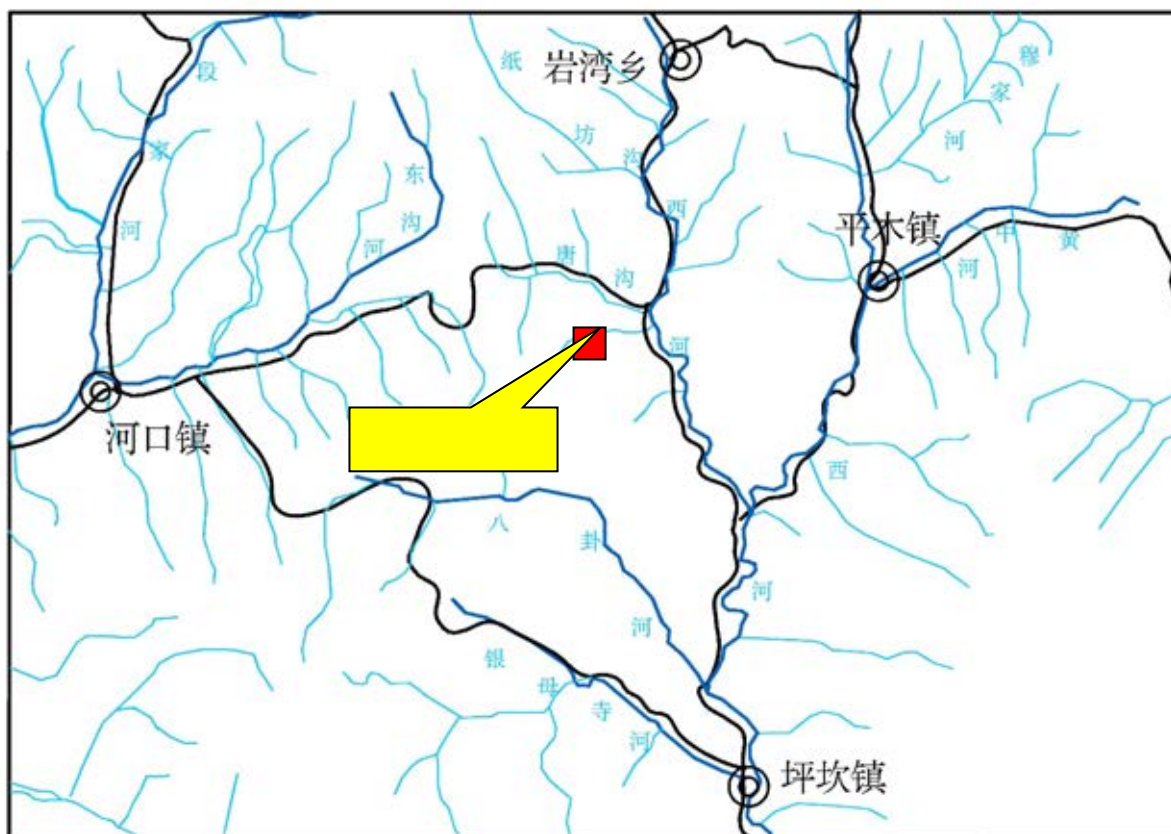


图 2-3 区域地表水系分布图

(三) 地形地貌

矿区属于秦岭南坡山脉中山区，地势西高，东低，侵蚀切割严重，沟谷多呈“V”字型，海拔高度一般 1170m~1800m，相对高差一般在 500m 左右，最大高差为 865m。四周最高主峰为水晶沟脑，海拔 2035m；最低海拔为水晶沟沟口与西河交汇处，海拔 1170m；水晶沟沟内地势较陡峻，地形坡度 35°~55°，相对高差 200~500m，沟谷纵坡降 25.16%，地表植被发育，矿区采矿坑口主要分布在沟道两侧，废渣石沿沟谷堆放，区内沟谷纵横，属深切割中山沟谷地貌（见图 2-4）。第四系残坡积物在千枚岩分布地段和沟谷的坡脚地段较厚，一般厚 1.0~3.5m，在灰岩出露地段较薄，一般 0.2~0.5m，坡面植被发育，为灌木阔（针）叶林覆盖。



照片 2-1 水晶沟中山地形地貌（镜向 220°）

图 2-4 项目区地形地貌简图

（四）植被

根据《陕西盛福鑫矿业有限责任公司凤县福鑫铅锌矿 3 万 t/a 采矿工程环境影响报告书》中，矿区植被类型为秦岭山地落叶阔叶～常绿阔叶混交林带，区内植被茂密，森林覆盖率达 76.5%，植物资源丰富。受地貌、土壤和气候的影响，植被分布具有明显的地域性和垂直性差异。由于人为活动少，植被覆盖较好，地面堆积物较多。林木郁闭度大致为 0.2～0.4，密度在 1500～3500 株/hm² 之间，林下有胡枝子、蔷薇等灌木以及茅草等草本植物，用材林粗生长率 5.54%，年净生长率 1.03%，林分结构不合理，出材率低。由于区内以中、幼龄为主，近成熟林可利用的蓄积量较少。

项目区周边植被主要为森林植被及灌丛植被，其中：森林植被以暖温带松栎混交林为主。项目区周边栎林以栓皮栎、锐齿栎、槲栎为主。松林以油松、华山松、白皮松为主。由于长期人为活动的影响，天然松栎混交林仅见于深山无人区，河谷盆地栽培有榆、杨、槐、柳树等；灌丛植被遍布项目区周边。于海拔 1000～2000 米地带均有分布。主要由多年生禾草和灌木组成，常分布在林线以下，农地以上或与疏林交互存在，其中：海拔 1800～2000 米，灌木主要有绣线菊、六道木、忍冬、蔷薇、金银木、胡颓子、丁香等。草本植物有苔类、蕨类、山棉花、酢浆草、蒿类、禾草等；海拔 1500 米上下，灌木有绣线菊、松花竹、六道木、胡枝子、蔷薇、榛子、小蘗、卫矛、黄栌等。草本植物有蒿类、白草、菅草、霸王草、山棉花、唐松草、蕨类等；海拔 1300 米以下的低山地带，林下分布荆条、狼牙刺、虎榛子等，草本植物有白草、大油芒、菅草、蒿类、紫萼等。灌丛生长茂密，呈片状分布，总盖度 80～95%，对水土保持有积极作用。天然植被林见照片 2-2～2-3。



照片 2-2 1500m 以下植被林（镜向 300°）



照片 2-3 1500m 以上植被林（镜向 130°）

（五）土壤

根据现场调查和收集的相关资料，调查区土壤类型主要为黄棕壤，土壤有机质含

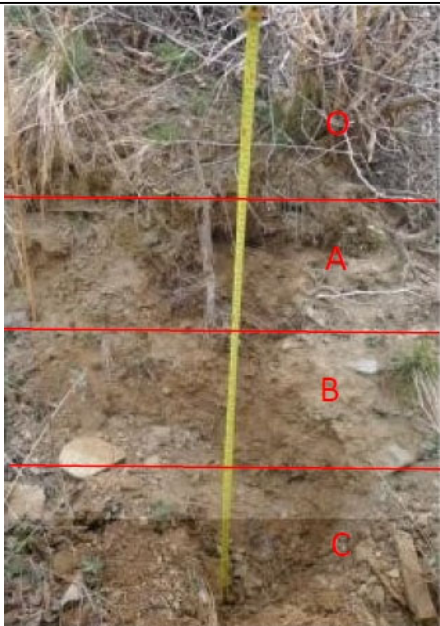
量较高，腐殖质层厚 3~19cm，心土层 5~58cm，表土层有机质含量 5.18%，是较好的林牧业土壤类型。

黄棕壤属山地垂直地带性土壤类型，其成土过程粘化过程，兼有聚积和残积双重粘化作用，以聚积粘化为主，由于气候湿润，水热条件好，土壤呈酸性反应，腐殖质层较厚，属高肥性土壤；主要分布在山坡地带，土壤质地很粗，结构疏松，抗水蚀抗冲击能力差，以残坡积物为主，成土母质为基岩，土壤质地较粗，结构疏松，抗冲蚀能力差。

土层厚度与成土母岩的抗风化能力有关，在灰岩分布地区，岩石抗风化能力较强，山地黄棕壤在坡顶、坡脚和缓坡部位较厚，一般厚 1.0~2.0m，在陡坡段较薄，一般 0.2~0.6m；在千枚岩出露地段，岩石抗风化能力较弱，岩石易风化，形成的山地黄棕壤较厚，一般 0.5~3.0m。

项目及周边地类以工矿用地和林地为主，林地典型土壤剖面见下表 2-1。

表 2-1 项目区内林地黄棕壤土壤剖面

土层	描述	剖面	层厚
O层（有机残落层）	枯枝落叶有机物残体		< 20cm
A层（淋滤层）	风化程度较强，黄褐土、黄棕壤为主，富含有机质		10cm
B层（淀积层）	中度风化，粗骨性黄棕壤为主		20cm
C层（母质层）	中上部风化程度中等，成土条件好，下部岩体完整，强度较高		底部以下

二、矿区地质环境背景

（一）地层岩性

区内出露地层为中泥盆统古道岭组上岩性段（ D_2g_2 ），上泥盆统星红铺组下段（ $D_3x_1^1$ ）。赋矿层位为中泥盆统古道岭组上岩性段（ D_2g_2 ）。

1、中泥盆统古道岭组上岩性段（ D_2g_2 ）

该层为本区主要地层，分布于矿区大部，近东西向展布，纵贯全区。

本岩性段上部为薄层生物碎屑灰岩与薄层（含）炭灰岩互层，层厚 1~10m 不等，多为 2~5m。主要为生物碎屑灰岩、含炭灰岩、大理岩化硅化灰岩、薄层灰岩夹钙质千枚岩。该层顶部为铅锌矿的主要含矿层位。中部薄层灰岩与薄层铁白云质灰岩互层，含少量中厚层结晶灰岩及薄层（含）生物灰岩。下部主要为薄层微晶灰岩，中、厚层结晶灰岩，含少量海百合茎，层孔虫，少量腕足类及珊瑚碎屑化石。该层厚度大于 375m。

2、上泥盆统星红铺组下段（D₃x₁¹）

该层分布在矿区北部，覆盖于古道岭组地层之上，多构成相对平缓的山坡地貌。其上部由浅灰白色铁白云石千枚岩、含绿泥钙质千枚岩组成；下部为浅灰色钙质千枚岩、含碳钙质千枚岩夹薄层含碳灰岩，层厚大于 200m。

3、第四系碎石土（Q）

第四系坡积碎石土（Q₄）：杂色，稍湿，松散-稍密状态，主要由千枚岩碎屑组成，呈棱角状，一般粒径 20~40mm，约占 50%，粒径 40~60mm，约占 20%，分选性较差，含约 10%~15%的粘性土，主要分布于水晶沟沟谷两侧坡面，厚度约 1~3m。



图 2-5 矿区地层综合柱状图

(二) 地质构造

矿区大地构造位置为秦岭地槽西南秦岭海西—印支褶皱带北部之凤县—镇安褶皱束中，地处凤太矿田西南部，秦岭泥盆系层控多金属成矿带中段（见图 2-6）。

矿区基本构造位于长沟~洞沟背斜的核部，长 10km，宽 0.5~1.5km，背斜北西向展布，向东倾伏，其两翼次级褶曲构造发育。

区内主要断裂构造走向为北西向，倾向 20°~45°，倾角 65°~83°，长度约 3~5Km，次级断裂较为发育，走向主要为北东向和北西向，倾角约 60°~75°，其中北东向断裂有反倾现象，长度约 500~1000m。

图 2-6 区域地质构造图

（三）水文地质

1、地下水类型及含水层

评估区内地下水类型包括：松散岩类孔隙水、基岩裂隙水和碳酸盐岩裂隙岩溶水三类。

（1）松散岩类孔隙水：分布于沟谷阶地及斜坡残坡积层中，以潜水为主，含水岩层由砂、卵石、粘土、碎石土等组成，含水层厚 0.5~1.8m。河谷阶地区地下水受地表水影响较大，埋藏浅，水位 0.50~2.00m。残坡积层位的孔隙水，富水性中等~弱，泉水出露少。松散岩类孔隙水主要接受大气降水、地下水、地表水补给，以侧向径流或补给地下水的形式排泄。该类地下水主要分布水晶沟沟谷地带。

（2）基岩裂隙水：分布于评估区的北部，含水岩性主要为星红铺组钙质千枚岩、绢云母千枚岩和变质石英砂岩，岩石仅在风化破碎带和断裂破碎带含少量水，深部不

含水。该类地下水主要由大气降水补给，赋存于岩石的上部风化裂隙带内，沿基岩风化裂隙带、裂隙发育带径流，在陡坎坡脚处常以下降泉和渗水点的形式向沟谷地表排泄。

(3) 碳酸盐岩裂隙岩溶水：分布于评估区南部古道岭组灰岩中，在矿体下盘灰岩中岩溶较发育，含裂隙岩溶水，为矿区主要地下含水层，但一般规模小，含水不均匀，没有较大供给源，只是渗流聚集水。岩溶水主要由大气降水和地下水（松散岩类孔隙水）补给，赋存于岩溶裂隙内，沿裂隙发育带径流，以泉水的形式向沟谷地表排泄。

见图 2-7 凤县福鑫铅锌矿矿区水文地质及 2-8 矿区水文地质剖面图。

2、矿床水文地质特征

凤县盛福鑫铅锌矿矿区位于西河的西岸水晶沟内，矿体允许开采标高为 1457~1270m，都位于本区最低侵蚀基准面 1170m 以上，有利于自然排水，不易遭受地表水的影响。矿区第四系孔隙潜水及风化裂隙潜水，属弱到极弱富水区；碳酸盐岩裂隙岩溶水为中等富水，但一般规模小，含水不均匀，没有较大供给源，只是渗流聚集水，联通性较差，相对密闭，对矿床开采影响不大。隔水层主要由星红铺组千枚岩组成，一般只在风化破碎带和断裂破碎带含少量水，深部不含水。涌水主要来自风化裂隙带及岩溶裂隙水，通过近几年采矿工程观测，矿坑涌水量 $\leq 30\text{m}^3/\text{d}$ ，最小涌水量为 $4\text{m}^3/\text{d}$ 。在其矿体尖灭处进行静水位观测，潜水水位标高 1295.51m，涌水量 0.14 L/s，因此对井下采矿影响不大，坑内积水自然排泄。矿床水文地质勘查类型属基岩裂隙—岩溶裂隙充水为主的水文地质条件简单型矿床。

3、地下水的补给、径流、排泄条件

区内地下水主要靠大气降水补给，降水渗入地下的大部分水多沿基岩风化裂隙带径流，在河谷地段呈泉水或渗流形式排泄于地表，参与地表径流，少部分渗入深部基岩中参与深部地下水循环。区内地下水的补给和径流区基本一致，沟谷为其主要排泄区。由于地形切割深、坡降大、径流短，地下水的排泄条件良好。

4、矿井涌水量

矿坑涌水的主要因素为：大气降水通过含水层进入矿坑，季节性变化较大；古道岭灰岩为本区主要含水层，弱富水性，同时多为矿体下盘，岩石透水性中等，充水量较小。根据矿山 2024 年采矿坑口涌水量监测数据，PD1295 主平硐中最大涌水量 $26.9\text{m}^3/\text{d}$ ，其正常涌水量为 $2.8\text{m}^3/\text{d}$ 。

图 2-7 凤县福鑫铅锌矿矿区水文地质图

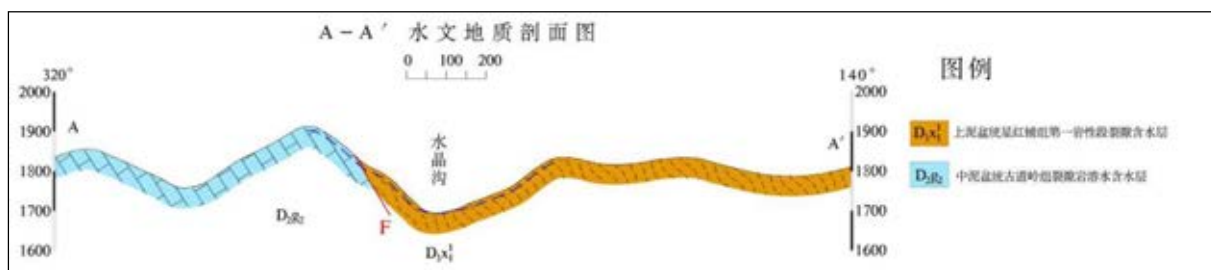


图 2-8 矿区水文地质剖面图

(四) 工程地质

1、矿区岩土体工程地质类型特征及分布

依据岩石颗粒间有无牢固联结将矿区内岩土介质划分为岩体和土体，按岩性结构和强度成因类型，岩体进一步划分为中厚层状坚硬完整碳酸盐岩类，半坚硬完整岩类，松散硬质岩类。土体类型可划分为碎石粉土、粉土类。

(1) 岩体

①块状坚硬灰岩

分布于矿区南部部，呈东西向延展，岩性为中厚层结晶灰岩、含碳生物灰岩等，中厚层结构、块状构造，风化程度弱，节理、裂隙不发育，并多被方解石脉，石英石脉充填。钻探中岩矿芯采取率较高，岩芯呈长柱状，RQD 大于 80%。岩矿石平均裂隙率 0.485%，硬度在中硬—硬，深埋 700~1000m，岩石稳固性较好。

②薄层软弱千枚岩

分布于矿区北部，呈东西向延展，岩性以绿泥石绢云千枚岩、白云质绢云千枚岩、硅质灰岩、白云质灰岩为主。绿泥石绢云千枚岩、白云质绢云千枚岩呈片状、薄层状，具有极为明显的不均一性、各向异性，岩体完整性被破坏，稳定性较差，强度低，岩质软。

③软弱断层破碎带

局部断层形成断层破碎带，岩性以灰岩、千枚岩、断层角砾为主，岩石整体性被破坏，部分岩质坚硬，断层泥等强度低，雨水软化。

(2) 土体

①碎石类土

广泛分布于斜坡地带，主要为第四系残坡积物，土体结构较密实，孔隙度大，承载力低，工程地质性质较差。

②砂卵砾类土

主要为第四系冲洪积物，分布于水晶沟河沟谷中，岩性以卵砾石、粉土、漂石为主，分选差，结构松散，稳定性相对较差，系冲洪积和残坡积相。其特征见表 2-2。

表 2-2 岩土体类型及工程地质特征

岩土体类型	结构类型	岩性及主要工程地质特征	分布范围
块状与层状相间岩石	中厚层状	细晶~微晶灰岩，局部有砂质灰岩、泥质灰岩、碳质灰岩，靠近顶部常出现生物碎屑灰岩。总体完整性好、致密、坚硬、抗风化能力强，局部裂隙处有小溶洞发育。	分布于矿区南部。产于矿体的下盘。
层状软质岩石	千枚状	下部岩性主要为千枚岩，局部为薄层灰岩；上部岩性为绿泥石绢云母千枚岩夹粉砂岩或粉砂质千枚岩。抗风化能力弱、易成碎片状，结构面发育，为隔水层。是地质灾害易发地段。	分布于矿区北部。产于矿体的上盘。
残、坡积及洪积碎石粘性土类	松散结构	以坡积、残积物、冲、洪积砂及砾卵石为主。孔隙度大、含水性强，结合力差、承载力较低。易产生滑坡泥石流等地质灾害。	分布在水晶沟、山体斜坡地带。

2、矿体围岩及顶底板工程地质特征

矿体主要赋存于中泥盆统古道岭灰岩中，容矿岩石主要为微晶石英岩、硅化灰岩等，矿体硅化作用强烈，岩石坚硬，完整性好，宜于开采，无不良地质现象。矿体顶板岩性为含碳钙质千枚岩、铁白云质千枚岩以硬质岩石为主，千枚理发育时偶有层间滑动，沿脉坑道局部产生片帮现象。岩体遇水易软化，长期裸露易碎片化，坑道内有时发生掉块现象，岩石较破碎。岩石抗压强度 15.71~19.34MPa，属较软岩石。

矿体底板岩性为古道岭组薄-中厚层状灰岩，层理发育，节理一般为两组。炭质发育时偶有层间滑动，沿脉坑道局部产生片帮现象，岩石整体较完整。灰岩抗压强度 50.91~81.82MPa，属较坚硬-坚硬岩石。

根据目前生产情况，深部矿体顶板围岩千枚岩未风化，较完整；裂隙、节理不发育，对坑道影响不大；下盘围岩灰岩越向深部岩石越坚硬，完整性越好，裂隙、节理不发育，坑道施工性能良好，坑道内基本不需支护。

综上所述，矿床工程地质条件属中等类型。

（五）矿体地质特征

（1）凤县福鑫铅锌矿

矿区位于凤县东部核桃坝多金属矿床，其中泥盆统古道岭组顶部薄层含炭灰岩夹生物灰岩为主要含矿层位。全区 90% 以上的铅锌矿体均赋存该层位中。

凤县福鑫铅锌矿位于凤县东部核桃坝多金属矿床西北部。该区矿体均产于中泥盆统古道岭组（D₂g₂）地层中，矿体呈层状~似层状，与围岩呈层理整合或基本整合接触，二者界限清晰。矿体受近东西向裂隙充填石英方解石脉控制，地表出露较少，大部分为盲矿体。

IV-1 矿体为一隐伏矿体，呈层状~似层状，最大埋深 218m，最小埋深 85m；控矿标高 1740~1295m，赋矿标高 1765~1277m，延深 526m，沿走向最大控制长度约 320m。矿体产状 12~40°∠65~70°。矿体厚度沿倾向和走向变化较稳定，总体产状 30°∠68°。矿体最小厚度 0.9m，最大厚度 6.1m，平均厚度 3.02m，厚度变化较稳定。

凤县福鑫铅锌矿采矿证内的 IV-1 矿体位于标高 1457~1270m 之间，由 PD1396~PD1295m 坑道工程控制，延深 101m，长度 250m，呈北西向展布。矿体厚度沿倾向和走向变化较稳定，总体产状 30°∠68°。单工程中矿体厚度 0.96~4.76m，平均厚度 2.87m，厚度变化系数 36.07%。采矿证内的 IV-1 矿体埋深大，厚度稳定、矿化均匀。

表 2-3 采矿权范围内主要矿体特征表

矿体编号	走向长度(m)	倾向深度(m)	厚度(m)	总体产状	矿体形态	赋存标高(m)	备注
4			3.32	30°∠60°-70°		1832~1938	
4-1	320	526	2.78	30°∠68°	层状~似层状	1277~1765	
6	30	10	1.7	0°∠70°		1726~1736	
7-1	25	47	1.67	5°∠70°	透镜状	1823~1870	
7-2	26	139	1.67	18°∠70°	透镜状	1693~1740	

2、矿石特征

(1) 矿石矿物成分

项目矿区范围内矿体埋深较大，一直延深到深部，以原生矿为主。其主要金属矿物为闪锌矿、方铅矿，其次为黄铁矿、黄铜矿、磁黄铁矿等。脉石矿物主要为方解石、石英、白云石，次为绢云母、石墨等。

(2) 矿石化学成分

矿石中有工业意义的主要元素为 Pb、Zn，伴生有益元素为 Au、Ag、Cd、Hg；有害元素为 As、Fe。含量均低于综合评定指标。铅锌元素以独立矿物形式存在，铅的主要矿物为方铅矿，少量硫锑铅矿、白铅矿及铅钒；锌的主要矿物为闪锌矿，少量菱锌矿、异极矿。

三、矿区社会经济概况

(一) 凤县

凤县全县总面积 3148 平方公里，耕地面积 45 万亩，其中粮食作物面积 15 万亩；辖 9 镇 66 个行政村，504 个村民小组，9.03 万人口。凤县地下矿产资源十分丰富，地质勘探已发现铅、锌、铜、铁、锑、金等金属和煤、石灰岩、硅石、钠长石、白云石、橄榄石等非金属矿藏 100 多种。其中铅锌矿贮量 350 万吨，约占全省的 80%，是全国四大基地之一；黄金已探明贮量 40 吨，远景储量百吨以上；水泥石灰石 7.79 亿吨，磷灰石 11 亿吨，透灰石 3.5 亿吨，石墨储量丰富，开发前景广阔。主要粮食作物有：小麦、油菜等，其次有玉米、黄豆、高粱、大麦、芝麻、花生和薯类等。2023 年完成地区生产总值 430.31 亿元，同比增长 4.1%；完成地方财政收入 24450 万元，同口径增长 5.22%；完成全社会固定资产投资 267.3 亿元，增长 25.1%；全社会消费品零售总额达

到 21.1 亿元，增长 14%；城乡居民人均可支配收入分别达到 40066 元和 17165 元，增长 4.8%和 8.5%。

（二）河口镇

河口镇地处秦岭腹地，安河、侯家河、洞沟河三水交汇处，昔称“合河口”，后改今名“河口”；位于凤县东北部，距县城 32 公里，东与平木镇相连，南与留凤关镇、坪坎镇交界，西与凤州镇、红花铺镇接壤，北与黄牛铺镇毗邻，总面积 356.3 平方公里。河口于 1985 年 4 月建镇，镇政府驻地河口村，全镇辖 14 个行政村，81 个村民小组，2011 年 07 月岩湾乡并入河口镇，属河口镇人民政府管辖。河口镇资源丰富，投资环境好，政策优惠，开发前景广泛的招商引资项目较多：（1）境内多金属矿床储量大，品位高，黄牛咀尖端山、太阳升白杨沟、河口洞沟、老厂小石沟、陈家岔银洞沟铅锌储量 100 多万吨，矿石平均品位 9%；红山梁、罗泉湾梨树沟磁铁矿地质储量 128.78 万吨，有 16 个矿体，矿石品位 26.23~63.85%。开采前景极为广阔，是招商引资的热点项目。（2）非金属矿，主要有石灰石，分布在河口洞沟、黄牛咀黄牛沟、安河寺苏家沟，储量在 260 万吨以上；无烟煤主要分布在陈家岔村、地质储量大。（3）全镇有草场 13 处 300 多公顷，畜牧养殖资源得天独厚。（4）凤县生态工业观光旅游区暨沙坝自驾游营地、九峰寺、洞沟水库景色秀丽，风光无限，是观光旅游和休闲娱乐的理想之地。

（三）矿区及周边

矿区及周边分布村庄为核桃坝村，附件无居民居住，据调查走访了解，矿区内无居民，上部陕西宏福工贸（集团）有限责任公司水晶沟铅锌矿采矿设施及房屋均已废弃，无人居住；目前，水晶沟内仅剩 2 个生产平硐的工人共计约 20 人，矿山所用人力及食物需从外部输入。矿山企业近 3 年采矿规模较小，年采矿石量约 0.7 万吨，原矿吨销售额取 400 元/吨，经济效益产值约为 280 万元。

矿区通信条件相对较差，移动通信靠有线电话保障矿山生产及生活需要。

四、矿区土地利用现状

根据宝鸡市凤县自然资源局提供的项目区最新三调地类数据，最后更新日期为 2023 年 09 月，并以《土地利用现状分类》（GB/T21010—2017）进行统计，统计结果见表 2-4。从表 2-4 中可见，项目区土地类型以林地和工矿仓储用地为主，次为交通运输用地（见附图 02），边界清楚较易区分。矿区范围内和采矿活动影响范围内均未涉及

基本农田的压占。

表 2-4 凤县福鑫铅锌矿项目区土地利用现状表

一级地类		二级地类		矿区所有利用土地现状面积			
编码	名称	编码	名称	矿权范围内 (hm ²)	矿区外面积 (hm ²)	总面积 (hm ²)	占比 (%)
02	园地	0204	其他 园地		0.3278	0.3278	0.18
03	林地	0301	乔木 林地	85.0402	82.1682	167.2084	93.95
		0305	灌木 林地		0.3030	0.3030	0.17
		0307	其他 林地		0.3362	0.3362	0.19
06	工矿仓 储用地	0602	采矿 用地	3.8798	3.2993	7.1791	4.03
10	交通运 输用地	1003	公路 用地		1.9436	1.9436	1.09
		1006	农村 道路		0.4042	0.4042	0.23
11	水域及 水利设 施用地	1101	河流 水面		0.1136	0.1136	0.06
	未利用 地	1106	内陆 滩涂		0.0503	0.0503	0.03
12	其他土 地	1206	裸土地		0.0606	0.0606	0.04
		1207	裸岩石砾 地		0.0488	0.0488	0.03
合计				88.9200	89.0556	177.9756	100.00

其中：林地二级类为乔木林地、灌木林地和其他林地。乔木林地分布于矿区、水晶沟两侧坡地和其他山地区；矿权范围内面积 85.0402hm^2 ，矿权外影响范围面积 82.1682hm^2 ，总面积 167.2084hm^2 ，占总面积的 93.95%，主要植被类型是以栎类为主；灌木林地，分布在水晶沟沟口处，总面积 0.3362hm^2 ，占总面积的 0.19%；其他林地，分布在炸药库附近，总面积 0.303hm^2 ，占总面积的 0.17%。

工矿仓储用地二级类为采矿用地，沿水晶沟沟脑至沟口从上至下沿沟展布，矿权范围内面积 3.8798hm^2 ，矿权外影响范围面积 3.2993hm^2 ，总面积 7.1791hm^2 ，占总面积的 4.03%。

交通运输用地二级类为农村道路，为顺沟道路，路面平均宽度约 4m；矿权外影响范围面积 0.4042hm²，总面积 0.4042hm²，占总面积的 0.23%。

凤县福鑫铅锌矿矿山评估区各单项工程占地类型及面积见表 2-5。

表 2-5 凤县福鑫铅锌矿矿山各单工程占地类型表

序号	矿山工程	面积 (hm ²)	占地类型
1	PD1295 工业场地	0.0496	林地
		0.4282	工矿仓储用地
2	PD1396 工业场地	0.0386	林地
		0.1062	工矿仓储用地
3	临时转运场	0.3964	工矿仓储用地
4	FX03 废渣堆	0.3631	林地
5	炸药库	0.1275	工矿仓储用地
6	矿山道路	0.2697	交通运输用地
面积合计 (hm ²)		1.7793	

五、矿山及周边其他人类重大工程活动

矿山及周边属于秦岭南部山区，评估区及附近 1km 范围内无大中型水利、电力工程，无铁路、和通讯线路等通过，评估区东侧水晶沟沟口为银昆高速（宝鸡—汉中段）；评估区不属于自然保护区、重要风景区、国家重点保护的历史文物和名胜古迹所在地。区内的人类工程活动主要有修路和探、采矿工程。人类工程活动是引发地质灾害的主要因素之一，本区与地质灾害关系密切的人类工程建设活动主要有：

1、采矿工程废渣随意堆放，破坏环境，影响地貌景观

评估区以往采矿活动频繁，大量的废渣沿水晶沟呈阶梯状堆积，废渣、采矿工业场地、运输道路工程破坏了矿区的地形地貌景观，压占、毁损大量林地，不仅对矿区地质环境和林地资源破坏较严重，而且这些工程还破坏了评估区的地形地貌景观、生态环境，坑口的弃渣堵塞行洪通道，使排洪能力下降，有引发泥石流地质灾害的可能（见照片 2-4~2-5）。



照片 2-4 废渣堆破坏地形地貌（镜向 115°）



照片 2-5 废渣堆破坏地形地貌（镜向 130°）

2、村庄

矿山周边村庄主要为核桃坝村，核桃坝村沿西河分布在水晶沟沟口上游，矿部及工业场地离村子较远，矿山水晶沟沟内及沟口无居民住户分布，PD1295 工业场地离村庄直线约 1.5km。

3、周边其他矿山企业采矿活动

凤县福鑫铅锌矿采矿证东部为凤县柳树沟铅锌矿，东南部为凤县核桃沟铅锌矿，但其各自开采平硐及废渣的堆放均位于不同的沟道内，相互影响作用小。

凤县福鑫铅锌矿（开采标高 1457~1270m）上部为陕西宏福工贸（集团）有限责任公司水晶沟铅锌矿（开采标高 1904~1457m），其投影范围落在陕西宏福工贸（集团）有限责任公司水晶沟铅锌矿范围内，在垂向上存在“楼上楼”的关系（见图 2-9），开采对象均为 IV-1 矿体，其中陕西宏福水晶沟整合区开采矿体的上部，开采下界为 1497m，凤县福鑫铅锌矿开采矿体的下部，开采上界为 1457m，其间开采安全距离为 40m。

凤县福鑫铅锌矿平硐及工业场地、废渣堆分布在水晶沟下游，共 2 个硐口和 2 个工业场地，上部 PD1396 已停止采矿改做通风井用，仅下部 PD1295 正常生产。

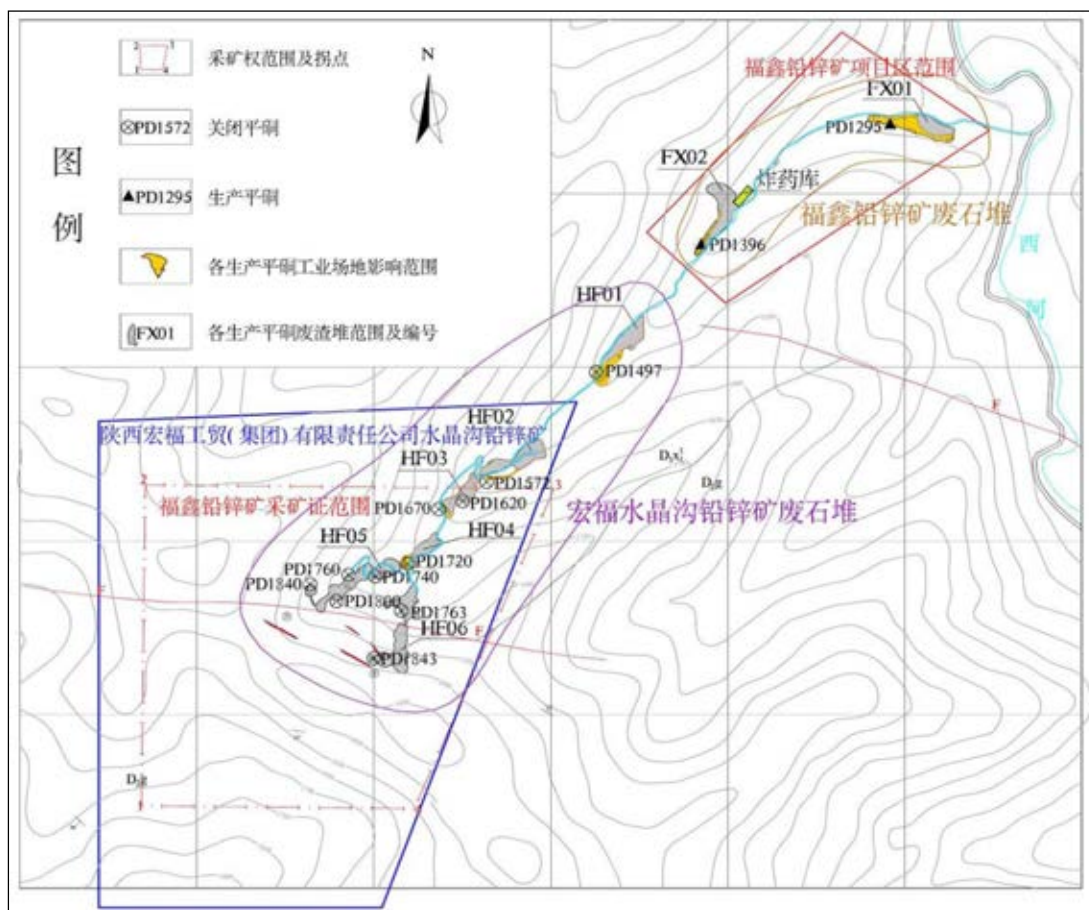


图 2-9 凤县福鑫铅锌矿与宏福水晶沟铅锌矿分布情况

陕西宏福工贸（集团）有限责任公司水晶沟铅锌矿由于位于 1500m 高程以上，依据《陕西省秦岭生态环境保护条例》（自 2019 年 12 月 1 日起施行），海拔 1500 米以上至 2600 米为限制开发区，因此陕西宏福工贸（集团）有限责任公司水晶沟铅锌矿已全部退出，平硐、工业场地和废渣堆由凤县自然资源局负责拆除治理复垦，治理完成后，已通过拦渣坝封闭进山道路（照片 2-6），两家矿山企业治理责任范围清晰，无重叠部分。

综上所述，矿区人类工程活动较强烈，对矿区地质环境及林地资源的破坏严重。



照片2-6 水晶沟区域 1500m 高程以上区域治理后封闭道路的拦渣坝（镜向 215°）

六、矿山及周边矿山地质环境治理与土地复垦案例分析

（一）原《矿山地质环境保护与土地复垦方案》方案概述

2020 年 1 月，宝鸡西北有色七一七总队有限公司编制完成了《凤县福鑫铅锌矿矿山地质环境保护与土地复垦方案》，并通过宝鸡市自然资源和规划局审查，取得了相关批复文件，文号为宝市自然资公告[2020]2 号。根据西安有色冶金设计研究院编制的《陕西盛福鑫矿业有限责任公司凤县福鑫铅锌矿矿山开发利用方案》，结合矿区内当时地质环境现状，原《方案》概述如下：

1、原《方案》中矿区主要的地质环境问题为：废渣堆造成的水晶沟泥石流隐患（NSL01）、两处崩塌（BT1、BT2）、采空区造成的地面塌陷和地面裂缝隐患以及地形地貌景观破坏。提出的恢复治理措施主要采用工程措施、植物措施和地质环境监测相结合的方法。

- （1）地面塌陷隐患区采用设置警示牌、矿井闭坑后坑口封堵等综合治理措施。
- （2）崩塌隐患治理工程治理措施采用清理土石方和设置矮挡墙的工程措施。
- （3）泥石流隐患工程治理措施包括修建拦渣墙和截排水沟（渠）。

(4) 地形地貌景观破坏恢复治理工程：采用工程措施和生物措施，工程措施主要有排水、支挡工程、台面及边坡整治、边坡加固等措施，生物措施主要为场地整平、覆土和绿化工程。

(5) 封堵硐口、废弃建筑物、矿井拆除、恢复工程：对闭坑后废弃的采坑坑口（如 1295m 硐口）、通风井口、中段硐口进行封堵，对废弃的坑口建筑物等设施进行拆除，并由于这些地段仅需要对地面进行整理，依靠生态自然修复功能恢复植被。

2、地质环境监测工程包括：在不同类型区域分别设置 8 个地质环境监测点，其中泥石流（隐患）观测预警点 1 处，崩塌监测点 2 处，变形监测点 3 处，地下水监测点 1 处，地表水质监测点 1 处，地形地貌景观观测覆盖全区。

3、原《治理方案》适用年限为 10 年，矿山地质环境保护和恢复治理工程总费用 205.73 万元，其中生产期各项工程总投资费用 140.97 万元，闭坑期各项工程总投资费用 64.76 万元。原《治理方案》提出的矿山地质环境保护与恢复治理工程见表 2-6。

表 2-6 工程量一览表

治理阶段	编号	工程或费用名称	单位	工程量
生产期（2020 年～2024 年）	1	崩塌治理工程		
	1.1	土石方工程		
	1.1.1	土方清理	m ³	150
	1.2	矮挡墙工程		
	1.2.1	基础开挖	m ³	42
	1.2.2	M7.5 浆砌块石	m ³	174
	1.2.3	砂石反滤层	m ³	18
	1.2.4	PVC 管（φ50）	m	34
	2	水晶沟泥石流 NSL01 防治工程		
	2.1	土石方工程		
	2.1.1	废渣堆削坡减载	m ³	5000
	2.2	拦渣墙工程		
	2.2.1	基础开挖	m ³	75
	2.2.2	M7.5 浆砌块石	m ³	250
	2.2.3	砂石反滤层	m ³	30
	2.2.4	PVC 管（φ50）	m	56
	2.3	截排水渠工程		
	2.3.1	基础开挖	m ³	1028
	2.3.2	M7.5 浆砌片石	m ³	513
	2.3.3	M10 浆砌抹面	m ²	1710
	2.3.4	废渣清理	m ³	120

治理阶段	编号	工程或费用名称	单位	工程量
闭坑期(2025 年～ 2029 年)	3	地面塌陷防治工程		
	3.1	警示牌	块	10
	1	硐口封堵工程		
	1.1	废渣填埋	m ³	125
	1.2	M7.5 浆砌片石	m ³	12.5
	2	建筑物拆除		
	2.1	砖混结构房屋	m ³	600
	2.2	彩钢房	m ²	200

(二) 矿山土地复垦与地质环境治理分析

1、矿山恢复治理工程实施概况

凤县福鑫铅锌矿高度重视矿山地质环境保护与恢复治理工作，在原《方案》审批通过后，根据《方案》中提出的矿区主要地质环境问题：废渣堆造成的水晶沟泥石流隐患、地形地貌景观破坏、道路开挖坡脚引起的崩塌及采空区造成的地面塌陷隐患等，配备相应的人力、物力、财力，以及凤县自然资源局环保绿色矿山的要求，结合自己的资金状况对矿区内的地质环境问题进行了恢复治理。制定出不稳定地质体防治工程、泥石流防治工程、地形地貌景观破坏恢复治理工程等；对废渣堆坡面进行整治、绿化，废渣场坡脚修建了浆砌石挡墙，在 PD1396 至 PD1295 段清理堵塞水晶沟沟道的废渣并修建混凝土排水渠，在下游 PD1295 沟内修建浆砌石排水渠，并对其他区进行了绿化、修整、加固治理等进行综合治理。共投入资金约 205 万元。

(1) 为做好水土保持，防止废渣堆受雨水、洪水冲刷坡脚而诱发泥石流灾害，在 PD1295 废渣堆坡脚修建浆砌石挡墙，同时沿沟道修建排水渠，（见照片 2-7～2-8）。

(2) 由于 PD1396 不再开采出矿，仅当做通风巷道，对 PD1396 废渣堆进行了覆土植树、撒播草籽，栽植的树种为刺槐、洋槐，草种主要为杂草、苜蓿（见照片 2-9～2-10），矿山累积栽植油松 500 余株，撒播草籽 50kg，绿化面积约 3000m²。



照片 2-7 临时转运场坡脚挡墙（镜向 135°）



照片 2-8 混凝土排水渠（镜向 50°）



照片 2-9 FX02 废渣堆坡面乔木植被（镜向 15°）



照片 2-10 FX02 废渣堆草本植被（镜向 245°）

根据原《方案》矿山地质环境保护与恢复工程部署情况，2020～2024 年，凤县福鑫铅锌矿对原方案中地质环境进行了治理恢复，现场调查可知已实施工程治理效果好，适用期五年的工作部署及完成情况对照表详见表 2-7 所示。

表 2-7 适用期任务部署及完成实施情况对照总结一览表

年度	《两案》任务安排		年度计划任务安排	实际完成情况统计	验收情况
2020 年度	矿山地质环境治理工程	1、崩塌 BT01、BT02 治理工程； 2、水晶沟泥石流 NSL01 防治工程； 3、地下采矿引发地面塌陷和地面裂缝防治工程； 4、矿山地质灾害、含水层、水土环境、地貌景观及采空区地表变形监测。	1、崩塌治理工程：完成对崩塌 BT02 的治理工作，完成土方清理 150m ³ ，修建矮挡墙工程 10m； 2、泥石流 NSL01 治理工程：完成土石方工程，废渣堆削坡减载 8000m ³ ，修建拦渣墙工程 100m； 3、地面塌陷防治工程：设置警示牌 10 块； 4、地质环境监测：地质环境变形监测 80 次，地下水观测 10 次，地貌景观监测 10 次；	1、崩塌治理工程：完成对崩塌 BT02 的治理工作，完成土方清理 200m ³ ；修建矮挡墙工程 9.8m； 2、泥石流 NSL01 治理工程：完成土石方工程，废渣堆削坡减载 8000m ³ ，修建拦渣墙工程 98.1m； 3、地面塌陷防治工程：设置警示牌 10 块； 4、地质环境监测：地质环境变形监测 80 次，地下水观测 10 次，地貌景观监测 10 次。	已完成年度验收
	土地复垦工程	1、原地貌地表状况监测； 2、对 PD1396 废渣堆进行土地复垦工程实施及复垦效果监测、管护； 3、对压占损毁土地进行监测，对已复垦的土地进行监测和管护。	1、土地复垦监测和管护：原地貌状况监测 2 次，土地损毁监测 10 次。	1、土地复垦监测：原地貌状况监测 2 次，土地损毁监测 10 次； 2、PD1396 废渣堆土地复垦工程于 2022 年度完成。	已完成年度验收

2021 年度	矿山地质 环境治理 工程	1、矿山地质环境监测。	1、泥石流 NSL01 治理工程：修建拦渣墙工程 80m。截排水渠工程Ⅱ型排水渠 450m； 2、地质环境监测：地质环境变形监测 80 次，地下水观测 10 次，地貌景观监测 10 次。	1、泥石流 NSL01 治理工程：修建拦渣墙工程 78.6m。截排水渠工程Ⅱ型排水渠 450.4m； 2、地质环境监测：地质环境变形监测 80 次，地下水观测 10 次，地貌景观监测 10 次。	已完成 年度验收
	土地复垦 工程	1、对压占损毁土地进行监测，对已复垦的土地进行监测和管护。	1、土地复垦监测和管护：原地表状况监测 2 次，土地损毁监测 30 次。	1、土地复垦监测：原地表状况监测 2 次，土地损毁监测 30 次。	已完成 年度验收
2022 年度	矿山地质 环境治理 工程	1、矿山地质环境监测。	1、崩塌治理工程：完成对崩塌 BT01 的治理工作，修建矮挡墙工程 46.6m； 2、泥石流 NSL01 治理工程：截排水渠工程，修建Ⅱ型排水渠 420.8m； 3、地质环境监测：地质环境变形监测 80 次，地下水观测 10 次，地貌景观监测 10 次；	1、崩塌治理工程：完成对崩塌 BT01 的治理工作，修建矮挡墙工程 46.6m； 2、泥石流 NSL01 治理工程：截排水渠工程：修建Ⅱ型排水渠 420.8m； 3、地质环境监测：地质环境变形监测 80 次，地下水观测 10 次，地貌景观监测 10 次。	已完成 年度验收

	土地复垦工程	1、对压占损毁土地进行监测，对已复垦的土地进行监测和管护。	1、土壤重构工程：表土运输，外购种植土 3000m ³ ，表土覆土 3000m ³ ，场地平整 0.85hm ² ； 2、植被重建工程：乔木种植（刺槐）400 株，撒播草种（紫花苜蓿）0.85hm ² ； 3、土地复垦监测和管护：原地表状况监测 1 次，土地损毁监测 30 次。	1、 土壤重构工程 ：表土运输，外购种植土 3055m ³ ，表土覆土 3055m ³ ，场地平整 0.85hm ² ； 2、 植被重建工程 ：乔木种植（刺槐）400 株，撒播草种（紫花苜蓿）0.85hm ² ； 3、 土地复垦监测 ：原地表状况监测 1 次，土地损毁监测 30 次。	已完成年度验收
2023 年度	矿山地质环境治理工程	1、矿山地质环境监测。	1、矿山地质环境监测 84 点次，水样分析 8 件，地貌地表状况监测 12 次。	1、 地质环境监测 ：地质环境变形监测 12 次，地下水观测 8 次，地貌景观监测 6 次； 说明 ：泥石流 NSL01、崩塌 BT01 和 BT02 治理工程已于 2022 年度全部治理完成，地质环境变形监测频率减少。	已完成年度验收
	土地复垦工程	1、对压占损毁土地进行监测，对已复垦的土地进行监测和管护。	1、土地复垦监测和管护：矿区土地损毁监测 20 次，复垦效果监测 3 次，管护 0.73hm ² 。	1、 土地复垦监测和管护 ：复垦效果监测 30 次，管护面积 0.85hm ² 。	已完成年度验收
2024 年度	矿山地质环境治理工程	1、矿山地质环境监测。	1、矿山地质环境监测：地质环境变形监测 75 点次，地下水监测 20 点次，地表水质监测 5 点次，地貌景观监测 15 点次。	1、 矿山地质环境监测 ：地质环境变形监测 60 点·次，地下水监测 16 点·次，地表水质监测 4 点·次，地形地貌景观监测 12 点·次。	已完成年度验收

	土地复垦工程	1、对压占损毁土地进行监测，对已复垦的土地进行监测和管护。	2、土地复垦监测和管护：原始地貌地表状况监测 5 点·次，矿区土地损毁监测 20 点·次，土壤质量监测 5 点·次，复垦植被效果监测 10 点·次，林草地管护 0.85hm ² 。	1、土地复垦监测和管护：原始地貌地表监测 5 点·次，土地损毁监测 20 点·次；复垦植被效果监测 10 点·次； 说明： 由于生产经营问题，未及时开展第三方委外土壤质量检测工作。 2、PD1396 工业场地废渣堆坡面已复垦林草地管护 0.60hm ² ；PD1295 工业场地废渣堆平台已复垦林草地。	已完成年度验收
--	--------	-------------------------------	---	---	---------

2、适用期验收及基金使用情况

2025年4月16日，通过了宝鸡市自然资源和规划局组织的《原方案》矿山地质环境恢复治理工程适用期验收。根据《原方案》适用期治理工程计划治理总投资费用结果，凤县福鑫铅锌矿2020-2024年度应提取基金140.97万元。2020-2024年度实际提取基金168.625万元，使用基金156.60万元，基金账户余额为12.69万元（含利息）。基金账户流水如下：

1、提取情况：

2020年01月16日，提取基金3.00万元；

2022年03月14日，提取基金136.00万元；

2023年04月18日，提取基金0.35万元；

2023年07月20日，提取基金0.275万元；

2023年12月16日，提取基金18.00万元；

2025年3月27日，提取基金11.00万元；

累计提取基金168.625万元。

2、使用情况：

2024年01月17日，使用基金156.6万元；

累计使用基金156.6万元。

3、账户余额：12.69万元（含利息）。

（三）周边矿山地质环境与土地复垦治理分析

本区位于秦岭南坡山脉中山区，因其独特的地质条件使区内铅锌矿产资源相当丰富。凤县北倚秦岭山脊，南接紫柏山，地势复杂，地质环境条件较差，地质灾害较发育，多年来不合理的工程活动如切坡、建房，以及铅锌矿采矿建设等，降低了地质体的稳定性，诱发了部分地质灾害的发生。

本区易发生滑坡、崩塌、地面塌陷等地质灾害，对于不同的灾害类型，宜采用恰当的预防治理措施，针对人工切坡造成的土质崩塌，有条件下放坡处理比锚喷支护更加经济合理，对于岩质崩塌，根据崩塌的规模以及危害性，可以选择清理坡面并进行挂网或者修建挡墙进行支挡处理；矿山进行地下井巷开采，易引发地面塌陷及伴生地裂缝，针对地面塌陷及地裂缝，需要分批次进行回填；地下矿体开采会对部分含水层的结构造成破坏，造成地下水位的下降，含水层疏干或半疏干，对地下含水层造成一

定影响，宜对其进行监测处理，防止破坏范围增大；矿山开采及地面建设将会影响到原生地形地貌，宜对受破坏地形地貌进行复垦处理；采矿活动所排放的废水废渣等容易导致水土环境破坏，需要对废水废渣进行合理排放，防治破坏范围扩大。

1、西北有色二里河矿业地质环境综合治理项目

周边矿山土地复垦与地质环境治理对比分析对象本篇选取了二里河铅锌矿，该矿山地质环境条件与福鑫铅锌矿类似，存在的地质环境问题和土地损毁情况类似，同样存在泥石流沟 1 处，土地损毁以废石场为主，总损毁面积约 20000m²，具可类比及可借鉴性。

(1) 泥石流沟的治理：重点治理物源区硐口无序堆渣及沟道排水梳理，主要采用废渣清运+浆砌石排水沟砌筑+砼截水沟砌筑+分级刷坡+坡底拦挡拦渣墙+表土回覆+撒播草籽的治理措施，通过了项目验收，消除了该泥石流隐患，治理效果好，可供借鉴。

(2) 土地复垦：土地复垦以废石场和公生活区道路边缘斜坡的绿化等为主，按土地复垦标准进行了坡面覆土，既消除了不稳定地质体隐患，又恢复了地形地貌景观，治理效果好，可供借鉴。



照片 2-11 泥石流隐患治理效果



照片 2-12 办公区周边道路复垦效果



照片 2-13 废石场复垦工程效果



照片 2-14 道路边缘斜坡绿化效果

（四）已有治理和复垦工程借鉴价值

凤县福鑫铅锌矿及周边同类型矿山经过多年的实践，摸索出了适合本地实际的矿山地质环境治理与土地复垦经验，经过类比分析，总结出以下针对本矿山治理工作切实可行的矿山地质环境与土地复垦经验：

（1）坚持“边生产，边治理，边复垦”，将地质环境治理与土地复垦纳入生产环节，最大限度地减少矿产资源开采对环境的破坏。

（2）对废石场要遵循“先拦后弃”的原则，先修筑挡土墙、截排水沟等工程措施然后进行覆土绿化。

（3）形成的堆渣有条件下首先进行放坡处理，再修建拦渣墙+坡面修整+截排水渠+草籽绿化的方式进行治理。

（4）复垦工程应因地制宜，充分体现公众参与，确定复垦地类目标。

（5）地质环境治理工程和土地复垦工程应配套系统的地质环境、土壤监测及管护工程，保障工作量及相关经费的支持，预警、预防灾害隐患的发生，保障土地复垦绩效指标的达成。

第三章 矿山地质环境影响和土地损毁评估

一、矿山地质环境与土地资源调查概述

收到委托后，项目组就开始了搜集资料、编写工作计划，初步拟定矿山地质环境恢复治理及土地复垦的方向、目标、初步技术方案。

（一）矿山地质环境调查概述

项目组于 2025 年 3 月 27 日-31 日、2025 年 4 月 3 日-5 日先后赴野外现场进行调查和收集相关资料，本次调查采取现场调查与访问相结合的形式，实际调查了矿区自然地理、社会经济、土壤、生物资源多样性以及地质灾害分布特征、地形地貌景观、地下水污染、土地利用、土地损毁等情况，挖掘了土壤剖面，采集了土壤样品，填写了地质环境现状调查表。调查过程中，实地测量、定位拍照和记录，走访矿区周边村庄，发放公众参与调查表。

（二）土地资源调查概述

现场调查主要收集了项目区基本自然概况资料、社会经济状况资料，对矿山已损毁土地、已复垦土地和拟损毁土地的土地利用现状、植被生长状况进行了调查，并在现场调查中采集了调查区典型地形地貌、不同植被类型、基础设施、土壤剖面等影像、照片资料。通过走访村民、发放了调查问卷等形式，广泛征集矿区受众（包括矿山企业）对矿山地质环境治理、土地复垦利用意愿及建议。

2025 年 5 月 19 日，完成了室内资料整理和方案编制工作，编制《凤县福鑫铅锌矿矿山地质环境保护与土地复垦方案》（以下简称《方案》）1 份，附图 6 张。本次野外调查工作共完成地质路线调查 2.3km，地质环境调查点 7 处，土壤剖面 1 处，发放公众调查表 20 份，搜集各类资料 10 份，拍摄照片 55 张，影像 2.3 分钟。

二、矿山地质环境影响评估

（一）评估范围和级别

1、评估范围

按照《矿山地质环境保护与恢复治理方案编制规范》（DZ/T0223-2011）（以下均简称《编制规范》）的有关要求，以及《地质灾害危险性评估规范》（GB/T40112-2021）

规定，评估范围包括矿山用地范围、矿业活动影响范围和可能影响矿业活动的不良地质因素存在范围。

评估区范围确定：矿山地质环境影响评估区主要包括采矿许可证范围和采矿活动可能影响的范围。具体应包括如下地段。

- (1) 采矿许可证范围；
- (2) 矿山工程建设场地；如采矿工业场地及临时转运场、矿山道路、炸药库等；
- (3) 矿山地面工程活动可能造成地形地貌景观、地质遗迹、人文景观破坏和土地资源压占、破坏范围及其影响区。
- (4) 矿山地下开采可能造成地面变形范围（根据地表岩石移动范围确定），地下含水层破坏、疏干、水位下降、水质变化范围及其影响区。
- (5) 矿山工程活动引发的不稳定地质体、泥石流隐患等的发育区和影响区。

根据以上原则，综合矿区地形地貌、建设工程布局、矿体特征及矿山开采方式等因素，确定本次矿山地质环境影响评估范围。

评估区范围：本次评估区范围是在矿山建设工程场地和采矿权范围基础上适当外延，分南北两片，南片主要包含采矿许可证范围及其外围部分，由 4 个拐点围成，面积 140.39hm²；北片以 1396、1295 工业场地等矿山建设工程场地向两侧延伸至矿山道路切坡影响范围，由 6 个拐点围成，面积 37.58hm²；评估区总面积 177.98hm²。评估区范围详见附图 1，评估区范围拐点坐标见表 3-1。与原方案相比，评估区范围减少了 7.61hm²，减少的范围为原陕西宏福工贸（集团）有限责任公司水晶沟铅锌矿矿区生产建设区。

表 3-1 评估区拐点坐标表

片区	坐标拐点	2000 国家大地坐标系	
		X 坐标	Y 坐标
**	*	*****	*****
	*	*****	*****
	*	*****	*****
	*	*****	*****
**	*	*****	*****
	*	*****	*****
	*	*****	*****

	*	*****	*****
	*	*****	*****
	*	*****	*****

矿山地质环境影响评估调查区的范围包括矿山地质环境影响评估区和对评估区地质环境可能造成破坏或影响的区域（如周边采矿和人类工程分布区等）。

调查区范围：矿山地质环境影响评估调查区的范围包括矿山地质环境影响评估区和对评估区地质环境可能造成破坏或影响的区域。本次矿山地质环境调查区范围分南、北两侧，在评估区的基础上适当外扩划定，对东西两侧斜坡地带，调查界线扩展至第一分水岭，西侧至水晶沟梁顶，东至水晶沟沟口与西河交汇处。调查区总面积 315.83hm²。

2、评估级别

按照《矿山地质环境保护与恢复治理方案编制规范》（DZ/T0223—2011）之规定，矿山地质环境影响评估级别应根据评估区重要程度、矿山生产建设规模、矿山地质环境条件复杂程度综合确定。

（1）评估区重要程度

评估区位于秦岭南坡中山区，开采标高在 1457m~1270m 之间，属于秦岭生态环境保护条例中规定的适度开发区。评估区内无居住人口，上部为陕西宏福工贸（集团）有限责任公司水晶沟铅锌矿矿区已停产关闭，无工作人员居住；下部为凤县福鑫铅锌矿矿山生产工作人员约 20 人。评估区东侧水晶沟沟口有银昆高速（宝鸡—汉中段），评估区除矿山开采设施外，无其他工业设施，其余地段均为采矿修建道路，无需要保护的地质遗迹、人文景观、自然保护区及旅游景点，无重要水源地。评估区内无耕地，矿山运矿道路、废渣堆和采矿工程共侵占林地面积 0.4513hm²。根据《编制规范》附录 B.1 和“陕西省秦岭生态环境保护条例”综合分析（表 3-2），评估区重要程度属**重要区**。

表 3-2 评估区重要程度分级表

重要区	较重要区	较轻区	评估区	重要程度	结论
1.分布有 500 人以上的居民集中居住区；	1.分布有 200~500 人以上的居民集中居住区；	1.居民居住分散，居民集中居住区人口在 200 人以下；	区内居民点零散分布，总人数约 20 人	较轻区	重要区
2.分布有高速公路、一级公路、铁	2.分布有二级公路、小型水利、电	2.无重要交通要道或建筑设施；	银昆高速从矿区东侧沟	重要区	

重要区	较重要区	较轻区	评估区	重要程度	结论
路、中型以上水利、电力工程及其他重要建筑设施；	力工程或其他较重要建筑设施；		口穿过		
3.矿区紧邻国家自然保护区（含地质公园、风景名胜区分等）或重要旅游景点；	3.紧邻省级、县级自然保护区或重要旅游景区（点）；	3.远离各级自然保护区及旅游景区（点）；	属于秦岭生态环境保护条例中规定的限制开发区下缘	较重要区	
4.有重要水源地；	4.有较重要水源地；	4.无较重要水源地；	无重要水源地	较轻区	
5.破坏耕地、园地。	5.破坏林地、草地。	5.破坏其他类型土地。	废渣堆占用林地	较重要区	

（2）矿山生产建设规模

据《开发利用方案》，凤县福鑫铅锌矿采矿设计规模为 3.0×10^4 吨/年，按照《矿山地质环境保护与恢复治理方案编制规范》（DZ/T 0223—2011）附录 D 矿山生产建设规模分类，矿山生产建设规模为小型，见表 3-3。

表 3-3 矿山生产建设规模分类一览表

矿种类型	计量单位	年生产量			备注
		大型	中型	小型	
铅	万吨	≥ 100	100~30	< 30	矿石
锌	万吨	≥ 100	100~30	< 30	矿石

（3）地质环境条件复杂程度

依据地下水、矿床围岩与地质构造、地质灾害、采空区、地形地貌情况，按照《编制规范》附录 C 表 C.1 列出上述条件的复杂程度，依据就高不就低的原则，确定评估区的地质环境条件复杂程度为复杂（表 3-4）。

表 3-4 地下开采矿山地质环境条件复杂程度分级表

确定因素	评估区情况	复杂程度	结论
地下水	评估区内无大的地表水，地下水相对贫乏，主要开采矿段目前大部分位于当地侵蚀基准面以上。采矿坑道的最大涌水量为 $\leq 30\text{m}^3/\text{d}$ 。矿床地质类型属基岩裂隙-岩溶裂隙充水为主的水文地质条件简单型矿床，地下采矿和疏干排水导致矿区周围主要充水含水层破坏的可能性小。	简单	复杂
矿床围岩与工业场地	矿床围岩主要为含碳灰岩、生物灰岩，属坚硬—半坚硬岩石，围岩完整程度属完整—较完整，稳固性较好。在矿体和下盘灰岩中掘进的坑道不需支护，故矿床工程地质条件简单，矿山工程场地地基稳定性好。	简单	

地质构造	本区没有发现规模较大的斜断层，仅在深部坑道中发现一些规模较小的斜断层，对采矿活动影响小。	简单	
地质灾害	现状条件下矿区采矿废渣堆积量较大，为水晶沟泥石流的发生提供了丰富的物源，危害性中等。	复杂	
采空区	评估区矿山开采多年，存在“楼上楼”开采，上部形成的采空区面积较大。	复杂	
地形地貌	评估区位于秦岭山脉南麓，属中山侵蚀地貌，微地貌形态复杂，一般高差 500m 左右。地形坡度 35~65°，相对高差较大，地形起伏变化较大，地面倾向与岩层倾向多为斜交关系。	复杂	

综上所述，矿山生产建设规模为小型，评估区重要程度为重要区，地质环境条件复杂程度属复杂。根据《编制规范》附录 A.1，确定凤县福鑫铅锌矿矿山地质环境影响评估级别为一级，与原方案评估级别一致。见表 3-5。

表 3-5 矿山地质环境影响评估级别分级表

评估区 重要程度	矿山生产 建设规模	地质环境条件复杂程度		
		复杂	中等	简单
重要区	大型	一级	一级	一级
	中型	一级	一级	一级
	小型	一级	一级	二级
较重要区	大型	一级	一级	一级
	中型	一级	二级	二级
	小型	一级	二级	三级
一般区	大型	一级	二级	二级
	中型	一级	二级	三级
	小型	二级	三级	三级

（二）矿山地质稳定性现状分析与预测

1、矿山地质灾害现状评估

地质灾害危险性现状评估，按照《矿山地质环境保护与恢复治理方案编制规范》(DZ/T0223-2011)附录 E 的评估标准和《地质灾害危险性评估规范》(DZ/T 0286-2015)的规定进行。根据《陕西宝鸡市凤县地质灾害详细调查报告》中附图凤县地质灾害分布及易发程度分区图，评估区地质灾害易发程度为高易发区；本次现场调查确认 1 处泥石流地质灾害点，即水晶沟泥石流隐患 NSL01，属于上一期《方案》需治理的地质灾害隐患点，同时在《详查报告》中为在册隐患点（在册统一编号 6103302000000803，野外编号 FX-163，因水晶沟内采矿废渣堆积而成，弃渣肆意堆放严重破坏植被；该泥石流沟物源区为陕西宏福工贸（集团）有限责任公司水晶沟铅锌矿沿沟堆积的废弃渣

堆，该矿于 2016 年退出，2017 年 6 月已全部关闭停产，随后凤县自然资源局负责对该矿的废弃渣堆进行了工程治理和土地复垦，在两矿区地面设施的交接部位修建拦渣坝，对水晶沟泥石流的物源区进行了工程治理，有效的减少了水晶沟泥石流上游形成区的物源；福鑫铅锌矿矿山生产区域位于水晶沟中下游泥石流的流通区和堆积区，上期两案适用期内，对该矿的两处废渣堆进行了相应的治理，FX01 废渣堆在渣堆坡脚修建拦渣墙和排水沟，通过年度验收后，矿山企业将 FX01 废渣堆整平和修筑后，转成临时转运场（见照片 3-1~3-2），FX02 废渣堆对渣堆坡面进行整理放坡后，覆土复绿，并在渣堆坡脚修建有排水沟（见照片 3-3~3-4），沟道内排水渠相对较完善。



照片 3-1 临时转运场坡脚挡墙（镜向 165°）



照片 3-2 临时转运场对面挡墙（镜向 350°）



照片 3-3 场地排水沟（镜向 85°）



照片 3-4 FX02 坡脚排水沟（镜向 40°）

据野外现场实地调查，矿山现阶段处于正常生产阶段，在评估区内未发现采空区塌陷、地面沉降、地裂缝等地质灾害；评估区内由于场地建设已经完成，目前建设规模能够满足矿山正常生产，不需再增加新的矿山建筑设施，故未发现临山侧有不稳定地质体发育；本矿区内共分布废渣堆 2 处，因此，现状条件下矿山存在的主要矿山地质环境问题为福鑫铅锌矿矿山采矿所产生的 2 处废渣堆形成的泥石流隐患。

本次调查评估区内共发现地质灾害点 1 处，即水晶沟泥石流隐患 NSL01，对地质灾害现状评估如下：

（1）水晶沟泥石流隐患 NSL01

1) 基本特征

水晶沟为西河左岸支沟。沟道长约 2.37km，平均宽约 25m，汇水面积 2.4758km²，沟道平均比降 25.16%。沟谷水流量有丰水期和枯水期之分，春冬小，夏秋丰，流量多在 5~20L/s，暴雨时最大洪水位约 0.5m。沟口扇形地不发育，漂、卵石少见。

水晶沟沟道多呈“V”型，两侧斜坡陡峭，斜坡坡度 40°~55°，局部 70°。坡面植被以灌木和杂草为主，覆盖率达 70%以上；第四系覆盖层在陡坡地段相对较薄，一般 0.2~0.8m；在缓坡和沟谷地段相对较厚，一般 1.5~8m。沟内无耕地和住户。

水晶沟上游汇水面积大（上游汇水面积 1.1764km²），两侧沟谷斜坡陡峭，汇水快；沟谷中堆积矿山生产的大量采矿废渣堆，根据现场调查，水晶沟道福鑫矿区目前共分布有 2 处废渣堆（废渣堆特征见表 3-6），总体积约 1.2 万 m³，占地面积 1.0941hm²，沟内 FX03 废渣堆堵塞行洪通道，具有形成泥石流的物源条件，在极端强降水时，有引发泥石流灾害的危险，威胁矿工、采矿设施和矿山道路的安全（见图 3-1）。

2) 以往灾情及威胁对象

该沟以往未发生过泥石流灾害，但其具备形成泥石流的物源和降水条件（凤县最大日降水量达 226.3mm），属潜在泥石流隐患沟。

诱发因素：暴雨。

危及对象包括：采矿设施和矿山道路的安全，潜在经济损失超过 100 万元，威胁 PD1295 矿山生产工人约 20 人，依据《泥石流灾害防治工程勘查规范》（DZ/T 0220—2006），其潜在危险性等级为小型。

表 3-6 废石废渣堆特征一览表

编号	废渣堆位置	废渣堆特征	现场照片
FX02	PD1396	堆积在水晶沟北侧，废渣长约 130m，宽约 10~50 m，厚约 0.5~2m 不等，坡度 37°，坡脚堆积较厚，坡体局部堆积薄，影响面积约 7300m ² ，废渣堆方量约 8000m ³ 。该废渣堆已在上期两案适用期内进行了治理和复垦。	 照片 3-5（镜向 120°）
FX03	炸药库监测室南侧沟道	堆积在水晶沟沟道内，废渣长约 60m，宽 10~15m，厚约 5m，已将沟道填满，废渣堆方量约 4000m ³ ，该废渣堆为本期两案内新增废渣堆。	 照片 3-6（镜向 60°）

3）易发程度及危险性评估

按照《地质灾害危险性评估规范》（GB/T40112-2021），水晶沟属于一条中型泥石流隐患沟。根据附录表 8“泥石流发育程度量化评分及评判等级标准”，对该泥石流沟进行量化评分（见表 3-7）和综合判别，该沟发生泥石流的发育程度数量化综合评分值为 84，属弱发育。

该沟在特大暴雨时有发生泥石流灾害的可能，威胁水晶沟下游生产矿山企业工人约 20 人，工业场地内的采矿设施、运输道路等经济损失超过 100 万元。根据表 15 地质灾害危害程度分级表，水晶沟泥石流危害程度为中等。

综合以上分析，水晶沟泥石流隐患现状评估结果为：水晶沟泥石流隐患（NSL01）发育程度为弱发育，危害程度大，现状条件下危险性中等。

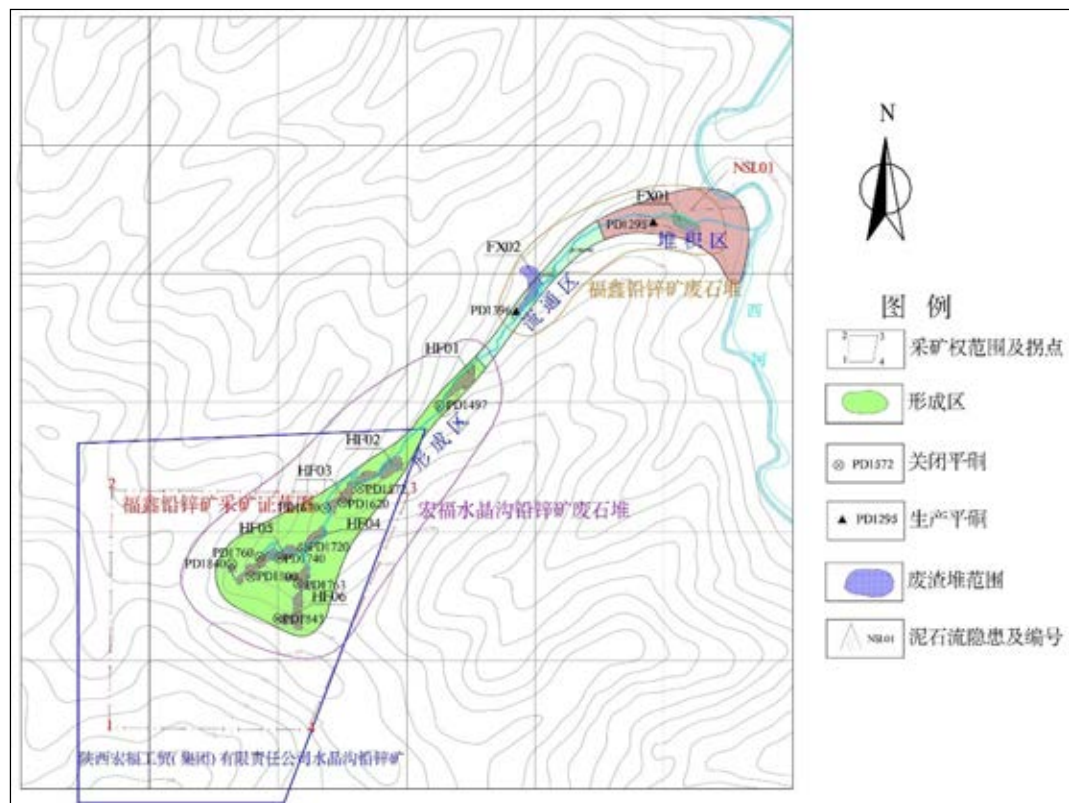


图 3-1 水晶沟泥石流隐患示意图

表 3-7 水晶沟泥石流发育程度量化评分及评判等级标准表

序号	影响因素	量 级 划 分								水晶沟泥石流
		强发育 (A)	得分	中等发育 (B)	得分	弱发育 (C)	得分	不易发 (D)	得分	
1	崩坍、滑坡及水土流失 (自然与人为活动的) 严重程度	崩坍、滑坡等重力侵蚀严重, 多层滑坡和大型崩坍, 表土疏松, 冲沟十分发育	21	崩坍、滑坡发育, 多层滑坡和中小型崩坍, 有零星植被覆盖, 冲沟十分发育	16	有零星崩坍、滑坡和冲沟存在	12	无零星崩坍、滑坡、冲沟或轻微	1	12
2	泥砂沿程补给长度比	≥60%	16	<60%~30%	12	<30%~10%	8	<10%	1	12
3	沟口泥石流堆积活动程度	主河河形弯曲或堵塞, 主流受挤压偏移	14	主河河形无较大变化, 仅主流受迫偏移	11	主河河形无变化, 主流在高水位时偏, 低水位时不偏	7	主河河形无变化, 主流不偏	1	7
4	河沟纵坡	≥21.3%	12	<21.3%~10.5%	9	<10.5%~5.2%	6	<5.2%	1	12
5	区域构造影响程度	强抬升区, 6 级以上地震区, 断层破碎带	9	抬升区, 4-6 级以上地震区, 有中小支断层	7	相对稳定区, 4 级以下地震区, 有小断层	5	沉降区, 构造影响小或无影响	1	9
6	流域植被覆盖率	<10%	9	10%~<30%	7	30%~<60%	5	≥60%	1	1
7	河沟近期一次变幅	≥2.0m	8	<2.0m~1.0m	6	<1.0m~0.2m	4	<0.2m	1	1
8	岩性影响	软岩、黄土	6	软硬相间	5	风化强烈和节理发育的硬岩	4	硬岩	1	1
9	沿沟松散物储量(10 ⁴ m ³ /km ²)	≥10	6	<10~5	5	<5~1	4	<1	1	4
10	沟岸山坡坡度	≥32°	6	<32°~25°	5	<25°~15°	4	<15°	1	6
11	产沙区沟槽横断面	V 型、U 型谷、谷中谷	5	宽 U 谷	4	复式断面	3	平坦型	1	5
12	产沙区松散物平均厚度	≥10m	5	<10m~5m	4	<5m~1m	3	<1m	1	3
13	流域面积	0.2km ² ~<5km ²	5	5km ² ~<10km ²	4	0.2km ² 以下, 10km ² ~<100km ²	3	≥100km ²	1	5
14	流域相对高差	≥500m	4	<500m~300m	3	<300m~100m	2	<100m	1	3
15	河沟堵塞程度	严重	4	中等	3	轻微	2	无	1	3

评判等级标准	综合得分	116~130	87~115	<86	84
	发育程度等级	强发育	中等发育	弱发育	弱发育

2、矿山地质稳定性预测评估

地质灾害危险性预测评估包括建设工程本身可能遭受的地质灾害预测评估，以及工程建设和运行过程中可能引发地质灾害的危险性预测评估。随着矿山建设工程的运行和采矿活动的持续进行，将对原有地质环境产生影响和破坏，可能引发新的地质灾害，并加剧已有的地质灾害。

现结合工程建设的整体布局和地质环境条件特点，地质灾害危险性预测评估按照工程建设项目区块分别评估，本方案将该矿山分为 3 个区块，即采矿生产区、矿山道路和其他区域。

（1）矿山建设生产遭受地质灾害的危险性预测评估

1）采矿生产区

凤县福鑫铅锌矿矿山开采仅有 2 个开采平硐及工业场地内的采矿、办公生活设施和炸药库，PD1295 平硐及工业场地、临时转运场和炸药库相对位置较低，位于泥石流地质灾害影响范围内，根据泥石流现状评估结论及最高洪水位淹没标高，预测判断在强降雨或人类活动影响下将会发生泥石流灾害，威胁采矿工业场地设施及矿区人员的生命财产安全。因此，在强降雨或人类活动影响下将会发生泥石流灾害，威胁采矿工业场地设施及矿区人员 20 人的生命财产安全。

综上分析预测评估采矿生产遭受泥石流灾害的可能性大，危害程度大，危险性中等。

2）矿山道路

矿区道路为矿山开采拉运矿石的通村道路，发育一处崩塌（BT01），上期两案适用期内，对该崩塌进行了治理，且在适用期内通过了验收，本次调查期间，未发现道路两侧边坡有不稳定地质体发育，但基岩在长期风化作用下或者在暴雨、连阴雨时有发生新的崩塌可能，威胁矿山道路及路上行人及车辆安全，预测评估矿山道路可能遭受崩塌地质灾害的可能性小，危害程度小，危险性中等。

3）其他区域

其他区域包括采矿权范围等，所在区域及建设场地未见地质灾害，预测不易遭受地质灾害的威胁，危害程度小，发育程度弱，危险性小。

（2）矿山生产引发地质灾害危险性预测评估

1) 采空区引发地面塌陷

由于陕西宏福工贸（集团）有限责任公司水晶沟铅锌矿与凤县福鑫铅锌矿共同开采IV-1矿体，引起地面塌陷的主要原因为近地表采空区的变形。根据《陕西宏福工贸（集团）有限责任公司水晶沟铅锌矿（整合区）开发利用方案》（陕西宇泰建筑设计有限公司，2010年09月），IV-1矿体为一隐伏矿体（见表3-8），呈层状～似层状，最大埋深218m，最小埋深85m，控矿标高1740～1295m，赋矿标高1765～1277m，延深526m，沿走向最大控制长度约320m，矿体产状 $12^{\circ}\sim 40^{\circ}\angle 65^{\circ}\sim 70^{\circ}$ 。矿体厚度沿倾向和走向变化较稳定，总体产状 $30^{\circ}\angle 68^{\circ}$ 。矿体最小厚度0.9m，最大厚度6.1m，平均厚度3.02m，厚度变化较稳定。矿体顶、底板围岩为含碳灰岩、生物灰岩，属坚硬—半坚硬岩石。由于本区矿体属倾斜-急倾斜薄矿体，厚度小，顶底板围岩稳定性较好，据《工程岩体分级标准》GB50218—94，含矿岩石及围岩完整程度属完整—较完整，质量分级为II级，围岩总体稳定性好。

表 3-8 IV-1 矿体特征表

矿体 编号	走向长 度(m)	倾向 深度 (m)	平均 厚度 (m)	总体产状	矿体形态	赋存标高 (m)	埋深 (m)	深厚比
IV-1	320	526	3.02	$30^{\circ}\angle 68^{\circ}$	层状～似层状	1765～ 1277m	85～ 218m	50.16

根据调查了解，上部宏福水晶沟铅锌矿于2017年6月关闭，上部已无人员，设施等已废弃，IV-1矿体形成的采空区面积小且不连续，且还剩余部分资源量未开采，其余4条矿体，虽埋深浅但规模小，采空区范围小，矿山开采采用浅孔留矿法，有利于防止采空区塌陷，根据现场调查，评估区范围内未发现地面塌陷和地面裂缝。宏福水晶沟铅锌矿最低开采平硐为PD1497，凤县福鑫铅锌矿最高开采平硐为PD1396，根据宏福水晶沟开采资料，其PD1497形成的采空区高度约25m左右，矿体薄，厚度小，形成的采空区面积小；凤县福鑫铅锌矿PD1396形成的采空区高度约40m左右，矿体薄，厚度小，采空区面积亦小。

矿山是否会发生塌陷，取决于顶板围岩的稳定性，矿体顶板围岩主要为钙质千枚岩、含碳钙质千枚岩夹薄层灰岩，底板围岩为薄层生物碎屑灰岩、薄层含炭灰岩，矿体围岩属半坚硬—坚硬岩石。依照《岩土工程勘察规范》确定，含矿岩石及围岩完整程度属完整—较完整，上盘围岩均为II级、断层破碎带为III级，矿床围岩整体性强，稳

定性较好，在围岩和矿体中很少发生变形、坍塌、掉块等现象。通过调查了解，洞室围岩较完整，节理裂隙多被胶结、充填及固化，裂隙连通性差，不利于地下水活动，在成矿后张性断裂破碎带出现有沿结构面渗水、滴水及掉块现象，其规模小，故地下水对采空区稳定性的破坏作用较弱。

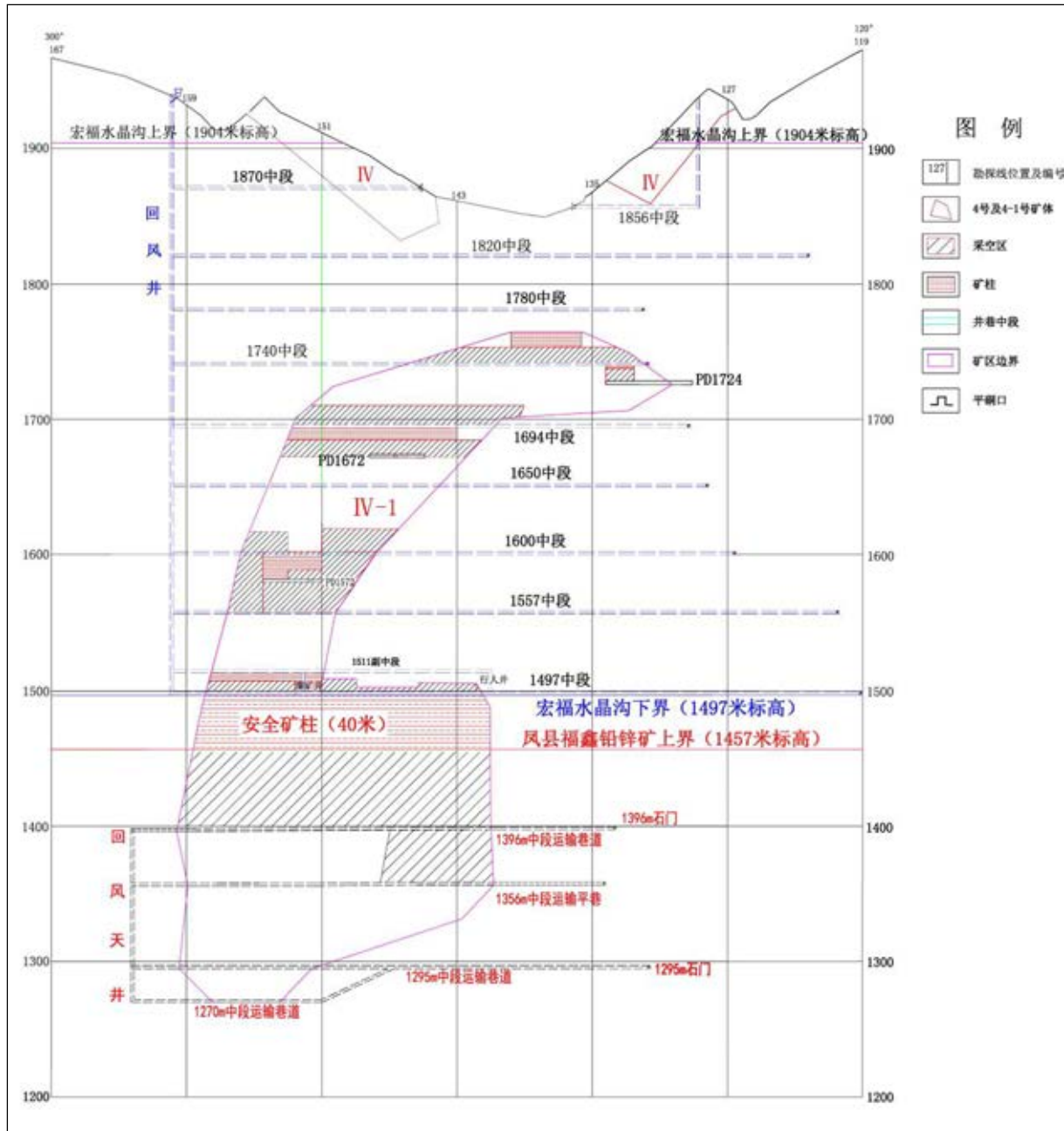


图 3-2 IV-1 号矿体采空区分布图

上部宏福水晶沟铅锌矿采矿活动已经停止，采空区已趋于稳定，采空区引发地面塌陷的可能性小，危险性小；下部凤县福鑫铅锌矿为深部开采，埋深大，根据《开发利用方案》设计，其上部开采顶界与宏福水晶沟铅锌矿开采下界有 40m 的安全距离，下部采矿活动对上部采空区影响越来越小，故对地表的影响也会越来越弱。

根据《陕西宏福工贸（集团）有限责任公司水晶沟铅锌矿（整合区）开发利用方案》IV-1 号铅锌矿体的矿床围岩特征、构造特征、矿体的倾角、厚度、长度及矿床的埋深和选用的采矿方法，结合类似矿山的生产经验，按矿体上盘岩石移动角取 65° ，矿体侧翼岩石移动角取 68° ，矿体下盘岩石移动角取 68° ，按照急倾斜矿层地面塌陷预测经验公式对地面塌陷范围进行预测圈定，IV-1 矿体地表岩石移动范围作为其采空区引发地面塌陷、裂缝的最大范围，本评估以其边界作为采空区地面裂缝范围的界限，详见附图 03。

综上所述，矿区岩石移动范围内发生塌陷的可能性小，预测采矿活动引发地面塌陷的可能性小，危险性小。

对于未来开采的深部矿体，要求已结束回采的采场、井下采空区、废弃巷道必须及时封闭，应设置栅栏和警示牌，禁止人员入内。

2) 工业场地建设引发地质灾害危险性的预测

矿区生产主要为 PD1295 工业场地、临时转运场和 1 个炸药库，其所处地势较为平缓，平硐口已采用混凝土衬砌，硐口边坡稳定；矿区工业场地组成主要有工业建筑设施、生活区，工业建筑设施主要包括变配电室、空压机房、维修房，布置在生活区。临时转运场位于 1295 工业场地下部，目前均已建成，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，后期不会发生大规模的工程建设。因此，工业建筑设施及生活区建设完善不会引发新的地质灾害。

综合分析，预测矿山工业场地建设引发地质灾害的可能性小，危险性小。

（三）矿区含水层破坏现状分析与预测

1、矿区含水层破坏现状评估

（1）地表水环境质量现状评价

根据《凤县福鑫铅锌矿地表水监测报告》（陕西中研华亿环境检测有限公司 2025 年）相关资料，在水晶沟上游 500m 和下游 1000m 处的位置取地表水，对地表水 PH、化学需氧量、锌、铅、镉、悬浮物共计 6 项指标进行监测。监测结果见表 3-9。

表 3-9 地表水环境监测结果表

序号	监测项目	单位	水晶沟 (上游 500m)	水晶沟 (下游 1000m)	标准限值
1	PH	/	8.2	8.1	6~9

2	化学需氧量	mg/L	4ND	5	15
3	锌	mg/L	0.01ND	0.01ND	≤1.0
4	铅	mg/L	<0.005	<0.005	≤0.01
5	镉	mg/L	<0.001	<0.001	≤0.005
6	悬浮物	mg/L	9	10	/

注：“ND”表示未检出

由表 3-9 的监测结果可知，评估区各项监测指标符合《地表水环境质量标准》（GB3838-2002）中Ⅱ类水域标准，表明目前凤县福鑫铅锌矿采矿项目尚未对矿区所在的水晶沟水质造成污染。

（2）地下水环境质量现状评价

根据《凤县福鑫铅锌矿地表水监测报告》（陕西中研华亿环境检测有限公司 2025 年）相关资料，在矿山矿坑水沉淀池前和矿坑水沉淀池位置取矿坑水，对地下水 PH、化学需氧量、锌、铅、镉、悬浮物共计 6 项指标进行监测。监测结果见表 3-10。

表 3-10 地下水环境质量监测结果表

序号	监测项目	单位	矿坑水沉淀池前	矿坑水沉淀池
1	PH	/	8.0	8.0
2	化学需氧量	mg/L	4ND	4ND
3	锌	mg/L	0.22	0.14
4	铅	mg/L	0.05ND	0.05ND
5	镉	mg/L	0.01ND	0.01ND
6	悬浮物	mg/L	17	15

由表 3-10 的监测结果可知，矿区范围内地下水水质较好，各项监测指标均符合《地下水环境质量标准》（GB/T14848-2017）中的Ⅲ类标准要求。

（3）含水层破坏现状分析

矿山企业已经在上期两案适用期内，对 FX02 废渣堆进行了整治，沿沟修建了排水渠疏通沟道，凤县福鑫铅锌矿矿区地处秦岭南部山区，流经矿区附近较大的河流为西河，无大规模地表水体存在。水晶沟为季节性流水沟溪，流量受季节因素影响较大，雨季暴涨，旱季断流，流量 5L/s~20L/s。区内泉水以基岩裂隙泉为主。第四系松散层

泉水在雨季沿岩土接触面产出，雨后少见。

矿区主要含水层有第四系松散岩类孔隙含水层、上泥盆统星红铺组千枚岩裂隙含水层、中泥盆统古道岭组灰岩裂隙含水层，均为极弱富水性；隔水层有厚层千枚岩。地下水主要靠降水补给，沿基岩风化裂隙带径流，在沟谷两侧以泉或渗流形式排泄。据矿山采矿巷道多年实测，采矿坑道基本无大量涌水，涌水主要来自岩溶水。矿床水文地质类型属以溶蚀裂隙为主的岩溶充水矿床，参照相邻矿山水文地质资料，矿井最大涌水量为 $30\text{m}^3/\text{d}$ ，正常涌水量 $6\text{m}^3/\text{d}$ 。涌水主要来自风化裂隙带及岩溶裂隙，矿床水文地质勘查类型属基岩裂隙--岩溶裂隙充水为主的水文地质条件简单型矿床。评估区人类工程活动主要为矿山开采，以往开采活动均位于评估区最低侵蚀面（1170m）以上，从现场调查和矿区现有水文资料来看，以往矿山开采对矿区地下水含水层的结构和地下水位的影响较轻。

矿区以往开采活动采用自流排水方式，各中段坑道涌水及生产废水均沿中段水沟自流排出地表，汇集于坑口设置的沉淀池，进行处理后循环使用。由于矿硐排水仅对平硐周围较小范围内的地下水进行疏干，因此对矿区及周围的主要含水层影响较小，矿区远离周边居民，据现场查，矿山以往的开采活动未影响矿区及周围生产生活供水，矿区生活污水量较少，这类排水经化粪池处理后，定期用于周边菜地和林地灌溉施肥。以往矿山活动对评估区地下水和地表水的影响较轻。

综上所述，以往采矿活动对评估区地下含水层结构、地下水水位和水质破坏的可能性小，影响程度较轻。

2、矿区含水层破坏预测评估

（1）含水层结构的影响

矿区主要含水层有第四系松散岩类孔隙含水层、上泥盆统星红铺组千枚岩裂隙含水层、中泥盆统古道岭组灰岩裂隙含水层，均为极弱富水性。深部主要含水层为古道岭组（D₂g）中厚—薄层灰岩夹钙质千枚岩和走向断裂构造为该区主要含水地质体，横向和斜向断裂构造为该区地下水力联系主要通道，矿体上盘围岩后期构造破坏较弱，岩石较完整，且岩石透水性较弱，矿山生产采矿对地表水体和地下水的水力联系影响不大。矿坑涌水的主要因素为：古道岭灰岩为本区主要含水层，岩石透水性中等，充水量较小。矿区附近没有大规模水体存在，矿体围岩工程地质性质好，弱富水性，透

水性差，预测矿山开采造成矿区地下含水层结构破坏的可能性较小，影响程度较轻。

矿区含水岩组与区域含水层、地下水集中径流带和地表水联系不密切，矿坑疏干排水不会影响区域含水层水位，不会造成地表水的疏干或漏失，对矿区及周边生产生活供水影响轻微。

预测条件下，矿床开采对矿区含水层结构影响和破坏程度**较轻**；对周边地下水和矿区地表径流的影响和破坏程度**较轻**；对矿区及周边生产生活供水影响**轻微**。

（2）矿山开采对地下水水位影响

凤县福鑫铅锌矿矿体出露部位高，主要矿体均位于当地侵蚀基准面以上，地形有利于自然排水，矿坑涌水的主要因素为：大气降水通过含水层进入矿坑，季节性变化较大；古道岭灰岩为本区主要含水层，同时多为矿体下盘，岩石透水性中等，充水量较小；上部采空区多与下部坑道直接相连，采空区水经下部坑道自然排泄，不会引起深部坑道充水。矿体位于灰岩中，属导水裂隙透，但矿床开采深度较大，与上部基岩裂隙水及潜水含水层之间水力联系相对较弱。

预测评估矿山开采对地下水水位影响**较轻**。

（3）矿山开采对地下水水质影响

矿体开采后，造成开采矿体局部地下水被疏干，其周围水位不同程度下降，地下水天然流场被改变，处在疏干影响半径内的地下水都由四周向疏干中心运动。地下水流场的改变，可能导致地层中原本处于稳定的一些元素重新溶解在地下水中，从而导致地下水水质发生变化。凤县福鑫铅锌矿开采矿体采用地下开采方式，矿体较薄，均位于侵蚀基准面以上，开采过程中对地下水水位影响较小，可能导致的地下水流场改变较小，对地下水水质影响较小。

矿区对矿坑内排出的矿井水受采矿影响含有 SS、COD、石油类物质，坑内排水汇集于沉淀池，经沉淀处理后回全部回用于井下凿岩爆破、工业场地绿化和矿山道路洒水等，附着于矿石、废石表面，经蒸发损耗，能再度进入地下水系统的水量极少，因此，采矿对地下水水质影响小。矿山生产产生的项目各场地职工生活区、矿部均设置旱厕，员工洗漱用水用于工业场地洒水降尘，员工粪污水设旱厕收集后用于周边林木施肥，不外排，不会对地表水环境产生影响。从矿山的生产现状来看（见前表），矿山运行过程的产生的生产生活废水、坑内涌水和尾矿水全部经水处理达标后自然排放或循

环使用，对矿山地下水水质影响较轻。因而可以预测，只要坚持规范操作，矿山活动仍可维持对地下水水质的影响较轻的现状。

即预测条件下，矿山活动对地下水水质的影响**较轻**。

3、小结

近年矿山开采活动与矿山剩余服务年限内的矿山开采活动范围一致，影响范围一致，对矿山含水层结构影响、周边地下水和矿区地表径流影响、矿区及周边生产生活供水、矿坑疏干排水对跨采取地下水水位的影响、矿山活动对地下水水质的影响均一致。

综上所述，矿床开采对矿区含水层结构影响和破坏程度**较轻**；对周边地下水和矿区地表径流的影响和破坏程度**较轻**；对矿区及周边生产生活供水影响**轻微**；矿坑疏干排水对开采区地下水水位的影响程度**较轻**；矿山活动对地下水水质的影响**较轻**。

（四）矿区地形地貌景观破坏现状分析与预测

1、采矿活动对地形地貌景观影响现状分析

根据现场调查，矿区及周围不存在自然保护区、人文景观、风景旅游区及重要保护设施，矿区位于秦岭南麓山区内，距离主要交通干线距离较远。因此，矿山开采不会对以上人文自然景观造成影响。

评估区早期采用地下开采方式，采矿、探矿活动对地形地貌景观破坏主要体现在废渣的随意堆放对周围环境的破坏。凤县福鑫铅锌矿已经建成开采的平硐共计 2 个，废渣堆共计 2 个，临时转运场 1 个，矿区以往采矿活动强烈，矿山采矿造成的废渣堆沿沟道随意堆放，原山体遭受破坏，对区内的原生地形地貌景观造成影响和破坏较大。采矿工业场地工程已修建多年（见照片 3-8），分布于两处平硐口，均为临时建筑，这些工程建设场地的平整改变了区内原生态地形地貌景观，对地形地貌景观的影响和破坏程度**严重**，局部形成的裸露坡体已被自然（生态）修复。目前，评估区 FX02 废渣堆已经在上期两案适用期内进行了治理和复垦，植被成活率较高，效果较好，对矿山地形地貌景观的影响**较严重**；FX03 废渣堆集中堆放在水晶沟内，两处废渣堆与周围环境形成强烈的对比反差，破坏了原始的山坡地形地貌（见照片 3-9）对矿山地形地貌景观的影响**严重**；矿山运矿道路沿水晶沟从上游至沟口顺沟修建，形成明显的线性工程，破坏了原始地形地貌，对矿山地形地貌景观的影响**严重**。根据现场调查，采矿活动共

压占林地面积 0.4513hm²，产生废渣方量 1.2×10⁴m³，见表 3-11，见图 3-3。

现状评估认为，采矿活动对地形地貌景观影响严重。



照片 3-8 PD1295 工业场地破坏地形地貌



照片 3-9 FX03 废渣堆破坏地形地貌

表 3-11 开采工程现状一览表

工程名称	废渣堆编号	工业场地面积 (hm ²)	废渣堆面积 (hm ²)	临时转运场 (hm ²)	废渣方量 (×10 ⁴ m ³)	备注
PD1295		0.4778		0.3964		
PD1396	FX02	0.1448	0.7310		0.8	
	FX03	/	0.3631		0.4	
合计		0.6626	1.0941	0.3964	1.20	

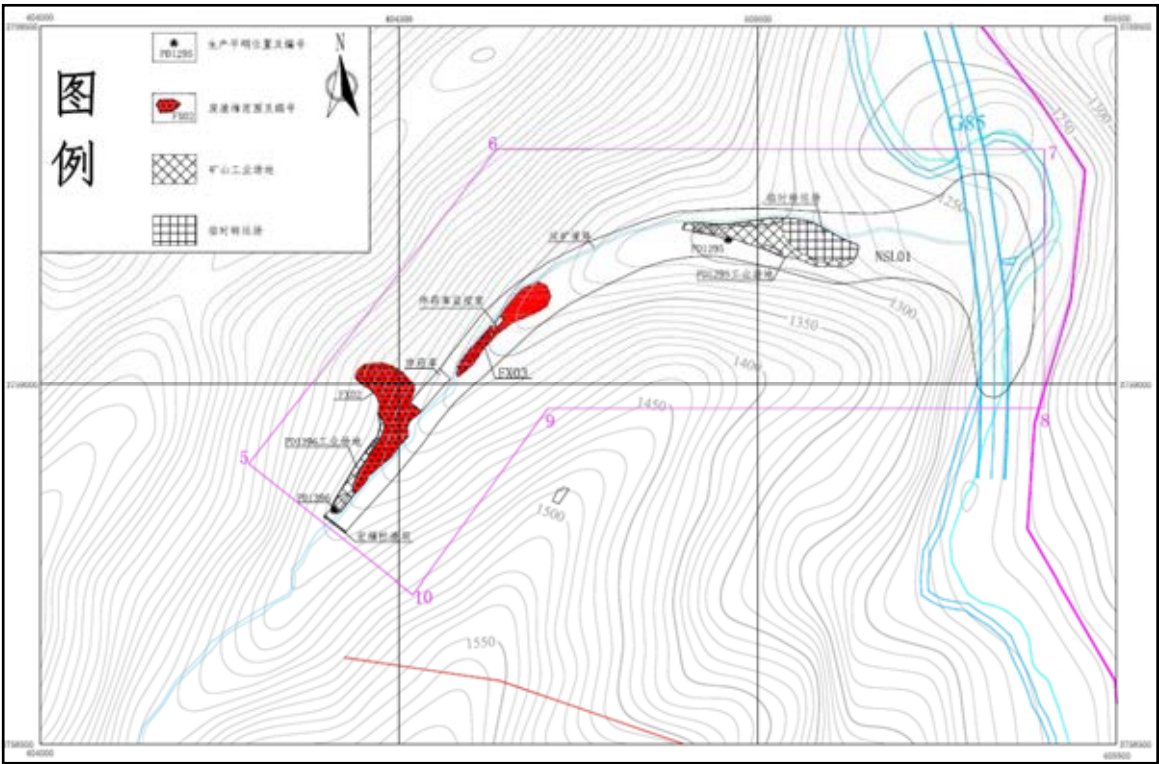


图 3-3 福鑫铅锌矿矿山工业场地及废渣堆分布图

2、采矿活动对地形地貌景观影响预测评估

评估区采用地下开采方式，废渣运至临时转运场堆存。深部采矿活动不易在岩石移动范围内引起地面变形，结合现状地面塌陷灾害发育情况分析，后期采矿活动引发的地面变形以小规模塌陷坑为主，不会改变整体山区地貌，对地形地貌影响**较轻**。

根据《陕西盛福鑫矿业有限责任公司凤县福鑫铅锌矿开发利用方案》内容，矿山的建设和生产修建的工业场地、矿山道路可满足后期生产要求，主要建设工程为井巷工程，矿山开采方式为地下开采，对地面景观环境不会造成较大影响。在矿山的进一步开采过程中，主要对地形地貌景观造成影响的因素为采矿废石渣的堆放。凤县福鑫铅锌矿将到闭坑后对矿区范围内的矿山地质环境问题进行恢复治理。

预测评估矿山开采对地形地貌景观影响**严重**。

3、小结

现状条件下，评估区的 1295、1396 两处工业场地、一处临时转运场、FX03 一处废渣堆和矿山运矿道路对矿区地形地貌景观影响**严重**，FX02 废渣堆对矿区地形地貌景观影响**较严重**，其他人类工程活动对矿区地形地貌景观影响**较轻**。

预测评估区的两处工业场地、FX03 一处废渣堆、一处临时转运场和运矿道路对矿区地形地貌景观影响**严重**；FX02 废渣堆对矿区地形地貌景观影响**较严重**，采空区引发的地面塌陷及裂缝区对矿区地形地貌景观影响**较轻**；其他区域对矿区地形地貌景观影响**较轻**。

（五）矿区水土环境污染现状分析与预测

1、矿区水土环境污染现状分析

（1）水环境现状分析

该矿现状条件下水环境破坏源主要为生产废水和生活废水。

①生活废水

矿区生活废水主要是洗涤水、厕所水、水中主要污染物为 COD、BOD₅、SS 等，生活污水产量大约为 3.50m³/d。

处理方式：矿区职工较少，生活污水产量也较少，目前矿区建有化粪池一座，用于统一收集生活污水进行处理，定期用于周边菜地和林地灌溉施肥，不外排。

表 3-12 地表水环境监测结果表

序号	监测项目	单位	水晶沟 (上游 500m)	水晶沟 (下游 1000m)	标准限值
1	PH	/	8.2	8.1	6~9
2	化学需氧量	mg/L	4ND	5	15
3	锌	mg/L	0.01ND	0.01ND	≤1.0
4	铅	mg/L	<0.005	<0.005	≤0.01
5	镉	mg/L	<0.001	<0.001	≤0.005
6	悬浮物	mg/L	9	10	/

由表 3-12 的监测结果可知，评估区各项监测指标符合《地表水环境质量标准》（GB3838-2002）中Ⅱ类水域标准，表明目前凤县福鑫铅锌矿采矿项目尚未对矿区所在的水晶沟水质造成污染。

②生产废水

矿区生产废水主要是坑内涌水。

该矿山生产过程中的生产废水、坑内涌水，在各中段巷道人行道侧设置水沟。各中段坑道涌水及生产废水排出地表后，汇聚于坑口设置的沉淀池，进行处理，检测达到标准后循环使用，富裕部分沿山坡自流排放。

表 3-13 地下水环境质量监测结果表

序号	监测项目	单位	矿坑水沉淀池前	矿坑水沉淀池
1	PH	/	8.0	8.0
2	化学需氧量	mg/L	4ND	4ND
3	锌	mg/L	0.22	0.14
4	铅	mg/L	0.05ND	0.05ND
5	镉	mg/L	0.01ND	0.01ND
6	悬浮物	mg/L	17	15

由表 3-13 的监测结果可知，矿区范围内地下水水质较好，各项监测指标均符合《地下水环境质量标准》（GB/T14848-2017）中的Ⅲ类标准要求。

（2）土环境现状分析

根据资料显示以及实地调查，福鑫铅锌矿现状条件下土环境破坏来源为采矿活动产生的固体废物，主要有废渣、生活垃圾、污泥、废机油等。矿井下掘进后形成的尾矿和废渣，存储在场地的废石场中，废渣直接进行地下填充。生活垃圾储存于垃圾储存箱，有专人每天收集和集中分拣处理后，运往环卫部门指定的垃圾处置场地进行处置。

总体上，水土环境污染现状评估影响程度**较轻**。

2、矿区水土环境污染预测分析

矿区水土环境污染主要由矿山基建、生产过程中排放的废水和固体废弃物引起，其中废水为采矿废水、废石淋滤水和生活污水等，固体废弃物包括采矿废石、生活垃圾。

（1）废渣堆场淋滤水对矿区水土环境污染预测评估

废石淋溶水来自废渣堆内的降水，采矿废石主要来自矿体的顶底板和矿体中的夹石，其矿物成分与矿石的脉石矿物成分基本一致，主要矿物有方解石、石英，次为绢云母、白云母等。《凤县福鑫铅锌矿采矿工程（3万 t/a）现状环境影响评估报告》相关资料，在矿区 1295m 硐口废渣堆对项目矿山采矿废石进行 PH、Zn、Cu、Pb、Cd、Cr、Cr⁶⁺共计 7 项浸出试验，试验结果见表 3-14。

表 3-14 采矿废石浸出试验监测结果表 单位 mg/L

项目 类别	PH	Cu	Cd	Cr	Zn	六价铬	Pb
1295m 硐口废石	6.98	0.003	0.001ND	0.037	0.239	0.016	0.04
危险废物鉴别标准	≥12.5 或≤2.0	100	1.0	15.0	100.0	0.05	5.0
污水综合排放标准	6~9	0.5	0.1	1.5	2	0.05	1

由表 3-14 可以看出，废石浸出液各项分析指标均小《危险废物鉴别标准浸出毒性鉴别》（GB5085.3-2007），且废石不在《国家危险废物名录》中，由此可判定本矿井废石不属于危险固体废物，属于一般工业固体废物。

同时，废石浸出液各项分析指标均小于《污水综合排放标准》（GB8978-1996）最高允许排放浓度且 PH 在 6~9 范围内，根据《一般工业固体废物贮存、处置场污染控制标准》（GB18599-2001）关于“固体废物类别判定”的规定，判定本矿井废石属于第 I 类一般工业固体废物。

另外，在废渣堆上部的周边，设置截洪排水沟等排水、泄洪工程的情况下，绝大

部分降雨仅在场内经过很短距离的径流并排泄，减小了淋溶水的产生量，因此，淋溶水对水环境影响较小，预测评估废石淋滤液对水土环境产生的影响小。

（2）采矿废水对矿区水土环境污染预测评估

采矿废水主要由矿坑涌水和井下生产污水组成。矿坑涌水主要为基岩裂隙水，水质与现状地下水水质相同，满足《地下水质量标准》（GB/T14848-2017）III类质量标准和（DB61-224-2011）一级标准，水质良好。

湿式凿岩、冲洗工作面产生的采矿污水主要污染物为悬浮物 SS，经矿坑疏干排水汇流至坑口沉淀池。矿坑绝大部分排水经坑口沉淀池絮凝、沉淀处理后送回井下作生产用水，循环利用，基本不外排或排水量极少。少量排水经检测达标后做场地防尘洒水或沿山坡自流排放。

采矿废水回收利用不外排或达标排放不会造成矿区地表水、地下水、土壤污染，对矿区水土环境污染程度较轻。

（3）生活污水对矿区水土环境污染预测评估

生活污水主要污染物有悬浮物（SS）、BOD、COD、油脂类行业氨氮等，污染物成分较简单，矿区工业场地均设防渗旱厕，生活污水排入化粪池处理达标后作为绿化用水或防尘洒水，无生活污水外排，对矿区水土环境影响较轻。

（4）生活垃圾

凤县福鑫铅锌矿各工业场地生活垃圾统一收集后，按当地环卫部门要求规定外运处置，因此生活垃圾排放不易造成矿山水土环境污染，对矿山地质环境影响较轻。

3、总结

现状条件下，矿区地表水满足《地表水环境质量标准》（GB3838-2002）II类水质标准要求，地下水符合《地下水环境质量标准》（GB/T14848-2017）中的III类标准要求，水质良好；土壤重金属含量均低于《土壤环境质量标准》（GB15618-2018）中的三级标准浓度限值，土壤环境质量良好。矿区水土环境良好，以往矿山活动对矿区水土环境影响较轻。

预测后续矿山生产期间，采矿废水、废渣堆场淋滤水及生活垃圾对矿区水土环境的污染程度较轻，对矿山地质环境影响较轻。

（六）地质环境影响程度分级分区评估

1、现状评估分级分区的原则

根据项目建设的工程类型、规模、区段特点，结合矿山环境影响程度现状/预测评估的结果，“以人为本，以矿山地质环境为本”，根据“区内相似、区际相异”原则，按照影响矿山地质环境的地质环境条件、地质灾害的发育程度、对含水层、地形地貌景观及水土环境污染的影响程度等因素进行综合评估，划分矿山地质环境影响程度现状评估分级和分区。具体采用因子叠加（半定量）方法进行分区。

2、地质环境评估分级分区的方法

本次矿山地质环境影响程度现状/预测评估采用因子叠加（半定量）分析法。具体如下：

（1）评估因子的选取及评价标准

根据工程建设影响、破坏地质环境的情况，结合评估区地质环境条件、人类工程活动强弱等因素的具体特点，矿山地质环境影响程度现状/预测评估主要选择工程建设遭受、引发地质灾害的程度、工程建设对含水层、地形地貌景观和水土环境污染的影响和破坏（污染）程度四个差异性因子为评价指标，不同评价指标的影响程度判别标准按《矿山地质环境保护与恢复治理方案编制规范》（DZ/T0223-2011）附录 E.1，见表 3-14。

（2）矿山地质环境影响程度综合评估分区

根据《矿山地质环境保护与恢复治理方案编制规范》（DZ/T0223-2011）附录 E.1 的标准，对矿山建设不同工程区块进行地质环境影响程度综合评判，每个工程区块的影响程度取值“就高不就低”，即该区块的影响程度值取 4 个判别因子中最高者。然后，依据“区内相似、区际相异”的原则，对各工程区块进行合并，并根据合并后的区块影响程度进行地质环境影响程度分级。

表 3-15 矿山地质环境影响程度分级表

影响程度分级	地质灾害	含水层	地形地貌景观	土地资源
严重	地质灾害规模大，发生的可能性大；影响到城市、乡镇、重要行政村、重要交通干线、重要工程设施及各类保护区安全；造成或可能造成直接经济损失大于 500 万元；受威胁人数大于 100 人。	矿床充水主要含水层结构破坏，产生导水通道；矿井正常涌水量大于 10000m ³ /d；区域地下水水位下降；矿区周围主要含水层（带）水位大幅下降，或呈疏干状态，地表水体漏失严重；不同含水层（组）串通水质恶化；影响集中水源地供水，矿区及周围生产、生活供水困难。	对原生的地形地貌景观影响和破坏程度大；对各类自然保护区、人文景观、风景旅游区、城市周围、主要交通干线两侧可视范围内地形地貌景观影响严重。	破坏基本农田；破坏耕地大于 2hm ² ；破坏林地或草地大于 4hm ² ；破坏荒地或未开发利用土地大于 20hm ² 。
较严重	地质灾害规模中等，发生的可能性较大；影响到村庄、居民聚居区、一般交通线和较重要工程设施安全；造成或可能造成直接经济损失 100~500 万元；受威胁人数 10~100 人。	矿井正常涌水量 3000m ³ /d~10000m ³ /d；矿区及周围主要含水层（带）水位下降幅度较大，地下水呈半疏干状态；矿区及周围地表水体漏失较严重；影响矿区及周围部分生产生活供水。	对原生的地形地貌景观影响和破坏程度较大；对各类自然保护区、人文景观、风景旅游区、城市周围、主要交通干线两侧可视范围内地形地貌景观影响较重。	破坏耕地小于等于 2hm ² ；破坏林地或草地 2—4hm ² ；破坏荒山或未开发利用土地 10 hm ² -20hm ² 。
较轻	地质灾害规模小，发生的可能性小；影响到分散性居民、一般性小规模建筑及设施；造成或可能造成直接经济损失小于 100 万元；受威胁人数小于 10 人。	矿井正常涌水量小于 3000m ³ /d；矿区及周围主要含水层水位下降幅度小；矿区及周围地表水体未漏失未影响到矿区及周围生产生活供水。	对原生的地形地貌景观影响和破坏程度小；对各类自然保护区、人文景观、风景旅游区、城市周围、主要交通干线两侧可视范围内地形地貌景观影响较轻。	破坏林地或草地小于等于 2hm ² ；破坏荒山或未开发利用土地小于等于 10hm ² 。
注：分级确定采取上一级别优先原则，只要有一项要素符合某一级别，就定为该级别。				

3、矿山地质环境影响程度现状评估分区

通过对各因子现状调查结果进行叠加分析，再结合评估区的地质环境条件对各区块界线进行必要修正后，得到评估区地质环境影响程度现状评估综合分区。本次共划分地质环境影响程度分区 4 处（详见附图 01、表 3-16），其中地质环境影响程度严重区（A_x）1 处，较严重区（B_x）1 处，较轻区（C_x）2 处。

（1）地质环境影响程度严重区（A_x）

地质环境影响程度严重区共 1 处（A_x）：总面积 1.7793hm²，占评估区面积的 0.99%。主要位于水晶沟下游地区（泥石流隐患流通区），属凤县福鑫铅锌矿采矿活动影响区域，包含 1396 工业场地、1295 工业场地及办公生活区、临时转运场、FX03 废渣堆、炸药库及炸药库监控室和运矿道路。上游陕西宏福工贸（集团）有限责任公司水晶沟铅锌矿现已关闭，水晶沟内无常驻人员，已经对其进行了工程治理和土地复垦，大大降低了泥石流物源区的危险性；下游凤县福鑫铅锌矿开采平硐工业场地、房屋设施等都在水晶沟泥石流隐患沟的影响范围内，上期两案适用期内临时转运场在坡脚地修建了拦渣墙；对 FX02 废渣堆的坡面整理后，覆土复绿，效果良好；沟道内排水渠上接上游陕西宏福工贸（集团）有限责任公司水晶沟铅锌矿矿区排水渠，下至水晶沟沟口，对泥石流隐患从物源区和流通区两方面进行了治理；FX03 废渣堆堆砌在水晶沟沟道内，已经完全掩埋了既有排水渠，仅在废渣堆靠山侧设置了简易排水沟（见照片 3-10~3-11），严重堵塞了行洪通道，在强降雨天气雨水下渗，废渣堆易垮塌形成泥石流灾害，故区内地质灾害影响程度严重；区内矿床埋藏较深，矿坑正常涌水量较小，矿业开采对区内的含水层影响较小，区内的工业废水经沉淀池处理后直接用于矿业开采，现状调查未发现矿区及周围地表水漏失现象，未影响到矿区及周围生产生活用水，故对地下含水层破坏影响程度较轻；据现状调查，主要是矿业开发建设形成的工业场地、堆积的废渣堆和运矿道路对区内原生地形地貌造成严重破坏，故该区内地形地貌破坏严重；根据矿区水土环境污染现状调查，矿区地表水水质良好。地下水指标均符合Ⅲ级标准，土壤现状质量各重金属含量均低于二级标准限值，故对水土环境影响程度较轻。



照片 3-10 临时排水渠（镜向 45°）



照片 3-11 临时排水渠（镜向 240°）

（2）地质环境影响程度较严重区（B_x）

地质环境影响程度严重区共 1 处（B_x）：总面积 0.7310hm²，占评估区面积的 0.41%。主要为 FX02 废渣堆，位于水晶沟中游，与上游陕西宏福工贸（集团）有限责任公司水晶沟铅锌矿相邻，受水晶沟泥石流地质灾害的影响较轻；且 1396 平硐已停止采矿活动，矿业开采对区内的含水层影响较小，区内无工业废水排放，现状调查未发现矿区及周围地表水漏失现象，未影响到矿区及周围生产生活用水，故对地下含水层破坏影响程度较轻；据现状调查，该废渣堆在上期两案适用期内已进行了地质环境治理和土地复垦，恢复效果较好，对原生地形地貌造成较严重破坏，故该区内地形地貌破坏较严重；根据矿区水土环境污染现状调查，矿区地表水水质良好。地下水指标均符合Ⅲ级标准，土壤现状质量各重金属含量均低于二级标准限值，故对水土环境影响程度较轻。

（3）地质环境影响程度较轻区（C_x）

地质环境影响程度较轻区(C_x)共两处（C_{x1}-C_{x2}）：总面积 175.4653hm²，占评估区面积的 98.59%。C_{x1} 位于北片区福鑫铅锌矿生产建设区域，除严重区、较严重区以外的区域；C_{x2} 位于南片区矿权分布区域。这些地段矿山活动对矿区地质环境影响程度较轻，存在的地质环境问题少，危害程度较轻。

表 3-16 矿山地质环境影响程度现状评估分区表

现状 评估 分区	编号	位置	面积 (hm ²)	面积 占比 (%)	单因子影响程度.现状评估				影响 程度 分级
					地质 灾害	含水层	地形地 貌景观	土地 资源	
严重 区	A _x	1396 工业 场地	0.1448	0.08	较轻	较轻	严重	较轻	严重
		1295 工业 场地	0.4778	0.27	严重	较轻	严重	较轻	严重
		临时转运 场	0.3964	0.22	严重	较轻	严重	较轻	严重
		FX03 废渣 堆	0.3631	0.20	严重	较轻	严重	较轻	严重
		炸药库及 炸药库监 控室	0.1275	0.07	严重	较轻	严重	较轻	严重
		运矿道路	0.2697	0.15	严重	较轻	严重	较轻	严重
较严 重区	B _x	FX02 废渣 堆	0.7310	0.41	较轻	较轻	较严重	较轻	较严 重
较轻 区	C _{x1}	北片除严 重区、较 严重区外 其他区域	35.0720	19.71	较轻	较轻	较轻	较轻	较轻
	C _{x2}	南片区	140.3933	78.88	较轻	较轻	较轻	较轻	较轻
合计			177.9756						

4、矿山地质环境影响程度预测评估分区

通过对各因子预测评估结果进行叠加分析，再结合评估区的地质环境条件及矿山活动特征对各区块界线进行必要修正后，得到评估区地质环境影响程度预测评估综合分区。本次共划分地质环境影响程度区 4 处（详见附图 03、表 3-17），其中地质环境影响程度严重区（A_y）1 处，较严重区（B_y）1 处，较轻区（C_y）2 处。

（1）地质环境影响程度严重区（A_y）

地质环境影响程度严重区(A_y)：总面积 1.7793hm²，占评估区面积的 0.99%。主要位于水晶沟下游地区（泥石流隐患流通区），包含 1396 工业场地、1295 工业场地及办

公生活区、临时转运场、FX03 废渣堆、炸药库及炸药库监控室和运矿道路。预测未来凤县福鑫铅锌矿开采 1 个平硐、坑口设施及办公生活区等都在水晶沟泥石流（NSL01）隐患沟的影响范围内，预测地质灾害影响程度严重；预测矿区开采对地下含水层破坏影响程度较轻；预测对矿区原生的地形地貌景观影响和破坏程度大，故对地形地貌景观破坏严重；预测矿区开采对水土影响程度较轻。

（2）地质环境影响程度较严重区（B_Y）

地质环境影响程度严重区共 1 处（B_Y）：总面积 0.7310hm²，占评估区面积的 0.41%。主要为 FX02 废渣堆，位于水晶沟中游，预测受水晶沟泥石流地质灾害的影响较轻；1396 平硐已停止采矿活动，预测矿区开采对地下含水层破坏影响程度较轻；已经对 FX02 废渣堆进行了治理和复垦，预测对矿区原生的地形地貌景观影响和破坏程度较大，故对地形地貌景观破坏较严重；预测矿区开采对水土影响程度较轻。

（3）地质环境影响程度较轻区（C_Y）

地质环境影响程度较轻区(C_Y)共两处（C_{Y1}-C_{Y2}）：总面积 175.4653hm²，占评估区面积的 98.59%。C_{Y1} 位于北片区福鑫铅锌矿生产建设区域，除严重区、较严重区以外的区域；C_{Y2} 位于南片区矿权分布区域，上部宏福水晶沟铅锌矿已经关闭，其IV-1 号矿层厚度小，埋深较大，采空区引发地面变形或轻微裂缝的可能性小，危险性小，对地形地貌景观破坏较轻，对矿山地质环境的影响较轻。评估区的其他部分地区，预测这些地段矿山活动对矿区地质环境影响程度较轻，存在的地质环境问题少，危害程度较轻。

表 3-17 矿山地质环境影响程度预测评估分区表

预测 评估 分区	编 号	位置	面积 (hm ²)	面积 占比 (%)	单因子影响程度预测评估				影响 程度 分级	预测存在的 地质环境问题
					地质 灾害	含水 层	地形 地貌 景观	土地 资源		
严 重 区	A _Y	1396 工业 场地	0.1448	0.08	较轻	较轻	严重	较轻	严重	水晶沟属于一条中型 泥石流隐患沟，该区 域位于泥石流沟的流 通区，预测地质灾害 影响程度严重；地下 含水层破坏影响程度
		1295 工业 场地	0.4778	0.27	严重	较轻	严重	较轻	严重	
		临时转运 场	0.3964	0.22	严重	较轻	严重	较轻	严重	

		FX03 废渣堆	0.3631	0.20	严重	较轻	严重	较轻	严重	较轻；对地形地貌破坏严重；对水土环境影响程度较轻。
		炸药库及炸药库监控室	0.1275	0.07	严重	较轻	严重	较轻	严重	
		运矿道路	0.2697	0.15	严重	较轻	严重	较轻	严重	
较严重区	B _Y	FX02 废渣堆	0.7310	0.41	较轻	较轻	较严重	较轻	较严重	该区域位于泥石流隐患的上游，预测地质灾害影响程度较轻；地下含水层破坏影响程度较轻；对地形地貌破坏较严重；对水土环境影响程度较轻。
较轻区	C _{Y1}	北片除严重区、较严重区外其他区域	35.3417	19.86	较轻	较轻	较轻	较轻	较轻	预测采空区对地形地貌景观破坏较轻，其他地区对矿山地质环境的影响较轻，矿山工程对地质环境影响程度较小，存在的地质环境问题少，工程活动对矿山地质环境的影响较轻。
	C _{Y2}	南片区	140.3933	78.88	较轻	较轻	较轻	较轻	较轻	
合计			177.9756							

三、矿山土地损毁预测与评估

（一）土地损毁环节与时序

1、矿山生产工艺及流程简介

凤县福鑫铅锌矿为仅开采铅锌矿的矿山，已开采多年。现有矿山设施包括前期探采矿开拓的平硐及相应的工业场地及设施、废渣堆、炸药库；由于这些设施场地标高都位于 1500m 以下，属于《陕西省秦岭生态环境保护条例》（2017 年 1 月 5 日）第二十条规定的适度开发区范围，现有的采矿平硐能满足矿山正常生产出矿、出渣以及矿井通风通道等生产活动。现有办公区、各平硐工业场地区、炸药库、矿山道路等工程均能够满足后续矿山生产需要。

开采方式：地下开采；

开采方法：浅孔留矿采矿法；

开拓方案：阶段平硐—（深部）盲斜井开拓，巷道内采用翻转式矿车运输；

矿山建设、生产流程为：矿山基建工程施工→废石运输至废渣堆排放→矿体回采→矿石外运；

矿体内开采顺序：采用自上而下的顺序进行开采，先开采最上部的 1396m 中段，再依次向下逐中段开采。同一矿段内，沿矿体走向方向，自回风井侧向坑口方向后退式回采。

根据该矿开采工艺分析，凤县福鑫铅锌矿项目对土地的损毁主要表现为压占和塌陷。本项目开采与土地损毁的时序关系见图 3-4。

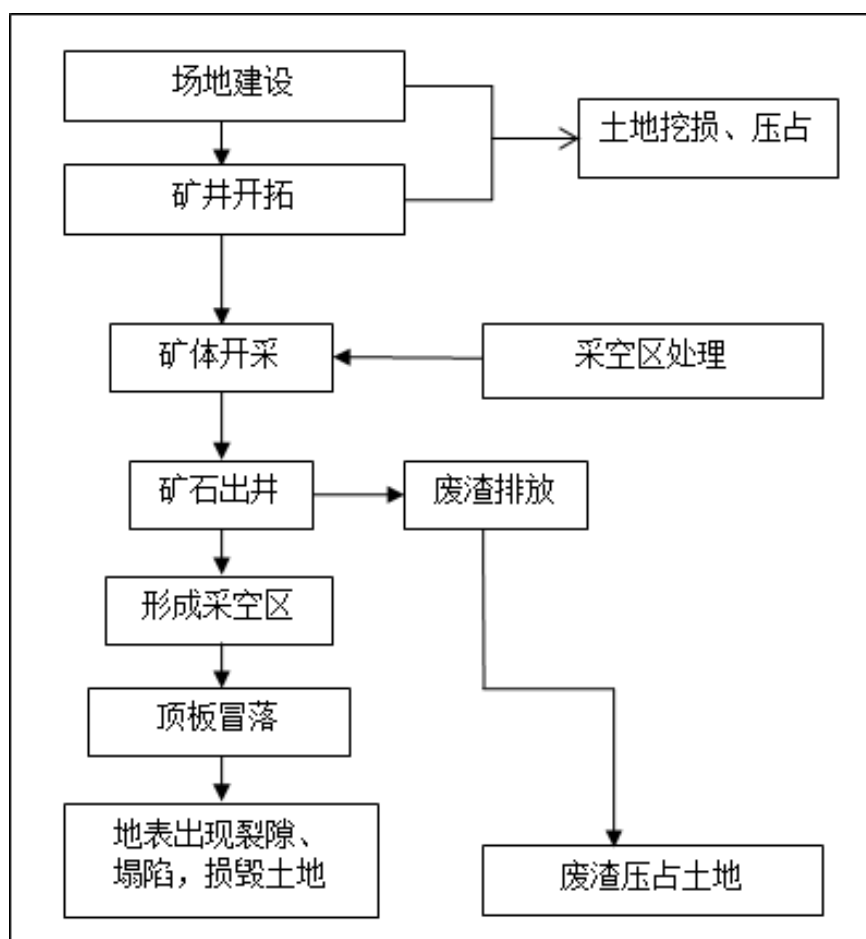


图 3-4 矿山开采与土地损毁时序关系图

2、土地损毁环节及时序

矿山活动对矿区土地资源的损毁包括土地挖损、塌陷、压占等，发生在矿山基建、生产、闭坑等阶段和生产环节中，如硐口开挖造成的土地挖损，平硐掘进废渣排放造成的土地压占损毁，含重金属超标的矿坑涌水排放造成的土地污染等。

根据《陕西盛福鑫矿业有限责任公司凤县福鑫铅锌矿开发利用方案》矿山生产工艺流程，结合矿山地质环境现状调查、预测评估的成果，综合分析认为：凤县福鑫铅锌矿矿山生产活动对矿区土地损毁的形式为压占，其土地损毁的时序、环节、损毁方式详见表 3-18。

表 3-18 凤县福鑫铅锌矿土地损毁环节及时序表

时期	矿山工程/生产工艺流程	损毁环节	损毁方式	损毁时序
矿山生产期	PD1295、PD1396 工业场地	使用	压占	损毁时段为 2025 年至 2029 年，工程一直使用至闭坑
	临时转运场	废渣转运	压占	
	FX02、FX03 废渣堆	废渣堆存	压占	
	炸药库	使用	压占	
	运矿道路	使用	压占	
闭坑期	矿山闭坑工程	土地复垦，表土回覆	——	2030 年至 2033 年

（二）已损毁各类土地现状

矿山为老矿山，依据工程类型、位置及相互关联关系，将项目区已损毁土地划分为：工业场地和临时转运场、废渣堆、炸药库、运矿道路。各单元损毁土地现状见表 3-19，具体损毁特征如下（见照片 3-12~3-14）：

1、工业场地和临时转运场

福鑫铅锌矿矿山因采矿修建的建筑用地包括硐口、工业场地和临时转运场，工业场地有两处，即 PD1396 和 PD1295 工业场地，PD1295 工业场地包括机修车间、器材库、杂物间以及职工宿舍、值班室等场地，总占地面积 0.6226hm²，工程建设压占损毁土地主要为工矿仓储用地和林地，其中包括工矿仓储用地 0.2672hm²（采矿用地 0.2672hm²）、林地 0.0882hm²（乔木林地 0.0882hm²）；临时转运场占地面积 0.3964hm²，工程建设压占损毁土为工矿仓储用地。见照片 3-12~3-13。



照片 3-12 PD1295 工业场地（镜向 275°）



照片 3-13 PD1396 工业场地（镜向 205°）

2、废渣堆

为采矿期间矿山开采废渣堆放形成，分布于硐口附近和沟道内，共 2 处废渣堆，FX02 废渣堆在上期两案适用期内进行了治理和复垦，恢复效果较好，故不再将其纳入本方案废渣堆损毁土地现状内。本方案废渣堆为 FX03 废渣堆，位于水晶沟沟道内，总占地面积 0.3631hm^2 ，工程建设压占损毁土地主要为林，损毁乔木林地面积 0.3631hm^2 。见照片 3-14~3-15。



照片 3-14 FX02 废渣堆（镜向 340° ）



照片 3-15 FX03 废渣堆（镜向 50° ）

3、炸药库

凤县福鑫铅锌矿矿山炸药库设在平硐 PD1396 东北方向 100m 处，内部有炸药库、雷管库，下游 100m 处设有监控室，总占地面积 0.1275hm^2 ，工程建设压占损毁土地主要为工矿仓储用地，（采矿用地 0.1275hm^2 ）。见照片 3-16~3-17。

炸药库能满足后续生产需要，不需扩建，不会造成现有损毁土地面积面积的扩大或重复性损毁。



照片 3-16 炸药库（镜向 120° ）



照片 3-17 炸药库监控室（镜向 115° ）

4、运矿道路

凤县福鑫铅锌矿沿用农村道路作为拉矿运输道路，根据范围圈定其使用地段为水晶沟沟口至矿山开采最高平硐口（PD1396）段，道路总计全长约 1.2km，路面宽约 3~4m，路面为碎石矿渣硬化，总占地面积 0.2697hm²，工程建设压占损毁土地主要为交通运输用地。见照片 3-18~3-19。



照片 3-18 矿山道路（镜向 50°）



照片 3-19 矿山道路（镜向 85°）

表 3-19 凤县福鑫铅锌矿评估区已损毁土地现状表（单位：hm²）

一级地类		二级地类		工业场地及临时转运场	废渣堆	炸药库	运矿道路	总计
地类编码	地类名称	地类编码	地类名称					
03	林地	0301	乔木林地	0.0882	0.3631			
06	工矿仓储用地	0602	采矿用地	0.9308		0.1275		
10	交通运输用地	1006	农村道路				0.2697	
合计				1.0190	0.3631	0.1275	0.2697	1.7793
损毁类型				压占	压占	压占	压占	

（三）拟损毁土地预测与评估

本矿山的剩余服务年限为 5 年，对土地损毁的方式包括废渣堆对土地的压占以及采空区可能引起的地表塌陷。据现场调查了解矿山现状所建设施基本能满足矿山生产需要，预测矿山后续开采活动可能造成土地损毁情况为地面塌陷引起土地损毁。

1、地面塌陷损毁土地

根据西安有色冶金设计研究院编制的《陕西盛福鑫矿业有限责任公司凤县福鑫铅锌矿开发利用方案》IV-1 号铅锌矿体的矿床围岩特征、构造特征、矿体的倾角、厚度、长度及矿床的埋深和选用的采矿方法，结合类似矿山的生产经验，按矿体上盘岩石移

动角取 65° ，矿体侧翼岩石移动角取 68° ，矿体下盘岩石移动角取 68° ，圈定矿床开采时地表岩石移动范围。根据本章前文第二节第二条中对地面塌陷的预测评估，矿体顶底板岩石质量好，岩体较完整，井巷围岩稳固性总体较好，且矿体开采宽度较小，矿体开采深厚比较大，根据现场调查和参考周边类似矿山地表变形情况，未发现地面塌陷及地面裂缝现场，因此预测评估矿体开采引起的地表岩体变形量小，对土地无损毁。

考虑到矿区后期采矿活动为深部采矿，且上部矿山已经关停，上下两个矿山开采之间有 40m 的安全距离，因此，未来矿山采矿对上部的采空区影响很小，后期采矿引发采空区地面塌陷、裂缝的可能性小，引起采空区地表土地损毁的可能性小。因此，本方案将矿体开采引起的地表岩体移动监测纳入地质灾害监测中，不再重复计算复垦监测工作量。若监测过程中发生地面塌陷、地面裂缝，则直接实施地质灾害防治和土地复垦工程，即纳入复垦区，但不计入复垦监测责任范围。

2、土地损毁程度分析

土地损毁程度评价方法有综合指数法、模糊综合评判法、极限条件法等，本项目采用极限条件法分析，即根据不同项目损毁类型特点，选取多个土地损毁评价因子进行综合分析，取单个评价因子达到的最高土地损毁等级作为该工程对土地损毁程度等级。

（1）评价等级

根据《中华人民共和国土地管理法》和《土地复垦条例》，把土地损毁程度等级分为 3 级，即：Ⅰ级（轻度损毁）、Ⅱ级（中度损毁）和Ⅲ级（重度损毁）。

（2）评价指标及评价标准

本方案针对不同土地损毁类型选择不同的评价指标进行土地损毁程度分析评价，评价因子包括损毁面积、损毁特征及复垦难度等，各评价因子的等级限值主要参考《土地复垦方案编制规程》（TD/T1031-2011）、《耕地后备资源调查与评价技术规程》（TD / T-1007-2003）等技术规程中的土地损毁程度分级标准取值，具体如下：

1）压占、污染损毁等级标准：选择压占面积、压占区边坡坡度、重金属元素污染、砾石含量、复垦容易程度五项指标作为压占损毁土地的评价因子，各因子损毁程度分级标准见表 3-20。

表 3-20 压占、污染损毁程度分级标准

损毁等级	压占面积 (hm ²)	边坡坡度 (°)	重金属元素污 染 (m)	砾石含量 (%)	复垦难 易程度
I级 (轻度损毁)	≤1.0	≤25°	≤Co	≤10	容易
II级 (中度损毁)	1.0~5.0	25°~35°	Co~2Co	10~30	中等
III级 (重度损毁)	>5.0	>35°	>2Co	>30	困难

注：1、任何一项指标达到相应标准即认为土地损毁达到该损毁等级；

2、重金属元素污染：取《土壤环境质量标准》(GB15618-1995)中III类土壤环境质量标准值 Co 的 1、2 倍作为分界值。

2) 挖损损毁等级标准：挖损损毁程度主要与挖损深度、挖损面积、挖损区坡度和原始土层厚度有关。本方案选择挖损深度、挖损面积、挖损区坡度和原始土层厚度四项指标作为评判土地挖损损毁的评价因子，各因子损毁程度分级标准见表 3-21。

表 3-21 挖损损毁程度分级标准

评价因子		评价等级		
		I级 (轻度损毁)	II级 (中度损毁)	III级 (重度损毁)
地表变形	挖损深度	<1.0m	1.0~3.0m	>3.0m
	挖损面积	<0.10hm ²	0.10~1.0hm ²	>1.0hm ²
	挖损坡度	<25°	25~35°	>35°
土体剖面	挖损土层厚度	<0.20m	0.20~0.50m	>0.50m

注：任何一项指标达到相应标准即认为土地损毁达到该损毁等级。

3) 地面塌陷损毁等级标准：矿山预测塌陷区域主要损毁地类为林地，损毁程度分级参照如下标准，见表 3-22：

表 3-22 林地损毁程度分级标准

损毁等级	水平变形 (mm·m ⁻¹)	附加倾斜 (mm·m ⁻¹)	下沉 (m)	沉陷后潜水位 埋深 (m)	生产力降低 (%)
轻度	≤8.0	≤20.0	≤2.0	≥1.0	≤20.0
中度	8.0~20.0	20.0~50.0	2.0~6.0	0.3~1.0	20.0~60.0
重度	>20.0	>50.0	>6.0	<0.3	>60.0

根据矿山工程类型、功能及土地损毁特征，将矿区划分为 4 个土地损毁程度评价单元，即项目区内工业场地、废渣堆、炸药库、矿区道路。按极限条件法对各单元土地损毁程度逐一评价，结果见表 3-23。

表 3-23 项目区压占损毁程度分级统计表

损毁单元	单评价因子损毁等级										综合土地损毁等级
	压占面积 (hm ²)	单因子损毁等级	边坡坡度 (°)	单因子损毁等级	有毒元素污染 (s)	单因子损毁等级	砾石含量 (%)	单因子损毁等级	复垦难易程度	单因子损毁等级	
工业场地	0.6226	I级	≤25°	I级	——	I级	>30	III级	困难	III级	III级重度
废渣堆	0.7595	I级	>35°	III级	——	I级	>30	III级	困难	III级	III级重度
炸药库	0.1275	I级	≤25°	I级	——	I级	10~30	II级	中等	II级	II级中度
运矿道路	0.2697	I级	≤25°	I级	——	I级	>30	III级	困难	III级	III级重度
合计	1.7793										

(3) 土地损毁程度分析

项目区损毁土地总面积 1.7793hm²，其中已损毁面积 1.7793hm²，包括工业场地、废渣堆、炸药库、运矿道路；拟损毁面积 0.00hm²。

(4) 评价结果

项目区内各类土地损毁类型、程度及面积见表 3-24。从表 3-24 中可以看出炸药库为II级中度损毁，工业场地、废渣堆、矿区道路为III级重度损毁。

表 3-24 项目区内各类土地损毁情况汇总表

一级类		二级类		损毁类型	损毁程度	合计面积
编码	名称	编码	名称			(hm ²)
03	林地	0301	乔木林地	压占	III级重度损毁	0.4513
06	工矿仓储用地	0602	采矿用地	压占	II级中度损毁	0.1275
					III级重度损毁	0.9308
10	交通运输用地	1006	农村道路	压占	III级重度损毁	0.2697
土地损毁面积总计						1.7793

四、矿山地质环境治理分区与土地复垦范围

(一) 矿山地质环境保护与恢复治理分区

地质环境保护与恢复治理分区是依据矿产资源开发利用方案、矿山地质环境问题类型、分布特征及其危害性，在充分考虑地质环境条件的差异并结合地质灾害危险性、含水层和土地资源及地形地貌景观现状评估和预测评估的基础上，选择适宜的评判指

标和评估方法，根据国土资源部《矿山地质环境保护与恢复治理方案编制规范》（DZ/T0223-2011），划分矿山地质环境保护与恢复治理分区。

1、分区原则

矿山地质环境具有“自然、社会、经济”三重属性，因而矿山地质环境治理分区应遵循以下原则：

（1）“以人为本，以工程建设为中心，以生态环境可持续发展为目标”的原则。对人类生产、生活环境影响大，对矿山工程活动影响大的地质环境影响区作为重点防治区，其次为次重点防治区和一般防治区。

（2）“与矿山工程活动对地质环境影响及破坏程度相适应”的原则。对地质环境影响程度严重区划为重点防治区优先恢复治理，影响较轻区划为一般防治区靠后安排恢复工作。

（3）“与矿山地质环境破坏引起的危害性相适应”的原则，即对矿山地质环境影响较严重或一般区段，若因环境破坏引发的危害性较大或极大，则应划为重点防治区优先恢复治理。

（4）遵循“谁开发，谁保护；谁破坏，谁治理”的原则，合理界定地质环境保护与治理责任范围。

2、分区方法

（1）分区方法：依据矿山地质环境治理分区原则，本方案依据《矿山地质环境保护与恢复治理方案编制规范》（DZ/T223—2011）附录 F（表 3-25）标准，对矿山地质环境保护与治理恢复进行分区。根据矿山地质环境影响现状及预测评估结果及防治难易程度，对凤县福鑫铅锌矿矿山地质环境治理进行分级分区。

（2）分区域别：凤县福鑫铅锌矿矿山地质环境治理分区划分为重点防治区、次重点防治区、一般防治区，对矿山地质环境问题类型的差异的区段可进一步划分重点防治段。

表 3-25 矿山地质环境保护与恢复治理分区表

现状评估	预测评估		
	严重	较严重	较轻
严重	重点区	重点区	重点区
较严重	重点区	次重点区	次重点区

较轻	重点区	次重点区	一般区
----	-----	------	-----

3、分区评述

根据矿山地质环境治理分区的标准和分区原则，考虑区内地质灾害危害对象、危害程度等因素，参照《矿山地质环境保护与恢复治理方案编制规范》（DZ/T 0223-2011）附录 F 矿山地质环境保护与恢复治理分区表，将凤县福鑫铅锌矿矿山地质环境治理分区划分为重点防治区(A_H)、次重点防治区(B_H)和一般防治区(C_H)三级共 4 个区块（见附图 06），各分区的具体详述见表 3-26。

（1）重点防治区(A_H)

重点防治区(A_H)：该防治区面积 1.7793hm²，占评估区面积的 0.99%。主要位于水晶沟下游地区（泥石流隐患流通区），包含 1396 工业场地、1295 工业场地及办公生活区、临时转运场、FX03 废渣堆、炸药库及炸药库监控室和运矿道路。防治责任主体为凤县福鑫铅锌，区内主要存在或可能引发的矿山地质环境问题为泥石流隐患、废渣堆放占用林地和破坏地形地貌景观。现状评估地质环境影响程度严重；后期矿山生产过程中该处对地形地貌影响严重，预测评估地质环境影响程度严重。

（2）次重点防治区(B_H)

次重点防治区(B_H)：该防治区面积 0.7310hm²，占评估区面积的 0.14%。主要为 FX02 废渣堆，位于水晶沟中游，现状调查对含水层破坏较轻，对地形地貌影响较严重，对水土环境破坏较轻。预测发生地质灾害的可能性小，对矿山地质环境影响较；对含水层破坏较轻，对地形地貌影响较严重，对水土环境破坏较轻。

（3）一般防治区(C_H)

一般防治区(C_H)2 处：：总面积 175.4653hm²，占评估区面积的 98.59%。C_{H1} 位于北片区福鑫铅锌矿生产建设区域，除严重区、较严重区以外的区域；C_{H2} 位于南片区矿权分布区域，采空区引发地面变形或轻微裂缝的可能性小，危险性小，对地形地貌景观破坏较轻，对矿山地质环境的影响较轻。其他地段矿山活动对矿区地质环境影响程度较轻，存在的地质环境问题少，危害程度较轻，不需要安排治理工程，但需要布设监测预警工程。

表 3-26 矿山地质环境治理分区说明表

分区名称	编号	位置	面积 (hm ²)	面积占 比 (%)	现状 评估	预测 评估	防治方案
重点 防治 区	A _H	1396 工业场 地	0.1448	0.08	严重	严重	1、对建筑物进行拆除、清 运、覆土、植树、播撒草籽 进行绿化； 2、清运 FX03 废渣堆后， 新建排洪渠，连接上游和下 游既有排洪设施；
		1295 工业场 地	0.4778	0.27	严重	严重	
		临时转运场	0.3964	0.22	严重	严重	
		FX03 废渣堆	0.3631	0.20	严重	严重	
		炸药库及炸药 库监控室	0.1275	0.07	严重	严重	
		运矿道路	0.2697	0.15	严重	严重	
次 重 点 防 治 区	B _H	FX02 废渣堆	0.7310	0.41	较严 重	较严 重	坡面稳定性监测、植被监 测，排洪渠定期清理等
一 般 防 治 区	C _{H1}	北片除严重 区、较严重区 外其他区域	35.0720	19.71	一般	一般	对采空区设置警示牌，布设 监测预警工程；其余区域以 监测为主
	C _{H2}	南片区	140.3933	78.88	一般	一般	
合计			177.9756				

(二) 土地复垦区与复垦责任范围

1、土地复垦区划分

根据矿区地表设施用地情况以及已损毁、拟损毁土地分析与预测结果，本方案复垦区面积 1.7793hm²，从损毁时间分类：已损毁 1.7793hm²，拟损毁 0.00hm²；复垦区面积关系见表 3-27。

项目区矿权范围内土地损毁由陕西宏福工贸（集团）有限责任公司水晶沟铅锌矿采矿活动破坏，2017 年 6 月停止采矿活动后，凤县自然资源局对其工业场地及废渣堆

等所在区域已经进行了工程治理和土地复垦，故本次方案土地复垦区单元划分，不包括矿权范围内的土地复垦；为了便于复垦工作的实施，运矿道路留续使用；FX03 废渣堆因处于水晶沟沟道内，若进行覆土复垦，相当于人为增加水晶沟泥石流隐患的物源，因此针对 FX03 废渣堆的复垦，只对两侧边坡播撒草籽进行复绿，沟道仍以清运后的原始地貌为主，恢复措施以自然复绿为主。土地损毁区因位置相互独立，各自划分为独立的土地复垦区划分。

根据以上方法确定凤县福鑫铅锌矿土地复垦区由 3 个损毁区组成，总面积 1.3281hm²。

表 3-27 复垦区面积一览表

用地性质	用地工程名称	复垦区面积(hm ²)			备注
		已损毁	拟损毁	合计	
临时建设 用地	PD1295、1396 工业场地及办公生活区、 临时转运场	1.0190	0	1.0190	FX03 废渣堆 仅复垦 两侧边 坡
	FX03 废渣堆	0.1816	0	0.1816	
	炸药库及炸药库监控室	0.1275	0	0.1275	
合计		1.3281	0	1.3281	

3 个损毁复垦区包括已损毁的工业场地和临时转运场、废渣堆、炸药库。各土地复垦单元特征及拐点坐标见表 3-28。

表 3-28 土地损毁复垦区主要区块拐点坐标

区域	面积	序号	2000 国家大地坐标系	
	(hm ²)		X	Y
PD1295 工业 场地及办公生 活区	0.4778	*	*****	*****
		*	*****	*****
		*	*****	*****
		*	*****	*****
		*	*****	*****
		*	*****	*****
		*	*****	*****
		*	*****	*****

		9	*****	*****
		10	*****	*****
		11	*****	*****
		12	*****	*****
		13	*****	*****
		14	*****	*****
		15	*****	*****
PD1396 工业场地	0.1448	1	*****	*****
		2	*****	*****
		3	*****	*****
		4	*****	*****
		5	*****	*****
		6	*****	*****
		7	*****	*****
		8	*****	*****
		9	*****	*****
		10	*****	*****
		11	*****	*****
		12	*****	*****
临时转运场	0.3964	1	*****	*****
		2	*****	*****
		3	*****	*****
		4	*****	*****
		5	*****	*****
		6	*****	*****
		7	*****	*****
		8	*****	*****

		9	*****	*****
		10	*****	*****
FX03 废渣堆	0.1816	1	*****	*****
		2	*****	*****
		3	*****	*****
		4	*****	*****
		5	*****	*****
		6	*****	*****
		7	*****	*****
		8	*****	*****
		9	*****	*****
		10	*****	*****
		11	*****	*****
		12	*****	*****
		13	*****	*****
炸药库及炸药库监控室	0.1275	1	*****	*****
		2	*****	*****
		3	*****	*****
		4	*****	*****
		5	*****	*****
		6	*****	*****
		7	*****	*****
		8	*****	*****
合计	1.3281			

说明：本方案复垦区对象的范围多是通过 1: 5000 的地形图或土地利用现状图进行采集，边界多为曲线，如塌陷边界，道路等，拐点多，实用性受限。为了便于操作，本方案利用包络多边形来近似确定复垦区拐点坐标，实际应用时，结合大比例尺地图或现场测量精确确定。

2、复垦区责任范围

土地复垦责任范围是复垦区中损毁土地及不再留续使用的永久性建设用地构成的区域。因此，凤县福鑫铅锌矿项目区 98%的土地类型为林地和采矿用地，除矿山工程外没有其它公共设施，凤县福鑫铅锌矿土地复垦的责任范围包括工业场地和临时转运场、废渣堆、炸药库等区域的损毁土地地区，总面积 1.3281hm²。复垦的责任主体为凤县福鑫铅锌矿。见表 3-29。

表 3-29 复垦责任区面积一览表

用地性质	用地工程名称	复垦责任区面积(hm ²)			备注
		已损毁	拟损毁	合计	
临时建设用地	PD1295、PD1396 工业场地及办公生活区、临时转运场	1.0190	0	1.0190	不留续使用
	FX03 废渣堆	0.1816	0	0.1816	
	炸药库	0.1275	0	0.1275	
小计		1.3281	0	1.3281	
复垦责任区面积	不留续使用生产活动损毁土地+临时建设用地			1.3281	

说明：考虑到矿区采矿活动引发采空区地面塌陷、裂缝的可能性小，凤县福鑫铅锌矿开采深部矿体，对上部采空区扰动很小，引起采空区地表土地损毁的可能性小，因此，本方案将土地复垦采空区监测纳入地质灾害监测中，不再重复计算复垦监测工作量。若监测过程中发生地面塌陷、地面裂缝，则直接实施地质灾害防治和土地复垦工程，即纳入复垦区，但不计入复垦监测责任范围。

（三）土地类型与权属

1、复垦区土地利用类型

凤县福鑫铅锌矿复垦区总面积为 1.3281hm²，其中损毁土地面积 1.3281hm²，无拟损毁土地。矿区复垦责任范围面积 1.3281hm²，矿区损毁土地利用类型有：乔木林地、采矿用地、农村道路，评估区内无基本农田，矿区损毁土地不占用基本农田。

根据宝鸡市凤县自然资源局提供的项目区最新三调数据，最后更新日期为 2023 年 9 月，按照《土地利用现状分类》（GB/T21010—2017）进行统计，矿区复垦区及复垦责任区的土地利用结构（损毁地类、损毁方式、损毁程度及面积等）详见表 3-30、表 3-31。

表 3-30 复垦区土地利用结构表

一级类		二级类		损毁类型	损毁程度	复垦区损毁面积(hm²)	复垦责任范围	
编码	名称	编码	名称				面积(hm²)	占比%
03	林地	0301	乔木林地	压占	重度	0.1691	0.1691	13.78
06	工矿仓储用地	0602	采矿用地	压占	中度	0.1275	0.1275	10.39
					重度	0.9308	0.9308	75.84
合计						1.3281	1.3281	100.00

表 3-31 凤县福鑫铅锌矿复垦责任区土地利用表

一级类		二级类		工业场地及临时转运场	废渣堆	炸药库	面积(hm ²)
编码	名称	编码	名称				
03	林地	0301	乔木林地	0.0882	0.1816	/	0.1691
06	工矿仓储用地	0602	采矿用地	0.9308	/	0.1275	1.0583
合计				1.0190	0.1816	0.1275	1.3281

2、土地权属状况

凤县福鑫铅锌矿项目区位于陕西省宝鸡市凤县河口镇。项目区土地权属主要涉及河口镇河口林场用地。目前，矿区内工业场地和临时转运场、废渣堆、炸药库等用地权属为河口镇河口林场用地。矿区土地权属清楚，无土地权属纠纷。权属情况见表 3-32 所示。

表 3-32 复垦区土地利用权属表

权 属			土地类型及面积(hm ²)		
			03	06	合计(hm ²)
			林地	工矿仓储用地	
			0301	0602	
			乔木林地	采矿用地	
陕西省宝鸡市凤县	河口镇	河口林场	0.1691	1.0583	1.3281
合计			0.1691	1.0583	1.3281

3、租地、征地情况

矿山目前已办理林地使用证手续（见附件），地面工程用地均为临时建设用地，矿山企业正在积极办理土地使用手续，范围包括工业场地和临时转运场、废渣堆、炸药库等，矿山道路为村、矿共用农村道路。

第四章 矿山地质环境治理与土地复垦可行性分析

一、矿山地质环境治理可行性分析

（一）技术可行性分析

通过现状与预测分析，评估区矿山地质环境问题主要集中在地质灾害威胁地面人员及建构筑物安全、地形地貌景观破坏方面。本方案提出的地质灾害治理、地形地貌景观修复，含水层、水土破坏监测均有相对成熟的技术支撑，并适合评估区矿山地质环境治理工程。

对于矿区内地面塌陷与地面裂缝可采取挖方、回填夯实、平整修复对其进行治理，后期矿体开采引发地面塌陷和地面裂缝，可在明显位置布设警示牌；对于矿区内泥石流隐患（NSL01）以“清运废渣堆+排洪”为主，具体工程措施包括废渣堆外运、修建排洪渠等方式治理。

地面建设及矿体开采将会影响到原生地形地貌，矿区内地形地貌景观恢复治理工程主要采取覆土绿化、植被恢复等工程。

矿山开采活动对矿区含水层影响及破坏较轻，只需按照设计生产方案，规范生产，确保不产生新的污染源，就可保证矿区含水层结构、水位、水质不受破坏和污染，使矿区水土环境安全达标。

综上所述，针对矿山建设以及采矿活动所导致的一系列矿山地质环境问题是可以通过事前预防、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，综合分析其预防治理措施，技术措施可行，可操作性强，能达到恢复治理的预期目标，技术上可行。

（二）经济可行性分析

本方案矿山地质环境治理工程主要包括地质灾害防治工程、地形地貌景观破坏恢复治理工程、水土环境污染问题以及地质环境监测工程。对于矿山地质环境问题进行综合分析预算，预算金额范围在矿山可承受范围之内。并且，本方案治理项目启动后，矿山地质环境治理工程实施和后期维护都需要相当大量的机械设备和劳动力，可在一段时间内解决当地的部分劳动力就业问题，增加当地居民收入。矿山地质环境治理工程实施后可消除地质灾害隐患，恢复评估区人民群众及矿山企业的人居环境及工业、

农业生产环境，保障矿区职工及附近人民群众的社会、经济活动的正常开展。

因此，综合分析其在经济上可行。

（三）生态环境协调性分析

1、对水资源影响分析

山生产期对水资源的影响主要为井下废水、选矿废水及废渣堆淋溶水，可对井下废水及选矿废水进行回收循环利用，做到零排放，废渣堆废石淋滤水来自废渣堆内的降水，根据环评报告相关内容，废石淋滤水中的有害元素浓度低，对地表水环境产生的影响小。

因此，矿区开采对水资源的影响主要可通过事前预防的方式达到预防目的。

2、对土壤资源影响分析

评估区位于秦岭南坡山脉中山区，以林地为主，无村庄等居民聚集区。在矿山基建生产过程中，各生产平硐工业场地、废渣堆等对土地资源造成压占破坏。

矿山地面工业场地内的土壤长期受到机械设备和建筑物的压占，土壤空隙会变小，饱和含水量下降，土壤保水保肥性能减弱，同时也将影响生物与土壤间的物质交换，破坏土壤中的有机质，使土壤的生产能力降低。可通过土壤重构、植被重建等复垦，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。

3、对生物资源影响分析

矿山生产期间，矿山工程占地及强烈的人类工程活动，将会干扰矿区及周边的自然生态环境，降低矿区植被覆盖度，影响野生动、植物资源的栖息与活动的范围，迫使一部分野生动物向四周迁移，对矿区及周边野生动、植物群落的生存空间及质量产生较大影响。

矿山开采完毕后，矿区土地不同程度地遭到损毁，生态环境处于受损状态。对受损土地通过土地复垦恢复植被，增加矿区耕地、林地面积。随着矿区人工生态系统的建立，将使原来的天然生态系统变成人工干扰和自然恢复的复合生态系统，逐渐替代原来的自然生态系统。新复合生态系统将在逐步修复中结构和功能不断接近原生自然生态系统，为矿区生物资源提供适宜的生态栖息环境。

本矿山地质环境的恢复治理可以有效改善矿区及其周边的生态环境质量，恢复矿山生态系统的生态平衡，美化地形地貌景观，具有良好的、长远环境效益，能够促进

经济社会、环境的协调发展。

二、矿区土地复垦可行性分析

（一）复垦区土地利用现状

根据宝鸡市凤县自然资源局提供的项目区1:10000标准分幅土地利用现状图，最后更新日期为2023年9月，按照《土地利用现状分类》（GB/T21010—2017）进行统计，复垦区土地利用现状类型以二级类划分为乔木林地、采矿用地等。

（二）土地复垦适宜性评价

土地复垦适宜性评价是一种预测性的土地适宜性评价，是依据现有的生产力经营水平和本地区的土地利用规划，以土地的自然要素和社会经济要素相结合作为鉴定指标，通过考察和综合分析土地对各种用途的适宜程度、质量高低及其限制状况等，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，以及不同土地损毁类型造成土地的自然属性、经济性状以及生产能力等土地质量特性的差异，在综合分析和建立预测评价模型基础上，对土地损毁复垦单元做出生态适宜性、经济可行性评判，最终确定每个复垦单元的最优复垦方向，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。

本次适宜性评价主要是评价待复垦土地相对于农、林（园）、草利用方向的适宜性。

1、评价原则和依据

（1）评价原则

对造成损毁的土地进行复垦可以优化土地利用，提高土地利用效益。本方案土地复垦适宜性评价必须遵循以下原则：

1）符合土地利用总体规划，并与其他规划相协调

土地利用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土地利用总体规划，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，土地复垦耕地优先原则

土地利用受周围环境条件的制约，土地利用方式必须与环境特征相适应。根据被损毁前后土地拥有的基础设施，因地制宜，扬长避短，发挥优势，宜农则农，宜林则林，宜牧则牧，宜渔则渔。在确定待复垦土地的利用方向时，根据评价单元的自然条件和损毁程度等因素因地制宜的确定复垦的适宜性。项目区内损毁的土地以林地、旱耕地为主，因此确定矿区土地复垦方向以耕地优先，其次为林地、草地为主。《土地复垦条例》第四条规定，复垦的土地应当优先用于农业。

3) 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，即根据区域土地利用总体规划的要求，合理确定土地复垦方向。

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，如降水、光照、坡度、积水、水源、土源、土壤肥力以及灌排条件等。在充分分析、研究项目区土壤、气候、地形地貌、植被群落等多种自然因素和经济条件、种植习惯等社会因素的基础上，根据项目区自然环境、土地利用和土地损毁情况，重点分析影响损毁土地复垦利用的主导性限制因素，同时兼顾其他限制因素，避免复垦方向的重大错误。

5) 复垦后土地可持续利用原则

土地复垦适宜性评价应考虑矿区工农业发展的前景以及村民生产、生活水平提高所带来的社会需求变化，复垦后的土地应既能满足生态环境保护及生物多样性发展的需要，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。注重保护并加强环境系统的生产和更新能力，确保复垦后土地可持续利用。

6) 经济可行、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。在评价过程中，应根据不同地块的实际情况，确定各项合理的工程措施，以便复垦地块能达到预期的治理目的。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。

7) 社会因素和经济因素相结合原则

通过方案需要投入资源的大小进行比较，从土地整体效益出发，结合被损毁土地的空间位置、社会需求和周边自然景观、生态环境等确定最佳的利用方案。

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），也要考虑它的社会经济属性（如种植习惯、业主意愿、社会需求、生产力水平、生产布局等）。通过需要投入资源的大小进行比较，从土地整体效益出发，结合被损毁土地的空间位置、社会需求和周边自然景观、生态环境等确定最佳的利用方案；确定损毁土地复垦方向应综合考虑复垦区自然、社会、经济因素以及公众参与意见等，复垦方向的确定也应该类比周边同类项目的复垦经验。确保复垦方向的合理性、有效性及可操作性。

（2）评价依据

土地复垦适宜性评价在详细调查分析复垦区自然条件、社会经济状况、生产力水平以及土地利用状况的基础上，参考土地损毁预测和程度分析的结果，依据国家和地方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，改善被损毁土地的生态环境，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

- ① 《中华人民共和国土地管理法》，主席令第 28 号，2004 年 8 月 28 日；
- ② 《土地复垦条例》，国务院第 592 号令，2011 年 3 月 5 日实施；
- ③ 《土地复垦条例实施办法》（国土资源部第 56 号令，2013 年 3 月 1 日实施）；
- ④ 《陕西省秦岭生态环境保护条例》（2017 年 3 月 1 日起实施）；
- ⑤ 《陕西省实施〈土地复垦条例〉办法》（陕西省人民政府令第 173 号，2013 年 12 月 1 日施行）；

- ⑥ 《凤县土地利用总体规划（2006—2020 年）》（凤县人民政府，2010 年 10 月）；

2）相关规程和标准

- ① 《土地复垦质量控制标准》（TD/T1036—2013）；
- ② 《土壤环境质量标准》（GB15618—1995）；
- ③ 《耕地后备资源调查与评价技术规程》（TD/T 1007-2003）；
- ④ 《土地开发整理项目规划设计规范》（TD/T 1012-2000）；

- ⑤《耕地地力调查与质量评价技术规程》(NY/T 1634-2008);
- ⑥《陕西工矿废弃地复垦利用试点管理办法》(陕国土资发【2014】3号等;
- ⑦《耕地质量验收技术规范》(NY/T1120-2006)等。

3) 其他

- ①项目区自然社会经济状况、土地损毁分析结果;
- ②土地损毁前后的土地利用状况;
- ③损毁土地资源复垦的客观条件;
- ④公众参与意见以及周边同类项目的类比分析等。

2、土地复垦适应性评价步骤

本次适宜性评价按照如下步骤进行, 见图 4-1:

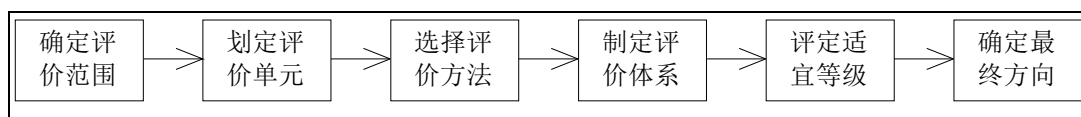


图 4-1 适宜性评价步骤

(1) 土地复垦适宜性评价范围和初步复垦方向的确定

1) 适宜性评价范围

本次项目评价范围为矿区复垦责任范围所有土地, 根据项目区损毁土地分析, 损毁土地总面积为 1.3281hm², 本方案适宜性评价的范围是项目复垦责任范围 1.3281hm²。

由于矿区地下开采工程不易造成采空区地表土地损毁, 因此不将矿区地表沉陷监测范围纳入土地复垦适宜性评价。

2) 初步复垦方向的确定

本方案根据复垦区的自然概况、社会经济状况、土地损毁程度、损毁前后的土地利用状况、与周边土地的相适应性、相关规划及土地权利人公众参意愿、周边同类项目的类比分析等方面进行分析, 初步确定矿区土地复垦方向以林地、耕地优先为原则, 确保复垦后农用地总量平衡, 不减少。

①土地复垦相关因素分析

A、自然和社会经济因素分析

项目区位于陕西省凤县河口镇核桃坝村, 地处秦岭南部中山地貌区, 地形北高南低, 海拔高程 1100~1800m, 相对高差约 300m, 地势较陡峻, 山体坡度在 35~65°间, 坡面植被发育, 以乔木林地为主, 沿水晶沟沟道两侧分布。区内土壤主要为棕壤土,

项目区土地复垦类型区域属西南山地丘陵区，项目区土地利用现状以采矿用地、乔木林地为主；按照西南山地丘陵区土地复垦质量控制标准和项目区自然条件分析认为：项目区地高坡陡，土质质地以多砾质砂壤土为主，砾石含量高，不宜复垦成标准化农田，但可复垦为林地、旱地和草地。

B、社会经济政策分析

根据土地利用规划，项目区的土地复垦工作应本着因地制宜、合理利用以及耕地占一补一的原则，坚持矿区开发与保护、开采与复垦相结合，实现土地资源的永续利用，并与社会、经济、环境协调发展。综合矿区开采活动预测造成的土地损毁状况及特征、自然条件和原土地利用现状，认为矿区土地复垦的方向以林地优先，次为草地。

C、公众参与分析

为了使凤县福鑫铅锌矿项目土地复垦评价工作更具民主化、公众化，在方案编制过程中复垦义务人和编制单位遵循公众广泛参与的原则，向广大公众征求意见，以走访、座谈的方式了解和听取了相关土地权益人和职能部门的意见，得到了他们的大力支持。

（A）项目区内村民和村集体意见

矿山企业及方案编制人员张贴告示，召集项目区土地权属人及使用人（村民、村委会人员）座谈，征询关于矿区土地复垦的诉求、意见和建议。参会村民一致建议企业应该做好土地复垦工作，90%的村民认为当地生活、生产条件相对较差，土地资源稀缺，希望通过项目区土地复垦工作能够改善项目区生态环境，建议矿山关闭后，部分能做乡村生产设施的留给村集体使用，无法利用的设施应重点考虑生态恢复，复垦方向最好为耕地，至少应复垦为原有地类—林地、草地等。

（B）宝鸡市凤县相关政府部门参与情况

凤县自然资源局、林业局、水利局、河口镇政府及国土资源所等部门在听取业主及编制单位汇报后，提出以下几点要求及建议：

a、要求项目区确定的复垦土地用途须符合河口镇土地利用总体规划。

b、根据项目区实际情况，建议复垦方向为林地或草地。

c、建议严格按照本方案及相关政府批复开展土地复垦工作，做好土地复垦工程施工及验收，保证复垦资金落实到位。以上意见本方案已采纳，相关调查资料见报告附

件。

②土地复垦初步方向的确定

在详细调查项目区土地资源特性的基础上，结合公众意见和当地的土地利用总体规划，按照土地拟损毁程度和对土地利用的限制因素，初步确定矿区土地复垦方向以林地优先为原则。

综合上述，初步确定项目区的复垦方向为林地及草地。下文通过对各评价单元选择合适的指标和方法进行定量适宜性评价后，最终确定项目区的土地复垦方向。

（2）评价单元的划分

评价单元是土地适宜性评价的基本单元，是评价的具体对象。土地对农林牧业利用类型的适宜性和适宜程度及其地域分布状况，都是通过评价单元及其组合状况来反映的。由于土地复垦适宜性评价是在当前对将来破坏的土地进行评价，评价时段与土地利用现状时段不一致，因此在划分评价单元时不能仅以土地利用现状作为依据；其次，矿山开采对土地原地貌造成了破坏，原有的土壤状况和土地类型等都将发生变化，因此不可以以土壤类型为依据划分评价单元。评价单元的划分与确定应在遵循评价原则的前提下，根据评价区的具体情况来决定。

根据本项目已损毁土地现状和拟损毁土地预测结果，在对本项目进行土地复垦适宜性评价划分评价单元时应当以土地损毁类型、限制性因素和人工复垦整治措施等因素综合影响作为划分依据；在土地复垦适宜性评价单元划分上，根据各破坏土地特征进行评价单元划分。评价单元应按以下原则进行划分：

- 1) 单元内部性质相对均一或相近；具有一定的可比性；
- 2) 单元之间具有差异性，能客观反映土地在一定时空上的差异性；
- 3) 单元内部的土地特征、复垦所采取的工程措施相似。

综上所述内容分析，本方案最终确定区内的主要的土地利用类型进行土地复垦适宜性评价，划分土地复垦适宜性评价单元。参照临时用地功能分区、土地损毁类型和程度，本复垦方案对复垦土地的评价单元如下：工业场地、废渣堆、炸药库。

（3）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、土地质量总体单一，土地利用以林地（乔木林地）

为主。区内基本不存在土地质量下的细分土地限制型，因此本方案土地适宜性评价采用三级评价体系，即土地适宜类分为适宜、暂不适宜和不适宜三类，类别下再续分土地质量等级，其中适宜类下分土地质量等级为 1 等地、2 等地、3 等地，暂不适宜类和不适宜类一般不续分，统一标注为 N。

2) 评价方法选择

矿区损毁土地适宜性评价属于预测性适宜性评价。目前，土地复垦适宜性评价方法有专家评价法、指数法、极限条件法和多因素模糊综合评价法等。结合矿区地表土地损毁特征以及区域自然环境、社会环境特点，本次土地复垦适宜性评价采用极限条件法，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按《土地复垦方案编制规程第 1 部分：通则》附录 C (C.1)：

$$Y_i = \min(Y_{ij}) \dots\dots\dots (C.1)$$

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。

(4) 评价指标体系和标准的建立

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

凤县福鑫铅锌矿土地损毁类型以压占为主，本方案根据矿区土地损毁特点及复垦目标，选定地形坡度、土壤厚度、土壤质地、排灌条件、堆积物毒性、土源保证率 6 个因子作为适宜性评价指标。

评价等级标准：本方案参考《土壤复垦质量控制标准》(TD/T1036-2013)、《耕地后备资源调查与评价技术规程》(TD/T 1007-2003)、《土壤环境质量标准》(GB15618-

1995) 中相关土地限制因子指标取值, 确定各评定指标的分级或评判标准见表 4-1。

表 4-1 凤县福鑫铅锌矿土地复垦主导限制因素的农林牧等级标准

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

(4) 适宜性等级的评定

依据凤县福鑫铅锌矿土地损毁现状及预测评估, 参照表 4-1 中土地复垦主要限制因素的农林牧等级标准, 对矿区 3 处土地复垦适宜性评价单元进行综合评判, 结果认为 (见表 4-2): 工业场地、炸药库及炸药库监控室、废渣堆适宜复垦为乔木林地。

表 4-2 凤县福鑫铅锌矿复垦区土地复垦适宜性等级评定一览表

评价单元	土地质量状况						适宜性评价			主要限制因子	备注
	地面坡度(°)	土层厚度(cm)	土壤质地	排灌条件	堆积物毒性	土源保证率(%)	耕地方向	林地方向	草地方向		
工业场地和临时转运场	<6	50~80	砂壤质、粘土质、砾质土(含砾≤15%)	一般	无	100	2 或 3 等	2 等	3 等	砾石含量	通过场地覆土、平整、植被重建等措施,复垦为乔木林地。
废渣堆	<6	50~80	砂壤质、粘土质、砾质土(含砾≤15%)	一般	无	100	2 或 3 等	2 等	3 等	砾石含量	通过场地覆土、平整、植被重建等措施,复垦为草地。
炸药库及炸药库监控室	<6	50~80	砂壤质、粘土质、砾质土(含砾≤15%)	一般	无	100	2 或 3 等	2 等	3 等	砾石含量	通过场地覆土、平整、植被重建等措施,复垦为乔木林地。

(6) 确定最终复垦方向

结合表 4-2 中土地复垦适宜性等级评定结果,编制人员在广泛征询复垦责任人(矿山企业)、凤县、河口镇自然资源管理部门、土地权益人——河口林场、核桃坝村委员会及村民意见后,最终确定土地复垦方向(见表 4-3),根据工程施工计划安排、复垦标准和措施一致性特点将复垦区划分为 3 个复垦单元。具体如下:

1) 工业场地和临时转运场位于水晶沟沟道两侧,地形整体较平坦,土壤质量较好,原有地类类型以采矿用地、乔木林地为主,复垦方向为乔木林地。

2) 废渣堆边坡位于水晶沟沟道内,整体地形较陡峭,土壤质量一般,为砂质土,原有地类类型以采矿用地、乔木林地为主,最终复垦方向确定为其他草地。

3) 炸药库及炸药库监控室位于矿区水晶沟下游北侧山体边坡,整体地形平坦,土壤质量较好,原地类为采矿用地,最终复垦方向确定为乔木林地。

(7) 复垦单元划分

根据以上评价单元的复垦方向,从工程施工角度将采取的复垦标准和措施一致的评价单元合并作为一类复垦单元,最终将凤县福鑫铅锌矿土地复垦责任范围内损毁的土地划分为 3 个复垦单元,详见表 4-3。

表 4-3 凤县福鑫铅锌矿土地复垦利用方向结果表

序号	评价单元			复垦单元	土地复垦利用方向
	单元类型	原地类	面积 (hm ²)		土地类型
1	工业场地及临时转运场	乔木林地	0.0882	工业场地及临时转运场	林地
		采矿用地	0.9308		
2	废渣堆	乔木林地	0.1816	废渣堆	草地
3	炸药库	采矿用地	0.1275	炸药库	林地
合计			1.3281		

(8) 复垦前后土地利用结构对比

复垦责任范围复垦前后土地利用结构调整对比表见表 4-4。从表中可以看出，复垦后工矿仓储用地面积减少了 1.0583hm²，但林地面积增加 0.9774hm²，增幅为 578.00%；草地面积增加 0.1816hm²，增幅为 100.00%，符合项目区发展农业经济、方便村民出行的整体规划思路。矿山在复垦后土地类型为林地，综合复垦率为 100%。

表 4-4 复垦责任范围复垦前后土地利用结构调整表

一级类		二级类		面积 (hm ²)		占比变化幅度 (%)
编码	名称	编码	名称	复垦前	复垦后	
03	林地	0301	乔木林地	0.1691	1.1465	578.00
04	草地	0404	其他草地	0	0.1816	100.00
06	工矿仓储用地	0602	采矿用地	1.0583	0	-100.00
合计				1.3281	1.3281	

(三) 水土资源平衡分析

1、水资源平衡分析

矿区地处亚热带与温带分界线上，属暖温带半湿润山地气候，在大气环流及秦岭阻隔作用影响下，气候特征表现为垂直分带明显，小气候差异大，光热条件不足；雨量适中，降水集中，多年平均降水量 613.2mm。矿区植被较为发达，林木生长旺盛，以针叶和阔叶落叶为主，河道两岸灌木杂草丛生，林草覆盖率为 82.7%。根据矿区周边种植经验，灌木幼苗生长最低年需水量约为 231mm，需水时期主要为 5~10 月，矿区复垦为林地主要栽种树木为刺槐，根据区内年平均降雨量及矿区周边以往复垦经验看，只要选择合适的时机种植林草，基本不需要人工浇水也可保证苗木成活率，因此矿区植被栽植、养护需水量总体较小。如遇到枯水季节，可用车拉矿上的生产用水或矿坑排水进行浇灌，养护。

本方案复垦区大部分位于沟谷区，整体需水量较少，林草种植、养护用水可分别取自复垦单元附近的沟道内常年流水，能够满足项目区土地复垦供水需求。

2、表土平衡分析

由于矿区地处秦岭山地区，整个矿区内缺少土源，无取土场，水晶沟沟口核桃坝村及附近村镇有丰富的土源，离矿区地理位置相对较近，可与当地村委会及其它有土源单位协商购买土源方式解决。

本方案依据矿山土地复垦责任区损毁土地复垦方向，参照《土地复垦质量控制标准》(TD/T 1036-2013)中有效土层厚度控制指标，对矿区土地复垦土方供需进行平衡分析。矿区复垦覆土总面积为 1.3281hm²，设计对工业场地及临时转运场、废渣堆、炸药库及炸药库监控室等进行复垦，根据适宜性评价相关要求，林地覆土厚度 50cm，草地覆土厚度 30cm，本方案的表土需求量为 5985m³，具体见表 4-5。

表 4-5 凤县福鑫铅锌矿土地复垦表土平衡表

需土量			
复垦单元	覆土面积 (hm ²)	覆土厚度 (m)	表土需求量 (m ³)
工业场地及 临时转运场	1.0190	0.5	5100
废渣堆	0.1816	0.3	245
炸药库	0.1275	0.5	640
合 计	1.98	/	5985

本项目复垦需表土资源 5985m³，矿区内无土源，缺口土源 5985m³。根据现场实际，本方案不单独建立取土场，通过外购土源的方式解决。根据凤县福鑫铅锌矿与凤县河口镇核桃坝村的购土协议文件，外购土源可满足矿山地质环境恢复与土地复垦需要（本方案不涉及外购土源地的复垦）。

（四）土地复垦质量要求

1、总则

（1）制定依据

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/T1036-2013)，《土地开发整理规划编制规程》(TD/T1011-2000)，《土地开发整理项目规划设计规范》

(TD/T1020-2000),《土地整治高标准农田建设综合体》(DB61/T991.1-991.7-2015)、《陕西省土地开发整理工程建设标准》。

(2) 适用范围

本标准适用于凤县福鑫铅锌矿开采所造成的损毁土地。

(3) 土地复垦技术质量控制基本原则

- 1) 与国家土地资源保护与利用的相关政策相协调;
- 2) 企业应按照发展循环经济的要求,对矿山排弃物(废渣、废石、废气)进行无害化处理;
- 3) 重建后的地形地貌、生物群落与当地自然环境、景观相协调;
- 4) 保护生态环境质量,防止次生地质灾害、水土流失、土壤二次污染等;
- 5) 兼顾自然、经济社会条件,选择复垦土地的用途,综合治理,宜农则农,宜林则林,宜牧则牧,宜建则建,条件允许的地方,优先复垦为农用地;
- 6) 经济效益、生态效益和社会效益相统一的原则;
- 7) 坚持“边损毁,边复垦”原则。

2、工业场地及临时转运场、炸药库复垦工程标准

(1) 复垦区范围内的建筑一般为混凝土或单层砖混结构建筑,采用机械和人工拆除,分部分阶段实施清理工程,清理场地内的建筑垃圾到指定的堆放区域;

(2) 废弃建筑物拆除后,硬化路面需剥离、基础需挖除,采用挖掘机和推土机作业;

(3) 硬化地面剥离后,进行场地平整,覆土厚度不低于 50cm;

(4) 树种:为尽快恢复当地脆弱的生态环境,首先选取当地适生树种,乔木选择刺槐或油松,灌木选择紫穗槐,草种选择紫花苜蓿;

(5) 造林前穴状整地,树坑大小根据所选树种的立地要求一般为 0.5~1.0m,坑深不小于 0.5m,坑口反向倾斜,以便蓄水保土,植数穴切忌挖成锅底形或无规则形,使根系无法自然舒展;

(6) 采用乔木、灌木和草种混播方式进行生态恢复,三年后覆盖率达到 70%以上,五年后植物产量不低于附近复垦地块的产量水平。

3、废渣堆边坡复垦工程标准

废渣堆边坡应在废渣彻底清运完成后，立即进行压实整治，形成面积大、边坡稳定的复垦场地。

(1) 废渣堆复垦方向为草地，使用结束后，覆土厚度不低于 30cm；

(2) 废渣堆边坡采用播撒草种的方式，三年后草种的成活率达 70%以上，水土保持工程良好，不发生滑坡等地质灾害；

(3) 草种：本地抗旱、抗盐碱、抗贫瘠的紫花苜蓿、沙草及沙打旺；

4、林地复垦标准

矿区内工业场地及临时转运场、炸药库复垦方向为乔木林地。

(1) 土壤质量：有效土层厚度 $\geq 30\text{cm}$ ，土壤容重 $\leq 1.50\text{g/cm}^3$ ，土壤质地砂土至壤质粘土，砾石含量 $\leq 50\%$ ，土壤 pH 为 5.5~8.0，有机质含量 $\geq 1.0\%$ ；

(2) 树种选择本地产的刺槐，灌木选择紫穗槐，草种选择紫花苜蓿等。种植密度参照《造林技术规程》(LY/T1607-2003) 适宜初植密度 1000~3000 棵/hm² 的标准，确定复垦单元初植密度 1600 棵/hm²，穴植规格 2.5m×2.5m，林间可适当插播连翘条，撒播混种草籽；

(3) 配套设施：道路达到当地本行业工程建设标准要求；

(4) 生产力水平：定植密度 (株/hm²) 满足《造林作业设计规程》(LY/T1607) 要求；郁闭度 ≥ 0.30 。

5、草地复垦质量标准

矿区内废渣堆边坡复垦方向为其他草地，具体土地复垦质量标准为：

(1) 土壤质量：有效土层厚度 $\geq 10\text{cm}$ ，土壤容重 $\leq 1.45\text{g/cm}^3$ ，土壤质地砂质壤土至壤质粘土，砾石含量 $\leq 50\%$ ，土壤 pH 为 5.5~8.0，有机质含量 $\geq 1.0\%$ ；

(2) 覆土后撒播草籽，复垦为草地，草种选择适宜本地生长的紫花苜蓿或白三叶，覆土后进行土壤培肥，土壤有机质含量在 0.6%以上，复垦后的土壤能够适宜草类生长，无不良生长反应，并且有持续生长能力；

(3) 配套设施：灌溉、道路达到当地各行业工程建设标准要求；

(4) 生产力水平：覆盖度 $\geq 40\%$ ，产量 4 年后达到周边地区同等土地利用类型水平。

(5) 3 年后成活率达到 95%以上。

第五章 矿山地质环境治理与土地复垦工程

一、矿山地质环境保护与土地复垦预防

根据《地质灾害防治条例》、《矿山地质环境防治规定》、《土地复垦条例》等文件的相关要求，结合本矿山地质环境影响现状评估和预测评估结果、矿山土地损毁预测与评估结果、方案适用年限，开展矿山地质环境治理与土地复垦工程工作，原则如下：

- 1、遵循“以人为本”的原则，确保人民生命财产安全，提高人居环境质量；
- 2、坚持“预防为主，防治结合”、“在保护中开发、在开发中保护”的原则，将源头控制和恢复治理的思想贯彻到矿山地质环境治理与土地复垦工程的每个环节中；
- 3、坚持“因地制宜，讲求实效”的原则，矿山地质环境治理与土地复垦工程要与矿山的建设、生产相结合，根据矿山地质环境影响及土地损毁评估的结果，制定科学合理的工程技术措施；
- 4、坚持“谁开发谁保护，谁破坏谁治理，谁投资谁受益”、“技术可行，经济合理”的原则，矿山地质环境治理与土地复垦工程应按照国家制定的技术规范进行，方案要切实可行，同时注重环境恢复治理的经济效益，保持生态环境的协调统一；
- 5、坚持“总体部署，分期治理”的原则，根据矿山地质环境治理与土地复垦工程设计，提出矿山地质环境治理与土地复垦总体目标任务，做出矿山服务期限内的总体工作部署和实施计划，分年限分步部署落实。

凤县福鑫铅锌矿生产引发的矿山地质环境问题为：地形地貌景观受影响、地质灾害、含水层、水土污染影响，以及土地资源损毁，以下针对不同地质环境及土地利用问题提出恢复治理工程。

（一）目标任务

1、目标

根据区内地质环境特征、矿山开采现状及矿山地质环境影响程度评估结果，确定本矿山地质环境保护与土地复垦的目标是依靠科技手段、发展循环经济、建设绿色矿山。在矿山开采过程中，始终贯彻“预防为主、防治结合”的原则，对出现的矿山地质环境问题及时进行有效防治；矿山开采结束后，对遗留的矿山地质环境及土地问题进行具有全面性、针对性、可行性、实用性的治理与复垦。

通过对矿山地质环境保护和土地复垦，最大限度减少矿山地质环境与土地问题对周边环境的影响和破坏，避免和减缓地质灾害的形成、发生而造成的损失，有效遏制矿产资源开发对含水层、地形地貌景观、土地资源的影响破坏，确保区内人民群众生命财产及矿山建设生产安全，实现矿产资源开发利用与地质环境保护协调发展，达到矿区地质环境与周边环境相协调统一，实现社会效益、环境效益及经济效益可持续同步发展。

2、任务

(1) 对建设工程运行过程中可能遭受、引发的地质灾害进行综合治理，治理率 100%，彻底消除地质灾害隐患，有效保护建设工程的安全运行，确保人民生命财产不受损失。

(2) 对废渣堆应加强监测和防护，对发现的安全隐患应及时治理，以免形成地质灾害，威胁采矿工业场地、工人安全，破坏下游生态环境；矿山闭坑后，废渣堆综合整治率 80%，植被恢复绿化率 80%以上。

(3) 对矿山及周边的水资源、土地资源和地形地貌景观的破坏情况进行监测，对水资源污染及时治理，对破坏的土地资源及地貌景观及时恢复。矿山地质环境问题监测覆盖率 100%，土地资源复垦率 85%，地貌景观整治率 90%。

(4) 矿山闭坑后，对矿山废弃建筑物进行拆除、填埋、平整、土地复垦、生态修复等，建立与区位条件相适应的环境功能，使矿山地质环境与周边生态环境相协调。

(5) 建立矿山环境监测系统，对矿山地质环境问题与地质灾害进行监测和预警。

(6) 维护和治理项目区及周围地区生态环境，建设绿色矿业。

(二) 技术措施

为了使工程在建设和运营中能有效地保护矿山地质环境，同时对土地的损毁减少到最小程度，按照“统一规划、源头控制、防复结合”的原则，结合本矿生产和建设特点、性质以及区域的环境特征，分别根据矿山地质环境类型和对土地损毁程度提出相应的预防控制措施。

1、矿山地质灾害预防措施

(1) 泥石流灾害的预防措施

1) 做好水晶沟沟道内坑口废渣堆的转运和清除工作，疏浚矿区排水通道，消除诱发泥石流的物源、水源条件；

2) 做好采矿废渣的集中堆放，做好废渣堆的拦挡、坡面整理工作，防止废石流失引发泥石流灾害；

3) 做好泥石流隐患沟的监测预警工作，发现灾情及时撤离。

2、对含水层的保护措施

(1) 采空区塌陷区要防止地表水、雨水灌入形成的矿坑涌水为主。由于采空区大多位于山脊部位，雨水不易灌入塌陷裂缝区，暂不布设防护工程，生产中应根据实地情况进行调整。

(2) 对矿坑疏干排水引发的矿区地下水位下降、流量减少，宜采用保护性措施进行防治，即在矿山生产阶段采取供排结合，最大限度的节约和循环利用矿坑排水，降低矿区地下水静储量消耗，减少矿坑抽排水对地下水位的影响。

(3) 地下水污染的防治措施：采矿、选矿废水循环利用，“零”排放；生活污水经净化处理后用于喷洒路面或浇灌花木。

3、地形地貌景观的保护措施

(1) 优化开采方案，尽量避免或少破坏林地。在矿山生产过程中，尽可能利用采矿废石充填采空区，剩余废石集中堆放在废石场。尽可能避免建设不必要的工程设施，充分利用矿区闲置工程场地及设施、废弃地作为后期新增生产用地，避免重复建设造成对土地资源的破坏。

(2) 合理堆放固体废弃物，综合利用采矿废石铺设道路等，减少废石排放量，降低对地形地貌景观的破坏。

(3) 边开采边治理，及时恢复植被。对停用的硐口、采矿工业场地、废渣堆及时实施恢复治理工程，利用废石充填采空区、封闭硐口，在植被破损地段栽树、种草恢复生态景观。

4、水土环境污染的预防措施

矿区水土污染主要为矿坑涌水、生产废水及废石淋滤水，经取样检测，本区污染源均达到环境排放要求。因此，本矿区预防水土污染的措施应包括：

(1) 在排放口设置沉淀池，将生产废水沉淀澄清后循环利用，不外排；

- (2) 在废渣堆、工业场地等设施周边设置截排水措施，防止雨水进入形成污染水；
- (3) 提高矿山废水综合利用率，减少有毒有害废水排放，防止水土环境污染；
- (4) 采取污染源阻断隔离工程，防止固体废物淋滤液污染地表水、地下水和土壤；
- (5) 采取堵漏、隔水、止水等措施防止地下水串层污染。

5、土地复垦预防控制措施

按照“保护、预防和控制为主，生产建设与复垦相结合”的原则，对本项目各类损毁区域分别制定预防与控制措施。

(1) 做好与土地利用总体规划的衔接，优化土地利用结构

本项目在确定复垦方向时，以当地土地利用现状类型为指导，做好与土地利用总体规划的衔接。在此基础上，遵循优化土地利用结构，提高土地利用效益的原则，尽量将损毁的土地在条件适宜时复垦为经济林地。

(2) 统一规划，分段复垦

按照本项目的生产特点，统一规划，合理安排复垦工作计划。根据项目的实际情况，对拟损毁的土地合理安排复垦工作的进度安排，使受损毁的土地尽早得到恢复，体现“边生产、边复垦”的原则。

(3) 做好土地权属调整中关系协调工作

在确定复垦后土地用途时征求土地所有权人的意见和当地国土部门的意见，做好临时用地的租用、补偿工作，保证矿山生产的顺利开展，也保障复垦后当地群众的土地权益不受侵犯，避免引起土地权属纠纷。

(4) 预防控制范围

根据矿区地形地貌、气候、植被条件和土地复垦规划等指标，结合项目工程建设及生产运营期可能影响的土地范围，确定本方案土地复垦预防控制范围为矿区现状及预测土地受损区域，包括工业场地、废渣堆、炸药库等。

(5) 主要污染源与污染物防治措施

1) 废水及废石处理

①采场生产废水：各中段坑内涌水及生产废水均沿巷道水沟自流至各坑口沉淀池，待悬浮物达标后可作湿式凿岩、工作面洒水、绿化和道路洒水降尘用水等，施工作业废水进行回用，生活污水经沉淀后用于施工场地降尘洒水，不排放，确保矿坑水收集

后全部综合利用，实现采矿区矿坑废水零排放。

②生活污水：生产平硐场地职工生活区、矿部均设置旱厕，员工洗漱用水用于工业场地洒水降尘，员工粪污水设旱厕收集后用于周边林木施肥，不外排，不会对地表水环境产生影响。

③废石：矿山后期产生的废渣堆放于临时转运场，后期可用于采空区充填，废渣堆放过程禁止乱堆乱放，造成不必要的土地损毁。

④生活垃圾：集中堆放在生活垃圾收集点，及时清运到固定垃圾处理场，严禁乱堆放。

2) 其他环境保护措施

矿山在开发该矿产资源的过程中，尽量不占或少占农田，少破坏植被，作好植被保护工作，以利于矿山环境保护和水土保持。

建立健全环保机构和各项规章制度，专人负责。遵守国家各项环境保护政策和制度。企业在生产过程中要重视环境保护，做到矿山生产建设和环境保护同步进行。

3) 矿区绿化

设计在不影响安全通道的前提下，充分利用零散空地、废渣堆场、道路两旁空地进行绿化，创造矿区良好的生态环境。坑口工业场地、矿区道路两侧布置行道树，栽植当地适宜生长的乔木植物，主要出入口处由灌木、绿篱和花带组成多层次行道绿化带，达到观赏与美化的效果。

(三) 主要工程量

矿区地质环境保护与土地复垦预防措施以监测、警示为主，部分工程属矿山生产内容，部分工程将计入本章第六、七节监测工程量中计算，本节不再重复预留预防工程量。

二、矿山地质灾害治理

(一) 目标任务

根据矿山地质环境影响现状评估及预测评估结果，针对矿山地质环境保护与恢复治理分区，提出矿山地质环境恢复治理措施，促进矿山安全生产，消除地质灾害隐患，改善和提高矿山及附近的生产、生活环境质量，使矿山地质环境基本恢复至开采前的状态。

在矿体开采后，将逐步出现各种地质灾害，通过保护与恢复治理达到：

（1）消除矿区地质灾害隐患，减少、减轻地质灾害的发生。

（2）对地质灾害的治理，最终要达到减少、减轻地灾的破坏程度，确保矿区及周边安全，直至消除地质灾害，避免伤人毁财。

矿山地质灾害治理的实施旨在控制或消除矿山存在的地质灾害隐患，恢复矿山建设、生产等活动对地质环境的破坏。结合本矿实际，矿山地质灾害治理任务主要包括：

（1）加强废石综合利用的研究，减少废渣堆放量；废石、废渣分层堆放，避免其发生崩塌、滑坡等地质灾害。

（2）开展地质灾害预警监测工程，包括灾害隐患点的监测、废渣堆场边坡变形监测、水环境、水量的动态监测等内容。

（二）工程设计与技术措施

1、泥石流隐患 NSL01 防治工程

（1）治理方案

水晶沟沟谷内植被发育，第四系松散堆积层较薄，该沟以往未发生过泥石流灾害，位于水晶沟上游的陕西宏福工贸（集团）有限责任公司水晶沟铅锌矿的 6 处废渣堆位于 1500m 标高以上，凤县政府针对 1500m 标高以上（陕西宏福工贸（集团）有限责任公司水晶沟铅锌矿）历史遗留渣堆问题，于 2021 年委托有资质的单位进行统一的勘察设计和施工治理，现已完成销号验收，工程实施以来，水晶沟上游宏福矿区未发生过灾情。且福鑫铅锌矿在拦渣坝进行持续监测，坝体上部渣堆稳定，排水通畅。位于流通区的福鑫矿区 FX02 废渣堆，上期两案适用期内经过工程治理和复垦后，废渣堆坡面平缓，渣体稳固，表层植被生长良好，坡脚排水渠畅通，废渣堆失稳的可能性小；FX03 废渣堆位于炸药库东侧水晶沟沟道内，堆积方量约 4000m³，废渣堆将原有的沟道完全填平，既有的行洪通道被严重堵塞，强降雨发生时，上游洪水行洪至此，将全部以渗流方式进入废渣堆内部，导致废渣堆极易失稳，发生泥石流灾害，故 FX03 废渣堆为引发水晶沟泥石流灾害的主要原因；因此，水晶沟泥石流隐患的防治主要在于“彻底清运废渣和排洪”。

本方案在水晶沟泥石流隐患防治上的主要措施是针对 FX03 废渣堆，采用彻底清运废渣堆+排洪渠+过水管涵+警示牌的防治措施，防止采矿废渣因暴雨冲刷，废渣堆失稳，

引发泥石流灾害。治理工程部署见图 5-1。

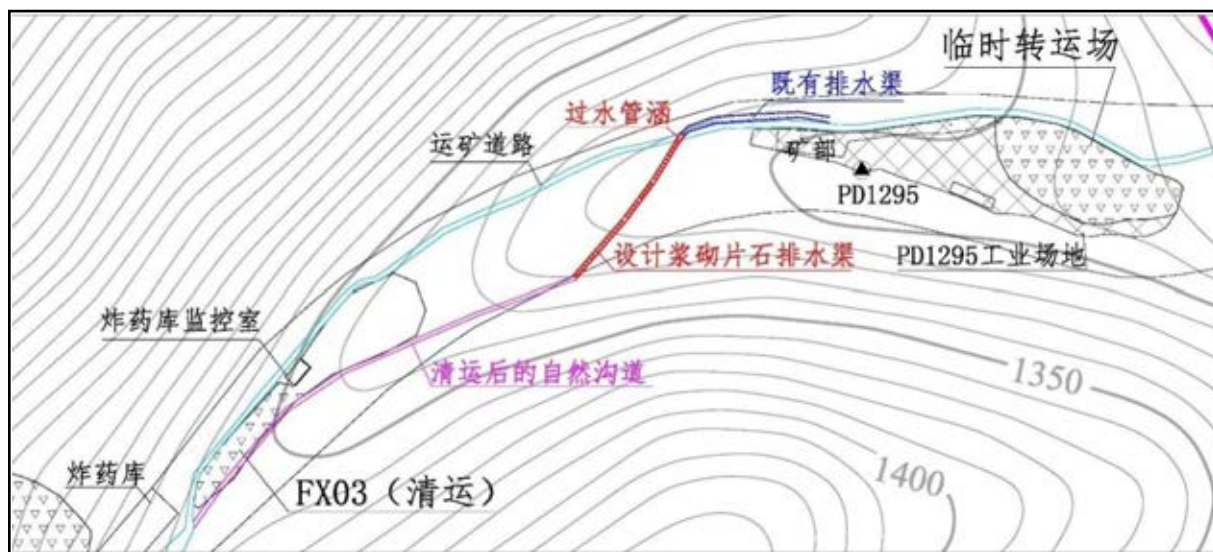


图 5-1 水晶沟泥石流隐患工程治理图

①清运工程：将福鑫铅锌矿 FX03 废渣堆彻底清理外运，包含沟道内的废渣堆和位于山体斜坡上的浮石，清理外运土石方量 4000m^3 ，运送至距矿山 4km 外的石料厂。

②排洪渠工程：将 FX03 废渣堆彻底清运后，原始沟道将作为天然排洪渠，上接既有混凝土排水渠，下至新建排水渠。新建排水渠位于原始沟道下部至下游既有排水渠段，该段总长约 80m，地势较为平缓，采用浆砌片石砌筑。规格与下游排水渠一致，采用矩形断面，设计断面为宽 0.8m，深度 0.8m，截面面积 0.64m^2 ，砌石厚度 30cm，浆砌石排水渠采用 M7.5 砌石砌筑，M10 水泥砂浆抹面，砌石厚度 30cm。（见图 5-2）。

③过水管涵：采用直径为 800mm 的预制混凝土管涵，涵洞长度按 4m 计，横穿运矿道路，连接道路两侧的排水渠，保证行洪通畅，道路和工业场地不被洪水冲毁。

③警示牌：在水晶沟沟口进山道路旁，设置警示牌一块。

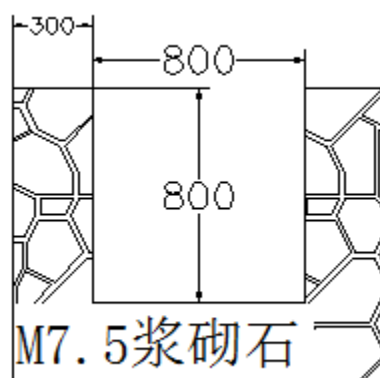


图 5-2 浆砌石排水渠断面图

(2) 设计工作量见表 5-1。

表 5-1 凤县福鑫铅锌矿泥石流治理工程量一览表

工程名称		单位	工程量	备注
土石方工程	废渣清理外运	m ³	4500	
浆砌片石排水渠	基础开挖	m ³	55	
	M7.5 浆砌片石	m ³	60	
	M10 浆砌抹面	m ²	195	
排水工程	管涵	节	2	
警示牌		块	1	

(3) 治理期为近期，2025 年完成。

2、其他工程

矿山闭坑后，为防止意外安全事故发生，需对废弃 1295m 和 1396m 平硐硐口封堵。硐口封堵采用废石回填+浆砌石挡墙，即首先由洞内 20m 处向硐口回填废石，回填高度为人不能爬行进入硐内为准，再对硐口进行浆砌片石封堵，硐口封堵采用 M7.5 浆砌石，深 1.0m。硐口封堵设计大样图（见图 5-3）。

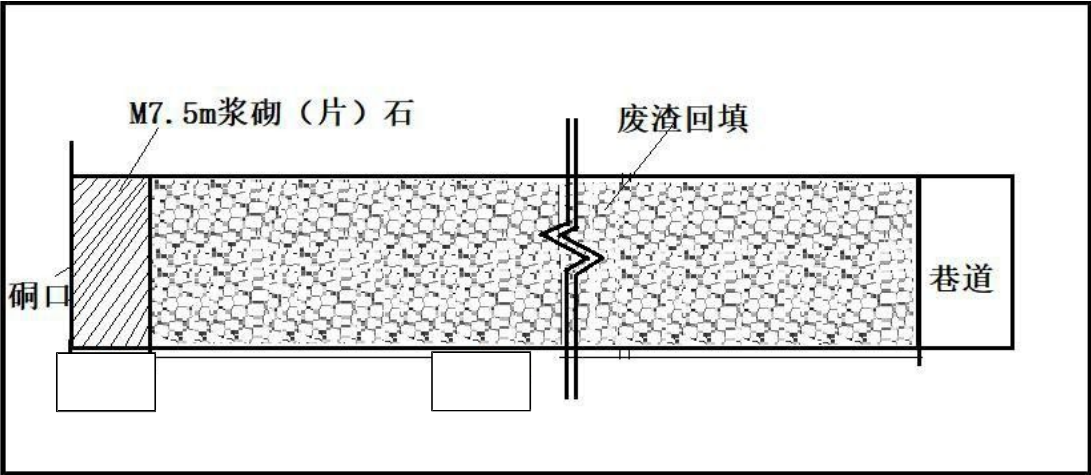


图 5-3 硐口封堵设计大样图

(三) 主要工程量

矿山地质环境恢复治理方案设计主要工程量见表 5-2；

表 5-2 矿山地质灾害治理工程工程量汇总表

单位工程	分部工程		单位	数量
泥石流隐患 NSL01	土石方工程	废石清运	m ³	4000
	排水渠工程	基础开挖	m ³	55
		M7.5 浆砌片石	m ³	60
		M10 浆砌抹面	m ²	195
		管涵	节	2

	警示牌	/	块	1
硐口封堵	硐门砌筑	M7.5 浆砌块石	m ³	25
	硐口封堵	废渣	m ³	200
	警示牌	/	块	2

三、矿区土地复垦

(一) 目标任务

(1) 本方案复垦责任范围面积为 1.3281hm²，项目复垦土地面积为 1.3281hm²，土地复垦率=复垦土地面积÷复垦责任范围土地面积=100%。复垦前后土地利用结构变化见表 5-3。矿区土地复垦规划图见附图 05。

(2) 复垦为乔木林地面积 1.1465hm²，其他草地面积 0.1816hm²。

(3) 复垦土地质量满足本方案制订“土地复垦质量要求”，通过国土资源部门组织的土地复垦验收。

(4) 复垦后的矿区生态环境优美，山、水、田、林、村布局协调，土地资源可持续利用。

表 5-3 复垦前后土地利用结构变化表

一级类		二级类		面积 (hm ²)		占比变化幅度 (%)
编码	名称	编码	名称	复垦前	复垦后	
03	林地	0301	乔木林地	0.1691	1.1465	578.00
04	草地	0404	其他草地	0	0.1816	100.00
06	工矿仓储用地	0602	采矿用地	1.0583	0	-100.00
合计				1.3281	1.3281	

(二) 工程设计

本方案将土地复垦责任范围内损毁的土地划分为三个复垦单元：(一) 工业场地及临时转运场、(二) 废渣堆、(三) 炸药库。

1、土地复垦工程设计原则

(1) 生态优先，社会、经济效益综合考虑

首先进行以控制水土流失、改善生境和恢复土地生产力为核心的植被重建工程，才能遏制其再度恶化。在保证重建生态系统不退化的前提下，根据地区经济发展模式及主要农业结构，选择合理的生态系统结构，实现生态、经济、社会效益综合最优。

(2) 采取工程复垦工艺和生物措施相结合

土地复垦与生态重建是相辅相成的统一结合体。土地复垦即采取工程措施实现土地的再利用，而生态重建是通过生物措施植被重建，实现复垦土地的可持续发展。前者是后者的基础，后者是前者的保障。所以，将土地复垦与生态重建密切结合，统筹规划，最终实现恢复生态系统的可持续发展。

（3）以生态学中的生态演替原理为指导

因地制宜，因害设防，宜林则林，宜草则草，合理地选择树种，优化配置复垦土地，保护和改善生态环境，形成草灌乔、带片网相结合的植物生态结构。遵循自然界群落演替规律并进行适当的正向人为干扰，进行矿区生态恢复和重建，调整群落演替，加速群落演替速度，从而加快矿山土地复垦。

（4）保证“农业用地总量动态平衡”，提高土地质量

在保证“农业用地总量动态平衡”前提下，最大可能地增加园、林、牧用地面积，基本消除荒地和其他未利用地。重建后的生态系统要明显好于原生态系统。

2、复垦单元（一）工业场地及临时转运场

复垦对象：矿区两处平硐的工业场地及临时转运场。

复垦方向及面积：原地类类型主要为乔木林地、采矿用地，损毁形式为压占，损毁程度为重度损毁，拟复垦为乔木林地，面积 1.0190hm²。

（1）复垦工程设计

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拆除和清理工程、表土运输、表土覆盖、场地平整；植被重建包括：乔木种植（刺槐）、灌木种植（紫穗槐）和草本种植（紫花苜蓿）。

1）土壤重构工程

①拆除工程和清理工程

对工业场地的建筑物和构筑物等进行拆除，采矿结束后，现有建筑将悉数拆除，由于所拆建筑均为低层砖混结构建筑和彩钢建筑，拆除时可直接用大型液压机械直接自上而下整体拆除，统一清运垃圾工程量计算按照其结构形式进行计算。清理工程是对在主体工程对地表构建筑物拆除外送之后的地表硬化层的清理，区内场地地面硬化厚度约 15cm，建筑物地基以条基为主，基础埋深小于 1.5m，本方案设计清理厚度统一按场内 20cm 计列。

拆除的建筑垃圾部分粉碎后整平回填于场地，粉碎后整平厚度按 20cm 设计，剩余的建筑垃圾全部回填采空区，运距按照 1.5km 考虑。

②表土运输

将外购表土运至工业场地处。

③表土覆土

采矿平硐工业场地使用结束后，对周边场地进行覆土，覆土厚度为 0.5m。

④场地清理及找平

平整工业场地周边场地，以便后续种植工作的进行，场地平整面积 1.0190hm²。

⑤土壤培肥工程

从表土堆场运来的表土较瘠薄，需要对其进行土壤改良，以提高土壤的质量。改良的方法为施无机化肥法。每公顷施 150kg 无机化肥。

2) 植被重建工程

该区域复垦方向为乔木林地，采用乔灌草结合的方式进行配置(表 5-4)，乔木树种选择刺槐，灌木选择紫穗槐，草籽选用紫花苜蓿，刺槐为选用 2~3 年实生苗，苗高 2~2.5m；紫穗槐为 2~3 年实生苗，株高应达到 80cm，冠幅 40cm。

栽植方式：乔木整地规格为 0.5m×0.5m（圆形，坑径×坑深），灌木整地规格为 0.4m×0.4m（圆形，坑径×坑深），撒播草籽为撒播，覆土厚度 2.5cm。

绿化时间：绿化时间以春、秋两季为宜。绿化后，浇透水。

人工抚育措施：在植物措施开展后，需进行植被抚育管理，以提高植被的成活率，当发现草籽枯死等不良现象，应及时补种。具体造林技术指标见下表。

表 5-4 场地设施用地复垦植被配置设计

树种名称	植物性状	株×行距 (m)	种植方式	整地方式 (cm)	苗木规格	造林密度
刺槐	落叶乔木	3×3	植苗	50×50 穴状整地	2-3 年实生苗， 苗工高 2-2.5m	1600 株/hm ²
紫穗槐	落叶灌木	1.5×1.5	植苗	40×40 穴状整地	2-3 年实生苗， 苗工高 80cm	2300 株/hm ²
紫花苜蓿	草本	—	撒播	全面播撒覆土 2.5cm	优质	30kg/hm ²

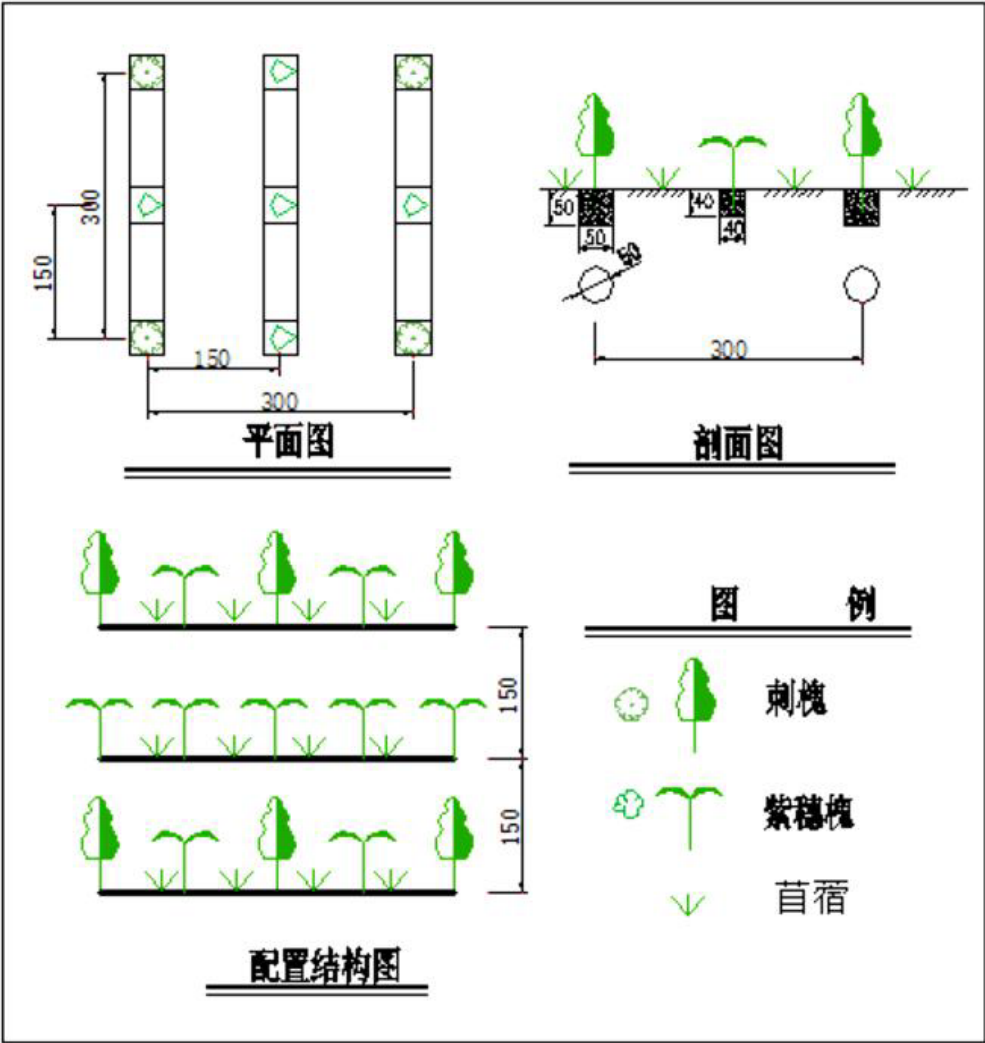


图 5-4 场地设施用地复垦区植被恢复典型设计

(2) 主要工程量

表 5-5 工业场地及临时转运场土地复垦工程量统计表

土壤重构工程			
序号	工程名称	单位	工程量
1	拆除工程	m ³	1865
2	清理工程	m ³	1245
3	表土运输	m ³	5100
4	表土覆土	m ³	5100
5	场地平整	hm ²	1.019
6	土壤陪肥	hm ²	1.019
植被重建工程			
序号	工程名称	单位	工程量
1	乔木种植	株	1635
2	灌木种植	株	2340
3	草籽播撒	hm ²	1.019

3、复垦单元（二）废渣堆

复垦对象：FX03 废渣堆。

复垦方向及面积：原地类类型主要为乔木林地，损毁形式为压占，损毁程度为重度损毁，拟复垦为其他草地，面积为 0.1816hm²。

（1）复垦工程设计

主要包括土壤重构工程及植被重建工程。土壤重构工程包括废渣堆清理、表土运输、表土覆土；植被重建工程包括撒播草种（紫花苜蓿）。

1）土壤重构工程

①清理工程

对 FX03 废渣堆进行清运。

②表土运输

将外购表土运至废渣堆所在位置。

③表土覆土

堆渣清理完毕后，对渣堆所在的两侧沟谷边坡进行覆土，覆土厚度为 0.3m，覆土面积 0.1816hm²。

④土壤培肥工程

从表土堆场运来的表土较瘠薄，需要对其进行土壤改良，以提高土壤的质量。改良的方法为施无机化肥法。每公顷施 150kg 无机化肥。

2）植被重建工程

该区域复垦方向为其他草地，草籽选用紫花苜蓿。

栽植方式：撒播草籽为撒播，覆土厚度 0.3cm。

绿化时间：绿化时间以春、秋两季为宜。绿化后，浇透水。

（2）主要工程量

表 5-6 废渣堆土地复垦工程量统计表

土壤重构工程			
序号	工程名称	单位	工程量
1	表土运输	m ³	245
2	表土覆土	m ³	245
3	土壤培肥	hm ²	0.7595
植被重建工程			

序号	工程名称	单位	工程量
1	草籽播撒	hm ²	0.1816

4、复垦单元（四）炸药库及炸药库监控室

复垦对象：炸药库及炸药库监控室。

复垦方向及面积：原地类类型主要为采矿用地，损毁形式为压占，损毁程度为中度损毁，拟复垦为乔木林地，面积 0.1275hm²。

（1）复垦工程设计

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拆除和清理工程、表土运输、表土覆盖、场地平整；植被重建包括：乔木种植（刺槐）。

①拆除工程和清理工程

对炸药库及炸药库监控室的建筑物和构筑物等进行拆除，采矿结束后，现有建筑将悉数拆除，由于所拆建筑均为一层砖混结构建筑和彩钢建筑，拆除时可直接用大型液压机械直接自上而下整体拆除，统一清运垃圾工程量计算按照其结构形式进行计算。清理工程是对在主体工程对地表构建筑物拆除外送之后的地表硬化层的清理，区内场地地面硬化厚度约 15cm，建筑物地基以条基为主，基础埋深小于 1.5m，本方案设计清理厚度统一按场内 20cm 计列。

拆除的建筑垃圾部分粉碎后整平回填于场地，粉碎后整平厚度按 20cm 设计，剩余的建筑垃圾全部回填采空区，运距按照 1.0km 考虑。

②表土运输

将外购表土运至工业场地处。

③表土覆土

炸药库使用结束后，对周边场地进行覆土，覆土厚度为 0.5m。

④场地清理及找平

平整工业场地周边场地，以便后续种植工作的进行，场地平整面积 0.1275hm²。

⑤土壤培肥工程

从表土堆场运来的表土较瘠薄，需要对其进行土壤改良，以提高土壤的质量。改良的方法为施无机化肥法。每公顷施 150kg 无机化肥。

2）植被重建工程

该区域复垦方向为乔木林地，乔木树种选择刺槐，采用穴状苗植，穴形以方形坑

为主，穴边长 50cm，坑深度 50cm。穴底不含障碍层。为了使穴内土壤适宜树木生长，每穴培外土 0.2m^3 。在复垦区穴植 1-2 年生刺槐，初植密度 $1600\text{ 棵}/\text{hm}^2$ ，设计行距 3.0m，株距 3.0m。种树时间为每年的 4-5 月份，林间草类以生态自然修复为主。

(2) 主要工程量

表 5-7 炸药库及炸药库监控室土地复垦工程量统计表

土壤重构工程			
序号	工程名称	单位	工程量
1	拆除工程	m^3	385
2	清理工程	m^3	255
3	表土运输	m^3	640
4	表土覆土	m^3	640
5	场地平整	hm^2	0.1275
6	土壤培肥	hm^2	0.1275
植被重建工程			
序号	工程名称	单位	工程量
1	乔木种植	株	205
2	草籽播撒	hm^2	0.1075

(三) 技术措施

项目区土地损毁以矿山工程废渣堆等对土地的压占损毁为主，复垦的方向主要为乔木林地，采取的工程措施主要有拆除和清理、表土运输、表土覆土、场地平整、土地翻耕、土壤培肥及植被重建工程。

1、土壤重构工程措施

(1) 场地平整措施

场地平整的目的是通过平整土地、推高填低，达到种植植被的要求。应根据矿区地形条件、土地利用方向、种植植被以及防治水土流失等要求选择整地方式及整地规格。在整地前注意清除地表有害植物，除适宜于全面整地造林地，整地时应尽可能地保留造林地上的原有植被。林地整地方式包括穴状整地、鱼鳞坑整地、全面整地，草地需要全面整理或带状整理。本方案林地采用全面整地。

全面整地：适用地势较平坦处的林地和林农间作地。全面整地连片面积不能过大，深度 30cm 以上。整地时间一般子在造林一个月前或上年秋、冬季进行整地。干旱、半干旱地区造林整地，应在雨季前或雨季进行，也可随整随造。

(2) 表土剥离与回覆

本方案复垦用土为矿区内就近剥离表土与购买土。表土剥离时要考虑表土状态，为减少土壤肥力的损失，表土的剥离工作严禁在雨天条件下进行，剥离工作分层进行，分区堆放，为复垦用土利用方便。

2、生物和化学措施

生物复垦是通过生物改良措施，改善土壤环境，恢复土壤肥力与生物生产能力的活动。利用生物化学措施恢复土壤有机肥力及生物生产能力的技术措施，对复垦后的贫瘠土地进行熟化，以恢复和增加土地的肥力和活性。

（1）改良土壤与培肥措施

土壤施肥根据复垦选用的林种、树种、草种和土壤营养条件，采取配方施肥，做到适时、适度、适量。肥料类型包括有机肥和无机化肥法。施肥方式包括基肥和追肥。对于土壤贫瘠地块，可施用基肥，基肥要采用充分腐熟的有机肥，基肥要一次施足，穴播基肥在栽植前结合整地施于穴底。追肥宜采用复合肥，一般在栽植后 1 年~3 年施用。

本方案复垦区无法大量施用有机肥料，故只能施用无机肥料来增加土壤养分，以化学肥料为启动，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）植物的筛选

矿区大部分复垦单元拟复垦为乔木林地，树种选择刺槐，在废渣堆边坡种植紫花苜蓿。

1) 刺槐：豆科刺槐属，落叶乔木，它生长快、繁殖能力强，适应性广，耐腐蚀、耐水湿、耐干旱和耐贫瘠。根系发达，具有根瘤菌，能改良土壤；刺槐木材坚硬，可供矿柱、枕木、车辆、农业用材；叶含粗蛋白，是许多家畜的好饲料；花是优良的蜜源植物，刺槐花蜜色白而透明，深受消费者欢迎；嫩叶花可食，现已成为城市居民的绿色蔬菜；种子榨油供做肥皂及油漆原料。刺槐病虫害很少，并有一定的抗污染的能力。

刺槐生长快，萌芽力强，枝叶茂密，侧根发达。在一般情况下，当年生长 1m 以上，次年就能开花结果。平茬后，当年高 2m 左右，丛幅宽达 1.5m，根系盘结在 2m² 内深 30cm 的表土层。每亩收割刺槐枝条；1 年生可割 100kg，2 年生可割 200kg，3 年生就能割 500kg 以上，20 年不衰。

2) 紫穗槐：豆科落叶灌木，高 1~4m。枝褐色、被柔毛，后变无毛，叶互生，基部有线形托叶，穗状花序密被短柔毛，花有短梗；花萼被疏毛或几无毛；旗瓣心形，紫色。荚果下垂，微弯曲，顶端具小尖，棕褐色，表面有凸起的疣状腺点。花、果期 5-10 月。紫穗槐系多年生优良绿肥，蜜源植物，耐瘠，耐水湿和轻度盐碱土，又能固氮。叶量大且营养丰富，含大量粗蛋白、维生素等，是营养丰富的饲料植物。

(3) 播种技术

栽植：根据林种、树种、苗木规格和立地条件选种适宜的栽植方法。栽植时要保持苗木立直，栽植深度适宜，苗木根系伸展充分，并有利于排水、蓄水保墒。

穴植：可用于栽植各种裸根苗。穴的大小和深度应略大于苗木根系。苗干要竖直，根系要舒展，深浅要适当，填土一半后提苗踩实，最后覆上虚土。

撒播技术：直接用种子繁殖，生命力强，根系扎入土层较深，地下部根系的伸长经常高于地上部的生长量，适用于草本植物。

(4) 植苗造林时间

一般春季、雨季适合造林、种草。植苗前掌握好雨情，以下过一、二场透雨、出现连阴天时为最好时机。播种时间定为每年的 3~4 月份。

(四) 主要工程量

相关工作量已在相关复垦单元中统计，具体见表 5-8。

表 5-8 项目区土地复垦工程量汇总表

工程名称	单位	工业场地及临时转运场	废渣堆	炸药库	合计
复垦区面积	hm ²	1.0190	0.1816	0.1275	1.3281
拆除工程	m ³	1865	/	385	2250
清理工程	m ³	1245	/	255	1500
表土运输	m ³	5100	245	640	5985
表土覆土	m ³	5100	/	640	5985
场地平整	hm ²	1.0190	/	0.1275	1.1465
土壤陪肥	hm ²	1.0190	0.1816	0.1275	1.3281
乔木种植（刺槐）	株	1635	/	205	1840
灌木种植（紫穗槐）	株	2340	/	/	2340
撒播草种（紫花苜蓿）	hm ²	1.0190	0.1816	0.1275	1.3821

四、含水层破坏修复

（一）目标任务

预测评估认为评估区内矿山开采对矿体开采对主要含水层结构影响较轻，含水层水位预测无明显变化。所以对含水层的恢复治理工程以监测为主，保障其自然恢复。

（二）工程设计与技术措施

考虑到含水层自身的特性，本方案不分近期、中期及后期对其进行治理，以下几点减缓措施在矿山开采的全期都应积极地采取，以减轻含水层受到开采的影响。

1、加强废水资源化利用

生产期产生的污水均应实现资源化，不外排，基本做到工业生产不抽采新鲜地下水。应严格落实生活污水、矿井水污染防治及回用措施，加大环保管理力度，确保项目污水达标处理，生活污水全部回用，矿井水大部分回用。

2、植树种草恢复水位

根据地面塌陷治理工程安排，大力开展植树种草活动，扩大矿区内植被覆盖面积，加快地下水位的回升。

3、加强监测、管理

应加强对矿区及周边地区地下水位动态监测，布设监测井工程。制定供水应急预案，发现地下水位下降，及时解决因矿山开采导致的含水层破坏问题。

（三）主要工程量

根据矿山地质环境保护现状调查及预测评估结论。认为：项目区矿山工程活动对矿区地下含水结构、水位、及水土环境状况影响较轻，不易造成矿区及周边地下含水层结构破坏、水位下降、水土环境污染，因而对地下含水层及水土环境的保护以预防和监测为主，不预留修复治理工程量。

五、水土环境修复

（一）目标任务

本矿山的开采对水土环境破坏程度较轻，后期开采过程中，应严格按照《开发利用方案》进行矿山生产，始终贯彻“预防为主、防治结合”的原则，维护和治理矿区及周围地区生态环境。

（二）工程设计与技术措施

本方案不分近期、中期及后期对其进行治理，以下几点减缓措施在矿山开采的全期都应积极地采取。

1.加强管理

（1）建立设备管理责任制，落实设备管理责任人，管理人应定期巡查污废水设备运行情况，发现异常尽快处理，避免造成水处理系统事故；

（2）定期对处理、储存污废水的相关设施、设备等进行检修，确保设施的正常运行，减少故障率；

（3）定期对各类水池进行清淤，保证储水容量，增加存水缓冲能力；

（4）定期对回用水管线进行巡查和检修，保证管道的畅通和完好；

（5）加强消防水收集，确保消防污水收集进入矿井水处理站；

2.矿井水在线监测

对矿井排水、生产生活区等安装在线监测系统（联网），进行实时监控水位、水质，以便尽早发现设备运行异常，及时治理。

3.土壤监测和人工巡查

矿山应加强对矿区土壤定期进行重金属离子、PH 值等项目的监测和人工巡查，发现异常，加密观测，并确定污染范围，及时通过生物、化学、物理等联合修复方式进行土壤置换、改良，减缓对土壤理化性质的破坏和土体的污染。

六、矿山地质环境监测

地质环境监测是从维护良好的地质环境、降低和避免地质灾害、水土污染风险为出发点，运用多种手段和办法，对地质环境问题成因、数量、规模、范围和影响程度进行监测，是准确掌握地质环境动态变化及防治措施效果的重要手段和基础性工作，是本方案的重要组成部分。开展地质环境监测对于贯彻相关法律、法规，搞好地质环境管理工作具有十分重要的意义。

凤县福鑫铅锌矿矿山可能产生的主要地质环境问题为：泥石流等地质灾害，含水层、地形地貌景观和水土污染的影响和破坏。因而，矿山地质环境监测包括地质灾害、含水层、水土污染与地形地貌景观的监测。监测工作由凤县福鑫铅锌矿负责并组织实施，加强对本方案实施的组织管理和行政管理，自然资源管理部门负责监督管理。

（一）目标任务

1、掌握矿山工程建设及运行对矿山及其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恢复提供依据，为矿区地质灾害防治提供依据；

2、了解以往地质环境治理恢复工程的有效性和安全性，查漏补缺，及时修正、完善矿山地质环境保护与治理恢复方案；

3、为政府管理部门检查、监督和兑现保证金制度提供依据；

4、为竣工验收提供专项报告；

5、为同类工程提供可比资料。

（二）监测设计

1、监测范围

（1）地质灾害的监测范围

1）泥石流（隐患）的监测范围为泥石流流通区及堆积区。

2）开采区地面变形监测范围，为矿山开采对地表岩石的扰动和影响范围。本方案以凤县福鑫铅锌矿《开发利用方案》中圈定的开采区地表岩石移动范围为地面变形监测范围（详见附图 06）；

（2）含水层影响监测范围为矿坑疏干排水对地下水影响范围、矿区排污口、矿区附近地表水体。

（3）地形地貌景观及土地资源破坏的监测范围即本次矿山地质环境评估范围，包括矿山工程及影响区。

2、监测内容

（1）泥石流等地质灾害的监测：发生次数、造成的危害，地质灾害隐患点（区）及数量，已得到治理的隐患点（区）及数量，灾害点的稳定性监测和临灾预警。

（2）采空区地面变形监测：地表岩石移动范围内进行围岩稳定性监测。

（3）矿区拦渣墙及截排水沟变形监测。

（4）固体废弃物及其综合利用监测：固体废弃物的种类、年排放量、累计积存量、年综合利用量、固体废弃物堆的隐患、压占土地面积等。

（5）水质监测：矿山排出废水废液类型、年产出量、年排放量、年处理量、排放去向、年循环利用量、年处理量；矿山废水废液对地表水体污染源程度及造成的危害。

(6) 降水量监测：气象降水信息收集及降水强度监测，主要监测大于 50mm 以上降水的雨强，为泥石流防治提供依据。

(7) 地形地貌景观监测：矿山活动对矿区地形地貌景观的破坏程度和扰动面积、土石方挖方、填方数量及占地面积，弃土（石、渣）量级及占地面积等。

（三）技术措施

（1）泥石流监测

1) 采用人工调查、降水量监测。雨季安排专人监测天气变化情况，并与气象部门建立联系，利用气象降雨信息进行泥石流灾害的预测及预警，在强降雨发生时，做好临灾预警，及时通知相关部门和人员撤离、躲避。

2) 对泥石流物源的监测主要采用：人工监测泥石流物源稳定性。

（2）采空区地面变形监测

本矿区矿体顶底板围岩坚固，以往未发现采空区地表塌陷、裂缝现象，因此本方案建议对采空区地表岩石移动范围内进行围岩稳定性监测和人工现场巡查的方法。

1) 监测对象：采空区地表岩石移动范围进行监测。

3) 含水层的监测

结合矿区实际，主要是对矿井水进行水量分析，对排放水和固体废弃物浸出液进行水质分析。可采用布点量测和取样分析方法，水质监测应定期采集水样送至专门的水质化验分析中心进行。

（4）地形地貌景观监测

人工现场调查及无人机航拍等方法进行监测。

2、监测点布设

根据《矿山地质环境监测技术规程》（DZ/T0287-2015）相关技术规范要求和矿山管理制度，在野外调查的基础上，结合工程建设、运行的特点，矿山开采顺序等特征，并考虑观测与管理的方便性，本次监测在不同类型区域分别设置 6 个地质环境监测点，地质环境监测点布设情况见表 5-8。其中泥石流隐患监测点 1 处，变形监测点 4 处，地下水水质监测点 1 处，地表水质监测点 1 处，地貌景观观测覆盖全区，具体内容详述如下。

(1) 泥石流隐患监测点：共布设观测预警点 1 处，即水晶沟泥石流隐患点监测 (J1)。通过降水量监测和废渣堆稳定性分析，预测泥石流隐患发生的可能性，及时作出灾情预警。

(2) 拦渣墙及废渣堆变形监测点：共设置监测点 3 处 (J2、J3、J4)，位于临时转运场挡墙处、PD1295 工业场地挡墙处和 FX02 废渣堆坡脚处。通过人工巡查监测墙体变形裂缝，预测墙体、排水设施及斜坡稳定性，为废渣堆稳定性和地质灾害防治、预警提供依据。

(3) 采空区地面变形监测点：设置监测点 1 处，即 IV-1 号矿体采区 1 处 (J5)。在开采区地表岩石移动范围通过人工巡查监测地面变形情况，预测采空区引发地面塌陷的可能性，为地质灾害治理、预警提供依据。

(4) 地下水监测：在 PD1295 主平硐坑内涌水量、地下水位和坑口外排水水质监测点 1 处 (J6)，观察坑内涌水量及地下水位。

(5) 地表水监测点：在矿区范围及主要沟谷出口设置 2 处水质监测点，一处布置在水晶沟沟口 (J7)，一处布置在水晶沟上游 (J8)，水质取地表水送有分析资质单位进行监测。

(6) 地形地貌景观观测点：覆盖整个评估区。

3、监测频率

监测频率见表 5-9，降雨量监测应与当地气象部门气象站的监测频率保持一致。

4、监测技术路线

凤县福鑫铅锌矿及外围地质环境监测技术路线见图 5-5。

5、监测组织及监测成果

监测队伍可由矿企技术负责人作为总负责，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（见表 5-11：矿山地质环境保护与恢复治理动态监测调查表），调查表应按省级国土资源厅行政主管部门要求，定期向县级国土资源主管部门提交监测数据和成果。

表 5-9 矿山地质环境监测点一览表

监测区域	编号	监测对象	监测方法	监测内容	监测频次及监测次数	
					近期 (2025 年-2029 年)	远期 (2030 年-2033 年)
地质灾害影响区域	J1	NSL01 泥石流隐患	人工巡视雨量监测	废渣堆边坡稳定性, 排水设施运行情况, 降水强度等	每月 1 次, 暴雨、连阴雨期间加密观测	每年 4 次, 暴雨、连阴雨期间加密观测
废渣堆	J2~J4	挡墙变形监测	人工观测	墙体变形情况		
地表移动变形影响区域	J5	矿体岩石移动范围内地面变形情况	人工巡视	地面变形、裂缝情况	人工巡查每月 1 次	人工巡查每年 4 次
水晶沟	J6	地下水水质监测	简易量测取样分析	矿坑涌水量、水质变化情况	涌水量观测 1 次/月, 水质变化 4 次/年	无排水, 不监测
	J7、J8	地表水质监测	取样分析	沟口水质变化情况	4 次/年	每年 1 次, 发现污染加密监测
全矿区		地形地貌景观	人工巡查	地形地貌景观破坏情况	每月 1 次	每年 4 次

(四) 主要工程量

为了便于监测管理和经费估算, 本方案监测工作量进行了统计, 详见表 5-10。

表 5-10 矿山地质环境监测工作量统计表

序号	监测工程	监测措施	监测 点数 (处)	单位	监测工程量									合 计
					近期					远期				
					2025 年	2026 年	2027 年	2028 年	2029 年	2030 年	2031 年	2032 年	2033 年	
1	NSL01 泥石流隐患监测	人工观测	1	点次	12	12	12	12	12	4	4	4	4	76
2	拦渣墙及废渣堆监测	人工观测	3	点次	36	36	36	36	36	12	12	12	12	228
3	近地表采空区引起地面变形情况	人工巡视	1	点次	12	12	12	12	12	4	4	4	4	76
4	地下水水质监测	人工观测	1	点次	12	12	12	12	12	/	/	/	/	60
		水质监测			4	4	4	4	4	/	/	/	/	20
5	地表水水质监测	取样分析	2	点次	8	8	8	8	8	2	2	2	2	24
6	地貌景观监测	人工巡查	矿区	点次	12	12	12	12	12	4	4	4	4	76

			范围											
	合计		8		80	80	80	80	80	21	21	21	21	584
					480					104				

注：①工作量中不包括加密观测次数。

②矿坑涌水量、地下水水位监测纳入矿山生产管理，不计入工作量统计数据。

③采空塌陷区监测以监测区为单位，计算监测的次数。

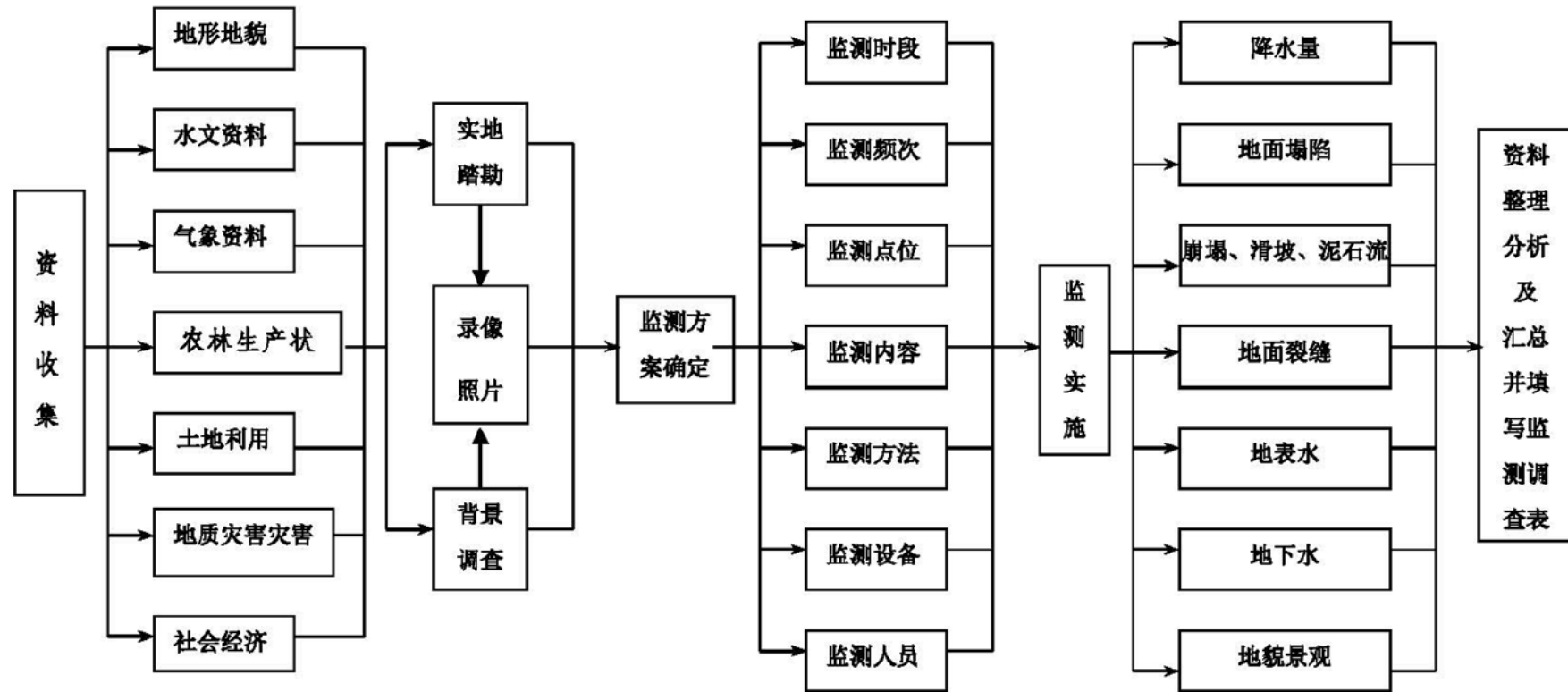


图 5-5 矿山地质环境监测技术路线图

表 5-11 年度矿山地质环境动态监测调查表

矿山名称:				采矿许可证证号:			
采矿权人名称:			开采矿种:		矿区面积: (平方公里)		
开采方式: ☐ 地下开采 ☐ 露天开采 ☐ 露天/地下开采				矿山规模: ☐ 大型 ☐ 中型 ☐ 小型			
矿山中心位置坐标		东经: 度 分 秒		北纬: 度 分 秒			
矿山生产状态		☐ 生产矿山 建矿时间: 年 月		☐ 关闭矿山 关闭时间: 年 月			
保证金建立时间: 年 月				矿山企业保证金帐户金额: (万元)			
本年度采出矿石量: (万吨)				累计已采出的矿石量: (万吨)			
矿区总降水量		(mm)		矿区本年度最大降雨量		(mm/d)	
采矿活动累计损毁土地面积:							
固体废弃物累计积存量: (万吨)				其中废石(土)累计积存量: (万吨)			
其中煤矸石累计积存量: (万吨)				其中尾矿累计积存量: (万吨)			
本年度矿坑排水量: (万吨)				累计已排出的矿坑水量: (万吨)			
矿坑排水点最低水位埋深: (m)				矿区地下水位下降区面积: (公顷)			
本年度 地质灾害情 况	类型	发生次数(次)	直接经济损失(万)	死亡人数(人)	影响面积(公顷)	岩土方量(万方)	
	地面塌陷						
	崩塌						
	滑坡						
	泥石流						
	其他						
矿山地质环 境恢复治理 情况	投入资金类型	中央投入资金(万元)	地方投入资金(万元)		企业自筹资金(万元)		
	本年度投入						
	累计投入						
治理工程 完成情况	应恢复治理的面积(公顷)		本年度已恢复治理的面积(公顷)		累计已恢复治理的面积(公顷)		
填表日期: 年 月 日			填表单位: (签章)				

七、矿区土地复垦监测和管护

（一）目标任务

土地复垦监测是督促落实土地复垦责任的重要途径，是保障复垦能够按时、保质、保量完成的重要措施，是调整土地复垦方案中复垦目标、标准、措施及计划安排的重要依据，同时也是预防发生重大事故和减少土地造成损毁的重要手段之一。本方案的监测措施主要为原地表监测、土地损毁监测、复垦效果监测。依此来验证、完善沉陷预测与复垦措施，从而保证复垦目标的实现。由于本项目区生态环境相对脆弱，受人工干扰程度较大，因此土地复垦能否达到预期效果的保障在于管护，即通过合理管护，提高植物成活率，达到预期复垦效果，本项目区的管护时间定为3年。

（二）措施和内容

1、监测措施

土地复垦后需要对复垦效果进行监测，复垦效果监测包括土壤质量监测、复垦植被监测、复垦配套设施监测等三方面内容。

（1）复垦区原地表状况监测

1）土地利用状况。要保留原始的土地利用状况信息，以便对后期的变化进行跟踪对比分析。本方案主要是收集区内土地利用现状图以此获得区内土地利用/覆盖数据。

2）土壤信息。要收集损毁前土壤类型、土壤的各种理化性质等信息。通过查阅当地土壤志、挖掘土壤剖面和土壤分析，以此获得准确的复垦区损毁前土壤类型及其各种理化性质等信息。

（2）土地损毁监测

对土地损毁情况监测，主要是对土地损毁的形式、面积、位置进行监测，用以指导复垦措施的实施。监测方法主要是采用巡查法和定点观测法进行监测，不定期地对临时占地进行适时监测。

（3）复垦效果监测

1）土壤质量监测

监测复垦地土壤的物理性状的变化。包括土壤容重与总孔隙度的变化，田间含水量、毛管孔隙度、非毛管孔隙度的变化，土壤团聚体有机碳含量的变化。

监测复垦地土壤养分含量的变化。包括土壤有机质演变、土壤氮的演变、土壤速效磷的演变、土壤速效钾的演变、土壤 pH 值的演变。

监测土壤微量元素含量的变化。包括土壤速效锌与速效锰的演变、土壤速效铜的演变、土壤速效铁的演变。监测频率每半年一次。

复垦土地质量的检验，分为两个阶段进行。第一阶段检验在工程复垦完成后实施。工程复垦检验合格后，方可进行生物复垦阶段；第二阶段检验包括种植质量检验和种植效果检验。一般情况下，在种植当年进行种植质量检验，第三年进行种植效果检验。

2) 复垦植被监测

复垦为林地的植被监测内容为植物生长试、高度、种植密度、成活率、郁闭度、生长量等，复垦为草地的植被监测内容为生长试、高度、种植密度、覆盖率、产草量等。监测方法为样方随机调查法，每年春秋两季各监测一次。

2、管护措施

土地复垦后期管护是巩固复垦成果的关键，是复垦成果发挥社会效益和经济效益的保障。针对本项目土地复垦工程的特点，待复垦工程结束后，要根据规划设计的土地复垦利用类型、土壤适应性以及当地气候、土壤水分等因素，选择适宜林、草作物品种的基础上，对所栽植的林、草进行两年度的科学抚育管理，具体拟定抚育管理的措施设计。

1) 管护主体及人员要求

本复垦工程管护主体为凤县福鑫铅锌矿，复垦工程竣工后，要落实专职监测和护林员，并实行合同管护制，监测和管护人员对土地复垦工作要充分的认识，明白土地复垦的意义，具有林木、草木管护的相关经验。严格执行禁放牧、禁开荒、禁采石、禁狩猎、禁用火。为增加封育效果，由护林员（或承包户）因地制宜，进行补植、点播和撒播，所需的苗木、种子由复垦义务人供给。要及时防治虫害、林草抚育，搞好护林防火等工作。

2) 林地管护

为了提高树木的成活率，保存率，村委会、业主和管护人员三方相互协调，落实好管护责任制，对苗木死亡的进行填补，对倾倒苗木进行扶正等。夏收夏种及秋收秋种期间严禁秸秆焚烧树木，要求各个农户要爱护、保护树木，以提高树木的保存率。

①浇水：植树后及时灌水 2~3 次，第一次浇灌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。

②施肥：每年冬季应施一次有机肥，每年 5~6 月应追施一次复合肥，采用穴施或环施法。

③病虫害防治：每月应喷一次广谱性杀虫剂和杀菌剂，应交替使用几种药物喷杀，避免重复用同一种药导致病虫产生抗药性；对突发性病虫应及时有针对性地喷杀农药；喷药时应注意喷植物的叶背面及根茎部位。

④修枝与间伐：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。间伐可以增加通风透光、减少水分消耗。修枝间伐是木本植物生长过程中必不可少的抚育措施。修剪时应严格保护主干顶芽不受损伤；对于受意外伤害折断而枯黄的枝叶应及时修剪；修剪应达到均衡、完整树冠和促进生长的要求；灌木在冬季进行一次平岔处理即可；剪下的枝叶应及时清除，集中运走。

3) 草地管护

①施肥：主要靠植物的枯枝落叶和动物的粪便及尸体来增加土壤营养物质，无机肥也可适当使用。

②浇水：对新播种草，应适时的在干旱季节进行灌溉，同时进行必要的除杂草等措施，为牧草种子成熟和营养繁殖创造条件。

③每年进行一次松土、清除杂草工作。

④刈割：牛、羊吃的草可在盛花期刈割，刈割时留茬高度以 4~5cm 为宜，越冬前最后 1 次刈割的留茬高度高一些，以 7~8cm 为好。应特别注意在越冬前最后 1 次刈割时间应在早霜来临前 30d 左右，太迟了不利于越冬和第 2 年春季生长。

⑤收种：收种时间应在大部分豆荚变成黄色或褐色时，即有 3/4 豆荚成熟时即可收种。

⑥越冬与返青期管护

对于多年生、两年生或越年生草种来说，冬季的低温是一个逆境，如果管护不当，有可能发生冻害而不能安全越冬返青，或影响第二年的产草量。因此，须重视越冬与返青期管护，尤其是初建草地。

越冬与返青期管护要点有 4 个：一是冬前最后一次刈割应避开秋季刈割敏感期，因为敏感期内牧草根、根须、茎基、根茎等营养物质贮藏器官中贮藏的营养物质较少，不利于安全越冬和第二年返青生长；二是冬前最后一次刈割留茬宜高，至少在 5cm 以上；三是冬前施肥用草木灰、马粪等，有助于牧草的安全越冬；四是返青期禁牧，否则将导致草地退化，严重影响产草量。

（三）主要工程量

1、监测措施设计

本方案待复垦土地主要进行原地貌地表状况监测、土地损毁情况监测及复垦效果监测 3 个方面。

（1）复垦区原地貌地表状况监测

1) 监测内容

原始地形信息：由于项目的建设，导致地形地貌发生变化，为了更好地与原始地形进行对比，需要在项目开工前对原始地形进行监测。

土地利用现状：要保留原始的土地利用状况信息，以便对后期的变化进行跟踪对比研究。主要是土地利用/覆盖数据。

土壤信息：包括土壤类型，以及土壤的各种理化性质等信息。

2) 监测方法及监测点位布设

根据项目自身特点，监测方法主要采用调查监测法，在项目复垦区设置 1 个原地貌地表状况监测点位。

3) 监测人员及频率：项目配备监测人员 1 人，监测频次为全分析监测 1 次。

（2）土地损毁监测

1) 监测内容：针对本项目建设生产的特点，土地损毁监测主要是对项目建设挖损、压占土地损毁的时间、面积、位置及程度进行监测。

2) 监测方法

对土地损毁的监测方法主要是采用现场巡查进行观察记录。

3) 监测人员及频率

项目配备监测人员 1 人。挖损面积及损毁程度监测点监测频率为 4 次/年，压占面积及损毁程度监测点监测频率为 4 次/年。观测记录要准确可靠，并及时整理观测资料，并与监测结果进行对比分析。

(3) 复垦效果监测

1) 土壤质量监测

复垦为林、草地用地的土地自然特征监测内容，为复垦区地形坡度、有效土层厚度、土壤有效水分、土壤容重、酸碱度（pH）、有机质含量、土壤侵蚀模数等；监测频率为每年 1 次，土壤质量监测方案详见表 5-12。

表 5-12 复垦土壤质量监测方案表

监测内容	监测频次 (次/年)	样点持续监测时间 (年)	监测方法
地形坡度	1	6	
有效土层厚度	1	6	地测法
土壤容重	1	6	环刀法
土壤质地	1	6	比重计法
土壤砾石含量	1	6	筛分法
pH 值	1	6	混合指示剂比色法
有机质	1	6	重铬酸钾容重法
全氮	1	6	重铬酸钾容—硫酸消化法
有机磷	1	6	硫酸—高氯酸消煮法
有效钾	1	6	NaOH 溶融—火焰光度计法
土壤盐分含量	1	6	电导法，残渣烘干法

2) 复垦植被监测

复垦为林草地的植被监测内容，为植物生长势、高度、种植密度、成活率、郁闭度、生长量等；复垦为草地的植被监测内容，为植物生长势、高度、覆盖度、产草量等。监测方法为样方随机调查法。监测频次为每年春秋各 1 次。复垦植被监测方案详见表 5-13。

表 5-13 复垦植被恢复监测方案表

监测内容	监测频次 (次/年)	监测点数量 (个)	样点持续监测时间 (年)
成活率	2	5	6
郁闭度	2	5	6
单位面积蓄积量	2	5	6

(4) 监测点布置及工程量

土地复垦监测站点的布设是根据土地复垦责任区范围、复垦单元划分及复垦措施特点，并考虑观测与管理的方便性而布设。本次土壤复垦监测共布设 5 个监测点，分别位于矿区采矿工业场地（TJ1、TJ2）、废渣堆（TJ3）、临时转运场（TJ4）、炸药库（TJ5）。复垦监测工程量见表 5-14。

表 5-14 复垦监测工程量统计表

监测内容	具体监测内容	监测位置	监测点数量	监测方法	监测频次	监测期限(a)	总监测次数(次)
原地貌地表状况	原始地形信息	复垦责任范围	5	现场调查、取样监测 遥感监测	1 次	—	5
	土地利用现状						
	土壤信息						
	耕地权属信息						
土地损毁监测	土地损毁形式、位置、面积及程度	复垦责任范围	5	GPS 监测、定期巡查 遥感监测	4 次/年	5	100
复垦效果监测	土壤质量监测	复垦责任范围	5	取样监测	1 次/年	6	15
	复垦植被监测		5	定期巡查	2 次/年	6	30

2、管护措施设计

（1）管护对象

本项目复垦管护对象为复垦为林草地的区域，面积为共 1.3281hm²，其中近期复垦管护面积 0.1816hm²，远期复垦管护面积 1.1465hm²。

（2）管护时间与管护频率

本方案植被管护期设计为 3 年，管护次数为每年管护 2 次，春秋季各一次。

（3）管护方法

本方案林草地管护方法采用复垦后林草地专人看护的管护模式。建议项目方设置绿化专职管理机构，配备相关管理干部及绿化工人。项目方派专人负责苗木看护、施肥、补植、扶管等日常管理，由项目方负责管护人员工资发放。

（4）管护措施

1) 抚育

复垦区树木栽植当年抚育 1~2 次或 2 次以上，需苗木扶正，适当培土。第 2、3 年每年抚育 1~2 次，植株抚育面积要逐年扩大。松土不可损伤植株和根系，松土深度

宜浅，不超过 10cm。当林木郁闭度达 0.9 以上，被压木占总株数的 20~30%时，即可进行间伐。

2) 灌溉

为保证复垦植被的正常生长，本方案在在植物栽植的前 3 年需要对其进行人工灌溉，灌溉方式主要为浇灌，以保证植被的成活率。

3) 施肥

项目区为了保障植被生长需要，植被种植前可以适当施以一定量的有机肥，之后才能够满足植物生长需要。本方案确定项目区域在对草地进行灌溉的时候同时施肥。

4) 病虫害防治

病虫害防治以预防为主，针对不同植物易染病虫害种类，掌握病虫害发生规律，及时采取适宜的药物进行预防治疗，保持植被良好的生长状态。

5) 冻害防治

在适宜季节修枝抚育，增强树势，提高林木自身抗御病虫害的能力，同时采用人工物理方法主要是给树木涂白来防治病虫。

6) 补种加种

在植被种植的前两个月内对缺苗的区域可以适当进行补种，保证项目区域植被的成活率，管护期内每年的 4~6 月为苗木和草种的补种期，尽可能快速恢复地表植被，可以防止地面水土流失和滑坡等次生灾害的发生。

(4) 管护措施工程量

管护措施主要是对乔木林地和草地的管护，本项目管护面积共 1.3281hm²，其中近期复垦管护面积 0.1816hm²，远期复垦管护面积 1.1465hm²，管护措施工程量见表 5-15。

表 5-15 项目土地复垦管护措施工程量表

管护对象	管护面积 (hm ²)	管护方法	管护年限 (年)	管护次数
乔木林地 (林草结合)	近期 0.1816	浇水、喷药	3	植树后及时灌水 2~3 次，第一次浇灌应确保水能渗透根部，一般为一周浇灌一次，成活后视旱情及时浇灌；喷药每月一次
		施肥		每年冬季应施一次有机肥，每年 5-6 月应追施一次复合肥
	远期 1.1465	平岔		每年冬季进行一次平岔处理
		浇水		应适时的在干旱季节进行灌溉

		松土、除杂草		每年 1 次
		刈割		每年 2 次
合计	1.3281			

第六章 矿山地质环境治理与土地复垦工作部署

一、总体工作部署

（一）矿山地质环境保护与土地复垦的原则

1、坚持矿产资源开发与环境保护并重原则

矿山环境保护与综合治理要坚持“预防为主，防治结合”、“在保护中开发，在开发中保护”、“依靠科技进步，发展循环经济，建设绿色矿山”的原则。贯彻矿产资源开发与地质环境保护、土地复垦并举，综合治理与地质环境、土地资源保护并举的原则，最大限度地减少或避免矿山开发引发的矿山环境问题。

2、谁破坏、谁治理原则

坚持“谁开发，谁保护；谁破坏，谁治理；谁投资，谁受益”、“谁损毁、谁复垦”的原则，合理界定地质环境保护与土地复垦责任范围，明确采矿权人与矿山生态环境恢复治理与土地复垦的义务和责任，完善矿山环境保护与土地复垦的保障金制度。

3、矿山环境恢复治理、土地复垦要坚持“三同时”的原则

在矿山设计建设、生产运行和关闭过程中，矿山环境恢复治理、土地复垦工作必须与主体工程同时设计、同时施工、同时使用，确保矿山地质灾害及时、彻底消除，损毁土地及时复垦，矿山运行与环境同步协调发展。

4、坚持“以人为本”的原则

坚持：“以人为本”的原则，确保人居环境、生产资源的安全。

5、安全可靠的原则

综合治理方案编制的原则是安全可靠、技术可行、突出重点、社会效益及环境效益明显。

6、最优化的原则

以最优化的工程方案和治理费用，获得最大的社会、经济效益和环境效益。

（二）总体目标任务

1、总体目标

以“矿山开发与矿山地质环境、土地资源保护协调发展”为目标，以避免和减少矿山开发建设引起的地质环境问题、土地损毁为目的，保护矿山地质环境和土地资源。

根据矿山开发建设工程的特点、针对矿山地质环境、土地损毁的现状和预测结论，提出具体、实用、可操作的防治措施建议。具体目标如下：

（1）对工程建设、运行过程中可能遭受、引发的地质灾害进行综合防治，治理率100%，彻底消除地质灾害隐患，有效保护建设工程的安全运行，确保人民生命财产不受损失。

（2）对矿区现状损毁土地和预测拟损毁土地合理规划，统筹安排土地复垦工程，土地复垦率100%。使复垦后矿区的地形、地貌与当地自然环境和地理景观相协调，山、水、田、林、路得到综合治理，矿区的生态环境相对于损毁前得到明显改善。

（3）对矿山及周边的地质灾害、土地资源、含水层、水土污染和地形地貌景观的破坏情况进行全面监测，对土地损毁及时复垦，含水层破坏、水土污染及时治理，对土地资源及地貌景观破坏及时恢复。矿山地质环境问题监测覆盖率100%，综合整治率95%以上。

2、基本任务

（1）对泥石流隐患 NSL01 实施治理工程。

（2）对矿区内3处复垦单元区的损毁土地实施土地复垦、复垦监测与管护。

（3）在矿山闭坑后，对破坏矿区地形地貌景观的废渣堆、采矿硐口及采矿工业场地、炸药库等进行地质生态环境恢复。

（4）建立矿山环境地质环境及土地资源预防、监测体系，避免和减少矿山地质环境问题与土地损毁的发生，做好即时预警和防治工作。

（三）工作部署

1、部署原则

（1）“边建设、生产，边恢复治理和土地复垦”的原则。矿山建设运营与矿山地质环境保护、土地复垦同步开展，对工程建设、生产运营过程中的地质环境问题和土地破坏要及时发现，及时治理与复垦。

（2）从“实际出发”的原则。地质环境保护与土地复垦规划布设应从实际出发，“因地制宜，因害设防”，力求环境治理与土地复垦方案具有较强的针对性和可操作性。

（3）统一规划、统筹安排的原则。根据矿山地质环境存在问题、土地损毁时序预测，合理制定地质环境保护与土地复垦施工安排，优化施工方式，规划资金的投放，

切实保证方案落实到位。

(4) 对“矿山地质环境影响程度严重、危害性大的恢复治理工程优先安排”的原则。

(5) “最优化”的原则。即最优化工程方案、最合理工作安排、最佳环境、社会和经济效益。

2、工作部署

凤县福鑫铅锌矿矿山地质环境保护与土地复垦方案的服务年限为 9 年（即 2025 年至 2033 年）。参照矿山地质环境与土地复垦工作的“三同时”原则，本方案结合该矿山的年限、开采计划和采矿有效期限，在后续的 9 年时间内（2025 年至 2033 年），矿山地质环境保护与土地复垦工作将完成以下任务：对矿山开采过程中造成的各种矿山地质环境问题、损毁土地进行科学全面的保护、监测、治理与复垦，并对完成复垦的土地进行监测和管护。

二、阶段实施计划

矿山开采年限为 4.9 年，记 5 年，考虑后期闭坑期 1 年，植被管护期 3 年，因此，矿山地质环境保护与土地复垦服务年限为 9 年。可划分为近期（2025 年～2029 年）、远期（2030 年～2033 年）二个阶段进行。具体见表 6-1。

（一）近期计划（2025 年至 2029 年）

1、地质环境恢复治理工程

(1) 对泥石流隐患 NSL01 采用废渣堆清运、修建排水渠、过水管涵和警示牌等措施进行治理；

(2) 矿区地表水和地下水水位、水质监测，矿坑涌水量监测；

(3) 监测地质灾害、地形地貌景观影响与破坏情况；

(4) 矿山建设、运行过程中新发现矿山环境问题的治理恢复工程；

(5) 采空区地表岩石移动范围、拦渣墙等地段布设监测点，建立完善的监测体系；主要工程有：废渣堆运、截排水渠、过水管涵、警示牌等。

2、土地复垦工程

对各复垦单元进行原地貌地表状况监测，对 FX03 废渣堆场地进行复垦工程实施及复垦效果监测、管护，其它复垦单元进行水、土质量监测。

具体的生产期规划见表6-1。

表 6-1 矿山地质环境保护与土地复垦工程近期总体规划

阶段	规划年度	地质环境恢复治理与土地复垦工程	主要工程量
近期	2025 至 2029 年	1、水晶沟泥石流隐患 NSL01 防治工程； 2、矿山地质灾害、含水层、水土环境、地貌景观及采空区地表变形监测； 3、矿山运行过程中新发现矿山环境问题的治理恢复工程。	1、清运 FX03 废渣堆 4000m ³ ； 2、截排水沟：基础开挖 55m ³ ，M7.5 浆砌片石 60m ³ ，M10 浆砌抹 195m ² ； 3、管涵：直径 800mm，2 节； 4、警示牌 1 块； 5、地质环境监测 360 点次； 6、水样分析 60 件； 7、地貌地表状况监测 60 次。
		1、原地貌地表状况监测； 2、对 FX03 废渣堆清运后，进行渣堆两侧边坡的土地复垦工程实施及复垦效果监测、管护； 3、土地损毁监测。	1、表土运输 245m ³ ； 2、表土回覆 245m ³ ； 3、播撒草籽 0.1816hm ² ； 4、原地貌地表状况监测 5 点次； 5、地表损毁监测 100 点次； 6、复垦效果监测 18 点次； 7、管护面积 0.1816hm ² 。

（二）远期计划（2030 至 2033 年）

1、地质环境恢复治理工程

- （1）对 PD1295、PD1396 硐口进行封堵，两处工业场地和炸药库拆除、清理工程；
- （2）矿区地表水和地下水水位、水质定时、定点监测，开采区地形地貌景观监测、采空区地表变形监测；新发现矿山环境问题的治理恢复工程。

2、土地复垦工程

对 PD1295、PD1396 工业场地、临时转运场及炸药库进行复垦工程实施及复垦效果监测、管护，对已完成土地复垦植被恢复工程进行管护，其它复垦单元水土资源监测，主要工程有土地翻耕、污染防治、土壤培肥、栽树种草和复垦效果监测、植被管护。

表 6-2 矿山地质环境保护与土地复垦工程远期总体规划

阶段	规划年度	地质环境恢复治理与土地复垦工程	主要工作措施及工程量
远期	2030 至 2033 年	1、对废弃平硐（PD1396、PD1295）硐口进行封堵； 2、矿山环境地质监测； 3、水晶沟泥石流隐患监测； 4、采空区地表变形监测； 5、对矿区内新发的地质灾害进行治理； 6、对因闭坑停止开采、建筑物拆除、设施清场等引发的地质灾害进行治理；	1、硐口封闭工程：废渣填埋 200m ³ ，浆砌石硐口封堵 25.0m ³ ； 2、硐口设置警示牌 2 块； 3、地质灾害监测 80 点次； 4、水质监测 8 点次； 5、地貌监测 16 点次。
		1、采矿结束后，对 PD1295、PD1396 工业场地、临时转运场及炸药库构筑物进行拆除，并对占压地面进行表层清理，结束后并入所在复垦单元进行复垦工作。 2、水土资源监测。	1、PD1295 工业场地拆除工程 1430m ³ ； 2、PD1295 工业场地清理工程 955m ³ ； 3、PD1295 工业场地表土回覆 2390m ³ ； 4、PD1295 工业场地种植刺槐 765 株； 5、PD1295 工业场地种植紫穗槐 1100 株； 6、PD1295 工业场地播撒草籽 0.4778hm ² ； 7、PD1396 工业场地拆除工程 435m ³ ； 8、PD1396 工业场地清理工程 290m ³ ； 9、PD1396 工业场地表土回覆 730m ³ ； 10、PD1396 工业场地种植刺槐 235 株； 11、PD1396 工业场地种植紫穗槐 330 株； 12、PD1396 工业场地播撒草籽 0.1448hm ² ； 13、炸药库拆除工程 385m ³ ； 14、炸药库清理工程 255m ³ ； 15、炸药库表土回覆 640m ³ ； 16、炸药库种植刺槐 205 株； 17、炸药库播撒草籽 0.1275hm ² ； 18、临时转运场表土回覆 1980m ³ ； 19、临时转运场种植刺槐 635 株； 20、临时转运场种植紫穗槐 910 株； 21、临时转运场播撒草籽 0.3964hm ² ； 22、土壤监测 9 点次； 23、复垦植被监测 18 点次； 24、管护 1.1465hm ² 。

三、近期各年度工作安排

本方案的服务年限为 9 年，目标重在近期矿山地质环境保护与土地复垦工程的具体实施。该方案实施的矿山地质环境保护与土地复垦工程共 9 项，其中矿山地质环境治理工程共 2 项，土地复垦工程 7 项。主要任务是：做好矿山现状地质灾害治理和生产建设可能引发地质灾害、含水层破坏、水土污染和地形地貌景观破坏的预防（治理和监测）工作，完成工程建设场地的土地复垦、监测和管护。生产期各年度工程量见表 6-3。

表 6-3 近期矿山地质环境保护与土地复垦工程安排

实施年度	治理工程类别	工作任务	主要工作措施及工程量
2025 年	矿山地质环境工程	1、矿山环境地质监测； 2、水晶沟泥石流隐患治理和监测； 3、采空区地表变形监测； 4、对矿区内新发的地质灾害进行治理。	1、在原来监测系统基础上，补充建设地质环境监测系统开始监测； 2、清运 FX03 废渣堆 4000m ³ ； 3、排洪渠基础开挖 55m ³ ； 4、排洪渠 M7.5 浆砌片石 60m ³ ； 5、M10 浆砌抹面 195m ² ； 6、管涵：直径 800mm，2 节； 7、泥石流沟口设置警示牌 1 块； 8、地质灾害监测 56 点次； 9、水位监测点次 6 点次； 10、水质监测 10 点次； 11、地貌监测 10 点次。
	土地复垦工程	1、原地貌地表状况监测； 2、FX03 废渣堆边坡复垦； 3、矿区各复垦单元水土资源监测。	1、FX03 表土回覆 245m ³ ； 2、FX03 播撒草籽 0.1816hm ² ； 3、原地貌地表状况监测 5 点次； 4、地表损毁监测 22 点次； 5、土壤监测 1 点次； 6、复垦植被监测 2 点次。
2026 年	矿山地质环境工程	1、矿山环境地质监测； 2、水晶沟泥石流隐患监测； 3、采空区地表变形监测； 4、对矿区内新发的地质灾害进行治理。	1、地质灾害监测 62 点次； 2、水位监测点次 14 点次； 3、水质监测 12 点次； 4、地貌监测 12 点次。

实施年度	治理工程类别	工作任务	主要工作措施及工程量
	土地复垦工程	1、已复垦林草地管护； 2、矿区各复垦单元水土资源监测。	1、地表损毁监测 20 点次； 2、土壤监测 2 点次； 3、复垦植被监测 4 点次； 4、管护 0.1816hm ² 。
2027 年	矿山地质环境工程	1、矿山环境地质监测； 2、水晶沟泥石流隐患监测； 3、采空区地表变形监测； 4、对矿区内新发的地质灾害进行治理。	1、地质灾害监测 60 点次； 2、水位监测点次 10 点次； 3、水质监测点 14 次； 4、地貌监测 14 点次。
	土地复垦工程	1、已复垦林草地管护； 2、矿区各复垦单元水土资源监测。	1、地表损毁监测 18 点次； 2、土壤监测 2 点次； 3、复垦植被监测 4 点次； 4、管护 0.1816hm ² 。
2028 年	矿山地质环境工程	1、矿山环境地质监测； 2、水晶沟泥石流隐患监测； 3、采空区地表变形监测； 4、对矿区内新发的地质灾害进行治理。	1、地质灾害监测 64 点次； 2、水位监测点次 8 点次； 3、水质监测 10 点次； 4、地貌监测 8 点次。
	土地复垦工程	1、已复垦林草地管护； 2、矿区各复垦单元水土资源监测。	1、地表损毁监测 24 点次； 2、土壤监测 1 点次； 3、复垦植被监测 2 点次； 4、管护 0.1816hm ² 。
2029 年	矿山地质环境工程	1、矿山环境地质监测； 2、水晶沟泥石流隐患监测； 3、采空区地表变形监测； 4、对矿区内新发的地质灾害进行治理。	1、地质灾害监测 58 点次； 2、水位监测点次 22 点次； 3、水质监测 14 点次； 4、地貌监测 16 点次。
	土地复垦工程	1、矿区各复垦单元水土资源监测。	1、地表损毁监测 16 点次。

第七章 经费估算与进度安排

一、矿山地质环境治理工程经费估算

（一）估算说明

1、编制原则

本预算根据国家和主管部门颁发的有关法令、制度、规程及陕发改项目〔2017〕1606号文颁发的“关于《陕西省水利工程设计概（估）算编制规定》，《陕西省水利建筑工程概算定额》等计价依据的批复”，及财政部税务总局海关总署2019年第39号文《关于深化增值税改革有关政策的公告》进行编制。

2、编制依据

（1）关于《陕西省水利工程设计概（估）算编制规定》，《陕西省水利建筑工程预算定额》等计价依据的批复（陕发改项目〔2017〕1606号）；

（2）《陕西省水利工程设计概（估）算编制规定》（2017年）；

（3）《陕西省水利建筑工程概算定额》（2017年）；

（4）《陕西省水利工程施工机械台班费定额》（2017年）；

（5）《宝鸡市建筑动态与材料信息》（2025年第1期）；

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

（7）《测绘生产成本费用定额》（财建【2009】17号）

（8）《工程勘察设计收费标准（2002年修订本）》（计价格【2002】10号）

（9）《地质调查项目预算标准（2021）》（自然资源部中国地质调查局，2021年7月）

（10）国家计划委员会《招标代理服务收费管理暂行办法》（计价格〔2002〕1980号）；

（11）国家发展改革委《关于降低部分建设项目收费标准规范收费行为等有关问题的通知》（发改价格〔2011〕534号）；

（12）《国家发展改革委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）；

（13）《关于深化增值税改革有关政策的公告》（财政部 税务总局 海关总署 2019

年第 39 号文)。

(14) 陕西省国土资源厅《陕西省国土资源厅关于做好矿山地质环境保护与土地复垦方案编报有关工作的通知》(陕国土资环发〔2017〕11 号)；

(15) 本方案设计的矿山地质环境治理恢复工程量；

(16) 建设单位提供的有关资料。

3、基础价格

基础价格编制按照《陕西省水利工程设计概(估)第编制规定》(陕发改项目【2017】1606 号)中相关规定编制，其中具体如下：

(1) 人工预算单价

人工预算单价：陕西省发展和改革委员会关于《陕西省水利工程设计概(估)算编制规定》《陕西省水利建筑工程概算定额》等计价依据的批复文件规定，技工工资为 75 元/工日，普工工资为 50 元/工日。

(2) 主要材料预算价格

按照《关于深化增值税改革有关政策的公告》(财政部税务总局、海关总署公告 2019 年第 39 号)，材料预算价格中的材料原价、运杂费等分别按不含相应增值税进项税额的价格计算。现价含增值税进项税额价格时，按以下公式调整：

预算材料单价=材料原价(含增值税进项税额)÷调整系数。

表 7-1 含增值税进项税额材料价格调整系数表

类 型	内 容	调整系数
材料 原价	主要材料：包括水泥、钢筋、柴油、汽油、炸药、木材、引水管道、安装用电缆、轨道、钢板等，其它占工程造价比例高的材料	1.17
	次要材料	1.03
	外购砂、石料、土料	1.02
	商品混凝土	1.03
运杂费	运杂费	1.03

材料单价：主要材料价格参照《宝鸡市建筑动态与价格信息》(2025 年第 1 期)中含税市场价取值(见下表)，次要材料以市场价为准。由于本方案工程所需材料可就近在凤县县城采购，运距短，且随需随买，因而材料预算单价按照不含增值税(可抵扣进项税款)材料原价计算，不计材料包装费、运输保险费、运杂费及采购保管费。其

中主要材料如钢材、水泥、砂子、碎石、块石、板材、汽油、柴油以规定价进单价，预算价与规定价之差在计取税金后列入单价中。

表 7-2 主要材料预算价格汇总表

序号	名称	规格	计量单位	预算价格 (金额元)
1	砂		m ³	152.94
2	柴油		kg	7.5
3	炸药		kg	12
4	碎(卵)石		m ³	144.12
5	块石		m ³	260
6	水泥		t	460
7	砂子		m ³	152.94

(3) 施工用风、水、电价格

按照施工组织设计确定的方案进行计算。电价为 0.65 元/kwh，风价为 0.12 元/m³，水价取费为 4.0 元/m³。

(4) 机械台班价格

施工机械费计算公式：施工机械费=工程量×定额施工机械使用费。

(5) 次要材料预算价：直接采用市场调查价格。

4、工程单价构成及取费标准

工程单价（建筑工程单价）是指以价格形式表示的完成单位工程量（如 1m³、1 套）所耗用的全部费用，由直接费、间接费、利润、税金和扩大五部分组成，取费标准如下：

(1) 直接费：是指工程施工过程中直接消耗在建筑及安装工程项目上的活劳动和物化劳动的费用。由基本直接费、其它直接费组成。

基本直接费包括人工费、材料费、施工机械使用费。材料费及施工机械使用费均不含增值税进项税额的基础单价计算。

其他直接费：包括冬雨季施工增加费、夜间施工增加费、安全文明施工措施费、小型临时设施摊销费、其他。

其他直接费费率=其他直接费基准费率×工程类别调整系数。

其他直接费基准费率=冬雨季施工增加费+夜间施工增加费+安全文明施工措施费+小型临时设施摊销费+其他费率。

本项目施工工程按照枢纽工程考虑，本项目位于宝鸡市凤县，按照关中地区。因此，项目其他直接费费率为 9.0%。

表 7-3 其他直接费费率表

序号	费率名称	陕 南	关 中	陕 北
		建筑工程	建筑工程	建筑工程
1	冬雨季施工增加费费率	2	2.5	3
2	夜间施工增加费费率	0.5	0.5	0.5
3	安全文明施工措施费费率	2	2	2
4	小型临时设施摊销费费率	3	3	3
5	其他费率	1	1	1
合计		8.5	9	9.5

表 7-4 间接费取费标准表

序号	项目类别	计算基数	间接费费率（%）
1	土方工程	直接费	8.5
2	石方工程	直接费	12.5
3	砂石备料工程	直接费	5
4	模板工程	直接费	9.5
5	混凝土工程	直接费	9.5
6	钢筋制作安装工程	直接费	5.5
7	钻孔灌浆及锚固工程	直接费	10.5
8	疏浚工程	直接费	7.5
9	其他	直接费	6

(2) 间接费：是以直接费或人工费为基数测算出的间接费摊销费率。本项目属于枢纽工程，间接费费率详见表 7-4。

(3) 企业利润：按规定应计入工程措施及植物措施的利润。本项目利润取 5%

(4) 价差：是指按概算编制年要素价格与概算编制规定中给定的要素价格差额计算的建筑及安装工程费用变化。一般包括人工价差和材料价差，本项目只存在材料价差。

材料价差=Σ〔定额各类主要材料消耗量×(概算编制年各类主要材料预算执行单价-本规定各类主要材料预算单价)〕

(5) 税金：按照《关于深化增值税改革有关政策的公告》，本项目税金取 9%。

税金=(直接费+间接费+利润)×税率。

(6) 扩大：投资估算编制时将概算工程单价扩大 10%。

扩大=(直接费+间接费+利润+税金)×10%

(7) 特殊工程取费标准

变形监测点设置、变形监测依据《测绘生产成本费用定额》(2009 年)；水位测量、取水样依据《工程勘察设计收费标准》(2002 年)。

5、临时工程费

临时工程：施工导流工程、施工交通工程、施工供电工程、施工房屋工程、其他施工临时工程 5 个一级项目。本方案设计的地质环境治理工程不涉及施工导流工程，施工交通工程、施工供电工程、施工房屋工程可以与矿山设施共用不需重复投资。仅涉及其他施工临时工程费一项，费率标准参照《陕西省水利工程设计概(估)算编制规定》确定为 3%。

6、其他费用

(1) 建设管理费

建设管理费包括建设单位开办费、建设管理经常费、招标业务费、建设监理费、第三方工程质量检测费、咨询评审服务费、工程验收费

建设单位开办费：本项目不涉及；

建设单位人员费：不计列；

建设经常管理费：依据《陕西省水利工程设计概(估)算编制规定》(2017 年)表 I.5-8 计取；

招标业务费：依据《陕西省水利工程设计概(估)算编制规定》(2017 年)表 I.5-9 计取；

建设监理费：按“发改价格〔2007〕670号”和“陕价行发〔2007〕83号”规定进行计算；

第三方工程质量检测费：不计列；

咨询评审服务费：按建安工程费的0.8%计取；

工程验收费：依据《陕西省水利工程设计概（估）算编制规定》（2017年）表I.5-10计取；

（2）生产准备费

本项目不涉及。

（3）科研勘察设计费

勘察费：勘察费费率为4.5%，设计费费率取3.5%；前期工作阶段系数取0.7，则勘察费按工程措施投资的5.6%计取。

（4）矿山地质环境监测费

矿山设置有专职矿山地质环境监测科室（安环科、生产技术部）对矿山地质环境进行全方位监测，监测费用全部由矿方负责，在管理费和安措费中提取和摊销。根据《工程勘察设计收费标准（2002年修订本）》，结合矿山当地市场调查价格和设计工程量进行估算，本项目地质环境监测费为12.21万元（详见表7-5）。计算在独立费用中。

表 7-5 地质环境监测费估算明细表

序号	项目名称	设计单位	工程量 或设计 参数	工程单价或单 位投资扩大指 标（金额元）	合计/万元
第一年					1.905
1	地质环境监测工程				
1.1	水晶沟泥石流隐患监测	点次	8	120	0.096
1.2	拦渣墙及废渣堆监测	点次	36	120	0.432
1.3	地表变形监测	点次	12	120	0.144
1.4	矿坑水水量监测	点次	6	105	0.063
1.5	矿坑水水质监测	点次	2	1050	0.21
1.6	水晶沟上游水质监测	点次	4	1050	0.42
1.7	水晶沟沟口水质监测	点次	4	1050	0.42
1.8	地形地貌景观监测	点次	10	120	0.12
第二年					2.295

1	地质环境监测工程				
1.1	水晶沟泥石流隐患监测	点次	14	120	0.168
1.2	拦渣墙及废渣堆监测	点次	36	120	0.432
1.3	地表变形监测	点次	12	120	0.144
1.4	矿坑水水量监测	点次	14	105	0.147
1.5	矿坑水水质监测	点次	4	1050	0.42
1.6	水晶沟上游水质监测	点次	4	1050	0.42
1.7	水晶沟沟口水质监测	点次	4	1050	0.42
1.8	地形地貌景观监测	点次	12	120	0.144
第三年					2.463
1	地质环境监测工程				
1.1	水晶沟泥石流隐患监测	点次	10	120	0.12
1.2	拦渣墙及废渣堆监测	点次	38	120	0.456
1.3	地表变形监测	点次	12	120	0.144
1.4	矿坑水水量监测	点次	10	105	0.105
1.5	矿坑水水质监测	点次	6	1050	0.63
1.6	水晶沟上游水质监测	点次	4	1050	0.42
1.7	水晶沟沟口水质监测	点次	4	1050	0.42
1.8	地形地貌景观监测	点次	14	120	0.168
第四年					1.998
1	地质环境监测工程				
1.1	水晶沟泥石流隐患监测	点次	12	120	0.144
1.2	拦渣墙及废渣堆监测	点次	40	120	0.48
1.3	地表变形监测	点次	12	120	0.144
1.4	矿坑水水量监测	点次	8	105	0.084
1.5	矿坑水水质监测	点次	2	1050	0.21
1.6	水晶沟上游水质监测	点次	4	1050	0.42
1.7	水晶沟沟口水质监测	点次	4	1050	0.42
1.8	地形地貌景观监测	点次	8	120	0.096
第五年					1.539
1	地质环境监测工程				
1.1	水晶沟泥石流隐患监测	点次	16	120	0.192
1.2	拦渣墙及废渣堆监测	点次	30	120	0.36
1.3	地表变形监测	点次	12	120	0.144
1.4	矿坑水水量监测	点次	22	105	0.231
1.5	矿坑水水质监测	点次	6	1050	0.63
1.6	水晶沟上游水质监测	点次	4	1050	0.42
1.7	水晶沟沟口水质监测	点次	4	1050	0.42
1.8	地形地貌景观监测	点次	16	120	0.192

第六年					0.498
1	地质环境监测工程				
1.1	水晶沟泥石流隐患监测	点次	4	120	0.048
1.2	拦渣墙及废渣堆监测	点次	12	120	0.144
1.3	地表变形监测	点次	4	120	0.048
1.4	水晶沟上游水质监测	点次	1	1050	0.105
1.5	水晶沟沟口水质监测	点次	1	1050	0.105
1.6	地形地貌景观监测	点次	4	120	0.048
第七年					0.498
1	地质环境监测工程				
1.1	水晶沟泥石流隐患监测	点次	4	120	0.048
1.2	拦渣墙及废渣堆监测	点次	12	120	0.144
1.3	地表变形监测	点次	4	120	0.048
1.4	水晶沟上游水质监测	点次	1	1050	0.105
1.5	水晶沟沟口水质监测	点次	1	1050	0.105
1.6	地形地貌景观监测	点次	4	120	0.048
第八年					0.498
1	地质环境监测工程				
1.1	水晶沟泥石流隐患监测	点次	4	120	0.048
1.2	拦渣墙及废渣堆监测	点次	12	120	0.144
1.3	地表变形监测	点次	4	120	0.048
1.4	水晶沟上游水质监测	点次	1	1050	0.105
1.5	水晶沟沟口水质监测	点次	1	1050	0.105
1.6	地形地貌景观监测	点次	4	120	0.048
第九年					0.498
1	地质环境监测工程				
1.1	水晶沟泥石流隐患监测	点次	4	120	0.048
1.2	拦渣墙及废渣堆监测	点次	12	120	0.144
1.3	地表变形监测	点次	4	120	0.048
1.4	水晶沟上游水质监测	点次	1	1050	0.105
1.5	水晶沟沟口水质监测	点次	1	1050	0.105
1.6	地形地貌景观监测	点次	4	120	0.048
	合计				13.242

(5) 建设及施工场地征用费

- 1) 永久占地：未计；
- 2) 临时占地：未计。

(6) 其他

- 1) 定额编制管理费：未计；

2) 工程质量监督费：不予计列；

3) 工程保险费：未计；

4) 其它税费：未计。

(7) 基本预备费

本方案预备费仅包括基本预备费。

基本预备费：以（工程部分投资+工程部分独立费用）×基本预备费费率，费率取4%。

7、投资估算

地质环境工程总投资估算表由建安工程费、临时工程费、费用（其他独立费用）、预备费等部分组成。计算公式如下：

工程总投资=建安工程费+临时工程费+费用（其他独立费用）+预备费；

(二) 矿山地质环境治理工程经费估算

1、总工程量

矿山地质环境保护与恢复治理工程量见表 7-6。

表 7-6 矿山地质环境保护与恢复治理工程量表

治理阶段	编号	工程名称	单位	工程量
近期（2025 年至 2029 年）	一	泥石流隐患 NSL01		
	1	土石方工程		
	1.1	石方清运	m ³	4000
	2	排水渠工程		
	2.1	基础开挖	m ³	55
	2.2	M7.5 浆砌片石	m ³	60
	2.3	M10 浆砌抹面	m ²	195
	2.4	过水管涵	节	2
	3	警示标志		
	3.1	警示牌	个	1
远期（2030 年至 2033 年）	一	硐口封堵工程		
	1	硐门砌筑		
	1.1	M7.5 浆砌块石	m ³	12.5
	2	硐口封堵		
	2.1	废渣	m ³	100
	3	警示标志		
	3.1	警示牌	个	2

2、投资估算

根据以上原则和计算方法，估算矿山地质环境保护与恢复治理工程总费用及分期费用，计算过程详见附表（矿山地质环境保护与治理工程投资估算表）。

通过矿山地质环境治理投资估算，本矿山总服务年限内的地质环境恢复治理工程估算费用静态投资总额为 36.41 万元，其中工程施工费 30.93 万元，其他费用 4.06 万元，临时工程费用 0.91 万元，预备费 1.41 万元。具体见表 7-7。

表 7-7 矿山地质环境保护工程静态投资总估算表

序号	投资或费用项目名称	建筑和安装工程投资	设备费	费用	合计	占工程总投资/%
1	工程部分投资费用	30.93		5.48	36.41	100.0
1.1	工程部分投资	30.93			30.93	84.95
1.1.1	建筑工程投资	30.02			30.02	83.33
1.1.2	机电设备及安装工程投资					-
1.1.3	金属结构设备及安装工程投资					-
1.1.4	施工临时工程投资	0.91			0.91	2.50
1.2	独立费用			4.06	4.06	11.15
1.3	预备费			1.41	1.41	3.87
1.3.1	基本预备费			1.41	1.41	3.87
	工程静态总投资				36.41	100.0

二、土地复垦工程经费估算

（一）估算说明

1、编制原则

- （1）符合国家有关的法律、法规规定；
- （2）土地复垦投资纳入工程总估算；
- （3）以土地复垦设计方案为基础的原则；
- （4）工程建设与复垦措施同步设计、同步投资建设；
- （5）依据参照预算定额与经济合理相结合的原则；
- （6）指导价与市场价相结合的原则；
- （7）科学、合理、高效的原则。

2、编制依据

- （1）《宝鸡市建筑动态与材料信息》（2025年第1期）；

- (2) 《地质调查项目预算标准》（自然资源部中国地质调查局，2021年7月）；
- (3) 《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），自2011年12月31日发布之日起执行；
- (4) 《土地开发整理项目预算编制规定》（财综〔2011〕128号）；
- (5) 《土地开发整理项目预算定额》（财综〔2011〕128号）；
- (6) 《土地开发整理项目施工机械台班费定额》（财综〔2011〕128号）；
- (7) 《关于深化增值税改革有关政策的公告》，财政部、税务总局、海关总署公告2019年第39号，2019年3月20日；
- (8) 《国家发展改革委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）；
- (9) 国土资源部关于印发《土地整治工程营业税改征增值税计价依据调整过渡实施方案》的通知（国土资厅发〔2017〕19号，2017年4月6日；
- (10) 《水土保持工程概算定额》（水总〔2003〕67号）；
- (11) 《土地开发整理项目预算编制实务》（2012年国土资源土地整治中心）；
- (12) 《土地复垦方案编制实务》（2011年国土资源部土地整治中心）；
- (13) 《土地复垦方案编制规程第1部分：通则》（TD/T1031.12011）；
- (14) 《陕西省土地开发整理项目预算编制办法及费用标准（试行）》（陕国土资发〔2004〕22号）；
- (16) 本方案设计的矿山土地复垦工程量。

3、取费标准和计算方法

根据《土地复垦方案编制规程第1部分：通则》和《《土地开发整理项目预算编制规定》》（2012年），项目预算总投资由工程施工费、其他费用（包括前期工作费、工程监理费、竣工验收费和业主管理费等）、复垦监测与管护费和预备费五个部分组成。

(1) 工程施工费

工程施工费由直接费、间接费、利润、价差、税金和扩大费用组成。

1) 直接费

直接工程费由人工费、材料费、施工机械使用费和其他费用组成。依据财政部、

国土资源部2011年颁发的《土地开发整理项目预算编制规定》及项目所在区域（本项目处于七类工资区，工资系数为1.0261），本方案的人工预算单价费用为甲类工取51.04元/工日、乙类工取38.84元/工日。

人工费计算公式：人工费=工程量×定额人工费

材料费：主要材料参照《宝鸡市建筑动态与材料信息》（2025年1期）公布的材料价格（不含税）作为材料原价。次要材料预算价以当地市场调查价（不含税）为准。由于本方案工程所需材料都可就近在采购，运距短，且随需随买，因而材料预单价算价按照材料原价计算，不计材料包装费、运输保险费、运杂费及采购保管费。

其中主要材料如水泥、原木、炸药、汽油、柴油、砂子、碎石、块石以规定价进单价，预算价与规定价之差列入工程单价表中“价差”部分。

表 7-8 材料单价表

编 号	名称及规格	单位	预算价格
1	油松	株	11.00
2	紫穗槐	株	5.00
3	刺槐	株	9.00
4	汽油	kg	8.0
5	柴油	kg	7.5
6	电	kW·h	0.65
7	水	m ³	4.0
8	草籽	kg	50.49

机械台班费：依据财政部、国土资源部2011年颁发的《土地开发整理项目施工机械台班费定额》规定计算，施工机械使用费中耗用油料的费用，限价以内作为台班费定额，超出限价部分作为台班费差价列于相应部分。

电价为0.65元/kwh，风价为0.12元/m³，水价取费为4.0元/m³。柴油、汽油价按照规定价进施工机械台班费定额，预算价与规定价相差部分按价差处理，列入单价计算表中的“价差”部分。

施工机械费计算公式：施工机械费=工程量×定额施工机械使用费

措施费=直接工程费×措施费率

本项目措施费包括临时设施费、冬雨季施工增加费、施工辅助费和安全施工措施费，项目区各费率标准详见表7-10。本项目不含混凝土及安装工程，不在夜间施工和

特殊地区施工。因而，本项目措施费综合费率为3.6%。

表 7-9 措施费率表

工程类别		土方工程	石方工程	砌体工程	其他工程
计算基础		直接工程费	直接工程费	直接工程费	直接工程费
临时设施费	费率（%）	2	2	2	2
冬雨季施工增加费		0.7	0.7	0.7	0.7
施工辅助费		0.7	0.7	0.7	0.7
安全施工措施费		0.2	0.2	0.2	0.2

2) 间接费

间接费=直接费（人工费）×间接费率

本项目工程类别包含混凝土、石方、砌体三项，间接费率取值见表7-10。

表 7-10 间接费费率表

序号	项目类别	计算基础	间接费率
1	土方工程	直接费	5
2	石方工程	直接费	6
3	砌体工程	直接费	5
4	混凝土工程	直接费	6
5	农用井工程	直接费	8
6	其他工程	直接费	5
7	安装工程	人工费	6.5

3) 利润

按直接工程费与间接费之和乘以利润率计算，利润率为3%。

4) 差价

将项目主材按照预算价格与规定价格之差按价差处理，列入“价差”部分；台班费中汽油、柴油预算价与规定价之差列入“价差”部分

5) 税金

按照财政部、税务总局、海关总署《关于深化增值税改革有关政策的公告》（财政部税务总局 海关总署公告〔2019〕39号）增值税率调整为9%，本方案按照税率9%计算。

税金=（直接费+间接费+利润+价差）×9.0%。

6) 扩大费

依据《陕西省土地开发整理项目预算编制办法及费用标准（试行）》（陕国土资发〔2004〕22号）规定，估算单价采用预算定额计算时乘以1.155的扩大系数。

(2) 设备费

本项目不涉及设备的购置。

(3) 其他费用

其他费用由前期工作费、工程监理费、竣工验收费、业主管理费等组成。

1) 前期工作费

前期工作费指项目在工程施工前所发生的各项支出，包括土地清查费、项目可行性研究费、项目勘测费、项目设计与预算编制费和项目招标代理费五项组成。

土地清查费：指对复垦区土地进行权属调查。地籍测绘、土地利用类型、数量、质量调查、生态破坏情况和破坏程度调查等所发生的费用。按照工程施工费的 0.5% 计算；

项目可行性研究费：按工程施工费与设备购置费之和作为计费基数，采用分档定额计费方式计算，各区间按内插法确定。

项目勘测费：指对复垦区土地进行地形测量、施工补测、工程勘察所产生的费用，按照工程施工费的 1.5% 计算

项目设计与预算编制费：指项目承担单位委托具有资质的单位对土地复垦工程进行分阶段的规划，编制阶段性实施方案及阶段预算书应支付的费用。按工程施工费与设备购置费之和作为计费基数，采用分档定额计费方式计算（项目地貌类型为丘陵/山区的可乘以 1.1 的调整系数），各区间按内插法确定。

项目招标代理费：以工程施工费与设备购置费之和作为计费基数，采用差额定律累进法计算。

2) 工程监理费

指工程承担单位委托具有工程监理资质的单位，按国家有关规定对工程质量、进度、安全和投资进行全过程的监督与管理所发生的费用。以工程施工费与设备费之和为计算基础，采用分档定额计费方式计算，各区间按内插法确定。

3) 拆迁补偿费

项目不涉及拆迁补偿，故不计拆迁补偿费。

4) 竣工验收费

指工程完工后，因工程竣工验收、决算、成果管理等发生的各项费用。主要包括：工程复核费、工程验收费、项目决算编制与审计费、整理后土地重估与登记费以及标识设定费。

工程复核费：工程承担单位完成土地复垦实施任务并向当地自然资源管理部门提出验收申请后，管理部门委托专业机构（第三方）对工程任务的完成情况，如净增耕地面积、工程数量、质量等，进行复核并编制相应报告所发生的费用。

工程验收费：指项目中间验收及竣工验收所发生的会议费、资料整理费、印刷费等。以工程施工费与设备购置费之和作为计费基数，采用差额定律累进法计算。

项目决算编制与审计费：指按相关管理办法及竣工验收规范要求编制竣工报告、决算以及审计所发生的费用。以工程施工费与设备购置费之和作为计费基数，采用差额定律累进法计算。

复垦后土地重估与登记费：指复垦完成后，主管部门对土地的重新评估与登记所发生的费用。以工程施工费与设备购置费之和作为计费基数，采用差额定律累进法计算。

标识设定费：指设立土地复垦标识牌及标识水利设施等所发生的费用。以工程施工费与设备购置费之和作为计费基数，采用差额定律累进法计算。

5) 业主管理费

指业主单位在土地复垦工程立项、筹建、建设等过程中所发生的费用，包括工作人员的工资、工资性补贴、施工现场津贴、社会保障费用、住房公积金、职工福利费、工会经费、劳动保护费；办公费、会议费、差旅交通费、工具用具使用费、固定资产使用费、零星购置费；宣传费、培训费、咨询费、业主招待费、技术资料费、印花税和其他管理性开支等。业主管理费以工程施工费、设备购置费、前期工作费、工程监理费、拆迁补偿费和竣工资收费之和作为基数，采用差额定律累进法计算。

(4) 监测费与管护费

1) 复垦监测费

复垦监测费由监测人工费、设备费和监测费三部分组成，共计 **8.11** 万元。

表 7-11 监测点位布设及数量一览表

监测内容	具体监测内容	监测位置	监测点数量	监测方法	监测频次	监测期限 (a)	总监测次数 (次)
原地貌地表状况	原始地形信息	复垦责任范围	5	现场调查、取样监测 遥感监测	1 次	—	5
	土地利用现状						
	土壤信息						
	耕地权属信息						
土地损毁监测	土地损毁形式、位置、面积及程度	复垦责任范围	5	GPS 监测、定期巡查 遥感监测	4 次/年	5	100
复垦效果监测	土壤质量监测	复垦责任范围	5	取样监测	1 次/年	6	15
	复垦植被监测		5	定期巡查	2 次/年	6	30

2) 复垦管护费

本项目管护面积 1.3281hm²。本项目管护期为 3 年。管护工作包括除草、修枝、施肥、浇水、喷药、平岔等，浇水采用洒水车运水软管浇灌。本复垦方案管护费为 1.23 万元。

(5) 预备费

预备费是指考虑了土地复垦期间可能发生的风险因素，从而导致复垦费用增加的一项费用。本项目预备费为基本预备费。

基本预备费：在工程施工过程中因自然灾害、设计变更等因素所增加的费用。结合实际情况，该项目基本预备费按工程施工费与其他费用之和的 10% 计取。

(二) 矿山土地复垦工程经费估算

1、总工程量

土地复垦相关工程量见下表：

表 7-12 土地复垦工程总工程量

序号	单项名称	单位	工程量
1	近期（2025 年~2029 年）		
1.1	土壤重构工程		
1.1.1	表土转运	m ³	245
1.1.2	表土覆盖	m ³	245
1.2	植被重建工程		

1.2.1	播撒草籽	hm ²	0.1816
1.3	生物化学工程		
1.3.1	土壤培肥	kg	810
2	远期（2030 年~2033 年）		
2.1	土壤重构工程		
2.1.1	拆除工程	m ³	2250
2.1.2	清理工程	m ³	1500
2.1.3	场地找平	hm ²	1.1465
2.1.4	表土转运	m ³	5740
2.1.5	表土覆盖	m ³	5740
2.2	植被重建工程		
2.2.1	刺槐	株	1840
2.2.2	紫穗槐	株	2340
2.2.3	播撒草籽	hm ²	1.1465
2.3	生物化学工程		
2.3.1	土壤培肥	kg	11490

2、投资估算

根据以上原则和计算方法，估算矿山土地复垦工程总费用及分期费用，计算过程详见附表（土地复垦工程投资估算表）。

通过复垦投资估算，矿山总服务年限内的土地复垦工程及监测工程投资估算费用静态总投资为 114.01 万元。其中，工程施工费 90.85 万元，其他费用 14.27 万元，监测和管护费 8.86 万元。

表 7-13 土地复垦投资估算表

编号	工程或费用名称	费用（万元）	所占比例（%）
一	工程施工费	90.85	79.68%
二	设备费		
三	其他费用	14.27	12.52%
四	监测与管护费	8.86	7.77%
（一）	复垦监测费	8.11	7.11%
（二）	管护费	0.75	0.66%
五	预备费	0.03	0.03%
（一）	基本预备费	0.03	0.03%
（二）	价差预备费		
（三）	风险金		
六	静态总投资	114.01	100%
七	动态总投资	114.01	100%

	总投资	114.01	100%
--	-----	--------	------

三、总费用汇总与年度安排

（一）总费用构成与汇总

将矿山地质环境恢复治理估算经费和土地复垦估算经费汇总得到本方案的**静态总费用**为 150.42 万元。

按可采资源储量****万吨（矿石量）计算，投资经费折合静态吨矿石费用为 10.2 元/吨。

其中，土地复垦费用 114.01 万元，复垦土地面积 1.3281hm² 计算。复垦土地静态亩均投资 57291 元/亩。

表 7-14 各阶段矿山地质环境治理与土地复垦投资估算统计表

阶段	规划年度	估算经费（万元）		
		地质环境恢复治理	土地复垦	合计
近期	2025 年～2029 年	31.48	10.36	41.84
远期	2030 年～2033 年	4.93	103.65	108.58
合计		36.41	114.01	150.42

（二）年度经费安排

该项目全部恢复治理与土地复垦费用由矿山负责筹资并实施，各年度工作安排及投资计划详见表7-15。

表 7-15 矿山地质环境保护与土地复垦年度工作安排及投资计划表

实施年度	治理工程类别	年度投资（万元）	总计（万元）
第一年	矿山地质环境保护工程	21.41	25.91
	土地复垦工程	4.50	
第二年	矿山地质环境保护工程	2.79	4.43
	土地复垦工程	1.64	
第三年	矿山地质环境保护工程	2.98	4.50
	土地复垦工程	1.52	
第四年	矿山地质环境保护工程	2.42	4.12
	土地复垦工程	1.70	
第五年	矿山地质环境保护工程	1.87	2.86
	土地复垦工程	0.99	
第六年	矿山地质环境保护工程	3.12	104.35
	土地复垦工程	101.23	
第七年	矿山地质环境保护工程	0.61	1.42

	土地复垦工程	0.81	
第八年	矿山地质环境保护工程	0.61	1.42
	土地复垦工程	0.81	
第九年	矿山地质环境保护工程	0.61	1.42
	土地复垦工程	0.81	
合计			150.42

第八章 保障措施与效益分析

为保证本矿区地质环境保护与土地复垦方案的顺利实施，全面落实“方案”各项工程进度安排，提高工程建设质量，凤县福鑫铅锌矿决定采取如下保障措施：

一、组织保障

（一）管理机构

按照“谁开发，谁保护、谁破坏，谁治理”和“谁损毁，谁复垦”原则，凤县福鑫铅锌矿为凤县福鑫铅锌矿地质环境保护与土地复垦义务人，矿山地质环境保护与土地复垦工作实施由复垦义务人自行复垦方式，并具体负责组织协调勘察、设计、施工等方面的相互配合，保质、保量、按期完成治理工程的施工任务，规范化矿山地质环境治理与土地复垦资料，包括勘察、设计、施工日志、竣工验收资料，以及治理过程工程量及经费要及时整理、归档，便于后期国土资源主管部门核查。做到以下几点：

1、矿山企业把矿山地质环境保护和恢复治理工作列为矿山管理工作的重点，实行法人负责制，矿山企业法人是矿山地质环境保护与土复垦的第一责任人。

2、矿山企业建立矿山环境保护工作行政领导机构，矿山环境保护工作行政领导机构要求是企业内独立的、行政管理能力强的机构，对矿山环境保护工作行使行政权力。

3、加强职能部门的管理，根据各职能部门的工作内容，按照矿山环境保护与恢复治理要求，明确各职能部门在矿山生产过程中的职责和工作指标。

4、根据实际需要，设立主管矿山环境保护工作的职能部门，对矿山环境保护与治理工作进行宣传，对员工进行培训、教育，负责具体创建措施的落实工作。

5、坚持“以人为本”的管理理念，在创建管理工作中突出人的要素，通过对矿山企业人的管理来建设好绿色矿山，走出矿山开发与生态环境保护的新路子。

（二）管理机构的职责

1、把矿山地质环境保护和土地复垦工作列为矿山管理工作的重点，实行法人负责制，矿山企业法人是矿山地质环境保护与土地复垦的第一责任人。

2、成立凤县福鑫铅锌矿地质环境保护和土地复垦项目领导机构，负责该矿山地质环境保护和土地复垦组织和实施。领导小组组成如下：

第一责任人：凤县福鑫铅锌矿，法人代表黄寿远

组长：黄永林（总经理）

副组长：于静波（副总经理）、王宗科（总工程师）、马武松（矿长）

主管部门：矿山环保部部门负责人

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、资料员等。

3、矿山安全环保部为矿山地质环境保护、土地复垦工作的职能部门，具体负责矿山地质环境保护与土地复垦管理体系的建立，年度/月度计划编制、工程措施的组织实施、矿山地质环境监测和土地复垦质量监测与管护、制定矿山地质环境保护与土地复垦的管理办法、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、培训和演练工作等。

4、接受行政主管部门的监督、管理，凤县福鑫铅锌矿应了解在工程项目建设及运行期间，各级国土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、做好企业地质环境保护与土地复垦工作，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。

（三）管理制度

1、实行目标责任制及问责制。对公司土地矿山地质环境保护与土地复垦小组工作的责任人实施目标管理责任制度，将其作为责任人年度考核的主要内容。矿山地质环境保护与土地复垦工程实施监管不力、矿山地质环境保护与土地复垦资金管理和使用不合格，追究主管领导的责任，情节严重的追究法律责任。

2、实行矿山地质环境保护与土地复垦治理资金审计制度。对矿山地质环境保护与土地复垦资金使用情况进行审计。

3、实行重大事项报告制度。矿山地质环境保护与土地复垦工程开工以前，公司将矿山地质环境保护与土地复垦工程规划和实施计划上报自然资源主管部门。开采工艺、矿山地质环境保护与土地复垦计划及工程等发生重大变更，及时上报自然资源主管部门，并根据矿山实际情况重新组织编制矿山地质环境保护与土地复垦方案。

4、本项目严格按照国家行政部门审查、批准的项目设计和相关标准开展各项工作，不得随意变更和调整。

二、技术保障

1、我矿在进行地质环境治理、土地复垦实施时，将选择在地质灾害勘察/设计、地质环境治理、土地复垦方面经验丰富的单位承担工程勘察、设计和施工任务。

2、我矿委托编制的“矿山地质环境恢复治理与土地复垦方案”必须充分征求包括土地权益人、当地土地主管部门的公众意见，所编制方案或设计需经国土资源主管部门组织评审通过后，方能实施。

3、现场施工实施前，我矿主管部门必须组织设计、施工和监理单位进行技术交底。施工期间，施工单位要严格按设计方案、施工图指导现场施工，遇场地地质情况与设计条件出入较大时，要及时向监理和业主方反映，由业主单位组织技术会审，根据会审结果由设计单位做出设计变更，施工单位按变更后设计施工。

4、工程施工实施各工序层层报验制度。监理单位按矿山地质环境治理及土地复垦工程相关技术规程、规范、设计要求对工程进行监督、检查，矿山企业、设计单位、监理单位、自然资源主管部门及权益人共同对工程进行质量验收。

5、我矿将按照《矿山地质环境监测技术规程》（DZ/T0287-2015）、《生产项目土地复垦验收规程》（TD/T1044-2014）和本方案设计规划内容，编制矿山地质环境监测和土地复垦质量监测设计。以自动化、网络化、全覆盖为目标，建设监测基础设施，完善矿区地质环境与土地复垦质量监测网。

三、资金保障

（一）资金来源

凤县福鑫铅锌矿作为矿山地质环境保护与土地复垦义务人，将实施矿山地质环境保护与土地复垦的资金列入矿山生产建设成本并足额预算，确保土地复垦资金专款专用。

在矿山地质环境保护与土地复垦实施过程中严格执行国家和部门的各项财务制度。按设计落实治理费用，根据治理与复垦工程内容和工程量合理安排资金使用方向，确保治理与复垦资金合理使用。根据《矿山地质环境保护规定》、《土地复垦条例实施办法》，《财政部国土资源部环境保护部关于取消矿山地质环境治理恢复保证金建立矿山地质环境治理恢复基金的指导意见》（财建〔2017〕638号），治理与土地复垦费用由凤

县福鑫铅锌矿承担，生产运行期间从生产成本中列支。矿山企业预存资金汇入矿山地质环境保护与土地复垦专用账户，不得挤占、挪用。

凤县福鑫铅锌矿依据批复的矿山地质环境保护与土地复垦方案及阶段治理与复垦计划中确定的费用预存计划，分批次将治理费用及土地复垦费用存入治理费用及土地复垦费用专用账户，且在本次方案通过审查后一个月内预存土地复垦费用且首次预存金额不得少于总投资的 20%，存入土地复垦费用专用账户。

当矿山矿业权发生转移时，应同时具有复垦费用的约定，以明确矿权转移后的复垦责任，没有相关复垦费用约定的，矿山地质环境保护与土地复垦费用不随矿权转移。

（二）资金计提计划

根据原陕西省自然资源厅、财政厅、生态环境厅和林业局关于印发《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，2024 年 12 月 31 日），凤县福鑫铅锌矿将按照原矿销售收入、开采矿种系数、开采方式系数、地区系数等参数，按月综合提取基金费用。基金计提公式如下：

基金计提数额=计提基数×矿种系数×开采系数×地区系数

按照陕自然资规[2024]1757 号文件附件，计提基数=月销售量×单价，矿种系数为 1.5%、开采系数 1.0、地区系数 1.2。

本方案地质环境保护与土地复垦工程治理总费用为 150.42 万元，年销售原矿 3 万吨，销售单价 650 元/吨，月提取基金 2.925 万元，年提取基金 35.10 万元，矿山剩余服务年限 5.0 年，累计提取基金 171.99 万元，可满足矿山地质环境保护与土地复垦工程治理资金需求。

表 8-1 凤县福鑫铅锌矿矿山地质环境治理与土地复垦基金计提计算表

年销售 (×10 ⁴ t)	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 比例 (%)	年提取基金 (万元)	元/吨
3	650	1.5%	1.0	1.2	2.925	1.80	35.10	11.7

（三）资金提取及存储

凤县福鑫铅锌矿已在银行设立对公专用账户-矿山地质环境治理恢复与土地复垦基金账户，用于计提基金的存储和支付管理。

矿山企业基金计提标准按 11.7 元/吨来提取。

矿山企业财务部门应按照会计准则，单独设置“矿山地质环境治理恢复与土地复垦基金”会计科目，单独反映基金的提取与使用情况。财务部门应在年度财务预算中编制基金年度提取和使用计划。

矿山企业财务部门按照基金计提标准公式、基金年度提取和使用计划，逐月计提矿山地质环境治理恢复与土地复垦基金。所提基金费用计入生产成本，在所得税前列支。

矿山企业年度提取的基金累计不足于本年度矿山地质环境治理恢复与土地复垦费用的，或低于《方案》中估算的年度治理恢复与土地复垦费用的，应以本年实际所需费用或《方案》中估算年度费用进行补足。

（四）资金管理及使用

1、矿山地质环境治理与土地复垦基金应按照“企业提取、政府监管、确保需要、规范使用”的原则进行管理，并建立了规范有效的基金财务管理制度，规范基金管理，明确基金提取和使用的程序、职责及权限，按规定提取和使用基金。

制定专项资金使用“五专”（专项、专户、专用、专账、专人负责）责任制。

2、矿山地质环境治理与土地复垦基金专项用于矿山地质环境治理与土地复垦等工程，任何单位和个人不得截留、挤占、挪用。

3、矿山企业应根据自然资源主管部门公告的本方案编制年度实施方案并明确基金使用计划。年度实施方案内容包括本年度矿山地质环境治理与土地复垦基金提取、使用情况，下一年度实施方案和基金使用计划。

4、矿山企业按照备案的矿山地质环境治理恢复与土地复垦基金年度使用计划，安排年度实施工程和基金支出。

5、完成矿山地质环境治理与土地复垦工程后，应及时向自然资源主管部门提出竣工验收申请。验收合格后，可取得自然资源局主管部门出具的工程质量验收合格确认书，据此可核算基金使用情况。

6、为使矿区群众真正了解并参与到复垦工作中，凤县福鑫铅锌矿将对各土地复垦阶段实施计划及资金的使用情况进行公示，并在方案实施阶段招募当地群众参加复垦工作，让公众切身了解复垦资金的使用是否真正落到实处。如有发现资金的使用与实

际复垦效果有重大不符的情况，公众可向相关主管部门反映，发挥监督作用，确保复垦资金合理有效利用。

（五）费用审计

凤县福鑫铅锌矿将按年度对矿山地质环境治理恢复与土地复垦基金提取、使用情况进行内部审计，将审计结果于每年的 12 月 31 日前报送自然资源主管部门审计或复核。县自然资源主管部门依据审计制度安排相关审计人员对土地复垦资金执行情况进行审计或复核。

四、监管保障

（一）实行项目公告制

将整个项目区的范围、面积、工程数量以及项目实施的各项管理制度等进行公告，以接受社会监督，对项目周边农民及其他相关人员提出的合理化建议及时进行采纳。

（二）实行项目工程招标制

为保证工程施工质量及进度，矿山地质环境恢复治理工程及土地复垦工程原则上采用工程招标制，向社会公开招标，择优定标。

（三）实行工程监理制度

通过招投标方式选择监理单位。监理单位对所有工程的建设内容、施工进度、工程质量进行监理。监理单位要按照相关工程监理规范做好项目施工的监督管理，确保所有工程满足设计要求。

（四）验收制度

按照《陕西省实施〈土地复垦条例〉办法》、《陕西省土地整理复垦开发项目竣工验收工作指南》和相关要求对项目进行验收。自然资源主管部门负责对义务人履行矿山地质环境保护与土地复垦情况进行监察，并在政府门户网站上公开。

（五）接受省、市自然资源主管部门会同同级财政、环境保护主管部门对基金提取、使用及治理恢复与土地复垦工作情况按照“双随机、一公开”的方式进行动态监督检查。

（六）根据《陕西省国土资源厅关于规范矿业权人勘查开采信息公示异常名录管理的通知》（陕国土资矿发〔2018〕15 号）规定，对采矿权人具有下列情形之一的，自然资源主管部门应将其列入异常名录。

- 1、对矿区地质环境造成一定程度破坏而未按要求采取治理恢复措施的；
- 2、未按照矿山地质环境保护与土地复垦方案要求履行矿山环境治理和土地复垦义务的，或对地形地貌、植被景观等自然环境造成较大破坏而未及时治理恢复的；
- 3、未按要求填报《年度矿山地质环境治理恢复成果表》的；
- 4、《年度矿山地质环境治理恢复成果表》填报错误率低于25%但未在10个工作日内完成整改的；
- 5、未按照《陕西省矿山地质环境治理恢复与土地复垦基金实施办法》要求提取基金，或基金储备资金不足、弄虚作假的。

五、效益分析

（一）社会效益

矿山地质环境保护与土地复垦，一方面可以减少和预防引发或加剧的地质灾害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保护与土地复垦，可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地关系的压力。

1、防灾减灾已作为当前我国维系社会稳定、促进经济发展、减少国家和人民的生命财产损失，构建和谐社会和实施可持续发展战略的重要任务。其主要措施是提前预防、避让和治理相结合。矿区进行矿山地质环境保护与土地复垦，可减少和预防引发或加剧的地质灾害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、矿山地质环境保护与土地复垦，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、本项目土地复垦方案实施后，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、土地复垦方向主要为林地，对复垦后土地经营管理需要较多的工作人员，因此也能够为矿区人民提供更多的就业机会，对于维护社会安定起到了积极的促进作用。

6、本工程实施后，通过建设人工林地以及草地，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，从而促进区域地质环境与经济的持续发展。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

“绿水青山，就是金山银山”，项目区位于秦岭腹地，生态环境保护任务尤为重要。凤县福鑫铅锌矿项目施工结束采取治理措施后，废弃地恢复为林地、草地，提高了植被覆盖率，有利于水土保持及生态环境的改善。

1、方案实施后，将基本控制复垦区的水土流失，通过改变微地形、增加地面植被、改良土壤性质可增加土壤入渗，减轻土壤侵蚀，将产生明显的保水保土效益，防止因水土流失引起的损失，并在一定程度上改善工程地区原有的水土流失及生态环境状况。

2、本项目复垦乔木林地 1.1465hm²，草地 0.1816hm²，植被覆盖率得到明显地提高，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。吸引周边动物群落多样性，达到植物动物群落的动态平衡。

3、方案实施后，通过对生态系统的重建工程，将对局部环境空气和小气候产生正效与长效影响。

（三）经济效益

矿山地质环境保护与土地复垦方案切实预防和减少地质灾害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、矿山地质环境保护与土地复垦的实施，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、矿山地质环境保护与土地复垦的实施，可减少地质灾害对人民生命财产的威胁，也就减少了损失。

本方案充分考虑了矿山现状及可能发生的地质环境与土地损毁问题，因地制宜地部署了矿山地质环境治理与土地复垦工程，既保证了高质量的治理效果，又可以很好地节约治理费用，经济上可行。

六、公众参与

本着“贯穿项目始终，多方参与”的原则，矿山地质环境保护与土地复垦工程在方案调研、编制、实施及验收阶段均要广泛征求当地政府部门、工程技术人员及项目土地权属人等公众意见，确保项目实施的公开、公正，技术合理、公众满意、效果明显。

（一）方案编制过程公众参与

1、做好公众参与的宣传和动员工作

为了广泛征询群众意见，项目编制单位在对矿山资料收集、现场调查的基础上，整理了矿山存在的环境问题，及其对当地民众的生产生活的影响及伤害，有针对性地组织和矿业权人、当地政府、村委会成员进行沟通，以便为公众调查做好动员和准备，动员广大群众积极参与。

2、公众意见征询

本次公众意见征询采用走访、集体座谈会的形式开展。主要有以下几项：

（1）征询河口镇自然资源所、凤县自然资源局相关管理人员的意见，认真听取了相关部门对矿区地质环境保护与土地复垦提出的要求及建议，包括：①土地复垦尽量不要造成新的土地损毁；②损毁的土地要得到切实的复垦，复垦工程种植的植被要完全符合当地的生态环境等；③复垦设计要通过政府部门审批。

（2）征询河口镇政府及环境保护部门的意见，了解了矿区土地复垦后对环境改善要求的最低限度，要求企业开展矿山环境保护与土地复垦的同时不要造成新的生态环境破坏问题等。

（3）由矿山企业、河口镇核桃坝村村委会组织当地群众，召开了座谈会，详细介绍福鑫铅锌矿矿山地质环境保护与土地复垦项目的基本情况、工程规模、对当地可能带来的有利和不利影响等，广泛征询群众对矿山地质环境的影响的意见和看法，同时发放公众参与调查表。

“公众参与调查表”是方案编制单位根据项目土地复垦的要求，编制了《凤县福鑫铅锌矿土地复垦方案公众参与调查表》，以全面了解矿区公众对地质环境与土地复垦的详细意见，土地复垦方案公众参与调查表样式见表 8-2。

3、调查结果及统计分析

在调查过程中，共发放《凤县福鑫铅锌矿矿山地质环境保护与土地复垦方案公众参与调查表》20份，收回20份，回收率达到100%。被调查对象主要为河口镇核桃坝村村民、村干部及矿山职工等（见附件）。

调查对象普遍认为矿区环境质量相对较好；存在的环境问题为植被破坏、土地损毁；对生活造成影响的主要为土地损毁、植被破坏、安全问题、道路拥挤；对复垦工作100%支持。

4、获得公众意见和建议

在公众调查中，公众对本项目的期望值很高，希望项目建设的同时，保护好当地环境。主要内容有：

- （1）对损毁了的土地要补偿，并复垦到原来状态；
- （2）被调查人员全部赞成该土地复垦项目建设；
- （3）土地复垦工作最好由当地村民委员会和村民组织实施，或者委托专业复垦公司实施。
- （4）复垦质量验收必须做到矿山企业、政府部门与村民共同参与。
- （5）矿山企业出资复垦，资金要有保证。

5、公众参与调查结论

本次公众参与调查范围广，方法适当，调查对象基本覆盖了该项目主要影响的村镇村民、地方自然资源部门和环境部门等，调查人群代表性强，公众参与调查表回收率高，调查结果是客观公开的。通过公众参与调查，可以认为：

- （1）公众参与调查表回收率达到100%，表明评价区域公众对项目非常关心，公众环境保护意识很强。
- （2）公众支持项目建设，项目建设的必要性、迫切性和意义得到公众的普遍认可。支持率较高。
- （3）项目建设得到周边公众的普遍关心，关心的问题涉及了该项目建设可能带来的不利影响的主要方面，也是该项目建设过程中设计、施工以及环境保护中的核心问题。

表 8-2 矿山地质环境保护与土地复垦公众参与调查样表

姓名		性别	男 ☐ 女 ☐	民族		年龄	
家庭住址							
文化程度	小学 ☐ 初中 ☐ 高中 ☐ 中专 ☐ 大学 ☐ 硕士以上 ☐						
职业	农民 ☐ 工人 ☐ 职员 ☐ 干部 ☐ 教师 ☐ 学生 ☐ 科技人员 ☐						
1 您认为矿山的开采运营会对当地经济发展是否有益？ ☐是☐否☐ 2 矿山开采后，您认为矿山应做好哪些工作： ☐矿山防护☐道路维护☐植被恢复☐生态恢复 3 您是否了解该项目土地复垦的相关政策及有关复垦措施： ☐了解☐了解一些☐不了解 4 矿山开采运营期间，您觉得下列哪些问题对您的生活有影响： ☐土地损毁☐施工扬尘☐施工废水☐施工期的安全问题☐施工车辆造成现有道路拥挤☐增加工作机会☐其它 5 土地损毁后，您认为下列哪些方面对您的生活有影响： ☐农田耕种☐林业栽植☐安全方面☐居住环境方面 6 对于采矿带来的土地资源减少，您希望采取以下哪种措施予以缓解： ☐复垦造地☐企业赔偿☐政府补偿☐其它 7 矿山的建设及开发是否对区域生态环境造成影响： ☐有影响，影响较大☐有影响，影响较小☐无影响 8 您认为土地压占或损毁后应如何处理？ ☐逐年赔偿损失☐一次性赔偿损失☐复垦并补偿☐补偿并安置生产 9 您认为在复垦资金有保障的情况下，由谁负责进行复垦更好？ ☐农民自己☐土地部门☐建设单位 10 您对该项目土地复垦持何种态度： ☐坚决支持☐有条件赞成☐无所谓☐反对 11 您认为何种复垦方式可行？ (1) 损毁土地由损毁单位租用，复垦达标后还原土地所有人；☐ (2) 损毁单位出资，农民复垦，出资单位与土地部门共同验收；☐ (3) 损毁单位出资，聘请专业复垦公司复垦，出资单位与土地部门共同验收；☐ (4) 以上三种方式，根据实际情况均可以接受。☐ 12 您对该项目土地复垦有何建议和要求：							

调查人：
调查人联系方式：

调查日期：
被调查人联系方式：

通过调查及座谈了解到，矿区及周边民众对福鑫铅锌矿的生产建设比较关注，普遍认为矿山建设促进了本地区经济的发展，给周边群众提供一定的工作机会，支持矿山生产建设。但也明确提出了矿山开采会带来一系列问题，他们比较关注的问题主要是矿山可能引发的地质灾害、对水土环境造成污染和对土地造成损毁。对关注的问题，他们给出了一些重要的意见和建议，希望工程实施过程中要充分考虑周边群众的切身利益，避免群众的生命和财产造成损失。经统计，大多数被调查者愿意对矿山地质环境保护与土地复垦工作进行监督。

（二）方案编制完场后公示

1、方案公示内容及形式

矿山地质环境保护与复垦方案送审稿完成后，在报送宝鸡市自然资源和规划局评审之前，将方案通过布告等方式进行公示，向公众公告内容包括：开采项目情况简介；开采项目对土地损毁情况简介；复垦方向及复垦措施要点介绍；公众查阅土地复垦报告书简本的方式和期限，以及公众认为必要时向建设单位或其委托的报告编制单位索取补充信息的联系方式和期限。

2、公示结果

通过公示，主要取得了两个方面的成效。首先，由公众参与调查问卷可知，矿区周围公众对于矿山开采较为了解，但对矿山地质环境保护与土地复垦相关工作的了解较少，通过本次公示，公众对于矿区损毁土地复垦工作所确定的复垦方向，所采取的复垦措施有所了解，对于加强对当地群众的土地复垦宣传工作具有一定的积极意义。其次，通过本次公示，矿山及项目编制方未收集到反对意见，由此可见本复垦方案确定的复垦方向、复垦措施等较为合理。

3、公众参与方式

项目实施过程中公众的参与是至关重要的，项目建设单位应组织当地人员进行土地复垦的施工。施工期间可能会出现一些表土剥离与保护问题、灌排设施布设问题等，因此采用公众进入监理小组方式进行公众参与活动，主要是通过组织当地环境部门、林业部门、自然资源局和当地农民代表组成施工监理小组。通过自愿参加的方式组织村民、村集体代表等组成公众代表小组，参与到具体的实施过程中，以更好的监督复垦工作能按方案执行，维护公众利益。

另外，在方案实施过程中，每年进行一次公众调查，调查对象包括项目区村民、村集体和政府相关部门工作人员，主要是对损毁土地情况、复垦进度、复垦措施落实、资金落实情况进行调查。对已完成的土地复垦工作，通过村民满意度调查进行评估，对出现的问题及时处理，将合理的建议引入下一步复垦工作中。

（1）按季度公告工程进度和工程内容

施工人员按季度向公众公告工程的进度和工程的内容，并且公告期限不能少于10日，保证监理小组人员和广大群众能够及时了解施工进度情况和工程内容，为定期现场监督检查做准备。

（2）对公众意见的采纳结果及时公告

监理小组定期对土地复垦工程进行检查，对比土地复垦报告，看是否按照报告中的复垦质量要求进行施工，并对不符合当地的复垦措施提出改正意见。公众向监理方和业主反映工程中的意见及采纳情况也应及时公告。

4、公众参与的意义

采用各部门代表专家和当地农民监督方式符合土地复垦施工期间公众参与调查的实际，土地复垦施工期间能够切实做到实事求是的施工工艺和施工方法；组织当地人员进行土地复垦施工，增加了当地农民的收入；环境部门的监督解决了施工期间造成的环境问题，实施具体的、行之有效的举措，强调环保达标、环保负责的理念，提高了施工的环境质量；自然资源局和当地农民代表的参与对施工期间的非法占地具有有效的抑制作用；通过当地农民对复垦区域的了解情况和当地植被的生长种植情况的熟悉以及当地林业部门专家的现场指导，对植被的种植方式起到很大的指导意义。

因此在施工期间进行公众参与是非常重要的。

（三）项目竣工验收阶段公众参与建议

项目竣工验收阶段公众的参与方式主要是组织当地自然资源部门、环境部门、林业部门、农业部门和当地农民组成验收小组，将公众参与机制引入生产项目竣工验收工作中。并且提高土地复垦建设单位委托的建设施工人员在土地复垦项目中的参与积极性。

1、公众参与验收小组

在验收过程农民代表与验收小组一同查看现场、了解矿山生产工艺及损毁土地复垦措施落实情况，听取项目建设单位关于项目土地复垦情况及复垦标准要求，查看县自然资源部门关于该项目验收监测结果报告，同时提出自己的意见和建议。

2、验收信息公开

施工竣工后验收期间，矿山企业要对复垦工程的目标、技术要求、质量标准、工程量、投入资金、工程承担单位向公众公开；验收后要对验收小组组成、验收结果向当地村民公示。

（四）、复垦土地权属调整方案建议

1、权属调整的原则

以有关法律、法规和有关权属文件精神为依据；必须兼顾国家、集体、农民的根本利益；公平、公正、公开、充分保障广大农民的利益；尊重农民意愿，确保农村土地家庭联产承包责任制；坚持集体土地总面积不变，耕地面积不减；保障复垦后土地的设计质量；尊重历史、尊重传统和习惯；有利于土地规模化、集约化经营。

2、权属调整的依据和程序

根据国土资源部资发[1999]358号文件精神，土地复垦工作中，一定要注意保护土地产权人的合法权益。在土地复垦之前，核实集体所有土地及土地使用者使用的土地的数量、质量、用途、位置，查清土地使用者的权属状况及证件，对土地复垦区的土地登记作到必要的限制，非特殊情况不允许进行变更登记。土地复垦后要确保土地承包人的合法权益，以土地复垦前后土地评估结果为依据进行再分配，保证数量有增加、质量有提高。

3、权属调整方法

矿区复垦后土地权属调整，根据土地管理有关政策、文件，拟采用以下措施：

（1）由土地复垦工作领导小组负责矿区土地权属调整的组织协调工作。

（2）土地复垦后的农用地分配，坚持参与土地复垦各方土地总面积不变和集中连片、便于利用的原则，参照土地综合评价结果，按矿区内各组织的原有土地比例，根据路、沟等线状地物重新调整权属界线，确立边界四至，埋设界桩。

（3）涉及农民承包调整的，由乡村集体经济组织依据复垦前与承包人签订的协议重新调整并登记造册。

4、土地调整的方案

复垦区土地所有权性质为兴隆场村所有，福鑫铅锌矿拥有土地使用权。未来复垦结束后，将复垦后的土地交至所有权人，其它土地的权属不进行调整。

第九章 结论与建议

一、结论

1、设计生产规模

凤县福鑫铅锌矿矿山保有资源量为*****t，可采资源量为*****t。经过多年开采，目前矿山剩余储量*****t，矿山开采能力为 3.0×10^4 t/年，剩余矿山服务年限为5年，为小型矿山。采用地下开采方式。

2、本方案适用年限

本方案规划服务年限9年（2025年至2033年），适用年限为5年（2025年至2029年）。

3、矿山地质环境影响

矿山生产规模为小型，评估区地质环境复杂程度属复杂类型，重要程度为重要区，综合确定矿山地质环境影响评估级别为一级，评估区面积 177.98hm^2 。

（1）现状条件下，本方案确定矿山现存的地质灾害（隐患）共计1处，水晶沟泥石流隐患（NSL01），发育程度为弱发育，危害程度中等，现状评估危险性中等。

（2）预测评估认为，PD1295采矿工业场地及办公生活区、1295生产平硐、炸药库、矿山道路等区域遭受泥石流隐患NSL01的可能性较大，危害程度大，危险性中等；PD1396采矿工业场地遭受泥石流隐患NSL01的可能性小，危险性小。矿山道路遭受崩塌的可能性小，危险性小。预测地下开采引发的地面塌陷的可能性较小，危险性小。

（3）矿山开采疏干排水工作对区内地下水水位影响小，矿山开采对含水层水质、水量影响小。矿区水土环境污染较轻。

（4）现状评估区内均对地形地貌影响程度**严重**。

（5）预测评估认为采矿活动地表岩石移动范围地形地貌景观影响程度较轻。

（6）现状调查将评估区分为矿山地质环境影响严重区、较严重区、较轻区，其中地质环境影响程度严重区（ A_x ）1处，位于水晶沟下游地区（泥石流隐患流通区），属凤县福鑫铅锌矿采矿活动影响区域，包含1396工业场地、1295工业场地及办公生活区、临时转运场、FX03废渣堆、炸药库及炸药库监控室和运矿道路。总面积 1.7793hm^2 ，占评估区面积0.99%；较严重区（ B_x ）1处，主要为FX02废渣堆，位于水晶沟中游，总面积 0.7310hm^2 ，占评估区面积0.41%；较轻区（ $C_{x1}-C_{x2}$ ）两处， C_{x1} 位于北片区福

鑫铅锌矿生产建设区域，除严重区、较严重区以外的区域； C_{X2} 位于南片区矿权分布区域，总面积 175.4633hm^2 ，占评估区面积 98.59%。

(7) 预测将评估区分为矿山地质环境影响严重区、较严重区、较轻区，其中预测地质环境影响程度严重区 (A_Y) 1 处，位于水晶沟下游地区（泥石流隐患流通区），属凤县福鑫铅锌矿采矿活动影响区域，包含 1396 工业场地、1295 工业场地及办公生活区、临时转运场、FX03 废渣堆、炸药库及炸药库监控室和运矿道路。总面积 1.7793hm^2 ，占评估区面积 0.99%；较严重区 (B_Y) 1 处，主要为 FX02 废渣堆，位于水晶沟中游，总面积 0.7310hm^2 ，占评估区面积 0.14%；较轻区 ($C_{Y1}-C_{Y2}$) 两处， C_{Y1} 位于北片区福鑫铅锌矿生产建设区域，除严重区、较严重区以外的区域； C_{Y2} 位于南片区矿权分布区域，总面积 175.4653km^2 ，占评估区面积 98.59%。

4、矿山地质环境保护与治理分区

根据矿山地质环境治理分区的标准和分区原则，将矿山地质环境治理分区划分为重点防治区 (A_H)、次重点防治区 (B_H) 和一般防治区 (C_H) 三级共 4 个区块。重点防治区为水晶沟下游地区（泥石流流通区），包含 1396 工业场地、1295 工业场地及办公生活区、临时转运场、FX03 废渣堆、炸药库及炸药库监控室和运矿道路，次重点防治区为 FX02 废渣堆，一般防治区为评估区内其它区域。

5、土地损毁现状及预测评估

目前矿区损毁土地包括办PD1396、PD1396工业场地及办公生活区、临时转运场、FX03废渣堆、炸药库、矿山道路。已损毁面积 1.7793hm^2 ，已损毁土地类型主要为采矿用地及乔木林地。

未来可能导致土壤损毁的方式主要为地下开采导致地面塌陷引起的土地损毁，损毁土地资源和植被资源，预测评估矿体开采引起的地表岩体变形量小，对土地的损毁程度轻。拟损毁面积 0hm^2 。

6、土地复垦责任范围

矿山复垦区为生产建设项目损毁土地和永久性建设用地构成的区域，依据土地损毁分析与预测结果，矿山复垦区包括PD1295、PD1396工业场地及办公生活区、1临时转运场、FX03废渣堆、炸药库，总面积为 1.3281hm^2 。复垦责任范围内损毁土地复垦率为100%。复垦责任主体为凤县福鑫铅锌矿。

7、总费用汇总与年度安排

本方案的静态总费用为150.42万元。

按可采资源储量14.745万吨（矿石量）计算，投资经费折合静态吨矿石费用为10.2元/吨。

矿山地质环境治理费用估算投资为36.41万元；矿山土地复垦估算投资为114.01万元，按复垦土地面积1.3281hm²计算。复垦土地静态亩均投资57291元/亩。

二、建议

（1）矿山地质环境保护与土地复垦方案是在现场调查，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，本矿山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，确保矿山地质环境保护与恢复治理方案顺利实施。

（2）应加强矿区地质环境管理，严格规划、规范人类工程活动。把地质灾害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）根据陕西省内矿区及国内其它矿区的调查，地面塌陷后，该过程属十分缓慢的渐变过程，建议开采过程中充分重视塌陷监测。

（4）针对矿山地质环境监测及土地复垦监测工程，建议本矿山委托具有相关资质单位对进行专业监测工程，做好矿山地质环境问题的预防工作。

（5）本矿山需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。

（6）本方案不代替相关工程勘查、治理设计，建议本矿山进行工程治理时，委托相关具有地质灾害勘察和设计资质单位对矿山环境影响区进行专项工程勘察、设计。

（7）本矿山应与相关政府监管部门建立良好的交流、沟通渠道，及时、定期向监管部分汇报矿山近期动态，以促进监管部门对矿山情况的了解，加强提高监管部门对矿山企业的监管工作。

（8）本矿山要切实加强绿色矿山建设、源头保护、过程治理。