

延安市禾草沟一号煤矿有限公司

延安市禾草沟一号煤矿

**矿区生态修复方案**

**(矿山地质环境保护与土地复垦方案)**



延安市禾草沟一号煤矿有限公司

2025 年 11 月

延安市禾草沟一号煤矿有限公司  
延安市禾草沟一号煤矿  
**矿区生态修复方案**  
**(矿山地质环境保护与土地复垦方案)**

延安市禾草沟一号煤矿有限公司

2025年11月

延安市禾草沟一号煤矿有限公司  
延安市禾草沟一号煤矿  
矿区生态修复方案  
(矿山地质环境保护与土地复垦方案)

矿山企业：延安市禾草沟一号煤矿有限公司

法定代表人：白世民

总工程师：贾江

编制单位：陕西永安工程设计咨询有限公司

法定代表人：郑远超

总工程师：刘腾飞

项目负责：魏英均

编写人员：刘霞 宋丹 惠占坤

制图人员：王宏涛

# 《延安市禾草沟一号煤矿有限公司延安市禾草沟一号煤矿矿区生态修复方案（矿山地质环境保护与土地复垦方案）》专家组评审意见

2025年9月28日，陕西省自然资源厅组织有关专家（名单附后）在西安市召开会议，对延安市禾草沟一号煤矿有限公司委托陕西永安工程设计咨询有限公司编制的《延安市禾草沟一号煤矿有限公司延安市禾草沟一号煤矿矿区生态修复方案（矿山地质环境保护与土地复垦方案）》（以下简称《方案》）进行评审。受陕西省自然资源厅委托，陕西省地质环境监测总站组织召开评审会，会前部分专家到矿山进行了实地踏勘，专家组在听取编制单位汇报、审阅方案及附件、附图的基础上，经过质询答辩后，提出了进一步修改意见。经编制单位认真修改和部分专家复核后，形成如下审查意见：

一、《方案》编制工作搜集资料 32 份，完成调查面积 21.8721km<sup>2</sup>、地质与土地资源调查点 71 个，完成工作量满足方案编制的基本要求。《方案》附图、附表及附件较完整，插图、插表较齐全，编制格式符合要求。

二、《方案》编制依据充分，治理规划总体部署年限和适用年限合理。根据《禾草沟一号煤矿矿产资源开发利用方案（变更）》、《禾草沟一号煤矿 2024 年储量年度报告》，截止 2024 年底剩余可采资源量为       Mt，生产能力为 0.60Mt/a，剩余服务年限 31.2 年，考虑到沉稳期 2 年、植物管护期 6 年，本方案服务年限为 39.2 年（取 39 年）。方案适用期 5 年（2025-2029 年），方案编制基准

年为 2024 年，方案实施基准期以自然资源主管部门公告之日起算。

三、矿山基本情况、土地利用现状和其他基础信息叙述基本完整。矿山为持有矿山，采矿证号为：C6100002015071110139235，2023 年度《开发利用方案》变更内容为：对境内包西铁路保护煤柱进行调整，同时增加绿色矿山建设相关内容。矿山现持采矿许可证矿区范围由 8 个拐点圈定，矿区面积 16.5958km<sup>2</sup>，生产规模 0.60Mt/a，属于地下开采，批准开采 5、3<sup>-2</sup>、2 号煤。采用一次采全高长壁综合机械化采煤法，全部垮落法管理顶板；根据矿山开采方式和采矿方法，矿种系数为 1.4%（煤炭价格≤600 元/吨），开采影响系数为 1.2，地区系数为 1.1（陕北地区）。矿区土地利用现状类型为 12 个一级类和 25 个二级类，以林地为主，草地次之，土地利用现状叙述清晰。

四、矿区自然地理和地质环境背景叙述基本正确。评估区重要程度属“重要区”，矿山地质环境条件复杂程度为“复杂”，矿山生产能力为 0.60Mt/a，属中型矿山；确定的矿山地质环境影响评估级别“一级”正确，评估面积 18.7818km<sup>2</sup>合理。

五、矿山地质环境现状评估和预测评估较为合理。矿山地质环境现状评估划分为 3 级 8 个不同影响程度区，其中 2 个严重影响区，面积 0.0984km<sup>2</sup>，占评估区比例 0.52%；5 个较严重影响区，面积 0.2046km<sup>2</sup>，占评估区比例 1.09%；1 个较轻影响区，面积 18.4788km<sup>2</sup>，占评估区比例 98.39%，现状分区符合实际。预测评估将全区共划分 3 级 14 个不同影响程度区，其中：2 个严重影响区，面积 0.0642km<sup>2</sup>，占评估区比例 0.34%；11 个较严重影响区，面积 4.2481km<sup>2</sup>，占评估区比例 22.62%；1 个较轻影响区，面积 14.4695km<sup>2</sup>，占评估区比例 77.04%，预测分区基本合理。

六、矿山土地损毁预测与评估基本正确，土地损毁环节和时序

叙述正确。复垦区土地损毁形式主要为压占、地面塌陷损毁，其中已压占损毁土地  $12.25\text{hm}^2$ （损毁程度为重度），已沉陷损毁土地  $11.66\text{hm}^2$ （损毁程度为中度）；拟损毁土地为地面塌陷损毁土地，面积  $1460.41\text{hm}^2$ （损毁程度为轻度、中度）；重复损毁土地面积  $143.40\text{hm}^2$ 。矿区已损毁土地现状明确，拟损毁土地预测正确。

七、矿山地质环境治理分区原则方法基本正确，分区结果基本合理。《方案》将评估区划分为 3 级 17 个不同治理区，其中重点防治区 3 个，面积  $0.1626\text{km}^2$ ，占防治区面积的 0.87%；次重点防治区 13 个，面积  $4.2977\text{km}^2$ ，占防治区面积的 22.88%；一般防治区 1 个，面积  $14.3215\text{km}^2$ ，占防治区总面积的 76.25%。

复垦区范围划定和复垦责任范围划定合理，土地权属明确。复垦区包括永久性建设用地和损毁土地，复垦区面积为  $1344.15\text{hm}^2$ ，其中永久性建设用地面积  $3.23\text{hm}^2$ 、损毁土地面积  $1340.92\text{hm}^2$ ，复垦责任范围与复垦区面积一致。

八、矿山地质环境治理可行性分析正确；复垦修复适宜性评价指标体系和方法正确，复垦修复适宜性评价结论合理。

九、《方案》提出的矿山地质环境保护与土地复垦目标与任务明确；地质环境治理与复垦工程技术方法可行；治理与复垦工程量明确，具有可操作性。矿山地质环境治理主要工程措施包括：不稳定边坡治理、受损道路修复治理、受损输电塔基加固、塌陷地人工巡查和矿山地质环境监测等。土地复垦主要措施包括：土壤重塑工程（剥覆工程、平整工程、配套工程）、土壤重构工程、清理工程、植被重建工程、监测和管护工程等。适用期各年度矿山地质环境治理恢复与土地复垦工程措施安排见表 1。

表 1 适用期各年度矿山地质环境治理恢复与土地复垦任务表

实施年度	治理/复垦目标任务及工程量	
	矿山地质环境治理	土地复垦
第一年	1、不稳定边坡 HP1 治理工程（设计）； 2、地面塌陷 TX7 裂缝填充 11.66hm <sup>2</sup> ； 3、高压输电塔基加固 1 座，低压输电线杆扶正； 4、损毁农村道路维修 522m； 5、矿山地质环境监测工程（包括矿山不稳定地质体、含水层、地形地貌景观及生态环境、水土环境质量等监测）； 6、方案编制、地表附着物报告、监测方案、监测成果数据分析总结报告、年度计划与验收等技术服务。	1、对塌陷地（TX7）进行复垦工作，工程措施包括土壤重塑工程（剥覆工程、平整工程、配套工程）、土壤重构工程、植被重建工程等，共计复垦面积 10.51hm <sup>2</sup> ，恢复耕地面积 4.73hm <sup>2</sup> 、林地面积 1.27hm <sup>2</sup> 、草地面积 4.51hm <sup>2</sup> ； 2、对临时堆渣区进行土地复垦，复垦方向灌木林地，面积 0.68hm <sup>2</sup> ； 3、对临时排矸场临时损毁土地进行复垦，面积 0.30hm <sup>2</sup> ； 4、复垦后进行管护和土地复垦监测，包括园林草管护及土地损毁、土壤质量、复垦植被、农作物产量等监测。
第二年	1、上期《方案》未实施项目本期《方案》第二年接续实施，不稳定边坡 BP1 治理工程；	/
	1、不稳定边坡 HP1 治理工程（施工）； 2、裂缝填充 24.57hm <sup>2</sup> ； 3、高压输电塔基加固 2 座，低压输电线杆扶正； 4、损毁农村道路维修 546m； 5、矿山地质环境监测工程（包括矿山不稳定地质体、含水层、地形地貌景观及生态环境、水土环境质量等监测）； 6、地表附着物报告、监测方案、监测成果数据分析总结报告、年度计划与验收等技术服务。	1、对第一年开采 15210 西部、15208 北部工作面塌陷损毁土地进行复垦工作，工程措施包括土壤重塑工程（剥覆工程、平整工程、配套工程）、土壤重构工程、植被重建工程等，共计复垦面积 24.57hm <sup>2</sup> ，恢复耕地面积 4.05hm <sup>2</sup> 、林地面积 16.33hm <sup>2</sup> 、草地面积 4.19m <sup>2</sup> ； 2、对零散的废弃宅基地进行拆除复垦，复垦方向为旱地，面积 0.61hm <sup>2</sup> ； 3、对临时排矸场临时损毁土地进行复垦，面积 0.37hm <sup>2</sup> ； 4、复垦后进行管护和土地复垦监测，包括园林草管护及土地损毁、土壤质量、复垦植被、农作物产量等监测。
第三年	1、裂缝填充 27.16hm <sup>2</sup> ； 2、高压输电塔基加固 1 座，低压输电线杆扶正； 3、损毁农村道路维修 558m； 4、矿山地质环境监测工程（包括矿山不稳定地质体、含水层、地形地貌景观及生态环境、水土环境质量等监测）；	1、对第二年开采 15208 南部、15206 北部工作面损毁土地进行复垦工作，工程措施包括土壤重塑工程（剥覆工程、平整工程、配套工程）、土壤重构工程、植被重建工程等，共计复垦土地面积 27.16hm <sup>2</sup> ，其中耕地面积 4.47hm <sup>2</sup> 、林地面积 18.05hm <sup>2</sup> 、草地面积

实施年度	治理/复垦目标任务及工程量	
	矿山地质环境治理	土地复垦
	5、地表附着物报告、监测方案、监测成果数据分析总结报告、年度计划与验收等技术服务。	积 4.63hm <sup>2</sup> ; 2、对临时排矸场临时损毁土地进行复垦, 面积 0.40hm <sup>2</sup> ; 3、复垦后进行管护和土地复垦监测, 包括园林草管护及土地损毁、土壤质量、复垦植被、农作物产量等监测。
第四年	1、裂缝填充 28.45hm <sup>2</sup> ; 2、高压输电塔基加固 1 座, 低压输电线杆扶正; 3、损毁农村道路维修 570m; 4、矿山地质环境监测工程(包括矿山不稳定地质体、含水层、地形地貌景观及生态环境、水土环境质量等监测); 5、地表附着物报告、监测方案、监测成果数据分析总结报告、年度计划与验收等技术服务。	1、对第三年开采 15206 南部、15204 北部工作面损毁土地进行复垦, 工程措施包括土壤重塑工程(剥覆工程、平整工程、配套工程)、土壤重构工程、植被重建工程等, 共计复垦面积 28.45hm <sup>2</sup> , 其中耕地面积 4.69hm <sup>2</sup> 、林地面积 18.91hm <sup>2</sup> 、草地面积 4.85hm <sup>2</sup> ; 2、对临时排矸场临时损毁土地进行复垦, 面积 0.35hm <sup>2</sup> ; 3、复垦后进行管护和土地复垦监测, 包括园林草管护及土地损毁、土壤质量、复垦植被、农作物产量等监测。
第五年	1、裂缝填充 29.75hm <sup>2</sup> ; 2、损毁农村道路维修 474m; 3、矿山地质环境监测工程(包括矿山不稳定地质体、含水层、地形地貌景观及生态环境、水土环境质量等监测); 4、地表附着物报告、监测方案、监测成果数据分析总结报告、年度计划与验收等技术服务。	1、对第四年开采 15204 中部工作面损毁土地进行复垦, 工程措施包括土壤重塑工程(剥覆工程、平整工程、配套工程)、土壤重构工程、植被重建工程等, 共计复垦面积 29.75hm <sup>2</sup> , 其中耕地面积 4.90hm <sup>2</sup> 、林地面积 19.77hm <sup>2</sup> 、草地面积 5.07hm <sup>2</sup> ; 2、对临时排矸场临时损毁土地进行复垦, 面积 0.34hm <sup>2</sup> ; 3、复垦后进行管护和土地复垦监测, 包括园林草管护及土地损毁、土壤质量、复垦植被、农作物产量等监测。

十、矿山治理与土地复垦工程分为近期 5 年(2025-2029 年), 中期 26 年(2030-2055 年), 后期 8 年(2056-2063 年)三个阶段。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、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, 参照相关标准进行经费估算, 矿山地质环境治理工

程、土地复垦工程静态费用分别为 7278.59 万元、15097.60 万元，总费用为 22376.19 万元，吨煤投资 9.20 元（剩余可采资源量 Mt），复垦责任范围 1344.15hm<sup>2</sup>，静态亩均投资 7488.05 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静态费用分别为 879.25 万元、1469.48 万元，总费用 2348.73 万元。适用期各年度矿山地质环境治理恢复与土地复垦费用安排合理（表 2）。

表 2 适用期各年矿山地质环境治理恢复与土地复垦费用明细表

年度	各年度静态投资（万元）		小计（万元）
	矿山地质环境	土地复垦	
第一年	138.13	541.34	679.47
第二年	274.75	280.70	555.45
第三年	168.30	211.67	379.97
第四年	155.12	215.30	370.42
第五年	142.95	220.47	363.42
合计	879.25	1469.48	2348.73

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、禾草沟一号煤矿根据《陕西省矿山地质环境治理恢复与土地复垦基金实施办法》相关要求，已建立“矿山地质环境治理与土地复垦基金”账户，截止 2025 年 9 月底，禾草沟一号煤矿矿山地质环境保护与土地复垦基金专用账户应计提基金            万元，实际计提            万元，已使用基金            万元，基金账户余额

#### 十四、存在问题及建议

1.禾草沟一号煤矿为梁峁沟壑区，地裂缝发育强烈，易引发高陡边坡垮塌，矿山企业应加强巡查，及时设立警示牌，做好警戒安全工作。

2.煤矿应及时总结监测数据和已治理工程经验，为下一步治理工程实施提供依据。

综上，专家组同意《方案》通过审查，陕西永安工程设计咨询有限公司按专家组意见修改完善后，由延安市禾草沟一号煤矿有限公司按程序上报。

专家组长：李智宇

2025年10月20日

# 《延安市禾草沟一号煤矿有限公司延安市禾草沟一号煤矿矿区生态修复方案 (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
李红子	陕西煤炭集团有限公司	正高	地质	同意	李红子
余毅	西安科技大学	教授	岩土工程	同意	余毅
李忠明	机械工业勘察设计研究院有限公司	教授	水文地质 工程地质	同意	李忠明
赵松文	高安水务	教授	给排水	同意	赵松文
赵彬	陕西水利水电工程咨询中心	正高	岩土工程	同意	赵彬
张马文	长安大学	教授	环境工程	同意	张马文
史红群	陕西省宝鸡峡水利水电设计院	正高	造价 咨询(投资)	同意	史红群

矿区生态修复方案（矿山地质环境保护与土地复垦方案）信息表

矿 山 企 业	矿山企业名称	延安市禾草沟一号煤矿有限公司		
	法定代表人	白世民	联系电话	0911-3362566
	单位地址	陕西省子长市余家坪镇岵岷村		
	矿山名称	延安市禾草沟一号煤矿		
	采矿许可证	<input type="checkbox"/> 新申请 <input checked="" type="checkbox"/> 持有 <input type="checkbox"/> 变更 以上情况请选择一种并打“√”		
编 制 单 位	单位名称	陕西永安工程设计咨询有限公司		
	法定代表人	郑远超		
	主要编制人员	姓 名	职 责	电 话
		晁 峰	审 核	18092240271
		魏英均	项目负责	029-89522572
		刘 霞	报告编制	029-89522572
		宋 丹	报告编制	029-89522572
		惠占坤	报告编制	029-89522572
王宏涛	图件绘制	029-89522572		
审 查 申 请	<p>我单位已按要求编制矿区生态修复方案（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。</p> <p>请予以审查。</p> <p>申请人：贾 江</p> <p>申请单位（矿山企业）盖章 联系电话：13992148114</p>			

# 目 录

前 言 .....	1
一、任务的由来 .....	1
二、编制目的 .....	1
三、编制依据 .....	2
四、方案适用年限 .....	6
五、编制工作概况 .....	6
六、质量评述及资料真实性的承诺 .....	11
<b>第一章 矿山基本情况 .....</b>	<b>13</b>
一、矿山简介 .....	13
二、矿区范围及拐点坐标 .....	13
三、矿山开发利用方案概述 .....	15
四、矿山开采历史及现状 .....	31
五、矿山上期方案实施情况及周边案例分析 .....	33
<b>第二章 矿区基础信息 .....</b>	<b>52</b>
一、矿区自然地理 .....	52
二、矿区地质环境背景 .....	61
三、矿区社会经济概况 .....	77
四、矿区土地利用现状 .....	78
五、矿山及周边其他人类重大工程活动 .....	80
<b>第三章 矿山地质环境影响和土地损毁评估 .....</b>	<b>86</b>
一、矿山地质环境与土地资源调查概述 .....	86
二、矿山地质环境影响评估 .....	87
三、矿山土地损毁预测与评估 .....	117
四、矿山地质环境治理分区与土地复垦范围 .....	127
<b>第四章 矿山地质环境治理与土地复垦可行性分析 .....</b>	<b>138</b>
一、矿山地质环境治理可行性分析 .....	138
二、土地复垦可行性分析 .....	139
<b>第五章 矿山地质环境治理与土地复垦工程 .....</b>	<b>158</b>

一、矿山地质环境保护与土地复垦预防 .....	158
二、不稳定地质体治理工程 .....	160
三、矿区土地复垦 .....	171
四、含水层保护修复 .....	192
五、水土环境修复 .....	193
六、矿山地质环境监测 .....	194
七、土地复垦监测和管护 .....	203
八、生态系统监测与调查 .....	209
<b>第六章 矿山地质环境治理与土地复垦工作部署 .....</b>	<b>211</b>
一、总体工作部署 .....	211
二、阶段实施计划 .....	212
三、近期年度工作安排 .....	213
<b>第七章 经费估算与进度安排 .....</b>	<b>211</b>
一、经费估算依据 .....	216
二、矿山地质环境治理工程经费估算 .....	224
三、土地复垦经费估算 .....	226
四、总经费汇总 .....	228
<b>第八章 保障措施与效益分析 .....</b>	<b>239</b>
一、保障措施 .....	239
二、效益分析 .....	245
<b>第九章 结论与建议 .....</b>	<b>247</b>
一、结论 .....	247
二、建议 .....	252

**附图：**

- 附图 0 禾草沟一号煤矿已完成工程治理成效图（1：10000）
- 附图 1 禾草沟一号煤矿矿山地质环境问题现状图（1：10000）
- 附图 2 禾草沟一号煤矿矿区土地利用现状图（1：10000）
- 附图 3 禾草沟一号煤矿矿山地质环境问题预测图（1：10000）
- 附图 4 禾草沟一号煤矿矿区土地损毁预测图（1：10000）
- 附图 5 禾草沟一号煤矿矿区土地复垦规划图（1：10000）
- 附图 6 禾草沟一号煤矿矿山地质环境治理工程部署图（1：10000）

**附表：**

- 附表 1、矿山地质环境调查表
- 附表 2、公众参与调查表

**附件：**

- 附件 1、委托书
- 附件 2、采矿许可证
- 附件 3、已公告方案公告文件及专家组意见
- 附件 4、关于《延安市禾草沟一号煤矿矿产资源开发利用方案（变更）》审查意见的函（陕矿评利用函〔2023〕10 号），陕西省矿产资源调查评审中心，2023 年 2 月 10 日；
- 附件 5、已公告《方案》适用期验收意见
- 附件 6、2018-2024 年度验收意见
- 附件 7、土地证及项目用地预审的意见
- 附件 8、土地租赁合同
- 附件 9、矸石综合利用协议
- 附件 10、基金监管三方协议
- 附件 11、矿山企业、编制单位内审意见及修改说明
- 附件 12、市县局现场踏勘意见表、专家现场踏勘意见及修改说明
- 附件 13、矿山企业及编制单位承诺函
- 附件 14、估算书

## 前 言

### 一、任务的由来

延安市禾草沟一号煤矿（以下简称“禾草沟一号煤矿”）为生产矿井，位于子长市峨岷村，行政区划隶属子长市余家坪镇管辖。根据现持采矿许可证（C6100002015071110139235），禾草沟一号煤矿矿区范围由8个拐点圈定，面积16.5958km<sup>2</sup>，生产能力为0.60Mt/a，开采方式为地下开采，开采深度由+1085m至+905m。

2019年5月，禾草沟一号煤矿委托编制了《延安市禾草沟一号煤矿有限公司延安市禾草沟煤矿一号井矿山地质环境保护与土地复垦方案》（以下简称“已公告《方案》”）。2020年11月，取得了陕西省自然资源厅公告文件，适用期为2020年~2024年。2025年3月12日，延安市自然资源局组织相关专家和相关部门代表组成验收组，对禾草沟一号煤矿矿山地质环境保护与土地复垦适用期（2020-2024年）工作进行了现场验收。2025年6月3日，取得了适用期验收的专家组意见，已公告《方案》已通过适用期验收。

根据原陕西省国土资源厅“陕国土资环发〔2017〕11号”文中“（三）在办理采矿权延续时，矿山地质环境保护与土地复垦方案超过适用期或方案剩余服务期少于采矿权延续时间的，应当重新编制或修订”规定，禾草沟一号煤矿涉及适用期到期，应重新编制矿区生态修复方案（矿山地质环境保护与土地复垦方案）。

为了贯彻落实《中华人民共和国矿产资源法》《矿山地质环境保护规定》《土地复垦条例》等相关法律法规，深入执行《陕西省矿山地质环境治理恢复与土地复垦基金实施办法》（陕自然资规发〔2024〕1757号）有关要求，更好地指导煤矿落实矿山地质环境治理和土地复垦、生态修复工作，禾草沟一号煤矿委托我公司重新编制《延安市禾草沟一号煤矿有限公司延安市禾草沟一号煤矿矿区生态修复方案（矿山地质环境保护与土地复垦方案）》（以下简称《方案》）。

### 二、编制目的

1、为大力推动生态文明建设，规范煤炭开采，避免资源浪费、促进煤炭工业健康发展，有效解决煤炭开发过程中的矿山地质环境破坏、土地损毁和生态系统退化，保护和改善区域地质环境和生态环境，积极贯彻《中华人民共和国矿产资源法》《土地复垦条例》及《矿山地质环境保护规定》。

2、按照“预防为主、防治结合，谁开发谁保护、谁破坏谁治理”及“谁损毁、谁

复垦”的原则，保证禾草沟一号煤矿矿山地质环境保护与土地复垦义务的落实，切实做到煤炭开采与环境保护的协调，实现矿区的可持续发展。

3、通过预测煤矿开采对当地生态环境造成的不良影响，合理规划设计，制定针对性的治理措施，最大限度减缓对矿山地质环境的影响、节约集约利用土地资源，保护耕地资源。

4、通过设置合理有效的矿山地质环境与复垦修复措施，推动复垦修复与矿产资源开采统一规划、统筹实施，及时复垦损毁、提升矿区生态系统多样性、协同推进绿色矿山建设。

5、为矿山实施矿山地质环境与土地复垦治理工程提供指导作用，为自然资源主管部门监督管理矿山企业矿山地质环境保护与土地复垦工作落实情况提供依据。

### 三、编制依据

#### (一) 委托书

委托书，延安市禾草沟一号煤矿有限公司，2025 年 4 月 21 日。

#### (二) 法律法规

- 1、《中华人民共和国黄河保护法》，2023 年 4 月 1 日实施；
- 2、《中华人民共和国矿产资源法》，全国人大常委会，2024 年 11 月 8 日修订；
- 3、《中华人民共和国土地管理法》，全国人大常委会，2020 年 1 月 1 日；
- 4、《土地复垦条例》（国务院令 592 号），2011 年 3 月 5 日；
- 5、《中华人民共和国土地管理法实施条例》，中华人民共和国国务院令（第 743 号），2021 年 7 月 2 日；
- 6、《基本农田保护条例》（国务院令 257 号），2011 年 1 月 8 日修订；
- 7、《地质灾害防治条例》（国务院令 394 号），2004 年 3 月 1 日；
- 8、《矿山地质环境保护规定》（国土资源部令 44 号），2019 年 7 月 16 日修正；
- 9、《土地复垦条例实施办法》（国土资源部第 56 号令），2019 年 7 月 16 日修正；
- 10、《陕西省地质灾害防治条例》，陕西省第十二届人民代表大会常务委员会，2018 年 1 月 1 日；
- 11、陕西省实施《土地复垦条例》办法（陕西省人民政府令 173 号），2013 年 12 月 1 日；
- 12、《陕西省矿产资源管理条例》，陕西省人民代表大会常务委员会，2020 年 06 月 18 日；

### (三) 政策文件

- 1、《自然资源部关于规范临时用地管理的通知》(自然资规〔2021〕2号)；
- 2、《自然资源部关于做好采矿用地保障的通知》(自然资发〔2022〕202号)；
- 3、《关于加强和改进永久基本农田保护工作的通知》(自然资规〔2019〕1号)，2019年5月21日；
- 4、《陕西省关于加强矿山地质环境恢复和综合治理的实施方案》(陕国土资发〔2017〕19号)，陕西省国土资源厅、省发展和改革委员会、省工业和信息化厅、省财政厅、省环境保护厅，2017年4月；
- 5、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；
- 6、陕西省国土资源厅《关于加快矿山地质环境保护与土地复垦工作的通知》(陕国土资发〔2017〕39号)，2017年9月25日；
- 7、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)；
- 8、陕西省国土资源厅《关于做好煤矿地下水监测工作的通知》(陕国土资环发〔2018〕7号)，2018年3月14日；
- 9、《陕西省工程建设活动引发地质灾害防治办法》陕西省人民政府 2016 年第 21 次常务会议通过，2018 年 1 月 1 日；
- 10、陕西省自然资源厅《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)，2019年4月18日；
- 11、《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)；
- 12、关于印发《陕西省矿山地质环境监测规划》的通知(陕自然资修复发〔2020〕23号)，2020年7月1日；
- 13、《关于印发陕西省矿山地质环境综合调查技术要求(试行)的通知》(陕自然资修复发〔2020〕24号)；
- 14、《关于进一步做好全省矿山生态修复监管工作的通知》(陕自然资修复发〔2021〕29号)；
- 15、《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）；

16、关于贯彻实施《陕西省实施<中华人民共和国土地管理法>办法》的通知（陕然资法发〔2022〕16号）；

17、《关于进一步加强绿色矿山建设的通知》（自然资规〔2024〕1号）；

18、《陕西省绿色矿山建设管理办法》（陕自然资规〔2024〕3号）；

19、陕西省自然资源厅办公室《关于2020年度公告省级发证矿山<矿山地质环境保护与土地复垦方案>适用期到期提醒的通知》（陕自然资办发〔2024〕412号）。

#### （四）技术标准与规范

1、《矿山地质环境保护与土地复垦方案编制指南》（国土资源部，2016年12月）；

2、《土地复垦方案编制规程》（第一部分：通则、TD/T1031.1—2011）；

3、《土地复垦方案编制规程》（第三部分：井工煤矿、TD/T1031.3—2011）；

4、《土地开发整理项目规划设计规范》（TD/T1012—2000）；

5、《土地利用现状分类》（GB/T 21010-2017）；

6、《土地开发整理项目规划设计规范》（TD/T1012-2000）；

7、《土地复垦质量控制标准》（TD/T1036-2013）；

8、《地下水质量标准》（GB/T14848-2017）；

9、《人工草地建设技术规程》（NY/T1342-2007）；

10、《造林技术规程》（GB/T 15776-2023）；

11、《矿山生态修复技术规范 第2部分：煤炭矿山》（TD/T 1070.2-2022）；

12、《生产项目土地复垦验收规程》（TD/T1044-2014）；

13、《矿山土地复垦基础信息调查规程》（TD/T 21049-2016）；

14、《建筑物、水体、铁路及主要井巷煤柱留设与压煤开采规范》（2017年）；

15、《矿山地质环境保护与恢复治理方案编制规范》（DZ/T 0223-2011）；

16、《煤炭行业绿色矿山建设规范》（DZ/T0315-2018）；

17、《煤矿地下水监测规范》（DB61T 1247-2019）；

18、《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》《陕西省水利工程施工机械台班费定额》（陕水规计发[2024]107号）；

19、《土地开发整理项目预算定额标准》（财政部、国土资源部，财综〔2011〕128号，2011年12月31日）；

20、《矿山生态修复工程实施方案编制导则》（TD/T1093—2024）；

- 21、《煤矿土地复垦与生态修复技术规范》（GB/T 43934-2024）；
- 22、《矿山土地复垦与生态修复监测评价技术规范》（GB/T 43935-2024）；
- 23、《表土剥离及其再利用技术要求》（GB/T 45107-2024）；
- 24、《矿山生态修复工程验收规范》（TD/T 1092-2024）；
- 25、《矿山生态修复工程实施方案编制导则》（TD/T 1093-2024）；
- 26、《矿区水文地质工程地质勘察规范》（GB/T 12719-2021）；
- 27、《陕西省造林技术规范》（陕西省地方标 DB61/T142-2021）；
- 28、《陕西省行业用水定额》（陕西省地方标 DB61/T943-2022）；
- 29、《矿区地下水含水层破坏危害程度评价规范》（GB/T 442362-2023）。

#### （五）技术资料

- 1、《延安市禾草沟一号煤矿有限公司延安市禾草沟煤矿一号井矿山地质环境保护与土地复垦方案》，咸阳邦旗勘测设计有限公司，2020 年 11 月；
- 2、《延安市禾草沟煤矿一号井矿产资源开发利用方案（变更）》，咸阳顺安煤矿设计院，2023 年 2 月；
- 3、《陕西省延安市禾草沟煤矿整合区（调整）勘探报告》，陕西省核工业地质调查院，2010 年 11 月；
- 4、《延安市禾草沟一号煤矿有限公司延安市禾草沟煤矿一号井矿山地质环境保护与土地复垦适用期总结报告（2020-2024 年）》，2025 年 6 月；
- 5、《延安市禾草沟一号煤矿有限公司延安市禾草沟煤矿一号井矿山地质环境保护与土地复垦 2018-2021、2022、2023、2024 年度验收总结报告》；
- 6、《延安市禾草沟一号煤矿有限公司延安市禾草沟煤矿一号井矿山地质环境与土地复垦 2024、2025 年度监测方案》；
- 7、《延安市禾草沟一号煤矿有限公司延安市禾草沟煤矿一号井矿山地质环境保护与土地复垦 2024、2025 年度计划》；
- 8、《延安市禾草沟煤矿一号井 2024 年资源储量年度报告》，陕西省一三九煤田地质水文地质有限公司，2025 年 1 月；
- 9、《延安市禾草沟煤矿一号井隐蔽致灾因素普查报告》，陕西省煤田物探测绘有限公司，2023 年 9 月；
- 10、《延安市禾草沟一号煤矿有限公司延安市禾草沟煤矿一号井 2024 年度矿山开采对地表附着物影响评估报告》，2024 年 5 月；

- 11、《延安市禾草沟一号煤矿有限公司环境影响报告书》，陕西海蓝环保科技有限公司，2020 年 8 月；
- 12、《延安市禾草沟煤矿一号井矿井水文地质类型划分报告》，陕西省一三九煤田地质水文地质有限公司，2024 年 7 月；
- 13、《延安市地质灾害防治“十四五”规划》《子长市地质灾害风险调查评价报告》；
- 14、《子长市国土空间总体规划》（2021-2035 年）；
- 15、子长市第三次全国国土调查 2023 年变更调查成果数据和三区三线资料；
- 16、其他技术资料。

四、方案适用年限

根据《禾草沟一号煤矿矿产资源开发利用方案（变更）》（陕矿评利用函〔2023〕10 号）、结合 2022-2024 年度储量年报和煤矿生产实际情况，截止 2024 年 12 月 31 日，禾草沟一号煤矿剩余可采资源量\*\*.\*Mt，按照生产能力为 0.60Mt/a 计算，考虑 1.3 的储量备用系数，剩余服务年限 31.2 年；考虑到煤矿沉稳期（2 年）及植物管护期（6 年），本方案服务年限 39.2 年（取 39 年），包括近期 5 年（2025-2029 年），中期 26 年（2030-2055 年），后期 8 年（2056-2063 年）。

本方案适用期为近期 5 年（2025—2029 年），方案实施基准期以自然资源主管部门公告之日起算。方案部署年限见表 0.4-1。

表 0.4-1 禾草沟一号煤矿部署年限一览表

名称		总体部署年限	年限（年）
开采期	适用期	2025—2029年	5
	中期	2030—2055年	26
治理复垦期（后期）		2056—2057年	2
植被管护期（后期）		2058—2063年	6
方案服务期		2025—2063年	39

当煤矿扩大开采规模、扩大矿区范围、变更开采方式及开采范围时，应重新编制或修订矿区生态修复方案（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

我公司接受委托后，组建了项目组，严格按照原国土资源部《矿山地质环境保护与土地复垦方案编制指南》规定的程序进行。项目组按照不同分工着手搜集方案涉及区域

的相关资料,进行现场踏勘,编写方案大纲,开展野外现场调查工作,之后对所收集调查的资料进行室内综合分析整理和信息数据处理,确定了矿山地质环境评估范围和复垦区,并进行了矿山地质环境影响评估和土地复垦修复适宜性评价及矿山地质环境保护与土地复垦分区,最终提交了本次矿区生态修复方案(矿山地质环境保护与土地复垦方案)编制报告。

本方案的工作程序框图见图 0.5-1。

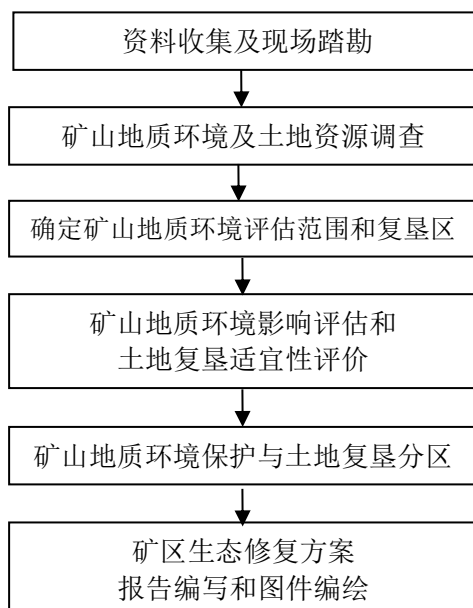


图 0.5-1 工作程序框图

## (二) 工作方法

根据《土地复垦条例》、《矿山地质环境保护规定》和《矿山地质环境保护与土地复垦方案编制指南》中确定的矿山地质环境保护与土地复垦编制工作的基本要求,在工作中首先明确工作思路,熟悉工作程序,确定工作重点,制定项目实施计划。

在资料收集及现场踏勘的基础上,进行矿山地质环境与土地资源利用现状调查;根据调查结果及开采设计,进行矿山地质环境影响现状评估、预测评估、场地不稳定地质体危险性评估及土地损毁情况预测;然后进行土地复垦适宜性评价,确定评估范围及复垦目标、划分评估级别及复垦责任范围;在此基础上,进行矿山地质环境保护与土地复垦分区,制定矿山地质环境保护与土地复垦工作措施和工作部署,提出矿山地质环境保护与土地复垦工程,制定监测方案并进行工程设计、工程量测算,并进行经费估算和效益分析。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

收集了子长市第三次全国国土调查成果（局部）、三区三线划定成果、《延安市禾草沟煤矿一号井矿产资源开发利用方案（变更）》、延安市地质灾害防治“十四五”规划、子长市地质灾害风险调查评价报告、已公告《方案》，2018-2024 年度验收及年度实施计划等资料，以及区域社会经济、自然地理、气象、水文、土壤、植被、工程地质、水文地质等资料，梳理了煤矿的基本情况，分析了区域社会经济发展及生态环境条件。结合综合分析成果，确定了现场调查范围、调查内容、调查重点、调查方法和调查线路。

## 2、外业调查

以放大比例尺 1:2000 井上下对照图为底图，参考地形地质图和土地利用现状图，采取线路穿越法、地质环境追索法与访问当地群众相结合的方法开展调查工作，调查内容主要有：

（1）地面工程场地用地范围与现状情况；

（2）依据子长市地质灾害风险调查评价报告、已公告《方案》等资料核实在册灾点分布及现状；其他地质环境问题的分布及发育状况；

（3）针对不同土壤和土地利用类型，挖掘土壤剖面，采集土壤样本；

（4）依据土地利用现状数据，调查土地利用现状情况，复核矿区范围土地权属；

（5）矿区范围及周边植被分布及林灌草的优势群落；

（6）矿区范围及周边农业种植及牧业养殖情况；

（7）矿区范围及周边人类工程活动情况；

（8）矿区范围及周边村庄分布及各村人口，以及村民生活条件、饮水设施；

（9）矿区范围及周边的水利、电力设施分布及配套设施情况；

（10）公众参与调查。



照片 0.5-1 塌陷区道路调查（镜向 NE）



照片 0.5-2 塌陷区裂缝调查（俯视图）



照片 0.5-3 包西铁路调查 (镜向 W)



照片 0.5-4 油井调查 (镜向 NW)



照片 0.5-5 已有监测点调查 (镜向 SE)



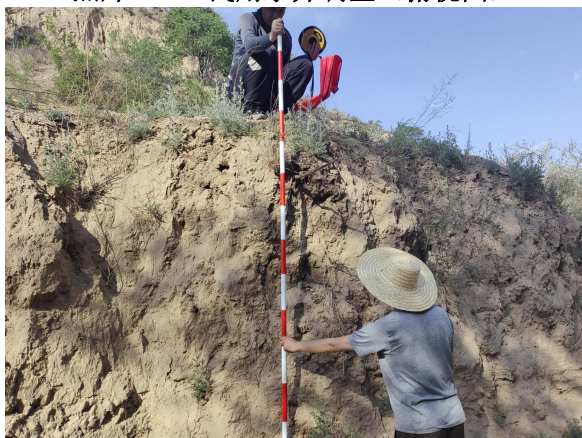
照片 0.5-6 无人机调查 (镜向 E)



照片 0.5-7 民用水井调查 (俯视图)



照片 0.5-8 地层岩性调查 (镜向 NE)



照片 0.5-9 土壤剖面调查 (镜向 W)



照片 0.5-10 植被样方调查 (俯视图)



照片 0.5-11 地类现场核对（镜向 E）



照片 0.5-12 公众参与调查（镜向 NW）

### 3、室内分析及计算

- （1）分析和评估矿山地质环境问题现状，划定矿山地质环境现状分区；
- （2）根据开采方式、煤层埋藏条件确定相关参数，进行地面塌陷预测，绘制地面沉陷等值线图；
- （3）预测煤矿开采引发的地质环境问题；
- （4）结合土地利用现状，划分土地损毁程度，计算不同时段各地类损毁面积；
- （5）确定复垦区及复垦责任范围面积以及各单元拐点坐标；
- （6）进行矿山地质环境治理可行性分析和土地复垦适宜性评价；
- （7）针对矿山地质环境问题和土地损毁情况提出治理措施和阶段工作部署；
- （8）结合当地土壤条件提出适宜的土地复垦质量要求；
- （9）针对矿山地质环境治理和土地复垦工程进行典型设计；
- （10）根据矿山地质环境重点保护对象和土地复垦区域，制定监测方案；
- （11）根据工程设计进行工程量测算和经费估算；
- （12）制定适用期年度实施计划，提出治理费用及基金计提计划。

### 4、报告编制

- （1）在综合分析研究现有资料和现场调查的基础上，绘制禾草沟一号煤矿已完成工程治理成效图、矿山地质环境问题现状图、矿山土地利用现状图、矿山地质环境问题预测图、矿山土地损毁预测图、矿山土地复垦规划图、矿山地质环境治理工程部署图；
- （2）编写《延安市禾草沟一号煤矿有限公司延安市禾草沟一号煤矿矿区生态修复方案（矿山地质环境保护与土地复垦方案）》。

### 5、完成工作量

我公司在接到任务后，立即组织专业技术人员开展工作。于 2025 年 5 月 20 日～22

日组织人员开展现场地质环境与土地利用情况调查与资料收集,2025 年 6 月 3 日~6 日、2025 年 7 月 21 日进行了补充调查,调查矿区范围内不稳定地质体、已实施及验收治理工程、采空塌陷区土地损毁情况、复垦治理情况及监测工程布置等内容,并根据现场实际就土地复垦方向进行了公众参与调查,随后进行资料整理和报告编制。完成的工作量详见表 0.5-1。

表 0.5-1 现场调查完成工作量一览表

项目		分项名称	单位	工作量	说明
收集资料		/	份	32	矿产资源开发利用方案（变更）、矿山地质环境保护与土地复垦方案、验收总结报告、年度实施计划、土地利用现状图等
野外调查	矿山地质环境调查	调查面积	km <sup>2</sup>	21.8721	
		调查路线	km	18.3541	
		矿山地质环境调查	处	65	滑坡（编号 zc0079）、不稳定地质体、村庄、地形地貌等
		矿山地质环境照片	张	149	使用照片 36 张
		GPS 定位点	个	35	
		周边煤矿调查	处	4	
		水样调查	个	2	对流量、水质进行监测
		录像	段	7	约 32 分钟，剪辑 3 分钟
		调查人数	个	35	发放 35 份，回收有效表格 33 份
	土地方面调查	土地损毁调查	处	6	调查煤矿建设压占损毁和采空区是否沉陷损毁
		实测土壤剖面	处	8	选取典型土壤剖面 4 处
		土地方面照片	张	62	
		土样调查	个	2	对土壤环境质量等进行监测
		访问人数	个	35	
	生态环境调查	植被样方调查	个	10	植被样方调查 10 个，使用照片 5 张
		地表水调查	处	6	调查了永坪川、湫台沟等河流水面面积、分布等
		生态状况	处	4	调查了森林生态系统、草地生态系统、农田生态系统等；

六、质量评述及资料真实性的承诺

本方案调查与评估工作严格按照《矿山地质环境保护与恢复治理方案编制规范》（DZ/T0223-2011）、《煤矿土地复垦与生态修复技术规范》（GB/T43934—2024）和《土地复垦方案编制规程第 3 部分：井工煤矿》（TD/T1031.2-2011）的要求组织实施。野外调查工作是在广泛搜集项目区自然地理、水文气象、矿山开发利用方案等资料的基础上开展的，现场调查和公众意见征询资料均由方案编制人员同矿山工作人员如实收集，保证了资料的准确性和可靠性；工作程序、方法、内容和工作程度，均满足相关技术规范、规定的要求。

**矿山企业承诺：**延安市禾草沟一号煤矿有限公司委托陕西永安工程设计咨询有限公司开展《延安市禾草沟一号煤矿有限公司延安市禾草沟一号煤矿矿区生态修复方案（矿山地质环境保护与土地复垦方案）》编制工作，提供了《延安市禾草沟一号煤矿矿产资源开发利用方案（变更）》、采掘工程布置、采空区、地面工程用地等相关资料及数据，我公司承诺对方案编制所提供的资料及数据的真实性、可靠性负责。

**编制单位承诺：**陕西永安工程设计咨询有限公司收集的资料及数据主要来源于矿山企业、子长市自然资源局及外业调查。承诺在工作开展过程中对禾草沟一号煤矿提供的技术资料进行了分析核对，并以此为基础完成了编制工作。我公司承诺对本方案中相关数据的科学性及结论的合理性负责。

## 第一章 矿山基本情况

### 一、矿山简介

#### （一）基本情况

- （1）建设单位：延安市禾草沟一号煤矿有限公司
- （2）建设地点：陕西省子长市岢岨村
- （3）矿区面积：16.5958km<sup>2</sup>
- （4）生产规模：0.60Mt/a
- （5）剩余服务年限：31.2 年（截止 2024 年 12 月底）
- （6）开采矿种：煤
- （7）开采标高：由+1085m至+905m
- （8）开采煤层：5、3<sup>-2</sup>、2 号煤层
- （9）采矿许可证有效期：2025 年 7 月 16 日至 2030 年 7 月 16 日

#### （二）地理位置

禾草沟一号煤矿位于子长市城区西南约 18km 岢岨村，行政区划隶属子长市余家坪镇管辖。矿区地理坐标为东经\*\*\*° \*\*' \*\*" ~\*\*\*° \*\*' \*\*"，北纬\*\*° \*\*' \*\*" ~\*\*° \*\*' \*\*"。

#### （三）交通情况

矿区交通主要以铁路、公路为主，包（头）—西（安）铁路从煤矿区内部穿过，210 国道从煤矿东15km处通过，205省道从煤矿东边通过，煤矿北部边界紧邻子（长）—靖（边）公路，区内均有简易公路相通，交通便利。交通位置见图1.1-1。

### 二、矿区范围及拐点坐标

禾草沟一号煤矿现持采矿许可证号：C6100002015071110139235，矿区面积 16.5958km<sup>2</sup>，矿区拐点坐标见表 1.2-1，现持采矿证矿区范围见图 1.2-1，禾草沟一号煤矿周边分布 4 个煤矿 1 个井田，北部与羊马河煤矿相接，西部与禾草沟煤矿相接，东部与永明煤矿相接，南部与贯屯煤矿、元屯沟井田相接。

表 1.2-1 禾草沟一号煤矿矿区范围拐点坐标一览表

拐点编号	2000 国家大地坐标系（采矿证）		拐点编号	2000 国家大地坐标系（采矿证）	
	x	y		x	y
1			5		
2			6		

拐点编号	2000 国家大地坐标系（采矿证）		拐点编号	2000 国家大地坐标系（采矿证）	
	x	y		x	y
3			7		
4			8		



图 1.1-1 禾草沟一号煤矿交通位置图

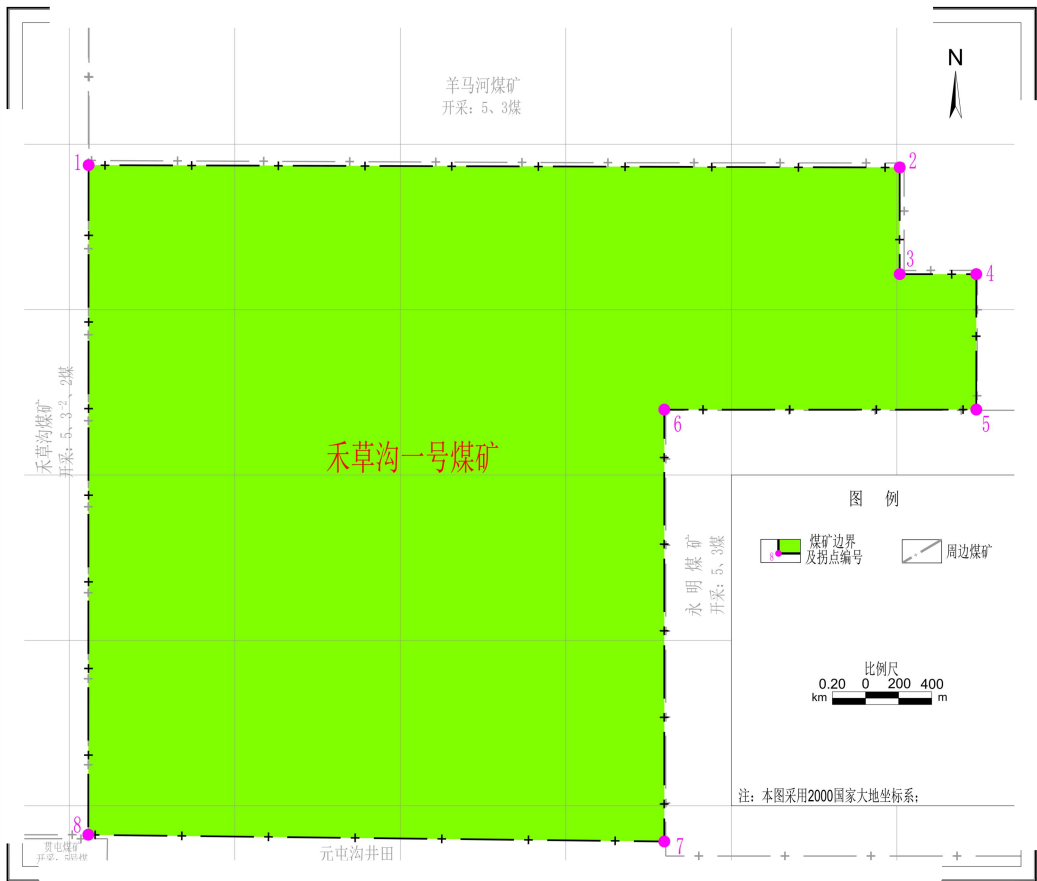


图 1.2-1 禾草沟一号煤矿及周边矿权设置平面示意图

三、矿山开发利用方案概述

2022 年 4 月禾草沟一号煤矿委托咸阳顺安煤矿设计院编制了《禾草沟一号煤矿矿产资源开发利用方案（变更）》，2023 年 2 月 10 日获得陕西省矿产资源调查评审中心的批函（陕矿评利用函〔2023〕10 号），本方案主要依据批复的《禾草沟一号煤矿开发利用方案（变更）》和煤矿生产实际。与上版开发利用方案相比，本次禾草沟一号煤矿对境内包西铁路保护煤柱进行调整（表 1.3-1），本方案结合设计及变更资料，以实际建设及生产为依据。

表 1.3-1 变更内容情况一览表

序号	变化内容	变更原因	变更内容
1	包西铁路保护煤柱调整	禾草沟一号煤矿等委托中煤航测遥感集团有限公司对包西铁路子长县涉煤段铁路中线进行了测量，出具了《包西铁路子长市涉煤段铁路中线测量报告》。根据该报告，实测铁路中线与原开发利用方案铁路坐标存在一定的误差。对原开发利用方案进行了变更；	结合包西铁路核实的实测坐标，重新划定铁路保护煤柱范围，对铁路保护煤柱进行复核，确定了 5 号、3 <sup>2</sup> 号、2 号各煤层包西铁路东线及西线煤柱尺寸；

注：根据 2023 年 2 月批复的《禾草沟一号煤矿矿产资源开发利用方案（变更）》西线铁路 5 煤保护煤柱单侧留设 152m，东线铁路 5 煤保护煤柱单侧留设 114m；将其与煤矿提供的采掘工程平面图进行叠加，发现西线铁路南部有部分保护煤柱位于 2014 年开采 15203 工作面上部，虽开采时间久远，煤矿应加强监测，发现问题及时进行治理！

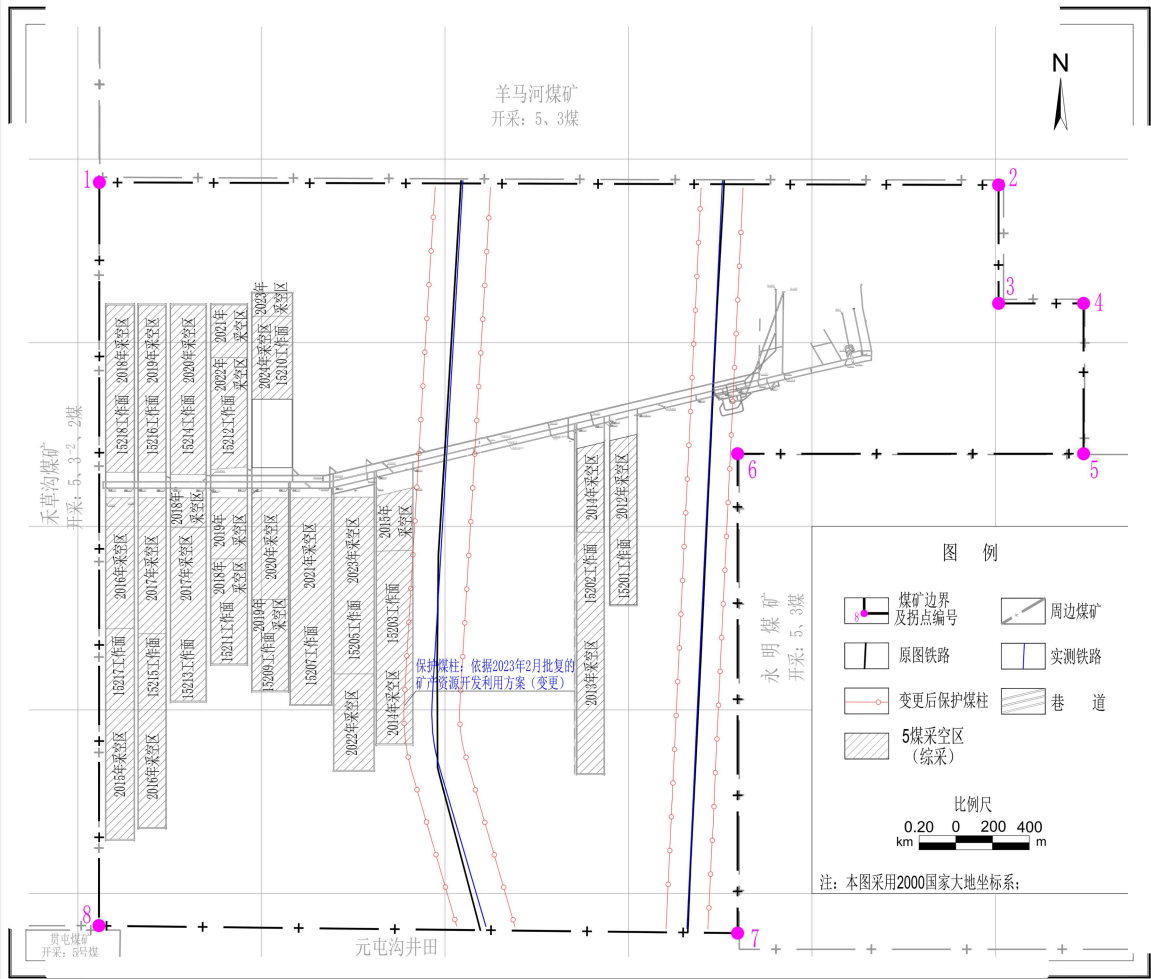


图 1.3-1 实测铁路中线及重新划定铁路保护煤柱示意图

## （一）生产规模

禾草沟一号煤矿生产能力为 0.60Mt/a。

## （二）地面工程布置

地面建设工程包括工业场地、材料库（原炸药库）、矸石周转场、临时排矸场，上述工程均已建成，地面总布置见图 1.3-2；其中矸石周转场已复垦并已验收，本方案不再叙述；禾草沟一号煤矿近、中后期无新建工程，全部利用现有地面工程。

### 1、工业场地

矿区工业场地主要分为生产区和生活区。

#### （1）生产区

生产区位于矿区东北部，占地面积 7.29hm<sup>2</sup>，场地采用台阶式布置，分为两个台阶，整个场地基本为一不规则的多边形。按功能分为主要生产区、辅助生产区和场前区。

主要生产区：位于场区中部，以主斜井井口为中心布置有驱动机房，原煤胶带运输机栈桥及洗煤厂主厂房、筛分破碎车间、煤样室、原煤储煤场、精煤储煤场等。另在生产区的北侧利用已有立风井布置通风机房，在工业场地东门以外布置有地磅房等。

辅助生产区：位于工业场地西部，以副斜井井口为中心布置有井口棚、副井绞车房、10kV 变电所；在副斜井西侧布置有机修车间及综采设备库、空压机房、材料库及消防材料库等。在风井的西侧布置有锅炉房。

场前区：布置在场区的东南部。布置有浴室灯房及井口等待室联合建筑、井下水生活污水处理站等。

#### （2）生活区

生活区位于矿区东南部，占地面积 2.55hm<sup>2</sup>，场地采用台阶式布置，分为两个台阶，整个场地基本为一不规则的多边形。按功能分为住宿餐饮区、办公区。

住宿餐饮区位于生活区西部，主要包括职工宿舍楼、餐厅、锅炉房、天然气站、休闲娱乐区和生活污水处理站，办公区位于生活区东部。

### 2、材料库（为原炸药库）

材料库为原炸药库，位于矿区东北部，占地面积 0.48hm<sup>2</sup>；均为单层砖砌体结构，库房地面及墙体均设防潮层，并设通风设施，现主要用作材料及设施堆放库。



照片 1.3-1 工业场地（生产区）（镜向 SW）



照片 1.3-2 工业场地（生活区）（镜向 NE）



照片 1.3-3 办公楼（镜向 W）



照片 1.3-4 副井口（镜向 S）

### 3、临时排矸场

临时排矸场共有 2 处（分别为矸石周转场和临时排矸场），矸石周转场位于矿区西北部的岷岷村公路西侧的沟道内，占地面积  $4.88\text{hm}^2$ ，目前已经全部复垦并验收；临时排矸场位于矿区西北部的岷岷村公路东侧沟道内，占地面积共计  $4.41\text{hm}^2$ ，总容量为  $74.52\text{万 m}^3$ （ $134.3\text{万 t}$ ），服务年限为 5.5 年（已过服务期，本方案已分年度安排了复垦工程），已形成二级平台，下游修建拦挡和排水设施。



照片 1.3-5 材料库（镜向 NE）



照片 1.3-6 矸石周转场（镜向 SE）

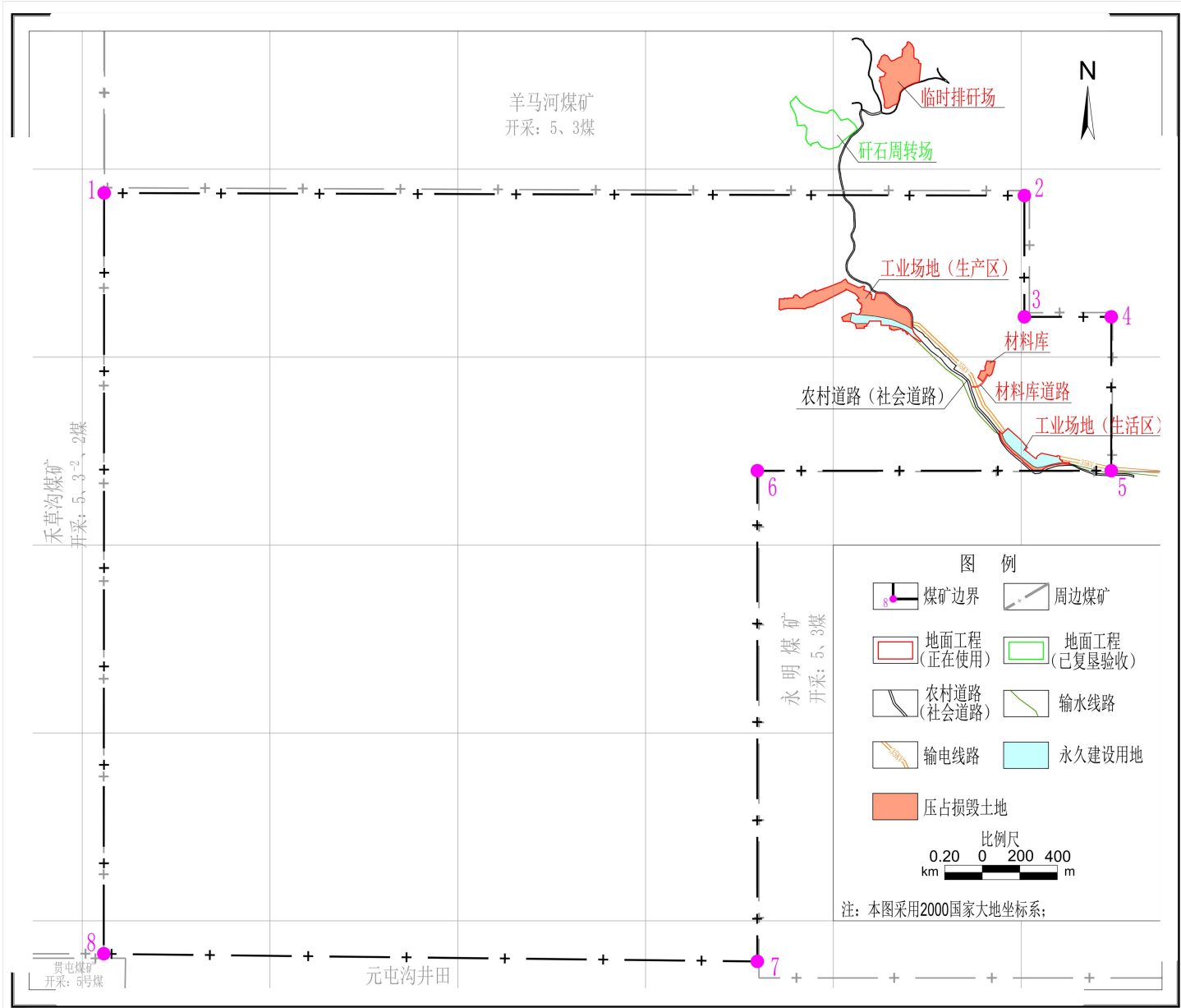


图 1.3-2 地面工程布置图





照片 1.3-7 临时排矸场（镜向 SW）



照片 1.3-8 临时排矸场（镜向 N）

#### 4、场外道路

工业场地和临时排矸场紧邻村道，进场道路和临时排矸场道路均在原有农村道路的基础上进行改建，无拓宽，属于社会道路。

材料库道路为煤矿出资修建的水泥路，路宽 6m，占地面积 0.07hm<sup>2</sup>。



照片 1.3-9 进场道路（镜向 S）



照片 1.3-10 材料库道路（镜向 NE）

#### 5、供水工程

生活用水来自余家坪镇自来水管网及矿井水，生产用水来自井下处理水，井下排水经处理后作为矿井地面及井下生产用水，可满足矿井生产需要，同时余家坪镇自来水管网亦可作为生产补充用水，临时损毁土地已由自来水公司实施复垦。

#### 6、供电工程

煤矿由 35kV 余家坪变电站 159 I 线、162 II 线供电，两路电源可互为备用。两回路架空线采用 LGJ-185mm<sup>2</sup> 型，线路长度 2.5km。

#### 7、地面工程

禾草沟一号煤矿地面工程总用地面积为 14.80hm<sup>2</sup>，已建设永久建设用地（工业场地生产区、生活区）面积 3.23hm<sup>2</sup>，土地证见附件 7，临时压占损毁土地（工业场地生活区、生产区、材料

库、材料库道路）面积 11.57hm<sup>2</sup>，其中工业场地已取得工业广场改造项目用地预审的意见（子自然资发〔2025〕84 号），**矿山企业承诺对超出部分工业场地生活区和生产区等土地积极按照主管部门规定及程序积极办理相关用地手续**；临时排矸场面积 4.41hm<sup>2</sup>，已签署租地协议（租地协议见附件 8）；地面工程建设用地均不压占永久基本农田。

各地面工程用地情况详见表 1.3-2。

表 1.3-2 地面工程用地面积表

序号	项目		面积 (hm <sup>2</sup> )	建设 情况	用地性质	是否压占永 久基本农田	备注
1	工业 场地	生产区	1.25	已有	永久性建设用地	否	陕（2018）子长县不动 产权第 0000197 号
			6.04		临时用地		工业广场改造项目用地 预审的意见（子自然资 发〔2025〕84 号）
		小计	7.29	/	/		/
2		生活区	1.98	已有	永久性建设用地		陕（2020）子长县不动 产权 0000029 号
			0.57		临时用地		/
		小计	2.55	/	/		/
3	材料库		0.48	已有	临时用地		/
4	临时排矸场		4.41	已有			已签署租赁合同
5	场外 道路	材料库道路	0.07	已有			/
合 计			14.80	/	/	/	/

（三）批准开采煤层及储量

1、开采煤层

根据《禾草沟一号煤矿矿产资源开发利用方案（变更）》，禾草沟一号煤矿批准开采 5、3<sup>-2</sup>、2 号煤层。

2、资源量

根据《禾草沟一号煤矿矿产资源开发利用方案（变更）》（陕矿评利用函〔2023〕10 号）、结合 2024 年度储量年报和煤矿生产实际情况，截止 2024 年 12 月 31 日，禾草沟一号煤矿剩余可采资源量\*\*.\*Mt。

（四）井下开拓部署

1、开拓方式

禾草沟一号煤矿采用斜井开拓方式，布置有主斜井、副斜井及回风斜井共三条井筒。

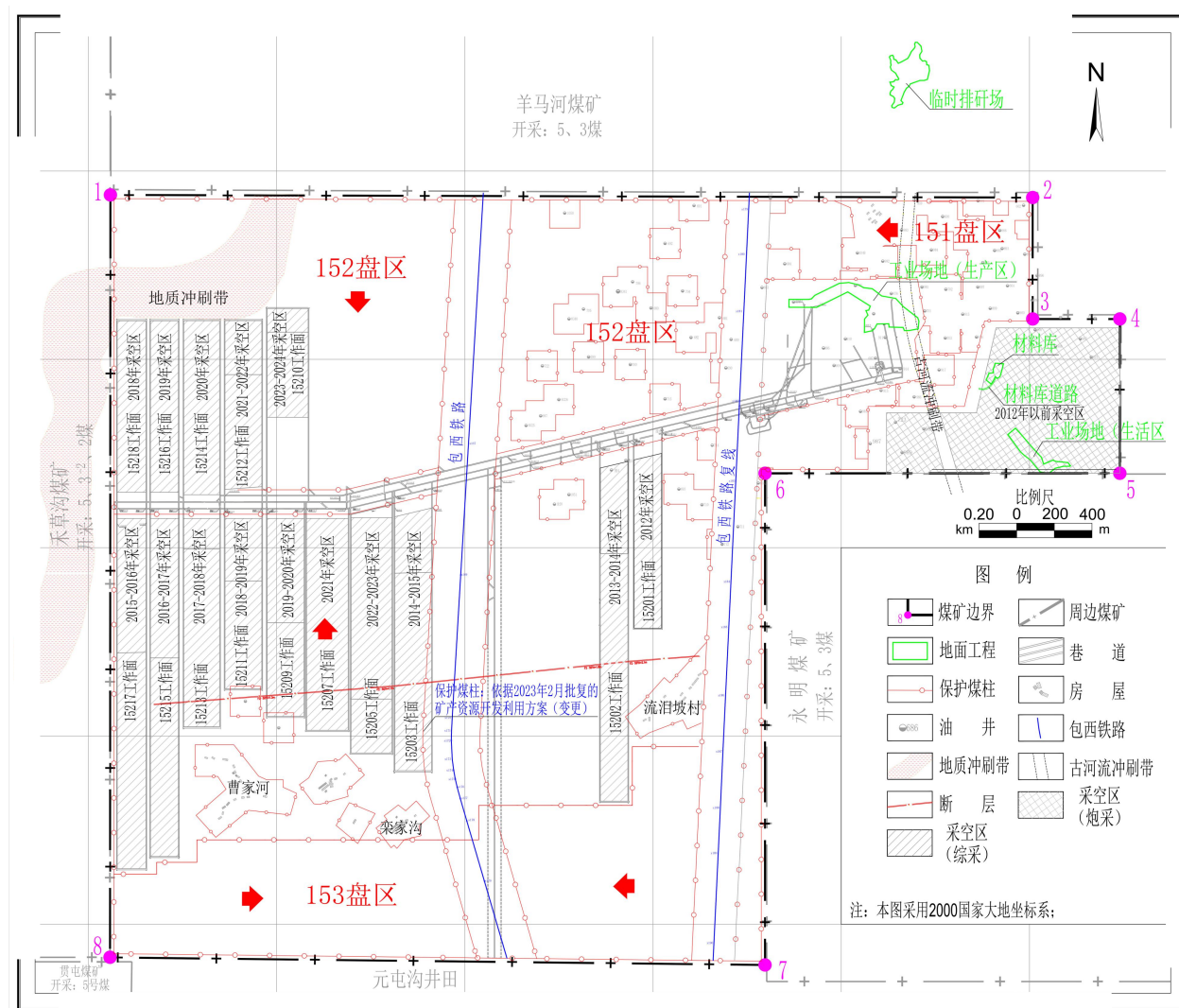


图 1.3-4 禾草沟一号煤矿 5 号煤层开拓方式平面图(资料来源于禾草沟一号煤矿开发利用方案(变更))

主斜井:井口坐标 X=\*\*\*\*\*.\*\*\*、Y=\*\*\*\*\*.\*\*\*,标高+1151.20m,井底标高+1038m,井筒倾角 16°,斜长 270m。井筒采用半圆拱断面,净宽 2.6m,净断面积 6.0m<sup>2</sup>。井筒内装备带式输送机,敷设排水、压风、消防洒水管路及通信、监控线缆等,用于提升原煤及进风任务兼做安全出口。

副斜井: 井口坐标 X=\*\*\*\*\*.\*\*\*、Y=\*\*\*\*\*.\*\*\*, 标高+1151.20m, 井底标高+1058m, 井筒倾角 22°, 斜长 246m。井筒采用半圆拱断面, 净宽 3.8m, 净断面积 11.8m<sup>2</sup>。井筒内装备轨道, 采用提升机牵引矿车运输, 同时装备架空乘人装置, 敷设动力电缆、消防洒水管路等, 用于提升设备材料、人员出入井及进风任务兼做安全出口。

回风斜井：井口坐标 X=\*\*\*\*\*.\*\*\*、Y=\*\*\*\*\*.\*\*\*，井口标高为+1168.300m，井底标高+1020.000m，井筒倾角 24°，斜长 363m。井筒净宽 4.0m，净高 3.5m，净断面积 12.3m<sup>2</sup>，担负矿井回风任务，兼做安全出口。

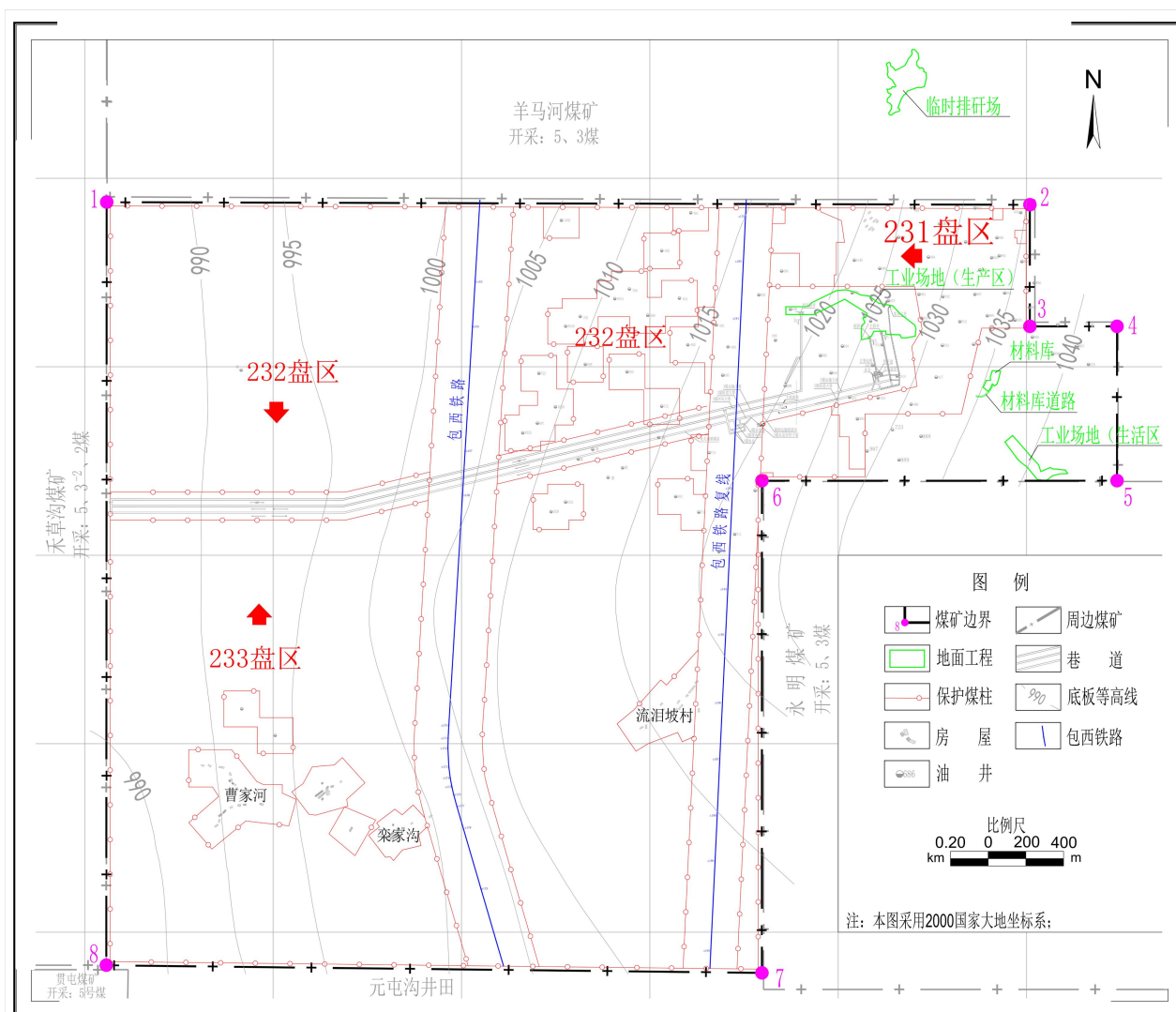


图 1.3-5 禾草沟一号煤矿 3<sup>-2</sup>号煤层开拓方式平面图(资料来源于禾草沟一号煤矿开发利用方案(变更))

## 2、水平划分

矿井采用三个水平开拓，一水平设在 5 号煤层中，水平标高为+1060m；二水平设在 3<sup>-2</sup>号煤层中，水平标高为+1020m，三水平设在 2 号煤层中，水平标高+920m，水平之间由暗斜井联系。

## 3、大巷布置

根据《禾草沟一号煤矿矿产资源开发利用方案（变更）》，矿井 5 号煤层采用三条大巷布置，即运输大巷、辅运大巷及回风大巷，大巷间距 30m。后期开采 3<sup>-2</sup>号煤层时，在 +1020m 水平布置三条大巷即带式输送机大巷、辅助运输大巷和回风大巷，大巷断面及布置形式与 5 号煤水平相同。

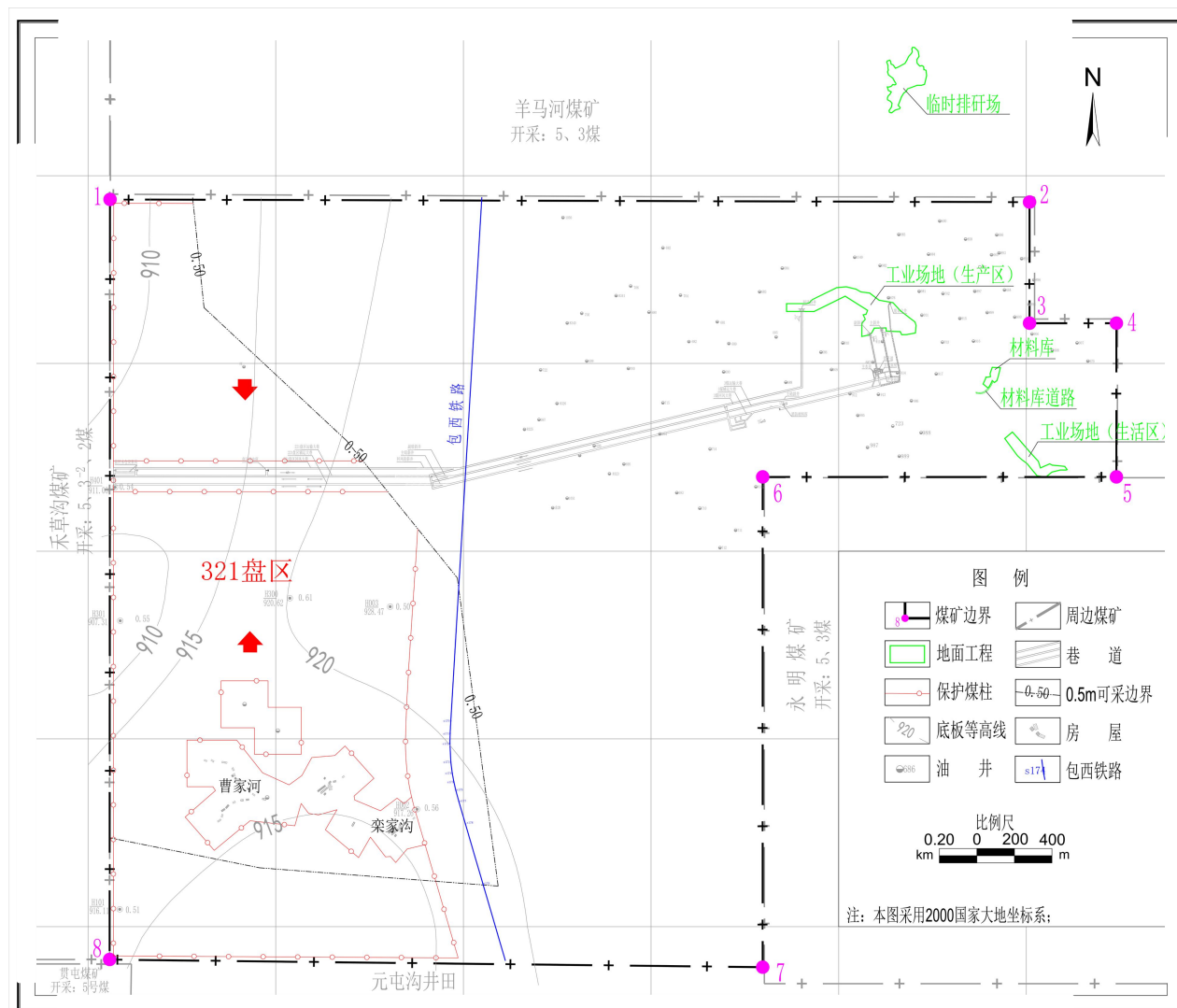


图 1.3-6 禾草沟一号煤矿 2 号煤层开拓方式平面图(资料来源于禾草沟一号煤矿开发利用方案(变更))

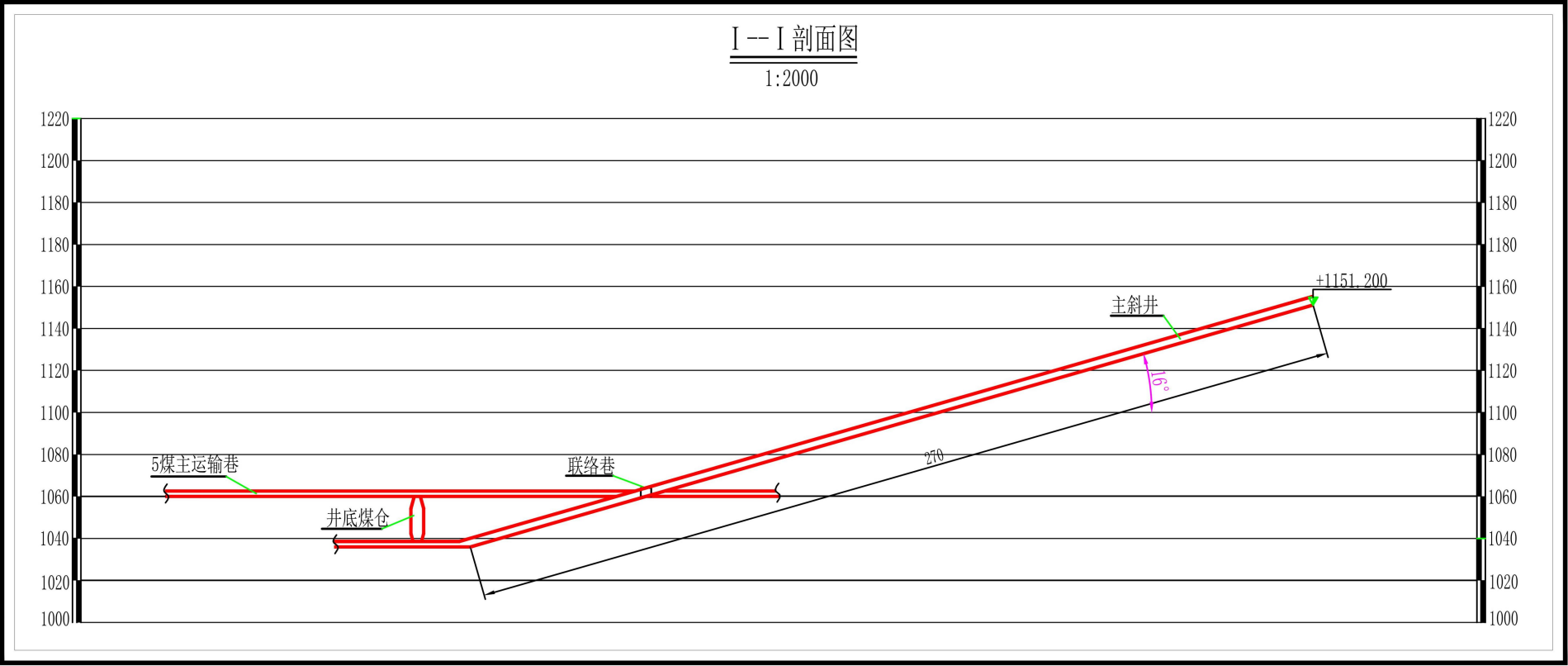


图 1.3-7 开拓方式 I - I 剖面图（资料来源于禾草沟一号煤矿开发利用方案（变更））

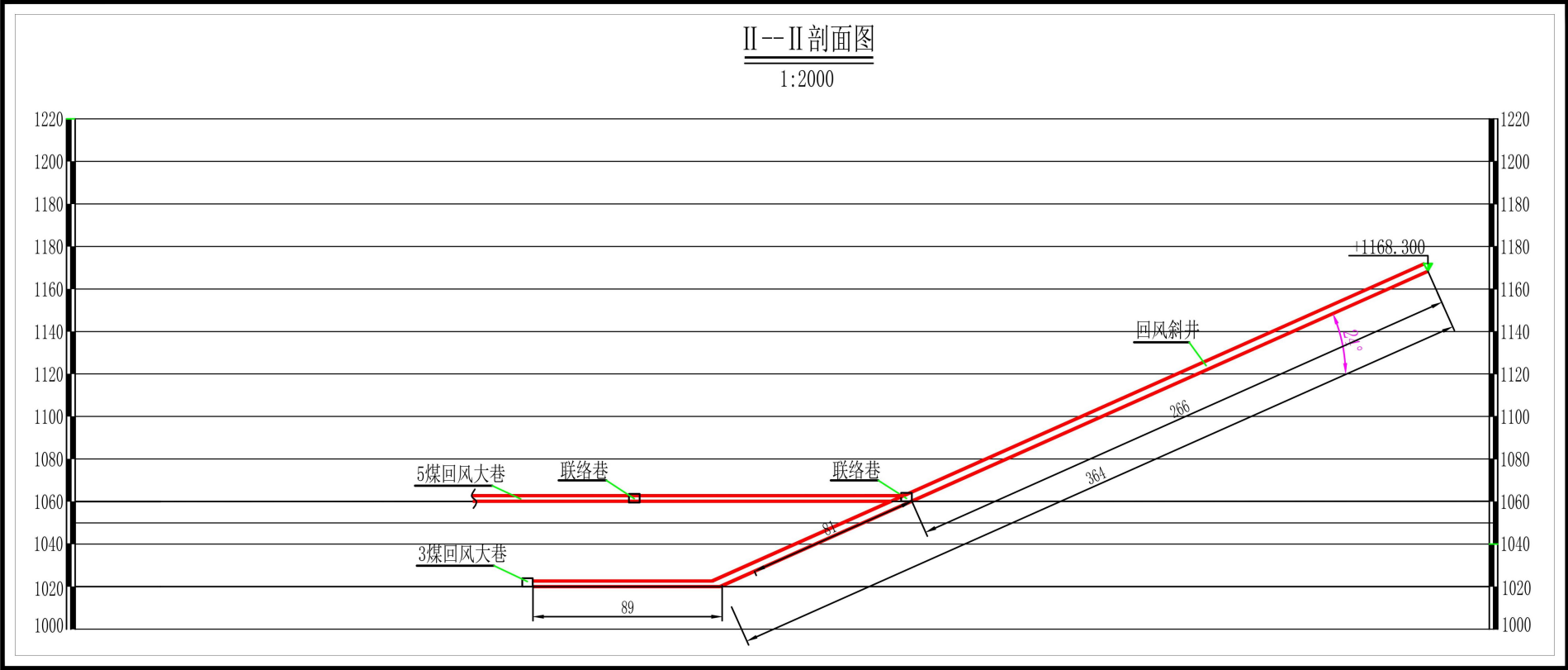


图 1.3-8 开拓方式 II-II 剖面图（资料来源于禾草沟一号煤矿开发利用方案（变更））

#### 4、盘区划分及开采顺序

##### (1) 盘区划分

全区共划分 7 个盘区，5 号煤层划分为 151、152、153 盘区，3<sup>-2</sup> 号煤层划分为 231、232、233 盘区，2 号煤层局部可采，划分为 321 盘区。

盘区接续采用下行开采顺序，先采上层煤，后采下层煤，顺序为 152 盘区→153 盘区→151 盘区→232 盘区→233 盘区→231 盘区→321 盘区，盘区接续见表 1.3-3。

表 1.3-3 盘区接续表

水平 编 号	煤层 编 号	盘 区 编 号	生产能力 (Mt/a)	服务年限 (a)	开采起止时间 (a)						
					0	5	10	15	20	25	30
一水平	5煤	151盘区	0.60	3.2a							
		152盘区	0.60	6.5a							
		153盘区	0.60	3.2a							
二水平	3 <sup>-2</sup> 煤	231盘区	0.60	1.5a							
		232盘区	0.60	11.8a							
		233盘区	0.60	1.6a							
三水平	2煤	321盘区	0.60	3.4a							31.2a

##### (2) 近期开采接续

根据煤矿提供的采掘计划，近期 5 年开采 5 号煤的 152 盘区 15210、15208、15206、15204 工作面，共 4 个工作面。开采接续见表 1.3-4，近期工作面分布见图 1.3-9。

表 1.3-4 近期开采工作面接续计划表

盘区	工作面	2025 年	2026 年	2027 年	2028 年	2029 年
152 盘区	15210 工作面					
	15208 工作面					
	15206 工作面					
	15204 工作面					

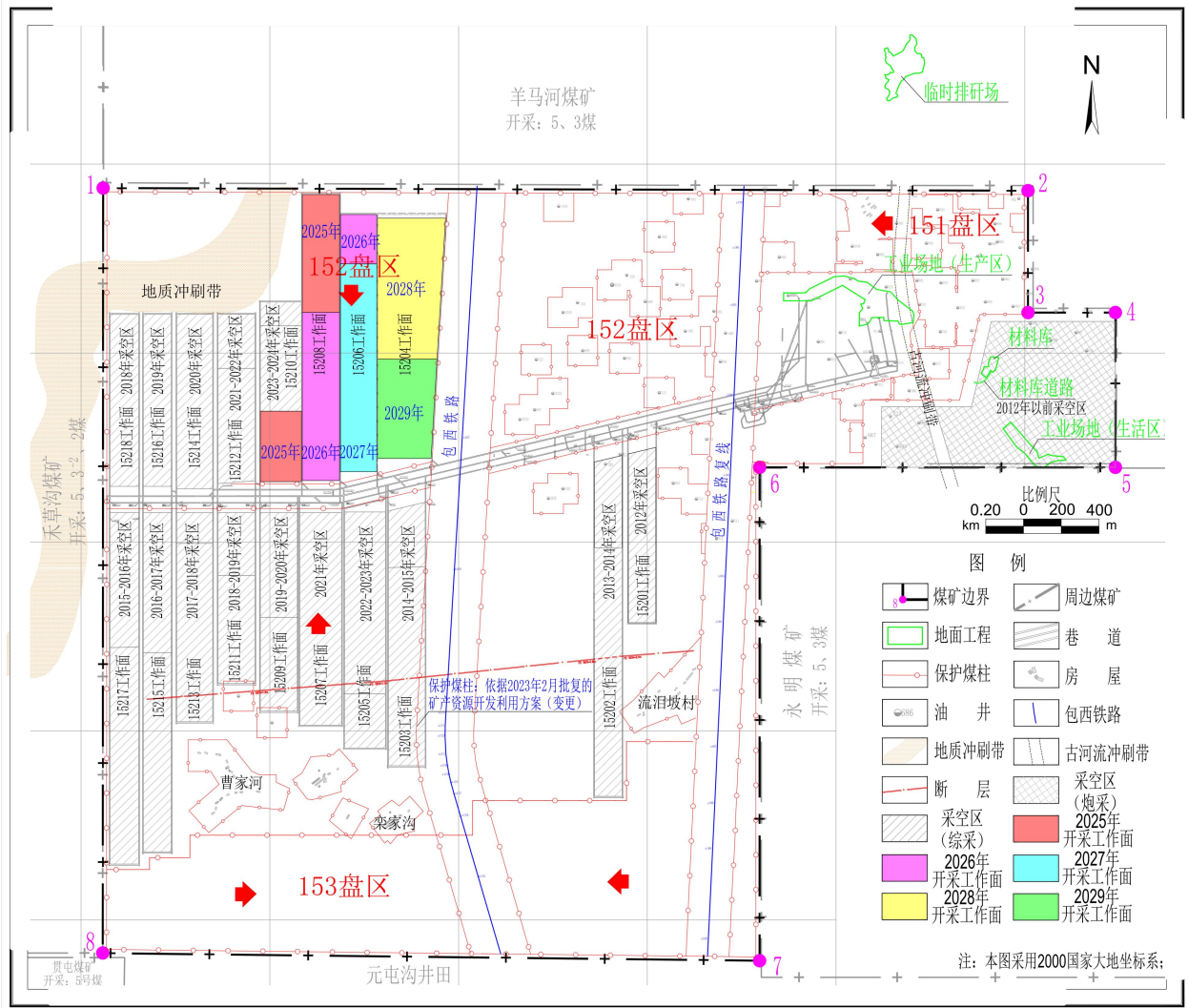


图 1.3-9 近期开采工作面分布图（资料来源于禾草沟一号煤矿采掘计划）

（3）采煤方法

采煤方法采用长壁一次采全高采煤法，综合机械化采煤工艺，全部垮落法管理顶板。

（4）工作面参数

近期开采 152 盘区 5 号煤层埋深 121-355m，平均埋深约 238m，煤层最大厚度 2.30m，最小厚度 1.48m，采高 1.80m，152 盘区 15210 工作面走向长度为 998.8m，工作面倾向长度为 217.2m，15208 工作面走向长度为 1514m，工作面倾向长度为 198.0m，15206 工作面走向长度为 1361.5m，工作面倾向长度为 192.6m，15204 工作面走向长度为 1293.5m，工作面倾向长度为 284.0-361.6m，倾角 1~3°。

（五）保护煤柱留设

根据《禾草沟一号煤矿矿产资源开发利用方案（变更）》，禾草沟一号煤矿对井田境界、铁路、村庄、油气井、采空区、工业场地、井筒、主要巷道留设了保护煤柱，松散层移动角取 45°，岩层移动角取 72°，详见表 1.3-5。

表 1.3-5 保护煤柱留设情况表

序号	名称	保护级别	保护煤柱尺寸（m）
1	井田境界煤柱	/	5、3 <sup>-2</sup> 、2 号煤层井田边界保护煤柱留设 20m
2	隧道煤柱	I级	西线隧道 5 煤保护煤柱单侧留设 80m，3 <sup>-2</sup> 号煤层保护煤柱单侧留设 95m，2 号煤层单侧留设 125m；东线隧道 5 煤保护煤柱单侧留设 60m，3 <sup>-2</sup> 号煤层保护煤柱单侧留设 75m，2 号煤层不可采；
3	铁路煤柱	特级	西线铁路 5 煤保护煤柱单侧留设 152m，3 <sup>-2</sup> 号煤层保护煤柱单侧留设 180m，2 号煤层单侧留设 237m；东线铁路 5 煤保护煤柱单侧留设 114m，3 <sup>-2</sup> 号煤层保护煤柱单侧留设 143m，2 号煤层不可采；
4	村庄煤柱	III级	5、3 <sup>-2</sup> 、2 号煤层村庄留设 10m 围护带、保护煤柱留设 10m
5	油井煤柱	I级	5 号煤层对油井留设 80m 保护煤柱，3 <sup>-2</sup> 号煤层对油井留设 95m 保护煤柱，2 号煤层对油井留设 125m 保护煤柱（根据开发利用方案（变更），确定油井服务年限到期报废后，对油井压覆煤柱进行回收，其煤柱资源量不计入设计损失）；
6	采空区隔离煤柱	/	采空区隔离煤柱留设 20m
7	工业场地煤柱	II级	5 号煤层工业场地留设 52m 保护煤柱，3 <sup>-2</sup> 号煤层工业场地留设 66m 保护煤柱；
8	井筒煤柱	I级	围护带宽度取 15m，其中井筒保护煤柱与工业场地保护煤柱大部分重合；
9	主要巷道煤柱	I级	主要大巷按两边各 30m 留设煤柱

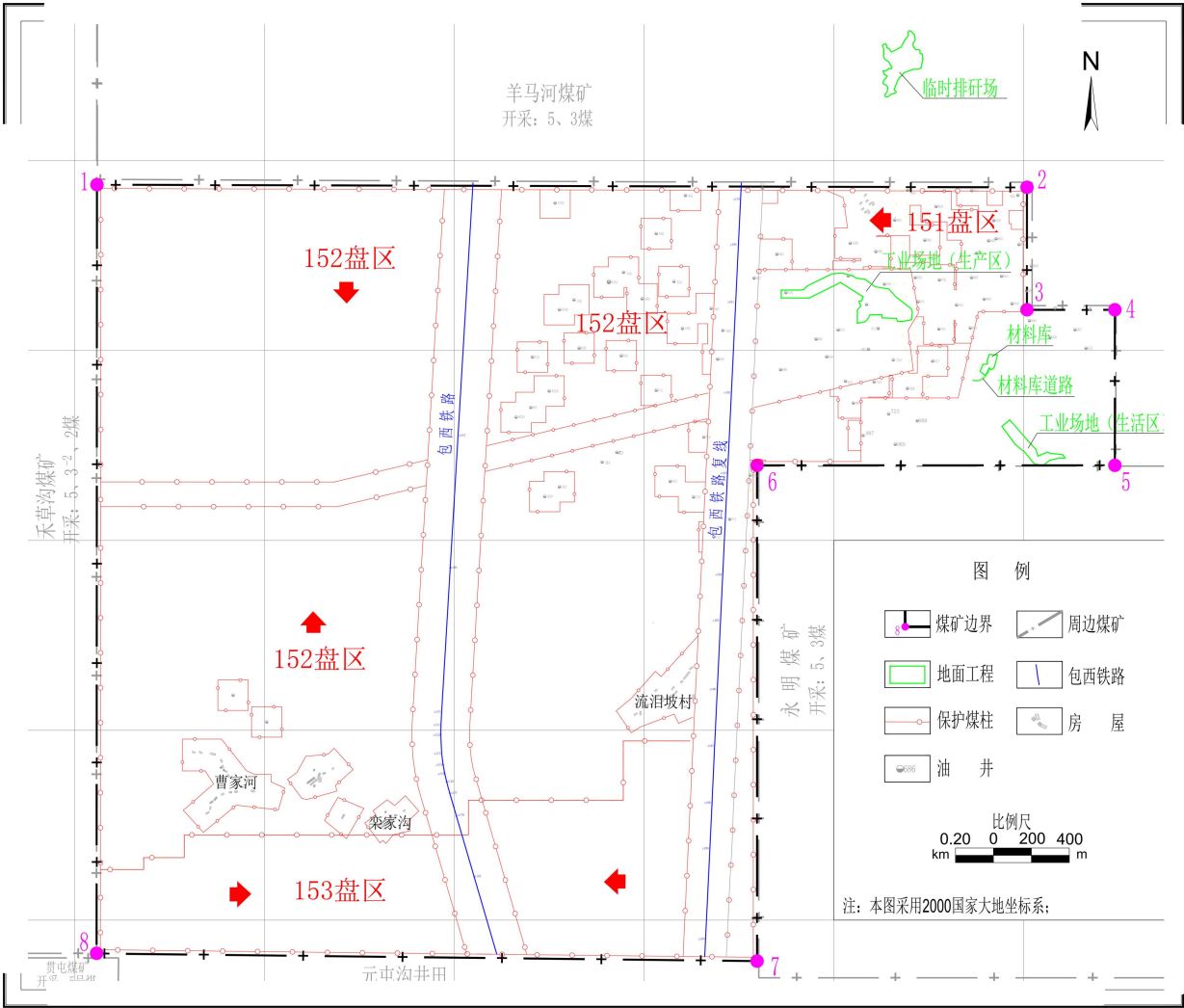


图 1.3-10 5 号煤层保护煤柱留设图（资料来源于禾草沟一号煤矿开发利用方案（变更））

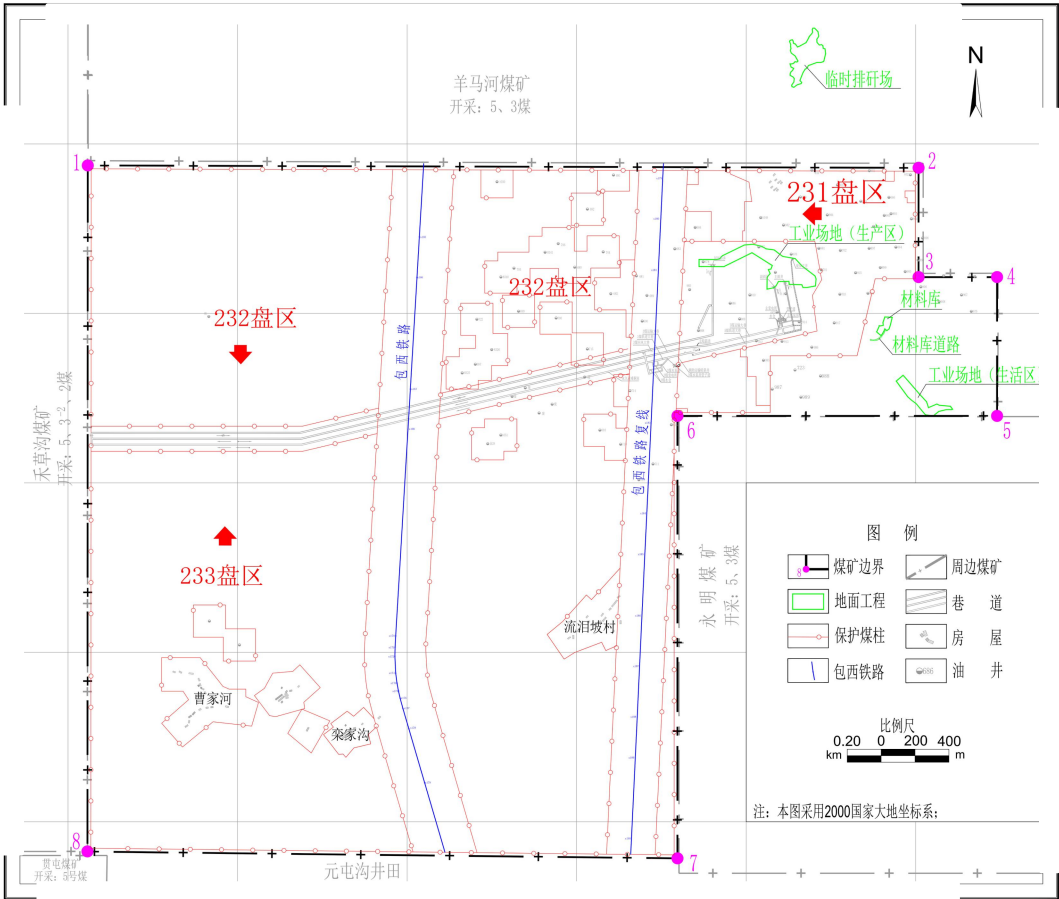


图 1.3-11 3<sup>2</sup>号煤层保护煤柱留设图（资料来源于禾草沟一号煤矿开发利用方案（变更））

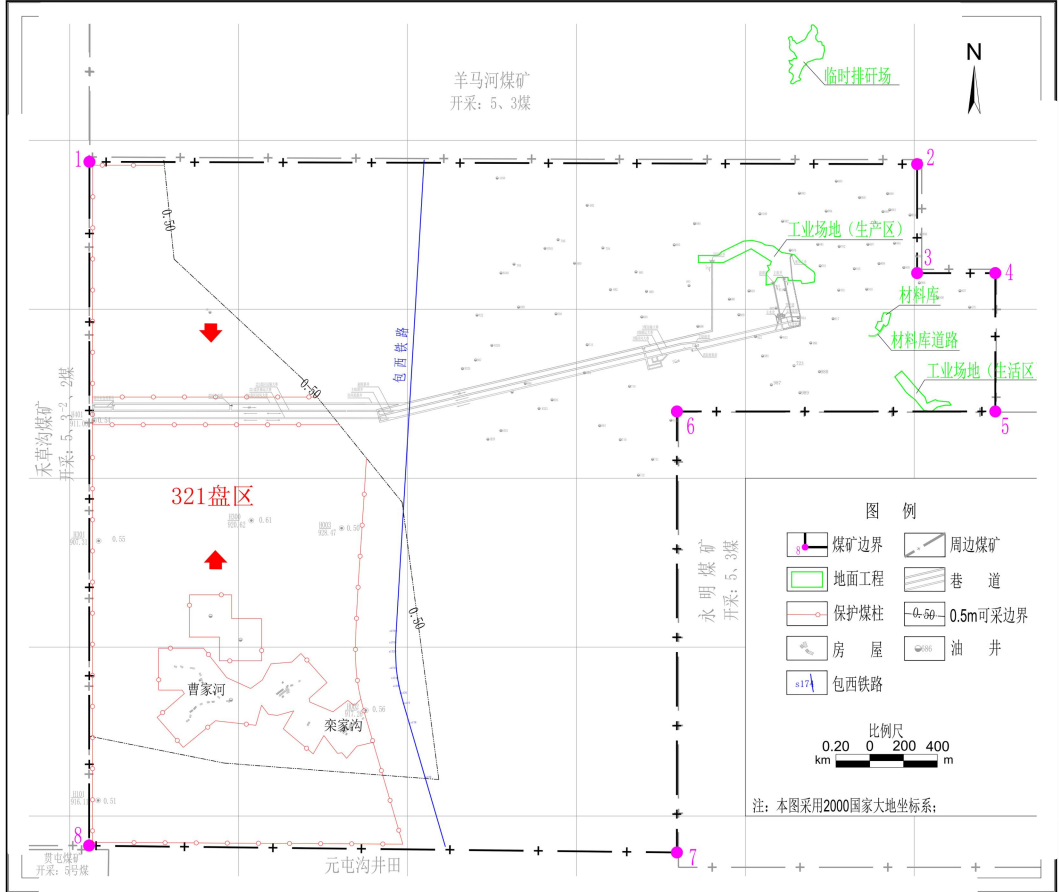


图 1.3-12 2号煤层保护煤柱留设图（资料来源于禾草沟一号煤矿开发利用方案（变更））

## 四、矿山开采历史及现状

### （一）煤矿建设

原禾草沟煤矿始建于 1969 年，1972 年建成投产，设计生产能力 10Mt/a，实际生产能力只有 3 万 t/a。

2004 年 12 月，原采矿证变更延续，开采 3 号煤层，面积 0.6884km<sup>2</sup>，年生产规模 3 万 t，开采标高+1068~+1149m。

2008 年 4 月，陕西省国土资源厅以“关于划定延安市禾草沟煤矿矿区范围的批复”（陕国土资矿采划【2008】180 号）对延安市禾草沟煤矿进行资源整合，整合后煤矿生产能力由原来的 3 万 t 提高到 45 万 t，面积由原来的 0.6884km<sup>2</sup>扩大到 8.5978km<sup>2</sup>。

2008 年 11 月，陕西省国土资源厅根据《矿产资源开采登记管理办法》第四条，依据省政府“关于调整延安市禾草沟煤矿整合区范围的批复”及整合工作的要求，对延安市禾草沟煤矿整合区范围作出调整（陕国土资划采矿【2008】319 号），调整后的矿区范围由 10 个拐点圈定，矿区面积由原来整合的 8.5978km<sup>2</sup>到 100.5612km<sup>2</sup>，随后延安市禾草沟煤矿拟在矿区内新建一矿井，规划生产能力 300 万 t。

2009 年 5 月，延安市禾草沟煤矿开工建设，至 2012 年 9 月，矿井“六大系统”建设完成，并试生产。

2013 年 1 月，陕西省人民政府在“陕西省人民政府关于延安市二次煤炭资源整合有关问题的批复”（陕政函〔2013〕6 号）中同意将延安市禾草沟煤业有限公司子长县禾草沟煤矿分割为两个矿权，即现在的禾草沟煤矿和禾草沟煤矿一号井。

2015 年 7 月，陕西省国土资源厅以《关于延安市禾草沟煤矿一号井矿区范围的批复》陕国土资矿采划〔2014〕36 号对延安市禾草沟一号煤矿新的矿区范围予以批复，划定矿区范围由 8 个拐点圈定，矿区面积 16.6030km<sup>2</sup>，规划生产规模 60 万 t/a。

根据煤矿目前持有的采矿许可证（证号：C6100002015071110139235，有效期自 2025 年 7 月 16 日至 2035 年 7 月 16 日），矿井生产规模 60 万吨/年，开采方式为地下开采，矿区范围由 8 个拐点圈定，矿区面积 16.5958km<sup>2</sup>，开采标高从+1085m 至+905m。

根据《禾草沟一号煤矿矿产资源开发利用方案（变更）》，禾草沟一号煤矿对境内包西铁路保护煤柱进行调整（矿区面积、范围、生产规模等均不变）。

### （二）开采历史

禾草沟一号煤矿各采空区形成时间、面积见表 1.4-1，2024 年煤矿开采 5 号煤 15210 工作面位于西线铁路保护煤柱西侧，根据 2023 年 2 月批复的《禾草沟一号煤矿矿产资源开发利用方案（变更）》西线铁路 5 煤保护煤柱单侧留设宽 152m，长 4050m，2024 年开采 15210 工作面采空区最近距铁路保护煤柱 697m，位置分布见图 1.4-1。

表 1.4-1 采空区基本情况一览表

序号	采煤方法	开采时间	开采煤层	采空区面积（km <sup>2</sup> ）
1	炮    采	2012 年以前	5 号煤	0.6973
2	综    采	2012 年—2024 年		3.8321
		2025 年 1 月-2025 年 7 月		0.0812
		小计		3.9133
合计			4.6106	

（三）矿山开采现状

1、生产规模

禾草沟一号煤矿生产规模 0.60Mt/a。

2、开采方法

煤矿采用斜井开拓，采煤方法采用长壁一次采全高采煤法，综合机械化沿空留巷采煤工艺，全部垮落法管理顶板。

3、开采现状及近期开采工作面

禾草沟一号煤矿为生产矿井，2025 年 1 月-7 月主要开采 152 盘区 15210 南部工作面，采高 1.8m，形成采空区面积 0.0812km<sup>2</sup>；近期 5 年开采 5 号煤的 152 盘区 15210、15208、15206、15204 工作面，共 4 个工作面，目前正在开采 5 号煤 15210 工作面。

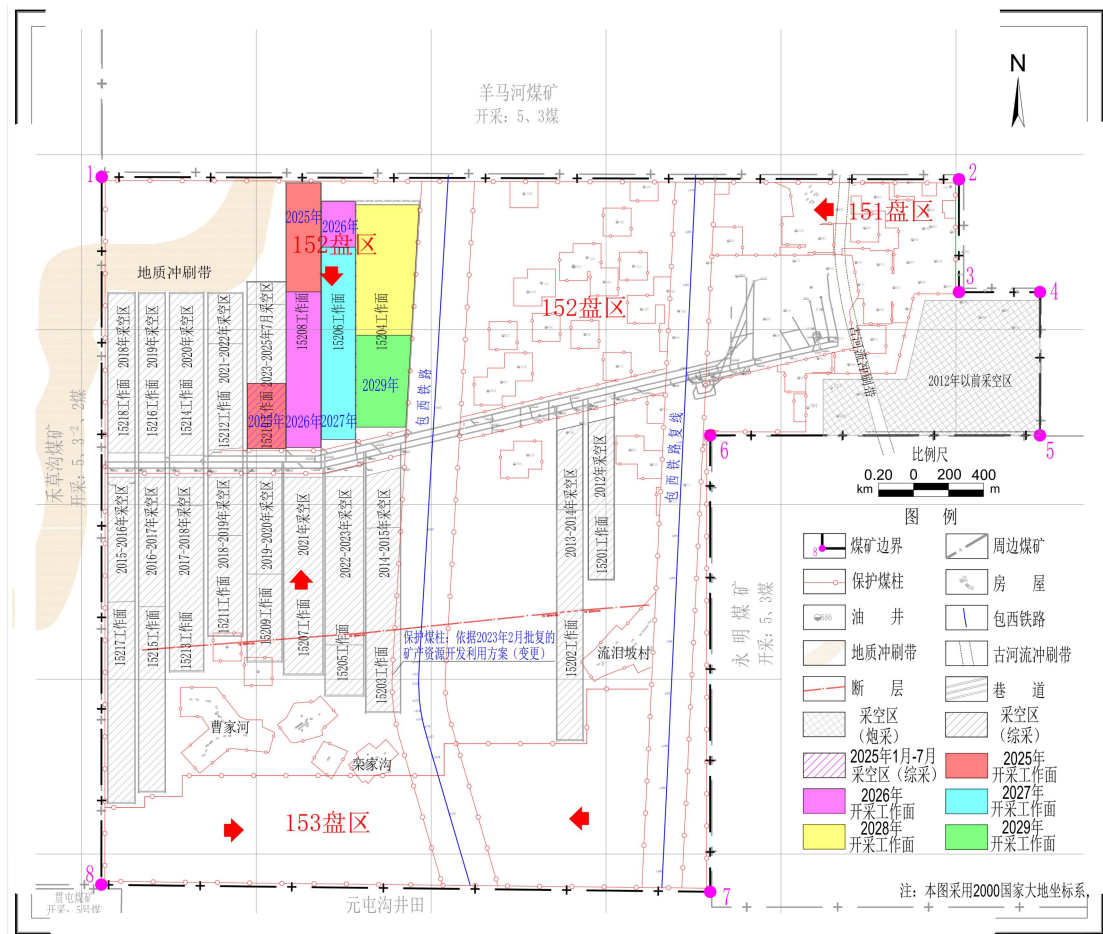


图 1.4-1 采空区分布图

#### （四）煤矿绿色矿山建设现状

禾草沟一号煤矿前期建设和近年来的生产过程中遵照煤炭行业绿色矿山建设要求，以实现资源利用高效化、开采方式科学化、企业管理规范化、生产工艺环保化、矿山环境生态化、社会关系和谐化为总体目标，积极推进绿色开采、低碳发展、有序推进、分步实施，构建资源、环境和社会相协调的矿山发展模式，将禾草沟一号煤矿建设成符合标准的现代化绿色矿山企业。

按照陕西省绿色矿山的建设要求，禾草沟一号煤矿完成了《延安市禾草沟一号煤矿有限公司绿色矿山建设实施方案》，并成立了“绿色矿山建设工作机构”，在矿区环境面貌、资源开发及综合利用、现代化建设、企业形象建设等方面制定了全面的发展要求和主要建设工程。对照陕西省绿色矿山基本条件和相关指标要求，煤矿在分析现有绿色矿山创建工作成果及存在问题的基础上，认真实施资源节约与高效利用、矿山环境保护与综合治理、科技创新、节能减排和社区和谐规划建设任务，开展资源综合利用类工程、科技攻关类工程、矿山环境恢复治理类工程以及和谐社区建设类工程，科学、合理、有序开展绿色矿山建设工作。根据陕西省自然资源厅关于印发“《陕西省绿色矿山建设管理办法》的通知”等文件，煤矿正在对照新的评价指标进行了自评估。

### 五、矿山上期方案实施情况及周边案例分析

#### （一）已公告《方案》编制内容及实施情况分析

2019年5月，禾草沟一号煤矿委托编制了已公告《方案》，并于2020年11月，取得了陕西省自然资源厅公告文件，方案适用期为2020年~2024年，已通过适用期验收。

禾草沟一号煤矿根据《方案》、《年度实施计划》及实际开采情况，积极开展了相关的矿山地质环境保护与土地复垦工作，并取得了一定的生态环境效益和安全效益。

#### 1、已公告《方案》适用期（2020-2024年）已执行工程项目情况说明

《方案》适用期各年度已完成矿山地质环境治理、土地复垦工程主要集中在崩塌、滑坡、受损道路、输电线路的修复、老排矸场的复垦及近期开采影响范围的土地复垦，不稳定地质体、含水层、地形地貌景观、水土环境监测，以及土地损毁监测、植被恢复监测措施和管护工程等治理措施。

针对矿山地质环境与土地损毁问题，禾草沟一号煤矿已完成的项目主要为：炸药库边坡综合治理工程、井口及空压机房护坡工程、副井口边坡治理工程、生活区边坡综合治理工程、进场道路西侧挡墙及排水沟工程、技术改造场地边坡治理工程、绞车房山体治理工程、厂区边坡加固工程、旧排矸场复垦工程、地面塌陷区治理工程（对2023年及以前开采形成的地面塌陷区均进行了治理和监测，目前未治理地面塌陷区仅剩2024年开采区）、

地面塌陷区道路修复工程、民用低压输电线路修复工程、矿山地质环境监测工程、矿区土地复垦监测和管护、矿山地质环境保护与土地复垦技术服务项目。

《方案》中部署项目 5 大类 45 项，其中已执行 5 大类 42 项工程，执行率为 92.88%，不具备执行条件 1 大类 3 项（未开采不涉及）。

《方案》各年度安排项目执行情况见表 1.5-2。

## 2、已公告《方案》适用期（2020-2024 年）监测工程情况说明

已公告《方案》监测点部署、执行及本方案《方案》监测点部署情况见表 1.5-1。

表 1.5-1 禾草沟一号煤矿已公告《方案》适用期监测工程部署及执行情况表

序号	项目名称	已公告《方案》适用期监测点部署情况	执行情况	本《方案》监测点部署情况
1	不稳定地质体监测	13 个	已部署不稳定地质体监测点 11 个，安装了 GNSS 自动化监测设备，配备监测基站构成监测网，实时监测禾草沟一号煤矿地表塌陷变形情况；	根据开采计划近期部署 13 个地面塌陷监测点，中期部署 41 个地面塌陷监测点，继续对地物监测点进行监测；
2	地形地貌监测	高分遥感监测每年全矿区 1 期	地形地貌采用高分遥感、航天摄影测量进行监测每年出具监测成果图 1-2 幅；	采用高分遥感、无人机对矿山不稳定地质体、地形地貌景观及生态环境进行监测；
3	含水层监测	3 个	已部署 3 个含水层监测点，每年进行取样、化验出具检验报告；	部署 4 个含水层监测点（S1：瓦窑堡组承压含水层、S2：第四系潜水含水层、S3：混合水）新建 1 个含水层监测点 S4：延安组砂岩裂隙含水层
4	水环境监测	3 个	已部署 3 个水环境监测点，3 个土环境监测点每年进行取样、化验出具检验报告；	部署了 3 个水环境监测点
5	土环境监测	3 个		部署了 3 个土环境监测点

## 3、已公告《方案》适用期（2020-2024 年）未执行工程项目情况

①未执行的高压输电线路塔基修复工程，因本年度开采工作面形成的地面塌陷影响区范围内未涉及高压输电线路塔基（未开采不涉及），不纳入本期《方案》；

②未执行的民用低压输电线路修复工程，因本年度开采工作面形成的地面塌陷影响区范围内未涉及低压输电线路（未开采不涉及），不纳入本期《方案》；

③未执行的农村道路修复工程，因本年度开采工作面形成的地面塌陷影响区范围内未涉及农村道路（未开采不涉及），不纳入本期《方案》；

④部分执行的 B1 工业场地崩塌治理工程，主要采取削坡、人工巡查竖立警示牌的方式进行治理；根据现场调查，治理后坡面近直立，受强降雨影响，在雨水沿黄土垂直节理、裂隙下渗及重力作用下，边坡容易失稳；威胁下方道路、车辆及过往人员，纳入本期《方案》继续实施。

表 1.5-2 已公告《方案》适用期年度治理（复垦）措施完成情况表						
年度	矿山地质环境治理	执行情况/未完成原因	验收情况	土地复垦	执行情况/未完成原因	验收情况
2020 年	1、H1 机修车间滑坡治理；	已执行，主要通过“坡底修建挡墙+截排水沟”等措施进行治理；	2021 年验收	1、采空塌陷 TX2、TX3、TX4、TX5、TX6 现状损毁的土地复垦。TX2 复垦面积 82.14hm²、TX3 复垦面积 45.10hm²、TX4 复垦面积 74.31hm²、TX5 复垦面积 81.94hm²、TX6 复垦面积 39.99hm²；	已执行，对裂缝进行填充，采取人工巡查和监测方式进行监测；	监测工程于 2022 年验收
	2、矿区内受损的南部高压输电线路 3 座塔基修复；	未执行（未执行原因：因本年度开采工作面形成的地面塌陷影响区范围内未涉及输电线路）；	/			
	3、受损的 1.57km 民用低压输电线路修复；	已执行，措施包括扶正倒伏线杆、架设线路等；	2024 年验收	2、老排矸场进行项目开发式治理，复垦面积 4.88hm²；	已执行，主要通过“表土回覆+土地平整+土地翻耕+排水工程+田间道路”等措施进行治理；	2021 年验收
	4、损毁的农村道路修复，修复轻度损毁农村道路 2.89hm²，中度损毁农村道路 0.29hm²；	已执行，对损毁的农村道路进行了裂缝填充、路面修复的措施进行了治理；	未验收，已纳入本期方案部署			
	5、损毁的田间道修复，修复轻度损毁田间道 4.95hm²，中度损毁田间道 0.42hm²；	已执行，田间道为土路，进行了裂缝填充和土地平整进行了治理；	未验收，已纳入本期方案部署	3、原地形地貌监测 7 次；		
	6、设置不稳定地质体监测点 4 个，监测 72 次，变形监测点 5 个，变形监测 90 次；	监测以人工巡查为主，并于 2022 年编制《监测方案》	2022 年验收	4、设置土地损毁监测点 7 个，土地损毁监测 24 次；土壤质量监测点 6 个，土壤质量监测 24 次，复垦植被监测 24 次；老矸石场重金属监测点 6 个，监测 6 次。	监测以人工巡查为主，并于 2022 年编制《监测方案》	2022 年验收
	7、设置含水层及水土监测点 13 个，水土监测 144 次，地形地貌巡查 4 次。					
2021 年	1、H2 生产楼滑坡治理；	已执行，措施包括坡面清理、混凝土格构护坡网架防护；	2021 年验收	1、15209 工作面、15214 工作面、15207 工作面损毁的土地复垦，复垦轻度损毁土地 25.38hm²，中度损毁土地 15.15hm²；	已执行，采取裂缝填充、土地平整、人工巡查和监测等措施进行了治理；	监测工程于 2022 年验收
	2、受损的 0.64km 民用低压输电线路修复；	已执行，措施包括扶正倒伏线杆、架设线路等；	2024 年验收	2、设置土地损毁监测点 2 个，土地损毁监测 30 次；复垦植被监测 54 次；土壤质量监测 54 次；重金属监测 6 次；	监测以人工巡查为主，并于 2022 年编制《监测方案》	2022 年验收
	3、损毁的农村道路修复，修复轻度损毁农村道路 0.06hm²，中度损毁农村道路 0.09hm²；	已执行，对损毁的农村道路进行了裂缝填充、路面修复的措施进行了治理；	未验收，已纳入本期方案部署			
	4、损毁的田间道修复，修复轻度损毁田间道 0.38hm²，中度损毁田间道 0.33hm²；	已执行，田间道为土路，进行了裂缝填充和土地平整进行了治理；	未验收，已纳入本期方案部署			
	5、设置沉陷观测点 1 个，监测 72 次，变形监测 198 次；	监测以人工巡查为主，并于 2022 年编制《监测方案》	2022 年验收	3、植被管护 260.03hm²。	已执行，对已复垦区植被进行管护；	2023 年验收
	6、水土监测 144 次，地形地貌巡查 4 次。					
2022 年	1、B1 工业场地崩塌治理；	部分执行，采取削坡、人工巡查竖立警示牌的方式进行治理；	未验收，已纳入本期方案部署	1、15207 工作面、15206 工作面损毁土地复垦，复垦轻度损毁面积 40.85hm²，中度损毁面积 25.99hm²；	15206 工作面适用期未开采，15207 工作面对裂缝进行填充，采取人工巡查和监测方式进行监测；	监测工程于 2022 年验收
	2、受损的 0.53km 民用低压输电线路修复；	未执行（未执行原因：因本年度开采工作面形成的地面塌陷影响区范围内未涉及输电线路）；	/	2、设置土地损毁监测点 2 个，土地损毁监测 66 次；复垦植被监测 58 次；土壤质量监测 58 次；重金属监测 6 次；	已执行，2022 年编制《监测方案》，并编制《矿山地质环境监测设备安装及系统调试竣工总结报告》，进行设备安装及监测；	2023 年验收
	3、损毁的农村道路修复，修复轻度损毁农村道路 0.04hm²；	未执行（未执行原因：因本年度开采工作面形成的地面塌陷影响区范围内未涉及农村道路）；	/			
	4、对损毁的田间道修复，修复轻度损毁田间道 0.25hm²，中度损毁田间道 0.06hm²；	已执行，田间道为土路，进行了裂缝填充和土地平整进行了治理；	未验收，已纳入本期方案部署			
	5、不稳定地质体监测 72 次，设置变形观测点 1 个，变形监测 216 次；	已执行，2022 年编制《监测方案》，并编制《矿山地质环境监测设备安装及系统调试竣工总结报告》，进行设备安装及监测；	2023 年验收	3、植被管护 292.43hm²。	已执行，对已复垦区植被进行管护；	2023 年验收
	6、水土监测 144 次，地形地貌巡查 4 次。					
2023 年	1、B2 临时材料库崩塌治理；	已执行，主要通过“削坡工程+排水工程+植被恢复工程”等措施进行了治理；	2021 年验收	1、15206 工作面、15204 工作面损毁土地复垦，复垦轻度损毁面积 21.78hm²，中度损毁面积 28.26hm²；	未执行（未执行原因：15206 工作面、15204 工作面适用期未开采）；	/
	2、受损的 0.45km 民用低压输电线路修复；	已执行，措施包括扶正倒伏线杆、架设线路等；	2024 年验收	2、设置土地损毁监测点 4 个，土地损毁监测 138 次；复垦植被监测 66 次；土壤质量监测 66 次；重金属监测 6 次；	已执行，已按照《监测方案》安装监测设备，通过监测平台实时监测；	2023 年验收
	3、损毁的田间道修复，修复轻度损毁田间道 0.08hm²，中度损毁田间道 0.05hm²；	已执行，田间道为土路，进行了裂缝填充和土地平整进行了治理；	未验收，已纳入本期方案部署			
	4、不稳定地质体监测 72 次，设置变形观测点 1 个，变形监测 234 次；	已执行，已按照《监测方案》安装监测设备，通过监测平台实时监测；	2023 年验收	3、植被管护 355.63hm²。	已执行，对已复垦区植被进行管护；	2023 年验收
	5、水土监测 144 次，地形地貌巡查 4 次。					
2024 年	1、受损的 0.41km 民用低压输电线路修复；	已执行，措施包括扶正倒伏线杆、架设线路等；	2024 年验收	1、15204 工作面、15303 工作面、15302 工作面损毁土地复垦，复垦轻度损毁面积 33.23hm²，中度损毁面积 26.71hm²；	未执行（未执行原因：因本年度开采 15210 工作面）；	/
	2、损毁的农村道路修复，修复轻度损毁农村道路 0.16hm²，中度损毁农村道路 0.07hm²；	已执行，对损毁的农村道路进行了裂缝填充、路面修复的措施进行了治理；	2024 年验收	2、设置土地损毁监测点 3 个，土地损毁监测 192 次；复垦植被监测 70 次；土壤质量监测 70 次；重金属监测 6 次；	已执行，已按照《监测方案》安装监测设备，通过监测平台实时监测；	2024 年验收
	3、损毁的田间道修复，修复轻度损毁田间道 0.45hm²，中度损毁田间道 0.09hm²；	已执行，田间道为土路，进行了裂缝填充和土地平整进行了治理；	2024 年验收			
	4、不稳定地质体监测 72 次，设置变形观测点 1 个，变形监测 252 次；	已执行，已按照《监测方案》安装监测设备，通过监测平台实时监测；	2024 年验收	3、植被管护 404.27hm²。	已执行，对已复垦区植被进行管护；	2024 年验收
	5、水土监测 144 次，地形地貌巡查 4 次。					

## （二）验收及基金情况

### 1、《年度计划》完成情况

禾草沟一号煤矿在《方案》适用期内编制了 2021-2024 年共 4 个年度的实施计划，并通过了技术审查和主管部门备案；2021-2024 年度实施计划共部署项目 34 项，已执行项目 29 项，执行率 85.29%。

表 1.5-3 2021-2024 年度计划部署工程及完成情况对比表

年度	序号	项目名称	执行情况
2021 年度	1	H2 生产楼滑坡治理工程	已执行
	2	民用低压输电线路修复	已执行
	3	道路修复工程	已执行
	4	地质灾害巡查	已执行
	5	主斜井场地边坡治理工程	已执行
	6	含水层及水土环境监测	已执行
	7	15209、15214、15207 工作面塌陷损毁土地复垦	未执行
	8	复垦区监测管护工程	已执行
	9	2021 年度计划、验收等技术服务项目	已执行
2022 年度	1	崩塌 B1 治理工程	部分执行
	2	绞车房西侧崩塌隐患治理工程	已执行
	3	主斜井场地边坡治理工程	已执行
	4	民用低压输电线路修复工程	已执行
	5	道路修复工程	已执行
	6	15207、15212 工作面地面塌陷区治理工程	已执行
	7	矿山地质环境监测项目	已执行
	8	复垦区监测管护工程	已执行
	9	2022 年度矿山地质环境保护与土地复垦技术咨询项目	已执行
2023 年度	1	崩塌 B1 治理工程	部分执行
	2	民用低压输电线路修复工程	已执行
	3	道路修复工程	已执行
	4	15205、15212 工作面地面塌陷区治理工程	已执行
	5	矿山地质环境监测项目	已执行
	6	土地损毁及土地复垦效果监测	已执行
	7	2023 年度矿山地质环境保护与土地复垦技术咨询项目	已执行
2024 年度	1	地面塌陷区裂缝充填工程（15210 工作面）	已执行
	2	矿区林地修复项目	正在执行
	3	地面塌陷区复垦工程（15205 工作面）	已执行
	4	搬迁迹地复垦工程（15210 工作面）	已执行
	5	2024 年度矿山地质环境与土地复垦监测工程	已执行
	6	2024 年开采区地表附着物调查	已执行
	7	2024 年度矿山地质环境保护与土地复垦技术服务项目	已执行
	8	《矿山地质环境保护与土地复垦适用期验收报告》编制项目	已执行
	9	《矿山地质环境保护与土地复垦方案》修编项目	正在执行

### 2、年度验收情况

禾草沟一号煤矿截止 2024 年 12 月 31 日，共申请了 4 次验收，分别对 2018-2021、2022、

2023、2024 年已完成的矿山地质环境保护与土地复垦工程申请了验收，验收共通过 16 项，核定使用基金共计 5665.25 万元（其中，2018-2021 年度核定金额 2139.82 万元，2022 年度核定金额 2918.94 万元，2023 年度核定金额 436.40 万元，2024 核定金额 170.09 万元），见表 1.5-4，已验收治理工程具体位置见附图 0。

表 1.5-4 2018-2024 年验收项目清单

序号	验收年度	部署工程	核定金额 (万元)
1	2018-2021 年	矿山地质环境保护与土地复垦技术文件编制项目	2139.82
2		绿色矿山建设实施方案编制项目	
3		旧排矸场复垦工程	
4		炸药库边坡综合治理工程	
5		井口、空压机房护坡工程	
6		副井口边坡治理工程	
7		生活区边坡综合治理工程	
8		进场道路西侧挡墙及排水沟工程	
9	2022 年	地质灾害危险性评估报告编制	2918.94
		边坡岩土工程勘察	
		场地边坡南、北侧山体治理设计	
		技术改造场地一、二平台场地边坡治理设计	
		一标段施工（第一大平台风机平台、回风斜井平台边坡治理项目、南侧山体治理）	
		二标段施工（第一大平台主井平台、第二大平台边坡治理施工项目、北侧山体治理）	
		边坡绿化工程	
		一、二标段地基检测	
		一、二标段监理	
10		地质环境人工巡查项目	
11		2022 年度矿山地质环境保护与土地复垦技术服务项目	
12	2023 年	绞车房山体治理工程设计	436.40
13		绞车房山体治理工程施工	
14		厂区边坡加固工程	
14		矿山地质环境监测技术服务	
		矿山地质环境监测工程施工	
15		2023 年度开采工作面对地表附着物影响调查评估报告编制	
		2023 年度人工巡查	
16		延安市禾草沟一号井地质灾害调查报告编制	
	2023 年度实施计划、2023 年度验收总结报告编制		
17	2024 年	地面塌陷区裂缝充填工程(15210 工作面)	170.09
18		地面塌陷区道路修复工程（15210 工作面）	
19		民用低压输电线路修复工程	
20		监测设备采购	
		矿山地质环境与土地复垦监测方案（2024 年度）	
		矿山地质环境人工巡查	
21		2024 年开采区地表附着物调查	
22		2024 年度矿山地质环境保护与土地复垦技术服务项目	
合计			5665.25

### 3、基金提存及使用情况

#### （1）应提取基金

禾草沟一号煤矿作为本矿的矿山地质环境保护与土地复垦项目资金提供的义务人，根据《陕西省矿山地质环境治理恢复与土地复垦基金实施办法》相关要求，已经建立“矿山地质环境治理与土地复垦基金（以下简称‘基金’）”账户，把矿山地质环境保护与土地复垦费用纳入生产建设成本，按月计提基金费用。

截止 2025 年 10 月底，禾草沟一号煤矿应提取基金                  万元，详见表 1.5-5。

**表 1.5-5 禾草沟一号煤矿应提取基金情况表**

#### （2）已提存基金

截止 2025 年 10 月底，禾草沟一号煤矿矿山地质环境保护与土地复垦基金专用账户应计提基金                  万元，实际计提                  万元，已使用基金                  万元，基金账户余额                  万元。基金计提及使用情况表见表 1.5-6。

**表 1.5-6 禾草沟一号煤矿基金提取明细表**

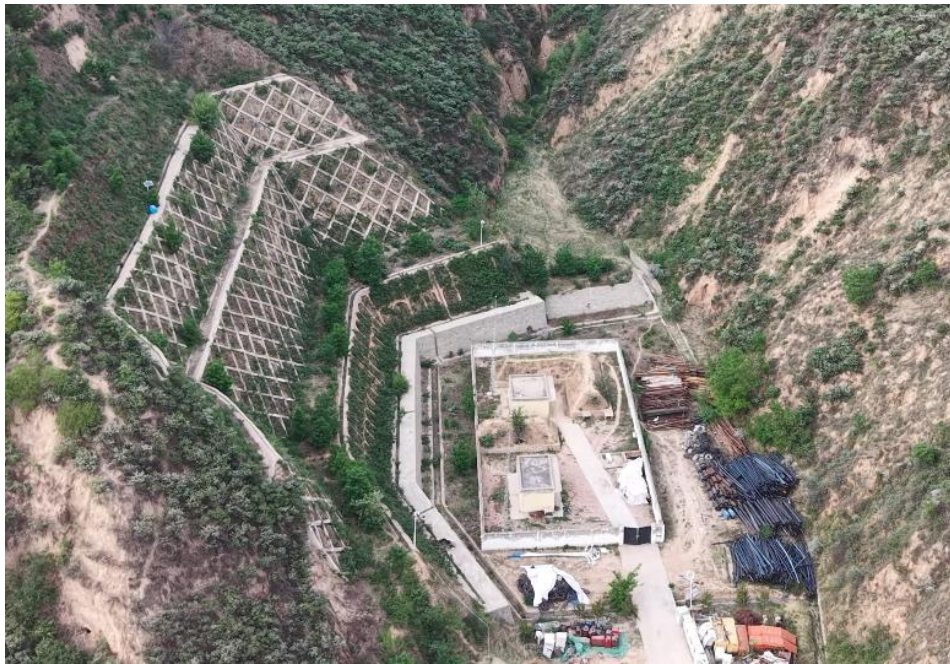
图 1.5-1 长安银行基金余额（截止 2025 年 10 月底）

### （三）已完成治理工程（措施）分析

《方案》公告以来，禾草沟一号煤矿严格按照要求认真落实各项治理工程，包括崩塌、滑坡治理、临时排矸场治理、地面塌陷区治理工程、管护工程、监测工程等。

#### 1、炸药库（现为材料库）边坡综合治理工程（2021 年已验收）

对炸药库西北侧边坡进行综合治理，包括边坡积土开挖清理，边坡护坡、坡底挡墙、截排水沟修建及坡面绿化工程，其中护坡分为上下两部分，下部分为砖砌拱形骨架护坡，面积约 600m<sup>2</sup>，上部分为锚杆固定菱形混凝土骨架护坡，面积约 2500m<sup>2</sup>，挡墙为浆砌石挡墙，高 3.9m，埋深 1.6m，长约 100m，坡面排水沟长度 145m，截水沟长度 300m，坡底及炸药库排水沟共计 450m，施工完成后护坡格构内喷撒草籽绿化。



照片 1.5-1 炸药库边坡综合治理工程现状照片（镜向 NW）

## 2、井口、空压机房护坡工程（2021 年已验收）

本工程是对工业场地井口、空压机房上方边坡实施混凝土格构网架防护，面积约 500m<sup>2</sup>。



照片 1.5-2 井口、空压机房护坡工程现状照片（镜向 SW）

## 3、生活区边坡综合治理工程（2021 年已验收）

本工程对生活区东北侧边坡进行削坡，坡面绿化等措施进行治理。



照片 1.5-3 生活区边坡综合治理工程现状照片（镜向 NE）

#### 4、技术改造场地（工业场地生产区）边坡治理工程（2022 年已验收）

对坡体采取分级放坡，在坡脚修筑挡土墙及抗滑桩，坡面做好截排水措施；具体完成工作包括工业场地南侧桩板墙，西端混凝土挡墙和北侧混凝土挡墙。完成桩板墙施工 236m，坡顶排水沟长度 242m；西端混凝土挡土墙 38.5m，排水沟 38.5m；北侧完成混凝土挡墙 220m，排水沟 220m；南侧山体治理工程项目完成土方开挖 162563.43m<sup>3</sup>，混凝土边沟 105m，平台截水沟 962m，急流槽 999.3m，中央排水沟 60m，人行踏步 82.3m。

第一大平台主井平台、第二大平台边坡治理施工项目工作主要是施工场地南侧桩板墙，东侧起点悬臂式挡墙及北侧混凝土挡墙。共完成 2.0~5.0m 高的悬臂式挡墙 6.0m；桩板墙 84.7m，坡顶排水沟长度 85.6m；北侧完成混凝土挡墙 140m，排水沟 140m；

北侧山体治理工程项目完成土方开挖 3931.23m<sup>3</sup>，修建（截）排水沟 143.7m，急流槽 138.4m。

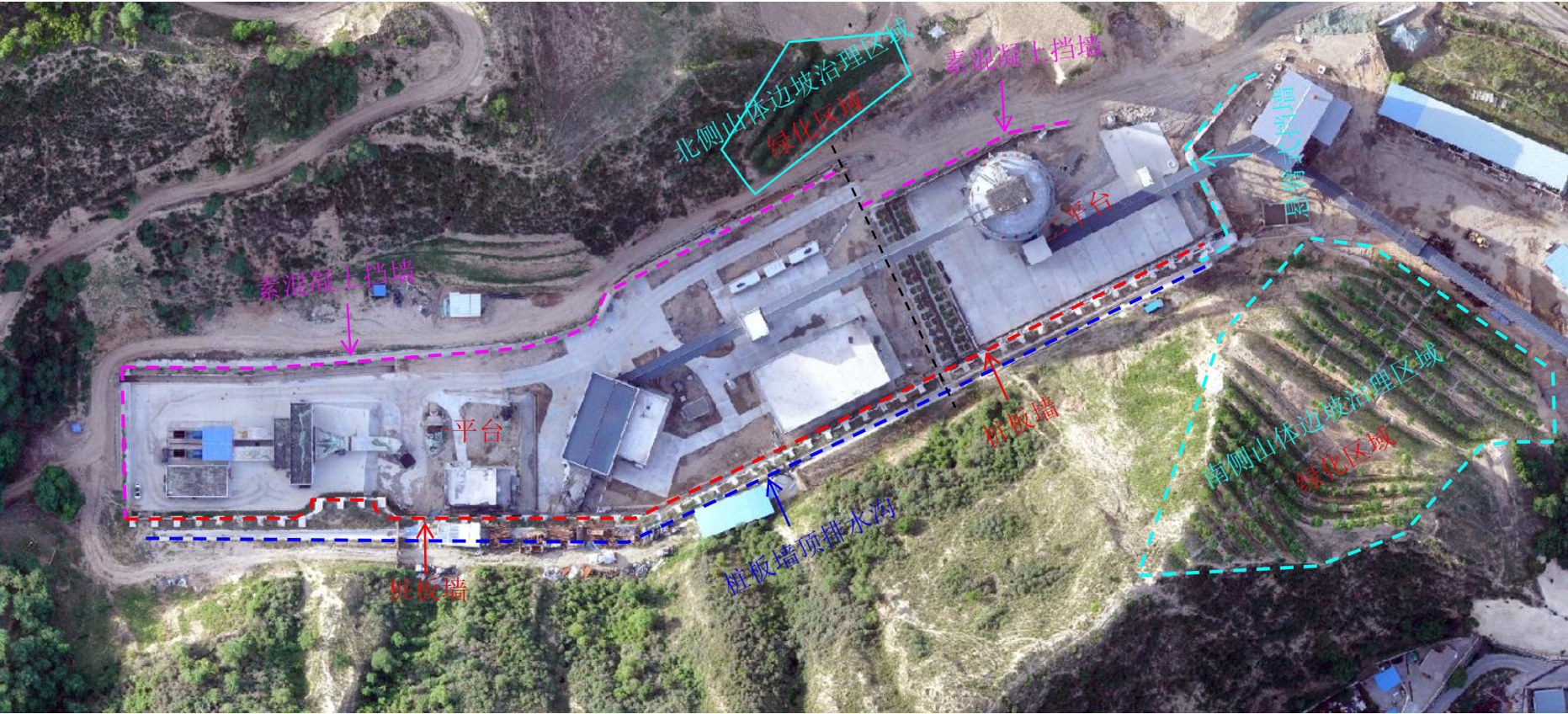


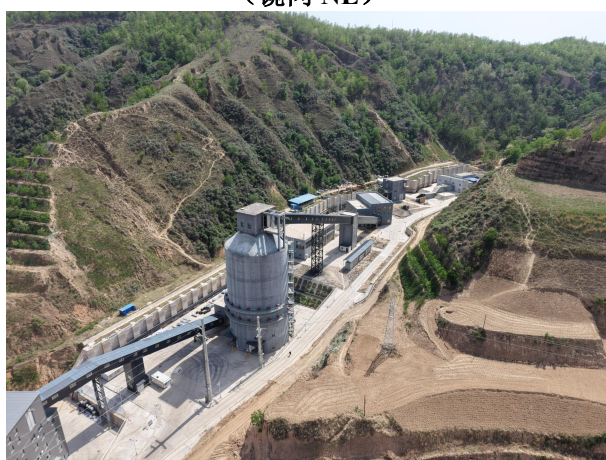
图 1.5-2 技改工业场地边坡治理现状图



照片 1.5-4 南侧山体边坡治理区现状照片（镜向 NE）



照片 1.5-5 北侧山体边坡治理区现状照片（镜向 NE）



照片 1.5-6 挡板墙工程现状照片（镜向 NE）



照片 1.5-7 挡板墙工程细部现状照片（镜向 NE）

### 5、绞车房山体治理工程（2023 年已验收）

采用了开挖土方整修边坡、锚杆钻孔、注浆、挂网、喷射混凝土的措施治理。治理工程共整修边坡  $2560\text{m}^2$ ，挂网  $2560\text{m}^2$ ，喷射混凝土  $424.48\text{m}^3$ ，坡面喷漆  $2560\text{m}^2$ 。



照片 1.5-8 绞车房山体治理工程现状照片（镜向 W）

## 6、地面塌陷区治理工程（15210 工作面）（2024 年已验收）

采取清理山体滑塌土方、地表裂缝充填、土地平整、土壤培肥、苗木补植的治理措施对 15210、15212 工作面地表的裂缝进行充填；采取表土剥离、土方开挖、回填夯实、土地平整、土壤培肥、土地翻耕等工程措施对工作面地表受开采影响的耕地进行复垦，复垦区域面积共 5.35hm<sup>2</sup>。



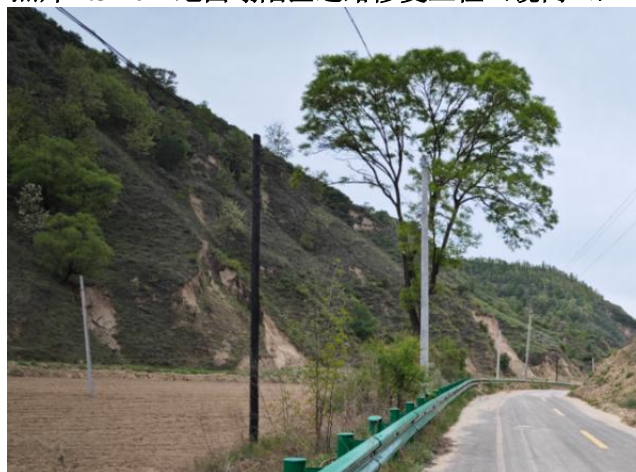
照片 1.5-9 地面塌陷区边坡清理工程（镜向 SW）



照片 1.5-10 地面塌陷区道路修复工程（镜向 N）



照片 1.5-11 地面塌陷区复垦工程（俯视图）



照片 1.5-12 输电线杆扶正工程（镜向 NE）

## 7、民用低压输电线路修复工程（2024 年已验收）

完成扶正 15210、15212 工作面北部受开采影响倒伏的输电线杆 26 根，线路总长度 3.5km。

## 8、矿山地质环境监测工程（2024 年已验收）

### （1）矿山地质环境与土地复垦监测工程

禾草沟一号煤矿 2020-2024 年对不稳定地质体、含水层、地形地貌景观、水土环境质量、土地损毁与复垦进行了监测，工业场地共部署自动化监测点 5 个，安装 GNSS 一体机 4 台、无线倾角加速度计 1 台，声光报警器 2 台、雨量计 1 台、警示牌 3 块；地面塌陷区

部署监测点 3 个，安装 GNSS 一体机 2 台，建设了自动化监测平台，2023 年 9 月监测设备已全部上线正常运行，完成了主管部门组织的监测工程自动化设备安装竣工验收。

表 1.5-7 监测设备安装情况一览表

序号	设备名称	设备型号	设备编号	安装位置	监测点编号
1	GNSS 接收机	ZDHD-GP30	20070100016497	15210 工作面(北)	禾草一矿 GNSS-01 号
2	GNSS 接收机	ZDHD-GP30	20070100016580	15210 工作面	禾草一矿 GNSS-02 号
3	GNSS 接收机	ZDHD-GP30	20070100007548	炸药库上方	禾草一矿 GNSS-03 号
4	GNSS 接收机	ZDHD-GP30	20070100007650	副斜井上方	禾草一矿 GNSS-04 号
5	GNSS 接收机	ZDHD-GP30	20070100007542	联建楼后方	禾草一矿 GNSS-05 号
6	GNSS 接收机	ZDHD-GP30	20070100007708	材料库上方	禾草一矿 GNSS-06 号
7	雨量计	ZDHD—JYL	ZRTU0062682327	炸药库下方	禾草一矿雨量-07 号
8	声光报警器	ZDHD-YBJ	ZYBJ0068274111	办公楼西侧	禾草一矿报警器-08 号
9	数据采集仪	ZDHD-RTU	ZRTU0062682327	办公楼南侧	禾草一矿雨量-07 号
10	声光报警器	ZDHD-YBJ	ZYBJ0068274111	炸药库下方	禾草一矿报警器-09 号
11	无线倾角加速度计	ZDHD-ZWQJZD	ZQJZDB68203300	大门口对面边坡	禾草一矿倾角-10 号

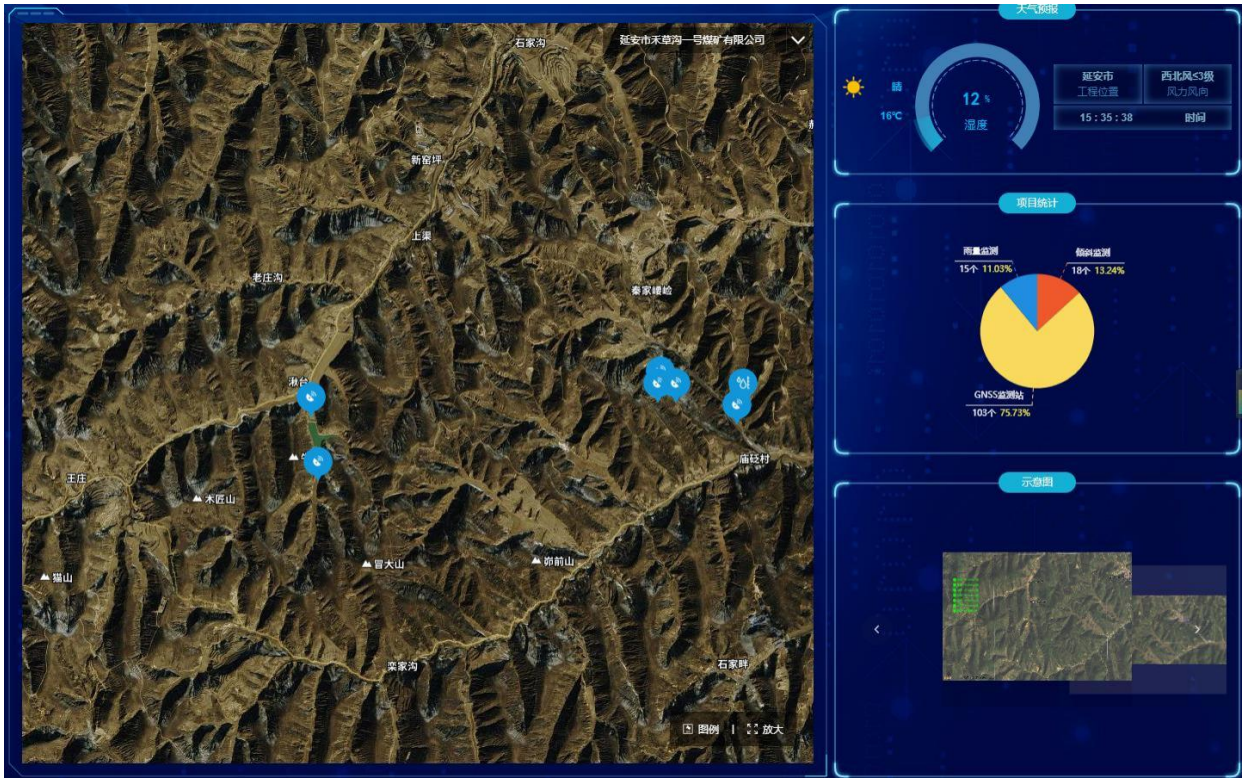
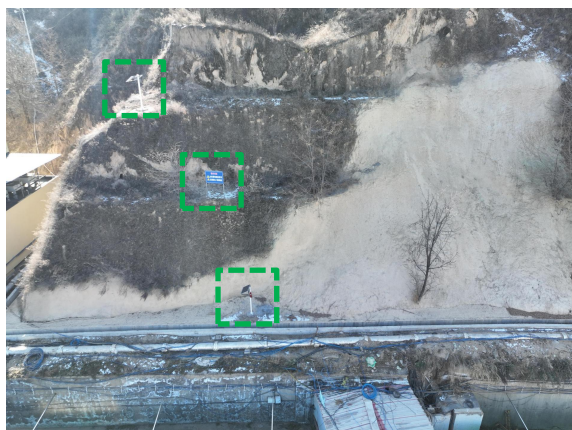


图 1.5-3 自动化监测平台设备分布图



照片 1.5-13 生产楼滑坡 H2 监测设备影像



照片 1.5-14 机修车间滑坡 H1 监测设备影像



照片 1.5-15 临时材料库崩塌 B2 监测设备影像



照片 1.5-16 炸药库后方边坡监测设备影像

在栾家沟村和庙砭村村民水井部署含水层水质人工采样监测点位，开展人工采样送检；在矿区内地表水源处部署 2 个地表水水质监测点，在工业场地等部署 2 个土壤环境监测点，每年进行 1 次现场采样全分析；利用高分遥感影像和无人机航测对全矿区地形地貌景观进行监测采矿造成的地面塌陷、地表裂缝和废渣堆等分布区域。监测内容主要为地表高程、地形坡度的变化和较大裂缝对地形地貌景观、植被生长的影响情况。

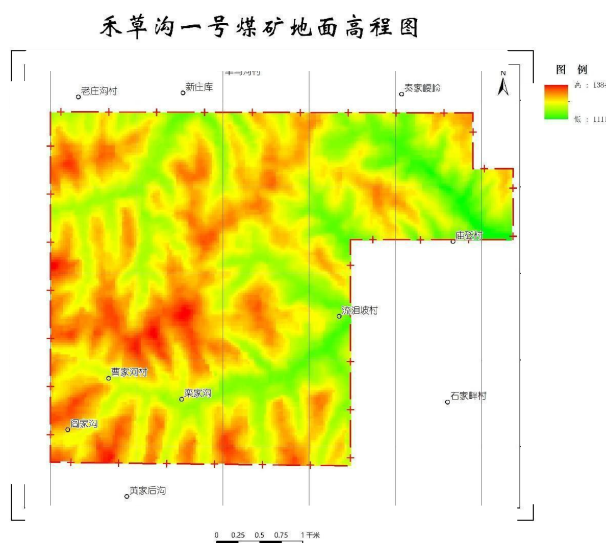


图 1.5-4 地面高程监测成果图

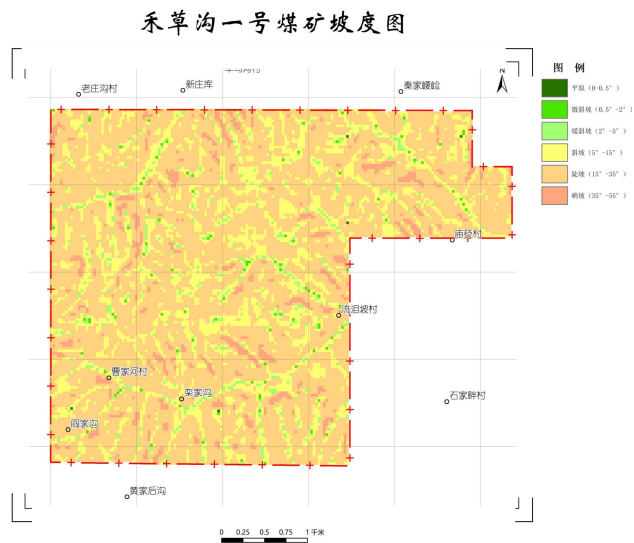


图 1.5-5 地面坡度监测成果图

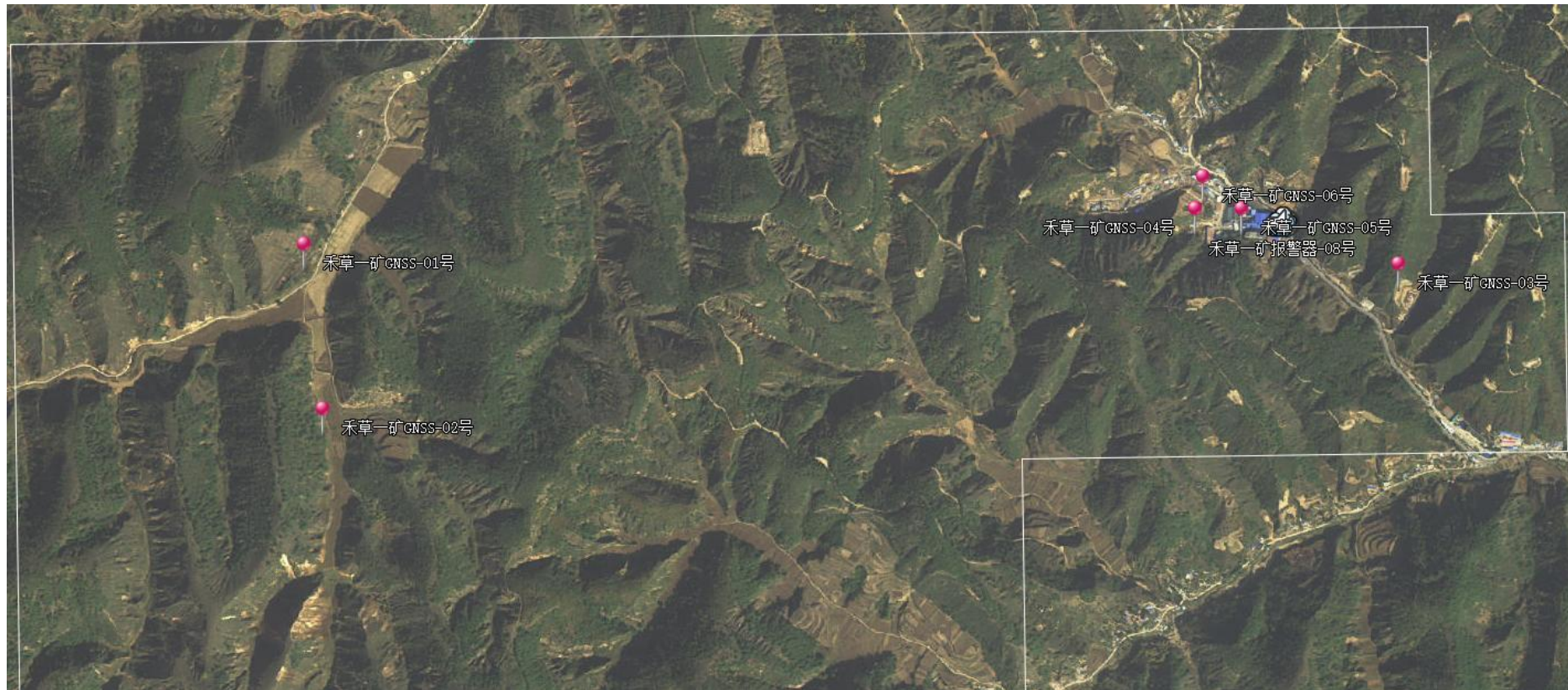


图 1.5-6 禾草沟一号煤矿监测点部署位置影像图

## 9、地质环境人工巡查项目（2024 年已验收）

通过人员巡查的方式，对开采的塌陷区影响范围进行巡查，监测区内地面塌陷及伴生裂缝的发育，监测地裂缝、地面塌陷对建筑物、公路的受破坏程度，地面裂缝变形采用地面观察及钢尺丈量等方法。

工业场地周边不稳定地质体定期进行人工巡查，地质发育位置竖立警示标志，记录形成巡查台账。



照片 1.5-17 部分人工巡查照片 1（镜向 S）



照片 1.5-18 部分人工巡查照片 2（镜向 NW）

### （四）周边矿山地质治理与土地复垦情况分析

对禾草沟一号煤矿周边开采现状调查分析，选择羊马河煤矿为类比矿山（位于禾草沟一号煤矿北侧），针对矿山地质环境与土地复垦情况进行对比分析。该矿地貌类型、开采方式、开采煤层均与本项目类似，作为煤矿拟实施措施参考案例。

#### 1、基本概况

羊马河煤矿位于子长市城西南约 10km 处，处于子长矿区中西部，行政区划隶属瓦窑堡街道办事处和余家坪镇管辖，生产规模 3.0Mt/a，矿区面积为 27.8918km<sup>2</sup>，开采煤层：5、3 号煤层。

#### 2、矿山不稳定地质体治理

##### （1）工业场地边坡治理工程

羊马河煤矿对工业广场东侧、南侧、北侧边坡进行削方，留设台阶，工程量约 624000m<sup>3</sup>，修建边坡横向截水沟及纵向截水沟工程总长约 5000m，边坡底部浆砌石挡墙长约 2000m，东侧边坡修建了拱形骨架护坡等，见照片 1.5-19～照片 1.5-20。



照片 1.5-19 场地边坡治理 1（镜向 NW）



照片 1.5-20 场地边坡治理 2（镜向 NE）

### （2）进场道路两侧临时用地复垦工程

羊马河煤矿对进场道路两侧临时用地进行了治理，复垦措施主要为植被恢复，已种植杨树、樟子松等植被，撒播草籽  $0.10\text{hm}^2$ ，复垦面积  $0.26\text{hm}^2$ ，见照片 1.5-21。



照片 1.5-21 进场道路两侧临时用地复垦（镜向 SE）

### （3）工业场地绿化工程

羊马河煤矿于 2021 年对工业场地及场地边坡进行了绿化工程，提高了矿区美观程度，改善了矿区环境，见照片 1.5-22~照片 1.5-23。



照片 1.5-22 场地绿化 1（镜向 NE）



照片 1.5-23 场地绿化 2（镜向 W）

### （五）取得的经验及教训

禾草沟一号煤矿与羊马河煤矿具有相似的地质条件、开采方式、开采条件、土壤条件与损毁地类，通过多年的实践，结合禾草沟一号煤矿多年的矿山地质环境治理恢复与土地复垦治理经验以及相近区域周边矿山采取的矿山地质环境治理措施及生产现状，摸索出了适合本矿实际的矿山地质环境治理与土地复垦经验，从而选择更加合理的处理措施。

#### 1、禾草沟一号煤矿与周边相邻煤矿矿山地质治理与土地复垦取得的经验

（1）禾草沟一号煤矿崩塌 B2 通过“削坡工程+排水工程+植被恢复工程”等措施进行了治理，可有效解除不稳定地质体的威胁；通过栽植树木可有效恢复地形地貌景观。

（2）禾草沟一号煤矿 2024 年对 5 号煤 152 盘区 15212、15210 工作面开采引起的地面塌陷区进行了土地复垦，采用了裂缝开挖、裂缝回填、平整等方式对伴生地裂缝进行了治理，参考禾草沟一号煤矿上期方案适用期裂缝填充经验，对出现的地裂缝要及时填充，对沉陷损毁土地施行免耕、深松及生物改良等方式，增加土壤蓄水量，提升土壤肥力，提高土地生产力水平；塌陷区硬化设施（混凝土道路、水泥道路等）损毁较明显，影响道路正常通行，须在路面塌陷后对其进行紧急处理，待沉稳后对其进行维修。

（3）临时排矸场规范堆矸，对临时损毁区域及时进行临时复垦措施，避免矸石裸露造成地形地貌景观破坏；周边应及时维护好排水设施，确保场地内排水通畅。

（4）根据禾草沟一号煤矿上期方案适用期对零星搬迁村庄宅基地拆除复垦经验，针对废弃采矿用地及搬迁村庄宅基地可在清理、平整、翻耕后，就地实施土壤培肥（采用撒播或条播豆科植被毛叶苕子），改良土壤环境，增加土壤有机质含量。

（5）根据禾草沟一号煤矿以往开采经验和资料分析，由于子长地区地表以第四系中上更新统黄土为主，岩性浅黄色砂质黏土、粉土为主，土质疏松，工程地质条件差，遇到采动影响后抗压抗剪强度快速降低，在高陡边坡区域极易形成整体垮塌，形成次生边坡，

威胁开采区所在沟道底部耕地、道路等。为了确保开采区及周边人员和财产安全，先完成专项评估后再进行开采，划定相应的开采警戒线。

（6）煤矿应对矿山不稳定地质体、含水层、地形地貌、水土环境、土地复垦治理效果等进行监测，加强监测成果数据分析总结，切实应用到治理工程中，定期对全矿区进行航拍制作正射图，准确把握煤矿矿山地质环境动态变化情况及周期，进而有效地提出防治措施，为更好地治理矿山提供了有力的技术支撑。

## **2、治理过程中的问题**

（1）受煤矿开采引起的采动边坡区域采前警戒、采后治理不及时，复垦区局部管护和监测工作有所欠缺。

（2）煤矿现有监测体系尚未开展生态系统监测工作，未纳入地表水面积变化、植被群落结构、生物多样性、生态系统状况等生态系统指标。

## 第二章 矿区基础信息

### 一、矿区自然地理

#### （一）气象

子长市属中温带大陆性干旱半干旱季风气候。春季干燥多风沙，夏季炎热多雷雨，秋季晴朗降温快，冬季干冷雨量少。冬季长达六个月（从十月至次年四月），受寒流影响，严寒干燥。夏季仅有三个月（六月至八月），气候温和。根据子长市近十年月度温度统计，1 月份温度最低，平均为-4.5℃，7 月份最高，平均为 23.0℃。

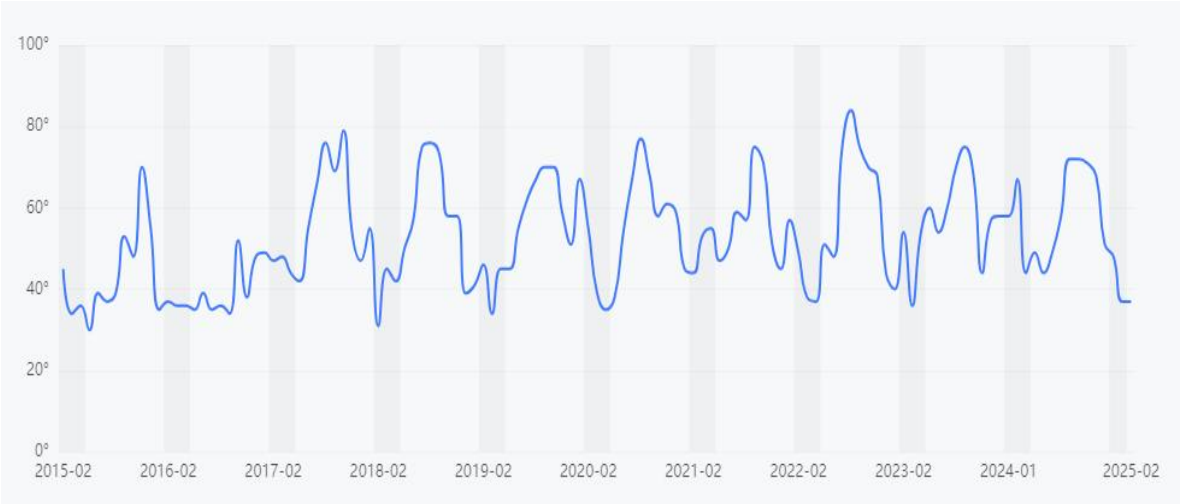


图 2.1-1 子长市相对湿度变化

境内雨量较少，季节变化明显，7、8、9 月为雨季，占全年降水量的 55～65%，且多雷雨及暴雨，往往伴有洪、雹灾害。根据子长市近十年月度降水统计，年平均降雨量 514.7mm。1~7 月降水量呈上升趋势，7~12 月降水量呈下降趋势，主导风向西北，最大冻土深度 103cm。

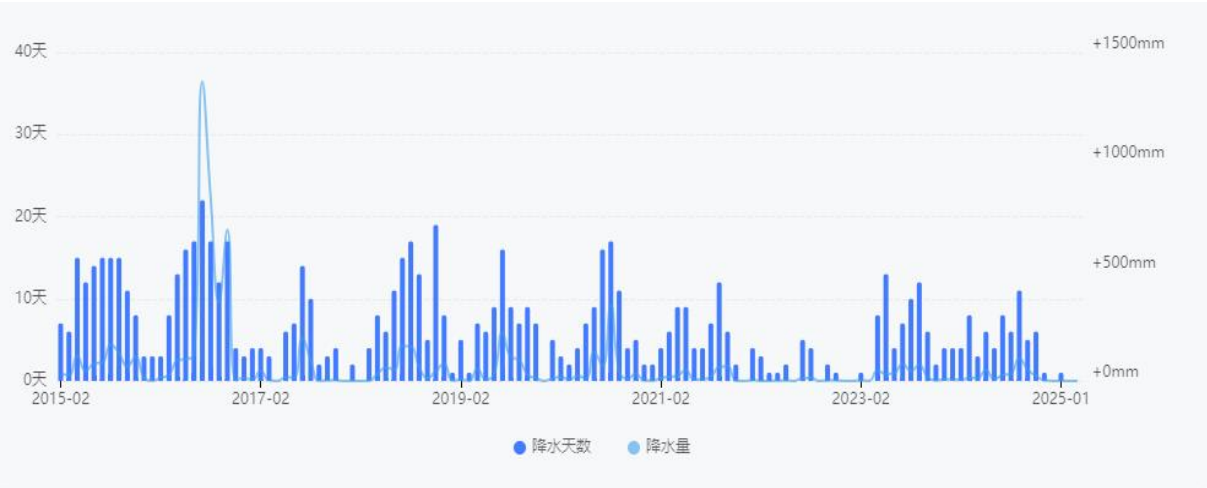


图 2.1-2 子长市历年降水分布（资料来源于和风天气官网）

**表 2.1-1 项目区所在区域其他气象概况表**

子长市气象观测站（2015 年-2025 年 2 月）观测资料		
日数（d）	降水日数	85
	大风日数	7.9
	无霜期	175
蒸发量（mm）	年蒸发量	1086
	年最大蒸发量	2085.0
	年最小蒸发量	1720.0
风速（m/s）	最小风速	1.4
	最大风速	15.0
	年平均风速	1.76
	最大风速	17.0
主导风向		西北
最大冻土深度（cm）		103

## （二）水文

禾草沟一号煤矿位于子长矿区南部黄土丘陵梁峁区，梁窄沟密，植被稀少，水土流失严重。矿区地表水系属羊马河流域，羊马河从南西向北西在磁窑村汇入南河，流量 10.48~55.10L/s，一般 18.96L/s。羊马河支流永坪川横穿矿区，流量 0.54~10.22L/s，一般 3L/s 左右。每年 3 月份冰雪融化期和 7~9 月分降雨季节为区内各河流的丰水期；5~6 月份及冬季为枯水期，还分布有郝家沟、湫台沟等支流，根据现场调查支流未发现地表流水。据以往资料统计，大部分地表水属中~微强矿化水，矿化度多在 0.4~0.6g/L，总硬度 10.0~15.0H°，PH 值为 7.1~8.0。

近期 5 年开采 5 号煤的 152 盘区 15210、15208、15206、15204 工作面，共 4 个工作面，仅涉及湫台沟、余则沟、小关里沟等支流，均为季节性河流。



照片 2.1-1 永坪川（镜向 SW）



照片 2.1-2 永坪川（镜向 NE）

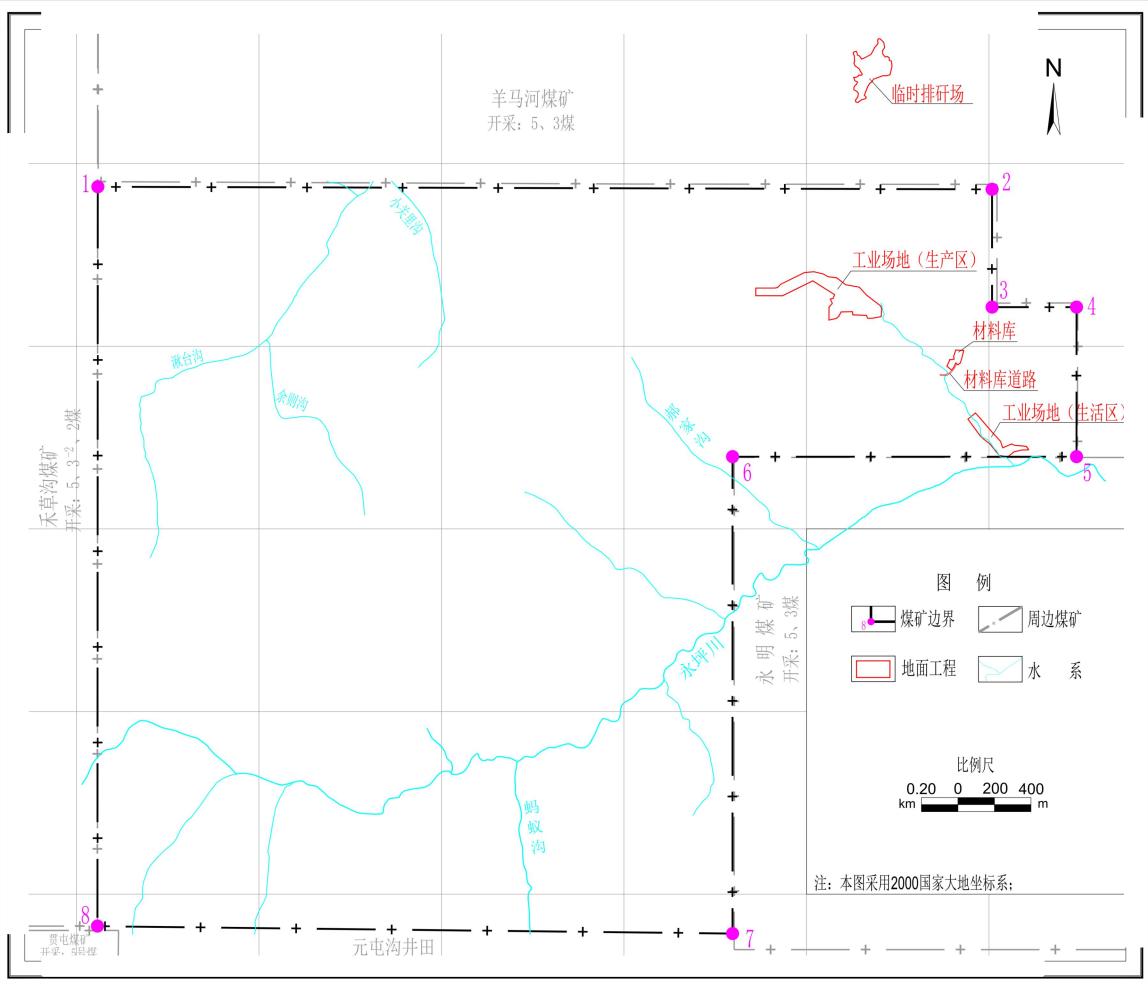


图 2.1-3 矿区水系分布图

（三）地形地貌

本区位于陕北黄土高原腹地，属典型的黄土高原地貌。地貌单元属黄土梁峁沟壑区，可细分为黄土梁峁地貌、沟谷地貌（照片 2-1-3）。区内沟谷纵横，地形支离破碎，地表大部分被第四系黄土所覆盖，沟谷两侧有新近系及基岩出露，沟谷呈树枝状分布，形成黄土梁、峁、沟相间地形。地形总趋势为西高东低。最高处位于冒天山，海拔+1404.47m，最低位于庙砭海拔+1100m，相对高差 304.47m。

1、黄土梁峁地貌

区内大部分被黄土覆盖，区内沟谷纵横，地形破碎、梁峁相间、地表侵蚀、冲刷严重，沟谷呈树枝状分布，形成梁、峁、沟谷相间地貌，黄土地层出露于山梁、山坡地带。海拔多大于 1250m，梁峁起伏 150~200m，梁峁一般呈现一陡两缓的阶梯地形，自上而下依次为：①梁峁顶坡缓坡段，坡度一般在 15°左右，梁形浑圆，呈馒头状，两梁之间有鞍部（俗称塬）相连。②梁峁斜坡陡坡段，为侵蚀陡坎，高度 1.50~2.50 米，坡度大于 35°。③梁峁边坡缓坡段，位于沟缘线与梁脊之间，坡度为 15~25°，呈长条形沟缘沿分布。

## 2、沟谷地貌

主要分布于区内禾草沟及其支沟等沟谷地带，沟谷宽度不一，一般 20~100m，最大 200m 左右，沟口多修建淤地坝，较为肥沃，为主要农田区，海拔 1000~1200m，分为河谷地（河漫滩、一、二级阶地）、沟谷地。

近期 5 年开采 5 号煤的 152 盘区 15210、15208、15206、15204 工作面，共 4 个工作面，开采影响区以沟谷地面为主。

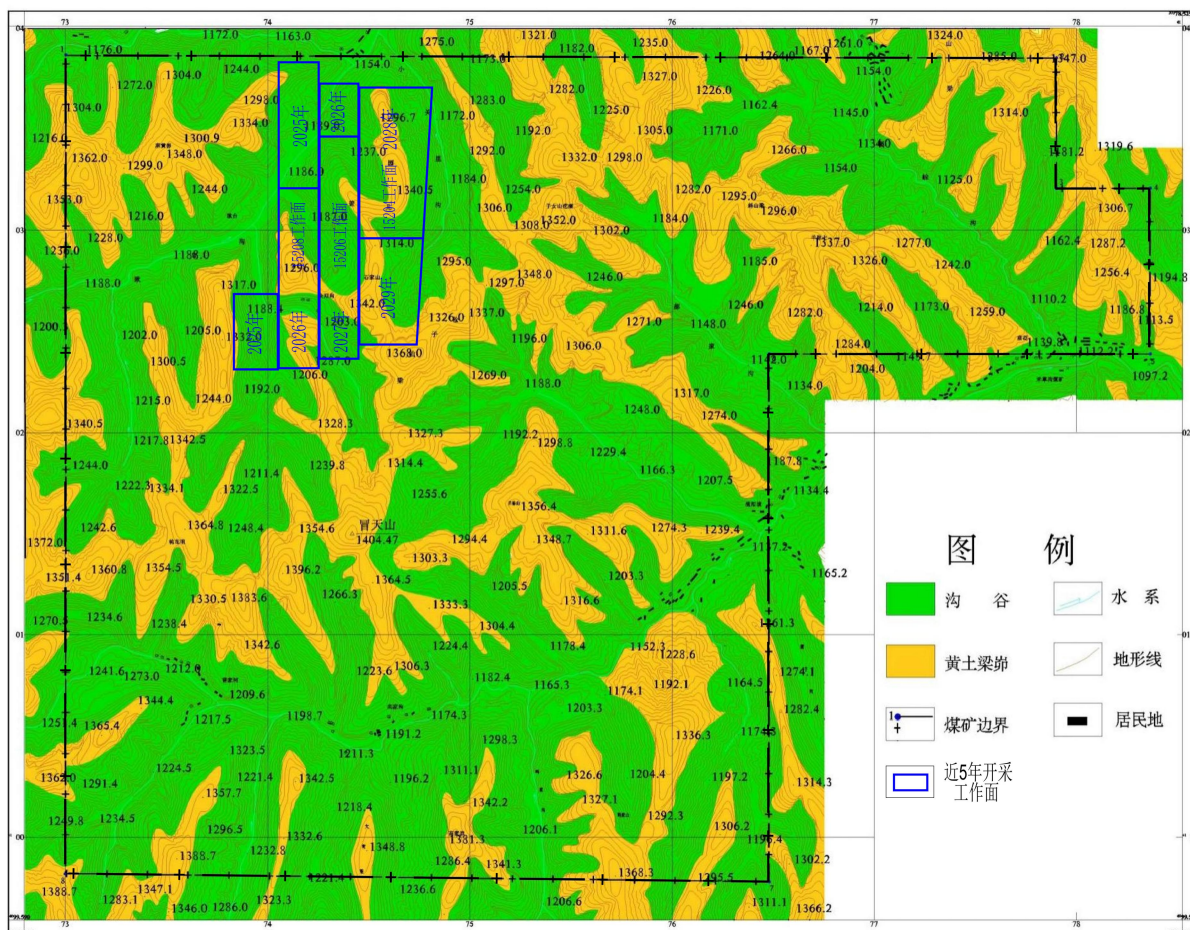


图 2.1-4 矿区地貌类型图



照片 2.1-3 黄土梁峁地貌（镜向 NW）



照片 2.1-4 沟谷地貌（镜向 E）

#### （四）植被

参考中国科学院中国植被图编辑委员会编撰的《中国植被图集》（2001 年），调查区植被类型分为乔木、灌丛、草丛和人工植被四个类型，以乔木植被为主，占比 36.25%；其次为天然牧草地植被，占比 28.99%，本区乔木适生植被有刺槐、榆树和柳树等，灌木适生植被有紫穗槐、柠条和沙柳等，草本适生植被有紫花苜蓿和沙打旺等。区内植被见照片 2.1-5~2.1-8。



照片 2.1-5 乔木植被（镜向 S）



照片 2.1-6 灌丛植被（镜向 SW）



照片 2.1-7 草丛植被（俯视图）



照片 2.1-8 农业植被（镜向 W）

#### （五）生态状况

对项目区范围内生态本底进行了调查，主要包括生态系统状况、生态系统格局、生物多样性等，本区不涉及生态保护红线、自然保护地和生物多样性保护优先区等情况。

##### 1、生态系统状况

根据《陕西省生态功能区划》，禾草沟一号煤矿位于国家重点生态功能区，属于陆地生态系统。包含了七大生态系统纲中的四个纲，即森林生态系统，灌丛生态系统，草地生态系统，农田生态系统，以森林生态系统为主，针对各生态系统进行样方调查，项目区内无古树名木，未发现国家和省级保护的植物。

## (1) 样方设置

样方布点原则：考虑煤矿开采的生态影响特性，在采空塌陷区、拟开采塌陷地开采区代表性区域设置调查样方；根据遥感解译出的调查范围内植被类型和分布情况，针对不同的主要植被类型，设置有代表性的样地进行样方调查。

样方大小：本次调查乔木植被样方大小设置为  $10\text{m} \times 10\text{m}$ ，灌木样方大小为  $5\text{m} \times 5\text{m}$ ，草本样方面积设置为  $2\text{m} \times 2\text{m}$ ；乔木样方逐株调查种名、高度、株数等指标，灌木和草本样方中需调查植株种名、高度、株（丛）数、盖度等群落特征。

## (2) 样方调查结果

项目区位于陕北黄土梁峁丘陵灌木草原区、子长梁峁丘陵禾草草原植被区，植被覆盖度约 29%。参考中国科学院中国植被图编辑委员会编撰的《中国植被图集》（2001 年），植被类型包括大针茅草原、紫穗槐灌丛和农业植被，以大针茅草原为主。

大针茅草原是区内的主要植被类型，广泛分布于黄土梁和黄土谷坡，主要的植被种类有大针茅、长芒草、白羊草、芨芨草、隐子草、铁杆蒿等。紫穗槐灌丛分布面积较小，仅零星分布在黄土谷坡，主要植被种类有紫穗槐、黄刺玫、狼牙刺、酸枣等。农作物分布于梁峁缓坡地、河谷阶地，为一年一熟，主要有谷子、大豆、土豆、玉米和荞麦等。



照片 2.1-9 乔木林地样方调查（镜向 N）



照片 2.1-10 灌木林地样方调查（镜向 SE）



照片 2.1-11 草地样方调查（镜向 S）



照片 2.1-12 草地样方调查（镜向 W）

2、生态系统格局

项目区位于黄土高原丘陵沟壑区，属黄河多沙粗沙国家级水土流失重点治理区，煤矿对土地的损毁主要为地面工程设施的占用、压占和采煤引起的沉陷损毁，煤矿根据《方案》和开采实际积极开展矿山地质环境治理、土地复垦工程，主要集中在崩塌、滑坡、受损道路、输电线路的修复、矸石周转场的复垦及开采影响范围的土地复垦，不稳定地质体、含水层、地形地貌景观、水土环境监测，以及土地损毁监测、植被恢复监测措施和管护工程等，在开采资源的同时，有效地保障了该区生态环境，为野生动物提供了栖息地，进一步优化了生态空间结构。

为了科学评价煤矿建设对生态环境的影响，禾草沟一号煤矿采用遥感技术对评价区生态环境要素进行解译，结合地理信息系统方法，编制生态环境专题图件，查明土地利用现状、植被覆盖度及遥感生态指数的空间分布特征，目的是为矿区地质环境与土地复垦提供科学依据，通过 2023 年监测成果，本区生态环境逐渐向好发展。

(1) 植被覆盖度

2018 年矿区范围内五级植被覆盖面积为 21.51hm<sup>2</sup>，占矿区面积的 1.30%。四级植被覆盖面积为 50.22hm<sup>2</sup>，占矿区面积的 3.02%。三级植被覆盖面积为 521.19hm<sup>2</sup>，占矿区面积的 31.39%。二级植被覆盖面积为 684.85hm<sup>2</sup>，占矿区面积的 41.25%。一级植被覆盖面积为 382.53hm<sup>2</sup>，占矿区面积的 23.04%。

2023 年矿区范围内五级植被覆盖面积为 14.13hm<sup>2</sup>，占矿区面积的 0.85%。四级植被覆盖面积为 35.82hm<sup>2</sup>，占矿区面积的 2.16%。三级植被覆盖面积为 445.59hm<sup>2</sup>，占矿区面积的 26.84%。二级植被覆盖面积为 690.61hm<sup>2</sup>，占矿区面积的 41.60%。一级植被覆盖面积为 474.15hm<sup>2</sup>，占矿区面积的 28.56%。

从 2018-2023 的变化趋势上看，三、四、五级覆盖的面积有所减少，一、二级覆盖面积是逐渐增加。

表 2.1-2 植被覆盖度分布面积统计表

分类	2018		2023		变化
	面积（hm <sup>2</sup> ）	占比（%）	面积（hm <sup>2</sup> ）	占比（%）	
五级植被覆盖	21.51	1.30	14.13	0.85	-7.38
四级植被覆盖	50.22	3.02	35.82	2.16	-14.4
三级植被覆盖	521.19	31.39	445.59	26.84	-75.6
二级植被覆盖	684.85	41.25	690.61	41.60	5.76
一级植被覆盖	381.81	23.04	473.43	28.56	91.62
总计	1659.58	100.00	1659.58	100.00	
注：资料来源于禾草沟一号煤矿 2023 年监测成果；					

(2) 生态指数

根据遥感解译结果，2018 年矿区范围内生态指数 0.8-1 面积为 207.09hm<sup>2</sup>，占矿区面积的 12.47%。0.6-0.8 面积为 400.95hm<sup>2</sup>，占矿区面积的 24.15%。0.4-0.6 面积为 565.42hm<sup>2</sup>，占矿区面积的 34.06%。0.2-0.4 面积为 360.45hm<sup>2</sup>，占矿区面积的 21.71%。0-0.2 面积为 126.39hm<sup>2</sup>，占矿区面积的 7.61%。

2023 年矿区范围内生态指数 0.8-1 面积为 356.76hm<sup>2</sup>，占矿区面积的 21.49%。0.6-0.8 面积为 500.35hm<sup>2</sup>，占矿区面积的 30.14%。0.4-0.6 面积为 471.06hm<sup>2</sup>，占矿区面积的 28.37%。0.2-0.4 面积为 264.96hm<sup>2</sup>，占矿区面积的 15.96%。0-0.2 面积为 66.45hm<sup>2</sup>，占矿区面积的 4.04%。

从 2018-2023 的变化趋势上看，差、较差、中等生态指数面积是减少的，良好、优生态指数面积是逐渐增加，这也说明矿区内植被生长情况在逐渐向好的方面发展。

表 2.1-3 生态指数分类面积统计表

分类	2018 年		2023 年		变化
	面积（hm <sup>2</sup> ）	占比（%）	面积（hm <sup>2</sup> ）	占比（%）	
0.8-1	207.09	12.47	356.76	21.49	149.67
0.6-0.8	400.95	24.15	500.35	30.14	99.4
0.4-0.6	565.42	34.06	471.06	28.37	-94.36
0.2-0.4	360.45	21.71	264.96	15.96	-95.49
0-0.2	125.67	7.61	66.45	4.04	-59.22
总计	1659.58	100.00	1659.58	100.00	

注：资料来源于禾草沟一号煤矿 2023 年监测成果；

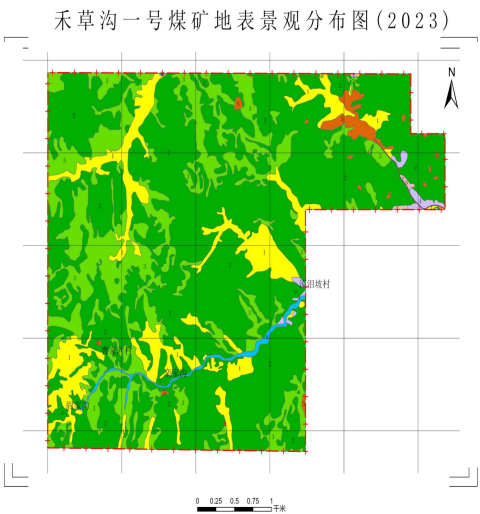


图 2.1-5 地表景观监测成果图

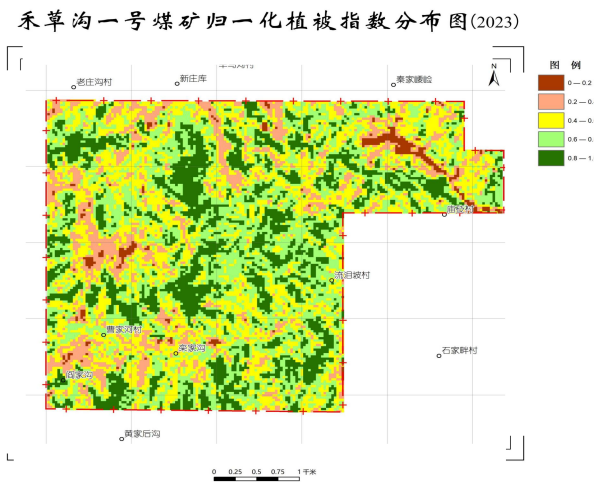


图 2.1-6 归一化植被指数监测成果图

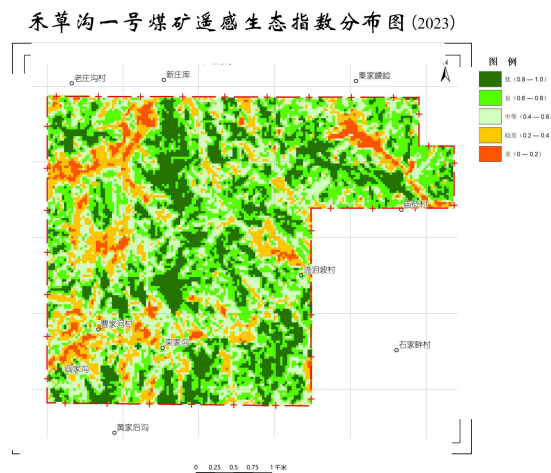
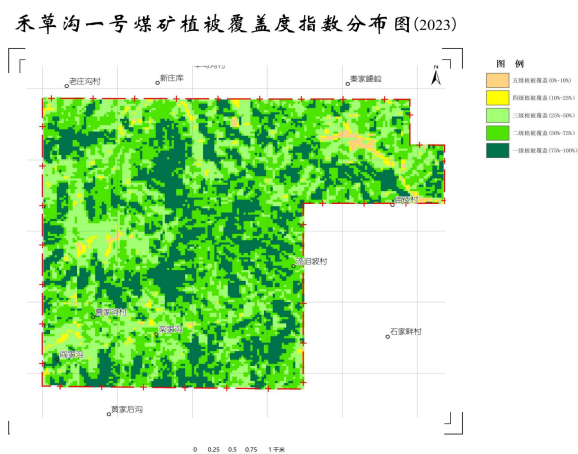


图 2.1-7 植被覆盖度指数监测成果图

图 2.1-8 遥感生态指数监测成果图

### 3、生物多样性

生物多样性本区主要体现在植物多样性和动物多样性，植物多样性见生态系统状况小节内容，以下主要对动物多样性进行叙述。

### (1) 动物多样性

1) 野生动物

根据现状调查和收集资料，区内野生动物组成比较简单，种类较少，多为常见种类，物种组成以小型兽类和禽类为主。兽类主要有黄鼬、狗獾、蒙古兔、花鼠、达吾尔黄鼠、大仓鼠、小家鼠等；禽类主要有啄木鸟、小沙百灵、家燕、喜鹊、大嘴乌鸦、麻雀等。

## 2) 饲养动物

家畜主要有羊、牛、马、驴、骡、猪、兔、犬、猫等。

家禽主要有鸡、鸭、鹅等。

现场调查时未发现国家和省级珍稀保护的动物物种。

## (六) 土壤

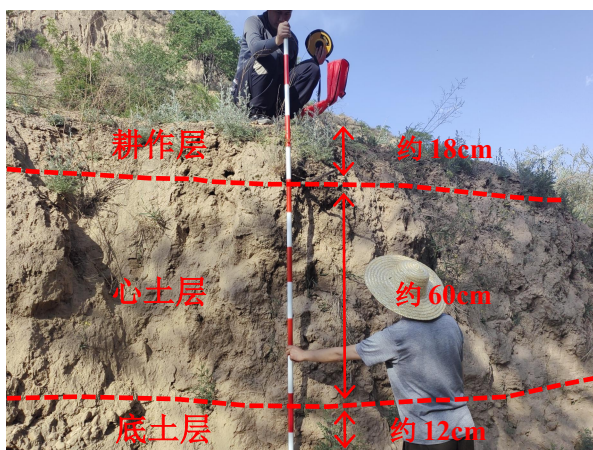
项目区范围内土壤主要以黑垆土、黄绵土和红粘土为主，典型土壤剖面见照片2.1-13~2.1-16。

1、黑垆土：主要分布在区内平缓的塬面及梁峁之间的鞍部，是黄土质土经人们长期施加土粪、长期耕种、堆积覆盖而形成的，呈现暗灰棕色，粉壤土，团粒和团块状结构，疏松软绵，易耕作；黑垆土母质为黄土或黄土状物质，土体结构，上部为活土层，下部为过渡层，有机质及养分含量较高，结构良好，透水、透气，便于耕作，有利于植物根系的生长。

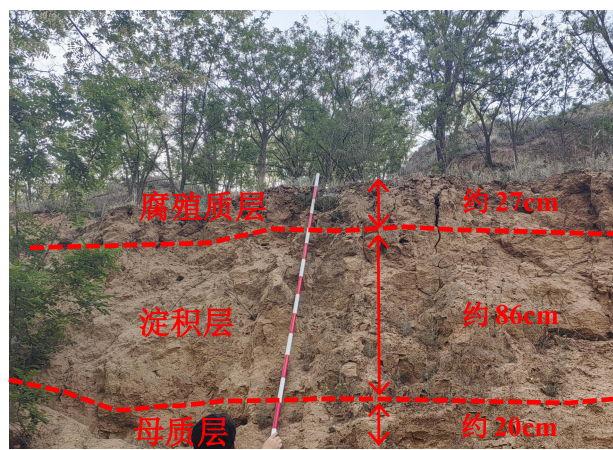
2、黄绵土：分布于区内梁峁坡地和川道高阶地上，是在原生或次生黄土母质上形

成的土壤。它没有明显的剖面发育层次,仅有熟化层和母质两个层次组成。全剖面颜色、质地、结构比较均一,土层深厚,土体疏松多孔,多为中壤,便于耕作,宜种性好,发苗性好,是良好的农业土壤。

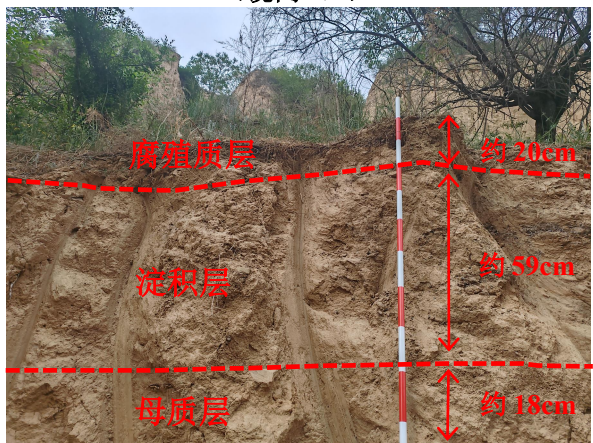
3、红粘土:分布于区内的坡度较冲积土大、土壤侵蚀严重的梁峁坡地、沟沿、土壤及沟坡上,有机质含量较高,酸性土壤,含有不规则的层状钙质结核,失水干裂,透水性差,能起隔水作用。局部地段下部有10~30cm厚的砾石层,致密坚硬,不适宜农作物生长。



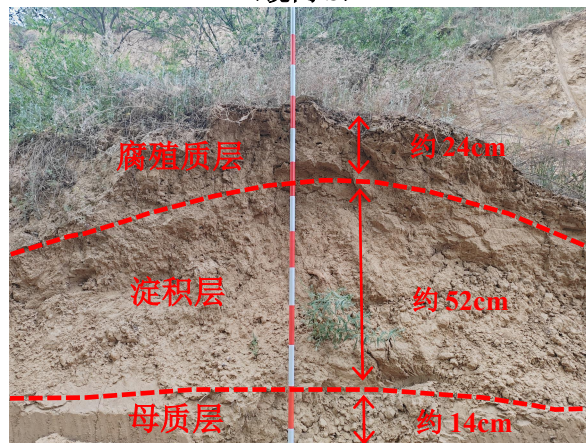
照片 2.1-13 旱地（黄绵土）土壤剖面  
（镜向 NE）



照片 2.1-14 果园（黑垆土、桑树）土壤剖面  
（镜向 S）



照片 2.1-15 乔木林地（黄绵土、榆树）土壤剖面  
（镜向 SW）



照片 2.1-16 天然牧草地（黄绵土、黄蒿）土壤剖面  
（镜向 W）

## 二、矿区地质环境背景

### （一）地层岩性

煤矿区内地表多被上更新统马兰组（ $Q_3m$ ）地层覆盖。沟谷中有侏罗系中统延安组和少量的瓦窑堡组第三、四段地层出露。据地质填图和钻孔揭露的地层由老到新依次为：中生界三叠系上统永坪组（ $T_{3y}$ ）、瓦窑堡组（ $T_{3w}$ ）、侏罗系中统延安组（ $J_{2y}$ ）、新生界新近系上新统静乐组（ $N_{2j}$ ），第四系中更新统离石组（ $Q_{2l}$ ），上更新统马兰组（ $Q_{3m}$ ）。

各地层岩性、厚度见表 2.2-1。

### 1、中生界三叠系上统永坪组 ( $T_3y$ )

为三叠系含煤地层的基底，岩性以灰绿、灰白色中粒石英砂岩为主，夹细粒砂岩及粉砂岩薄层，局部含油。该组仅在钻孔中揭露，但无钻孔穿透，厚度不详。

### 2、中生界三叠系上统瓦窑堡组 ( $T_3w$ )

为本区的含煤地层，区内地表沟谷底有零星出露。据以往地质资料，该组厚度 287.19~505.03m，平均厚度 347.24m。与下伏永坪组整合接触。该组一般由五个旋回（五个段  $T_3w^{1-5}$ ）组成，每旋回下部为灰黑色中~细粒砂岩、泥岩和粉砂岩交互出现，富含钙质结核和植物化石；中部为灰色中细粒砂岩、粉砂岩、深灰色泥岩和粉砂岩互成韵律；上部为主要含煤段，为黑色粉、细砂岩互层。该组共含煤层 6 层，其中 5 号煤层、3 号煤层为全区可采煤层，2 号煤层为区内局部可采煤层。

### 3、侏罗系中统延安组 ( $J_2y$ )

沿主要沟系、沟谷两侧中下部分布，地表岩石露头零星分布。下部以浅灰黄、灰白色巨厚层中、细粒石英长石砂岩为主，具大型斜层理，含黄铁矿结核。中间夹粗粒砂岩及粉砂岩薄层。上部为长石石英砂岩、灰黑色泥岩、粉砂质泥岩。厚 0~170.70m，平均厚度 103.97m。与下伏上三叠统瓦窑堡组呈不整合接触。

### 4、新生界新近系上新统静乐组 ( $N_2j$ )

主要分布于沟谷边坡。该组厚度 0~100m，平均厚度 26.20m，与下伏中生界不整合接触。岩性主要为紫红、棕红色粘土、砂质粘土，含多层钙质结核。底部有透镜状砂砾石层，砾石多为泥砾、砂砾，半固结状。

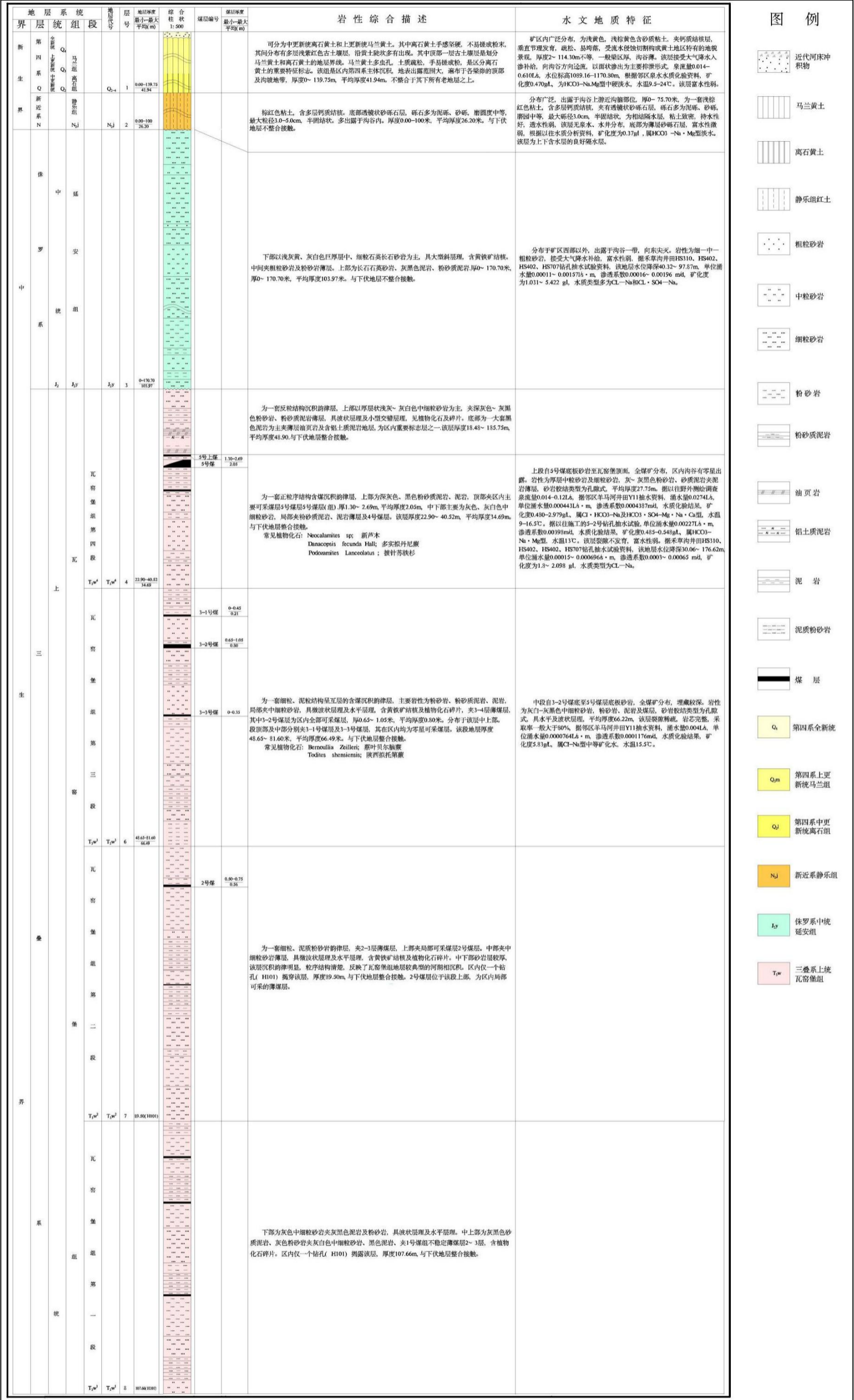


图 2.2-1 地层综合柱状图

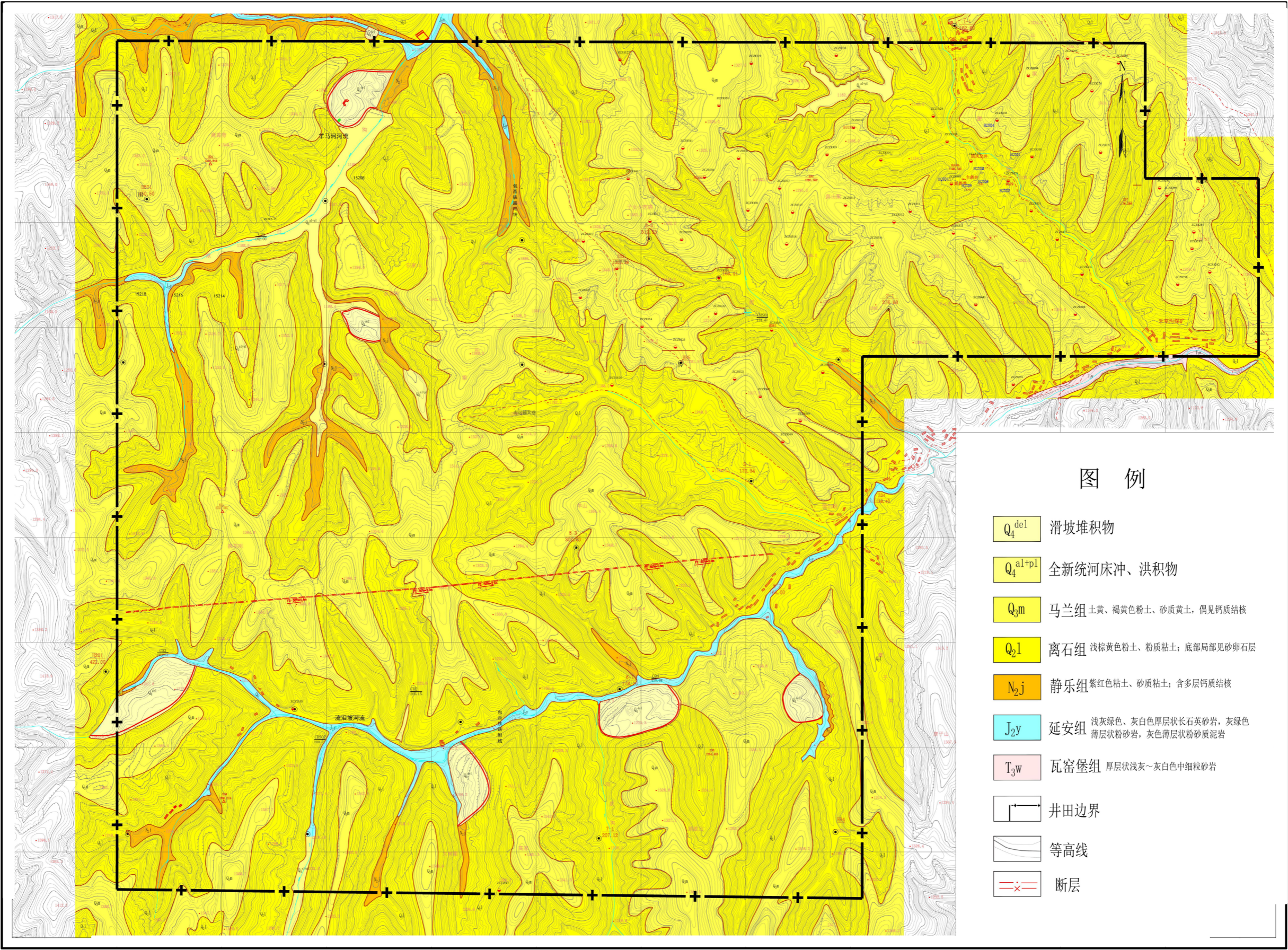


图 2.2-2 矿区地形地质平面图

### 5、新生界第四系中更新统离石组（ $Q_2l$ ）

主要分布于沟谷边坡。在较大沟谷边坡呈不规则条状产出。该组厚度 0~11.30m，不整合于其下所有老地层之上。岩性主要为褐黄色、浅棕黄色粉土、粉质粘土、砂质黄土，垂直节理发育，含成层分布的钙质结核；底部局部见灰白、褐黄色砂、砂卵石层。

### 6、新生界第四系上更新统马兰组（ $Q_3m$ ）

该组是区内第四系主体沉积，地表出露范围大，遍布于各梁峁的顶部及沟坡地带，厚度 1.00~64.00m，覆盖于所有老地层之上。岩性主要为土黄、褐黄色、浅黄色粉土、砂质黄土，偶见钙质结核。

## （二）地质构造与地震

### 1、地质构造

#### （1）子长矿区构造

子长矿区构造形态总体为北西向缓倾的单斜构造，倾角 1~3°。沿走向和倾向发育有宽缓的波状起伏及短轴背向斜，本区构造简单。

#### （2）煤矿构造

禾草沟一号煤矿位于子长矿区西南部，总体构造形态为一向西缓倾的单斜构造，倾角 1~3°，局部发育有宽缓的波状起伏，未发现褶皱。开采证实采区内构造形态为一向西缓倾的单斜构造，倾角 1~3°，局部发育有宽缓的波状起伏，无岩浆活动迹象，构造简单。根据矿方提供资料，15202、15203、15217、15215、15213、15209、15207、15205 工作面顺槽揭露（见表 2.1-2），三盘区南翼中部存在走向东西、倾向北、倾角 60~80°，断距一般小于 2m 的小型断层。

表 2.1-2 禾草沟煤矿井下揭露断点特征表

断层编号	位置	断层性质	产状			断层落差 (m)
			走向	倾向	倾角 (°)	
F2	15202 工作面	正	东西	北	82	1.8~2.1
F2	15203 工作面	正	东西	北	69	2.1
F2	15217 工作面	正	东西	北	78	1.5
F2	15215 工作面	正	东西	北	66	1.2
F2	15213 工作面	正	东西	北	73	1.4
F2	15205 工作面	正	东西	北	81	0.4~1.9
F2	15209 工作面	正	东西	北	84	0.8~1.2
F2	15207 工作面	正	东西	北	78	0.6~1.4

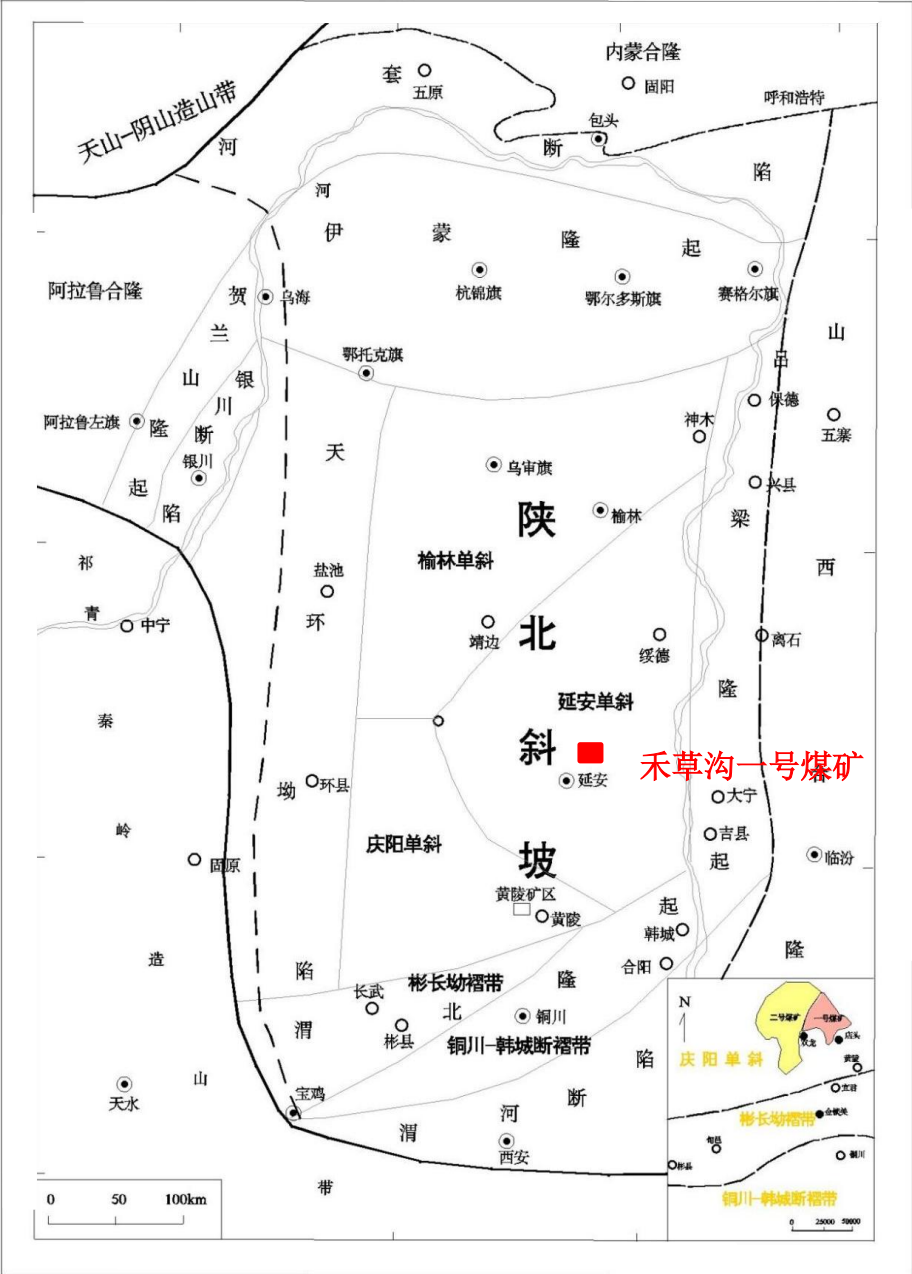


图 2.2-3 地质构造图

2、地震

禾草沟一号煤矿大地构造位于相对稳定的鄂尔多斯地台中部，距南部秦岭、北部阴山构造活动带较远，属陕北弱震区。本区地震史载，延长（1951 年）、宜川（1921 年）、罗传（1633 年）、黄陵（1599 年）发生过 5~5.5 级地震；1956 年华县 8 级地震波及本区可达 VI 度，2008 年 5 月 12 日汶川发生 8.0 级地震，区内仅有震感。

根据国家地震局《中国地震反应普特征周期区划图》（GB18306-2015）B1 图和《中国地震动峰值加速区划图》（GB18306-2015）A1 图，延安地区地震反应普特征周期  $T_m$  为 0.35s，地震动峰值加速度  $PGA < 0.05g$ 。本区百年来未发生过破坏性地震。

根据建设部《建筑抗震设计规范》（GB50011-2001），本区抗震设防烈度为 VI 度，

地震加速度值为 0.05g, 属于地壳稳定区。

### (三) 水文地质

#### 1、含水层

根据地下水的埋藏条件、含水层的岩性、分布范围、富(透)水性, 可将区内地下水分为第四系中上更新统黄土层孔隙潜水含水层、侏罗系中统延安组裂隙含水层及三叠系瓦窑堡组孔隙承压含水岩组三个含水层(组), 现分述如下:

##### (1) 第四系中上更新统黄土层孔隙潜水含水层( $H_1$ )

该含水层区内广泛分布, 厚 2~114.30m, 一般梁区厚, 沟谷薄。该层接受大气降水入渗补给, 由塬区向沟谷方向径流, 以泉或面状渗出为主要排泄形式, 泉流量 0.014~0.610L/s, 水位标高+1089.16~+1170.80m, 据邻区泉水水质化验资料, 矿化度 0.470g/L, 为  $\text{HCO}_3\text{-Na}\cdot\text{Mg}$  型中硬淡水, 水温 9.5~24℃。该层富水性弱。

##### (2) 侏罗系中统延安组裂隙含水层( $H_2$ )

分布于矿区西部以外, 出露于沟谷一带, 向东尖灭。岩性为细-中-粗粒砂岩, 接受大气降水及地表水下渗补给, 在沟谷一带以侵蚀性泉的形式排出地表, 泉流量 0.01~1.00L/s, 总流量 7.886L/s, 在有静乐组红土隔水层区呈现出承压性。该含水岩组上段发育有岩层风化裂隙含水层, 钻孔揭露基岩厚度 80.60~243.47m, 大于下覆 5 号煤层导水裂隙带的最大高度。据潘家洼 HS402 钻孔抽水试验资料, 单位涌水量 0.00011L/s·m, 渗透系数 0.00016m/d, 该层富水性弱。根据以往钻孔资料显示, 局部地段可能会连通上部延安组孔隙裂隙含水岩组, 但该含水层补给条件相对较差, 裂隙不发育, 富水性弱。

##### (3) 三叠系瓦窑堡组孔隙承压含水岩组( $H_3$ )

###### 1) 三叠系上统瓦窑堡组上段裂隙承压含水层( $H_{3-1}$ )

上段自 5 号煤层底板砂岩至瓦窑堡顶面, 全煤矿分布, 区内沟谷有零星出露。岩性为厚层中粒砂岩及细粒砂岩, 灰-灰黑色粉砂岩、砂质泥岩夹泥岩薄层, 砂岩胶结类型为孔隙式, 平均厚度 36.65m。据野外测绘调查泉流量 0.014~0.12L/s, 据以往施工的 5-2 号钻孔抽水试验, 单位涌水量 0.00227L/s·m, 渗透系数 0.00398m/d, 水质化验结果, 矿化度 0.485~0.548g/L, 属  $\text{HCO}_3\text{-Na}\cdot\text{Mg}$  型, 水温 13℃。该层裂隙不发育, 富水性弱。据煤矿 2020 年施工的井筒检查孔 J2、J3 抽水资料, 涌水量 0.014~0.022L/s, 单位涌水量 0.000227~0.000311L/s·m, 渗透系数 0.000274~0.000425m/d, 水质化验结果, 矿化度 2.61~2.737g/L, 属  $\text{HCO}_3\cdot\text{Cl-Na}$  型, 水温 12~16℃。J2 水文测井岩化曲线显示, 出水段无明显变化。J3 盐化测井揭示出水层深度从静止水位 142.56m 至 153.00m, 标高

+1139.4m~+1149.84m, 主要岩性为基岩风化带灰黄色中粒砂岩。

## 2) 三叠系上统瓦窑堡组中段裂隙承压含水层 ( $H_{3-2}$ )

中段自 3<sup>-2</sup> 号煤层底至 5 号煤层底板砂岩, 全煤矿分布, 埋藏较深。岩性为灰白-灰黑色中细粒砂岩, 粉砂岩、泥岩及煤层, 砂岩胶结类型为孔隙式, 具水平及波状层理, 平均厚度 66.22m, 该层裂隙稀疏, 岩心完整, 采取率一般大于 80%, 据最新施工的井筒检查孔 J4 抽水资料, 涌水量 0.014L/s, 单位涌水量 0.000240L/s·m, 渗透系数 0.0001176m/d, 水质化验结果, 矿化度 2.87g/L, 属  $HCO_3 \cdot Cl-Na$  型, 中等矿化水, 水温 17℃。该层富水性弱。

## 2、隔水层

矿区范围内的隔水层主要有 3 层, 其水文地质特征如下:

### 1) 第四系粘质砂土隔水层段 ( $G_1$ )

位于第四系的中上部, 分布不均, 由深灰色、含云母的中密亚粘土和黄褐色为主的细砂、粉砂组成, 隔水性较好。

### 2) 新近系粘土隔水层 ( $G_2$ )

分布广泛, 出露于沟谷上游近沟脑部位, 厚 0~75.70m, 位于上三叠统含水层之上, 第四系松散层孔隙含水层之下。为一套浅棕红色-灰色砂质粘土组成, 隔水性较好。

### 3) 三叠系上统泥岩砂质泥岩隔水层段 ( $G_3$ )

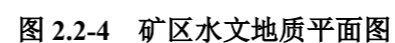
3<sup>-2</sup> 号煤层以上岩性为灰白泥岩、砂质泥岩段, 具水平及波状层理, 岩心完整, 采取率一般大于 80%, 隔水性一般。

## 3、地下水补给、径流、排泄条件

区内地下水主要依靠大气降水补给, 地层稳定, 未发现较大的构造断裂, 从煤层底板形态看, 只有一些宽缓的波状起伏。上、下含水层间水质变化明显。本煤矿浅部含水层富水性强, 地下水矿化度较低, 处于强径流带; 愈深富水性愈弱, 矿化度增高, 地下水交替速度变缓, 最后达到滞流水。水质类型也由  $HCO_3 \cdot SO_4-Na \cdot Mg$  型转化为  $Cl-Na$  型。

## 4、矿井涌水量

根据陕西省一三九煤田地质水文地质有限公司 2024 年 7 月编制的《延安市禾草沟一号煤矿矿井水文地质类型划分报告》, 目前矿井正常涌水为 40.0m<sup>3</sup>/h, 最大涌水为 120.0m<sup>3</sup>/h。



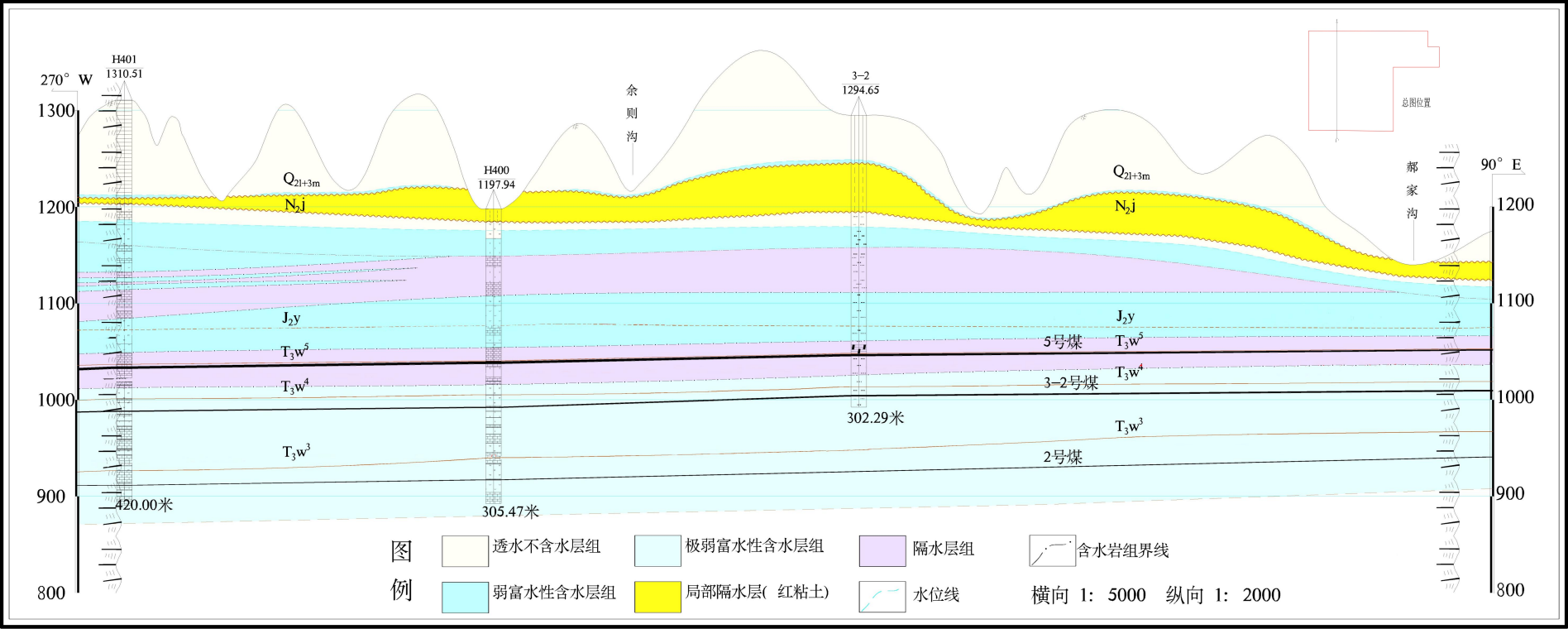


图 2.2-5 矿区水文地质剖面图

## (四) 工程地质

### 1、岩(土)体类型及特征

#### (1) 土层组

包括马兰黄土、离石黄土和三趾马红土。黄土分布广,厚度大,一般厚 30~76m,钻孔揭露厚度 150 余米。岩性一般以亚砂土、砂土、亚粘土为主。黄土中粉粒含量一般为 60%左右,级配均一,碳酸岩含量高达 6%~8%。黄土在干燥情况下,强度较高,壁立性好;浸水时则易发生变形及崩解,抗剪强度大幅度降低。黄土孔隙度大,结构疏松,易被地表水流冲蚀而引起坍塌,浸水易失稳。红土较致密,可塑性强,承载力低,稳定性差。加之其上,下界面常有地下水活动,附近土体吸水膨胀,塑性增强,结构减弱,力学强度降低,成为软弱面,若分布在边坡地段,则更易发生变形。

#### (2) 风化岩组

风化岩组指基岩顶部 0~20m 深度范围内具有易风化特点的岩石。风化岩层内部由上到下风化程度逐渐减弱,强风化带原岩结构破坏,疏松破碎,孔隙率大,含水率增高,强度减小,多数岩石遇水短时间内全部崩解或沿裂隙离析,其干燥状态抗压强度 52.6~56.8MPa,饱和抗压强度仅为 3.8~10.4MPa,软化系数为 0.07~0.16,充分表现了稳定性差的特点。岩石属劣质的软弱岩石,岩体完整性差。据有关资料,一些处于风化带中的结构致密的粉砂岩、细砂岩和钙质、硅质胶结砂岩的物理力学性质没有明显变化,仍有较好的工程地质特征。

#### (3) 煤岩组

据有关资料,5 号煤层饱和抗压强度 16.9MPa,干燥状态抗压强度 38.3MPa,软化系数 0.44。饱和抗拉强度 0.9MPa,干燥状态抗拉强度 2.5MPa。饱和抗剪断强度  $C=0.90\text{MPa}$ ,  $\varphi=3.54^\circ$ ; 3 号煤层饱和抗压强度 6.7~9.2MPa,干燥状态下抗压强度 14.7~18.3MPa,软化系数 0.44~0.50。饱和抗拉强度 1.2MPa,干燥状态下抗拉强度 2.9MPa。饱和抗剪断强度  $C=1.97\text{MPa}$ ,  $\varphi=35.9^\circ$ 。

#### (4) 砂岩、泥岩及互层岩组

本岩组是煤系地层的主要岩组,它与煤层开采有直接关系,由粉砂岩、泥岩、泥质粉砂岩、砂质泥岩及薄煤层等组成。多出现于煤层顶底板。岩石含有较高的粘土矿物和有机质,以发育较多的水平层理、小型交错层理、节理裂隙和滑面等结构面为特点。据对 5-2 钻孔采样测试,煤系地层泥岩天然容重  $2.19\sim 2.25\text{g/cm}^3$ ,干容重  $2.14\sim 2.25\text{g/cm}^3$ ,孔隙率 19.6~23.6,比重 2.75~2.80,含水率 8.85~8.98%,干燥抗压强度 40.7~49.9MPa,

饱和抗压强度 30.5~37.9Mpa, 软化系数 0.75~0.76 变形弹模  $2.356\sim2.452\times10^4$ Mpa 泊松比 0.19, 饱和抗剪断强度  $C=2.45\sim2.50$ Mpa,  $\varphi=39.42\sim41.2$ , 抗拉强度 1.26Mpa; 粉砂岩天然容重  $2.25\sim2.60\text{g/cm}^3$ , 干容重  $2.21\sim2.52\text{g/cm}^3$ , 孔隙率 10.9~22.4, 比重 2.83~2.85, 含水率 3.28~9.43%, 干燥抗压强度 44.4~51.8Mpa, 饱和抗压强度 32.4~37.3Mpa, 软化系数 0.72~0.78, 变形弹模  $2.302\sim2.685\times10^4$ Mpa 泊松比 0.17, 饱和抗剪断强度  $C=2.36\sim2.65$ Mpa,  $\varphi=40.12\sim42.03$ , 抗拉强度 1.36Mpa; 细粒砂岩天然容重  $2.31\sim2.32\text{g/cm}^3$ , 干容重  $2.22\sim2.25\text{g/cm}^3$ , 孔隙率 13.5~19.6, 比重 2.6~2.76, 含水率 7.86~9.4%, 干燥抗压强度 37Mpa, 饱和抗压强度 25.2~25.5Mpa, 软化系数 0.68~0.69, 变形弹模  $1.654\sim1.658\times10^4$ Mpa, 泊松比 0.21~0.22, 饱和抗剪断强度  $C=1.75\sim1.89$ Mpa,  $\varphi=28.32\sim38.74$ , 抗拉强度 0.98Mpa。

RQD 值平均为 73.38%, 说明岩石质量较好(III), 岩体中等完整。

### (5) 砂岩岩组

本岩组以中粒砂岩和细粒砂岩为主, 局部为粗粒砂岩, 多形成煤层的基本顶或老底。原生结构面一般有平行层理, 块状层理, 大型板状交错层理, 单层厚度大, 构造结构面不太发育, 主要为节理。干燥状态下抗压强度 54.70~64.45Mpa, 饱和抗压强度 20.2~28.7Mpa, 软化系数 0.5 左右, 为抗水抗风化和抗冻性较好的岩石, 工程地质性质较好。RQD 值 78.5%~89.9%, 岩石质量属中等至好, 岩体质量中等。

## 2、煤层及顶底板岩石工程地质特征

### (1) 5 煤层

5 煤层伪顶厚度一般 0.5m 左右, 多为泥岩、炭质泥岩、砂质泥岩, 较松软, 易风化破碎, 为软弱岩石, 常同煤层随采随落, 极不稳定, 零星分布。直接顶板以粉砂岩、泥岩为主。老顶板以粉砂岩和泥岩、细粒砂岩居多, 岩石含有较高的粘土矿物和有机质, 以发育较多的水平层理、小型交错层理、节理裂隙和滑面等结构面为特点, 岩石含有较高的粘土矿物和有机质, 以发育较多的水平层理、小型交错层理、节理裂隙和滑面等结构面为特点。据禾草沟一号煤矿钻孔力学测试成果统计, 干燥状态下煤层顶板单轴抗压强度为 23.61~67.77Mpa, 平均值为 48.41Mpa, 属半坚硬岩石; 饱和抗压强度为 7.74~35.95Mpa, 平均值为 18.04Mpa, 属软弱的岩石。浸水或长时间暴露于空气中岩石多沿层理方向离析成薄片。软化系数为 0.26~0.53, 平均值为 0.37, 岩石受水影响程度中等, 工程地质性质较好。

5 煤层底板主要为泥岩、砂质泥岩、炭质泥岩与粉砂岩, 团块状, 含丰富的植物根

化石，厚度稳定，遇水易膨胀，易发生底鼓现象。据禾草沟一号煤矿钻孔力学测试成果统计，干燥状态下煤层底板单轴抗压强度为 30.56~45.12Mpa，平均值为 37.55Mpa，属半坚硬岩石。饱和抗压强度为 8.44~18.45Mpa，平均值为 13.01Mpa，属软弱岩石。浸水或长时间暴露于空气中，岩石多沿层理方向离析成薄片。软化系数为 0.19~0.51，平均值为 0.36，岩石受水影响程度中等，工程地质性质较好。

(2) 3<sup>-2</sup>煤层

3<sup>-2</sup>煤层顶板：伪顶厚度一般 0.5m 左右，多为泥岩、炭质泥岩、砂质泥岩，较松软，易风化破碎，为软弱岩石，常同煤层随采随落，极不稳定，零星分布。直接顶板以泥岩、砂质泥岩为主，少量直接顶为细、中粒砂岩。岩石含有较高的粘土矿物和有机质，以发育较多的水平层理、小型交错层理、节理裂隙和滑面等结构面为特点。煤层老顶主要为砂岩岩组，为粗、中、细粒砂岩，原生结构面一般有平行层理，块状层理，大型板状交错层理，单层厚度大，构造结构面不太发育，主要为节理，井田内的钻孔几乎均有发现。据禾草沟一号煤矿钻孔力学测试结果统计，干燥状态下煤层顶板抗压强度 17.83~75.67Mpa，平均值为 38.75Mpa，属半坚硬岩石；饱和抗压强度 6.51~36.24Mpa，平均值为 15.75Mpa，属软弱的岩石。软化系数为 0.21~0.68，平均值为 0.40，岩石受水影响程度中等，工程地质性质较好，岩石质量好（II），岩体较完整。

3<sup>-2</sup>煤层底板：主要为泥岩、砂质泥岩、粉砂岩居多，少量底板岩性为细粒砂岩和炭质泥岩，团块状，含丰富的植物根化石，厚度稳定，遇水易膨胀。据禾草沟一号煤矿钻孔力学测试成果统计，干燥状态下煤层底板单轴抗压强度为 32.39~56.10Mpa，平均值为 48.97Mpa，属半坚硬岩石。饱和抗压强度 7.33~28.37Mpa，平均值为 19.47Mpa，属软弱-中硬岩类。浸水或长时间暴露于空气中岩石多沿层理方向离析成薄片。软化系数为 0.16~0.64，平均值为 0.41，岩石受水影响程度中等，工程地质性质较好。

(五) 煤层特征

禾草沟一号煤矿内可采煤层共 3 层，5、3<sup>-2</sup>煤层全区可采，2 煤层为局部可采煤层。各可采煤层主要特征（见表 2.1-3），分述如下：

表 2.1-3 可采煤层特征统计表

煤层	煤层厚度（m）	层间距（m）	可采程度	稳定程度	顶底板岩性
	最小值~最大值 平均值	最小值~最大值 平均值（点数）			
5	<u>1.30~2.69</u> 2.05	<u>33.6~44.30</u> 41	全区可采	稳定	顶板：油页岩、粉砂岩 底板：泥质粉砂岩、泥岩
3 <sup>-2</sup>	<u>0.65~1.05</u> 0.81		全区可采	稳定	顶板：粉砂岩、细粒砂岩 底板：粉砂岩、泥质粉砂岩

煤层	煤层厚度 (m)	层间距 (m)	可采程度	稳定程度	顶底板岩性
	最小值~最大值 平均值	最小值~最大值 平均值 (点数)			
2	0.14~0.75 0.56	76	局部可采	较稳定	顶板: 粉砂岩、泥质粉砂岩 底板: 粉砂岩、泥质粉砂岩

### (1) 5 煤层

该煤层位于瓦窑堡组第四段顶部, 层状产出, 赋存范围内全部可采。煤层最大埋深 328m, 厚度 1.30~2.69m, 平均厚度 2.05m, 煤层采用厚度 1.00~2.41m, 平均厚度 1.70m, 属中厚煤层。煤矿西北角 15218 工作面顺槽掘进中揭露发现冲刷带, 该冲刷带是相邻禾草沟煤矿工作面掘进发现冲刷带的延续, 冲刷带在禾草沟煤矿范围内整体呈南北走向, 在禾草沟一号煤矿范围内大致呈北东走向, 宽约 410m, 主要分布在 15218、15216、15214 工作面以北, 面积 47.92 万 m<sup>2</sup>; 东北部工作面采掘过程中也发现宽度约 30~50m 冲刷带。煤层底板标高在+1025~+1085m 之间; 含 1~3 层夹矸, 单层夹矸厚度 0.05~0.35m, 夹矸为粉砂岩及泥质粉砂岩, 结构较简单。煤层顶板岩性大多为灰黑色薄-中厚层状的油页岩, 局部为灰色厚层状的粉砂岩; 底板多为灰黑色泥岩或粉砂质泥岩。故 5 煤层属全区可采、结构较简单、稳定的中厚煤层 (见图 2.2-6~见图 2.2-7)。

### (2) 3<sup>-2</sup> 煤层

3<sup>-2</sup> 煤层位于瓦窑堡组第三段上部。与上部 5 煤层间距 33.60~44.30m, 平均 41.00m。煤层最大埋深 377m, 厚度 0.65~1.05m, 平均厚度 0.81m, 为全区可采的稳定煤层。煤层结构简单无夹矸。其顶板、底板岩性都为泥岩。煤层底板标高在+985~+1045m 之间, 由东向西倾伏, 地层倾角 1~3°。该煤层在区内层位稳定, 厚度变化小。故 3<sup>-2</sup> 煤层属于全区可采、结构简单、稳定的薄煤层 (见图 2.2-8)。

### (3) 2 煤层

2 煤层位于瓦窑堡组第二段中部, 与上部 3<sup>-2</sup> 煤层间距 66.30~85.40m, 平均 76.00m。煤厚 0.14~0.75m, 可采煤厚平均 0.56m, 结构简单, 不含夹矸, 为局部可采的较稳定煤层。煤层顶板岩性为粉砂岩、细粒砂岩及中粒砂岩, 煤层底板多为细粒砂岩、粉砂岩。煤层底板标高在+905~+935m 之间。故 2 煤层属局部可采、结构简单-较简单、较稳定的薄煤层 (见图 2.2-9)。

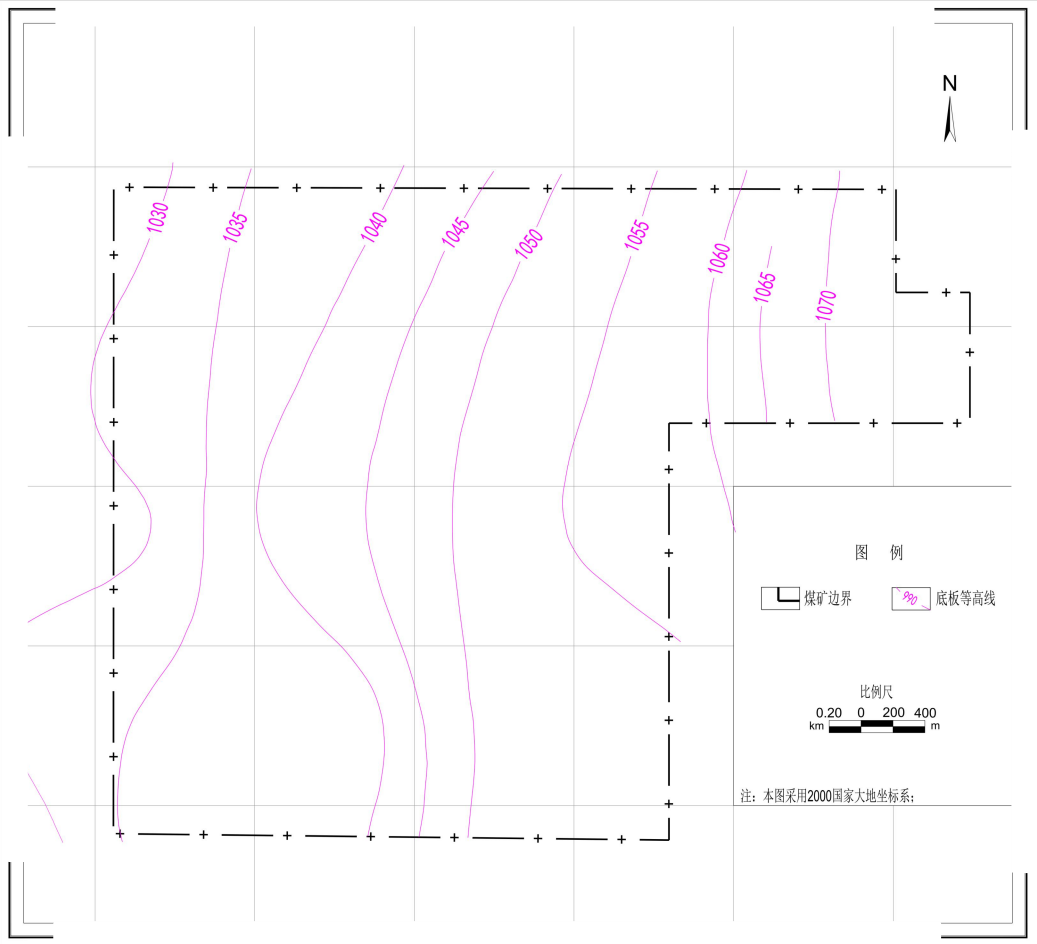


图2.2-6 5煤层底板等高线分布图

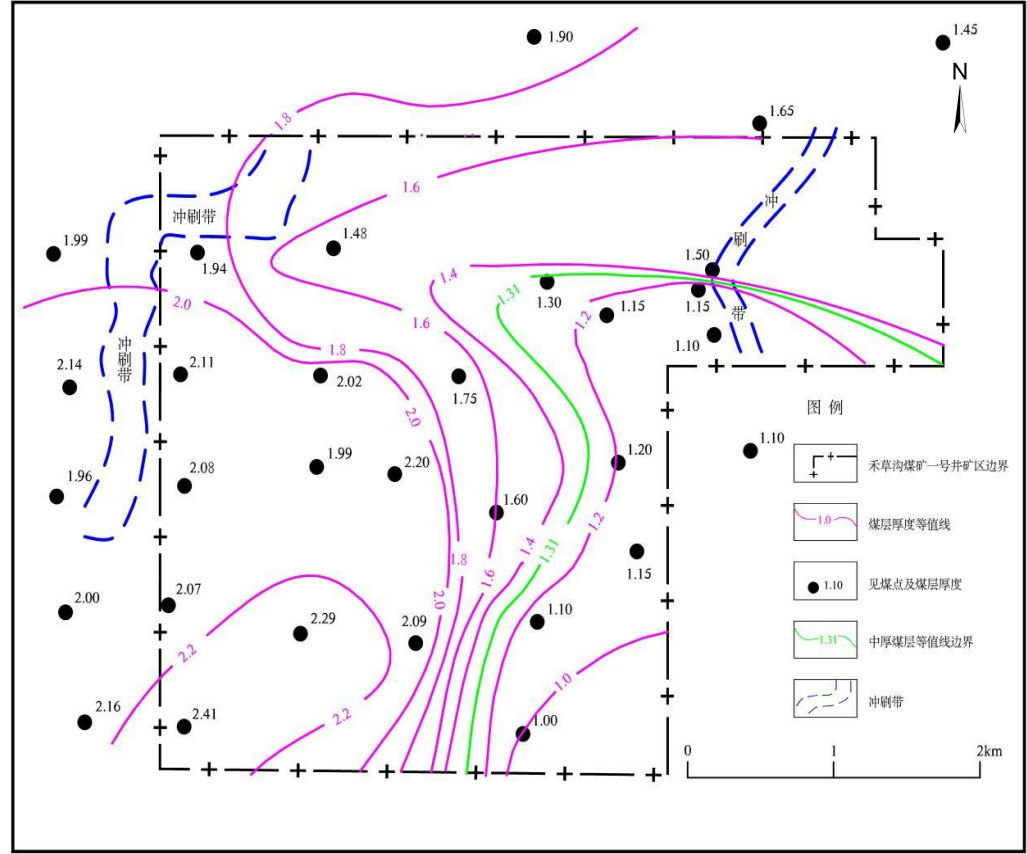


图 2.2-7 5 煤层厚度等值线图

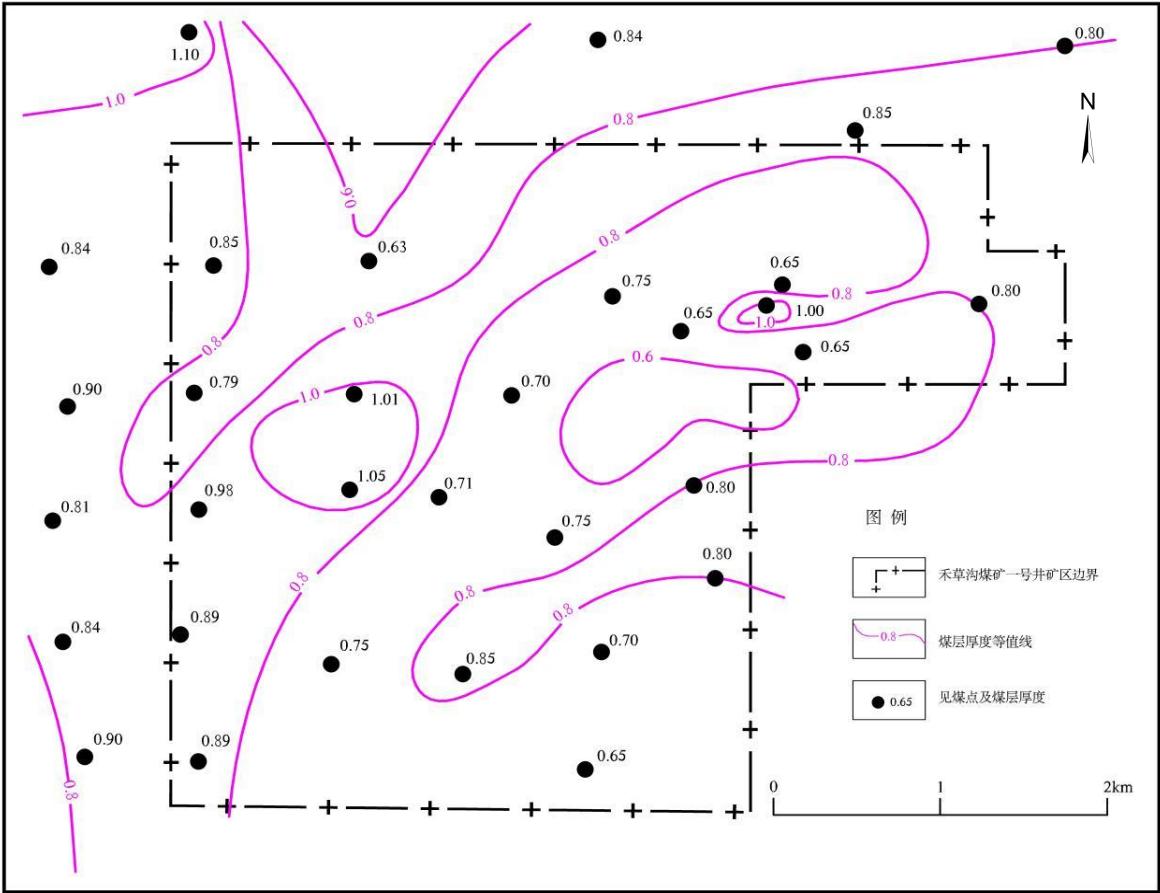


图 2.2-8 3-2 煤层厚度等值线图

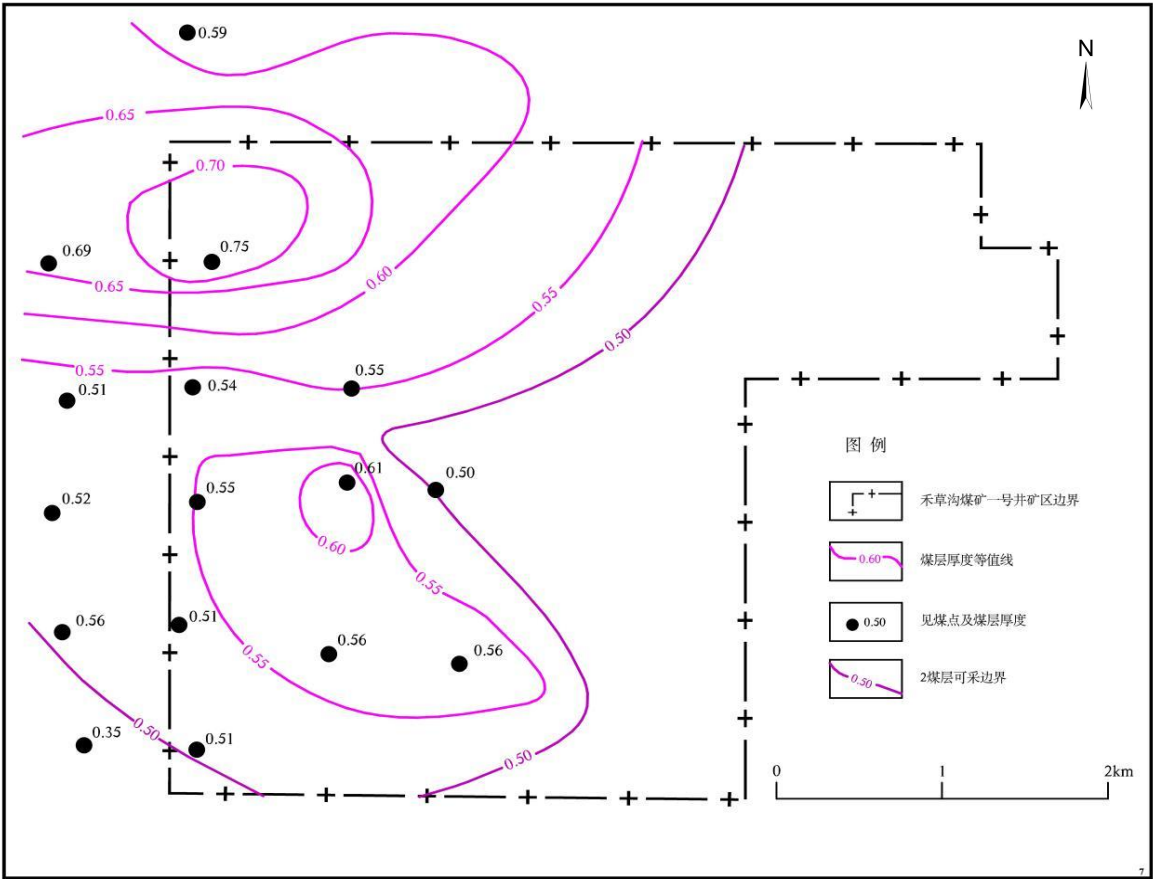


图 2.2-9 2 煤层厚度等值线图

三、矿区社会经济概况

禾草沟一号煤矿范围行政区隶属于长市余家坪镇管辖。

（一）子长市

子长市，陕西省县级市，由延安市代管，位于黄土高原中部，北依横山区，东接子洲县、清涧县，南连延川县、延安市，西邻安塞区、靖边县，介于东经 109°11'58"~110°01'22"，北纬 36°59'30"~37°30'00"之间，总面积 2405 平方千米。县城距延安市 93 千米，距省城西安市 430 千米。下辖 3 个街道、8 个镇。政府驻地为瓦窑堡街道。

子长市工业以资源开发为主，以原油、原煤生产为主导产业，年产石油 18.64 万 t，原煤 57.64 万 t，年工业总产值 4.64 亿元。子长县备有电厂，10 万千伏电力网贯通子长市各个乡镇，电力需求充实。该县农业特色产业开发已初具规模，薯业、林果业、畜牧业成为全县农村经济的重要支柱。区内居民多沿沟谷两侧居住，沟谷阶地为其农耕区，因自然条件限制，区内生活条件差，民居简陋，生产技术较落后，属自给自足型。农作物以春小麦、谷子、玉米为主，经济作物以葵花、豆类为主，经济较落后。随着改革开放，区内百姓已走出封闭圈，经济已经有较大的改观。

截至 2024 年末，子长市户籍总人口 25.54 万人。2024 年，子长市实现地区生产总值（GDP）194.05 亿元，分产业看：第一产业实现增加值 13.86 亿元，第二产业实现增加值 118.77 亿元，第三产业实现增加值 61.42 亿元。三次产业结构为 7.1：61.2：31.7。按年平均常住人口计算，人均生产总值为 90381 元。

表 2.3-1 子长市 2022~2024 年社会经济统计表

年份	人口 (万人)	国内生产总值 GDP（亿元）				人均生产 总值 GPP (万元)
		总值（亿元）	第一产业	第二产业	第三产业	
2022	26.19	165.84	11.36	109.29	45.19	76993
2023	25.98	157.37	12.95	96.91	47.52	73198
2024	25.54	194.05	13.86	118.77	61.42	90381

（二）余家坪镇

余家坪镇位于陕西省延安市子长市西南部，东邻杨家园则镇，南接延川县永坪镇，总面积 253.25km²，辖 21 个行政村，镇政府驻余家坪村。该镇以石油、煤炭资源为特色，农业以大棚油桃、山地苹果为主导产业，其中新寨河村大棚油桃年收入超 800 万元，并获评“全国一村一品示范村”，205 省道与子安公路穿境而过，交通便利；2024 年，该镇持续推进设施农业建设，新建大棚 1500 米并发展特色种植如大棚樱桃、葡萄等，同时通过“跨村联建”模式推动集体经济，联村产业年增收超 20 万元。子长市 2023 年 GDP

为 157.37 亿元，人均 GDP 达 73198 元。

四、矿区土地利用现状

（一）土地利用类型与面积

根据从子长市自然资源局收集的第三次全国国土调查成果（2023 年变更调查数据），项目区的土地利用现状类型划分为 12 个一级类和 25 个二级类，包括耕地、园地、林地、草地、商服用地、工矿仓储用地、住宅用地、公共管理与公共服务用地、特殊用地、交通运输用地、水域及水利设施用地及其他土地；各类土地利用面积见表 2.4-1，项目区土地利用现状情况附图 2。

表 2.4-1 禾草沟一号煤矿土地利用类型及面积统计表

一级地类		二级地类		矿区范围内 面积（hm <sup>2</sup> ）	矿区范围外 面积（hm <sup>2</sup> ）	合计 （hm <sup>2</sup> ）	比重 （%）
01	耕地	0103	旱地	179.87	1.08	180.95	10.87
02	园地	0201	果园	1.45		1.45	0.09
03	林地	0301	乔木林地	603.43		603.43	36.25
		0305	灌木林地	42.64		42.64	2.56
		0307	其他林地	263.89		263.89	15.85
04	草地	0401	天然牧草地	481.87		481.87	28.99
		0404	其他草地	30.27		30.27	1.82
05	商业服务业 用地	05H1	商业服务业设施 用地	0.05		0.05	0.00
		0508	物流仓储用地	0.32		0.32	0.02
06	工矿用地	0601	工业用地	7.49		7.49	0.45
		0602	采矿用地	9.23	3.33	12.56	0.75
07	住宅用地	0702	农村宅基地	9.22		9.22	0.55
08	公共管理与 公共服务用 地	08H1	机关团体新闻出 版用地	0.53		0.53	0.03
		08H2	科教文卫用地	0.09		0.09	0.01
		0809	公用设施用地	1.19		1.19	0.07
09	特殊用地	0905	特殊用地	0.54		0.54	0.03
10	交通运输用 地	1001	铁路用地	0.06		0.06	0.00
		1003	公路用地	4.08		4.08	0.25
		1004	城镇村道路用地	0.07		0.07	0.00
		1006	农村道路	13.80		13.80	0.83
11	水域及水利 设施用地	1101	河流水面	6.44		6.44	0.39
		1104	坑塘水面	0.39		0.39	0.02
		1107	沟渠	0.70		0.70	0.04
12	其他用地	1202	设施农用地	0.29		0.29	0.02
		1206	裸土地	1.67		1.67	0.10
合 计				1659.58	4.41	1663.99	100.00

项目区地类以林地为主, 面积为 909.96hm<sup>2</sup>, 占项目区面积 54.66%, 林地中以乔木林地、其他林地为主, 面积分别为 603.43hm<sup>2</sup>、263.89hm<sup>2</sup>, 占项目区面积 36.25%、15.85%; 其次是草地, 面积为 512.86hm<sup>2</sup>, 占项目区面积 30.81%。

#### (1) 耕地

项目区内耕地主要为旱地, 种植主要作物以玉米、谷子为主。

#### (2) 林地

项目区内林地由乔木林地、灌木林地和其他林地组成。区内植被类型单一, 以紫穗槐灌丛植物为主。

#### (3) 草地

项目区内草地以天然牧草地和其他草地为主。草地是矿区重要的土地利用类型, 主要有大针茅、长芒草、白羊草、芨蒿、隐子草、铁杆蒿等, 多数为较好的牧草。

#### (4) 工矿仓储用地

矿区内工矿仓储用地以采矿用地为主, 面积 20.05hm<sup>2</sup>, 占项目区面积 1.20%。

#### (5) 住宅用地

项目区内住宅用地主要为农村宅基地, 面积 9.22hm<sup>2</sup>, 占项目区面积 0.55%。

#### (6) 公共管理与公共服务用地

项目区内公共管理与公共服务用地主要为公用设施用地, 面积 1.81hm<sup>2</sup>, 占项目区面积 0.11%。

#### (7) 特殊用地

项目区内特殊用地面积 0.54hm<sup>2</sup>, 占项目区面积 0.03%。

#### (8) 交通运输用地

项目区内交通运输用地以农村道路为主, 面积为 18.01hm<sup>2</sup>, 占项目区面积 1.08%。

#### (9) 水域及水利设施用地

项目区内水域及水利设施用地主要为河流水面, 面积为 6.44hm<sup>2</sup>, 占项目区面积 0.39%; 还有少许的坑塘水面、沟渠, 面积分别为 0.39hm<sup>2</sup>、0.70hm<sup>2</sup>, 占项目区面积分别为 0.02%、0.04%。

#### (10) 其他土地

项目区内其他土地主要为裸土地、设施农用地, 面积分别为 1.67hm<sup>2</sup>、0.29hm<sup>2</sup>, 占项目区面积分别为 0.10%、0.02%。

## （二）永久基本农田情况

矿区范围内永久基本农田面积 108.43hm<sup>2</sup>（均为旱地），占矿区面积的 6.53%，主要分布于矿区的沟谷两侧。根据收集的子长市耕地和永久基本农田核实处置成果，禾草沟一号煤矿地面工程场地均不占用、压占永久基本农田，永久基本农田分布情况见图 2.4-1。

图 2.4-1 永久基本农田保护区分布图

## 五、矿山及周边其他人类重大工程活动

区内人类工程活动主要有：煤矿开采、农业生产活动、道路修建等，见图 2.5-1。

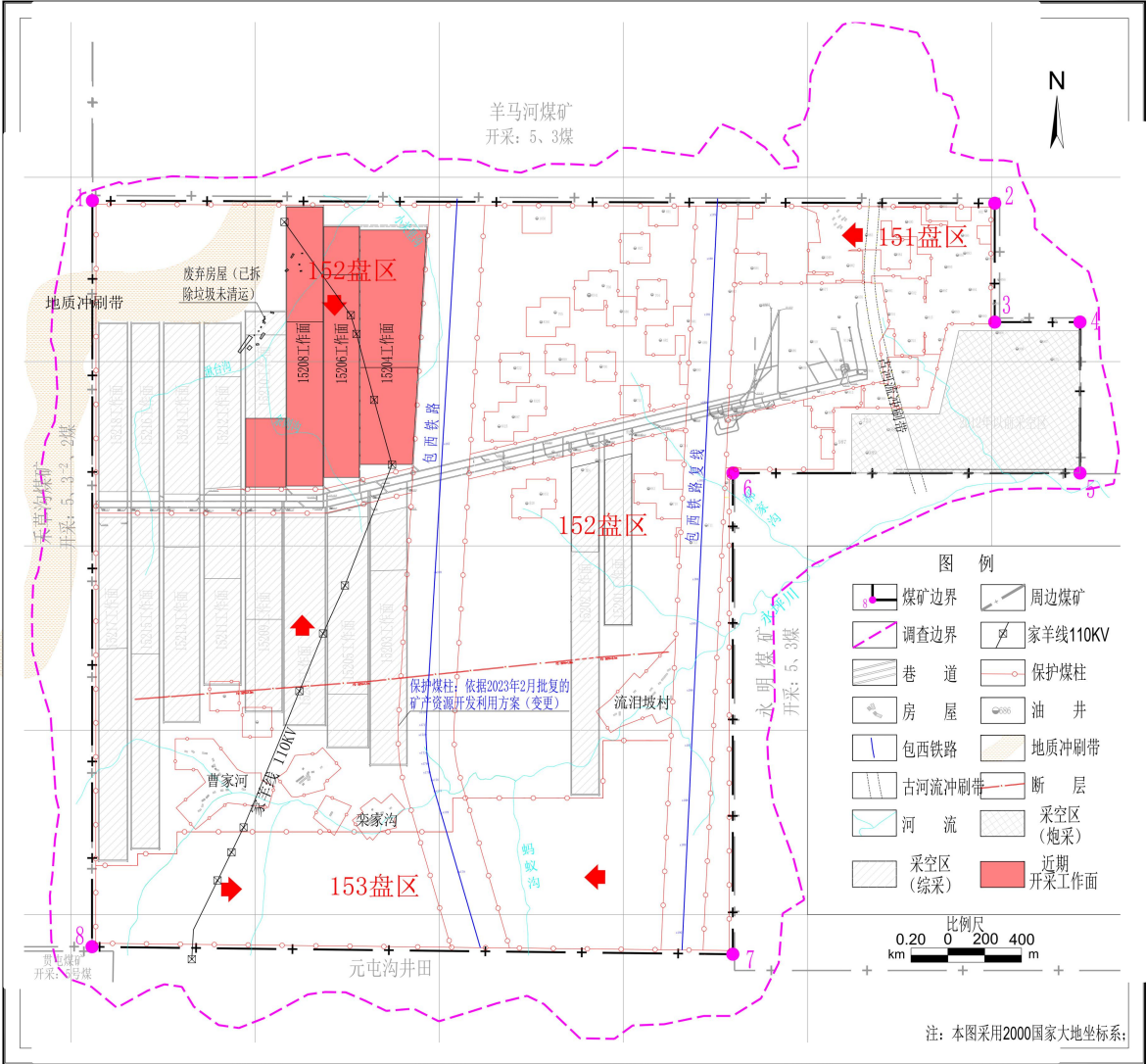


图 2.5-1 矿山及周边人类工程活动图

(一) 煤矿开采

禾草沟一号煤矿周边分布 4 个煤矿 1 个井田，北部与羊马河煤矿相接，西部与禾草沟煤矿相接，东部与永明煤矿相接，南部与贯屯煤矿和元屯沟井田相接。各煤矿有关数据见表 2.5-1。

表 2.5-1 相邻煤矿基本情况一览表

煤矿名称	面积（km <sup>2</sup> ）	生产能力（Mt/a）	主采煤层	采煤方法	生产状态
禾草沟煤矿	83.7108	3.00	5、3 <sup>-2</sup> 、2 号煤	壁式综采	生产
羊马河煤矿	27.8815	3.00	5、3 号煤	壁式综采	生产
永明煤矿	9.1091	0.45	5、3 号煤	壁式综采	生产
贯屯煤矿	110.2386	3.00	5、4、3 号煤	壁式综采	生产
元屯沟井田	54.52	/	/	/	/



照片 2.5-1 永明煤矿（镜向 E）

（二）农业生产活动

根据现状调查，矿区范围村庄居民点内共涉及余家坪镇 4 个行政村，总共 279 户 1613 人，村民居住分散，村庄狭小，主要沿沟谷两侧分布，房屋以砖箍窑洞及平房为主，在集中村庄区和部分零散区分布有机关团体和科教文卫用地（根据损毁土地地类统计在中期开采时会对部分机关团体和科教文卫用地产生影响，均为轻度影响区，开采过程中加强监测发现问题及时对房屋进行维修）。为了最大限度地降低煤矿生产对矿区内村民生产生活的影 响，煤矿在生产过程中在集中分布村庄已留设煤柱。

表 2.5-2 矿区村庄情况一览表

市/县名	镇名	村庄名称	户数	人数	房屋	备注
子长市	余家坪镇	庙砭村	54	230	176	已留设保护煤柱
		流泪坡村	116	857	746	
		曹家河村	89	435	290	
		栾家沟	20	91	59	
合计	1	4	279	1613	1271	/



照片 2.5-2 流泪坡村(镜向 NW)



照片 2.5-3 栾家沟(镜向 E)

### (三) 道路

矿区周边交通便利,两条铁路穿过矿区,分别是从小煤东部穿过的包(头)-西(安)铁路(延安段-大保当)和从小煤中部穿过的原大保当-延安段铁路,小煤对铁路线路设立了安全保护煤柱,见照片 2.5-4。

区内村庄之间还分布有村村通道路,多为水泥路面,等级外道路(照片 2.5-5)。



照片 2.5-4 包西铁路(镜向 N)



照片 2.5-5 乡村道路(镜向 E)

### (四) 输电线路

矿区 10kV 双回路供电电源均引自石家沟 35kV 变电站,线路全长约 5km,区内民用输电线路和通讯线路多沿道路布设,在矿区西部由南向北分布有家羊线 110KV,区内线路长 4.35km,塔基 12 座;小煤未对供电线路留设保护煤柱,部分高压铁塔及低压电杆在近期开采沉陷区内,计划采取塔基扶正、加固等措施进行治理。



照片 2.5-6 高压输电线路塔基（镜向 W）



照片 2.5-7 民用输电线路（镜向 E）

### （五）油井

根据资料分析及现场调查项目区现有油井 67 口。其中油井生产井 45 口，停产井 22 口，油井分属延长石油子长采油厂余家坪项目与羊马河项目部，禾草沟一号煤矿应高度重视煤炭资源和油气资源开发的互相影响，煤矿在开采 151、152 盘区油井区域时，及时与油井管理部门加强沟通，切实协调处理好两者的开发关系；近期开采影响范围内不涉及油井。



照片 2.5-8 油井（镜向 W）

总体而言，矿区及周边人类工程活动强烈。

### （六）近期人类工程活动

近期开采范围内涉及已拆除未清理的废弃房屋（见照片 2.5-9）、110kV 输电线路塔基 5 座（见照片 2.5-10）、民用输电线路（根据以往开采经验，煤矿开采过程中及时对输电线路塔基进行扶正，保障用电正常供应）、农村道路（对当年开采工作面影响范围

内的受损道路进行维修）。

表 2.5-3 近期 5 年开采影响区地物分布情况一览表

年度	工作面	零散房屋	输电线路	道路
2025 年	15210、15208	已拆除未清理的废弃房屋	110kV 输电塔基 1 座、民用输电线路	农村道路
2026 年	15208、15206	/	民用输电线路	农村道路
2027 年	15206、15204	/	110kV 输电塔基 2 座、民用输电线路	农村道路
2028 年	15204	/	民用输电线路	农村道路
2029 年	15204	/	110kV 输电塔基 2 座、民用输电线路	农村道路



照片 2.5-9 近期 5 年开采影响区  
废弃房屋现状（镜向 NW）



照片 2.5-10 近期 5 年开采影响区  
高压输电线路现状（镜向 W）



照片 2.5-11 近期 5 年开采影响区  
农村道路现状（镜向 NE）



照片 2.5-12 近期 5 年开采影响区  
低压输电线路现状（镜向 NE）

### 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

本次评估工作专门进行了现场地质环境及土地资源调查。项目组于 2025 年 5 月 20 日～22 日、2025 年 6 月 3 日～6 日、2025 年 7 月 21 日开展了详细野外调查工作。在野外地质环境调查过程中,结合土地利用现状图、井上下对照图,集中对采空区、场地区、场外道路等进行了不稳定地质体、含水层破坏、地形地貌景观影响、水土环境、土地资源(已占用、拟开采区土地利用现状)、生态环境等方面展开详细调查、实地测量、定位拍照和记录。

##### (一) 矿山地质环境调查概述

矿山地质环境调查主要包括地质环境调查、地形地貌调查、地质灾害调查、含水层调查、水土环境调查及人类工程活动调查。

**地质环境调查点:**主要内容为对调查区内出露的地层岩性及各岩土体性质、控制性地质构造及其他地质现象,分析其对地质灾害、不稳定地质体的控制及影响程度,本次共完成地质环境调查点 36 处。

**地形地貌调查点:**主要对区内的典型地貌分布情况进行调查,完成地形地貌调查点 23 处。利用测绘无人机对工业场地(生活区、生产区)、材料库、临时排矸场、场外道路、塌陷区、区内沟谷等进行拍摄录制,共计形成视频 32 分钟,照片 36 张。

**地质灾害调查点:**主要根据《延安市地质灾害防治“十四五”规划》《陕西省延安市子长市地质灾害详细调查报告》《2025 年度子长市地质灾害群测群防信息一览表》等资料核实和现场调查,现状评估区发育 1 处滑坡(编号 zc0079)。

**矿山不稳定地质体调查点:**主要为对区内发育的各类不稳定地质体进行调查,包括对区内原《方案》中的不稳定地质体进行调查复核,对矿山建设及采矿活动可能引发、遭受的不稳定地质体进行调查,对采空区进行调查。经调查,现状评估区发育的不稳定地质体主要为地面塌陷隐患及地面塌陷,发育 1 处地面塌陷(TX1)、2 处不稳定边坡(BP1、HP1);无人机与现场核查相结合对近期开采的 15210、15208、15206、15204 工作面进行现场裂缝调查。

**含水层调查点:**主要为对区内的水文观测井的观测数据,以及对民井和沟内蓄水池进行调查,以对村民访问为主,有条件的进行了实测,对区内民井和沟内蓄水的水位变

化及水量有了初步了解；共完成含水层调查点 2 处。

**水土环境质量调查点：**主要为对矿井水，生产生活用水等进行水环境质量调查，对临时排矸场进行土壤环境质量调查，进而分析矿山建设及采矿活动对调查区内的水土环境的质量；共完成水土环境质量调查点 4 处。

**人类工程活动调查点：**主要为对调查区内重要的人类工程活动进行调查，包括煤矿开采、农业生产活动、公路修建等；共完成人类工程活动调查点 35 处。

## (二) 土地资源调查概述

土地复垦工作调查包括土地利用现状调查、矿山地面工程(压占已损毁土地)调查、沉陷已损毁土地调查、土壤剖面调查及公众参与调查访问等。

**土地利用现状调查点：**主要为煤矿范围内的所有二级地类：旱地、果园、乔木林地、灌木林地、其他林地、天然牧草地、其他草地、工业用地、采矿用地、农村宅基地、农村道路、沟渠等。对各地类进行了抽查，共完成土地利用现状调查点 25 处。

**矿山地面工程(压占已损毁土地)调查点：**主要为煤矿范围内地面建设工程压占损毁土地进行调查，调查内容包括工业场地(生活区、生产区)、材料库、临时排矸场、场外道路及建筑物基础埋深、建筑物体量等，共完成矿山地面工程(压占已损毁土地)调查点 6 处。

**沉陷已损毁土地调查点：**主要为煤矿形成的采空区导致土地沉陷损毁，共完成沉陷已损毁土地调查点 6 处，大部分已复垦并验收。

**土壤剖面调查：**本次开挖了耕地、林地、草地等不同植被类型土壤的典型剖面，对土壤结构进行了分层并量取各层厚度，共完成土壤剖面调查点 8 处。

## (三) 生态环境调查概述

**生态环境调查：**本次调查在已有塌陷区、计划开采区进行了生态环境和生态系统调查，按照乔木、灌木、草本及人工植被等进行了 10 处植被样方调查，并进行了分析对比；地表水调查 6 处，生态状况调查 4 处。

# 二、矿山地质环境影响评估

## (一) 评估范围和评估级别

### 1、评估范围

根据煤矿边界附近主采煤层上覆基岩、松散层厚度，考虑煤矿开采对地下水的影响

范围和地面工程评估范围、监测数据，计算采空区影响范围边界，最后确定评估范围。

依据《矿山地质环境保护与恢复治理方案编制规范》（DZ/T0223-2011），矿山环境影响评估范围应包括矿山用地范围、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的范围，根据禾草沟煤矿实测结果，松散层移动角  $45^{\circ}$ ，基岩移动角  $72^{\circ}$ ，根据开采边界附近 2 号煤层（最下层煤）钻孔数据，计算地面塌陷范围在开采边界外侧 46~120m。评估范围沿煤矿边界外扩 120m，在地质冲刷带（西北角）、采空区不外扩，确定评估区面积为  $18.7818\text{km}^2$ （评估区范围见表 3.2-1、图 3.2-1）。

为了解评估范围外地质环境现状，以评估范围为基础，现场调查时结合实际地形地貌单元、地表附着物等综合确定调查面积为  $21.8721\text{km}^2$ 。

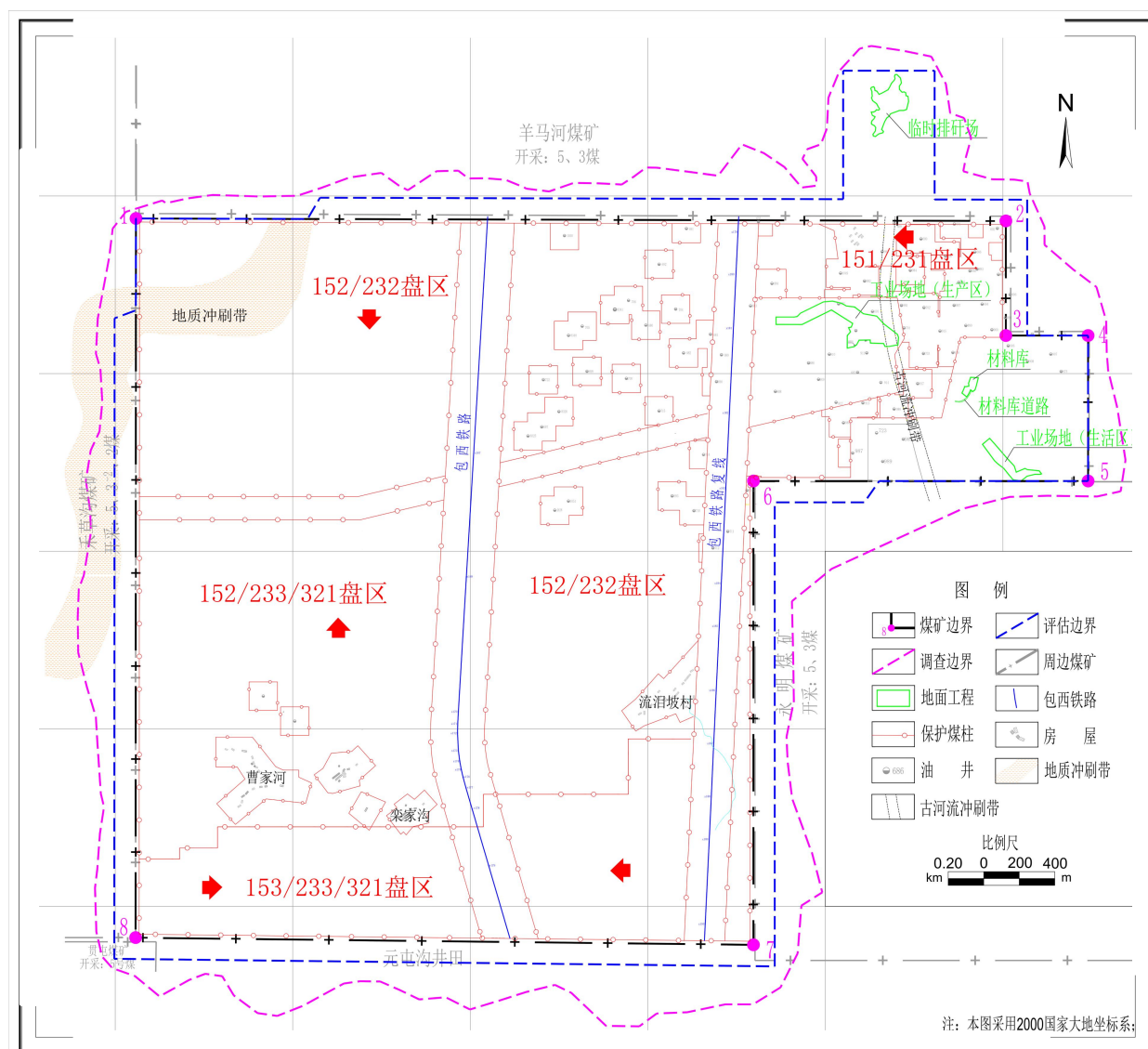


图 3.2-1 评估区、调查区范围示意图

表 3.2-1 禾草沟一号煤矿评估边界坐标一览表

拐点坐标	2000 国家大地坐标系		拐点坐标	2000 国家大地坐标系	
	X 坐标	Y 坐标		X 坐标	Y 坐标
1			11		
2			12		
3			13		
4			14		
5			15		
6			16		
7			17		
8			18		
9			19		
10					

## 2、评估级别

根据《矿山地质环境保护与治理恢复方案编制规范》（DZ/T 0223—2011），矿山地质环境影响评估级别依据评估区重要程度、矿山生产建设规模、矿山地质环境条件复杂程度综合确定（表 3.2-2）。

表 3.2-2 矿山地质环境影响评估分级表

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

### （1）评估区重要程度

根据《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 B 列出评估区上述条件的重要程度，依据就高不就低的原则，确定评估区的重要程度为重要区，详见表 3.2-3。

表 3.2-3 评估区重要程度分级表

重要区	较重要区	一般区	评估区
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；	流泪坡村 857 人（重要区）

重要区	较重要区	一般区	评估区
2.分布有高速公路、一级公路、铁路、中型以上水利、电力工程及其他重要建筑设施；	2.分布有二级公路、小型水利、电力工程或其他较重要建筑设施；	2.无重要交通要道或建筑设施；	包（头）-西（安）铁路区内穿过（重要区）
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（点）；	3.远离各级自然保护区及旅游景区（点）；	无自然保护区或景区（一般区）
4.有重要水源地；	4.有较重要水源地；	4.无较重要水源地；	无较重要水源地（一般区）
5.破坏耕地、园地。	5.破坏林地、草地。	5.破坏其他类型土地。	破坏耕地、林地、草地（重要区）
注：评估区重要度分级确定采取上一级别优先原则，只有一条符合者即为该级别。			

## （2）矿山地质环境复杂程度

表 3.2-4 评估区地质环境复杂条件评定表

确定因素	评估区情况	复杂程度	结论
①水文地质情况	煤矿正常涌水量 960m <sup>3</sup> /d，涌水量小，煤矿开采和排水较容易造成煤层周围充水含水层破坏	简单	复杂
②矿床围岩与工业场地	矿床围岩岩体结构以薄—厚层状结构为主，蚀变带、岩溶裂隙发育中等，岩石风化中等，地表残坡积层、基岩风化破碎带厚度 5~10m，矿层（体）顶底板和矿床周围稳固性中等，矿山工程场地地基稳定性中等。	中等	
③地质构造	地质构造简单，矿层（体）和矿床围岩岩层产状变化小，断裂构造不发育，断裂未切割矿层（体）围岩覆岩，断裂带对井下采矿安全影响小。	简单	
④地质灾害	现状条件下，发育 2 处不稳定边坡（BP1、HP1）和 1 处地面塌陷（TX1），危险性中等	中等	
⑤开采情况	采空区面积和空间较大，重复开采较少，采空区部分得到处理，采动影响较强烈。	中等	
⑥地形地貌情况	地貌单元类型多，微地貌形态复杂，地形起伏变化大，不利于自然排水，地形坡度一般大于 35°，相对高差大，地面倾向与岩层倾向基本一致。	复杂	

## （3）矿山生产建设规模分类

按照《矿山地质环境保护与恢复治理方案编制规范》附录 D，根据矿山生产建设规模分类，禾草沟一号煤矿生产规模为 0.60Mt/a，矿山生产建设规模为中型矿山。

## （4）矿山地质环境影响评估精度分级

评估区为重要区，中型煤矿，矿山地质环境条件复杂，根据《矿山地质环境保护与恢复治理编制规范》（DZ/T0223-2011）附录 A，确定本矿山地质环境影响评估级别为一级。

## （二）地质环境稳定性影响现状分析与预测

### （1）在册的隐患点及核查点

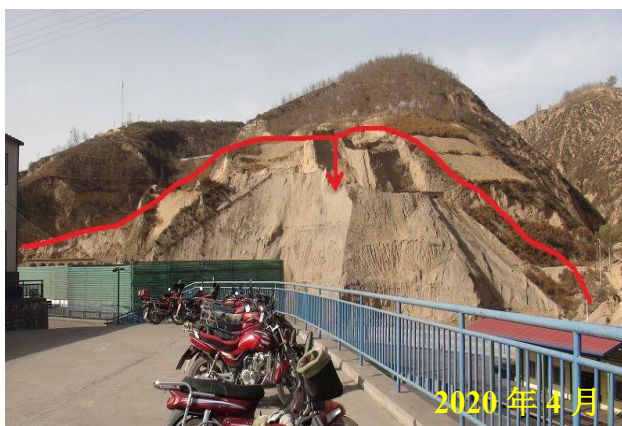
根据实地调查，并结合《延安市地质灾害防治“十四五”规划》《陕西省延安市子长

市地质灾害详细调查报告》《2025 年度子长市地质灾害群测群防信息一览表》等资料核实和现场调查，评估范围内有 1 处滑坡（编号 zc0079）在册地质灾害点分布，位于中期采煤影响范围内，纳入本方案。

## （2）已公告《方案》不稳定地质体

已公告《方案》中分布不稳定地质体 10 处，分别为 2 处崩塌（B1、B2），2 处滑坡（H1、H2），6 处地面塌陷（TX1-TX6）。根据现场调查及资料分析，崩塌 B2、滑坡 H1、H2 已治理，并通过年度验收；崩塌 B1 已采取削坡、人工巡查竖立警示牌的方式进行治理，治理后坡面近直立、威胁进场道路及底部车辆；地面塌陷 TX1-TX6 为 2020 年以前煤矿开采 5 号煤形成，已经过治理，现场调查已沉稳，地表植被生长良好，未发现明显地裂缝，现状评估其危险性小，影响程度较轻，各不稳定地质体治理前、后影像见照片 3.2-1~3.2-12，由于地面塌陷 TX1~TX3、TX5 已公告方案中评估未发现地裂缝，危险性小，本次不进行照片对比，已公告《方案》不稳定地质体具体位置见图 3.2-2。

综合以上分析，已公告《方案》不稳定地质体 B1 纳入本方案，不稳定地质体（B2、H1、H2、TX1-TX6）均不纳入本方案。



照片 3.2-1 崩塌 B1 治理前照片（镜向 NE）



照片 3.2-2 崩塌 B1 治理后照片（镜向 NE）



照片 3.2-3 崩塌 B2 治理前照片（镜向 SW）



照片 3.2-4 崩塌 B2 治理后照片（镜向 SW）



照片 3.2-5 滑坡 H1 治理前照片(镜向 SW)



照片 3.2-6 滑坡 H1 治理后照片(镜向 SW)



照片 3.2-7 滑坡 H2 治理前照片(镜向 NW)



照片 3.2-8 滑坡 H2 治理后照片(镜向 NW)



照片 3.2-9 地面塌陷 TX4 治理前照片(镜向 SW)



照片 3.2-10 地面塌陷 TX4 治理后照片(镜向 SW)



照片 3.2-11 地面塌陷 TX6 治理前照片(镜向 S)



照片 3.2-12 地面塌陷 TX6 治理后照片(镜向 S)

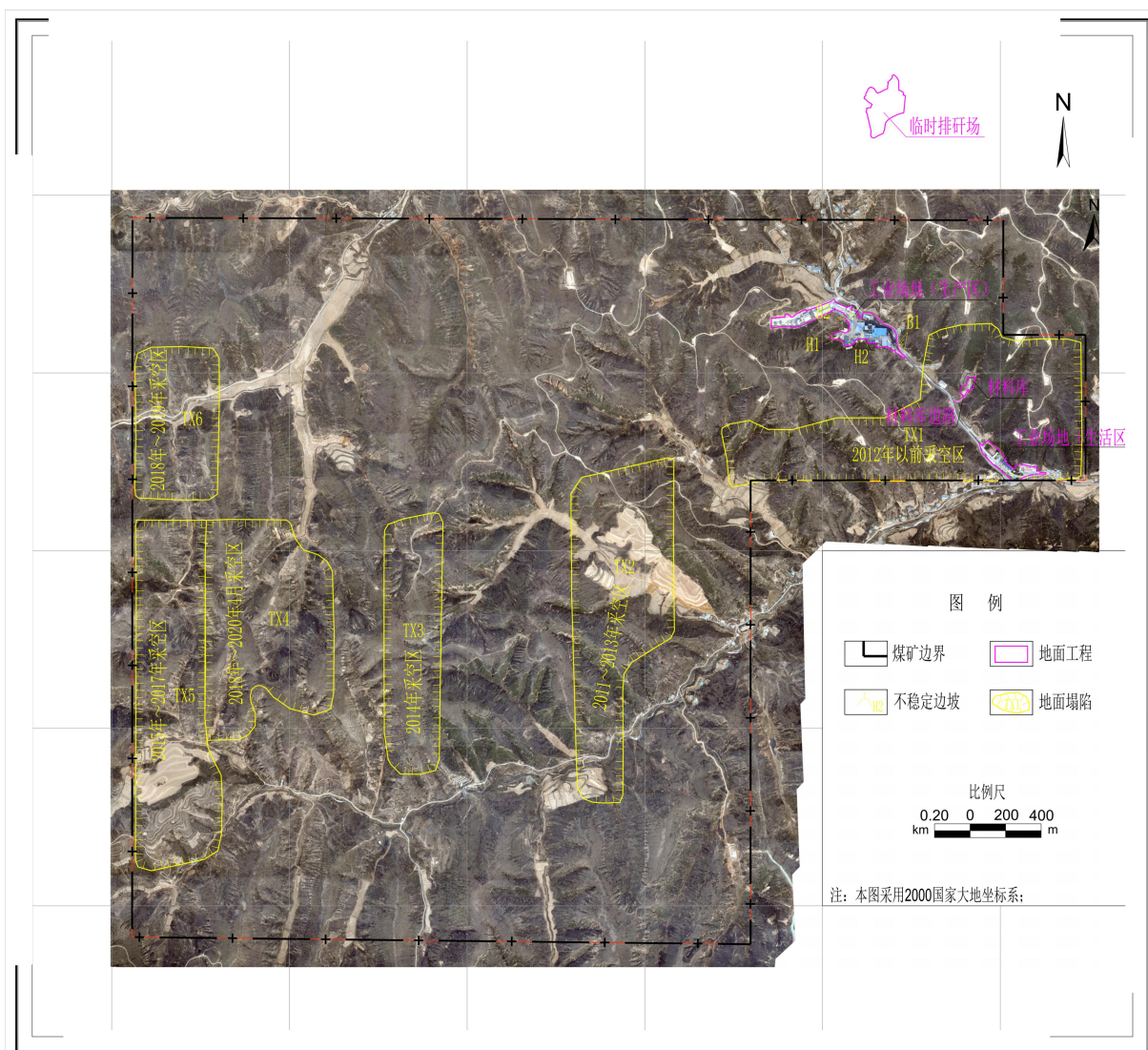


图 3.2-2 已公告《方案》不稳定地质体分布图

### (3) 调查新发现的不稳定地质体

根据煤矿开采情况,本次我公司派技术人员对评估区及已公告《方案》中塌陷进行现场复核,新发现了 1 处不稳定边坡 HP1、1 处地面塌陷 TX7(为煤矿 2024 年开采 5 号煤 15210 工作面形成,暂未稳沉;2020-2023 年开采工作面已进行治理并验收),纳入本方案。

综上所述并结合煤矿开采情况,治理验收资料和实地调查,本次方案确定评估区内不稳定地质体共计 4 处,1 处滑坡 H1(zc0079)、2 处不稳定边坡(BP1、HP1)和 1 处地面塌陷(TX7),原方案不稳定地质体与本方案不稳定地质体对应情况见表 3.2-5,分布情况见图 3.2-3。

表 3.2-5 已公告方案不稳定地质体与本方案不稳定地质体对应情况表

原方案不稳定地质体	新方案 不稳定地质体	继承与衔接情况
崩塌 B1	不稳定边坡 BP1	已采取削坡、人工巡查竖立警示牌的方式进行治理，治理后坡面近直立、威胁底部道路、车辆，继续纳入本方案
崩塌 B2	/	崩塌 B2、滑坡 H1、H2 已治理，并通过年度验收，均不再纳入本期方案
滑坡 H1、H2	/	
地面塌陷 TX1-TX6	/	根据现场调查，为煤矿 2020 年以前开采 2 号煤形成，已经过治理，形成时间早，农村道路、耕地区未发现地裂缝，周边植被生长良好，均不再纳入本期方案
/	滑坡 H1	在册灾点
/	不稳定边坡 HP1	调查新发现
/	地面塌陷 TX7	为 2024 年煤矿综采 5 号煤形成，为调查新发现

1、矿山不稳定地质体现状评估

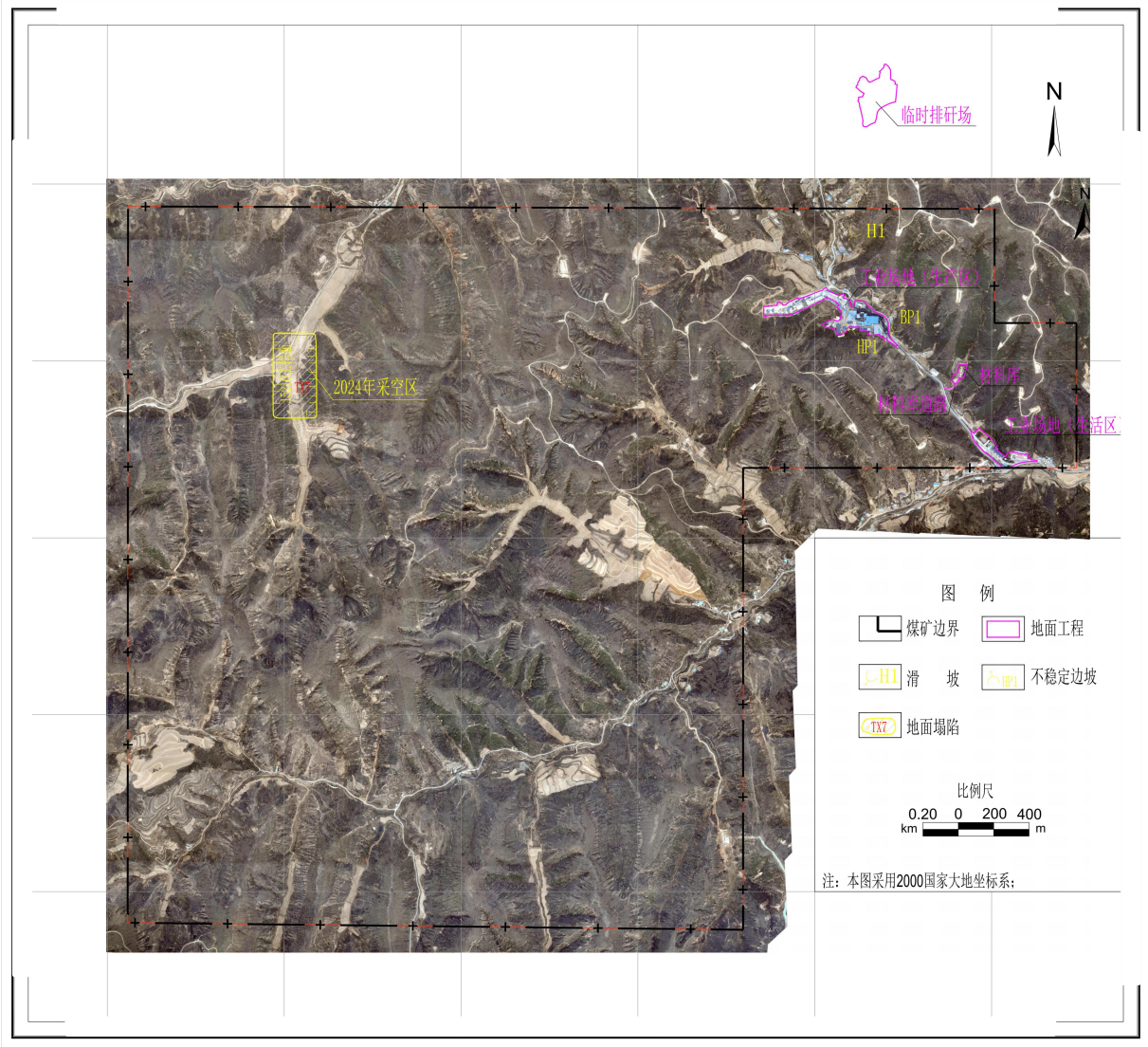


图 3.2-3 不稳定地质体现状分布图

(1) 滑坡 H1 (zc0079)

该滑坡位于子长市余家坪镇岷岷村，体积 13.38 万 m<sup>3</sup>，为一中型土质滑坡，该滑坡出露岩性为第四系中上更新离石组、马兰组黄土，主要威胁房屋 25 间 2 户 3 人，根据现场调查，该滑坡坡面植被覆盖度约为 70%，多以灌木为主，子长市余家坪镇人民政府已竖立了警示牌，安装了 2 套监测设备进行实时监测，通过群测群防措施进行治理，该灾点远离近期开采区、已有采空塌陷区，现状评估其发育程度弱、危害程度小、危险性小、影响程度较轻。



照片 3.2-13 滑坡 H1 (zc0079) (镜向 NE)



照片 3.2-14 滑坡 H1 警示牌 (镜向 NE)

(2) 不稳定边坡 BP1

位于进场道路北侧，该边坡坡向 230°，坡度约 80°，长 22m，宽 25m，厚 6m，为自然形成的黄土边坡，边坡坡面陡立，植被弱发育；煤矿已对其进行了削坡、人工巡查和竖立警示牌的方式进行治理，治理后坡面近直立，受强降雨影响，在雨水沿黄土垂直节理、裂隙下渗及重力作用下，边坡容易失稳；威胁下方道路、车辆及过往人员，现状评估其发育程度中等，危害程度中等、危险性中等、影响程度较严重。



照片 3.2-15 不稳定边坡 BP1 (镜向 NE)

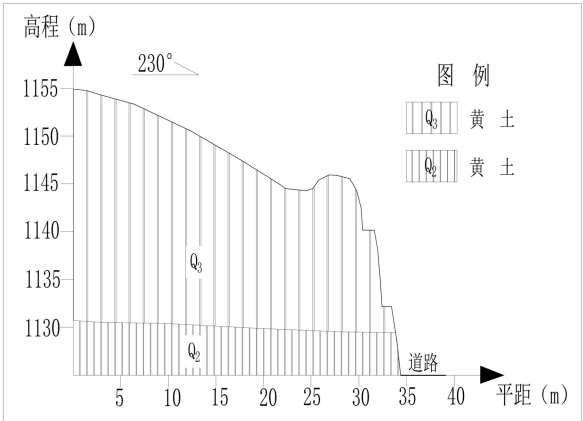


图 3.2-4 不稳定边坡 BP1 剖面图

(3) 不稳定边坡 HP1

位于工业场地（生产区）南侧，该边坡坡向 70°，坡度约 40°，长 15m，宽 15m，厚 1.5m，为自然形成的黄土边坡，上部植被较为茂盛，以乔灌植被为主，边坡下部坡面裸露，由于没有完善的排水设施，受强降雨影响，雨水冲刷，边坡下部极易造成边坡失稳，威胁下方库房及工作人员，距离材料库 1-1.5m，目前煤矿已在坡面上安装了监测设备，坡脚设置了警示牌，现状评估其发育程度中等，危害程度中等、危险性中等、影响程度较严重。



照片 3.2-16 不稳定边坡 HP1（镜向 SE）

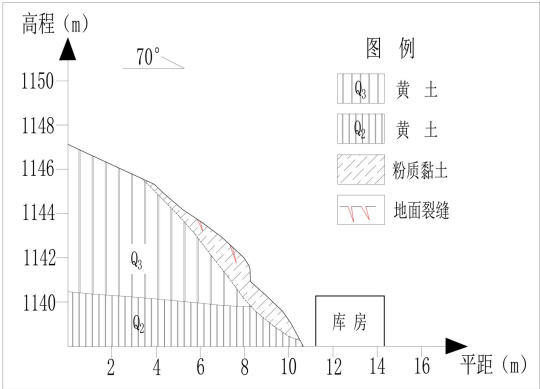


图 3.2-5 不稳定边坡 HP1 剖面图

（4）地面塌陷 TX7

地面塌陷 TX7 位于评估区西部，面积为 11.66hm<sup>2</sup>，为禾草沟一号煤矿 2024 年壁式综采 5 号煤 15210 工作面开采形成的塌陷地，开采形成采空区时间较短，上覆地层尚未沉稳，根据野外调查，在沟谷边缘引发了次生滑坡（见照片 3.2-17~18），区内及周边出现较多的地面裂缝，裂缝呈开口状，形成沉降错台，性质为下错，形态呈直线状，裂缝长度 15~90m，裂缝宽度 0~40cm，走向趋于南北（见照片 3.2-19~20），主要对农村道路、田间道等产生一定影响，因此现状评估地面塌陷 TX7 危害程度中等，危险性中等，影响程度较严重。



照片 3.2-17 地面塌陷区次生边坡（镜向 NE）



照片 3.2-18 地面塌陷区次生边坡（镜向 NE）



照片 3.2-19 地面塌陷 TX7 伴生地裂缝(镜向 NW) 照片 3.2-20 地面塌陷 TX7 损毁道路(镜向 NE)

总体上,不稳定地质体现状评估影响程度较严重。

### 3、矿山不稳定地质体影响预测评估

#### (1) 地面建设工程遭受、引发不稳定地质体危险性预测评估

禾草沟一号煤矿地面建设工程包括工业场地(生产区、生活区)、材料库、临时排矸场、材料库道路。

##### 1) 遭受不稳定地质体危险性预测评估

经现场调查,工业场地(生产区)南侧存在一处不稳定边坡 HP1,现状不稳定边坡 HP1 发育程度中等,距离其他不稳定地质体较远,预测评估其遭受不稳定边坡 HP1 的可能性大,危害程度大,危险性大。

工业场地(生活区)、材料库、临时排矸场、材料库道路等场地周边无高陡边坡,远离滑坡 H1、不稳定边坡(BP1、HP1)及 1 处地面塌陷(TX7)的影响范围,预测评估其遭受不稳定地质体的可能性小,危害程度小,危险性小。

##### 2) 引发不稳定地质体危险性评估

工业场地(生产区、生活区)、材料库、临时排矸场、材料库道路已建成运行多年,无新增建设工程,预测其引发不稳定地质体的可能性小,危害程度小,危险性小。

#### (2) 采矿工程对不稳定地质体危险性预测评估

采矿工程可能引发地面塌陷及伴生地裂缝等不稳定地质体,可能造成地面建(构)筑物损坏、威胁人员。

##### 1) 已沉稳塌陷变形特征

根据对 15210 工作面(北)的地面变形监测数据进行分析,地表移动的持续时间短,而且活跃阶段的移动速度很大,地表变形很剧烈。开采影响向上传播速度很快,地表下

沉和移动速度大且变形剧烈,绝大部分的下沉量在很短的活跃阶段内基本完成。这反映了浅埋煤层在厚松散层开采条件下地表移动发展快、稳定也快的特征。地表移动稳定后,走向主断面上最大下沉值 1352.03mm,最大水平移动值 728.63mm。

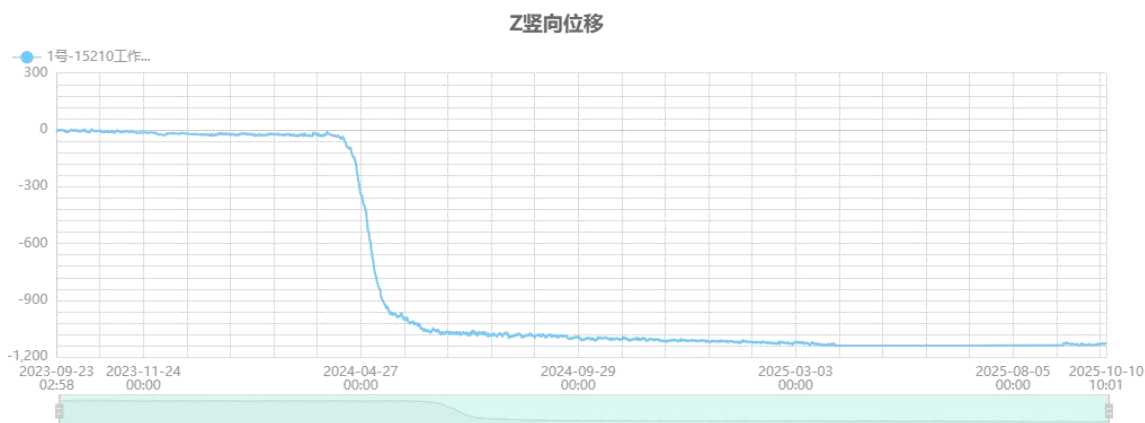


图 3.2-6 15210 工作面(北) Z 竖向位移曲线图

## 2) 地面塌陷值预测

根据禾草沟一号煤矿煤层赋存条件、采煤方法及工艺等条件,以及《建筑物、水体、铁路及主要井巷煤柱留设与压煤开采规范》中所列预计方法,采用概率积分法中的最大值预测方法进行开采区预测。模式如下:

最大下沉值:  $W_{\max} = M \times q \times \cos \alpha$ , mm

最大倾斜值:  $i_{\max} = W_{\max} / r$ , mm/m

最大曲率值:  $K_{\max} = 1.52 \times W_{\max} / r^2$ ,  $10^{-3}/m$

最大水平移动值:  $U_{\max} = b \times W_{\max}$ , mm

最大水平变形值:  $\varepsilon_{\max} = 1.52 \times b \times i_{\max}$ , mm/m

上式中:  $M$ —煤层开采厚度, m;

$H$ —煤层埋藏深度, m;

$\alpha$ —煤层倾角, 为  $1 \sim 3^\circ$ , 取  $3^\circ$ ;

$r$ —开采影响半径, m;

$q$ —下沉系数;

$b$ —水平移动系数。

本次评价参数的选取,根据本矿井煤层覆存特点、开拓方式及采取的采煤方法得出的相关参数,其中下沉系数  $q$  根据矿井近年来实际观测结果得出,有关计算参数如下:

初次采动的下沉系数:  $q=0.76$

重复采动的下沉系数:  $q=0.85$

水平移动系数： $b=0.30$

初次、重复采动影响角正切： $tg\beta=2.23$

影响半径： $r=H/tg\beta$ 。

①近期开采地面塌陷预测值

适用期 5 号煤层回采的工作面为 152 盘区 15210、15208、15206、15204 工作面，共 4 个工作面。根据开采区地质、采矿条件，以工作面为计算块段，采用《地表移动与变形预计系统》软件进行模拟预测。工作面回采后地面塌陷等值线见图 3.2-7，地表变形值见表 3.2-6。

表 3.2-6 近期开采区地面塌陷、倾斜、移动和变形值预测结果表

煤层	工作面		采厚 (mm)	最大塌陷 值(mm)	最大倾 斜值 (mm/m)	最大曲 率 ( $10^{-3}/m$ )	最大水平 移动 值(mm)	最大水平 变形 (mm/m)
5 煤	152 盘区	15210、15208、 15206、15204	2300	1722.64	16.14	0.23	516.79	7.36
			1800	1348.15	12.63	0.18	404.44	5.76

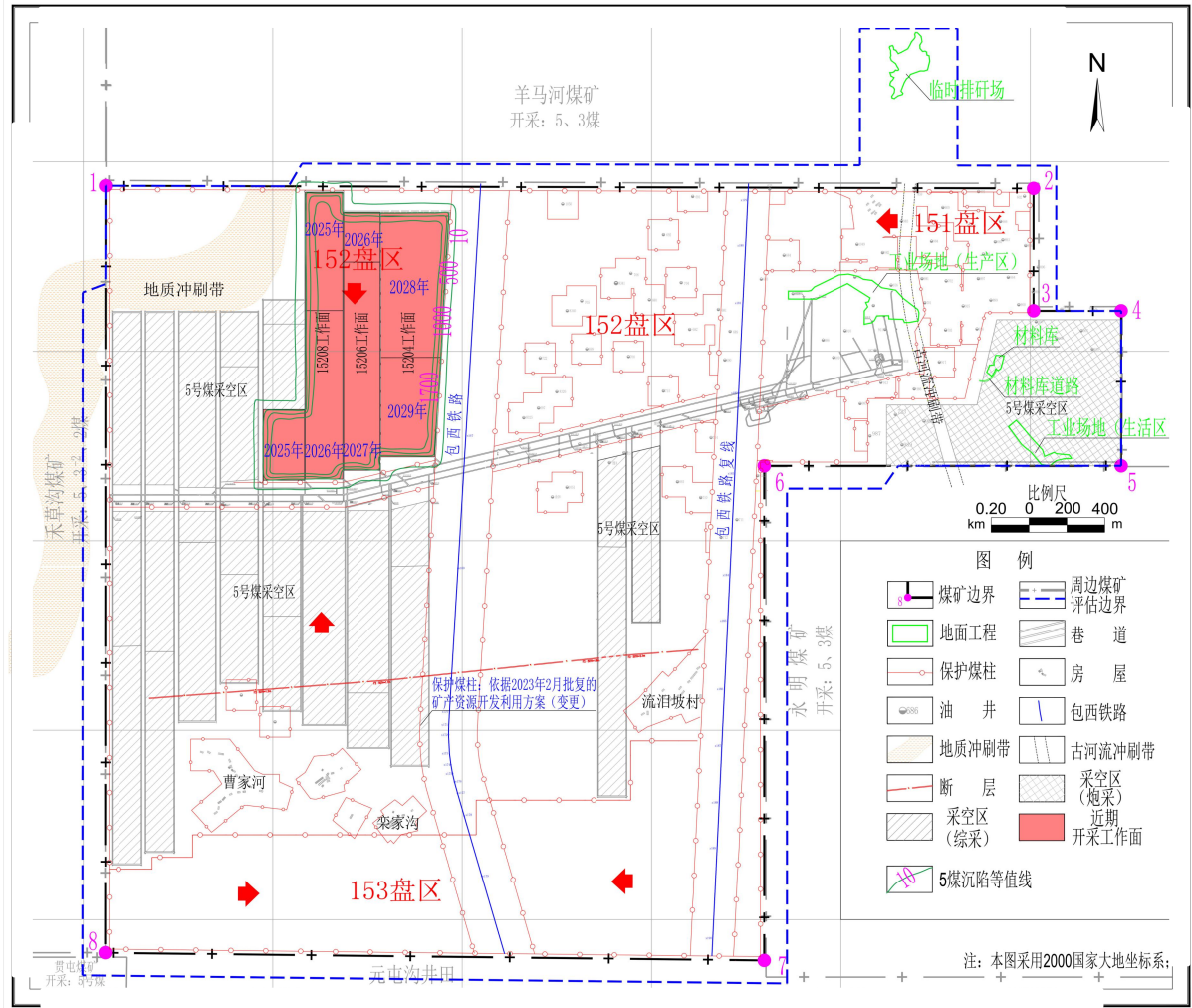


图 3.2-7 禾草沟一号煤矿近期地面塌陷预测等值线图

禾草沟一号煤矿近期 5 号煤层开采后, 预测最大塌陷值为 1722.64mm, 最大倾斜值为 16.14mm/m, 最大曲率值  $0.53 \times 10^{-3}/\text{m}$ , 最大水平移动值为 516.79mm, 最大水平变形值为 7.36 mm/m。

### ②中期开采地面塌陷预测值

根据以上预测模型和有关参数对禾草沟一号煤矿中期开采区开采引起的地面塌陷进行预测, 预测结果见表 3.2-7, 中期地面塌陷等值线图见图 3.2-8。

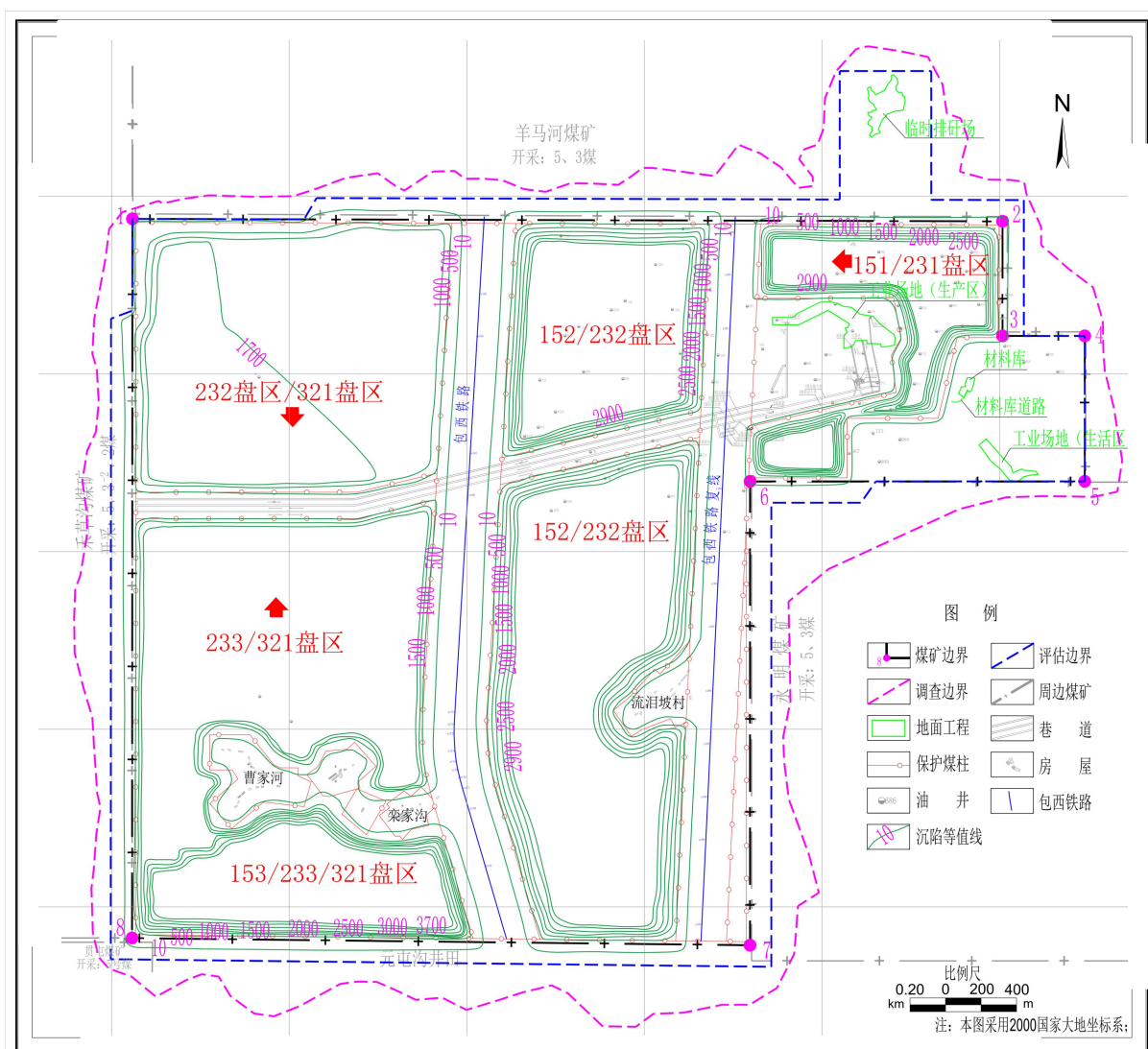


图 3.2-8 禾草沟一号煤矿中期开采地面塌陷预测等值线图(根据开发利用方案(变更)油井服务年限到期报废后,对油井压覆煤柱进行回收)

表 3.2-7 中期开采区地面塌陷、倾斜、移动和变形值预测一览表

水平划分	煤层	采厚 (mm)	最大塌陷值 (mm)	最大倾斜值 (mm/m)	最大曲率 (10 <sup>-3</sup> /m)	最大水平移动值(mm)	最大水平变形 (mm/m)
一水平	5 煤	2690	2014.74	32.33	0.79	604.42	14.74
		1800	1348.15	21.64	0.53	404.44	9.87
二水平	3 <sup>-2</sup> 煤	1050	891.28	11.03	0.21	267.38	5.03

水平划分	煤层	采厚 (mm)	最大塌陷值 (mm)	最大倾斜值 (mm/m)	最大曲率 (10 <sup>-3</sup> /m)	最大水平移动值(mm)	最大水平变形 (mm/m)
		800	679.07	8.40	0.16	203.72	3.83
三水平	2 煤	1000	848.84	7.39	0.10	254.65	3.37
		800	679.07	5.91	0.08	203.72	2.70
全矿区开采累计			3754.86	50.75	1.10	1126.45	23.14

中期煤层开采后,预测 5 煤地面塌陷的最大塌陷值约为 2014.74mm,最大倾斜值为 32.33mm/m,最大曲率值为  $0.79 \times 10^{-3}/m$ ,最大水平移动值为 604.42m,最大水平变形值为 14.74mm/m;预测 3<sup>-2</sup> 煤地面塌陷的最大塌陷值约为 891.28mm,最大倾斜值为 11.03mm/m,最大曲率值为  $0.21 \times 10^{-3}/m$ ,最大水平移动值为 267.38m,最大水平变形值为 5.03mm/m;预测 2 煤地面塌陷的最大塌陷值约为 848.84mm,最大倾斜值为 7.39mm/m,最大曲率值为  $0.10 \times 10^{-3}/m$ ,最大水平移动值为 254.65m,最大水平变形值为 3.37mm/m;全矿区开采累计地面塌陷的最大塌陷值约为 3754.86mm,最大倾斜值为 50.75mm/m,最大曲率值为  $1.10 \times 10^{-3}/m$ ,最大水平移动值为 1126.45m,最大水平变形值为 23.14mm/m。

## 2) 井工开采引发不稳定地质体的时间

近期、中期回采 5、3<sup>-2</sup>、2 号煤层区域地形地貌主要为黄土梁峁沟壑,随着煤矿开采,采空区的形成与扩大,引发地面塌陷的可能性大,开采后由于受到塌陷和伴生裂缝影响,可能在沟谷地区引发黄土斜坡失稳形成滑坡和崩塌等次生边坡。

地表变形在时间上与井下采掘工作面的推进速度、距离等密切相关,一般当回采工作面自开切眼开始向前推进的距离相当于  $1/4H$  ( $H$  为平均采深) 时,开采影响即波及到地表,引起地表变形。地表移动的延续时间 ( $T$ ) 可根据下式计算:

$$T=2.5H_0 \text{ (d)}$$

$H_0$ : 平均采深, m。

通过计算,采 5、3<sup>-2</sup>、2 号煤层开采后地表移动延续的时间约 0.95、1.23、1.75 年。时间段分配上,初期剧烈变形,中期缓慢变形。

上述地表移动变形时间只是煤层开采后地表常规移动变形期。由于采空区完全充填、冒落物的充分压密以及煤柱的变形等因素都影响地表移动,因而地表移动变形可能会延续更长的时间。总体考虑已有开采区和周边煤矿煤层开采稳沉情况,故本方案近期、中期沉稳时间取 2 年。

## (3) 采矿活动影响程度预测

### 1) 采矿活动对滑坡 H1 影响预测评估

滑坡 H1 位于煤矿中期开采 3<sup>-2</sup>、2 号煤影响范围内, 中期采矿活动可能对该滑坡有一定影响, 威胁房屋 25 间 2 户 3 人, 预测中期采矿活动对其危害程度大, 危险性大, **影响程度严重**; 煤矿计划对该区的零散房屋进行采前搬迁, 对搬迁的房屋进行拆除复垦。

### 2) 采矿活动对地面工程影响预测评估

已有的工业场地位于保护煤柱内, 距离近期开采工作面 1.8km, 距离中期开采工作面 30m, 预测近、中期采矿活动对其危害程度小, 危险性小, **影响程度较轻**。

已有的材料库位于保护煤柱内, 距离近期开采工作面 2.8km, 距离中期开采工作面 50m, 预测近、中期采矿活动对其危害程度小, 危险性小, **影响程度较轻**。

已有的临时排矸场位于羊马河煤矿范围内, 位于近、中期开采影响范围以外, 预测近、中期采矿活动对其危害程度小, 危险性小, **影响程度较轻**。

### 3) 采矿活动对村庄房屋损坏预测评估

评估区范围村庄居民点内共涉及余家坪镇 4 个村庄, 分别为庙砭村、流泪坡村、曹家河村、栾家沟, 均已留设保护煤柱。

近、中期开采区无集中村庄分布, 预测近、中期开采对村庄危害程度小、危险性小, **影响程度较轻**; 近、中期开采影响的零散房屋进行采前搬迁, 搬迁后影响程度较轻。

### 4) 采矿活动对道路损坏预测评估

包西铁路和包西铁路复线均已留设保护煤柱, 预测近、中期采矿活动对其危害程度小, 危险性小, **影响程度较轻**。

近、中期开采区的采矿活动对地势较高区的乡村道路产生影响, 等级外道路, 影响程度较轻; 田间道分布于田块之间, 一般为素土路面, 路面宽度 2~4m, 素土路易于修复, 预测损毁程度小, **影响程度较轻**。

### 5) 采矿活动对输电线路损坏预测评估

矿区西部有一条 110kv 高压输电线路未留设保安煤柱。根据采空区地表变形计算结果可知, 采空区地面变形对高压输电线路 10 座塔基产生破坏的可能性较大, 危险性中等, **影响程度较严重**; 采空区地面变形对矿区内的民用输电线路(低压线路)电杆有一定的威胁, 可采取移设措施, 预测地面变形对矿区内的民用输电线路产生破坏的可能性较大, 危险性中等, **影响程度较严重**。

## 6) 采矿活动对油井损坏预测评估

根据《禾草沟一号煤矿矿产资源开发利用方案(变更)》，油井均已留设保护煤柱，预测近、中期采矿活动对其危害程度小，危险性小，**影响程度较轻**。

## 7) 采矿活动对村民供水管道损坏预测评估

村民供水管道来自余家坪镇自来水管网，已对集中连片村庄留设了保护煤柱，根据以往开采情况调查，村民供水管道受开采影响较轻。因此相同的开采方法及工程地质条件类比分析，预测近、中期开采对村民供水管道影响较轻，预测危害程度小，危险性小，**影响程度较轻**。

因此，不稳定地质体预测评估**影响程度严重**。

### (三) 含水层影响现状分析与预测

#### 1、采矿活动对含水层的影响现状评估

评估区煤层开采范围内主要含水层为第四系中上更新统黄土层孔隙潜水含水层、侏罗系中统延安组裂隙含水层及三叠系瓦窑堡组孔隙承压含水层共计三个含水层(组)，按照《矿山地质环境保护与土地复垦方案编制指南》要求，本方案重点关注、评估主要充水含水层受影响程度，具体分析如下：

##### (1) 含水层结构、水位现状评估

禾草沟一号煤矿开采 5、3<sup>-2</sup>、2 号煤层，目前开采 5 号煤层，厚度 1.30~2.69m，平均厚度 2.05m，煤层顶板岩性大多为灰黑色薄-中厚层状的油页岩，局部为灰色厚层状的粉砂岩，底板多为灰黑色泥岩或粉砂质泥岩。

现状禾草沟一号煤矿综合机械化开采 5 号煤形成，根据《隐蔽致灾报告》及开采过程中监测资料，导水裂隙带发育至延安组砂岩裂隙含水层，该含水层结构遭到破坏，水位降至煤层底板，影响程度严重。

##### (2) 生产生活用水影响

评估区内村庄饮水来源于余家坪镇自来水管网，同时居民生产生活用水主要取水含水层为潜水含水层，导水裂隙带未能沟通至第四系潜水含水层，因此现状开采对村民生产生活用水受影响较轻。

监 测 报 告				第 9 页 共 10 页	
新顺渊监字（2025）第 109 号					
监 测 结 果					
监测点/唯一性编号	序号	分析项目	单位	监测结果	地下水质量标准 GB/T 14848-2017 表 1 中 III 类限值要求 符合性判定
曹家河村 (DXS2501 230301)	1	色度	度	<5	≤15 符合
	2	臭和味	/	无异臭、异味	无 符合
	3	浊度	度	1	≤3 符合
	4	肉眼可见物	/	无	无 符合
	5	pH 值	无量纲	7.9（水温：6.5℃）	6.5≤pH≤8.5 符合
	6	总硬度	mg/L	192	≤450 符合
	7	溶解性总固体	mg/L	726	≤1000 符合
	8	硫酸盐	mg/L	12	≤250 符合
	9	氯化物	mg/L	22	≤250 符合
	10	铁	mg/L	0.03ND	≤0.3 符合
	11	锰	mg/L	0.01ND	≤0.10 符合
	12	铜	mg/L	0.05ND	≤1.00 符合
	13	锌	mg/L	0.05ND	≤1.00 符合
	14	铝	mg/L	<0.008	≤0.20 符合
	15	挥发酚	mg/L	0.0003ND	≤0.002 符合
	16	阴离子表面活性剂	mg/L	<0.050	≤0.3 符合
	17	高锰酸盐指数 （以 O <sub>2</sub> 计）	mg/L	0.48	≤3.0 符合
	18	氨氮	mg/L	0.040	≤0.50 符合
	19	硫化物	mg/L	0.003ND	≤0.02 符合

监测报告					
新顺渊监字（2025）第109号			第 10 页 共 10 页		
监测 结果					
监测点/ 唯一性编号	序号	分析项目	单位	监测结果	地下水质量标准 GB/T 14848-2017 表 1 中 III 类限值要求 符合性判定
曹家河村 (DXS2501 230301)	20	钠	mg/L	98.9	≤200 符合
	21	总大肠菌群	MPN/100mL	未检出	≤3.0 符合
	22	菌落总数	CFU/mL	26	≤100 符合
	23	亚硝酸盐氮	mg/L	0.003ND	≤1.00 符合
	24	硝酸盐氮	mg/L	2.85	≤20.0 符合
	25	氰化物	mg/L	<0.002	≤0.05 符合
	26	氟化物	mg/L	0.70	≤1.0 符合
	27	糖化物	mg/L	<0.025	≤0.08 符合
	28	汞	mg/L	4×10 <sup>-9</sup> ND	≤0.001 符合
	29	砷	mg/L	1.3×10 <sup>-3</sup>	≤0.01 符合
	30	硒	mg/L	4×10 <sup>-6</sup> ND	≤0.01 符合
	31	钼	mg/L	5×10 <sup>-3</sup> ND	≤0.005 符合
	32	铍(六价)	mg/L	0.008	≤0.05 符合
	33	铅	mg/L	9×10 <sup>-6</sup> ND	≤0.01 符合
	34	三氯甲烷	μg/L	0.02ND	≤60 符合
	35	四氯化碳	μg/L	0.03ND	≤2.0 符合
	36	苯	μg/L	2ND	≤10.0 符合
	37	甲苯	μg/L	2ND	≤700 符合
备注	1. “/”表示无检出限； 2. “ND”表示未检出，“ND”前数字表示检出限； 3. 监测结果仅对本次采样负责。				
编制人: 张永强		室主任: 张同珠		审核者: 房	签发人: 张永强
2025年02月07日		2025年02月07日		2025年02月07日	2025年02月07日

照片 3.2-21 地下水检测报告

来源：禾草沟一号煤矿提供的陕西新顺渊环保检测有限公司出具的地下水检测报告；

(3) 含水层水质影响评估

煤层开采后矿井水汇入矿井水处理站，达标处理后大部分回用，但主要充水含水层的水质本身未发生改变，因此对含水层水质影响程度较轻。

综上分析，现状评估采矿活动对含水层结构影响程度严重。

2、含水层预测评估

(1) 开采区含水层结构、水位影响程度预测

1) 采煤工作面三带高度计算

覆岩移动变形对含水层的影响主要受垮落带、导水裂隙带高度的控制，以下针对区内近期、中期开采 5、3<sup>-2</sup>、2 号煤及其上覆岩层移动变形对主要含水层的影响进行预测评估。

考虑煤层顶板、上覆岩层岩性，垮落带高度计算采用《矿区水文地质工程地质勘查规范》中推荐的公式模式：

①垮落带高度的预测

$$H_m = \frac{100 \sum M}{4.7 \sum M + 19} \pm 2.2$$

式中:  $H_m$ —垮落带高度 (m);  $\sum M$ —累计采厚 (m)

## ②导水裂隙带高度预测

公式 1:

$$H_{Li} = \frac{100 \sum M}{1.6 \sum M + 3.6} \pm 5.6$$

公式 2:

$$H_{Li} = 20\sqrt{\sum M} + 10$$

式中:  $H_{Li}$ —导水裂隙带高度 (m);

③导水裂隙带之上为弯曲下沉带, 该带岩层只产生弯曲变形, 含水层水位受影响的可能性小。

## 2) 近期开采区含水层结构、水位影响预测评估

近期开采 5 煤后, 垮落带、导水裂隙带高度见表 3.2-8。

表 3.2-8 近期开采区垮落带、导水裂隙带高度预测结果表

煤层	近期开采区	可采厚度 (m)		垮落带高度	导水裂隙带高度(m)	
				(m)	公式 1	公式 2
5 号煤	152 盘区 15210、15208、15206、15204 工作面	最大	2.30	9.92	37.19	40.33
		最小	1.80	8.75	33.38	36.83

## 3) 中期含水层结构、水位影响预测评估

中期垮落带、导水裂隙带高度计算结果见表 3.2-9。

表 3.2-9 中期开采区垮落带、导水裂隙带高度预测结果表

煤层	可采厚度 (m)		垮落带 高度 (m)	导水裂隙带高度(m)	
				公式 1	公式 2
5 号煤	最大	2.69	10.70	39.63	42.80
	最小	1.80	8.75	33.38	36.83
3 <sup>-2</sup> 号煤	最大	1.05	6.59	25.49	30.49
	最小	0.80	5.71	21.99	27.89
2 号煤	最大	1.00	6.42	24.83	30.00
	最小	0.80	5.71	21.99	27.89

## （2）影响含水层范围预测

根据工作面边界附近导水裂隙带高度、裂缝角计算导水裂隙向采空区外沟通范围，计算公式为：

$$L=H\times\tan(90^{\circ}-\alpha)$$

式中：L—沟通范围，m；H—导水裂隙带高度，m； $\alpha$ —裂缝角，取  $72^{\circ}$ 。

经计算，近期导水裂隙沟通范围 5 号煤层为采空区外 11.97~13.10m，范围见图 3.2-8。

降落漏斗影响范围根据抽水钻孔数据计算，计算公式为：

$$R=10\times S_w\times\sqrt{K}$$

式中：R—影响半径，m； $S_w$ —水位下降值 74.65m；K—渗透系数值，0.00389m/d。

经计算，近期 5 号煤层工作面回采后降落漏斗影响范围为采空区外 46.56m，降落漏斗影响范围见图 3.2-9。

表 3.2-10 近期降落漏斗范围预测表

开采煤层及开采区域	导水裂隙高度 (m)	水位降 (m)	渗透系数 (m/d)	沟通范围 (m)	降落漏斗 范围 (m)
5 号煤（152 盘区 15210、15208、15206、 15204 工作面）	40.33	74.65	0.00389	13.10	46.56
	36.83			11.97	

注：水位下降和渗透系数取值来源于《禾草沟一号煤矿勘查地质报告》；

## （3）含水层结构、水位预测评估

近期开采 5 号煤导水裂隙带最大高度为 40.33m，导水裂隙带沟通延安组中部砂岩含水层，水位降至煤层底板，预测近期开采对含水层影响程度严重。中期煤层开采后垮落带、导水裂隙带高度计算结果见表 3.2-9，通过计算结果分析，中期煤层开采后，最大导水裂隙带高度 42.80m，导水裂隙沟通至侏罗系中统延安组裂隙含水层，导水裂隙破坏含水层结构，并产生导水通道，水位降至煤层底板，预测煤炭开采对含水层结构、水位影响程度严重。

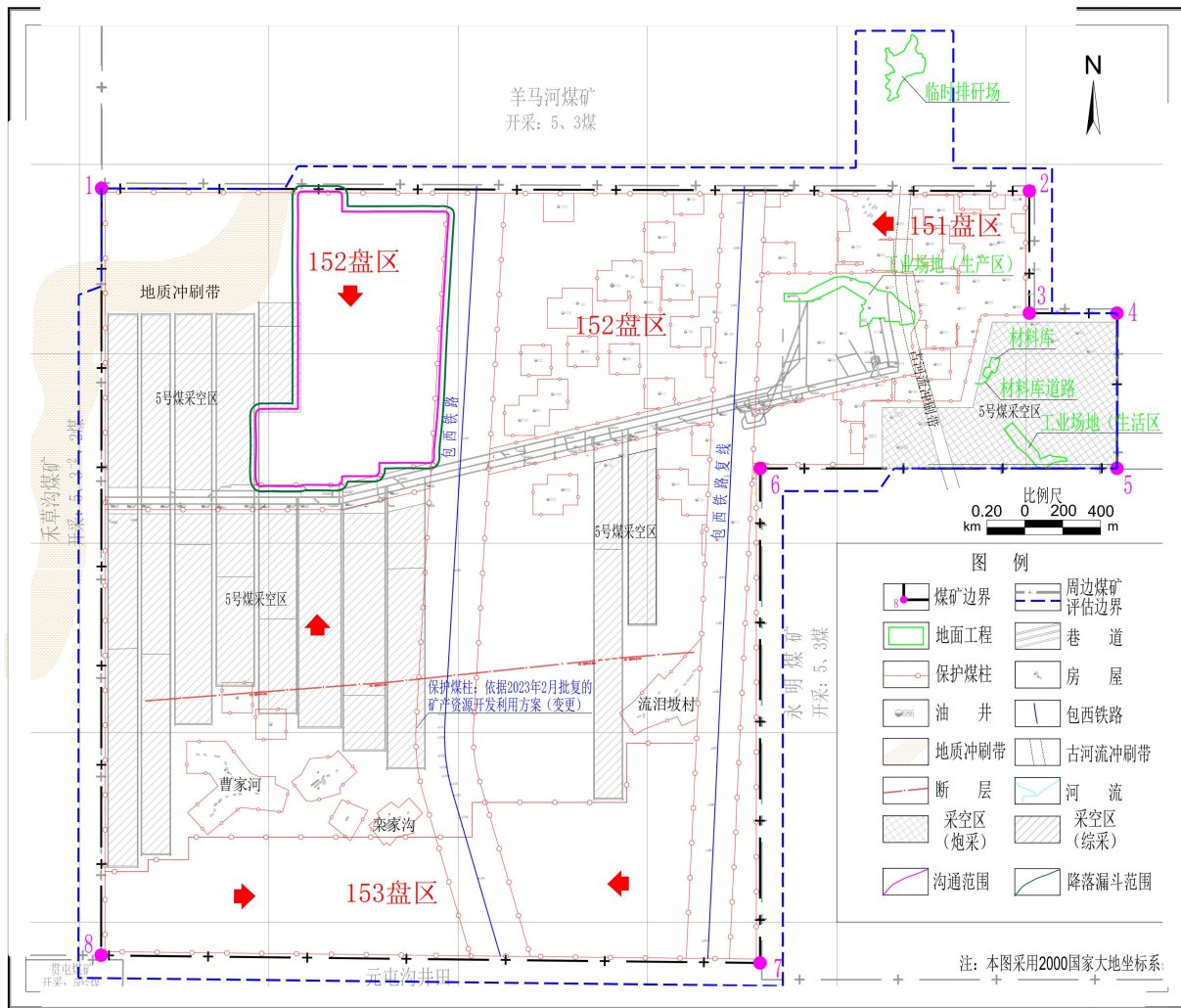


图 3.2-9 禾草沟一号煤矿近期开采导水裂隙沟通范围

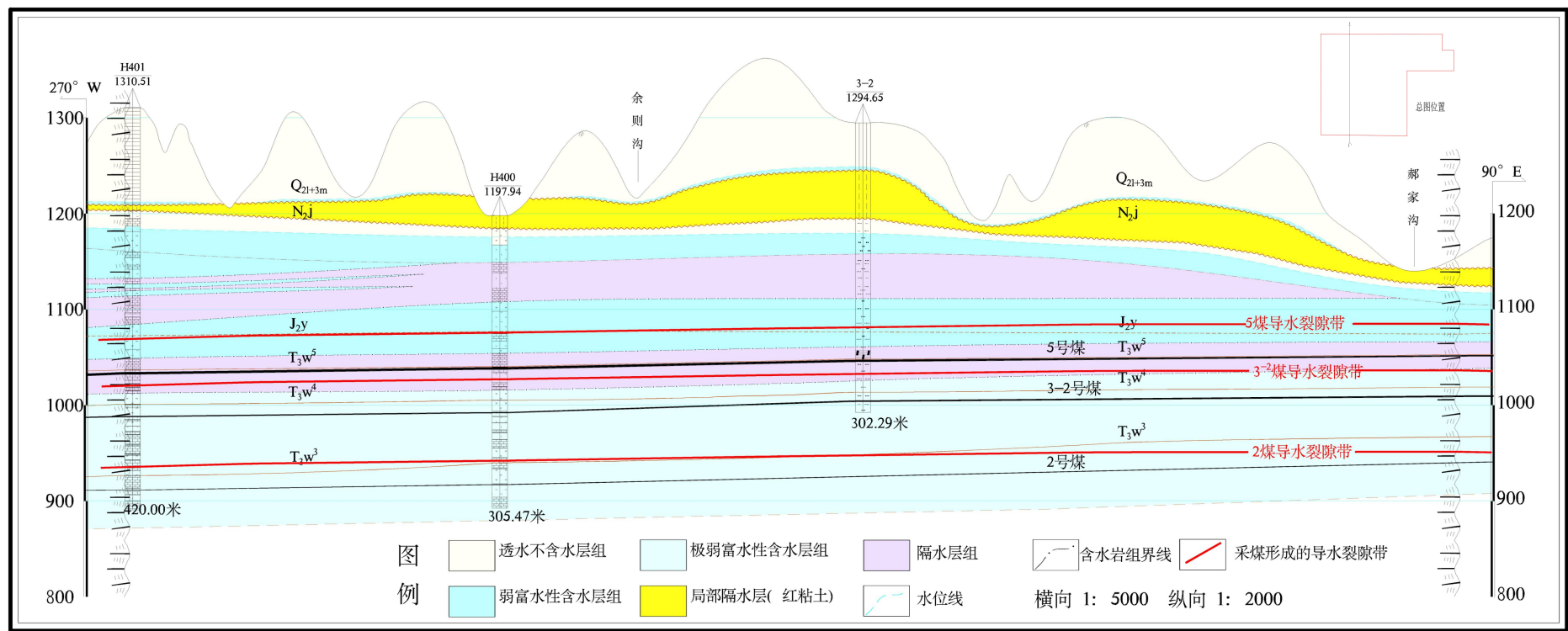


图 3.2-10 导水裂隙发育高度图

#### (4) 对村民生产生活用水影响预测

据前分析,煤层开采产生的导水裂隙将不会直接波及第四系中上更新统黄土层孔隙潜水含水层,第四系含水层不会发生漏失。导水裂隙带高度波及到延安组裂隙含水层,因此预测开采对村民生产生活用水影响较轻。

#### (5) 含水层水质影响预测

煤层开采中,被导水裂隙影响到的各含水层地下水合并渗漏形成矿井水,使原有的水质发生变化,成为混合水质。当进入采掘巷道后,则会受到井下开采的影响,增加了水体悬浮物和 COD 的含量。矿井水随着开采的进行不断排出地表,进入矿井水处理站处理达标后大部分回用,因此,对含水层水质影响程度较轻。

总体上,含水层预测评估影响程度严重。

#### (四) 地形地貌景观影响现状分析与预测

##### 1、地形地貌景观现状评估

评估区地处陕北黄土高原腹地,地貌单元属黄土梁峁沟壑区,可细分为黄土梁峁地貌、沟谷地貌。区内沟谷纵横,地形支离破碎,地表大部分被第四系黄土所覆盖,沟谷两侧有新近系及基岩出露,沟谷呈树枝状分布,形成黄土梁、峁、沟相间地形。地形总趋势为西高东低。最高处位于冒天山,海拔+1404.47m,最低位于庙砭海拔+1100m,相对高差 304.47m。

##### (1) 地面工程对地形地貌景观影响

工业场地(生产区)、工业场地(生活区)位于矿区东部,由于长时间的占用、压占破坏了原始地形地貌,与周围环境差异大,现状评估其对地形地貌景观影响程度严重。

材料库、材料库道路原始地貌为沟谷地貌,与周围环境相差较大,现状评估其对地形地貌景观影响程度较严重。

临时排矸场在使用期间对原始地貌进行了压占损毁,破坏了原始地形地貌,现状评估对地形地貌影响程度较严重。

##### (2) 矿山开采对地形地貌景观影响

根据资料核查和现状调查,地面塌陷 TX7 为煤矿 2024 年综采 5 号煤形成,面积为 11.66hm<sup>2</sup>,2024 年开采 152 盘区 15210 工作面所形成采空区时间较短,上覆地层尚未沉稳;伴生裂缝发育,引起地表坡度发生了一定变化,已在裂缝拉伸区、沟谷边坡区域引

发次生边坡,形成了滑塌现象,不改变总体地貌景观类型;因此采矿活动对地形地貌景观影响程度较轻。

总体上,地形地貌景观现状评估影响程度严重。

## 2、地形地貌景观预测评估

### (1) 地面工程对地形地貌景观影响

工业场地(生活区、生产区)、材料库、材料库道路等已建成,地面工程正常运行,经过绿化等恢复治理,预测对地形地貌景观影响程度较轻;临时排矸场中矸石临时周转及时进行覆土绿化,不改变总体地形地貌景观,因此临时排矸场对地形地貌景观影响程度较轻。

### (2) 矿山开采对地形地貌景观影响

根据预测结果,近期5号煤地面沉陷最大1.72m,塌陷面积131.07hm<sup>2</sup>,中期5、3<sup>-2</sup>、2号煤地面沉陷最大3.75m,塌陷面积1329.35hm<sup>2</sup>。

近期、中期壁式综采形成的地面塌陷对地面标高会产生一定的影响,随着地下开采,地表会形成塌陷盆地,塌陷盆地边界一般略大于采空区边界,地面塌陷伴生地表裂隙,特别是一些较大裂隙,破坏了原地貌的完整性,尤其在沟谷两侧斜坡区域,可能会引发山坡大面积滑塌,不改变总体地貌景观类型;预测煤矿开采对地形地貌的影响程度较轻。

总体上,评估区预测地形地貌景观影响程度较轻。

## (五) 矿区水土环境现状分析与预测

### 1、水土环境现状评估

#### (1) 水环境质量现状评估

##### 1) 生活污水

工业场地的生活污水量为230.6m<sup>3</sup>/d,本矿井工业场地内已建有一座生活污水处理站,规模300m<sup>3</sup>/d。处理工艺为AO生物处理+深度处理,工业场地的生活污水经处理后,出水水质执行《城市污水再生利用 工业用水水质》(GB/T19923-2005)中绿化用水水质标准中较高者,处理后的生活污水全部回用于工业场地绿化及道路洒水、动筛车间生产补水。

##### 2) 矿井水

井下排水正常涌水时960m<sup>3</sup>/d,矿井水处理站处理规模为1500m<sup>3</sup>/d,处理工艺为AO

生物处理+深度处理，处理后的井下排水处理达标后，可作为井下洒水、消防用水等井下生产用水。

因此，水环境现状影响程度较轻。

延安油气产品质量检验检测有限责任公司				
检测报告				
№: DB(2024)-0003W		第 1 页, 共 7 页		
项目名称	延安市禾草沟一号煤矿地表水检测			
样品原编号	DB20241009-01-01-01W		DB20241009-01-02-01W	
采样点坐标	经度: 109°61'4" 纬度: 37°03'08"		经度: 109°62'09" 纬度: 37°04'04"	
采样地点	地表水上游		地表水下游	
样品数量	聚乙烯瓶: 500mL/瓶×3 瓶 250mL/瓶×1 瓶 100mL/瓶×1 瓶 5000mL/桶×1 桶		聚乙烯瓶: 500mL/瓶×3 瓶 250mL/瓶×1 瓶 100mL/瓶×1 瓶 5000mL/桶×1 桶	
包装情况	包装完好		采样人员	安保臣 冯慧
固定情况	样品均按要求加入固定剂		采样日期	2024.10.09
样品编号	DB (2024) -0003W01	DB (2024) -0003W02	信息录入	张家鑫
	收样日期		2024.10.09	
检测目的	委托检测		分析日期	2024.10.09-2024.10.21
样品状态描述	微浊、微黄、无味、有少量沉淀		样品来源	自采
执行标准	/			
采样依据	地表水环境质量监测技术规范 HJ 91.2-2022			
检测项目分析及主要仪器				
序号	检测项目	分析方法及来源	仪器名称及型号、编号、有效期	检出限
1	pH 值 (无量纲)	水质 pH 值的测定 电极法 HJ 1147-2020	便携式 pH 计 /PHB-4/HJ096/2025.03.04	/
2	"总硬度" (以 CaCO <sub>3</sub> 计) (mg/L)	生活饮用水标准检验方法 第 4 部分: 感官性状和物理指标 GB/T 5750.4-2023 (10.1)	/	1
3	"溶解性总固体" (mg/L)	生活饮用水标准检验方法 第 4 部分: 感官性状和物理指标 (11.1 称量法) GB/T 5750.4-2023	烘箱 ZA526/101-2EBS	10

延安油气产品质量检验检测有限责任公司				
检测报告				
№: DB(2024)-0003W		第 2 页, 共 7 页		
序号	检测项目	分析方法及来源	仪器名称及型号、编号、有效期	检出限
4	氨氮 (mg/L)	水质 氨氮的测定 纳氏试剂分光光度法 HJ 535-2009	紫外可见分光光度计 /T2602/HJ015/2025.03.04	0.025
5	硝酸盐氮 (mg/L)	水质 无机阴离子 (F <sup>-</sup> 、Cl <sup>-</sup> 、NO <sub>2</sub> <sup>-</sup> 、Br <sup>-</sup> 、NO <sub>3</sub> <sup>-</sup> 、PO <sub>4</sub> <sup>3-</sup> 、SO <sub>4</sub> <sup>2-</sup> 、SO <sub>3</sub> <sup>2-</sup> ) 的测定 离子色谱法 HJ 84-2016	离子色谱仪 IC6200/HJ003/2025.03.05	0.016
	亚硝酸盐氮 (mg/L)			0.016
6	Cl <sup>-</sup> (mg/L)	水质 无机阴离子 (F <sup>-</sup> 、Cl <sup>-</sup> 、NO <sub>2</sub> <sup>-</sup> 、Br <sup>-</sup> 、NO <sub>3</sub> <sup>-</sup> 、PO <sub>4</sub> <sup>3-</sup> 、SO <sub>4</sub> <sup>2-</sup> 、SO <sub>3</sub> <sup>2-</sup> ) 的测定 离子色谱法 HJ 84-2016	离子色谱仪 IC6200/HJ003/2025.03.05	0.007
	SO <sub>4</sub> <sup>2-</sup> (mg/L)			0.018
	NO <sub>2</sub> <sup>-</sup> (mg/L)			0.016
	NO <sub>3</sub> <sup>-</sup> (mg/L)			0.016
7	铁 (mg/L)	水质铁、锰的测定 火焰原子吸收分光光度法 GB 11911-89	原子吸收分光光度计 AA-7020/HJ001/2025.03.05	0.03
8	电导率 (μS/cm)	便携式电导率仪法《水和废水监测分析方法》(第四版) 国家环境保护总局 (2002 年)	便携式电导率 /DDB-305A/HJ097/2025.03.04	/
9	肉眼可见物	生活饮用水标准检验方法 第 4 部分: 感官性状和物理指标 (7.1 直接观察法) GB/T 5750.4-2023	250mL 锥形瓶	/
10	臭和味	生活饮用水标准检验方法 第 4 部分: 感官性状和物理指标 (6.1 嗅气和尝味法) GB/T 5750.4-2023	250mL 锥形瓶	/

照片 3.2-23 地表水检测报告

来源：禾草沟一号煤矿提供的延安油气产品质量检验检测有限责任公司出具的地表水检测报告；

(2) 土壤环境质量现状评估

禾草沟一号煤矿煤矸石多用于大唐延安发电厂发电，后用于制粉煤灰砖，利用不畅时运往临时排矸场进行临时周转，对土壤理化性质较轻，检测报告见照片3.2-24；因此，对土壤环境质量影响程度较轻。

地面塌陷土壤类型主要为黄绵土、黑垆土和红粘土为主，塌陷区产生的伴生裂缝仅为物理破坏，塌陷过程对土壤有机质等影响较小，对土壤环境质量影响程度较轻。

陕西延宁环境检测有限公司  
地址：陕西省延安市高新技术开发区创新产业园54号楼4楼 电话：18691183412

监测报告

陕延宁监（土）字（2022）017号 第 11 页 共 12 页

镍	mg/kg	25	24	900	是
铜	mg/kg	14	12	18000	是
锌	mg/kg	55	52	-	-
钴	mg/kg	8	8	-	-
硒	mg/kg	0.065	0.060	-	-
铈	mg/kg	0.16	0.12	180	是
氟化物	mg/kg	0.04ND	0.04ND	135	是
氟化物	mg/kg	164.92	140.98	-	-
*锰	mg/kg	548	529	-	-
*钴	mg/kg	11.6	10.4	70	是
*钒	mg/kg	68.1	60.1	752	是
*铈	mg/kg	<0.2	<0.2	-	-
*铈	mg/kg	0.31	0.29	29	是
*钼	mg/kg	0.67	0.68	-	-
备注	1、本结果仅对本次监测有效； 2、“ND”表示未检出，“ND”前数据表示方法检出限； 3、“-”表示在《土壤环境质量 建设用地土壤污染风险管控标准（试行）》GB 36600-2018 筛选值 第二类用地中无限值要求。				
检测结果					
检测项目	单位	监测点位		标准限值	
		019 排矸场 T-ZC-221026-019 (表层样)	020 排矸场 T-ZC-221026-020 (表层样)	《土壤环境质量 建设用地土壤污染风险管控标准（试行）》 GB 36600-2018 筛选值 第二类用地	
				标准值 mg/kg	是否合格
pH	无量纲	8.97	8.91	-	-
汞	mg/kg	0.21	0.19	38	是
砷	mg/kg	1.25	1.61	60	是

陕西延宁环境检测有限公司  
地址：陕西省延安市高新技术开发区创新产业园54号楼4楼 电话：18691183412

监测报告

陕延宁监（土）字（2022）017号 第 12 页 共 12 页

铅	mg/kg	18	24	800	是
镉	mg/kg	0.05	0.06	65	是
镍	mg/kg	25	25	900	是
铜	mg/kg	17	15	18000	是
锌	mg/kg	54	74	-	-
钴	mg/kg	11	9	-	-
硒	mg/kg	0.014	0.053	-	-
铈	mg/kg	0.097	0.11	180	是
氟化物	mg/kg	0.04ND	0.04ND	135	是
氟化物	mg/kg	111.56	154.92	-	-
*锰	mg/kg	567	584	-	-
*钴	mg/kg	11.0	12.5	70	是
*钒	mg/kg	63.8	71.7	752	是
*铈	mg/kg	<0.2	<0.2	-	-
*铈	mg/kg	0.30	0.46	29	是
*钼	mg/kg	0.89	0.91	-	-
备注	1、本结果仅对本次监测有效； 2、“ND”表示未检出，“ND”前数据表示方法检出限； 3、“-”表示在《土壤环境质量 建设用地土壤污染风险管控标准（试行）》GB 36600-2018 筛选值 第二类用地中无限值要求。				
编写人：[签名] 室主任：[签名] 审核者：[签名] 签发人：[签名] 2022年11月28日 2022年11月28日 2022年11月28日 2022年11月28日					

照片 3.2-24 土壤质量检测报告

来源：禾草沟一号煤矿提供的陕西延宁环境检测有限公司出具的土壤质量检测报告；

总体上，水土环境现状评估影响程度较轻。

2、水土环境预测评估

(1) 水环境质量预测评估

生活污水处理站正常运行，处理后的生活污水全部回用于工业场地绿化及道路洒水、动筛车间生产补水；矿井水处理后的井下排水处理达标后，可作为井下洒水、消防用水等井下生产用水；因此，水环境预测影响程度较轻。

(2) 土壤环境质量预测评估

近期和中期煤层开采后地面塌陷区会出现伴生裂缝、局部地区地表坡度将会发生变化，塌陷过程使土壤质地趋于疏松，主要为物理结构破坏，对土壤理化性质影响程度较轻。

总体上，水土环境预测评估影响程度较轻。

(六) 生态环境系统的现状分析与预测

1、生态环境系统的现状评估

根据现场调查及《禾草沟一号煤矿遥感监测项目说明书》，从2018-2023的变化趋势上看，三、四、五级覆盖的面积有所减少，一、二级覆盖面积是逐渐增加；差、较差、

中等生态指数面积是减少的，良好、优生态指数面积是逐渐增加，这也说明矿区内植被生长情况在逐渐向好的方面发展，对优势植物群落分布的影响较小。

评估区野生动物未对评价区表现出具有特殊环境依赖性，当其受扰后可就近寻找适宜栖息地，远离矿区影响范围，这种暂时性的回避行为也将随采矿活动减缓而减少。

总体上，现状对生态环境系统影响程度较轻。

## 2、生态环境系统的预测评估

煤矿开采结束后，根据预测，地表裂缝和坡度变化对植物根系破坏较轻，禾草沟一号煤矿生态以自然恢复为主，评估区内植被会逐渐恢复至原始水平。

评估区野生动物暂时性的回避行为也将随采矿活动减缓而减少，随后各类种群将逐渐重返原栖息地，物种多样性逐渐丰富。

总体上，预测对生态环境系统影响程度较轻。

## （七）评估分级与分区

### 1、现状评估分级与分区

#### （1）现状评估分级

通过以上分析，不稳定地质体、含水层、地形地貌景观、水土环境影响程度现状评估分级见表 3.2-11。

表 3.2-11 现状影响程度分级表

因素	不稳定地质体	含水层	地形地貌景观	土地环境
现状评估	不稳定边坡 BP1、HP1 现状评估其影响程度较严重；地面塌陷 TX7 主要对农村道路、田间道等产生一定影响，现状评估其影响程度较严重。	TX7 采矿活动形成导水裂隙沟通破坏延安组砂岩裂隙含水层，水位降至煤层底板，影响程度严重；对当地村民生产生活供水影响较轻。	工业场地（生活区、生产区）对地形地貌景观影响程度严重；材料库、材料库道路对地形地貌景观影响程度较严重；临时排矸场对地形地貌影响程度较严重；地面塌陷 TX7 在裂缝拉伸区、沟谷边坡区域引发次生边坡，形成了滑塌现象，不改变总体地貌景观类型。	生活污水、矿井水处理后达标。地面塌陷 TX7 形成的塌陷和伴生地裂缝对土壤物理破坏小，使土壤质地趋于疏松，对土壤影响程度较轻。
程度分级	较严重	严重	严重	较轻

## （2）现状分区结果

通过对不同矿山地质环境问题现状评估结果的叠加分析，编制了禾草沟一号煤矿矿山地质环境问题现状图，见附图 1。

现状评估将全区划分为 3 级 8 个不同影响程度区，其中 2 个严重影响区，面积为 0.0984km<sup>2</sup>，占评估区比例 0.52%；5 个较严重影响区，面积为 0.2046km<sup>2</sup>，占评估区比例 1.09%；1 个较轻影响区，面积为 18.4788km<sup>2</sup>，占评估区比例 98.39%。各分区基本情况见表 3.2-12。

## 2、预测评估分级与分区

### （1）预测评估分级

通过以上分析，不稳定地质体、含水层、地形地貌景观、水土环境影响程度预测评估分级见表 3.2-13。

表 3.2-13 预测影响程度分级表

因素	不稳定地质体	含水层	地形地貌景观	水土环境
预测评估	工业场地（生产区）遭受不稳定边坡 HP1 的可能性大，危险性大，影响程度严重；中期开采区的采矿活动将会对滑坡 H1 影响程度严重；对高压输电线路塔基、低压输电线路产生破坏的可能性较大，危险性中等，影响程度较严重。	近、中期开采导水裂隙沟通范围内延安组中部砂岩含水层结构破坏，水位大幅下降，影响程度严重；对当地村民生产生活供水影响较轻。	近、中期壁式综采在沟谷两侧斜坡区域，可能会引发山坡大面积滑塌，不改变总体地貌景观类型，预测煤矿开采对地形地貌的影响程度较轻。	达标处理后生活污水全部回用，矿井水全部回用，不外排，影响较轻；采煤塌陷过程使土壤质地趋于疏松，主要为物理破坏，对土壤环境质量影响较轻。
程度分级	严重	严重	较轻	较轻

### （2）预测分区结果

通过对不同矿山地质环境问题预测评估结果的叠加分析，编制了地质环境影响预测评估图，见附图 3。全区共划分 3 级 14 个不同影响程度区，其中：2 个严重影响区，面积为 0.0642km<sup>2</sup>，占评估区比例 0.34%；11 个较严重影响区，面积为 4.2481km<sup>2</sup>，占评估区比例 22.62%；1 个较轻影响区，面积为 14.4695km<sup>2</sup>，占评估区比例 77.04%。各分区基本情况见表 3.2-14。

表 3.2-12 现状评估分区基本情况表

现状评估分区				矿山地质环境问题及影响程度				
编号	分级	位置	面积 (km <sup>2</sup> )	不稳定地质体	含水层	地形地貌景观	水土 环境	防治情况
I <sub>1</sub>	严重	工业场地 (生产区)	0.0729	影响程度较轻	影响较轻	影响程度严重	污废水达标处理后，生活污水全部回用，矿井水全部用于井下生产洒水等，不外排；地面塌陷对土壤影响较轻	人工巡查
I <sub>2</sub>		工业场地 (生活区)	0.0255	影响程度较轻	影响较轻	影响程度严重		
II <sub>1</sub>	较严重	材料库及材料库道路	0.0055	影响程度较轻	影响较轻	影响程度较严重		
II <sub>2</sub>		不稳定边坡 BP1	0.0112	影响程度较严重	未开采区，影响较轻；	影响较轻		
II <sub>3</sub>		不稳定边坡 HP1	0.0272	影响程度较严重	未开采区，影响较轻；	影响较轻		
II <sub>4</sub>		评估区西北部	0.1166	地面塌陷 TX7 主要对农村道路、田间道等产生一定影响，现状评估其影响程度较严重；	影响程度严重	影响较轻		
II <sub>5</sub>		临时排矸场	0.0441	影响程度较轻	未开采区，影响较轻；	临时排矸场对地形地貌影响程度较严重；		
III <sub>1</sub>	较轻	评估范围内其它地区	18.4788	其他地质环境危险性小，影响较轻；其他区域未开采，不稳定地质体弱发育，影响较轻		未开采区，影响较轻；	/	人工巡查，自然恢复
合计	/	/	18.7818	/	/	/		/

表 3.2-14 预测评估分区基本情况表

预测评估分区				矿山地质环境问题及影响程度				
编号	分级	位置	面积 (km <sup>2</sup> )	不稳定地质体	含水层	地形地貌景观	水土环境	防治 难度
I <sub>1</sub>	严重	工业场地（生产区）南侧	0.0272	工业场地（生产区）遭受不稳定边坡 HP1 的可能性大，危险性大；	影响较轻	影响较轻		大
I <sub>2</sub>		滑坡 H1	0.0370	中期开采区的采矿活动对滑坡 H1 影响程度严重；	影响严重	影响较轻		
II <sub>1</sub>	较严重	评估区北部	1.1698	近、中期开采区的采矿活动将会对高压输电线路塔基、低压输电线路产生破坏的可能性较大，影响程度较严重；	近、中期开采导水裂隙沟通范围内延安组中部砂岩含水层结构破坏，水位降至煤层底板，影响程度严重；对当地村民生产生活供水影响较轻；	近期、中期开采塌陷区不改变总体地貌景观类型，影响较轻	污废水达标处理后，生活污水全部回用，矿井水全部用于井下生产洒水等，不外排；地面塌陷对土壤影响较轻	中等
II <sub>2</sub>			1.1369					
II <sub>3</sub>			0.3739					
II <sub>4</sub>			0.3753					
II <sub>5</sub>		评估区南部	0.2005					
II <sub>6</sub>			0.2041					
II <sub>7</sub>			0.0336					
II <sub>8</sub>			0.1738					
II <sub>9</sub>			0.1483					
II <sub>10</sub>			0.0782					
II <sub>11</sub>			0.3537					
III <sub>1</sub>	较轻	评估范围内其它地区	14.4695	其他不稳定地质体危险性小，影响较轻；其他区域未开采，不稳定地质体弱发育，影响较轻；	影响较轻	影响较轻		小
合计	/	/	18.7818	/	/	/	/	/

三、矿山土地损毁预测与评估

（一）土地损毁环节与时序

1、复垦现状及存在问题

**塌陷地复垦现状及存在问题：**根据现场调查，禾草沟一号煤矿 2020 年以前煤矿开采 5 号煤形成，已经过治理，现场调查已沉稳，地表植被生长良好，未发现明显地裂缝，本方案不再纳入复垦责任范围，2020-2023 年综采形成的塌陷地已复垦并验收，本方案不再纳入复垦责任范围，2024 年壁式综采 5 号煤 15210 工作面开采形成的塌陷地尚未沉稳，本次将其纳入本期复垦责任范围。

**地面设施复垦现状及存在问题：**主要是针对禾草沟一号煤矿已有的地面工程场地复垦情况和存在的问题进行列表说明，详见表 3.3-1。

表 3.3-1 地面设施复垦现状情况统计表

地面工程名称	复垦情况	面积（hm <sup>2</sup> ）	是否纳入本期复垦责任范围	复垦时期
工业场地 （生产区）	长期占用、未复垦	1.25	是	后期
	压占土地、未复垦	6.04	是	后期
工业场地 （生活区）	长期占用、未复垦	1.98	是	后期
	压占土地、未复垦	0.57	是	后期
材料库	压占土地、未复垦	0.48	是	后期
临时排矸场	压占土地、未复垦	4.41	是	后期
材料库道路	压占土地、未复垦	0.07	是	后期

2、土地损毁环节与时序

禾草沟一号煤矿地面建设工程均已完工，根据煤矿开采工艺及矿区煤矿土地复垦经验，结合对禾草沟一号煤矿已损毁土地的调查，本方案生产过程中造成的土地损毁形式主要表现为塌陷地损毁土地和压占损毁土地，本项目煤矿开采与土地损毁的时序关系见图 3.3-1。

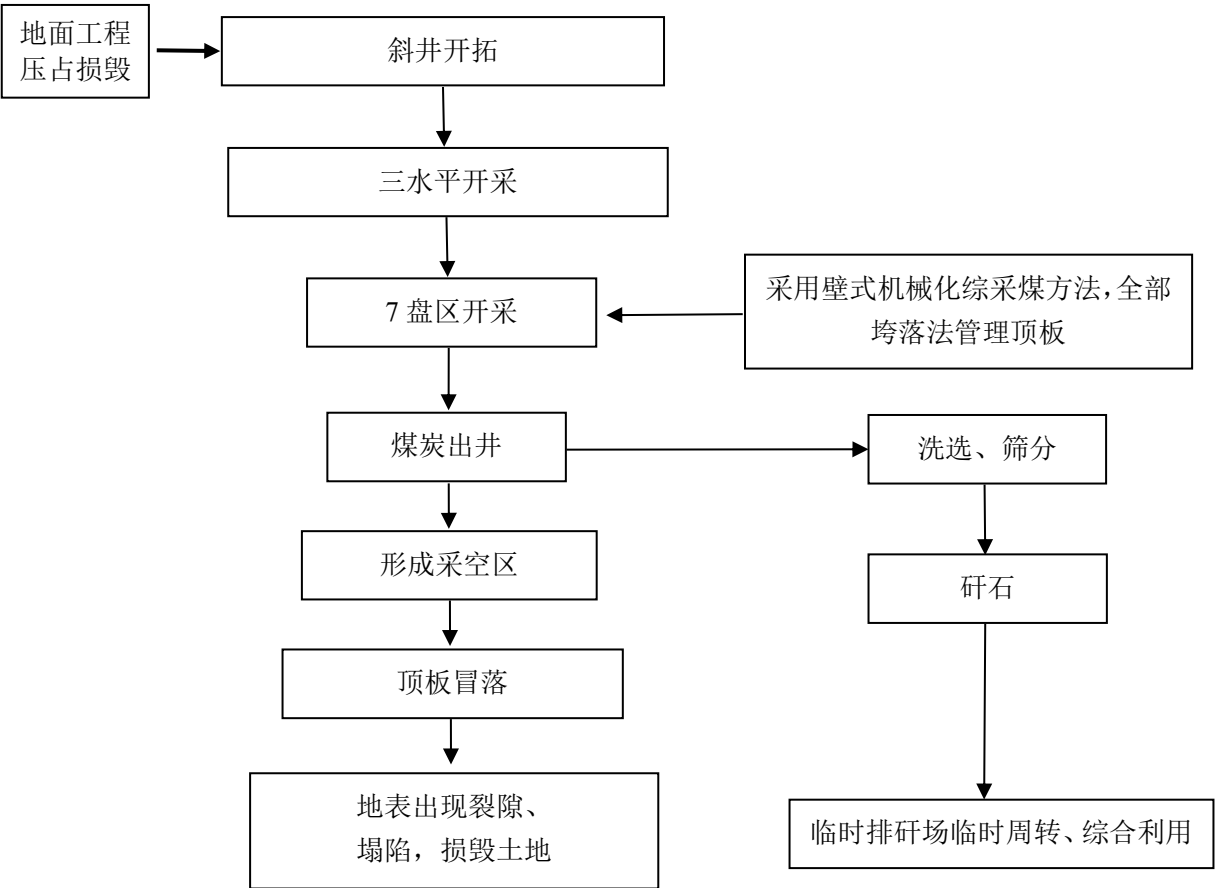


图 3.3-1 煤矿开采与土地损毁时序关系图

(1) 开采塌陷损毁土地

1) 地表裂缝

随着煤炭的开采，地表局部将出现地裂缝。裂缝通常分布于煤柱的上方，并形成几条平行的裂缝带，使土地被分割，导致土壤剖面耕作层厚度减小，土壤各土层产生垮落、错动，改变土壤剖面，使土壤原有机质量受到损害，对植被生长不利。

2) 地表沉陷

本矿 5、3<sup>-2</sup>、2 号煤采用走向长壁采煤法，全部采用垮落法管理顶板，由于煤炭的采出、采空区的出现，以及地表雨水冲刷、矿坑水流动、煤柱破坏等因素的影响，采空区上覆岩土体破裂，将导致地表产生移动变形，破坏原有地表土体结构，引起地表塌陷，对土地资源造成损毁。同时，由于地表塌陷，地面建（构）筑物、交通、电力等工农业生产设施也将受到不同程度的破坏。该过程从煤炭大规模开采后开始，一直持续到采煤结束后约 2 年。

(2) 压占损毁土地

### 1) 地面工程场地压占损毁土地

禾草沟一号煤矿建设期地面工程包括工业场地（生产区）、工业场地（生活区）、材料库、临时排矸场和材料库道路，其中工业场地（生产区）、工业场地（生活区）有一部分已办理土地证为永久性建设用地，压占损毁土地包括工业场地（生产区）、工业场地（生活区）未办理土地证区域、材料库、临时排矸场和材料库道路。

### 2) 修材料库（原炸药库）临时堆渣压占损毁土地

压占损毁土地为煤矿修建材料库（原炸药库）时临时堆渣造成的地面临时压占损毁土地，随着材料库（原炸药库）修建完成，堆渣进行清理临时压占损毁也随着结束。



照片 3.3-1 临时堆渣区照片（俯视图）

## （二）已损毁各类土地现状

根据禾草沟一号煤矿开采历史，损毁土地复垦治理、损毁程度情况，并结合已公告《方案》的回顾和现场踏勘等情况进行综合分析，参照已验收范围治理工程内容，重点分析纳入本期复垦责任范围的已损毁土地进行分析。禾草沟一号煤矿已损毁土地包括塌陷地损毁土地和压占损毁土地。

### 1、地面工程场地压占损毁土地

禾草沟一号煤矿地面工程压占损毁土地为工业场地（生产区）、工业场地（生活区）未办理土地证区域、材料库、临时排矸场和材料库道路，面积 11.57hm<sup>2</sup>；工业场地（生产区）、工业场地（生活区）未办理土地证区域损毁的土地类型为工业用地、采矿用地（回退二调），地类现状为工业用地、采矿用地，损毁程度为重度损毁，面积

为 6.61hm<sup>2</sup>；材料库、材料库道路损毁的土地类型为天然牧草地（回退二调），地类现状为物流仓储用地、工业用地、农村道路，损毁程度为重度损毁，面积为 0.55hm<sup>2</sup>；临时排矸场损毁的土地类型为天然牧草地（回退二调），地类现状为旱地、采矿用地，损毁程度为重度损毁，面积为 4.41hm<sup>2</sup>。

## 2、修材料库（原炸药库）临时堆渣压占损毁土地

修建材料库（原炸药库）时在进场道路北侧临时堆渣，损毁的土地类型为灌木林地（回退二调），地类现状为灌木林地、天然牧草地、公路用地，损毁程度为重度损毁，面积为 0.68hm<sup>2</sup>。

## 3、开采塌陷损毁土地

塌陷地 TX7 位于评估区西部，为禾草沟一号煤矿 2024 年壁式综采 5 号煤 15210 工作面开采形成的塌陷地，面积为 11.66hm<sup>2</sup>，塌陷区损毁地类主要为草地和耕地，区内及周边出现较多的地面裂缝，裂缝呈开口状，形成沉降错台，性质为下错，形态呈直线状，裂缝长度 15~90m，裂缝宽度 0~40cm，走向趋于南北；依据调查结果，参照《土地复垦方案编制规程》中土地损毁程度分级标准，综合确定沉陷已损毁土地的范围及损毁程度，已损毁土地均为中度损毁，面积 11.66hm<sup>2</sup>，沉陷已损毁土地分布见图 3.3-2。

## 4、已损毁土地重复损毁可能性分析

本煤矿近期开采过程中不会对塌陷地（TX7）、临时堆渣区造成再次损毁，但中期开采会存在重复损毁，重复损毁土地面积为 12.34hm<sup>2</sup>。

表 3.3-1 已损毁土地情况表

一级地类		二级地类		压占损毁							沉陷损毁	损毁总面积 (hm <sup>2</sup> )
				压占（重度）						小计	已损毁	
				工业场地 (生产区)	工业场地 (生活区)	材料库	临时排 矸场	材料库 道路	临时堆渣 区		中度	
01	耕地	0103	旱地								4.73	4.73
03	林地	0301	乔木林地								1.27	1.27
		0305	灌木林地						0.68	0.68		0.68
04	草地	0401	天然牧草地			0.48	4.41	0.07		4.96	4.51	9.47
06	工矿用地	0601	工业用地	6.04						6.04		6.04
		0602	采矿用地		0.57					0.57		0.57
07	住宅用地	0702	农村宅基地								0.55	0.55
10	交通运输用地	1003	公路用地								0.16	0.16
		1006	农村道路								0.22	0.22
11	水域及水利设施用地	1101	河流水面								0.22	0.22
合 计				6.04	0.57	0.48	4.41	0.07	0.68	12.25	11.66	23.91

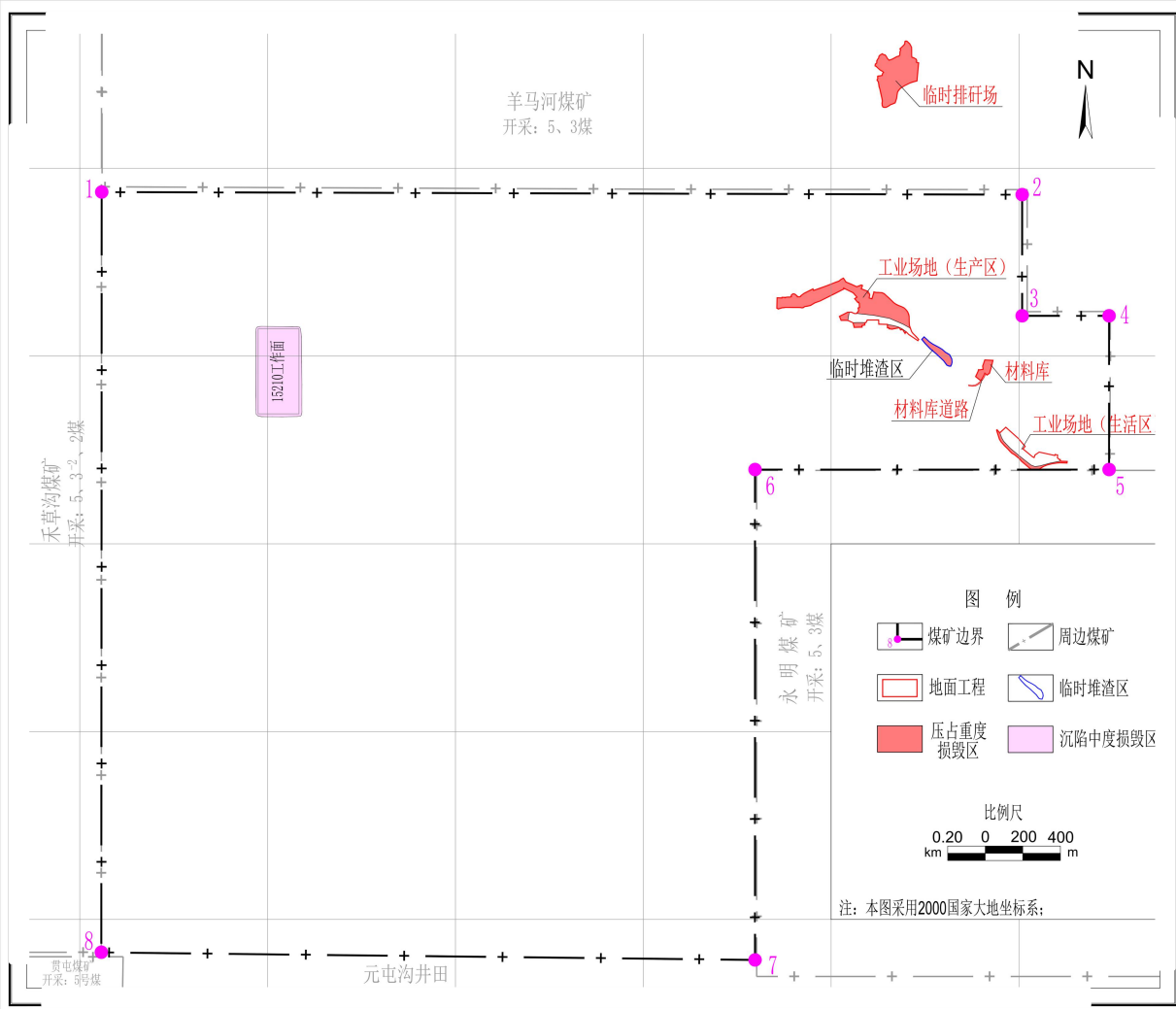


图 3.3-2 已损毁土地利用现状图

（三）拟损毁土地预测与评估

本项目拟损毁土地主要为沉陷损毁土地。本项目地下煤层开采引起的地表塌陷范围和损毁程度可用地表塌陷引起的移动和变形值的大小来确定和评价。预测方法及模式见矿山不稳定地质体影响预测章节。

1、预测时段划分

本着“远粗近细”的原则，根据禾草沟一号煤矿的采区划分及采区接续计划，考虑采区开采的完整性和土地复垦工程的可操作性，将煤矿剩余服务年限 29 年划分为 2 个时段实施预测。一时段（0~5.0 年，近期），年限为 5.0 年；二时段（6.0~29 年，中期），年限为 29 年。

2、地表变形预测结果

本矿区 5、3-2、2 号煤层采用走向长壁综采采煤法，全部采用垮落法管理顶板。煤

层开采后,其上覆岩层因失去支撑作用自下而上发生冒落、裂隙和移动、整体弯曲下沉,最终在地表形成沉陷区。

根据沉陷预测结果(参数及预测结果见表 3.2-6~3.2-7),近期 5 号煤层开采后,预测最大塌陷值为 1722.64mm,最大倾斜值为 16.14mm/m,最大曲率值  $0.53 \times 10^{-3}/\text{m}$ ,最大水平移动值为 516.79mm,最大水平变形值为 7.36 mm/m。中期煤层开采后,预测最大塌陷值约为 3754.86mm,最大倾斜值为 50.75mm/m,最大曲率值为  $1.10 \times 10^{-3}/\text{m}$ ,最大水平移动值为 1126.45m,最大水平变形值为 23.14mm/m。全矿区最终形成沉陷盆地,沉陷最大的地区位于矿区的西南部。

依据地表变形预测的地表下沉最大值、水平变形最大值、倾斜变形最大值、曲率和水平移动结果,绘制相应的地表下沉等值线图(详见第三章矿山不稳定地质体预测评估章节)。

### 3、土地损毁等级划分标准

复垦区拟沉陷损毁土地损毁程度主要取决于沉陷裂缝的宽度、密度和沉陷的深度等,而裂缝的宽度和密度与地表水平变形值的大小和深厚比的大小密切相关。本方案对土地损毁程度的确定参照《土地复垦方案编制规程》中土地损毁程度分级标准,并结合禾草沟一号煤矿前期实际开采监测成果进行,具体见表 3.3-2~3.3-3。

表 3.3-2 旱地损毁程度分级标准

损毁等级	水平变形/ (mm/m)	附加倾斜/ (mm/m)	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	≥1.5	≤20.0
中度	8.0~16.0	20.0~40.0	2.0~5.0	0.5~1.5	20.0~60.0
重度	>16.0	>40.0	>5.0	<0.5	>60.0

表 3.3-3 林地、草地损毁程度分级标准

损毁等级	水平变形/ (mm/m)	附加倾斜/ (mm/m)	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

注:附加倾斜指受采煤沉陷影响而增加的倾斜(坡度);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。

### 4、沉陷损毁土地预测结果

根据土地损毁等级划分标准,一时段、二时段损毁土地均分为中度、轻度。本方案

分别绘制了一时段与二时段拟损毁土地损毁程度图，见图 3.3-3、图 3.3-4，并统计拟损毁土地的各地类面积及损毁程度。

拟沉陷损毁土地中，一时段与二时段沉陷损毁地类及程度见表 3.3-4。一时段损毁土地面积总计为 131.06hm<sup>2</sup>，二时段沉陷损毁土地面积为 1329.35hm<sup>2</sup>，累计损毁土地面积 1460.41hm<sup>2</sup>，一时段与二时段损毁土地区域存在重复损毁，重复损毁土地面积为 131.06hm<sup>2</sup>。

5、拟损毁土地重复损毁可能性分析

由于本方案服务期内煤矿划分的采区在平面上相互邻近与衔接，因此各时段确定的损毁土地辐射至地表将产生一定距离的损毁扩大区，由此各时段的地表损毁区域将不可避免的会产生重叠，形成重复损毁土地。

本方案拟损毁土地与已损毁土地存在重复损毁，重复损毁土地面积为 12.34hm<sup>2</sup>。



图 3.3-3 一时段（近期）土地损毁预测示意图



图 3.3-4 二时段（中期）土地损毁预测示意图

表 3.3-4 拟损毁土地情况表

一级地类		二级地类		沉陷损毁						拟损毁总面积 (hm <sup>2</sup> )
				一时段（近期）			二时段（中期）			
				轻度	中度	小计	轻度	中度	小计	
01	耕地	0103	旱地	2.97	18.33	21.30	123.84	31.11	154.95	176.25
02	园地	0201	果园				1.43	0.10	1.53	1.53
03	林地	0301	乔木林地	10.85	69.85	80.70	375.90	130.38	506.28	586.98
		0305	灌木林地				23.01	8.69	31.70	31.70
		0307	其他林地	2.13	3.14	5.27	130.62	43.83	174.45	179.72
04	草地	0401	天然牧草地	8.32	12.71	21.03	315.15	83.71	398.86	419.89
		0404	其他草地	0.61	0.37	0.98	27.00	5.08	32.08	33.06
06	工矿用地	0602	采矿用地				2.70	0.64	3.34	3.34
07	住宅用地	0702	农村宅基地	0.02	0.04	0.06	5.03	0.99	6.02	6.08
08	公共管理与公共服务用地	08H1	机关团体新闻出版用地				0.20		0.20	0.20
		08H2	科教文卫用地				0.34		0.34	0.34
09	特殊用地	0905	特殊用地		0.09	0.09	0.24		0.24	0.33
10	交通运输用地	1003	公路用地	0.16	0.38	0.54	2.09	0.82	2.91	3.45
		1004	城镇村道路用地				0.03		0.03	0.03
		1006	农村道路	0.01	0.21	0.22	7.51	2.28	9.79	10.01
11	水域及水利设施用地	1101	河流水面	0.27	0.55	0.82	3.25	1.16	4.41	5.23
		1104	坑塘水面				0.21	0.18	0.39	0.39
		1107	沟渠				0.24	0.43	0.67	0.67
12	其他用地	1202	设施农用地				0.06	0.01	0.07	0.07
		1206	裸土地		0.05	0.05	1.09		1.09	1.14
合 计				25.34	105.72	131.06	1019.88	309.47	1329.35	1460.41

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

1、分区原则

矿山地质环境保护与治理恢复分区的原则是：首先，坚持“以人为本”，必须把矿山地质环境问题对评估区内居民生产生活的影响放在第一位，要尽可能地减少对居民生产生活的影响与损失；其次，坚持“以工程建设安全为本”，力争确保工程建设、运营安全，同时也要充分考虑工程建设对矿山地质环境的综合影响。

2、分区方法

在对不稳定地质体、含水层、地形地貌景观和破坏现状与预测评估的基础上，根据防治难易程度，对矿山地质环境保护与治理恢复进行分区。选取不稳定地质体、含水层、地形地貌景观、土地资源现状与预测评估结果作为分区指标，利用叠加法进行分区，分区标准见表 3.4-1。

表 3.4-1 矿山地质环境保护与恢复治理分区标准

分区指标	评估阶段	分区级别		
		重点	次重点	一般
不稳定地质体影响程度	现状评估	严重	较严重	较轻
	预测评估			
含水层影响和破坏	现状评估	严重	较严重	较轻
	预测评估			
地形地貌景观影响和破坏	现状评估	严重	较严重	较轻
	预测评估			
水土环境	现状评估	严重	较严重	较轻
	预测评估			

对同一地质环境问题，当现状评估与预测评估区域重叠时采取就上原则进行分区。当不同地质环境问题重叠时，也采取就上原则进行分区。

3、分区评述

通过叠加，矿山地质环境影响程度分为严重、较严重和较轻三个级别，综合考虑危害对象、损失与治理难度、矿山地质环境影响程度，评估区共划分 16 个治理恢复分区（附图 6 和表 3.4-2），其中：3 个重点防治区（Ⅰ<sub>1</sub>~Ⅰ<sub>3</sub>）、13 个次重点防治区（Ⅱ<sub>1</sub>~Ⅱ<sub>13</sub>）和 1 个一般防治区（Ⅲ<sub>1</sub>），各治理分区的地质环境问题类型、特征及危害，拟采取的防治措施见表 3.4-2。

表 3.4-2 矿山地质环境治理分区基本情况表

预测评估分区				矿山地质环境问题及影响程度		
编号	分级	位置	面积 (km <sup>2</sup> )	主要矿山地质环境问题和影响程度	防治措施	进度安排
I <sub>1</sub>	重点	工业场地(生产区)及南侧区域	0.1001	工业场地(生产区)遭受不稳定边坡 HP1 的可能性大,影响程度严重;对地形地貌影响程度严重;	搬迁避让、边坡治理、监测;拆除复垦	近期、后期
I <sub>2</sub>		工业场地(生活区)	0.0255	对地形地貌影响程度严重;	拆除复垦	后期
I <sub>3</sub>		滑坡 H1	0.0370	中期开采区的采矿活动对滑坡 H1 影响程度严重;	采前搬迁,对房屋进行拆除复垦	中期
II <sub>1</sub>	次重点	材料库及材料库道路	0.0055	对地形地貌影响程度较严重;	拆除复垦	后期
II <sub>2</sub>		评估区北部	1.1698	近、中期开采区的采矿活动将会对高压输电线路塔基、低压输电线路产生破坏的可能性较大,影响程度较严重;近、中期开采导水裂隙沟通范围内延安组中部砂岩含水层结构破坏,水位大幅下降,影响程度严重;对当地村民生产生活供水影响较轻;	裂缝充填、塌陷沉稳后维修受损道路、塔基加固、实施不稳定地质体、含水层、地形地貌景观及水土环境监测;	近、中后期
II <sub>3</sub>			1.1369			
II <sub>4</sub>			0.3739			
II <sub>5</sub>			0.3753			
II <sub>6</sub>		评估区南部	0.2005			
II <sub>7</sub>			0.2041			
II <sub>8</sub>			0.0336			
II <sub>9</sub>			0.1738			
II <sub>10</sub>			0.1483			
II <sub>11</sub>			0.0782			
II <sub>12</sub>			0.3537			
II <sub>13</sub>		临时排矸场	0.0441	临时排矸场对地形地貌影响程度较严重;	覆土平整、配套工程、监测工程	近期
III <sub>1</sub>	一般	评估范围内其它地区	14.3215	影响较轻;	人工巡查自然恢复为主	近、中后期
合计	/	/	18.7818	/	/	/

## (二) 土地复垦区与复垦责任范围

### 1、复垦区范围确定

#### (1) 永久性建设用地

本项目永久性建设用地为工业场地(生产区)、工业场地(生活区)已办理土地证为永久性建设用地,面积为 $3.23\text{hm}^2$ 。

#### (2) 损毁土地

损毁土地为压占损毁土地和沉陷损毁土地组成,总面积为 $1484.32\text{hm}^2$ 。

本方案中压占损毁土地为工业场地(生产区)、工业场地(生活区)未办理土地证区域、材料库、临时排矸场、材料库道路和临时堆渣区的压占,面积合计为 $12.25\text{hm}^2$ ,沉陷损毁土地包括已损毁塌陷地和拟损毁塌陷地,面积合计为 $1472.07\text{hm}^2$ 。

#### (3) 复垦区

根据煤矿范围内现有土地利用现状现场调查、拟损毁土地分析与预测结果,复垦区由永久性建设用地、损毁土地(压占损毁土地+已沉陷损毁土地+拟沉陷损毁土地)组成,扣除重叠区域后面积合计为 $1344.15\text{hm}^2$ 。复垦区各面积关系具体见表 3.4-3。

### 2、复垦责任范围确定

由于永久建设用地在煤矿闭坑后均不留续使用,全部纳入复垦责任范围,本方案复垦责任范围与复垦区范围相同,面积均为 $1344.15\text{hm}^2$ 。复垦区各面积关系具体见图 3.4-1、附图 5、表 3.4-3。

表 3.4-3 复垦区/复垦责任范围面积关系表

分区		面积 ( $\text{hm}^2$ )	沉陷范围 内 ( $\text{hm}^2$ )	沉陷范围 外 ( $\text{hm}^2$ )	备注
项目区	划定矿区范围	1659.58	/	/	/
永久建设用地	工业场地(生产区)	1.25	/	1.25	长期占用 闭坑后不留续使用
	工业场地(生活区)	1.98	/	1.98	
	小计	3.23	/	3.23	
压占损毁土地	工业场地(生产区)	6.04	/	6.04	压占损毁 闭坑后不留续使用
	工业场地(生活区)	0.57	/	0.57	
	材料库	0.48	/	0.48	
	临时排矸场	4.41	/	4.41	
	材料库道路	0.07	/	0.07	
	临时堆渣区	0.68	0.68	/	压占损毁、近期复垦
	小计	12.25	0.68	11.57	/
沉陷损毁土地	已沉陷损毁土地	11.66	11.66	/	/
	拟沉陷损毁土地	1460.41	131.06	/	/

分区		面积 (hm <sup>2</sup> )	沉陷范围 内 (hm <sup>2</sup> )	沉陷范围 外 (hm <sup>2</sup> )	备注
	小计	1472.07	142.72	/	/
重复损毁面积		143.40	/	/	已沉陷与拟沉陷重复 损毁面积 143.40hm <sup>2</sup>
复垦区面积		1344.15	/	/	/
复垦责任范围		1344.15	/	/	/



图 3.4-1 复垦区/复垦责任范围示意图

3、复垦区与复垦责任范围拐点坐标

由于复垦区与复垦责任范围的边界是在沉陷预计 10mm 下等值线基础上划定的，该等值线为弧线，实际复垦工作中操作性不强，故方案中将 10mm 下沉等值线近似取直，圈定出复垦责任范围的拐点坐标。复垦区及复垦责任范围拐点坐标见表 3.4-4。

表 3.4-4 复垦区/复垦责任范围拐点坐标表

复垦分区	2000 国家大地坐标系					
	序号	X 坐标	Y 坐标	序号	X 坐标	Y 坐标
工业场地 (生产区)	1			20		
	2			21		
	3			22		
	4			23		
	5			24		
	6			25		
	7			26		
	8			27		
	9			28		
	10			29		
	11			30		
	12			31		
	13			32		
	14			33		
	15			34		
	16			35		
	17			36		
	18			37		
	19					
工业场地 (生活区)	1			9		
	2			10		
	3			11		
	4			12		
	5			13		
	6			14		
	7			15		
	8					
材料库	1			6		
	2			7		
	3			8		
	4			9		
	5					
临时排矸场	1			12		
	2			13		
	3			14		
	4			15		
	5			16		
	6			17		
	7			18		

复垦分区	2000 国家大地坐标系					
	序号	X 坐标	Y 坐标	序号	X 坐标	Y 坐标
	8			19		
	9			20		
	10			21		
	11			22		
材料库道路	1			7		
	2			8		
	3			9		
	4			10		
	5			11		
	6					
临时堆渣区	1			10		
	2			11		
	3			12		
	4			13		
	5			14		
	6			15		
	7			16		
	8			17		
	9			18		
塌陷地（区块一）	1			10		
	2			11		
	3			12		
	4			13		
	5			14		
	6			15		
	7			16		
	8			17		
	9			18		
塌陷地（区块二）	1			6		
	2			7		
	3			8		
	4			9		
	5			10		
塌陷地（区块三）	1			8		
	2			9		
	3			10		
	4			11		
	5			12		
	6			13		
	7			14		

### (三) 土地类型与权属

复垦区范围共涉及 1: 5000 土地利用标准分幅图 5 幅, 图幅号为 J49H142051、J49H142052、J49H142053、J49H143051、J49H143052。复垦区土地利用现状具体见图 2。

#### (1) 土地利用现状及类型

复垦区土地利用现状分为 12 个一级类和 22 个二级类, 分别为耕地、园地、林地、草地、商业服务业用地、工矿用地、住宅用地、公共管理与公共服务用地、特殊用地、交通运输用地、水域及水利设施用地和其他土地, 面积为 1344.15hm<sup>2</sup>, 具体见表 3.4-5。

#### (2) 土地损毁程度

复垦区内土地损毁形式主要为压占损毁和沉陷损毁。压占损毁土地依据损毁标准确定土地损毁程度, 划分为重度, 沉陷区损毁土地依据损毁标准确定土地损毁程度, 划分为轻度和中度, 具体见表 3.4-5。

#### (3) 土地质量现状

根据现场调查, 复垦区以黄土梁峁沟谷地貌为主, 区内耕地面积较大, 耕地主要沿永坪川及支流分布, 土壤以黄绵土和红粘土为主, 土壤有机质平均含量为 9.50g/kg, 全氮平均含量为 0.60g/kg, 碱解氮平均含量为 60.50mg/kg, 有效磷平均含量为 13.25mg/kg, 速效钾平均含量为 106.31mg/kg, 根据《耕地质量等级》(GB/T 33469-2016), 耕地主要位于河流阶地区域, 有效土层厚度 60~100cm, 土壤有机质含量 8g/kg~15g/kg, 土壤容重偏重, 耕地质量等级为八级。

复垦区林草地土壤质量一般; pH 值在 8.5 左右, 有机质含量在 0.1%~0.6%。

#### (4) 农林草生产状况

复垦区以林地为主, 主要为乔木林地, 常见树种有槐树、杨树、榆树等; 耕地主要为旱地, 主要有谷子、大豆、土豆、玉米和荞麦等, 产量受降水波动影响显著, 周边无配套的灌溉设施; 本区属大针茅草原是区植被类型, 广泛分布于黄土梁和黄土谷坡, 主要的植被种类有大针茅、长芒草、白羊草、茭蒿、隐子草、铁杆蒿等。

#### (5) 永久基本农田、田间配套分布情况

矿区内永久基本农田全部为质量相对较好的旱地, 主要分布在矿区西北部及东南部, 面积为 108.43hm<sup>2</sup>, 占项目区总面积的 6.53%。复垦区基本农田分布图见图 3.4-2。根据现场踏勘, 复垦区内永久基本农田靠坑塘及自然降水保证产量。农村宅基地与田块之间

有田间道相连，田块之间有生产路相连，田间道路数量较少，为素土路面，道路宽度约为3m。

## 2、土地权属状况

复垦区土地为余家坪镇（胡家塌村、流泪坡村、庙砭村、羊马河村）4个行政村和禾草沟一号煤矿、陕西延长石油（集团）有限责任公司、子长市交通运输局、子长市水务局。

土地所有权为集体所有；农村宅基地使用权归村民本人，农村道路使用权归属集体；根据调查结果，整个项目区土地权属清楚，无权属纠纷。土地权属情况见表3.4-6。

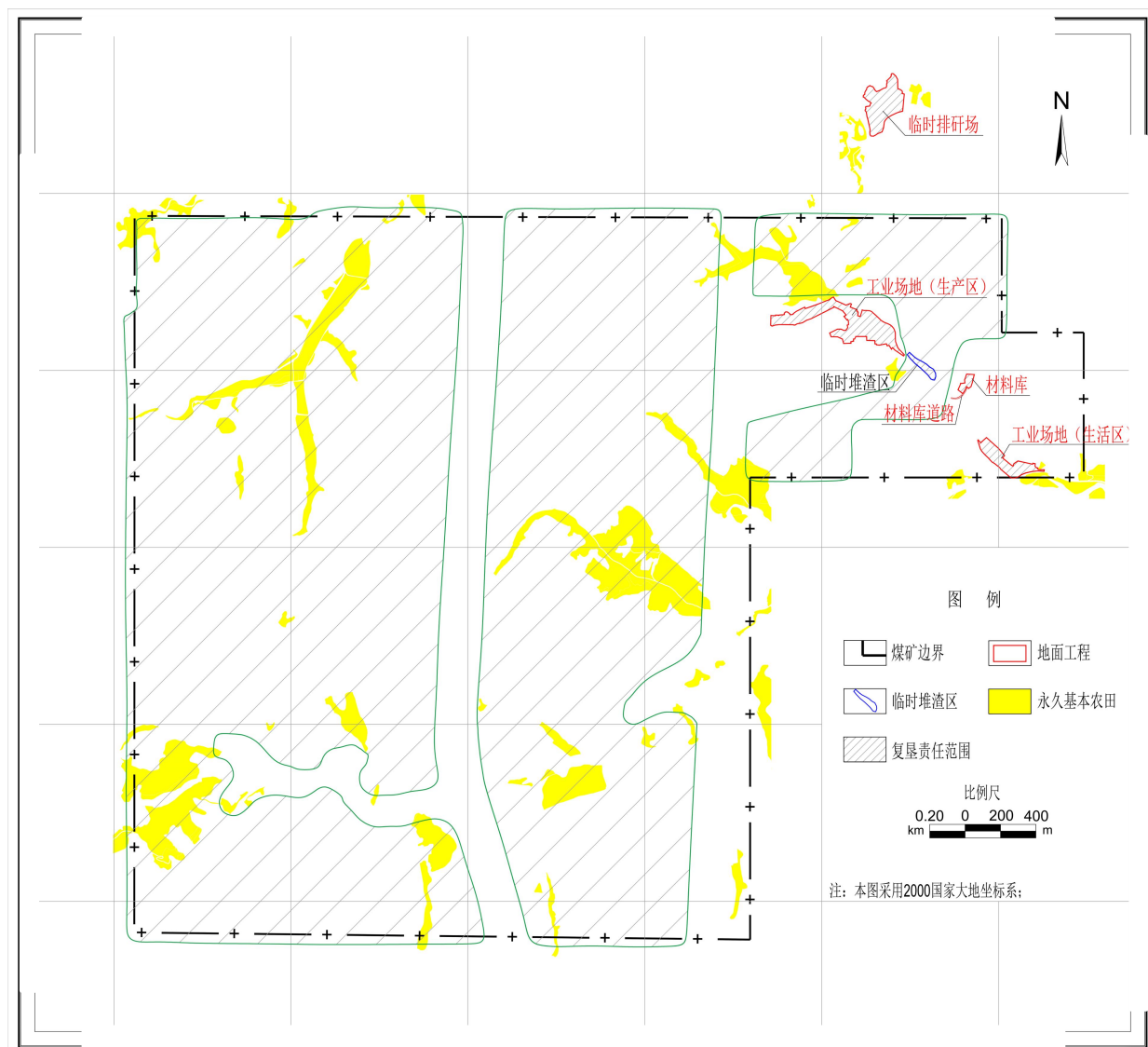


图 3.4-2 复垦区永久基本农田分布示意图

表 3.4-5 复垦区/复垦责任范围土地利用现状表（2023 年变更调查数据）

一级地类		二级地类		复垦区															合计 (hm²)	
				永久建设用地			压占损毁								沉陷损毁					重复 损毁
				占用		小计	压占						小计	已损毁	拟损毁		小计			
工业场地 (生产区)	工业场地 (生活区)	工业场地 (生产区)	工业场地 (生活区)	材料库	临时排矸场		材料库 道路	临时堆 渣区	中度	轻度	中度									
01	耕地	0103	旱地							1.10			1.10	4.73	126.81	49.44	180.98	26.03	156.05	
02	园地	0201	果园												1.43	0.10	1.53		1.53	
03	林地	0301	乔木林地											1.27	386.75	200.23	588.25	81.97	506.28	
		0305	灌木林地									0.05	0.05		23.01	8.69	31.70	0.05	31.70	
		0307	其他林地												132.75	46.97	179.72	5.27	174.45	
04	草地	0401	天然牧草地									0.17	0.17	4.51	323.47	96.42	424.40	25.71	398.86	
		0404	其他草地												27.61	5.45	33.06	0.98	32.08	
05	商业服务 业用地	0508	物流仓储用地						0.30				0.30						0.30	
06	工矿用地	0601	工业用地	1.25		1.25	6.04		0.18				6.22						7.47	
		0602	采矿用地		1.98	1.98		0.57		3.31			3.88		2.70	0.64	3.34		9.20	
07	住宅用地	0702	农村宅基地											0.55	5.05	1.03	6.63	0.61	6.02	
08	公共管理 与公共服 务用地	08H1	机关团体新闻出 版用地												0.14	0.06	0.20		0.20	
		08H2	科教文卫用地												0.34		0.34		0.34	
09	特殊用地	0905	特殊用地												0.24	0.09	0.33	0.09	0.24	
10	交通运输 用地	1003	公路用地									0.46	0.46	0.16	2.25	1.20	3.61	1.16	2.91	
		1004	城镇村道路用地												0.03		0.03		0.03	
		1006	农村道路								0.07		0.07	0.22	7.52	2.49	10.23	0.44	9.86	
11	水域及水 利设施用 地	1101	河流水面											0.22	3.52	1.71	5.45	1.04	4.41	
		1104	坑塘水面												0.21	0.18	0.39		0.39	
		1107	沟渠												0.24	0.43	0.67		0.67	
12	其他用地	1202	设施农用地												0.06	0.01	0.07		0.07	
		1206	裸土地												1.09	0.05	1.14	0.05	1.09	
合 计				1.25	1.98	3.23	6.04	0.57	0.48	4.41	0.07	0.68	12.25	11.66	1045.22	415.19	1472.07	143.40	1344.15	

表 3.4-6 复垦区/复垦责任范围土地损毁情况表（回退后）

一级地类		二级地类		复垦区															合计 (hm²)	
				永久建设用地			压占损毁								沉陷损毁					重复 损毁
				占用		小计	压占						小计	已损毁	拟损毁		小计			
工业场地 (生产区)	工业场地 (生活区)	工业场地 (生产区)	工业场地 (生活区)	材料库	临时排矸场		材料库道路	临时堆渣区	中度	轻度	中度									
01	耕地	0103	旱地											4.73	126.81	49.44	180.98	26.03	154.95	
02	园地	0201	果园												1.43	0.10	1.53		1.53	
03	林地	0301	乔木林地											1.27	386.75	200.23	588.25	81.97	506.28	
		0305	灌木林地									0.68	0.68		23.01	8.69	31.70	0.68	31.70	
		0307	其他林地												132.75	46.97	179.72	5.27	174.45	
04	草地	0401	天然牧草地						0.48	4.41	0.07		4.96	4.51	323.47	96.42	424.40	25.54	403.82	
		0404	其他草地												27.61	5.45	33.06	0.98	32.08	
06	工矿用地	0601	工业用地	1.25		1.25	6.04						6.04						7.29	
		0602	采矿用地		1.98	1.98		0.57					0.57		2.70	0.64	3.34		5.89	
07	住宅用地	0702	农村宅基地											0.55	5.05	1.03	6.63	0.61	6.02	
08	公共管理 与公共服 务用地	08H1	机关团体新闻 出版用地												0.14	0.06	0.20		0.20	
		08H2	科教文卫用地												0.34		0.34		0.34	
09	特殊用地	0905	特殊用地												0.24	0.09	0.33	0.09	0.24	
10	交通运输 用地	1003	公路用地											0.16	2.25	1.20	3.61	0.70	2.91	
		1004	城镇村道路用 地												0.03		0.03		0.03	
		1006	农村道路											0.22	7.52	2.49	10.23	0.44	9.79	
11	水域及水 利设施用 地	1101	河流水面											0.22	3.52	1.71	5.45	1.04	4.41	
		1104	坑塘水面												0.21	0.18	0.39		0.39	
		1107	沟渠												0.24	0.43	0.67		0.67	
12	其他用地	1202	设施农用地												0.06	0.01	0.07		0.07	
		1206	裸土地												1.09	0.05	1.14	0.05	1.09	
合 计				1.25	1.98	3.23	6.04	0.57	0.48	4.41	0.07	0.68	12.25	11.66	1045.22	415.19	1472.07	143.40	1344.15	

表 3.4-7 复垦区/复垦责任范围土地利用权属表												
一级地类		二级地类		余家坪镇				禾草沟一号煤矿	陕西延长石油（集团）有限公司	子长市交通运输局	子长市水务局	合计（hm²）
				胡家塌村	流泪坡村	庙砭村	羊马河村					
01	耕地	0103	旱地		97.00	11.90	47.15					156.05
02	园地	0201	果园		1.13	0.28	0.12					1.53
03	林地	0301	乔木林地		213.20	57.23	235.85					506.28
		0305	灌木林地		22.83	6.44	2.43					31.70
		0307	其他林地		156.45	4.49	13.51					174.45
04	草地	0401	天然牧草地	2.12	188.11	32.29	176.34					398.86
		0404	其他草地		9.37	0.47	22.24					32.08
05	商业服务业用地	0508	物流仓储用地	0.16		0.14						0.30
06	工矿用地	0601	工业用地	0.04		6.18		1.25				7.47
		0602	采矿用地		0.11	4.03	0.89	1.98	2.19			9.20
07	住宅用地	0702	农村宅基地		0.32	4.43	1.27					6.02
08	公共管理与公共服务用地	08H1	机关团体新闻出版用地			0.20						0.20
		08H2	科教文卫用地				0.34					0.34
09	特殊用地	0905	特殊用地		0.15		0.09					0.24
10	交通运输用地	1003	公路用地							2.91		2.91
		1004	城镇村道路用地			0.03						0.03
		1006	农村道路	0.06	5.98	1.56	2.26					9.86
11	水域及水利设施用地	1101	河流水面								4.41	4.41
		1104	坑塘水面		0.39							0.39
		1107	沟渠		0.67							0.67
12	其他用地	1202	设施农用地		0.05	0.02						0.07
		1206	裸土地		0.39		0.70					1.09
合 计				2.38	696.15	129.69	503.19	3.23	2.19	2.91	4.41	1344.15

## 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采煤引发的不稳定地质体、含水层结构破坏、地形地貌景观破坏方面。可采煤层在采掘过程中,采空区地面塌陷和地面裂缝不稳定地质体的影响;地面塌陷、地面裂缝主要损坏道路、输电塔基,产生裂缝、错台等;采空区不会造成地表水大量漏失,但裂缝会造成地表水一定的下渗,影响程度较轻,采取回填裂缝夯实等手段可阻止地表水的下渗,处理工艺简单;道路出现裂缝、错台,随塌随填,定期进行小、中修,保障道路通行;对歪斜的输电塔基进行扶正加固,保障该区域正常用电;对其他地面设施进行定期的人工巡查,发现裂缝及时进行回填夯实即可。

采掘活动对延安组含水层结构造成破坏,局部水资源流失以矿井水的形式抽排达标处理后回用。通过地下水的监测,掌握其动态,加强土地复垦、植被恢复,以重塑区内水资源新的平衡。

综上所述,现有治理、监测技术成熟、可用,技术难度小,技术可行。本方案按照治理分区,以近期矿山地质环境保护和恢复治理工作为重点,次重点防治区为工程治理重点,治理难度中等,防治措施技术可行。

#### (二) 经济可行性分析

本方案按照“谁开发谁保护、谁破坏谁治理”的原则,实施后可以消除威胁人民群众的公共安全隐患,恢复评估区人民群众及矿山企业的人居环境及农业生产环境,保障人民群众的社会、经济活动的正常开展。同时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。

矿方将按照《陕西省矿山地质环境治理恢复与土地复垦基金实施办法》的通知(陕自然资规〔2024〕1757号)等文件要求足额设置矿山地质环境恢复与土地复垦所需资金,通过基金的缴存、提取、使用,为各项恢复治理及复垦措施顺利进行提供经济保障。

### 1、销售收入估算

根据目前本地区原煤实际市场售价，确定平均综合销售价格596.78元/t。

### 2、生产成本估算

参考周边矿井类似成本，结合本矿开采技术条件、开拓开采方法、技术装备水平、劳动生产率等实际情况，估算禾草沟一号煤矿成本为：200元/t。

### 3、经济可行性分析

本方案近期矿山地质环境保护与土地复垦估算静态费用 22376.19 万元(其中地质环境治理 7278.59 万元，土地复垦 15097.60 万元)，吨煤投资 9.20 元，仅占企业销售利润 2.32%。本方案提出的治理、复垦措施费用合理，目前煤矿综合盈利能力较强，防治措施经济可行。

#### (三) 生态环境协调性分析

本方案按照“依靠科技进步、发展循环经济、建设绿色矿业”实施后矿区整体环境质量得到改善，减轻地面塌陷、地面裂缝等不稳定地质体对道路的威胁，并使得生态环境和地貌景观得到恢复，矿山生态系统达到平衡。

通过实施矿山地质环境恢复治理工程措施，将恢复受影响的地质环境，矿山生态系统达到平衡；矿山地质环境监测可跟踪监测矿山地质环境破坏及演变的动态过程，为治理工程措施提供有效的指导，引导矿山地质环境实施高效、有针对性的防治措施，发展矿山生产与生态环境相协调的关系是可行的。

## 二、土地复垦可行性分析

#### (一) 复垦区土地利用现状

本方案复垦区土地总面积为 1344.15hm<sup>2</sup>，涉及余家坪镇（胡家塌村、流泪坡村、庙砭村、羊马河村）4 个行政村和禾草沟一号煤矿、陕西延长石油（集团）有限责任公司、子长市交通运输局、子长市水务局。

复垦区包括永久性建设用地和损毁土地，均纳入复垦责任范围。其中永久性建设用地为工业场地（生产区）、工业场地（生活区）已办理土地证区，面积 3.23m<sup>2</sup>，压占损毁土地为工业场地（生产区）、工业场地（生活区）未办理土地证区、材料库、临时排矸场、材料库道路和临时堆渣区，面积 12.25m<sup>2</sup>，沉陷损毁面积为 1472.07hm<sup>2</sup>，重复损毁面积为 143.40hm<sup>2</sup>（临时堆渣区、已沉陷与拟沉陷重复损毁面积）。

## (二) 复垦修复适宜性评价

复垦修复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,指导复垦修复工程的设计,并确保耕地不减少,永久基本农田质量不降低。

### 1、评价原则

- (1) 符合国土空间规划,并与其他规划相协调
- (2) 因地制宜,农用地优先的原则
- (3) 社会因素和经济因素相结合原则
- (4) 主导性限制因素与综合平衡原则
- (5) 综合效益最佳原则
- (6) 动态和土地可持续利用原则
- (7) 经济可行与技术合理性原则

### 2、评价依据

复垦修复适宜性评价在详细调查分析复垦区自然条件、社会经济状况以及土地利用状况的基础上,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,确定复垦利用方向。复垦修复适宜性评价主要依据包括:

#### (1) 相关法律法规和规划

包括国家与地方有关土地复垦的法律法规,如《中华人民共和国土地管理法》、《土地复垦条例》、《土地复垦条例实施办法》、《陕西省实施<土地复垦条例>办法》等土地管理的相关法律法规和复垦区国土空间规划及相关规划等。

#### (2) 相关规程和标准

包括国家与地方的相关规程、标准等,如《土地复垦质量控制标准》(TD/T1036—2013)、《土地整治高标准农田建设综合体》(DB61/T 991.1-991.7-2015)、《土地开发整理规划编制规程》(TD/T1011—2000)、《耕地后备资源调查与评价技术规程》(TD/T1007—2003)和《农用地质量分等规程》(GB/T 28407-2012)等。

#### (3) 其他

包括复垦区及复垦责任范围内自然社会经济状况、土地损毁分析结果、土地损毁前后的土地利用状况、公众参与意见以及周边同类项目的类比分析。

### 3、评价对象及评价流程

本方案复垦对象主要是开采所导致的沉陷区的沉陷地、裂缝地以及矿山地面设施占

压地，在综合分析待评价土地的自然状况、损毁类型及程度等基础上，对待复垦土地进行评价单元划分，进行适宜性评价，确定损毁土地的复垦方向。基本流程见图4.2-1所示。

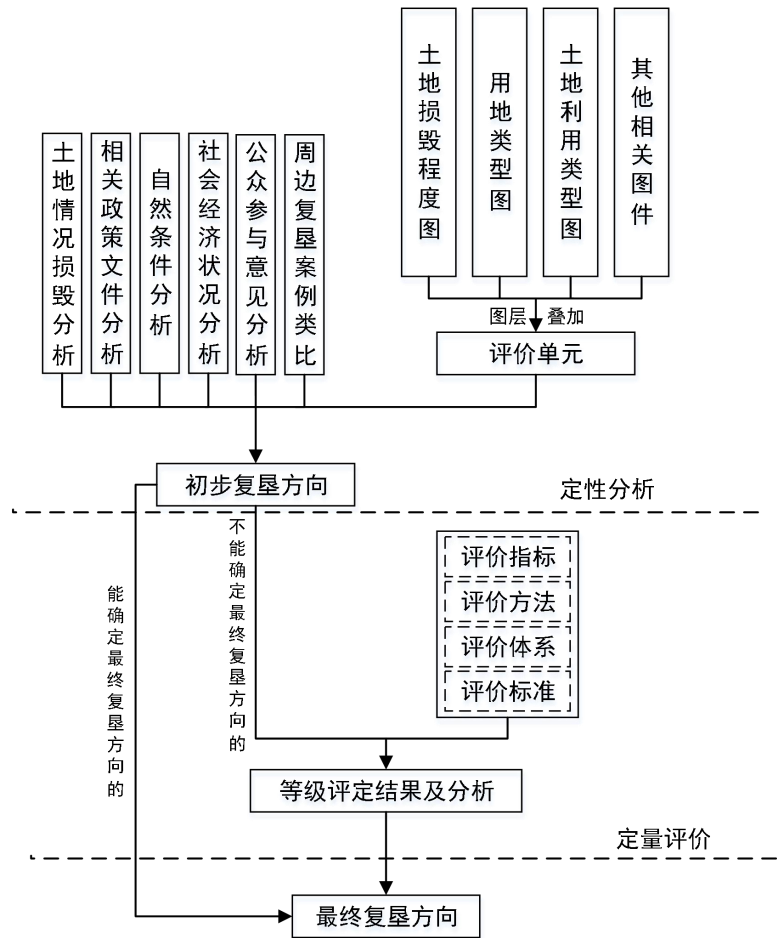


图4.2-1 复垦修复适宜性评价基本流程图

4、评价范围的确定及评价单元划分

(1) 评价范围

适宜性评价范围即复垦责任范围，包括永久性建设用地占地、压占损毁土地和塌陷地，总面积 1344.15hm<sup>2</sup>。

(2) 损毁单元划分

根据损毁时间、区域、面积、方式、程度等逐一进行分析划分损毁单元，详见表 4.2-1。

表4.2-1 损毁单元划分

序号	损毁时间	损毁区域	损毁面积	损毁方式	损毁程度	损毁单元
1	已损毁	工业场地（生产区）	7.29	占用、压占	重度	工业场地（生产区）
2	已损毁	工业场地（生活区）	2.55	占用、压占	重度	工业场地（生活区）
3	已损毁	材料库	0.48	压占	重度	材料库
4	已损毁	临时排矸场	4.41	压占	重度	临时排矸场
5	已损毁	材料库道路	0.07	压占	重度	材料库道路
6	已损毁	临时堆渣区	0.68	压占	重度	临时堆渣区

序号	损毁时间	损毁区域	损毁面积	损毁方式	损毁程度	损毁单元
7	已损毁	沉陷损毁旱地	4.73	采煤沉陷	中度	中度沉陷损毁旱地
8	已损毁	沉陷损毁林地	1.27	采煤沉陷	中度	中度沉陷损毁林地
9	已损毁	沉陷损毁草地	4.51	采煤沉陷	中度	中度沉陷损毁草地
10	已损毁	农村宅基地	0.55	/	/	农村宅基地
11	拟损毁 (一时段)	沉陷损毁旱地	2.97	采煤沉陷	轻度	轻度沉陷损毁旱地
12		沉陷损毁林地	12.98	采煤沉陷	轻度	轻度沉陷损毁林地
13		沉陷损毁草地	8.93	采煤沉陷	轻度	轻度沉陷损毁草地
14		农村宅基地	0.02	/	/	农村宅基地
15		沉陷损毁旱地	18.33	采煤沉陷	中度	中度沉陷损毁旱地
16		沉陷损毁林地	72.99	采煤沉陷	中度	中度沉陷损毁林地
17		沉陷损毁草地	13.08	采煤沉陷	中度	中度沉陷损毁草地
18		沉陷损毁裸土地	0.05	采煤沉陷	中度	中度沉陷损毁裸土地
19		农村宅基地	0.04	/	/	农村宅基地
20	拟损毁 (二时段)	沉陷损毁旱地	123.84	采煤沉陷	轻度	轻度沉陷损毁旱地
21		沉陷损毁园地	1.43	采煤沉陷	轻度	轻度沉陷损毁园地
22		沉陷损毁林地	529.53	采煤沉陷	轻度	轻度沉陷损毁林地
23		沉陷损毁草地	342.15	采煤沉陷	轻度	轻度沉陷损毁草地
24		沉陷损毁裸土地	1.09	采煤沉陷	轻度	轻度沉陷损毁裸土地
25		农村宅基地	5.03	/	/	农村宅基地
26		沉陷损毁旱地	31.11	采煤沉陷	中度	中度沉陷损毁旱地
27		沉陷损毁园地	0.10	采煤沉陷	中度	中度沉陷损毁园地
28		沉陷损毁林地	182.90	采煤沉陷	中度	中度沉陷损毁林地
29		沉陷损毁草地	88.79	采煤沉陷	中度	中度沉陷损毁草地
30		农村宅基地	0.99	/	/	农村宅基地
31	重复损毁	沉陷损毁旱地	26.03	采煤沉陷	中度	中度沉陷损毁旱地
32		沉陷损毁林地	87.29	采煤沉陷	中度	中度沉陷损毁林地
33		沉陷损毁草地	26.69	采煤沉陷	中度	中度沉陷损毁草地
34		沉陷损毁裸土地	0.05	采煤沉陷	中度	中度沉陷损毁裸土地
35		农村宅基地	0.61	/	/	农村宅基地
注：沉陷损毁其他地类按原地类进行复垦，不再进行损毁适宜性评价；						

### (3) 评价单元的划分

土地复垦适宜性评价单元是评价的基本单元，同一评价单元内的土地特征及复垦利用方向和复垦措施应基本一致。针对复垦责任范围特点，首先是依据煤矿开采造成土地损毁的类型和程度，其次是综合考虑项目用地的实际状况，按照损毁单元将损毁土地所处的地貌和原土地利用类型及损毁程度相同的划分为一个评价单元。

**地面工程：**划分 5 个评价单元，评价单元损毁土地类型划分为工业场地（生产区）

评价单元、工业场地（生活区）评价单元、材料库评价单元、临时排矸场评价单元、材料库道路评价单元。

**临时堆渣区：**划分 1 个评价单元，评价单元损毁土地类型划分为临时堆渣区评价单元；

**沉陷损毁土地：**损毁单元划分为 29 个，按照损毁程度、地类将其划分为 10 个评价单元，沉陷损毁土地评价单元损毁土地类型包括旱地、园地、林地、草地等 10 个评价单元。其他地类按原地类进行复垦，不再进行适宜性评价。本复垦方案划分损毁土地的适宜性评价单元详见表 4.2-2。

表4.2-2 评价单元划分

损毁区域	损毁形式	损毁面积(hm <sup>2</sup> )	损毁特点	评价单元	序号
工业场地（生产区）	占用、压占	7.29	长期占用	工业场地（生产区）	1
工业场地（生活区）	占用、压占	2.55	长期占用	工业场地（生活区）	2
材料库	压占	0.48	压占	材料库	3
临时排矸场	压占	4.41	压占	临时排矸场	4
材料库道路	压占	0.07	压占	材料库道路	5
临时堆渣区	压占	0.68	压占	临时堆渣区	6
沉陷土地	采煤沉陷	123.84	地表沉陷，损毁程度不同	轻度沉陷损毁旱地	7
		31.11		中度沉陷损毁旱地	8
		1.43		轻度沉陷损毁园地	9
		0.10		中度沉陷损毁园地	10
		529.53		轻度沉陷损毁林地	11
		182.90		中度沉陷损毁林地	12
		342.15		轻度沉陷损毁草地	13
		88.79		中度沉陷损毁草地	14
		1.09		轻度损毁裸土地	15
农村宅基地	/	6.02	/	农村宅基地	16

## 5、评价体系及评价标准的建立

### （1）评价体系

适宜性评价方法采用定性评价方法，采用极限条件法进行评价。选取的指标主要包括损毁程度、有效土层厚度、土壤质地、有机质含量、交通条件、地形坡度、覆土厚度、周边地类评价指标。对各评价指标分析如下：

**损毁程度：**损毁程度指标主要是分析沉陷造成的土地及相应的配套设施损毁情况。

**有效土层厚度：**有效土层厚度主要是指耕地中的犁底层的厚度，园、林、草地指的是腐殖质层的厚度。本区有效土层厚度相对较薄，耕地有效土层厚度大约为 20～30cm，

林地有效的土层大约为 15~30cm。

土壤质地：土壤质地是指土壤中不同大小的矿物质颗粒的相对比例或粗细状况，是影响土壤的水、肥、气、热状况和耕性的一个重要因素。本区土壤类型以黄绵土为主，保土保水能力较好；黑垆土有机质及养分含量较高，结构良好，透水、透气，便于耕作，有利于植物根系的生长；红粘土，土壤肥力低。

有机质含量：土壤有机质是土壤的重要组成，对土壤的肥力作用很大。结合《陕西土壤》中分析煤矿土壤有机质含量情况分析，本区有机质含量一般在 0.85~1.5%。

交通条件：本区耕地分布于沟谷底部，均为旱地。耕地周边交通较为方便。林地、果园、草地周边，由于人口密度较低，交通方便，受人类活动影响较小。

地形坡度：矿区为黄土梁峁地貌和黄土沟谷地貌，受长期的雨水冲蚀、冲刷和切割形成沟谷，沟谷岸坡陡、高，由裸露的黄土组成，仅沟谷下游低洼地段砂岩裸露，岸坡高达 50m，坡度多为 30-60°。

周边地类：压占损毁土地面积较小，周边地类作为参照确定复垦方向。

评价体系确定为二级体系，分为两个序列：土地适宜类和土地质量等。土地适宜类分为适宜类、暂不适宜类和不适宜类。

适宜类按照土地质量等，按照复垦为耕地的质量标准分为 1 等地、2 等地和 3 等地；暂不适宜类和不适宜类不进行续分，以“N”表示。

### ①宜耕土地

1 等地：对农业生产无限制或少限制，地形平坦，质地好，肥力高，适于机耕，损毁轻微，易于恢复为耕地，在正常耕作管理措施下可获得不低于甚至高于损毁前耕地的质量，且正常利用不致发生退化。

2 等地：对农业生产有一定限制，质地中等，损毁程度较轻，需要经过一定的整治措施才能恢复为耕地。如利用不当，可导致水土流失、肥力下降等现象。

3 等地：对农业生产有较多限制，质地差，损毁严重，需采取较多整治措施才能使其恢复为耕地。

### ②宜园、林土地

1 等地：适于林木生产，无明显限制因素，损毁轻微，采用一般技术造林植树，即可获得较大的产量和经济价值。

2 等地：比较适于林木生产，地形、土壤、水分等因素对树木种植有一定的限制，损毁程度较轻，但是造林植树的要求较高，产量和经济价值一般。

3等地：林木生长困难，地形、土壤和水分等限制因素较多，损毁严重，造林植树技术要求较高，产量和经济价值较低。

### ③宜草土地

1等地：水土条件好，草群质量好产量高，损毁轻微，容易恢复为草地。

2等地：水土条件较好，草群质量和产量中等，有轻度退化，损毁程度较轻，需经过整治才能恢复为草场。

3等地：水土条件和草群质量差、产量低、退化和损毁严重，需大力整治复垦后才能被利用。

## (2) 评价标准

结合煤矿自然环境条件及以往复垦经验，参考《耕地后备资源调查与评价技术规程》和《土地复垦质量控制标准》等确定土地复垦适宜性评价的等级标准，详见下表 4.2-3~4。

表 4.2-3 永久性建设用地限制性因素等级标准

适宜性评价限制因素分级			适宜性			
序号	参评因子	分级指标	宜耕	宜园	宜林	宜草
1	交通条件	交通便利	1	1	1	-
		交通较为便利	2	2	2	-
		交通不便	3	3	3	-
2	周边主要地类	耕地、村庄	1	1	1	2
		林地、草地	2	1	1	1
		其他用地等	3	2	2	1
3	覆土条件厚度（cm）	覆土来源充裕，>100	1	1	1	1
		覆土来源较充裕 50~100	2	2	2	1
		覆土来源不充裕 30~50	3	2	2	1
		无覆土来源<30	3	3	3	2
4	土壤质地	壤土、粉砂粘壤土、壤粘土	1	1	1	1
		砂壤土、粘壤土	2	2	2	1
		砂土	3	3	3	2

表 4.2-4 沉陷损毁土地限制因素等级标准

限制因素及分级指标		耕地评价	林地评价	草地评价
		旱地		
沉陷损毁程度	轻度损毁	1	1	1
	中度损毁	2	2	1
土壤质地	壤土、粉砂粘壤土、壤粘土	1	1	1
	砂壤土、粘壤土	2	2	1
	砂土	3 或 N	3	2
有效土层厚度（cm）	>50	1	1	1
	30~50	2	1	1
	10~30	2 或 3	2 或 3	2
	<10	3 或 N	3	3
土壤有机质含量（g/kg）	>10	1	1	1
	8~10	2	1	1

限制因素及分级指标		耕地评价	林地评价	草地评价
		旱地		
	5~8	3	2	2
	<5	N	3	3
地形坡度 (°)	<2	1	1	1
	2~6	2	1	1
	6~15	3	2	2
	15~25	3	2	2
	>25	N	3	3
交通条件	有完善道路设施	1	1	1
	有，但不完善或容易修建	2	1	1
	无道路设施或较难实施	3 或 N	2	2
覆土厚度	>100	1	1	1
	50~100	2	1	1
	30~50	2 或 3	2 或 3	2
	<30	3 或 N	3	3
周边地类	耕地	1	1	1
	林地、草地	2	1	1
	其他地类	3	2	2

## 6、评价过程及复垦方向的确定

### (1) 评价过程分析

#### ①土地损毁前后质量分析

煤矿内耕地主要分布在沟谷底部较为平坦地带，土壤以黄绵土为主，有机质含量一般。农作物主要包括谷子、大豆、土豆、玉米和荞麦等。

林地主要为乔木林地和其他林地，林下为灌丛和草本，植被茂密。植被分布有紫穗槐、黄刺玫、狼牙刺、酸枣等。

沉陷损毁区在地表变形后，形成一定程度的地表裂隙，地表裂隙的产生会造成裂隙两侧的植被水分缺失，部分植被死亡，同时地表土层以黄绵土为主，会形成较大的地表裂隙。

压占损毁土地地表植被遭受破坏，硬化地面改变了土壤原有的理化性质，改变了土地利用类型，长时间压占后使得土壤有机质、养分等含量降低。

#### ②各评价单元评价过程分析

对于损毁土地适宜性评价采用极限条件法评价土地的适宜性，极限条件法即由诸选定评价因子中，评价因子适宜性等级最小（即限制性等级最大）的因子决定土地适宜性等级。根据各个评价单元的性质，对照表 4.2-3~4 所确定的宜耕、宜园、宜林和宜草评价标准，对其进行逐项配比，可得到各个评价单元的评价因子取值，见表 4.2-5。

根据评价单元限制性因素分析，结合现状及预测情况评价单元情况如下：

**地面工程：**工业场地（生产区）、工业场地（生活区）场地地面硬化程度高，地表有大

量的构建筑物,完全破坏了地表的生态植被,在不进行地表清理的前提下,不适宜耕作及园、林草恢复;材料库、材料库道路场地地面硬化程度高,完全破坏了地表的生态植被,在不进行地表清理的前提下,不适宜耕作及园、林草恢复;在临时排矸场服务期满后,由于矸石压占,地表无土层厚度,在其不覆土的情况下,不适宜耕作及林草恢复。

**临时堆渣区:**由于临时堆渣对土地造成压占损毁,该区土壤理化性质降低,在不进行覆土的情况下不适宜耕作及林草恢复。

表 4.2-5 适宜性评价单元评价过程

序号	评价单元	评价因子	指标
1	工业场地(生产区)	损毁程度	/
		交通条件	有完善道路设施
		周边地类	耕地、林地、草地
2	工业场地(生活区)	损毁程度	/
		交通条件	有完善道路设施
		周边地类	耕地、林地、草地
3	材料库压占损毁用地	损毁程度	重度
		交通条件	有完善道路设施
		周边地类	草地
4	临时排矸场压占损毁用地	损毁程度	重度
		交通条件	有完善道路设施
		周边地类	耕地、林地、草地
5	材料库道路压占损毁用地	损毁程度	重度
		交通条件	有完善道路设施
		周边地类	草地
6	临时堆渣区压占损毁用地	损毁程度	重度
		交通条件	有完善道路设施
		周边地类	林地、草地
7	轻度沉陷损毁旱地	损毁程度	轻度
		土壤质地	黄绵土
		有效土层厚度(cm)	50~80
		有机质含量(g/kg)	3~10
		交通条件	有、不完善
		地形坡度(°)	2~6
8	轻度沉陷损毁园地	损毁程度	轻度
		土壤质地	黑垆土
		有效土层厚度(cm)	30~50
		有机质含量(g/kg)	5~10
		交通条件	有、不完善
		地形坡度(°)	2~6
9	轻度沉陷损毁林地	损毁程度	轻度
		土壤质地	黑垆土
		有效土层厚度(cm)	30~50
		有机质含量(g/kg)	5~8
		交通条件	无道路设施
		地形坡度(°)	2~15
10	轻度沉陷损毁草地	损毁程度	轻度

序号	评价单元	评价因子	指标
		土壤质地	黄绵土
		有效土层厚度（cm）	20~30
		有机质含量（g/kg）	5~10
		交通条件	无道路设施
		地形坡度（°）	6~25
11	轻度沉陷损毁裸土地	损毁程度	轻度
		交通条件	无完善道路设施
		周边地类	草地为主
12	中度沉陷损毁旱地	损毁程度	中度
		土壤质地	黄绵土
		有效土层厚度（cm）	10~30
		有机质含量（g/kg）	10~30
		交通条件	有、不完善
		地形坡度（°）	6~25
13	中度沉陷损毁园地	损毁程度	中度
		土壤质地	黑垆土
		有效土层厚度（cm）	30~50
		有机质含量（g/kg）	5~10
		交通条件	有、不完善
		地形坡度（°）	2~6
14	中度沉陷损毁林地	损毁程度	中度
		土壤质地	黑垆土
		有效土层厚度（cm）	10~30
		有机质含量（g/kg）	10~30
		交通条件	无道路设施
		地形坡度（°）	6~25
15	中度沉陷损毁草地	损毁程度	中度
		土壤质地	黄绵土
		有效土层厚度（cm）	10~30
		有机质含量（g/kg）	10~30
		交通条件	无道路设施
		地形坡度（°）	6~25
16	农村宅基地	损毁程度	/
		交通条件	有完善道路设施
		周边地类	耕地、林地

### ③复垦方向主要限制因素分析

将参评单元的土地质量分别与复垦土地主要限制因素的耕地、园地、林地和草地评价等级标准对比，以限制最大，适宜性等级最低的土地质量参评项目决定该单元的土地适宜等级。评价结果如表 4.2-6 所示。

表 4.2-6 各评价单元适宜性等级表

损毁形式	编号	评价单元	复垦方向限制性因素	适宜性方向
占用、压占	1	工业场地（生产区）	有效土层厚度	旱地
占用、压占	2	工业场地（生活区）	有效土层厚度	旱地
压占	3	材料库	有效土层厚度	草地
压占	4	临时排矸场	有效土层厚度	旱地

损毁形式	编号	评价单元	复垦方向限制性因素	适宜性方向
压占	5	材料库道路	有效土层厚度	草地
压占	6	临时堆渣区	有效土层厚度	林地
沉陷损毁	7	轻度沉陷损毁旱地	无明显限制因素	旱地
	8	中度沉陷损毁旱地	无明显限制因素	旱地
	9	轻度沉陷损毁园地	无明显限制因素	园地
	10	中度沉陷损毁园地	无明显限制因素	园地
	11	轻度沉陷损毁林地	交通、地形坡度	林地
	12	中度沉陷损毁林地	地形坡度	林地
	13	轻度沉陷损毁草地	交通、地形坡度	草地
	14	中度沉陷损毁草地	地形坡度	草地
	15	轻度损毁裸土地	无明显限制因素	草地
/	16	农村宅基地	交通、地形坡度	旱地

## （2）最终复垦方向确定

根据适宜性评价分析，最终复垦方向的确定需要综合考虑多种因素。在考虑项目区自然、社会经济、政策和公众意愿的基础上，地面工程场地占地回溯二调地类，结合适宜性等级评定结果，最终确定复垦方向见表 4.2-7。

表 4.2-7 各评价单元复垦方向确定

损毁形式	评价单元	复垦方向
占用	工业场地（生产区）	结合二调、三调地类与周边地类复垦为旱地
占用	工业场地（生活区）	结合二调、三调地类与周边地类复垦为旱地
压占	材料库	结合二调、三调地类与周边地类复垦为草地
压占	临时排矸场	结合二调、三调地类与周边地类复垦为旱地
压占	材料库道路	结合二调、三调地类与周边地类复垦为草地
压占	临时堆渣区	结合二调、三调地类与周边地类复垦为林地
沉陷损毁	轻度沉陷损毁旱地	旱地（和原地类一致）
	中度沉陷损毁旱地	旱地（和原地类一致）
	轻度沉陷损毁园地	果园（和原地类一致）
	中度沉陷损毁园地	果园（和原地类一致）
	轻度沉陷损毁林地	乔木林地、灌木林地、其他林地（和原地类一致）
	中度沉陷损毁林地	乔木林地、灌木林地、其他林地（和原地类一致）
	轻度沉陷损毁草地	天然牧草地、其他草地（和原地类一致）
	中度沉陷损毁草地	天然牧草地、其他草地（和原地类一致）
	轻度损毁裸土地	天然牧草地
/	农村宅基地	结合三调地类与周边地类复垦为旱地

## （3）划分复垦修复单元

依据确定的最终复垦方向，参照损毁形式及复垦工程措施，划定合理的复垦单元。具体见表 4.2-8。

表 4.2-8 复垦修复单元划分表

类型	评价单元	复垦方向	复垦面积 (hm <sup>2</sup> )	复垦修复单元	编号
占用、压占	工业场地（生产区）	旱地	7.29	旱地方向工业场地（生产区） 复垦修复单元	1
	工业场地（生活区）	旱地	2.55	旱地方向工业场地（生活区） 复垦修复单元	2
压占	材料库	天然牧草地	0.48	天然牧草地方向材料库复垦修复单元	3
	临时排矸场	旱地	4.41	旱地方向临时排矸场复垦修复单元	4
	材料库道路	天然牧草地	0.07	天然牧草地方向材料库道路 复垦修复单元	5
	临时堆渣区	灌木林地	0.68	灌木林地方向临时堆渣区复垦修复单元	6
沉陷损毁	轻、中度旱地	旱地	154.95	旱地方向沉陷损毁复垦修复单元	7
	轻、中度园地	果园	1.53	果园方向沉陷损毁复垦修复单元	8
	轻、中度林地	乔木林地	506.28	乔木林地方向沉陷损毁复垦修复单元	9
		灌木林地	31.70	灌木林地方向沉陷损毁复垦修复单元	10
		其他林地	174.45	其他林地方向沉陷损毁复垦修复单元	11
	轻、中度草地	天然牧草地	398.86	天然牧草地方向沉陷损毁复垦修复单元	12
		其他草地	32.08	其他草地方向沉陷损毁复垦修复单元	13
	轻度裸土地	天然牧草地	1.09	天然牧草地方向沉陷损毁复垦修复单元	14
/	农村宅基地	旱地	6.02	旱地方向农村宅基地复垦修复单元	15

### （三）水土资源平衡分析

#### 1、水资源平衡分析

##### （1）需水量分析

##### 1) 水浇地和草地需水量分析

本项目位于陕北黄土梁峁沟壑区，根据不同苗木需水量及项目区的特点，结合《陕西省行业用水定额》（陕西省地方标 DB61/T943-2022），草地灌水定额 900m<sup>3</sup>/hm<sup>2</sup>·a；用水量及灌溉方式见表 4.2-9。

表 4.2-9 草地用水量及灌溉方式

用水区	工程名称	灌水定额	需灌溉面积	单位	估算年用水量 (万m <sup>3</sup> /a)	灌溉方式
复垦区	草地	900m <sup>3</sup> /hm <sup>2</sup> ·a	432.58	hm <sup>2</sup>	38.93	汽车拉水、软管浇灌
合计	—	—	—	—	38.93	—

##### 2) 园、林地养护需水量分析

根据设计，煤矿剩余服务年限为 31.2 年，沉稳期 2 年，植物管护期 6 年，本项目栽植果树 459 株，乔木 194447 株，灌木 379505 株（由于工程量按照一穴三株计算，实际

需灌溉 126502 穴), 需水量为苗木补植及管护期间的用水量, 管护期前 3 年按照果树  $0.9\text{m}^3/\text{a}$ , 乔木  $0.7\text{m}^3/\text{a}$ , 灌木  $0.5\text{m}^3/\text{a}$  需水量计算, 后 3 年按照果树  $0.7\text{m}^3/\text{a}$ , 乔木  $0.5\text{m}^3/\text{a}$ , 灌木  $0.3\text{m}^3/\text{a}$  需水量计算, 具体见表 4.2-10。

表 4.2-10 园、林地用水量及灌溉方式

序号	用水区域	总补植量 (株)	需水量 $\text{m}^3/\text{株}\cdot\text{a}$	用水量 (万 $\text{m}^3$ )	估算年生态用 水量 (万 $\text{m}^3$ )	灌溉方式
1	果园	459	4.8	0.22	0.04	汽车拉水、 软管浇灌
2	乔木林	194447	3.6	70.00	11.67	
3	灌木林	126502	2.4	30.36	5.06	
合计				100.58	16.76	/

计算得每年复垦区灌溉用水量为  $55.69\text{万}\text{m}^3$ 。

## (2) 供水量分析

大气降水在区内沟谷低洼处汇集, 补充区内河流流水, 可用于管护林地草地。

禾草沟一号煤矿井下排水正常涌水量为  $40.0\text{m}^3/\text{h}$ , 最大涌水量为  $120.0\text{m}^3/\text{h}$ , 按照正常涌水量的 30%用于灌溉计算, 可供本方案的供水量为  $10.51\text{万}\text{m}^3/\text{a}$ 。

区内均为季节性水流, 沟内植被较发育。羊马河流量  $0.01048\sim 0.05510\text{m}^3/\text{s}$ , 主要支流永坪川流量  $0.00054\sim 0.01022\text{m}^3/\text{s}$ , 按枯水期最小河流年流量的 40%用于灌溉计算, 可供本方案的供水量为  $64.75\text{万}\text{m}^3/\text{a}$ ; 在周边坑塘及河流进行取水前, 矿方需与村委会协商取水。

计算得每年供水量为  $75.26\text{万}\text{m}^3$ 。

## (3) 需水供水平衡及可行性分析

根据以上分析, 计算得每年复垦区灌溉用水量为  $55.69\text{万}\text{m}^3$ , 每年供水量为  $75.26\text{万}\text{m}^3$ , 项目区内供水量充裕, 水量可满足复垦区内的灌溉需求。

复垦区内园地、林地和草地灌溉方式用汽车拉水用软管浇灌(运距  $0.5\sim 4\text{km}$ ); 即从水量和输水距离分析复垦区内灌溉可行。

## 2、土壤资源平衡分析

本方案分析的土壤资源平衡主要针对表土资源, 涉及土壤资源区域为裂隙填充区、农村宅基地、拆除复垦的永久建设用地(工业场地(生产区)、工业场地(生活区))和压占损毁土地(材料库、临时排矸场、材料库道路、临时堆渣区)区域。

### (1) 表土需求量分析

由于裂隙填充、平整工程等土方均在施工区范围内达到平衡, 因此对于裂隙填充、平整等方面土方不再进行分析。

根据已确定的复垦方向,工业场地(生产区和生活区)拟复垦为旱地,材料库和材料库道路复垦为天然牧草地,临时排矸场、农村宅基地复垦为旱地,临时堆渣区复垦为灌木林地。拆除复垦的工业场地(生产区和生活区)、材料库、材料库道路、农村宅基地设施拆除、平整后,就地实施生土土壤培肥,改良土壤;临时排矸场覆土 0.50m,实施土壤培肥,改良土壤;临时堆渣区覆土 0.30m,实施土壤培肥,改良土壤;土方需求量见表 4.2-11。

表 4.2-11 回覆表土需求量分析表

区域	复垦方向	面积 ( $\text{hm}^2$ )	表土回覆 厚度 (m)	表土需求量 ( $\text{万m}^3$ )	备注
工业场地(生产区)	旱地	7.29	/	/	设施拆除、平整后, 就地实施生土土壤 培肥
工业场地(生活区)	旱地	2.55	/	/	
材料库	天然牧草地	0.48	/	/	
材料库道路	天然牧草地	0.07	/	/	
临时排矸场	旱地	4.41	0.50	2.21	外购土, 实施土壤 培肥, 改良土壤;
临时堆渣区	灌木林地	0.68	0.30	0.20	
合计	/	15.48	/	2.41	/

## (2) 表土供给量分析

本方案提出在工业场地(生产区和生活区)、材料库、材料库道路、农村宅基地拆除、清理、平整后,实施土壤培肥,撒播毛叶苕子;临时排矸场在矸石临时周转后,覆土 0.5m,实施土壤培肥,改良土壤;临时堆渣区覆土 0.30m,实施土壤培肥,改良土壤;第一年至第三年撒播农家肥和商品有机肥,实施培肥、改良土壤,新增外购土,可满足表土资源需求。

综上所述,土壤资源的需求和来源可实现平衡。

## (四) 土地复垦质量要求

复垦区地处黄土梁峁沟壑区,损毁土地属低潜水位无积水沉陷地,结合复垦区土地适宜性评价结果和当地实际情况,制定具体的复垦标准。

——禾草沟一号煤矿应做到“边开采,边复垦”;

——复垦利用类型应与地形地貌及周边的环境相协调;

——土地复垦的质量不宜低于原(或周边)土地利用类型的土壤质量与生产力水平;

——复垦为耕地的应符合土地整治高标准农田工程建设标准的要求;

——复垦场地的稳定性和安全性应有可靠保证;

——应充分利用原有地表土作为覆盖层,覆盖后的表土应规范、平整,覆盖层的容重应满足复垦利用的要求。

对于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),同时结合煤矿现状情况,来确定本项目内各复垦方向的质量要求。

## 1、沉陷区复垦质量标准

### (1) 沉陷区耕地复垦质量标准

表 4.2-12 沉陷区耕地复垦质量标准

黄土梁峁沟壑区土地复垦质量控制标准				本方案复垦的质量标准
复垦方向	指标类型	基本指标	控制标准	
耕地(旱地)	地形	地面坡度/(°)	≤15	≤5
	土壤质量	有效土层厚度/cm	≥80	80~100
		土壤容重/(g/cm³)	≤1.40	≤1.4
		土壤质地	壤土至粘壤土	壤土
		砾石含量/%	≤5	≤5
		pH 值	6.0-8.5	7.0-8.5
		有机质/%	≥0.8	≥0.8
		电导率/(dS/m)	≤2	≤2
	配套设施	灌溉	达到当地各行业工程建设标准要求	达到当地各行业工程建设标准要求,与周边相协调,道路通达
		排水		
		道路		
		林网		
	生产力水平	产量/(kg/hm²)	五年后达到周边地区同等土地利用类型水平	三年后达到周边地区同等土地利用类型水平

### (2) 沉陷区园地复垦质量标准

表 4.2-13 沉陷区园地复垦质量标准

黄土梁峁沟壑区土地复垦质量控制标准				本方案复垦的质量标准
复垦方向	指标类型	基本指标	控制标准	
园地(果园)	地形	地面坡度/(°)	≤20	≤8
	土壤质量	有效土层厚度/cm	≥30	≥60
		土壤容重/(g/cm³)	≤1.50	≤1.45
		土壤质地	壤土至粘壤土	砂壤土
		砾石含量/%	≤15	≤10
		pH 值	6.0-8.5	7.5-8.0
		有机质/%	≥0.5	≥0.6
		电导率/(dS/m)	≤2	≤2
	配套设施	灌溉	达到当地各行业工程建设标准要求	达到当地各行业工程建设标准要求,与周边环境协调,道路通达
		排水		
		道路		
	生产力水平	产量/(kg/hm²)	五年后达到周边地区同等土地利用类型水平	三年后达到周边地区同等土地利用类型水平

## (3) 沉陷区林地复垦质量标准

表 4.2-14 沉陷区林地复垦质量标准

黄土梁峁沟壑区土地复垦质量控制标准				本方案复垦的质量标准
复垦方向	指标类型	基本指标	控制标准	
林地 (乔木林地)	土壤质量	有效土层厚度/cm	≥30	≥50
		土壤容重/(g/cm <sup>3</sup> )	≤1.5	≤1.5
		土壤质地	砂土至砂质粘土	砂土
		砾石含量/%	≤25	≤25
		pH 值	6.0-8.5	6.5-8.5
		有机质/%	≥0.5	≥0.5
	配套设施	道路	达到当地本行业工程建设标准要求	达到当地本行业工程建设标准要求
	生产力水平	定植密度/(株/hm <sup>2</sup> )	满足《造林作业设计规程》(LY/T1607)要求	满足《造林作业设计规程》(LY/T1607)要求
		郁闭度	≥0.30	≥0.50
林地 (灌木林地)	土壤质量	有效土层厚度/cm	≥30	≥50
		土壤容重/(g/cm <sup>3</sup> )	≤1.5	≤1.5
		土壤质地	砂土至砂质粘土	砂土
		砾石含量/%	≤25	≤25
		pH 值	6.0-8.5	7.0-8.5
		有机质/%	≥0.5	≥0.5
	配套设施	道路	达到当地本行业工程建设标准要求	达到当地本行业工程建设标准要求
	生产力水平	定植密度/(株/hm <sup>2</sup> )	满足《造林作业设计规程》(LY/T1607)要求	满足《造林作业设计规程》(LY/T1607)要求
		郁闭度	≥0.30	≥0.50
林地 (其他林地)	土壤质量	有效土层厚度/cm	≥30	≥50
		土壤容重/(g/cm <sup>3</sup> )	≤1.5	≤1.5
		土壤质地	砂土至砂质粘土	砂土
		砾石含量/%	≤25	≤25
		pH 值	6.0-8.5	7.0-8.5
		有机质/%	≥0.5	≥0.5
	配套设施	道路	达到当地本行业工程建设标准要求	达到当地本行业工程建设标准要求
	生产力水平	定植密度/(株/hm <sup>2</sup> )	满足《造林作业设计规程》(LY/T1607)要求	满足《造林作业设计规程》(LY/T1607)要求
		郁闭度	≥0.30	≥0.40

## (4) 沉陷区草地复垦质量标准

表 4.2-15 沉陷区草地复垦质量标准

黄土梁峁沟壑区土地复垦质量控制标准				本方案复垦的质量标准
复垦方向	指标类型	基本指标	控制标准	
草地(天然牧草地)	土壤质量	有效土层厚度/cm	≥30	≥30
		土壤容重/(g/cm <sup>3</sup> )	≤1.45	≤1.45
		土壤质地	砂土至壤粘土	砂土

黄土梁峁沟壑区土地复垦质量控制标准				本方案复垦的质量标准
复垦方向	指标类型	基本指标	控制标准	
		砾石含量/%	$\leq 15$	$\leq 15$
		pH 值	6.5-8.5	6.5-8.5
		有机质/%	$\geq 0.3$	$\geq 0.3$
	配套设施	道路	达到当地各行业工程建设标准要求	达到当地各行业工程建设标准要求
	生产力水平	覆盖度/%	$\geq 30$	$\geq 50$
		产量/(kg/hm <sup>2</sup> )	五年后达到周边地区同等土地利用类型水平	三年后达到周边地区同等土地利用类型水平
草地(其他草地)	土壤质量	有效土层厚度/cm	$\geq 30$	$\geq 50$
		土壤容重/(g/cm <sup>3</sup> )	$\leq 1.45$	$\leq 1.45$
		土壤质地	砂土至壤粘土	砂土
		砾石含量/%	$\leq 15$	$\leq 15$
		pH 值	6.5-8.5	6.5-8.5
		有机质/%	$\geq 0.3$	$\geq 0.3$
	配套设施	道路	达到当地各行业工程建设标准要求	达到当地各行业工程建设标准要求
	生产力水平	覆盖度/%	$\geq 30$	$\geq 50$
		产量/(kg/hm <sup>2</sup> )	五年后达到周边地区同等土地利用类型水平	三年后达到周边地区同等土地利用类型水平

### (5) 沉陷区农村道路复垦质量标准

农村道路主要作为耕地的配套工程设施及交通需求,因此,在工程设计和工程测算时,田间道路复垦标准结合耕地配套设施同时进行,其复垦标准如下:

①农村道路设计边坡 1:1,路面宽度为 3m,采用水泥混凝土路面;

②道路两旁的原有的防护林,进行扶正管护;

③复垦后标准不低于原道路标准,结合复垦区耕地比较分散的特点,保障原有农村道路的交通条件良好,便于农机进行田间作业及日常生产资料的运输。

### (6) 沉陷区其他用地复垦质量标准

加强本复垦单元的监测,确保损毁土地能够达到或超过损毁前功能,能满足当地人民的正常生产生活需求。

## 2、场地区复垦质量要求

①实施严格的监测措施,在本复垦单元内布置一定数量的监测点,并安排专门的工作人员,每隔一定的时间间隔监测一次,确保建筑物的安全和群众的生命安全;

②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运至 8.0km 外余家坪镇指定的建筑垃圾填埋场；

③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；

④硬化路面剥离和基础挖除后，需对迹地进行平整，复垦为耕地区域平整后坡度不超过 5°，除了消除地面附加坡度外，还应消除原始坡度，以提高耕地标准，田块平整后划分田块，修筑田间道路和生产路；

⑤硬化地面剥离后，下部生土比较紧密，为了便于农作物生长，将表土疏松，清理后采用机械深松技术对场地实施翻耕，翻耕深度不小于 50cm，土壤翻耕在复垦初期进行一次，过 2~3 年再进行一次；

⑥进行土地翻耕后，然后采用土壤改良法提高土壤肥力，通过增施有机肥及种植绿肥进行土壤培肥，改变土壤质量。土壤改良两年后，农作物种植要有计划轮作换茬，适当增施腐熟的有机肥，以增加土壤有机质含量，增强土壤通透性，改善土壤理化性质，增强土壤养分的缓冲能力；

⑦配套田间道：砂石路基，路基厚度 20cm，宽度 5.0m，泥结碎石路面，路面厚度 15cm，宽度 4.0m；配套生产路：路床压实，厚度 15cm，宽度 2.6m，素土路面，路面厚度 15cm，宽度 2.0m。

场地区复垦为耕地和林地的质量标准见表 4.2-16、4.2-17。

表 4.2-16 场地区耕地复垦质量标准

黄土梁峁沟壑区土地复垦质量控制标准				本方案复垦的质量标准
复垦方向	指标类型	基本指标	控制标准	
耕地 (旱地)	地形	地面坡度/(°)	≤25	≤5
	土壤质量	有效土层厚度/cm	≥80，土石山区≥30	≥80
		土壤容重/(g/cm³)	≤1.45	≤1.30
		土壤质地	壤土至粘壤土	壤土
		砾石含量/%	≤10	≤8
		pH 值	6.0-8.5	7.5-8.5
		有机质/%	≥0.5	≥0.8
		电导率/(dS/m)	≤2	≤2
	配套设施	排水	达到当地各行业工程建设标准要求	达到当地各行业工程建设标准要求，与周边相协调，道路通达
		道路		
		林网		
	生产力水平	产量/(kg/hm²)	五年后达到周边地区同等土地利用类型水平	三年后达到周边地区同等土地利用类型水平

表 4.2-17 临时堆渣区林地、场地区草地复垦质量标准

黄土梁峁沟壑区土地复垦质量控制标准				本方案复垦的质量标准
复垦方向	指标类型	基本指标	控制标准	
林地（灌木林地）	土壤质量	有效土层厚度/cm	≥30	≥50
		土壤容重/（g/cm <sup>3</sup> ）	≤1.5	≤1.5
		土壤质地	砂土至砂质粘土	砂土
		砾石含量/%	≤25	≤25
		pH 值	6.0-8.5	7.0-8.5
		有机质/%	≥0.5	≥0.5
	配套设施	道路	达到当地本行业工程建设标准要求	达到当地本行业工程建设标准要求
	生产力水平	定植密度/（株/hm <sup>2</sup> ）	满足《造林作业设计规程》（LY/T1607）要求	满足《造林作业设计规程》（LY/T1607）要求
		郁闭度	≥0.30	≥0.50
草地（天然牧草地）	土壤质量	有效土层厚度/cm	≥30	≥50
		土壤容重/（g/cm <sup>3</sup> ）	≤1.45	≤1.45
		土壤质地	砂土至壤粘土	砂土
		砾石含量/%	≤15	≤15
		pH 值	6.5-8.5	6.5-8.5
		有机质/%	≥0.3	≥0.3
	配套设施	道路	达到当地各行业工程建设标准要求	达到当地各行业工程建设标准要求
	生产力水平	覆盖度/%	≥30	≥50
		产量/（kg/hm <sup>2</sup> ）	五年后达到周边地区同等土地利用类型水平	三年后达到周边地区同等土地利用类型水平

## 第五章 矿山地质环境治理与土地复垦工程

禾草沟一号煤矿生产引发的矿山地质环境问题为：伴生地裂缝等不稳定地质体，含水层、地形地貌景观受影响，水土环境影响，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。矿山地质环境治理与土地复垦工程分为近期 5 年（2025-2029 年），中期 26 年（2030-2055 年），后期 8 年（2056-2063 年）三个阶段，治理工程、土地复垦以近期为主，兼顾中期和远期。

### 一、矿山地质环境保护与土地复垦预防

#### （一）目标和任务

##### 1、目标

最大程度地减少矿山地质环境问题的发生，避免和减缓不稳定地质体造成的损失，有效遏制对主要含水层、地形地貌景观、水土环境及土地资源的影响和破坏，实现矿产资源开发利用与地质环境保护相协调、经济可持续发展；在本项目建设实施过程中严格按照绿色矿山建设的相关标准，建设成绿色矿山。

##### 2、任务

（1）对地面场地及周边不稳定边坡实施监测、巡查及设置警戒线，对影响较严重的道路、输电线路塔基维修治理，加强监测。对受开采影响的零星房屋进行拆除清运。避免和减缓矿井生产引发的不稳定地质体及采空塌陷造成的损失，加强矿井生产期间不稳定地质体的监测。

（2）避免和减缓主要含水层受影响或破坏、地下水水位下降，维持评估区及周围生产、生活供水。

（3）避免和减缓对地形地貌景观的影响。

（4）避免和减缓对水土环境的影响和破坏。

（5）避免和减缓对土地损毁，对受影响和损毁的土地进行复垦，使其恢复原貌或适宜用途。

（6）在后期及时封闭工业场地井筒、拆除复垦工业场地，减缓对地形地貌影响。

（7）维护和治理本区及周围地区生态环境，建设绿色矿业。

#### （二）保护与预防措施

## 1、矿山地质环境保护预防措施

### (1) 留设保护煤柱

根据《建筑、水体、铁路及主要井巷煤柱留设与压煤开采规程》和《煤矿安全规程》有关规定,在需要保护的建(构)筑物处留设保护煤柱,能够避免或减缓矿山地质环境问题的产生和影响程度,减少治理工程和费用。禾草沟一号煤矿在工业场地(生产区)、工业场地(生活区)、材料库、材料库道路、油井、村庄、煤矿边界、主要大巷等都已留设保护煤柱。

### (2) 避让

针对2处不稳定边坡(BP1、HP1)、1处地面塌陷(TX7)竖立警示牌提醒行人避让,减轻财产及人身安全威胁。

### (3) 完善截排水设施

完善工业场地(生产区)南侧(HP1)的截排水设施。

### (4) 减缓措施

结合资源空间分布特征、生态状况等,优化矿山开采工艺流程,减少或者控制矿山开采扰动量和扰动范围,最大限度减少地质环境问题、土地资源和生态系统受损。

### (5) 合理利用含水层水资源

井下开采形成导水裂隙会对含水层结构产生影响,对于含水层的主要保护措施可从保护水资源入手,优化矿井水处理工艺,维持水处理系统稳定,抽排出的矿井水达标处理回用,另外积极加强第四系潜水含水层监测,防止采矿活动引发居民生产生活用水困难。

### (6) 优化地形地貌景观

煤矿开采会对原地形标高和地表形态产生一定影响,产生的地表裂缝,特别是一些较大的裂缝会改变原生地貌的完整性。地表塌陷也会引起地表坡度的变化,特别是塌陷边缘区,要做到对影响的土地及时治理,做到“边开采,边治理”。

## 2、土地损毁预防措施

### (1) 合理规划

在煤矿生产过程中要加强规划和施工管理,尽量减少对土地的预期影响。在煤矿地面工程建设之前,要建立土地利用规划,分步实施;开采过程中要做到“边开采,边复垦”。在进行土地复垦工程时,应制定合理的土石方调配方案,严禁弃土弃渣乱堆乱放。各种生产建设活动应严格控制在规划区域内,将临时用地面积控制在最低限度,尽可能地避免造成土壤和植被的大面积损毁。做好土壤和植被的保护措施,受施工车辆等施工机械碾压的地方要进

行土地平整、疏松，并在适当季节补栽树种，尽快恢复原有土地功能。

## **(2) 表土资源保护措施**

对于预测损毁区域涉及土壤损毁的，应实施土壤剥离利用，用于具备条件区域的复垦修复。特别是必须实施表土层的剥离利用，尤其是耕地耕作层，或园地、林地、草地腐殖质层的剥离利用。剥离厚度根据原土壤表土层厚度、复垦与修复土地利用方向等确定，包括能够进行剥离的、有利于快速恢复地力和植物生长的表层土壤，必要时包括岩石风化物。土壤剥离利用宜做到“应剥尽剥、即剥尽用、分层剥离、分层堆放、分层回填”，对剥离、运输、储存、养护和回覆等土壤剥离利用工程作出时间、空间和经济可行的安排。

在进行土地复垦时，要保护和利用好表层的耕作层土壤和表层土壤。将客土资源在合适的地方存储并加以养护，保持肥力；待复垦时，再平铺于土地表面。

## **(3) 加强复垦监测措施**

①对地表破坏情况进行监测，包括破坏范围、程度、历时等多个因子的监测，建立地表破坏程度与地表变形移动特征参数、采煤工艺参数之间的相关关系，以减缓地表土地破坏为原则，及时调整采煤工艺参数。

②及时推平沉陷盆地边缘的沉陷台阶，填充裂缝。在沉陷盆地基本恢复以后，进行整理复垦，恢复土地功能。

# **二、不稳定地质体治理工程**

## **(一) 目标任务**

### **1、治理目标**

(1) 避免和减缓地面塌陷及其伴生的不稳定地质体造成的损失，对开采影响的零星房屋进行整体搬迁，对重要的地面建（构）筑物留设保护煤柱，对塌陷影响的道路、输电线路等进行维修治理并加强监测，保证交通、输电线路正常使用。

(2) 避免和减缓对土地资源的影响和破坏，采取有效工程措施对受影响和破坏的土地进行治理恢复，使其恢复原貌或适宜用途；

(3) 后期闭毁三条井筒，拆除生产设施。

### **2、治理任务**

(1) 进场道路北侧不稳定边坡 BP1，已对其进行了削坡、人工巡查和竖立警示牌的方式进行治理，加强巡查，发现问题，及时处理。同时，在该边坡影响边界拉警戒

线,对滑落的堆积物及时进行清理;

(2) 工业场地(生产区)南侧不稳定边坡 HP1,已在坡面上安装了监测设备,坡脚设置了警示牌,加强巡查,发现问题,及时处理。同时,在该边坡坡顶设置截排水设施,对受威胁的材料库进行拆除清运;

(3) 塌陷区伴生裂缝及时充填,并加强监测;

(4) 对 110kV 塔基修复、采后应加强监测,低压输电线路扶正;

(5) 开展矿山地质环境监测工作,对场地周边边坡、已开采区及未来开采区(尤其是道路周边及沟谷区易发生次生边坡区域)、地下水、水土环境、地形地貌及生态环境等进行监测。

(6) 煤矿闭坑期,拆除生产设施,井筒按规范实施封闭,场地进行平整。

## (二) 工程设计与技术措施

### 1、采动边坡防治工程

根据以往开采经验和资料分析,由于子长地区地表以第四系中上更新统黄土为主,岩性浅黄色砂质黏土、粉土为主,土质疏松,工程地质条件差,遇到采动影响后抗压抗剪强度快速降低,在高陡边坡区域极易形成整体垮塌,形成次生边坡,威胁开采区所在沟道底部耕地、乡镇道路等。为了确保开采区及周边人员和财产安全,因此本方案提出,近期对评估区西北部开采区受影响的沟道及两侧第一斜坡带后缘范围,先完成专项评估后再进行开采。根据埋深、开采强度及地物分布情况及塌陷预测结果,综合确定警戒范围,见图 5.2-1。

本《方案》提出了次生边坡防治工程的相关建议如下:

(1) 建议煤矿开采前考虑采动边坡影响,重新计算西北部开采影响区内铁路、边界煤柱等保护煤柱留设;

(2) 开采前在开采区及塌陷影响区设置警戒线,尤其有人员活动的耕种区域、农村道路周边,还需安装电子语音警示广播,竖立警示牌,并进行地表变形监测;

(3) 开采前至开采期间对道路侧其余零散村庄、窑洞、临建房屋等地表建筑物全部拆除、窑洞封堵,布设警戒线、安装电子语音警示广播,竖立警示牌,并安排人员值守;

(4) 开采中及开采后 30 天内,煤矿安排人员值守,禁止村民进入开采塌陷区;

(5) 开采后期至稳沉期,人工巡查、监测并竖立警示牌;

(6) 开采稳沉后对损坏道路、输电线路等进行维修,清理压占耕地、道路的滑塌体。

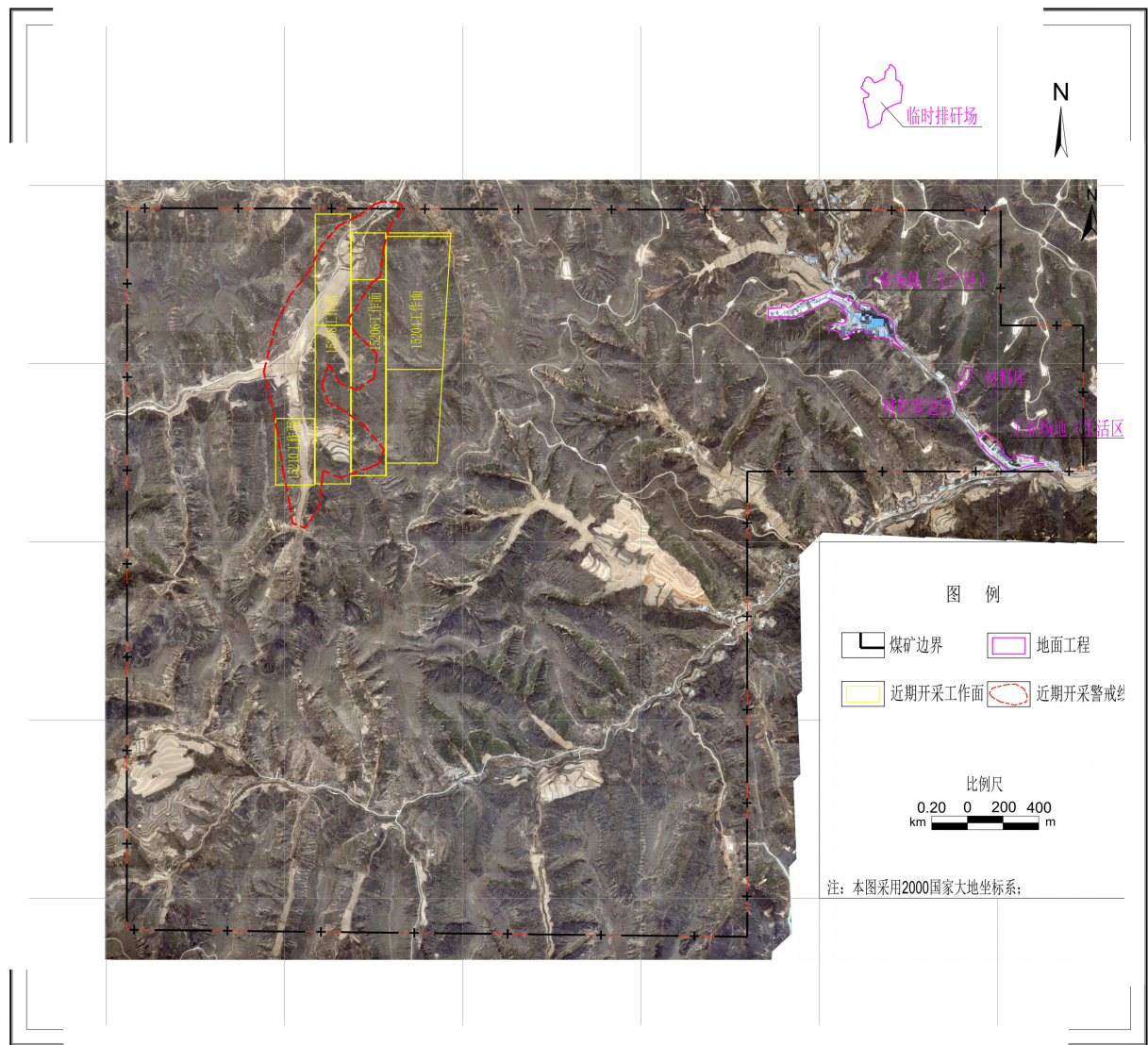


图 5.2-1 禾草沟一号煤矿近期开采影响警戒范围图

2、不稳定地质体治理工程

煤矿生产主要引发地面塌陷及伴生地裂缝，造成乡村道路、输电线路等损坏。因此提出如下治理工程：维修塌陷区道路、维修输电线路等，具体见表 5.2-1。

表 5.2-1 近期、中后期治理工程一览表

矿山地质环境问题	治理工程		治理措施	治理阶段
不稳定边坡 BP1	不稳定边坡 BP1 治理工程		采取避让措施进行治理	近期
不稳定边坡 HP1	不稳定边坡 HP1 治理工程		采取“材料库拆除+截排水工程”等措施进行治理	近期
塌陷区地形地貌景观破坏	采空 塌陷 区	裂缝充填	伴生裂缝及时填充	全期
塌陷区影响范围内的地表 建筑物损坏		道 路	维修损坏路段	近、中期
		输电线路	塔基维修、民用电线杆扶正	近、中期
/	闭坑后措施		井筒封闭	后期

## 2.1、近期治理工程

### （1）不稳定边坡 BP1 治理工程

不稳定边坡 BP1 位于进场道路北侧，目前煤矿对其进行了削坡、人工巡查和竖立警示牌的方式进行治理，本方案进行持续监测，同时，在边坡影响边界拉警戒线，对滑落的堆积物及时进行处理。

避让措施：在坡脚下方距边坡直线距离约 6m 处设置一条警戒线，警戒线约长 90m，严禁车辆及人员进入，加强巡查，发现问题，及时处理。

### （2）不稳定边坡 HP1 治理工程

不稳定边坡 HP1 位于工业场地（生产区）南侧，目前煤矿已在坡面上安装了监测设备，坡脚设置了警示牌，本方案进行持续监测，同时，在该边坡坡顶设置截排水设施，对受威胁的材料库进行拆除清运。

#### 1）材料库拆除清运

对坡脚下方库房进行拆除清运，房屋面积约 70m<sup>2</sup>，结构为单层砖混结构，位置见照片 5.2-1；对边坡下方堆放的废弃器材进行清运，堆放面积约 310m<sup>2</sup>，高约 2m。



照片 5.2-1 不稳定边坡 HP1 下方拆除材料库（绿色框内）（镜向 SW）

#### 2）截排水工程

在坡顶和坡脚分别修截排水沟，截排水沟材料底座均用 C20 混凝土浇筑而成，基础位于原状土上，垫层为 20cm 厚夯实三七灰土，截水沟每隔 10m 设伸缩缝一道，缝宽 2cm，用沥青毛毡塞紧，表面用水泥砂浆抹平，防止漏水。

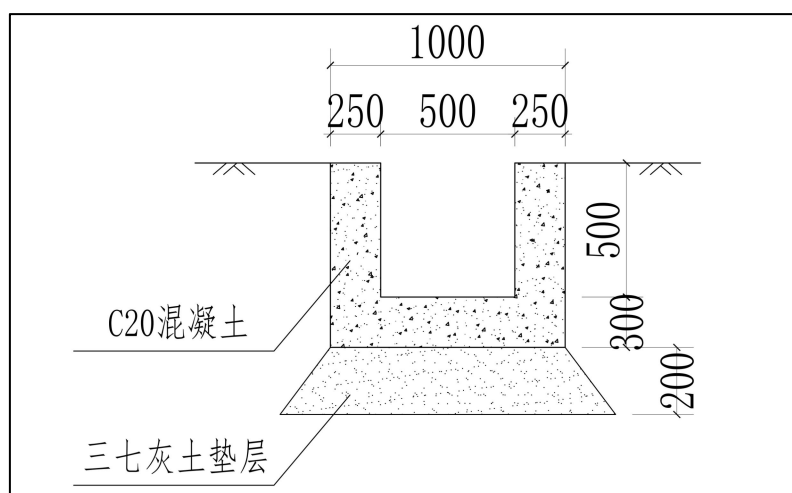


图 5.2-2 截、排水沟典型示意图

### (3) 裂缝填充工程

#### 1) 充填区域及时间

**施工区域：**依据地表沉陷预测，地表沉陷过程将形成采动过程中的临时性裂缝，一般发生在工作面的正上方；在工作面的开切眼、终采线附近形成的永久性裂缝区域。

**施工方法：**根据以往开采治理验收经验和资料分析，煤层开采后在高陡边坡区域极易形成整体垮塌，形成次生边坡，本方案提出**在地势平坦区进行机械裂隙充填，在高陡边坡区域进行人工裂隙充填**，采用人工就近挖取土方直接充填沉陷裂缝，填充裂隙前剥离裂隙两侧耕作层或腐殖质层，待裂隙填充后回覆。人工治理土方工程量小，土的迁移距离短，土地类型和土壤的理化性态基本不变。

**实施时间：**对于工作面上方裂隙发育期的裂隙需要进行实时填充，确保工作面上方耕地、林地的土地质量要求，稳沉后对耕地实施平整工程措施。对于工作面、盘区边缘地带裂隙发育期的地表裂隙，也实施随时填充，确保林地、耕地用地质量和安全，待稳沉后对耕地实施坡改梯田。

#### 2) 施工工艺

裂隙填充区主要实施就地填充平整为主，施工工艺流程分析如下：

①**表土剥离：**在裂隙区，剥离裂隙两侧的有效土层，剥离的宽度依据预测的地表裂隙的宽度、深度等参数确定。据公式计算，在轻度、中度损毁区剥离裂隙两侧的宽度分别为 0.30、0.40m。剥离深度均按照 0.30m 实施。剥离的表土临时堆放至裂隙两侧。

②**裂隙填充：**在裂隙发育较大区域，可以选取矸石等填充材料，而裂隙区主要实施就地填充，填充过程随时捣实，充填裂缝距地表 1m 左右时，每隔 0.3m 左右分层应用木杠或夯石分层捣实，直到与剥离后的地表基本平齐为止。

③表土回覆：裂隙填充后，实施剥离的表土回覆工程，回覆后其标高会低于剥离的地表标高，对于林地区根据其地形可整地成水平沟，回覆植被。耕地区实施大范围的土地平整，达到耕地的质量标准中的平整度要求。

地表裂隙填充相关计算工程及参数见相关公式及相关参数。裂隙充填典型工程设计见图 5.2-3。

### ③填充裂缝工程量计算方法

塌陷区土地恢复治理过程中首先要消除裂缝，根据不同类型强度的裂缝情况，其填充工程量亦不同。设塌陷裂缝宽度为  $a$ （单位：m），则地表塌陷裂缝的可见深度  $W$  可按下列经验公式计算：

$$W = 10\sqrt{a} \quad (\text{m})$$

设塌陷裂缝的间距为  $C$ ，每公顷土地的裂缝系数为  $n$ ，则每公顷面积塌陷裂缝的长度  $U$  可按下列经验公式计算：

$$U = \frac{666.7}{C} n \quad (\text{m})$$

设每亩沉陷地裂缝的充填土方量为  $V$ （ $\text{m}^3$ ），则  $V$  可按如下经验公式计算：

$$V = \frac{1}{2} a U W \quad (\text{m}^3)$$

根据本方案塌陷预测结果分析，近期开采区裂缝破坏的程度为轻度、中度区，裂缝采取工程措施进行填充。根据周边煤矿现场调查及当地治理经验，确定不同破坏程度地区裂缝发育技术参数见表 5.2-2。

表 5.2-2 不同破坏程度地区裂缝发育技术参数表

破坏程度	裂缝宽度 $a(\text{m})$	裂缝间距 $C(\text{m})$	裂缝条数 $n(\text{条})$	裂缝深度 $W(\text{m})$	每公顷裂缝长度 $U(\text{m})$	每公顷地裂缝土方充填量 $V(\text{m}^3)$
轻度	0.20	40	1	4.47	300.00	134.16
中度	0.40	32	2	6.32	625.00	790.57

注：根据以往开采治理验收经验及现场调查裂缝发育程度综合得出每公顷裂缝充填量；

塌陷区出现裂缝，煤矿须及时进行充填治理；本煤矿存在重复开采，因此裂缝充填须进行多次充填治理工程。

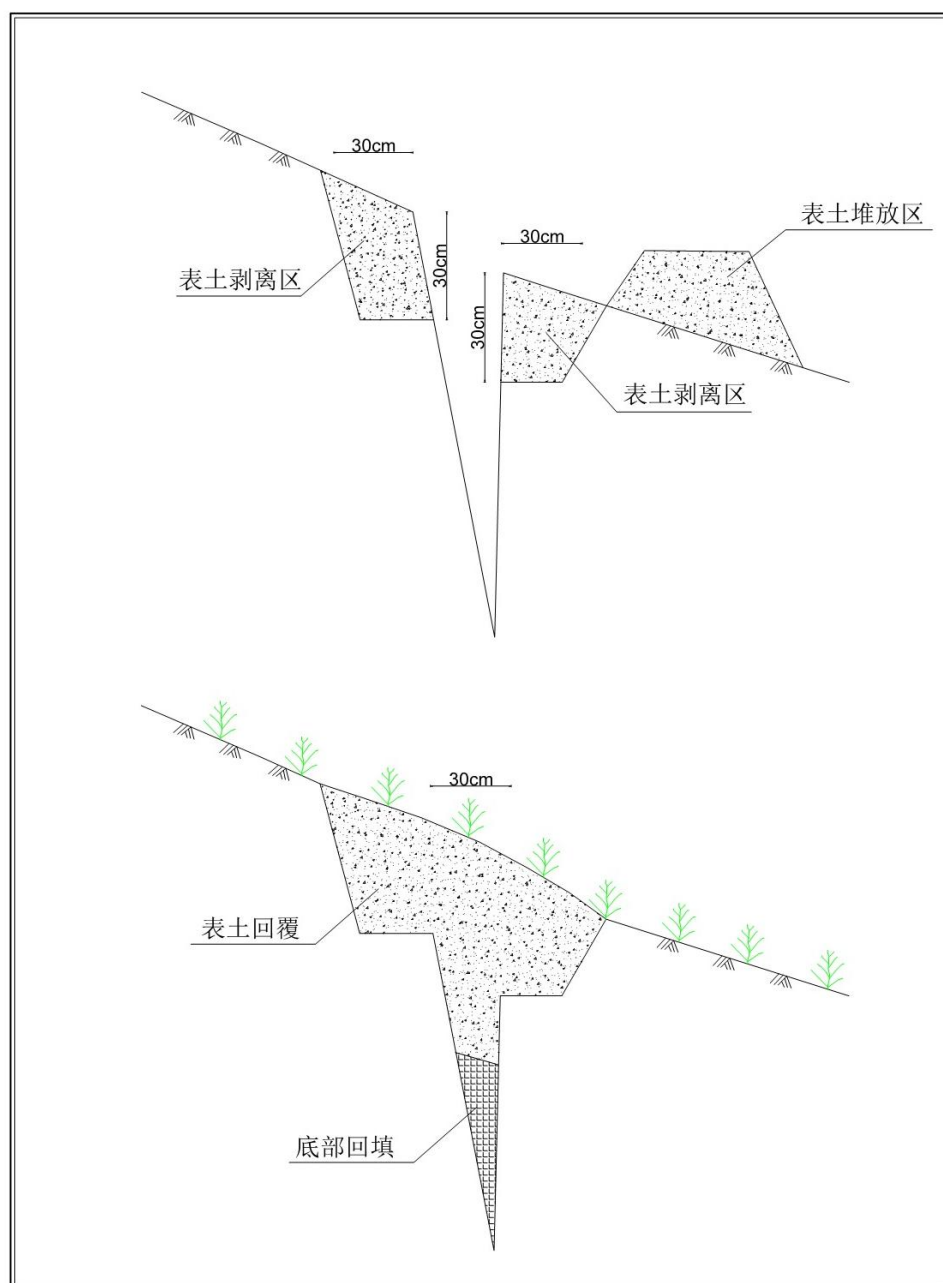


图 5.2-3 伴生地裂缝充填示意图

#### (4) 道路维修

根据现状、预测评估结果,塌陷区内受影响道路为农村道路,路面主要为混凝土路面。煤矿生产引发地面塌陷及伴生地裂缝等不稳定地质体,会造成部分路段损坏,因此为保证道路交通不受影响,须在塌陷稳定后对其进行维修。

道路维修为近期开采损毁道路。

近期对已损毁的和近期开采的 15210、15208、15206、15204 工作面受损路面段累计长约 1210m,宽度在 5.0m,路面均为混凝土路面,道路面积为 6050m<sup>2</sup>,维修长度按照受损长度进行估算,道路宽度不变,道路标准执行原标准。

混凝土路面按照损毁路面拆除、清理、路床整修、路面工程等措施。

### （5）输电线路塔基加固维修工程

近期开采影响区内有 5 座 110kV 输电线路塔基，预测采空塌陷可能造成塔基歪斜，影响较严重。煤矿在开采前对受影响的输电塔基进行加固，可采用钢筋混凝土井字梁将塔基四个独立基座连为整体，将机械和混凝土结构结合起来组成一套完整的可调整联体井字梁基础系统，见图 5.2-4。

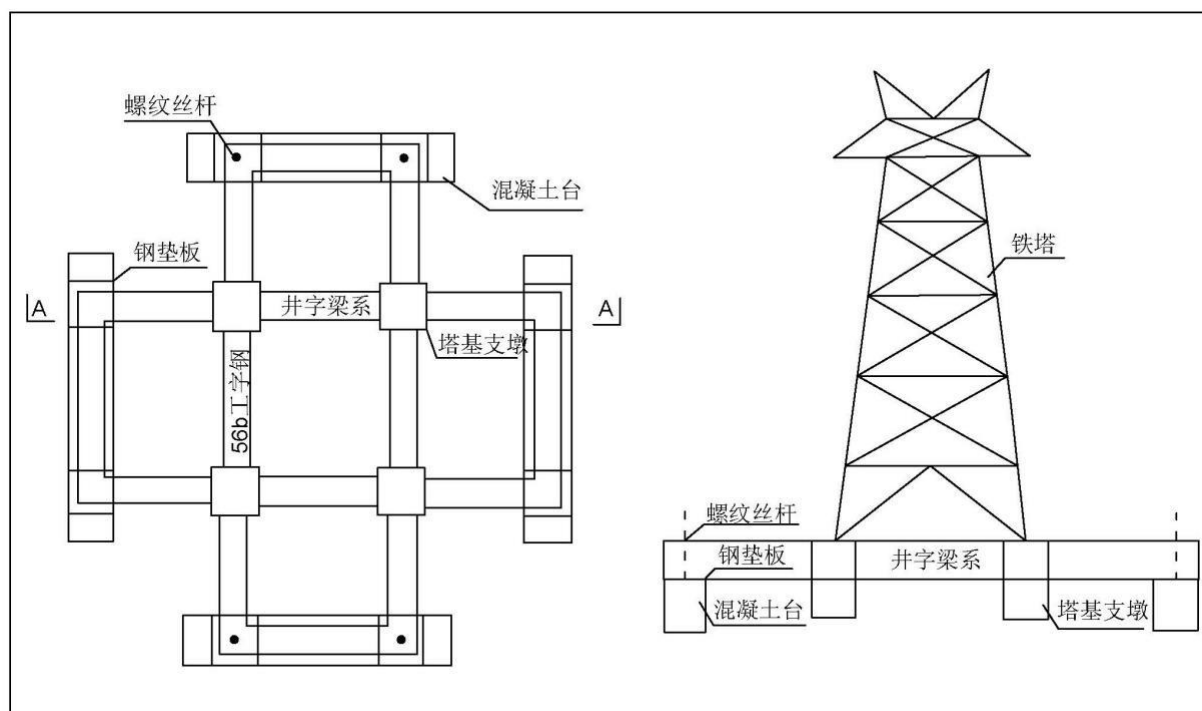


图 5.2-4 铁塔基础加固调整图

### （6）综合管理

禾草沟一号煤矿应组织人员定期巡查不稳定边坡、沟谷、地面塌陷区、近期开采新形成的塌陷区等，遇到地质环境问题，及时汇报、及时处理，并设立警示牌。人工巡查按照 3 人一组，每月至少巡查 2 次，并做好地面巡查及台账建立工作。

## 2.2、中期治理工程

中期治理工程主要为地面塌陷区裂缝充填、受损道路修复、受损输电线路塔基加固，治理措施和近期工程措施类似。

### （1）塌陷区受损道路维修维护、受损输电线路塔基加固和裂缝充填

中期塌陷区裂缝充填、道路维修措施和近期工程措施类似。

### （2）综合管理

禾草沟一号煤矿应组织人员定期巡查已有塌陷区，中期开采形成的塌陷区，遇到地质环境问题，及时汇报、及时处理。按照 3 人一组，每月至少巡查 2 次，并做好地面巡查及台

账建立工作。

## 2.3、后期治理工程

后期治理工程主要为地面塌陷区裂缝充填及井筒封闭。

### (1) 塌陷区裂缝充填

后期塌陷区裂缝充填和近期工程措施类似。

### (2) 井筒封闭

煤矿闭坑后,对井筒进行封闭。封闭措施如下:

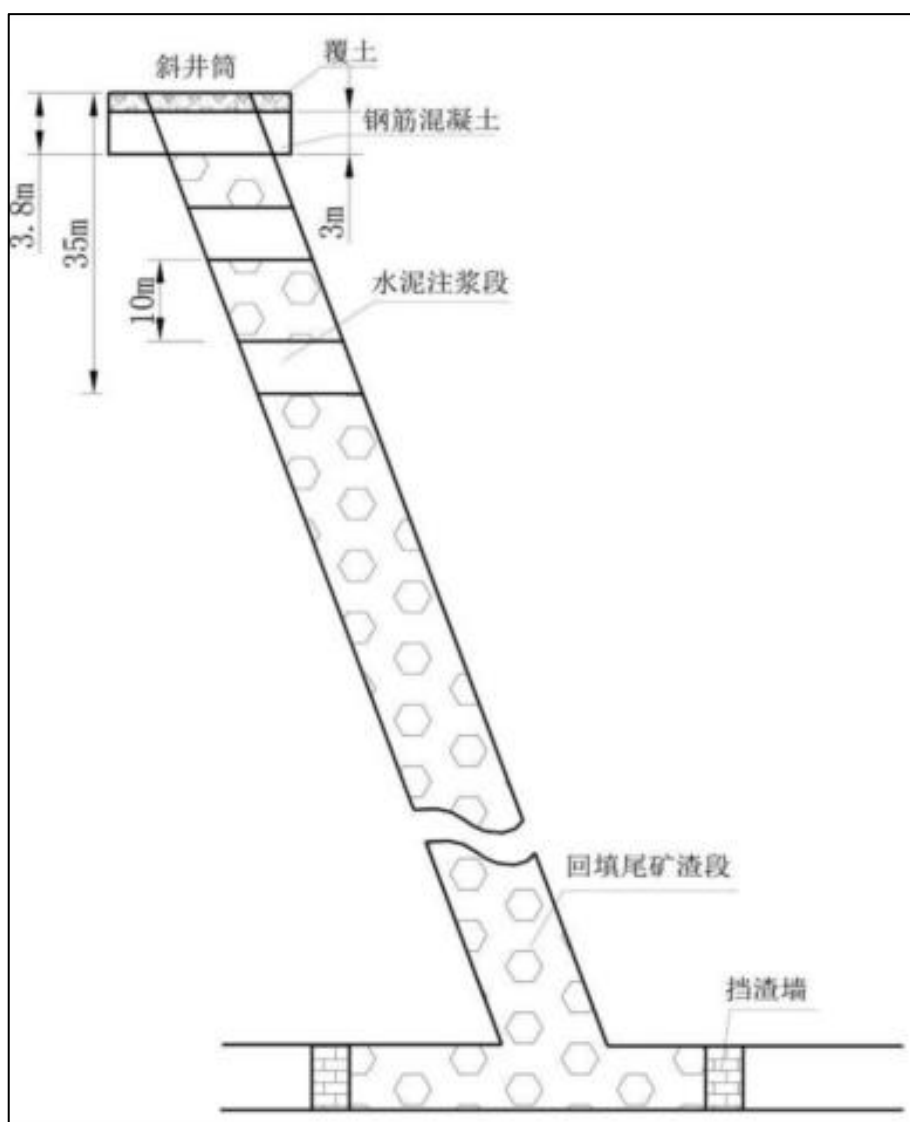


图 5.2-5 井筒封闭设计大样图(图中标注尺寸单位为 mm)

1) 井筒内巷道等支护井壁的所有设施不得拆除,与井筒联络的巷道预先施工好拦渣坝,拦渣坝采用砼浇灌,砼强度不低于 C25,墙体内加铁丝网和钢筋,墙体外缘要接帮接顶,墙顶厚 3m,外侧墙体坡比 1: 0.5。

2) 向井筒内回填矸石,回填过程中夯实,填至井口 25m 时,建一挡水墙,墙体采

用砼浇灌, 砼强度不低于 C25, 内加铁丝网和钢筋, 墙顶厚 6m, 外侧墙体坡比 1: 0.5。然后回填粘土, 夯实直至井口 3m。

3) 将沿井筒周边外扩 3m 范围的土体全部剥离, 剥离坑深度略大于 3m, 剥离坑基底面要平整, 不能有浮矸和蜂窝面, 剥离坑四周要进行锚网喷支护, 防止四周土体坍塌。

4) 按“井”型在井口上铺设 30#钢轨 4 条, 钢轨长度要比井筒断面直径长 4m, 然后再铺设 8mm 钢板, 盖住井口, 钢板外缘离井口边沿不少于 2m, 钢板四角要用锚杆锚固拉紧。

5) 向剥离坑内浇灌水泥, 水泥型号高于 425#, 每浇灌 0.4m 时, 要按 0.8m 的间距铺设一层钢筋成网状, 水泥要一次性浇灌成功, 水泥厚度为 2.2m。

6) 水泥浇灌完成后, 要定期进行养护, 养护不低于 3 个月, 3 个月以后, 浇灌体上方覆盖 0.8m 的土层, 并在四周设置栅栏和警戒牌, 以防止人员进入, 栅栏内进行绿化。井筒上方不准负载重物。

### (三) 主要工程量

#### 1、不稳定边坡治理工程

表 5.2-3 不稳定边坡治理工程量

序号	工程名称	单位	数量
一	不稳定边坡 BP1 治理工程		
1	警戒线	m	90
二	不稳定边坡 HP1 治理工程		
1	材料库拆除清运		
1.1	房屋拆除	m <sup>3</sup>	280
1.2	垃圾清运	m <sup>3</sup>	280
1.3	废弃器材清运	m <sup>3</sup>	620
2	截排水工程		
2.1	C20 混凝土	m <sup>3</sup>	129.25
2.2	模板	m <sup>2</sup>	613.94
2.3	抹面	m <sup>3</sup>	47.00
2.4	挖基土方	m <sup>3</sup>	340.75
2.5	回填土方	m <sup>3</sup>	152.75
2.6	伸缩缝	m <sup>3</sup>	12.93
2.7	三七灰土垫层	m <sup>3</sup>	58.75

## 2、裂缝填充工程

表 5.2-4 裂缝填充工程量

复垦阶段	损毁阶段	损毁程度	面积 (hm <sup>2</sup> )	单位面积土方充填工程量 (m <sup>3</sup> /hm <sup>2</sup> )	单层煤充填裂缝土方石量 (100m <sup>3</sup> )	5、3 <sup>-2</sup> 、2 号煤充填裂缝土方石量 (100m <sup>3</sup> )	人工裂缝填充 (100m <sup>3</sup> )	机械裂缝填充 (100m <sup>3</sup> )
近期	已损毁	中度	10.51	790.57	83.09	83.09	29.08	54.01
		轻度	24.88	134.16	33.38	33.38	11.68	21.70
	一时段	中度	104.40	790.57	825.36	825.36	288.87	536.48
中期	二时段	轻度	996.95	134.16	1337.51	3343.77	1170.32	2173.45
		中度	302.90	790.57	2394.64	5986.59	2095.31	3891.28
合计			1439.64	/	4673.97	10272.18	3595.26	6676.92

## 3、道路维修工程

表 5.2-5 道路维修工程量

复垦阶段	道路名称		长度 (km)	宽度 (m)	影响面积 (m <sup>2</sup> )	治理面积 (m <sup>2</sup> )	备注
近期	农村道路	混凝土路面	1.21	5	6050	4840	治理按影响面积 80%
		素土路面	1.46	3	4380	2190	治理按影响面积 50%
中期	农村道路	混凝土路面	7.83	5	39150	31320	治理按影响面积 80%
		素土路面	19.58	3	58740	29370	治理按影响面积 50%

## 4、输电线路塔基加固维修工程

表 5.2-6 塔基加固工程量

复垦阶段	线路名称		工程措施	单位工程量 (1 塔基)	塔基数量 (座)	总工程量 (m <sup>3</sup> )
近期	高压输电线	塔基修复	基座清理	26	5	130
			混凝土重固定	40	5	200
中期	高压输电线	塔基修复	基座清理	26	5	130
			混凝土重固定	40	5	200

表 5.2-7 民用输电线路维修工作量一览表

复垦阶段	线路名称		工程措施	单位	工程量
近期	民用输电	线路维修	电线杆扶正、矫正	基	13
			线路系统调整	m	1300
中期	民用输电	线路维修	电线杆扶正、矫正	基	176
			线路系统调整	m	17600

## 5、塌陷区竖立警示牌、人工巡查及警戒线

表 5.2-8 塌陷区竖立警示牌、人工巡查及警戒线量

治理项目	工程措施	单位	工程量		后期
			近期	中期	
塌陷区	竖立警示牌 (个)	个	5	150	/
	人工巡查	次	120	576	/
	警戒线	km	5.15	33.55	

## 6、井筒封闭

根据井筒断面面积和井筒长度参数，详细结算结果见表 5.2-9。

表 5.2-9 井筒封闭工程量表

序号	工程项目	单位	主斜井	副斜井	回风斜井	合计
1	拦渣坝					
1.1	C25 混凝土	m <sup>3</sup>	185.73	389.475	282.315	571.68
1.2	铁丝网	m <sup>2</sup>	91.71	192.315	139.395	282.28
1.3	钢筋	t	0.855	1.8	1.305	2.64
1.4	模板	m <sup>2</sup>	44.1	92.475	67.035	135.74
2	回填矸石	m <sup>3</sup>	7153.89	15001.71	10873.92	22019.68
3	回填粘土	m <sup>3</sup>	733.725	1538.625	1115.265	2258.41
4	挡水墙					
4.1	C25 混凝土	m <sup>3</sup>	323.31	677.985	491.43	995.15
4.2	铁丝网	m <sup>2</sup>	159.645	334.77	242.655	491.38
4.3	钢筋	t	1.485	3.12	2.25	4.57
4.4	模板	m <sup>2</sup>	76.77	160.98	116.685	236.29
5	井口剥离岩土	m <sup>2</sup>	99.105	207.825	150.645	305.05
6	锚网喷支护					
6.1	锚杆（单根 6m）	根	9	15	12	24
6.2	喷射 C25 混凝土	m <sup>3</sup>	472.035	989.85	717.495	1452.92
7	钢轨	条	9	18	12	26
8	8mm 钢板	m <sup>2</sup>	172.635	362.01	262.41	531.37
9	剥离坑内浇灌水泥	m <sup>3</sup>	529.635	1110.645	805.05	1630.22
10	钢筋（网状）	t	0.975	2.04	1.485	3

## 三、矿区土地复垦

### （一）目标任务

本方案复垦面积为 1344.15hm<sup>2</sup> 复垦前后土地利用变化见表 5.3-1，矿区土地复垦规划图见附图五。复垦前后地类结构变化主要体现在以下几个方面：

（1）旱地面积增加 14.25hm<sup>2</sup>，主要是工业场地（生产区、生活区）、临时排矸场复垦为旱地；

（2）工业用地、采矿用地、天然牧草地等相应减少，主要是工业场地（生产区、生活区）、临时排矸场复垦为旱地，材料库、材料库道路及裸土地复垦为天然牧草地。

表 5.3-1 损毁土地复垦前后面积变化表 单位：hm²																					
一级地类		二级地类		复垦前								复垦后								复垦前后变化	
				工业场地（生产区）	工业场地（生活区）	材料库	临时排矸场	材料库道路	临时堆渣区	沉陷损毁	小计	工业场地（生产区）	工业场地（生活区）	材料库	临时排矸场	材料库道路	临时堆渣区	沉陷损毁	小计		
01	耕地	0103	旱地							154.95	154.95	7.29	2.55		4.41			154.95	169.20	14.25	
02	园地	0201	果园							1.53	1.53							1.53	1.53	0.00	
03	林地	0301	乔木林地							506.28	506.28							506.28	506.28	0.00	
		0305	灌木林地						0.68	31.02	31.70						0.68	31.02	31.70	0.00	
		0307	其他林地							174.45	174.45							174.45	174.45	0.00	
04	草地	0401	天然牧草地			0.48	4.41	0.07		398.86	403.82			0.48		0.07		399.95	400.50	-3.32	
		0404	其他草地							32.08	32.08							32.08	32.08	0.00	
06	工矿用地	0601	工业用地	7.29							7.29								0.00	-7.29	
		0602	采矿用地		2.55						3.34	5.89							3.34	3.34	-2.55
07	住宅用地	0702	农村宅基地							6.02	6.02							6.02	6.02	0.00	
08	公共管理与公共服务用地	08H1	机关团体新闻出版用地							0.20	0.20							0.20	0.20	0.00	
		08H2	科教文卫用地								0.34	0.34							0.34	0.34	0.00
09	特殊用地	0905	特殊用地							0.24	0.24							0.24	0.24	0.00	
10	交通运输用地	1003	公路用地							2.91	2.91							2.91	2.91	0.00	
		1004	城镇村道路用地								0.03	0.03							0.03	0.03	0.00
		1006	农村道路								9.79	9.79							9.79	9.79	0.00
11	水域及水利设施用地	1101	河流水面							4.41	4.41							4.41	4.41	0.00	
		1104	坑塘水面								0.39	0.39							0.39	0.39	0.00
		1107	沟渠								0.67	0.67							0.67	0.67	0.00
12	其他用地	1202	设施农用地							0.07	0.07							0.07	0.07	0.00	
		1206	裸土地								1.09	1.09							0.00	0.00	-1.09
合 计				7.29	2.55	0.48	4.41	0.07	0.68	1328.67	1344.15	7.29	2.55	0.48	4.41	0.07	0.68	1328.67	1344.15	0.00	

## （二）修复模式

根据对复垦区现场调查、土地损毁现状及预测评估结果，对复垦区土地进行了适宜性评价，将复垦区划分成了 15 个复垦单元，针对各复垦单元生态系统受损情况及恢复能力，确定各复垦单元修复模式，选择合适的修复技术措施。

复垦区中地面场地的修建，完全改变了场地地形地貌，生态系统严重受损，生态系统的自我恢复能力丧失，对地面场地选择生态重建的修复模式，以人工措施为主，通过生物、物理、化学、生态或工程技术方法，修复场地生境、恢复植被、重组生物多样性，从而重构生态系统并使区域内生态系统进入良性循环。

复垦区中其他土地主要为采矿形成的塌陷地，损毁程度以轻度和中度为主，生态系统受损，针对这些区域充分利用生态系统的自我恢复能力，辅以人工促进措施，使退化、受损的生态系统逐步恢复并进入良性循环。

复垦区各复垦单元修复模式见表 5.3-2。

表 5.3-2 复垦单元修复模式一览表

序号	复垦单元	面积(hm <sup>2</sup> )	修复模式	修复措施
1	旱地方向工业场地（生产区）复垦修复单元	7.29	生态重建	场地生态丧失，进行地貌重塑、土壤重构、植被重建，重构生态系统
2	旱地方向工业场地（生活区）复垦修复单元	2.55		
3	天然牧草地方向材料库复垦修复单元	0.48		
4	旱地方向临时排矸场复垦修复单元	4.41		
5	天然牧草地方向材料库道路复垦修复单元	0.07		
6	灌木林地方向临时堆渣区复垦修复单元	0.68		
7	旱地方向沉陷损毁复垦修复单元	154.95	辅助再生	生态受损，进行地貌重塑、土壤重构、植被重建，促进生态系统逐步恢复并进入良性循环
8	果园方向沉陷损毁复垦修复单元	1.53		
9	乔木林地方向沉陷损毁复垦修复单元	506.28		
10	灌木林地方向沉陷损毁复垦修复单元	31.70		
11	其他林地方向沉陷损毁复垦修复单元	174.45		
12	天然牧草地方向沉陷损毁复垦修复单元	398.86		
13	其他草地方向沉陷损毁复垦修复单元	32.08		
14	天然牧草地方向沉陷损毁复垦修复单元（裸土地）	1.09		
15	旱地方向农村宅基地复垦修复单元	6.02		

### (三) 技术措施、工程设计

根据上述确定的土地复垦方向和质量要求,针对本方案不同土地复垦单元采取不同复垦措施进行复垦工程设计。

#### 1、沉陷区旱地复垦单元工程设计

沉陷损毁形式区域实施的主要复垦措施包括地貌重塑、土壤重构、配套工程。

##### (1) 地貌重塑

##### 1) 裂缝充填

依据地表沉陷预测,地表沉陷过程将形成采动过程中的临时性裂缝,一般发生在工作面的正上方;在工作面的开切眼、终采线附近形成稳沉后的永久性裂缝。对其实施裂缝充填,工程设计及工作量详见不稳定地质体近期治理工程章节。

##### 2) 土壤剥覆工程

##### ①实施过程及施工工艺

剥覆对象:本方案确定剥离的表土是耕作层的土壤。

剥离区域:损毁土地裂缝的两侧。

覆盖区域:填充后的裂缝及剥离区域。

剥覆工艺:首先要把表层的熟化土壤按复垦利用方向及土方需要量剥离后,在裂缝两侧或一侧贮存并加以养护以保持其肥力,待裂缝填充后,再平铺于土地表面,使其充分、有效、科学地利用。

剥覆方式:根据以往开采经验和资料分析,煤层开采后在高陡边坡区域极易形成整体垮塌,形成次生边坡,本方案提出在地势平坦区进行机械剥离,在高陡边坡区域进行人工剥离。

##### ②工程量测算

裂缝填充前进行土壤剥离,剥离土方量为剥离面积与剥离厚度的乘积,裂缝充填后进行表土回覆,表土回覆量与表土剥离量相同。

设剥离表土量为 $V_{\text{剥}}$  ( $\text{m}^3$ ), 每公顷地裂缝长度 $U$  ( $\text{m}$ ), 剥覆表土厚度为 $h$  ( $\text{m}$ ), 每侧剥离宽度为 $d$  ( $\text{m}$ ), 则每公顷损毁土地剥覆土方量 $V_{\text{剥}}$ 的计算公式如下:

$$V_{剥/覆} = 2 \bullet U \bullet h \bullet d \quad (m^3)$$

根据各损毁程度的地裂缝长度及剥离宽度确定土壤剥离土方量，具体见表 5.3-3。

表 5.3-3 不同损毁程度土壤剥离工程量表

损毁程度	每公顷地裂缝长度 $U$ (m)	剥离厚度 $h$ (m)	每侧剥离宽度 $d$ (m)	每公顷剥离土方总量 $V_{剥}$ (m³)	每公顷覆土土方总量 $V_{覆}$ (m³)
轻度	300.00	0.3	0.3	54.00	54.00
中度	625.00	0.4	0.4	200.00	200.00

3) 土地平整工程

①田面平整

施工区域：沉陷后地表坡度增加 2°~3°，起伏不平的沉陷边缘地带。通过就地平整可以实现挖填平衡，保证整个沉陷区标高基本一致，且平整后的标高要大于洪水位标高。

施工方法：采用人工与机械相结合的平整土地方法。在地势较为平缓区域采用全铲法平整、地势不平坦区域采用抽槽法平整。平整深度 15-30cm。

施工工艺：

- 1) 全铲法：机械平整，把设计地面线以上的土一次挖去，起高垫低。
- 2) 抽槽法：首先根据测量设计，确定开挖线；然后开槽平整，根据设计行，开槽取土，熟土放至槽梁，生土垫至低处；最后搜根平梁，进行合槽。

②工程量测算

平整土地主要是为了消除地表沉陷引起的附加坡度，同时消除地表原有坡度，使之尽量水平，提高耕地的耕种标准。轻度区、中度区的附加坡度分别按照 1°、2°计算，同时原有地面坡度平均按照 3°计算。根据沉陷区不同损毁程度产生倾斜的附加坡度平均值及原始坡度，平整每公顷土地土方量  $V_1$  可按照以下经验公式计算：

$$V_1 = 5000 \tan \alpha \quad (m^3/hm^2)$$

经计算，不同损毁程度每公顷沉陷地平整工程工程量见表 5.3-4。

表 5.3-4 不同损毁程度土地平整工程量

损毁程度	平均平整坡度 (°)	平整每公顷土地平整量 (m³)
轻度	4	349.63
中度	5	437.44

根据以上复垦工程量计算方法,分别测算统计各复垦单元的工程量。

#### 4) 土壤翻耕

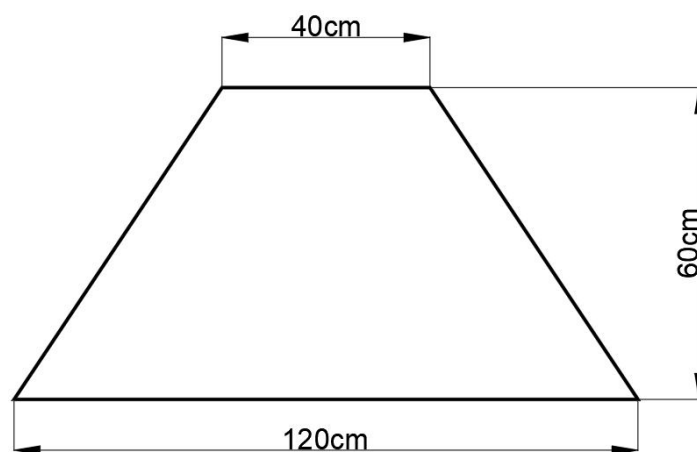
翻耕方法:主要有内翻法和外翻法。前者先由作业区的中线左边开始,按顺时针方向进行,由中间向两边翻耕,最后在中央留下犁垄,两边留下犁沟;后者则由作业区的右边开犁,按顺时针方向运行,由外向内翻耕,最后在中央留下犁沟,两边留下犁垄。通常是交替使用内、外翻耕法进行套耕,从而减少沟数。

翻耕工具:双轮二铧犁、双轮单铧犁、机引多铧犁、中翻机和浅翻机等。

#### 5) 田埂修筑

田埂修筑按照损毁前田坎(埂)标准修筑。根据实地调查,复垦区内的平田、平地的田坎(埂)上顶宽度一般在40cm,下底宽度约120cm,高度约60cm。

田埂修筑设计:中度损毁旱地的田埂修筑均按照上顶宽度40cm,下底宽度约120cm,高度约60cm修筑,田埂修筑工程采用聚土成垅的施工方法,采用人工施工。



田埂结构图

图 5.3-1 田埂设计图

#### (2) 土壤重构

对于熟土,为提高耕地的耕种质量,对复垦耕地实施土壤培肥,在0~20cm土层内,均匀撒施肥料,选用农家肥及商品有机肥,改良土壤环境,增加土壤有机质含量,为土地产量打下基础。与土壤翻耕同时进行,培肥标准见表5.3-5。

对于生土,在0~20cm土层内,均匀撒施肥料,选用毛叶苕子、农家肥及商品有机肥,改良土壤环境,增加土壤有机质含量,与土壤翻耕时进行,土壤培肥分三年逐次投放。培肥标准见表5.3-5。

表 5.3-5 土壤重构标准工程量一览表

复垦土类	肥料种类	每公顷土地施肥量 （kg/hm <sup>2</sup> ）	实施阶段
熟土	农家肥	4500	连续三年
	商品有机肥	2500	
生土	农家肥	22500	
	商品有机肥	7500	第一年
	条播毛叶苕子	2500	

(3) 配套道路工程

田间道按照 0.1km/hm<sup>2</sup> 密度修筑。生产路按照 0.2km/hm<sup>2</sup> 密度修筑。

道路工程主要是田间道和生产路。田间道是居民点到田间的道路，主要为货物运输、作业机械向田间转移等生产服务道路；生产路是联系田间地块之间的道路。

①布置原则

根据复垦区实际情况，田间道和生产路的修复依据现有路网的基础上适量地增加修直田间道和生产路。同时考虑地形因素，田间道一般采用通梁连塄、沿沟走边的方法布设。

②设计规格

田间道和生产路的道路路面设计规格按照道路设计标准，坡面旱地在道路坡度。田间道纵坡一般不能大于 11°。

田间道典型设计图见图 5.3-2。

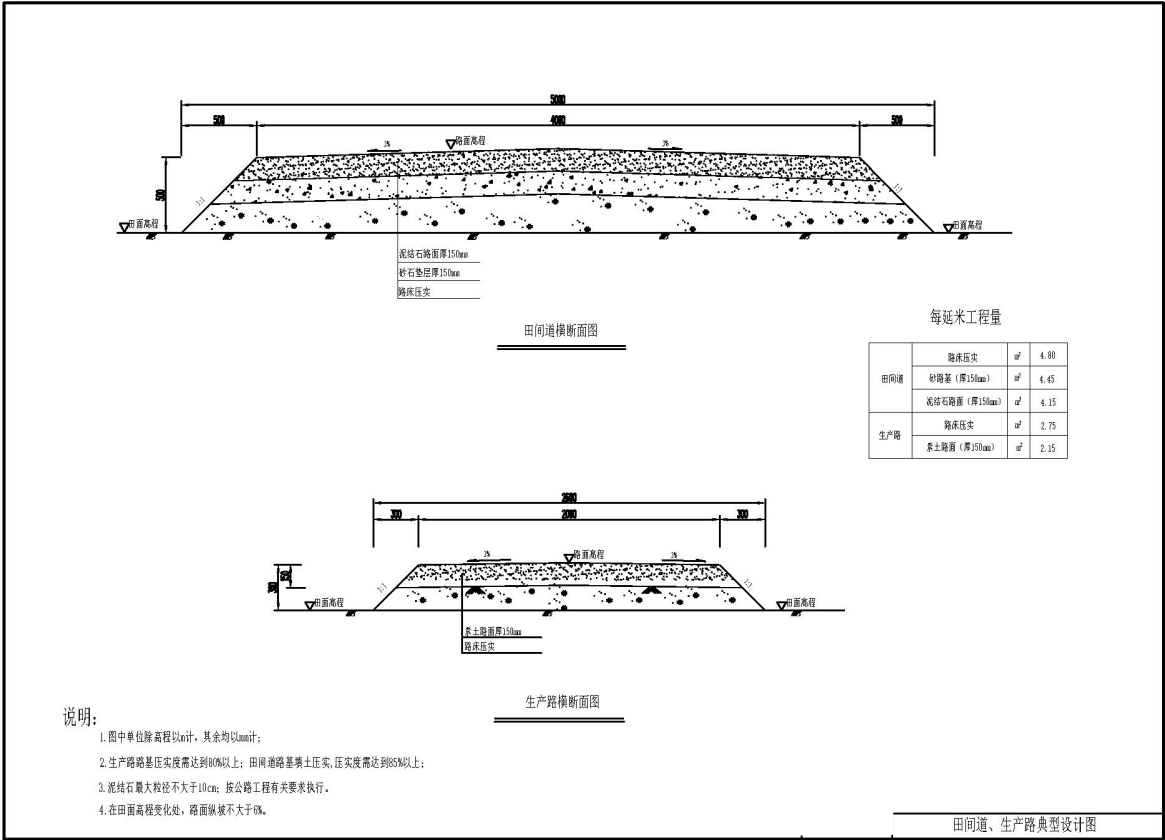


图 5.3-2 田间道、生产路典型设计图

2、沉陷区园地复垦单元工程设计

本单元复垦措施主要包括地貌重塑、土壤重构、植被重建及配套工程，其工程设计具体参照沉陷区旱地复垦单元工程设计。

本复垦单元的植被重建是对受损的园地进行补植或栽植。对于受损园地应注意及时扶正树体，保证正常生长，并补植因地裂隙而造成死亡的果树。根据现场调查，并结合《造林技术规程》（GB/T15776-2023），最终确定园地补植补种栽植量 300 株/hm<sup>2</sup>。

果树选用苹果树，果树的栽植时间可掌握在春季发芽前进行，栽植时注意，苗木直立穴中，保持根系舒展，分层覆土，覆土至距离地表标高 0.15m 后灌透水，扶正苗木，最后覆土把坑填平保墒并用脚踩实。

整地挖穴：一般在雨季末至翌年 3 月整地效果较好。这段时间内土层较湿润，气温不高，易于整地作业。同时整地后经数月的太阳烤晒，可改良土壤理化性质，树坑大小为 60cm×60cm，挖坑时将表土与心土分开堆放。挖好后将表土与腐熟的有机肥按 3：1 比例及少量化肥（每穴 2-3 两）混匀回填 20cm，再在上部填 5-10cm 素表土踩实，坑底中间呈现 5cm 高土丘状。

表 5.3-6 沉陷区园地补植技术指标表

树种名称	方式	株*行距（宽*长）（m）	种植方式	苗木种子规格年龄/种类（株高）	补植苗量（株/hm <sup>2</sup> ）
苹果树	穴状整地	4*4	植苗	2~3 年生一级苗	300

3、沉陷区林地复垦单元工程设计

本复垦单元的复垦工程措施主要为裂缝充填、林草恢复工程。

（1）裂缝充填工程

进行裂缝充填时要注意对苗木的保护，裂缝充填工程设计详见第五章第二节“不稳定地质体治理”章节。

（2）林草恢复措施

本复垦单元的植被恢复措施是对受损的林地进行补植或栽植。对于受损林地应注意及时扶正树体，保证正常生长，并补植因地裂隙而造成死亡的林木，根据损毁程度补栽树木，见表 5.3-7。

表 5.3-7 沉陷区林地补植技术指标表

植物名称	栽植密度	栽植方法	整地规格	苗木规格	单位面积栽植量
刺槐（榆树、柳树等）	株距 5m 行距 6m	植苗	穴状整地 （60cm×60cm）	2~3 年生 一级苗	300 株/hm <sup>2</sup>
紫穗槐（柠条、沙柳等）	株距 4m 行距 4m	植苗	穴状整地 （40cm×40cm）	1~2 年生 实生苗	600 株/hm <sup>2</sup>
紫花苜蓿（沙打旺等）	—	撒播	全面整地	一级种	20kg/hm <sup>2</sup>

### ——造林模式及栽植方法

复垦区乔木林地采用乔灌草混交模式，灌木林地采用灌草混交模式。

林木栽植方法采用穴状整地，矩形坑穴，乔木规格为 60cm×60cm，灌木规格为 40cm×40cm，草籽采用人工撒播，混交复垦技术指标见表 5.3-8。

**表 5.3-8 沉陷区林地混交复垦技术设计指标表**

损毁林地类型	配置模式	栽植地点	混交方式	种植方式
乔木林地、其他林地	刺槐×紫穗槐×紫花苜蓿	乔木林地	行间混交	植苗/撒播

### ——造林时间

以春季为宜。苗木栽植后踏实，浇透水。

### ——栽植方法

挖坑时将上层熟土和底层生土分开放置，栽植深度与苗埋深一致或略深。将苗木用水湿根，放入已挖好的栽植坑中央，填土时用湿土埋根，土埋到 2/3 左右时候，把苗向上略提，舒展根系，使苗达到要求高度，然后捣实，再填满土重新捣实，最后在树株表面四周覆上一层土。

## 4、沉陷区草地复垦单元工程设计

### （1）裂缝充填工程

进行裂缝充填时要注意对草地的保护，裂缝充填工程设计详见第五章第二节“不稳定地质体治理”章节。

### （2）恢复措施

#### 1) 草种选择

草籽种类要求是一级种，且要有“一签、三证”，即要有标签、经营许可证、合格证和检疫证。

草种选择：紫花苜蓿、冰草等，一级草籽。

#### 2) 种植方式

草地紫花苜蓿补植量为 20kg/hm<sup>2</sup>，按照播种方式采用人工撒播，尽可能将种子均匀地撒播。复垦技术具体见表 5.3-9。

**表 5.3-9 沉陷区草地复垦技术指标表**

草籽类型	种子品种	播种方式	播种周期	播种量
紫花苜蓿	一级种	撒播	春季播种	按损毁程度

## 5、天然牧草地方向裸土地复垦单元工程设计

沉陷区裸土地复垦为天然牧草地，裸土地复垦单元实施的复垦措施主要包括地貌重塑、

植被重建。

### （1）地貌重塑

#### 1) 裂缝充填

裂缝充填以人工治理为主。采用人工就近挖取土方直接充填沉陷裂缝，填充裂隙前剥离裂隙两侧耕作层或腐殖质层，待裂隙填充后回覆。人工治理土方工程量小，土的迁移距离短，土地类型和土壤的理化性态基本不变。

裂缝充填工程设计详见第五章第二节“不稳定地质体治理”章节。

### （2）植被重建

草地紫花苜蓿撒播量为 60kg/hm<sup>2</sup>，按照播种方式采用人工撒播，尽可能将种子均匀地撒播。

工程设计详见“沉陷区草地复垦单元工程设计”章节。

## 6、旱地/工业场地（生产区、生活区）复垦单元工程设计

依据适宜性评价分析，闭坑后工业场地（生产区、生活区）复垦为旱地，主要工程措施包括地貌重塑、土壤重构、配套工程等。

对场地进行砌体拆除、清运后平整，翻耕后复垦为旱地。

### （1）地貌重塑

#### 1) 清理工程

煤矿闭坑后对工业场地（生产区、生活区）砌体实施拆除清理。矿井开采结束后，对废弃建筑进行拆除，硬化地面需剥离、基础需挖除。采用挖掘机和推土机协同作业。经调查，工业场地（生产区、生活区）的建筑有混凝土楼板结构、彩钢结构两种，其中彩钢建构建筑占地面积 19680m<sup>2</sup>，高约为 8m，高层、小高混凝土楼建筑占地面积 9840m<sup>2</sup>，高平均约 12m，硬化地面占地面积约 68880m<sup>2</sup>。

项目区房屋屋顶包括混凝土楼板结构、彩钢结构两种。屋顶的拆除按照屋顶面积×屋顶厚度，进行计算，计算公式如下：

$$V_{\text{屋顶}} = S_{\text{屋顶}} \times T_{\text{屋顶}}$$

其中： $V_{\text{屋顶}}$ ——屋顶拆除工程量（m<sup>3</sup>）

$S_{\text{屋顶}}$ ——宅基地面积（m<sup>2</sup>）；

$T_{\text{屋顶}}$ ——屋顶厚度（m），本项目混凝土楼板结构厚度取平均值0.20m，彩钢结构取平均值0.10m。

#### ②墙体拆除

拟拆除建筑物多为砖混墙结构，采用机械方式进行拆除，计算公式如下：

$$V_{\text{墙体}} = L_{\text{墙体}} \times H_{\text{墙体}} \times T_{\text{墙体}}$$

其中： $V_{\text{墙体}}$ ——墙体拆除工程量（ $\text{m}^3$ ）；

$L_{\text{墙体}}$ ——墙体实际长度（ $\text{m}$ ）；

$H_{\text{墙体}}$ ——墙体平均高度（ $\text{m}$ ）；

$T_{\text{墙体}}$ ——墙体厚度。

### ③房屋基础拆除

项目区房屋基础主要为块石，采用机械拆除的方式，计算公式如下：

$$V_{\text{房屋基础}} = L_{\text{房屋基础}} \times W_{\text{房屋基础}} \times T_{\text{房屋基础}}$$

其中： $V_{\text{房屋基础}}$ ——基础拆除工程量（ $\text{m}^3$ ）；

$L_{\text{房屋基础}}$ ——基础长度，根据实际踏勘量算为准（ $\text{m}$ ）；

$W_{\text{房屋基础}}$ ——基础宽度（ $\text{m}$ ），一般取 0.25 至 0.6 $\text{m}$ ，本项目取 0.4；

$T_{\text{房屋基础}}$ ——基础平均厚度（ $\text{m}$ ），块石基础一般取 0.25 至 0.6 $\text{m}$ ，本项目取 0.45。

### ④硬化地表拆除

根据现场踏勘，硬化地表大部分为混凝土结构，厚度约为 0.15 $\text{m}$ 。

$$V = S \times T$$

其中： $V$ ——硬化地表工程量（ $\text{m}^3$ ）；

$S$ ——硬化面积（ $\text{m}^2$ ）；

$T$ ——平均厚度（ $\text{m}$ ），一般取 0.1 至 0.2 $\text{m}$ ，本项目取 0.15；

建筑垃圾清运到 8.0 $\text{km}$  外余家坪镇指定的建筑垃圾填埋场。

## 2) 平整工程、土壤翻耕

在实施清理工程后，实施场区简单平整。

对于平整后土地实施土壤翻耕。土壤翻耕在春、秋两季采用双轮二铧犁、双轮单铧犁、机引多铧犁、中耕机和浅耕机等对土地进行深耕，翻耕深度为 20~40 $\text{cm}$ 。

### (2) 土壤重构

实施翻耕后进行土壤培肥，改良土壤环境，增加土壤有机质含量。

在 0~20 $\text{cm}$  土层内，均匀撒施肥料，选用农家肥、有机肥，改良土壤环境，增加土壤有机质含量，为土地产量打下基础。

工程设计详见“沉陷区旱地复垦单元工程设计”章节。

### （3）配套工程

田间道按照  $0.1\text{km}/\text{hm}^2$  密度修筑。生产路按照  $0.2\text{km}/\text{hm}^2$  密度修筑。

道路工程主要是田间道和生产路。田间道是居民点到田间的道路，主要为货物运输、作业机械向田间转移等生产服务道路；生产路是联系田间地块通往田间的道路。

工程设计详见“沉陷区旱地复垦单元工程设计”章节。

### 7、天然牧草地方向材料库、材料库道路复垦单元工程设计

依据适宜性评价分析，后期材料库、材料库道路  $0.55\text{hm}^2$  复垦为天然牧草地，主要工程措施包括地貌重塑、土壤重构、植被重建等。

#### （1）地貌重塑

##### 1) 清理工程

对地面建筑物实施拆除清理，体积按  $2000\text{m}^3/\text{hm}^2$  预算，拆除后硬化地面按占地面积的  $0.2\%$ ，厚度按  $0.1\text{m}$  概算，拆除后对场地实施清理，建筑垃圾清运到  $8.0\text{km}$  外余家坪镇指定的建筑垃圾填埋场。

##### 2) 平整工程

在实施清理工程后，实施场区简单平整。

#### （2）土壤重构

实施翻耕后进行土壤培肥，改良土壤环境，增加土壤有机质含量。

在  $0\sim 20\text{cm}$  土层内，均匀撒施肥料，选用农家肥、有机肥，改良土壤环境，增加土壤有机质含量。

工程设计详见“沉陷区旱地复垦单元工程设计”章节。

#### （3）植被重建

草地紫花苜蓿撒播量为  $60\text{kg}/\text{hm}^2$ ，按照播种方式采用人工撒播，尽可能将种子均匀地撒播。

工程设计详见“沉陷区草地复垦单元工程设计”章节。

### 8、旱地方向临时排矸场复垦单元工程设计

依据适宜性评价结果，临时排矸场复垦为旱地，主要工程措施包括地貌重塑、土壤重构、配套工程等。

#### （1）地貌重塑

##### 1) 表土回覆

临时排矸场由于矸石长期压占，原有土壤理化性质有所降低，计划对其进行表土回覆，

厚度为 0.50m，土源主要为外购土。

## 2) 平整工程

对于回覆的表土实施平整，平整前要设计好标高，平整时按照设计标高，做到粗粒径土壤在下，细粒径在上。

## 3) 土壤翻耕

对于平整后新增旱地实施土壤翻耕。土壤翻耕在春、秋两季采用双轮二铧犁、双轮单铧犁、机引多铧犁、中耕机和浅耕机等对土地进行深耕，翻耕深度为 20~40cm。

### (2) 土壤重构

实施翻耕后进行土壤培肥，改良土壤环境，增加土壤有机质含量。

在 0~20cm 土层内，均匀撒施肥料，选用农家肥、有机肥，改良土壤环境，增加土壤有机质含量，为土地产量打下基础。

工程设计详见“沉陷区旱地复垦单元工程设计”章节。

### (3) 配套工程

#### 1) 配套道路

田间道按照 0.1km/hm<sup>2</sup> 密度修筑。生产路按照 0.2km/hm<sup>2</sup> 密度修筑。

道路工程主要是田间道和生产路。田间道是居民点到田间的道路，主要为货物运输、作业机械向田间转移等生产服务道路；生产路是联系田间地块通往田间的道路。

工程设计详见“沉陷区旱地复垦单元工程设计”章节。

#### 2) 排水沟

在临时排矸场周边及坡面上修建截排水沟，采用浆砌片石砌筑，每隔 20m 留设伸缩缝；沿水沟的内、外和顶三边填塞沥青麻筋、沥青木板或其它有弹性的防水材料。水沟示意图见图 5.3-3。

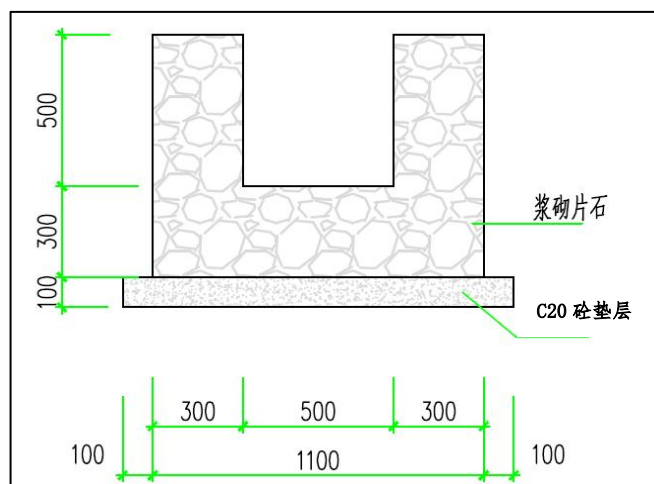


图 5.3-3 排水沟设计图

## 9、灌木林地方向临时堆渣区复垦单元工程设计

### （1）地貌重塑

对裸露区域地面凹凸不平，首先对场地内建筑垃圾弃物，碎石等杂物进行清理，清理的废渣运到 2km 外垃圾填埋场，植被恢复前对场地进行地貌重塑。

### （2）土壤重构

由于场地长期裸露，使得土壤有机质含量降低，计划对场地土壤进行培肥，商品有机肥施用量 4500kg/hm<sup>2</sup>。

### （3）植被重建工程

选用当地常见植被刺柏，株距 1.5m×1.5m，苗木规格为地径 4-6cm，栽种刺柏 2780 株，刺柏种植时间选择春栽或秋栽，所有植物必须健康、无病虫害、无缺乏矿物质症状，生长旺盛、形体完美。

## 10、旱地方向农村宅基地复垦单元工程设计

本项目农村宅基地主要为矿区受采煤影响的零星房屋，依据适宜性评价分析，农村宅基地复垦为旱地，主要工程措施包括地貌重塑、土壤重构、配套工程等。

对农村宅基地进行砌体拆除、清运后平整，翻耕后复垦为旱地。

### （1）地貌重塑

#### 1) 清理工程

搬迁村庄后对房屋建筑实施拆除清理，体积按 2000m<sup>3</sup>/hm<sup>2</sup> 预算，拆除村庄内硬化地面按村庄占地面积的 20%，厚度按 0.1m 概算，拆除后对场地实施清理，建筑垃圾运往余家坪镇建筑垃圾场进行处置，运距约 8.0km。

#### 2) 土地平整、土壤翻耕

在实施清理工程后，实施场区简单平整。

对于平整后新增旱地实施土壤翻耕。土壤翻耕在春、秋两季采用双轮二铧犁、双轮单铧犁、机引多铧犁、中耕机和浅耕机等对土地进行深耕，翻耕深度为 20~40cm。

### （2）土壤重构

实施翻耕后进行土壤培肥，改良土壤环境，增加土壤有机质含量。

在 0~20cm 土层内，均匀撒施肥料，选用农家肥、有机肥，改良土壤环境，增加土壤有机质含量，为土地产量打下基础。

工程设计详见“沉陷区草地复垦单元工程设计”章节。

### （3）配套工程

田间道路按照 0.1km/hm<sup>2</sup> 密度修筑。生产道路按照 0.2km/hm<sup>2</sup> 密度修筑。

道路工程主要是田间道路和生产道路。田间道路是居民点到田间的道路，主要为货物运输、作业机械向田间转移等生产服务道路；生产道路是联系田间地块通往田间的道路。

工程设计详见“沉陷区水浇地复垦单元工程设计”章节。

#### （四）主要工程量

##### 1、沉陷区复垦工程量

###### （1）地貌重塑

###### 1）土壤剥覆工程

表 5.3-10 沉陷区土壤剥覆工程量表

复垦阶段	损毁阶段	损毁程度	面积 (hm <sup>2</sup> )	单位面积 剥覆工程 量(m <sup>3</sup> /hm <sup>2</sup> )	表土剥覆 量(100m <sup>3</sup> )	机械表土 剥覆量 (100m <sup>3</sup> )	人工表土 剥覆量 (100m <sup>3</sup> )
近期	已损毁	中度	4.73	200	9.46	19.09	28.63
	一时段	轻度	2.97	54	1.60		
		中度	18.33	200	36.66		
中期	二时段	轻度	375.81	54	202.94	117.06	273.04
		中度	93.63	200	187.26		
合计			495.47	/	437.92	136.15	301.77

###### 2）土地平整工程

表 5.3-11 沉陷区土地平整工程量表

复垦阶段	损毁阶段	损毁程度	面积（hm <sup>2</sup> ）	单位面积平整土方量 （m <sup>3</sup> /hm <sup>2</sup> ）	平整工程量 （100m <sup>3</sup> ）
近期	已损毁	中度	4.73	437.44	20.69
	一时段	轻度	2.97	349.63	10.38
		中度	18.33	437.44	80.18
中期	二时段	轻度	375.81	349.63	1313.94
		中度	93.63	437.44	409.58
合计			495.47		1834.78

###### 3）土地翻耕工程

表 5.3-12 沉陷区土地翻耕工程量表

复垦阶段	损毁阶段	复垦区域	翻耕面积 (hm <sup>2</sup> )
近期	已损毁	耕地	4.73
	一时段	耕地	21.30
中期	二时段	耕地	464.85
合计			490.88

###### 4）田埂修筑工程

表 5.3-13 沉陷区田埂修筑工程量表

复垦阶段	复垦区域	田坎及蓄水埂截面积	单位面积田埂蓄水埂长度（m/hm <sup>2</sup> ）	每公顷土方量（m <sup>3</sup> /hm <sup>2</sup> ）	修筑田埂面积（hm <sup>2</sup> ）	修筑土方量（m <sup>3</sup> ）
近期	耕地	0.05	1600	80	26.03	2082.40
中期	耕地				464.85	37188.00
合计					490.88	39270.40

## (2) 土壤重构

表 5.3-14 沉陷区土壤重构工程量表

复垦阶段	损毁阶段	复垦区域	面积	培肥类型	培肥单位面积 工程量(kg/hm²)	培肥工程量 (100kg)	备注
近期	已损毁	耕地	4.73	农家肥	4500	319.28	/
				商品有机肥	2500	177.38	
	一时段	耕地	21.30	农家肥	4500	1437.75	
				商品有机肥	2500	798.75	
中期	二时段	耕地	464.85	农家肥	4500	31377.38	
				商品有机肥	2500	17431.88	
合计			490.88			51542.40	

## (3) 道路工程

表 5.3-15 沉陷区田间道工程量表

复垦阶段	道路长度 (m)	工程措施	每延米工程量 (m <sup>2</sup> )	工程量 (1000m <sup>2</sup> )
近期	2603	泥结碎石路面	4.15	10.80
		砂路基	4.45	11.58
		路床压实	4.8	12.49
中期	46485	泥结碎石路面	4.15	192.91
		砂路基	4.45	206.86
		路床压实	4.8	223.13

表 5.3-16 沉陷区生产路工程量表

复垦阶段	道路长度 (m)	工程措施	每延米工程量 (m <sup>2</sup> )	工程量 (1000m <sup>2</sup> )
近期	5206	素土路面	2.15	11.19
		路床压实	2.75	14.32
中期	92970	素土路面	2.15	199.89
		路床压实	2.75	255.67

## (4) 植被重建

表 5.3-17 沉陷区植被重建工程量表

复垦阶段	损毁时段	林地类型	面积 (hm <sup>2</sup> )	补植苗木种类	单位面积补植工程量	单位	工程量
近期	已损毁	乔木林地	1.27	刺槐	300 株/hm <sup>2</sup>	100 株	3.81
				紫穗槐	600 株/hm <sup>2</sup>	100 株	7.62
				紫花苜蓿	20kg/hm <sup>2</sup>	100kg	0.25
		天然牧草地	4.51	紫花苜蓿	20kg/hm <sup>2</sup>	100kg	0.90
		穴状整地(60cm×60cm)	/	/	/	100 穴	3.81
		穴状整地(40cm×40cm)	/	/	/	100 穴	7.62
	一时段	乔木林地	80.70	刺槐	300 株/hm <sup>2</sup>	100 株	242.10
				紫穗槐	600 株/hm <sup>2</sup>	100 株	484.20
				紫花苜蓿	20kg/hm <sup>2</sup>	100kg	16.14
		其他林地	5.27	刺槐	100 株/hm <sup>2</sup>	100 株	5.27
				紫花苜蓿	20kg/hm <sup>2</sup>	100kg	1.05
		天然牧草地	21.03	紫花苜蓿	20kg/hm <sup>2</sup>	100kg	4.21
		天然牧草地（裸土地）	0.05	紫花苜蓿	60kg/hm <sup>2</sup>	100kg	0.03
		其他草地	0.98	紫花苜蓿	20kg/hm <sup>2</sup>	100kg	0.20
		穴状整地(60cm×60cm)	/	/	/	100 穴	247.37
		穴状整地(40cm×40cm)	/	/	/	100 穴	484.20
中期	二时段	果园	1.53	苹果树	300 株/hm <sup>2</sup>	100 株	4.59
		乔木林地	506.28	刺槐	300 株/hm <sup>2</sup>	100 株	1518.84
				紫穗槐	600 株/hm <sup>2</sup>	100 株	3037.68
				紫花苜蓿	20kg/hm <sup>2</sup>	100kg	101.26
		灌木林地	31.7	紫穗槐	750 株/hm <sup>2</sup>	100 株	237.75
				紫花苜蓿	20kg/hm <sup>2</sup>	100kg	6.34
		其他林地	174.45	刺槐	100 株/hm <sup>2</sup>	100 株	174.45
				紫花苜蓿	20kg/hm <sup>2</sup>	100kg	34.89
		天然牧草地	398.86	紫花苜蓿	20kg/hm <sup>2</sup>	100kg	79.77
		天然牧草地（裸土地）	1.09	紫花苜蓿	60kg/hm <sup>2</sup>	100kg	0.65
		其他草地	32.08	紫花苜蓿	20kg/hm <sup>2</sup>	100kg	6.42
		穴状整地(60cm×60cm)	/	/	/	100 穴	1697.88
		穴状整地(40cm×40cm)	/	/	/	100 穴	3275.43

## 2、旱地方向工业场地（生产区、生活区）复垦工程量

## (1) 清理工程

表 5.3-18 清理工程量表

复垦阶段	工程项目	占地面积 (hm <sup>2</sup> )	土石方量 (100m <sup>3</sup> )
后期	建筑物拆除	9.84	1219.32
	块石基础拆除	9.84	393.85
	硬化地面拆除	9.84	153.60
	废弃渣外运（运距 8km）	/	1766.77

## (2) 土地平整

表 5.3-19 土地平整工程量表

复垦阶段	面积 (hm <sup>2</sup> )	复垦区域	工程项目	工程量 (100m <sup>3</sup> )
后期	9.84	工业场地（生活区、生产区）	场地平整	344.40

### （3）土地翻耕

表 5.3-20 土地翻耕工程量表

复垦阶段	复垦区域	翻耕面积（hm <sup>2</sup> ）
后期	工业场地	9.84

### （4）田埂修筑

表 5.3-21 田埂修筑工程量表

复垦阶段	田坎及蓄水埂截面积	单位面积田埂蓄水埂长度（m/hm <sup>2</sup> ）	每公顷土方量（m <sup>3</sup> /hm <sup>2</sup> ）	修筑田埂面积（hm <sup>2</sup> ）	修筑土方量（m <sup>3</sup> ）
后期	0.05	1600	80	9.84	787.20

### （5）土壤重构

表 5.3-22 土壤重构工程量表

复垦阶段	复垦区域	面积	培肥类型	培肥单位面积工程量（kg/hm <sup>2</sup> ）	培肥工程量（100kg）
后期	工业场地	9.84	毛苕叶子	2500	246
			农家肥	22500	6642
			商品有机肥	7500	2214

### （6）配套工程

表 5.3-23 田间道工程量表

复垦阶段	道路长度（m）	工程措施	每延米工程量（m <sup>2</sup> ）	工程量（1000m <sup>2</sup> ）
后期	984	泥结碎石路面	4.15	4.08
		砂路基	4.45	4.38
		路床压实	4.8	4.72

表 5.3-24 生产路工程量表

复垦阶段	道路长度（m）	工程措施	每延米工程量（m <sup>2</sup> ）	工程量（1000m <sup>2</sup> ）
后期	1968	素土路面	2.15	4.23
		路床压实	2.75	5.41

## 3、天然牧草地方向材料库、材料库道路复垦

### （1）清理工程

表 5.3-25 清理工程量表

复垦阶段	工程项目	占地面积（hm <sup>2</sup> ）	单位方量（m <sup>3</sup> ）	土石方量（100m <sup>3</sup> ）
后期	建筑物拆除	0.55	2500	13.75
	块石基础拆除	0.55	2500	13.75
	硬化地面拆除	0.55	250	1.38
	废弃渣外运（运距 8km）	/	/	28.88

### （2）土地平整

表 5.3-26 土地平整工程量表

复垦阶段	面积（hm <sup>2</sup> ）	复垦区域	工程项目	工程量（100m <sup>3</sup> ）
后期	0.55	材料库、材料库道路	场地平整	16.50

### （3）土壤重构

表 5.3-27 土壤重构工程量表

复垦阶段	复垦区域	面积	培肥类型	培肥单位面积工程量 (kg/hm <sup>2</sup> )	培肥工程量 (100kg)
后期	材料库、材料库道路	0.55	毛苕叶子	2500	13.75
			农家肥	22500	371.25
			商品有机肥	7500	123.75

### （4）植被重建

表 5.3-28 植被重建工程量表

复垦阶段	林地类型	面积 (hm <sup>2</sup> )	补植苗种类	单位面积补植工程量	工程量 (100kg)
后期	天然牧草地	0.55	紫花苜蓿	60kg/hm <sup>2</sup>	0.33

## 4、旱地方向临时排矸场复垦

### （1）表土回覆

表 5.3-29 表土回覆工程量表

复垦阶段	面积 (hm <sup>2</sup> )	复垦区域	工程项目	工程量 (100m <sup>3</sup> )
近期	1.76	临时排矸场	表土回覆 (0.5m 外购土)	88.00
中期	2.65		表土回覆 (0.5m 外购土)	132.50
合计	4.41	/	/	220.50

### （2）土地平整

表 5.3-30 土地平整工程量表

复垦阶段	面积 (hm <sup>2</sup> )	复垦区域	工程项目	工程量 (100m <sup>3</sup> )
近期	1.76	临时排矸场	场地平整	52.80
中期	2.65			79.50
合计	4.41			132.30

### （3）土地翻耕

表 5.3-31 土地翻耕工程量表

复垦阶段	复垦区域	翻耕面积 (hm <sup>2</sup> )
近期	临时排矸场	1.76
中期		2.65
合计	/	4.41

### （4）田埂修筑

表 5.3-32 田埂修筑工程量表

复垦阶段	田坎及蓄水埂截面积	单位面积田埂蓄水埂长度 (m/hm <sup>2</sup> )	每公顷土方量 (m <sup>3</sup> /hm <sup>2</sup> )	修筑田埂面积 (hm <sup>2</sup> )	修筑土方量 (m <sup>3</sup> )
近期	0.05	1600	80	1.76	140.80
中期	0.05	1600	80	2.65	212.00
合计	/	/	/	4.41	352.80

**(5) 土壤重构****表 5.3-33 土壤重构工程量表**

复垦阶段	复垦区域	面积	培肥类型	培肥单位面积工程量 (kg/hm <sup>2</sup> )	培肥工程量（100kg）
近期	临时排矸场	1.76	毛苕叶子	2500	44.00
			农家肥	22500	1188.00
			商品有机肥	7500	396.00
中期	临时排矸场	2.65	毛苕叶子	2500	66.25
			农家肥	22500	1788.75
			商品有机肥	7500	596.25
合计		4.41	/	/	4079.25

**(6) 配套工程****表 5.3-34 田间道工程量表**

复垦阶段	道路长度 (m)	工程措施	每延米工程量 (m <sup>2</sup> )	工程量 (1000m <sup>2</sup> )
近期	176	泥结碎石路面	4.15	0.73
		砂路基	4.45	0.78
		路床压实	4.8	0.84
中期	265	泥结碎石路面	4.15	1.10
		砂路基	4.45	1.18
		路床压实	4.8	1.27

**表 5.3-35 生产路工程量表**

复垦阶段	道路长度 (m)	工程措施	每延米工程量 (m <sup>2</sup> )	工程量 (1000m <sup>2</sup> )
近期	352	素土路面	2.15	0.76
		路床压实	2.75	0.97
中期	530	素土路面	2.15	1.14
		路床压实	2.75	1.46

**表 5.3-36 排水渠工程量表**

序号	项目名称	计量单位	工程量
<b>1</b>	<b>排水沟</b>	<b>m</b>	<b>3400</b>
1.1	土方开挖	m <sup>3</sup>	2670.37
1.2	土方回填	m <sup>3</sup>	424.83
1.3	C20 砼垫层	m <sup>3</sup>	394.49
1.4	浆砌块石	m <sup>3</sup>	1911.74
1.5	砂浆抹面	m <sup>2</sup>	6372.48
1.6	伸缩缝	m <sup>2</sup>	127.25

**5、灌木林地方向临时堆渣区复垦****表 5.3-37 工程量统计表**

序号	项目名称	计量单位	工程量
一	地貌重塑		
1	清理废渣（运距 8km）	m <sup>3</sup>	5382
2	土方回填	m <sup>3</sup>	6104
3	土方平整	m <sup>3</sup>	6104

序号	项目名称	计量单位	工程量
4	土地翻耕	hm <sup>2</sup>	0.6104
二	土壤重构		
1	商品有机肥	100kg	27.468
三	植被重建工程		
1	栽种刺柏	株	2780
2	穴状整地（40cm×40cm）	穴	2780

## 6、旱地方向农村宅基地复垦

### （1）清理工程

表 5.3-38 清理工程量表

复垦阶段	工程项目	占地面积（hm <sup>2</sup> ）	单位方量（m <sup>3</sup> ）	土石方量（100m <sup>3</sup> ）
近期	建筑物拆除	0.61	2500	15.25
	块石基础拆除	0.61	2500	15.25
	硬化地面拆除	0.61	250	1.53
	废弃渣外运（运距 8km）	/	/	32.03
中期	建筑物拆除	5.41	2500	135.25
	块石基础拆除	5.41	2500	135.25
	硬化地面拆除	5.41	250	13.53
	废弃渣外运（运距 8km）	/		284.03

### （2）土地平整

表 5.3-39 土地平整工程量表

复垦阶段	面积（hm <sup>2</sup> ）	复垦区域	工程项目	工程量（100m <sup>3</sup> ）
近期	0.61	村庄搬迁迹地	场地平整	18.30
中期	5.41	村庄搬迁迹地	场地平整	162.30

### （3）土地翻耕

表 5.3-40 土地翻耕工程量表

复垦阶段	复垦区域	翻耕面积（hm <sup>2</sup> ）
近期	村庄搬迁迹地	0.61
中期	村庄搬迁迹地	5.41

### （4）田埂修筑

表 5.3-41 田埂修筑工程量表

复垦阶段	田坎及蓄水埂截面积	单位面积田埂蓄水埂长度（m/hm <sup>2</sup> ）	每公顷土方量（m <sup>3</sup> /hm <sup>2</sup> ）	修筑田埂面积（hm <sup>2</sup> ）	修筑土方量（m <sup>3</sup> ）
近期	0.05	1600	80	0.61	48.80
中期				5.41	432.80

### （5）土壤重构

表 5.3-42 土壤重构工程量表

复垦阶段	复垦区域	面积	培肥类型	培肥单位面积工程量 (kg/hm <sup>2</sup> )	培肥工程量 (100kg)
近期	村庄搬迁迹地	0.61	毛苕叶子	4500	27.45
			农家肥	22500	411.75
			商品有机肥	7500	137.25
中期	村庄搬迁迹地	5.41	毛苕叶子	4500	243.45
			农家肥	22500	3651.75
			商品有机肥	7500	1217.25

**(6) 配套工程**

表 5.3-43 田间道工程量表

复垦阶段	道路长度 (m)	工程措施	每延米工程量 (m <sup>2</sup> )	工程量 (1000m <sup>2</sup> )
近期	61	泥结碎石路面	4.15	0.25
		砂路基	4.45	0.27
		路床压实	4.8	0.29
中期	541	泥结碎石路面	4.15	2.25
		砂路基	4.45	2.41
		路床压实	4.8	2.60

表 5.3-44 生产路工程量表

复垦阶段	道路长度 (m)	工程措施	每延米工程量 (m <sup>2</sup> )	工程量 (1000m <sup>2</sup> )
近期	122	素土路面	2.15	0.26
		路床压实	2.75	0.34
中期	1082	素土路面	2.15	2.33
		路床压实	2.75	2.98

**四、含水层保护修复****(一) 目标任务**

本方案提出的含水层影响减缓措施主要是针对地下含水层。避免和减缓煤层开采后形成的导水裂隙对各含水层结构的破坏，减少地下水漏失量。

**(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、中后期对其进行治理，以下几点减缓措施在煤矿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、加强地下水监测**

实时动态监测地下水监测井数据，强化地下水观测，建立地下水位观测站。对本区延安组砂岩裂隙含水层和第四系潜水含水层进行动态跟踪监测，发现水位变化异常应立即停止开采，并采取有效的保水采煤措施。

## 2、加强管理

煤矿应加强对矿区及周边地区地下水位动态监测，制定供水应急方案，发现地下水位下降，及时解决因采煤导致居民生产、生活用水困难问题。

煤矿应加强对村庄民用井水位、水量的观测，并做好记录；对水位、水量变化明显或有可能出现供水困难的居民点采取应急供水措施，煤矿要做好应急供水预案。确保开采期间不影响居民供水，以保证居民供水安全。

### （1）临时性供水措施

煤矿应第一时间上报供水管网管理部门；同时，对出现居民点供水困难的村庄首先采用拉水车拉水的供水方式，以解决居民临时性用水问题。

### （2）永久性供水措施

配合管网管理部门对损坏的供水管线再沉稳后进行修复。

## 3、重点预防

在矿区中期开采西南部区域时，应加强井下涌水监测，确保矿井安全的情况下尽量减少含水层扰动。

# 五、水土环境修复

## （一）目标任务

本方案提出的水土环境修复措施主要是为了减缓煤层开采后地面塌陷对土壤理化性质的破坏，减轻对地表水体的水质影响。

## （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疗，以下几点减缓措施在煤矿开采的全期都应积极地采取，主要还是加强管理及监测，发现问题及时进行处理。

### 1、加强管理

（1）建立设备管理责任制，落实设备管理责任人，管理人应定期巡查处理设备运行情况，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，确保消防用水收集进入矿井水处理站。

## 2、加强监测和人工巡查

煤矿应加强对塌陷区土壤定期进行有机物等项目的监测和人工巡查，发现异常，加密观测，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。

# 六、矿山地质环境监测

地质环境监测是准确掌握煤矿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，对搞好地质环境管理工作具有十分重要的意义。

煤矿生产产生的主要地质环境问题为：地面塌陷及伴生地裂缝等不稳定地质体，含水层、地形地貌景观和水土环境的影响和破坏。因此，矿山地质环境监测包括不稳定地质体、含水层、地形地貌景观、水土环境质量监测。监测工作由禾草沟一号煤矿负责并组织实施，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

结合《禾草沟一号煤矿矿山地质环境与土地复垦监测实施方案》，针对 2 处不稳定边坡（BP1、HP1）、1 处地面塌陷（TX7）及未来开采区实施不稳定地质体监测方案，对水井等实施含水层监测方案，对土壤实施土壤环境监测。

## 1、监测目标

### （1）不稳定地质体

根据工作面布置，在井下回采的同时，对位于开采区内和保护煤柱边界处的重要建（构）筑物部署专门的监测点进行监测，随时掌握建（构）筑物的受影响程度，当出现异常情况时，对遭到损坏的地面建（构）筑物及时进行加固、维修，及时组织受威胁人员安全转移，及时调整井下回采方案，确保人民生命财产和重要建（构）筑物的安全。

### （2）含水层

选取评估区内水井、水文监测井，监测评估区内的已有采空区、未来采区的第四系潜水、延安组承压水含水层。随时掌握水井水位、水质变化，当出现异常情况时，及时调整井下回采方案或其他措施，减缓对含水层的影响。

### （3）地形地貌景观

利用卫星遥感影像资料，通过数据解译分析掌握煤矿生产引发地面塌陷等不稳定地质体对地形地貌景观产生的影响或破坏，分析矿山地质环境总体变化趋势。

#### （4）水土环境

在矿区范围内永坪川上游、下游共设置 2 个水体环境监测点，对其水位（流量）、水质进行定期监测。

根据工作面布置，选取工业场地（生产区）、临时排矸场周边可能受影响的土壤，通过采样送检，监测土壤环境状况。

### 2、监测任务

#### （1）不稳定地质体

①对 2 处不稳定边坡（BP1、HP1）进行位移、变形监测。

②对地面塌陷进行位移、变形监测。

③对村庄房屋等分别设置监测点，监测地面塌陷、伴生地裂缝的发育情况，及对构筑物、道路的损坏情况。

④对道路周边边坡及排水沟进行人工巡查，如有边坡滑塌、排水渠堵塞情况应及时进行清理。

#### （2）含水层

水量监测：观测民井、水文监测井含水层水位。

水质监测：为全分析检测的项目。

#### （3）地形地貌景观

监测内容主要为地表高程、地形坡度的变化和较大裂缝对地形地貌景观、植被生长的影响情况；定性、定量结合观测分析评估区植被盖度、地貌类型及地表坡度等主要地形地貌景观要素。

#### （4）水土环境

水体监测：永坪川上游、下游的流量、水质变化。

土壤监测：监测地面建设场地附近土壤环境质量。

### （二）监测设计

本次监测范围为地质环境治理评估范围，考虑到治理工程划分为 3 个阶段，因此，监测工作也以近期为主，兼顾中期和后期监测工作，监测内容应该符合《陕西省矿山地质环境监测规划》要求，以政府为主导、以禾草沟一号煤矿为主体，建立科学、高效、经济实用的矿山地质环境监测体系。

## 1、矿山不稳定地质体监测

### （1）监测点部署

总体上要遵循重点自动化监测和人工巡查相结合、保障煤矿安全生产和村民人身安全、监控矿山地质环境变化的原则布设监测点。煤矿已安装监测点见表 5.6-1，采用动态网络监测技术构建了《矿山地质环境监测平台》。平台采用监测数据上传、三维可视化展示、统计分析、报表生成等技术，实现矿山地质环境和土地复垦监测信息化，便于实时监测管理；根据工作面接续开采情况及已实施的监测工程部署本方案监测，全区新增监测点布设 54 处（近期自动化监测点 13 处，中期自动化监测点 41 处），监测点位置见图 5.6-1。

表 5.6-1 禾草沟一号煤矿已按照监测设备情况一览表

序号	设备名称	设备型号	设备编号	安装位置	监测点编号
1	GNSS 接收机	ZDHD-GP30	20070100016497	15210 工作面（北）	GNSS-01 号
2	GNSS 接收机	ZDHD-GP30	20070100016580	15210 工作面	GNSS-02 号
3	GNSS 接收机	ZDHD-GP30	20070100007548	炸药库上方	GNSS-03 号
4	GNSS 接收机	ZDHD-GP30	20070100007650	副斜井上方	GNSS-04 号
5	GNSS 接收机	ZDHD-GP30	20070100007542	联建楼后方	GNSS-05 号
6	GNSS 接收机	ZDHD-GP30	20070100007708	材料库上方	GNSS-06 号
7	雨量计	ZDHD—JYL	ZRTU0062682327	炸药库下方	雨量-07 号
8	声光报警器	ZDHD-YBJ	ZYBJ0068274111	办公楼西侧	报警器-08 号
9	数据采集仪	ZDHD-RTU	ZRTU0062682327	办公楼南侧	雨量-07 号
10	声光报警器	ZDHD-YBJ	ZYBJ0068274111	炸药库下方	报警器-09 号
11	无线倾角加速度计	ZDHD-ZWQJ ZD	ZQJZDB68203300	大门口对面边坡	倾角-10 号

#### ①不稳定边坡监测点

**不稳定边坡 BP1：**利用已有的倾角-10 号（无线倾角加速度计）自动化监测点进行持续监测；

**不稳定边坡 HP1：**利用已有的 GNSS-04 号自动化监测点进行持续监测；

#### ②塌陷地变形监测点

G01~G02：利用已有的 2 个 GNSS 自动化监测点进行持续监测；

G03~G15：近期 5 煤开采区部署 13 个自动化监测点，主要通过自动化监测设备（GNSS）对塌陷区水平位移和垂直位移进行监测。

G16~G56：中期 5、3<sup>-2</sup>、2 煤开采区部署 41 个自动化监测点，主要通过自动化监测设备（GNSS）对塌陷区水平位移和垂直位移进行监测。

#### ③道路、房屋周边变形监测

利用人工监测、巡查对曹家河村、栾家沟村、流泪坡村、材料库周边可能发生的地面塌陷及伴生地裂缝进行监测。

(2) 监测频率及时间

监测频率：每月 1 次，雨季及变形活跃期需加密观测。

监测次数：根据监测点处地表移动延续时间长短确定。

自动化监测仪器可使用八旋翼无人机、GNSS、无线倾角加速度计等。

由禾草沟一号煤矿专人或委托有资质的单位定时监测，记录要准确、数据要可靠，并及时整理观测资料，接受地质环境管理部门负责监督。

(3) 监测原理

本项目拟采用 GNSS 表面位移监测系统和无线倾角加速度计监测设备，实现不稳定地质体防治管理的科学化，信息化、自动化和可视化。

GNSS 监测技术的原理是利用 GPS/BDS/GLONASS 卫星测量基准站和监测点（1 个或多个）之间的相对定位，通过相对定位得到各监测点不同时期的位置信息，然后采用数据软件（核心算法）对位置信息进行解算，剔除各种环境影响误差因子，并与首期结果进行对比得到各监测点在不同时期的精确度达到毫米级的位移信息，最终将各监测点的位移信息（曲线、数据等形式）展示在系统监测云平台，供技术人员和管理人员实时查询和参考，同时，可对超过设定阈值的形变值发出相应警报，提醒相关人员采取对应处置措施。

GNSS 表面位移监测系统可对监测体水平、垂直两个方向的位移进行实时监测，能够很好地分析监测体的位移变形趋势，做到预防、预警的目的。GNSS 表面位移监测系统连续、自动、实时地采集被监测体的监测数据，通过通信链路发送给数据处理中心进行高精度数据处理与分析，可获得毫米级的实时形变监测精度，再将数据结果上传至 Web 服务器，使用户可通过电脑、手机等终端随时随地了解被监测体的实时形变情况。

表 5.6-2 GNSS 一体机规格及主要技术参数

接收频率	三星六频	灵敏度	跟踪 -160dBm
	BDS (B1、B2)+GPS (L1、L2)+GLONASS (L1、L2)		捕获 -146dBm
定位时间	冷启动 30s	初始化时间	<10s
	热启动 1s	RTK置信度	>99.9%
	重捕获 1s	测速精度	0.05m/s
静态相对精度	水平: ±2.5mm+1ppm )RMS	动态相对精度	水平: ±5mm+1ppm ) RMS
	垂直: ±(5mm+1ppm) RMS		垂直: ± (10mm+1ppm) RMS

接收频率	三星六频	灵敏度	跟踪     -160dBm
	BDS（B1、B2）+GPS（L1、L2）+GLONASS（L1、L2）		捕获     -146dBm
1PPS精度	20ns	动态调整	支持动态调整监测频率，MEMS传感器触发功能
数据更新率	1/2/5/10Hz		内置温湿度传感器
伪距观测量精度	GPS L1C/A≤20cm， L2C≤40cm	数据格式	NMEA0183， RTCM3.X
	BDS B1I≤20cm， B2I≤20cm	差分数据	RTCM3.X
	GLONASS L1≤40cm， L2≤40cm	网络协议	TCP/IP， MQTT， Ntrip
载波观测量精度	GPS L1C/A≤1mm， L2C≤2mm	功能接口	2×RS485， 1×RS232
	BDS B1I≤1mm， B2I≤1mm		1×SIM， 1×SD
	GLONASS L1≤1mm， L2≤1mm	电压	9V～36V DC
通信方式	4G全网通 /WiFi/NB-IoT/Lora	功耗	<1.7W



照片 5.6-1 GNSS 监测设备及接收机

- (4) 技术要求
- ①地物及煤矿地面工程损坏测定

观测地面塌陷及伴生裂缝发育情况，观测房屋、道路等建构筑物的损坏情况。

**要求：**每次观测时，要及时、详细地记录和描述地物、煤矿地面工程所在位置的地面塌陷及伴生地裂缝的尺寸、形态及其变化情况，测量房屋、道路上的裂缝尺寸、展布形态等变形资料，判定损坏程度，作出素描，或用数码相机照相。还应叙述回采工作面位置、煤层厚度、采高、顶板管理等采矿、地质和水文地质资料。
- ②地面塌陷自动监测

在塌陷区安装北斗沉降监测系统 GNSS 接收机及配套设备，本着少而精的原则按照丰字形或者方格形搭配布设。

监测数据及时上传煤矿管理部门监测体系微机，便于管理人员进行远程控制、远程监测、远程数据下载与共享、自动预警

北斗沉降监测系统主要监测塌陷区三维(X、Y、Z)绝对或相对位移量，平面精度±2.5mm+1x10-6D、垂直精度±5.0mm+1x10-6D。

调整合适监测频率，监测数据可以采用有线传输，也可以无线传输。做好接收机、导线等配套设施防潮、防雨和防盗保护。

地面塌陷自动化监测工作由煤矿专人或委托有资质的单位负责实施，记录要准确、数据要可靠，并及时整理观测资料。

2、含水层监测

监测点布设：利用流泪坡村水井（村民不利用的水井）对第四系潜水含水层水位、水质进行监测，对于水位观测，原则采取人工定期观测，水质监测采用人工采样监测；利用已有的煤矿水源井（村民不利用的水源井）、水文孔二号孔对瓦窑堡组承压含水层、混合水进行监测；在禾草沟一号煤矿西部新建 1 口含水层监测井（编号 S4），井深约 160m，安装地下水水位自动化监测设备 1 台，主要对延安组砂岩裂隙含水层水位、水质进行监测。

监测部署及内容见表 5.6-3，监测点位置见图 5.6-1。

表 5.6-3 含水层监测点部署情况表

编号	监测类型	监测内容	2000 国家大地坐标系	
			X 坐标	Y 坐标
S1	煤矿水源井（已有）	瓦窑堡组承压含水层		
S2	流泪坡村水井（已有）	第四系潜水含水层		
S3	水文孔二号孔（已有）	混合水		
S4	含水层监测井（2026 年新建）	延安组砂岩裂隙含水层		

监测频率：含水层监测井采用地下水水位监测系统动态监测、实时采集。村庄水井和工业场地水源井采用人工监测水位。

监测成果及展示：地下含水层水位监测系统按周、月、季形成统计成果，人工监测每季度监测 1 次，成果上传至监测平台，水质监测按年形成统计成果，每年水质全分析 1 次，水质全分析监测成果上传至监测平台。

3、地形地貌景观监测部署

（1）监测频率

每年高分辨率影像资料解译监测 1 次，无人机航测 4 次，每季度 1 次。

## （2）监测方法

主要采用遥感解译的方法进行监测，每年向有专业资质单位购买卫星图片对比解译分析或委托具有相关资质单位进行监测；采用无人机辅助测绘方式，对全矿区地形地貌景观分区域监测，重点监测地面塌陷区域，同时配合无人机航测（每季度 1 次）对地面塌陷区域地形坡度，地表裂缝进行监测。

## （3）监测内容

监测内容主要包括监测地表高程、地形坡度的变化和较大裂缝对地形地貌景观、植被生长的影响情况。掌握矿区地面工程、采空塌陷区、矿山开采对地貌景观的影响或破坏程度。

## （4）技术要求

采用高精度遥感卫星数据（SPOT、Landsat、Quick Bird 等）或航拍等遥感数据作为数据源，地面分辨率小于 2.5m。

同一地区，不同时相的遥感数据最好为同一季节获取。应选用影像层次丰富、图像清晰、色调均匀、反差适中的遥感图像资料。要求少积雪、积水和低植被，云、雪覆盖量低于 10%，且不可遮盖被监测的目标物和其他重要目标物。

遥感解译必须建立解译标志，包括直接标志和间接标志。直接标志是地物本身的有关属性在图像上的直接反映，如形状、大小、色调、阴影等；间接标志是指与地物的属性有内在联系，通过分析能够判断其性质的影像特征，如水系、地貌特征、纹理、位置、植被等。遥感解译标志建立后必须进行外业调查验证，验证率不低于图斑总数的 30%，解译与外业验证之间的误差不得超过 5%。

# 4、水土环境质量监测

## （1）监测点部署

监测点布设：在永坪川上游、下游、郝家沟上游分别布设 1 个水体环境监测点。在工业场地（生产区）、临时排矸场及周边耕地区各布设 1 个土壤质量监测点。

## （2）监测内容及时间

### 1) 监测内容

地表水水质质量常规监测，包括 pH、氨氮、氯离子、石油类、总砷、悬浮物等监测。土质化验的内容为：pH 值、有机质等土壤环境质量等因子监测。

### 2) 监测频率及时间

水质每季度监测 1 次，取一组水样进行分析。

土壤环境质量年监测 1 次，取一组土壤进行分析。

监测时间：全期监测。

(3) 采样及分析方法

1) 水质：水样同含水层监测。

2) 土壤

采集土壤平面混合样品时，采样深度 0cm~20cm，将一个采样单元内各采样分点采集的土样混合均匀，采用四分法，最后留下 1kg 左右。

采集剖面样时，剖面的规格长度一般为长 1.5m，宽 0.8m，深 1.2m，要求到达土壤母质层或潜水水位处，剖面要求向阳，采样要自下而上，分层采取耕作层、沉积层、风化母岩层或母质层样品。

采取重金属的样品尽量用竹片或竹刀去除与金属采样器接触的部分土壤再取样，样品袋要求为棉布袋，潮湿样品可内衬塑料袋（供有机化合物测定）。采样的同时，由专人填写样品标签，采用记录：标签一式两份，一份放入袋中，一份系在袋口，标签上标注采样时间、地点、样品编号、监测项目、采样深度和经纬度。

采样结束，需逐项检查采样记录、样袋标签和土壤样品，如有缺项和错误，及时补齐更正。

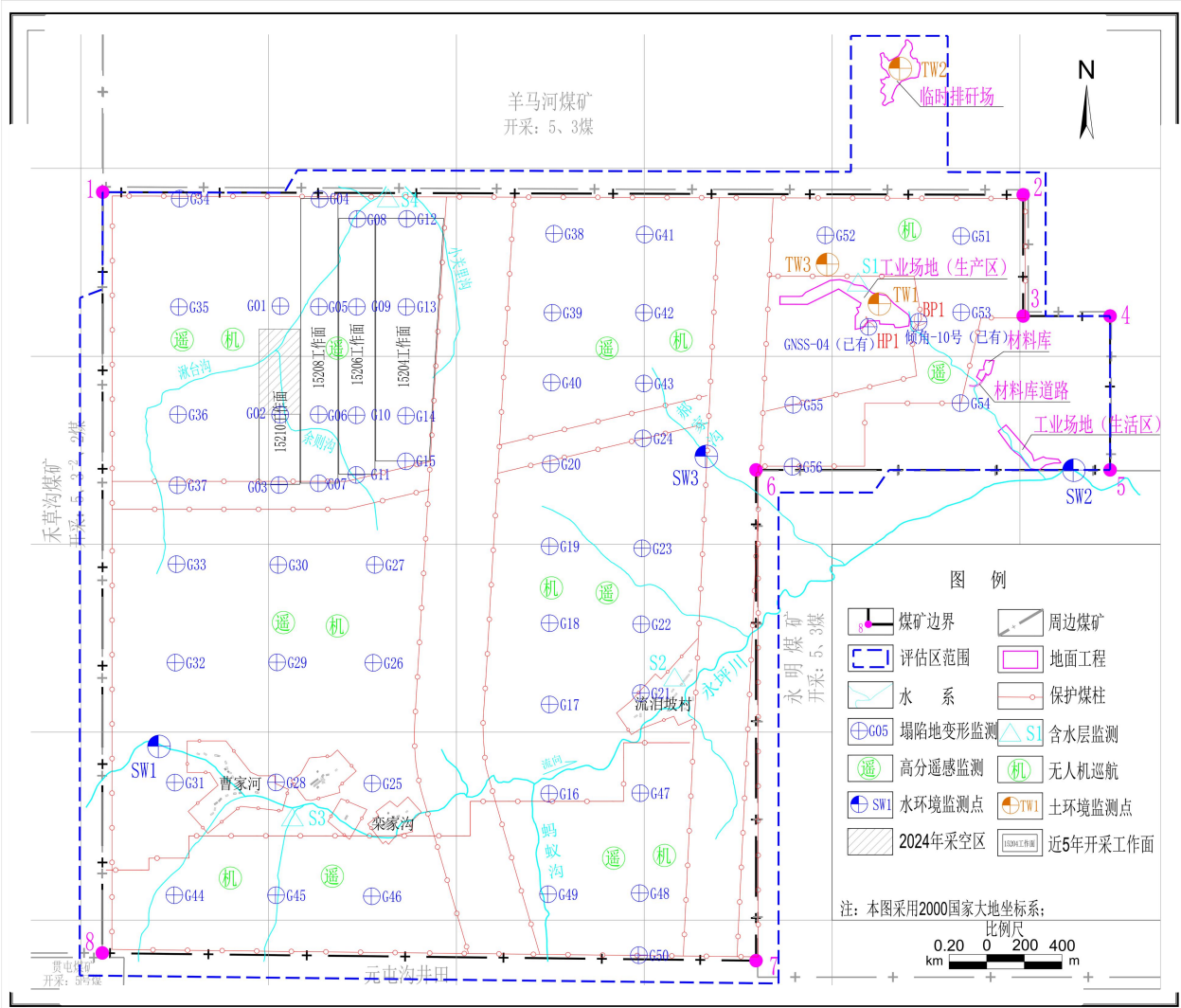
土壤监测分析应符合相关标准的有关规定；水土环境质量监测点布置情况见表 5.6-4、图 5.6-1。

表 5.6-4 水土环境监测点部署位置一览表

监测类型	监测编号	部署位置	2000 国家大地坐标系		监测内容
			X 坐标	Y 坐标	
水环境	SW1	永坪川上游			流量、水质
	SW2	永坪川下游			
	SW3	郝家沟上游（参照点）			
土壤环境	TW1	工业场地（生产区）			pH、氨氮、氯离子、石油类、总砷、悬浮物等
	TW2	临时排矸场			
	TW3	工业场地（生产区）附近耕地（参照点）			

5、矿山地质环境综合管理

在煤炭开采过程中，禾草沟一号煤矿应组织人员对采空区地表进行定期巡查，及时发现矿山地质环境问题，当发现不稳定地质体或隐患时，应设立警示标志或警戒线，防止人员误入可能造成伤害。



(三) 主要工程量

表 5.6-5 矿山地质环境监测工程量					
监测类型	监测设备/技术	近期	中期	后期	监测频率
矿山不稳定地质体监测	GNSS 表面位移监测系统	13	41		动态监测，实施采集
	新建含水层监测井	1			
	监测布置点（点）	3			每季度监测 1 次， 年水质全分析 1 次
	取样（组）	20	104	1	
	水位测量（次）	60	312	12	
	水质全分析（组）	5	26	1	每年 1 次
含水层监测	含水层监测井维护（次）	3	26	1	
	地形地貌景观高分遥感监测（km <sup>2</sup> ）	82.979	431.4908	16.5958	高分辨率影像每年 1 次，无人机航测每季度 1 次
	无人机巡航（hm <sup>2</sup> ）	142.72	1329.35		
水环境	取样（组）	20	104	1	水质每季度监测 1 次，土壤环境质量年监测 1 次
	水位测量（次）	60	312	12	
	水质全分析（组）	5	26	1	
土壤质量	取土样	5	26	1	
	土壤环境分析（组）	5	26	1	

## 七、土地复垦监测和管护

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土地损毁监测和复垦效果监测。以此来验证、完善沉陷预测与复垦措施，从而保证复垦目标的实现。

管护措施是复垦工程的重要程序，主要包括林地管护和草地管护。

### （一）目标任务

监测措施的主要任务包括对沉陷损毁区、压占损毁区等复垦责任范围内的土地实施土地损毁监测、复垦质量监测等内容。

针对复垦后的林地和草地进行管护，由于本项目处于生态脆弱区，因此确定的复垦管护时间为6年。

### （二）措施和内容

#### 1、土地复垦监测措施

##### （1）原地貌地表监测

监测内容：原始地形信息、地面标高、土地产量、植被覆盖度、土壤参数等。

监测设备：本次监测平面坐标系采用 2000 国家坐标系。使用通过国家检校的符合国家 C、D 级控制网精度的双频接收机进行静态观测。

监测方法：①采用 GPS 配合无人机、水准仪等设备，对地表原始标高和信息进行测量，同时在稳定区域埋设基准点，为后期监测提供便利。②通过实测、走访、统计记录等手段检测各类土地产量。③采用样方法对植被覆盖度进行本底数据调查。④通过实地取样送检，对拟损毁土地进行土壤参数本底数据监测。

观测点应布设在最能反映监测区位移和沉降变化处。根据煤矿土地损毁预测图，结合沉陷损毁区损毁情况，本方案根据采区分布位置布设观测点。

监测频率：煤矿需委托具有监测资质的单位专业人员进行定期监测。采前开展 1~2 期本底数据监测。

##### （2）土地损毁监测

监测内容：原始地形信息、地表下沉量、地裂缝、塌陷情况、土地产量等。

监测设备：本次变形监测平面坐标系采用 2000 国家坐标系。使用通过国家检校的符合国家 C、D 级控制网精度的双频接收机进行静态观测。

监测方法：①工作基点布置，在监测区域外地层稳定位置布设工作基点。工作基点是测定监测区域位移、沉降量的依据，工作基点的稳定是影响变形监测数据准确性最重要的因素之一，因此工作基点的位置应选择在远离监测区，基础稳定的地方，点位周围无高压线路、高层建筑物，同时还应考虑到便于观测等方面的要求。根据该复垦区实际情况，须在符合要求的区域拟设立 1 个工作基点，组成闭合变形监测网，方便后期检核。②监测方案，工作基点作为直接测定观测点的控制点位，为保证准确无误，每次观测后都要进行检测，出现位移或者沉降应及时分析原因，确实发生点位位移和沉降的应予以剔除，用剩余控制点位进行替代进行下一轮观测。

观测时设计好观测网形，然后按照边连式组成同步环观测，每个观测点的观测采样率为 1s/次，卫星高度截止角为  $15^{\circ}$ ，天线高采用三次平均值，GPS 接收机尽量采用同一型号且天线统一对准一个方向（一般情况下为北方向）从而减小系统误差，观测时间至少 1h。确定进行观测时要提前查看星历预报，避免在 GPS 卫星较少的时间段观测，以免造成观测精度不达标现象。

观测点应布设在最能反映监测区位移和沉降变化处。根据煤矿土地损毁预测图，结合沉陷损毁区损毁情况，本方案根据采区分布位置布设观测点。

监测频率：煤矿需委托具有监测资质的单位专业人员进行定期监测。开采过程中，每月监测 1 次；开采后至地表稳沉阶段，每月监测 1 次，监测点 1 个/10hm<sup>2</sup>。

### （3）土地质量监测

土地质量监测包括沉陷损毁前、复垦后土壤质量监测。

监测内容：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）等，监测指标见表 5.7-1。

监测频率：土地损毁前在工作面上方各地类设置土壤质量监测点，监测次数为一次。土地损毁后及复垦工程实施后实施土壤质量的变化监测，监测频次按照 2 次/年。

监测时间：监测持续时间为 6 年。

监测作用：对土地损毁程度、土壤有机质、土壤理化性质和植被生长状况实施监测，安排土地损毁前、损毁过程和复垦后实施监测，作为评判土地损毁程度、土地复垦工程设计和土地复垦效果的重要依据。

监测方案主要是委托具有土壤监测资质的研究院所、高校或企业编制。

表 5.7-1 土壤质量监测方案表

监测内容	样点持续监测时间 年	监测频次 次·年 <sup>-1</sup>	监测内容
土壤质地	6	2	壤土、黏土等
土壤结构	6	2	团粒结构、孔隙度等
土壤容重	6	2	单位体积土壤的干重
土壤水分	6	2	含水量、持水能力等；
PH 值	6	2	土壤酸碱性
有机质	6	2	有机碳含量
养分含量	6	2	氮、磷、钾等主要成分
微量元素	6	2	铁、锌、铜、锰等
盐分含量	6	2	电导率、可溶性盐含量

#### （4）复垦效果监测

复垦效果监测主要包括工程措施监测和植被恢复效果监测。

##### 1) 工程措施监测

监测方案：主要包括裂隙填充工程、平整工程。监测贯穿土地复垦措施实施的全过程，监测内容主要包括各项工程措施实施效果情况，是否达到质量要求，能否保证有效利用，能否满足当地居民的生产生活需要等。

##### 2) 植被恢复效果监测

复垦植被监测适用于沉陷区内林地、草地及临时用地复垦单元。

监测内容：复垦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。

监测方法：林地郁闭度的监测采用树冠投影法。在大面积的绿化区域内典型地块内选定 2m×2m 的标准地，进行典型监测，在行道树等单行、双行种植树木的区域选定 1m×5m 的方格，测量每株树木在方格中的位置，用皮尺和罗盘测定每株树冠东西、南北方向的投影长度，再按实际形状在方格纸上按一定比例尺勾绘出树冠投影，在图上求出林冠投影面积和标准地面积，即可计算林地郁闭度。

监测频率：在复垦规划的服务年限内，每年监测 2 次，持续监测时间为 6 年，具体方案见表 5.7-2。

表 5.7-2 复垦植被恢复监测方案表

监测内容	监测频次（次·年 <sup>-1</sup> ）	样点持续监测时间（年）
成活率	2	6
郁闭度	2	6
单位面积蓄积量	2	6

## 2、复垦管护措施

### （1）管护阶段及区域

近期主要对复垦后临时堆渣区灌木林地、塌陷区内园地、林地、草地进行管护，中后期主要复垦为天然牧草地的材料库和材料库道路及复垦后塌陷区内园地、林地、草地进行管护。

### （2）管护措施

为了使复垦后的植被能够更好地存活和生长，必须设计必要的管护措施。本方案设计采取复垦后专人看护的管护模式。管护工作包括苗木看护、补植、打药等日常管理。本项目“边开采、边复垦”，因此管护将贯穿于整个开采过程之中。暂定本方案开采稳沉后，最终管护时间为6年。管护工程需要配备2名管护工人，每季度进行一次全面管护。

#### 园地管护措施：

- 1）栽植时要确保树苗直立，填土缓填，尽量不要伤根。
- 2）栽植后及时浇水，水要浇透，有助于根系与土壤密接，才能确保成活。
- 3）在管护期内逐年对复垦区成活率不高的区域进行补种措施，补种面积按复垦果园面积的5%、4%、3%进行。
- 4）专人看管，防止人畜破坏。发现病虫害及时防治，勿使蔓延。
- 5）做好林地防火工作，尤其气候干燥时要加强对林区用火的监管。

#### 林地管护措施：

- 1）栽植时要确保树苗直立，填土缓填，尽量不要伤根。
- 2）栽植后及时浇水，水要浇透，有助于根系与土壤密接，才能确保成活。
- 3）在管护期内逐年对复垦区成活率不高的区域进行补种措施，补种面积按复垦林地面积的5%、4%、3%进行。
- 4）专人看管，防止人畜破坏。发现病虫害及时防治，勿使蔓延。
- 5）做好林地防火工作，尤其气候干燥时要加强对林区用火的监管。

#### 草地管护措施：

- 1）多草种混播，土地破坏前、破坏中及破坏后均对矿区撒播草种。
- 2）雨季前撒播，出苗后对缺苗地方及时补种。
- 3）保护脆弱的生态环境，严禁翻耕扰动土壤。
- 4）在管护期内逐年对复垦区成活率不高的区域进行补种措施，补种面积按复垦草地面积的5%、4%、3%进行。

5) 专人看管, 防止人畜践踏。发现病虫害及时防治, 勿使蔓延。

6) 每年汛后或每次较大暴雨后, 应派专人检查, 及时发现问题, 及时采取补救措施。

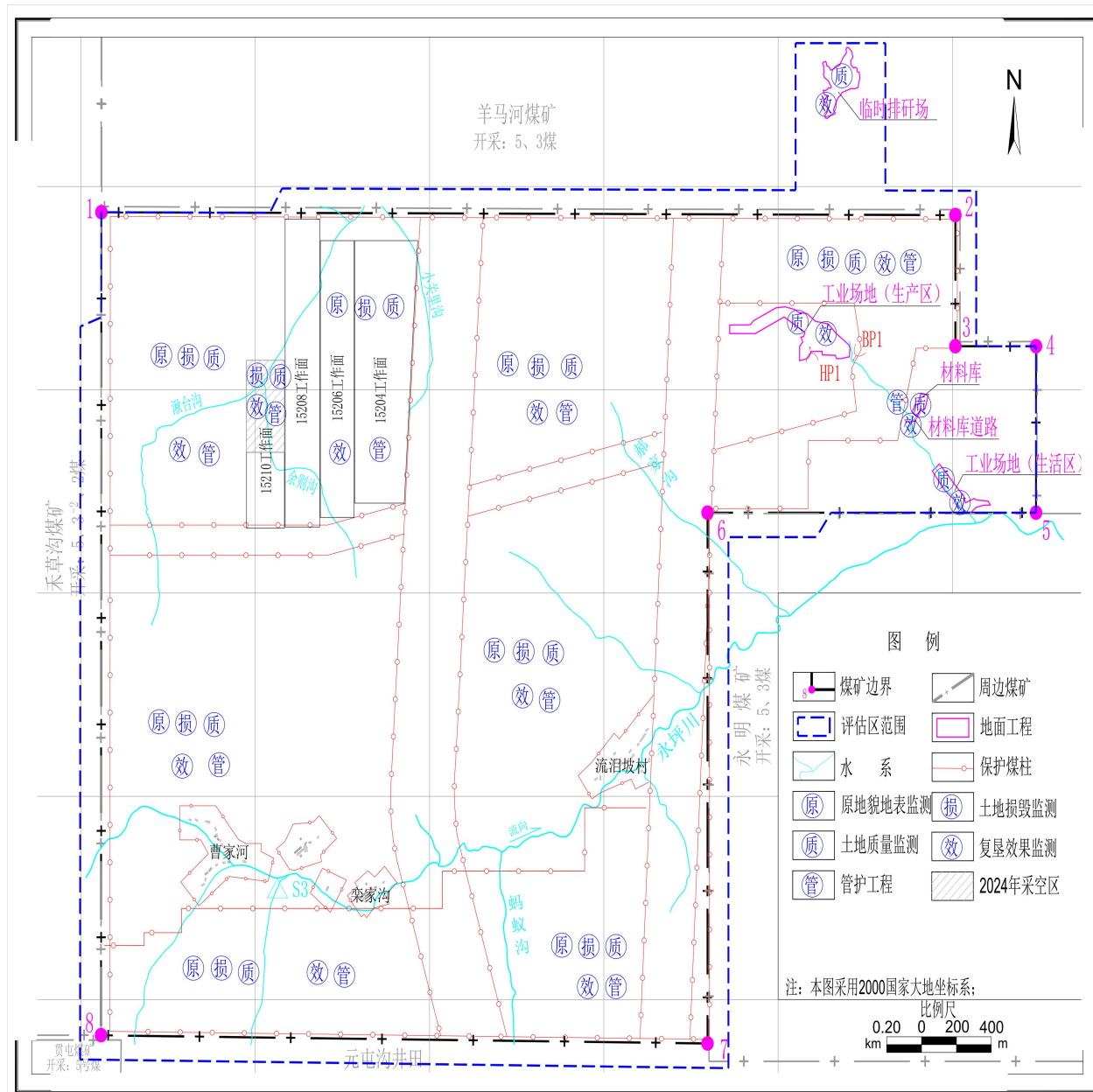


图 5.7-1 土地复垦监测和管护部署图

### (3) 管护制度

矿方应重视管护工作的落实, 设置管护专职管理机构, 配备相关管理干部及管护工人, 责任层层落实到人, 管理科学, 费用到位, 奖惩分明。

首先由矿方成立管护大队, 队长由矿方指定专人负责, 管护人员数量由管护大队根据项目区管护面积大小确定。管护人员要选择责任心强、敢抓敢管、素质较高的职工担任, 由矿方审查聘任。管护人员的职责: 巡逻护林护草, 承担管护区的工程设施、围栏、标牌、植被等不被人为损毁和牲畜践踏。了解观察复垦植被成活率, 观察记录复垦植被病虫害、

缺肥症状情况。宣传国家有关保护生态的法律、法规、规章。制止违反本办法及其他损毁生态的行为，并及时报告当地林草管护主管部门，做到不失控、不隐瞒。

要建立健全管护监督检查制度，矿方主管土地复垦工作人员定期对管护工作进行检查、评估，并将结果予以通报。管护费用按期发放到位，管护人员和管理干部工资由管护费用中提取，并制定适当的奖励和惩罚细则，对不合格的管护人员进行辞退或更换，以保障管护工作的顺利实施。

### （三）主要工程量

#### 1、土地复垦监测工程量

表 5.7-3 沉陷区监测工程量表

复垦阶段	监测工程实施范围	监测内容	每个点监测次数	监测点个数	监测次数
近期	耕地 26.03hm <sup>2</sup>	原地貌地表监测	1	14	14
	林地 87.24hm <sup>2</sup>	土地损毁监测	13	4	52
	草地 26.52hm <sup>2</sup>	土地质量监测	6	11	66
	交通运输用地 0.76hm <sup>2</sup>	复垦效果监测	6	4	24
中期、后期	耕地 154.95hm <sup>2</sup>	原地貌地表监测	1	100	100
	园地 1.53hm <sup>2</sup>	土地损毁监测	13	25	325
	林地 712.43hm <sup>2</sup>	土地质量监测	6	114	684
	草地 430.94hm <sup>2</sup>	复垦效果监测	6	25	150
合计	/	原地貌地表监测			114
		土地损毁监测	/		377
		土地质量监测	/		750
		复垦效果监测	/		174

表 5.7-4 地面工程场地监测工程量表

阶段	区域	监测内容	每个点监测次数	监测点个数	监测次数
后期	工业场地（生产区）	土地损毁监测	13	4	52
		土地质量监测	6	4	24
		复垦效果监测	6	4	24
后期	工业场地（生活区）	土地损毁监测	13	2	26
		土地质量监测	6	2	12
		复垦效果监测	6	2	12

#### 2、复垦管护工程量

管护措施主要是对复垦责任范围内复垦的园地、林地和草地进行管护，其管护措施工程量详见表 5.7-5。

表 5.7-5 管护工程量表

复垦阶段	管护区域	管护方法	管护面积 (hm <sup>2</sup> )	管护频次
近期	林地、园地、草地	浇水、喷药施肥 平茬收割	682.86	1 次/年
中期	林地、园地、草地		6866.76	
后期	林地、草地		3.30	

## 八、生态系统监测与调查

### （一）目标任务

生态系统调查监测是指对矿区生态系统进行定期和长期的监测和记录，掌握生态环境的状况和变化趋势，掌握生态系统因塌陷影响造成的动态变化特征。

监测内容主要包括生态系统格局、生态系统状况、生态系统服务和生态系统质量调查。具体指标包括生物多样性等生态学特征，如种群数量等参数。生态系统的格局、分类、功能、质量等方面，监测例如植被覆盖度、各类生态系统格局变化等指标。其中应用遥感数据监测内容和地形地貌监测同步实施，在地形地貌监测的基础上增加生态系统质量、格局等相关指标的解译分析。

### （二）监测方法

遥感监测：采用当年6~9月份最新遥感数据，分辨率不低于1m，进行解译分析。

实地调查：样方调查。

### （三）监测设计与措施

生态系统监测可分为生态系统格局、生态系统状况、生态系统服务和生态系统质量调查。

#### 1、生态系统监测

##### （1）监测内容

生态系统监测主要借助遥感数据、地理信息系统乃至无人机等技术手段，对评估范围的生态系统格局、生态系统质量进行调查监测。生态系统组成、生态系统质量等因素进行监测分析，解译计算矿区植被覆盖度，植被指数、土壤侵蚀等数据进行解译，通过解译数据判断矿区生态系统质量综合指数。

##### （2）监测频次

生态系统监测采用1年监测1次。

2、生态状况调查

（1）监测内容

生物多样性调查内容主要包括物种多样性、生态系统多样性，以及生态过程及相互作用。

物种多样性：指一定区域内生物种类的丰富性，包括动物、植物、微生物等。

生态系统多样性：指生物群落及其生态过程的多样性，以及生态系统的环境差异、生态过程变化的多样性等。

（2）监测方法

地面调查监测：通过实地考察和记录，收集生物多样性的直接数据。这种方法适用于各种类型的生物，包括动物、植物等。例如，动物调查可以采用样线调查法、红外触发相机法和直接计数法等。植物调查则采用样线法和样方法相结合的方式进行。

遥感技术：利用遥感技术进行大面积的生物多样性调查。这种方法适用于大规模的生态系统调查，可以通过卫星图像和地面数据相结合，提高调查的效率和准确性。

（3）监测频次

采用1年监测1次。

（四）主要工程量

表 5.8-1 生态系统监测工程量

时间	监测项目	实施次数	实施区域	实施内容	单位	工程量	备注
近期	生态系统监测	1 次/年	评估区范围或塌陷影响范围	生态系统格局等	Km²	82.979	同地形地貌监测同时实施
	生物状况调查	1 次/年	林草生态系统	林地、草地生态系统调查	点位	6×5 年	
中期	生态系统监测	1 次/年	评估区范围或塌陷影响范围	生态系统格局等	Km²	431.4908	同地形地貌监测同时实施
	生物状况调查	1 次/年	林草生态系统	林地、草地生态系统调查	点位	6×26 年	
后期	生态系统监测	1 次/年	评估区范围或塌陷影响范围	生态系统格局等	Km²	16.5958	同地形地貌监测同时实施
	生物状况调查	1 次/年	林草生态系统	林地、草地生态系统调查	点位	6×8 年	

## 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）部署总体目标任务

##### 1、总体目标

矿山地质环境治理与土地复垦工作部署总体目标是为明确本《方案》治理复垦任务，并按阶段将治理复垦工作任务落实到各个阶段及年度，使得工程措施更具可适用性和可操作性。

##### 2、总体任务

- （1）分析设计工程措施的工序及安排；
- （2）明确总体工程量的构成；
- （3）确定矿山地质环境治理及土地复垦工作的阶段；
- （4）按年度合理安排工程量；
- （5）制定近期 5 年治理复垦工程实施计划。

#### （二）总体部署

针对不同治理区的地质环境问题及土地损毁的形式、强度及其影响程度，按照轻重缓急、分阶段实施的原则合理布设防治措施，建立工程、生物化学、监测与管护的地质环境治理与土地复垦体系。部署了不稳定地质体治理工程、含水层影响减缓措施、地形地貌景观影响治理、水土环境质量、土地损毁的减缓措施。矿山地质环境治理、土地复垦总体工作部署见表 6.1-1、表 6.1-2。

表 6.1-1 矿山地质环境治理总体部署

防治对象	不稳定地质体	含水层	地形地貌景观	水土环境
工程措施	不稳定边坡 BP1、HP1 治理、裂缝填充工程、受损道路维修、受损塔基扶正加固、井筒封闭、变形监测	加强矿井水资源化利用、排供结合、植树种草恢复水位、含水层监测	地形地貌景观监测	水土环境质量监测

通过措施布局，力求使本项目造成的地质环境与土地损毁问题得以集中和全面的治理，在发挥工程措施控制性和速效性特点的同时，充分发挥生物化学、监测管护措施的长效性和美化效果，有效恢复治理矿区地质环境及损毁土地问题。

**表 6.1-2 土地复垦总体部署**

复垦对象	工程措施	生物化学措施	监测与管护措施
已损毁和拟损毁 塌陷地	地貌重塑（土壤剥覆、土地平整、土地翻耕、田埂修筑）、配套工程（道路工程）	土壤重构、植被恢复	土地损毁监测、复垦效果监测、林草管护
工业场地（生产区）、工业场地（生活区）	砌体拆除与清理工程、土地平整、土地翻耕、田埂修筑、道路工程	土壤重构	复垦效果监测
材料库、材料库道路	砌体拆除与清理工程、土地平整、土地翻耕、田埂修筑、道路工程	土壤重构、植被恢复	复垦效果监测、草地管护
临时排矸场	表土回覆、土地平整	土壤重构	复垦效果监测

## 二、阶段实施计划

按照轻重缓急、分阶段实施的原则，将本项目矿山地质环境保护与治理恢复阶段划分为：近期 5 年（2025-2029 年），中期 26 年（2030-2055 年），后期 8 年（2056-2063 年）三个阶段。总体部署情况如下：

本方案针对矿山地质环境治理及土地复垦提出了实施计划，内容如下：

### （一）矿山地质环境治理阶段性实施计划

#### 1、近期矿山地质环境治理安排（2025-2029 年）

- （1）对不稳定边坡 BP1、HP1 进行治理；
- （2）对地面塌陷区次生不稳定斜坡进行治理；
- （3）对已损毁和近期开采拟损毁塌陷地进行裂缝填充；
- （4）对已损毁和近期开采拟损毁的道路进行维修；
- （5）对受损的输电线路塔基进行扶正、加固；
- （6）开展塌陷地地表变形监测、含水层及水土环境质量监测；
- （7）地形地貌监测、生态格局等监测，生态系统样方调查；
- （8）地面人工巡查。

#### 2、中期矿山地质环境治理安排（2030-2055 年）

- （1）对拟损毁范围的中期开采塌陷地进行裂缝填充；
- （2）对中期开采塌陷区受损道路进行维修；
- （3）对中期开采塌陷区受损输电线路塔基进行扶正、加固；
- （4）继续塌陷地地表变形监测，并根据开采范围布置新设监测点、含水层监测、水土环境质量监测。
- （5）地形地貌监测、生态格局等监测，生态系统样方调查；
- （6）地面人工巡查；

### 3、后期矿山地质环境治理安排（2056-2063 年）

- （1）封闭主斜井、副斜井及回风斜井井筒；
- （2）继续实施稳沉期地面塌陷变形、含水层监测、土壤环境质量监测；
- （3）地形地貌监测、生态格局变化等监测，生态系统样方调查；

#### （二）土地复垦阶段性实施计划

##### 1、近期复垦工作安排（2025—2029 年）

- （1）对已有塌陷地和近期开采形成的塌陷地实施复垦措施，主要工程措施包括地貌重塑、土壤重构、植被重建、配套工程等。
- （2）对塌陷地拟损毁土地、已开采塌陷地损毁土地实施监测措施和管护措施；
- （3）对临时排矸场临时损毁的土地进行复垦；
- （4）对临时堆渣区进行土地复垦；
- （5）对实施复垦工程措施区域的管护和土地复垦监测，包括园林草管护及土地损毁、土壤质量、复垦植被、农作物产量监测，确保复垦质量符合土地复垦质量控制标准。

##### 2、中期复垦工作安排（2030-2055 年）

- （1）对中期开采形成的塌陷地实施复垦措施，主要工程措施包括地貌重塑、土壤重构、植被重建、配套工程等；
- （2）对沉陷区损毁土地实施监测措施和管护措施。

##### 3、后期复垦工作安排（2056-2063 年）

- （1）对工业场地（生产区）、工业场地（生活区）进行拆除复垦；主要工程措施包括砌体拆除与清理工程、土地平整、土地翻耕、田埂修筑、道路工程、土壤重构等；
- （2）对材料库、材料库道路进行拆除复垦；主要工程措施包括砌体拆除与清理工程、土地平整、土地翻耕、田埂修筑、道路工程、土壤重构、植被恢复等；
- （3）对复垦区内的复垦土地进行管护和土地复垦监测，包括林草管护及土壤质量、复垦植被、农作物产量监测，要确保土地复垦质量和复垦效果，确保植被的成活率。

### 三、近期年度工作安排

近期各年度矿山地质环境治理、土地复垦工程主要集中在近期开采塌陷区，道路的修复，土地资源进行裂缝充填等复垦；还包括不稳定地质体、含水层、地形地貌景观、水土环境监测，以及土壤质量监测、土地损毁监测、复垦植被恢复效果监测、复垦配套设施监测、园林草地管护工程等措施。矿山地质环境治理与土地复垦近期年度工作安排见表 6.3-1。

表 6.3-1 近期各年度治理（复垦）措施表

实施年度	治理/复垦对象	治理（复垦）措施	
		矿山地质环境治理	矿区土地复垦
第一年 2025 年	1、不稳定边坡 BP1、HP1、地面塌陷 TX7； 2、临时堆渣区；	1、不稳定边坡 HP1 治理工程（设计）； 2、地面塌陷 TX7 裂缝填充 11.66hm <sup>2</sup> ； 3、高压输电塔基加固 1 座，低压输电线杆扶正； 4、损毁农村道路维修 522m； 5、矿山地质环境监测工程（包括矿山不稳定地质体、含水层、地形地貌景观及生态环境、水土环境质量等监测）； 6、方案编制、地表附着物报告、监测方案、监测成果数据分析总结报告、年度计划与验收等技术服务。	1、对塌陷地（TX7）进行复垦工作，工程措施包括土壤重塑工程（剥覆工程、平整工程、配套工程）、土壤重构工程、植被重建工程等，共计复垦面积 10.51hm <sup>2</sup> ，恢复耕地面积 4.73hm <sup>2</sup> 、林地面积 1.27hm <sup>2</sup> 、草地面积 4.51hm <sup>2</sup> ； 2、对临时堆渣区进行土地复垦，复垦方向灌木林地，面积 0.68hm <sup>2</sup> ； 3、对临时排矸场临时损毁土地进行复垦，面积 0.30hm <sup>2</sup> ； 4、复垦后进行管护和土地复垦监测，包括园林草管护及土地损毁、土壤质量、复垦植被、农作物产量等监测。
第二年 2026 年	1、不稳定边坡 BP1、HP1； 2、15210 西部、15208 北部工作面；	1、上期《方案》未实施项目本期《方案》第二年接续实施，不稳定边坡 BP1 治理工程；	/
		1、不稳定边坡 HP1 治理工程（施工）； 2、裂缝填充 24.57hm <sup>2</sup> ； 3、高压输电塔基加固 2 座，低压输电线杆扶正； 4、损毁农村道路维修 546m； 5、矿山地质环境监测工程（包括矿山不稳定地质体、含水层、地形地貌景观及生态环境、水土环境质量等监测）； 6、地表附着物报告、监测方案、监测成果数据分析总结报告、年度计划与验收等技术服务。	1、对第一年开采 15210 西部、15208 北部工作面塌陷损毁土地进行复垦工作，工程措施包括土壤重塑工程（剥覆工程、平整工程、配套工程）、土壤重构工程、植被重建工程等，共计复垦面积 24.57hm <sup>2</sup> ，恢复耕地面积 4.05hm <sup>2</sup> 、林地面积 16.33hm <sup>2</sup> 、草地面积 4.19m <sup>2</sup> ； 2、对零散的废弃宅基地进行拆除复垦，复垦方向为旱地，面积 0.61hm <sup>2</sup> ； 3、对临时排矸场临时损毁土地进行复垦，面积 0.37hm <sup>2</sup> ； 4、复垦后进行管护和土地复垦监测，包括园林草管护及土地损毁、土壤质量、复垦植被、农作物产量等监测。

实施 年度	治理/复垦对象	治理（复垦）措施	
		矿山地质环境治理	矿区土地复垦
第三年 2027年	1、15208 南部、15206 北部工作面；	1、裂缝填充 27.16hm <sup>2</sup> ； 2、高压输电塔基加固 1 座，低压输电线杆扶正； 3、损毁农村道路维修 558m； 4、矿山地质环境监测工程（包括矿山不稳定地质体、含水层、地形地貌景观及生态环境、水土环境质量等监测）； 5、地表附着物报告、监测方案、监测成果数据分析总结报告、年度计划与验收等技术服务。	1、对第二年开采 15208 南部、15206 北部工作面损毁土地进行复垦工作，工程措施包括土壤重塑工程（剥覆工程、平整工程、配套工程）、土壤重构工程、植被重建工程等，共计复垦土地面积 27.16hm <sup>2</sup> ，其中耕地面积 4.47hm <sup>2</sup> 、林地面积 18.05hm <sup>2</sup> 、草地面积 4.63hm <sup>2</sup> ； 2、对临时排矸场临时损毁土地进行复垦，面积 0.40hm <sup>2</sup> ； 3、复垦后进行管护和土地复垦监测，包括园林草管护及土地损毁、土壤质量、复垦植被、农作物产量等监测。
第四年 2028年	1、15206 南部、15204 北部工作面；	1、裂缝填充 28.45hm <sup>2</sup> ； 2、高压输电塔基加固 1 座，低压输电线杆扶正； 3、损毁农村道路维修 570m； 4、矿山地质环境监测工程（包括矿山不稳定地质体、含水层、地形地貌景观及生态环境、水土环境质量等监测）； 5、地表附着物报告、监测方案、监测成果数据分析总结报告、年度计划与验收等技术服务。	1、对第三年开采 15206 南部、15204 北部工作面损毁土地进行复垦，工程措施包括土壤重塑工程（剥覆工程、平整工程、配套工程）、土壤重构工程、植被重建工程等，共计复垦面积 28.45hm <sup>2</sup> ，其中耕地面积 4.69hm <sup>2</sup> 、林地面积 18.91hm <sup>2</sup> 、草地面积 4.85hm <sup>2</sup> ； 2、对临时排矸场临时损毁土地进行复垦，面积 0.35hm <sup>2</sup> ； 3、复垦后进行管护和土地复垦监测，包括园林草管护及土地损毁、土壤质量、复垦植被、农作物产量等监测。
第五年 2029年	1、15204 中部工作面；	1、裂缝填充 29.75hm <sup>2</sup> ； 2、损毁农村道路维修 474m； 3、矿山地质环境监测工程（包括矿山不稳定地质体、含水层、地形地貌景观及生态环境、水土环境质量等监测）； 4、地表附着物报告、监测方案、监测成果数据分析总结报告、年度计划与验收等技术服务。	1、对第四年开采 15204 中部工作面损毁土地进行复垦，工程措施包括土壤重塑工程（剥覆工程、平整工程、配套工程）、土壤重构工程、植被重建工程等，共计复垦面积 29.75hm <sup>2</sup> ，其中耕地面积 4.90hm <sup>2</sup> 、林地面积 19.77hm <sup>2</sup> 、草地面积 5.07hm <sup>2</sup> ； 2、对临时排矸场临时损毁土地进行复垦，面积 0.34hm <sup>2</sup> ； 3、复垦后进行管护和土地复垦监测，包括园林草管护及土地损毁、土壤质量、复垦植被、农作物产量等监测。

## 第七章 经费估算与进度安排

### 一、经费估算依据

#### （一）估算依据

##### 1、矿山地质环境治理工程估算依据

- （1）《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》《陕西省水利工程施工机械台班费定额》（陕水规计发[2024]107号）；
- （2）《招标代理服务收费管理暂行办法》（计价格【2002】1980号）；
- （3）《建设工程监理与相关服务收费管理规定》（发改价格【2007】670号）；
- （4）《工程勘察设计收费标准》（国家计委、建设部，计价格[2002]10号）；
- （5）《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）；
- （6）《测绘生产成本费用定额》（财政部、国家测绘局，财建[2009]17号）；
- （7）《地质调查项目预算标准（2021）》（自然资源部中国地质调查局）；
- （8）《矿山生态修复工程验收规范》（TD/T1092-2024）；
- （9）《矿山生态修复工程实施方案编制导则》（TD/T1093-2024）；
- （10）延安市 2025 年第四期建设工程信息价。

##### 2、土地复垦工程经费概算依据

- （1）《土地开发整理项目预算编制规定》《土地开发整理项目预算定额》《土地开发整理项目施工机械台班费定额》（财综【2011】128号）；
- （2）《土地复垦方案编制规程一通则》（国土资源部，TD/T1031.1-2011）；
- （3）《国土资源部办公厅关于印发土地整治工程营业税改征增值税计价依据调整过渡实施方案的通知》（国土资厅发[2017]19号）；
- （4）《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）；
- （5）《关于调整房屋建筑和市政基础设施工程工程量清单计价综合人工单价的通知》（陕西省住房和城乡建设厅，陕建发〔2021〕1097号）；
- （6）延安市 2025 年第四期建设工程信息价。

#### （二）经费来源

根据“谁损毁、谁治理”及“谁开发谁保护、谁破坏谁治理、谁投资谁受益”的原则，矿

山地质环境治理与土地复垦经费由禾草沟一号煤矿自筹，从煤炭销售费中按规定提取，作为矿山地质环境恢复治理与土地复垦基金，治理工程所需费用从基金列支，计入矿山生产成本。

### （三）经费构成及计算方法

#### 1、矿山地质环境治理经费

本方案矿山地质环境恢复治理工程投资估算由工程施工费、临时工程费、独立费、和预备费等组成。

##### （1）基础单价

##### 1) 人工估算单价

人工估算单价由基本工资、辅助工资、工资附加费组成。

根据《陕西省水利工程设计概（估）算编制规定》（陕水规计发[2024]107号），人工估算单价为：技工 75 元/工日，普工 50 元/工日。

##### 2) 材料估算价格

依据《陕西省水利工程设计概（估）算编制规定》（陕水规计发[2024]107号）规定：

##### ①主要材料估算价格：

主要材料估算价格=[主要材料原价+(运杂基本费×装载效能综合系数)]×(1+采购保管费费率)+运输保险费

主要材料价格采用水利工程设计概（估）算编制规定”延安市 2025 年第四期材料不含税信息价计算。

##### ②其他工程或材料价格

延安市工程造价信息不能查询的材料价格，依据现场实地调查及咨询相关监测机构，其中监测井工程单价依据《陕西省首批矿山地下水监测井建设指导方案》进行估算得出。水样监测、土样检测、遥感影像监测单价依据监测单位提供的监测价格确定。

##### 3) 施工用风、水、电估算价格

施工用电价为 0.97 元/kw·h，施工用风价为 0.12 元/m<sup>3</sup>，施工用水价取费为 5.34 元/m<sup>3</sup>。

##### （2）工程施工费估算

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 1m<sup>3</sup>、1 套）所耗用的全部费用，由直接费、间接费、利润、价差和税金五部分组成。

表 7.1-1 主要材料限价表

序号	材料名称	单位	规定价格（元）
1	水泥	t	260
2	钢筋	t	2600
3	钢板	t	2800
4	板枋材	m <sup>3</sup>	1500
5	原木	m <sup>3</sup>	1200
6	炸药	kg	6
7	柴油	kg	3
8	汽油	kg	3.5
9	砂子	m <sup>3</sup>	50
10	碎石、砾石、卵石	m <sup>3</sup>	70
11	块（片）石	m <sup>3</sup>	50
12	料石	m <sup>3</sup>	80
13	商品混凝土	m <sup>3</sup>	200

1) 工程施工费单价

工程施工过程中直接消耗在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。

①基本直接费

由人工费、材料费、机械使用费组成，材料费及施工机械使用费均按不含增值税进项税额的基础单价计算。

人工费=定额工日×人工概算单价。

材料费=定额材料用量×材料单价。

机械使用费=定额机械使用量（台班）×施工机械台班费（元/台班）。

②其它直接费

按基本直接费的 8.0%计算（陕北地区）。

2) 间接费

按《陕西省水利工程设计概（估）算编制规定》（陕水规计发[2024]107 号）执行，见表 7.1-2。

表 7.1-2 间接费费率表      单位：%

序号	工程类别	取费基础	间接费率(%)
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	10.5

### 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 7%。

### 4) 税金

税金按国家税法规定应计入工程造价内的增值税销项税额，税率按 9.0% 计算。

税金=（直接费+间接费+利润+材料价差）×税率。

### 5) 扩大费

根据《陕西省水利工程设计概（估）算编制规定》（陕水规计发[2024]107 号）规定，估算单价按概算单价扩大 10% 计算。

#### （3）临时工程费

临时工程费包括：施工安全生产专项和其他施工临时工程投资

施工安全生产专项投资=(建筑工程投资+机电设备及安装工程投资+金属结构设备及安装工程投资-设备费+施工导流工程投资+施工交通工程投资)×(1+其他施工临时工程费率)×2.5%计算。

其他施工临时工程投资=(建筑工程投资+机电设备及安装工程投资+金属结构设备及安装工程投资-设备费+施工导流工程投资+施工交通工程投资+施工专项工程投资+施工供电工程投资+施工房屋建筑工程投资)×其他施工临时工程费率，根据本项目实际，其他施工临时工程费率按 4.0% 计算。

#### （4）监测费用估算

矿山地质环境监测费由连接测量、地面变形测量、监测点设置、水位测量、取样（水样、土样）、遥感影像测量、水样分析、土样分析费用组成，均为直接费。

变形监测点设置、变形监测依据《测绘生产成本费用定额》（财建[2009]17 号）；水位测量、取水样依据《工程勘察设计收费标准》（计价格[2002]10 号）；土壤取样、水质分析依据《地质调查项目预算标准（2021）》；土壤分析依据《建设工程监理与相关服务收费管理规定》（发改价格[2007]670 号）。

连接测量费等=定额单价×工程量。

#### （5）独立费用

①建设管理费包括建设单位开办费、建设单位人员费、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、工程保险费。

建设单位开办费不计列。

建设单位人员费按《陕西省水利工程设计概（估）算编制规定》表 I.5-7 累进加价计算。

建设管理经常费按《陕西省水利工程设计概（估）算编制规定》表 I.5-8 累进加价计算。

招标业务费按国家计划委员会颁布的《招标代理服务收费管理暂行办法》（计价格[2002]1980 号文件）和国家发展改革委颁布的《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）和《陕西省水利工程设计概（估）算编制规定》表 I.5-9，按累进加价计算。

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：按建安工程费的 0.3%计取，本项目不计取。

验收费：依据《陕西省水利工程设计概(估)算编制规定》表 1.5-10 计取。

咨询评审服务费：按建安工程费的 0.8%计取。

工程保险费不计列。

②生产准备费不计列。

③科研勘察设计费科学研究试验费不计列；勘察设计费，勘察费费率为 4.5%，设计费费率取 3.5%计取。

④其它专项报告编制费、其他生产物资购置费、其他税费均不计列。

## （6）预备费

预备费包括基本预备费、价差预备费 2 项。

基本预备费：指为解决项目实施过程中可能执行或处理经批准的设计变更、政策性调整、意外事故造成投资增加而预留的费用。

价差预备费：指为解决项目实施过程中因人工工资、材料和设备价格上涨以及规定价格上调造成投资增加而预留的费用。

预备费=（工程部分投资+独立费用）×预备费费率，预备费费率取 10%。

## 2、土地复垦经费

本方案土地复垦工程概算由工程施工费、设备费、其他费用、监测管护费和预备费等组成。

### （1）基础单价

#### ①人工估算单价

人工单价由基本工资、辅助工资、工资附加费组成。

本方案人工工资按《土地开发整理项目预算编制规定》标准算，本项目所在地（子长县）人工工资为七类工资区，甲类人工 52.14 元/工日、乙类工 39.73 元/工日。

本方案中人工单价依据陕西省住建厅印发的《关于调整房屋建筑和市政基础设施工程

工程量清单计价综合人工单价的通知》（陕建发〔2021〕1097号）进行调整，根据文件中要求，建筑工程、安装工程、市政工程、园林绿化工程由原120.0元/工日调整为136.0元/工日；装饰工程由原130.00元/工日调整为146.00元/工日，因此本项目确定甲类工为146.0元/工日、乙类工136.0元/工日。陕建发〔2021〕1097号文件中明确综合人工单价调整后，调增部分计入差价。

直接费中人工单价按照甲类工为52.14元/工日、乙类工39.73元/工日进行计算，增调的甲类工为93.86元/工日、乙类工96.27元/工日纳入价差进行计算。

## ②材料估算价格

### 1) 主要材料估算价格

按照陕发改投资[2016]1303号文，材料估算价格中的材料原价、运杂费，运输保险费、采购及保管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：估算材料单价=材料原价（含增值税进项税额）÷调整系数。

材料单价：主要材料价格参照延安市2025年第四期建设工程信息价中不含税市场价取值，次要材料以当地市场调查价为准。根据《土地开发整理项目预算定额标准编制规定》主要材料价格计算办法，当材料估算价格高于规定价格时，超出部分按价差计算；当材料估算价格低于规定价格时，可直接采用估算价格计算。

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

### 2) 其他工程或材料价格

《陕西省工程造价管理信息》不能查询的材料价格，依据现场实地调查及咨询相关监测机构提供的监测价格确定。

## ③施工用风、水、电估算价格

施工用电价为0.97元/kw·h，施工用风价为0.12元/m<sup>3</sup>，施工用水价取费为5.34元/m<sup>3</sup>。

### （2）工程施工费估算

工程施工费单价（建筑工程单价）是指以价格形式表示的完成单位工程量（如1m<sup>3</sup>、1套）所耗用的全部费用，由直接费、间接费、利润、价差和税金五部分组成。

#### ①直接费

工程施工过程中直接消耗在工程项目上的活劳动和物化劳动的费用，由直接工程费、措施费组成。

##### 1) 直接工程费

直接工程费由人工费、材料费、施工机械使用费组成。

人工费= $\Sigma$  分项工程量 $\times$ 分项工程定额人工费。

分项工程定额人工费是人工单价与定额消耗标准的乘积。

材料费= $\Sigma$  分项工程量 $\times$ 分项工程定额材料费。

定额材料费是定额中各种材料概算价格与定额消耗量的乘积之和。

材料概算价格按当地物价部门提供的市场指导价。

施工机械使用费= $\Sigma$  分项工程量 $\times$ 分项工程定额机械费。

## 2) 措施费

措施费=直接工程费 $\times$ 措施费率

依据《土地开发整理项目预算编制规定》及《关于增加建设工程扬尘治理专项措施费及综合人工单价调整的通知》（陕建发【2017】270 号），本项目措施费综合费率=临时设施费+冬雨季施工增加费+施工辅助费+安全文明施工费+环境保护费（含排污）+扬尘治理费。

本项目措施费综合费率为  $2+0.7+0.7+2.6+0.4+0.4=6.8\%$

## ②间接费

间接费=直接费 $\times$ 间接费率

根据《土地开发整理项目预算编制规定》，结合本项目特点，土方工程、砌体工程和其他工程间接费按照直接费的 5%比例计取，石方工程和混凝土工程按照直接费的 6%计取。

## 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税金

税金按国家税法规定应计入工程造价内的增值税销项税额，税率按 9.0%计算。

税金=（直接费+间接费+利润+材料价差） $\times$ 税率。

## ⑤扩大费

参考《陕西省土地开发整理项目估算编制办法及费用标准（试行）》（陕国土资发〔2004〕22 号）总则第 6 条规定，按 15.5%计取。指直接费、间接费、利润和税金之和的 15.5%。

## （3）设备费

设备购置费包括设备原价、运杂费、运输保险费和采购及保管费。

## （4）监测管护费

### ①复垦监测费

指复垦方案服务期内进行土地损毁监测和土地复垦效果监测的费用。监测费用按照各个复垦单元实施的监测次数进行计算。原地貌地表监测、土地质量监测、植被恢复效果监测和配套措施监测分别按照 294.56、360、300、260 元/次计费。

## ②管护费

管护工程量与最短管护时间随复垦区位条件、植被种类差异较大，对于一般地区管护时间最短为 3 年，本项目处于陕北地区，取 6 年。通过比较分析，本方案确定本项目林、草地管护工程单价费用为 3000、1200 元/（hm<sup>2</sup>\*年）。

## （5）其他费用

其它费用由前期工作费、工程监理费、竣工验收费和业主管理费组成。费用标准参照《土地开发整理项目预算编制规定》计算。

前期工作费。前期工作费由土地清查费、项目可行性研究费、项目勘测费、项目设计及概算编制费、项目招标代理费组成。

①土地清查费以工程施工费为计费基数，费率取 0.5%。

②项目可行性研究费以工程施工费与设备购置费之和作为计费基数，采用分档定额计费方式计算，各区间按内插法确定。

③项目勘测费以工程施工费为计费基数，费率为 1.5%。项目地貌类型为丘陵/山区的可以乘以 1.1 的调整系数。

④项目设计及概算编制费以工程施工费与设备购置费之和作为计费基数，采用分档定额计费方式计算（项目地貌类型为丘陵/山区的可以乘以 1.1 的调整系数），各区间按内插法并结合市场行情确定。

⑤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，采用差额定率累进法计算。

b) 工程监理费以工程施工费与设备购置费之和作为计费基数，采用分档定额计费方式计算，各区间按内插法确定。

c) 拆迁补偿费未计算。

d) 竣工验收费由工程复核费、工程验收费、项目决算编制与审计费、整理后土地的重估与登记费、标识设定费组成。

①工程复核费以工程施工费与设备购置费之和为计费基数，采用差额定率累进法计算。

②工程验收费以工程施工费与设备购置费之和为计费基数，采用差额定率累进法计算。

③项目决算编制与审计费以工程施工费与设备购置费之和为计费基数，采用差额定率

累进法计算。

④整理后土地重估与登记费以工程施工费与设备购置费之和为计费基数，采用差额定率累进法计算。

⑤标识设定费以工程施工费与设备购置费之和为计费基数，采用差额定率累进法计算。

e) 业主管理费以工程施工费、设备购置费、前期工作费、工程监理费、拆迁补偿费和竣工验收费之和作为计费基数，采用差额定率累进法计算。

### （6）不可预见费

不可预见费是指考虑了矿山土地复垦期间可能发生的风险因素、自然灾害、设计变更及其他不可预见因素的变化而增加的费用。

不可预见费=（工程施工费+其他费用）×不可预见费费率。依据《土地开发整理项目预算编制规定》（财政部、国土资源部，2011 年 128 号）不可预见费费率按照 10%计取。

## 二、矿山地质环境治理工程经费估算

### （一）总工程量

禾草沟一号煤矿近期、中期及后期的矿山地质环境治理工程量见表 7.2-1。

表 7.2-1 矿山地质环境治理和监测总工程量表

序号	工程名称	单位	近期	中期	后期	合计
一	治理工程					
(一)	不稳定边坡 BP1 治理工程					
1	警戒线	m	90.00			90.00
(二)	不稳定边坡 HP1 治理工程					
一	材料库拆除清运					
1	房屋拆除	m <sup>3</sup>	280.00			280.00
2	垃圾清运	m <sup>3</sup>	280.00			280.00
3	废弃器材清运	m <sup>3</sup>	620.00			620.00
二	截排水工程					
1	C20 混凝土	m <sup>3</sup>	129.25			129.25
2	模板	m <sup>2</sup>	613.94			613.94
3	抹面	m <sup>3</sup>	47.00			47.00
4	挖基土方	m <sup>3</sup>	340.75			340.75
5	回填土方	m <sup>3</sup>	152.75			152.75
6	伸缩缝	m <sup>3</sup>	12.93			12.93
7	三七灰土垫层	m <sup>3</sup>	58.75			58.75
(三)	裂缝填充工程					
1	人工裂缝填充	100m <sup>3</sup>	329.64	3265.63		3595.26
2	机械裂缝填充	100m <sup>3</sup>	612.18	6064.74		6676.92

序号	工程名称	单位	近期	中期	后期	合计
(四)	<b>道路维修工程</b>					
1	混凝土路面	m <sup>2</sup>	4840.00	31320.00		36160.00
2	素土路面	m <sup>2</sup>	2190.00	29370.00		31560.00
(五)	<b>塔基加固工程</b>					
1	基座清理	m <sup>3</sup>	130.00	130.00		260.00
2	混凝土重固定	m <sup>3</sup>	200.00	200.00		400.00
(六)	<b>民用输电线路维修工程</b>					
1	电线杆扶正、矫正	基	13.00	176.00		189.00
2	线路系统调整	m	1300.00	17600.00		18900.00
(七)	<b>井筒封闭工程量表</b>					
1	拦渣坝					
1.1	C25 混凝土	m <sup>3</sup>			571.68	571.68
1.2	铁丝网	m <sup>2</sup>			282.28	282.28
1.3	钢筋	t			2.64	2.64
1.4	模板	m <sup>2</sup>			135.74	135.74
2	回填矸石	m <sup>3</sup>			22019.68	22019.68
3	回填粘土	m <sup>3</sup>			2258.41	2258.41
4	挡水墙					
4.1	C25 混凝土	m <sup>3</sup>			995.15	995.15
4.2	铁丝网	m <sup>2</sup>			491.38	491.38
4.3	钢筋	t			4.57	4.57
4.4	模板	m <sup>2</sup>			236.29	236.29
5	井口剥离岩土	m <sup>2</sup>			305.05	305.05
6	锚网喷支护					
6.1	锚杆（单根 6m）	根			24.00	24.00
6.2	喷射 C25 混凝土	m <sup>3</sup>			1452.92	1452.92
7	钢轨	条			26.00	26.00
8	8mm 钢板	m <sup>2</sup>			531.37	531.37
9	剥离坑内浇灌水泥	m <sup>3</sup>			1630.22	1630.22
10	钢筋（网状）	t			3.00	3.00
(八)	<b>塌陷区树立警示牌、人工巡查及警戒线</b>					
1	竖立警示牌（个）	个	5	150		155
2	人工巡查	次	120	576		696
3	警戒线	m	5150	33550		38700.00
二	<b>监测工程</b>					
(一)	<b>矿山不稳定地质体监测</b>					
1	GNSS 表面位移监测系统	个	13	41		54
(二)	<b>含水层监测</b>					
1	新建含水层监测井（160m）	个	1			1
2	监测布置点	点	3			3

序号	工程名称	单位	近期	中期	后期	合计
3	取样	组	20	104	1	125
4	水位测量	次	60	312	12	384
5	水质全分析	组	5	26	1	32
6	含水层监测井维护	次	3	26	1	30
(三)	地形地貌景观监测					
1	高分遥感监测	km <sup>2</sup>	82.9790	431.4908	16.5958	531.0656
2	无人机巡航	hm <sup>2</sup>	142.72	1329.35		1472.07
(四)	水环境监测					
1	取样	组	20	104	1	125
2	水位测量	次	60	312	12	384
3	水质全分析	组	5	26	1	32
(五)	土壤环境监测					
1	取土样	组	5	26	1	32
2	土壤环境分析	组	5	26	1	32

## (二) 经费估算

本方案矿山地质环境治理静态投资 7278.59 万元，详见表 7.2-2 及估算书。

表 7.2-2 矿山地质环境治理经费估算总表 单位：万元

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	5717.29		1561.3	7278.59	100.0
1.1	建筑工程	5357.95			5357.95	73.61
1.2	机电设备及安装工程					-
1.3	金属结构设备及安装工程					-
1.4	施工临时工程	359.34			359.34	4.94
1.5	独立费用			899.61	899.61	12.36
	基本预备费			661.69	661.69	9.09
2	专项部分投资					-
3	静态总投资 (1+2)				7278.59	100.0
4	价差预备费					-
5	建设期融资利息					-
	工程总投资 (3+4+5)				7278.59	100.0

## 三、土地复垦经费估算

### (一) 总工程量

禾草沟一号煤矿近期、中期及后期的土地复垦及监测管护工程量见表 7.3-1。

表 7.3-1 土地复垦及监测、管护工程量表																	
复垦项目			单位	合计	近期					中期				后期			
一级项目	二级项目	三级项目			小计	沉陷	临时堆渣区	农村宅基地	临时排矸场	小计	沉陷	农村宅基地	临时排矸场	小计	工业场地（生产区、生活区）	材料库及道路	
地貌重塑工程	剥覆工程	人工土壤剥离	100m³	301.77	28.63	28.63				273.14	273.14						
		人工土壤回覆	100m³	301.77	28.63	28.63				273.14	273.14						
		机械土壤剥离	100m³	136.15	19.09	19.09				117.06	117.06						
		机械土壤回覆	100m³	136.15	19.09	19.09				117.06	117.06						
		机械土壤回覆（外购土）	100m³	281.54	149.04		61.04		88.00	132.50			132.50				
	平整工程	土地平整	100m³	2569.62	243.40	111.26	61.04	18.30	52.80	1965.32	1723.52	162.30	79.50	360.90	344.40	16.50	
		田埂修筑	m³	40892.00	2272.00	2082.40		48.80	140.80	37832.80	37188.00	432.80	212.00	787.20	787.20		
		土地翻耕	hm²	511.76	29.01	26.03	0.61	0.61	1.76	472.91	464.85	5.41	2.65	9.84	9.84		
	清理工程	建筑物拆除	100m³	1383.57	15.25			15.25		135.25		135.25		1233.07	1219.32	13.75	
		块石基础拆除	100m³	558.10	15.25			15.25		135.25		135.25		407.60	393.85	13.75	
		硬化地面拆除	100m³	170.02	1.53			1.53		13.53		13.53		154.97	153.60	1.38	
		废弃渣外运（运距 8km）	100m³	2165.51	85.85		53.82	32.03		284.03		284.03		1795.64	1766.77	28.88	
土壤重构工程		条播毛叶苕子	100kg	640.90	71.45			27.45	44.00	309.70		243.45	66.25	259.75	246.00	13.75	
		农家肥	100kg	47187.90	3356.78	1757.03		411.75	1188.00	36817.88	31377.38	3651.75	1788.75	7013.25	6642.00	371.25	
		商品有机肥	100kg	23119.97	1536.84	976.13	27.47	137.25	396.00	19245.38	17431.88	1217.25	596.25	2337.75	2214.00	123.75	
植被重建工程		栽植苹果苗木	100 株	4.59						4.59	4.59						
		栽植乔木（刺槐等）	100 株	1944.47	251.18	251.18				1693.29	1693.29						
		栽植灌木（刺柏等）	100 株	27.80	27.80		27.80										
		栽植灌木（紫穗槐）	100 株	3767.25	491.82	491.82				3275.43	3275.43						
		穴状整地（60cm×60cm）	100 穴	1949.06	251.18	251.18				1697.88	1697.88						
		穴状整地（40cm×40cm）	100 穴	3795.05	519.62	491.82	27.80			3275.43	3275.43						
		草地撒播草种	hm²	459.15	26.57	26.57				432.03	432.03			0.55		0.55	
配套工程		林地撒播草种	hm²	799.67	87.24	87.24				712.43	712.43						
		田间道	田间道碎石路面	1000m²	212.13	11.79	10.80		0.25	0.73	196.26	192.91	2.25	1.10	4.08	4.08	
			砂路基	1000m²	227.46	12.64	11.58		0.27	0.78	210.44	206.86	2.41	1.18	4.38	4.38	
			路床	1000m²	245.35	13.63	12.49		0.29	0.84	227.00	223.13	2.60	1.27	4.72	4.72	
		生产路	素土路面	1000m²	219.79	12.21	11.19		0.26	0.76	203.35	199.89	2.33	1.14	4.23	4.23	
			路床	1000m²	281.13	15.62	14.32		0.34	0.97	260.10	255.67	2.98	1.46	5.41	5.41	
		排水沟	土方开挖	m³	2670.37	2670.37				2670.37							
			土方回填	m³	424.83	424.83				424.83							
			C20 砼垫层	m³	394.49	394.49				394.49							
			浆砌块石	m³	1911.74	1911.74				1911.74							
			砂浆抹面	m²	6372.48	6372.48				6372.48							
伸缩缝	m²		127.25	127.25				127.25									
监测与管护工程	监测工程	原地貌地表监测	点·次	114	14	14				100	100						
		土地损毁监测	点·次	455	52	52				325	325			78	78		
		土地质量监测	点·次	786	66	66				684	684			36	36		
		复垦效果监测	点·次	210	24	24				150	150			36	36		
	生态系统	生态系统监测	Km²	531.0656	82.9790	82.9790				431.4908	431.4908			16.5958	16.5958		
		生物状况调查	点位	110	30.00	30.00				32.00	32.00			48.00	48.00		
	管护工程	园、林地管护	hm²	4798.02	523.44	523.44				4274.58	4274.58						
		草地管护	hm²	2754.9	159.42	159.42				2592.18	2592.18			3.30		3.30	

## （二）经费估算

本方案土地复垦静态投资 15097.60 万元，详见表 7.3-2 及估算书。

**表 7.3-2 土地复垦费用估算总表 单位：万元**

序号	工程或费用名称	估算金额	各项费用占总费用的比例(%)
	(1)	(2)	(3)
一	工程施工费	12427.74	82.32%
二	设备费		-
三	其他费用	1297.36	8.59%
四	不可预见费	1372.51	9.09%
总投资		15097.60	100%

## 四、总经费汇总

### （一）总费用构成与汇总

本方案矿山地质环境保护与土地复垦估算静态总费用 22376.19 万元，其中矿山地质环境治理静态费用 7278.59 万元，剩余可采资源量 $^{**}.$ \*\*\*Mt，静态吨煤投资 9.20 元；土地复垦静态投资 15097.60 万元，复垦责任范围 1344.15hm<sup>2</sup>，静态亩均投资 7488.05 元。

**表 7.4-1 矿山环境治理与土地复垦总费用估算表**

序号	工程或费用名称	矿山地质环境治理费用	土地复垦费用	合计
		(万元)	(万元)	(万元)
	1	2	3	4
一	工程治理费	4026.98	9592.04	13619.02
二	监测管护费	1330.97	2835.70	4166.67
1	监测费	1330.97	1065.71	2396.68
2	管护费	0.00	1769.99	1769.99
三	设备费	0.00	0.00	0.00
四	临时工程费	359.34	0.00	359.34
五	独立费（矿山地质环境） 其他费（土地复垦）	899.61	1297.36	2196.97
六	预备费（矿山地质环境） 不可预见费（土地复垦）	661.69	1372.51	2034.20
七	静态总投资	7278.59	15097.60	22376.19

### （二）近期年度经费安排

近期矿山地质环境保护与土地复垦估算近期总投资 2348.73 万元，其中矿山地质环境治理静态费用 879.25 万元、土地复垦静态费用 1469.48 万元，近期各年矿山地质环境治理和土地复垦工程的名称、工程量，近期各年度静态投资费用见表 7.4-2。

表 7.4-2 近期各年度静态投资总费用一览表

年度	各年度静态投资（万元）		小计（万元）
	矿山地质环境	土地复垦	
2025 年	138.13	541.34	679.47
2026 年	274.75	280.70	555.45
2027 年	168.30	211.67	379.97
2028 年	155.12	215.30	370.42
2029 年	142.95	220.47	363.42
合计	879.25	1469.48	2348.73

表 7.4-3 矿山地质环境保护工程近期 5 年估算表

序号	项目名称	单位	工程量	工程单价 (金额元)	合计/万元
<b>1</b>	<b>矿山地质环境治理恢复工程 (近期第一年)</b>				<b>138.13</b>
1.1	矿山地质环境治理工程				58.53
1.1.1	裂缝填充工程				35.86
1.1.1.1	人工裂缝填充	m <sup>3</sup>	5604	28.88	16.18
1.1.1.2	机械裂缝填充	m <sup>3</sup>	10407	18.91	19.68
1.1.2	道路维修工程				12
1.1.2.1	混凝土路面	m <sup>2</sup>	822.8	134.59	11.07
1.1.2.2	素土路面	m <sup>2</sup>	372.3	24.81	0.92
1.1.3	塔基加固工程				2.81
1.1.3.1	基座清理	m <sup>3</sup>	26	96.91	0.25
1.1.3.2	混凝土重固定	m <sup>3</sup>	40	640.67	2.56
1.1.4	民用输电线路维修工程				6.92
1.1.4.1	电线杆扶正、矫正	基	2	3600	0.72
1.1.4.2	线路系统调整	m	221	280.61	6.2
1.1.5	塌陷区树立警示牌、人工巡查及警戒线				0.93
1.1.5.1	竖立警示牌（个）	个	1	800	0.08
1.1.5.2	人工巡查	次	24	300	0.72
1.1.5.3	警戒线	m	875.5	1.5	0.13
1.2	矿山监测工程				40.52
1.2.1	矿山不稳定地质体监测				7.47
1.2.1.1	GNSS 表面位移监测系统	个	3	24888	7.47
1.2.2	含水层监测				1.13
1.2.2.1	监测布置点	点	3	2245	0.67
1.2.2.2	取样	组	4	150	0.06
1.2.2.3	水位测量	次	12	120	0.14
1.2.2.4	水质全分析	组	1	2500	0.25
1.2.3	地形地貌景观监测				31.19
1.2.3.1	高分遥感监测	km <sup>2</sup>	16.5958	18510	30.72
1.2.3.2	无人机巡航	hm <sup>2</sup>	11.66	400	0.47
1.2.4	水环境监测				0.45
1.2.4.1	取样	组	4	150	0.06
1.2.4.2	水位测量	次	12	120	0.14
1.2.4.3	水质全分析	组	1	2500	0.25

序号	项目名称	单位	工程量	工程单价 (金额元)	合计/万元
1.2.5	土壤环境监测				0.28
1.2.5.1	取土样	组	1	228	0.02
1.2.5.2	土壤环境分析	组	1	2600	0.26
1.3	临时工程、独立及预备费	项	/	/	39.08
<b>2</b>	<b>矿山地质环境治理恢复工程 (近期第二年)</b>				<b>274.75</b>
2.1	矿山地质环境治理工程				103.08
2.1.1	不稳定边坡 BP1 治理工程				0.01
2.1.1.1	警戒线	m	90	1.5	0.01
2.1.2	不稳定边坡 HP1 治理工程				28.61
2.1.2.1	材料库拆除清运				7.25
2.1.2.1.1	房屋拆除	m <sup>3</sup>	280	120.52	3.37
2.1.2.1.2	垃圾清运	m <sup>3</sup>	280	43.03	1.2
2.1.2.1.3	废弃器材清运	m <sup>3</sup>	620	43.03	2.67
2.1.2.2	截排水工程				21.36
2.1.2.2.1	C20 混凝土	m <sup>3</sup>	129.25	708.96	9.16
2.1.2.2.2	模板	m <sup>2</sup>	613.94	152.33	9.35
2.1.2.2.3	抹面	m <sup>3</sup>	47	22.6	0.11
2.1.2.2.4	挖基土方	m <sup>3</sup>	340.75	19.98	0.68
2.1.2.2.5	回填土方	m <sup>3</sup>	152.75	34.51	0.53
2.1.2.2.6	伸缩缝	m <sup>3</sup>	12.93	189.99	0.25
2.1.2.2.7	三七灰土垫层	m <sup>3</sup>	58.75	219.13	1.29
2.1.3	裂缝填充工程				44.3
2.1.3.1	人工裂缝填充	m <sup>3</sup>	6922	28.88	19.99
2.1.3.2	机械裂缝填充	m <sup>3</sup>	12856	18.91	24.31
2.1.4	道路维修工程				14.82
2.1.4.1	混凝土路面	m <sup>2</sup>	1016.4	134.59	13.68
2.1.4.2	素土路面	m <sup>2</sup>	459.9	24.81	1.14
2.1.5	塔基加固工程				5.63
2.1.5.1	基座清理	m <sup>3</sup>	52	96.91	0.5
2.1.5.2	混凝土重固定	m <sup>3</sup>	80	640.67	5.13
2.1.6	民用输电线路维修工程				8.74
2.1.6.1	电线杆扶正、矫正	基	3	3600	1.08
2.1.6.2	线路系统调整	m	273	280.61	7.66
2.1.7	塌陷区树立警示牌、人工巡查及警戒线				0.96
2.1.7.1	竖立警示牌（个）	个	1	800	0.08
2.1.7.2	人工巡查	次	24	300	0.72
2.1.7.3	警戒线	m	1081.5	1.5	0.16
2.2	矿山监测工程				93.93
2.2.1	矿山不稳定地质体监测				4.98
2.2.1.1	GNSS 表面位移监测系统	个	2	24888	4.98
2.2.2	含水层监测				56.45
2.2.2.1	新建含水层监测井（160m）	个	1	560000	56
2.2.2.2	取样	组	3	150	0.05
2.2.2.3	水位测量	次	13	120	0.16
2.2.2.4	水质全分析	组	1	2500	0.25
2.2.3	地形地貌景观监测				31.77

序号	项目名称	单位	工程量	工程单价 (金额元)	合计/万元
2.2.3.1	高分遥感监测	km <sup>2</sup>	16.5958	18510	30.72
2.2.3.2	无人机巡航	hm <sup>2</sup>	26.21	400	1.05
2.2.4	水环境监测				0.45
2.2.4.1	取样	组	3	150	0.05
2.2.4.2	水位测量	次	13	120	0.16
2.2.4.3	水质全分析	组	1	2500	0.25
2.2.5	土环境监测				0.28
2.2.5.1	取土样	组	1	228	0.02
2.2.5.2	土壤环境分析	组	1	2600	0.26
2.3	临时工程、独立及预备费	项	/	/	77.75
<b>3</b>	<b>矿山地质环境治理恢复工程 (近期第三年)</b>				<b>168.3</b>
3.1	矿山地质环境治理工程				78.02
3.1.1	裂缝填充工程				48.52
3.1.1.1	人工裂缝填充	m <sup>3</sup>	7582	28.88	21.9
3.1.1.2	机械裂缝填充	m <sup>3</sup>	14080	18.91	26.63
3.1.2	道路维修工程				16.23
3.1.2.1	混凝土路面	m <sup>2</sup>	1113.2	134.59	14.98
3.1.2.2	素土路面	m <sup>2</sup>	503.7	24.81	1.25
3.1.3	塔基加固工程				2.81
3.1.3.1	基座清理	m <sup>3</sup>	26	96.91	0.25
3.1.3.2	混凝土重固定	m <sup>3</sup>	40	640.67	2.56
3.1.4	民用输电线路维修工程				9.47
3.1.4.1	电线杆扶正、矫正	基	3	3600	1.08
3.1.4.2	线路系统调整	m	299	280.61	8.39
3.1.5	塌陷区树立警示牌、人工巡查及警戒线				0.98
3.1.5.1	竖立警示牌（个）	个	1	800	0.08
3.1.5.2	人工巡查	次	24	300	0.72
3.1.5.3	警戒线	m	1184.5	1.5	0.18
3.2	矿山监测工程				42.66
3.2.1	矿山不稳定地质体监测				7.47
3.2.1.1	GNSS 表面位移监测系统	个	3	24888	7.47
3.2.2	含水层监测				2.44
3.2.2.1	取样	组	4	150	0.06
3.2.2.2	水位测量	次	11	120	0.13
3.2.2.3	水质全分析	组	1	2500	0.25
3.2.2.4	含水层监测井维护	次	1	20000	2
3.2.3	地形地貌景观监测				32.03
3.2.3.1	高分遥感监测	km <sup>2</sup>	16.5958	18510	30.72
3.2.3.2	无人机巡航	hm <sup>2</sup>	32.77	400	1.31
3.2.4	水环境监测				0.44
3.2.4.1	取样	组	4	150	0.06
3.2.4.2	水位测量	次	11	120	0.13
3.2.4.3	水质全分析	组	1	2500	0.25
3.2.5	土环境监测				0.28
3.2.5.1	取土样	组	1	228	0.02
3.2.5.2	土壤环境分析	组	1	2600	0.26

序号	项目名称	单位	工程量	工程单价 (金额元)	合计/万元
3.3	临时工程、独立及预备费	项	/	/	47.63
<b>4</b>	<b>矿山地质环境治理恢复工程 (近期第四年)</b>				<b>155.12</b>
4.1	矿山地质环境治理工程				68.45
4.1.1	裂缝填充工程				42.19
4.1.1.1	人工裂缝填充	m <sup>3</sup>	6593	28.88	19.04
4.1.1.2	机械裂缝填充	m <sup>3</sup>	12244	18.91	23.15
4.1.2	道路维修工程				14.11
4.1.2.1	混凝土路面	m <sup>2</sup>	968	134.59	13.03
4.1.2.2	素土路面	m <sup>2</sup>	438	24.81	1.09
4.1.3	塔基加固工程				2.81
4.1.3.1	基座清理	m <sup>3</sup>	26	96.91	0.25
4.1.3.2	混凝土重固定	m <sup>3</sup>	40	640.67	2.56
4.1.4	民用输电线路维修工程				8.38
4.1.4.1	电线杆扶正、矫正	基	3	3600	1.08
4.1.4.2	线路系统调整	m	260	280.61	7.3
4.1.5	塌陷区树立警示牌、人工巡查及警戒线				0.95
4.1.5.1	竖立警示牌（个）	个	1	800	0.08
4.1.5.2	人工巡查	次	24	300	0.72
4.1.5.3	警戒线	m	1030	1.5	0.15
4.2	矿山监测工程				42.77
4.2.1	矿山不稳定地质体监测				7.47
4.2.1.1	GNSS 表面位移监测系统	个	3	24888	7.47
4.2.2	含水层监测				2.47
4.2.2.1	取样	组	5	150	0.08
4.2.2.2	水位测量	次	12	120	0.14
4.2.2.3	水质全分析	组	1	2500	0.25
4.2.2.4	含水层监测井维护	次	1	20000	2
4.2.3	地形地貌景观监测				32.08
4.2.3.1	高分遥感监测	km <sup>2</sup>	16.5958	18510	30.72
4.2.3.2	无人机巡航	hm <sup>2</sup>	34.08	400	1.36
4.2.4	水环境监测				0.47
4.2.4.1	取样	组	5	150	0.08
4.2.4.2	水位测量	次	12	120	0.14
4.2.4.3	水质全分析	组	1	2500	0.25
4.2.5	土环境监测				0.28
4.2.5.1	取土样	组	1	228	0.02
4.2.5.2	土壤环境分析	组	1	2600	0.26
4.3	临时工程、独立及预备费	项	/	/	43.89
<b>5</b>	<b>矿山地质环境治理恢复工程 (近期第五年)</b>				<b>142.95</b>
5.1	矿山地质环境治理工程				62.09
5.1.1	裂缝填充工程				40.08
5.1.1.1	人工裂缝填充	m <sup>3</sup>	6263	28.88	18.09
5.1.1.2	机械裂缝填充	m <sup>3</sup>	11632	18.91	22
5.1.2	道路维修工程				13.41
5.1.2.1	混凝土路面	m <sup>2</sup>	919.6	134.59	12.38

序号	项目名称	单位	工程量	工程单价 (金额元)	合计/万元
5.1.2.2	素土路面	m <sup>2</sup>	416.1	24.81	1.03
5.1.3	民用输电线路维修工程				7.65
5.1.3.1	电线杆扶正、矫正	基	2	3600	0.72
5.1.3.2	线路系统调整	m	247	280.61	6.93
5.1.4	塌陷区树立警示牌、人工巡查及警戒线				0.95
5.1.4.1	竖立警示牌（个）	个	1	800	0.08
5.1.4.2	人工巡查	次	24	300	0.72
5.1.4.3	警戒线	m	978.5	1.5	0.15
5.2	矿山监测工程				40.41
5.2.1	矿山不稳定地质体监测				4.98
5.2.1.1	GNSS 表面位移监测系统	个	2	24888	4.98
5.2.2	含水层监测				2.45
5.2.2.1	取样	组	4	150	0.06
5.2.2.2	水位测量	次	12	120	0.14
5.2.2.3	水质全分析	组	1	2500	0.25
5.2.2.4	含水层监测井维护	次	1	20000	2
5.2.3	地形地貌景观监测				32.24
5.2.3.1	高分遥感监测	km <sup>2</sup>	16.5958	18510	30.72
5.2.3.2	无人机巡航	hm <sup>2</sup>	38.01	400	1.52
5.2.4	水环境监测				0.45
5.2.4.1	取样	组	4	150	0.06
5.2.4.2	水位测量	次	12	120	0.14
5.2.4.3	水质全分析	组	1	2500	0.25
5.2.5	土环境监测				0.28
5.2.5.1	取土样	组	1	228	0.02
5.2.5.2	土壤环境分析	组	1	2600	0.26
5.3	临时工程、独立及预备费	项	/	/	40.45
	合计				879.25

表 7.4-4 土地复垦工程近期 5 年估算表

序号	单项名称	单位	工程量	综合单价（元）	合计（万元）
	(1)	(2)	(3)	(4)	(5)
1	土地复垦工程（近期第一年）				541.34
1.1	土地复垦工程				396.30
1.1.1	地貌重塑工程				90.01
1.1.1.1	剥覆工程				39.98
1.1.1.1.1	人工土壤剥离	m <sup>3</sup>	573	46.32	2.65
1.1.1.1.2	人工土壤回覆	m <sup>3</sup>	573	34.42	1.97
1.1.1.1.3	机械土壤剥离	m <sup>3</sup>	382	15.07	0.58
1.1.1.1.4	机械土壤回覆	m <sup>3</sup>	382	15.34	0.59
1.1.1.1.5	机械土壤回覆（外购土）	m <sup>3</sup>	7600	44.99	34.19
1.1.1.2	平整工程				12.78
1.1.1.2.1	土地平整	m <sup>3</sup>	9227	6.71	6.19
1.1.1.2.2	田埂修筑	m <sup>3</sup>	440.42	93.82	4.13
1.1.1.2.3	土地翻耕	hm <sup>2</sup>	6.12	4015.39	2.46
1.1.1.3	清理工程				37.25
1.1.1.3.1	废弃渣外运（运距 8km）	m <sup>3</sup>	5382	69.21	37.25
1.1.2	土壤重构工程				13.90

序号	单项名称	单位	工程量	综合单价（元）	合计（万元）
	(1)	(2)	(3)	(4)	(5)
1.1.2.1	条播毛叶苕子	hm <sup>2</sup>	0.2992	5446.36	0.16
1.1.2.2	农家肥	kg	55337	1.35	7.47
1.1.2.3	商品有机肥	kg	29001	2.16	6.26
1.1.3	植被重建工程				48.20
1.1.3.1	栽植乔木（刺槐等）	株	5024	28.40	14.27
1.1.3.2	栽植灌木（刺柏等）	株	2780	60.51	16.82
1.1.3.3	栽植灌木（紫穗槐）	株	9836	4.00	3.93
1.1.3.4	穴状整地（60cm×60cm）	穴	5024	5.00	2.51
1.1.3.5	穴状整地（40cm×40cm）	穴	12616	2.00	2.52
1.1.3.6	草地撒播草种	hm <sup>2</sup>	5.31	5706.57	3.03
1.1.3.7	林地撒播草种	hm <sup>2</sup>	17.45	2928.29	5.11
1.1.4	配套工程				244.19
1.1.4.1	田间道				22.74
1.1.4.1.1	田间道碎石路面	m <sup>2</sup>	2280	50.86	11.60
1.1.4.1.2	砂路基	m <sup>2</sup>	2450	42.46	10.40
1.1.4.1.3	路床	m <sup>2</sup>	2640	2.81	0.74
1.1.4.2	生产路				1.52
1.1.4.2.1	素土路面	m <sup>2</sup>	2370	2.82	0.67
1.1.4.2.2	路床	m <sup>2</sup>	3030	2.81	0.85
1.1.4.3	排水沟				219.93
1.1.4.3.1	土方开挖	m <sup>3</sup>	2670.37	25.18	6.72
1.1.4.3.2	土方回填	m <sup>3</sup>	424.83	57.64	2.45
1.1.4.3.3	C20 砼垫层	m <sup>3</sup>	394.49	838.26	33.07
1.1.4.3.4	浆砌块石	m <sup>3</sup>	1911.74	796.07	152.19
1.1.4.3.5	砂浆抹面	m <sup>2</sup>	6372.48	35.72	22.76
1.1.4.3.6	伸缩缝	m <sup>2</sup>	127.25	215.31	2.74
1.2	监测与管护工程				33.87
1.2.1	监测工程				1.02
1.2.1.1	原地貌地表监测	点·次	2	294.56	0.06
1.2.1.2	土地损毁监测	点·次	9	500.00	0.45
1.2.1.3	土地质量监测	点·次	11	360.00	0.40
1.2.1.4	复垦效果监测	点·次	4	300.00	0.12
1.2.2	生态系统				31.92
1.2.2.1	生态系统监测	Km <sup>2</sup>	16.5958	18510.00	30.72
1.2.2.2	生物状况调查	点位	6	2000.00	1.20
1.2.3	管护工程				0.92
1.2.3.1	园、林地管护	hm <sup>2</sup>	1.27	3000.00	0.38
1.2.3.2	草地管护	hm <sup>2</sup>	4.51	1200.00	0.54
1.3	其他及不可预见费	项	/	/	111.17
<b>2</b>	<b>土地复垦工程（近期第二年）</b>				<b>280.70</b>
2.1	土地复垦工程				154.61
2.1.1	地貌重塑工程				71.50
2.1.1.1	剥覆工程				14.24
2.1.1.1.1	人工土壤剥离	m <sup>3</sup>	587	46.32	2.72
2.1.1.1.2	人工土壤回覆	m <sup>3</sup>	587	34.42	2.02
2.1.1.1.3	机械土壤剥离	m <sup>3</sup>	391	15.07	0.59
2.1.1.1.4	机械土壤回覆	m <sup>3</sup>	391	15.34	0.60
2.1.1.1.5	机械土壤回覆（外购土）	m <sup>3</sup>	1848	44.99	8.31

序号	单项名称	单位	工程量	综合单价（元）	合计（万元）
	(1)	(2)	(3)	(4)	(5)
2.1.1.2	平整工程				10.78
2.1.1.2.1	土地平整	m <sup>3</sup>	5220	6.71	3.50
2.1.1.2.2	田埂修筑	m <sup>3</sup>	505.26	93.82	4.74
2.1.1.2.3	土地翻耕	hm <sup>2</sup>	6.32	4015.39	2.54
2.1.1.3	清理工程				46.47
2.1.1.3.1	建筑物拆除	m <sup>3</sup>	1525	110.16	16.80
2.1.1.3.2	块石基础拆除	m <sup>3</sup>	1525	40.11	6.12
2.1.1.3.3	硬化地面拆除	m <sup>3</sup>	153	90.71	1.39
2.1.1.3.4	废弃渣外运（运距 8km）	m <sup>3</sup>	3203	69.21	22.17
2.1.2	土壤重构工程				23.67
2.1.2.1	条播毛叶苕子	hm <sup>2</sup>	1.4676	5446.36	0.80
2.1.2.2	农家肥	kg	102142	1.35	13.79
2.1.2.3	商品有机肥	kg	42052	2.16	9.08
2.1.3	植被重建工程				31.59
2.1.3.1	栽植乔木（刺槐等）	株	5149	28.40	14.62
2.1.3.2	栽植灌木（紫穗槐）	株	10082	4.00	4.03
2.1.3.3	穴状整地（60cm×60cm）	穴	5149	5.00	2.57
2.1.3.4	穴状整地（40cm×40cm）	穴	10082	2.00	2.02
2.1.3.5	草地撒播草种	hm <sup>2</sup>	5.45	5706.57	3.11
2.1.3.6	林地撒播草种	hm <sup>2</sup>	17.88	2928.29	5.24
2.1.4	配套工程				27.85
2.1.4.1	田间道				26.11
2.1.4.1.1	田间道碎石路面	m <sup>2</sup>	2620	50.86	13.33
2.1.4.1.2	砂路基	m <sup>2</sup>	2810	42.46	11.93
2.1.4.1.3	路床	m <sup>2</sup>	3030	2.81	0.85
2.1.4.2	生产路				1.74
2.1.4.2.1	素土路面	m <sup>2</sup>	2720	2.82	0.77
2.1.4.2.2	路床	m <sup>2</sup>	3470	2.81	0.98
2.2	监测与管护工程				68.44
2.2.1	监测工程				1.29
2.2.1.1	原地貌地表监测	点·次	3	294.56	0.09
2.2.1.2	土地损毁监测	点·次	11	500.00	0.55
2.2.1.3	土地质量监测	点·次	14	360.00	0.50
2.2.1.4	复垦效果监测	点·次	5	300.00	0.15
2.2.2	生态系统				31.92
2.2.2.1	生态系统监测	Km <sup>2</sup>	16.5958	18510.00	30.72
2.2.2.2	生物状况调查	点位	6	2000.00	1.20
2.2.3	管护工程				35.23
2.2.3.1	园、林地管护	hm <sup>2</sup>	104.69	3000.00	31.41
2.2.3.2	草地管护	hm <sup>2</sup>	31.88	1200.00	3.83
2.3	其他及不可预见费	项	/	/	57.65
3	土地复垦工程（近期第三年）				211.67
3.1	土地复垦工程				97.88
3.1.1	地貌重塑工程				24.32
3.1.1.1	剥覆工程				15.18
3.1.1.1.1	人工土壤剥离	m <sup>3</sup>	601	46.32	2.78
3.1.1.1.2	人工土壤回覆	m <sup>3</sup>	601	34.42	2.07
3.1.1.1.3	机械土壤剥离	m <sup>3</sup>	401	15.07	0.60

序号	单项名称	单位	工程量	综合单价（元）	合计（万元）
	(1)	(2)	(3)	(4)	(5)
3.1.1.1.4	机械土壤回覆	m <sup>3</sup>	401	15.34	0.62
3.1.1.1.5	机械土壤回覆（外购土）	m <sup>3</sup>	2024	44.99	9.11
3.1.1.2	平整工程				9.15
3.1.1.2.1	土地平整	m <sup>3</sup>	3551	6.71	2.38
3.1.1.2.2	田埂修筑	m <sup>3</sup>	469.69	93.82	4.41
3.1.1.2.3	土地翻耕	hm <sup>2</sup>	5.87	4015.39	2.36
3.1.2	土壤重构工程				15.29
3.1.2.1	条播毛叶苕子	hm <sup>2</sup>	0.4048	5446.36	0.22
3.1.2.2	农家肥	kg	64222	1.35	8.67
3.1.2.3	商品有机肥	kg	29607	2.16	6.40
3.1.3	植被重建工程				32.36
3.1.3.1	栽植乔木（刺槐等）	株	5275	28.40	14.98
3.1.3.2	栽植灌木（紫穗槐）	株	10328	4.00	4.13
3.1.3.3	穴状整地（60cm×60cm）	穴	5275	5.00	2.64
3.1.3.4	穴状整地（40cm×40cm）	穴	10328	2.00	2.07
3.1.3.5	草地撒播草种	hm <sup>2</sup>	5.58	5706.57	3.18
3.1.3.6	林地撒播草种	hm <sup>2</sup>	18.32	2928.29	5.36
3.1.4	配套工程				25.90
3.1.4.1	田间道				24.28
3.1.4.1.1	田间道碎石路面	m <sup>2</sup>	2440	50.86	12.41
3.1.4.1.2	砂路基	m <sup>2</sup>	2610	42.46	11.08
3.1.4.1.3	路床	m <sup>2</sup>	2820	2.81	0.79
3.1.4.2	生产路				1.62
3.1.4.2.1	素土路面	m <sup>2</sup>	2520	2.82	0.71
3.1.4.2.2	路床	m <sup>2</sup>	3230	2.81	0.91
3.2	监测与管护工程				70.32
3.2.1	监测工程				1.41
3.2.1.1	原地貌地表监测	点·次	3	294.56	0.09
3.2.1.2	土地损毁监测	点·次	12	500.00	0.60
3.2.1.3	土地质量监测	点·次	15	360.00	0.54
3.2.1.4	复垦效果监测	点·次	6	300.00	0.18
3.2.2	生态系统				31.92
3.2.2.1	生态系统监测	Km <sup>2</sup>	16.5958	18510.00	30.72
3.2.2.2	生物状况调查	点位	6	2000.00	1.20
3.2.3	管护工程				36.99
3.2.3.1	园、林地管护	hm <sup>2</sup>	109.92	3000.00	32.98
3.2.3.2	草地管护	hm <sup>2</sup>	33.48	1200.00	4.02
3.3	其他及不可预见费	项	/	/	43.47
<b>4</b>	<b>土地复垦工程（近期第四年）</b>				<b>215.30</b>
4.1	土地复垦工程				97.44
4.1.1	地貌重塑工程				23.31
4.1.1.1	剥覆工程				14.14
4.1.1.1.1	人工土壤剥离	m <sup>3</sup>	616	46.32	2.85
4.1.1.1.2	人工土壤回覆	m <sup>3</sup>	616	34.42	2.12
4.1.1.1.3	机械土壤剥离	m <sup>3</sup>	410	15.07	0.62
4.1.1.1.4	机械土壤回覆	m <sup>3</sup>	410	15.34	0.63
4.1.1.1.5	机械土壤回覆（外购土）	m <sup>3</sup>	1760	44.99	7.92
4.1.1.2	平整工程				9.17

序号	单项名称	单位	工程量	综合单价（元）	合计（万元）
	(1)	(2)	(3)	(4)	(5)
4.1.1.2.1	土地平整	m <sup>3</sup>	3448	6.71	2.31
4.1.1.2.2	田埂修筑	m <sup>3</sup>	475.88	93.82	4.46
4.1.1.2.3	土地翻耕	hm <sup>2</sup>	5.95	4015.39	2.39
4.1.2	土壤重构工程				14.74
4.1.2.1	条播毛叶苕子	hm <sup>2</sup>	0.352	5446.36	0.19
4.1.2.2	农家肥	kg	61536	1.35	8.31
4.1.2.3	商品有机肥	kg	28907	2.16	6.24
4.1.3	植被重建工程				33.13
4.1.3.1	栽植乔木（刺槐等）	株	5400	28.40	15.34
4.1.3.2	栽植灌木（紫穗槐）	株	10574	4.00	4.23
4.1.3.3	穴状整地（60cm×60cm）	穴	5400	5.00	2.70
4.1.3.4	穴状整地（40cm×40cm）	穴	10574	2.00	2.11
4.1.3.5	草地撒播草种	hm <sup>2</sup>	5.71	5706.57	3.26
4.1.3.6	林地撒播草种	hm <sup>2</sup>	18.76	2928.29	5.49
4.1.4	配套工程				26.26
4.1.4.1	田间道				24.62
4.1.4.1.1	田间道碎石路面	m <sup>2</sup>	2470	50.86	12.56
4.1.4.1.2	砂路基	m <sup>2</sup>	2650	42.46	11.25
4.1.4.1.3	路床	m <sup>2</sup>	2860	2.81	0.80
4.1.4.2	生产路				1.64
4.1.4.2.1	素土路面	m <sup>2</sup>	2560	2.82	0.72
4.1.4.2.2	路床	m <sup>2</sup>	3270	2.81	0.92
4.2	监测与管护工程				73.64
4.2.1	监测工程				1.21
4.2.1.1	原地貌地表监测	点·次	3	294.56	0.09
4.2.1.2	土地损毁监测	点·次	10	500.00	0.50
4.2.1.3	土地质量监测	点·次	13	360.00	0.47
4.2.1.4	复垦效果监测	点·次	5	300.00	0.15
4.2.2	生态系统				31.92
4.2.2.1	生态系统监测	Km <sup>2</sup>	16.5958	18510.00	30.72
4.2.2.2	生物状况调查	点位	6	2000.00	1.20
4.2.3	管护工程				40.52
4.2.3.1	园、林地管护	hm <sup>2</sup>	120.39	3000.00	36.12
4.2.3.2	草地管护	hm <sup>2</sup>	36.67	1200.00	4.40
4.3	其他及不可预见费	项	/	/	44.22
<b>5</b>	<b>土地复垦工程（近期第五年）</b>				<b>220.47</b>
5.1	土地复垦工程				79.57
5.1.1	地貌重塑工程				19.87
5.1.1.1	剥覆工程				12.44
5.1.1.1.1	人工土壤剥离	m <sup>3</sup>	487	46.32	2.26
5.1.1.1.2	人工土壤回覆	m <sup>3</sup>	487	34.42	1.68
5.1.1.1.3	机械土壤剥离	m <sup>3</sup>	325	15.07	0.49
5.1.1.1.4	机械土壤回覆	m <sup>3</sup>	325	15.34	0.50
5.1.1.1.5	机械土壤回覆（外购土）	m <sup>3</sup>	1672	44.99	7.52
5.1.1.2	平整工程				7.43
5.1.1.2.1	土地平整	m <sup>3</sup>	2895	6.71	1.94
5.1.1.2.2	田埂修筑	m <sup>3</sup>	380.76	93.82	3.57
5.1.1.2.3	土地翻耕	hm <sup>2</sup>	4.76	4015.39	1.91

序号	单项名称	单位	工程量	综合单价（元）	合计（万元）
	(1)	(2)	(3)	(4)	(5)
5.1.2	土壤重构工程				12.47
5.1.2.1	条播毛叶苕子	hm <sup>2</sup>	0.3344	5446.36	0.18
5.1.2.2	农家肥	kg	52441	1.35	7.08
5.1.2.3	商品有机肥	kg	24118	2.16	5.21
5.1.3	植被重建工程				26.20
5.1.3.1	栽植乔木（刺槐等）	株	4270	28.40	12.13
5.1.3.2	栽植灌木（紫穗槐）	株	8361	4.00	3.34
5.1.3.3	穴状整地（60cm×60cm）	穴	4270	5.00	2.14
5.1.3.4	穴状整地（40cm×40cm）	穴	8361	2.00	1.67
5.1.3.5	草地撒播草种	hm <sup>2</sup>	4.52	5706.57	2.58
5.1.3.6	林地撒播草种	hm <sup>2</sup>	14.83	2928.29	4.34
5.1.4	配套工程				21.03
5.1.4.1	田间道				19.71
5.1.4.1.1	田间道碎石路面	m <sup>2</sup>	1980	50.86	10.07
5.1.4.1.2	砂路基	m <sup>2</sup>	2120	42.46	9.00
5.1.4.1.3	路床	m <sup>2</sup>	2280	2.81	0.64
5.1.4.2	生产路				1.31
5.1.4.2.1	素土路面	m <sup>2</sup>	2050	2.82	0.58
5.1.4.2.2	路床	m <sup>2</sup>	2620	2.81	0.74
5.2	监测与管护工程				95.62
5.2.1	监测工程				1.21
5.2.1.1	原地貌地表监测	点·次	3	294.56	0.09
5.2.1.2	土地损毁监测	点·次	10	500.00	0.50
5.2.1.3	土地质量监测	点·次	13	360.00	0.47
5.2.1.4	复垦效果监测	点·次	5	300.00	0.15
5.2.2	生态系统				31.92
5.2.2.1	生态系统监测	Km <sup>2</sup>	16.5958	18510.00	30.72
5.2.2.2	生物状况调查	点位	6	2000.00	1.20
5.2.3	管护工程				62.50
5.2.3.1	园、林地管护	hm <sup>2</sup>	187.17	3000.00	56.15
5.2.3.2	草地管护	hm <sup>2</sup>	52.88	1200.00	6.35
5.3	其他及不可预见费	项	/	/	45.28
总 计		-	-	-	1469.48

## 第八章 保障措施与效益分析

### 一、保障措施

#### （一）组织保障

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、成立禾草沟一号煤矿矿山地质环境保护与土地复垦项目领导机构，负责禾草沟一号煤矿矿山地质环境保护与土地复垦项目组织和实施。

具体责任人及职责见表 8.1-1。

**表 8.1-1 矿山地质环境保护与土地复垦项目组成人员及职责表**

职务		姓名	职责
第一责任人（法定代表人）		白世民	项目管理活动的决策人
副组长（总工）		贾 江	组织、管理、领导本项目的具体执行，协助组长管理项目，负责本项目的执行标准及项目质量
组员	行政部	/	负责项目招标管理
	工程技术部	/	负责项目施工技术管理
	安全员	/	负责项目实施中的安全管理
	环保员	/	负责项目实施中的环保管理
	财务总监	/	负责项目费用的提取及下拨
监理		第三方	熟悉所监理项目的规范、设计图纸，及时处理施工过程中出现的问题

各年年初进行组织机构会议确定各年计划实施工程，年中进行组织进度会议，对滞后的实施工程找出原因，积极解决实施，年末进行进度总结，积极组织工程验收，具体矿山地质环境保护与土地复垦各年度计划执行安排见表 8.1-2。

**表 8.1-2 禾草沟一号煤矿矿山地质环境保护与土地复垦各年度计划执行表**

序号	时间	会议内容
1	1-3 月	召开各年度矿山地质环境治理与土地复垦治理工程启动会，根据《方案》部署各项治理工程、监测、人工巡查工作，落实到各部门；根据实施情况召开 1-2 次内部协调会议
2	3 月底	各年度第一季度矿山地质环境治理与土地复垦工程项目总结，包括完成情况、基金缴存结余情况、治理经验总结
3	4-6 月	根据实施情况召开 1-2 次内部协调会议
4	6 月底	各年度第二季度矿山地质环境治理与土地复垦工程项目总结，包括完成情况、基金缴存结余情况、治理经验总结
5	7-9 月	根据实施情况召开 1-2 次内部协调会议
6	9 月底	各年度第三季度矿山地质环境治理与土地复垦工程项目总结，包括完成情况、基金缴存结余情况、治理经验总结
7	10-12 月	根据实施情况召开 1-2 次内部协调会议
8	12 月底	各年度第四季度及各年矿山地质环境治理与土地复垦工程项目总结，包括完成情况、基金缴存结余情况、治理经验总结

3、禾草沟一号煤矿应了解在矿山建设及运行期间各级自然资源行政管理部门的主要职责，加强同省、市、县自然资源主管部门的沟通与联系，做好企业矿山地质环境保护与土地复垦工作，接受各级自然资源行政管理部门的监督。

## （二）技术保障

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

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

3、加强施工过程监理，关键工序聘请专家指导。

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

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

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

7、随时接受主管单位和其他有关部门的监督、检查和指导。

## （三）资金保障

### 1、资金来源

资金来源遵循：“谁破坏，谁治理”的原则、地质环境保护与土地复垦的资金计入当期生产成本的原则、按煤矿建设工程实际生产能力计提的原则、地质环境保护与土地复垦资金投资集中在前期计提的原则。

### 2、基金计提计划

严格按照《陕西省矿山地质环境治理恢复与土地复垦基金实施办法》的通知（陕自然资规〔2024〕1757号），矿山企业应在银行设立专用账户，单独设置矿山地质环境治理恢复与土地复垦基金科目，每月按照原矿销售收入、开采矿种系数、开采方式系数、地区系数等综合计提基金。

根据《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》，根据煤矿的原煤月销售收入，煤矿矿种系数为1.4%，开采系数为1.2；基金地区计提系数

为 1.1，按月提取基金费用，基金提取公式如下：

基金计提数额=原矿月销售收入×矿种系数×开采系数×地区系数

表 8.1-3 禾草沟一号煤矿近期各年提取基金一览表

月销售 （万吨）	销售价 （元/吨）	矿种 系数	开采 系数	地区 系数	月提取基金 （万元）	占销售 收入	吨煤 （元/吨）
5	596.78	1.40%	1.2	1.1	55.14	1.85%	11.03

按照《基金实施办法》，本矿吨煤计提基金费用约为 11.03 元/吨（按 596.78 元/吨的销售价计算）（表 8.1-1）。本方案估算吨煤投资略小于计提费用，因此本矿基金数额依据估算吨煤投资提取费用为 11.03 元/吨。

近期每年计提费用依照本方案安排实际工作量所需金额提取，提取数额见表 8.1-4。

表 8.1-4 禾草沟一号煤矿近期各年计提基金计划表

单位：万元

年度	产值	比例	提取金额	工程分类		治理费用	
第一年	35806.8	1.848%	661.71	矿山地质环境治理工程	138.13	679.47	
				土地复垦工程	541.34		
第二年	35806.8	1.848%	661.71	矿山地质环境治理工程	274.75	555.45	
				土地复垦工程	280.70		
第三年	35806.8	1.848%	661.71	矿山地质环境治理工程	168.30	379.97	
				土地复垦工程	211.67		
第四年	35806.8	1.848%	661.71	矿山地质环境治理工程	155.12	370.42	
				土地复垦工程	215.30		
第五年	35806.8	1.848%	661.71	矿山地质环境治理工程	142.95	363.42	
				土地复垦工程	220.47		
合计	179034	/	3308.55	/		2348.73	

禾草沟一号煤矿已签订了《矿山地质环境治理恢复与土地复垦基金监管协议》，截止 2025 年 10 月底，禾草沟一号煤矿应计提基金            万元，实际计提            万元，已使用基金            万元，基金账户余额            万元（含利息），各年计提金额，可以满足近期治理需求。

矿山企业应在即将闭坑前同步编制矿山地质环境闭坑治理方案并核算闭坑治理所需资金，足额提取能够满足闭坑后矿山地质环境治理与土地复垦及后期管护所需的基金。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，或低于本《方案》中估算的年度治理恢复与土地复垦费用的，应以本年度实际所需费用或《方案》中估算年度费用进行补足。

基金提取后应及时用于矿山地质环境治理恢复与土地复垦工程，不得挤占和挪用。按要求完成治理恢复与土地复垦任务后的年度结余资金可转接下年度使用。

矿山企业不履行治理恢复与土地复垦义务或者履行不到位且拒不整改的，可由自然资源主管部门委托第三方进行治理恢复，该费用从矿山企业提取的基金中列支。

#### （四）监管保障

煤矿将委托有规划设计资质的单位进行矿山地质环境治理工程与土地复垦规划设计、委托有资质的监理单位承担监理工作。

本方案实施严格的监测制度，按方案中的监测要求编制监测计划并实施；监测成果应进行统计和对比分析，作出简要评价，并定期报送当地土地行政主管部门；在土地复垦工程竣工验收时，监测单位应提交竣工验收监测专题报告。

矿山地质环境与土地复垦工程实施严格的招投标与目标责任制度。施工中进行工程监理，按监理的工作程序、工作标准和监理工作规定开展本方案土地复垦监理工作，对工程的进度、质量、投资实行控制，负责治理工程施工的安全监理。

实行严格的工程验收制度，矿山地质环境与土地复垦工程将严格按照“方案”的技术要求执行，制定严格的工程考核制度。在验收中，应严格验收制度，验收人员对照治理区域措施逐项核实工程量，鉴定工程质量，填报验收表，写出验收总结，验收不合格，应限期整改。

按《陕西省矿山地质环境恢复治理与土地复垦基金实施办法》监管要求，定期向自然资源主管部门报告基金的计提、使用情况，治理工程的实施进展情况及下年度的计划，确保矿山地质环境与土地复垦工程的全面完成。

#### （五）公众参与

为了解本工程项目所在区域公众对本工程项目的态度，本方案在编制之前进行了公众参与调查，走访庙砭村、流泪坡村、曹家河村、栾家沟村等煤矿内涉及到的权属村庄，走访了自然资源等管理部门。向当地居民详细介绍了项目的性质、类型、规模以及国家相关矿山地质环境与土地复垦政策，如实向公众阐明本项目可能产生的地表塌陷、不稳定地质体及土地损毁；介绍项目投资、建成后的企业带来的经济效益以及对促进地方经济发展的情况，征求了自然资源部门及当地各方对土地复垦的意见，见照片 8.1-1~2。



照片8.1-1 庙砭村现场调查照片（镜向NE）



照片8.1-2 曹家河村现场调查照片（镜向W）

根据当地的经济、文化水平，确保被调查人员对土地复垦实施情况及该煤矿建设项目有一定的了解。通过散发公众参与调查表及张贴公告的形式，向矿区各方发放调查表，样表见表 8.1-6。

本方案共发放调查表 35 份，其中有效问卷 33 份，对问卷综合分析认为：周围群众大多认为禾草沟一号煤矿的建设能促进当地经济的发展，希望后期开采也采取相关措施减少对土地及周边环境的影响，要积极推进矿山地质环境保护与土地复垦工程的实施。

根据调查结果结合调查内容分析如下：

- （1）土地复垦以恢复原有土地利用现状为主，特别是要恢复耕地耕种功能；
- （2）对园地、林地造成损毁应按照国家政策进行补偿；
- （3）植被恢复选择当地物种，例如：刺槐、紫穗槐、紫花苜蓿等；
- （4）希望煤矿招工尽量从地方招工，促进当地经济发展；
- （5）希望土地复垦后比原地质环境有所改善。

**表 8.1-5 禾草沟一号煤矿公参调查统计结果一览表**

调查 权属人	方案问卷 (份)	收回问卷 (份)	调查结果
庙砭村	13	12	①矿山地质环境及复垦政策了解程度：了解 9 人、了解一些 17、不了解 7 人；
流泪坡村	10	10	②可能造成的影响：林草退化 6 人、水资源破坏 6 人、耕地减少 5 人、塌陷影响植被 15 人、其他 1 人；
曹家河村	7	6	③影响最大：道路破坏 27 人、其他 6 人；
栾家沟村	5	5	④适宜植被：紫穗槐 7 人、刺槐 26 人、油松 5 人、柠条 3 人、沙柳 1 人、紫花苜蓿 23 人； ⑤治理与复垦措施：地貌重塑 23 人、裂隙充填 30 人、土壤重构 27 人、植被重建 31 人； ⑥矿山地质环境保护与土地复垦后所要达到的目标：恢复原貌 20 人、比原生态环境有所改善 28 人、能够有经济效益 23 人； ⑦矿山地质环境保护与土地复垦措施态度：积极支持 15 人、支持 17 人、反对 1 人；
合计	35	33	/

表 8.1-6 禾草沟一号煤矿公众参与调查样表

**延安市禾草沟一号煤矿有限公司延安市禾草沟一号煤矿  
矿山地质环境保护与土地复垦方案公众参与调查表**

一、被调查人基本情况		
姓名		性别
所在村		文化程度
联系方式		
二、项目简介		
<p>延安市禾草沟一号煤矿有限公司延安市禾草沟一号煤矿位于陕西省子长市余家坪镇峨岷村，行政区划隶属于子长市余家坪镇管辖。为了更好的预防和治理禾草沟一号煤矿在生产过程中产生的土地损毁、保护矿山地质环境，延安市禾草沟一号煤矿有限公司委托陕西永安工程设计咨询有限公司编制《延安市禾草沟一号煤矿有限公司延安市禾草沟一号煤矿矿山地质环境保护与土地复垦方案》，为了使方案能切合实际，指导矿区生态环境治理，就方案编制情况征求您的意见，作为参考，感谢您的配合！</p>		
三、调查内容		
1	您是否了解矿山地质环境保护与土地复垦相关政策？	A 了解 B 了解一些 C 不了解
2	您认为禾草沟一号煤矿项目生产可能造成的影响有哪些？	A 林草退化 B 水资源破坏 C 耕地减少 D 塌陷影响植被 E 其他
3	您认为该矿开发会造成哪些类型不稳定地质体对您影响最大？	A 道路破坏 B 输电线路损毁 C 房屋损毁 D 其他
4	矿区实施植被恢复较为合适植被类型原有哪些？	A 紫穗槐 B 刺槐 C 油松 D 柠条 E 沙柳 F 紫花苜蓿
5	您认为采用何种矿山地质环境保护与土地复垦措施合适（多选）	A 地貌重塑 B 裂隙充填 C 土壤重构 D 植被重建 E 其他
6	您希望矿山地质环境保护与土地复垦后所要达到的目标（多选）	A 恢复原貌 B 比原生态环境有所改善 C 保持现状 D 能够有经济效益
7	您对该项目的态度是？	A 积极支持 B 支持 C 反对
8	您对该项目矿山地质环境保护与土地复垦有何好的建议或意见	

调查人签名：

调查人电话：

调查日期： 年 月 日

## （六）适应性管理

1、监测评价与适应性管理贯穿禾草沟一号煤矿生产建设以及复垦修复全过程，基于全周期跟踪监测评估结果，对照煤矿复垦修复目标，监测评估减缓保护、预防控制、复垦修复工程措施、技术手段的效果，及时发现减缓保护、预防控制、复垦修复过程中新产生的生态问题及潜在生态风险。

2、评估原受损生态系统是否已遏制退化并朝“正向演替”方向发展；在结果和风险可控的原则下，借鉴已有经验做法，对可能导致偏离复垦修复目标或者对因复垦修复造成新的损毁的生产工艺、预防控制和复垦修复措施和技术、工程部署和时序安排等，由采矿权人组织技术论证后进行相应调整修整。

## 二、效益分析

### （一）社会效益

禾草沟一号煤矿生产带动了社会经济的发展，促进了采掘业、运输业、商业、服务业及加工业的发展，带来更多就业机会，改善了当地的产业结构，提高当地居民的生活水平。

1、本方案实施后，通过采空塌陷区土地的治理，将恢复受损土地的使用功能，可以减少矿区开采带来的新增水土流失。

2、本方案实施后能够减轻生态环境破坏，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。

3、矿山地质环境治理、土地经营管理工作人员缺口较大，因此也能够为矿区村民提供更多的就业机会，对于促进企地和谐起到积极的推动作用。

4、通过恢复土地的使用功能，提高了土地生产率，调整土地利用结构，提高环境容量，促进生态良性循环。

总体上，本方案实施后减轻村民财产损失，增加农村人口的就业机会，改善农村经济结构，促进农村经济发展，促进社会和谐发展，具有明显的社会效益。

### （二）经济效益

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。

### （三）生态效益

1、改善矿区生态环境：方案实施后，土地合理利用、协调发展，水土流失得到有效地控制，农作物种植结构将得到改善，项目区的生态系统得到保护，将形成综合的防护体系。通过综合措施恢复土地的可利用性，改善煤矿的生态环境；通过植物防护措施可增加复垦区林地和草地面积，提高林草覆盖率，美化环境，促进生态文明建设；通过增施有机肥和土壤培肥，土壤有机质含量、土壤养分不平衡状况可以得到缓解；通过工程措施和生物措施，以往矿区坑洼不平、废石乱堆的地貌可大为改观；通过沉陷区裂缝及时治理，防治了土壤漏水漏肥、土壤板结以及贫瘠化、植株根系生长困难或因缺水导致植株死亡，有效保护矿区生物多样性，改善矿区生态环境。

2、净化环境功能价值：项目区的土地利用现状类型划分为 12 个一级类和 25 个二级类，包括耕地、园地、林地、草地、商服用地、工矿仓储用地、住宅用地、公共管理与公共服务用地、特殊用地、交通运输用地、水域及水利设施用地及其他土地；借土地复垦契机，增加植被覆盖度，根据 2023 年监测成果，三、四、五级覆盖的面积有所减少，一、二级覆盖面积是逐渐增加，差、较差、中等生态指数面积是减少的，良好、优生态指数面积是逐渐增加，这也说明矿区内植被生长情况在逐渐向好的方面发展；从一定程度上改善林地土壤水文特性、改良林地土壤，调节小气候、净化空气。对局部环境空气和小气候产生正面和长效影响。具体来讲，防护林建设，植树、种草工程不仅可以防风固沙，还可以通过净化空气改善周边区域的大气环境质量。

## 第九章 结论与建议

### 一、结论

#### （一）矿山地质环境影响评估

##### 1、评估级别

禾草沟一号煤矿为中型矿山，地下开采，生产规模 0.60Mt/a，评估区为重要区，地质环境条件复杂，评估级别为一级。

##### 2、现状评估

##### （1）不稳定地质体现状评估

评估区发现不稳定地质体共计 4 处，3 处不稳定边坡（H1、BP1、HP1）和 1 处地面塌陷（TX1），滑坡 H1（zc0079）为一中型土质滑坡，该滑坡出露岩性为第四系中上更新离石组、马兰组黄土，主要威胁房屋 25 间 2 户 3 人，子长市余家坪镇人民政府已竖立了警示牌，安装了 2 套监测设备进行实时监测，通过群测群防措施进行治理，现状评估其发育程度弱、影响程度较轻；不稳定边坡 BP1 主要威胁下方道路、车辆及过往人员，已对其进行削坡、人工巡查竖立警示牌的方式进行治理，现状评估其发育程度中等，危害程度中等、危险性中等、影响程度较严重；不稳定边坡 HP1 主要威胁下方库房及工作人员，距离材料库 1-1.5m，目前煤矿已在坡面上安装了监测设备，坡脚设置了警示牌，现状影响程度较严重；地面塌陷 TX7 对上部农村道路、田间道等产生一定影响，现状影响程度较严重。

##### （2）含水层现状评估

地面塌陷 TX7 导水裂隙沟通破坏侏罗系中统延安组砂岩裂隙承压水含水层，水位降至煤层底板，影响程度严重；塌陷地对含水层结构、水质影响较轻；对含水层水位生产生活用水影响较轻；总之，含水层现状影响严重。

##### （3）地形地貌景观现状评估

工业场地（生产区）、工业场地（生活区）对地形地貌景观影响程度严重；材料库、材料库道路对地形地貌景观影响程度较严重；临时排矸场对地形地貌影响程度较严重；地面塌陷 TX7 在裂缝拉伸区、沟谷边坡区域引发次生边坡，形成了滑塌现象，整体对微地貌影响较轻，因此采矿活动对地形地貌景观影响程度较轻。

##### （4）水土环境现状评估

工业场地已建成生活污水处理站，达标处理后全部回用，不外排；工业场地矿井水处理站，矿井水达标处理后全部回用不外排，对水质影响较轻。

煤矿前期开采形成的伴生地裂缝使土壤质地趋于疏松，但对土壤理化性质影响程度较轻。

### （5）现状评估分级与分区

将全区划分为3级8个不同影响程度区，其中2个严重影响区，面积为0.0984km<sup>2</sup>，占评估区比例0.52%；5个较严重影响区，面积为0.2046km<sup>2</sup>，占评估区比例1.09%；1个较轻影响区，面积为18.4788km<sup>2</sup>，占评估区比例98.39%。

## 3、预测评估

### （1）不稳定地质体预测评估

禾草沟一号煤矿地面建设工程包括工业场地（生产区、生活区）、材料库、临时排矸场、材料库道路。

#### 1）遭受不稳定地质体危险性预测评估

工业场地（生产区）南侧存在一处不稳定边坡HP1，现状不稳定边坡HP1发育程度中等，距离其他不稳定地质体较远，预测评估其遭受不稳定边坡HP1的可能性大，危害程度大，危险性大。

工业场地（生活区）、材料库、临时排矸场、材料库道路等场地周边无高陡边坡，远离不稳定边坡（HP1）及1处地面塌陷（TX7）的影响范围，预测评估其遭受不稳定地质体的可能性小，危害程度小，危险性小。

#### 2）引发不稳定地质体危险性评估

工业场地（生产区、生活区）、材料库、临时排矸场、材料库道路已建成运行多年，无新增建设工程，预测其引发不稳定地质体的可能性小，危害程度小，危险性小。

#### 3）采矿活动对滑坡H1影响预测评估

滑坡H1位于煤矿中期开采3<sup>-2</sup>、2号煤影响范围内，中期采矿活动对其危害程度大，危险性大，影响程度严重；煤矿计划对该区的零散房屋进行采前搬迁，对搬迁的房屋进行拆除复垦。

#### 4）采矿活动对地面工程影响预测评估

已有的工业场地（生产区、生活区）、材料库、临时排矸场、材料库道路，近、中期采矿活动对其影响程度较轻。

#### 5）采矿活动对村庄房屋损坏预测评估

评估区范围村庄居民点内共涉及余家坪镇4个村庄，分别为庙砭村、流泪坡村、曹家河村、栾家沟，均已留设保护煤柱。

近、中期开采区无集中村庄分布，预测近、中期开采对村庄危害程度小、危险性小，

影响程度较轻。

#### 6) 采矿活动对道路损坏预测评估

包西铁路和包西铁路复线均已留设保护煤柱，预测近、中期采矿活动对其危害程度小，危险性小，影响程度较轻。

近、中期开采区的采矿活动对地势较高区的乡村道路产生影响，等级外道路，影响程度较轻；田间道分布于田块之间，一般为素土路面，路面宽度 2~4m，素土路易于修复，预测损毁程度小，影响程度较轻。

#### 7) 采矿活动对输电线路损坏预测评估

矿区西部有一条 110kv 高压输电线路未留设保安煤柱。近、中期开采对高压输电线路塔基产生破坏的可能性较大，影响程度较严重；近、中期开采对矿区内的民用输电线路（低压线路）电杆有一定的威胁，预测地面变形对矿区内的民用输电线路可能性较大，影响程度较严重。

#### 8) 采矿活动对油井损坏预测评估

油井均已留设保护煤柱，预测近、中期采矿活动对其危害程度小，危险性小，影响程度较轻。

#### 9) 采矿活动对村民供水管道损坏预测评估

村民供水管道来自余家坪镇自来水管网，已对集中连片村庄留设了保护煤柱，根据以往开采情况调查，村民供水管道受开采影响较轻。因此相同的开采方法及工程地质条件类比分析，预测近、中期开采对村民供水管道影响较轻，预测危害程度小，危险性小，影响程度较轻。

**总之，不稳定地质体预测评估影响程度严重。**

### **(2) 含水层预测评估**

近期和中期开采 5、3<sup>-2</sup>、2 煤后，导水裂隙沟通破坏侏罗系中统延安组砂岩裂隙承压水含水层，水位降至煤层底板，影响程度严重；塌陷地对含水层结构、水质影响较轻；对含水层水位生产生活用水影响较轻。

**总之，含水层预测影响程度严重。**

### **(3) 地形地貌景观预测评估**

#### 1) 地面工程对地形地貌景观影响

工业场地（生活区、生产区）、材料库、材料库道路等已建成，地面工程正常运行，经过绿化等恢复治理，预测对地形地貌景观影响程度较轻；临时排矸场中矸石临时周转及时进行覆

土绿化，不改变总体地形地貌景观，因此临时排矸场对地形地貌景观影响程度较轻。

## 2) 矿山开采对地形地貌景观影响

近、中期壁式综采在沟谷两侧斜坡区域，可能会引发山坡大面积滑塌，整体对微地貌影响较轻，预测煤矿开采对地形地貌的影响程度较轻；

总体上，评估区预测地形地貌景观影响程度较轻。

## （4）水土环境预测评估

生活污水处理站及矿井水处理站正常运行，生活污水、矿井水达标处理并全部回用，对地表水影响程度较轻。

近期和中期煤层开采后塌陷区会出现伴生地裂缝、局部地区地表坡度将会发生变化，塌陷过程使土壤质地趋于疏松，主要为物理结构破坏，对土壤理化性质影响程度较轻。

总之，水土环境预测影响程度较轻。

## （5）预测评估分级与分区

全区共划分 3 级 14 个不同影响程度区，其中：2 个严重影响区，面积为 0.0642km<sup>2</sup>，占评估区比例 0.34%；11 个较严重影响区，面积为 4.2481km<sup>2</sup>，占评估区比例 22.62%；1 个较轻影响区，面积为 14.4695km<sup>2</sup>，占评估区比例 77.04%。

## （二）矿山土地损毁预测与评估

### 1、已损毁土地

禾草沟一号煤矿已损毁土地包括压占损毁土地和煤矿开采引起的沉陷损毁；压占损毁土地为工业场地（生活区）、工业场地（生产区）未办理土地证区域、材料库、临时排矸场、材料库道路和临时堆渣区，面积 12.25hm<sup>2</sup>，沉陷损毁土地为禾草沟一号煤矿 2024 年壁式综采 5 号煤 15210 工作面开采形成的塌陷地，面积为 11.66hm<sup>2</sup>。

### 2、拟损毁土地

本方案拟损毁土地主要为沉陷损毁土地，面积为 1460.41hm<sup>2</sup>，近期（一时段）损毁土地面积为 131.06hm<sup>2</sup>，中期（二时段）沉陷损毁土地面积为 1329.35hm<sup>2</sup>，近期（一时段）与中期（二时段）损毁土地区域存在部分重复损毁，重复损毁土地面积为 131.06hm<sup>2</sup>，均为轻度、中度损毁。

## （三）矿山地质环境治理分区与土地复垦范围

### 1、矿山地质环境治理分区

全区共划分 3 级 17 个不同防治区，其中：3 个重点防治区，面积 0.1626km<sup>2</sup>，占评估

区比例 0.87%；13 个次重点防治区面积 4.2977km<sup>2</sup>，占评估区比例 22.88%；1 个一般防治区面积 14.3215km<sup>2</sup>，占评估区比例 76.25%。

## 2、土地复垦责任范围

复垦区永久性建设用地包括工业场地（生产区）、工业场地（生活区）已办理土地证区域，面积合计为 3.23hm<sup>2</sup>，复垦区内永久性建设用地在本方案确定的服务年限结束后均不留续使用，损毁土地面积为 1340.92hm<sup>2</sup>，复垦责任范围面积为 1344.15hm<sup>2</sup>。

### （四）矿山地质环境治理与土地复垦工程

#### 1、矿山地质环境保护与土地复垦预防措施

（1）留设保护煤柱：对井田境界、铁路、村庄、油气井、采空区、工业场地、井筒、主要巷道均留设了保护煤柱。

（2）避让：尽快实施塌陷治理工程，竖立警示牌提醒场地工作人员避让，减轻财产及人身安全威胁。

#### 2、矿山地质环境治理工程

部署了近期 5 年（2025-2029 年），中期 26 年（2030-2055 年），后期 8 年（2056-2063 年）矿山地质环境治理工程。

近期矿山地质环境治理工程：

- （1）对不稳定边坡 BP1、HP1 进行治理；
- （2）对地面塌陷区次生不稳定斜坡进行治理；
- （3）对已损毁和近期开采拟损毁塌陷地进行裂缝填充；
- （4）对已损毁和近期开采拟损毁的道路进行维修；
- （5）对受损的输电线路塔基进行扶正、加固；
- （6）开展塌陷地地表变形监测、含水层及水土环境质量监测；
- （7）地形地貌监测、生态格局等监测，生态系统样方调查；
- （8）地面人工巡查。

中期治理工程：裂缝充填、道路维修、人工巡查等。

后期治理工程：封闭井筒。

#### 3、矿区土地复垦

部署了近期 5 年（2025-2029 年），中期 26 年（2030-2055 年），后期 8 年（2056-2063 年）土地复垦工程。

工程措施：地貌重塑、裂隙充填、土壤重构、植被重建等。

#### 4、矿山地质环境监测工程

编制了矿山地质环境监测方案，矿区范围每年实施遥感监测和生态系统监测。

#### 5、矿区土地复垦监测和管护

土地复垦监测主要包括原地貌地表监测、土地损毁监测、土地质量监测、复垦效果监测。

本方案累计实施原地貌地表监测 114 点次，累计实施土地损毁监测 455 点次，累计实施土地质量监测 786 点次，累计实施复垦效果监测 210 点次，对复垦为园林草地的复垦单位实施管护措施，累计实施林草地管护 7552.92hm<sup>2</sup>。

#### （五）矿山地质环境治理工程经费估算

本方案矿山地质环境保护与土地复垦估算静态总费用 22376.19 万元，其中矿山地质环境治理静态费用 7278.59 万元，剩余可采资源量<sup>\*\*</sup>.<sup>\*\*\*</sup>Mt，静态吨煤投资 9.20 元；土地复垦静态投资 15097.60 万元，复垦责任范围 1344.15hm<sup>2</sup>，静态亩均投资 7488.05 元。

近期矿山地质环境保护与土地复垦估算近期总投资 2348.73 万元，其中矿山地质环境治理静态费用 879.25 万元、土地复垦静态费用 1469.48 万元。

## 二、建议

1、由于本区域高陡边坡区开采后易形成垮塌，矿山企业应及时与镇政府、村委会沟通，加强警戒巡查、共同做好警戒安全工作。

2、矿山企业应健全矿山地质环境与生态环境监测体系，落实矿山地质环境治理与生态保护任务，实现可持续发展，并做好验收资料整理工作，及时申请验收。