

府谷县中联矿业有限公司
府谷县中联前阳洼煤矿
矿区生态修复方案
(矿山地质环境保护与土地复垦方案)

府谷县中联矿业有限公司
2025年12月



6108220075152

府谷县中联矿业有限公司
府谷县中联前阳洼煤矿
矿区生态修复方案
(矿山地质环境保护与土地复垦方案)

申报单位: 府谷县中联矿业有限公司
法人代表: 郝利军
总工程师: 杨伟光
编制单位: 西安科技大学
法人代表: 邓军
总工程师: 王念秦
项目负责: 闫贝贝 闫贝贝 潘皓
编写人员: 唐皓 赵洲 马建全 赵洲 马建全
制图人员: 刘佳乐 魏冈萱 刘佳乐 魏冈萱

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	企业名称	府谷县中联矿业有限公司			
	法人代表	郝利军	联系电话	18691280333	
	单位地址	陕西省府谷县庙沟门镇			
	矿山名称	府谷县中联前阳洼煤矿			
	采矿许可证	<input type="checkbox"/> 新申请 <input type="checkbox"/> 持有 <input checked="" type="checkbox"/> 变更 以上情况请选择一种并打“√”			
编 制 单 位	单位名称	西安科技大学			
	法人代表	邓军	联系电话	029-83858155	
	主要 编 制 人 员	姓名	签名	职责	联系电话
		闫贝贝	闫贝贝	项目负责	13679297281
		唐皓	唐皓	技术负责	13759954842
		马建全	马建全	编 制	18681943447
		赵洲	赵洲	编 制	13891819210
刘佳乐		刘佳乐	编 制	18992951258	
魏冈萱	魏冈萱	编 制	15083092515		
审 查 申 请	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区生态修复工作。 请予以审查。				
	 申请单位（矿山企业）盖章 联系人：张波 联系电话：13173372123				

《府谷县中联矿业有限公司府谷县中联前阳洼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11月3日,陕西省自然资源厅邀请有关专家(名单附后)在西安市对府谷县中联矿业有限公司委托西安科技大学编制的《府谷县中联矿业有限公司府谷县中联前阳洼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》)进行了评审。受陕西省自然资源厅委托,省地质环境监测总站组织召开本次会议,会前部分专家到矿山进行了实地踏勘,专家组在听取汇报、审阅方案及附件、附图的基础上,经过质询答辩后,形成如下意见:

一、《方案》完成的工作量满足编制的要求。《方案》收集资料28份,完成调查面积 25.2025km^2 ,评估区面积 21.1180km^2 ,地质环境调查点90个、土地复垦调查点21个。《方案》附图、附表及附件完整,插图及插表齐全,格式符合编制要求。

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。依据《府谷县中联前阳洼煤矿矿产资源开发利用方案(2023年变更)》与《陕西省府谷县中联前阳洼煤矿2024年资源储量年报》,截止2024年12月31日,矿山剩余可采储量Mt,矿山剩余服务年限为12.3年,沉稳期2年,管护期6年,《方案》规划服务年限为21年(2025年-2045年),《方案》适用期为5年(2025年-2029年),《方案》编制基准年为2024年,《方案》实施基准期以自然资源部门公告之日算起。

三、矿山基本情况和其它基础信息叙述完整。矿山处于生产状态，生产规模（拟变更采矿许可证生产规模 1.80Mt/a （现有采矿证生产规模为 1.20Mt/a ）），采矿许可证证号，矿区面积 20.9241km^2 、开采标高 1195 米至 1130 米、批准开采煤层为 4^{-4} 、 5^{-1} 、 5^{-2} 号煤。土地利用现状叙述清晰；矿山属于地下开采，采用综合机械化采煤法，允许地表塌落，根据矿山开采方式和采矿方法，确定矿种系数为 1.4%（煤炭、煤炭价格 < 600 元/吨），开采影响系数为 1.2（允许地表塌落），地区系数为 1.1（陕北地区）。

四、矿区自然地理和地质环境背景叙述正确，评估区重要程度属“重要区”、地质环境条件复杂程度为“复杂”类型、矿山规模属“大型”，据此确定的矿山地质环境影响评估级别为一级是正确的，评估面积 21.118km^2 ，评估范围适宜。

五、矿山地质环境现状评估和预测评估合理正确，（一）现状评估将评估区划分为严重区、较严重区、较轻区 3 级 8 个区块，其中：2 个严重区，面积 0.187km^2 ，占评估区 0.89%；5 个较严重区，面积 0.168km^2 ，占评估区 0.79%；较轻区 1 个，面积为 20.763km^2 ，占评估区 98.32%。（二）预测评估将评估区划分为严重区、较严重区、较轻区 3 级 16 个区块，其中：4 个严重区，面积 0.211km^2 ，占评估区 1.01%；11 个较严重区，面积 0.277km^2 ，占评估区 1.30%；1 个较轻区，面积 20.630km^2 ，占评估区 97.69%。

六、矿山土地损毁预测与评估合理正确，土地损毁的环节和时序叙述正确，已损毁土地现状明确，拟损毁土地预测正确。矿

山共计损毁土地面积 503.06hm^2 ，其中已损毁土地面积 20.64hm^2 ，拟损毁土地面积 488.11hm^2 ，重复损毁土地面积 5.69hm^2 。

七、矿山地质环境保护与治理分区原则正确，分区结果合理；复垦责任范围划定合理，土地权属明确。（一）评估区划分为重点防治区、次重点防治区、一般防治区3级17个区块。其中：6处重点防治区，面积为 0.398km^2 ，占总恢复治理区面积的1.88%；10处次重点防治区，面积为 0.268km^2 ，占总恢复治理区面积的1.27%；1处一般防治区，面积为 20.452km^2 ，占总恢复治理区面积的96.85%。（二）复垦区范围由损毁土地、永久性建设用地组成，共计 510.49hm^2 ，其中损毁土地 503.06hm^2 、永久性建设用地 7.43hm^2 。矿山闭坑后，工业场地等永久性建设用地均不留续使用，复垦责任范围面积 510.49hm^2 。

八、矿山地质环境保护与治理恢复可行性分析正确；土地复垦适宜性评价指标体系和评价方法正确，复垦适宜性结论合理。

九、《方案》提出的矿山环境保护与土地复垦目标与任务明确；对治理与复垦工程内容提出的技术方法正确可行；治理与复垦工程量明确，具有可操作性。矿山地质环境治理工程主要措施：不稳定斜坡BP1、BP2及BP3加固与支挡治理、崩塌点B1、B2、B3、B4及B5加固治理、道路修复、井口封堵、设置警示牌及实施监测工程等；土地复垦工程主要措施：拆除清理、土壤重构、植被恢复、配套工程及监测管护等。

表1 矿山地质环境治理恢复与土地复垦任务表

年度	矿山地质环境治理措施及工程量	土地复垦措施及工程量
第一年	<p>1、维修受损水泥路 1264m² (东墕沟至五素沟水泥路), 受损土路 3193m² (东墕沟至矿东侧林场土路、木瓜树墕至东墕沟土路及郝家沟北村至木区瓜树墕土路);</p> <p>2、设置警示牌 5 块;</p> <p>3、针对不稳定地质体发育情况布置 8 个监测点 (D1-D7、D13), 实施自动化监测, 开展人工巡查 12 次;</p> <p>4、地形地貌景观高分遥感监测 1 次, 无人机巡查监测已沉陷损毁区及本年度采区地表面积 318hm²;</p> <p>5、利用 1 口水井作为监测井, 新建 3 口水文监测井, 合计打井 400m, 共监测 12 次水位及水量, 监测 16 次地下水水质; 完成水质简分析 8 组, 水质全分析 8 组;</p> <p>6、布置水环境质量监测点 2 处, 监测 24 次水位及水量, 8 次水质; 土壤环境质量监测点 4 处, 监测 16 次土壤环境质量。</p>	<p>1、在木瓜树墕村土地复垦区建造 2 个蓄水池; 在杨家梁村土地复垦区建造 3 个蓄水池。</p> <p>2、裂缝充填 2.14 万 m³, 表土剥覆 2.67 万 m³;</p> <p>3、复垦旱地 20.61hm², 园地 1.47hm², 土地平整 0.86 万 m³, 新修或修复田间路及生产路 5.08 万 m², 蓄水池 2 个;</p> <p>4、复垦园地面积 1.47hm², 林地面积 48.11hm², 草地面积 19.63hm², 其中栽植山杏 770 株、樟子松 3580 株、紫穗槐 109340 株、撒播紫花苜蓿 58.28kg;</p> <p>5、沉陷损毁前原地表监测 5 次; 复垦后土壤质量监测 5 次、复垦植被监测 5 次、配套设施监测 5 次、农作物产量监测 8 次;</p> <p>6、管护复垦园地面积 1.47hm², 林地面积 48.11hm², 草地面积 19.63hm².</p>
第二年	<p>1、对不稳定斜坡 BP1 实施工程治理; 砌体拆除与清运约 600m³, 土方开挖与清运 20000m³, 窗式格构护坡约 3500m², 修建排水沟 550m, 急流槽 25m, 修建护脚墙约 80m;</p> <p>2、对不稳定斜坡 BP2 实施工程治理: 坡面修建窗式格构 3000m², 锚杆 760 根, 植生袋 2500m³, 混凝土护坡 2000m², 修建 8m 高挡墙 120m, 修建排水沟 600m;</p> <p>3、对不稳定斜坡 BP3 实施工程治理: 修建 3m 高混凝土挡墙约 950m, 排水渠长度约 1500m;</p> <p>4、设置警示牌 10 块;</p> <p>5、维修受损水泥路 677m² (柏树沟东梁水泥路), 受损土路 1869m² (郝家沟北村至木瓜树墕土路、木瓜树墕至东墕沟土路及柏树沟东梁土路);</p> <p>6、针对不稳定地质体发育情况维持前期布置 8 个监测点 (D1-D7、D13), 新增 1 个监测点 (D14), 自动化监测; 开展人工巡查 12 次;</p> <p>7、地形地貌景观高分遥感监测 1 次, 无人机巡查监测已沉陷区及本年度采区地表面积 355hm²;</p> <p>8、继续维持 4 口监测井的地下水监测, 共监测 12 次水位及水量, 监测 16 次地下水水质; 完成水质简分析 8 组, 水质全分析 8 组;</p> <p>9、维持水环境监测点 2 处, 监测 24 次水位及水量, 8 次水质; 土环境监测点 4 处, 监测 16 次土环境质量。</p>	<p>1、裂缝充填 2.01 万 m³, 表土剥覆 2.38 万 m³;</p> <p>2、复垦旱地 14.07hm², 园地 2.19hm² 土地平整 0.6 万 m³, 新修或修复田间路及生产路 3.26 万 m², 蓄水池 2 个;</p> <p>3、复垦林地面积 26.69hm², 草地面积 31.02hm², 其中栽植山杏 1170 株、樟子松 2490 株、紫穗槐 64400 株、撒播紫花苜蓿 91.5kg;</p> <p>4、复垦后土壤质量监测 5 次、复垦植被监测 5 次、配套设施监测 5 次、农作物产量监测 8 次;</p> <p>5、管护复垦的园地 2.19hm², 林地面积 26.69hm², 草地面积 31.02hm²;</p> <p>6、村民搬迁后, 拆除建构建筑物并清运渣体 1.80 万 m³, 覆土 6483.24m³, 土地平整 1894.26m³, 修筑田埂 540.27m³, 施用商品有机肥 10805.4kg, 无机肥 1620.81kg, 修筑配套道路 4826.41m².</p>

第三年	<p>1、治理矿区内地质体发育情况维持前期布置 9 个监测点 (D1-D7、D13 及 D14)，新增 3 个监测点 (D8-D9 及 D16)，自动化监测；开展人工巡查 12 次；</p> <p>2、维修受损水泥路 4178m² (郝家沟至西乡边则水泥路在矿区西侧边界段、郝家沟至西乡边则移民新村水泥路在矿区西侧边界段)，受损土路 2759m² (西乡边则移民新村至西乡边则土路)；</p> <p>3、设置警示牌 5 块；</p> <p>4、针对不稳定地质体发育情况维持前期布置 9 个监测点 (D1-D7、D13 及 D14)，新增 3 个监测点 (D8-D9 及 D16)，自动化监测；开展人工巡查 12 次；</p> <p>5、地形地貌景观高分遥感监测 1 次，无人机巡查监测已沉陷区及本年度采区地表面积 410hm²；</p> <p>6、继续维持 4 口监测井的地下水监测，共监测 12 次水位及水量，监测 16 次地下水水质；完成水质简分析 8 组，水质全分析 8 组；</p> <p>7、维持水环境质量监测点 2 处，监测 24 次水位及水量，8 次水质；土壤环境质量监测点 4 处，监测 16 次土壤环境质量。</p>	<p>1、裂缝充填 1.22 万 m³，表土剥覆 1.87 万 m³；</p> <p>2、复垦旱地 20.95hm²，园地 2.05hm²，土地平整 0.85 万 m³，新修或修复田间路及生产路 4.86 万 m²，蓄水池 2 个；</p> <p>3、复垦林地面积 17.6hm²，草地面积 39.54hm²，其中栽植山杏 1295 株、樟子松 5200 株、紫穗槐 19000 株、撒播紫花苜蓿 88.5kg；</p> <p>4、复垦后土壤质量监测 5 次、复垦植被监测 5 次、配套设施监测 5 次、农作物产量监测 8 次；</p> <p>5、管护复垦的园地 2.05hm²，林地面积 17.6hm²，草地面积 39.54hm²；</p> <p>6、村民搬迁后，拆除建构建筑物并清运渣体 1.53 万 m³，覆土 5522.76m³，土地平整 1613.63m³，修筑田埂 460.23m³，施用有机肥 9204.6kg，无机肥 1380.69kg，修筑配套道路 4111.39m²。</p>
第四年	<p>1、维修受损水泥路 2213m² (郝家沟至西乡边则水泥路)，受损土路 3434m² (西乡边则移民新村至西乡边则土路、郝家沟北村至木瓜树墕土路)；</p> <p>2、设置警示牌 5 块；</p> <p>3、针对不稳定地质体发育情况维持前期布置 12 个监测点 (D1-D9、D13、D14 及 D16)，新增 2 个监测点 (D10-D11 及 D16)，自动化监测；开展人工巡查 12 次；</p> <p>4、地形地貌景观高分遥感监测 1 次，无人机巡查监测已沉陷区及本年度采区地表面积 469hm²；</p> <p>5、继续维持 4 口监测井的地下水监测，共监测 12 次水位及水量，监测 16 次地下水水质；完成水质简分析 8 组，水质全分析 8 组；</p> <p>6、维持水环境质量监测点 2 处，监测 24 次水位及水量，8 次水质；土壤环境质量监测点 4 处，监测 16 次土壤环境质量。</p>	<p>1、裂缝充填 0.46 万 m³，表土剥覆 1.47 万 m³；</p> <p>2、复垦旱地 35.14hm²，园地 2.43hm²，土地平整 1.31m³，新修或修复田间路及生产路 8.15 万 m²，蓄水池 4 个；</p> <p>3、复垦林地面积 32.6hm²，草地面积 22.42hm²，其中栽植山杏 1215 株、樟子松 2530 株、紫穗槐 55080 株、撒播紫花苜蓿 45.96kg；</p> <p>4、复垦后土壤质量监测 5 次、复垦植被监测 5 次、配套设施监测 5 次、农作物产量监测 8 次；</p> <p>5、管护复垦的园地 2.43hm²，林地面积 32.6hm²，草地面积 22.42hm²；</p>

第五年	<p>1、维修受损水泥路 4224m² (郝家沟至西乡边则水泥路及郝家沟至西乡边则移民新村水泥路), 受损土路 1832m² (西乡边则移民新村至西乡边则土路);</p> <p>2、设置警示牌 5 块;</p> <p>3、针对不稳定地质体发育情况维持前期布置 14 个监测点 (D1-D11、D13、D14 及 D16), 新增 3 个监测点 (D12、D15 及 D17), 自动化监测; 开展人工巡查 12 次;</p> <p>4、地形地貌景观高分遥感监测 1 次, 无人机巡查监测已沉陷区及本年度采区地表面积 520hm²;</p> <p>5、继续维持 4 口监测井的地下水监测, 共监测 12 次水位及水量, 监测 16 次地下水水质; 完成水质简分析 8 组, 水质全分析 8 组;</p> <p>6、继续维持水环境质量监测点 2 处, 监测 24 次; 土环境质量监测点 4 处, 监测 16 次土壤环境质量。</p>	<p>1、裂缝充填 1.98 万 m³, 表土剥覆 2.33 万 m³;</p> <p>2、复垦园地 0.87hm², 旱地 10.13hm², 土地平整 0.44 万 m³, 新修或修复田间路及生产路 2.35 万 m², 蓄水池 1 个;</p> <p>3、复垦园地面积 0.87hm², 林地面积 20.69hm², 草地面积 39.24hm², 其中栽植山杏 765 株、樟子松 5305 株、紫穗槐 37180 株、撒播紫花苜蓿 98.42kg;</p> <p>4、复垦后土壤质量监测 5 次、复垦植被监测 5 次、配套设施监测 5 次、农作物产量监测 8 次;</p> <p>5、管护复垦的园地面积 0.87hm², 林地面积 20.69hm², 草地面积 39.24hm²。</p>
-----	--	--

十、矿山地质环境治理与土地复垦工程总体部署、阶段实施计划基本符合实际、适用期年度工作安排基本合理、针对性较强。

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 4376.84 万元、11395.83 万元, 总费用为 15772.67 万元, 吨煤投资 元 (剩余可采储量 Mt), 静态亩均投资 14882.21 元 (复垦责任范围 510.49hm²), 经费估算合理。《方案》适用期 5 年矿山地质环境治理工程和土地复垦工程静态费用分别为 2736.16 万元、5473.38 万元, 总费用 8209.54 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 矿山地质环境治理恢复与土地复垦费用明细表

年度	矿山地质环境治理费用(万元)	土地复垦费用(万元)	小计(万元)
第一年	76.01	1303.35	1379.36
第二年	1439.26	1486.78	2926.04
第三年	1084.24	1383.60	2467.84
第四年	62.21	876.20	938.41
第五年	74.44	423.45	497.89
合计	2736.16	5473.38	8209.54

十二、方案提出的各项保障措施和建议基本合理，对治理效益的分析可信。

十三、矿山上一期方案经过执行，已完成 2021 年度、2022 年度与 2023 度验收，分别于 2022 年 6 月 30 日、2024 年 7 月 9 日及 2025 年 1 月 14 日取得府谷县自然资源和规划局验收批复；矿山于 2025 年 7 月 2 日取得榆林市自然资源和规划局适用期验收批复。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》(陕自然资规[2024]1757 号)，经审核税务等相关凭证资料，截止 2025 年 9 月 30 日，核定该企业应提取基金 万元，实际提取基金 万元，支取基金 万元，账户剩余基金 万元。

十四、存在问题及建议

- 1、矿山企业应尽快办理超范围建设用地手续；
- 2、搜集并整理矿山生态修复的监测数据，总结矿区生态修复经验，以指导本矿山的生态修复工作。

综上，专家组同意《方案》通过审查，编制单位西安科技大学按专家组意见修改完善后由府谷县中联矿业有限公司按程序上报。

专家组长：

林林

2025年11月29日

《府谷县中联矿业有限公司府谷县中联前阳洼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
李树平	中煤西安设计工程公司	教授	工程地质	同意	李树平
杜士林	中煤科工北京华宇工程公司	教授	采矿工程	同意	杜士林
从宾奎	中煤科工生态环境技术公司	高工	地质环境	同意	从宾奎
李智平	陕西理工大学(有限公司)	正高	地质	同意	李智平
杨新卫	陕西师范大学	教授	地质	同意	杨新卫
郭晓彦	西北大学	教授	土壤学	同意	郭晓彦
王利华	西安地质调查中心	研究员	地质学	同意	王利华

目 录

前 言	1
一、任务由来	1
二、编制目的	2
三、编制依据	2
(一) 委托书	2
(二) 法律法规	2
(三) 政策文件	3
(四) 技术标准与规范	5
(五) 技术资料	6
四、方案适用年限	8
五、编制工作概况	8
(一) 工作程序	8
(二) 工作方法	9
(三) 质量评述及资料真实性的承诺	11
第一章 矿山基本情况	13
一、矿山简介	13
(一) 基本情况	13
(二) 地理位置及交通	13
二、矿区范围及拐点坐标	14
三、矿山开发利用方案概述	15
(一) 生产规模	15
(二) 地面工程布置	15
(三) 批准开采煤层及资源量(储量)	19
(四) 井下工程	21
四、矿山开采历史与现状	29
(一) 矿山开采历史	29
(二) 矿山开采现状	32

(三) 矿山地质环境现状.....	34
第二章 矿区基础信息	35
一、矿区自然地理.....	35
(一) 气象.....	35
(二) 水文.....	37
(三) 地形地貌.....	38
(四) 植被.....	40
(五) 土壤.....	41
二、矿区地质环境背景.....	43
(一) 地层岩性.....	43
(二) 地质构造.....	46
(三) 新构造运动及地震.....	47
(四) 水文地质.....	47
(五) 工程地质.....	51
(六) 煤层地质特征.....	52
三、社会经济概况.....	55
(一) 府谷县.....	55
(二) 庙沟门镇.....	56
四、土地利用现状.....	57
(一) 土地利用类型与数量.....	57
(二) 矿区永久基本农田.....	60
五、矿山及周边其他人类重大工程活动.....	61
(一) 邻近煤矿.....	61
(二) 村庄.....	63
(三) 土地耕种.....	65
(四) 道路建设.....	66
(五) 输电线路.....	66
(六) 工矿企业.....	67
六、矿山及周边矿山地质环境治理与土地复垦案例分析.....	69

(一) 上期方案适用期内容及实施情况分析.....	69
(二) 基金提取及使用情况.....	85
(三) 周边煤矿矿山地质环境治理与土地复垦案例分析.....	86
(四) 取得的经验与教训.....	88
七、绿色矿山建设.....	89
第三章 矿山地质环境影响和土地损毁评估	90
一、矿山地质环境与土地资源调查概述.....	90
(一) 矿山地质环境调查概述.....	90
(二) 矿山土地资源调查概述.....	91
二、矿山地质环境影响评估.....	91
(一) 评估范围和评估级别.....	91
(二) 矿山不稳定地质体现状分析与预测.....	96
(三) 矿区含水层破坏现状分析与预测.....	125
(四) 矿区地形地貌景观（地质遗迹、人文景观）破坏现状分析与预测.....	131
(五) 矿区水土环境质量现状分析与预测.....	132
(六) 矿山地质环境影响评估分级与分区.....	134
三、矿山土地损毁预测评估.....	138
(一) 土地损毁环节与时序.....	138
(二) 已损毁各类土地现状.....	140
(三) 拟损毁土地预测与评估.....	143
四、生态环境现状与预测.....	150
(一) 植被损毁现状分析与预测.....	150
(二) 野生动物影响现状与预测.....	150
五、矿山地质环境治理分区与土地复垦范围.....	151
(一) 矿山地质环境保护与恢复治理分区.....	151
(二) 土地复垦区与复垦责任范围.....	154
(三) 土地类型与权属.....	159
第四章 矿山地质环境治理与土地复垦可行性分析	164

一、矿山地质环境治理可行性分析.....	164
(一) 技术可行性分析.....	164
(二) 经济可行性分析.....	165
(三) 生态环境协调性分析.....	166
二、矿区土地复垦可行性分析.....	166
(一) 复垦区土地利用现状.....	166
(二) 土体复垦适宜性评价.....	167
(三) 水土资源平衡分析.....	185
(四) 土地复垦质量要求.....	186
第五章 矿山地质环境治理与土地复垦工程	191
一、矿山地质环境保护与土地复垦预防.....	191
(一) 目标任务.....	191
(二) 保护与预防措施.....	192
(三) 主要工程量.....	193
二、矿山不稳定地质体治理.....	194
(一) 目标任务.....	194
(二) 工程设计与技术措施.....	194
(三) 主要工程量.....	216
三、矿区土地复垦.....	220
(一) 目标任务.....	220
(二) 工程设计与技术措施.....	220
(三) 主要工程量.....	230
四、含水层破坏修复.....	242
(一) 目标任务.....	242
(二) 工程设计与技术措施.....	242
五、水土环境防护.....	242
(一) 目标任务.....	242
(二) 工程措施.....	242
六、矿山地质环境监测.....	243

(一) 目标任务.....	243
(二) 监测设计与技术措施.....	245
(三) 主要工程量.....	253
七、矿区土地复垦监测和管护.....	255
(一) 目标任务.....	255
(二) 措施和内容.....	255
(三) 主要工程量.....	259
八、生态系统监测与调查.....	260
(一) 目标任务.....	260
(二) 监测方法.....	261
(三) 监测设计与措施.....	261
(三) 主要工程量.....	262
第六章 矿山地质环境治理与土地复垦工作部署	263
一、总体工作部署.....	263
(一) 部署原则.....	263
(二) 总体部署.....	263
二、阶段实施计划.....	264
(一) 近期工作安排（2025~2029 年）	265
(二) 中期工作安排（2030~2037 年）	266
(三) 后期工作安排（2038~2045 年）	267
三、近期年度工作安排.....	267
第七章 经费估算与进度安排	273
一、经费估算依据.....	273
(一) 估算依据.....	273
(二) 经费来源.....	274
(三) 经费构成.....	274
二、矿山地质环境治理工程经费估算.....	274
(一) 估算方法.....	274
(二) 总工程量.....	278

(三) 经费估算.....	281
三、土地复垦工程经费估算.....	282
(一) 估算方法.....	282
(二) 总工程量.....	285
(三) 经费估算.....	287
四、总费用汇总与年度安排.....	287
(一) 总费用构成与汇总.....	287
(二) 近期年度经费安排.....	287
第八章 保障措施与效益分析	296
一、组织保障.....	296
(一) 组织保障要求.....	296
(二) 组织结构.....	296
二、技术保障.....	297
三、监管保障.....	298
四、资金保障.....	298
五、效益分析.....	300
六、公众参与.....	301
第九章 结论与建议	304
一、结论.....	304
(一) 矿山地质环境影响评估.....	304
(二) 矿山土地损毁预测与评估.....	305
(三) 矿山地质环境治理分区与土地复垦范围.....	305
(四) 矿山地质环境治理与土地复垦工程.....	306
(五) 矿山地质环境治理与土地复垦经费估算.....	307
二、建议.....	307

附图目录

- 附图 1 府谷县中联前阳洼煤矿矿山地质环境问题现状图 (1:10000);
- 附图 2 府谷县中联前阳洼煤矿矿区土地利用现状图 (1:10000);
- 附图 3 府谷县中联前阳洼煤矿矿山地质环境问题预测图 (1:10000);
- 附图 4 府谷县中联前阳洼煤矿矿区土地损毁预测图 (1:10000);
- 附图 5 府谷县中联前阳洼煤矿矿区土地复垦规划图 (1:10000);
- 附图 6 府谷县中联前阳洼煤矿矿山地质环境治理工程部署图 (1:10000)。

附表目录

- 1、矿山地质环境现场调查表;
- 2、土地复垦公众参与调查表。

附件目录

- 1、方案编制委托书, 府谷县中联矿业有限公司, 2023 年 8 月 15 日;
- 2、采矿许可证, 陕西省自然资源厅, 2021 年 2 月 3 日;
- 3、关于《府谷县中联前阳洼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]50 号), 陕西省矿产资源调查评审中心, 2023 年 10 月 13 日;
- 4、陕西省发展和改革委员会关于神木市朝源矿业有限公司等 8 处煤矿生产能力核定结果的批复 (陕发改能煤炭[2023]550 号), 陕西省发展和改革委员会, 2023 年 4 月 4 日;
- 5、中联前阳洼煤矿工业场地、风井场地等地面工程不动产权登记证书, 2020 年 7 月 22 日;
- 6、府谷县中联矿业有限公司府谷县中联前阳洼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) 矿山企业内审意见及修改说明, 府谷县中联矿业有限公司, 2025 年 9 月 15 日;
- 7、编制单位内审意见及修改说明, 西安科技大学, 2025 年 9 月 5 日;
- 8、府谷县中联矿业有限公司中联前阳洼煤矿 2021 年度、2022 年度及 2023 年度矿山地质环境治理工程验收意见、府谷县中联矿业有限公司府谷县中联前阳洼煤矿矿山地质环境治理恢复与土地复垦工程/项目适用期验收意见 (榆林市自然资源和规划局, 2025 年 7 月 2 日);
- 9、煤炭销售合同 (含矸石), 2025 年 1 月至 2025 年 12 月;
- 10、府谷县庙沟门镇杨家梁村移民搬迁协议书 (2022 年 12 月 10 日)、府谷县庙沟门镇木瓜树墕村移民搬迁协议书 (2018 年 12 月 1 日);
- 11、陕西省府谷县中联前阳洼煤矿 2024 年资源储量年度报告评审意见, 府谷县中联矿业有限公司, 2025 年 1 月 21 日;

- 12、专家现场踏勘意见及修改反馈表，2025 年 9 月 26 日；
- 13、市、县自然资源主管部门现场踏勘意见表，府谷县自然资源和规划局、榆林市自然资源和规划局，2025 年 10 月 28 日；
- 14、府谷县中联前阳洼煤矿上期方案审查公告及专家评审意见，2020 年 9 月 5 日；
- 15、矿山地质环境治理恢复与土地复垦基金监管协议，2019 年 6 月 20 日；
- 16、府谷县发展改革局关于府谷县中联矿业洗选煤有限公司新建排矸场项目予以备案的通知，府发改发[2018]680 号，2018 年 12 月 19 日；
- 17、投资估算书。

前 言

一、任务由来

府谷县中联矿业有限公司府谷县中联前阳洼煤矿（以下简称“中联前阳洼煤矿”），位于陕北侏罗纪煤田神府矿区三道沟井田北部，行政区划隶属榆林市府谷县庙沟门镇管辖。中联前阳洼煤矿面积 20.9241 km²，现持有 2021 年 2 月由陕西省自然资源厅颁发的采矿许可证，生产规模 120 万吨/年，采用斜井开拓方式，开采 4⁴、5⁻¹ 及 5⁻² 煤层。2023 年 4 月，陕西省发展和改革委员会以“陕发改能煤炭[2023]550 号”同意煤矿生产能力核增至 180 万吨/年。

2020 年矿山企业委托陕西地质工程有限公司编制《府谷县中联矿业有限公司府谷县中联前阳洼煤矿矿山地质环境保护与土地复垦方案》，并通过评审，方案适用期 5 年（2020-2024 年），公告时间为 2020 年 11 月 12 日。

2025 年 6 月 10 日，榆林市自然资源和规划局组织相关专家和相关部门代表，对府谷县中联前阳洼煤矿适用期工作进行现场验收，并于 2025 年 7 月 2 日取得验收文件，上期《两案》适用期已通过验收。

为了预防和治理中联前阳洼煤矿在生产过程中产生的土地损毁、保护矿山地质环境，落实《土地复垦条例》、《矿山地质环境保护规定》、自然资源部办公厅（国土资规[2016]21 号）等相关法律法规，更好地指导煤矿落实矿山地质环境治理和土地复垦工作。基于陕西省国土资源厅（陕国土资环发[2017]11 号）《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》中关于编制矿山地质环境保护与土地复垦方案的有关要求：矿山在办理采矿权变更时，涉及调整开采规模、变更矿区范围、变更开采方式的，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）；在办理采矿权延续时，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矿区生态修复方案（矿山地质环境保护与土地复垦方案）。而府谷县中联前阳洼煤矿当前正面临开采规模变更、采矿权延续及上期方案适用期到期。因此，2023 年 8 月府谷县中联前阳洼煤矿委托我单位编制《府谷县中联矿业有限公司府谷县中联前阳洼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、为促进矿区生态文明建设、绿色矿山建设，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及土地损毁，改善矿区生活环境和生态环境，积极贯彻《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、谁投资谁受益”及“谁损毁、谁复垦”的原则，保证府谷县中联前阳洼煤矿落实矿山地质环境保护与土地复垦义务，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、结合府谷县中联前阳洼煤矿实际建设生产情况对评估区地质环境造成的不良影响进行现状和预测评估，制定有针对性的治理措施，遏制、减缓煤炭开发过程中矿山地质环境破坏及土地损毁，保护耕地资源。

4、为矿山企业基金的使用和提取提供技术支撑，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

府谷县中联矿业有限公司府谷县中联前阳洼煤矿矿区地质环境保护与土地复垦方案委托书，2023年8月15日。

(二) 法律法规

- 1、《地质灾害防治条例》(国务院令第394号)，2004年3月1日；
- 2、《基本农田保护条例》(国务院令第257号)，2011年1月8日修订；
- 3、陕西省实施《土地复垦条例》办法(陕西省人民政府令第173号)，2013年12月1日；
- 4、《中华人民共和国环境保护法》，全国人大常务委员会，2015年1月1日；
- 5、《建设项目环境保护管理条例》，国务院令第253号，2017年7月16日修订，2017年10月1日起实施；

- 6、《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；
- 7、《土地复垦条例实施办法》（自然资源部令第5号），2019年7月24日；
- 8、《矿山地质环境保护规定》（自然资源部令第5号修订），2019年7月24日；
- 9、《土地复垦条例》（国务院令第592号），2019年8月14日修订；
- 10、《中华人民共和国土地管理法》，全国人大常务委员会，2020年1月1日；
- 11、《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6月18日；
- 12、《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；
- 13、《地质灾害防治单位资质管理办法》（自然资源部令第8号），2022年10月27日；
- 14、《中华人民共和国矿产资源法》，全国人大常务委员会，2024年修订。

（三）政策文件

- 1、《关于加强矿山地质环境恢复和综合治理的指导意见》（国土资发〔2016〕63号），国土资源部、工业和信息化部、财政部、环境保护部、国家能源局，2016年7月1日；
- 2、国土资源部办公厅《关于做好矿山地质环境保护与土地复垦方案编报有关工作的通知》（国土资规〔2016〕21号），2017年1月3日；
- 3、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；
- 4、《关于探索利用市场化方式推进矿山生态修复的意见》（自然资规〔2019〕6号），2019年12月17日；
- 5、《关于印发陕西省矿山地质环境监测规划的通知》（陕自然资修复发〔2020〕23号），2020年7月1日；
- 6、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）；
- 7、《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）；

- 8、关于印发《全国重要生态系统保护和修复重大工程总体规划（2021-2035年）》的通知，（发改农经〔2020〕837号）；
- 9、《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）；
- 10、《关于印发〈陕西省恢复植被和林业生产条件、树木补种标准（试行）〉的通知》，陕林策发〔2022〕89号，陕西省林业局，2022年5月18日；
- 11、自然资源部关于发布《矿山生态修复技术规范 第1部分：通则》等7项行业标准的公告，自然资源部，2022年7月20日；
- 12、自然资源部关于做好采矿用地保障的通知，（自然资发〔2022〕202号），2022年12月18日；
- 13、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，（陕自然资法发〔2022〕16号）；
- 14、自然资源部、生态环境部、财政部、国家市场监督管理总局、国家金融监督管理总局、中国证券监督管理委员会和国家林业和草原局《关于进一步加强绿色矿山建设的通知》，自然资规〔2024〕1号，2024年2月27日；
- 15、关于印发《陕西省绿色矿山建设管理办法》的通知（陕自然资规〔2024〕3号），陕西省自然资源厅，2024年3月29日；
- 16、自然资源部《关于学习运用“千万工程”经验深入推进全域土地综合整治工作的意见》，自然资发〔2024〕149号，2024年8月；
- 17、自然资源部《全域土地综合整治指南（试行）》，自然资发〔2024〕149号，2024年12月5日；
- 18、陕西省水利厅关于发布《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》（2024年修正）等计价依据的通知，陕水规计发〔2024〕107号，2024年12月18日；
- 19、《关于持续推进绿色矿山建设的通知》（陕自然资规〔2024〕1740号），陕西省自然资源厅、陕西省生态环境厅、陕西省财政厅、陕西省市场监督管理局、陕西省林业局、国家金融监督管理总局陕西监管局、中国证券监督管理委员会陕西监管局，2024年12月27日；
- 20、关于印发《陕西省矿山地质环境治理恢复与土地复垦基金实施办法》的

通知（陕自然资规[2024]1757号），陕西省自然资源厅、陕西省财政厅、陕西省生态环境厅、陕西省林业局，2024年12月31日。

（四）技术标准与规范

- 1、《地表水环境质量标准》（GB3838-2002）；
- 2、《崩塌、滑坡、泥石流监测规范》（DZ/T0221-2006）；
- 3、《人工草地建设技术规程》（NY/T1342-2007）；
- 4、《矿山地质环境保护与恢复治理方案编制规范》（DZ/T0223-2011）；
- 5、《土地复垦方案编制规程》（第一部分：通则、TD/T1031.1—2011）；
- 6、《土地复垦方案编制规程》（第三部分：井工煤矿、TD/T1031.3—2011）；
- 7、《土地复垦质量控制标准》（TD/T1036-2013）；
- 8、《生产项目土地复垦验收规程》（TD/T1044-2014）；
- 9、《矿山地质环境监测技术规程》（DZ/T0287-2015）；
- 10、《土地开发整理项目规划设计规范》（TD/T1012-2016）；
- 11、《土地开发整理项目规划设计规范》（TD/T1012—2016）；
- 12、《矿山土地复垦基础信息调查规程》（TD/T21049-2016）；
- 13、《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）；
- 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、《土地利用现状分类》（GB/T21010-2017）；
- 16、《地下水质量标准》（GB/T14848-2017）；
- 17、《煤炭行业绿色矿山建设规范》（DZ/T0315-2018）；
- 18、《行业用水定额》（DB 61/T 943-2020）；
- 19、《地质灾害危险性评估规范》（GB/T 40112-2021）；
- 20、《矿区地下水监测规范》（DZT0388-2021）；
- 21、《陕西省造林技术规范》（DB61/T 142-2021）；
- 22、《矿山地质环境治理恢复技术与验收规范》（DB61/T 1455-2021）；
- 23、《保水采煤技术规范》（T/GRM 054—2022）；
- 24、《矿山生态修复技术规范第1部分：通则》（TD/T1070.2-2022）；
- 25、《矿山生态修复技术规范第2部分：煤炭矿山》（TD/T 1070.2-2022）；
- 26、《采矿沉陷区生态修复技术规程》（GB/T42251-2022）；

- 27、《矿区地下水含水层破坏危害程度评价规范》(GB/T42362-2023);
- 28、《矿区地下水动态长期观测技术规范》(KA/T8-2023);
- 29、《煤矿土地复垦与生态修复技术规范》(GB/T 43934-2024);
- 30、《表土剥离及其再利用技术要求》(GB/T 45107-2024);
- 31、《矿山土地复垦与生态修复监测评价技术规范》(GB/T 43935-2024);
- 32、《国土变更调查技术规程(2024年度适用)》;
- 33、《煤矿采空区岩土工程勘察规范》(GB 51044-2014);
- 34、《煤矸石回填塌陷区复垦技术规程》(GB/T 45610-2025)。

（五）技术资料

- 1、《陕西省大柳塔至庙沟门至石马川一级公路工程压覆矿产资源储量核实报告》，陕西秦巴地矿资源有限公司，2011年2月；
- 2、《陕西省府谷县中联矿业有限公司煤矿工业场地压覆矿产资源储量核实报告》，榆林市荣岩地质勘探有限公司，2012年12月；
- 3、《陕西省府谷县地质灾害详查报告》，西安西科产业发展有限责任公司，2014年12月；
- 4、《府谷县中联矿业有限公司矿井水文地质类型划分报告》，榆林市荣岩地质勘探有限公司，2017年5月；
- 5、《府谷县中联矿业有限公司煤矿(2019-2023年)生态环境治理方案》，陕西中绿源环境科学技术研究所有限公司，2019年7月；
- 6、府谷县中联前阳洼煤矿有限公司采矿许可证（*****），有效期自2021年2月3日至2026年2月3日，2021年2月；
- 7、《府谷县中联前阳洼煤矿矿井水文地质类型划分报告》，西安荣岩地质勘探有限公司，2021年9月；
- 8、《府谷县国土空间生态修复规划(2021-2035年)，深圳市北京大学规划设计研究中心有限公司，2021年7月；
- 9、《府谷县万泰商贸有限责任公司建设150万吨/年洗选煤项目压覆重要矿产资源评估报告》，西安荣岩地质勘探有限公司，2021年12月；
- 10、《府谷县中联前阳洼煤矿隐蔽致灾地质因素普查报告》，西安荣岩地质勘探有限公司，2022年7月；

- 11、《府谷县中联前阳洼煤矿生产地质报告》，西安荣岩地质勘探有限公司，2022年8月；
- 12、《府谷县中联矿业有限公司煤矿生产能力核定报告书》及批复，陕西省煤炭科学研究所有限责任公司，2023年3月；
- 13、《府谷县国土空间总体规划(2021-2035 年)》，陕西核工业工程勘察院有限公司，2023年6月；
- 14、《府谷县 2023 年度第十六批次农用地转用和土地征收(新建 60 万吨/年兰炭)建设项目压覆重要矿产资源评估报告》，2023年6月；
- 15、《府谷县中联前阳洼煤矿矿产资源开发利用方案（变更）》，陕西科能矿山工程技术有限公司，2023年10月；
- 16、《榆林市地质灾害大核查成果》，榆林市自然资源和规划局，2023年；
- 17、《府谷县地质灾害综合防治“十四五”规划》，府谷县自然资源和规划局，2023年；
- 18、府谷县 2024 年国土变更调查数据库成果（中联前阳洼煤矿范围）；
- 19、府谷县 2024 年基本农田及生态保护红线成果数据（中联前阳洼煤矿范围）；
- 20、《府谷县 2024 年地质灾害防治方案》，府谷县人民政府，2024年3月；
- 21、《陕西省府谷县中联前阳洼煤矿 2024 年资源储量年度报告》，西安荣岩地质勘探有限公司，2025年1月；
- 22、《府谷县中联矿业有限公司 2025-2029 年度采掘接续规划》，府谷县中联矿业有限公司，2024年12月；
- 23、采掘工程平面图、井上井下对照图等图件资料（2025年7月）；
- 24、《府谷县中联矿业有限公司府谷县中联前阳洼煤矿矿山地质环境保护与土地复垦方案》专家评审意见，2020年9月5日；
- 25、府谷县中联矿业有限公司中联前阳洼煤矿 2021 年度矿山地质环境治理工程验收意见，2022年6月30日；
- 26、府谷县中联矿业有限公司中联前阳洼煤矿 2022 年度矿山地质环境治理工程验收意见，2024年7月9日；
- 27、府谷县中联矿业有限公司中联前阳洼煤矿 2023 年度矿山地质环境治理工程验收意见，2024年7月9日；
- 28、府谷县中联矿业有限公司府谷县中联前阳洼煤矿矿山地质环境治理恢复

与土地复垦工程/项目适用期验收意见，2025年7月2日。

四、方案适用年限

根据《陕西省府谷县中联前阳洼煤矿2024年资源储量年度报告》(2025.01)可知,截至2024年12月31日,矿井保有资源量*****万吨,经过测算(测算过程见后续1.3.3节),矿井剩余可采储量*****万吨。由于煤矿核定生产能力180万吨/年,取备用系数取1.3,故煤矿剩余服务年限约12.3年。考虑到采矿沉稳及闭坑恢复治理期(2年)及植物管护期(6年),本方案服务年限21年,包括近期5年(2025-2029年),中期8年(2030-2037年),后期8年(2038-2045年)。

本方案适用年限为5年,方案实施基准期以自然资源部门公告之日起算。方案部署年限见表0.4-1。当矿井扩大开采规模、扩大矿区范围、变更开采方式时,应重新编制或修订矿山地质环境保护与土地复垦方案。

表0.4-1 方案总体部署年限一览表

名称		总体部署年限	年限(年)
开采期	近期	2025—2029年	5
	中期	2030—2037年	8
沉稳及闭坑治理期(后期)		2038—2039年	2
植被管护期(后期)		2040—2045年	6
方案服务期		2025—2045年	21

五、编制工作概况

(一) 工作程序

本方案编制按照《矿区生态修复方案编制指南》及《矿山地质环境保护与恢复治理方案编制规范》(DZ/T 0223-2011版)规定的程序进行,具体程序见图0.5-1。

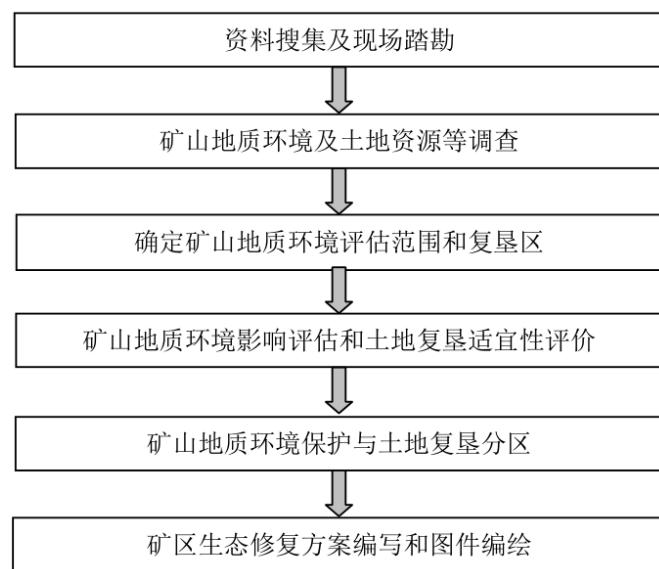


图 0.5-1 工作程序框图

（二）工作方法

根据国务院令第 592 号《土地复垦条例》、自然资源部 2019 年 7 月 16 日修订《矿山地质环境保护规定》、《矿山地质环境保护与土地复垦方案编制指南》、《煤矿土地复垦与生态修复技术规范》（GB/T 43934-2024）及《矿区生态修复方案编制指南》中确定的方案编制工作基本要求，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；根据调查结果及开发利用方案，进行矿山地质环境影响现状评估、预测评估、场地适宜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

在调查前，收集了《府谷县中联前阳洼煤矿矿产资源开发利用方案》、《府谷县中联前阳洼煤矿矿产资源开发利用方案（变更）》、《府谷县中联矿业有限公司煤矿生产能力核定报告书》和上一期《府谷县中联矿业有限公司府谷县中联前阳洼煤矿矿山地质环境保护与土地复垦方案》等资料，掌握了该煤矿历史开采及煤

矿基本情况；收集地形地质图、水文地质图、土地利用现状图等图件作为本次编制工作的底图及野外工作用图；分析已有资料情况，确定需要补充的资料内容；初步确定现场调查方法、调查线路和主要调查内容。

2、野外调查

在野外地质环境调查过程中，积极访问当地政府工作人员以及村民，调查主要矿山地质环境问题的发育及分布状况、煤矿开采已损毁土地情况及拟开采区土地利用情况，调整室内初步设计的野外调查线路，进一步优化野外调查工作方法。

为全面了解矿区地质环境与土地利用现状、掌握地质环境与土地利用及权属问题，确保调查的准确性和完整性，野外调查采取无人机航拍遥感调查、线路穿越法和地质环境追索相结合的方法进行，对矿区土地利用现状、矿山地质环境现状进行航拍；采用 1:5000 井上下对照图做底图，参考地形地质图、土地利用现状图等图件，对地质环境问题点和主要不稳定地质体进行观测描述，调查其发生时间，基本特征，影响程度，并进行数码照相和 GPS 定位；针对不同土地利用类型区，挖掘土壤剖面，采集土壤样品，并采集相应的影像、图片资料，做好文字记录。

3、室内资料整理及综合分析

在综合分析研究现有资料和现场调查的基础上，编制府谷县中联前阳洼煤矿矿区地质环境问题现状图、矿区土地利用现状图、矿山地质环境问题预测图、矿区土地损毁预测图、矿区土地复垦规划图、矿山地质环境治理工程部署图，以图件形式反映矿山地质环境问题及土地损毁情况的分布、影响程度和恢复治理工程部署，在此基础上编写《府谷县中联矿业有限公司府谷县中联前阳洼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）》。

4、完成工作量

我单位在接到任务后，立即组织专业技术人员开展工作。于 2023 年 12 月 12 日~18 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，并于 2024 年 8 月编制完成了府谷县中联矿业有限公司府谷县中联前阳洼煤矿矿区地质环境保护与土地复垦方案。但适逢煤矿 2023 年度治理设计第二批验收未完成，故未能按照产能核增的依据进行方案申报。随后，矿方于 2025 年 5 月份启动适用期验收工作，编制单位于 2024 年 10 月 10 日~15 日、2025 年 1 月 10 日~15 日

及 2025 年 7 月 15 日~20 日进行了补充调查，调查矿区范围内不稳定地质体、已实施的治理工程、采空区土地损毁情况、复垦治理情况等内容，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，并进行了方案申报。完成的工作量详见表 0.5-1。

（三）质量评述及资料真实性的承诺

编制过程中，所收集资料主要来源于府谷县中联前阳洼煤矿和府谷县自然资源和规划局，现场资料来自于项目组野外调查。收集资料均真实可靠、满足《方案》编制要求，调查用图比例符合规范要求，调查范围，地质环境、土地资源调查点数量、内容等符合规范要求，资料收集与现场调查工作量见表 0.5-1。

表 0.5-1 现场调查完成工作量一览表

序号	工作内容	分项名称	单位	工程量	备注
1	资料收集	1:10000 标准分幅土地利用现状图	幅	6	J49G017044、J49G018043 J49G018044、J49G018045 J49G019043、J49G019044 含地形地质图、采掘工程图等
		可利用资料	份	28	
2	调查范围	调查面积	km ²	25.2025	矿区边界外扩 200 m
		调查线路	km	49	沿流域及山梁调查，重点区域采用穿插法调查
3	矿山地质环境调查	不稳定地质体	处	4	地面沉陷、不稳定斜坡
		地质环境点	处	65	水文、地层岩性、地质构造、水文地质条件、人类工程活动、土地损毁等
		地形地貌	点	6	区内主要地貌单元
		村庄调查点	个	8	区内所有村庄
		工矿企业	个	3	区内所有企业
		含水层调查点	个	4	民用井
4	土地复垦调查	典型土壤剖面	个	4	林地、草地土壤
		土地利用类型	类	12	28 个二级地类
		压占损毁土地	个	5	工业场地、风井场地、高位水池、进场道路、风场道路等
		公众参与调查	份	42	有效回收 40 份
5	影像	数码照片	张	285	所有调查点，报告使用 89 张
		数码录像	min	22	工业场地、风井场地、道路、村庄、采区、地面土地等

本方案是在充分收集现有资料和现场调查资料的基础上，以《矿山地质环境保护与土地复垦方案编制指南》及相关技术规范、标准为依据而编写的，符合规

范要求，质量优良。府谷县中联前阳洼煤矿承诺对本方案中相关数据的真实性、科学性及结论的可靠性负责，并承诺对报告中涉及的内容负法律责任；编制单位承诺对本方案中相关数据的真实性、科学性及结论的可靠性负责。

第一章 矿山基本情况

一、矿山简介

（一）基本情况

- 建设单位：府谷县中联矿业有限公司；
- 建设地点：陕西省榆林市府谷县庙沟门镇；
- 矿区面积及生产规模：20.9241 km², 1.20 Mt/a (核定生产能力 1.80 Mt/a)；
- 开采煤层：4⁴、5¹、5² 煤层；
- 采矿许可证有效期：2021 年 2 月 3 日至 2026 年 2 月 3 日；
- 剩余服务年限：12.3 年（2025-2037 年）。

（二）地理位置及交通

府谷县中联前阳洼煤矿位于庙沟门镇西约 5 km 处，地理坐标为东经*****，北纬*****。行政区划隶属府谷县庙沟门镇管辖。野（芦沟）～大（昌汗）公路、西（安）～包（头）铁路和神（木）～黄（骅）铁路沿煤矿的南部边界附近通过，南与陇海线相接，北与京包线相连，向东有大秦、神黄两条西煤东运线通道与京九、京广线相接。形成了衔接四周与全国的运输网络，交通较为便利（图 1.1-1）。

榆林市地图

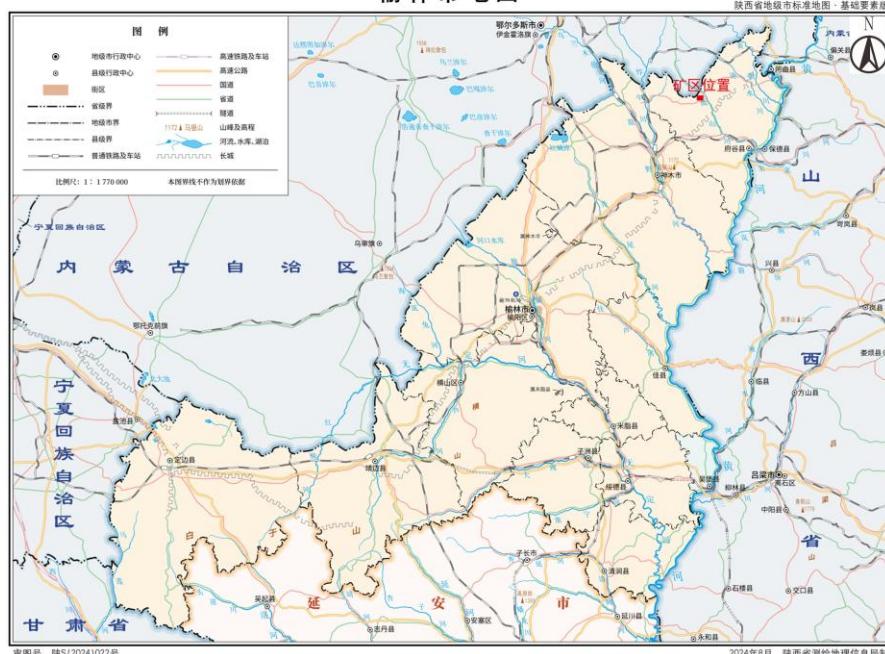


图 1.1-1 交通位置图

二、矿区范围及拐点坐标

中联前阳洼煤矿采矿许可证号: *****, 面积 20.9241 km², 生产规模 120 万吨/年, 开采标高+1195 m 至+1130 m。

中联前阳洼煤矿西北部及北部以陕蒙边界为界与内蒙古羊市塔一矿、金利煤矿相邻，西部与万泰明煤矿相邻，南部与三道沟煤矿相邻，东部以沙梁川为界，东南部与庙沟门油页岩矿（首采区）相邻（图 1.2-1）。根据中联前阳洼煤矿采矿证副本显示，煤矿范围由 14 个拐点圈定，拐点坐标见表 1.2-1。



图 1.2-1 中联前阳洼煤矿范围及周边煤矿分布图

表 1.2-1 矿区范围拐点坐标一览表 (2000 国家坐标)

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

三、矿山开发利用方案概述

2023年10月《府谷县中联前阳洼煤矿矿产资源开发利用方案（变更）》获得批复，矿山现状生产根据《府谷县中联前阳洼煤矿矿产资源开发利用方案（变更）》、《府谷县中联矿业有限公司煤矿生产能力核定报告书》等相关技术资料对生产能力略有调整，本方案结合开发利用方案及相关变更资料，以煤矿实际建设及生产为编制依据。

（一）生产规模

中联前阳洼煤矿采矿许可证确定生产规模120万吨/年。

（二）地面工程布置

矿山地面建设工程已经全部建设完成，主要包括矿区南侧的工业场地、北侧风井场地、高位水池及矿山道路（进场道路及通风井场地道路）。煤矿地面工程分布位置见图1.3-1。各工程分布特征如下所示：

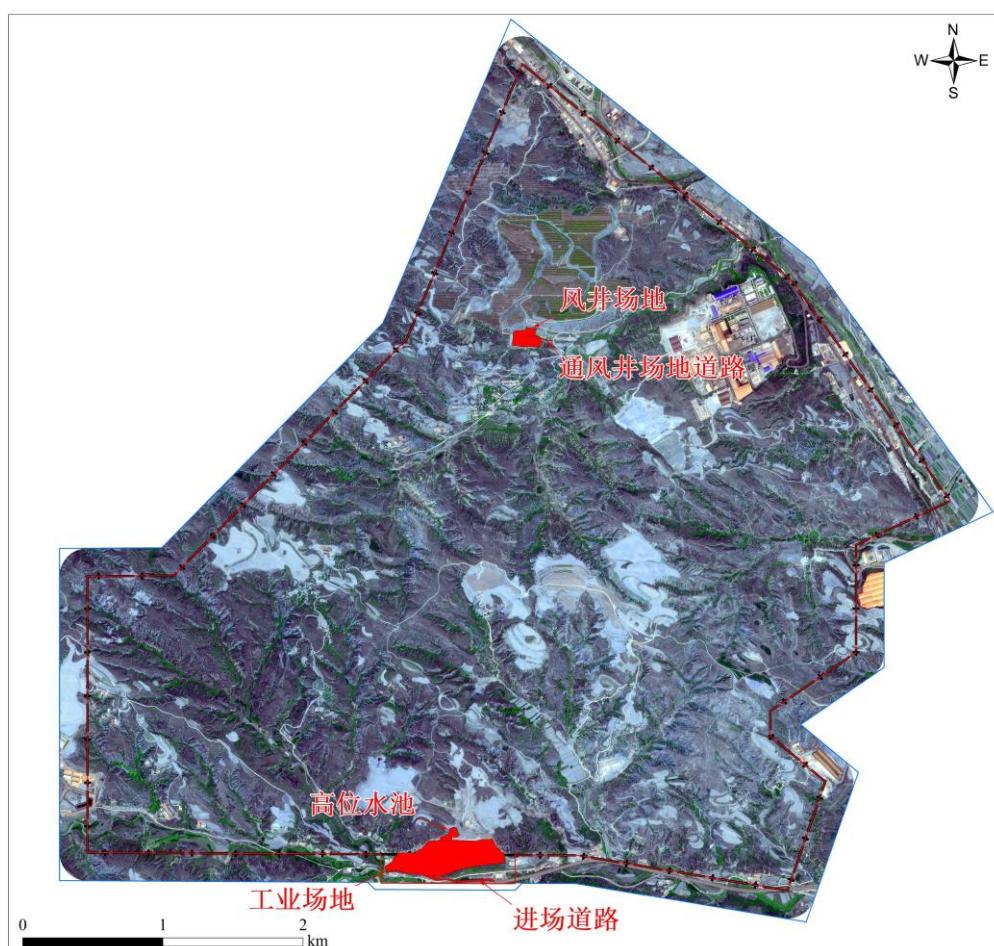


图1.3-1 中联前阳洼煤矿地面工程布置图

1、工业场地

工业场地位于矿山南部边界附近中部的红石墕沟北侧（照片 1.3-1），郝家沟村东北的台地上，占地 14.97 hm²，根据各建筑的功能、性质分为两个区，生产场区及行政场区。



照片 1.3-1 工业场地分区 (面向 SE)

生产场区：位于工业场地的东部。主要布置有主井、副井、新建风井及其附属设施、储煤场、装车运煤系统、变电所、机修车间、各库房和污水处理系统等设施（照片 1.3-2）。



照片 1.3-2 工业场地生产场区各建筑布设 (镜向 N)

行政场区：位于工业场地西部，主要布置有办公楼、单身宿舍、食堂、生活污水处理站等设施（照片 1.3-3）。



照片 1.3-3 工业场地辅助生产区各建筑布设（镜向 N）

2、风井场地

位于工业场地的北部（照片 1.3-4），距工业场地约 3500 m，布置有通风机房，通风机配电室，值班室等，占地面积约 2.20 hm^2 。地面建筑物主要为砖混单层建筑。



照片 1.3-4 风井场地各建筑布设（镜向 NW）

3、高水位池

高水位池位于工业场地北侧边坡居中顶部台地上（照片 1.3-5），占地面积约 0.65 hm^2 。高位水池采用钢筋混凝土浇筑而成，底板与基础整体浇筑，池壁采用钢模板拼接并分层浇筑，池顶选用钢筋混凝土结构盖板。

4、排矸场

根据开发利用方案（2023 年变更），府谷县中联矿业有限公司与府谷县中联矿业洗选煤有限公司签订的煤炭销售合同，府谷县中联前阳洼煤矿将生产的原煤以及矸石全部出售给中联矿业洗选煤有限公司进行洗选和销售，矸石利用率为 100%。但经过现场调查，在主工业场地西北侧 400 m 的沟道内存在一处排矸场（照片 1.3-6），该排矸场即为府谷县中联矿业洗选煤有限公司所有（府发改发[2018]680 号），排矸场占地面积约 7.33 hm^2 。同时经过排矸场批复及公司法人查询，府谷县中联矿业洗选煤有限公司与府谷县中联矿业有限公司属于不同法人，二者均为独立企业。



照片 1.3-5 高位水池（镜向 NE）



照片 1.3-6 排矸场（镜向 NE）

5、矿山道路

矿山道路为煤矿因基础建设及生产时建造的通行道路，主要包括连接主公路进入工业产地的进场道路及连接村道通风井场地的风场道路。

进场道路（照片 1.3-7）：采用水泥硬化路面，路面宽度 12 m，道路总长度约 500 m，占地面积约 0.64 hm^2 ；风场地道路（照片 1.3-8）：采用硬化水泥路面，路面宽约 5 m，道路总长度约 240 m，占地 0.12 hm^2 。

6、地面工程用地

如表 1.3-1 所示，中联前阳洼煤矿地面工程总用地面积为 18.58 hm^2 ，其中永久建设用地为工业场地、风井场地及高位水池占用土地区域，总面积为 17.82 hm^2 。而临时用地包括进场道路与风场道路，临时用地总面积为 0.76 hm^2 。



照片 1.3-7 进场道路（镜向 E）



照片 1.3-8 通风井场地道路（镜向 NW）

表 1.3-1 地面工程用地面积表

序号	用地项目		单位	面积 (hm ²)		用地类型	用地手续
1	工业场地		hm ²	14.97	7.16	永久用地	陕 (2020) 府谷县不动产第 01355 号
					7.81	永久用地	正在办理用地手续
2	风井场地		hm ²	2.20	0.27	永久用地	陕 (2020) 府谷县不动产第 01357 号
					1.93	永久用地	正在办理用地手续
3	高水位池		hm ²	0.65		永久用地	正在办理用地手续
4	矿山道路	进场道路	hm ²	0.64		临时用地	利用原有乡村道路
		风场道路	hm ²	0.12			利用原有乡村道路
合计			hm ²	18.58			

（三）批准开采煤层及资源量

本井田含煤地层为侏罗系中统延安组，可采煤层共 3 层（表 1.3-2），自上而下依次为 4⁻⁴ 煤、5⁻¹ 煤及 5⁻² 煤，其中 5⁻² 煤为全区可采煤层，煤层属于稳定煤层，最低可采厚度 1.60 m，其他两层煤为局部可采煤层，稳定类型为较稳定，其中 4⁻⁴ 煤最低可采厚度为 0.80 m，5⁻¹ 煤最低可采厚度 0.80 m。

表 1.3-2 矿井批准可采煤层特征表

煤层名称	赋存厚度(m) 最小—最大 平均	煤层结构	煤层间距(m)	可采类型	稳定类型
			最小—最大 平均		
4 ⁻⁴	0.80-1.35 1.16	不含夹矸	12.74-22.85 19.00	局部可采	较稳定
5 ⁻¹	0.80-1.91 0.98	不含夹矸		局部可采	较稳定
5 ⁻²	1.60-3.50 2.73	含 1-3 层夹矸	14.34-22.76 19.28	全区可采	稳定

根据《陕西省府谷县中联前阳洼煤矿 2024 年资源储量年度报告》，截至 2024 年 12 月 31 日，中联前阳洼煤矿累计查明资源量****万吨，动用资源量*****万吨（含当年矿井动用量*****万吨），保有资源量*****万吨。保有资源量中探明资源量*****万吨，控制资源量*****万吨，推断资源量*****万吨。累计查明储量*****万吨，保有储量*****万吨。保有储量中证实储量*****万吨，可信储量*****万吨。

矿井保有资源量估算结果见表1.3-3所示。

表 1.3-3 矿井保有资源统计表（万吨）

煤层编号	截至 2024 年 12 月 31 日剩余保有资源量			
	探明	控制	推断	合计
4 ⁻⁴				
5 ⁻¹				
5 ⁻²				
合计				

根据现行《煤炭工业矿井设计规范》(GB50215-2015) 及《固体矿产资源储量分类》(GB/T 17766-2020) 的相关要求，矿井工业资源量计算如下：

矿井工业资源量=探明的资源量+控制的资源量+推断资源量×k

按照陕西省国土资源厅关于下发《陕西省国土资源厅煤炭矿山采矿权价款评估有关技术要求》的通知，陕北侏罗纪煤田煤层稳定、构造简单，推断资源量的可信度系数一般取 1，故本方案各煤层推断资源量的可信度系数取 1。依据《陕西省府谷县中联前阳洼煤矿 2024 年资源储量年度报告》，截至 2024 年 12 月 31 日，府谷县中联前阳洼煤矿工业资源量*****万吨。

矿井设计资源量为矿井工业资源量减去井田边界、地面建（构）筑物、采空区边界、煤层露头等永久保护煤柱煤后的资源量。根据《府谷县中联前阳洼煤矿矿产资源开发利用方案（2023 年变更）》，矿井永久煤柱损失*****万吨，金利煤矿越界开采破坏 5⁻² 煤资源量***万吨及 4⁻⁴ 煤蹬空资源量****万吨，故矿井设计资源量为*****万吨。

矿井设计可采储量为矿井设计资源量减去工业场地和主要井巷煤柱的煤量

后乘以盘区回采率的资源量，再加上主要井巷煤柱回收量（按 50%回收）。根据《府谷县中联前阳洼煤矿矿产资源开发利用方案（2023 年变更）》，矿井工业场地和主要井巷煤柱资源量合计****万吨，盘区回采率见表 1.3-4，经计算各煤层开采损失合计*****万吨，考虑工业场地及大巷煤柱回收后，经过计算得矿井设计可采储量为*****万吨（表 1.3-4）。

因此，截至 2024 年底，矿井剩余可采储量*****万吨。由于煤矿核定生产能力 180 万吨/年，取备用系数取 1.3，故煤矿剩余服务年限约 12.3 年。

（四）井下工程

1、开拓方式

本矿井目前采用斜井开拓方式，在工业场地内布置主、副斜井，在风井场地布置回风斜井。

2、水平划分

矿井采用单水平开拓全井田，主水平标高+1140 m，主水平大巷布置在 5² 煤层中；5⁻¹ 煤层、4⁻⁴ 煤层分别设辅助水平，辅助水平标高分别为+1160 m、+1180 m。

3、开拓大巷布置

主、副斜井落底于 5⁻² 煤层。沿井田南北向布置三条水平大巷，分别为 5² 煤带式输送机大巷、5² 煤辅助运输大巷、5² 煤回风大巷；回风斜井落底 5⁻² 煤层后，布置总回风大巷与 5⁻² 煤回风大巷连接。矿井实际生产的过程中，设置了三组大巷，主水平设置 5² 煤大巷组，辅助水平分别设置 4⁻⁴ 煤大巷组和 5⁻¹ 煤大巷组。辅助水平 4⁻⁴ 煤层、5⁻¹ 煤层各布置三条煤层大巷，分别为 4⁻⁴ 煤带式输送机大巷、4⁻⁴ 煤辅助运输大巷、4⁻⁴ 煤回风大巷和 5⁻¹ 煤带式输送机大巷、5⁻¹ 煤辅助运输大巷、5⁻¹ 煤回风大巷。4⁻⁴ 煤层、5⁻¹ 煤大巷与主水平 5² 煤大巷重叠布置，各煤层辅助运输大巷和回风大巷分别通过上山斜巷连接，各煤层带式输送机大巷通过溜煤眼连接。

4、盘区划分及开采顺序

根据最新开发利用方案所示，全矿井共划分为 10 个盘区（图 1.3-2~1.3-4），其中 4⁻⁴ 煤划分为 441 盘区、442 盘区、443 盘区，5⁻¹ 煤划分为 511 盘区、512 盘区、513 盘区，5² 煤划分为 521 盘区、522 盘区、523 盘区及 524 盘区。

表 1.3-4 煤矿剩余可采资源量计算表（万吨）（截至 2024 年 12 月 31 日）

煤层 编号	工业 资源 量	永久煤柱					周边 煤矿 开采 破坏 资源 量	蹬空 资源 量	小计	保护煤柱			盘区 回采 率 (%)	开采 损失	矿井设 计可采 资源量	考虑煤 柱回收 后的设 计可采 储量	
		井 田 边 界	埝沟 110kV 变电站 及泰达 焦化厂	公路	煤层 露头	采 空 区 边 界				工业场 地及井 筒	大巷 煤柱	小计					
4 ⁻⁴																	
5 ⁻¹																	
5 ⁻²																	
合计																	

目前矿井采用“一井两区两面”模式生产，在4⁴煤或5¹煤布置一个薄煤层综采工作面，同时在5²煤布置一个中厚煤层综采工作面。盘区接续顺序如下所示：441、522 盘区→441、524 盘区→442、524 盘区→443、524 盘区→511、524 盘区→511、521 盘区→512、521 盘区→513、521 盘区→513、523 盘区→523 盘区→煤柱回收。

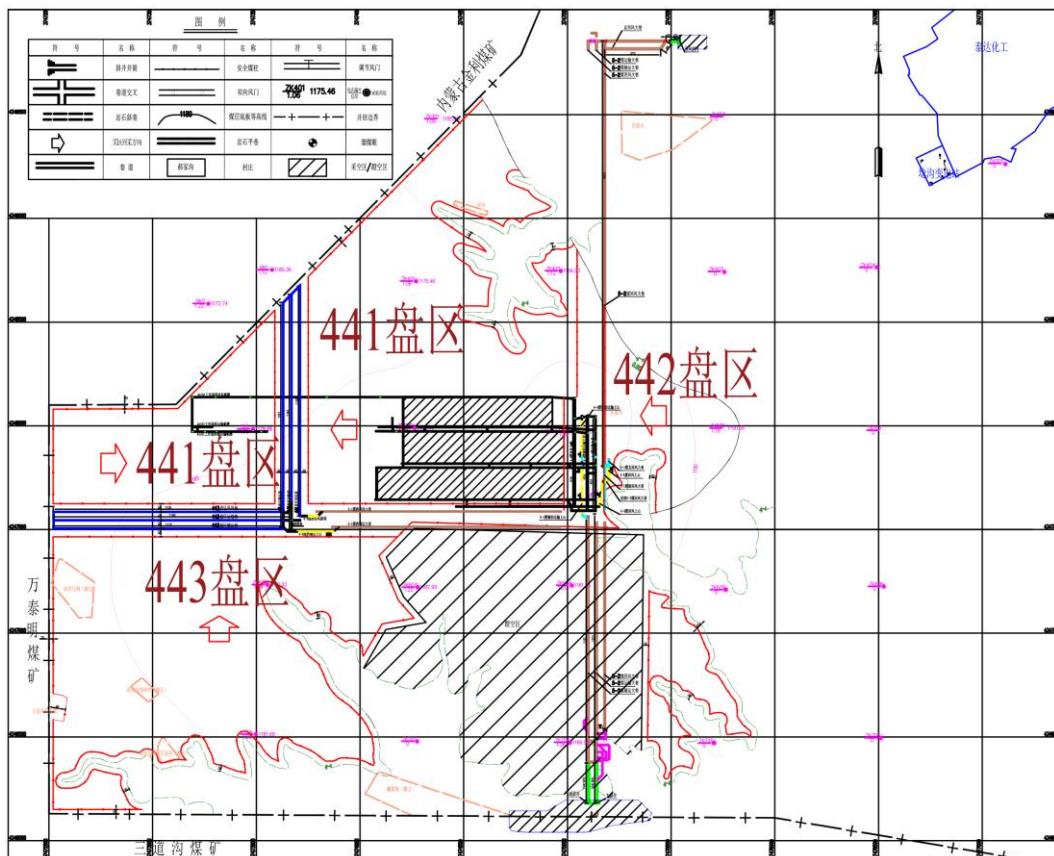


图 1.3-2 4⁴煤层开采盘区划分

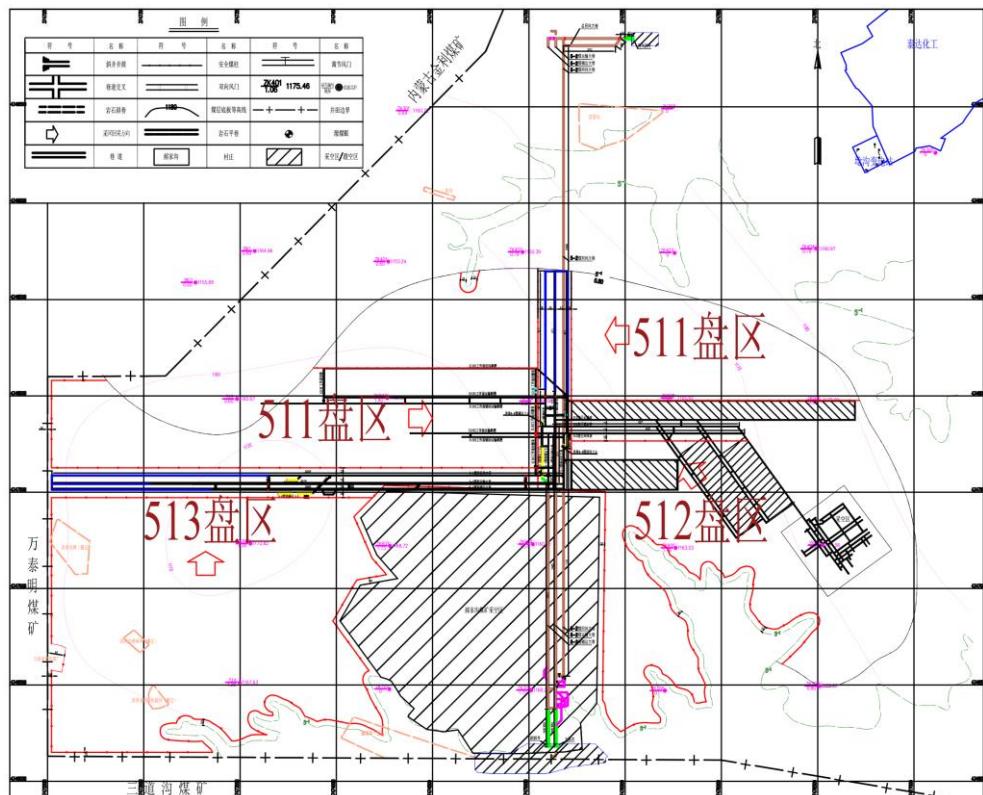


图 1.3-3 5¹ 煤层开采盘区划分

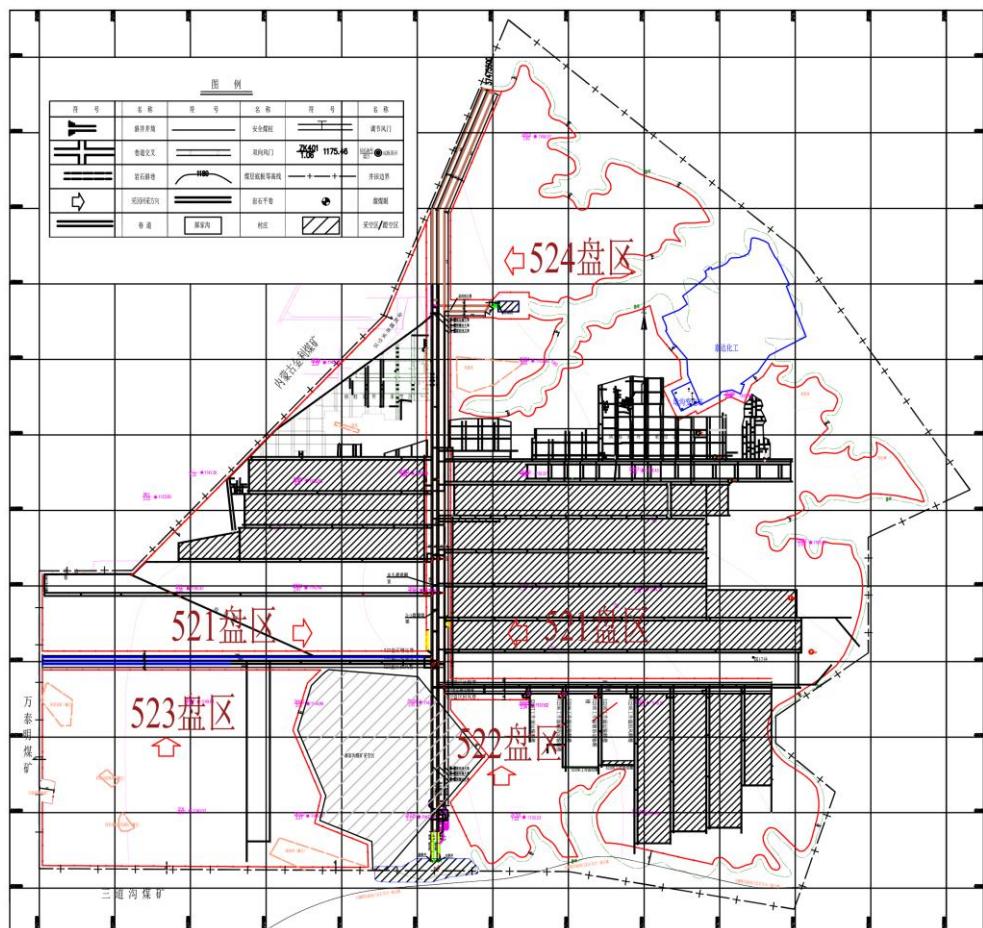


图 1.3-4 5² 煤层开采盘区划分

如表 1.3-5 所示，煤矿近期五年（2025-2029）开采工作面（图 1.3-5~1.3-7）接续为：2025 年主采 52129、52111、44203 及 51102 工作面；2026 年主采 52111 与 51103；2027 年主采 52201、44301 及 44302 工作面；2028 年主采 52201、44303 及 44304 工作面；2029 年主采 52202、44305 及 51301 工作面。

表 1.3-5 近期五年矿山开采工作面接续计划表

工作面	2025 年	2026 年	2027 年	2028 年	2029 年
44203					
44301					
44302					
44303					
44304					
44305					
51102					
51103					
51301					
52129					
52111					
52201					
52202					

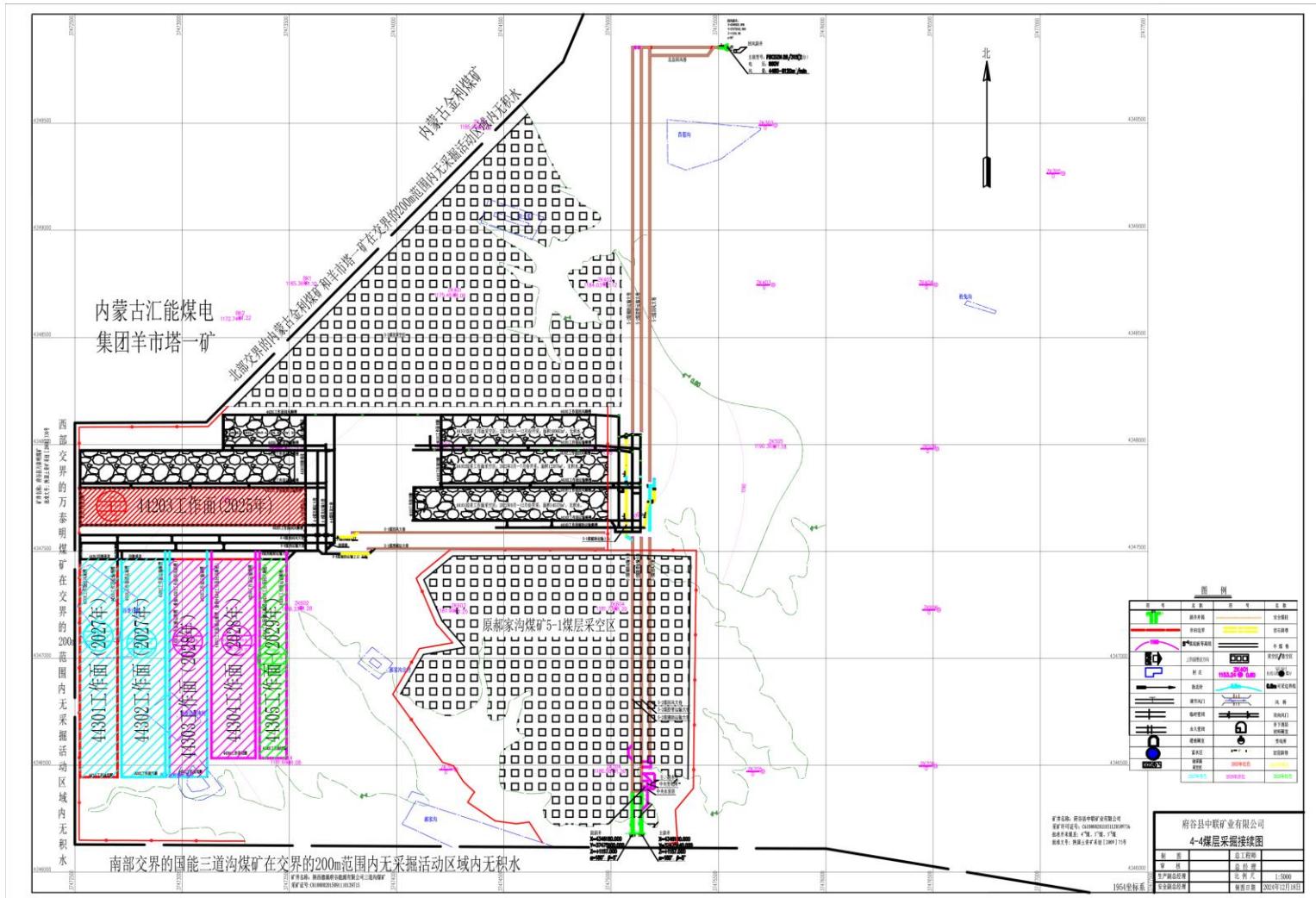


图 1.3-5 4⁴煤层近期（2025-2029 年）开采工作面

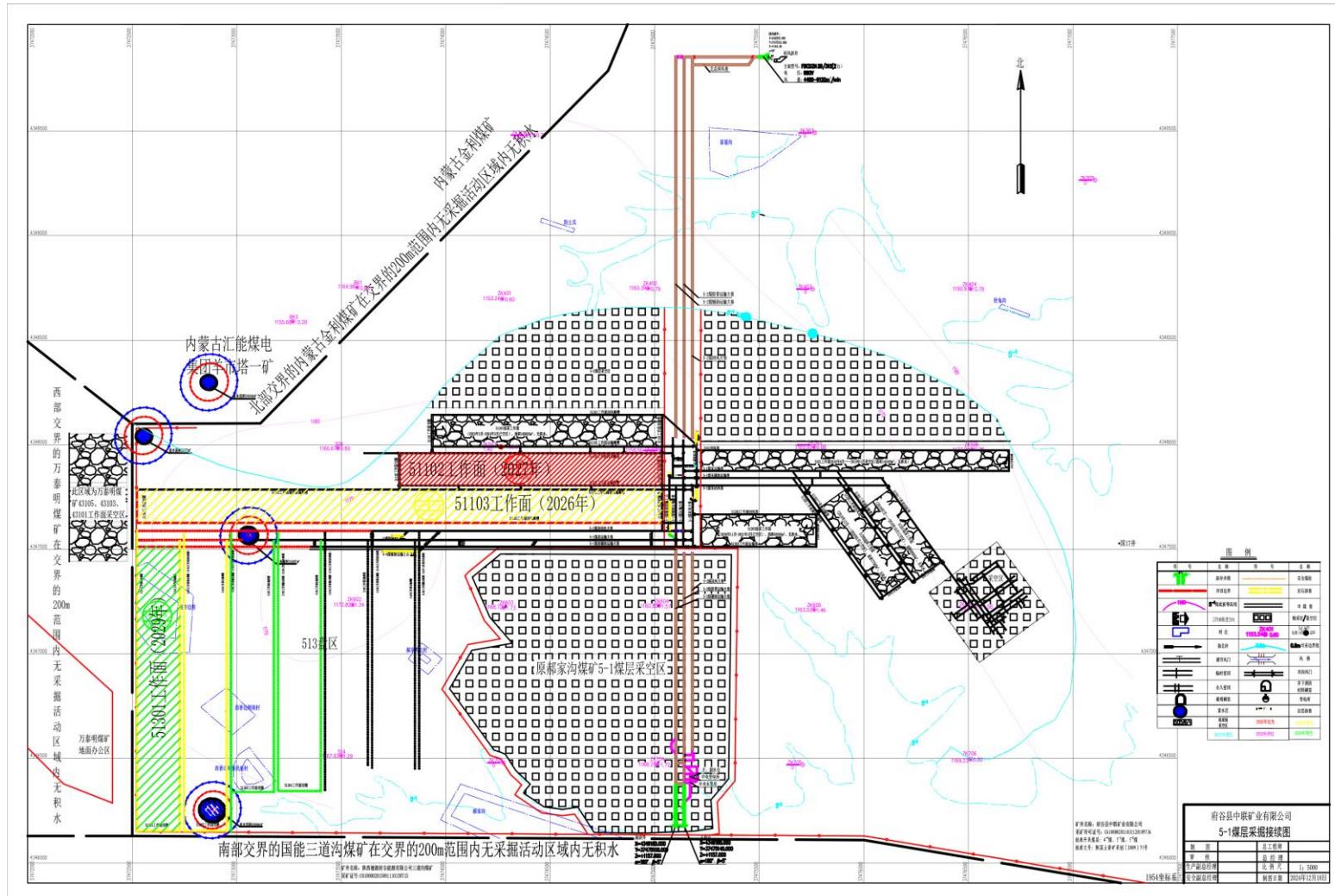


图 1.3-6 5-1 煤层近期（2025-2029 年）开采工作面

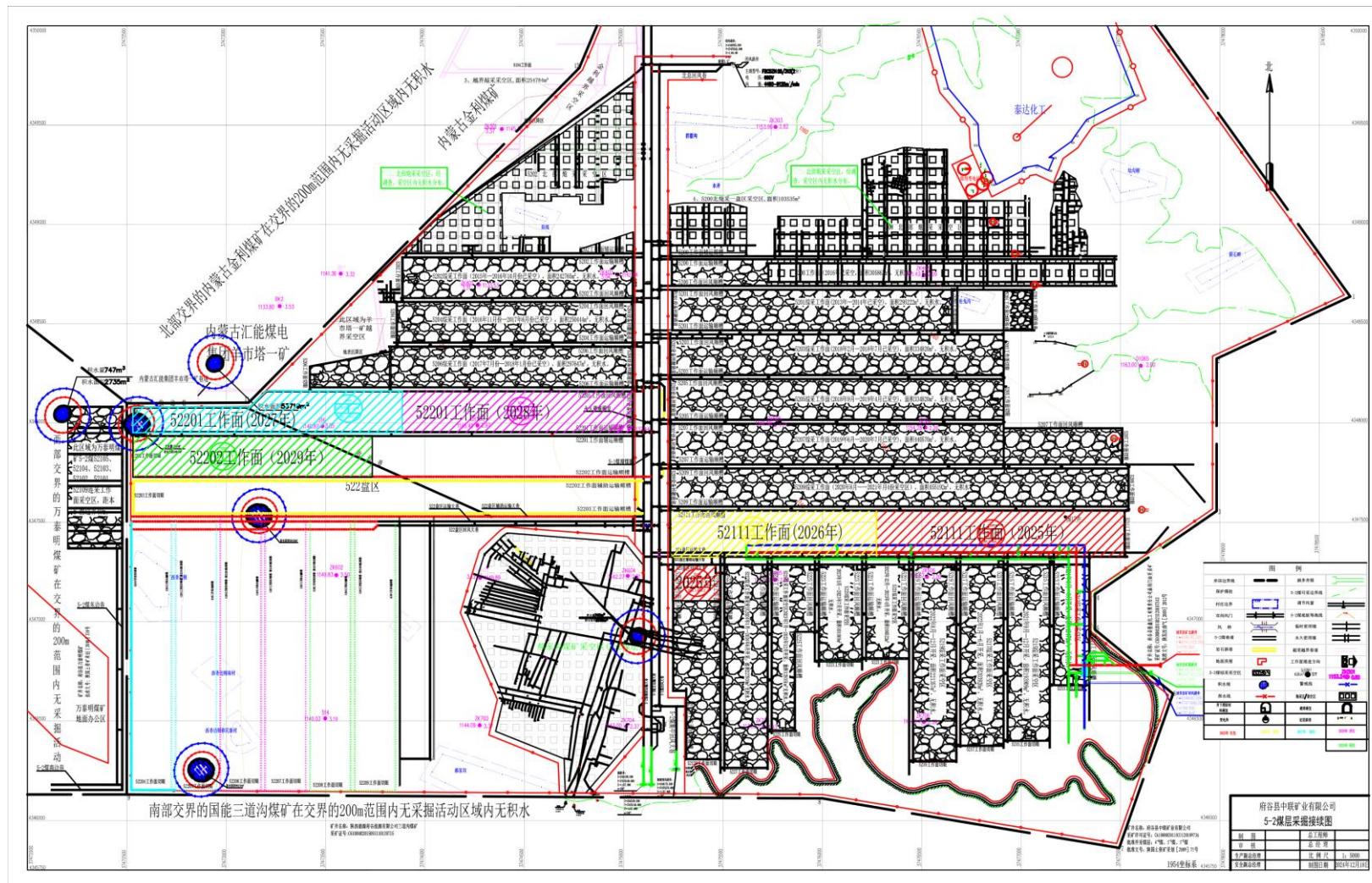


图 1.3-7 5² 煤层近期（2025-2029 年）开采工作面

5、采煤方法与工艺

结合各煤层赋存情况，煤矿采用长壁综合机械化采煤方法，一次采全高采煤工艺，全部垮落法管理顶板。

6、安全煤柱留设

按照《建筑物、水体、铁路及主要井巷煤柱留设与压煤开采规程》规定对矿井的各类安全煤柱进行留设。

- (1) 井田境界煤柱按照 20 m 留设；
- (2) 工业广场及井筒保护等级II，围护带按照 15 m 留设；
- (3) 主要巷道煤柱宽度分别为 4⁴ 煤层 24 m、5⁻¹ 煤层 27 m、5⁻² 煤层 38 m，各煤层主要巷道一侧煤柱宽度统一取 40 m；
- (4) 煤层露头保护煤柱按照 30 m 留设；
- (5) 采空区边界保护煤柱按照 30 m 留设；
- (6) 峄沟 110kV 变电站及泰达焦化厂保护煤柱按照 20 m 留设。
- (7) 万泰商贸选煤厂在 4⁴、5⁻¹、5⁻² 煤层中分别留设了 78、86、96 m 的保护煤柱。
- (8) 大柳塔至庙沟门至石马川一级公路在 5⁻² 煤层中留设 90 m 的保护煤柱。

7、工作面参数

考虑到煤层工作面区段划分的合理性以及工作面生产能力，工作面安全可靠性，结合本矿井井下开采技术条件好，煤厚变化不大等特点，同时结合矿井实际生产情况。确定 4⁴ 煤层工作面长度为 140 m，采高 1.15 m，年推进度 2376 m，回采率 97%，年生产能力 47 万吨；5⁻¹ 煤层工作面长度为 170 m，采高 0.98 m，年推进度 2614 m，回采率 97%，年生产能力 55 万吨；5⁻² 煤层工作面长度为 200 m，采高 2.73 m，年推进度 1690 m，回采率 95%，年 115 万吨。

四、矿山开采历史与现状

（一）矿山开采历史

中联前阳洼煤矿由原府谷县庙沟门镇郝家沟煤矿、庙沟门镇余家伙盘煤矿（置换）、庙沟门镇香柏林沟煤矿（置换）异地整合而成。其在整合前生产矿井只有 1 个，即原府谷县庙沟门镇郝家沟煤矿。庙沟门镇郝家沟煤矿 1995 年建成

投产，设计生产能力为3万吨/年，开采5⁻¹煤层（原4⁻³煤层），利用主、副和回风三条平硐开采，房柱式采煤，遗留采空区面积约1.01 km²（图1.4-1）。

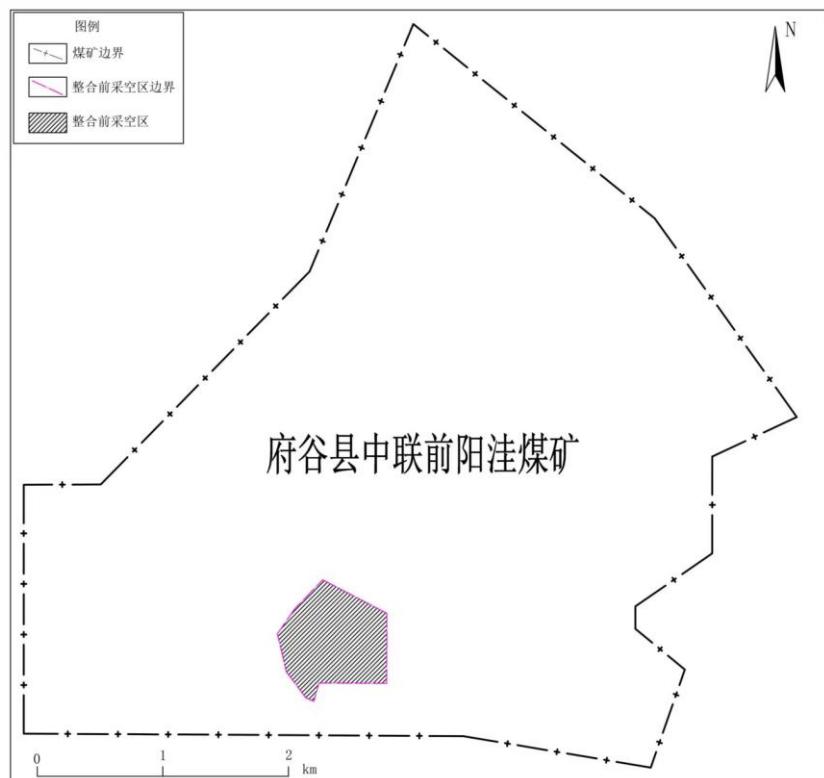


图1.4-1 中联前阳洼煤矿整合前后小煤矿分布示意图

工业场地位于矿区南边界外的红石墕沟北侧、郝家沟村东北的台地上。2000年煤矿进行了技改，设计生产能力9万吨/年，实际生产规模2.3万~8.0万吨/年。2005年1月~2008年6月底，开采5⁻¹煤层的同时，开采下部5⁻²煤层。煤矿于2006年9月换发了采矿许可证，证号为*****，煤矿南北宽1.415 km，东西长8.00~1.530 km，面积约1.704 km²，有效期2006年9月至2009年2月，开采标高为+1183~+1153 m，其范围由5个拐点坐标圈定（表1.4-1）。2007年陕西省人民政府以陕政函（2007）167号函同意《榆林市煤炭资源整合实施方案》。

表1.4-1 庙沟门镇郝家沟煤矿矿井拐点坐标

拐点号	X坐标	Y坐标	拐点号	X坐标	Y坐标
1			4		
2			5		
3					

府谷县中联前阳洼煤矿目前为生产矿井。煤矿开采由中煤国际工程集团北京华宇工程有限公司、陕西华雁工程设计咨询有限责任公司设计，设计能力 120 万吨/年。2010 年 11 月开工建设，2012 年 12 月基本建成。2012 年 12 月，陕西省煤炭生产安全监督管理局以“陕煤局复[2012]146 号”同意府谷县中联前阳洼煤矿资源整合项目进行联合试运转。2014 年 1 月，陕西煤矿安全监察局以“陕煤安局发[2014]28 号”同意府谷县中联前阳洼煤矿资源整合项目安全设施及条件通过验收。2015 年 3 月，陕西省煤炭生产安全监督管理局以“陕煤局发[2015]15 号”同意府谷县中联前阳洼煤矿资源整合项目通过竣工验收。2022 年 4 月，陕西省发展和改革委员会以“陕发改能煤炭[2022]567 号”同意煤矿生产能力由 120 万吨/年核增至 150 万吨/年。2023 年 4 月，陕西省发展和改革委员会以“陕发改能煤炭[2023]550 号”同意煤矿生产能力由 150 万吨/年核增至 180 万吨/年。中联前阳洼煤矿自联合试运转以来，开采的煤层及工作面信息如表 1.4-2 所示。

表 1.4-2 中联前阳洼煤矿开采工作面历史

工作面	开采煤层	时间	采高/m	工作面	开采煤层	时间	采高/m
44101	4 ⁻⁴	2021.9-2021.12	0.96	5204	5 ⁻²	2016.11-2017.6	2.73
44102	4 ⁻⁴	2022.3-2022.7		5205	5 ⁻²	2018.9-2019.4	
44103	4 ⁻⁴	2022.8-2022.12		5206	5 ⁻²	2017.7-2018.1	
44201	4 ⁻⁴	2024.4-2024.6		5207	5 ⁻²	2019.6-2020.7	
44202	4 ⁻⁴	2024.7-2024.12		5209	5 ⁻²	2020.8-2021.4	
5101	5 ⁻¹	2018.8-2019.1		5213	5 ⁻²	2021.6-2021.8	
51101	5 ⁻¹	2023.3-2024.3	1.15	5215	5 ⁻²	2021.9-2021.12	
51201	5 ⁻¹	2019.7-2019.10		5217	5 ⁻²	2022.1-2022.6	
51202	5 ⁻¹	2019.12-2019.5		5219	5 ⁻²	2023.8-2023.12	
51203	5 ⁻¹	2020.11-2021.3		5221	5 ⁻²	2022.12-2023.4	
5200	5 ⁻²	2016 采空	2.73	5223	5 ⁻²	2023.5-2023.7	
5201	5 ⁻²	2013-2014		5225	5 ⁻²	2023.7-2023.12	
5202	5 ⁻²	2015-2016.10		5227	5 ⁻²	2024.1-2024.6	
5203	5 ⁻²	2018.2-2018.7		52129	5 ⁻²	2024.7-2024.12	

（二）矿山开采现状

中联前阳洼煤矿自 2021 年 2 月获得采矿许可证，煤矿面积为 20.9241 km^2 ，开采规模为 1.2 Mt/a ，有效期自 2021 年 2 月 3 日至 2026 年 2 月 3 日，开采深度 1195m 至 1130m，主采 5^2 煤层，上覆 4^4 煤及 5^1 煤为配采。矿井采用斜井开拓方式，共有三条井筒，分别为主斜井、副斜井和回风斜井，采用“两进一回”中央并列式通风方式、抽出式通风方法。

经过近 15 年的煤矿开采，矿区内不同位置不同深度形成了大量采空区。其中 2008 年矿井整合前形成的采空区主要集中在主副井井筒附近、回风斜井井底附近的房柱式开采区域及 512 盘区的东部，2008 年整合后开采形成的采空区主要在 441 盘区西部、512 盘区中部和 521、522 盘区（图 1.4-2~1.4-4）。

2025 年 1 月至 2 月，煤矿开采 521 盘区的 52129 工作面剩余资源，采掘原煤资源约****万吨。2025 年 3 月至 10 月，煤矿开采 521 盘区的 52111 工作面，采掘原煤资源约****万吨。2025 年 2 月至 6 月，煤矿同时开采 442 盘区 44203 工作面，采掘原煤资源约****万吨。

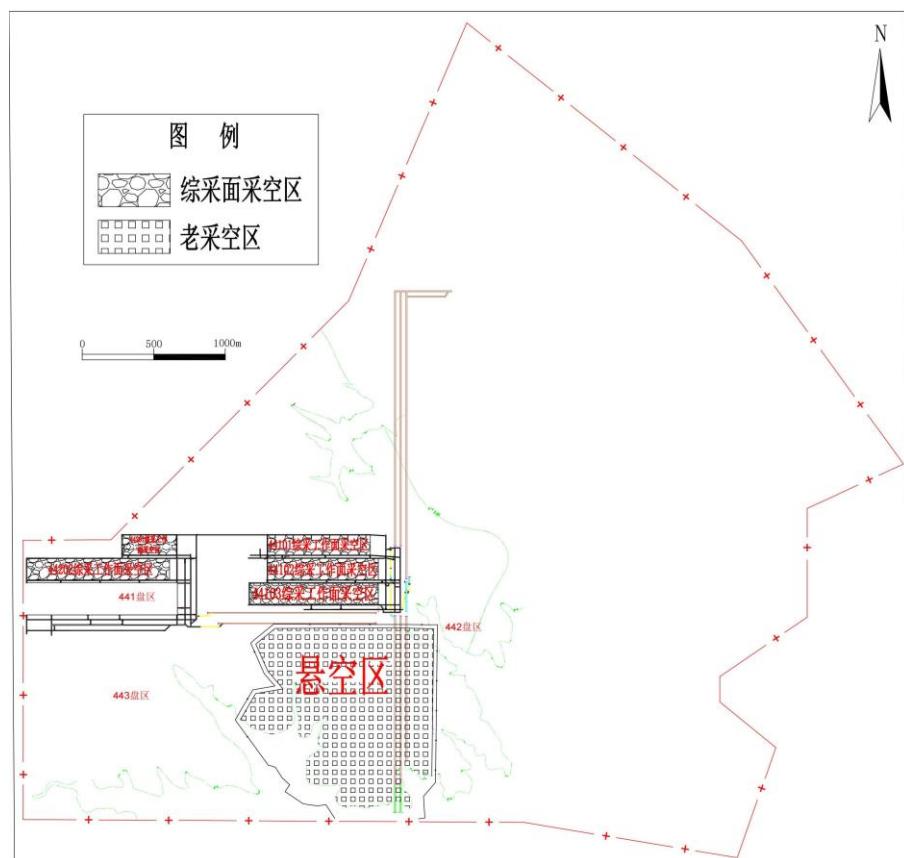


图 1.4-2 4^4 煤采空区分布

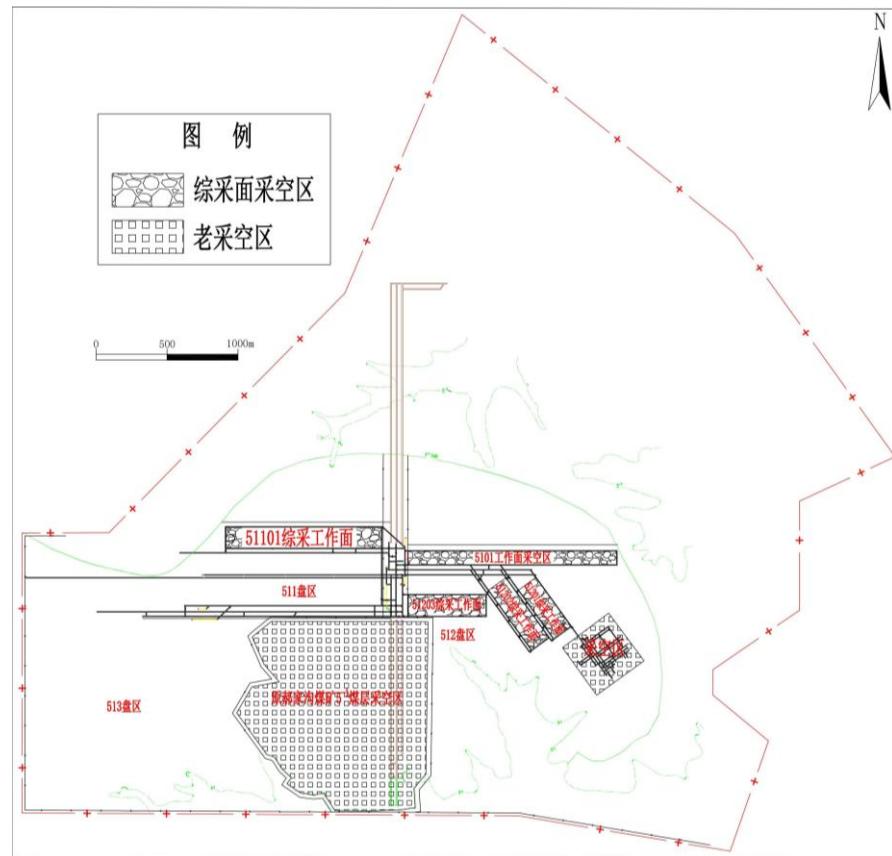


图 1.4-3 5⁻¹煤采空区分布

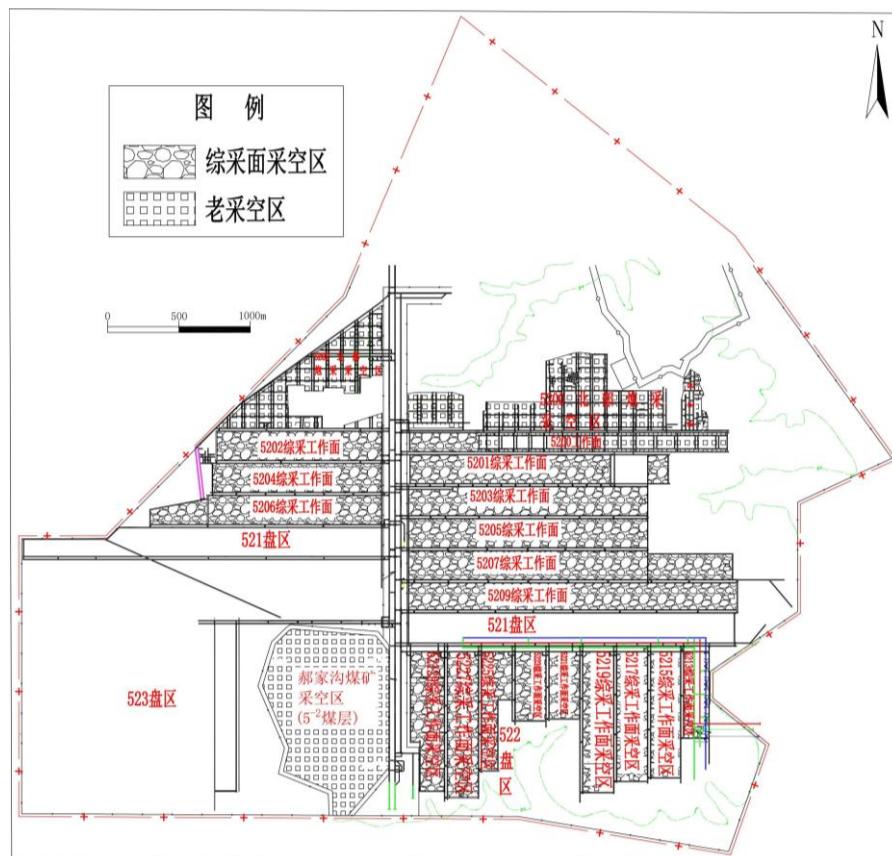


图 1.4-4 5⁻²煤采空区分布

（三）矿山地质环境现状

根据本次矿山地质环境现状调查，结合《府谷县地质灾害风险调查评价报告》及上一版《府谷县中联前阳洼煤矿矿山地质环境保护与土地复垦方案》，评估区共发现地面沉陷 1 处，不稳定斜坡 3 处，同时核查了井田内 11 处风险隐患点及 1 处上期方案调查确定的不稳定地质体点。通过权责分析及不稳定地质体发育总结，确定本次方案涉及 1 处地面沉陷及 3 处不稳定斜坡。

经过矿山地质环境现状评价，地面沉陷由前期煤矿采掘 5² 煤形成的采空区引发所致，上覆地面涉及一些重要的建构筑物，且地面裂缝发育明晰，故判定其发育程度中等，危害程度中等，危险性中等，矿山地质环境影响较严重。

矿山前期开采形成的采空塌陷对含水层结构具有强烈影响，故采矿活动对含水层影响和破坏影响程度严重。

工业场地、风井场地、高位水池及矿山道路在建造及煤矿生产过程中对原生地形地貌景观具有强烈影响和破坏，故现状评估工业场地等地面工程建设对矿山地质环境影响程度严重，而前期采矿活动未对区域地形地貌形成明显的影响和破坏。

矿山针对生产生活污水及矿井水分别建设有处理站及相应的处理设施，故现状评估水环境质量受影响程度较轻，而矸石及生活垃圾处理也遵守相关出矿要求，土环境质量亦未产生明显降低，影响程度较轻。

第二章 矿区基础信息

一、矿区自然地理

（一）气象

府谷县属于中温带干旱大陆性季风气候。年均气温 9.1°C，极端最低气温 -24°C (2024 年)，极端最高气温 40°C (2024 年)，最热为 7 月份，平均 23.9°C，最冷为 1 月份，平均 -8.4°C。府谷温差大，气候多变。根据自然天气季节划分方法，府谷 3 月 26 日~6 月 6 日为春季约 73 天；6 月 7 日~9 月 1 日为夏季 87 天；9 月 2 日~11 月 4 日为秋季约 64 天；冬季 11 月 5 日~3 月 25 日为 141 天。霜期 192 天，府谷气温四季分明，从季节分布看冬季时间长，春、秋季时间较短。

如图 2.1-1 所示，降水量在地域分布上由西北向东南逐渐增大，西北部为寒冷干燥风沙区，年平均降水量 380~400 mm，暴雨少，冰雹多，风沙大。中部为寒冷干燥梁峁沟壑区及河谷阶地区，降水稍多，年平均降水量为 400~440 mm，暴雨少，冰雹大，风多。东南部为寒温半干旱峡谷丘陵区及河谷阶地区，降水为全县之冠，达 440~460 mm。本区暴雨、冰雹、大风比较多。

府谷多年平均降水量 428.6 mm，年最大降水量 849.6 mm (1968 年)，年最小降水量 220.5 mm (2003 年) (见图 2.1-2)，府谷县地处中温带半干旱地区，是 400 mm 降水的边缘地带，降水量总体不足，而年蒸发量 1192.2 mm，相当降水量的 2.5 倍。

府谷县年内降水量变化大，年内降水主要集中在 7~9 月份，占总量的 69%，尤以 8 月份最多，平均为 132.5 mm，约占总量的 25%，并多以暴雨形式出现，易造成洪灾，从而引发各类灾害。历年降水强度差异很大，如 8 月份最大降水量 404.3 mm (1967 年)，最小仅为 24.1 mm (1997 年)。12 月份降水量最小平均为 2.4 mm (图 2.1-3)。降水强度各地不一，府谷境内日最大降水量达 181.8 mm，时最大降水量 53.5 mm，10 min 最大降水量 16.7 mm，连阴雨最长时间 14 天，最短时间 2 天，连阴雨最大降水量 182.2 mm，最小降水量 0.3 mm。暴雨年平均次数 0.7 次，即 5 年 4 遇，年暴雨最多次数 3 次。

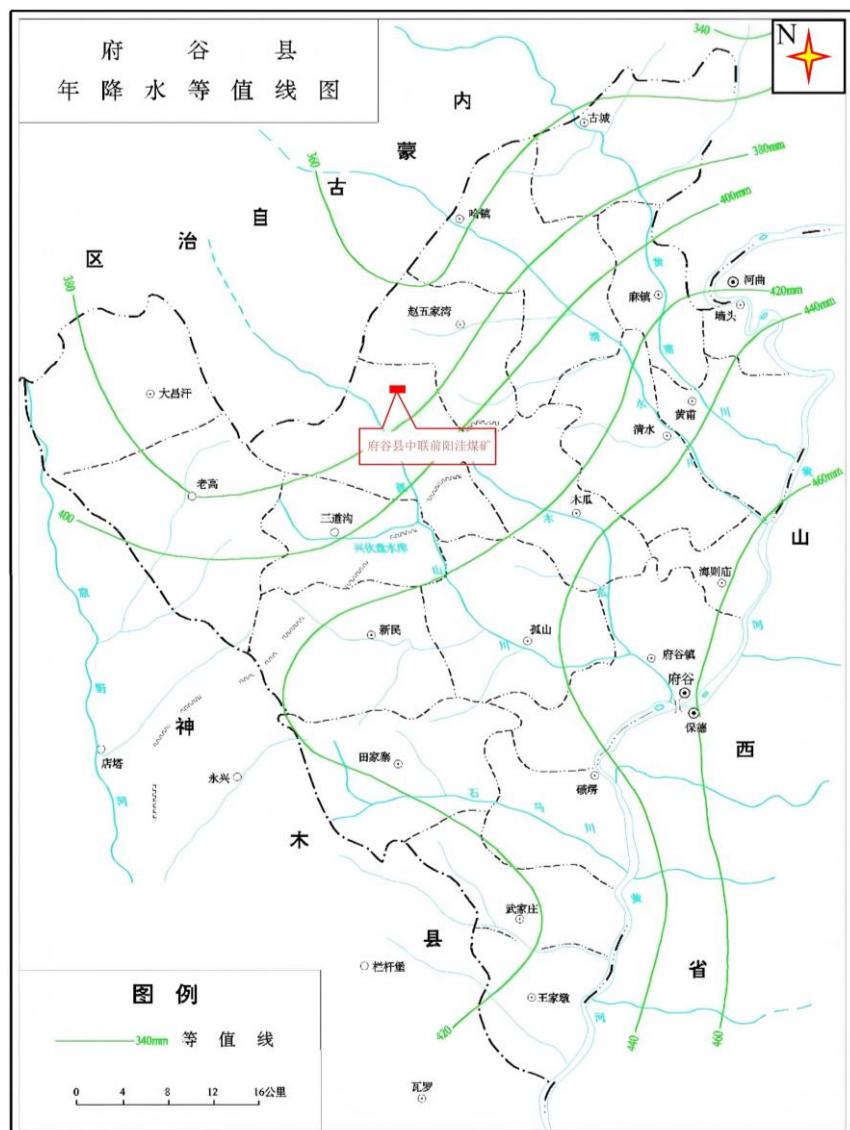


图 2.1-1 府谷县年降水量等值线图

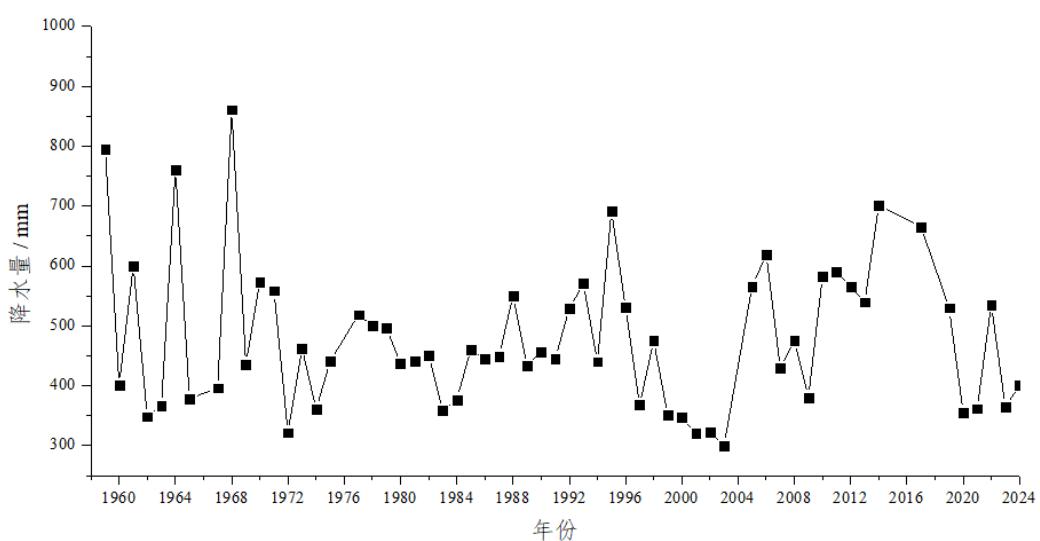


图 2.1-2 府谷县年均降水量曲线图 (1959~2024)

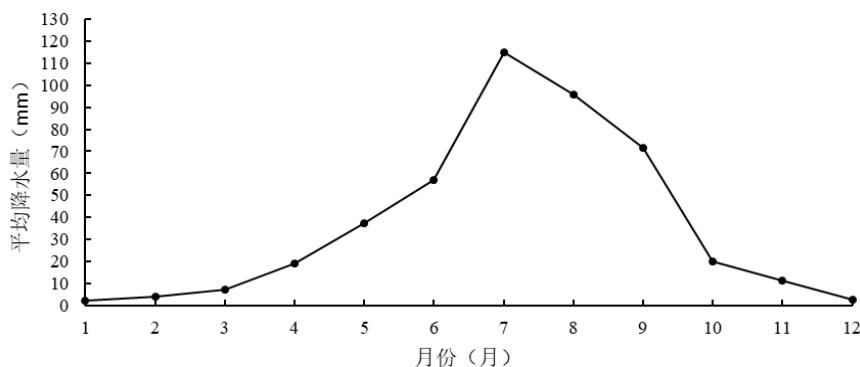


图 2.1-3 府谷县月降水量曲线图

(二) 水文

府谷县中联前阳洼煤矿井田内地表水系均属黄河水系，多数为季节性河流（图 2.1-4）。矿区内地表水系主要为沙梁川、苜蓿沟、拴兔沟、五素沟、红石焉沟、石沟等。南部的红石焉沟和北部的后沟，其沟流量较小，两沟均向东汇入沙梁川。

沙梁川发源于内蒙古准格尔旗绝立概川，自内蒙古羊市塔入境，流经本县庙沟门、三道沟、孤山、傅家墕、高石崖、府谷 6 个乡镇，由高石崖乡高家湾村汇入黄河。县内流长 57 公里，占全长 79 公里的 72.2%。县内流域面积 1018 平方公里，占全流域面积的 80%。年平均流量 3.48 立方米/秒，年径流总量 1.097 亿立方米，7~9 月占 69.8%。年输沙量为 2760 万吨，7~9 月占 94.9%。最大流量 10300 立方米/秒（1977 年 8 月 2 日），最小流量为 0，大部分年份均可出现。县内有 172 条有水沟道注入沙梁川（照片 2.1-1）。

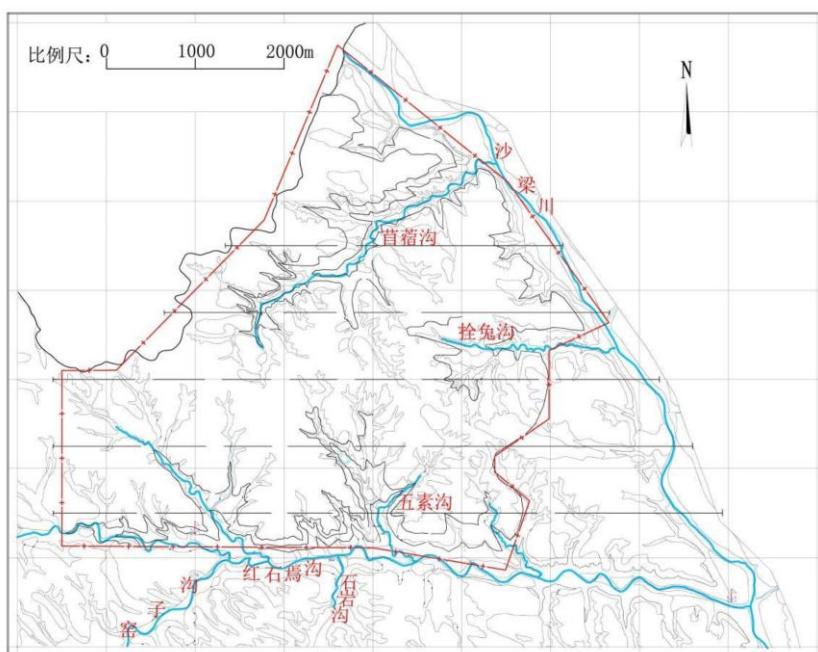


图 2.1-4 府谷县中联前阳洼煤矿地表水系分布示意图

红石焉沟在矿区内地沟段均呈“U”型沟，主沟沿东西向展布，沟谷两侧基岩断续出露，沟底开阔地带形成阶地和河床漫滩（照片 2.1-2）。河床漫滩高于河床约 1~2 m 左右，漫滩平缓与阶地相接，与河床以陡坎形式连接。河流阶地主要由第四系全新统冲积层组成。



照片 2.1-1 沙梁川（镜向 SE）

照片 2.1-2 红石焉沟（镜向 SW）

（三）地形地貌

府谷县中联前阳洼煤矿所在区域位于陕北黄土高原北端，毛乌素沙漠东南缘，地形上西北高东南低（图 2.1-5），地貌单元属黄土丘陵地貌（照片 2.1-3），黄土覆盖全区。最高处位于矿区西北角的阳坬，标高 1318.83 m，最低处位于东南角的红石墕沟口，标高 1068.5 m，相对高差约 250 m。区内地貌可进一步分为沙丘平地（照片 2.1-4）、黄土梁峁（照片 2.1-5）和沟谷阶地（照片 2.1-6）。

（1）沙丘平地：主要分布在梁峁上，呈片状分布，占矿区面积的 10%。物质组成为第四系松散粉砂、细砂和沙质粘土，多呈半固定状态。地表形态以片沙垄和小沙丘为主，沙丘高一般 2~3 m 不等，多生长有沙蒿、沙柳、柠条和杨树。

（2）黄土梁峁：主要分布在中部，约占全区面积的 70%，组成物质以粉质粘土为主，表面常有现代风积沙覆盖。由于雨水的冲蚀作用，梁峁坡面冲沟发育，沟谷直立，黄土见垂直节理。沟梁相间，地形支离破碎，水土流失严重。坡面平缓区为耕地，其余主要为林区和草地。

（3）沟谷阶地：区内大的沟谷多沿东西向展布，沟谷两侧基岩断续出露，沟底开阔地带形成一级阶地和河漫滩，由第四系全新统冲积层组成，多经人工平整成梯田，为区内农作物主要种植区。河漫滩主要分布于北部张家沟及北界的瓦窑沟阶地下，高于河床约 1~2 m 左右，漫滩平缓与阶地相接，与河床以陡坎形

式连接。

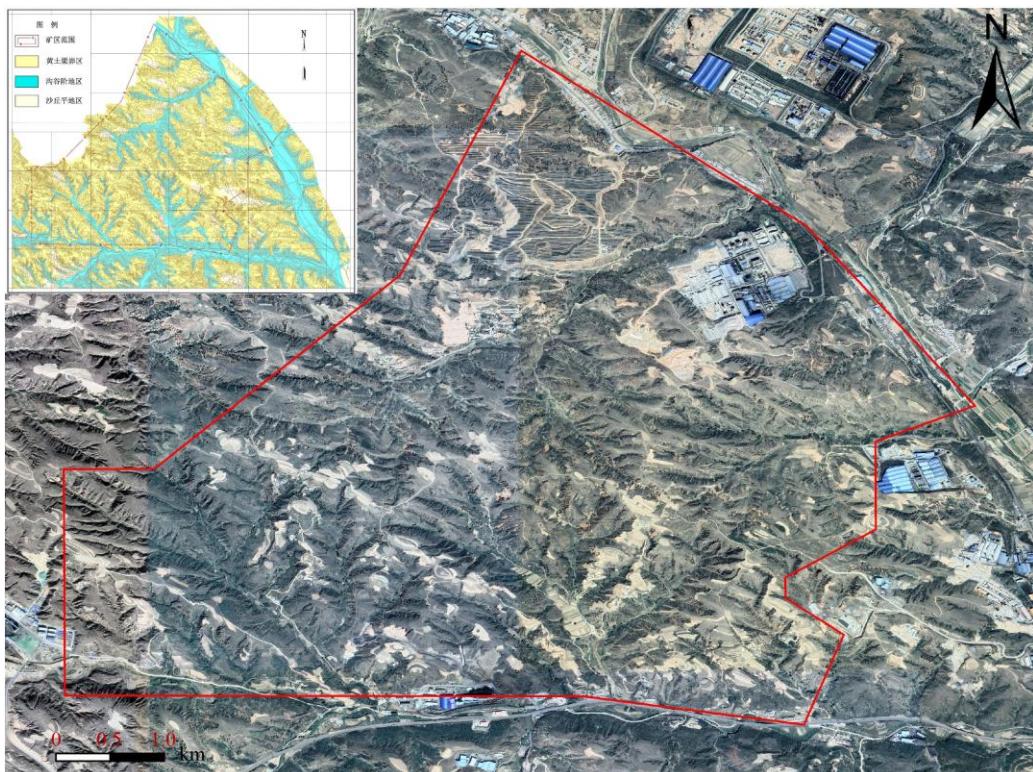


图 2.1-5 府谷县中联前阳洼煤矿矿区遥感影像



照片 2.1-3 矿区黄土丘陵地貌（镜向 NW）



照片 2.1-4 沙丘平地地貌（镜向 SE）



照片 2.1-5 黄土梁峁地貌（镜向 NW）



照片 2.1-6 沟谷阶地地貌（镜向 NW）

（四）植被

根据水文条件及建群种的不同，中联前阳洼煤矿矿区内地被类型划分为乔木林、灌木林、草丛、植被稀少地带、栽培植被、公路、建设用地、农田植被、水域、无植被区域等。

乔木林包括以油松、侧柏为主的针叶林植被和以榆树、青杨、柳树、刺槐等为主的阔叶林植被，矿区除东南、西南两侧分布较少外，其余区域几乎全部有分布，面积 17.51 km^2 ，占到整个煤矿矿区的 41.30%（照片 2.1-7）；灌木林主要为以酸枣、胡枝子、榆树幼树、荆条、蔷薇等为主的灌丛植被，主要分布在矿区西南侧山地及矿区中部谷坡地带，面积 4.8 km^2 ，占到整个矿区的 11.32%（照片 2.1-8）；草丛主要为以白羊草、百里香、长芒草、铁杆蒿、苦马豆等为主的草丛植被，主要分布在梁峁边缘及河谷阶地区，呈片状和斑块状，面积 7.44 km^2 ，占到整个矿区的 17.54%（照片 2.1-9）；栽培植被主要为果林以及玉米、土豆、小麦、谷子、糜子、莜麦等农作物植被，主要分布在东部河谷阶地及北部、中部、南部黄土梁峁，其他地区分布较为零星，呈片状、斑片状，面积 7.89 km^2 ，占到整个矿区 18.60%（照片 2.1-10）；植被稀少地带呈零星片状分布，植物种类非常稀少，面积 0.26 km^2 ，占到整个井田的 0.61%。



照片 2.1-7 乔木林（镜向 NW）



照片 2.1-8 灌木林（镜向 NW）



照片 2.1-9 草丛（镜向 NW）



照片 2.1-10 栽培植被-玉米（镜向 N）

根据遥感解译结果,参照《生态环境状况评价技术规范》(HJ192-2015)、《土壤侵蚀分类分级标准》(SL190-2007),矿区植被覆盖度划分为五级,即高覆盖度、中高覆盖度、中覆盖度、低覆盖度、极低覆盖度。农业植被不分等级。如图 2.1-6 所示,高覆盖度植被广泛分布全区黄土沟谷;中高覆盖度植被主要分布在水土条件相对差一点的梁峁边缘;中覆盖度植被分布在沟谷及黄土梁峁边缘;低覆盖度植被主要分布在梁峁边缘;极低覆盖度植被在评价区零星分布,面积较少;农业植被分布在村庄周围,呈片状、斑片状。建设用地为工业场地和村庄周围的零星工业用地。

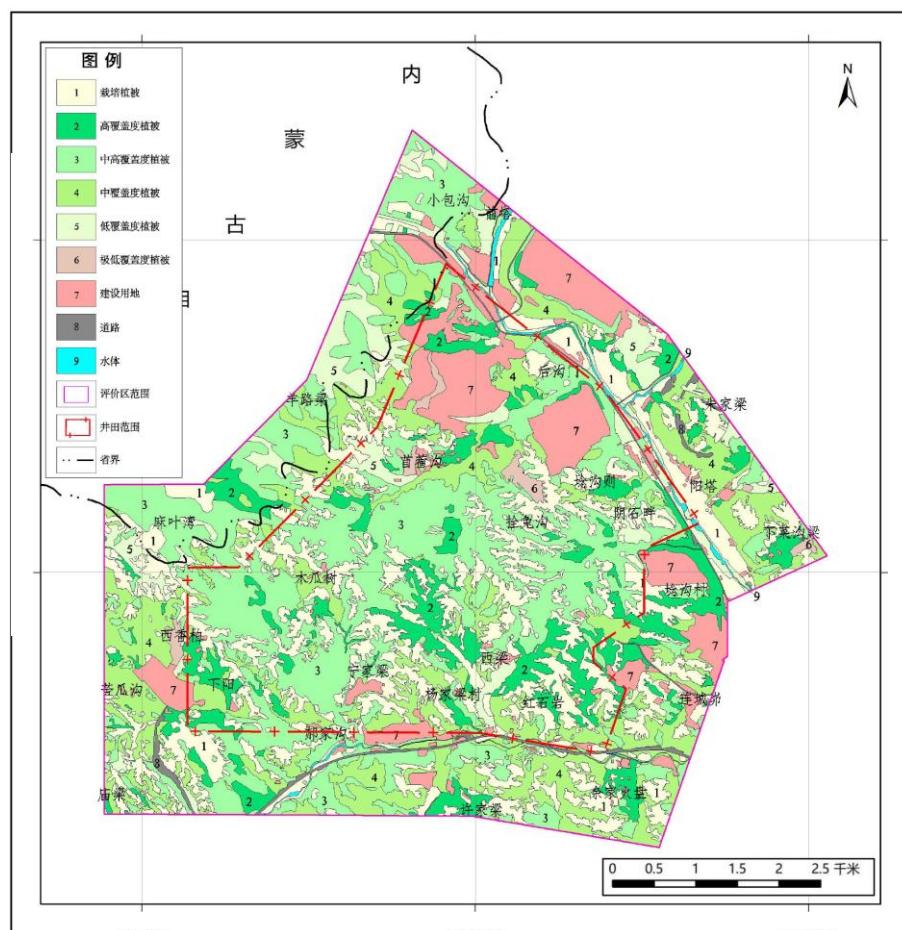


图 2.1-6 府谷县中联前阳洼煤矿矿区植被覆盖度

（五）土壤

(1) 土壤类型

根据《中国土壤分类体系》，中联前阳洼煤矿井田内土壤类型包括两个土纲、三个土类，共五个亚类，包括栗钙土、黄绵土、新积土、风沙土及石质土。各土壤亚类分布及特性见表 2.1-1。现场调查确定项目区内土壤多以栗钙土及黄绵土

分布最为广泛。

栗钙土是评估区的地带性土壤。淡栗钙土为温带半干旱气候、典型草原植被下的土壤类型。其母质主要为异地的风化物及风尘沉积物。区内广泛分布，土壤剖面分化明显，各层过渡清晰，表层有暗色薄层，呈栗色或暗栗色；钙积层在 50 cm 范围内出现。腐殖质层平均厚度为 30 cm，质地为沙壤土或轻壤土。

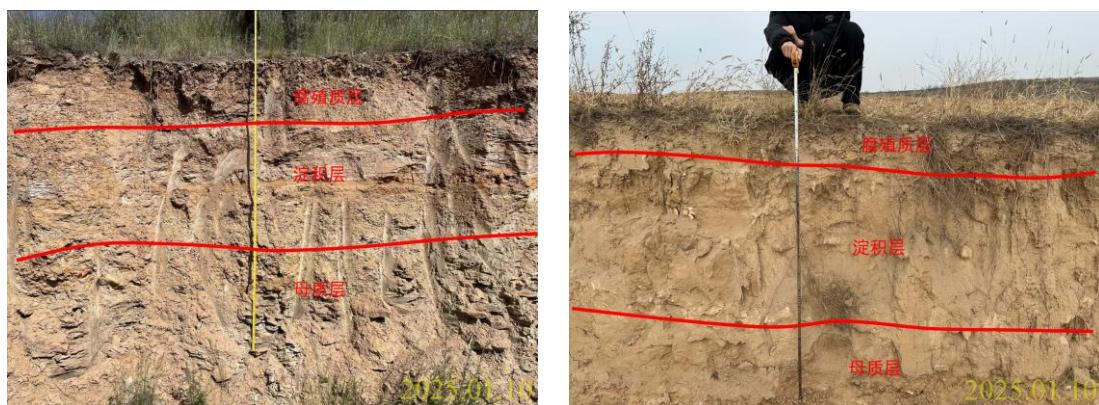
黄绵土又叫黄土性土壤，因其土质疏松、绵软、色泽而得名。广泛分布在梁峁坡地和川道高阶地上，是府谷主要农业土壤之一。在自然植被下，具有有机层，厚度 10~30 cm，颜色为灰棕色（风干土）或暗灰棕色（风干土），粒状、团块状结构，其下为母质层，稍有碳酸钙的淋溶淀积。颗粒主要由 0.25 毫米以下的颗粒组成，细砂粒和粉粒占总量的 60%。物理性粘粒约 26~30%，粘粒只占 12~14%，土壤粘粒含量呈南高北低的趋势。但同一剖面各层质地差别不大，仅表层因受侵蚀和沉积影响而略有变化。耕层容重在 1.0~1.2 克/立方厘米。黄绵土弱碱性反应，pH 值为 8.4~8.6。

表 2.1-1 区内土壤类型及分布特征表

土纲	土类	亚类	分布特征及土壤特性
钙层土	半干温钙层土	栗钙土	区内广泛分布，土壤剖面分化明显，各层过渡清晰，表层有暗色薄层，呈栗色或暗栗色；钙积层在 50 cm 范围内出现。腐殖质层平均厚度为 30 cm，质地为沙壤土或轻壤土。主要为放牧地，部分为旱作或灌溉农用地（适宜种植喜温、耐旱、耐瘠薄作物）。
初育土	土质初育土	黄绵土	主要分布在项目区的沟坡地、梁峁、塬坡地、湾塌地。土壤母质为黄土，剖面为 A-C 型。砂质坡黄绵土地处坡面，土壤侵蚀强烈，表土不断流失，层次分化不明显，土壤基本上呈现母质性状。全剖面质地均一，为砂质壤土，砂粒含量 70% 左右，粘粒 10% 左右。土体松散，剖面中下部有少量石灰假菌丝体。通体石灰反应强烈，碳酸钙含量 10%~15%。土壤 PH 8.4~8.6，呈微碱性。
		新积土	主要分布于河沟附近。该土类为新的松散堆积物上成土时间短促、发育弱的幼年土，土质粗糙，土壤表层只有微弱的腐殖质积累。新积土缺乏盐化和碱化的特征，呈弱碱性到碱性反应。该土类结构松散，土层薄，质地为沙质，且含大量的砂砾。植被稀疏，有机质含量较低。目前多为放牧地和旱作农用地。
		风沙土	该土壤结构松散，土粒维持性差，质地为中、细砂，基本上无剖面发育，无结构，有机质在土体中多呈半分解状态或未分解状态的残根碎屑，肥力极低。是该区存在潜在退化或已退化的主要土壤。
	石质初育土	石质土	是该区基岩裸露区的主要土壤类型，土壤有机质含量较低，属发育的幼年期。

本次项目野外调查时，选取不同土壤类型观测点对相应土壤进行剖面观测。

典型土壤剖面特征如照片 2.1-11~2.1-12 所示。



照片 2.1-11 草地栗钙土土壤剖面（镜向 NE）照片 2.1-12 耕地黄绵土土壤剖面（镜向 NW）

二、矿区地质环境背景

（一）地层岩性

根据《陕西省府谷县中联矿业有限公司煤矿（整合区）勘探报告》及野外实地调查，矿区地层由老至新依次为：三叠系上统永坪组（T_{3y}）、侏罗系下统富县组（J_{1f}）、侏罗系中统延安组（J_{2y}）、新近系上新统静乐组（N_{2j}）、第四系中上更新统（Q₂₊₃）及全新统（Q₄）。矿区地层特征见图 2.2-1，现将各地层特征由老至新简述如下：

（1）三叠系上统永坪组（T_{3y}）

该组地层为矿区侏罗系含煤地层的沉积基底，区内未见出露。根据矿区地层资料及部分钻孔资料，其岩性为一套灰绿色、巨厚层状中-细粒长石石英砂岩，夹有灰绿、灰黑色泥岩及薄煤线，砂岩中含有较多的黑云母片、绿泥石等，局部含泥质包体及黄铁矿结核，泥钙质胶结，分选性及磨圆度中等，以块状层理为主，局部具板状交错层理。

（2）侏罗系下统富县组（J_{1f}）

假整合于下伏三叠系永坪组地层之上，区内未出露，仅在三道沟井田的部分钻孔中见到，其厚度在 5.62~42.14 m 之间，平均 18.15 m，岩性由灰色、灰白色的细粒砂岩及灰黑色、紫灰色泥岩、粉砂岩组成，砂岩成分以石英为主，长石次之，分选性磨圆度好。本组地层顶部有一层灰-灰白色的石英砂岩，偶含细砾，易于区分。

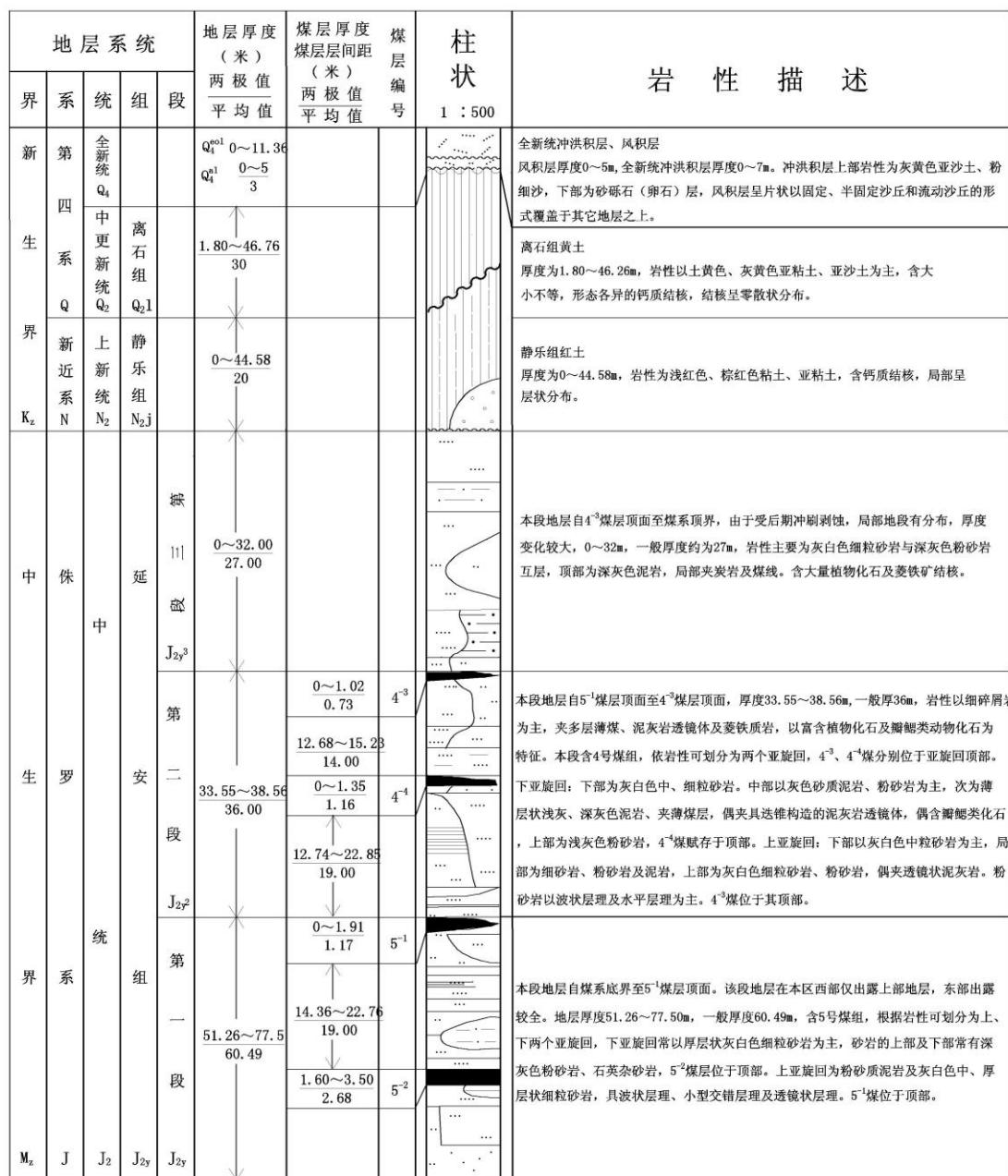


图 2.2-1 矿区地层综合柱状图

(3) 侏罗系中统延安组 (J_{2y})

整合于富县组之上,广泛出露于区内较大沟谷的两侧,由于遭受后期不同程度的冲刷、剥蚀作用,残留厚度变化较大,一般在30~120m之间,为矿区含煤地层。其岩性主要由浅灰色各粒级长石石英砂岩、灰-深灰色粉砂岩、泥岩和煤互层组成,局部地段夹有上平下凸的透镜状河道中粒-中细粒砂岩。砂岩和泥岩呈规律性交替出现,纵观其岩石组合特征,为一套内陆大型浅水湖泊三角洲相碎屑沉积。根据岩性、岩相特征,区内由下而上可划分为三个岩性段。

延安组第一段 (J_2y^1): 本段地层自煤系底界至 5^1 煤层顶面，在矿区西部仅出露上部地层，东部出露较全。地层厚度 $51.26\sim77.50$ m，一般厚度 60.49 m，含 5 号煤组，根据岩性可划分为上、下两个亚旋回。下亚旋回常以厚层状灰白色细粒砂岩为主，砂岩的上部及下部常有深灰色粉砂岩、石英杂砂岩， 5^2 煤层位于其顶部；上亚旋回为粉砂质泥岩及灰白色中、厚层状细粒砂岩，具波状层理、小型交错层理及透镜状层理， 5^1 煤位于其顶部。

延安组第二段 (J_2y^2): 本段地层自 5^1 煤层顶面至 4^3 煤层顶面，厚度 $33.55\sim38.56$ m，一般厚 36 m，岩性以细碎屑岩为主，夹多层薄煤、泥灰岩透镜体及菱铁质岩，以富含植物化石及瓣鳃类动物化石为特征，含 4 号煤组，依岩性可划分为两个亚旋回， 4^3 、 4^4 煤分别位于亚旋回顶部。下亚旋回下部为灰白色中、细粒砂岩，中部以灰色砂质泥岩、粉砂岩为主，次为薄层状浅灰、深灰色泥岩、夹薄煤层，偶夹具迭锥构造的泥灰岩透镜体，偶含瓣鳃类化石，上部为浅灰色粉砂岩， 4^4 煤赋存于顶部。上亚旋回下部以灰白色中粒砂岩为主，局部为细砂岩、粉砂岩及泥岩，上部为灰白色细粒砂岩、粉砂岩，偶夹透镜状泥灰岩，粉砂岩以波状层理及水平层理为主， 4^3 煤位于其顶部。

延安组第三段 (J_2y^3): 本段地层自 4^3 煤层顶面至煤系顶界，由于受后期冲刷剥蚀，局部地段有分布，厚度变化较大， $0\sim32$ m，一般厚度约为 27 m，岩性主要为灰白色细粒砂岩与深灰色粉砂岩互层，顶部为深灰色泥岩，局部夹炭岩及煤线。含大量植物化石及菱铁矿结核。

(4) 新近系上新统静乐组 (N_2j)

断续出露于区内各川道、支沟脑，厚度 $0\sim44.58$ m，变化较大。岩性为浅红、棕红色粘土、粉质粘土，又称为“三趾马红土”，含大量砂及粉砂质不规则状钙质结核，钙核呈层分布。底部局部发育一层厚度 $1\sim3$ m 的砾石层，不稳定，砾石成分为砂岩、烧变岩等岩块，砂质充填，泥质胶结。其与下伏延安组不整合接触，之上多被中更新统离石组覆盖，两者间呈角度不整合接触关系。

(5) 第四系 (Q)

全区分布广泛，厚度受地形地貌的控制而变化较大。北部较薄，中部、南部较厚，河谷两侧较薄，梁峁、塬顶较厚，总体上厚度 $0\sim30$ m，平均 20 m。第四系松散层沉积包括冲积、冲洪积和风积物等。

① 中更新统仅发育离石组(Q_2l)，在梁峁之上呈片状分布，厚度1.80~46.26 m，岩性以土黄、灰黄色粉质粘土、粉土为主，含大小不等形态各异的钙质结核，结核呈零散状分布。该组柱状节理发育，是主要耕作层。

② 全新统包括冲洪积层(Q_4^{al+pl})和风积层(Q_4^{eol})。风积层厚度0~5 m，冲洪积层厚度0~7 m。冲洪积层上部岩性为灰黄色粉土、粉细砂，下部为砂砾石(卵石)层；风积层呈片状以固定、半固定沙丘和流动沙丘形式覆盖于其它地层之上。

(二) 地质构造

中联前阳洼煤矿所在区域隶属神府矿区，神府矿区构造单元处于鄂尔多斯地台二级构造单元——伊(克昭盟)陕(西)单斜东缘中部。由于基底是坚固的前震旦系结晶岩系，故中生代以来，地史上历次构造运动对本区影响甚微，表现以垂向运动为主，仅形成一系列沉积间断假整合面，故区内构造极其简单，无较大褶皱，倾角在1°~3°大单斜层(图2.2-2)。

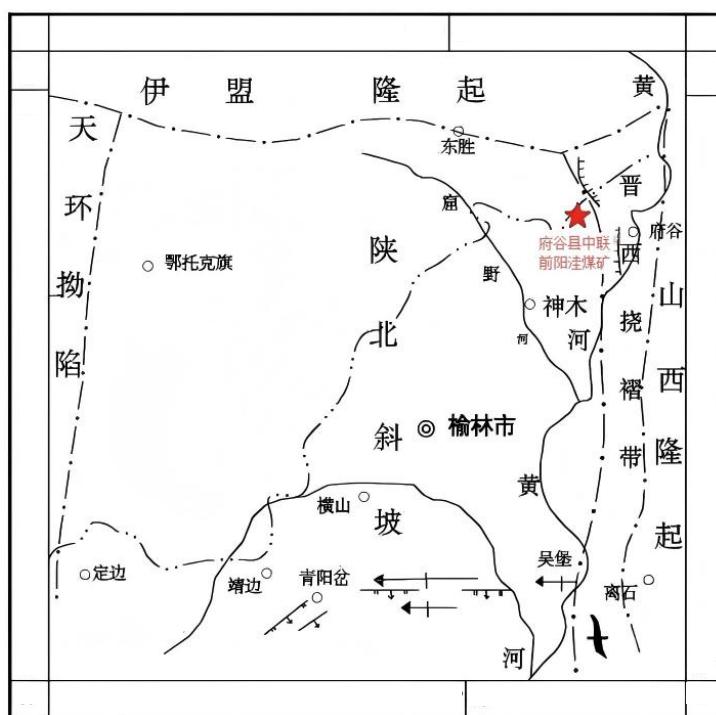


图2.2-2 陕北地区构造纲要图

神府矿区构造形态为一轴向北东东转向北东并向南西西方向倾伏的大型宽缓向斜构造，地层走向为北西~北西西，倾向南西，倾角一般1°左右，可见宽缓的次级褶曲和断裂构造，断裂附近局部地层倾角最大可达5°左右。中生代后

期，由于吕梁复背斜构造带大规模抬升，使得鄂尔多斯地台向斜东缘强烈翘起褶皱。表现为府谷县黄河沿岸古生代地层—奥陶系，石炭系，二叠系翘起裸露于地表，形成有高角度的背斜、向斜褶曲，并伴生有 NW 向断裂。也使得矿区东部—悖牛川以东地区相对抬升，地层遭受严重剥蚀，缺失侏罗系中统直罗组、安定组及白垩系地层，煤系地层延安组上部地层也遭受剥蚀。

根据以往地质填图、勘探揭露及煤层底板等高线图的情况，矿区总体处于鄂尔多斯盆地次级构造单元——陕北斜坡北部，地质构造简单，为一走向北西、倾向南西、平均倾角 $\leq 1^{\circ}$ 的单斜构造，无大的断裂及褶皱发育，无岩浆活动痕迹。延安组为向西南微倾的简单叠置地层，每千米降深 12 m，层内发育宽缓的波状起伏及鼻状隆起、节理等构造。据井下见煤点统计资料，5¹ 煤层底板标高在 1160~1179 m 之间变化，5² 煤层底板标高在 1138~1169 m 之间变化，产状平缓，局部有缓坡状起伏。

（三）新构造运动及地震

矿区位于鄂尔多斯地台向斜宽缓的东翼—陕北斜坡上，地壳活动相对微弱。区内新构造运动表现为振荡性上升，伴随着河流下切，在黄土地貌内冲沟发育，造成地形支离破碎。府谷地处长期相对稳定的地台区，构造变动微弱，地震出现频率小而且强度低。仅公元 1448 年在榆林发生过 4.7 级地震；1621 年 5 月在府谷孤山一带发生过 6.7 级地震，此后再未发生过 4 级以上地震。邻省区曾发生过其它一些较大地震，如 1996 年 5 月 30 日，内蒙古包头市发生 6.4 级地震，本区有震感。2008 年 5 月 12 日，四川汶川发生 8.0 级地震，本区有明显震感。2010 年 4 月 14 日玉树 7.1 级大地震，也仅有明显的震感；2013 年 4 月 20 日，四川芦山 7.0 级地震，本区仅有震感；2015 年 4 月 15 日内蒙古自治区阿拉善发生 4.0 级及 5.8 级地震，本区震感强烈。

根据《中国地震动参数区划图》(GB18306-2015)，矿区地震动峰值加速度 0.05 g，地震动反应谱特征周期为 0.40 s，相应的抗震设防烈度为 VI 度。

（四）水文地质

（1）含水层

根据地下水埋藏条件及水力特征，将区内含水层划分为第四系松散岩类孔隙潜水含水层和侏罗系中统延安组裂隙含水层两大类，各含水层均为极弱～弱含水

层，隔水层有新近系静乐组红土隔水层（图 2.2-3）。

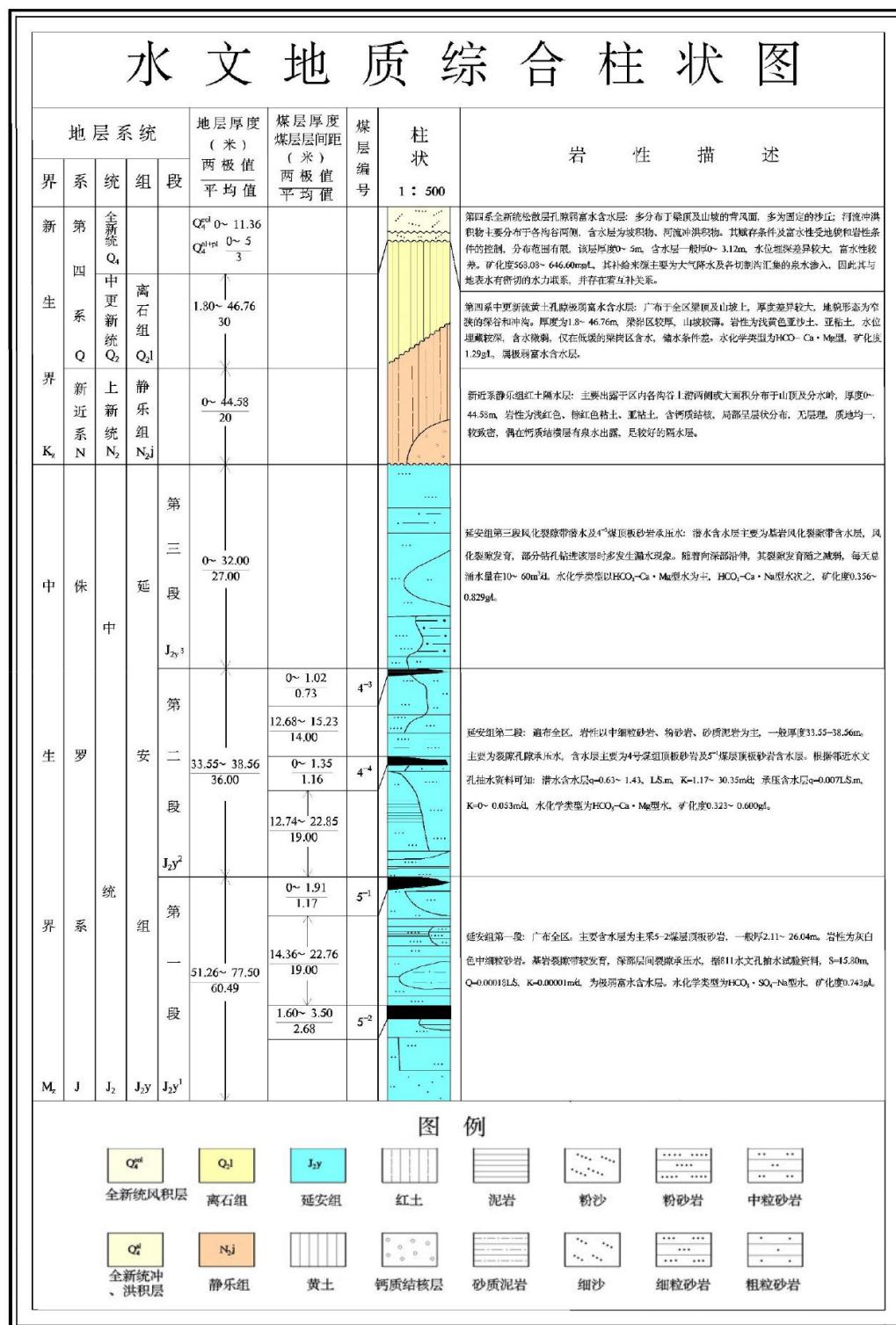


图 2.2-3 中联前阳洼煤矿水文地质综合柱状图

1) 第四系松散岩类孔隙潜水含水岩组

① 第四系全新统松散层孔隙弱富水含水层（Q₄^d）：多分布于梁顶及山坡的背面，多为固定沙丘；河流冲积物主要分布于各沟谷两侧，含水层为坡积物、

河流冲洪积物。其赋存条件及富水性受地貌和岩性条件控制，分布范围有限，该层厚度 0~10 m，含水层一般厚 0~3.52 m，水位埋深差异较大，富水性较差。其补给来源主要为大气降水及各支流汇集的泉水渗入，因此其与地表水有密切的水力联系，并存在着互补关系。

② 第四系中更新统黄土孔隙极弱富水含水层 (Q₂)：广布于全区梁顶及山坡上，厚度差异较大，地貌形态为窄狭的深谷和冲沟。厚度为 0~20 m，梁峁区较厚，山坡较薄。岩性为浅黄色粉土、粉质粘土，水位埋藏较深，含水微弱，仅在低缓的梁岗区含水，储水条件差，属极弱富水含水层。

2) 侏罗系中统延安组裂隙含水岩组

该层仅出露于较大沟谷两侧，为本区含煤地层，因受构造影响及后期冲刷剥蚀作用，厚度变化较大，一般厚度在 30~120 m 之间。岩性主要由浅灰色各粒级长石石英砂岩及泥岩和煤层组成。露头区裂隙较为发育，出露泉点较多，深埋区裂隙发育很弱。各可采煤层直接充水含水层为其上部的中、细粒砂岩，受沉积环境影响，砂体厚度无论沿走向或倾向均变化较大，致使含水层在空间分布上具有一定局限性。该组按岩层层序和含水特征，可分为三个含水层，各含水层间由于泥岩及煤层的阻隔，使得整个延安组形成一个复合含水层组。

延安组第三段分为风化裂隙带潜水及 4⁻³ 煤顶板砂岩承压水。潜水含水层主要为基岩风化裂隙带含水层，风化裂隙发育，部分钻孔钻进该层时多发生漏水现象。随着向深部延伸，其裂隙发育随之减弱，涌水量在 25 m³/h。

延安组第二段遍布全区，岩性以中细粒砂岩、粉砂岩、砂质泥岩为主，一般厚度 27.52~32.90 m。主要为裂隙孔隙承压水，含水层主要为 4 号煤组顶板砂岩及 5⁻¹ 煤层顶板砂岩含水层。据钻孔抽水试验资料：潜水含水层 $q=0.63\sim1.43$ L/s.m， $K=1.17\sim30.35$ m/d；承压含水层 $q=0.007$ L/s.m， $K=0\sim0.053$ m/d。

延安组第一段广布全区，主要含水层为主采 5⁻² 煤顶板砂岩，一般厚 2.11~26.04 m，岩性为灰白色中细粒砂岩，裂隙较发育，深部层间裂隙水承压。据钻孔抽水试验资料， $S=15.80$ m， $Q=0.00018$ L/s， $K=0.00001$ m/d，为极弱富水含水层。

3) 隔水层

新近系静乐组红土隔水层 (N_{2j})：主要出露于区内各沟谷上游两侧或大面积

分布于山顶及分水岭，厚度 0~20 m，岩性为浅红、棕红色粘土、粉质粘土，夹十多层钙质结核层，底部常有 1~3 m 的底砾岩。粘土呈块状，无层理，质地均一，较致密，偶在钙质结核层有泉水出露，是较好的隔水层。

（2）地表水及地下水的补给、径流和排泄关系

区内补给条件差，径流排泄条件好，松散层孔隙水易接受大气降水渗入补给。潜水主要接受大气降水和部分层间水补给，径流方向受地形和地貌控制，主要以泉和潜流形式排泄于沟谷，在梁峁顶部只有雨季降水才能有效补给。

承压水除在基岩露头处接受大气降水补给外，还接受就近潜水的垂直渗透补给。局部地段因受不稳定隔水层的影响，形成局部性承压水，具有多层性，无统一的补给区。各煤层直接充水含水层补给途径主要是大气降水和侧面径流补给，以垂直渗漏补给为主。

（3）矿坑充水因素

依据矿区水文地质条件及煤层覆岩结构类型，矿井充水方式可分为直接充水和间接充水两种。它们分别受大气降水、地表水、地下水等因素的控制，且具有一定的水力联系，对未来矿井开采有不同程度的影响。

1) 大气降水

矿区广布第四系风成、洪、冲积松散沉积物，大气降水直接渗入地下。井田内多年平均降水 447.12 mm，且多集中在 7~9 月份，占全年降水量的 55.5%，最大日降水量 136.3 mm。据小窑调查，矿井涌水量随季节有不同的变化，其一般滞后半天至一天时间，故大气降水为矿井充水的间接水源。

2) 地表水

矿区地表水系不发育，矿坑直接充水水源为各煤层顶板基岩裂隙水，局部地段煤层开采后形成的冒落带及导水裂隙带将沟通地表水体，地表水通过裂隙带进入矿坑，成为间接充水水源。

3) 地下水

矿区地下水极不丰富。煤系地层含水层是煤层的直接充水含水层，侵蚀基准面以上 4³、4⁴ 煤层顶板砂岩含水层，水量小，富水性弱，平硐开采易于排水。侵蚀基准面以下煤层（主要为 5² 煤层）顶板含水层均为承压水，它们水量甚微，富水性弱，易于疏干，对开采不会造成危害。

（4）矿井涌水量

矿山开采 4⁴、5¹ 和 5² 煤，地下水主要来自煤层顶板砂岩裂隙含水层。矿井涌水量较小，矿坑涌水量一般为 6.85 m³/h，最大涌水量仅为 10.7 m³/h。井田内原有的郝家沟煤矿自生产以来，未发生透水事故。根据煤矿未来三年采掘计划，采用大井法进行涌水量预测，预计未来三年正常涌水量为 7.88 m³/h，最大涌水量为 11.82 m³/h。

（五）工程地质

依据岩（土）体工程地质特征及成因，调查区岩土体可分为三大类五大岩组（见表 2.2-1）。各工程地质岩组发育特征分述如下：

表 2.2-1 岩（土）体工程地质分类表

工程地质分类	岩层组	饱和抗压强度 (MPa)	空间分布	岩体结构
土类	沙土层组	-	广布地表，风积、冲积、湖积而成，以黄土为主	散体结构
软弱岩类	风化岩组	3.8-10.4	主要指延安组顶面岩层。	碎裂结构
	煤岩组	5.70	可采煤层及不可采煤层	
半坚硬岩类	粉砂岩泥岩及互层岩组	12.8-25.7	煤层直接顶板和直接底板	层状结构
	砂岩组	19.7-25.2	煤层基本顶及延安组各段中部	

（1）沙土层组

包括各种黄土、沙粘土。全区分布较广，最厚达 57.21 m，平均厚度 28.40 m。黄土受水流侵蚀作用，出露区冲沟发育，沟帮多见坍塌形成陡坡，沟头可见潜蚀现象。岩性为粉质粘土，夹有少量粉土。据邻区试验资料可知其孔隙比 0.754，塑限 16.9%，液限 28.1%，天然含水量 13.0%，液性指数小于 0.25，土体处于坚硬或硬塑状态，具有一定的抗剪、抗压强度，压缩系数 0.16 MPa⁻¹，压缩模量 11.32 MPa，渗透系数仅 4.47×10^{-5} cm/s，具良好阻隔水能力，湿陷系数 0.008，属非湿陷性黄土，发育柱状节理，易被地表水流冲蚀而引起坍塌，浸水易失稳。

（2）风化岩组

风化层厚度 4.50~57.17 m，平均 16.97 m。基岩面高处，风化层厚度大，基岩面低洼处，风化层厚度薄，基岩面以下数米之内，即由风化状态过渡为新鲜基岩。风化岩层内部由上到下风化强度逐渐减弱，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。RQD 值 $<30\%$ ，抗压强度 <30 MPa，属劣的（IV 级）软弱岩石，岩体完整性差。不同岩性和结构的岩石抗风化能力差异较大，一些处于强风化带中的结构致密的粉砂岩、细粒砂岩和钙质胶结砂岩的物理力学性质没有明显变化，仍具有较好的工程地质特征。

（3）煤岩组

区内各主要可采煤层饱和抗压强度为 $8.2\sim9.8$ MPa，平均 9.00 MPa，软化系数 0.62，属软弱类岩石，具脆性而不具韧性，宜冲击破碎。

（4）粉砂岩、泥岩及互层岩组

本岩组与煤层开采有直接关系，是煤系地层主要岩组，由粉砂岩、泥岩、泥质粉砂岩、砂质泥岩、炭质泥岩及薄煤等组成，多出现于煤层直接顶底板。岩石具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。泥岩饱和抗压强度 $4.5\sim20.3$ MPa，平均 14.40 MPa，粉砂岩饱和抗压强度 $11.70\sim25.30$ MPa，平均 18.80 MPa。软化系数泥岩类型平均为 0.66，粉砂岩平均为 0.64，属软弱类易软化岩石，RQD 值平均 77%，岩石质量优，岩体较完整。

（5）砂岩组

本岩组以中、细粒砂岩为主，次为粗粒砂岩，多形成煤层的老顶或老底。原生结构面一般有块状层理、大型板状交错层理，单层厚度大，构造结构面不太发育。据以往勘探资料，其饱和抗压强度为 $8.60\sim58.00$ MPa，平均 25.63 MPa，软化系数 0.64，属半坚硬类不易软化岩石。平均 RQD 值 89%，岩石质量优，岩体较完整，是区内稳定性较好的岩组。

（六）煤层地质特征

府谷县中联前阳洼煤矿井田境界内批准可采煤层共 3 层，即 4^4 煤、 5^1 煤及 5^2 煤。各可采煤层特征简述如下：

4^4 煤产于延安组第二段第一旋回的顶部，为勘探区次主采煤层，与 5^1 煤层的间距较稳定，在 $12.74\sim22.85$ m 之间，平均 19.00 m。矿区东部煤层因变薄及后期冲刷，矿区有 13 个钻孔未见煤，矿区本次及以往施工的 14 个探煤孔均见可采煤。可采煤层厚 $0.8\sim1.35$ m，平均 1.16 m，标准差 0.10 ，变异系数 0.06% ，可采概率 100%，属薄煤层，煤层厚度变化总体特点是中部厚四周薄，为厚度基

本均一的煤层（图 2.2-4）。煤层结构单一，不含夹矸。顶板岩性主要为粉砂岩，次为泥岩、中粒砂岩；底板为泥岩。煤层层位及厚度稳定，结构简单，局部可采，属较稳定型的薄煤层。

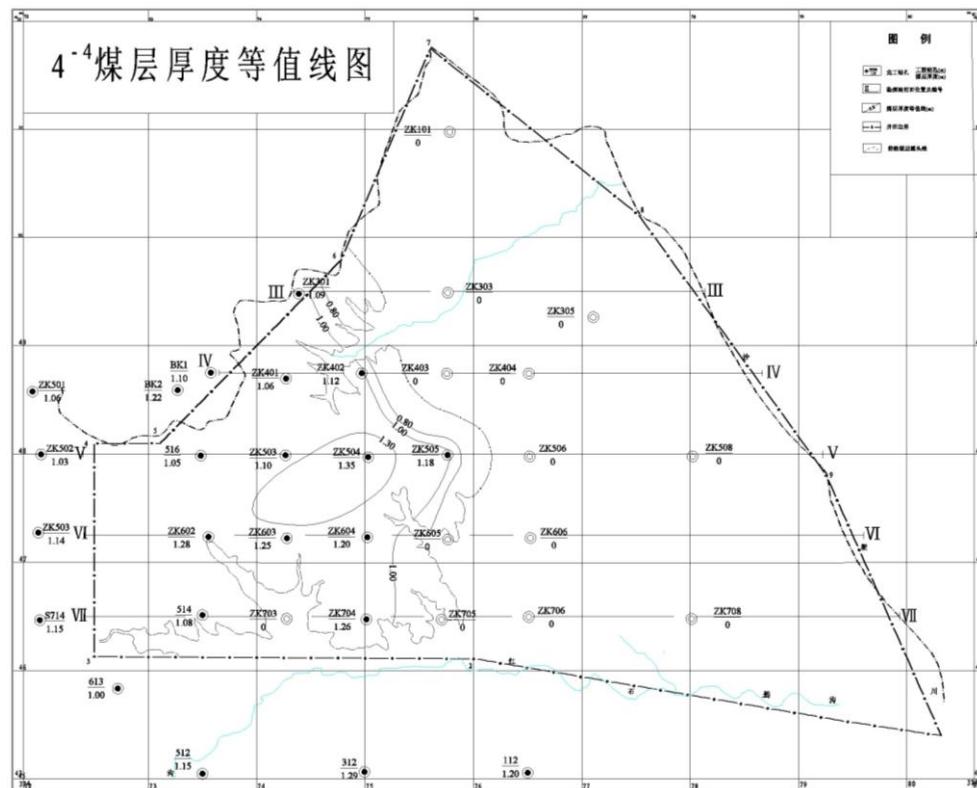
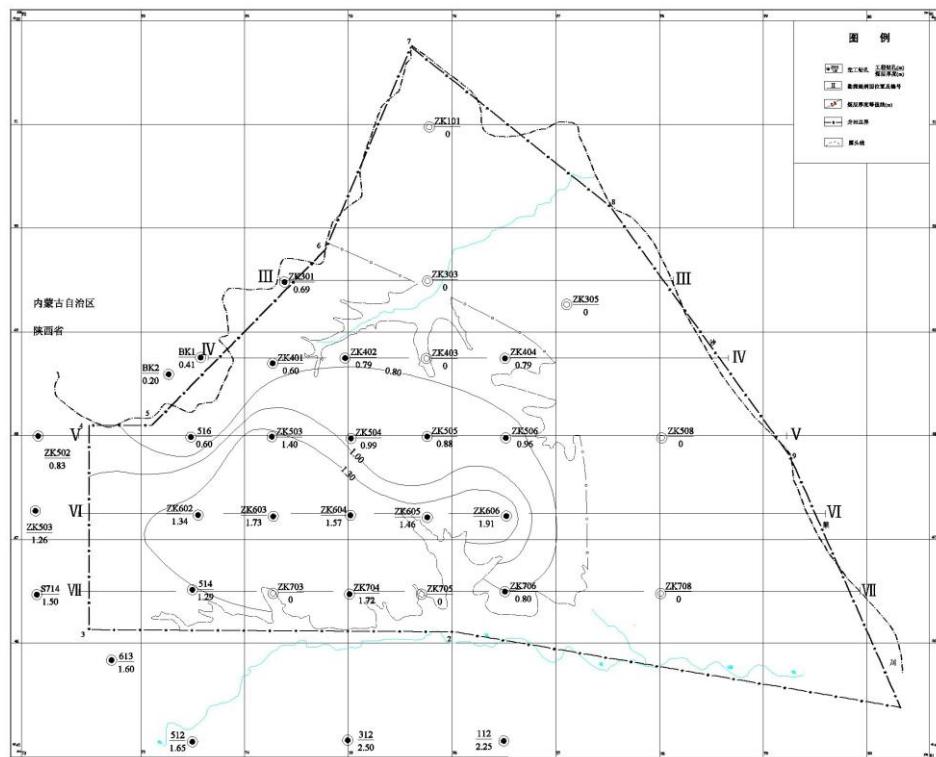
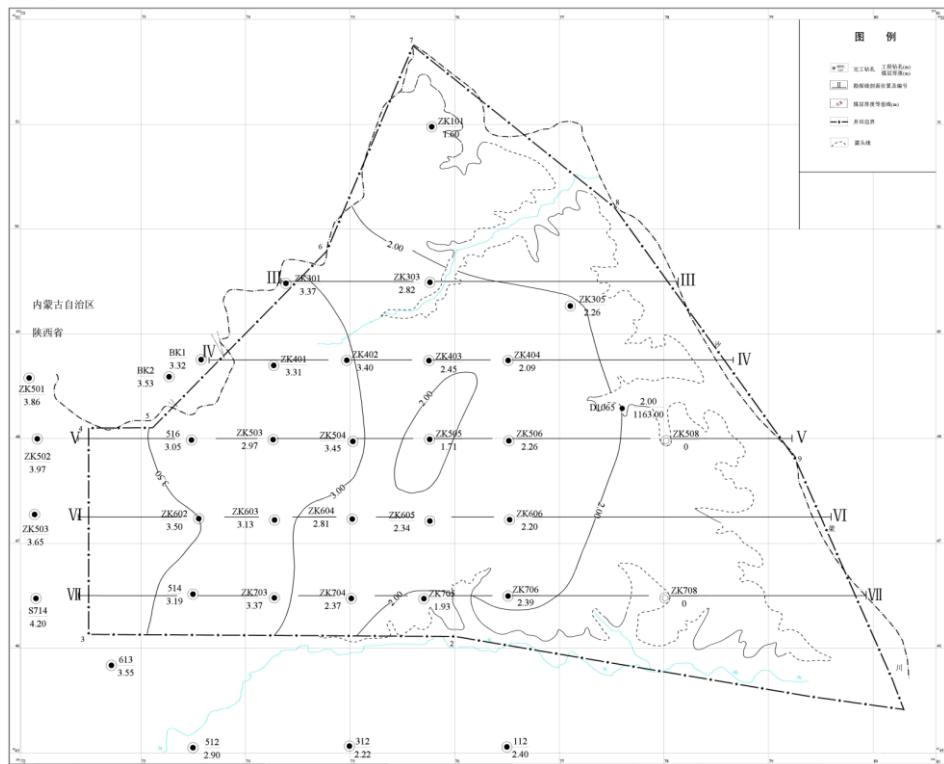


图 2.2-4 4-4 煤层厚度等值线图

5⁻¹煤位于延安组第一段的顶部，呈层状产出，与5⁻²煤层间距14.34~22.76 m，平均19.28 m。全区有20个见煤点，12个为可采的薄煤层点，可采区分布于矿区西南部。可采煤层厚0.80~1.91 m，平均0.98 m。标准差0.42，变异系数0.36%，可采概率60%，可采区东南部厚度大，向北、西变薄，变化规律明显（图2.2-5）。煤层结构单一，不含夹矸。顶板岩性主要为粉砂岩，次为泥岩；底板为泥岩、粉砂质泥岩。煤层层位及厚度稳定，结构简单，大部可采，属较稳定型的薄煤层。

5⁻²煤呈层状赋存于延安组第一段第二旋回的顶部，是矿区主要可采煤层，全区可采。煤层厚度1.60~3.50 m，平均2.73 m。矿区25个见煤点均属中厚煤层点；标准差0.83，变异系数0.19（见图2.2-6）。5⁻²煤层含夹矸1~3层，夹矸厚0.09~0.66 m，岩性为泥岩和粉砂岩，局部炭质泥岩；夹矸大部分位于煤层的中部偏上位置，规律明显，特征突出，易于对比。煤层的顶板岩性以粉砂岩和泥岩为主，少量中粒砂岩和炭质泥岩；底板主要为粉砂岩，次为泥岩。煤层与其

顶底板为明显接触，局部顶板为冲刷接触。该煤层总体为全区可采，厚度变化缓慢且规律明显，结构简单，煤类单一的稳定型中厚煤层。

图 2.2-5 5¹ 煤层厚度等值线图图 2.2-6 5² 煤层厚度等值线图

三、社会经济概况

（一）府谷县

府谷县位于陕西省最北端，秦晋蒙三省区交汇的黄河“金三角”地带，东与山西省保德县、河曲县隔河相望，北与内蒙古自治区准格尔旗、伊金霍洛旗阡陌相通，西、南与神木市地土相连，万里长城横亘东西，九曲黄河环绕于斯，黄土文化和草原文化在这里辉映，长城文化和黄河文化在这里融合，素有“黄河金三角”之美誉。全县总面积 3229 km²，辖 14 个镇、2 个农业园区、4 个便民服务中心，175 个行政村，1300 多个自然村，总人口约 23.8 万，人口密度达 74 人/km²。

府谷县矿产资源丰富，主要有煤、铝土矿、菱铁矿、石灰岩、粘土矿、高岭土等。煤炭是主要矿产资源，含煤面积 960 km²，现有煤矿企业 80 余家。现已查明境内煤炭资源总量为***亿吨，储量居全省第三位，是世界七大煤田之一的陕北侏罗纪煤田重要组成部分；铝土矿分布面积 80 km²，探明资源储量为****万吨，预测资源量**亿吨；高岭土分布面积 400 km²，探明资源量*****万吨；膨润土探明资源储量***万吨；铝土矿、高岭土、膨润土资源储量居全省第一位。

“十三五”期间，府谷县积极推进能源经济发展，改造提升传统产业，培育发展新兴产业，大力实施乡村振兴计划和脱贫攻坚政策，社会经济发展取得了较好的成绩。截至“十三五”末，全县生产总值完成 582.81 亿元，居民人均可支配收入 30117 元，农民人均可支配收入 16417 元，城镇居民人均可支配收入 37729 元。

2024 全年地区生产总值 1066.74 亿元，同比增长 6.3%，人均地区生产总值 41.78 万元。其中，第一产业增加值 12.17 亿元，增长 3.4%，占比 1.1%；第二产业增加值 737.75 亿元，增长 5.9%，占比 69.2%；第三产业增加值 316.82 亿元，增长 7.1%，占比 29.7%。府谷县近三年社会经济情况具体见表 2.3-1。

表 2.3-1 府谷县近 3 年社会经济概况表

年度	人口 (万人)	生产总值 GDP (亿元)				城镇居民 人均可支 配收入 (元)	农村居民 人均可支 配收入 (元)
		第一产业	第二产业	第三产业	总值		
2022 年	24.99	12.08	703.24	185.68	901.00	42677	19499
2023 年	25.52	12.05	786.11	203.92	1002.08	45392	21068
2024 年	25.54	12.17	737.75	316.82	1066.74	47681	22504

（二）庙沟门镇

庙沟门镇地处府谷县西北部，东与木瓜镇毗邻，南与三道沟镇相连，西邻老高川镇，北与哈镇接壤。庙沟门镇境内交通便利，野大公路、木庙公路、羊庙公路3条县镇级公路穿境而过。地势西高东低，沟壑纵横，总土地面积344.33 km²，辖1个社区，13个行政村，84个自然村，户籍人口约1.8万人，常住人口约3.2万人。庙沟门镇境内矿产资源丰富，有规模以上企业38家，2022年全镇实现社会生产总值155.6亿元，财政收入44亿元，是府谷境内有名的煤炭大镇，镇内80%的地下蕴藏丰富的煤、镁、铁等矿产资源，煤质优良，是优质的侏罗纪煤。2023年9月24日，庙沟门镇入选2023中国西部地区乡镇综合竞争力百强，排名第10。除此之外，镇内旅游资源丰富，积淀着深厚的文化底蕴，明长城蜿蜒纵横，凤凰古城、响马坟、安山古庙、沙梁大庙雄伟壮观。

庙沟门镇境内有能化企业14家，非煤矿山企业12家，门店商铺624家，餐饮服务业121家，规模养殖场14户。境内企业以中省大型企业为主，其中庙沟门电厂拥有2×60万千瓦发电机组；三道沟煤矿，年产1000万吨，属神华集团企业；涌鑫矿业公司，年产120万吨，属陕煤下属企业；东鑫垣2万吨金属镁、120万吨兰炭、2×2.5万千瓦发电、50万吨煤焦油加氢，陕煤集团占55%，府谷煤业集团占45%；府谷县矽盟电力有限公司2×2万千瓦光伏发电；地方资源整合矿井6处。

庙沟门镇2024年实现社会生产总值161.8亿元、增长4.1%，完成固定资产投资16.03亿元，农民人均可支配收入增至28425元，综合实力稳居全国千强（第630名），见表2.3-3。

表2.3-2 庙沟门镇近3年社会经济概况表

年度	总人口（人）	农业人口（人）	人均耕地（亩）	社会总产值（亿元）	农业总产值（亿元）	农村居民人均可支配收入（元）
2022年	31012	22124	5.0	140.1	1.77	25432
2023年	31351	21367	4.9	150.4	1.79	26765
2024年	31960	20552	4.8	161.8	1.81	28425

四、土地利用现状

（一）土地利用类型与数量

根据府谷县自然资源和规划局提供的府谷县中联前阳洼煤矿土地利用数据（2024 年变更）成果总结可知，煤矿共涉及府谷县标准分幅土地利用现状图 6 幅，图幅号分别为：J49G017044、J49G018043、J49G018044、J49G018045、J49G019043、J49G019044，煤矿面积合计为 2092.41 hm²。根据《国土变更调查技术规程（2024 年度适用）》，煤矿的土地利用现状类型划分为 12 个一级类和 28 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用地。煤矿工业场地位于矿区南部边界，部分建设单位位于矿区以外，占地面积约 9.87 hm²，各类土地利用面积见表 2.4-1 及图 2.4-1。

表 2.4-1 土地利用现状表

一级地类		二级地类		矿区面积 (hm ²)	比重 (%)		矿区外面积 (hm ²)
01	耕地	0102	旱地	579.20	27.68	27.68	0.11
02	园地	0201	果园	17.33	0.83	0.84	
		0204	其他园地	0.15	0.01		
03	林地	0301	乔木林地	156.49	7.48	23.26	
		0305	灌木林地	218.20	10.43		
		0307	其他林地	111.93	5.35		0.36
04	草地	0401	天然牧草地	664.55	31.76	38.06	0.03
		0402	人工牧草地	5.62	0.27		
		0404	其他草地	126.25	6.03		
05	商服用地	0507	其他商服用地	8.61	0.41	0.41	0.03
06	工矿仓储用地	0601	工业用地	66.87	3.19	4.77	
		0602	采矿用地	32.70	1.56		8.56
		0604	仓储用地	0.41	0.02		
07	住宅用地	0702	农村宅基地	26.97	1.29	1.29	0.17
08	公共管理与公共服务用地	0801	机关团体用地	0.44	0.02	0.11	
		0809	公用设施用地	1.90	0.09		0.14
09	特殊用地	0903	宗教用地	0.80	0.04	0.04	
10	交通运输用地	1003	公路用地	5.24	0.25	1.52	0.02
		1005	交通服务场站用地	1.59	0.07		
		1006	农村道路	25.17	1.20		0.32
11	水域及水利设	1101	河流水面	3.47	0.17	0.53	0.02

	施用地	1104	坑塘水面	0.55	0.03		
		1106	内陆滩涂	4.95	0.24		
		1109	水工建筑用地	1.79	0.09		
		1201	空闲地	3.78	0.18		
12	其他用地	1202	设施农用地	3.92	0.19	1.49	0.11
		1206	裸土地	5.01	0.24		
		1208	后备耕地	18.52	0.88		
		合计		2092.41	100.00	100.00	9.87

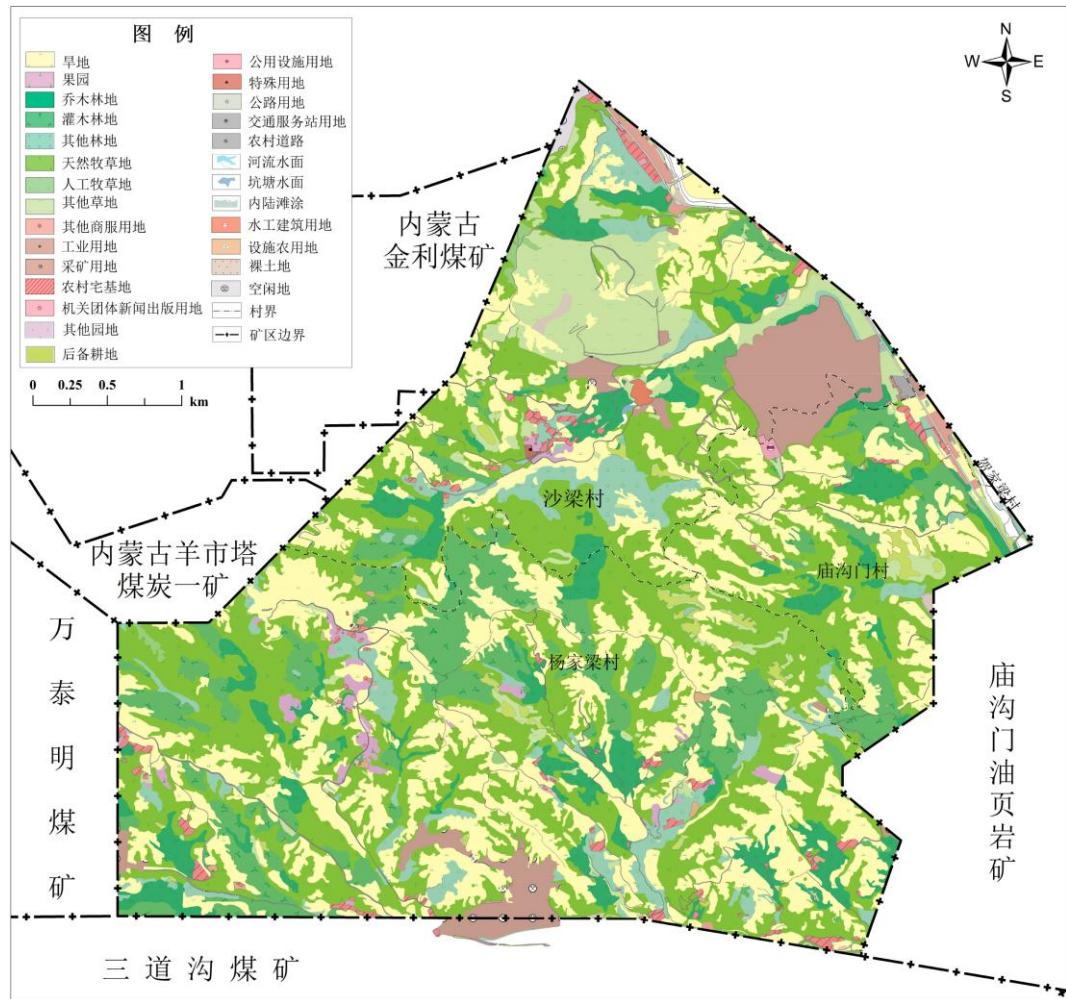


图 2.4-1 府谷县中联前阳洼煤矿矿区土地利用现状图 (2024年土地变更, 2025年10月收集)

府谷县中联前阳洼煤矿井田范围总土地面积 2092.41 hm^2 ，井田范围外工业场地及进场道路占地面积约 9.87 hm^2 ，故该项目涉及土地统计面积为 2102.28 hm^2 。其中草地在项目区内分布面积最大，主要分布在梁峁顶部，沟谷缓坡地带，面积为 796.45 hm^2 ，矿区内 796.42 hm^2 （占矿区比例 38.06%），矿区外 0.03 hm^2 。草地亚类包括天然牧草地、人工牧草地及其他草地，主要草种有本氏针茅、百里香、芨芨草、碱茅、马莲、白羊草、长芒草、蒿类、沙米等。虽然矿区的草地植

被面积大，但是由于该区恶劣的气候条件以及人类的滥垦滥伐，草地植被的覆盖度低，生态环境十分脆弱。

项目区耕地范围次之，以旱地为主，占地面积 579.31 hm^2 ，矿区 579.20 hm^2 （占矿区面积 27.68%），矿区外 0.11 hm^2 ，结合煤矿井上井下对照图可知，项目区范围内耕地大部分位于开采区和采空区上方，只有少量耕地被占用，占用的耕地通过后期复垦可以恢复其原有的生产能力。主要分布于黄土塬、黄土梁及村庄附近，耕地主要为缓坡地，坡度小于 10 度，土壤肥力质量较差，地力质量一般，生产水平较低。主要的植物种类有小麦、玉米、莜麦、荞麦、马铃薯、亚麻、谷子、高粱、棉花、花生、糜子等。正常年份，玉米亩产 400-600 kg，黄豆亩产 100-150 kg，马铃薯亩产 750-900 kg。

项目区内林地面积共 486.98 hm^2 ，包含矿区 486.62 hm^2 （占矿区面积 23.26%），矿区外 0.36 hm^2 ，其中乔木林地 156.49 hm^2 ，主要树种为榆树、刺槐、杨树、柳树等，兼少量人工种植的油松、侧柏等。灌木林地 218.20 hm^2 ，主要为柠条、臭柏、沙柳等，呈小片状分布于较平坦的荒坡上或沟坡底部或沟谷两岸。其他林地 111.93 hm^2 。

项目区包含少量园地，全数位于矿区，其面积 17.48 hm^2 ，占矿区面积 0.84%，主要树种以苹果树和杏树为主。

项目区内商服用地主要分布在矿区东部庙羊路西侧坡脚地带，面积 8.61 hm^2 ，占矿区面积的 0.41%。项目区工矿仓储用地主要为采矿用地，面积 108.54 hm^2 ，包含矿区 99.98 hm^2 （占矿区面积的 4.77%），矿区外 8.56 hm^2 ，主要为中煤前阳洼煤矿工业场地及风井场地等地面设施压占用地。项目区内的住宅用地共 27.14 hm^2 ，包含矿区 26.97 hm^2 （占矿区面积的 1.29%），矿区外 0.17 hm^2 ，主要为矿区西北部的沙梁村、东北部的埝沟村和南部杨家梁村 3 个行政村的占地范围。项目区内的公共管理与公共服务用地面积 2.48 hm^2 ，占矿区面积的 0.11%，主要在矿区的东北边界沿道路分布。项目区宗教用地占地面积 0.80 hm^2 ，占矿区面积的 0.04%，主要为矿区范围内部分村庄建设时修建的庙宇、道观等。交通运输用地总面积 32.34 hm^2 ，包含矿区 32.00 hm^2 ，矿区外 0.34 hm^2 。其中公路用地面积 5.24 hm^2 ，主要为矿区南部的津神线占地范围；农村道路面积 25.17 hm^2 ，为各自然村联通道路。水域及水利设施用地主要为内陆滩涂面积 10.78 hm^2 ，包

含矿区内 10.76 hm^2 （占矿区面积的 0.53%），矿区外 0.02 hm^2 。主要为矿区东北部沙梁川河滩地范围。

其他土地总面积 31.34 hm^2 ，包括矿区内 31.23 hm^2 ，占矿区面积的 1.49%，矿区外 0.11 hm^2 。其中设施农用地面积 3.92 hm^2 ，主要为杨家梁村范围内的羊圈的占地范围；裸土地面积 5.01 hm^2 ，空闲地面积 3.78 hm^2 ，后备耕地面积 18.52 hm^2 。

（二）矿区永久基本农田

根据府谷县最新的“三区三线”数据划定成果，矿区内永久基本农田主要为优质的旱地，主要分布在矿区东南部及东北部沟谷地带，面积为 454.68 hm^2 。永久基本农田分布见图 2.4-2。经过对比可知，府谷县中联前阳洼煤矿地面建设工程场地不占用永久基本农田。

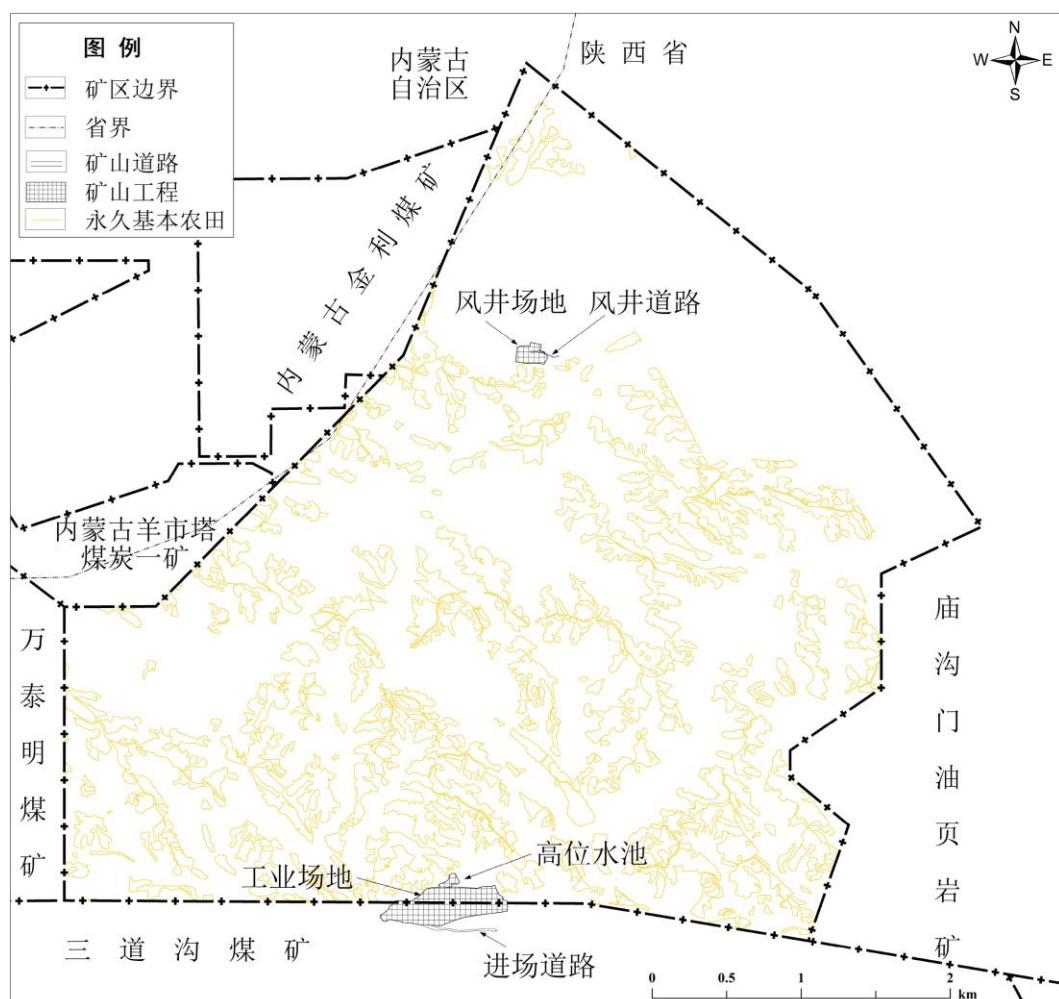


图 2.4-2 府谷县中联前阳洼煤矿矿区永久基本农田分布图

五、矿山及周边其他人类重大工程活动

矿区及周边无风景名胜，无重要工程设施及交通干线，区内人类工程活动主要为煤矿开采、村庄、土地耕种、道路建设、输电线路及工矿企业等（见图 2.5-1）。受埋藏条件制约，区内煤炭资源的开采对局部地貌景观和土地资源造成了一定的影响和破坏。其他人类工程活动强烈，对矿区地质环境影响较严重。

（一）邻近煤矿

府谷县中联前阳洼煤矿是在原郝家沟煤矿基础上整合而来，不存在矿权纠纷。而府谷县中联前阳洼煤矿邻近有 5 座矿山（图 2.5-1 及表 2.5-1），分别为西北侧的内蒙古准格尔旗金利煤矿与羊市塔煤炭公司一矿、西侧万泰明煤矿、南侧三道沟煤矿及东侧府谷县隆鑫化工有限责任公司庙沟门油页岩矿。

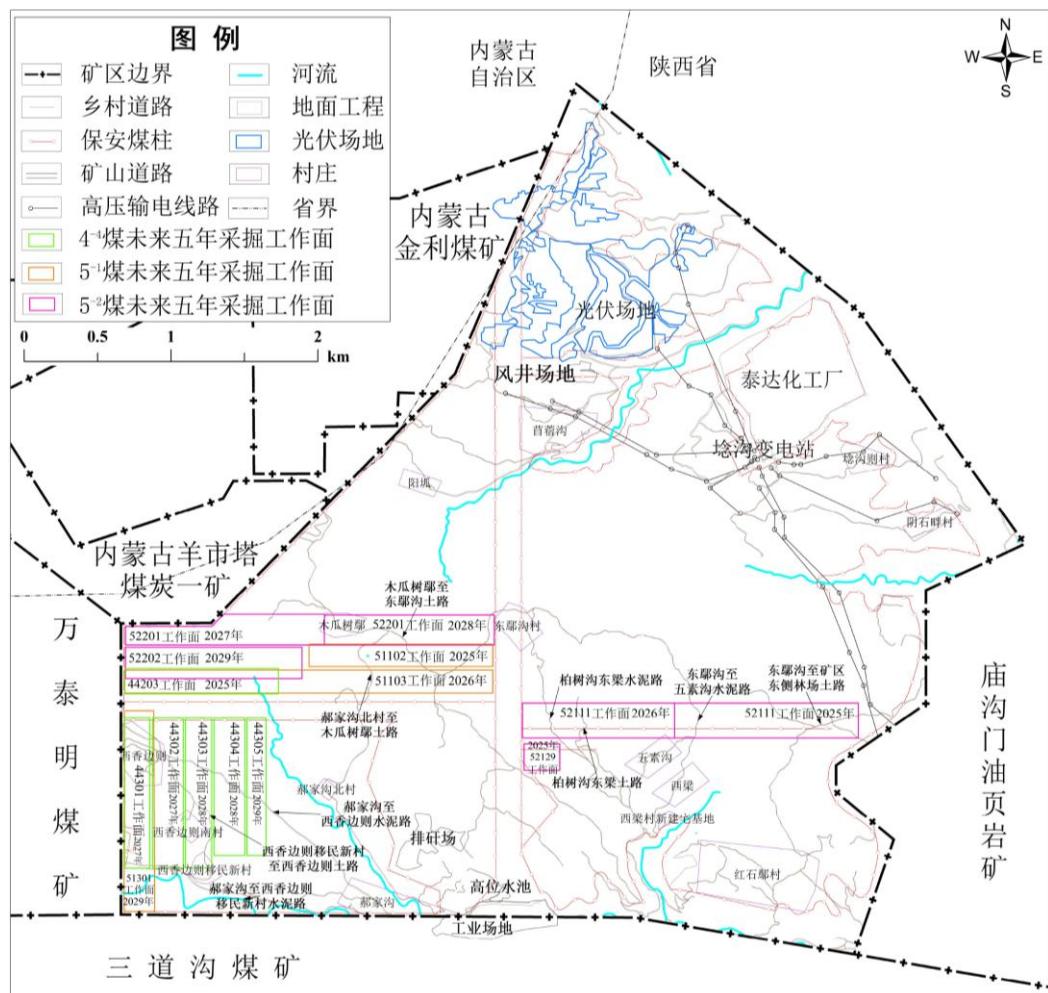


表 2.5-1 相邻煤矿基本情况一览表

煤矿名称	面积 (km ²)	生产能力 (Mt/a)	主采煤层	采煤方法	与本矿位 置关系	生产 状态
万泰明煤矿	9.9782	0.9	4 ⁻³ 、4 ⁻⁴ 、5 ⁻¹ 、5 ⁻²	壁式综采	矿区西侧	生产
三道沟煤矿	11.3206	9	3 ⁻¹ 、3 ⁻² 、5 ^{-2上} 、5 ⁻²	壁式综采	矿区南侧	生产
羊市塔煤炭 公司一矿	14.47	2.40	5 ⁻¹ 、5 ⁻² 、6 ^{-2中}	壁式综采	矿区西北 侧	生产
准格尔旗金 利煤矿	3.0794	0.60	6	壁式综采	矿区西北 侧	生产
府谷县隆鑫 化工有限责 任公司庙沟 门油页岩矿	13.1924	0.60	II号油页岩	壁式综采	矿区东侧	生产

（1）府谷县万泰明煤矿

府谷县万泰明煤矿由原府谷县清水乡办煤矿、庙沟门镇凉水河煤矿、庙沟门镇常胜煤矿组合置换搬迁而成，矿区面积 9.9782 km²，生产规模为 90 万吨/年，开采煤层为 4⁻³、4⁻⁴ 及 5⁻¹ 及 5⁻² 煤层，开采深度为 1205 m 至 1115 m 标高。其中 4⁻³、4⁻⁴ 及 5⁻¹ 煤层采用薄煤层综采采煤方法，5⁻² 煤层采用厚煤层综采采煤方法，全部垮落法管理。

（2）陕西德源府谷能源有限公司府谷县三道沟煤矿（首采区）

陕西德源府谷能源有限公司府谷县三道沟煤矿（简称“三道沟煤矿”）分为首采区及预留区两部分，与中联前阳洼煤矿相邻的为三道沟煤矿首采区。首采区批复开采 3、4、5 号煤组（3⁻¹、3⁻²、3⁻³、4⁻³、4⁻⁴、5^{-2上}、5⁻² 等煤层），开采标高自 1196 m 至 1033 m，生产规模 900 万吨/年，煤矿采用平硐开拓方式，开拓方式为主平硐、副平硐和回风斜井开拓，煤矿分一个开采水平，生产时开采 5^{-2上} 及 5⁻² 号煤层。煤矿达到设计生产能力时三盘区、八盘区来保证矿井的生产能力，在三盘区 5^{-2上} 煤层布置一个 1 个中厚煤层长壁综采工作面，在八盘区 5⁻² 煤层布置 1 个部分进口设备大采高综采工作面，矿井以 2 个综采工作面、2 个连续采煤机掘进工作面、2 个综掘工作面达到设计生产能力。现三道沟煤矿已成功回采 5⁻² 煤 13 个工作面，5^{-2上} 煤 8 个工作面。各工作面倾向长度 200~220 m，开采高度 1.0~7.0 m。

（3）内蒙古汇能煤电集团羊市塔煤炭有限责任公司一矿

内蒙古汇能煤电集团羊市塔煤炭有限责任公司一矿重叠，采矿权人为内蒙古

汇能煤电集团羊市塔煤炭有限责任公司，矿区面积 14.47 km²，生产规模为 120 万吨/年，开采标高 1250 m 至 1108 m。

(4) 准格尔旗金利煤矿

准格尔旗金利煤矿，采矿权人为准格尔旗金利煤矿有限责任公司，矿区面积3.0794 km²，生产规模为60万吨/年，主采6号煤，开采标高为1170 m至1132 m。煤矿已于2020年注销并退出。

（5）府谷县隆鑫化工有限责任公司庙沟门油页岩矿（首采区）

府谷县隆鑫化工有限责任公司庙沟门油页岩矿，采矿权人为府谷县隆鑫化工有限责任公司，矿区面积 13.1924 km^2 ，生产规模为 60 万吨/年，开采标高为 1150 m 至 1115 m。Ⅱ号油页岩厚 1.05~4.40 m，平均 1.72 m，Ⅱ号油页岩矿层上距 5² 煤层下 20~30 m。据现场调查，庙沟门油页岩矿目前首采区井筒已掘进完成，运输大巷、辅助运输大巷及回风大巷上部 5² 煤层已采空，庙沟门油页岩矿现未进行生产。另据庙沟门油页岩矿采矿许可证规定，庙沟门油页岩矿首先开采首采区油页岩资源，待中联前阳洼煤矿运输大巷以东煤炭资源开采完毕后，再开采预留区的油页岩资源。由此可见，中联前阳洼煤矿开采煤炭资源与庙沟门油页岩矿开采油页岩在空间上安排有序，互不干扰。

（二）村庄

区内地形破碎，沟谷密集，表土结构疏松，植被稀少，自然条件差，生态环境脆弱，村庄稀疏，人口密度小。矿区内及周边分布有4个行政村13个自然村，村民345户1277人（表2.5-2），村民房屋皆位于相对平坦的梁顶、沟底或缓坡地带（照片2.5-1~2.5-10）。方案适用期内拟开采区域涉及的村庄西香边则村（西香边则、西香边则南村及西香边则移民新村）、木瓜树墕及杨家梁。上述采区内村庄拟组织搬迁，不留设保护煤柱。

搬迁情况说明：实施期内涉及搬迁村庄为西香边则村、木瓜树焉村与杨家梁自然村，目前已签订《府谷县庙沟门镇木瓜树焉村移民搬迁协议书》及《府谷县庙沟门镇杨家梁村移民搬迁协议书》，并已进行搬迁，对搬迁后的遗迹已进行拆除和土地复垦。

表 2.5-2 府谷县中联前阳洼煤矿评估区范围内村庄住户

行政村	自然村	户数	人口	房屋(间)	开采涉及工作面	房屋结构	搬迁计划
沙梁村	苜蓿沟	50	175	120	无		无
	阳洼村	30	130	49	无		无
庙沟门村	埝沟则	32	126	90	无		无
	拴兔沟	3	13	51	无		无
	阴石畔村	16	56	52	无		无
杨家梁村	郝家沟	22	78	31	无	砖混 砖木 土坯	无
	红石墕	72	235	269	无		无
	西梁	8	30	29	无		无
	五素沟	10	34	41	无		无
	西香边则	32	134	102	44301、44302、 44303、51301		搬迁中
	木瓜树墕	21	112	94	51102、52201		已搬迁
	杨家梁	49	154	163	52129		已搬迁
化皮沟村	化皮沟村	0	0	0	无		无
合计		345	1277	1091	—		—



照片 2.5-1 阳洼村+苜蓿沟（镜向 W）



照片 2.5-2 埔沟则（镜向 NE）



照片 2.5-3 阴石畔村（镜向 SW）



照片 2.5-4 郝家沟（镜向 N）



照片 2.5-5 红石墕（镜向 W）



照片 2.5-6 西梁与五素沟（镜向 SW）



照片 2.5-7 西香边则（镜向 N）



照片 2.5-8 西香边则移民新村（镜向 NE）



照片 2.5-9 木瓜树墕（镜向 NW）



照片 2.5-10 杨家梁（镜向 NW）

（三）土地耕种

当地经济以农业为主，耕种土地大多位于梁峁及缓坡或沟谷底部（照片 2.5-11~2.5-12）。近年来，随着地质环境保护与土地复垦相关政策实施力度的加大，矿区内地貌亦开始呈现规模化种植的良好景象。



照片 2.5-11 梁峁耕种 (镜向 NW)



照片 2.5-12 缓坡及沟谷耕种 (镜向 SW)

（四）道路建设

矿区范围内及邻近道路工程主要包括矿区东侧边界的庙羊公路（照片 2.5-13）、矿区南侧的津神线（照片 2.5-14），以及矿区各条通村道路（照片 2.5-15~2.5-16）。其中庙羊公路在矿区涉及长度约 1.2 km，路面宽约 8 m；矿区内的通村道路总长约 69 km，大多数为土路，亦有硬化水泥路，宽度多处于 4~6m。



照片 2.5-13 庙羊公路 (镜向 SE)



照片 2.5-14 津神线 (镜向 E)



照片 2.5-15 通郝家沟村道 (镜向 N)



照片 2.5-16 通苜蓿沟村道 (镜向 SW)

（五）输电线路

煤矿井田范围内分布有 8 条高压输电线路（110kv），总长约 13 km，其中高压线塔有 53 座（照片 2.5-17 及表 2.5-3），除此之外，井田内沿村庄之间还分布

若干低压输电线路（照片 2.5-18）。经过位置分析，近期五年采区采矿活动引发的地面上沉陷未涉及高压输电线路影响。



照片 2.5-17 高压输电线路（镜向 W）

照片 2.5-18 低压输电线路（镜向 NE）

表 2.5-3 矿区内输电线塔编号及坐标

编号	X 坐标	Y 坐标	编号	X 坐标	Y 坐标
DT1			DT28		
DT2			DT29		
DT3			DT30		
DT4			DT31		
DT5			DT32		
DT6			DT33		
DT7			DT34		
DT8			DT35		
DT9			DT36		
DT10			DT37		
DT11			DT38		
DT12			DT39		
DT13			DT40		
DT14			DT41		
DT15			DT42		
DT16			DT43		
DT17			DT44		
DT18			DT45		
DT19			DT46		
DT20			DT47		
DT21			DT48		
DT22			DT49		
DT23			DT50		
DT24			DT51		
DT25			DT52		
DT26			DT53		
DT27					

（六）工矿企业

井田范围内共有三家工矿企业，分别为埝沟变电站、泰达煤化和府谷县矽盟电力有限公司（照片 2.5-19~2.5-22）。府谷县矽盟电力有限公司建于 2012 年左右，位于矿区北部，处于矿山规划采区以外，埝沟变电站和泰达煤化厂位于东北边界处，两处工矿企业下部均留设有保安煤柱。



照片 2.5-19 埴沟变电站（镜向 W）



照片 2.5-20 泰达煤化（镜向 NE）



照片 2.5-21 府谷县矽盟电力有限公司（镜向 NE） 照片 2.5-22 光伏电力设备（镜向 NW）



总体而言，矿区不仅存在地下采煤活动，同时地表存在村庄及住户日常生活，而且矿区东北侧还存在光伏产业及大型化工产业，矿区周边道路交通已较为发达。以上人类工程活动不仅类型丰富，同时各类型工程活动对地表的改造及地下环境均处于一个高强度的影响，总体上分析区内人类工程活动对矿区地质环境影响程度强烈。

如图 2.5-2 所示，煤矿近期（2025-2029 年）拟开采工作面仅涉及杨家梁、木瓜树墕及西香边则村（西香边则、西香边则南村与西香边则移民新村），同时影响采区工作面道路（西香边则移民新村至西香边则土路、郝家沟至西香边则水泥路、郝家沟至郝家沟北村土路、郝家沟北村至木瓜树墕土路、木瓜树墕至东郿沟土路、柏树沟东梁水泥路、东郿沟至五素沟水泥路及东郿沟至矿区东侧林场土路）。采区位置远离矿区东北部的光伏企业、泰达化工、埝沟变电站及高压输变电线路。

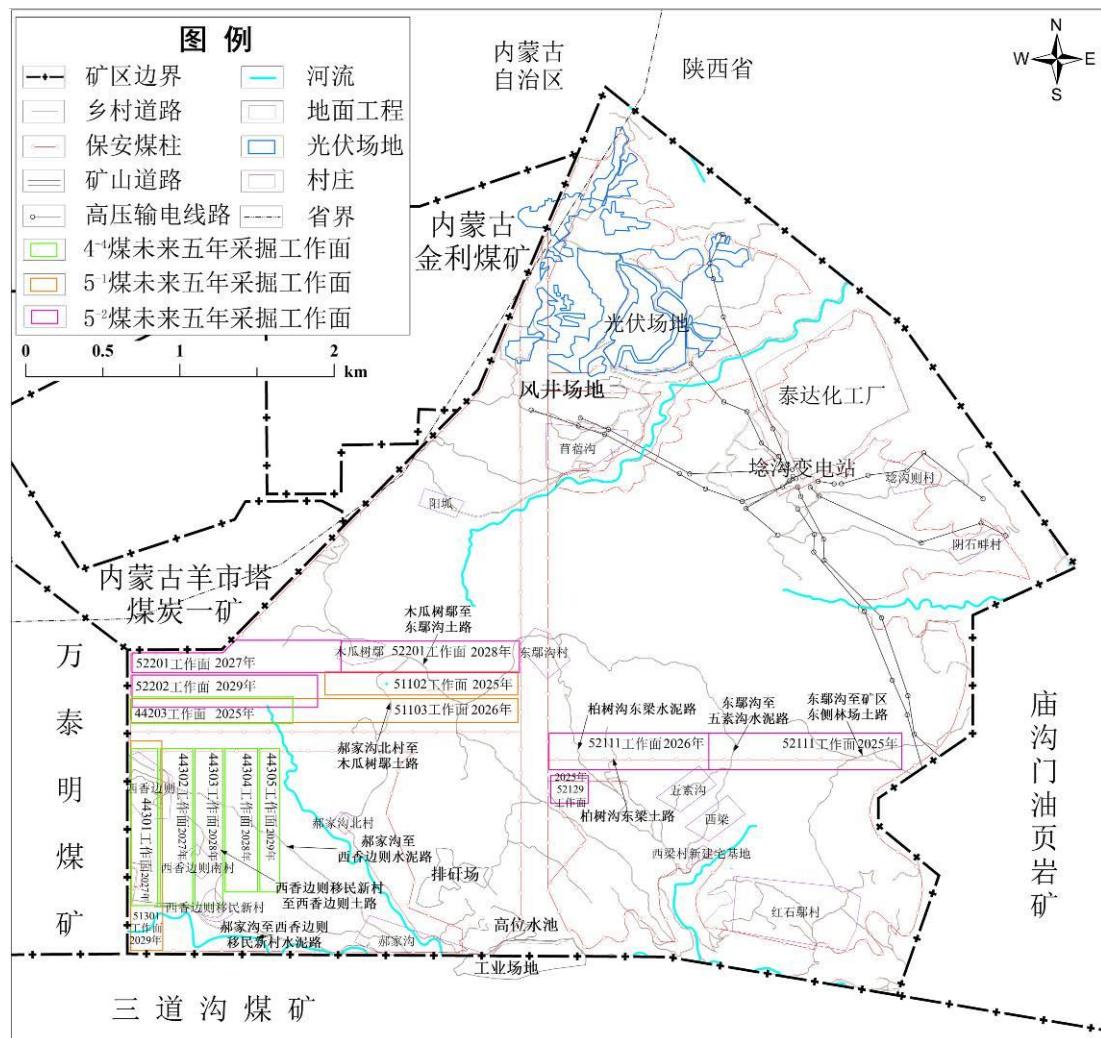


图 2.5-2 人类工程活动与近期开采工作面位置关系

六、矿山及周边矿山地质环境治理与土地复垦案例分析

（一）上期方案适用期内容及实施情况分析

1、上期方案适用期基本内容

中联前阳洼煤矿于 2020 年 5 月完成了“府谷县中联矿业有限公司府谷县中联前阳洼煤矿矿山地质环境治理与土地复垦方案”并于 2020 年 11 月取得陕西省自然资源厅公告文件。方案服务年限为 31 年，服务期限包括近期 5 年（2020 年~2024 年），中期 18.5 年（2025 年~2043 年），后期 7.5 年（2043 年~2050 年）。设计矿山地质环境治理与土地复垦静态总投资 28949.76 万元，适用期静态投资费用 5527.93 万元，其中矿山地质环境治理费用 1160.32 万元，土地复垦费用 4367.51 万元。原方案适用期内矿山地质环境治理与土地复垦工程部署计划见表 2.6-1，分年度投资情况见表 2.6-2。

表 2.6-1 上期方案适用期治理工程部署任务表

年度	治理措施	
	矿山地质环境治理措施及工程量	土地复垦措施及工程量
2020 年	HY1 滑坡隐患治理, 渣石清运 18000m ³ , 基础开挖 630m ³ , 浆砌片石 350m ³ , 砂砾石垫层 160m ³ , 砂浆抹面 1100m ² , 撒播草籽 1.2hm ² ; 道路维修 6600m ² ; 设置 14 个地面塌陷监测点, 2 口含水层监测井, 10 个水土环境监测点; 地质灾害变形监测 168 次; 含水层水位测量 72 次、简分析 24 组; 遥感监测 1 次; 水环境监测 12 组、土壤监测 28 组	裂隙填充土方 119523.23m ² , 表土剥覆土方 28086.37m ³ , 平整土方 2014749.95m ³ , 表土覆土 28086.37m ³ , 田埂修筑 6206.34m ³ , 栽植油松 28393 株, 沙柳 66765 株, 撒播草种 121.06hm ² , 土地损毁监测 156 次、土壤质量监测 78 次, 复垦植被监测 84 次、遥感监测 1 次, 复垦管护 407.69hm ² 。
2021 年	道路维修 5500m ² ; 地质灾害变形监测 168 次; 含水层水位测量 72 次、简分析 24 组; 遥感监测 1 次; 水环境监测 12 组、土壤监测 28 组	裂隙填充土方 45369.53m ² , 表土剥覆土方 10296.05m ³ , 平整土方 330530.97m ³ , 表土覆土 10296.05m ³ , 田埂修筑 918.22m ³ , 栽植油松 2889 株, 沙柳 37647 株, 撒播草种 17.15hm ² , 开发式治理 2.34hm ² , 土地损毁 156 次、土壤质量监测 78 次, 复垦植被监测 84 次、遥感监测 1 次, 复垦管护 463.97hm ² 。
2022 年	道路维修 4400m ² ; 地质灾害变形监测 168 次; 含水层水位测量 72 次、简分析 24 组; 遥感监测 1 次; 水环境监测 12 组、土壤监测 28 组	裂隙填充土方 45381.59m ² , 表土剥覆土方 7132.55m ³ , 平整土方 233415.14m ³ , 表土覆土 7132.55m ³ , 田埂修筑 642.20m ³ , 栽植油松 4222 株, 沙柳 34003 株, 撒播草种 16.45hm ² , 原工业场地复垦工程 3.69hm ² , 土地损毁监测 156 次、土壤质量监测 78 次, 复垦植被监测 84 次、遥感监测 1 次, 复垦管护 520.24hm ² 。
2023 年	道路维修 3300m ² ; 地质灾害变形监测 168 次; 含水层水位测量 72 次、简分析 24 组; 遥感监测 1 次; 水环境监测 12 组、土壤监测 28 组	裂隙填充土方 38841.23m ² , 表土剥覆土方 7802.30m ³ , 平整土方 267302.95m ³ , 表土覆土 7802.30m ³ , 田埂修筑 711.33m ³ , 栽植油松 1919 株, 沙柳 58479 株, 撒播草种 11.29hm ² , 土地损毁监测 156 次、土壤质量监测 78 次, 复垦植被监测 84 次、遥感监测 1 次, 复垦管护 576.52hm ² 。
2024 年	道路维修 2200m ² ; 地质灾害变形监测 168 次; 含水层水位测量 72 次、简分析 24 组; 遥感监测 1 次; 水环境监测 12 组、土壤监测 28 组	裂隙填充土方 95942.39m ² , 表土剥覆土方 8706.57m ³ , 平整土方 176212.26m ³ , 表土覆土 8706.57m ³ , 田埂修筑 445.50m ³ , 栽植油松 8465 株, 沙柳 52759 株, 撒播草种 13.46hm ² , 土地损毁监测 156 次、土壤质量监测 78 次, 复垦植被监测 84 次、遥感监测 1 次, 复垦管护 632.79hm ² 。

表 2.6-2 上期方案适用期治理工程分年度投资表

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	
2020 年	580.32	1006.37	1586.69
2021 年	198.47	735.06	933.53
2022 年	162.82	692.43	855.25
2023 年	127.17	953.03	1080.20
2024 年	91.52	980.62	1072.14
合计	1160.32	4367.51	5527.93

2、上期方案适用期内执行验收情况

（1）适用期验收情况

2025年6月16日，榆林市自然资源和规划局组织相关专家和相关部门代表，对府谷县中联矿业有限公司府谷县中联前阳洼煤矿矿山地质环境保护与土地复垦适用期（2020年-2024年）工作进行现场验收。

验收组认为：府谷县中联矿业有限公司府谷县中联前阳洼煤矿《方案》适用期部署的工程内容已基本落实执行，适用期已实施工程，现场工程治理、过程资料较完整，年度总结较全面，数据翔实，基本满足《陕西省矿山地质环境治理恢复技术要求与验收办法》（陕自然资规[2019]5号）、《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》（陕国土资发〔2018〕92号）相关政策要求。中联前阳洼煤矿实施矿山地质环境治理恢复与土地复垦工程及相关技术服务项目共使用基金*****万元，综上，专家组同意予以通过验收。

（2）年度验收情况

如表2.6-3所示，截至2025年6月底，中联前阳洼煤矿共实施了3个年度的矿山地质环境治理及土地复垦工程的验收，其中2021年度共验收认可费用*****万元，2022年度验收认可*****万元，2023年度验收认可*****万元。

① 2021年度验收

2021年12月4日和5日，府谷县自然资源和规划局组织相关专家和相关部门代表，对中联前阳洼煤矿矿山地质环境保护与土地复垦适用期2021年度工作进行现场验收。共验收了2个施工项目及5个技术服务项目，施工项目包括府谷县中联前阳洼煤矿木瓜树墕村塌陷区土地复垦及中联前阳洼煤矿排矸场边坡治理工程。验收项目总费用*****万元，于2022年6月30日取得管理部门批复。

② 2022年度验收

2024年3月8日，府谷县自然资源和规划局组织相关专家和相关部门代表，对中联前阳洼煤矿矿山地质环境保护与土地复垦适用期2022年度工作进行现场验收。共验收了2个施工项目及5个技术服务项目，其中施工项目包括工业场地北侧综合治理（包括三个子工程：炸药库HY1滑坡及周边区域综合治理工程；工业广场北侧不稳定斜坡治理工程；榆树梁沉陷损毁区道路修复工程）及废弃村

庄拆除复垦治理工程。验收项目费用*****万元，于 2024 年 7 月 9 日取得管理部门批复。

表 2.6-3 中联前阳洼煤矿上期方案实施各年度验收情况简表

年度	工程名称	主要工程内容	来源	费用(万元)	验收情况
2021	府谷县中联前阳洼煤矿木瓜树墕村塌陷区土地复垦	土壤重构、配套设施建造及管护	年度计划项目		已验收
	中联前阳洼煤矿排矸场边坡治理工程	浆砌块石挡墙建造	年度计划项目		
	5 个技术服务项目	勘察、设计等	两案项目		
2022	工业场地北侧综合治理（炸药库 HY1 滑坡及周边区域综合治理、工业广场北侧不稳定斜坡治理、榆树梁沉陷损毁区道路修复）	挡墙及护坡建造、道路修建等	两案项目		已验收
	废弃村庄拆除复垦治理工程	房屋拆除及土壤重构	年度计划项目		
	5 个技术服务项目	监理、勘察、设计、审计等	两案项目		
2023	5201-5207、5209、5213 等 18 个工作面采空塌陷区裂缝充填工程	裂缝充填	两案项目		已验收
	榆树梁村道路东侧不稳定性边坡治理工程	挡墙建造等	年度计划项目		
	杨家梁村道路修复工程	道路修复	年度计划项目		
	府谷中联煤矿采空区 35kV 万泰明煤矿铁塔加固治理工程	铁塔加固	年度计划项目		
	杨家梁村西梁、五素沟采空塌陷区土地复垦工程	土壤重构、管护	两案项目		
	2 号风井场地不稳定边坡治理工程	削方、锚杆护面	年度计划项目		
	郝家沟村东侧不稳定边坡治理工程	浆砌石挡墙建造、排水工程建造、生态绿化等	年度计划项目		
	郝家沟东侧废弃场地复垦工程及榆树梁开发式治理工程	土壤重构	年度计划项目		
	15 个技术服务项目	设计、监测、复核、审计等	两案项目		

③ 2023 年度验收

2024 年 3 月 8 日, 府谷县自然资源和规划局组织相关专家和相关部门代表, 对中联前阳洼煤矿矿山地质环境保护与土地复垦适用期 2023 年度工作进行现场验收。共验收了 4 个施工项目及 9 个技术服务项目, 其中施工项目包括 5201-5207、5209、5213 等 18 个工作面采空塌陷区裂缝填充工程; 榆树梁村道路东侧不稳定边坡治理工程; 杨家梁村道路修复工程; 府谷中联煤矿采空区 35kV 万泰明煤矿铁塔加固治理工程。验收项目费用*****万元, 于 2024 年 7 月 9 日取得管理部门批复。

2024 年 9 月 19 日, 府谷县自然资源和规划局组织相关专家和相关部门代表, 对中联前阳洼煤矿矿山地质环境保护与土地复垦适用期 2023 年度工作进行现场验收。共验收了 5 个施工项目及 6 个技术服务项目, 其中施工项目包括杨家梁村西梁、五素沟采空塌陷区土地复垦工程; 2 号风井场地不稳定边坡治理工程; 郝家沟村东侧不稳定边坡治理工程; 郝家沟东侧废弃场地复垦工程及榆树梁开发式治理工程。验收项目费用*****万元, 于 2025 年 1 月 14 日取得管理部门批复。

3、上期方案执行情况分析

上期《两案》适用期五年实际开采 44101、44102、44103、4201、44202 工作面 4⁴ 煤, 5⁻¹ 煤开采 51201、51202、51203、51101 工作面, 5⁻² 煤开采 5207 工作面西半部分、5209、5213、5215、5217、5219、5221、5223、5225、5227 工作面。经梳理对比, 自《方案》公示以来, 中联前阳洼煤矿依据《方案》工程部署和实际开采情况, 开展了近期的恢复治理工程的部署和实施。其中采空塌陷区内裂缝进行了填充处置, 但仍需提升土地利用质量, 修复生态及地质环境。地质环境监测工作包括不稳定地质体监测、地下水监测、矿区水土环境监测以及地形地貌监测, 但实际仅实施了人工巡查。《方案》适用期共部署了 28 项工程, 其中可执行项目 25 项, 不可执行项目 3 项。中联前阳洼煤矿《方案》适用期各年度部署治理工程执行情况见表 2.6-4。

不可执行项目 3 项分别为: 2022 年、2023、2024 年损毁道路进行维修。不可执行原因是 2022、2023、2024 年度经实地调查未出现因损毁需修复的情况, 因此该三项工作未执行。可执行项目 25 项, 其中实施完成并验收通过项目 21 项, 正在实施中 2 项, 矿山企业自主组织实施完成项目 2 项、未完成项目 2 项。

综上所述,《方案》近期(适用期)共部署了 28 项工程,除去不可执行 3 项工程外,剩余 25 项工程,已完成 21 项,《方案》部署工程完成率约为 84% (21/25)。《方案》部署适用期矿山地质环境保护与土地复垦估算静态总投资为 5527.86 万元,计提基金 ***** 万元,开展治理恢复工程使用基金 ***** 万元,基金使用率为 81.5%。计划适用期内开采的工作面为 3103、3105 和 3107 工作面。部署的适用期各年度地质环境治理项目执行率约 69.23%;部署的土地复垦项目执行 100%。

上期方案在矿山地质环境监测工作的实施中多以人工巡查为主,缺乏定量化、自动化监测信息,亦未实施矿区生态环境监测。根据现场调查,2025 年 10 月,矿山企业在工业场地布设安装了 1 套 GNSS 工作基站,同时在 5227 工作面、44202 工作面及 5229 工作面地表布设安装了 3 套北斗位移变形测量系统。同时在矿区内利用杨家梁村水井与国 17 井,部署了地下水水位及水质监测点。

根据项目组于 2023 年、2024 年及 2025 年多次现场调查结果分析可知,府谷县中联前阳洼煤矿采掘 5⁻² 煤产生的地面沉陷一般发生在工作面采后约 30 天,结束于采后 1.5 年,塌陷形式以梁顶地表横向开裂为主,在梁峁沟壑区斜坡带以坡体向临空方向开裂为主要表现形式。一般来说,出现变形开裂峰值时间约在采后 6 至 10 个月内,其后地面塌陷转为缓慢变形。

表 2.6-4 上期方案适用期恢复治理与土地复垦工程执行情况表

年度	工程类型	治理区域	部署工程	执行情况	完成时间	完成项目名称	治理措施	备注
第一年 (2020年)	矿山环境 治理工程	HY1 滑坡隐患、 TX1(52025204、 5206)、 TX2(5201、5203、 5205、5207 部分)	1、HY1 滑坡隐患治理	已执行	2022 年	炸药库 HY1 滑坡及周边区域 综合治理工程	土方开挖+土地 平整+田埂修筑+ 植被恢复	已验收
			2、地面塌陷防治工程：损毁 道路修复	已执行	2021 年	中联前阳洼木瓜树墕村塌陷区 土地复垦项目	路床压实+路 面铺筑	已验收
					2022 年	工业场地北侧综合治理工程内	路基压实+C30 混凝土路面	已验收
					2023 年	杨家梁村采空塌陷区土地复垦 工程	路床压实+路面 铺筑	已验收
	土地复垦 工程	1、塌陷区裂缝充填、耕地土 地平整、修筑田埂	已执行	2021年	中联前阳洼木瓜树墕村塌陷区 土地复垦项目	土地平整+土地翻 耕、土壤改良、修筑 田埂	已验收	
				2023 年	5201-5207、5209、5213 等18 个工 作面采空塌陷区裂缝填充工程	裂缝填充、紫花 苜蓿撒播	已验收	
				2023 年	杨家梁村采空塌陷区土地复垦 工程	耕地区土地平 整、修筑田埂	已验收	
		2、生态修复工程：塌陷区植 被恢复栽植油松、沙柳、紫 花苜蓿	已执行	2023 年	5201-5207、5209、5213 等18 个 工作面采空塌陷区裂缝填充工 程、杨家梁村采空塌陷区土地 复垦工程	重度损毁区栽植 紫穗槐及紫花苜 蓿	已验收	

			3、化学复垦工程:施农家肥、化肥	已执行	2021 年	中联前阳洼木瓜树墕村塌陷区土地复垦项目	有机肥、无机肥	已验收
					2023 年	杨家梁村采空塌陷区土地复垦工程	有机肥、无机肥	已验收
第二年 (2021年)	矿山环境治理工程 土地复垦工程	塌陷隐患区 (HY1~HY5)、4-4 煤层2020-2021 年 开采区、5-2煤层 2021 年开采区	1、地面塌陷防治工程:损毁道路修复	已执行	2021 年	中联前阳洼木瓜树墕村塌陷区土地复垦项目	路床压实+路面铺筑	已验收
					2023 年	杨家梁村采空塌陷区土地复垦工程	路床压实+路面铺筑	已验收
			1、塌陷区裂缝充填、耕地土地平整、修筑田埂	已执行	2023 年	5201-5207、5209、5213 等 18 个工作面采空塌陷区裂缝填充工程	裂缝填充、紫花苜蓿撒播	已验收
					2023 年	杨家梁村采空塌陷区土地复垦工程	耕地区土地平整、修筑田埂	已验收
			2、生态修复工程:塌陷区植被恢复栽植油松、沙柳、紫花苜蓿	已执行	2023 年	5201-5207、5209、5213 等 18 个工作面采空塌陷区裂缝填充工程、杨家梁村采空塌陷区土地复垦工程	损毁区栽植紫穗槐及紫花苜蓿	已验收
					2021 年	中联前阳洼木瓜树墕村塌陷区土地复垦项目	有机肥、无机肥	已验收
					2023 年	杨家梁村采空塌陷区土地复垦工程	有机肥、无机肥	已验收

第三年 (2022年)	矿山环境治理工程 土地复垦工程	5 ¹ 煤层 2022 年开采区、4 ⁴ 煤 2022 年开采区、5 ² 煤 2022 年开采区	1、地面塌陷防治工程：损毁道路修复	不可执行				
			1、塌陷区裂缝充填、耕地土地平整、修筑田埂	已执行	2023 年	5201-5207、5209、5213 等 18 个工作面采空塌陷区裂缝填充工程	裂缝填充、紫花苜蓿撒播	已验收
			2、农村宅基地拆除及土地复垦工程		2023 年	杨家梁村采空塌陷区土地复垦工程	耕地区土地平整、修筑田埂	已验收
			3、生态修复工程：塌陷区植被恢复栽植油松、沙柳、紫花苜蓿	已执行	2022 年	废弃村庄拆除复垦工程	废弃建筑物拆除、清理、土地复垦	已验收
			4、化学复垦工程：施农家肥、化肥	已执行	2023 年	5201-5207、5209、5213 等 18 个工作面采空塌陷区裂缝填充工程、杨家梁村采空塌陷区土地复垦工程	栽植紫穗槐及紫花苜蓿	已验收
				已执行	2023 年	杨家梁村采空塌陷区土地复垦工程	有机肥、无机肥	已验收

第四年 (2023年)	矿山环境治理工程 土地复垦工程	4 ⁴ 煤层2023年开采区、5 ⁻² 煤层2023年开采区	1、地面塌陷防治工程：损毁道路修复	不可执行				
			1、塌陷区裂缝充填、土地平整、翻耕、培肥	已执行	2023 年	5201-5207、5209、5213 等18 个工作面采空塌陷区裂缝填充工程、杨家梁村采空塌陷区土地复垦工程	耕地区平整、土壤改良	已验收
			2、生态修复工程：塌陷区植被恢复栽植油松、沙柳、紫花苜蓿	已执行	2023 年	5201-5207、5209、5213 等18 个工作面采空塌陷区裂缝填充工程、杨家梁村采空塌陷区土地复垦工程	栽植紫穗槐及紫花苜蓿	已验收
			3、化学复垦工程：施农家肥、化肥	已执行	2023 年	5201-5207、5209、5213 等18 个工作面采空塌陷区裂缝填充工程、杨家梁村采空塌陷区土地复垦工程	耕地区复垦进行土壤改良	已验收
第五年 (2024年)	矿山环境治理工程 土地复垦工程	5 ⁻¹ 煤层2024 年开采区	1、地面塌陷防治工程：损毁道路修复	不可执行				
			1、塌陷区裂缝充填、耕地土地平整、修筑田埂	正在执行	2024 年度已部署	44102、44103、5225、5227 工作面采空塌陷区裂缝填充工程	表土剥覆、裂缝充填、耕地区平整、	已验收
			2、生态修复工程：栽植油松、海红果	已执行	2023 年	44102、44103、5225、5227 工作面采空塌陷区裂缝填充工程	补植油松、撒播草籽	已验收
			3、开发式治理工程	已执行	2023 年	榆树梁开发式治理工程	栽植海红果、西梅等	已验收
			4、化学复垦工程：施农家肥、化肥	正在执行	2024 年度已部署	44102、44103、5225、5227 工作面采空塌陷区裂缝填充工程	耕地区土地翻耕、土壤改良	已验收

4 适用期矿山地质环境治理与土地复垦成效分析

（1）工业场地北侧综合治理工程

项目区位于中联前阳洼煤矿工业场地北侧，主要分为三个子项目，其中工业广场北侧不稳定斜坡治理工程完成情况及治理成效在上文新增工程中进行描述，下面分别对炸药库 HY1 滑坡及周边区域综合治理工程、榆树梁沉陷损毁区道路修复工程进行治理成效分析。

① 炸药库 HY1 滑坡及周边区域综合治理工程

炸药库 HY1 滑坡及周边区域综合治理工程位于废弃炸药库周边，面积 13.00 hm²。项目区存在滑坡灾害一处、压占损毁土地一处，滑坡位于炸药库北侧，为采煤活动土石方堆填而成，高度约 30 m，坡度约 45°，下部为乡村土路，滑坡发育严重威胁下方道路及过往人员、车辆安全；压占损毁土地位于炸药库周边，主要为废弃炸药库压占损毁和采煤活动土石方堆放压占损毁，废弃建筑物及土石方压占导致该区域土壤砾石含量增加，有机质含量下降，土壤保水保肥能力降低，土地难以开发利用，土地资源损毁严重。工程采用土方开挖、覆土、土地平整、土壤改良等一系列措施，有效提升土壤质量，消除不稳定地质体安全隐患（照片 2.6-1~2.6-2）。



照片 2.6-1 工程实施前实景（镜向 NW）



照片 2.6-2 工程实施后实景（镜向 NW）

② 工业广场北侧不稳定斜坡治理工程

工业广场北侧不稳定斜坡治理工程位于工业场地北侧斜坡，该斜坡是由于工业场地建设开挖所形成的，根据现场踏勘，该斜坡宽 300 m，高 40 m，坡度约 49°，该斜坡坡面工业场地建设过程中已进行喷浆治理，斜坡东北侧坡顶已布置排水沟，斜坡西北侧坡顶未布置排水工程。现阶段，由于喷浆支护时间较长，受雨水冲刷、冻融、风化等因素影响，圬工结构局部区域出现掉块现象，威胁下方

建筑物及人员安全。该项工程主要是对原破损砌体拆除后，进行窗式护坡建设，配套建设排水系统、护脚墙等，消除不稳定地质体安全隐患（照片 2.6-3~2.6-4）。府谷县中联前阳洼煤矿于 2022 年度委托西安东升地质工程有限责任公司编制《工业场地北侧综合治理工程设计》，并依据设计开展了治理工程。工程内容包括拆除工程、削坡、窗式护坡、护脚墙、排水工程、监测等。该工程于 2024 年 3 月通过验收。



2022.03.11



2025.07.20

照片 2.6-3 工程实施前实景（镜向 NW）

照片 2.6-4 工程实施后实景（镜向 NE）

③ 榆树梁沉陷损毁区道路修复工程

榆树梁沉陷损毁区道路修复工程位于工业场地北侧梁峁区，是连接大石公路和榆树梁的重要通道，该道路处于原郝家沟煤矿 5¹煤采空区，宽度 6 m，受采空塌陷和雨水冲刷影响，道路路面凹凸不平，局部存在冲沟，严重影响村民正常通行。本次修复道路全长 860.68 m，宽 6 m，路面采取 C30 混凝土路面，下铺砂石基层和级配碎石垫层。通过工程的实施，完成了对破损路面的拆除、修建工作，保障村民顺利通行（照片 2.6-5~2.6-6）。



2021.04.17



2025.07.20

照片 2.6-5 工程实施前实景（镜向 NW）

照片 2.6-6 工程实施后实景（镜向 NE）

（2）5201-5207、5209、5213 等 18 个工作面采空塌陷区裂缝填充工程

本项目为中联前阳洼煤矿《二合一方案》和 2023 年部署年度治理工程之一。项目类型为采空区塌陷治理工程。采空塌陷区地表出现明显裂缝，对土地资源、地面道路等造成不同程度的损毁。按照资料及与矿方了解后的实际情况，矿区内地表裂隙发育，裂隙带主要分布在 5201、5202、5203、5204、5205、5206、5207、5209、5213、5215、5217、5219、5221、4101、51011、51201、51202 和 51203 共 18 个工作面采空塌陷区存在大量裂隙。表现特征为：裂隙发育程度强，密度大，局部集中呈带状、区块状分布。集中发育区对地表切割强烈，错台发育明显。该工程针对该区实施裂隙填充工程及补植补种工程。依据实地调查结合航空无人机摄影，工程区内裂隙填充完成，裂隙填充过程中采取分层夯实填充，未见新增裂隙发育（照片 2.6-7~2.6-8）。该工程于 2024 年 9 月通过验收。



照片 2.6-7 工程实施前实景（镜向 NE）



照片 2.6-8 工程实施后实景（镜向 NE）

（3）杨家梁村道路修复工程

杨家梁道路修复工程位于大石公路保护煤柱范围内，道路主要用于中联前阳洼煤矿井田范围内的杨家梁村居民通行及中联前阳洼煤矿工业广场进场道路。项目区内道路损毁严重，部分地区混凝土路面已完全破坏，道路交叉处过水涵洞损坏并堵塞多年，雨季漫水严重，凹凸不平，泥泞不堪，严重影响周边村民通行。该工程是通过过水涵洞、道路的修复完成矿山地质环境的治理，保证村民生产生活顺利进行，有助企地和谐、乡村振兴。通过本项目实施，完成了道路修复、过水涵洞修复的目的，修复通村道路 784.87m，矿区道路 98.40m。工程实施基本按照设计执行，包括道路宽度、路面、路基垫层材质、涵洞等，均满足施工质量标准要求，达到了修复道路、保障周边居民、车辆顺利通行的目的（照片 2.6-9~2.6-10）。



照片 2.6-9 工程实施前实景（镜向 NW）



照片 2.6-10 工程实施后实景（镜向 NW）

（4）木瓜树墕村塌陷区土地复垦项目

府谷县中联前阳洼煤矿木瓜树墕村塌陷区土地复垦项目位于木瓜树墕村北侧，行政区划隶属府谷县庙沟门镇管辖，距离中联前阳洼煤矿工业场地约 2 km，处于煤矿 2015-2018 年 5² 煤采空区内受采煤沉陷影响。治理前项目区裂隙较为发育，裂隙发育长度一般 10-100 m，裂隙宽约 8-36 cm，可见深度 0.5-1.5 m，裂隙间距约 20-60 m。裂隙损毁土地，导致土壤保水保肥能力下降，理化性质降低，农作物减产，对土地资源、地形地貌景观损毁严重。中联前阳洼煤矿 2021 年度部署了木瓜树墕村塌陷区土地复垦工程 2021 年 8 月-10 完成该项目施工，于 2022 年 1 月通过验收。通过该项工程实施，复垦面积 26.4 hm²，并完成土地翻耕、土壤改良工程，修筑田埂 5170 m（照片 2.6-11~2.6-12）。



照片 2.6-11 工程实施前实景（镜向 NW）



照片 2.6-12 工程实施后实景（镜向 NW）

（5）废弃村庄拆除复垦工程

根据采掘工程平面图，西梁、五素沟村位于中联前阳洼煤矿 5217、5219、5221 工作面，红石岩村位于 5215 和 5213 工作面，杨家梁村所处区域矿方目前尚未布置开采工作面，矿方目前正在 5215、5217 工作面进行开采，项目所在地由于中联前阳洼煤矿开采的影响，部分旧宅基地已发生不同程度的变形、开裂、

坍塌，丧失居住功能。目前大部分住户已搬迁，个别住户也将于本年度完成搬迁。经实地调查与测量，现存废弃建筑物类型主要为住宅和废弃窑洞等其他附属设施，占地面积约 2.05 hm^2 。废弃村庄对当地宝贵的土地资源造成压占损毁。依据《方案》部署工作，中联前阳洼煤矿 2022 年度部署并开展了红石岩村、杨家梁村、五素沟村废弃宅基地拆除及复垦工程。该工程已通过验收。经现场调查，工程规划内的废弃宅基地建（构）筑已全部拆除完全，包括屋顶、墙体、基础等，建筑垃圾清运完全。窑洞封堵工程对废弃窑洞进行了土方充填、红砖砌筑封堵，封堵完成率达 100%（照片 2.6-13~2.6-14）。



照片 2.6-13 工程实施前实景（镜向 N）



照片 2.6-14 工程实施后实景（镜向 SW）

（6）杨家梁村西梁、五素沟采空塌陷区土地复垦工程

项目区内因受采空塌陷影响，土地资源损毁程度呈现出严重~特别严重，塌陷坑、错台、陡坎等现象随处可见，无法通过传统的裂缝填充、植被恢复等措施，进行有效的恢复，严重影响土地资源复垦和生态环境修复。塌陷区道路为杨家梁村村民出行、生产主干道路，损毁严重，现状情况下村民通行困难。因此，本工程部署拟通过土方开挖一回填的方式，对损毁区进行平整、裂缝填充，同时采取植被恢复、道路修复等工程措施，恢复土地功能的同时，提高土地利用率，恢复林、草地生态环境。项目区内以黄土梁峁顶部耕地为中心向外扩展，采取土地平整的方式，彻底解决采空塌陷引发的裂缝、塌陷坑、错台等，平整后依据原土地利用现状，进行原地类复垦；工程措施包括：表土剥覆+土地平整+土地翻耕+土壤改良+田埂修筑+生产道路建设+植被恢复等。对项目区塌陷损毁的道路实施了修复，修复方式为混凝土路面硬化+行道树+安全防护栏等，完成塌陷区复垦面积 62.02 hm^2 （照片 2.6-15~2.6-16）。



照片 2.6-15 工程实施前实景（镜向 N）



照片 2.6-16 工程实施后实景（镜向 NE）

5 本方案与上期方案衔接情况说明

本方案是在上期“方案”的基础上编制完成，在编制本方案之前，首先对上期方案进行了全面了解，部分应用了上期方案对于矿山建设工程以及矿区基础信息的介绍，其次，针对上期方案所涉及的不稳定地质体发育情况以及地形地貌、含水层、土地资源的破坏情况再次进行深入调查、分析及预测，最后，针对上次方案所设计的治理监测工程、工程量统计以及资金预算等内容进行分析，将部分成果应用于本期矿山地质环境保护与土地复垦方案中，最终完成本次方案编写。

本方案对未完成的工程处理措施一是细化工程部署，明确到责任人；二是本次将历史遗留的矿山地质环境和土地损毁问题纳入本方案，确保矿山企业可以启用矿山地质环境治理恢复与土地复垦基金来实施历史未完成工程。

根据对中联前阳洼煤矿上期方案执行情况总结可知，上期方案未完成或未执行工程主要包括道路维修及矿山地质环境监测。道路维修未执行原因在于上期煤矿开采未造成明显的道路损毁。而矿山地质环境监测未执行原因在于矿方缺乏实施经验，未开展专项矿山地质环境监测设计并实施专业监测。本期方案将对矿山地质环境监测将进行精细化设计，给出具体的监测要求与指标。

（二）基金提取及使用情况

根据《关于取消矿山地质环境治理恢复保证金建立矿山地质环境治理恢复基金的指导意见》（财建〔2017〕638号）、《陕西省矿山地质环境治理恢复与土地复垦基金实施办法》（陕国土资发〔2018〕92号）（2024年底废止），府谷县中联前阳洼煤矿于2019年开设矿山地质环境保护与土地复垦基金专用账户。

中联前阳洼煤矿自2019年1月至2025年9月，一共应计提基金*****万元，实际计提*****万元。截至2025年9月，中联前阳洼煤矿实施矿山地质环境治理恢复与土地复垦工程及相关技术服务项目共使用基金*****万元（图2.6-1），账户基金余额为*****万元（表2.6-5）。其中2025年1月至9月，煤矿平均吨煤价格约*****元，销售收入*****万元，基金提取比例1.85%。

表2.6-5 中联前阳洼煤矿基金提取及使用一览表

序号	年度	应提取金额 (万元)	实际提取金 (万元)	基金使用 (万元)	基金账户余额 (万元)
1	2019之前				
2	2020				
3	2021				
4	2022				
5	2023				
6	2024				
7	2025年1-9月				
利息					
累计					



图 2.6-1 中联前阳洼煤矿基金划转通知书

（三）周边煤矿矿山地质环境治理与土地复垦案例分析

府谷县中联前阳洼煤矿南侧紧邻国能三道沟煤矿。由现场调查及相关资料收集分析可知，三道沟煤矿在近年落实矿山“两案”工作中，书写出了优异的“绿色答卷”。其矿山地质环境治理工作方式与结果可为中联前阳洼煤矿的矿山地质环境保护提供良好的借鉴经验。

国能三道沟煤矿地处陕北黄土高原和内蒙古高原过渡带，地表植被稀疏，加上多年来采煤塌陷影响，水土流失严重，生态环境极其脆弱，严重影响矿区周边居民的生产生活。三道沟煤矿深入贯彻“绿水青山就是金山银山”理念，认真落实《矿山地质环境保护与土地复垦方案》，按照全域规划、整体设计、综合治理，着力打造“生活空间宜居适度、生产空间集约高效、生态空间山清水秀”三生空间治理示范工程，在采空塌陷区打造“万亩坡改梯、十万亩生态林”工程（照片2.6-17~2.6-21）。在此过程中，取得的主要成效包括以下几个方面：

（1）治理采空塌陷区2.9万亩，种植油松、樟子松、侧柏、云杉等树木200万株，将原有荒山变成万亩生态林，有效防止了水土流失，显著改善了周边生态环境，让国家二级野生动物石鸡、野兔等有了栖息之地。

（2）通过“坡改梯工程”整治农田5000余亩，种植土豆、玉米、糜子等绿

色高产农作物 4300 亩；种植“寒富苹果”等 8 种特色水果为主的采摘园 400 亩，种植紫花苜蓿 300 亩；建成全钢双膜拱棚 20 座、暖棚 7 座、1.7 万立方米的蓄水池 4 座。

(3) 通过项目实施，采空区变为生态林、经济林、花园、果园和高标准农田，治理成果由村民和矿区共享。2020 年示范园收入 60 万元，村民人均分红 1000 元，2021 年蔬菜大棚和果园收入 93.2 万元，2022 年园区收入 153 万元，村民人均增收 2500 元/年。村民变股民，为西尧沟群众稳定增收提供了可靠保障，真正实现了人、地、矿融合发展。

三道沟煤矿深入贯彻落实习近平总书记关于黄河流域生态保护和高质量发展重要论述，充分利用矿山地质环境治理恢复与土地复垦基金，大力推进矿区生态环境治理，建设生态农业示范区和生态林，不仅推进了地方经济发展，促进了矿区人与自然和谐共生，而且为矿区生态修复与生态产业发展提供了实践样板，蹚出了一条“矿山生态修复+乡村振兴+黄河流域高质量发展”的新路子。



照片 2.6-17 沙化边坡综合治理（镜向 NW）



照片 2.6-18 塌陷区生态林方式治理（镜向 NE）



照片 2.6-19 塌陷区耕地治理（镜向 NW）



照片 2.6-20 蔬菜大棚开发式治理（镜向 SW）



照片 2.6-21 三道沟煤矿西窑沟生态治理示范工程点（指向 N）

（四）取得的经验与教训

通过煤矿多年矿山地质环境治理与土地复垦实践，并结合府谷县中联前阳洼煤矿周边矿山恢复治理经验，逐渐摸索出适合本地实际的矿山地质环境恢复治理与土地复垦经验。

1、对采矿出现的裂缝应及时尽快进行填充，由于存在多煤层开采，故塌陷区裂缝需要多次充填治理才能实现充分夯实。同时对于塌陷裂缝填堵，主要是人工填堵和机械填充治理。人工填堵治理工艺，一般适用于裂缝窄而浅、密度低的裂缝区治理。机械治理措施及工艺，一般适用于裂缝宽而深、密度高的裂缝区治理，采用推土机和铲运机械，其工序复杂、土方量大，机械复垦治理首先要将表层熟土剥离后，采取开挖、回填、碾压、夯实、平整后再将剥离的熟土覆盖于地表。该矿山大部分区域适合于机械施工，局部沟壑地带，可采取人工填堵裂缝。

2、搬迁后村庄多处于黄土梁峁顶部，地势相对平坦，复垦为耕地，应对场地覆土并进行培肥，采用有机肥和无机肥相结合的方式效果更好。

3、矿山工业场地北部的沙土边坡在前期进行种草绿化，其治理效果较好。根据其前期种草经验，宜在坡体上设置草方格沙障，使用麦草、秸秆等材料在沙土边坡扎成挡风墙，削弱风力侵蚀、截留降水提高沙层土壤含水量，有利于提高植被成活率。

4、复垦为耕地时应施用适当的有机和无机肥料来提高土壤中的有机质和营养元素的含量，并通过种植黄豆来活化土壤，改良土壤结构。

5、本方案复垦时土壤密实度较低，管护浇水 1~2 天后必须检查是否有裂缝以及塌陷现象，一旦发现应及时培土压实。

6、补种物种选择当地常见植物，林地补种植物选择为油松、沙柳、新疆杨、紫花苜蓿等，采用乔灌草结合的方式，林木和草地栽种以后，及时浇水灌溉。

7、实施治理工程措施、开发式治理项目，要根据煤矿所在地区的情况决定，并取得当地村民的支持，积极引导村民参与，要在村委会、镇政府的支持、配合下，才能够取得良好的效果。

8、本矿山在上个治理期对采空区地面塌陷及裂缝治理不够彻底，后期需加强对沉陷损毁土地的监测，对出现的裂缝要及时填充，施行免耕、深松等方式改善土壤容重及土壤硬度，增加土壤蓄水量，提高土地生产力水平。

七、绿色矿山建设

府谷县中联矿业有限公司于2018年11月委托陕西工程勘察研究院有限公司编制了《府谷县中联矿业有限公司前阳洼煤矿绿色矿山建设实施方案》，并同时成立了绿色矿山建设工作领导小组，专职规划与管理绿色矿山建设实施。

2020年9月，煤矿编制了《府谷县中联矿业有限公司府谷县中联前阳洼煤矿绿色矿山自评估报告》。在企业自评、第三方评估、县级自然资源管理部门审核、市级自然资源管理部门推荐的基础上，经实地抽查、材料审核和社会公示，中联前阳洼煤矿顺利进入2023年度陕西省绿色矿山创建库。

矿山自2020年至今，以实现资源利用高效化、开发方式科学化、企业管理规范化、生产工艺环保化、矿山环境生态化为总体目标，积极推行“花园式”的企业管理新模式和绿色生态助推煤矿的崭新理念，构建资源、环境和社会效益相协调的矿山发展模式，建立绿色矿山长效机制，高标准建设绿色矿山。按照上期《方案》及《绿色矿山建设实施方案》中的计划，从矿区环境治理工程、地质环境治理及土地复垦类工程、科技攻关类工程及和谐社区建设类工程入手，力争达到国家级绿色矿山标准。

在本适用期范围内，煤矿按照《关于进一步加强绿色矿山建设的通知》（自然资规〔2024〕1号）、关于印发《陕西省绿色矿山建设管理办法》的通知（陕自然资规〔2024〕3号）、《关于持续推进绿色矿山建设的通知》（陕自然资规〔2024〕1740号）等文件精神，持续推进煤矿绿色矿山建设，计划于2026年将中联前阳洼煤矿建设成为国家级绿色矿山。

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

为保证全面了解矿区地质环境与土地利用现状，确保调查的准确性和完整性，项目组在充分研读和了解矿区地质与采矿资料的基础上，于 2023 年 12 月 12 日至 18 日、2024 年 10 月 10 日、2025 年 1 月 10 日~15 日及 2025 年 7 月 15 日~20 日，项目组四次赴现场进行矿山地质环境调查，采取穿越和追索相结合的方法进行野外调查。调查的原则是“逢村必问、遇沟必看，村民访问，现场观测”。基于项目区土地利用现状图、高精度遥感影像图、采掘工程图等图件，对矿山地质环境问题点和损毁地类进行观测描述，调查其发生时间，基本特征，影响程度，并对主要矿山地质环境问题点和地质现象点进行数码照相和 GPS 定位；针对不同土地利用类型区，挖掘土壤剖面，采集土壤样品，并采集相应的影像、图片资料，做好文字记录。

（一）矿山地质环境调查概述

矿山地质环境野外调查的内容主要是采矿活动影响区内各类不稳定地质体的分布现状、规模及稳定程度、地形地貌、地质遗迹、自然保护区、土地利用、植被状况、村庄、当地的社会经济概况等，以便为方案编制提供可靠依据。

调查范围以评估范围为准向外再扩 150~200 m 为界，具体调查方法如下：

路线调查：主要沿贯穿矿区各个沟谷进行，基本了解区内地形地貌、地质遗迹、土地利用、土壤植被、人类工程活动和不良地质现象，调查区内斜坡坡度、沟谷比降、水文等情况。

重要工程点调查：对矿山建设工程、道路等工程点位置进行调查，主要采取追索法进行，了解矿区可能存在的地质环境问题。

走访询问调查：走访询问矿山企业员工、矿区附近居民及当地村委，并发放公众调查表，了解矿区地质环境变化情况和不稳定地质体活动现状、发生历史等、矿山企业规模、矿山开采历史、矿山建设生产情况。

本次调查基本查明了区内的地质环境条件和现状矿山地质环境问题。

（二）矿山土地资源调查概述

矿山土地资源调查的目的是全面查清矿区土地资源和利用状况，掌握真实准确的土地基础数据，为科学合理地制定土地复垦方案、有效保护矿区范围内土地资源提供依据。主要任务包括：查清矿区各土地利用类型及分布，量算各地类面积；查清矿区各土地利用类型的土地权属界线和村民小组以上各级行政区范围界线；绘制本矿土地利用现状图；真实准确的掌握其土地利用状况，并做出科学的评价，为制定合理利用土地的土地复垦规划设计方案提供基础依据。

土地复垦现场调查工作主要采用点线结合的方式，以点上观察、访问为主，采用 GPS 定点、记录。调查内容包括植被类型、土壤类型、土地利用现状地类调查、永久基本农田、水浇地分布及配套设施、已损毁土地（沉陷损毁土地调查）、土壤剖面调查及公众参与调查等内容。

2023 年 12 月中旬从府谷县自然资源和规划局收集的标准分幅土地利用现状图 6 幅（1:10000），同时于 2025 年 10 月向府谷县自然资源和规划局申请获得中联前阳洼煤矿 2024 年国土变更调查数据。结合收集的土地利用现状图，项目组于 2025 年 7 月 15~20 补充调查阶段，现场核实了矿区范围内土地利用现状类型（涉及 12 个一级地类和 28 个二级地类），主要以草地、耕地及林地为主；调查了区内永久基本农田分布情况，全部为旱地，并详细核查了工业场地、风井场地等地面工程均未压占永久基本农田。核实了区内植被类型主要为针叶林植被及阔叶林植被，土壤类型以栗钙土和黄绵土为主，并针对草地、林地及耕地现场测量土壤剖面 6 个，并进行了拍照和记录。

根据煤矿开采计划，主要对煤矿前期采空区所在地表位置土地损毁情况进行了调查与核实，损毁地类主要是草地、林地及耕地，以中度~重度损毁为主。但经过 2025 年 7 月补充调查，矿方已于 2024 年对地表沉陷区进行了裂缝充填与土地复垦，补充调查仅发现一处小面积地表开裂沉陷区。

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

上期方案评估区范围确定为：西北部以省界为界，其他地段以矿区周界外延

120 m，最终确定评估区面积约 23.1098 km^2 。本次方案根据野外地质环境调查，基于矿区生产活动影响到的地质环境主要限于矿区内部，同时考虑煤矿与邻矿的位置关系及工业场地位置，综合分析之后确定评估区以煤矿矿界为基准，南部包括工业场地影响区，获得评估区面积 21.118 km^2 （表 3.2-1 及图 3.2-1）。为了解评估范围外地质环境现状，以矿界为基础，向外再扩展 200 m 作为调查范围，调查面积为 25.2025 km^2 。

表 3.2-1 府谷县中联前阳洼煤矿评估区拐点坐标

点号	X	Y	点号	X	Y
1			10		
2			11		
3			12		
4			13		
5			14		
6			15		
7			16		
8			17		
9			18		

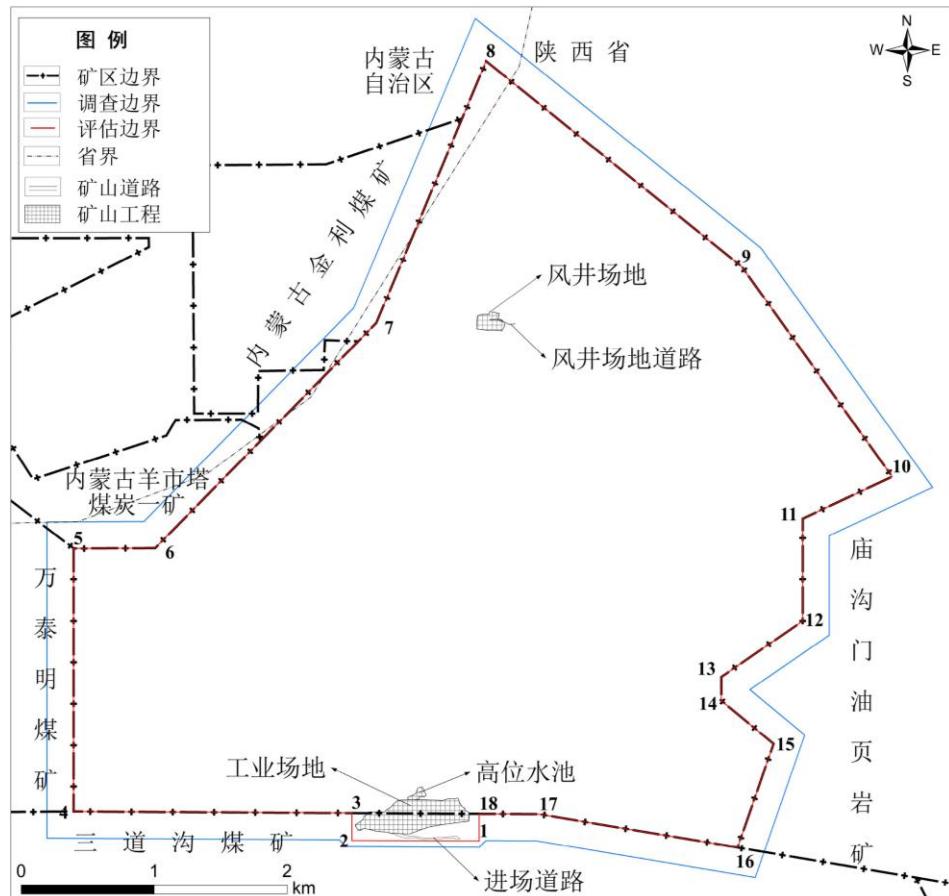


图 3.2-1 府谷县中联前阳洼煤矿评估区及调查区范围

2、评估级别

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), 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/T0223-2011), 煤矿井田范围内地形破碎, 沟谷密集, 表土结构疏松, 植被稀少, 自然条件差, 生态环境脆弱, 村庄稀疏, 居住人口相对较少。据调查, 井田内现分布 12 个自然村, 但各自然村人口均在 200 人以下, 村庄位于相对平坦的梁顶或沟谷底部, 居民住地附近存在较多耕地, 村民在相对平缓地带种植农田; 此外, 评估区内分布有埝沟变电站、泰达煤化和府谷县矽盟电力有限公司三处企业, 同时分布二级庙羊公路和一级公路津神线。再者, 评估区内矿山前期开采破坏耕地、草地及林地。根据《矿山地质环境保护与恢复治理方案编制规范》(DZ/T0223-2011)判定(表 3.2-3), 府谷县中联前阳洼煤矿评估区重要程度属重要区。

表 3.2-3 评估区重要程度分级表

重要区	较重要区	一般区	评估区对应项目
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；	评估区内分布四个行政村 13 个自然村，总人口 1277 人，其中红石墕自然村人口 235 人。（较重要区）
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；	评估区东侧分布庙羊公路，属于二级公路，并田南部分布有一级公路津神线。（重要区）
3.矿区紧邻国家自然保护区（含地质公园、风景名胜区等）或重要旅游景点；	3.紧邻省级、县级自然保护区或重要旅游景区（点）；	3.远离各级自然保护区及旅游景区（点）；	区内无自然保护区。（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、林地及草地。（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）生产建设规模

根据《府谷县老高川乡府谷县中联前阳洼煤矿矿产资源开发利用方案（变更）》及审查意见，府谷县中联前阳洼煤矿设计生产建设规模 1.80 Mt/a，根据《矿山地质环境保护与恢复治理方案编制规范》(DZ/T0223-2011)判定，府谷县中联前阳洼煤矿为大型煤矿。

（3）地质环境条件复杂程度

根据《矿山地质环境保护与恢复治理方案编制规范》(DZ/T0223-2011)，评估区地质环境条件复杂程度根据表 3.2-4 各因素确定。

评估区地下水以大气降水补给为主，降水少而集中；主要可采煤层位于侵蚀基准面以上，煤矿直接充水水源主要为各煤层顶板煤以上砂岩裂隙含水层，补给条件差，富水性弱；煤矿正常涌水量不超过 1200 m³/d，但井下开采和排水较易造成煤层周围主要充水含水层破坏，总体上水文地质条件中等。可采煤层顶板以粉砂岩和泥岩为主，属中等稳定性顶板；煤层底板以粉砂岩为主，不易产生底鼓现象，稳定性中等，总体上工程地质条件中等。地层总体为一近水平构造，倾向南西，平均倾角 1~3°，未发现大型断裂和明显的褶皱构造，亦无岩浆活动痕迹，

表 3.2-4 井工开采矿山地质环境条件复杂程度分级表

序号	复杂	中等	简单	判定条件
1	1.主要矿层（体）位于地下水位以下，矿坑进水边界条件复杂，充水水源多，充水含水层和构造破碎带、岩溶裂隙发育带等富水性强，补给条件好，与区域强含水层、地下水集中径流带或地表水联系密切，老窿（窑）水威胁大，矿坑正常涌水量大于10000m ³ /d，地下水采矿和疏干排水容易造成区域含水层破坏。	1.主要矿层（体）位于地下水位附近或以下，矿坑进水边界条件中等，充水含水层和构造破碎带、岩溶裂隙发育带等富水性中等，补给条件较好，与区域强含水层、地下水集中径流带或地表水有一定联系，老窿（窑）水威胁中等，矿坑正常涌水量3000~10000 m ³ /d，地下水采矿和疏干排水造成周围主要充水含水层破坏。	1.主要矿层（体）位于地下水位以上，矿坑进水边界条件简单，充水含水层和构造破碎带、岩溶裂隙发育带等富水性差，补给条件差，与区域强含水层、地下水集中径流带或地表水不密切，矿坑正常涌水量小于3000m ³ /d，地下水采矿和疏干排水造成周围主要充水含水层破坏可能性较小。	可采煤层位于侵蚀基准面以上，煤矿直接充水水源主要为各煤层顶板煤以上砂岩裂隙含水层，补给条件差，富水性弱；煤矿正常涌水量不超过1200 m ³ /d。
2	2.矿床围岩岩体结构以碎裂结构、散体结构为主，软弱岩层或松散岩层发育，蚀变带、岩溶裂隙发育，岩石风化强烈，地表残坡积层、基岩风化破碎带厚度大于10m，矿层（体）顶底板和矿床周围稳固性差，矿山工程场地地基稳定性差。	2.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。	2.矿床围岩岩体结构以巨厚层状一块状整体结构为主，蚀变作用弱、岩溶裂隙不发育，岩石风化弱，地表残坡积层、基岩风化破碎带厚度小于5m，矿层（体）顶底板和矿床周围稳固性好，矿山工程场地地基稳定性好。	可采煤层顶板以粉砂岩和泥岩为主，属中等稳定性顶板。
3	3.地质构造复杂，矿层（体）和矿床围岩岩层产状变化大，断裂构造发育或有活动断裂，导水断裂带切割矿层（体）围岩、覆岩和主要含水层（带），导水性强，对井下采矿安全影响大。	3.地质构造较复杂，矿层（体）和矿床围岩岩层产状变化较大，断裂构造较发育，并切割矿层（体）围岩、覆岩和主要含水层（带），导水性较差，对井下采矿安全影响较大。	3.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。	地层总体为一近水平构造，倾向南西，平均倾角1~3°，未发现大型断裂和明显的褶皱构造，亦无岩浆活动痕迹。
4	4.现状条件下矿山地质灾害发育，或矿山地质环境问题的类型多，危害大。	4.现状条件下矿山地质环境问题的类型较多，危害较大。	4.现状条件下矿山地质环境问题的类型少，危害小。	矿区内地质灾害隐患点点较多，矿区内地质环境问题多。
5	5.采空区面积和空间大，多次重复开采及残采，采空区未得到有效处理，采动影响强烈。	5.采空区面积和空间较大，重复开采较少，采空区部分得处理，采动影响较强烈。	5.采空区面积和空间小，无重复开采，采空区得到处理，采动影响较轻。	前期开采形成采空区面积大，可采煤层三层，存在重复开采，采动影响强烈。
6	6.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。	6.地貌单元类型较多，微地貌形态较复杂，地形起伏变化中等，不利于自然排水，地形坡度一般为20°~35°，相对高差较大，地面倾向与岩层倾向多为斜交。	6.地貌单元类型单一，微地貌形态简单，地形起伏变化平缓，有利于自然排水，地形坡度一般小于20°，相对高差小，地面倾向与岩层倾向多为反交。	地貌以黄土梁峁沟壑地貌为主，地形起伏变化中等，相对高差较大，地形坡度一般不超过30°。
7	注:采取就上原则，前6条中只有一条满足某一级别，应定为该级别。			

总体上构造简单。现状条件下矿山地质环境问题类型较多，危险性大，危害大。

再者府谷县中联前阳洼煤矿采空区面积大，存在重复开采，采空区亦未得到有效

处理，采动影响强烈。区内地貌以黄土梁峁沟壑为主，地形起伏较大，相对高差较大，区内沟壑纵横，沟谷深切，微地貌较为复杂。

综上所述，依据表 3.2-4 的判断依据，府谷县中联前阳洼煤矿地质环境条件复杂程度属于复杂等级。

（4）评估级别确定

评估区重要程度分级为重要区，矿山建设规模为大型，矿山地质环境条件为复杂，根据《矿山地质环境保护与治理恢复编制规范》(DZ/T 223-2011)附录 A 确定本次矿山环境影响评估的精度为一级。

（二）矿山不稳定地质体现状分析与预测

1、管理部门在册地质灾害分布情况

通过查阅府谷县自然资源和规划局提供最新的府谷县地质灾害大核查数据资料，府谷县中联前阳洼煤矿评估区内存在风险隐患点 11 处，其分布位置及相关信息分别见图 3.2-2 及表 3.2-5。在上述风险核查点中仅有 1 处地面塌陷属于在册地质灾害隐患点，其余皆为遥感解译点或群众报险报灾点。

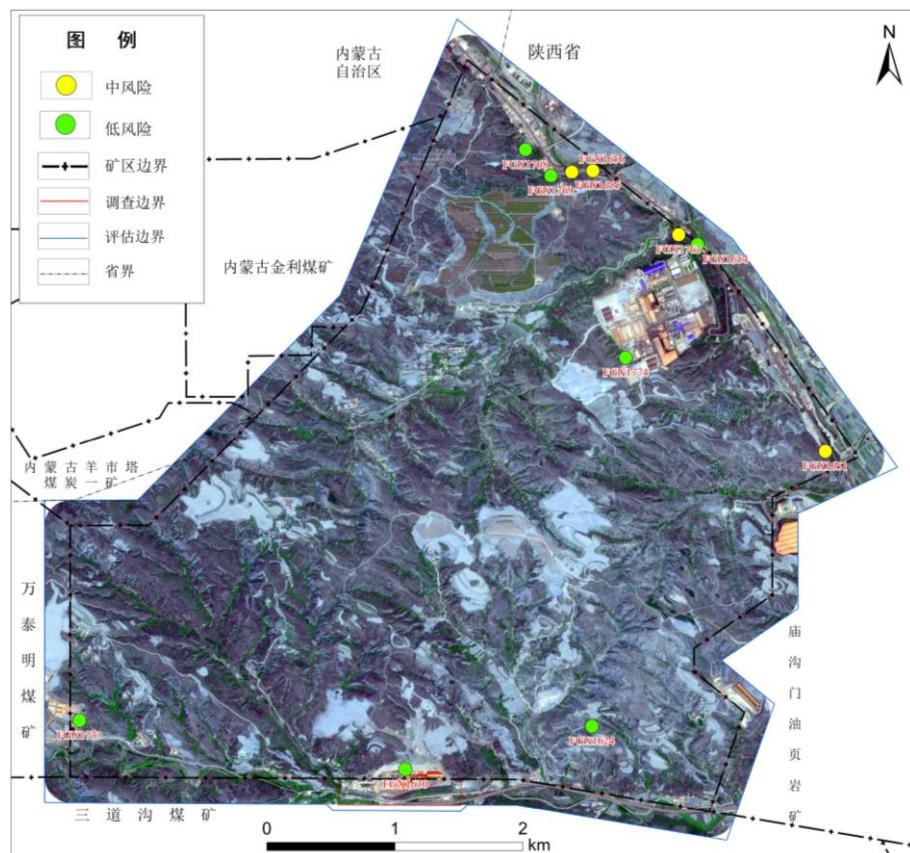


图 3.2-2 府谷县中联前阳洼煤矿评估区内风险隐患点分布
(数据来源：府谷县地质灾害风险大核查)

表 3.2-5 府谷县中联前阳洼煤矿评估区内风险隐患点信息

风险点	风险点名称	核查类型	风险类型	经度	纬度	风险等级
FGX1624	红石墕地面塌陷	在册隐患点	地面塌陷			低
FGX1656	庙沟门镇后沟门阴湾崩塌	群众报险报灾	崩塌			中
FGX1655	庙羊路 K7+800 (泰达公司路口北) 崩塌	群众报险报灾	崩塌			中
FGX1651	庙羊路 K4+000 (念沟则村) 崩塌	DEM 识别	崩塌			中
FGX1654	后沟门边底线公路崩塌	DEM 识别	崩塌			低
FGX1630	中联煤矿滑坡	DEM 识别	滑坡			低
FGX1763	沙梁村废品站岩质崩塌	DEM 识别	崩塌			中
FGX1774	泰达煤化工镁厂西侧土质崩塌	DEM 识别	崩塌			低
FGX1769	东鑫恒泰油气站岩质崩塌	DEM 识别	崩塌			低
FGX1768	鑫源超市屋后岩质崩塌	DEM 识别	崩塌			低
FGX1733	万泰明煤矿餐厅东侧土质崩塌	DEM 识别	崩塌			低

依据表 3.2-5 所示的数据信息，本次方案调查时针对评估区中所涉及的风险隐患点进行了现场核查。其中红石墕地面塌陷（FGX1624）（照片 3.2-1）、后沟门边底线公路崩塌（FGX1654）（照片 3.2-2）、中联煤矿滑坡（FGX1630）（照片 3.2-3）、泰达煤化工镁厂西侧土质崩塌（FGX1774）（照片 3.2-4）、东鑫恒泰油气站岩质崩塌（FGX1769）（照片 3.2-5）、鑫源超市屋后岩质崩塌（FGX1768）（照片 3.2-6）、万泰明煤矿餐厅东侧土质崩塌（FGX1733）（照片 3.2-7）皆属于风险低隐患点。但经过现场调查并对各风险隐患点权属责任分析后，仅将后沟门边底线公路崩塌（FGX1654）纳入本次矿山不稳定地质体进行分析。



照片 3.2-1 红石墕地面塌陷（面向 E）



照片 3.2-2 后沟门边底线公路崩塌（面向 SW）



照片 3.2-3 中联煤矿滑坡（面向 NE）



照片 3.2-4 泰达煤化工镁厂西侧土质崩塌（面向 SW）



照片 3.2-5 东鑫恒泰油气站岩质崩塌（面向 S）



照片 3.2-6 鑫源超市屋后岩质崩塌（面向 SW）



照片 3.2-7 万泰明煤矿餐厅东侧土质崩塌（镜向E）

对矿山评估区内中风险以上的隐患点进行了重点核查，其中庙沟门镇后沟门阴湾崩塌（FGX1656）（照片 3.2-8）、庙羊路 K7+800（泰达公司路口北）崩塌（FGX1655）（照片 3.2-9）、沙梁村废品站岩质崩塌（FGX1763）（照片 3.2-10）、庙羊路 K4+000（念沟则村）崩塌（FGX1651）（照片 3.2-11）四处风险隐患皆位于庙羊公路西侧斜坡带，其成因皆是由于前期公路建设，对原始斜坡进行了坡脚开挖，形成了近直立的陡崖，同时由于斜坡地层以厚层状的砂岩与薄层状泥岩交互叠置，在风化营力影响下，卸荷裂隙发育，最终发育为崩塌。由于四处崩塌均威胁坡脚道路，且风险较高，对矿区地质环境影响大，故本方案将上述四处中风险崩塌纳入后续矿山不稳定地质体分析中。



照片 3.2-8 庙沟门镇后沟门阴湾崩塌（镜向 SW）



照片 3.2-9 庙羊路 K7+800 崩塌（镜向 NW）



照片 3.2-10 沙梁村废品站岩质崩塌（镜向 SW）



照片 3.2-11 庙羊路 K4+000 崩塌（镜向 W）

依据资料核实与调查核实,2014年府谷县地质灾害详查(1:50000)以及2021年府谷县地质灾害风险调查(1:50000),在府谷县中联前阳洼煤矿评估区内确立地质灾害隐患点仅有一处,即红石墕地面塌陷(FGX1624)。经过现场调查,该处地面塌陷经过矿方土地复垦,目前地表已无明显的开裂或沉陷痕迹。

2、上期方案不稳定地质体

2020年11月公告的《府谷县中联矿业有限公司府谷县中联前阳洼煤矿矿山地质环境保护与土地复垦方案》中有1处滑坡隐患(HY1)、1处崩塌(B1)、3处地面塌陷(TX1~TX3)和6处地面塌陷隐患(TY1~TY6)(图3.2-3)。

在对上述不稳定地质体野外核实过程中,发现位于炸药库原址北东侧的滑坡隐患(HY1)由于近期矿山地质环境治理工作的实施,矿方已将滑坡隐患所在坡体挖除,并将炸药库场地进行了复垦,消除了该滑坡隐患(照片3.2-12~3.2-13)。而位于井田东北侧庙羊公路旁的崩塌(B1)与府谷县风险隐患点一庙沟门镇后沟门阴湾崩塌(FGX1656)属于同一隐患点(照片3.2-14~3.2-15)。其余地面塌陷及地面塌陷隐患随着煤矿开采,其地表亦产生较大的变化,本期方案在现场调查时根据实际塌陷情况圈定地面塌陷范围。

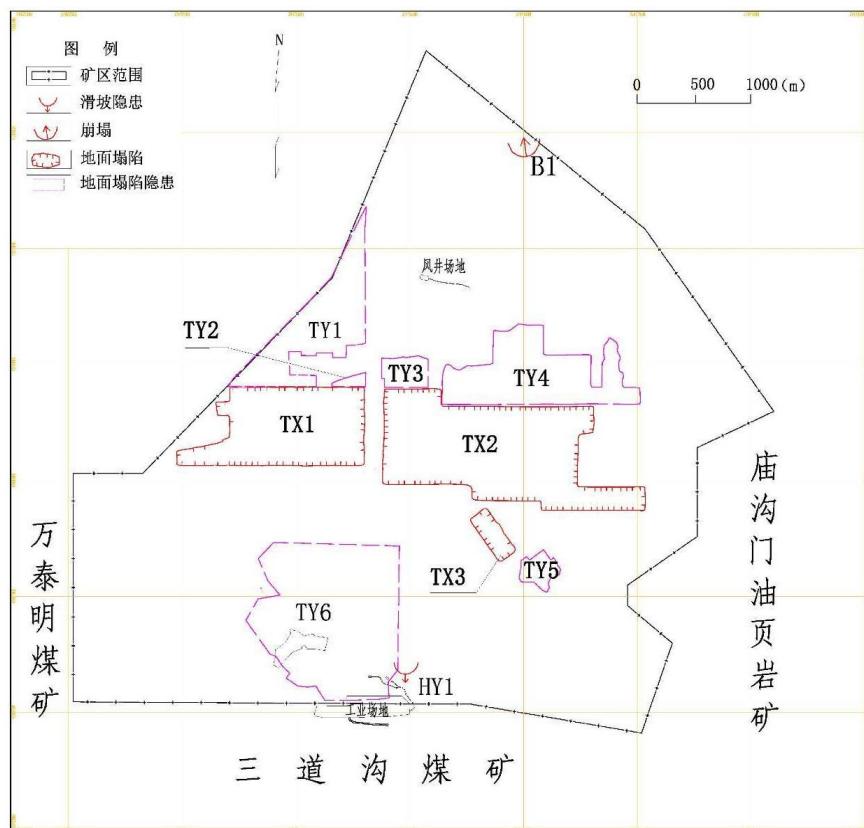
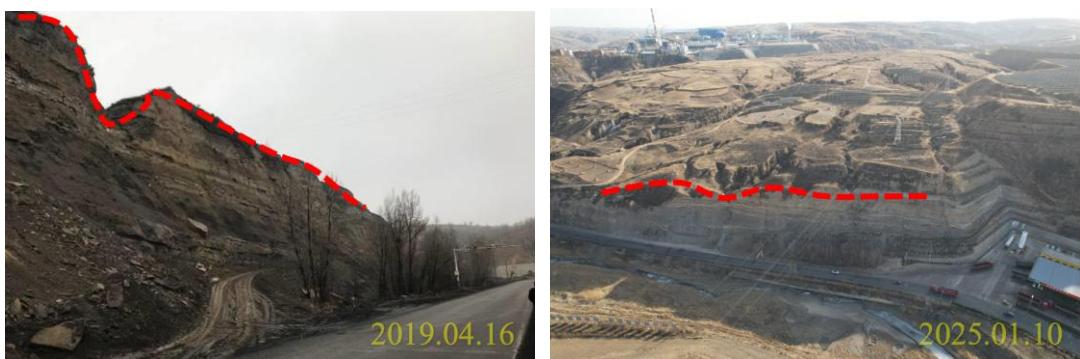


图3.2-3 上期方案确定的不稳定地质体分布



照片 3.2-12 上期方案调查滑坡隐患 HY1 (镜向 SE) 照片 3.2-13 本期方案核实滑坡隐患 HY1 (镜向 NE)



照片 3.2-14 上期方案调查崩塌 B1 (镜向 NW)

照片 3.2-15 本期方案核实崩塌 B1 (镜向 SW)

3、本次方案现场调查确定的不稳定地质体分布情况

结合上期《方案》与府谷县管理部门近年开展的地质灾害风险大核查、地质灾害详查及地质灾害风险调查等工作，通过实地核实调查与地面拉网式排查，本次共确定 9 处不稳定地质体，包括 3 处不稳定斜坡，1 处地面沉陷及 5 处崩塌。各不稳定地质体信息详见表 3.2-6 及图 3.2-4。

表 3.2-6 本次方案综合确定的不稳定地质体信息一览表

序号	调查编号	类型	与以往工作 地灾关系	坐标	
				X	Y
1	BP1	不稳定斜坡	新增		
2	BP2	不稳定斜坡	新增		
3	BP3	不稳定斜坡	新增		
4	CX1	地面沉陷	新增		
5	B1	崩塌	风险隐患点		
6	B2	崩塌	风险隐患点		
7	B3	崩塌	风险隐患点		
8	B4	崩塌	风险隐患点		
9	B5	崩塌	风险隐患点		

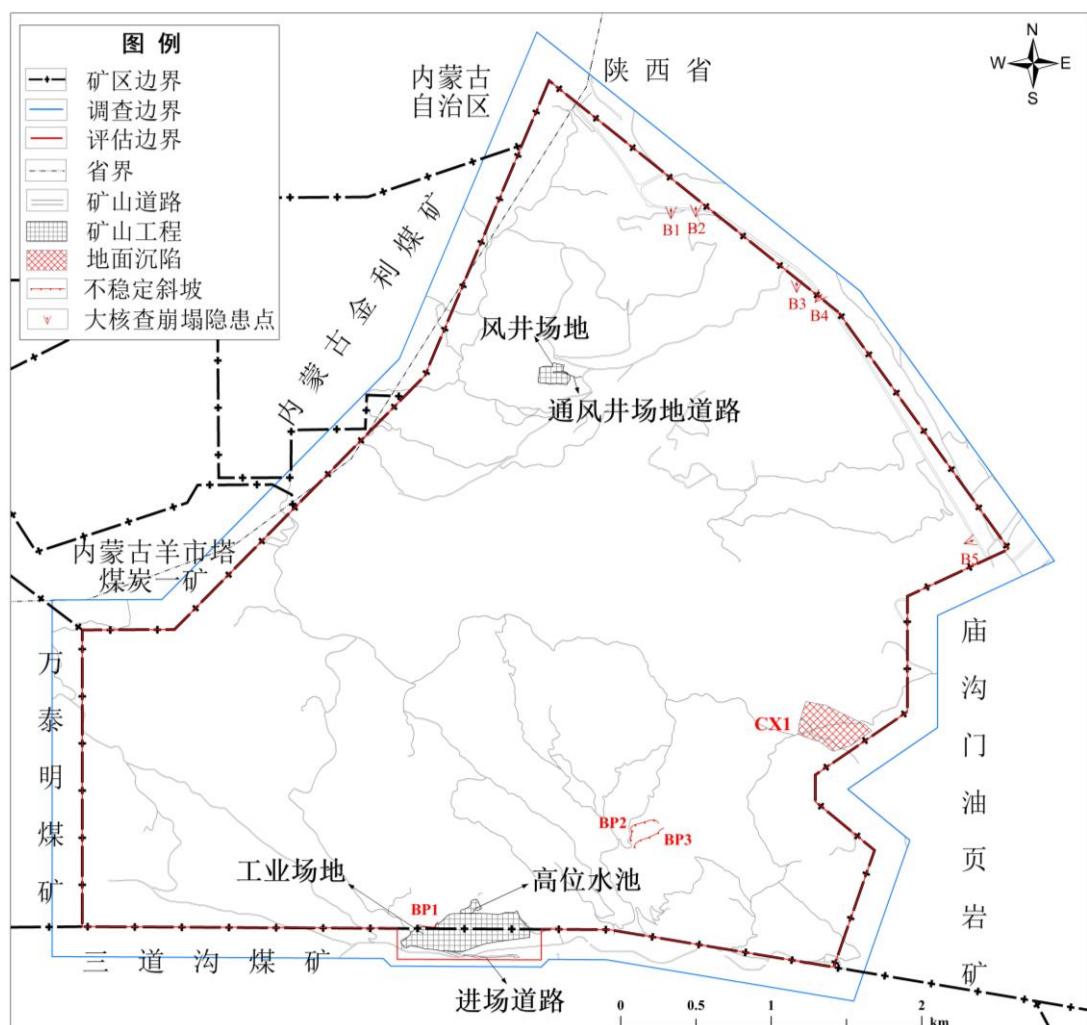


图 3.2-4 府谷县中联前阳洼煤矿现状不稳定地质体分布图

4、不稳定地质体现状评估

（1）宿舍楼北侧不稳定斜坡 BP1

不稳定斜坡 BP1 位于工业场地宿舍楼北侧斜坡带（照片 3.2-16~3.2-17），斜坡中心坐标为 X: *****, Y: *****。斜坡总体坡向 185° ，坡度约 40° ，坡体横向宽度约 140 m，垂向高度约 15~20 m，纵向上呈上缓下陡的形态（图 3.2-5）。斜坡中下部为工业场地建设时对原始斜坡实施了混凝土护坡，但坡面未做锚定支护，斜坡顶部已施工制作了排水沟。斜坡内部组成物质以第四系中更新统砾石黄土为主，坡面中上部植被覆盖率高。由于工业场地建设时，对该段边坡仅仅实施了混凝土喷护，未做进一步支护，故后期经历风化作用后，坡面出现混凝土开裂，存在坡表混凝土脱落失稳的可能性。经过稳定性验算，该不稳定斜坡在天然状态下基本稳定，但在降雨状态下呈欠稳定状态，易发生浅层滑动。该不稳定斜坡失稳影响范围内涉及宿舍楼两座，危害程度中等。故综合分析认为，该不稳定斜坡

失稳可能性较大，发育程度中等，失稳后危害程度中等，**危险性中等**，对矿山地质环境影响**较严重**。



照片 3.2-16 不稳定斜坡全貌（镜向NW）



照片 3.2-17 不稳定斜坡坡面开裂（镜向N）

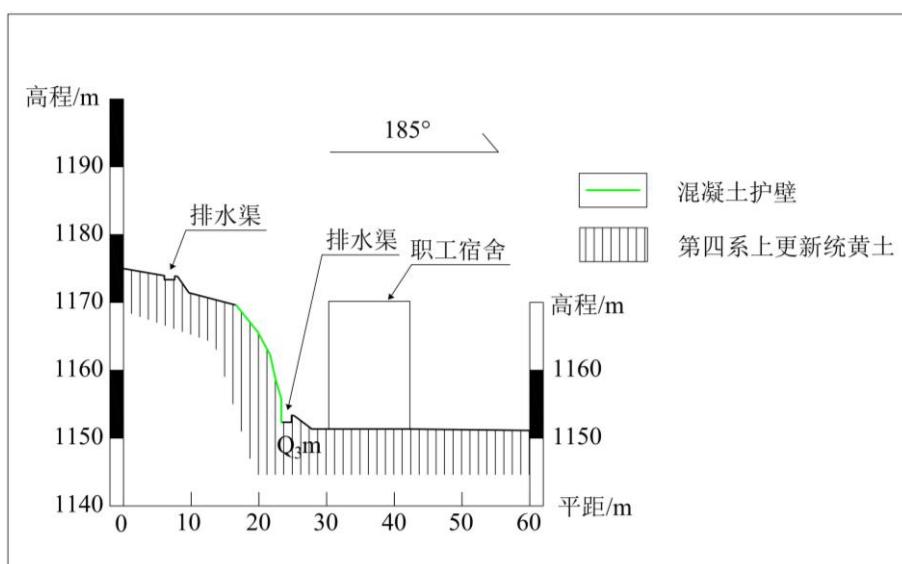


图 3.2-5 不稳定斜坡 BP1 剖面图 (I-I')

（2）西梁村新建宅基地北侧不稳定斜坡 BP2

不稳定斜坡 BP2 位于西梁村西梁沟沟口西北侧新建宅基地北侧斜坡带（照片 3.2-18），该斜坡中心坐标为 X: *****, Y: *****。该不稳定斜坡从平面上呈折线形态，斜坡坡向由南东向南转折过渡，其中近似朝东方向的西南段坡向约 105°，坡度约 50°，近似朝南方向的东北段坡向约 170°，坡度约 45°。该斜坡为宅基地平整场地时，对原始斜坡开挖放坡后形成的人工边坡，朝南方向斜坡坡脚修建了约 2 m 高的砖砌围墙。斜坡组成物质以第四系黄土及侏罗系延安组砂泥岩互层为主（图 3.2-6~3.2-7）。



照片 3.2-18 不稳定斜坡 BP2 全貌 (指向N)

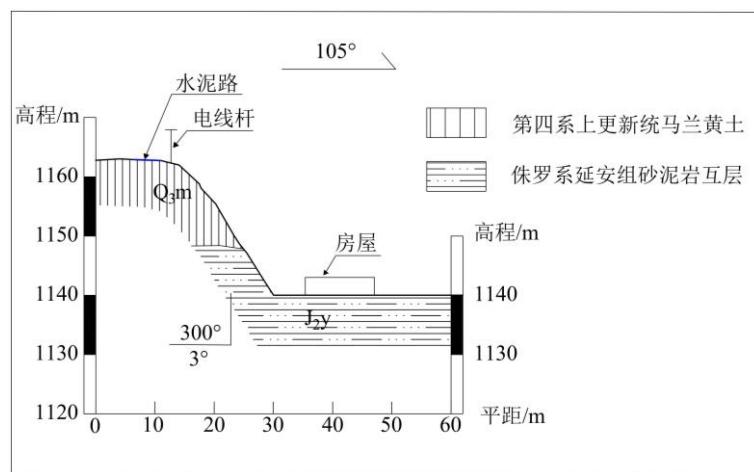


图 3.2-6 不稳定斜坡 BP2 西南段剖面图 (I-I')

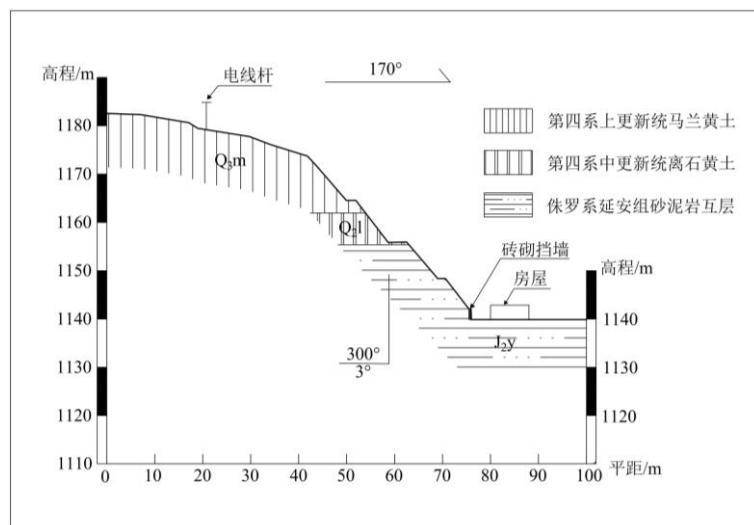


图 3.2-7 不稳定斜坡 BP2 东北段剖面图 (II-II')

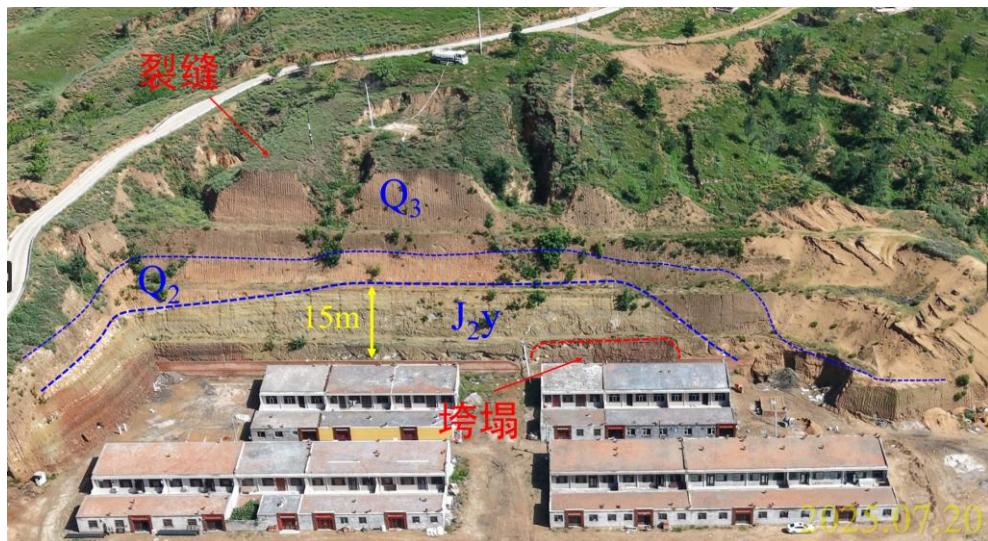
该处不稳定斜坡西南段高度约 10~20 m，宽约 80 m，主要出露地层为第四系上更新统黄土层和侏罗系砂泥岩互层（照片 3.2-19），邻近坡脚处可见基岩由于煤层自燃形成烧变岩；其中基岩层厚 8~15 m，岩层产状 $300^{\circ} \angle 3^{\circ}$ ，与边坡倾向相反，为内倾岩层，风化剥蚀较严重，坡脚可见少量崩残积物堆积；上部黄土层厚 6~8 m，垂直节理裂隙发育，坡顶后缘 3 m 范围内矗立一处电线杆。该斜坡段临近宅基地入口处发生局部垮塌（照片 3.2-19）。



照片 3.2-19 不稳定斜坡 BP2 西南段（面向 W）

该不稳定斜坡东北段宽约 120 m，坡高约 35 m，分四级阶梯，每一级斜坡坡高约 8~10 m，斜坡顶部存在三条冲沟，将顶部平台冲蚀为独立的坡段。斜坡中上部组成物质以第四系上更新统黄土为主，厚度约 20 m，下部以侏罗系砂泥岩互层为主，其中基岩岩层厚约 15 m，岩层产状 $300^{\circ} \angle 3^{\circ}$ ，与边坡倾向呈大角度斜交（照片 3.2-20）。现场调查发现，由于降雨影响，该段坡脚中部发生了局部垮塌，且坡顶靠近西侧水泥路的顶部黄土坡后缘已发生开裂（照片 3.2-20）。

综合现场调查结果及分析可知，该不稳定性斜坡由于坡度与高度较大，且组成物质以黄土与相对软弱的砂泥岩互层为主，坡脚目前亦只做了低矮的砖砌围墙。因此，现状评估认为，该不稳定斜坡在降雨影响下易发生破坏垮塌，失稳可能性较大，发育程度中等；此外，该不稳定斜坡西南端坡脚距离最近的房屋约 15 m，而东北段斜坡坡脚距离房屋不超过 5 m。因此，不稳定斜坡 BP2 西南段失稳即可威胁坡脚 1 栋房屋，而东北段斜坡失稳则威胁坡脚六栋平房，综合危害程度中等；故不稳定斜坡 BP2 危险性中等，对矿山地质环境影响较严重。



照片 3.2-20 不稳定斜坡 BP2 东北段 (镜向 NW)

(3) 西梁村新建宅基地南侧不稳定斜坡 BP3

不稳定斜坡 BP3 位于西梁村新建宅基地南侧，中心点坐标：X=*****，Y=*****，是场地整平时土方回填形成人工边坡（照片 3.2-21）。坡体高约 15~20 m，宽约 250 m，坡度 30~45°，坡向 150°，坡面裸露，植被覆盖率较低，主要出露地层为第四系人工杂填土及侏罗系基岩层，杂填土主要为场地北侧开挖形成的土石方（图 3.2-8）。现场调查未发现坡体出现明显的变形破裂迹象，但由于杂填土较为松散，现场填筑难以压实至高密度状态，当前亦未对其进行支护处理，故将其确定为一处不稳定斜坡。根据现场调查及分析可知，该处不稳定斜坡在降雨影响下，易发生冲蚀破坏，对坡顶宅基地的安全使用构成一定的威胁。故现状评估认为，该不稳定斜坡失稳致灾可能性较大，发育程度中等，危害程度中等，危险性中等，对矿山地质环境影响较严重。



照片 3.2-21 不稳定斜坡 BP3 全貌 (镜向 N)

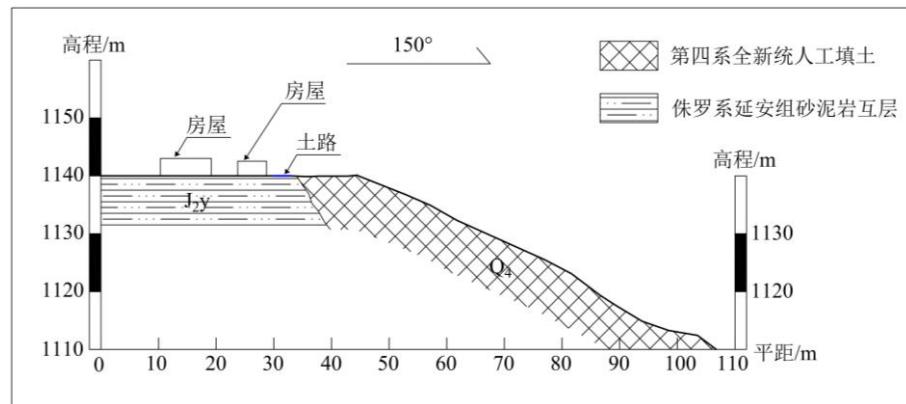


图 3.2-8 不稳定斜坡 BP3 剖面图 (I-I')

(4) 地面沉陷 (CX1)

地面沉陷 CX1 位于评估区东部，面积 9.49 hm^2 ，该塌陷是由煤矿 2025 年开采 52111 工作面 5^2 煤形成。在现场调查时发现，该沉陷区发育一条南北向的宽大裂缝，同时裂缝两侧 2 m 处伴生次一级裂缝，与该宽大裂缝垂直方向上平行主裂缝发育长度 1~4 m 不等的细小裂缝（照片 3.2-22）。此南北向的主裂缝长度约 210 m，宽度约 0.5~1 m，最深处可达 1.5 m。该处地面沉陷所在地表多为自然地表，土地类型多以草地及林地为主；除此之外，地面沉陷威胁地表村道土路约 1.2 km。综合分析，现状条件下，该地面沉陷发育程度中等，危害程度中等，危险性中等，地质环境影响程度较严重。

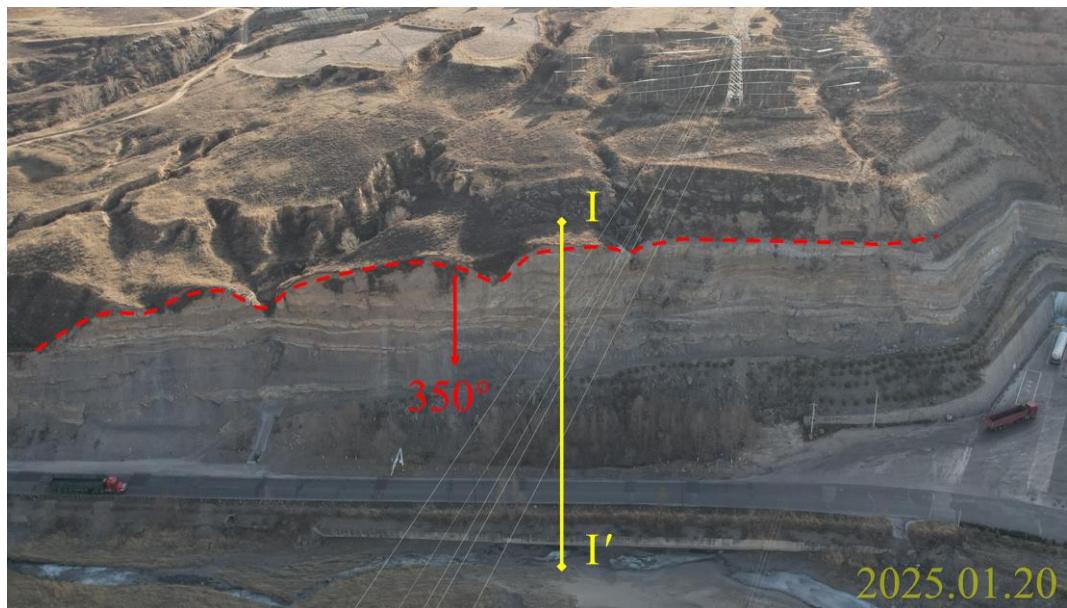


照片 3.2-22 地面沉陷 CX1 地面开裂 (面向E)

(5) 庙沟门镇后沟门阴湾崩塌 (B1)

庙沟门镇后沟门阴湾崩塌 (B1) 位于矿区东北侧边界东鑫恒泰油气站东侧

斜坡带，中心点坐标：X=*****，Y=*****，其是前期庙羊路建设时开挖原始斜坡形成的高陡人工边坡（照片 3.2-23）。坡体高约 20~25 m，宽约 180 m，整体坡度约 85°，坡向 350°，坡面裸露，植被覆盖率较低，主要出露地层为第四系离石黄土及侏罗系延安组砂岩夹泥岩（图 3.2-9）。现场调查坡面岩体风化剧烈，较为破碎，且危岩较多，坡脚发现少量垮落的碎石。根据现场调查及分析可知，该处崩塌所在边坡坡面破碎，在降雨影响下，易发生危岩失稳坠落，对坡脚公路及来往车辆造成较大的威胁。故现状评估认为，该崩塌失稳致灾可能性较大，发育程度中等，危害程度中等，危险性中等，对矿山地质环境影响较严重。



照片 3.2-23 庙沟门镇后沟门阴湾崩塌（B1）（镜向S）

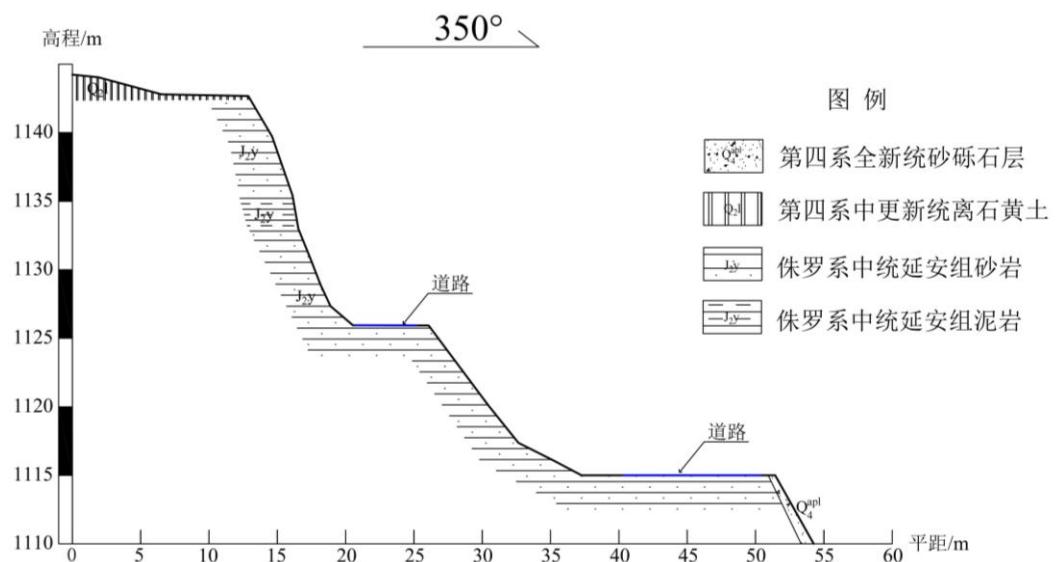
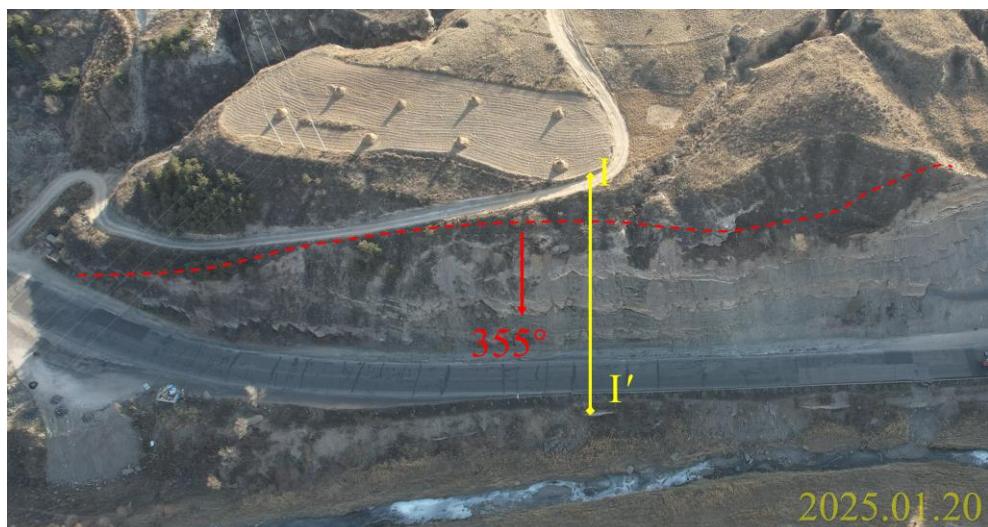


图 3.2-9 庙沟门镇后沟门阴湾崩塌剖面图（I-I'）

（6）庙羊路 K7+800（泰达公司路口北）崩塌（B2）

庙羊路 K7+800 崩塌（B2）位于矿区东北侧边界处，与前述庙沟门镇后沟门阴湾崩塌相邻，中心点坐标：X=*****，Y=*****，同样为前期庙羊路建设时开挖原始斜坡形成的高陡人工边坡（照片 3.2-24）。坡体高约 15~20 m，宽约 120 m，整体坡度约 75°，部分坡段近直立，坡向 355°，坡面裸露，植被覆盖率较低，主要出露地层为第四系离石黄土及侏罗系延安组砂岩夹泥岩（图 3.2-10）。现场调查发现崩塌所在斜坡坡面破碎，岩层因差异风化导致砂岩层悬空，且岩体中节理裂隙发育，造成坡面形成较多危岩。综合分析可知，该处崩塌所在斜坡在降雨影响下，易发生危岩坠落，威胁坡脚公路及过往车辆。故现状评估认为，该崩塌失稳致灾可能性较大，发育程度中等，危害程度中等，危险性中等，对矿山地质环境影响较严重。



照片 3.2-24 庙羊路 K7+800（泰达公司路口北）崩塌（B2）（镜向S）

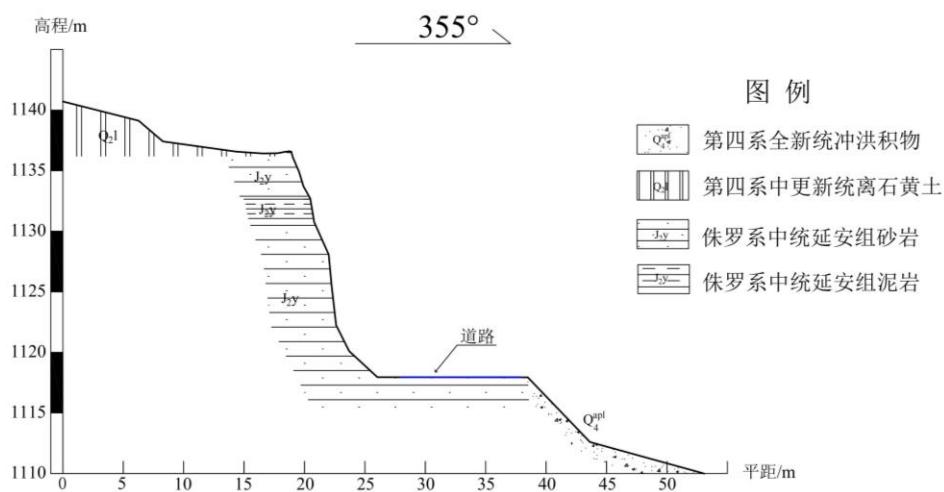
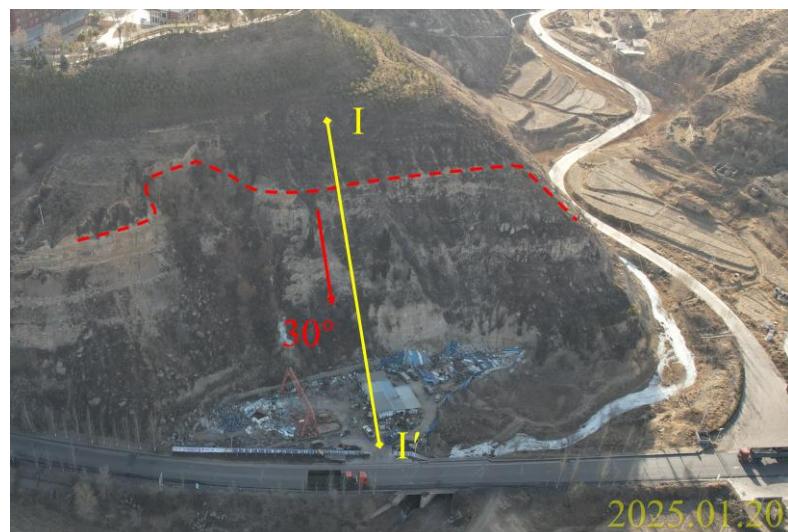


图 3.2-10 庙羊路 K7+800（泰达公司路口北）崩塌剖面图（I-I'）

(7) 沙梁村废品站岩质崩塌 (B3)

沙梁村废品站岩质崩塌 (B3) 位于矿区东北侧边界沙梁村废品站南侧斜坡带 (照片 3.2-25)，中心点坐标：X=*****，Y=*****。崩塌所在斜坡坡体高约 30 m，宽约 150 m，整体坡度约 70°，坡向 30°，坡面多处裸露，植被覆盖率较低，主要出露地层为第四系离石黄土及侏罗系延安组砂岩夹泥岩 (图 3.2-11)。现场调查发现崩塌所在斜坡坡面破碎，岩层因差异风化剧烈，坡面上出现众多坠落的碎石。综合分析可知，该处崩塌所在斜坡在降雨影响下，易发生危岩坠落，威胁坡脚废品站工棚及住户。故现状评估认为，该崩塌失稳致灾可能性较大，发育程度中等，危害程度中等，危险性中等，对矿山地质环境影响较严重。



照片 3.2-25 沙梁村废品站岩质崩塌 (B3) (镜向SW)

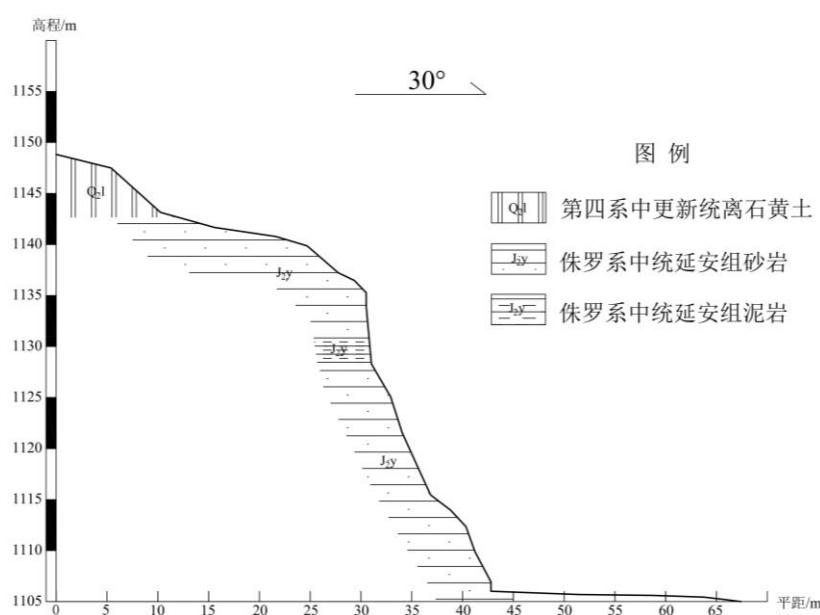
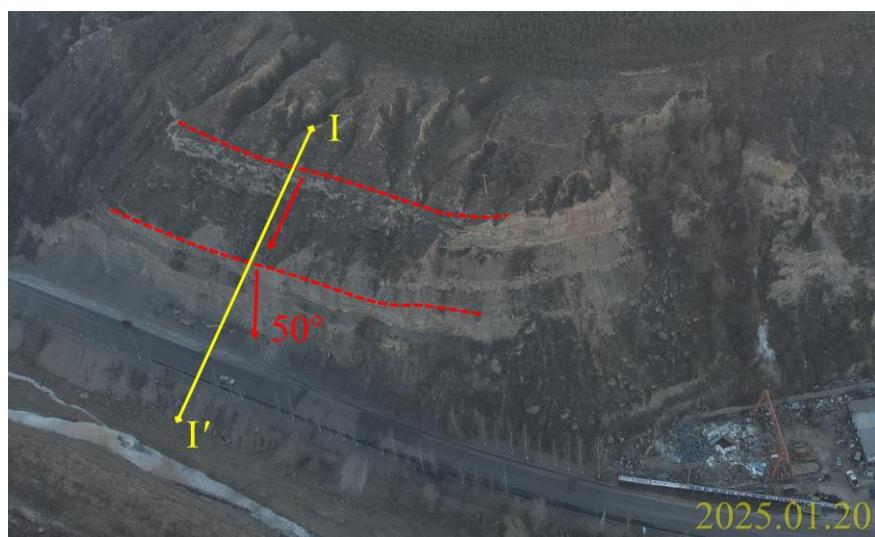


图 3.2-11 沙梁村废品站岩质崩塌剖面图 (I-I')

（8）后沟门边底线公路崩塌（B4）

后沟门边底线公路崩塌（B4）位于矿区东北角沙梁村废品站东南侧斜坡带（照片 3.2-26），与废品站岩质崩塌相邻，其为道路建设开挖原始斜坡形成的一处高陡边坡，中心点坐标：X=*****，Y=*****。崩塌所在边坡坡体高约 25 m，宽约 110 m，边坡上缓下陡呈台阶状，坡向 50°。边坡下部台阶近直立，坡面裸露，植被覆盖率较低，上部台阶略缓，坡面覆盖少量植被。边坡主要出露地层为第四系离石黄土及侏罗系延安组砂岩夹泥岩（图 3.2-12）。现场调查发现崩塌所在边坡坡面破碎，岩层因差异风化形成多处危岩。综合分析可知，该处崩塌所在斜坡在降雨影响下，易发生危岩坠落，威胁坡脚公路。故现状评估认为，该崩塌发育程度中等，危害程度中等，危险性中等，对矿山地质环境影响较严重。



照片 3.2-26 后沟门边底线公路崩塌（B4）（镜向SW）

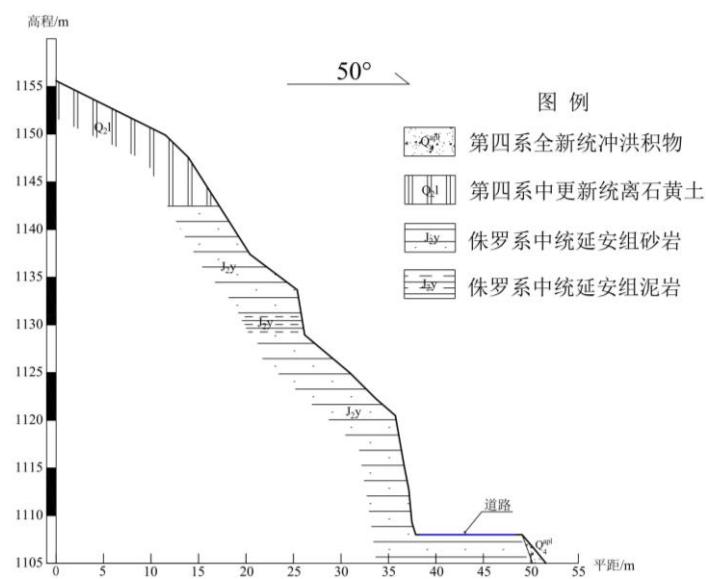


图 3.2-12 后沟门边底线公路崩塌剖面图（I-I'）

（9）庙羊路 K4+000（念沟则村）崩塌（B5）

庙羊路 K4+000（念沟则村）崩塌（B5）位于矿区东侧边界庙羊路与阴石畔交叉处斜坡带（照片 3.2-27），该崩塌所在斜坡为公路建设形成的一段陡立岩质边坡，中心点坐标：X=*****，Y=*****。崩塌所在边坡坡体高约 10~15 m，宽约 100 m，整体坡度约 70°，坡向 40°。边坡坡面裸露，植被覆盖率较低。边坡地层主要为侏罗系延安组砂岩夹泥岩（图 3.2-13）。现场调查发现崩塌所在边坡坡面破碎，岩层因差异风化导致厚层砂岩悬空形成危岩。综合分析可知，该处崩塌所在斜坡近直立，悬空砂岩层在节理裂隙切割下，受重力长期作用易发生危岩坠落，威胁坡脚公路。故现状评估认为，该崩塌失稳致灾可能性较大，发育程度中等，危害程度中等，危险性中等，对矿山地质环境影响较严重。



照片 3.2-27 庙羊路 K4+000（念沟则村）崩塌（B5）（面向SW）

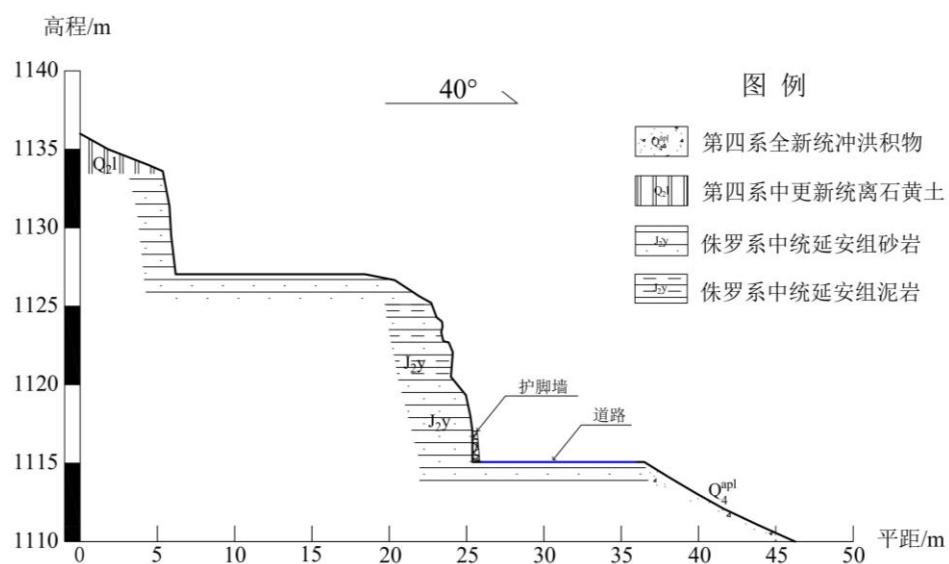


图 3.2-13 庙羊路 K4+000（念沟则村）崩塌剖面图（I-I'）

（10）现状评估小结

综上所述，评估区内确定了 9 处不稳定地质体，经过现状评估认为：不稳定斜坡BP1-BP3 发育程度中等，危害程度中等，故危险性中等；地面沉陷CX1 发育程度中等，危害程度中等，故危险性中等；崩塌B1-B5 发育程度中等，危害程度中等，故危险性中等；上述 9 处不稳定地质体对矿区地质环境影响较严重。

5、不稳定地质体预测评估

不稳定地质体预测评估是在不稳定地质体现状评估的基础上，根据矿山开发利用方案所确定的煤层开采工艺及开采接续计划进行的采矿活动与不稳定地质体互馈作用危险性预测。本次主要预测矿山地面建设工程运行过程中遭受不稳定地质危险性、以及矿山地下采矿活动可能引发不稳定地质体失稳成灾的危险性。

（1）地面建设工程与不稳定地质体互馈作用危险性评估

① 地面建设工程遭受不稳定地质体危险性预测评估

府谷县中联前阳洼煤矿地面建设工程包括工业场地、风井场地、高位水池、矿山道路（进场道路及风井道路）及其他煤矿涉及建造的工程单元。根据现场调查确定，评估区内现状存在 9 处不稳定地质体，分别为 3 处不稳定斜坡、1 处地面沉陷与 5 处崩塌点。通过位置分析，工业场地内的单身宿舍楼在后续使用过程中可能遭受不稳定斜坡 BP1 失稳影响，西梁村新建宅基地可能遭受不稳定斜坡 BP2 与 BP3 失稳影响，地面沉陷 CX1 地表仅存在村道土路，其余地面建设工程遭受现有不稳定地质体失稳影响的可能性小。根据野外调查及分析可知，不稳定斜坡 BP1 坡表当前已产生混凝土开裂，在降雨及其他工程活动扰动下易发生坡表混凝土大面积脱落或垮落，威胁坡脚房屋，故预测评估坡脚单身宿舍楼遭受不稳定斜坡 BP1 危险性中等；此外，不稳定斜坡 BP2 与 BP3 坡体高陡，顶部黄土遇水易发生劣化，底部砂泥岩相对软弱，抗风化能力差，在降雨等工程扰动下易发生失稳。最后，庙羊公路与沙梁村废品站均遭受 5 处崩塌点的威胁，且崩塌所在斜坡均为近水平中厚层砂岩夹薄层泥岩构成的高陡斜坡，在差异风化影响下坡面形成多处危岩体，受降雨及冻融作用影响，极易引发崩塌。

因此，预测评估认为：西梁村新建宅基地在后续建设及运营过程中，遭受不稳定斜坡 BP2 及 BP3 失稳影响可能性较大，危险性中等；再者，地面沉陷 CX1 下伏采空区形成时间较短，当前仍未达到沉稳期，故预测评估地表道路遭受地面

沉陷 CX1 损毁的可能性较大，危险性中等；庙羊公路及沙梁村废品站遭受崩塌 B1-B5 失稳影响可能性较大，危险性中等。

② 地面建设工程引发不稳定地质体危险性预测评估

府谷县中联前阳洼煤矿工业场地、风井场地及矿山道路等工程，均已完工地面建设，工业场地内无新建工程，工程开挖及平台填筑等工程活动相对较少，故引发不稳定地质体失稳危险性小。

（2）采矿工程引发不稳定地质体危险性评估

采矿工程可能引发地面沉陷及伴生地裂缝、滑坡和崩塌等不稳定地质体灾变，可能造成地面建（构）筑物损坏、威胁人员。故对采矿工程中的采矿沉陷范围及下沉量进行预测计算，分析其造成地表变形破坏的范围及程度，预测评估引发不稳定地质体灾变的可能性及危害性，进而说明不稳定地质体的危险性。

1) 地面沉陷量预测计算

根据府谷县中联前阳洼煤矿煤层赋存条件、开采层数、赋存范围、开采煤层、采煤方法及工艺等条件，结合周边煤矿岩移观测成果，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。

计算模式如下：

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

最大倾斜值： $i_{cm}=W_{max}/r$, mm/m

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

最大水平移动值： $U_{cm}=b\times W_{max}$, mm

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

上式中：

M —煤层开采厚度, m; H —煤层埋藏深度, m;

α —煤层倾角, 为 1° ; r —开采影响半径, m, $r=H/\tan\beta$;

q —下沉系数; $\tan\beta$ —主要影响角正切值;

b —水平移动系数。

结合府谷县中联前阳洼煤矿以往开采沉陷取得的经验值及周边矿山开采对地表破坏情况，确定府谷县中联前阳洼煤矿未来开采预测的相关参数如表 3.2-7

所示。

表 3.2-7 府谷县中联前阳洼煤矿地表岩移预测相关参数表

煤层	煤层平均采高 (m)	煤层最大埋深 (m)	下沉系数	水平移动系数	煤层倾角 (°)	主要影响半径 (m)	主要影响角正切
4 ⁻⁴	1.16	137.11	0.60	0.30	1	47.28	2.9
5 ⁻¹	0.98	142.44	0.80	0.30	1	49.12	2.9
5 ⁻²	2.73	176.42	0.80	0.30	1	60.83	2.9

2) 地表下沉、移动与变形值预测结果

府谷县中联前阳洼煤矿近期 5 年开采 4⁻⁴ 煤 44203 工作面、44301 工作面、44302 工作面、44303 工作面、44304 工作面及 44305 工作面；开采 5⁻¹ 煤的 51102 工作面、51103 工作面及 51301 工作面；开采 5⁻² 煤的 52129 工作面、52111 工作面、52201 工作面及 52202 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，预测结果见表 3.2-8。根据预测结果，绘制的府谷县中联前阳洼煤矿近期(5 年)开采区地面沉陷下沉等值线见图 3.2-14，图 3.2-15 与图 3.2-16 分别为中期及方案服务期开采后地面沉陷下沉等值线图。

表 3.2-8 近期开采区及全井田开采地面下沉及其他变形参数值预测结果一览表

煤层		沉降量 W_{cm} (mm)	倾斜值 i_{cm} (mm/m)	曲率 k_{cm} ($10^{-3}/mm$)	水平移动 U_{cm} (mm)	水平变形 ε_{cm} (mm/m)
近期	4 ⁻⁴	696	14.72	0.47	208.8	6.71
	5 ⁻¹	784	15.96	0.49	235.2	7.28
	5 ⁻²	2184	35.90	0.90	655.2	16.37
	综合	4138	53.95	1.07	1241	24.60
方案服务期	4 ⁻⁴	696	14.72	0.47	208.8	6.71
	5 ⁻¹	784	15.96	0.49	235.2	7.28
	5 ⁻²	2184	35.90	0.90	655.2	16.37
	综合	4138	53.95	1.07	1241	24.60

由上表计算结果可知，预测开采 4⁻⁴、5⁻²、5⁻¹ 煤开采后地面最大沉降量分别为 696mm、784 mm 与 2184 mm，最大倾斜值分别为 14.72 mm/m、15.96 mm/m

与 35.90 mm/m , 最大曲率分别为 $0.47 \times 10^{-3}/\text{mm}$ 、 $0.49 \times 10^{-3}/\text{mm}$ 与 $0.90 \times 10^{-3}/\text{mm}$, 最大水平移动分别为 208.8 mm 、 235.2 mm 与 655.2 mm , 最大水平变形值分别为 6.71 mm/m 、 7.28 mm/m 与 16.37 mm/m 。

无论是近期开采还是方案服务期煤层开采, 采区均存在不同区域的重复开采。故根据综合计算可以得到, 当三层煤重复开采后, 最终造成的变形极值可达到如下程度: 地面下沉最大值约 4138 mm , 最大倾斜值约 53.95 mm/m , 最大曲率值为 $1.07 \times 10^{-3}/\text{mm}$, 最大水平移动值约为 1241 mm , 最大水平变形值约为 24.60 mm/m 。

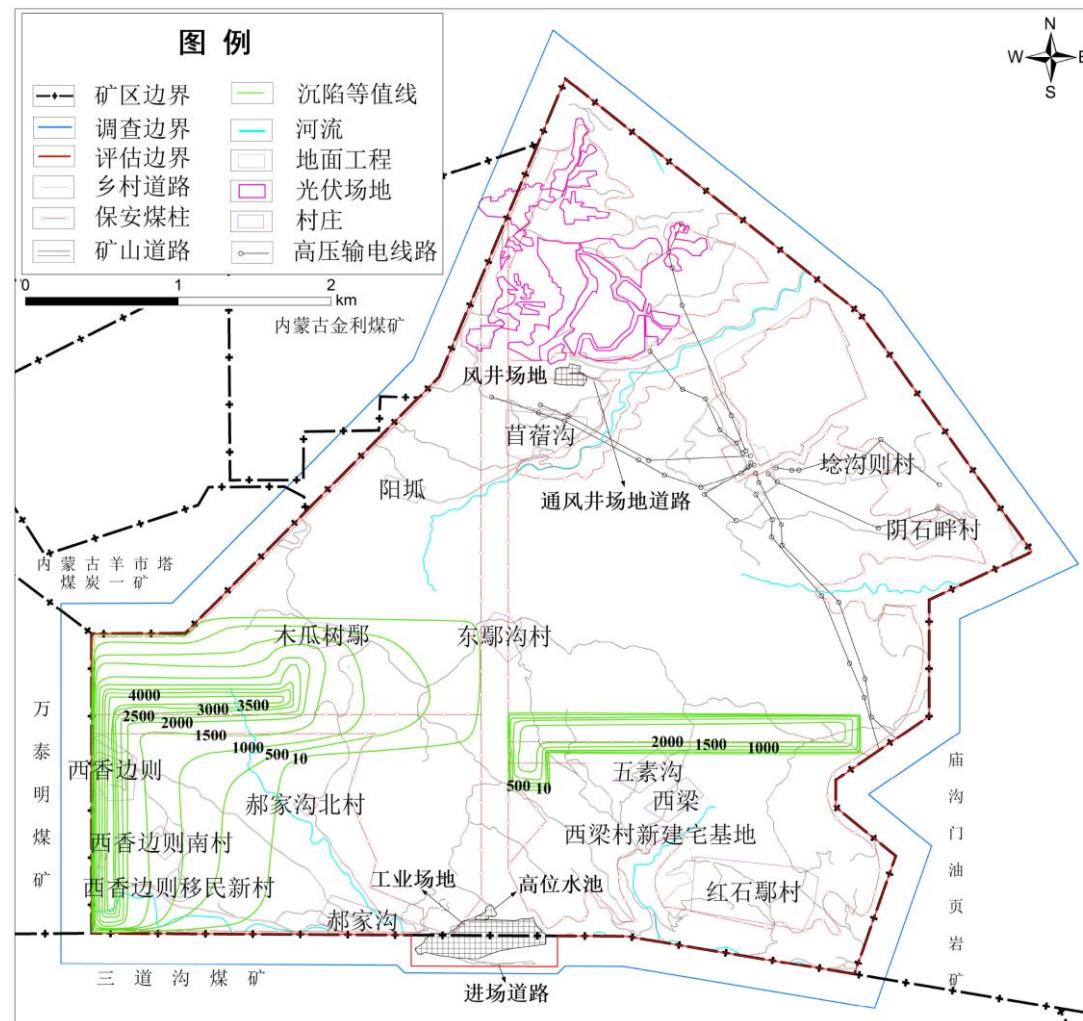


图 3.2-14 近期（5 年）开采地表下沉等值线图

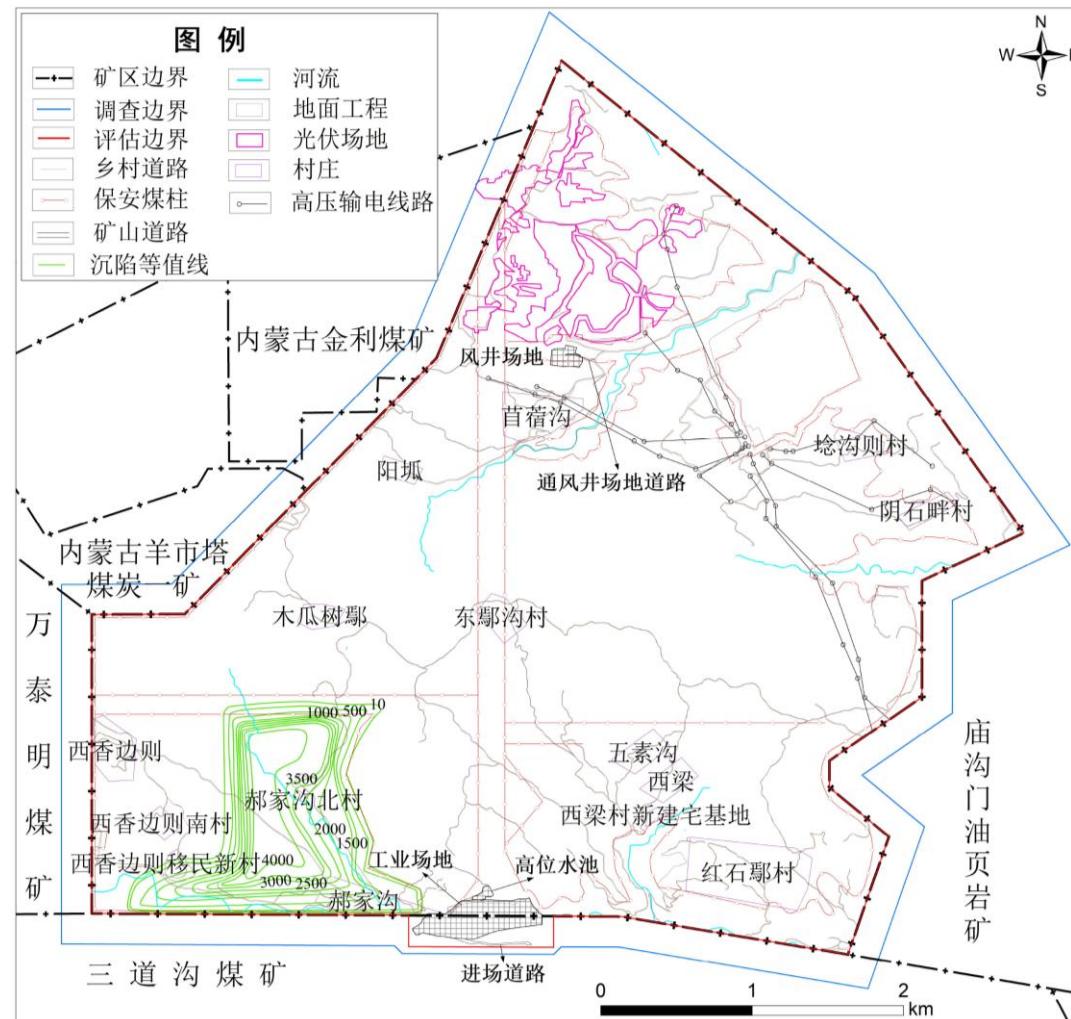


图 3.2-15 中期开采地表下沉等值线图

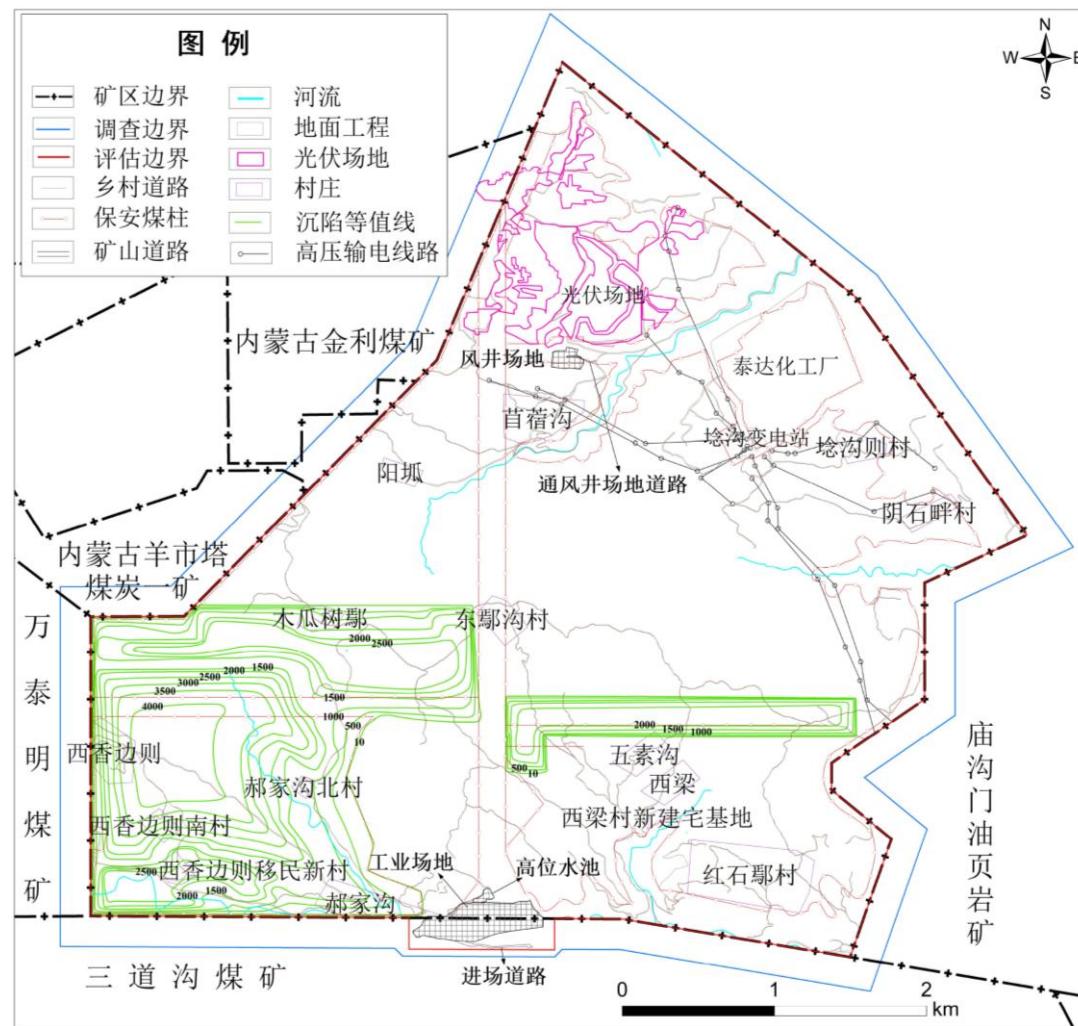


图 3.2-16 方案服务期开采地表下沉等值线图

3) 引发不稳定地质体的类型、范围及时间

府谷县中联前阳洼煤矿主要可采煤层为 4⁴、5¹ 及 5²，随着煤层的开采地表会出现裂缝、错坎和塌陷坑。其形成时间和范围与井下采掘工作面的布置及推进速度、距离密切相关。地表沉陷的影响范围受煤层厚度、上覆岩层的厚度、岩性、移动角和边界角影响。根据本井田的地质特征及开采条件，结合实践经验计算确定，塌陷中心基本上与开采中心相同，塌陷盆地范围比采空区本身在平面上向外扩展约 64~137 m。

地表移动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，一般当工作面自开采开始向前推进的距离相当于 $H/4$ (H 为平均采深) 时，开采影响即波及到地表，引起地表变形。依据《建筑物、水体、铁路及主要井巷煤柱留设及压煤开采规程》，停采后地表移动的延续时间 (T) 可根据下式计算：

$$T = 2.5 \times H(d)$$

根据上述公式，通过综合计算求得全井田 4⁴ 煤层（平均采深 63.96 m）地表移动变形时间平均约 160 d；5¹ 煤层（平均采深 82.96 m）地表移动变形时间平均约 207 d；5² 煤层（平均采深 102.24 m）地表移动变形时间平均约 256 d。

上述计算仅是初步预测估算，由于采集的数据有限，计算出的地表变形值可能存在偏差。在矿山开采过程中，因开采煤层厚度变化及开采顺序和方式不同，应由矿井地质技术人员进行量化预测评估，根据实际采厚、采深和开采顺序进行修正，对主采区的主剖面在地表布设观测点，进行长期观测，总结地表变形规律，以便指导矿井生产，预测地表变形，减少采空区采空塌陷造成的灾害损失。

4) 采矿活动影响程度预测

根据项目组于 2023 年至 2025 年数次对矿区地表沉陷调查可知，矿井开采造成地面沉陷引发的破坏较为严重。项目组于 2023 年 12 月在矿区五素沟进行地面沉陷调查时，即发现煤矿开采 5221 及 5223 工作面造成地面开裂，现场发现裂缝最宽处可达 50cm，裂缝深度最大可达 120 cm (照片 3.2-28)。上述区域的沉陷开裂仅仅源于煤矿对 5² 煤开采造成的结果，而近期开采的采区不仅会开采 5² 煤，同时还会开采上覆 5¹ 煤与 4⁴ 煤，重复开采造成的叠加影响只会造成采区地表产生更严重的沉陷开裂。因此，结合矿山实际开采造成的地面沉陷结果与采区开采预测计算结果对未来采矿活动影响地表各类型工程损坏程度开展分析评价。



照片 3.2-28 521 盘区 5² 煤开采造成的地面沉陷

A 采矿活动引发煤矿地面工程损坏预测评估

由于工业场地、风井场地、高位水池以及矿山道路均不在采区范围内，且工业场地下留设保安煤柱。故上述煤矿地面工程基本不受开采引起的地面变形的影响。因此，预测评估采矿活动引发的地面沉陷对上述煤矿地面工程危害程度小，危险性小，地质环境影响程度较轻。同理，府谷县中联前阳洼煤矿近期采矿区域远离煤矿地面工程位置，故近期采矿活动对其造成的危害程度小，危险性小，地质环境影响程度较轻。

B 采矿活动引发村庄、工业地面建构筑物损坏预测评估

开采区内目前存在杨家梁、木瓜树焉、西香边则、西香边则南村、西香边则移民村、郝家沟北村及郝家沟八处村民聚集点，同时采区远离井田东部的工矿企业。其中木瓜树焉及杨家梁已经搬迁，多数地面建筑已拆除，并异地建房，故预测评估方案服务期与近期采矿活动引发的地面沉陷对上述两处村民聚集点建构筑物危害程度小，危险性小，地质环境影响程度较轻。采区中涉及的自然村包括西香边则、西香边则南村、西香边则移民新村、郝家沟北村及郝家沟村，其地面建构筑物多数为砖混结构，根据开发利用方案（2023 年变更）显示，上述村民

聚集点下均未留设保安煤柱。因此，根据《三下采煤规范》，采矿引起的地表变形对砖混结构建筑物的损坏程度等级可依据表 3.2-9 进行判定，服务期开采之后地面建构筑物损坏判定结果见表 3.2-10，近期开采之后地面建构筑物损坏判定结果见表 3.2-11。结合煤矿前期开采造成的地面沉陷结果分析，并由表 3.2-10 可知，方案服务期开采之后，采区内涉及的五处自然村庄地面建构筑物损毁等级均达到 IV 级，损坏程度为严重损坏，危害程度大、危险性大、地质环境影响程度**严重**，应于采掘前实施搬迁。由表 3.2-11 可知，煤矿近期开采之后，会造成西香边则与西香边则南村两处地面建构筑物严重损坏，危害程度大、危险性大，地质环境影响**严重**；造成西香边则移民新村地面建构筑物中度损坏，危险性中等，地质环境影响**较严重**。

C 采矿活动引发道路损坏预测评估

中联前阳洼煤矿采区内存在诸多通村道路，且下部未留设保安煤柱，结合前述煤矿前期开采造成的地面沉陷结果分析，参考表 3.2-9 砖混结构建筑物损坏等级判定表，部分处于地面沉陷等直线较为密集处的道路受损较严重，需要大修，而处于沉陷边缘及中心部位的道路属于中度损坏，需要中修。综合分析，预测方案服务期与近期采矿活动对道路造成的危害程度中等~大，危险性中等~大，地质环境影响程度**较严重~严重**。其中采矿活动对郝家沟至西香边则移民新村水泥路及郝家沟至西香边则水泥路影响**严重**；采矿活动对西香边则移民新村至西香边则土路、郝家沟至郝家沟北村土路、郝家沟北村至木瓜树墕土路、木瓜树墕至东郿沟土路、柏树沟东梁水泥路、东郿沟至五素沟水泥路及东郿沟至矿区东侧林场土路影响**较严重**。

D 采矿活动引发输电线路损坏预测评估

经过现场调查，中联前阳洼煤矿井田内主要的高压输变电线路多分布于井田东北方向埝沟变电站附近，方案服务期井田采区基本不分布高压输电线路。故预测评估采矿活动对其危害程度小，危险性小，地质环境影响程度**较轻**。但采区内分布有少量的低压输电线路及电线杆，受采矿活动影响较大，一般表现为歪斜或倾倒，损坏等级一般为 II 级，属于轻度损坏，故预测评估采矿活动对低压输电线路危害程度小，危险性小，地质环境影响程度**较轻**。

表 3.2.9 砖混结构建筑物损坏等级

损坏等级	建筑物损坏程度	地表变形值			损坏分类	结构处理
		水平变形 ϵ (mm/m)	倾斜 (mm/m)	曲率 $K(10^{-3}/m)$		
I	自然间砖墙上出现宽度 1~2mm 的裂缝。	≤ 2.0	≤ 3.0	≤ 0.2	极轻微损坏	不修
	自然间砖墙上出现宽度小于 4mm 的裂缝；多条裂缝总宽度小于 10mm。				轻微损坏	简单维修
II	自然间砖墙上出现宽度小于 15mm 的裂缝；多条裂缝总宽度小于 30mm；钢筋混凝土梁、柱上裂缝长度小于 1/3 截面高度；梁端抽出小于 20mm；砖柱上出现水平裂缝，缝长大于 1/2 截面边长；门窗略有歪斜。	≤ 4.0	≤ 6.0	≤ 0.4	轻度损坏	小修
III	自然间砖墙上出现宽度小于 30mm 的裂缝；多条裂缝总宽度小于 50mm；钢筋混凝土梁、柱上裂缝长度小于 1/2 截面高度；梁端抽出小于 50mm；砖柱上出现小于 5mm 水平错动，门窗略严重变形。	≤ 6.0	≤ 10.0	≤ 0.6	中度损坏	中修
IV	自然间砖墙上出现宽度大于 30mm 的裂缝；多条裂缝总宽度大于 50mm；梁端抽出小于 60mm；砖柱出现小于 25mm 的水平错动。	>6.0	>10.0	>0.6	严重损坏	大修
	自然间砖墙上出现严重交叉裂缝、上下贯通裂缝，以及墙体严重外鼓、歪斜；钢筋混凝土梁、柱裂缝沿截面贯通；梁端抽出大于 60mm；砖柱出现大于 25mm 的水平错动；有倾倒的危险。				极度严重损坏	拆建

表 3.2-10 地表变形对村庄地面建（构）筑物损坏等级预测（方案服务期开采）

村庄建构 筑物	水平变形 ε_{cm} (mm/m)	倾斜值 i_{cm} (mm/m)	曲率 k_{cm} ($10^{-3}/mm$)	损坏等级	影响程度 分级	备注
西香边则	23.78	52.15	1.03	IV	严重	大修
西香边则 南村	20.80	45.63	0.90	IV	严重	大修
西香边则 移民新村	14.86	32.59	0.64	IV	严重	大修
郝家沟北 村	7.49	16.44	0.41	IV	严重	大修
郝家沟	7.49	16.44	0.41	IV	严重	大修

表 3.2-11 地表变形对村庄地面建（构）筑物损坏等级预测（近期开采）

村庄建构 筑物	水平变形 ε_{cm} (mm/m)	倾斜值 i_{cm} (mm/m)	曲率 k_{cm} ($10^{-3}/mm$)	损坏等级	影响程度 分级	备注
西香边则	23.78	52.15	1.03	IV	严重	大修
西香边则 南村	7.49	16.44	0.41	IV	严重	大修
西香边则 移民新村	4.16	9.12	0.18	III	较严重	中修

E 采矿活动引发工矿企业损坏预测评估

评估区内现存埝沟变电站、泰达煤化和府谷县矽盟电力有限公司（光伏发电企业）。埝沟变电站和泰达煤化厂位于矿区东北边界处，两处工矿企业下部均留设有保安煤柱，同时近期采区远离上述两处工矿企业，故近期采矿活动对对其影响较轻。此外府谷县矽盟电力有限公司在矿区东北角地面布设光伏电力设备，但煤矿近期采区远离上述设备所在位置，故近期采矿活动对其影响较轻。

F 采矿活动加剧不稳定地质体危险性预测评估

根据不稳定地质体与近期矿山开采范围综合分析，9 处不稳定地质体中除地面沉陷 CX1 外，其余不稳定地质体均远离未来五年采区范围，故采矿活动加剧不稳定斜坡 BP1-BP3 危险性小，地质环境影响较轻；而地面沉陷 CX1 所在区域临近未来 5 年采区，故采矿活动加剧地面沉陷 CX1 危险性中等，地质环境影响较严重。

（3）预测评估小结

经过对煤矿未来五年采矿沉陷预测计算结果分析，预测评估认为：采矿活动

对煤矿地面建设工程影响较轻；煤矿近期采矿活动，对西香边则与西香边则南村地面建构筑物危害程度大、地质环境影响**严重**；对西香边则移民新村地面建构筑物危害程度中等，地质环境影响**较严重**；采矿活动对采区道路影响较**严重~严重**，采矿活动对埝沟变电站、泰达煤化和府谷县矽盟电力有限公司三处工矿企业影响较轻；采矿活动加剧地面沉陷 CX1 危险性重点，对地质环境影响较**严重**，加剧其余不稳定地质体危险性小，对地质环境影响较轻。

（三）矿区含水层破坏现状分析与预测

1、采矿活动对含水层影响和破坏现状评估

评估区地质构造简单，未发现明显的断层等构造现象。煤矿开采时的矿坑充水通道主要为煤层开采后形成的冒裂带及导水裂隙带，可能导致不同含水层相互连通，并使松散层潜水、风化裂隙带潜水、承压水由间接充水转化为直接充水而进入矿井。

（1）对含水层结构的影响和破坏现状评估

府谷县中联前阳洼煤矿前身的生产矿井只有郝家沟煤矿，整合前煤矿开采 5¹ 及 5² 煤层，井巷涌水主要来自延安组第一段砂岩裂隙潜水含水层，多以渗出、滴出的方式充入巷道。而当前煤矿开采 4⁴ 煤层，形成的导水裂隙带导通至地表、松散层或风化岩裂隙带，为地表水及基岩裂隙水的导入提供了通道。同时上述三层煤相距较小，下层煤导水裂隙带的发育往往连通上层煤采区，地表水和上层积水成为下层采空区充水水源。

综上所述，现状条件下，采矿活动对地下含水层结构的影响和破坏程度**严重**。

（2）对含水层水位及水量的影响和破坏现状评估

根据中联前阳洼煤矿 2017 年 1 月至 2023 年 5 月涌水量观测台账进行统计分析可知，煤矿正常涌水量为 6.85 m³/h (164.4 m³/d)，最大涌水量为 10.7 m³/h (256.8 m³/d)，矿井涌水量远远小于 3000 m³/d，水量减少程度相对较小。

根据府谷县中联前阳洼煤矿水文地质类型划分报告显示，区内新生界松散层孔隙潜水含水层可分为第四系全新统松散层孔隙弱富水含水层及第四系中更新统黄土孔隙极弱富水含水层。其中第四系全新统松散层孔隙弱富水含水层多分布于梁顶及山坡的背风面，多为固定的沙丘；河流冲洪积物主要分布于各沟谷两侧，含水层为坡积物、河流冲洪积物。其赋存条件及富水性受地貌和岩性条件的控制，

分布范围有限，该地层厚度 0~5 m，含水层一般厚 0~3.12 m，水位埋深差异较大，富水性较差。而第四系中更新统黄土孔隙极弱富水含水层广布于全区梁顶及山坡上，厚度差异较大，地貌形态为窄狭的深谷和冲沟。地层厚度为 1.8~46.76 m，梁峁区较厚，山坡较薄。岩性为浅黄色粉土、粉质粘土，水位埋藏较深，含水微弱。

根据本次方案现场调查核实，评估区黄土梁峁地段地下水位变幅度处于 1~2 m/a，其他类型的松散岩类孔隙水水位基本没有变化。故综合分析，现状条件下，采矿活动对地下水位及水量的影响和破坏程度较严重。

（3）对含水层水质的影响现状评估

含水层被沟通后，各含水层地下水水质混合，汇流向工作面，经煤矿排水设备排出地表，通过矿井水处理站达标处理后部分回用，但各主要充水含水层的固有水质本身未发生改变，因此煤矿采矿活动对含水层水质影响程度较轻。

（4）对生产生活用水的影响现状评估

本次现场调查时，评估区内居民生产生活用水口感正常，地下水呈无色、透明、无味状态，各项化学包含物指标正常。故煤矿采矿活动对村民生产生活用水的影响程度较轻。

综上所述，现状条件下，采矿活动对评估区内含水层结构影响和破坏较严重，但对含水层水位、水量、水质及当地村民生产生活用水影响程度较轻。故现状评估，前期采矿活动对含水层影响程度较严重。

2、采矿活动对含水层影响和破坏预测评估

煤层开采后，上覆岩层会发生移动变形，形成冒落带、导水裂隙带和弯曲下沉带，可能波及上覆含水层并危及地表水系的安全。

（1）采煤冒落带、导水裂隙带及保护层高度预测

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。考虑煤层顶板、上覆岩层岩性，垮落带、导水裂隙带高度计算采用《建筑物、水体、铁路及主要井巷煤柱留设与压煤开采规程》中推荐的公式模式：上下两层煤的最小垂距大于回采下层煤垮落带高度的，上下层煤导水裂隙带最大高度可按上下煤层厚度分别计算，取其中标高最高者为两层煤的导水裂隙带最大高度。除此之外，依据神府矿区区域采矿经验：一般导水裂隙带高度为采高的 22-24 倍，为安全起

见，经验估算取 24。

垮落带高度的预测：

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

式中： H_m —垮落带高度（m）； M —煤层的开采厚度（m）。

导水裂隙带高度预测：

$$\text{模式1: } H_{Li} = \frac{100 \sum M}{1.6 \sum M + 3.6} + 5.6$$

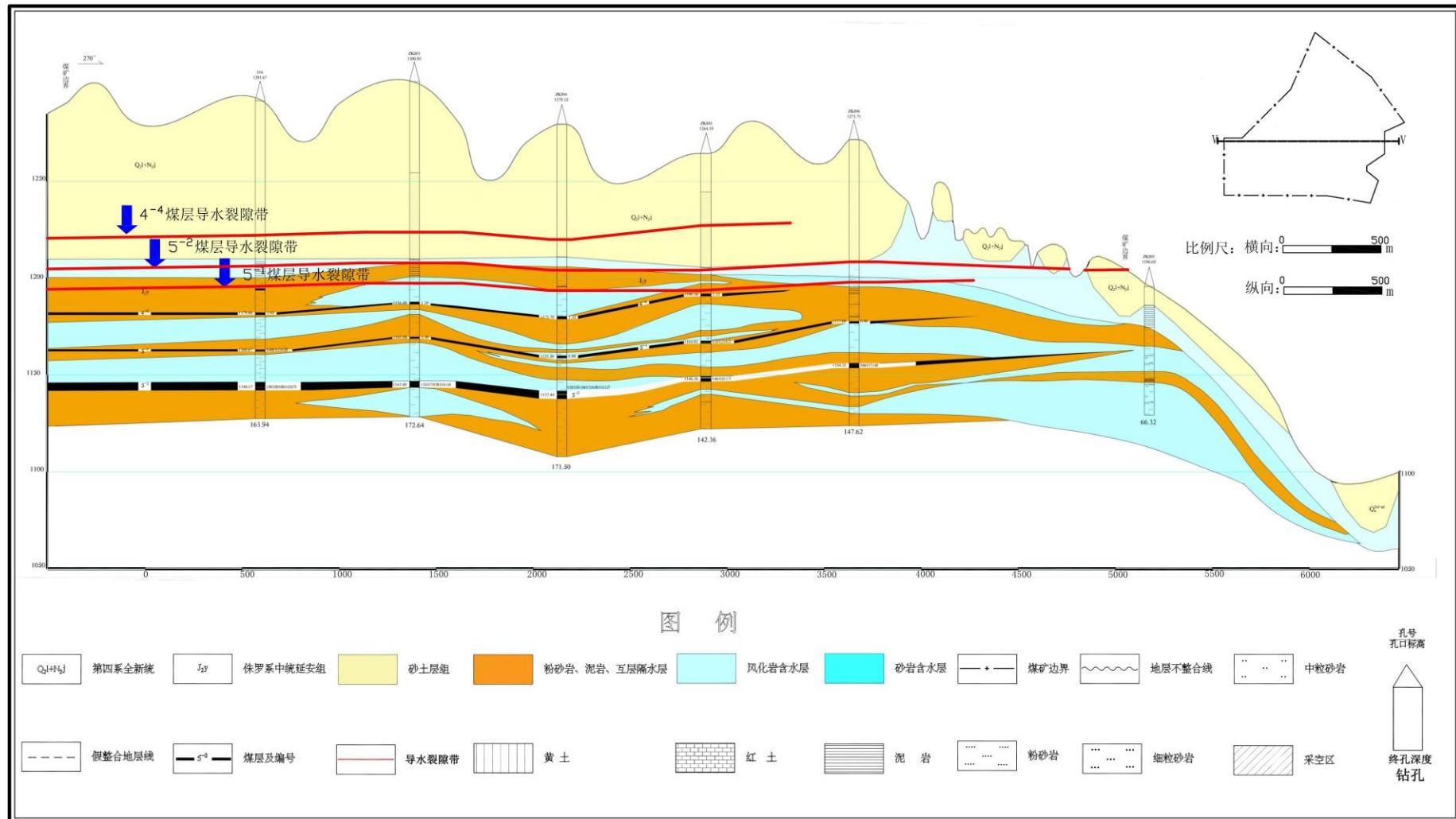
$$\text{模式2: } H_{Li} = 20 \sqrt{\sum M} + 10$$

根据上述计算公式及经验，府谷县中联前阳洼煤矿各煤层开采后垮落带、导水裂隙带高度预测结果见表 3.2-12 及图 3.2-17。

由表 3.2-12 及图 3.2-17 可知， 4^4 煤导水裂隙带高度为 27.89~33.24 m，平均 31.54 m，而上覆基岩平均厚度约 41 m，故一些沟谷地区采空导水裂隙带将直接连通地表，而部分梁峁区导水裂隙带将进入基岩风化层或直接穿越新近系红土层顶面进入第四系松散层； 5^1 煤导水裂隙带高度为 27.89~45.84 m，而 4^4 煤与 5^1 煤间距为 12.74~22.85 m，平均间距 19 m，故 4^4 煤上覆导水裂隙带将与 5^1 煤采空区相连通； 5^2 煤上覆导水裂隙带高度为 38.40~84 m，而 5^1 煤与 5^2 煤间距约为 14.34~22.26 m，平均间距 19.28 m，故 5^2 煤导水裂隙带不仅将与 5^1 煤采空区相连通，同时有可能直接连通 4^4 采空区。

表 3.2-12 方案服务期采区开采后导水裂隙带高度预测结果

煤层编号	统计参数	煤层采厚 (m)	导水裂隙带高度 (m)			垮落带高度 (m)
			模式 1	模式 2	经验	
4^4	最小值	0.80	21.99	27.89	19.20	5.71
	最大值	1.35	29.04	33.24	32.40	7.53
	平均值	1.16	26.86	31.54	27.84	6.94
5^1	最小值	0.80	21.99	27.89	19.20	5.71
	最大值	1.91	34.30	37.64	45.84	9.03
	平均值	0.98	24.56	29.80	23.52	6.35
5^2	最小值	1.60	31.57	35.30	38.40	8.23
	最大值	3.50	43.64	47.42	84.00	12.07
	平均值	2.73	39.86	43.05	65.52	10.78



（2）对含水层结构的影响和破坏预测评估

根据导水裂隙带高度计算结果，府谷县中联前阳洼煤矿井田的4⁴煤层开采会在部分地区导通上覆基岩顶面进入第四系内，局部区域穿越红土层进入第四系松散层，甚至导通地表；而5¹煤层开采其导水裂隙带会与4⁴煤层采空区连通，5²煤层开采其导水裂隙带会与5¹煤层采空区贯通，甚至可能联通至4⁴煤层采空区（图3.2-18）。侏罗系中统延安组为矿井的含煤地层，采煤导水裂隙会完全破坏煤层顶板延安组砂岩裂隙承压含水层，该含水层是矿井的直接充水含水层。除此之外，局部地段会贯通静乐组导入第四系含水层，会对采区上覆的第四系含水层产生一定的影响。综合分析，预测评估，方案服务期内采矿活动与近期采矿对含水层结构影响和破坏严重。

（3）对含水层水位影响预测评估

在煤炭开采过程中要对井下水进行疏干，在矿井长期疏干开采过程中，将会引起开采煤层顶板含水层水位下降。采煤引起开采境界周围地下水位下降的范围可以进行下面的估算：煤炭开采后导水裂隙带大部分区域仅到达侏罗系中统延安组裂隙含水层，因此，井田内采煤引起开采境界周围地下水位下降的范围可以用下式估算：

$$R = 10S\sqrt{K}$$

式中：R—水位下降影响半径，m；S—水位降深，本项目按承压水位降至煤层底部考虑，最大为176m；K—渗透系数，为0.00001m/d。

根据项目的有关资料，计算其开采边界外水位下降影响半径最大为5.56m。

考虑地质条件的复杂性，本计算只作为水位变化趋势的分析依据，具体的水位下降范围会随地质条件的变化而有所变化。因此采煤对井田内的地下水水位会有一定的影响，但是由于井田范围有限，煤层开采不会影响区域地下水位。矿井服务期满后，不再进行矿井疏干排水，煤层顶板含水层水位会逐渐恢复并达到新的平衡。综合分析，预测评估，采矿活动对含水层水位影响在方案服务期内较轻。

（4）对含水层水质的影响预测评估

煤层开采中，被导水裂隙带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，使水质受到影响，增加了水体悬浮物和COD的含量。但煤矿装备有井

下污水处理系统，处理后的出水水质可满足《煤炭工业污染物排放标准》中的井下排水水质要求，达标处理后的矿井水回用于井下消防洒水、黄泥灌浆用水和厂区绿化用水等，矿井水处置率 100%，回用率 100%。因此，评估区内主要充水含水层的水质本身不会发生明显改变。综合分析，预测评估，井田煤矿开采对含水层水质的影响较轻。

（5）对生产生活用水的影响预测评估

根据开采利用方案，在矿井工业场地的南边与东边沟边打井取水，取侏罗系中统延安组裂隙潜水含水层的水作为生活用水。另外利用处理过的矿井水作为工业生产用水。村庄用水则依靠当地的水源井，经过调查，煤矿井田内有村民饮用水水源井 13 口（图 3.2-18），均为浅井，浅井井深在 75m 以内，含水层多为第四系松散层潜水，取水较为方便，且水质无明显变化。根据对煤层开采导水裂隙带分析，下覆煤层开采导水裂隙带可能联通上部水井。预测评估，采矿活动对水井 7、水井 8、水井 9 及水井 10 影响较严重。

综上所述，府谷县中联前阳洼煤矿方案服务期煤矿开采及近期开采均对含水层具有较为强烈的影响，影响程度**严重**。

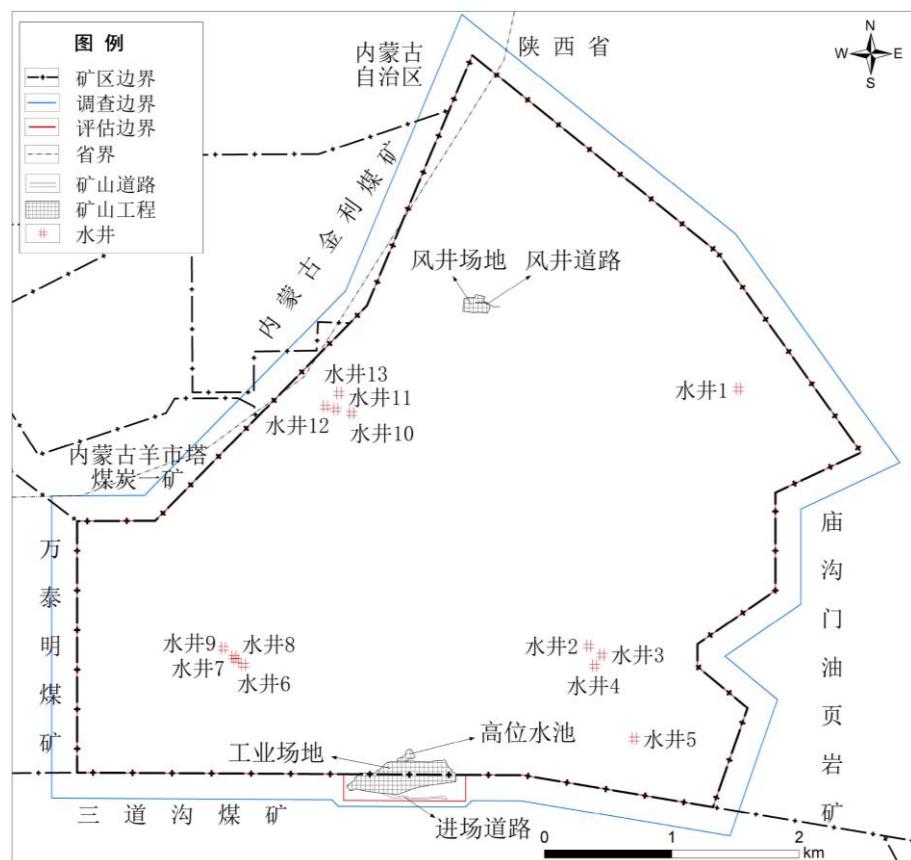


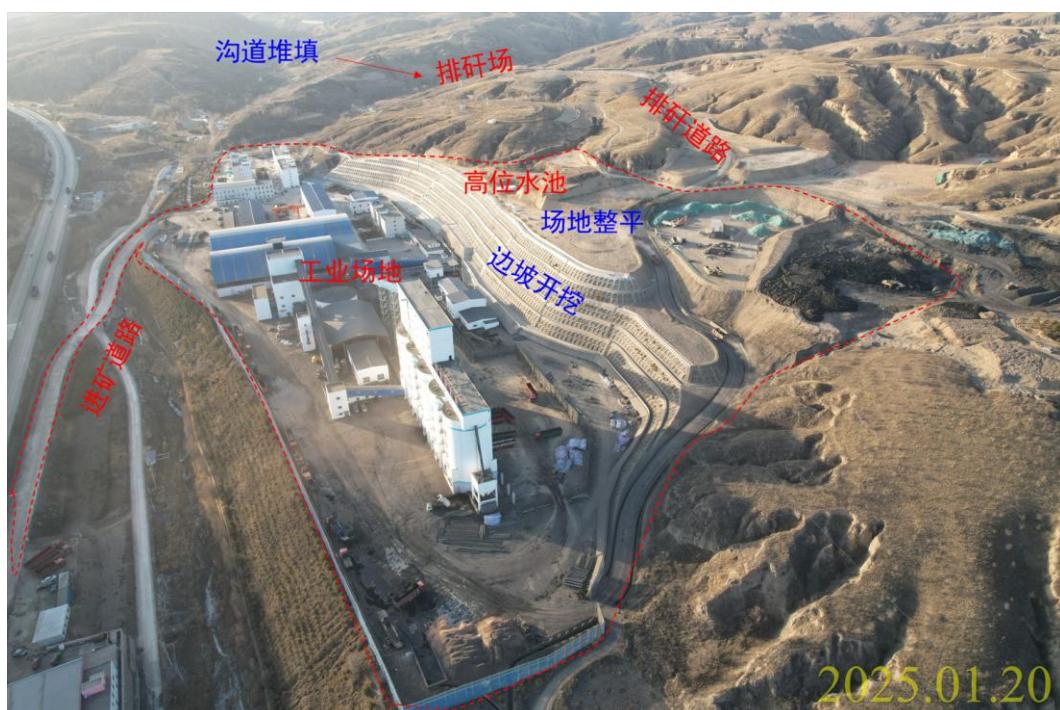
图 3.2-18 井田内村民饮用水水井位置图

（四）矿区地形地貌景观（地质遗迹、人文景观）破坏现状分析与预测

1、地形地貌景观破坏现状评估

（1）煤矿地面建设工程对地形地貌景观影响的现状评估

府谷县中联前阳洼煤矿地面工程场地包括工业场地、风井场地、高位水池及矿山道路。由于上述场地包含众多建构筑物，前期选址主要依托于前郝家沟煤矿工业场地所在的杨家梁西侧斜坡坡脚地带，因场地占地面积较大，对场地北侧斜坡进行一定程度的开挖，并对斜坡上部区域进行不同程度的开挖整平，整体上破坏了自然生态景观（照片 3.2-29~3.2-31）。因此，现状条件下，煤矿地面建设工程对地形地貌景观影响严重。



照片 3.2-29 工业场地及其他地面工程所在位置地形地貌实况（镜向 NW）



照片 3.2-30 风井场地填平及边坡开挖（镜向 W）



照片 3.2-31 高位水池建造（镜向 NE）

（2）采矿活动对地形地貌景观影响的现状评估

评估区位于陕北黄土高原北缘与毛乌素沙地过渡地带，地貌类型较简单，以黄土梁峁沟壑地貌为主。总体地势西北高东南低，土地利用类型主要为草地、耕地及林地。前期煤矿开采形成了多处地面沉陷区，地面沉陷特征主要以地面开裂，错动台阶等表现形式出现，在一定程度上影响了原生地貌的完整性，同时也引起局部地形坡度发生一定变化。但现场调查发现，区域地形地貌未受到明显改变，评估区总体地貌景观未被改变。因此，现状条件下，采矿活动对评估区地形地貌景观影响程度较轻。另外，评估区内无地质遗迹、人文景观及其他风景旅游区等。

2、地形地貌景观破坏预测评估

府谷县中联前阳洼煤矿地面工程中的工业场地、风井场地、高位水池及矿山道路等涉及的相关建构筑物均已建成，后期工业场地内基本不存在较大的改变地形地貌景观的工程活动。因此，预测评估，地面建设工程相关活动对地形地貌景观影响程度较轻。

根据预测结果，方案服务期煤矿开采及近期开采最大沉陷值皆可达到 4138 mm，地面沉陷对地面标高会产生一定的影响，引起地表坡度一些变化，产生的伴生地裂缝，特别是一些较大的裂缝会改变原生地貌的完整性，但不会快速改变本区总体地形地貌景观类型。故预测评估采矿活动对地形地貌景观影响较轻。

（五）矿区水土环境质量现状分析与预测

1、矿区水土环境质量现状分析

（1）水环境质量现状分析

① 生产、生活污水

生产、生活污废水主要来自工业场地的生活污水和井下排水。根据开发利用方案，工业场地地面生产、生活污水 208.3 m³/d。工业场地的生活污水经排水管道收集后，重力流至场地内的生活污水处理站集中进行深度处理后回用于场区绿化、洗煤用水。机修车间、食堂等生产、生活含油污废水经隔油池处理后，排入生活污水管道，再排至生活污水处理站进行处理。现场调查，工业场地内建成的一座生活污水处理站，处理水量为 240 m³/d，处理工艺主要分为预处理工艺、生物处理工艺、深度处理工艺。污水经过机械格栅进入调节池内，然后由潜污泵提升至一体化污水处理设备进行生化处理，处理后的水经过混凝、沉淀、过滤、消

毒后，其去除污水中 COD、BOD5、SS 和石油类物质的去除率可达 80%~90%。处理后的生产生活污水可用于绿化，道路洒水等用途，也可用于工业场地周围水保防护林的灌溉，富余部分可作为周围农田的灌溉。根据府谷县中联前阳洼煤矿提供的水质监测报告，出水水质达到城市污水再生利用城市杂用水水质（道路清扫、绿化）标准。因此，综合分析，现状条件下，矿区生产、生活污水对水环境质量影响程度较轻。

② 矿井水

矿井井下排水主要是各含水层的涌水和少量井下生产废水。通过近 5 年实测，矿井正常涌水量为 164.4 m³/d，最大涌水量 256.8 m³/d。现场调查，煤矿主工业场地内生产区建有一座矿井水处理站，处理规模 2400 m³/d，当前实际处理水量 800 m³/d。通过混凝、沉淀、过滤及消毒等工艺实现矿井水水质处理，从而实现矿井水的回用。因此，现场条件下，矿井井下排水对水环境质量影响程度较轻。

综上所述，现状条件下，评估区水环境受影响程度较轻。

（2）土环境质量现状分析

一般煤矿开采造成的土环境质量源主要包括矸石、生活垃圾及污水处理站污泥。根据开发利用方案，府谷县中联前阳洼煤矿每年井下掘进矸石、地面生产系统产生的矸石约有 20 万吨。矿井矸石掺入原煤中出售给中联矿业洗选煤有限公司，全部由中联矿业洗选煤有限公司进行处置和利用，矸石利用率 100%。但现场调查中联矿业洗选煤有限公司将部分矸石暂存于工业场地西侧沟道内排矸场。根据对周边采取土样进行室内试验分析，土体环境质量未受到明显的影响。

而生活垃圾处理则由矿方设垃圾储存箱，由专人每天收集和集中分拣处理后，定期运往环卫部门指定的垃圾处置场地进行处置。生活污水处理站污泥压滤后与生活垃圾一并处置；矿井水处理站污泥掺入原煤出售，实现全部利用，利用率 100%。

综合分析，现状条件下，评估区土环境质量受影响程度较轻。

2、矿区水土环境质量预测分析

根据开发利用方案，并结合现场调查，确定工业场地内分别建有生活污水处理站与矿井水处理站。处理后的生产、生活污水全部用于场区绿化用水。生活污水处理

站污泥进入污泥池、由泵提升至污泥浓缩罐内，浓缩后的污泥再由污泥螺杆泵提升至浓缩压榨一体化污泥脱水机，在污泥脱水前加入聚丙烯酰胺，出厂外处置。经混合后进入污泥脱水机，经浓缩脱水后，污泥含水率在 80%以下，然后用汽车运出厂处置，也可用于农肥。

矿井井下排水由井下主排水泵加压后由主斜井排出，利用余压流至工业场地内的井下水处理站调节沉淀池，同时在调节池进水管中加入碱式氯化铝，经混合、反应、沉淀后，出水一部分由黄泥灌浆供水泵提升供黄泥灌浆用水，另一部分由调节沉淀池出水端的污水提升泵压力供至综合水处理间的高密度迷宫斜板净水器，在水泵吸水管中，加入碱式氯化铝，经混合、反应、沉淀后，出水自流进入中间水池，然后由过滤器供水泵提升至过滤器进行过滤，过滤后的清水进入复用水池，由井下生产变频供水设备加压后进入井下消防洒水水池用于井下消防洒水。在清水进入复用水池后投加消毒剂用以去除水中嗅、色及大肠菌群。

调节沉淀池污泥由泥浆泵提升进入污泥浓缩池，高密度迷宫斜板净水器的排泥(渣)均进入污泥池内，由污泥渣浆泵将污泥提升至污泥浓缩池，浓缩后污泥再由污泥螺杆泵提升至浓缩压榨一体化污泥脱水机，在污泥脱水前加入聚丙烯酰胺，经混合后进入污泥脱水机，经浓缩脱水后，污泥含水率在 80%以下，然后掺入原煤进行销售。

综上所述，预测评估，评估区水环境受影响程度较轻。

针对近期与方案服务期煤矿开采而言，井工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，土壤理化性质降低，均属于物理破坏，对土壤环境质量影响程度较轻。此外，近期及方案服务期煤矿开采期产生的矸石及生活垃圾，均按相关要求进行了出矿处置设计。

因此，预测评估，评估区内土环境受影响的程度较轻。

（六）矿山地质环境影响评估分级与分区

1、现状评估分级与分区

（1）现状评估分级

由于现状评估本矿山煤层开采对含水层的影响程度为严重，含水层的影响划为 1 个严重区，不能清晰地反映煤层开采引发地面沉陷对各威胁对象的危害程度和危险性，也不能反映煤层开采对地形地貌景观的影响程度。为了更合理地反映

以上情况，分区时对含水层的影响程度只做文字性叙述（严重级），不作为分区划分依据。输电线路及道路等线路工程地质环境影响只在文字中叙述，不单独分区。

根据不稳定地质体、含水层破坏、地形地貌景观破坏、水土环境质量受影响情况，依据就高不就低的原则，按《矿山地质环境保护与恢复治理方案编制规范》（DZ/T0223-2011）附录E“矿山地质环境影响程度分级表”，评估区地质环境影响程度属严重。评估区地质环境影响程度见表3.2-13。

表3.2-13 矿山地质环境影响现状评估分级表

因素	不稳定地质体	含水层	地形地貌景观	水土环境质量
现状评估	不稳定斜坡BP1-BP3发育程度中，威胁坡脚房屋等建筑物，危险性中等；地面沉陷CX1发育程度中，威胁地面道路及土地，危险性中等。崩塌点B1-B5发育程度中，危害中，危险性中等。	采矿活动引发的导水裂隙沟通破坏延安组裂隙承压水，含水层结构破坏，水位降至煤层底板，影响程度严重。	工业场地、风井场地、高位水池及矿山道路在建设整平时，开挖黄土梁崩斜坡，同时填埋沟谷，改变原始地形地貌景观。	矿山现状对矿区水土环境质量影响较轻。
程度分级	较严重	严重	严重	较轻

（2）现状评估分区

矿山地质环境影响程度分区采用“区内相似，区际相异”的原则，根据不稳定地质体威胁对象、危害程度以及采矿活动对含水层、地形地貌景观和水土环境质量的影响程度等评估要素，对评估区矿山开采进行地质环境影响程度分级分区。

评估区影响程度分为严重、较严重和较轻3个级别8个区，其中严重区2个，总面积0.187 km²，占评估区面积的0.89%；较严重区5个，面积为0.168 km²，占评估区总面积的0.79%；较轻区1个，面积为20.763 km²，占评估区总面积的98.32%（见表3.2-14）。

表3.2-14 矿山地质环境影响现状评估分区表

影响程度分区				危险性或地质环境影响程度				影响程度	
分区及编号		位置	面积(km ²)	百分比(%)	不稳定地质体	地形地貌景观破坏	水土环境质量		
严重区	I1	工业场地、高位水池、进场道路、BP1及其影响范围	0.164	0.78	危险性小	影响严重	影响程度较轻	已开采区域对含水层影响程度	严重
	I2	风井场地及风井	0.023	0.11	危险性	影响严重			

		道路			小			度严重； 未开采 区域对 含水层 的影 响 程 度较 轻	
较严 重区	II1	地面沉陷 CX1	0.095	0.45	危险性 中	影响较轻	较严 重	较严 重	
	II2	BP2、BP3 及其影响 范围	0.037	0.17	危险性 中	影响较轻			
	II3	崩塌点 B1、B2 及其 影响范围	0.020	0.09	危险性 中	影响较轻			
	II4	崩塌点 B3、B4 及其 影响范围	0.010	0.05	危险性 中	影响较轻			
	II5	崩塌点 B5 及其影响 范围	0.006	0.03	危险性 中	影响较轻			
较轻 区	III	其他区域	20.763	98.32	危险性 小	影响较轻		较轻	
合计	-	-	21.118	100%	-	-	-	-	

2、预测评估分级与分区

(1) 预测评估分级

根据不稳定地质体、含水层破坏、地形地貌景观破坏、水土环境质量的情况，依据就高不就低的原则，按《矿山地质环境保护与恢复治理方案编制规范》(DZ/T0223-2011)附录E“矿山地质环境影响程度分级表”，评估区地质环境影响程度为严重。评估区地质环境影响程度分级见表 3.2-15。

表 3.2-15 矿山地质环境影响预测评估分级表

因素	不稳定地质体	含水层	地形地貌景观	水土环境质量
现状评估	不稳定斜坡威胁的建构 筑物及崩塌威胁的公路 等，遭受不稳定斜坡失稳 或崩塌失稳危险性中等； 采矿活动引起的地面沉 陷导致村庄地面建构筑 物损坏严重，危险性大； 同时引发地面沉陷对采 区道路危险性中等~大。	近期及方案服务 期采矿活动引发 的导水裂隙沟通 破坏延安组裂隙 承压水，含水层 结构破坏，水位 降至煤层底板， 影响程度严重。	近期及方案服务 期采矿活动会引 发地面沉陷，塌陷 会使得部分区域 地形发生改变，但 不会影响整体的 地形地貌景观。	矿山企业严格按 照污废水处理工 艺进行生活污 水、矿井水处理。 处理达标后预测 矿山开采对矿区 环境影响较轻。
程度分级	严重~较严重	严重	较轻	较轻

(2) 预测评估分区

矿山地质环境影响程度分级分区与现状评估分级分区的原则相同，由于预测评估本矿山煤层开采对含水层的影响程度为严重，含水层的影响划为 1 个严重区，不能清晰地反映煤层开采引发地面沉陷对各威胁对象的危害程度和危险性，

也不能反映煤层开采对地形地貌景观的影响程度。为了更合理的反映以上情况，分区时对含水层的影响程度只做文字性叙述（严重级）。

评估区影响程度分为较严重和较轻 3 个级别 16 个区，其中严重区 4 个，总面积为 0.211 km²，占评估区面积的 1.01%；较严重区 11 个，总面积为 0.277 km²，占评估区面积的 1.30%；较轻区 1 个，总面积为 20.630 km²，占评估区面积的 97.69%（见表 3.2-16）。

表 3.2-16 矿山地质环境影响预测评估分区表

影响程度分区				危险性或地质环境影响程度				影响程度
分区及编号		位置	面积 (km ²)	百分比 (%)	不稳定地质体	地形地貌景观破坏	水土环境质量	
严重区	I1	西香边则移民村及南侧混凝土道路、郝家沟及北侧农村道路	0.134	0.64	危险性大	影响较轻		严重
	I2	西香边则南村	0.006	0.03	危险性大	影响较轻		严重
	I3	西香边则村	0.031	0.15	危险性大	影响较轻		严重
	I4	郝家沟北村	0.040	0.19	危险性大	影响较轻		严重
较严重区	II1	西香边则至西香边则移民村道路	0.025	0.12	危险性中	影响较轻	影响程度较轻 开采区域对含水层影响程度 严重	较严重
	II2	郝家沟至郝家沟北村道路	0.015	0.07	危险性中	影响较轻		较严重
	II3	郝家沟北村至木瓜树郿及东郿沟道路	0.048	0.23	危险性中	影响较轻		较严重
	II4	五素沟至东郿沟道路	0.003	0.01	危险性中	影响较轻		较严重
	II5	五素沟居民区东北侧道路	0.003	0.01	危险性中	影响较轻		较严重
	II6	矿区东侧边界人工林交叉道路以及沉陷区 CX1	0.102	0.48	危险性中	影响较轻		较严重
	II7	BP1 及其影响范围	0.009	0.04	危险性中	影响较轻		较严重

	II8	BP2、BP3 及其影响范围	0.036	0.17	危险性中	影响较轻			较严重
	II9	崩塌点B1、B2 及其影响范围	0.020	0.09	危险性中	影响较轻			较严重
	II10	崩塌点B3、B4 及其影响范围	0.010	0.05	危险性中	影响较轻			较严重
	II11	崩塌点B5 及其影响范围	0.006	0.03	危险性中	影响较轻			较严重
较轻区	III	其他区域	20.630	97.69	危险性小	影响较轻			较轻
合计	-	-	21.118	100	-	-	-	-	-

三、矿山土地损毁预测评估

（一）土地损毁环节与时序

府谷县中联前阳洼煤矿属于生产矿井，地面建设工程已完成并使用多年。因此，根据煤矿的开采历史并结合现场调查综合分析，该项目对土地造成损毁的环节主要为生产期造成的压占及地面沉陷损毁土地，同时前期煤矿建设过程中对土地亦造成了一定的损毁。

1、建设期

（1）土地损毁的环节

建设期土地损毁过程主要表现在工业场地、风井场地、高位水池及矿山道路建设对土地的挖损、压占所造成的土地损毁。

（2）土地损毁的时序

矿山建设期导致土地损毁顺序与建设期施工进度密切相关，建设期土地损毁时间随工程建设施工进度不断推进，并随施工进度和强度可能呈现不连续性，出现阶段性不同程度的损毁。建设期土地损毁主要体现在：地面设施基础和井下建设造成的土地挖损损毁，地面设施建造和固体废弃物堆积造成的土地压占损毁。

（3）土地损毁的方式

矿山建设期分为地面建设和井下建设两部分，地面建设工程对土地的损毁形式主要表现为对土地的挖损、压占等活动，地面工程建设改变了土地原有的地形地貌和土地利用形式。井下工程建设主要包括巷道和硐室的建设，井下工程建设对土地的损毁主要集中在建设阶段产生的废弃土石方的堆弃对土地的压占损毁。

结合矿山现状，现阶段煤矿井下建设已经完成，地面工程基础建设已基本完成，工业场地、风井场地、高位水池及矿山道路已建成，对土地造成压占损毁。

2、生产期

（1）土地损毁的环节

根据矿山开发利用方案，结合实地调查情况，生产过程中造成的土地损毁形式主要表现为地表塌陷和地表裂缝，地表塌陷过程也产生地表裂缝，两者的损毁形式为沉陷损毁。

（2）土地损毁的时序

地下煤层采出后引起的地表沉陷是一个时间和空间过程。根据煤矿开采历史和计划，煤矿已开采了大部分 5² 煤层，且后期涉及多煤层开采的复杂性。随着工作面的推进，不同时间的回采工作面与地表点的相对位置不同，开采对地表点的影响也不同。地表点的移动经历一个由开始移动到剧烈移动，最后到停止移动的全过程。在地表移动的过程也是地表裂缝产生的过程，从而造成地表土地受到损毁，影响土壤水分等土壤理化性质，对地表植被造成损害。

府谷县中联前阳洼煤矿盘区内采煤工作面前进式按顺序开采，工作面内按后退式由盘区边界向盘区巷方向推进。矿区土地损毁时序与开采顺序一致。煤矿开采与土地损毁的时序关系见图 3.3-1。

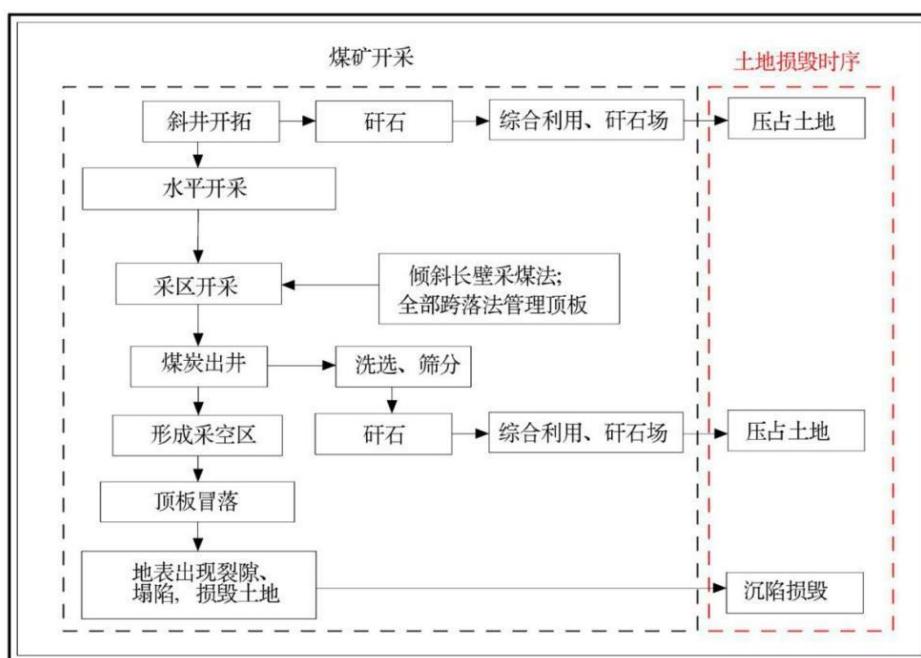


图 3.3-1 煤矿开采与土地损毁时序关系

（3）土地损毁的方式

① 地表裂缝

随着煤炭的开采，地表局部将出现地裂缝，并可能出现地面台阶。裂缝通常分布于各种煤柱的上方，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，使土壤有机原有质量受到损害，对植被生长不利。

② 地表沉陷

矿山开采方式为长壁综合机械化采煤法，随着开采活动的进行，采空区的出现，地表雨水冲刷、坑道水流动、煤柱破坏等因素的影响，引起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，地面建筑物、植被、道路、通电通讯等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两年左右。

（二）已损毁各类土地现状

根据对府谷县中联前阳洼煤矿开采历史、土地复垦治理情况，结合现场调查等情况进行综合分析，重点对纳入本期复垦责任范围的已损毁土地进行分析。

1、压占损毁土地

府谷县中联前阳洼煤矿压占损毁土地主要包括工业场地与风井场地内非不动产登记区、高位水池、矿山道路。压占损毁面积见表 3.3-1。

工业场地：工业场地用地面积 14.97 hm^2 ，其中永久建设用地（不动产登记区）面积 7.16 hm^2 ，其他用地（非不动产登记区）面积 7.81 hm^2 。其他用地损毁土地形式为占用，损毁程度为重度。

风井场地：风井场地用地面积 2.20 hm^2 ，其中永久建设用地（不动产登记区）面积约 0.27 hm^2 ，其他用地（非不动产登记区）面积 1.93 hm^2 。其他用地损毁土地形式为占用，损毁程度为重度。

高位水池：高位水池位于工业场北侧边坡顶部平台，现场测量其用地面积约 0.65 hm^2 ，损毁土地形式为占用，损毁程度为重度。

矿山道路：矿山道路主要包括进场道路（ 0.64 hm^2 ）及风场道路（ 0.12 hm^2 ），占地面积共计 0.76 hm^2 ，损毁土地形式为占用，损毁程度为重度。

表 3.3-1 已压占损毁土地类型统计

一级地类		二级地类		压占损毁 (hm ²)					小计 (hm ²)
				工业场地 (非不动产登记区)	风井场地 (非不动产登记区)	高位水池	进场道路	风场道路	
损毁程度			重度	重度	重度	重度	重度	重度	
01	耕地	0103	旱地			0.21	0.11		0.32
03	林地	0307	其他林地	0.34			0.02		0.36
04	草地	0401	天然牧草地	0.01	0.14	0.21	0.02		0.38
05	商服用地	0507	其他商服用地				0.03		0.03
06	工矿仓储用地	0602	采矿用地	7.14	1.79	0.17		0.12	9.22
07	住宅用地	0702	农村宅基地	0.17					0.17
08	公共管理与公共服务用地	0809	公用设施用地	0.02		0.06	0.12		0.20
10	交通运输用地	1003	公路用地				0.02		0.02
		1006	农村道路	0.02			0.30		0.32
11	水域及水利设施用地	1101	河流水面				0.02		0.02
12	其他用地	1208	后备耕地	0.11					0.11
合计				7.81	1.93	0.65	0.64	0.12	11.15

2、沉陷损毁土地

根据现场调查,地面沉陷 CX1 存在一处较大的开裂,其他区域仅仅一些伴生裂隙,规模相对较小。因此,将地面沉陷 CX1 所在区域确定为已沉陷损毁土地。依据煤矿开采经验、并结合调查结果和沉陷计算结果综合确定已沉陷损毁土地的损毁程度及范围。已沉陷损毁土地面积合计为 9.49 hm²,表 3.3-2 为已沉陷损毁各地类面积。

3、已损毁土地重复损毁可能性分析

依据井上下对照图和现场调查,现有的采空沉陷区与地面工程不存在重叠关系,因此,现阶段不存在重复损毁。依据土地利用现状图,已压占损毁土地及已沉陷损毁土地分布见图 3.3-2。

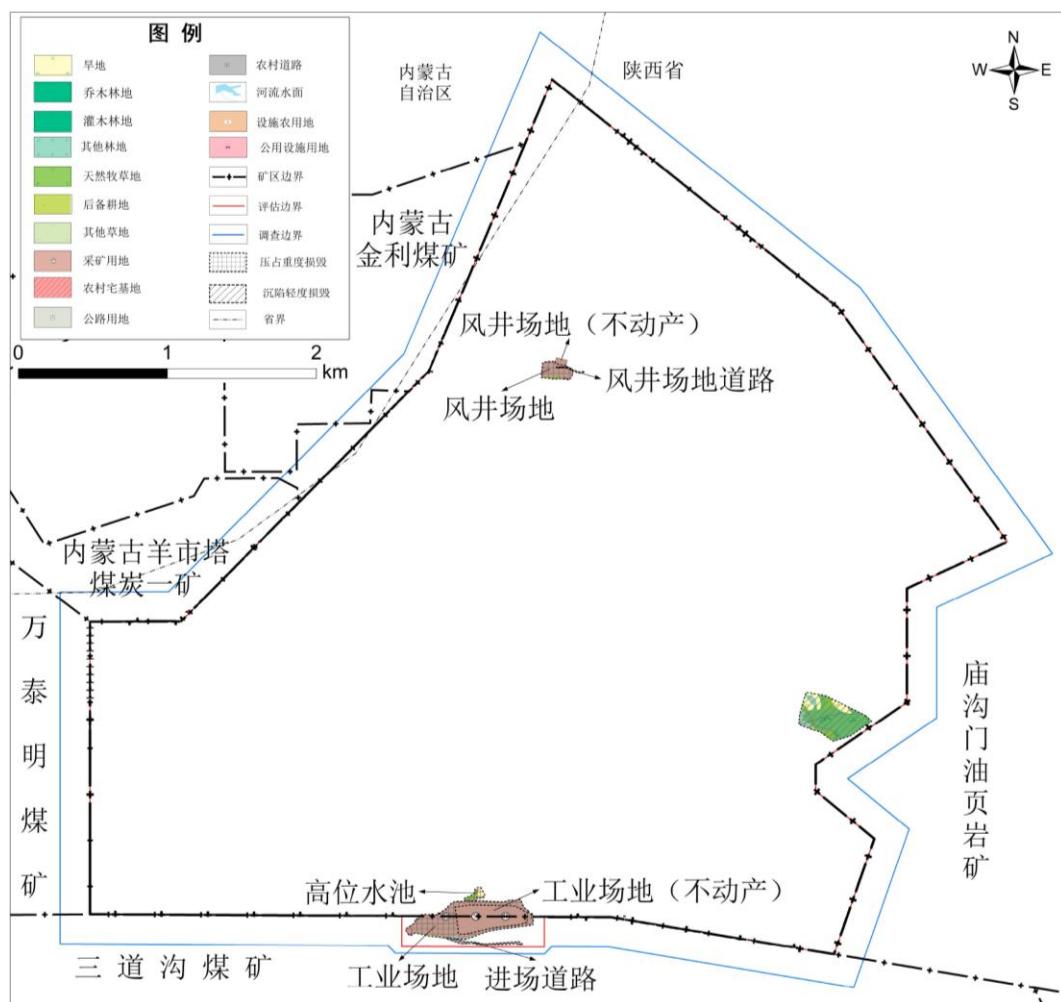


图 3.3-2 压占与已沉陷损毁土地示意图

表 3.3-2 已沉陷损毁土地类型统计

一级地类		二级地类		已沉陷损毁程度 (hm ²)
				轻度区
01	耕地	0103	旱地	1.27
03	林地	0301	乔木林地	0.01
		0305	灌木林地	6.30
		0307	其他林地	0.75
04	草地	0401	天然牧草地	0.77
		0404	其他草地	0.01
06	工矿仓储用地	0602	采矿用地	0.01
10	交通运输用地	1006	农村道路	0.30
12	其他用地	1208	后备耕地	0.07
合 计				9.49

（三）拟损毁土地预测与评估

1、预测时段划分

本着“远粗近细”的原则，根据中联前阳洼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 12.3 年划分为 2 个时段实施预测。

一时段（近期）5 年（2025 年~2029 年），开采井田西南 4⁴ 煤 44203 及 44301-44305 工作面；开采 5⁻¹ 煤的 51102、51103 及 51301 工作面；开采 5⁻² 煤的 52129、52111、52201 及 52202 工作面。

二时段（中期）8 年（2030 年~2037 年），回采剩余煤层及回收煤柱。

2、地表变形预测结果

本矿采用走向长壁式一次采高综采采煤法，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。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。

3、土地损毁等级划分标准

复垦区拟损毁土地的损毁程度主要取决于塌陷裂缝的宽度、密度和深度等，而裂缝宽度、密度与地表水平变形值的大小和深厚比的大小有密切关系。本方案对土地损毁等级的确定主要参照《土地复垦方案编制规程第 3 部分井工煤矿》（TD/T1031.3-2011）中土地损毁程度分级标准，并同时结合以往的塌陷损毁实

际情况、地面变形监测数据及经验进行综合划分，具体见表 3.3-3 及表 3.3-4。

表 3.3-3 旱地损毁程度分级标准表

损毁等级	水平变形 $\text{mm}\cdot\text{m}^{-1}$	附加倾斜 $\text{mm}\cdot\text{m}^{-1}$	下沉 m	沉陷后潜水位埋深 m	生产力降低 %
轻度	≤ 8.0	≤ 20.0	≤ 2.0	≥ 1.5	≤ 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 3.3-4 园地、林地及草地损毁程度分级标准表

损毁等级	水平变形 $\text{mm}\cdot\text{m}^{-1}$	附加倾斜 $\text{mm}\cdot\text{m}^{-1}$	下沉 m	沉陷后潜水位埋深 m	生产力降低 %
轻度	≤ 8.0	≤ 20.0	≤ 2.0	≥ 1.0	≤ 20.0
中度	8.0~20.0	20.0~50.0	2.0~6.0	0.3~1.0	20.0~60.0
重度	> 20.0	> 50.0	> 6.0	< 0.3	> 60.0

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，结合前节地面沉陷预测结果，一时段损毁地类等级为轻度，二时段煤矿开采损毁土地等级为轻度及部分中度。依据前述划分结果，绘制拟损毁土地损毁程度图，一时段、二时段及方案服务器煤矿开采土地损毁程度及位置具体见图 3.3-3~3.3-5，并统计拟损毁土地的各地类面积及损毁程度，具体见表 3.3-5~3.3-7

拟沉陷损毁土地中，一时段损毁土地面积总计为 415.29 hm^2 ，二时段沉陷损毁土地面积为 154.69 hm^2 ，一时段与二时段损毁重复损毁土地面积为 81.87 hm^2 ，拟沉陷损毁土地合计为 488.11 hm^2 。

5、拟损毁土地重复损毁可能性分析

本方案拟损毁土地存在重复损毁的可能，主要是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以及煤层不同，由于各时段间煤炭开采属于间隔关系，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产生重叠，形成重复损毁土地，另一方面本煤矿首先开采 4^4 煤层，后开采更深的 5^1 煤层及 5^2 煤层，因此下层煤炭的开采会对上层煤炭的开采造成重复的损毁影响，而上覆煤层的残采亦有加重地表土地重复损毁的可能。

表 3.3-5 一时段（近期）沉陷损毁土地类型统计

一级地类		二级地类		拟沉陷损毁程度		小计 (hm ²)
				轻度区 (hm ²)	中度区 (hm ²)	
01	耕地	0103	旱地	82.78	18.10	100.88
02	园地	0201	果园	7.43	1.41	8.84
		0204	其他园地	0.15		0.15
03	林地	0301	乔木林地	22.78	7.71	30.49
		0305	灌木林地	64.72	21.97	86.69
		0307	其他林地	16.10	5.36	21.46
04	草地	0401	天然牧草地	107.76	36.23	143.99
		0402	人工牧草地	1.48		1.48
		0404	其他草地	4.03	1.43	5.46
06	工矿仓储用地	0602	采矿用地	1.32	1.73	3.05
		0604	物流仓储用地	0.01	0.05	0.06
07	住宅用地	0702	农村宅基地	3.64	1.49	5.13
08	公共用地	0809	公共设施用地	0.05		0.05
09	特殊用地	0903	宗教用地	0.05		0.05
10	交通运输用地	1006	农村道路	3.66	0.65	4.31
12	其他用地	1202	设施农用地	1.12		1.12
		1206	裸土地	0.13		0.13
		1208	后备耕地	1.54	0.41	1.95
合 计				318.75	96.54	415.29

表 3.3-6 二时段（中期）沉陷损毁土地类型统计

一级地类		二级地类		拟沉陷损毁程度		小计 (hm ²)
				轻度区 (hm ²)	中度区 (hm ²)	
01	耕地	0103	旱地	22.57	22.65	45.22
02	园地	0201	果园	2.95	0.90	3.85
		0204	其他园地	0.15		0.15
03	林地	0301	乔木林地	6.61	5.66	12.27
		0305	灌木林地	11.04	11.44	22.48
		0307	其他林地	4.38	1.25	5.63
04	草地	0401	天然牧草地	26.42	31.02	57.44
		0404	其他草地	0.69	0.82	1.51
07	住宅用地	0702	农村宅基地	2.53	0.12	2.65
10	交通运输用地	1006	农村道路	1.29	0.95	2.24
12	其他用地	1202	设施农用地	0.57	0.24	0.81
		1206	裸土地	0.07	0.01	0.08
		1208	后备耕地	0.31	0.05	0.36
合 计				79.58	75.11	154.69

表 3.3-7 方案服务期煤矿开采拟沉陷损毁土地类型统计

一级地类		二级地类		拟沉陷损毁程度		小计 (hm ²)
				轻度区 (hm ²)	中度区 (hm ²)	
01	耕地	0103	旱地	66.72	57.98	124.70
02	园地	0201	果园	6.28	4.84	11.12
		0204	其他园地	0.15		0.15
03	林地	0301	乔木林地	13.97	18.49	32.46
		0305	灌木林地	44.82	50.03	94.85
		0307	其他林地	10.63	13.65	24.28
04	草地	0401	天然牧草地	83.67	90.90	174.57
		0402	人工牧草地	1.04	0.42	1.46
		0404	其他草地	3.25	2.31	5.56
06	工矿仓储用地	0602	采矿用地	2.83	0.15	2.98
		0604	物流仓储用地	0.06		0.06
07	住宅用地	0702	农村宅基地	3.58	3.09	6.67
08	公共用地	0809	公共设施用地	0.05		0.05
09	特殊用地	0903	宗教用地	0.04		0.04
10	交通运输用地	1006	农村道路	2.76	2.78	5.54
12	其他用地	1202	设施农用地	1.13	0.32	1.45
		1206	裸土地	0.13	0.07	0.20
		1208	后备耕地	1.07	0.90	1.97
合 计				242.18	245.93	488.11

注：合计中包括一时段与二时段损毁面积减去重复损毁面积，共计 81.87 hm²。

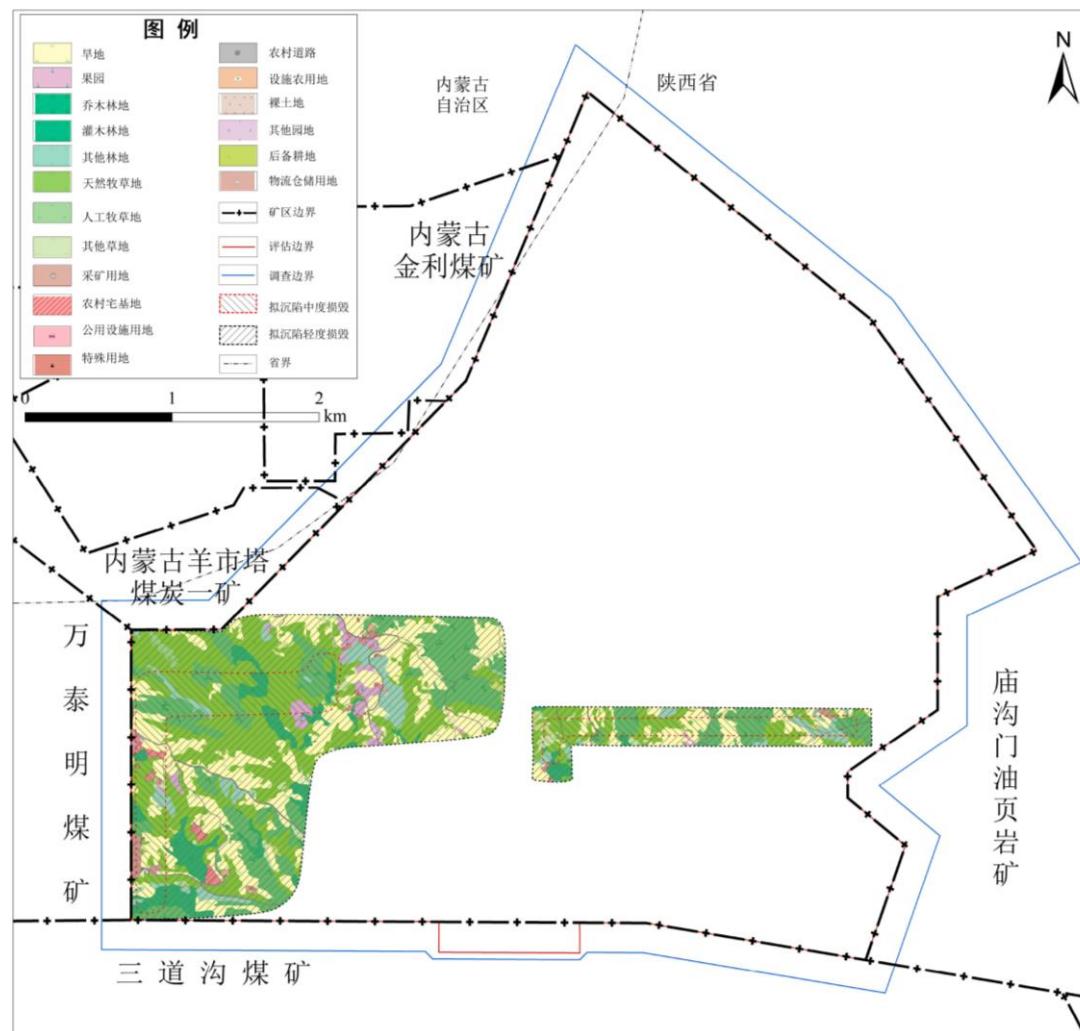


图 3.3-3 一时段拟开采沉陷损毁土地示意图

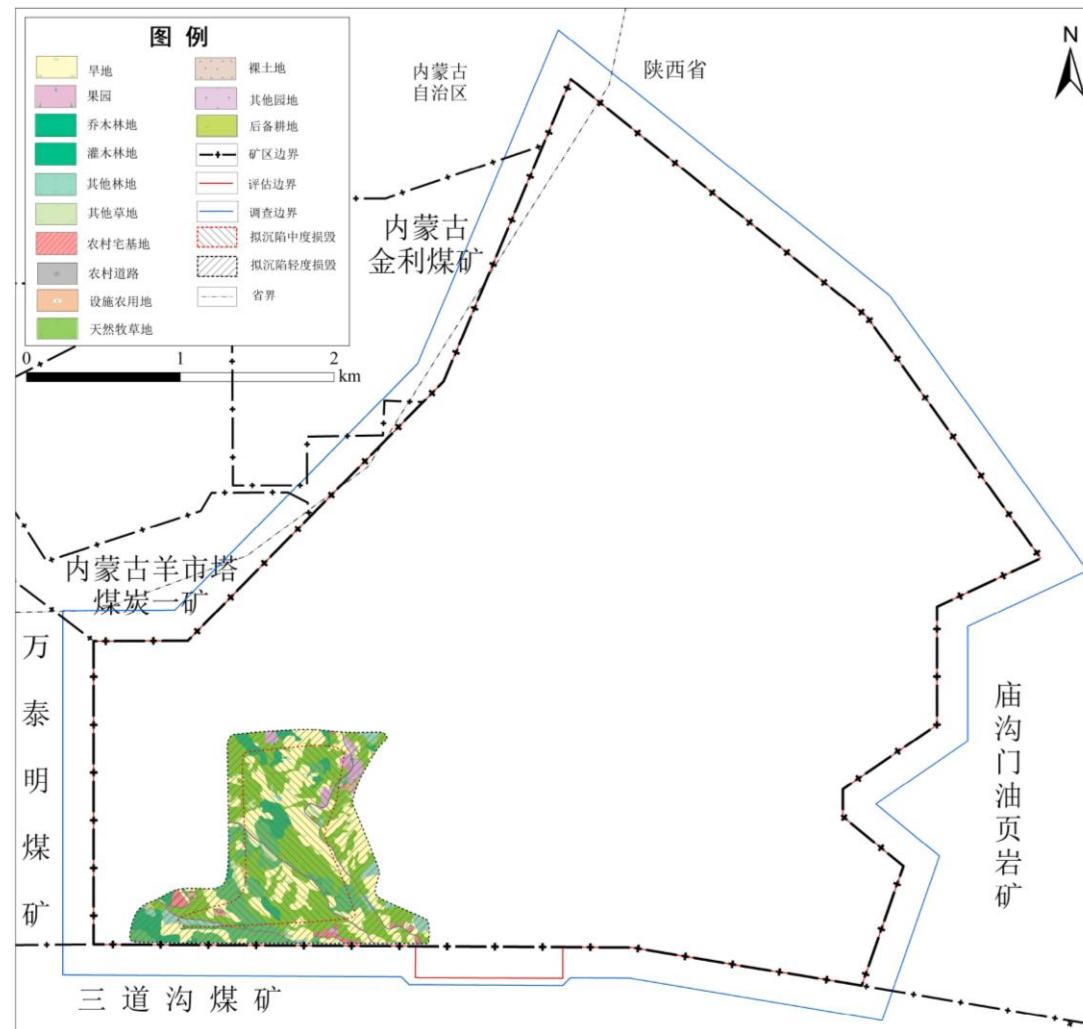


图 3.3-4 二时段拟开采沉陷损毁土地示意图

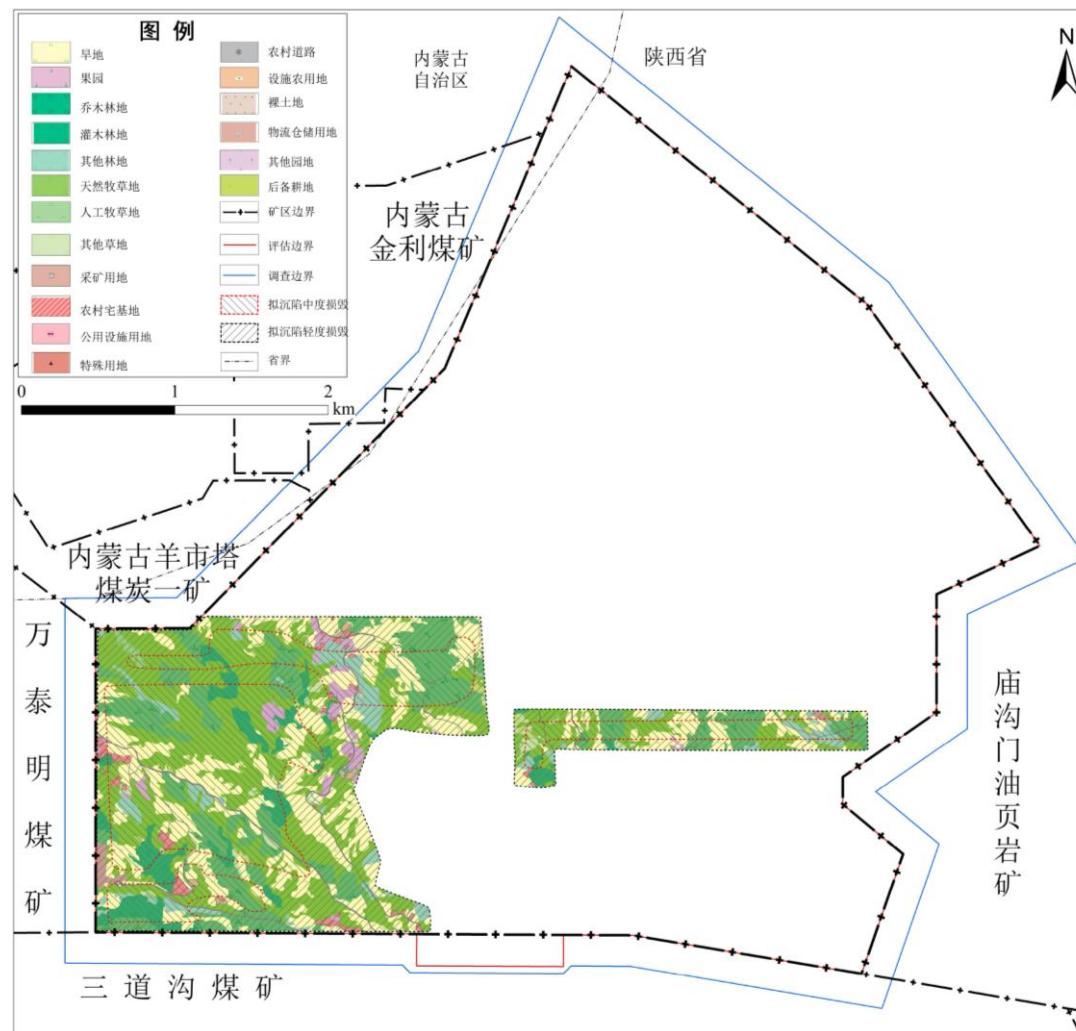


图 3.3-5 方案服务期拟开采沉陷损毁土地示意图

四、生态环境现状与预测

（一）植被损毁现状分析与预测

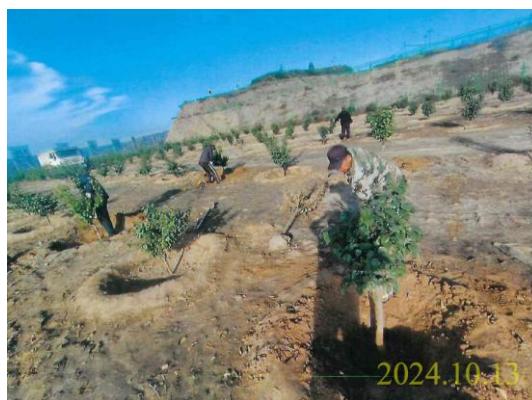
1、植被损毁现状分析

中联前阳洼煤矿矿区范围内生态系统简单，主要为山地生态系统，工业场地、高位水池及风井场地用地面积相对较小，对矿区生态系统扰动有限。而矿用道路工程多呈线状分布，与区域范围内原有道路网合成一体，对区域整体植被损毁程度较轻。

煤矿上期主采正在开采 521 盘区 5² 煤，矿山开采形成的地面沉陷区造成地表植被的破坏，特别是地裂缝张拉区，造成植被根系的破坏，使得植被间歇性死亡，对地表植被影响较严重（照片 3.4-1）。但根据适用期总结报告和现场调查，中联前阳洼煤矿已对塌陷区进行复垦，复垦按该区域原有土地利用类型进行复垦，复垦区植被经管护，成活率达到要求，虽近期复垦区植被覆盖度未达标，仍需继续管护，但管护期后期基本可恢复至原有水平（照片 3.4-2），综合分析认为复垦区植被受采煤沉陷影响较轻。但仍需进一步管护。



照片 3.4-1 地面沉陷对植被的影响（镜向 NE）



照片 3.4-2 地面沉陷区植被补种（镜向 NW）

2、植被损毁预测分析

随着矿山开采活动，采空区的扩大将会引发地表塌陷，在塌陷地边缘形成地裂缝和错台，将会造成破坏植被根系，降低植被成活率，造成土地荒漠化，对生态环境影响严重；塌陷地盆地区为地表整体沉降，对植被影响较严重。

（二）野生动物影响现状与预测

1、野生动物影响现状分析

中联前阳洼煤矿及周边区域主要人类工程活动为采矿活动，集中于地下，对

动物活动区域人为干扰少，地表塌陷区复垦过程持续时间较短，复垦后主要人类活动为监测及管护工程，因此现状评估本项目对野生动物产生的影响较小。

2、野生动物影响预测分析

中联前阳洼煤矿矿山地面工程已建成，后期不再进行大规模地面工程建设，预测对野生动物影响较小；矿山开采活动主要集中于地下，产生塌陷后进行复垦，工期较短，预测对动物影响较小。

五、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、水土环境质量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、水土环境质量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 3.5-1。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。

表 3.5-1 矿山地质环境保护与治理恢复分区标准

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	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			
水土环境质量	现状评估	严重	较严重	较轻
	预测评估			

3、分区评述

本矿山煤层开采对含水层的影响程度为严重级，含水层的影响范围几乎囊括整个评估区，如严格按照规范则整个矿区统一划为一个重点防治区，不能清晰的反映其他防治对象的防治等级。为了更合理的反映以上情况，防治分区时对含水层的影响程度只做文字性叙述（重点防治）。

根据矿山地质环境问题类型、分布特征及其危害性，矿山地质环境影响现状及预测评估结果，进行矿山地质环境保护与恢复治理分区。根据《矿山地质环境保护与恢复治理方案编制规范》(DZ/T0223-2011)标准附录 F，并遵循“就上原则”将评估区划分为重点防治区(I)、次重点防治区(II)和一般防治区(III)，共3级17区块(见表3.5-2)，其中：6处重点防治区，总面积0.398 km²，占恢复治理区面积的1.88%；10处次重点防治区，总面积为0.268 km²，占恢复治理区面积的1.27%。1处一般防治区，总面积约20.452 km²，占恢复治理区面积的96.85%。

表3.5-2 矿山地质环境治理分区基本情况表

保护与恢复治理分区				主要矿山地质环境问题及影响程度	防治措施
编号	级别	位置	面积(km ²)		
I1	重点	工业场地、高位水池、进场道路、BP1 及其影响范围	0.164	工业场地、高位水池及进场道路在建设及生产过程中，选择了沟道及山梁地段，由于开挖及填沟造成场地所在区域地形地貌景观受到严重影响。不稳定斜坡BP1现状及预测危险性中等。	煤矿闭坑后，进行井筒封闭，对工业场地、高位水池、进场道路等工程实施砌体拆除，土地复垦；同时进行不稳定地质体、含水层、地形地貌景观及水土环境质量监测，自然恢复、综合管护。
I2	重点	风井场地及风场道路	0.023	风井场地及道路在选择沟道位置建设，对原始地形地貌景观造成严重影响。	煤矿闭坑后，对场地及道路进行拆除，实施耕地及林地复垦。
I3	重点	西香边则移民村及南侧混凝土道路、郝家沟及北侧道路	0.134	煤矿开采导致的地面沉陷对村庄建构筑物及道路产生较严重~严重损坏，不稳定地质体危险性大。	建议对受严重影响村庄实施搬迁，对损坏的农村道路及时进行维修，质量不低于原路质量。

I4	重点	西香边则南村	0.006	煤矿开采导致的地面沉陷对村庄建构筑物严重损坏,不稳定地质体危险性大。	建议对受严重影响村庄实施搬迁
I5	重点	西香边则	0.031	煤矿开采导致的地面沉陷对村庄建构筑物严重损坏,不稳定地质体危险性大。	建议对受严重影响村庄实施搬迁
I6	重点	郝家沟北村	0.040	煤矿开采导致的地面沉陷对村庄建构筑物严重损坏,不稳定地质体危险性大。	建议对受严重影响村庄实施搬迁
II1	次重点	地面沉陷CX1所在区域及部分道路	0.102	地面塌陷发育程度中等,危害程度中等,不稳定地质体危险性中等。乡村道路产生较严重损坏。	对地表裂缝实施充填、土地复垦,设置监测牌,开展矿山地质环境监测。对受损道路及时维修。
II2	次重点	西香边则至西香边则移民村道路	0.025	煤矿开采导致的地面沉陷对农村道路产生较严重损坏,不稳定地质体危险性中等。	对受损的农村道路及时维修,同时开展矿山地质环境监测。
II3	次重点	郝家沟至郝家沟北村道路	0.015	煤矿开采导致的地面沉陷对农村道路产生较严重损坏,不稳定地质体危险性中等。	对受损的农村道路及时维修,同时开展矿山地质环境监测。
II4	次重点	郝家沟北村至木瓜树焉及东焉沟道路	0.048	煤矿开采导致的地面沉陷对农村道路产生较严重损坏,不稳定地质体危险性中等。	对受损的农村道路及时维修,同时开展矿山地质环境监测。
II5	次重点	五素沟至东墕沟道路	0.003	煤矿开采导致的地面沉陷对农村道路产生较严重损坏,不稳定地质体危险性中等。	对受损的农村道路及时维修,同时开展矿山地质环境监测。
II6	次重点	五素沟居民区东北侧道路	0.003	煤矿开采导致的地面沉陷对农村道路产生较严重损坏,不稳定地质体危险性中等。	对受损的农村道路及时维修,同时开展矿山地质环境监测。
II7	次重点	BP2、BP3 及其影响范围	0.036	不稳定地质体发育程度中等,存在致灾失稳可能,影响通村道路和BP2坡角处房屋和BP3坡顶处房屋,地质环境影响较严重。	针对不稳定斜坡,坡脚修筑挡墙,在坡脚和坡顶修筑排水渠。
II8	次重点	崩塌点B1、B2及其影响范围	0.020	崩塌点发育程度中等,存在致灾失稳可能,影响坡脚道路以及过往车辆行人安全,地质环境影响较严重。	针对崩塌点B1和B2在其坡面上布置主动防护网。
II9	次重点	崩塌点B3、B4及其影响范围	0.010	崩塌点发育程度中等,存在致灾失稳可能,B3影响坡脚废品站,B4影响坡脚道路以及过往车辆行人安全,地质环境影响较严重。	针对崩塌点B3在其坡脚处布置被动防护网,针对B2在其坡面上布置主动防护网。

II10	次 重 点	崩塌点B5及其 影响范围	0.006	崩塌点发育程度中等,存在致灾 失稳可能,影响坡脚道路以及 过往车辆行人安全,地质环境 影响较严重。	针对崩塌点B5在其坡面 上布置主动防护网。
III	一 般	除上述区域 以外的评估 区其他地区	20.452	其他区域不稳定地质体弱发育,影 响较轻;地形地貌、含水层、水土 环境影响较轻;地面塌陷威胁民用 输电线路及乡村道路等,影响较 轻。	开展矿山地质环境监测。
合计		-	21.118	-	-

（二）土地复垦区与复垦责任范围

1、复垦区范围

复垦区是由永久性建设用地、损毁（压占损毁及沉陷损毁）土地组成。本项目中永久性建设用地包括工业场地与风井场地内不动产登记区，面积共计 7.43 hm²。

其他压占损毁土地包括工业场地及风井场地中的其他用地部分（非不动产登记区）、高位水池及矿山道路，面积共计 11.15 hm²。

沉陷损毁土地包括已损毁和拟损毁土地，已沉陷损毁土地面积为 9.49 hm²，拟损毁土地面积为 488.11 hm²，扣除重复损毁面积为 5.69 hm²，实际损毁土地面积为 491.91 hm²。

综上，复垦区面积为 510.49 hm²。复垦区范围详见表 3.5-3。

表 3.5-3 复垦区位置信息说明

复垦区范围构成	用地名称	面积 (hm ²)	说明
永久性建设用地	工业场地（永久用地部分）	7.16	非损毁土地,但闭坑后需 地类回退
	风井场地（永久用地部分）	0.27	
临时压占建设土地	工业场地（其他用地部分）	7.81	压占损毁
	风井场地（其他用地部分）	1.93	
	高位水池	0.65	
	进场道路	0.64	
	风井道路	0.12	
沉陷损毁土地	已沉陷损毁	9.49	沉陷损毁
	拟沉陷损毁	488.11	
重复损毁面积	沉陷损毁重复计算	5.69	拟沉陷损毁与已沉陷损 毁土地重复计算部分。
总计	复垦区	510.49	—

2、复垦责任范围

复垦责任范围由损毁土地和不留续使用的永久性建设用地组成，根据本矿井的服务年限及复垦区内地表建筑物的留续使用情况，确定本《方案》的复垦责任范围。据现场调查及意见征询，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。因此，本项目复垦责任范围与复垦区面积一致，由工业场地、风井场地、高位水池、矿山道路和沉陷土地组成，面积 510.49 hm²（表 3.5-4 及图 3.5-1）。

表 3.5-4 复垦责任范围位置信息说明

复垦责任范围构成	用地名称	面积(hm ²)	说明
永久性建设用地	工业场地（永久用地部分）	7.16	不留续使用，煤矿闭坑后执行土地复垦
	风井场地（永久用地部分）	0.27	
临时压占建设土地	工业场地（其他用地部分）	7.81	方案服务期内煤矿闭坑后执行土地复垦。
	风井场地（其他用地部分）	1.93	
	高位水池	0.65	
	进场道路	0.64	
	风井道路	0.12	
沉陷损毁土地	已沉陷损毁	9.49	已沉陷损毁区在方案适用期续执行复垦，剩余拟沉陷损毁则随开采计划边开采边复垦。
	拟沉陷损毁	488.11	
重复损毁面积	沉陷损毁重复计算	5.69	
总计	复垦责任范围	510.49	—

3、复垦责任范围拐点坐标

根据确定的复垦责任范围，划定各分区的拐点坐标，具体见表 3.5-5。需要说明的是，地表沉陷区的范围由 10 mm 下沉光滑等值线圈定，实际操作性不强，为了在实际工作中准确标识沉陷区的范围，将地表外围等值线进行弧段近似取直，用拐点的连线确定其范围。村庄搬迁废弃地不单独列坐标，仅给出搬迁废弃地的位置。

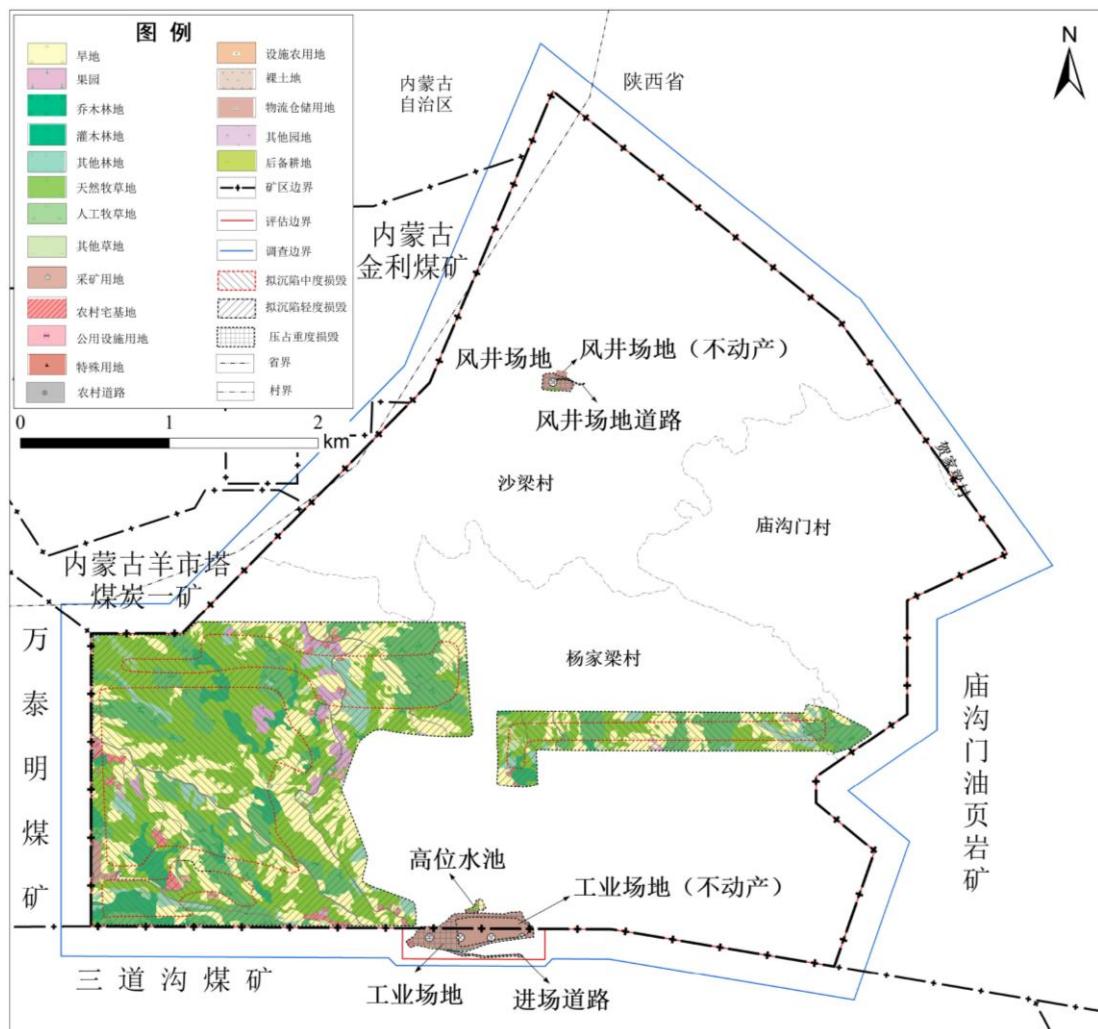


图 3.5-1 中联前阳洼煤矿土地复垦责任范围示意图

表 3.5-5 复垦责任范围拐点坐标 (2000 坐标系)

工业场地		
点	X 坐标	Y 坐标
1		
2		
3		
4		
5		
6		
7		
8		
9		
10		
11		
12		
13		

14		
15		
16		
17		
18		
高位水池		
编	X 坐标	Y 坐标
1		
2		
3		
4		
5		
6		
7		
8		
9		
10		
11		
12		
风井场地		
点	X 坐标	Y 坐标
1		
2		
3		
4		
5		
6		
7		
8		
9		
10		
进场道路		
点	X 坐标	Y 坐标
1		
2		
3		
4		
5		
6		
7		

8		
9		
10		
11		
12		
风场道路		
点	X 坐标	Y 坐标
1		
2		
3		
4		
5		
6		
7		
8		
9		
井田西侧损毁土地复垦区		
点	X 坐标	Y 坐标
1		
2		
3		
4		
5		
6		
7		
8		
9		
10		
11		
12		
井田东侧损毁土地复垦区		
点	X 坐标	Y 坐标
1		
2		
3		
4		
5		
6		
7		
8		

9		
10		
11		
12		
13		
14		
15		
16		
17		
18		
19		
20		
21		
22		
23		
24		
25		
26		
27		
28		
29		

（三）土地类型与权属

1、土地利用类型

（1）土地利用现状及类型

复垦区土地利用现状类型分为 12 个一级类和 21 个二级类，为耕地、园地、林地、草地、商服用地、工矿仓储用地、住宅用地、公共用地、特殊用地、交通运输用地、水域及水利设施用地及其他用地，面积 510.49 hm^2 。永久性建设用地在煤矿闭坑后不留续使用，全部纳入复垦责任范围，复垦责任范围土地利用现状与复垦区一致，面积 510.49 hm^2 （表 3.5-6）。

复垦区和复垦责任范围内永久基本农田呈斑块状分布，主要为旱地，总面积为 116.60 hm^2 ，占复垦责任范围内耕地总面积的 92.80%。

（2）土地损毁类型及程度

复垦区内土地损毁形式主要为压占损毁及沉陷损毁两种类型，压占损毁土地包括工业场地与风井场地内的非不动产登记区、高位水池及矿山道路，损毁程度为重度；沉陷损毁土地包括已沉陷损毁与拟沉陷损毁，分为轻度与中度损毁。

表 3.5-6 复垦责任范围内土地类型

一级地类		二级地类		复垦责任范围 (hm ²)								小计 (hm ²)		
				永久建设用地		临时压占损毁					沉陷损毁			
				工业场地 (永久用地)	风井场地 (永久用地)	工业场地 (其他用地)	风井场地 (其他用地)	高位水池	进场道路	风场道路				
损毁程度				—	—	重度	重度	重度	重度	重度	轻度	中度		
01	耕地	0103	旱地					0.21	0.11		67.34	57.98	125.64	
02	园地	0201	果园								6.28	4.84	11.12	
		0204	其他园地								0.15		0.15	
03	林地	0301	乔木林地								13.98	18.49	32.47	
		0305	灌木林地								47.60	50.03	97.63	
		0307	其他林地		0.34			0.02			10.84	13.65	24.85	
04	草地	0401	天然牧草地			0.01	0.14	0.21	0.02		83.81	90.90	175.09	
		0402	人工牧草地								1.04	0.42	1.46	
		0404	其他草地								3.25	2.31	5.56	
05	商服用地	0507	其他商服用地						0.03				0.03	
06	工矿仓储用地	0602	采矿用地	7.16	0.27	7.14	1.79	0.17		0.12	2.83	0.15	19.63	
		0604	物流仓储用地								0.06		0.06	
07	住宅用地	0702	农村宅基地			0.17					3.58	3.09	6.84	
08	公共用地	0809	公用设施用地			0.02		0.06	0.12		0.05		0.25	
09	特殊用地	0905	特殊用地								0.04		0.04	
10	交通运输用地	1003	公路用地						0.02				0.02	
		1006	农村道路			0.02			0.30		2.80	2.78	5.90	
11	水域及水利设施用地	1101	河流水面						0.02				0.02	
12	其他土地	1202	设施农用地								1.13	0.32	1.45	
		1206	裸土地								0.13	0.07	0.20	
		1208	后备耕地			0.11					1.07	0.90	2.08	
合计				7.16	0.27	7.81	1.93	0.65	0.64	0.12	245.98	245.93	510.49	

（3）土地质量现状

复垦区范围地类以草地、耕地为主，林地次之。复垦区内耕地主要分布于黄土梁峁顶部，位于矿区中东部梁峁区，约占复垦区面积的 12%。地面坡度 5°~15° 之间，损毁耕地全部为天然旱地，农田大部分为没有灌溉条件的水平或缓坡条田，土壤熟化时间五年以上，土壤侵蚀强度为中度至强度，熟化层厚度 20~30 cm，耕层厚度>15 cm，耕层质地为粉砂质壤土或壤土。根据区域土地资料分析可知，井田内耕层土壤理化性质：有机质 0.5~1.5%，全氮 0.030~0.100%，有效磷 2~15 mg/kg，速效钾 50~200 mg/kg，PH（水浸）7.5~8.5，熟制为一年一熟。复垦区主要农作物为小麦、谷子、豆类等，平均产量不超过 200kg/亩。现状调查复垦区林、草地主要分布在沟谷斜坡地带，土壤质地为黄土或红土；PH 值在 8.7 左右，有机质含量在 0.1%~0.6%。

（4）永久基本农田分布情况

复垦区内涉及永久基本农田面积 116.60 hm²，占复垦区总面积的 22.84%，复垦区永久基本农田的损毁均为沉陷损毁，不存在压占损毁（图 3.5-2）。复垦区内涉及基本农田的，需进行土地损毁监测并保证其生产力不降低。

2、土地权属状况

复垦责任范围土地为陕西省府谷县庙沟门镇杨家梁村、沙梁村、庙沟门村及化皮沟村所有，同时还包括府谷县天利源加油站、府谷县人民政府、府谷县水务局、府谷交通建设集团有限责任公司、府谷县中联矿业有限公司所有土地，权属清楚，无争议土地，权属情况见表 3.5-7。

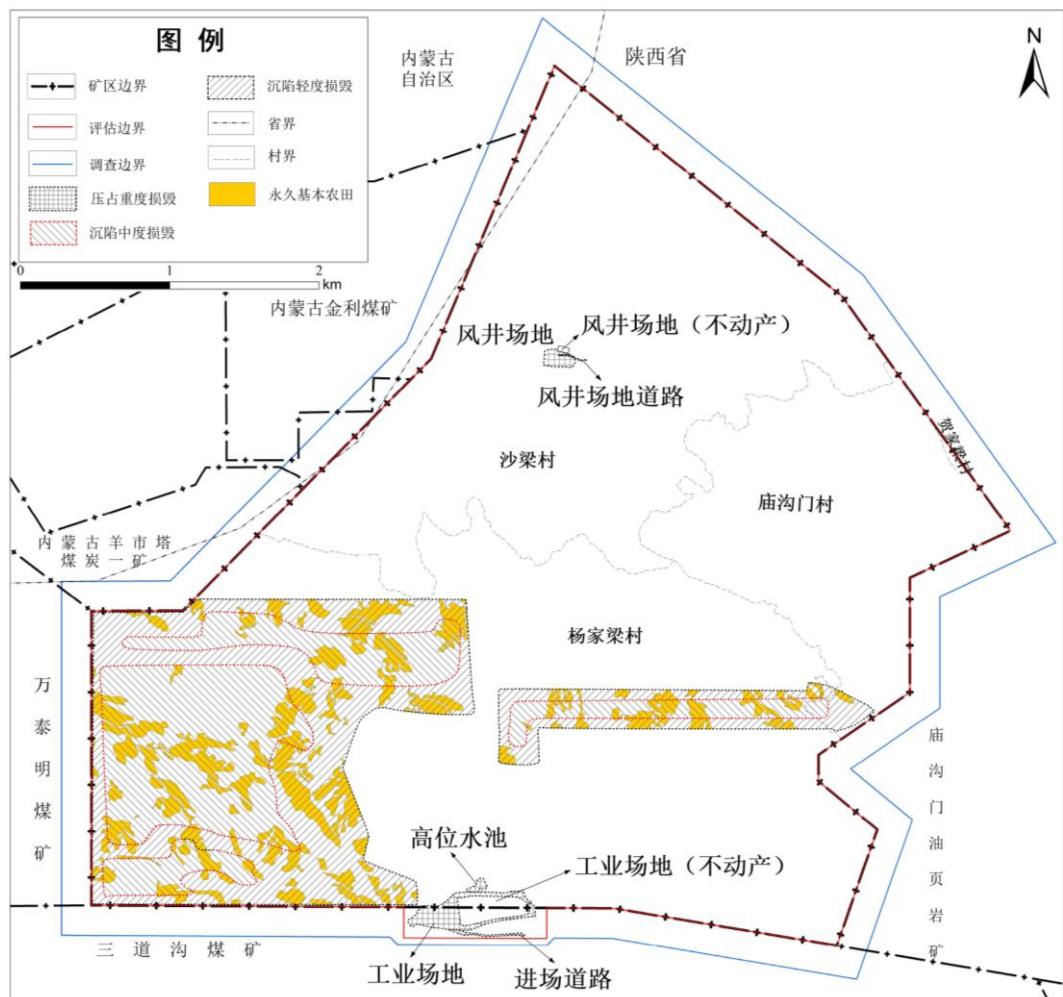


图 3.5-2 复垦责任范围内涉及的永久基本农田分布

表 3.5-7 复垦责任范围内土地利用权属

一级地类	二级地类	复垦责任范围 (hm ²)								小计 (hm ²)	
		府谷县庙沟门镇				府谷县天利源加油站	府谷县人民政府	府谷县水务局	府谷交通建设集团有限责任公司		
		杨家梁村	沙梁村	庙沟门村	化皮沟村						
01	耕地	0103	旱地	125.00		0.63	0.01			125.64	
02	园地	0201	果园	11.13						11.12	
		0204	其他园地	0.15						0.15	
03	林地	0301	乔木林地	32.46		0.01				32.47	
		0305	灌木林地	91.42		6.22				97.63	
		0307	其他林地	24.84		0.01				24.85	
04	草地	0401	天然牧草地	174.43	0.14	0.52				175.09	
		0402	人工牧草地	1.46						1.46	
		0404	其他草地	5.56						5.56	
05	商服用地	0507	其他商服用地				0.03			0.03	
06	工矿仓储用地	0602	采矿用地	17.36	1.90			0.37		19.63	
		0604	物流仓储用地	0.06						0.06	
07	住宅用地	0702	农村宅基地	6.84						6.84	
08	公共用地	0809	公用设施用地	0.25						0.25	
09	特殊用地	0905	特殊用地	0.04						0.04	
10	交通运输用地	1003	公路用地						0.02	0.02	
		1006	农村道路	5.64		0.26				5.90	
11	水域及水利设施用地	1101	河流水面						0.02	0.02	
12	其他用地	1202	设施农用地	1.45						1.45	
		1206	裸土地	0.20						0.20	
		1208	后备耕地	2.08						2.08	
合计			500.36	2.04	7.64	0.01	0.03	0.37	0.02	510.49	

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不稳定地质体引发的地面建构筑物破坏、含水层结构破坏、地形地貌景观和水土环境质量受影响方面。针对矿山建设以及采煤活动所导致的一系列矿山地质环境问题，可采用不同的技术方法对其实施预防和治理。

（1）不稳定地质体：据野外调查，煤矿井田内现状发育不稳定斜坡3处，地面沉陷1处。通过对不稳定斜坡发育特征及危害对象分析，现状及预测评估其危险性中等。根据其发育特点拟定的治理措施包括：挡土墙、格构、混凝土面板、截排水渠等工程，这些工程都是在建筑边坡治理过程中常用的方法，技术成熟，经验丰富，在治理中取得了良好的实践效果，可运用于评估区的不稳定斜坡治理。

地面沉陷主要产生的危害包括地面开裂、下沉导致的地形地貌景观破坏、土地资源破坏，同时地面的开裂及下沉亦会对地面的建构筑物产生连带破坏。因此，对于地面沉陷的治理主要以裂缝填充为主。那么在地裂缝治理过程中，必须进行分层回填夯实，避免因强降雨破坏地裂缝填补工作的治理效果。裂缝治理工程易于实施，技术上可行。除此之外，可采煤层在采掘过程中，引发的地面沉陷或地裂缝会间接造成地表建构筑物发生损坏，如输电线塔基座失稳、倾斜等，可通过牵引、加固基座等手段加固，技术难度小；同时也可能造成道路出现裂缝、错台等，但该类问题可随塌随填，定期进行小、中修，保障道路通行；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或者进行维修即可，技术难度不大。

（2）含水层：评估区内煤矿开采对含水层结构破坏，地下水可能被疏干或半疏干，地下水位下降。对含水层的恢复治理以监测与土地复垦（填堵裂缝、绿化等）相结合的方式实施，保障其自然恢复。

（3）地形地貌：煤层开采及地面建设工程影响原生地形地貌，主要为工业场地等地面工程建设改变了评估区内原有自然景观，造成景观生态系统在空间分

布上的不连续性。同时，煤层开采及地面建设工程损毁土地，造成地表裸露，破坏植被。矿区内地形地貌景观恢复治理工程主要采取闭坑后拆除地面建筑、清理建筑垃圾、封堵井口、设置警示牌、矿山地质环境监测等措施进行治理。以上工程措施易于实施，技术上可行。

（4）水土环境质量：工业场地污水废水主要以生活污水为主，生活污水经处理后回用，不外排，复用率基本达到 100%。工业场地设置有污水处理站，采用综合埋地污水处理设备及消毒、过滤等水处理工艺，出水水质可达到回用水水质要求，全部用于井下消防洒水。

煤矿矿井建设和生产过程中产生的矸石及矿井生产时产生的矸石，矿井矸石掺入原煤中出售给中联矿业洗选煤有限公司，全部由中联矿业洗选煤有限公司进行处置和利用，矸石利用率 100%。

生活垃圾设垃圾储存箱，由专人每天收集和集中分拣处理后，定期运往环卫部门指定的垃圾处置场地进行处置。

总之，对不稳定地质体、含水层、地形地貌、水土环境质量监测均有相对成熟的技术支撑，并适合评估区矿山地质环境治理工程。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，重点防治区为工程治理重点，坚持“预防为主、防治结合、在保护中开发、在开发中保护；因地制宜、边开采边治理”的原则。

（二）经济可行性分析

通过对矿山地质环境治理，不仅可使矿区的生态系统得到改善和加强，有效的改善大气环境、防止水土流失和环境质量降低，还可因治理后土地的再利用带来农业产值、间接经济效益等。从投入产出比来看，治理及复垦工程的实施可能需要较长时间来收回成本，但矿山地质环境治理造成社会效益及环境效益具有积极及深远的意义。

府谷县中联前阳洼煤矿矿山地质环境治理与土地复垦项目主要包括不稳定地质体防治工程、含水层破坏防治工程、地形地貌景观破坏恢复治理工程、水土环境质量问题以及地质环境监测工程。

根据关于《府谷县中联前阳洼煤矿矿产资源开发利用方案（变更）》审查意见的函，府谷县中联前阳洼煤矿每年销售收入约为 82870.20 万元，含煤炭资源

460.39 元/吨，原煤生产成本为 185.68 元/t，本方案估算的矿山地质环境治理费用占总收入比例为 1.23%。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，可在一定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。

结合煤矿综合盈利能力，通过矿山地质环境治理恢复基金制度确保治理工程顺利展开，矿山地质环境治理措施经济上是可行的。

（三）生态环境协调性分析

本煤矿开采会对评估区的土壤、土壤肥力、农作物、林草地的正常生长、区内沟流、水土保持等带来一定的不利影响，但其影响程度较小，不会产生功能性改变。矿山开采严格按照《开发利用方案》提出的要求留设保护煤柱，确保工业场地、工矿企业不受矿井生产活动影响。对开采引起的土地沉陷和裂隙、植被死亡、道路损坏以及地面其他构筑物的损坏等，矿方应会同地方有关部门及时组织人员视破坏程度给予修复及补偿，对沉陷区土地进行综合整治。项目服务期满后，及时封闭井筒，保留有利用价值的设施，拆除无用设施，进行综合环境整治。使矿山地质环境条件得到改善，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，受损的土地得到重新利用。综合分析其在生态环境协调性上可行。

二、矿区土地复垦可行性分析

（一）复垦区土地利用现状

本方案复垦区土地面积 510.49 hm²，复垦责任范围土地总面积 510.49 hm²，复垦区与复垦责任范围一致。复垦责任范围涉及府谷县庙沟门镇杨家梁村、沙梁村、庙沟门村及化皮沟村，同时还涉及府谷县天利源加油站、府谷县人民政府、府谷县水务局、府谷交通建设集团有限责任公司、府谷县中联矿业有限公司所属的少量土地。

复垦责任范围包括不留续使用的永久性建设用地、压占损毁土地和沉陷损毁土地。不留续使用的永久性建设用地包括工业场地及风井场地中的不动产登记区；其他压占损毁土地包括工业场地及风井场地中的其他用地区（非不动产登记区）、高位水池及矿山道路占地；沉陷损毁包括已损毁与拟损毁土地。

复垦责任范围内土地利用类型主要包括耕地、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 12 个一级类和 21 个二级类。

（二）土体复垦适宜性评价

井工煤矿土地复垦适宜性评价是一种预测性的土地适宜性评价，是依据相关管理部门规划，按照因地制宜的原则，在充分尊重土地权益人意愿的前提下，根据土地利用类型、土地损毁情况、公众参与意见等，在经济可行、技术合理的条件下，确定拟复垦土地的最佳利用方向，划分土地复垦单元。土地复垦适宜性评价是确定损毁土地复垦方向的前提和基础，为复垦技术的选择提供参考，指导土地复垦工程的设计。

1、评价原则

（1）因地制宜，农用地优先的原则

土地的利用受周围环境条件制约，土地利用方式必须与环境特征相适应。根据被损毁土地前后拥有的基础设施，因地制宜，扬长避短，发挥优势，宜农则农，宜林则林，宜牧则牧。《土地复垦条例》第四条规定，复垦的土地应当优先用于农业。

（2）自然因素和社会经济因素相结合原则

在进行复垦责任范围内被损毁土地复垦适宜性评价时，既要考虑它的自然属性（如土壤、气候、地貌、水资源等），也要考虑它的社会经济属性（如种植习惯、业主意愿、社会需求、生产力水平、生产布局等）。确定损毁土地复垦方向需综合考虑复垦区自然、社会经济因素以及公众参与意见等。复垦方向的确定也应该类比周边同类项目的复垦经验。

（3）主导性限制因素与综合平衡原则

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

（4）综合效益最佳原则

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

划的要求，合理确定土地复垦方向。

（5）动态和土地可持续利用原则

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

（6）经济可行与技术合理性原则

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

2、评价依据

土地复垦适宜性评价在详细调查分析煤矿复垦区自然条件、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。土地复垦适宜性评价主要依据包括：

（1）相关法律法规和规划

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/T 1036—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/T 1011—2000）、《耕地后备资源调查与评价技术规程》（TD/T 1007—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、评价流程

土地复垦适宜性评价的步骤为：

- ① 在拟损毁土地预测和损毁程度分析的基础上，确定评价对象和范围；
- ② 综合考虑复垦区的公众参与意见以及其它社会经济政策因素分析，初步确定复垦方向，划定评价单元；
- ③ 针对不同的评价单元，建立适宜性评价方法体系和评价指标体系；
- ④ 评定各评价单元的土地适宜性等级，明确其限制因素；
- ⑤ 通过方案比选，确定各评价单元的最终土地复垦方向，划定土地复垦单元。

4、评价范围的确定与评价单元的划分

（1）评价范围

适宜性评价范围即为复垦责任范围，面积为 510.49 hm²。

（2）土地复垦评价单元的划分

评价单元是适宜性评价的基本工作单位，由于本方案土地复垦适宜性评价的对象为损毁土地，是一种对拟损毁土地和未来土地状况的评价。评价单元的划分参照损毁形式、损毁程度和损毁地类类型。根据本项目复垦责任范围土地损毁情况，将工业场地与风井场地中的永久性建设用地分别划为一个评价单元，将压占损毁土地中工业场地、风井场地、高位水池、进场道路及风场道路分别划分为一个评价单元。沉陷区损毁形式为沉陷损毁，根据不同地类损毁程度及土地利用类型，划分为轻度及中度损毁的耕地、园地、林地、草地及其他土地评价单元，划分结果见表 4.2-1，共划分出 47 个评价单元。其中沉陷损毁区内工矿仓储用地、公共用地、特殊用地、交通运输用地、水域及水利设施用地及其他土地中的设施农用地，不改变其地类用途，按原地类恢复，故不再进行划分评价。

表 4.2-1 土地复垦评价单元划分依据

土地损毁类别	区域	损毁面积 (hm ²)	损毁特点	评价单元
永久性建设用地	工业场地永久用地区	7.16	非损毁土地	工业场地永久用地
	风井场地永久用地区	0.27		风井场地永久用地
压占损毁	工业场地其他用地区	0.34	压占土地，地表硬化，建构建筑物 长期压占，矸石废渣 长期压占土地，造成土地利用功能降低	工业场地压占其他林地
		0.01		工业场地压占天然牧草地
		7.14		工业场地压占采矿用地
		0.17		工业场地压占农村宅基地
		0.02		工业场地压占公用设施用地
		0.02		工业场地压占农村道路
		0.11		工业场地压占后备耕地
	风井场地其他用地区	0.14		风井场地压占天然牧草地
		1.79		风井场地压占采矿用地
	高位水池	0.21		高位水池压占旱地
		0.21		高位水池压占天然牧草地
		0.17		高位水池压占采矿用地
		0.06		高位水池压占公用设施用地
		0.11		进场道路压占旱地
	进场道路	0.02		进场道路压占其他林地
		0.02		进场道路压占天然牧草地
		0.03		进场道路压占其他商服用地
		0.12		进场道路压占公用设施用地
		0.02		进场道路压占公路用地
		0.30		进场道路压占农村道路
		0.02		进场道路压占河流水面
		0.12		风场道路
沉陷损毁	沉陷损毁区	67.34	重复损毁、持续一段时间、土地功能、效果或质量降低	轻度损毁旱地
		57.98		中度损毁旱地
		6.28		轻度损毁果园
		4.84		中度损毁果园
		0.15		轻度损毁其他园地
		13.98		轻度损毁乔木林地
		18.49		中度损毁乔木林地
		47.60		轻度损毁灌木林地
		50.03		中度损毁灌木林地
		10.84		轻度损毁其他林地
		13.65		中度损毁其他林地
		83.81		轻度损毁天然牧草地

90.90	中度损毁天然牧草地
1.04	轻度损毁人工牧草地
0.42	中度损毁人工牧草地
3.25	轻度损毁其他草地
2.31	中度损毁其他草地
1.07	轻度损毁后备耕地
0.90	中度损毁后备耕地
0.13	轻度损毁裸土地
0.07	中度损毁裸土地
3.58	轻度损毁宅基地
3.09	中度损毁宅基地

5、适宜性定性评价体系及评价标准的确定

（1）评价方法

本方案中适宜性评价方法采用定性分析方法并结合极限条件法进行评价。

（2）评价指标

对于工业场地、风井场地、高位水池、进场道路及风场道路这些压占损毁的土地，选择交通条件、周边地类、覆土条件、土壤质地这4个评价指标。

沉陷损毁土地则选取损毁程度、土壤质地、有效土层厚度、土壤有机质含量、交通条件及地形坡度这6个评价指标。

（3）评价指标分析

土地损毁程度：土地损毁程度指标依据土地损毁分析得到。本方案中进行适宜性评价选取的土地损毁程度参考因素的取值，是在参考土地损毁治理的难易程度方面综合考虑的。

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。本区土壤类型以粘壤土为主，粘壤土通透性良好，耕作省力。

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，林草地指的是腐殖质层的厚度。

土壤有机质含量：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，本区非耕地区植被覆盖一般，有机质含量较低，有机质含量一般为0.5-1.65%。

交通条件：本区耕地分布于黄土梁峁上地势平坦区域。耕地周边交通较为方

便。灌木林地和草地周边，人类活动较少，交通不便。

地形坡度：大部分地域被第四系黄土所覆盖，黄土梁峁顶部地势较为平坦，沟谷地带坡度较大。

周边地类：复垦区周边的村庄、耕地、林地等地类对复垦方向起到参考作用。

覆土条件：复垦区地貌隶属第四纪黄土梁峁沟壑，覆盖较厚的第四纪黄土，覆土来源条件好，深度大。

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。类别划分依据项目自然环境、经济社会状况、相关规划和土地损毁等分为适宜类、暂不适宜类和不适宜类。适宜类按照土地质量等，依据适宜程度、生产潜力大小及限制因素情况分为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：适于园、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：比较适于园、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：园、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。

（4）评价标准

结合煤矿自然环境条件及以往的复垦经验，参考《耕地后备资源调查与评价技术规程》和《土地复垦技术质量控制标准》等确定土地复垦适宜性评价的等级标准，详见表 4.2-2~表 4.2-3。

表 4.2-2 压占土地限制因素等级标准

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、林	宜草
1	交通条件	交通便利	1	1	-
		交通较为便利	2	2	-
		交通不便	3	3	-
2	周边主要地类	耕地、村庄	1	1	2
		林地、草地	2	1	1
		沙地、其他用地等	3	2	1
3	覆土条件厚度(cm)	覆土来源充裕 >50	1	1	1
		覆土来源较充裕 30~50	2	2	1
		覆土来源不充裕 10~30	3	2	1
		无覆土来源<10	3	3	2
4	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	3	2

表 4.2-3 沉陷损毁土地限制因素等级标准

限制因素及分级指标		宜耕	宜园、林	宜草
损毁程度	轻度	1	1	1
	中度	2	1	1
	重度	3	2	2
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	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	>10	1	1	1

(g/kg)	8~10	2	1	1
	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	2	1	1
	无道路设施	3 或 N	2	2

6、评价过程

(1) 土地质量损毁前后分析

煤矿内耕地分布于井田地势较为平坦的沟道内和坡面上, 耕地主要以旱地为主, 土壤以砂壤土为主, 有机质含量较低。农作物主要包括玉米、糜子, 产量较低。

草地主要是天然牧草地, 多年生草本, 特别是丛生禾草, 如针茅、隐子草等, 为草原植被的建群种和优势种。

林地则以灌木林地为主, 广泛分布于煤矿内, 主要为矮生灌丛, 主要灌木类型有柠条、沙柳、乌柳、红柳、紫穗槐等, 并伴生狗尾草、百里香等草本植被。

煤矿在地表变形后, 后形成一定程度的地表裂隙, 进而影响到浅层地下水, 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, 同时地表土层以风沙土为主, 不会形成较大的地表裂隙。地表沉陷过程中如不进行及时的裂隙充填, 会造成表土土壤有机质、土壤水分流失, 影响到土壤的理化性质, 从而降低土壤质量, 影响地表植被的生长。

(2) 评价过程分析

对于沉陷区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 4.2-2~表 4.2-3 所确定的宜耕、宜林和宜草评价标准, 对其进行逐项比配, 可得到各个评价单元的评价因子取值, 见表 4.2-4~4.2-5。

表 4.2-4 压占损毁土地适宜性评价单元分析

序号	评价单元	评价因子	指标
1	工业场地	交通条件	交通便利
		周边地类	耕地、草地
		覆土条件厚度(cm)	覆土来源充裕, >50
		覆土土壤质地	砂壤土
2	风井场地	交通条件	交通便利
		周边地类	耕地、草地
		覆土条件厚度(cm)	覆土来源充裕, >50
		覆土土壤质地	砂壤土
3	高位水池	交通条件	交通便利
		周边地类	耕地、草地
		覆土条件厚度(cm)	覆土来源充裕, >50
		覆土土壤质地	砂壤土
4	进场道路	交通条件	交通便利
		周边地类	林地、草地
		覆土条件厚度(cm)	覆土来源充裕, >50
		覆土土壤质地	砂壤土
5	风场道路	交通条件	交通便利
		周边地类	耕地、草地
		覆土条件厚度(cm)	覆土来源较充裕 30~50
		覆土土壤质地	砂土

表 4.2-5 沉陷损毁土地适宜性评价单元分析

序号	评价单元	评价因子	指标
1	轻度损毁耕地	损毁程度	轻度
		土壤质地	砂壤土
		有效土层厚度(cm)	>50
		有机质含量(g/kg)	>10
		交通条件	有完善道路设施
		地形坡度 (°)	2~6
2	中度损毁耕地	损毁程度	中度
		土壤质地	砂壤土
		有效土层厚度(cm)	>50
		有机质含量(g/kg)	>10

		交通条件	有完善道路设施
		地形坡度（°）	2~15
3	轻度损毁园地	损毁程度	轻度
		土壤质地	砂壤土
		有效土层厚度(cm)	30~50
		有机质含量(g/kg)	5~8
		交通条件	有完善道路设施
		地形坡度（°）	2~15
4	中度损毁园地	损毁程度	中度
		土壤质地	砂壤土
		有效土层厚度(cm)	30~50
		有机质含量(g/kg)	5~8
		交通条件	有完善道路设施
		地形坡度（°）	2~15
5	轻度损毁林地	损毁程度	轻度
		土壤质地	砂壤土
		有效土层厚度(cm)	30~50
		有机质含量(g/kg)	5~8
		交通条件	有，但不完善
		地形坡度（°）	2~15
6	中度损毁林地	损毁程度	中度
		土壤质地	砂壤土
		有效土层厚度(cm)	30~50
		有机质含量(g/kg)	5~8
		交通条件	有，但不完善
		地形坡度（°）	2~15
7	轻度损毁草地	损毁程度	轻度
		土壤质地	砂壤土
		有效土层厚度(cm)	10~30
		有机质含量(g/kg)	5~8

		交通条件	无道路设施
		地形坡度（°）	>15
8	中度损毁草地	损毁程度	中度
		土壤质地	砂壤土
		有效土层厚度(cm)	10~30
		有机质含量(g/kg)	5~8
		交通条件	无道路设施
		地形坡度（°）	>15
9	轻度损毁后备耕地	损毁程度	轻度、中度
		土壤质地	砂壤土
		有效土层厚度(cm)	30~50
		有机质含量(g/kg)	5~8
		交通条件	有完善道路设施
		地形坡度（°）	<2
10	中度损毁后备耕地	损毁程度	轻度、中度
		土壤质地	砂壤土
		有效土层厚度(cm)	30~50
		有机质含量(g/kg)	5~8
		交通条件	有完善道路设施
		地形坡度（°）	<2
11	轻度损毁裸土地	损毁程度	轻度
		土壤质地	砂壤土
		有效土层厚度(cm)	10~30
		有机质含量(g/kg)	5~8
		交通条件	无道路设施
		地形坡度（°）	>15

12	中度损毁裸土地	损毁程度	中度
		土壤质地	砂壤土
		有效土层厚度(cm)	10~30
		有机质含量(g/kg)	5~8
		交通条件	无道路设施
		地形坡度 (°)	>15
13	农村宅基地	损毁程度	轻度、中度
		土壤质地	砂壤土
		有效土层厚度(cm)	30~50
		有机质含量(g/kg)	5~8
		交通条件	有完善道路设施
		地形坡度 (°)	<2

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 各评价单元适宜性评价结果

位 置	编 号	评价单元	限制因子	位 置	编 号	评价单元	限制因子
永久 建设 用地 及 压 占 损 毁 区	1	工业场地永久用地	周边地类、土壤质地	压 占 损 毁 区	13	高位水池压占天然牧草地	周边地类、土壤质地
	2	风井场地永久用地	周边地类、土壤质地		14	高位水池压占采矿用地	周边地类、土壤质地
	3	工业场地压占其他林地	周边地类、土壤质地		15	高位水池压占公用设施用地	周边地类、土壤质地
	4	工业场地压占天然牧草地	周边地类、土壤质地		16	进场道路压占旱地	周边地类、土壤质地
	5	工业场地压占采矿用地	周边地类、土壤质地		17	进场道路压占其他林地	周边地类、土壤质地
	6	工业场地压占农村宅基地	周边地类、土壤质地		18	进场道路压占天然牧草地	周边地类、土壤质地
	7	工业场地压占公用设施用地	周边地类、土壤质地		19	进场道路压占其他商服用地	周边地类、土壤质地
	8	工业场地压占农村道路	周边地类、土壤质地		20	进场道路压占公用设施用地	周边地类、土壤质地

沉 陷 损 毁 区	9	工业场地压占后备耕地	周边地类、土壤质地		21	进场道路压占公路用地	周边地类、土壤质地
	10	风井场地压占天然牧草地	周边地类、土壤质地		22	进场道路压占农村道路	周边地类、土壤质地
	11	风井场地压占采矿用地	周边地类、土壤质地		23	进场道路压占河流水面	周边地类、土壤质地
	12	高位水池压占旱地	周边地类、土壤质地		24	风场道路	周边地类、土壤质地
	25	轻度损毁旱地	交通、土壤质地	沉 陷 损 毁 区	36	轻度损毁天然牧草地	无明显限制因素
	26	中度损毁旱地	交通、土壤质地		37	中度损毁天然牧草地	无明显限制因素
	27	轻度损毁果园	交通、土壤质地		38	轻度损毁人工牧草地	无明显限制因素
	28	中度损毁果园	交通、土壤质地		39	中度损毁人工牧草地	无明显限制因素
	29	轻度损毁其他园地	交通、土壤质地		40	轻度损毁其他草地	无明显限制因素
	30	轻度损毁乔木林地	交通、土壤质地		41	中度损毁其他草地	无明显限制因素
	31	中度损毁乔木林地	交通、土壤质地		42	轻度损毁后备耕地	交通、土壤质地
	32	轻度损毁灌木林地	交通、土壤质地		43	中度损毁后备耕地	交通、土壤质地
	33	中度损毁灌木林地	交通、土壤质地		44	轻度损毁裸土地	无明显限制因素
	34	轻度损毁其他林地	交通、土壤质地		45	中度损毁裸土地	无明显限制因素
	35	中度损毁其他林地	交通、土壤质地		46	住宅用地（拟搬迁）	土壤有机质、有效土层厚度

根据以上评价结果对照表，分析如下：

① 沉陷土地复垦方向适宜性评价

因地表沉陷造成的土地损毁所形成地表裂隙等外在表现形式，是可以通过合理的复垦工程措施改变的。

损毁旱地区域原有土层厚度可满足复垦为旱地的要求，灌溉水源主要靠大气降水及附近河沟流水，但由于地面裂缝或塌陷坑会造成农业生产诸多不便，无法顺利耕作，需要对地面裂缝及塌陷坑进行修复平整方可进行耕作，因此其需要在实施复垦措施后方可复垦为旱地。

损毁园、林地区可以保证其所需要的土壤厚度要求，但沉陷会使树木受损，

出现歪斜或死亡现象，要及时扶正树体并且填补裂缝，保证其正常生长，并且根据坡度、土壤质地等采取适宜的整地措施，选择适宜的品种，适地适树，增加植被覆盖度。

损毁草地区域土层厚度可满足其植被种植需要，但大面积裂缝和塌陷会使草木失去立地条件，出现枯萎和死亡现象，需要及时填补裂缝，修复局部地形，选择适宜的草籽补充撒播，恢复原有生态。

住宅用地（拟搬迁）宜优先复垦为高等级土地，其耕地复垦方向的主要限制性因素为土壤质地及有效土层厚度。考虑拟搬迁村庄周边耕地分布较多，且面积较大，建构筑物搬迁清理后下伏沙土层厚度较大，可对下伏沙土层进行土壤改良。故经过评价，中度及轻度损毁的村庄搬迁地（农村宅基地）宜复垦为耕地。

而沉陷损毁的裸土地的利用方向为开发式治理（果树种植园），其复垦方向的主要限制性因素为土壤质地及有效土层厚度，经过评价，中度及轻度损毁的裸土地宜复垦为果园。

② 压占土地复垦方向适宜性评价

永久性建设用地及压占土地包括工业场地、风井场地、高位水池、进场道路及风场道路。其中工业场地及风井场地的永久用地区，存在全部或局部硬化地面，在对地面的构（建）筑物清理后才能进行土地复垦，待服务期满后，通过对地表建筑物及附属设施进行拆除，并进行平整、培肥后，上述场地具备复垦为耕地的条件；而对于工业场地与风井场地压占损毁区中的采矿用地及后备耕地可优先复垦为耕地、其他压占损毁地类按压占前地类进行地类回退后开展复垦；而对于高位水池其中压占的采矿用地及旱地则按照要求需复垦为旱地，其余地类按压占前地类实施地类回退后开展复垦；同样对于进场道路及风场道路，结合压占前地类实施地类回退开展复垦。

（3）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煤矿自然、社会经济、政策和公众意愿的基础上，结合适宜性等级评定结果，最终确定复垦方向。各评价单元复垦方向见表 4.2-7。

表 4.2-7 各评价单元复垦方向确定（单位：hm²）

土地损毁类别	区域	损毁面积 (hm ²)	复垦方向
永久性建设用地	工业场地永久用地区	7.16	旱地
	风井场地永久用地区	0.27	旱地
压占损毁	工业场地其他用地区	0.34	其他林地
		0.01	天然牧草地
		7.14	旱地
		0.17	农村宅基地
		0.02	公用设施用地
		0.02	农村道路
		0.11	旱地
	风井场地其他用地区	0.14	天然牧草地
		1.79	旱地
	高位水池	0.21	旱地
		0.21	天然牧草地
		0.17	旱地
		0.06	公用设施用地
沉陷损毁	进场道路	0.11	旱地
		0.02	其他林地
		0.02	天然牧草地
		0.03	其他商服用地
		0.12	公用设施用地
		0.02	公路用地
		0.3	农村道路
	风场道路	0.02	河流水面
		0.12	旱地
	轻度损毁旱地	67.34	旱地
	中度损毁旱地	57.98	旱地
	轻度损毁果园	6.28	果园
	中度损毁果园	4.84	果园
	轻度损毁其他园地	0.15	果园
	轻度损毁乔木林地	13.98	乔木林地
	中度损毁乔木林地	18.49	乔木林地
	轻度损毁灌木林地	47.60	灌木林地
	中度损毁灌木林地	50.03	灌木林地
	轻度损毁其他林地	10.84	其他林地
	中度损毁其他林地	13.65	其他林地

	轻度损毁天然牧草地	83.81	其他草地
	中度损毁天然牧草地	90.90	其他草地
	轻度损毁人工牧草地	1.04	其他草地
	中度损毁人工牧草地	0.42	其他草地
	轻度损毁其他草地	3.25	其他草地
	中度损毁其他草地	2.31	其他草地
	轻度损毁后备耕地	1.07	旱地
	中度损毁后备耕地	0.90	旱地
	轻度损毁裸土地	0.13	其他草地
	中度损毁裸土地	0.07	其他草地
	轻度损毁农村宅基地	3.58	旱地
	中度损毁农村宅基地	3.09	旱地

(4) 划分复垦单元

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，划分结果具体见表 4.2-8。

表 4.2-8 复垦单元划分

复垦区域	复垦前地类	损毁面积 (hm ²)	复垦后地类	复垦单元
工业场地	采矿用地	14.30	旱地	工业场地旱地复垦单元
	后备耕地	0.11		
	其他林地	0.34	其他林地	工业场地地类回退复垦单元
	天然牧草地	0.01	天然牧草地	
	农村宅基地	0.17	农村宅基地	
	公用设施用地	0.02	公用设施用地	
	农村道路	0.02	农村道路	
风井场地	采矿用地	2.06	旱地	风井场地旱地方向复垦单元
	天然牧草地	0.14	天然牧草地	风井场地地类回退复垦单元
高位水池	采矿用地	0.17	旱地	高位水池旱地方向复垦单元
	天然牧草地	0.21	天然牧草地	高位水池地类回退复垦单元
	公用设施用地	0.06	公用设施用地	
	特殊用地	0.21	特殊用地	
进场道路	旱地	0.11	旱地	进场道路地类回退复垦单元
	其他林地	0.02	其他林地	
	天然牧草地	0.02	天然牧草地	
	其他商服用地	0.03	其他商服用地	
	公用设施用地	0.12	公用设施用地	

	公路用地	0.02	公路用地		
	农村道路	0.3	农村道路		
	河流水面	0.02	河流水面		
风场道路	采矿用地	0.12	旱地	风场道路旱地方向复垦单元	
沉陷损毁区	轻度损毁旱地	67.34	旱地	沉陷损毁旱地方向复垦单元	
	中度损毁旱地	57.98			
	轻度损毁果园	6.28	果园	沉陷损毁园地方向复垦单元	
	中度损毁果园	4.84			
	轻度损毁其他园地	0.15			
	轻度损毁乔木林地	13.98	乔木林地	沉陷损毁林地方向复垦单元	
	中度损毁乔木林地	18.49			
	轻度损毁灌木林地	47.60	灌木林地		
	中度损毁灌木林地	50.03			
	轻度损毁其他林地	10.84	灌木林地		
	中度损毁其他林地	13.65			
	轻度损毁天然牧草地	83.81	其他草地	沉陷损毁草地方向复垦单元	
	中度损毁天然牧草地	90.90			
	轻度损毁人工牧草地	1.04			
	中度损毁人工牧草地	0.42			
	轻度损毁其他草地	3.25			
	中度损毁其他草地	2.31	旱地	沉陷损毁旱地方向复垦单元	
	轻度损毁后备耕地	1.07			
	中度损毁后备耕地	0.90	草地	沉陷损毁草地方向复垦单元	
	轻度损毁裸土地	0.13			
	中度损毁裸土地	0.07	旱地	沉陷损毁旱地方向复垦单元	
	轻度损毁农村宅基地	3.58			
	中度损毁农村宅基地	3.09			

7、复垦前后土地利用结构调整

根据土地适宜性评价结果, 确定损毁土地复垦方向基本不变, 复垦率 100%。

复垦责任范围内土地利用结构变化情况见表 4.2-9。

复垦前后地类结构变化主要表现体现在以下 3 个方面:

工业场地、风井场地、高位水池及风场道路中的采矿用地、沉陷损毁的后备耕地及沉陷损毁的农村宅基地复垦为旱地, 复垦后旱地增加 25.19 hm^2 ;

草地增加了 0.2 hm^2 , 源于沉陷损毁的裸土地规划复垦为草地。

表 4.2-9 土地复垦前后土地利用调整统计表

一级地类	二级地类	复垦之前面积 (hm ²)								小计 (hm ²)	复垦之后面积 (hm ²)								小计 (hm ²)			
		永久建设用地		压占损毁				沉陷损毁			永久建设用地		其他压占损毁				沉陷 损毁					
		工业 场 地	风 井 场 地	工业 场 地	风 井 场 地	高 位 水 池	进 场 道 路	风 场 道 路	轻 度	中 度		工业 场 地	风 井 场 地	工业 场 地	风 井 场 地	高 位 水 池	进 场 道 路	风 场 道 路				
01	耕地	0103	旱地			0.21	0.11		67.34	57.98	125.64	7.16	0.27	7.25	1.79	0.38	0.11	0.12	133.96	150.83		
02	园地	0201	果园						6.28	4.84	11.12								11.12	11.12		
		0204	其他园地						0.15		0.15								0.15	0.15		
03	林地	0301	乔木林地						13.98	18.49	32.47								32.47	32.47		
		0305	灌木林地						47.60	50.03	97.63								97.63	97.63		
		0307	其他林地		0.34		0.02		10.84	13.65	24.85			0.34			0.02		24.49	24.85		
04	草地	0401	天然牧草地		0.01	0.14	0.21	0.02	83.81	90.90	175.09		0.01	0.14	0.21	0.02			174.71	175.09		
		0403	人工牧草地						1.04	0.42	1.46								1.46	1.46		
		0404	其他草地						3.25	2.31	5.56								5.76	5.76		
05	商服用地	0507	其他商服用地					0.03			0.03						0.03			0.03		
06	工矿仓储用地	0602	采矿用地	7.16	0.27	7.14	1.79	0.17		0.12	2.83	0.15	19.63						2.98	2.98		
		0604	物流仓储用地							0.06		0.06							0.06	0.06		
07	住宅用地	0702	农村宅基地			0.17				3.58	3.09	6.84		0.17						0.17		
08	公共用地	0809	公用设施用地			0.02		0.06	0.12		0.05		0.25		0.02		0.06	0.12		0.05	0.25	
09	特殊用地	09	特殊用地							0.04		0.04					0.21			0.04	0.25	
10	交通运输用地	1003	公路用地					0.02			0.02						0.02			0.02		
		1006	农村道路			0.02		0.30		2.80	2.78	5.9		0.02		0.30			5.58	5.9		
11	水域及水利设施用地	1101	河流水面					0.02			0.02						0.02			0.02		
12	其他土地	1202	设施农用地							1.13	0.32	1.45							1.45	1.45		
		1206	裸土地							0.13	0.07	0.2										
		1208	后备耕地			0.11				1.07	0.90	2.08										
合计				7.16	0.27	7.81	1.93	0.65	0.64	0.12	245.98	245.93	510.49	7.16	0.27	7.81	1.93	0.65	0.64	0.12	491.91	510.49

（三）水土资源平衡分析

1、水资源平衡分析

本项目旱地维持原来的旱作模式，复垦后不增加灌溉面积，也不增加排灌措施，项目区的用水量未发生变化，项目区内的灌溉系统和水源系统也未发生改变。本方案只对项目区内补植补栽的林地、草地恢复时管护用水进行分析。参照《行业用水定额》（陕西省地方标 DB61/T943-2020），园地 $2700 \text{ m}^3/\text{hm}^2 \cdot \text{a}$ ，林地 $1050 \text{ m}^3/\text{hm}^2 \cdot \text{a}$ ，草地 $900 \text{ m}^3/\text{hm}^2 \cdot \text{a}$ 。管护需连续管护 6 年，管护用水采用洒水车拉水配合软管浇灌，运水距离约为 0.5~10 km。用水量及灌溉方式见表 4.2-10。

表 4.2-10 水资源需求量及灌溉方式

灌溉地类	灌水定额 ($\text{m}^3/\text{hm}^2 \cdot \text{a}$)	灌溉面积 (hm^2)	年用水量 (万 m^3/a)	灌溉方式
园地	2700	11.27	3.042	洒水车
林地	1050	154.95	16.269	洒水车
草地	900	182.31	16.408	洒水车
合计	—		35.719	—

矿区东北部紧邻沙梁川河，为多年常水河流，年平均流量 3.48 立方米/秒，年径流总量 1.097 亿立方米，县内有上百条水沟道注入沙梁川。沙梁川水量较为丰富，尤其是在丰水期水量更大，可以保证煤矿的土地浇灌。同时煤矿南部边界公路直通沙梁川，保证了运水路线的便捷。综上，矿区内可供灌溉水资源基本可以满足矿山复垦工作的需求。

2、土壤资源平衡分析

本方案土壤资源平衡主要针对复垦工程需要的回填表土进行分析，土壤资源平衡对于耕地恢复生产力以及植被重建有重要意义，主要包括土源供给量分析和需土量分析。

其中开采区沉陷土地复垦需要裂隙充填，此部分需要的回填和充填表土可由周边土地供土，使得复垦工作经济可行；工业场地、风井场地、高位水池在矿山服务期满后，对地表构筑物进行拆除，场地整平后进行表土回覆；为保证复垦工作的顺利实施，前述需治理覆土区域所用表土由矿山购买商品土，总需土量为 14.256 万 m^3 ，具体需土量汇总详见表 4.2-11。

表 4.2-11 需土量计算表

覆土区域	占地面积 (hm ²)	覆土厚度 (cm)	覆土量 (m ³)
工业场地	14.97	80	119760
风井场地	2.20	80	17600
高位水池	0.65	80	5200
合计	—	—	142560

矿山地处黄土梁峁地貌区，土源丰富，需要的裂缝填充土源就近即可满足需求，不会因复垦造成新的土地损毁，沉陷区回填表土土源有保障。

场地复垦需要回覆表土约 14.256 万 m³，矿井后期签署用土协议书，煤矿购置商品土用于覆土，取土造成的土地损毁由供土方负责治理。

（四）土地复垦质量要求

1、复垦原则

复垦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。煤矿复垦应坚持以下基本原则：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。

而对于复垦质量要求主要参考如下规范、规程或标准：《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）。

2、旱地方向土地复垦质量要求

（1）沉陷土地旱地复垦单元质量要求

地形：土地平整后与周边区域平齐或相协调，不能出现明显的高低不平状况。田面坡度不宜超过 25°。

土壤质量：有效土层厚度≥50 cm，土壤具有较好的肥力，旱地土壤容重≤1.40 g/cm³，有机质≥0.8%，砾石含量≤5%；土壤 PH 值处于 7.5~8.0 之间。

配套设施：灌溉、排水、道路等应满足《灌溉与排水工程设计标准》（GB50288-2018）等标准以及当地同行业工程建设标准要求。有控制水土流失措施，边坡宜植被保护，满足《水土保持综合治理技术规范》（GB/T 16453）要求。

生产力水平：3年后复垦区单位面积产量，达到周边地区相同土地利用类型中等产量水平，果实中有害成分含量符合《粮食卫生标准》（GB-2715）。

结合项目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。

（2）压占土地及永久建设用地旱地复垦单元质量要求

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。

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

建筑垃圾一般为无污染固体。建筑垃圾中砖、瓦经清理后能继续使用的，可考虑重复利用。废金属、钢料等经分拣后出售，用于钢铁厂或有色金属冶炼厂回炼。

硬化路面剥离和基础挖除后，需对迹地进行覆土、平整和翻耕，复垦为耕地区域平整后坡度不超过 25° ，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。

土壤质量：有效土层厚度 ≥ 50 cm，土壤具有较好的肥力，旱地土壤容重 ≤ 1.40 g/cm³，有机质 $\geq 0.8\%$ ，砾石含量 $\leq 5\%$ ；土壤 PH 值处于 7.5~8.0 之间。

配套设施：灌溉、排水、道路等应满足《灌溉与排水工程设计标准》（GB50288-2018）等标准以及当地同行业工程建设标准要求。有控制水土流失措施，边坡宜植被保护，满足《水土保持综合治理技术规范》（GB/T 16453）要求。

生产力水平：3年后复垦区单位面积产量，达到周边地区相同土地利用类型

中等产量水平，果实中有害成分含量符合《粮食卫生标准》(GB-2715)。

结合项目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。

3、园地方向土地复垦质量要求

园地平整后的地面坡度不超过 10° ，田坎高度和田面宽度符合相关规定；

复垦后有效土层厚度 ≥ 30 cm，土壤容重 ≤ 1.45 g/cm²，PH 值处于 7.5~8.0 之间，土壤有机质含量大于 0.5%；

复垦后排水、道路要按照各行业的工程建设标准进行建设，并有完整的排灌、防洪系统，防洪标准不低于 10 年一遇，排涝标准不低于 5 年一遇；

复垦后五年达到周边地区同等土地利用类型水平；

对于损毁的现有园地进行补植，补植树苗按照现有的种类进行补植，复垦区果树种类为杏树；

对园地地面进行整治，以利于灌溉和排水；

果树苗要挑选健康苗木，同一地块要求树苗的苗龄、生长状况一致；

果树栽植后，要定期进行除草、松土、浇水，保证苗木成活率，未成活进行补栽；

果树成活达后果树产量不低于同园其他果树的产量。

4、林地方向土地复垦质量要求

（1）沉陷土地林地复垦单元质量要求

复垦后有效土层厚度 ≥ 30 cm，土壤容重 ≤ 1.5 g/cm³，土壤质地砂土至砂质粘土，砾石含量 $\leq 25\%$ ，PH 值处于 7.0~8.5 之间，土壤有机质含量 $\geq 0.5\%$ ；

树种首先选择当地适种树种，乔木选择樟子松嫁接红松等；灌木选择紫穗槐、柠条等；

整地：造林前穴状整地，乔木规格为 0.5 m \times 0.5 m \times 0.5 m；灌木规格为 0.4 m \times 0.4 m \times 0.4 m；

对于因地表沉陷受损的苗木，要及时扶正，对于倾斜较大的树木，实施一定的扶正措施；

复垦后定植密度满足《造林作业设计规程》(LY/T 1607) 要求，郁闭度 ≥ 0.3 ，确保一定量的灌溉，五年后植树成活率 70% 以上。

（2）压占土地林地复垦单元质量要求

复垦前对地表进行建筑物拆除和清理；

清理后对迹地进行平整覆土，覆土厚度不小于 0.3 m，平整后坡度不超过 10°；

树种选择：乔木选择樟子松等；灌木选择紫穗槐、柠条等；

复垦后有效土层厚度 ≥ 30 cm，土壤容重 ≤ 1.5 g/cm³，土壤质地砂土至砂质粘土，砾石含量 $\leq 25\%$ ，PH 值在 7.0~8.5 之间，土壤有机质含量 $\geq 0.5\%$ ；

复垦后定植密度满足《造林作业设计规程》(LY/T 1607) 要求，郁闭度 ≥ 0.3 。

5、草地方向土地复垦质量要求

（1）沉陷土地草地复垦单元质量要求

复垦后有效土层厚度 ≥ 30 cm，土壤容重 ≤ 1.45 g/cm³，土壤质地砂土至壤粘土，砾石含量 $\leq 15\%$ ，pH 值在 7.0~8.5 之间，土壤有机质含量 ≥ 0.3 ；

草籽选择适宜本地生长的乡土品种，草籽选择紫花苜蓿等；

复垦后林草覆盖率 $\geq 30\%$ ，复垦五年后生产力水平达到周边地区同等土地利用类型水平；

对于因地表沉陷受损的草地，补植地区与原草地植被种类相同；

复垦后 5 年草地具有生态稳定性和自我维持能力，生物多样性不低于原植被生态系统。

（2）裸土地复垦草地复垦单元质量要求

复垦后有效土层厚度 ≥ 30 cm，土壤容重 ≤ 1.45 g/cm³，土壤质地砂土至壤粘土，砾石含量 $\leq 15\%$ ，PH 值处于 7.0~8.5 之间，土壤有机质含量 ≥ 0.3 ；

草籽选择适宜本地生长的乡土品种，草籽选择紫花苜蓿等；

复垦后林草覆盖率 $\geq 30\%$ ，复垦五年后生产力水平达到周边地区同等土地利用类型水平；

对于因地表沉陷受损的草地，补植地区与原草地植被种类相同；

复垦后 5 年草地具有生态稳定性和自我维持能力，生物多样性不低于原植被生态系统。

6、农村道路复垦质量要求

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 3 m，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。

7、其他土地复垦质量要求

加强本复垦单元的监测，确保损毁土地能够满足当地人民的正常生产生活需求。同时加强土地复垦风险防范措施的建立。

第五章 矿山地质环境治理与土地复垦工程

府谷县中联前阳洼煤矿建设及生产引发的主要矿山地质环境问题包括煤矿开采引发的地面沉陷及伴生地裂缝等不稳定地质体，含水层破坏、地形地貌景观破坏影响，水土环境质量降低等影响，以及土地资源损毁等，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（2025—2029年）、中期（2030—2037年）、后期（2038—2045年）三个阶段，近期以不稳定地质体治理工程、已沉陷损毁土地及近期开采沉陷区损毁土地复垦为主，中后期以永久占用场地及中期开采沉陷区损毁土地复垦为主。

一、矿山地质环境保护与土地复垦预防

（一）目标任务

矿山地质环境保护与土地复垦的目标在于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，有效遏制煤矿开采对主要含水层、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。

矿山地质环境保护与土地复垦预防阶段主要任务为：

1、源头控制

在从事生产建设活动中采取多种措施源头控制，尽量减少对土地不必要的损毁；坚持预防为主、防治结合的原则，防患于未然，使土地资源损毁面积控制在最小的范围和最低限度，使矿区的水土流失现象被有效遏制。

2、统一规划，统筹安排

依据当地的规划，遵循全面复垦和重点复垦相结合的设计思路，对复垦区提前进行合理规划，做到土地复垦与生产统一规划，统筹安排，最大限度地保护和合理利用土地资源，提高劳动生产率和土地利用率。

3、因地制宜

贯彻落实“十分珍惜和合理利用土地，切实保护耕地”的基本国策，按照“因地制宜，优先用于农业”的原则，在土地复垦的过程中，按照矿区所在地的管理规划，合理确定复垦土地的用途，宜农则农、宜林则林、宜牧则牧、宜建则建。

被损毁的土地可复垦为农用地的，优先用于耕地及林牧业用地。

（二）保护与预防措施

1、合理规划

在建设和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、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。府谷县中联前阳洼煤矿在工业场地、煤矿边界、村庄、工矿企业、公路、主要大巷等都已留设煤柱。

3、矿山地质环境保护预防

（1）矿山不稳定地质体预防措施

在保护级别高的重要建（构）筑物处留设保护煤柱，对出现地表沉陷裂缝区第一时间进行临时充填修复，避免或减少采空塌陷和沉降裂缝的发生；

在不稳定地质体、采空沉陷区竖立警示牌提醒行人避让，减缓财产损失及人身安全威胁。

各场地合理设置截排水设施，防止地面废水、废油等引发水土环境质量下降。

（2）含水层保护措施

防水措施：井下采掘时严格执行《煤矿防治水细则》，坚持“预测预报、有疑必探、先探后掘、先治后采”的原则，并采取探、防、堵、疏、排、截、监的综合治理措施。

加强监测：工程建设期及运营期中加强对地下水的跟踪监测。

对居民生产、生活用水造成影响的含水层区域，采取水车供水或寻求新的水

源引入等措施，保证居民的生产、生活用水。

（3）地形地貌景观保护措施

合理规划，科学利用：在生产过程中要加强规划和施工管理，尽量减少对土地的影响范围。

边开采边治理，加强生态保护意识，多植树种草，使矿山建设与当地地形地貌景观相适应，与周边生态环境相协调。

（4）水土环境质量预防措施

围绕地表水体、土壤建立监测点，构建监测实施方案，加强水环境质量与土壤环境质量的监测，确保水土环境质量稳定。

4、表土资源保护措施

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，使其得到充分、有效的利用。

5、加强复垦监测措施

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。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。

（三）主要工程量

矿山地质环境保护与土地复垦预防工程主要为地面沉陷或塌陷隐患区设置警示牌。方案适用期工程量测算见表 5.1-1。

表 5.1-1 方案适用期预防工程量统计表

序号	单项名称	单位	方案近期（适用期）年度工作量					
			第一年	第二年	第三年	第四年	第五年	小计
1	塌陷区警示牌	块	5	10	5	5	5	30

二、矿山不稳定地质体治理

（一）目标任务

1、治理目标

- (1) 避免和减缓现状不稳定地质体灾变、开采引发的地面沉陷、地裂缝等不稳定地质体造成村庄、重要地面建、构筑物的危害和损失；
- (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；对公路采取修复措施，保证交通畅通；
- (3) 后期封闭井筒，拆除生产设施。

2、治理任务

坚持以人为本，从矿山地质环境实际出发，采取科学合理的治理方法和措施，消除或减轻矿山不稳定地质体威胁，消除安全隐患，确保生产安全。

- (1) 沉陷区伴生裂缝及时充填，并加强监测；
- (2) 根据开采计划，对受开采沉陷影响严重的村庄实施集中搬迁安置；
- (3) 对开采沉陷受损的道路进行修复，其标准不低于原有标准；
- (4) 对开采新形成的沉陷区进行巡查；
- (5) 煤矿闭坑期拆除所有生产设施，井筒按规范实施封闭，场地进行平整；
- (6) 开展矿山地质环境监测工作，建立监测点，对地面沉陷及地裂缝、地下水等进行长期监测。

（二）工程设计与技术措施

1、近期主要治理工程

在本阶段的治理任务包括：对评估区内已存在的斜坡类不稳定地质体进行治理，同时对评估区内已存在及拟产生的地面沉陷及地裂缝影响的受损道路和输电线路等进行治理或修复。

（1）不稳定斜坡防治工程

评估区内存在三处不稳定斜坡（BP1、BP2 及 BP3），经过评价，三处不稳定斜坡均危险性中等，主要威胁坡脚房屋。因此，依据矿山地质环境保护目的，针对不稳定斜坡采用工程治理的方式进行危险性消除。三处不稳定斜坡中，不稳

定斜坡 BP1 坡表已实施过混凝土加固，但由于风化作用，导致表面破损，其内部坡体组成物质难以通过调查完全查明。而不稳定斜坡 BP2 与 BP3 坡体结构较为复杂，坡体稳定性需经过详细勘查与计算分析才能获得精确结果。因此本方案仅对不稳定斜坡做初步方案设计，建议矿方后期对不稳定斜坡 BP1、BP2 与 BP3 在治理实施前委托具有资质的单位或高校进行专门勘查与施工图设计。

1) 不稳定斜坡 BP1 治理方案设计

综合分析不稳定斜坡 BP1 坡体结构特征、稳定性及威胁对象位置，结合类似不稳定斜坡治理经验，对该不稳定斜坡提出坡体下部无护脚墙位置设置护脚墙，拆除破损的已有混凝土砌体，按照 1:1 坡率放坡后，在坡面设置窗式格构进行护坡（图 5.2-1），同时在马道及坡脚上设置截排水沟与急流槽等排水工程。不稳定斜坡 BP1 治理工程断面设计与相关结构设计如图 5.2-2~5.2-6 所示。

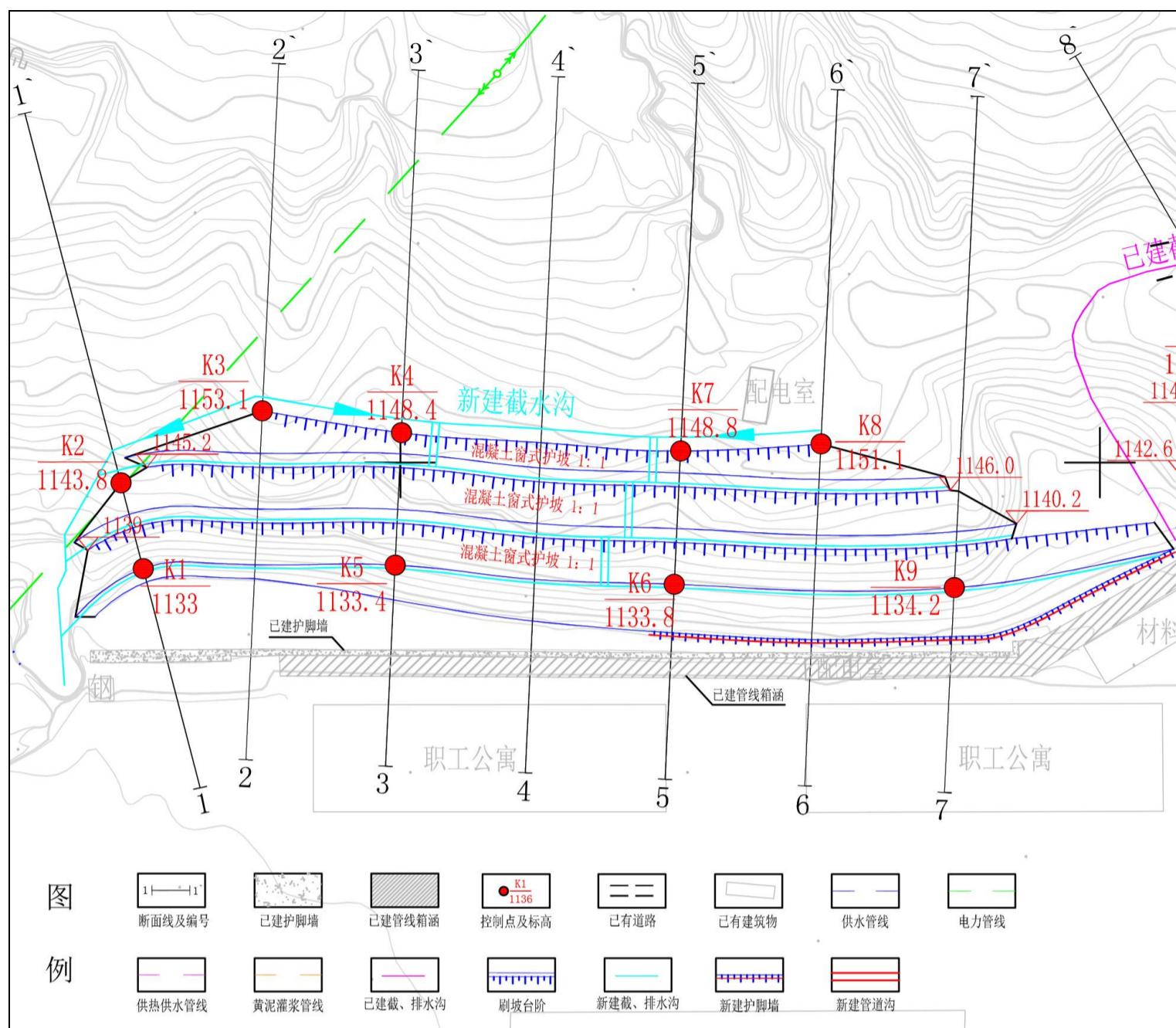


图 5.2-1 不稳定斜坡 BP1 治理工程平面设计图

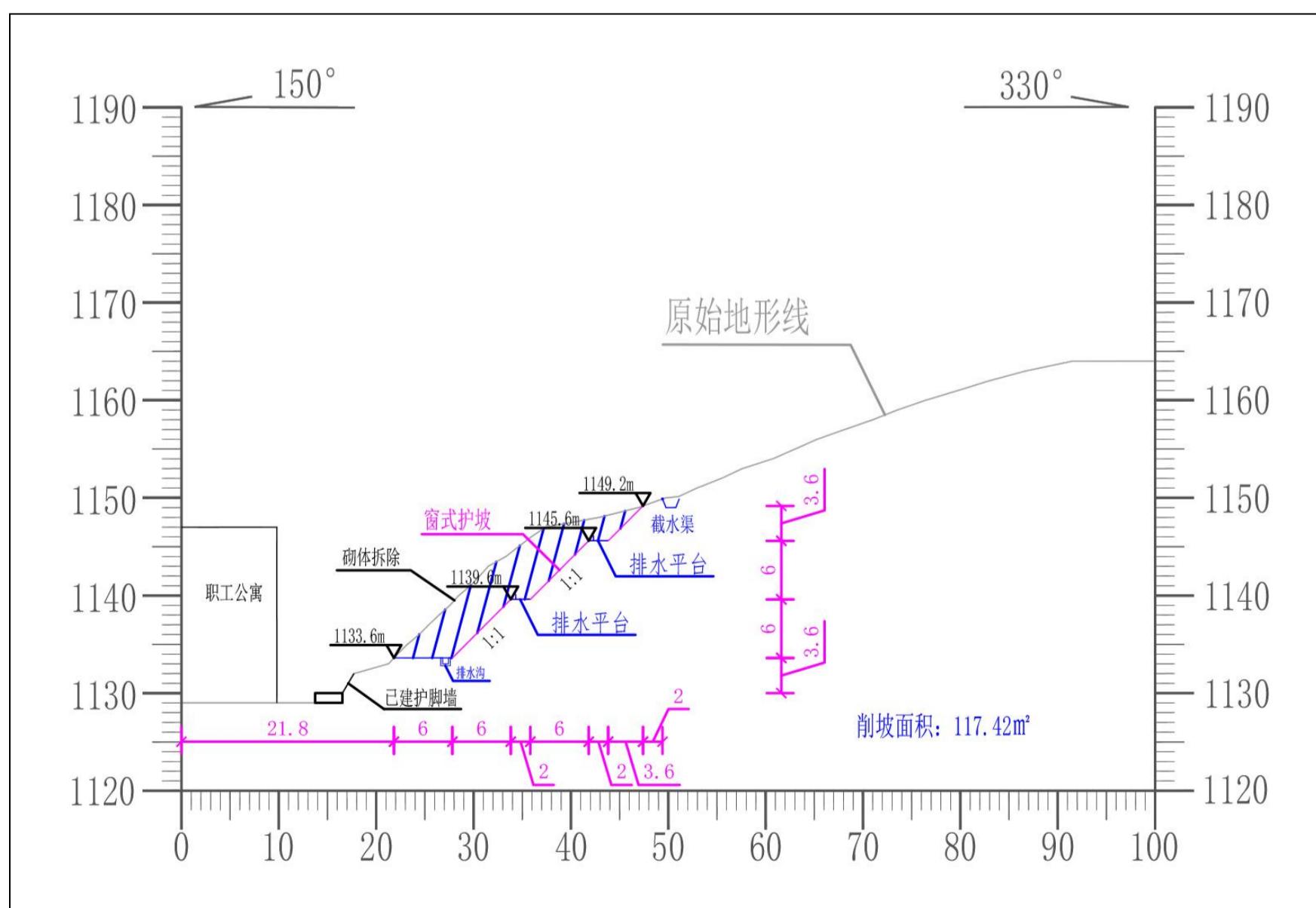


图 5.2-2 不稳定斜坡 BP1 治理工程平面设计图 (4-4' 剖面)

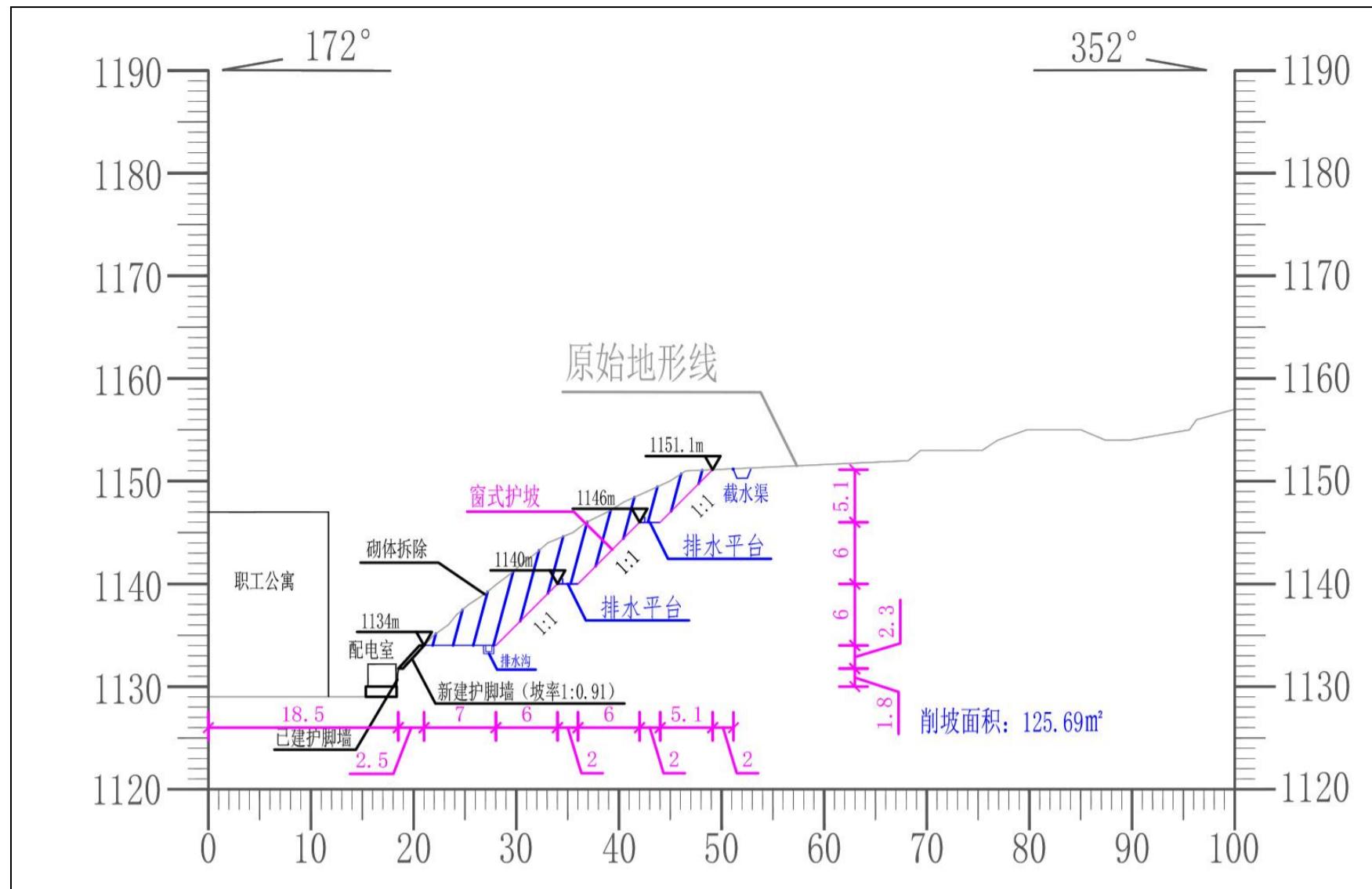


图 5.2-3 不稳定斜坡 BP1 治理工程平面设计图 (6-6' 剖面)

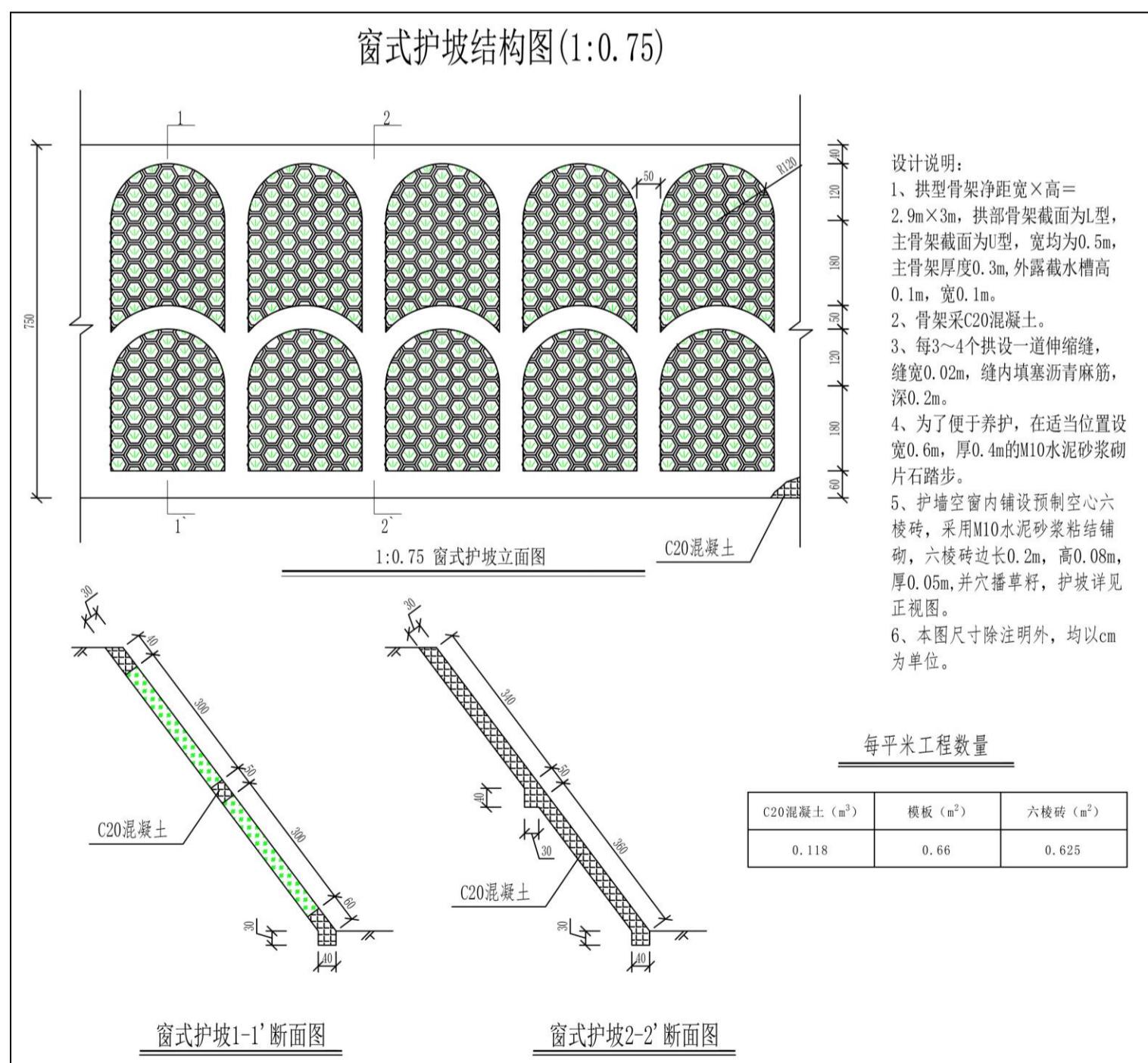


图 5.2-4 不稳定斜坡 BP1 治理窗格护坡设计图

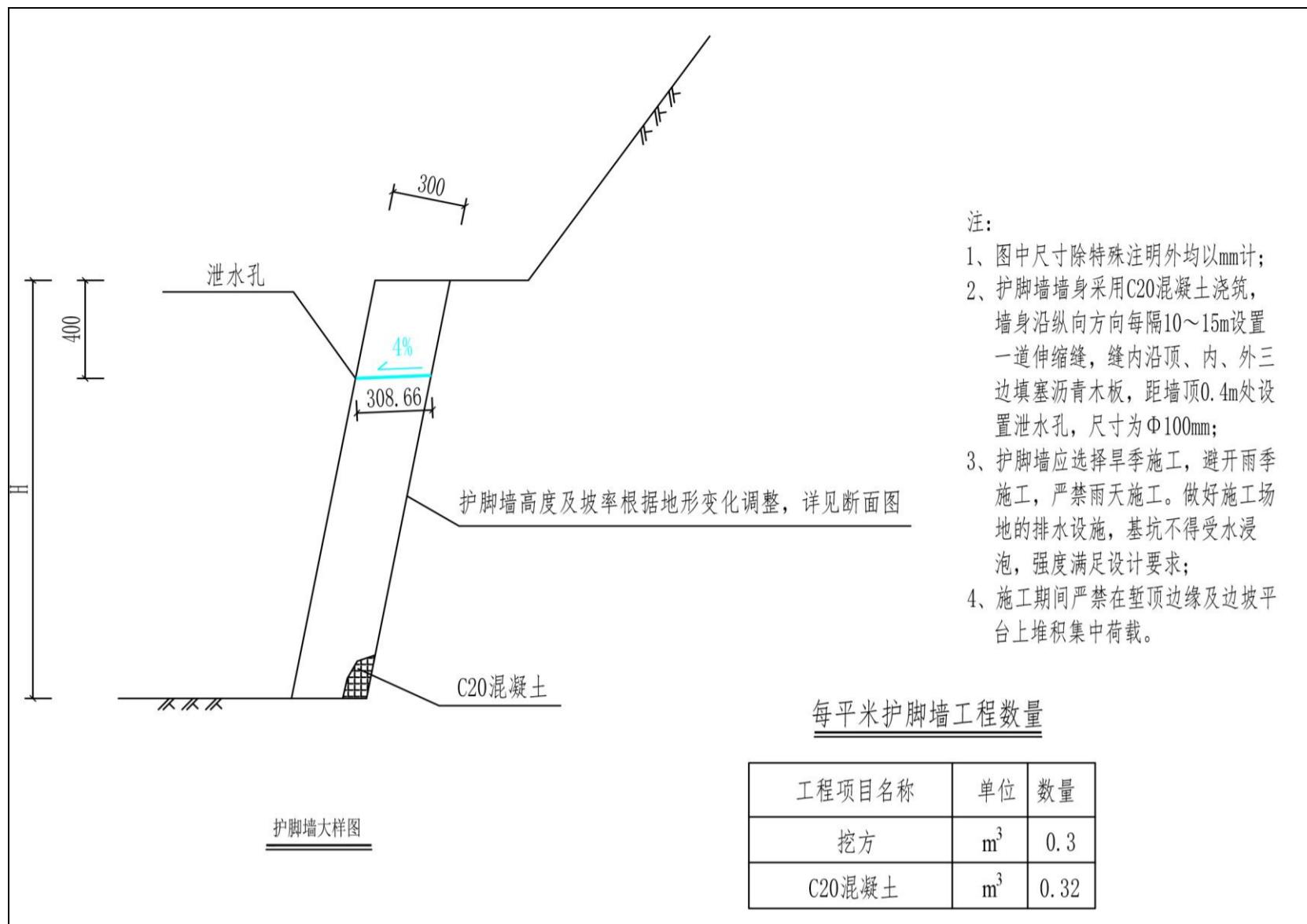


图 5.2-5 不稳定斜坡 BP1 治理护脚墙结构设计图

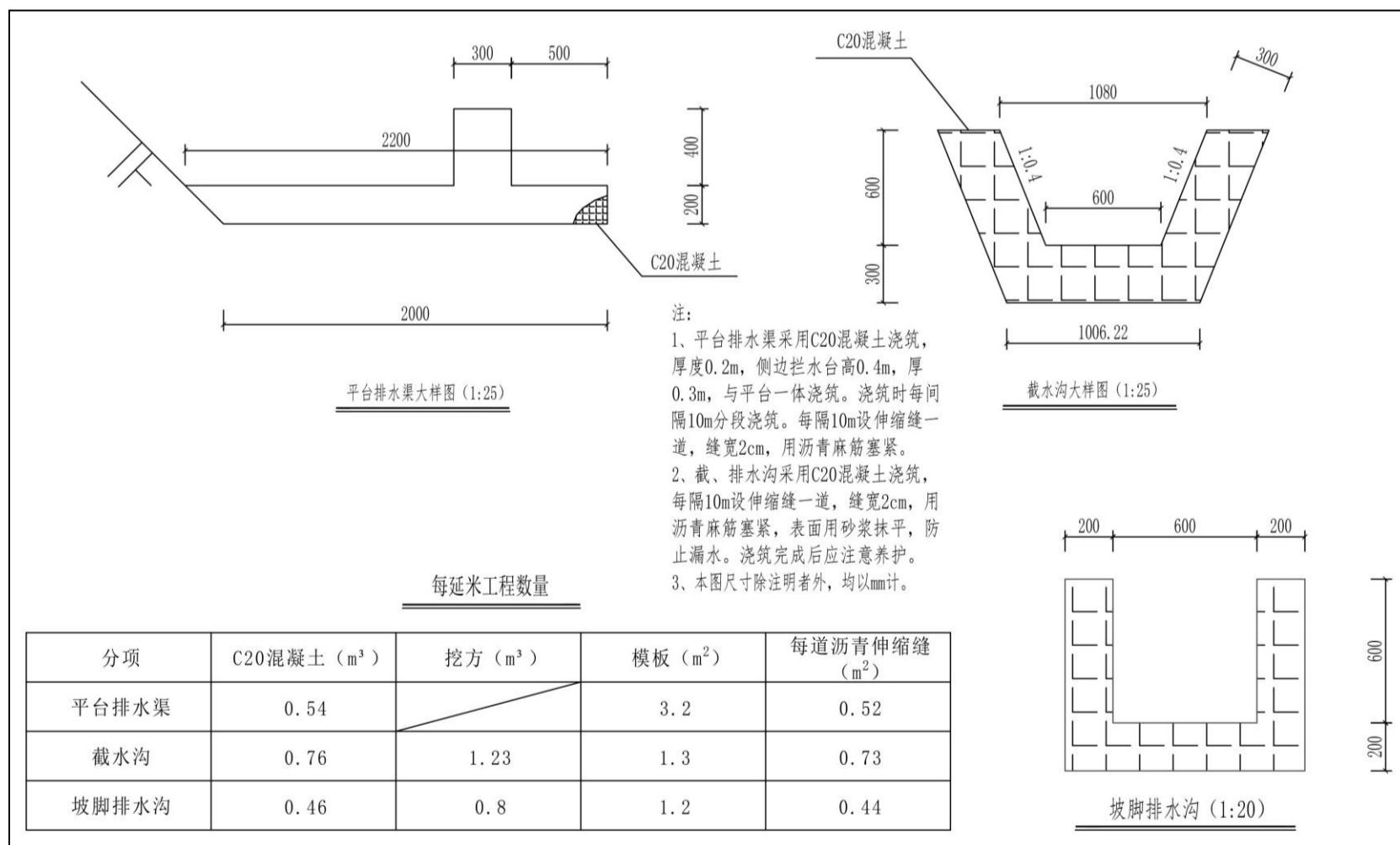


图 5.2-6 不稳定斜坡 BP1 治理工程排水设施结构设计图

2) 不稳定斜坡 BP2 治理方案设计

对不稳定斜坡 BP2 东北段坡脚设计采用混凝土挡墙支挡，坡面采用锚杆格构加植生袋的方式进行生态防护，坡顶设置排水设施的方式进行治理；而对不稳定斜坡 BP2 西南段采用锚索钢筋混凝土护坡加坡脚排水沟进行治理。治理工程设计平面布置如图 5.2-7 所示。

① 支挡工程

设计对不稳定斜坡 BP2 东北段坡脚浇筑 6.0 m 高混凝土挡土墙（图 5.2-8）；东南段坡脚浇筑 3.0 m 高混凝土挡土墙。在东北段坡脚浇筑 6 m 高 C30 混凝土挡墙，顶宽 0.6 m、墙背直立、墙面坡率 1: 0.3、墙趾宽 0.4 m，基础深 1.5m、设置 0.2: 1 的反坡，基地设置 0.3 m 厚的 C20 混凝土垫层；墙身设置 3 排泄水孔，距离墙趾 0.5 m、2.5 m、4.5 m 位置处，泄水孔水平间距 2 m；泄水孔后（墙背）下部设置 0.5 m 厚黏土夯实隔水层，底部泄水孔向上至距离墙顶 0.5 m 区段设置厚 0.3 m 的砂卵石反滤层，采用透水土工袋装干净的砂卵石砌筑，顶部 0.5 m 范围内采用黏土夯实作为隔水层；泄水孔采用硬聚氯乙烯 PVC-U 硬质管、直径 110 mm*3.2 mm。墙顶采用 10 cm 厚 C30 素混凝土抹面、墙趾采用 5 cm 厚 C20 素混凝土抹面并向截排水沟倾 5% 的坡度。6m 高混凝土挡墙 240 m。

在东北段最东侧转弯处坡脚浇筑 3 m 高 C30 混凝土挡墙，顶宽 0.9 m、墙背直立、墙面坡率 1: 0.4、墙趾宽 0.5 m，基础深 1.5 m、设置 0.2: 1 的反坡，基地设置 0.5 m 厚的 C20 混凝土垫层；墙身设置 2 排泄水孔，距离墙趾 0.50 m、1.60 m 位置处，泄水孔水平间距 3 m；泄水孔后（墙背）下部设置 0.3m 厚黏土夯实隔水层，底部泄水孔向上设置厚 0.8 m 的砂卵石反滤层，采用透水土工袋装干净的砂卵石砌筑；泄水孔采用硬聚氯乙烯 PVC-U 硬质管、直径 110 mm*3.2mm。墙顶采用 10 cm 厚 C30 素混凝土抹面、墙趾采用 5 cm 厚 C20 素混凝土抹面并向截排水沟倾 5% 的坡度。3 m 高混凝土挡墙 560 m。

设计在不稳定斜坡西南段坡面浇筑锚索钢筋混凝土护坡，混凝土强度为 C30，混凝土保护层厚度 30 cm，横纵梁钢筋均应通长设置（图 5.2-9）。每隔 15 m 设置伸缩缝，缝宽 2 cm，用沥青木板填塞，塞填深度不小于 15 cm。横纵梁交接处设置全长粘结型锚索，纵向间距 2 m，单元锚固段应穿过滑带且不小于 1.5 m，

且长度应大于 3.5 m, 锚杆入射角度 35°, M30 水泥砂浆灌注, 注浆压力 1.0 MPa。

② 坡面防护工程

在不稳定斜坡 BP2 东北段陡坎处, 对墙以上边坡坡面进行修整, 采用锚杆格构进行加固, 格构形式为矩形, 采用 C30 砼浇筑(图 5.2-10)。横纵梁间距 3 m ×3 m, 格构断面 300 mm×300 mm, 直接于平台内侧施工, 地梁地基应采用三七灰土换填 0.3 m。坡顶剩余长度不足施工一个格构时, 可对格构做适当调整。格构梁每 10~15 m 设置一道伸缩缝, 缝宽 2 cm, 用沥青木板填塞, 塞填深度不小于 15 cm, 伸缩缝具体位置可根据实际情况进行调整。横纵梁钢筋均应通长设置。横纵梁交接处设置锚杆, 锚杆为全长粘结型, 锚杆长 8 m, 锚孔直径 130 mm, 锚杆入射角度 30°, 锚筋采用 28HRB400 级钢筋, 设计锚固力 40 KN, M30 水泥砂浆灌注, 注浆压力 1.0 MPa。格构横纵梁应嵌入坡面 100 mm, 遇局部架空其基础先铺砌 2~5 cm 厚砂浆平层, 格构内采用叠放植生袋绿化, 植生袋内材料为草、花、灌木种子、保水剂、微生物肥料、土料等材料, 种植土中适当加入草炭土 10% 和复合肥 500g/m。装土后夯平尺寸: 长 50 cm×宽 20 cm 高 15 cm。西北侧部分坡顶有溜滑现象, 在塌方处用加筋土回填。

③ 输排水工程

沿坡顶设置排水渠, 断面均为矩形。设计断面净尺寸为顶部宽度 0.6 m, 底宽 0.5 m, 深度 0.6 m, 壁厚 20 cm, 底厚 30 cm, 基础采用 30 cm 厚的三七灰土垫层进行处理。采用 C25 混凝土浇筑。挡土墙墙顶利用排水沟将坡面径流排泄至周边自然沟道内, 在坡脚线外侧 1 m 设净深 0.4 m、净宽 0.4 m 的柔性排水沟, 并将地面整平为向截水沟缓倾 5%、以利于降雨的排泄, 以防止降水渗进入坡体; 坡面设置竖向排水沟, 净深 0.4 m、净宽 0.4 m, 间隔 50 m, 将边坡上的水汇聚一处排泄到沟道里。纵向排水渠在坡脚或与横向排水渠交汇处设置跌水井, 防止水流对排水渠的冲刷破坏。断面呈梯形, 设计断面尺寸为长度 1.5 m, 宽 1.0 m, 深度 1.2 m, 壁厚 20 cm, 底厚 30 cm。采用 C25 混凝土浇筑。

在东北段平台第一级和第三级坡面上设置输水管道, 从上方蓄水池中引水, 用于坡面植被的浇灌。

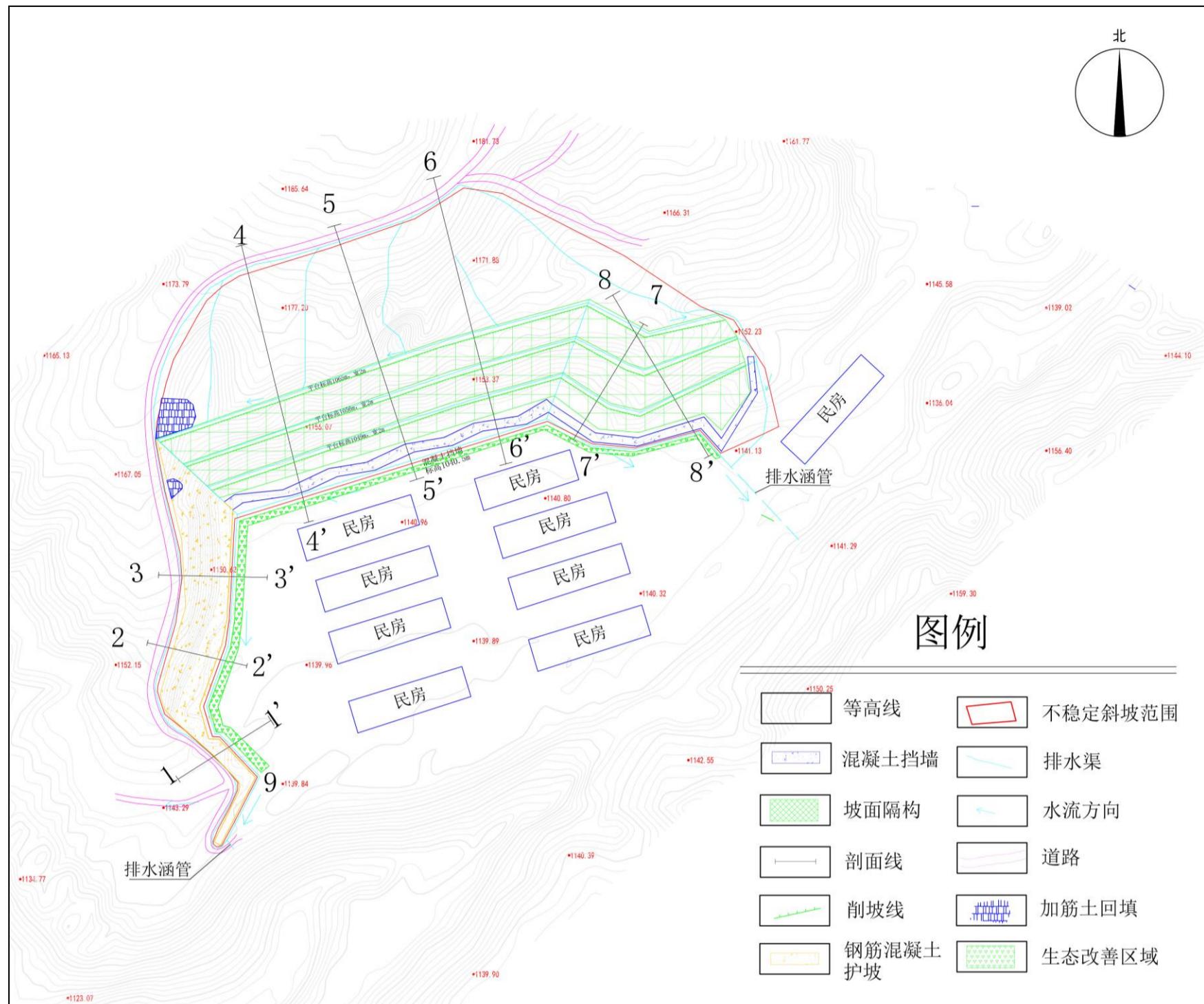


图 5.2-7 不稳定斜坡 BP2 治理工程平面设计图

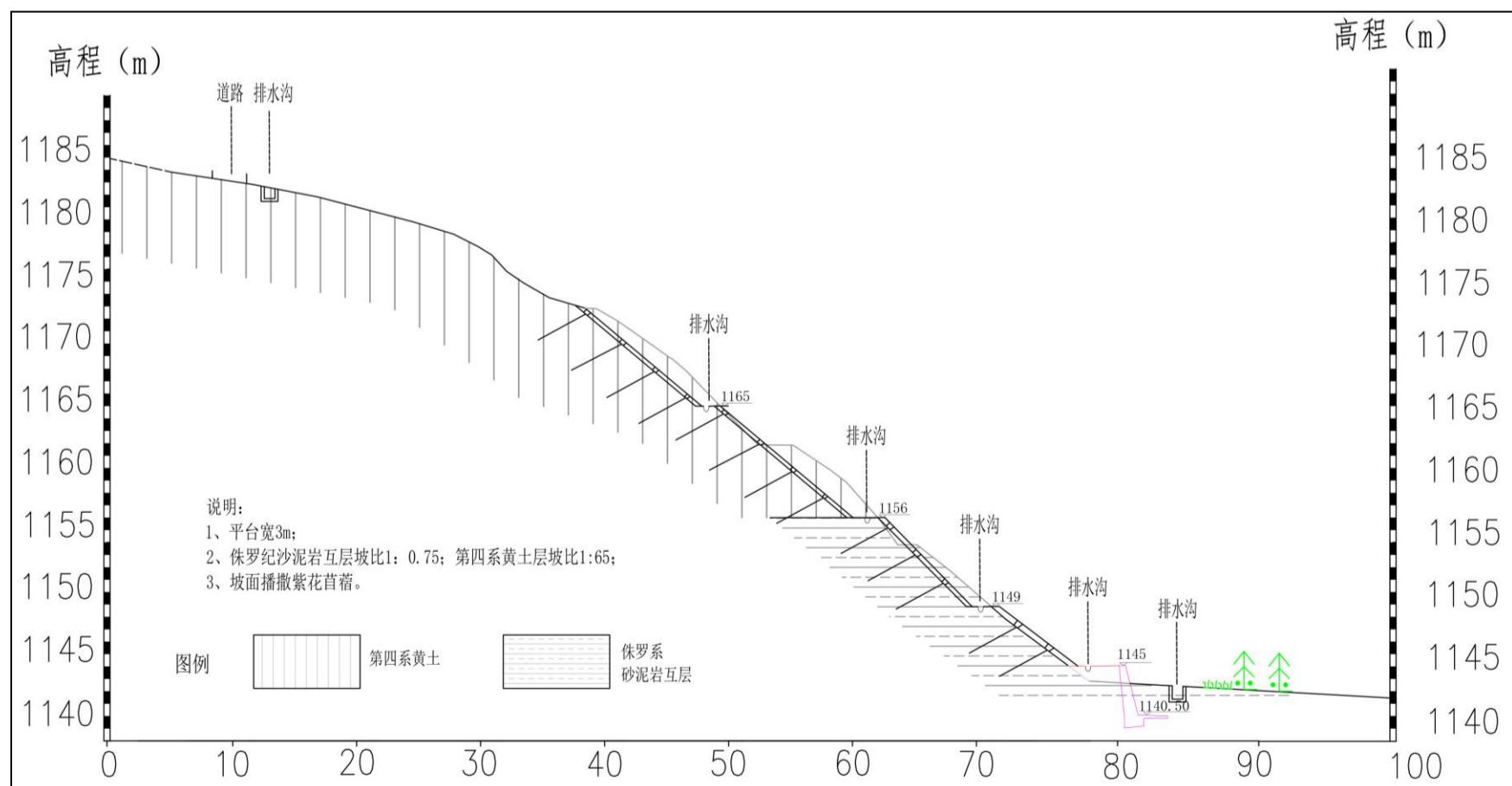


图 5.2-8 不稳定斜坡 BP2 东北段治理工程断面设计 (5-5' 剖面)

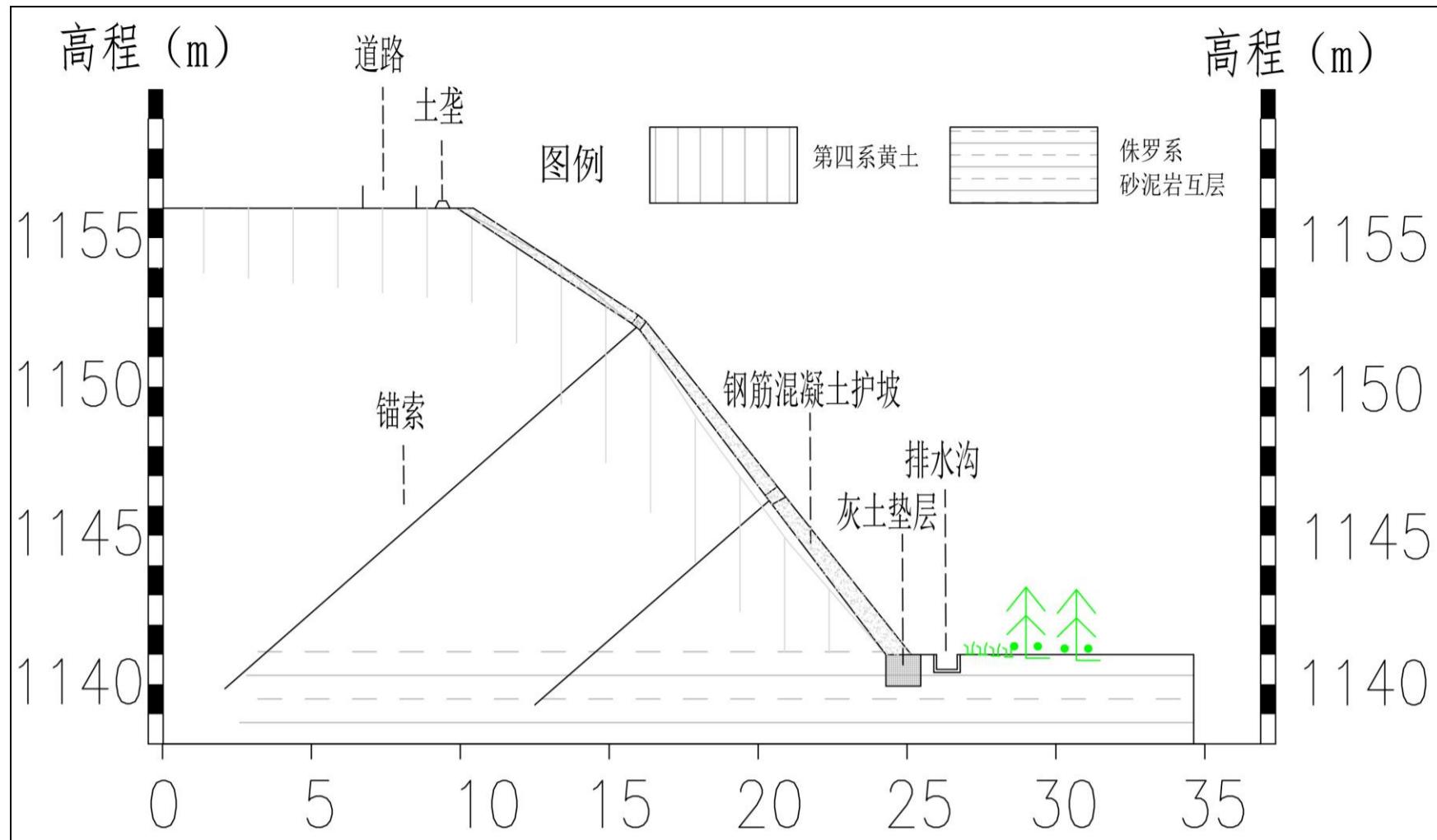


图 5.2-9 不稳定斜坡 BP2 西南段治理工程断面设计 (2-2' 剖面)

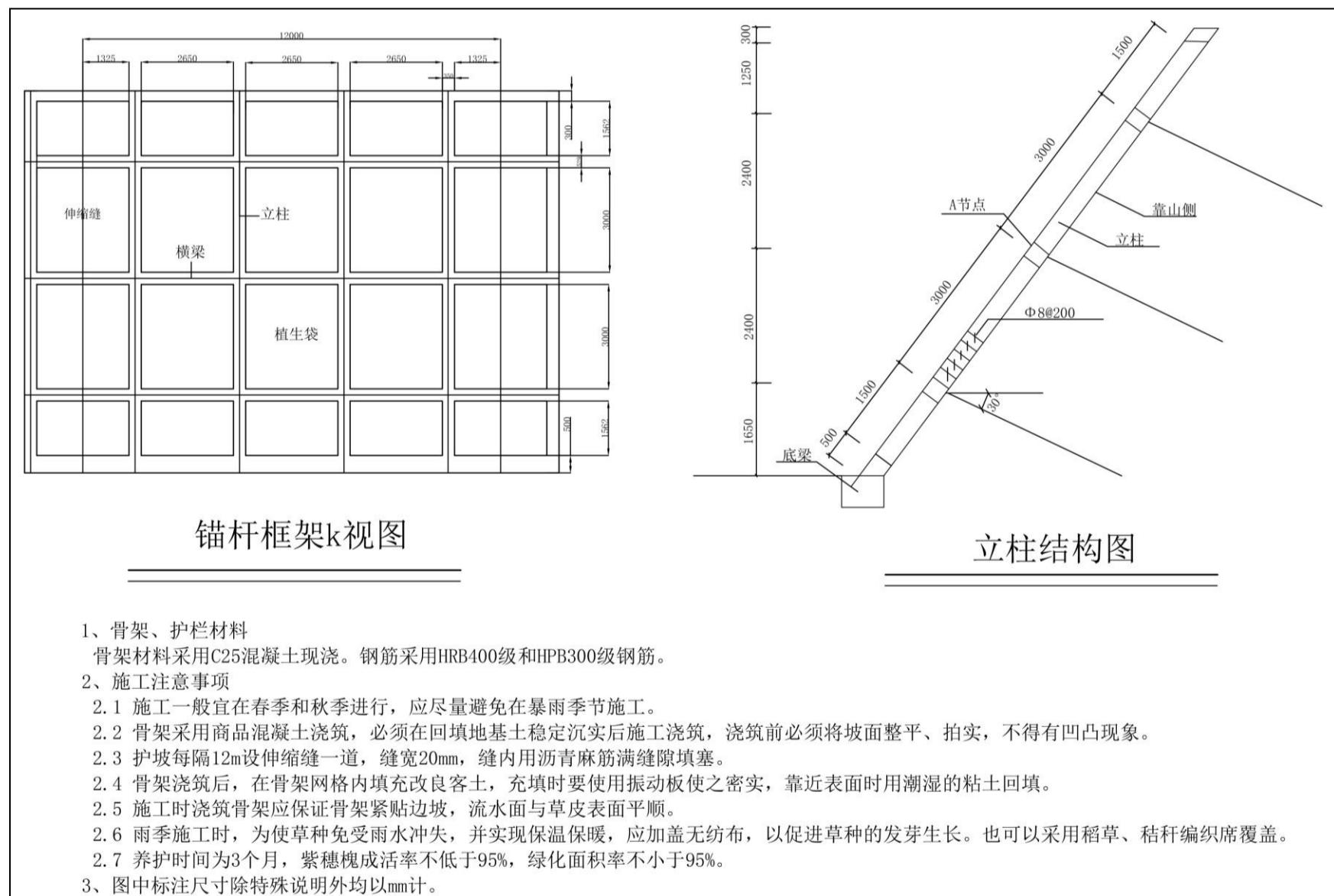


图 5.2-10 不稳定斜坡 BP2 东北段坡面防护工程设计

3) 不稳定斜坡 BP3 治理方案设计

设计采用在坡脚放置混凝土挡墙, 坡面与坡顶设置排水沟的方式对不稳定斜坡 BP3 及坡脚沟道实施综合治理 (图 5.2-11~5.2-13)。

① 支挡工程

设计对不稳定斜坡 BP3 (西梁村宅基地在东侧边坡) 坡脚浇筑 3 m 高 C30 混凝土挡墙, 顶宽 0.9 m、墙背直立、墙面坡率 1: 0.4、墙趾宽 0.5 m, 基础深 1.5 m、设置 0.2: 1 的反坡, 基地设置 0.5 m 厚的 C20 混凝土垫层(图 5.3-12~5.2-13); 墙身设置两排泄水孔, 距离墙趾 0.50 m、1.60 m 位置处, 泄水孔水平间距 3 m; 泄水孔后 (墙背) 下部设置 0.3 m 厚黏土夯实隔水层, 底部泄水孔向上设置厚 0.8 m 的砂卵石反滤层, 采用透水土工袋装干净的砂卵石砌筑; 泄水孔采用硬聚氯乙烯 PVC-U 硬质管、直径 110 mm*3.2 mm。墙顶采用 10 cm 厚 C30 素混凝土抹面、墙趾采用 5 cm 厚 C20 素混凝土抹面并向截排水沟倾 5%的坡度。3 m 高混凝土挡墙约 560 m。

② 输排水工程

如图 5.2-12 所示, 沿坡顶设置排水渠, 断面均为矩形。设计断面净尺寸为顶部宽度 0.6 m, 底宽 0.5 m, 深度 0.6 m, 壁厚 20 cm, 底厚 30 cm, 基础采用 30 cm 厚的三七灰土垫层进行处理。采用 C25 混凝土浇筑。挡土墙墙顶利用排水沟将坡面径流排泄至周边自然沟道内, 在坡脚线外侧 1 m 设净深 0.4 m、净宽 0.4 m 的柔性排水沟, 并将地面整平为向截水沟缓倾 5%、以利于降雨的排泄, 以防止降水渗进入坡体; 坡面设置竖向排水沟, 净深 0.4 m、净宽 0.4 m, 间隔 50 m, 将边坡上的水汇聚一处排泄到沟道里。纵向排水渠在坡脚或与横向排水渠交汇处设置跌水井, 防止水流对排水渠的冲刷破坏。断面呈梯形, 设计断面尺寸为长度 1.5 m, 宽 1.0 m, 深度 1.2 m, 壁厚 20 cm, 底厚 30 cm。采用 C25 混凝土浇筑。

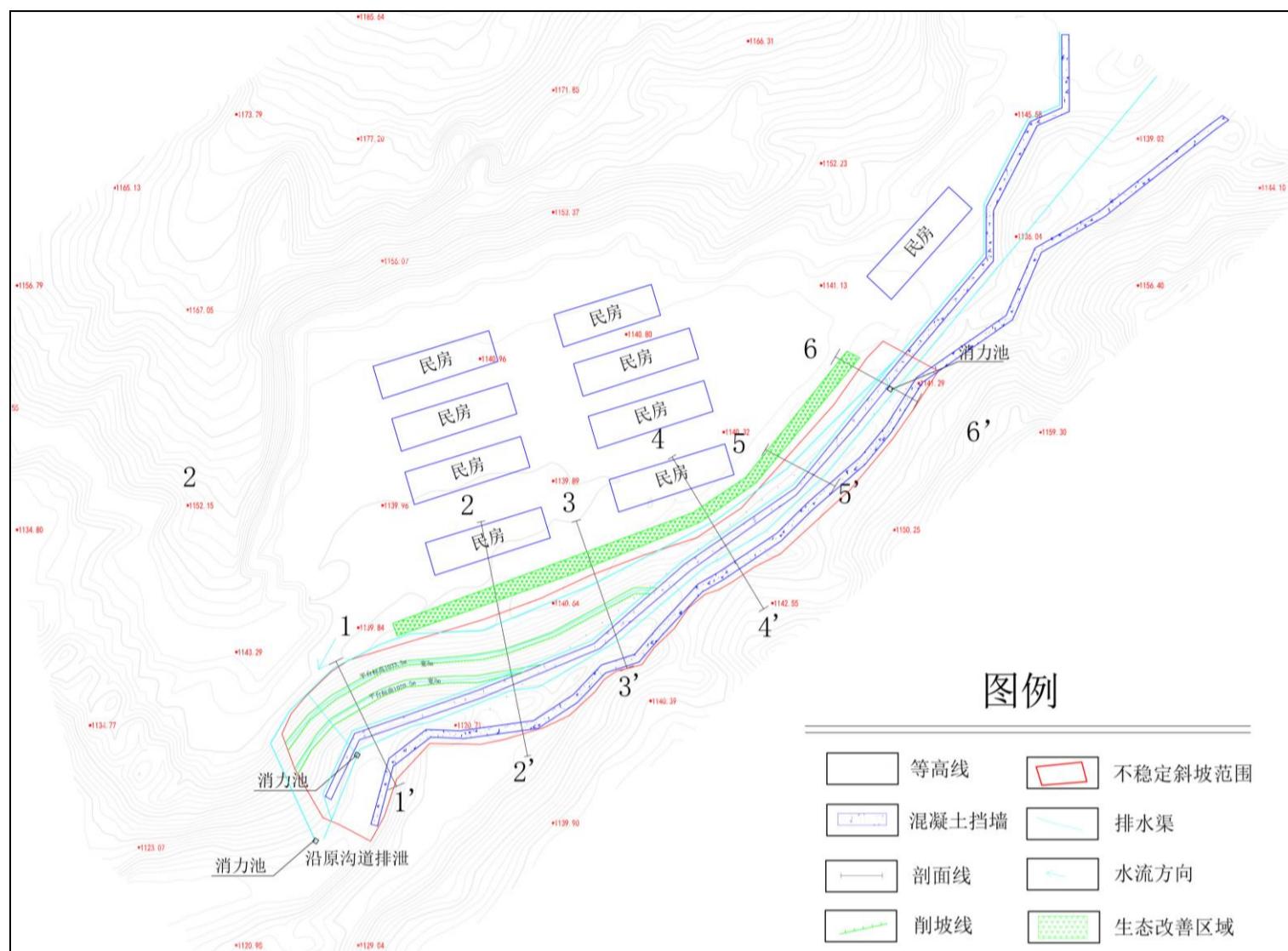


图 5.2-11 不稳定斜坡 BP3 护坡排水综合治理平面设计图

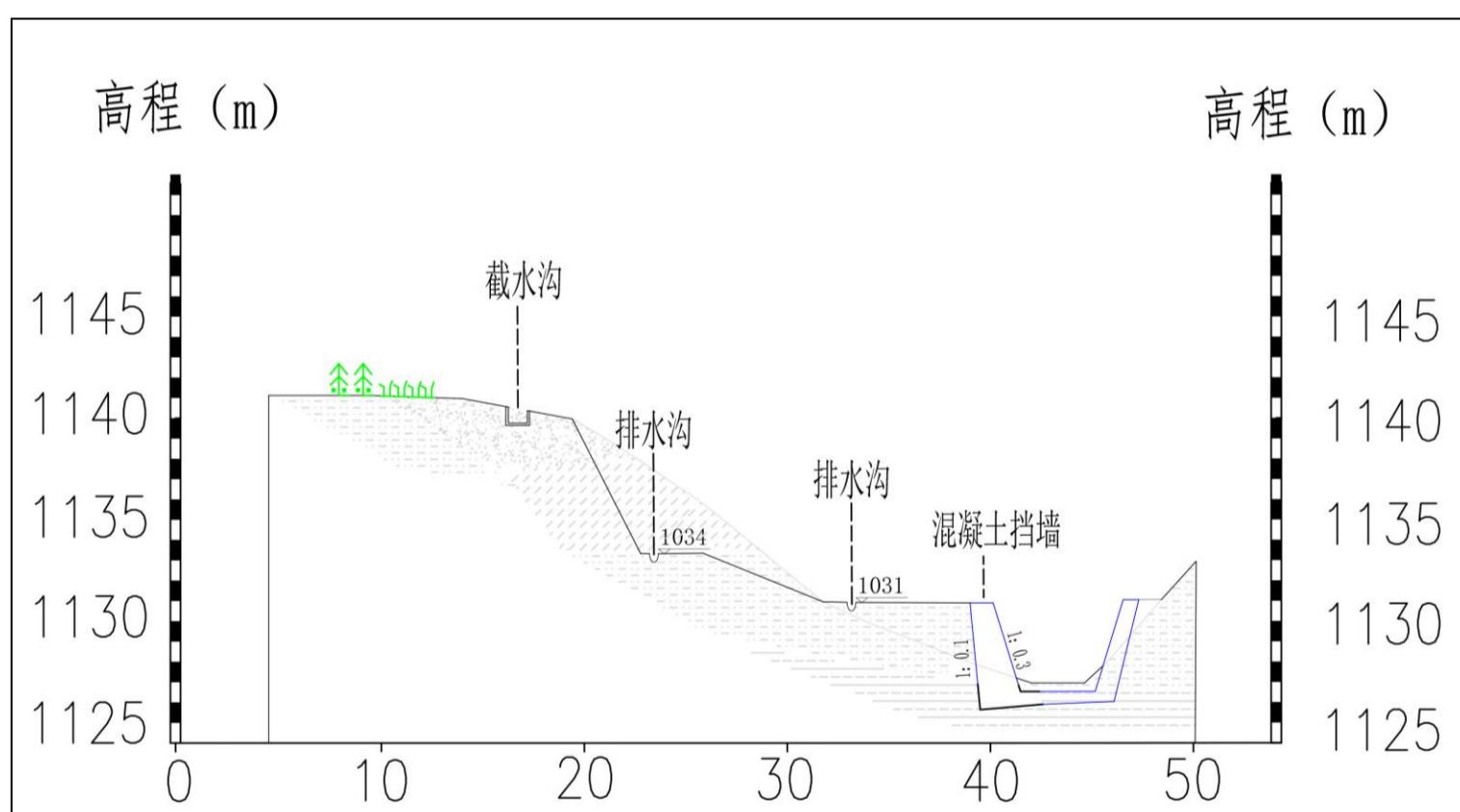


图 5.2-12 不稳定斜坡 BP3 治理工程断面设计图 (3-3' 剖面)

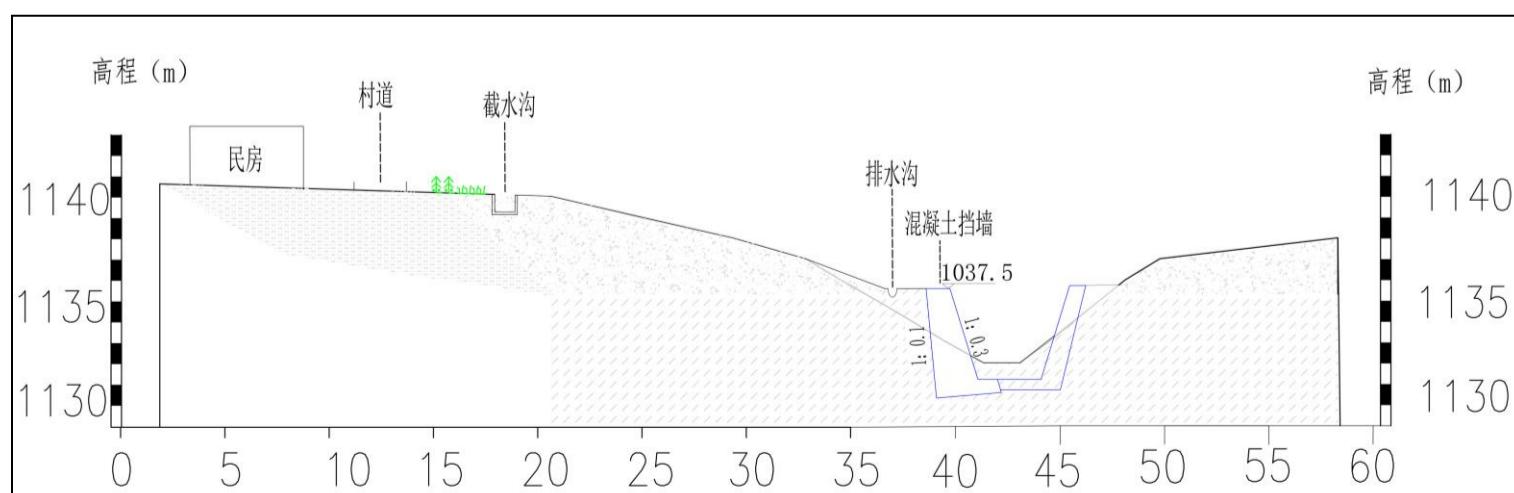


图 5.2-13 不稳定斜坡 BP3 治理工程断面设计图 (4-4' 剖面)

（2）地面沉陷受损建构筑物治理

煤矿生产主要引发采空塌陷及伴生地面裂缝，造成村庄建筑物，乡村道路受损。因此提出如下治理工程：开采区村庄搬迁、塌陷区治理、道路修复等。塌陷区的裂缝回填治理应与土地复垦结合进行。

1) 村庄搬迁

近期开采区涉及西香边则、西香边则及西香边则移民新村。由于采区内采煤存在重复开采，地面沉陷量大，虽然村庄下留设保护煤柱，但依据采煤沉陷分析地面建构筑物损毁等级可达到III~IV级，影响程度较严重~严重。故本方案建议将上述村庄纳入搬迁计划。

2) 道路维修

地表沉陷对道路的影响主要表现在下沉造成路面起伏凹凸不平，在拉伸区和压缩区会造成路面的开裂等路面损坏。府谷县中联前阳洼煤矿开采后对乡村道路会产生较严重的破坏。在开采时期对道路重点维护，一旦出现倾斜、裂缝、错断等损毁现象应尽快进行填补铺垫维护，必须保持道路的实时畅通，不影响周围居民的生产生活。

乡村道路设计为水泥路面。路面材料中，石料采用煤矸石、轧制的碎石或天然碎石，扁平细长颗粒不超过 20%，近似正方形有棱为好，不能含有其他杂物。粘土的塑性指数一般大于 12，粘土中不得含腐殖质或其他杂物，粘土用量一般不超过碎石干重的 15%。路基土要求压实或夯实，路中间要比两边略高一些，以便在突遇大雨后可及时排干渍水。回填土干容重 $\geq 15 \text{ kN/m}^3$ ，路基横坡同路面，施工中注意不允许路基积水。通过维修或加固的方式进行受损道路的治理恢复，轻度损坏道路维修长度均按照受损长度的 30%进行估算，中度损坏按照 50%进行估算，重度损坏按照 70%进行估算。

经过近期采煤沉陷计算，近期各工作面煤炭开采造成地表道路拟损毁路段如图 5.2-14 所示。其中 2025 年煤矿开采造成道路损毁段主要包括东墕沟至矿区东侧林场土路、东墕沟至五素沟水泥路、木瓜树墕至东墕沟土路及郝家沟北村至木瓜树墕土路；2026 年煤矿开采造成道路损毁主要包括郝家沟北村至木瓜树墕土路、木瓜树墕至东墕沟土路、柏树沟东梁水泥路及柏树沟东梁土路；2027 年

煤矿开采造成道路损毁主要包括郝家沟至西香边则水泥路在矿区西侧边界段、郝家沟至西香边则移民新村水泥路在矿区西侧边界段；2028年煤矿开采造成道路损毁主要包括西乡边则移民新村至西乡边则土路、郝家沟北村至木瓜树墕土路；2029年煤矿开采造成道路损毁主要包括郝家沟至西乡边则水泥路及郝家沟至西乡边则移民新村水泥路。依据各年度采煤引发的地面沉陷造成道路损毁按照相关标准实施分年度道路维修。

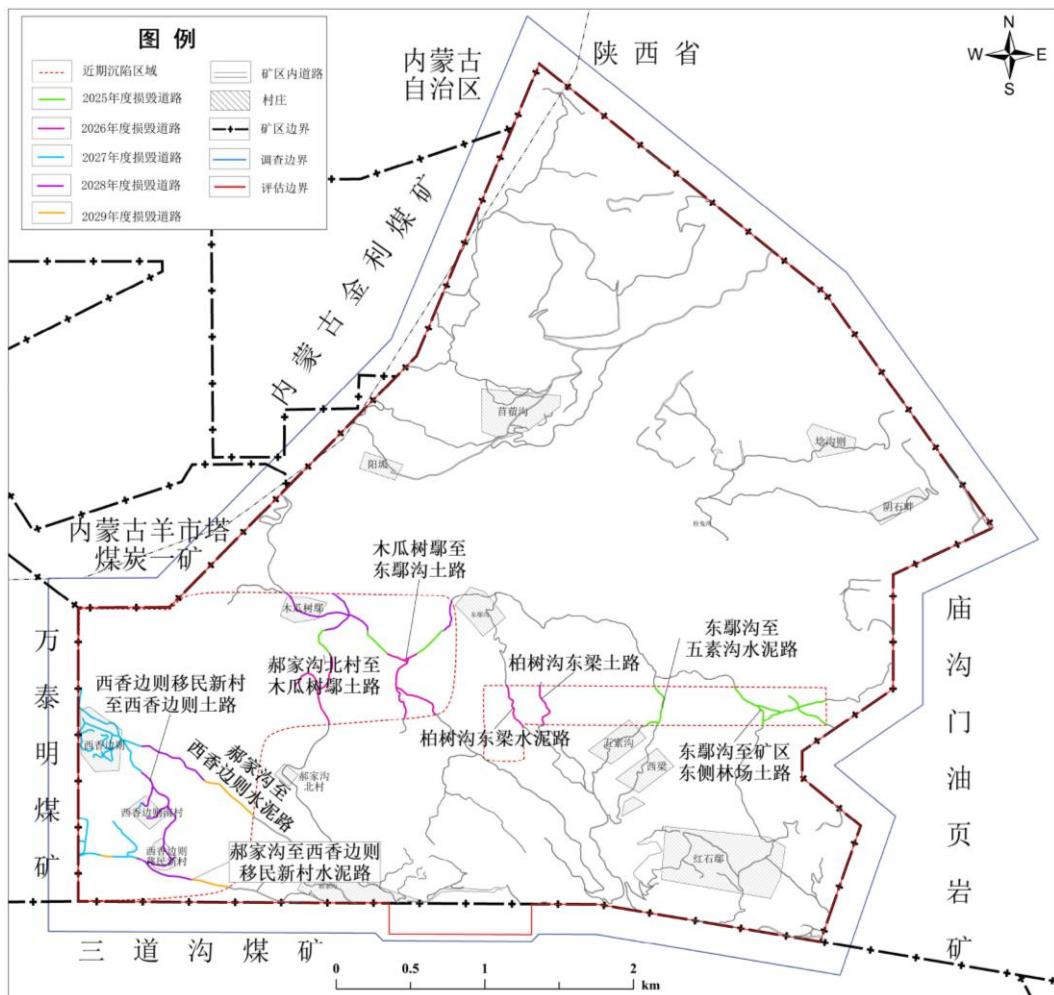


图 5.2-14 中联前阳洼煤矿近期煤炭开采造成道路损毁分布图

(3) 矿区内查中风险隐患点（崩塌）治理

根据现场复核调查，矿区内现存风险隐患点 11 处，其中有五处隐患点（崩塌）风险等级达到中等，对地质环境影响较严重。为改善矿区环境，提升矿区居民生活质量，应对矿区内中风险隐患点开展工程治理。

1) 庙沟门镇后沟门阴湾崩塌

该崩塌为前期公路建设时对靠山侧斜坡开挖形成的陡立高边坡，边坡组成物

质主要为侏罗系延安组的砂岩与泥岩互层，边坡上部近直立，下部陡倾，岩层产状近水平。该边坡危害坡脚公路，现状条件下发育中等，危险性中等，对地质环境影响较严重。根据边坡坡体结构特征及危害对象特点，采用锚杆主动防护网加固的方式对该隐患边坡坡面上的危岩体进行加固治理。该崩塌治理工程平面设计、断面设计及结构设计见图 5.2-15~5.2-18。

2) 庙羊路 K7+800 崩塌

该崩塌同样是由公路建设时对靠山侧斜坡开挖形成的人工高陡边坡，岩层近水平。该边坡坡度约 80° ，组成坡体物质以侏罗系砂岩夹泥岩为主，现状条件下边坡基本稳定，发育程度中等，危害性中等，危险性中等，对地质环境较严重。根据边坡坡体结构及危害对象特征，采用锚杆主动防护网对其进行加固治理。崩塌平面治理工程设计与断面治理工程设计见图 5.2-19~5.2-20，其结构工程设计参考图 5.2-17~5.2-18。

3) 沙梁村废品站岩质崩塌

该岩质崩塌所在斜坡高陡，组成坡体物质以侏罗系砂泥岩互层为主，坡表岩石风化严重，危害一处废品站及公路约 120m。根据该崩塌所在斜坡坡体结构及危害对象特征，提出对该崩塌采用锚杆主动防护网+被动防护网的方式对其进行综合治理。崩塌平面治理工程设计与断面治理工程设计见图 5.2-21~5.2-23，其主动防护网结构工程设计参考图 5.2-17~5.2-18，被动防护网结构工程设计参考图 5.2-24。

4) 庙羊路 K4+000 崩塌

该崩塌亦由公路建设开挖靠山侧斜坡形成的人工高边坡，边坡顶部为一平台，坡体由侏罗系砂岩夹泥岩组成，岩体受节理裂隙切割并在差异风化作用下形成诸多危岩体。该崩塌现状发育中等，危害程度中度，危险性中等，对地质环境影响较严重。根据该崩塌所在斜坡坡体结构特征及危害对象特点，采用锚杆主动防护网对其进行治理。崩塌治理工程设计见图 5.2-25~5.2-26，其主动防护网结构设计参考图 5.2-17~5.2-18。

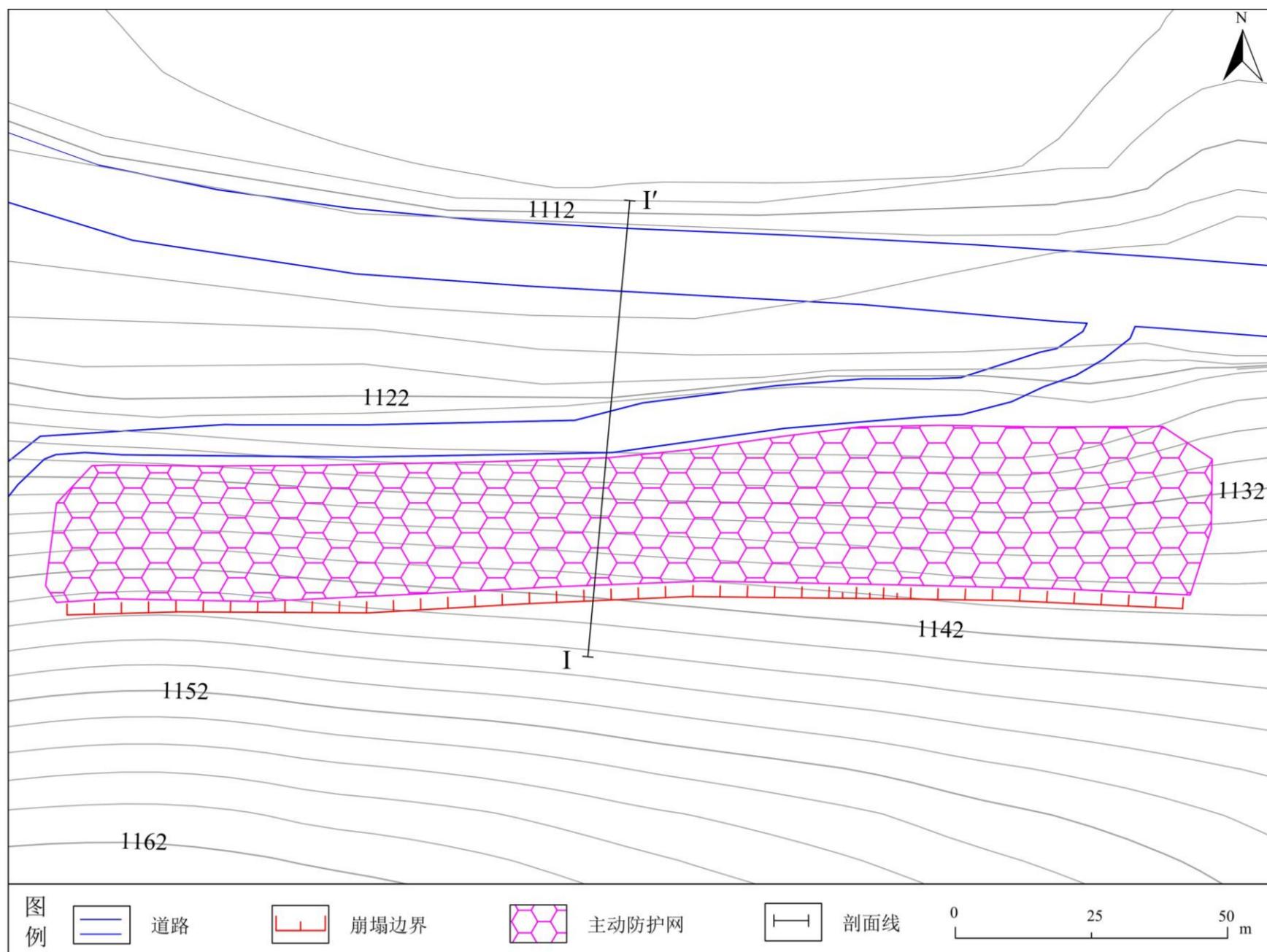


图 5.2-15 阴湾崩塌治理工程平面设计图

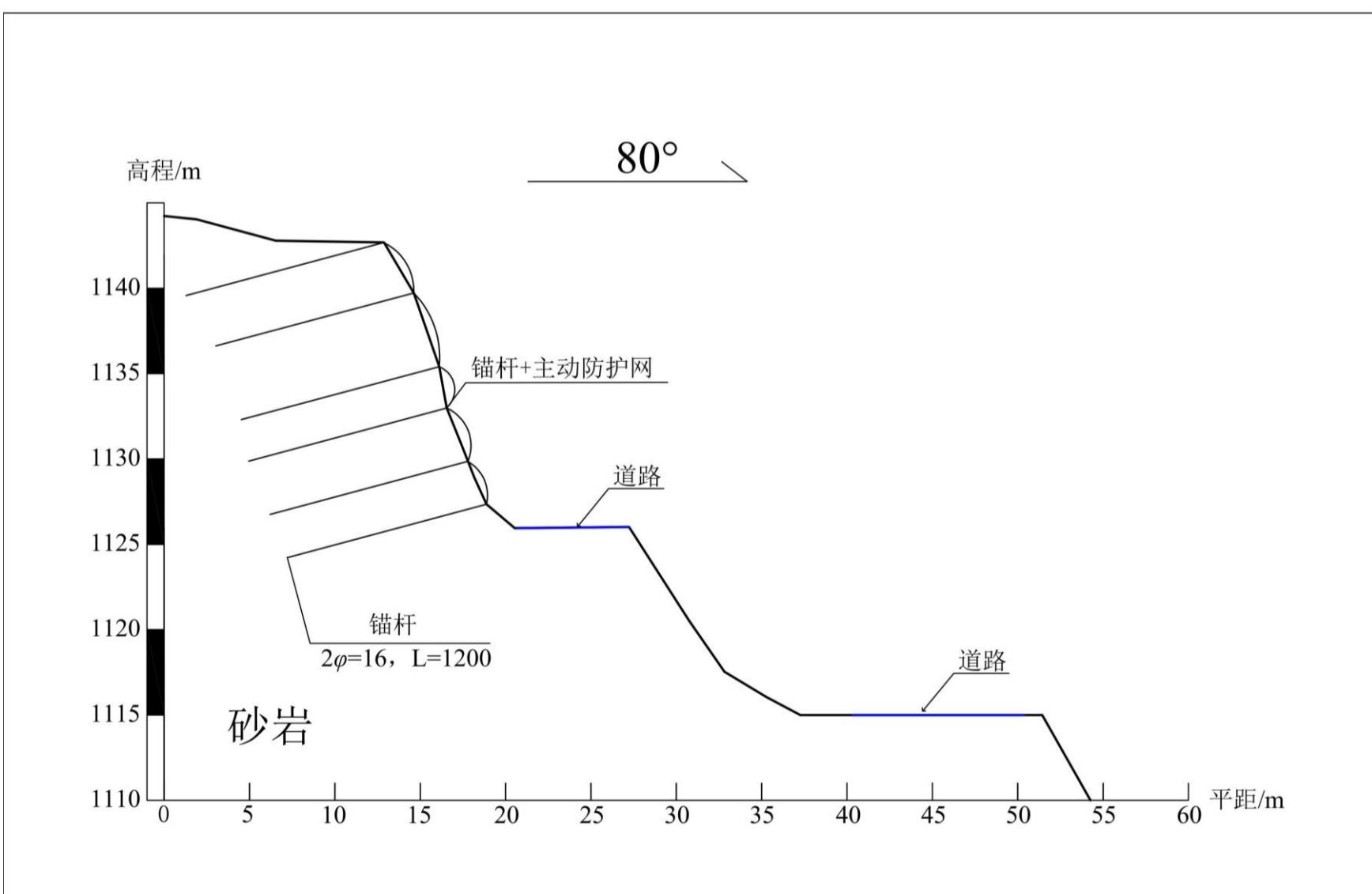


图 5.2-16 阴湾崩塌治理工程断面设计图

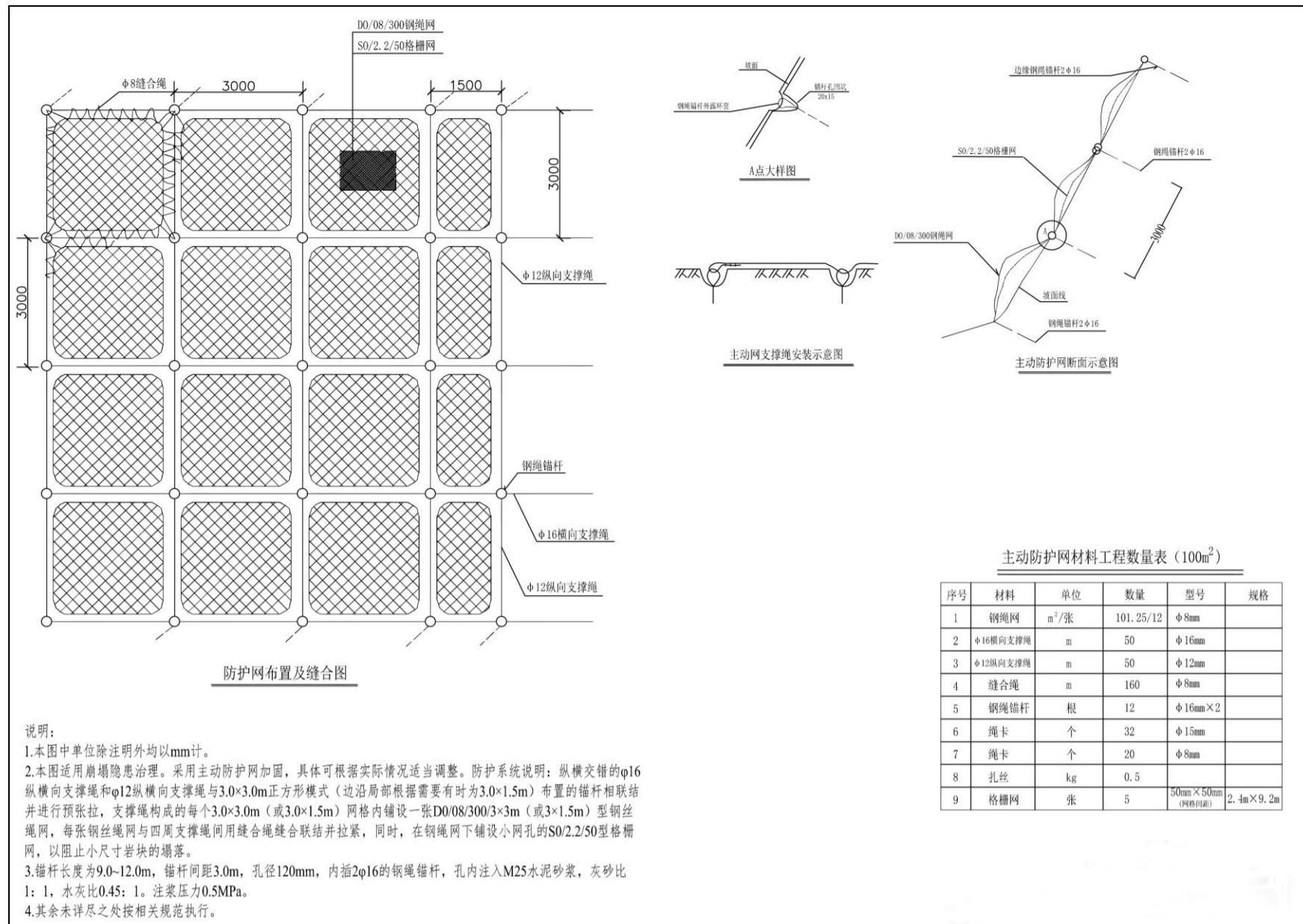


图 5.2-17 阴湾崩塌治理工程主动防护网结构设计图

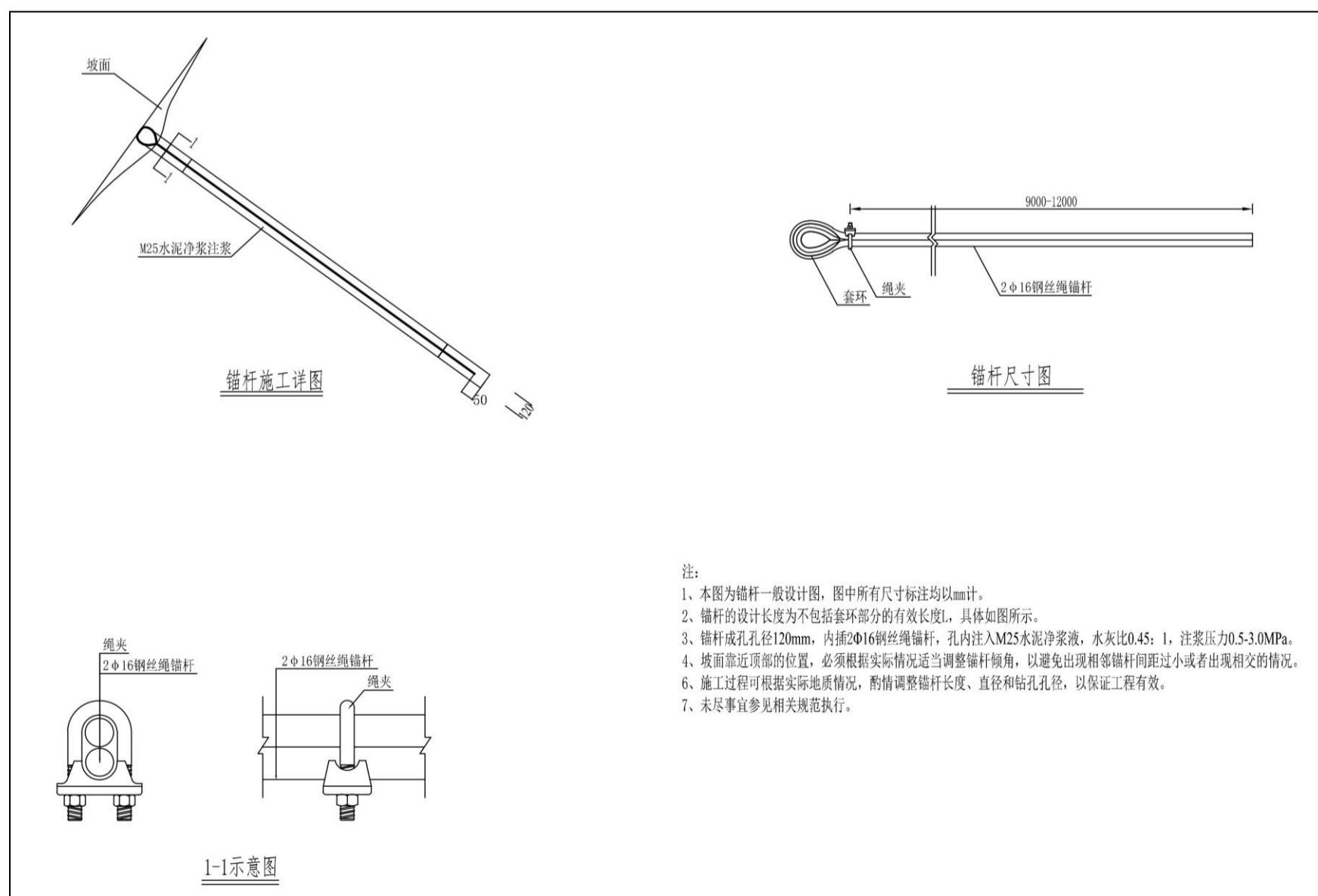


图 5.2-18 阴湾崩塌治理工程锚杆结构设计图

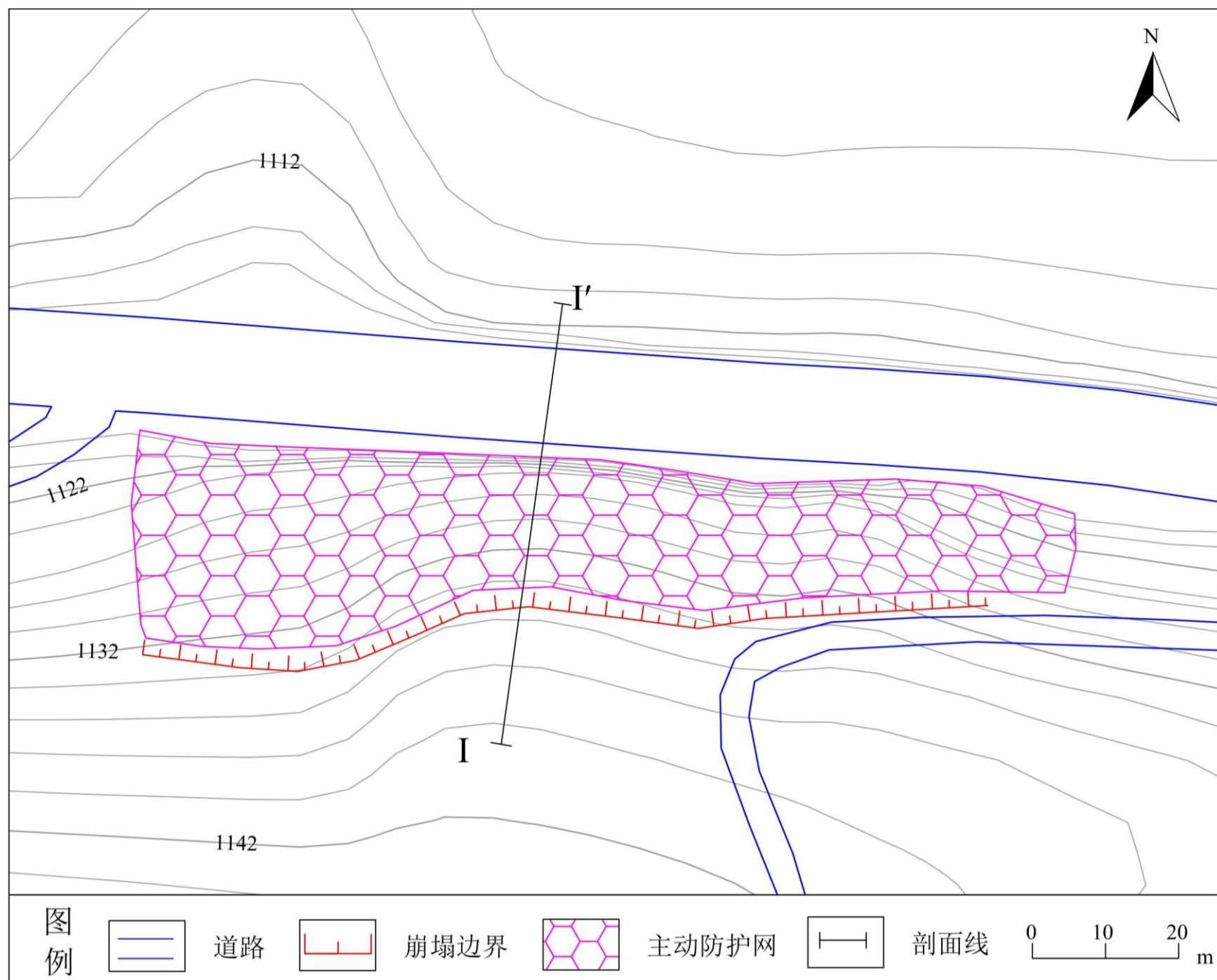


图 5.2-19 庙羊路 K7+800 崩塌治理工程平面设计图

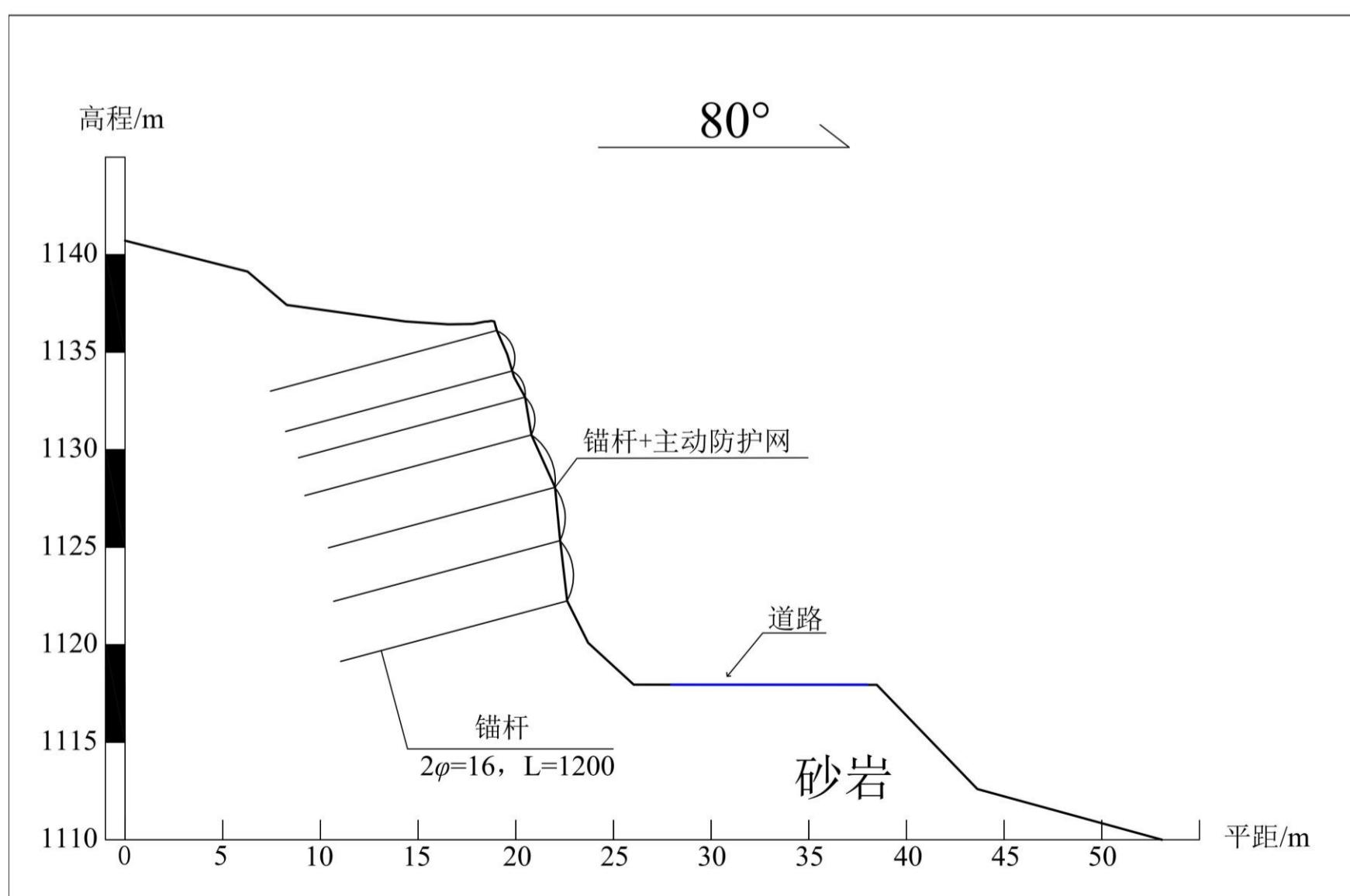


图 5.2-20 庙羊路 K7+800 崩塌治理工程断面设计图

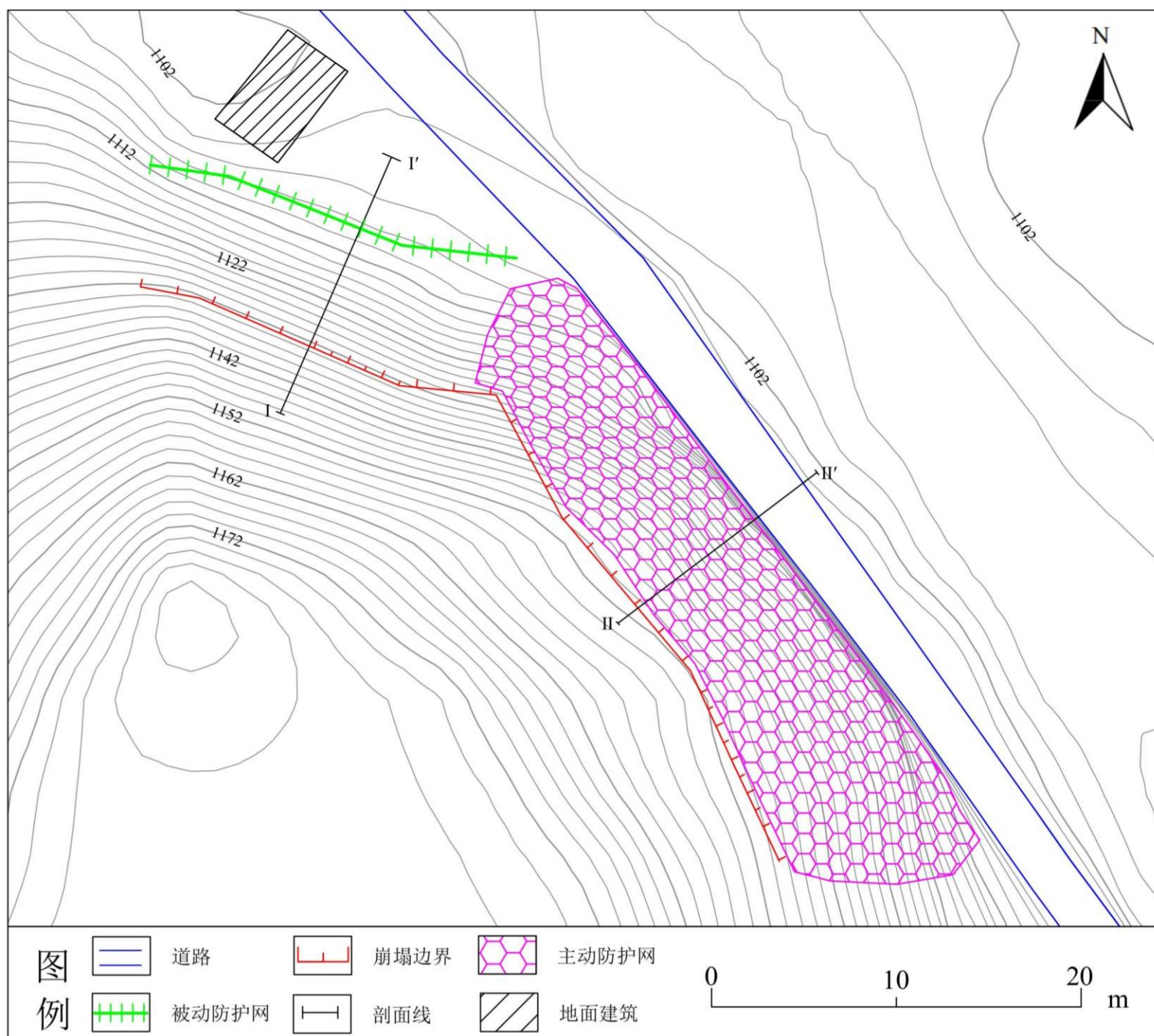


图 5.2-21 沙梁村废品站岩质崩塌治理工程平面设计图

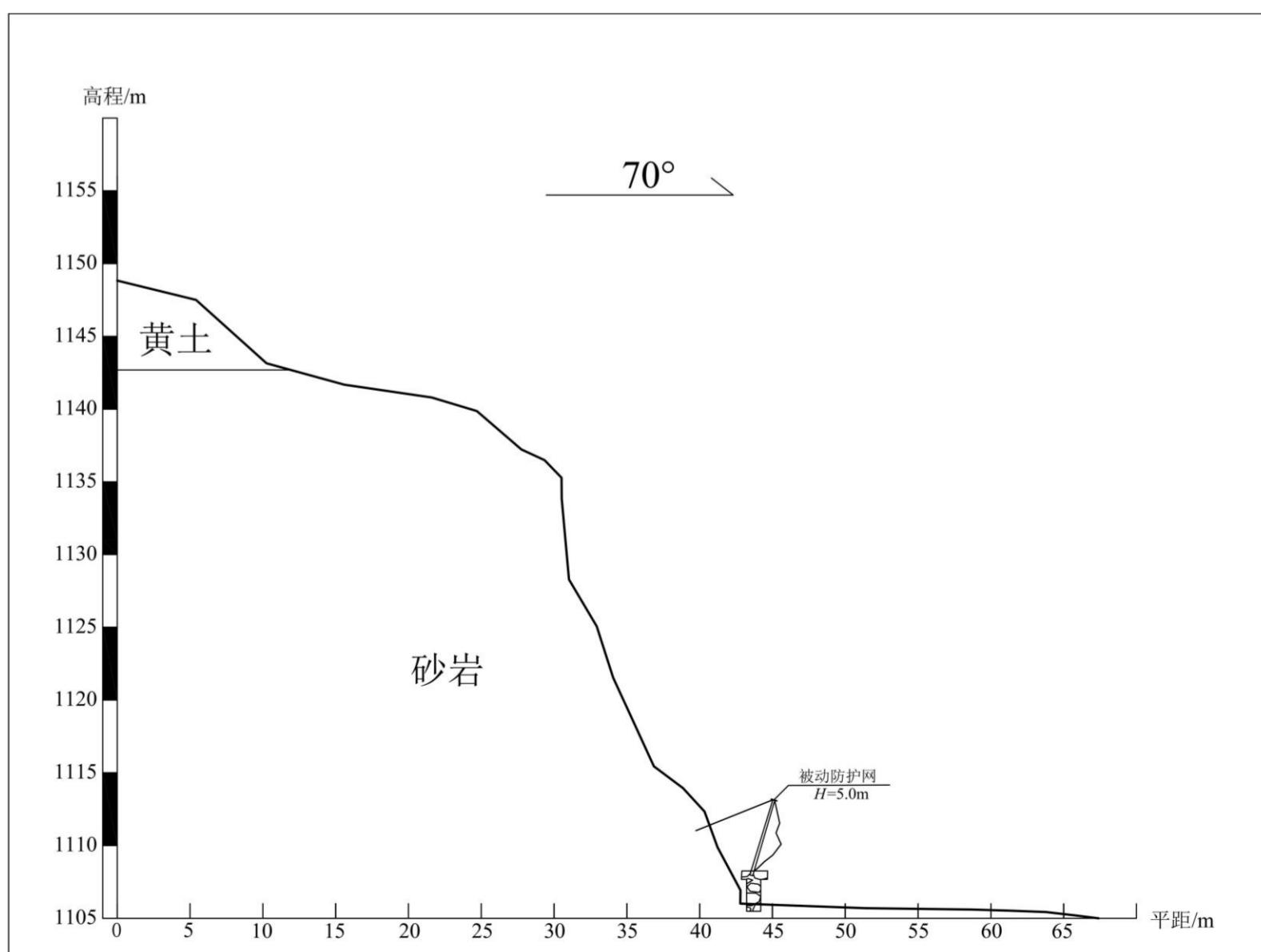


图 5.2-22 沙梁村废品站岩质崩塌治理工程断面设计图 (I-I')

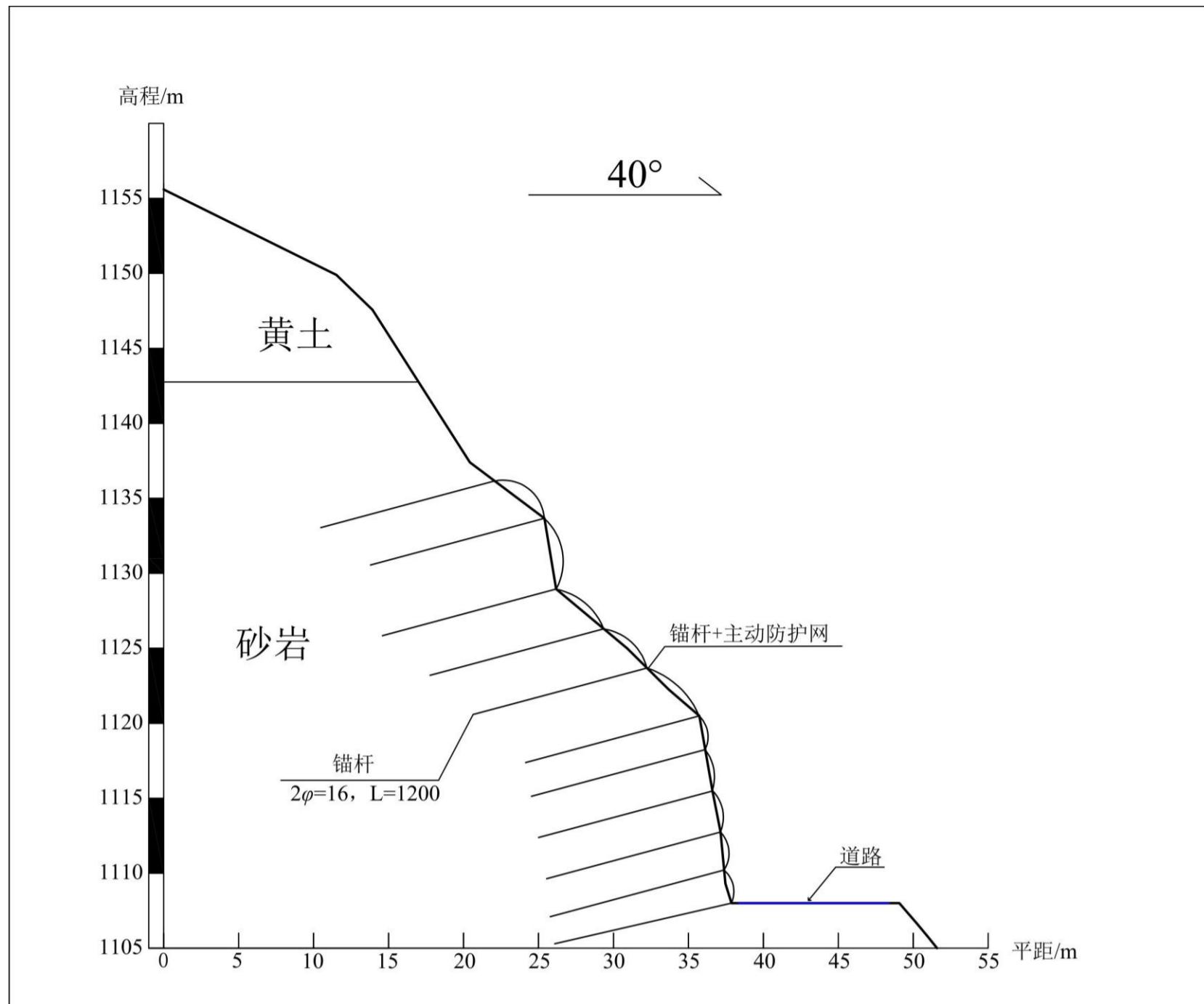


图 5.2-23 沙梁村废品站岩质崩塌治理工程断面设计图 (II-II')

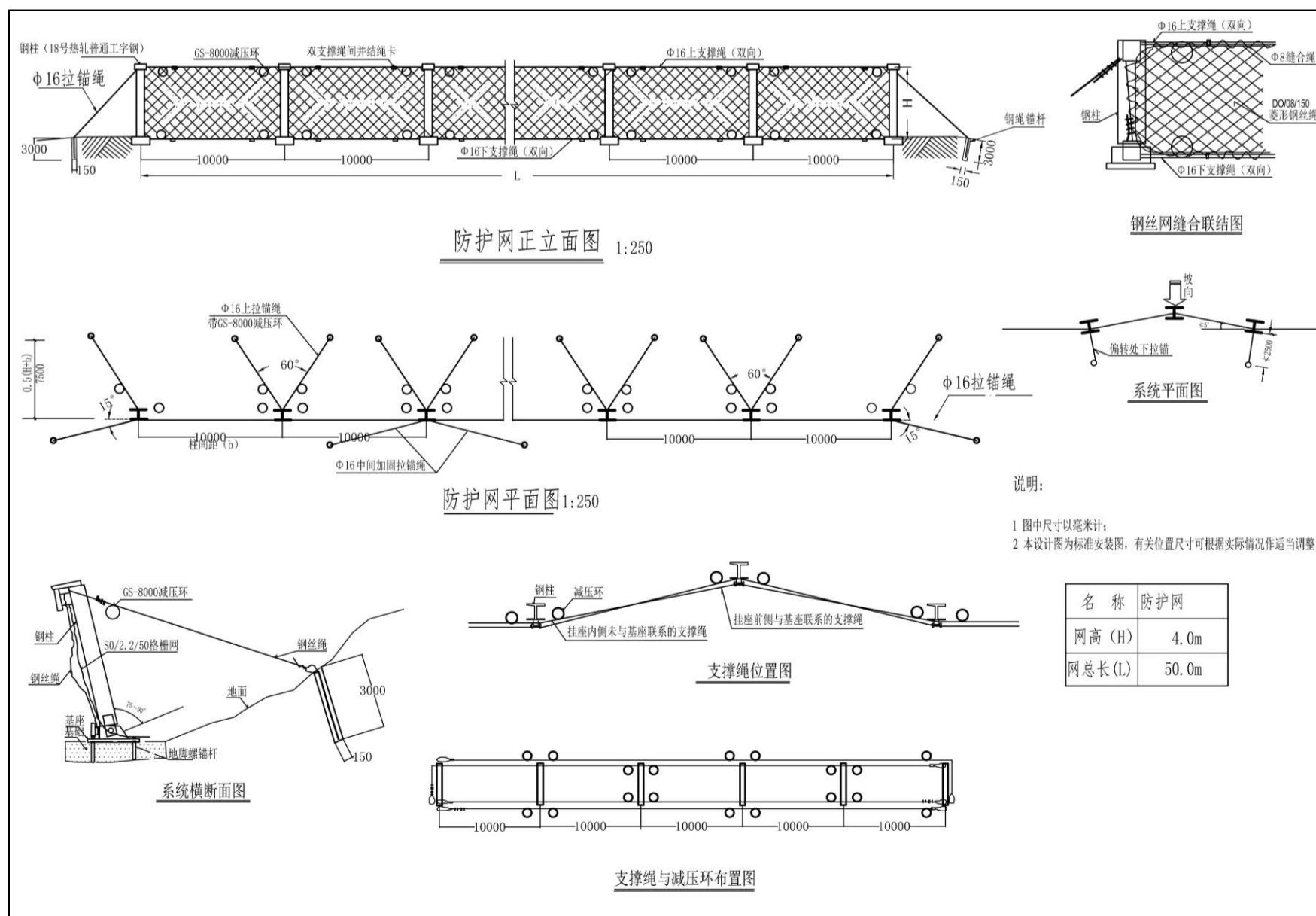


图 5.2-24 沙梁村废品站崩塌治理被动防护网结构设计图

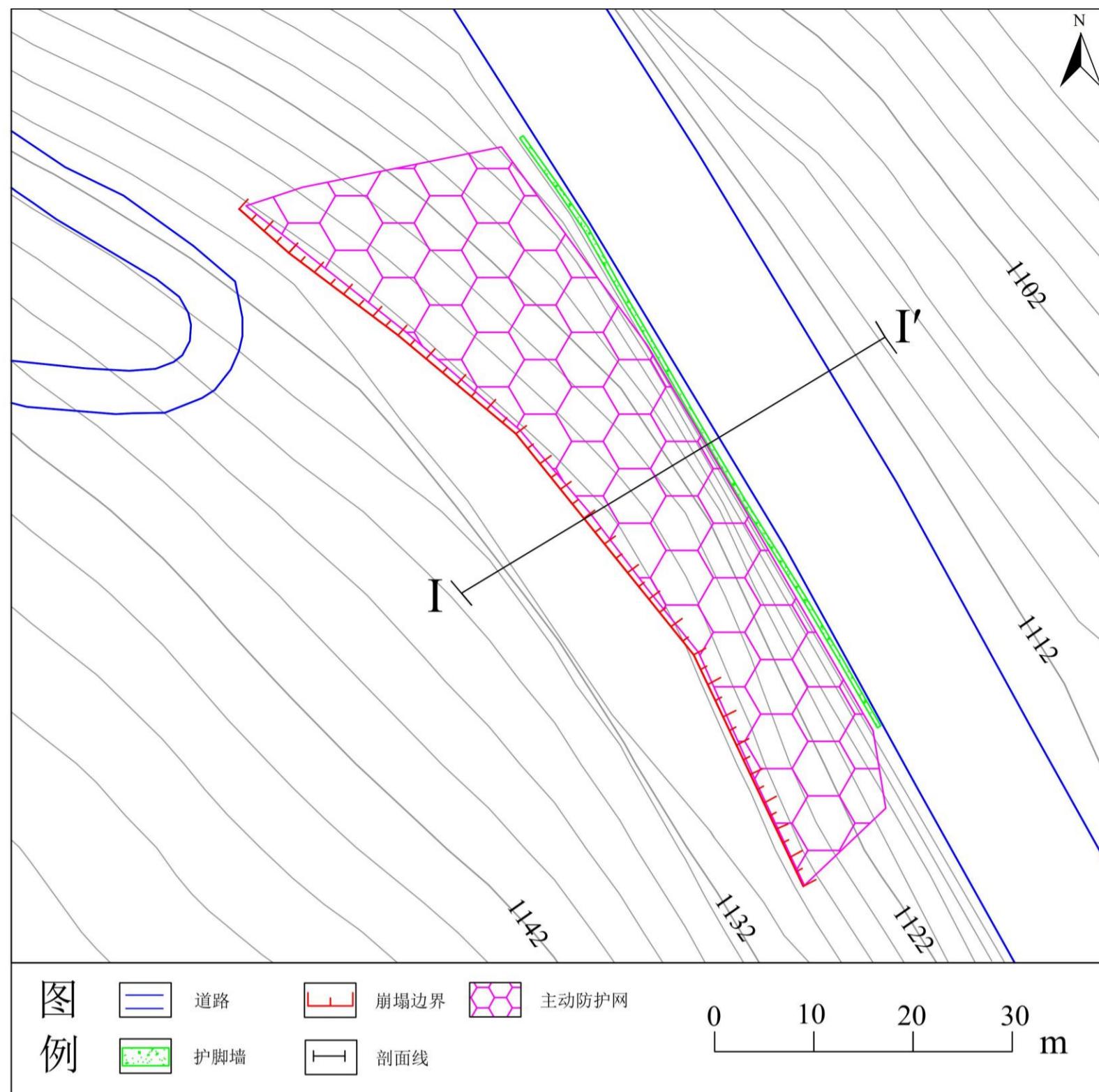


图 5.2-25 庙羊路 K4+000 崩塌治理工程平面设计图

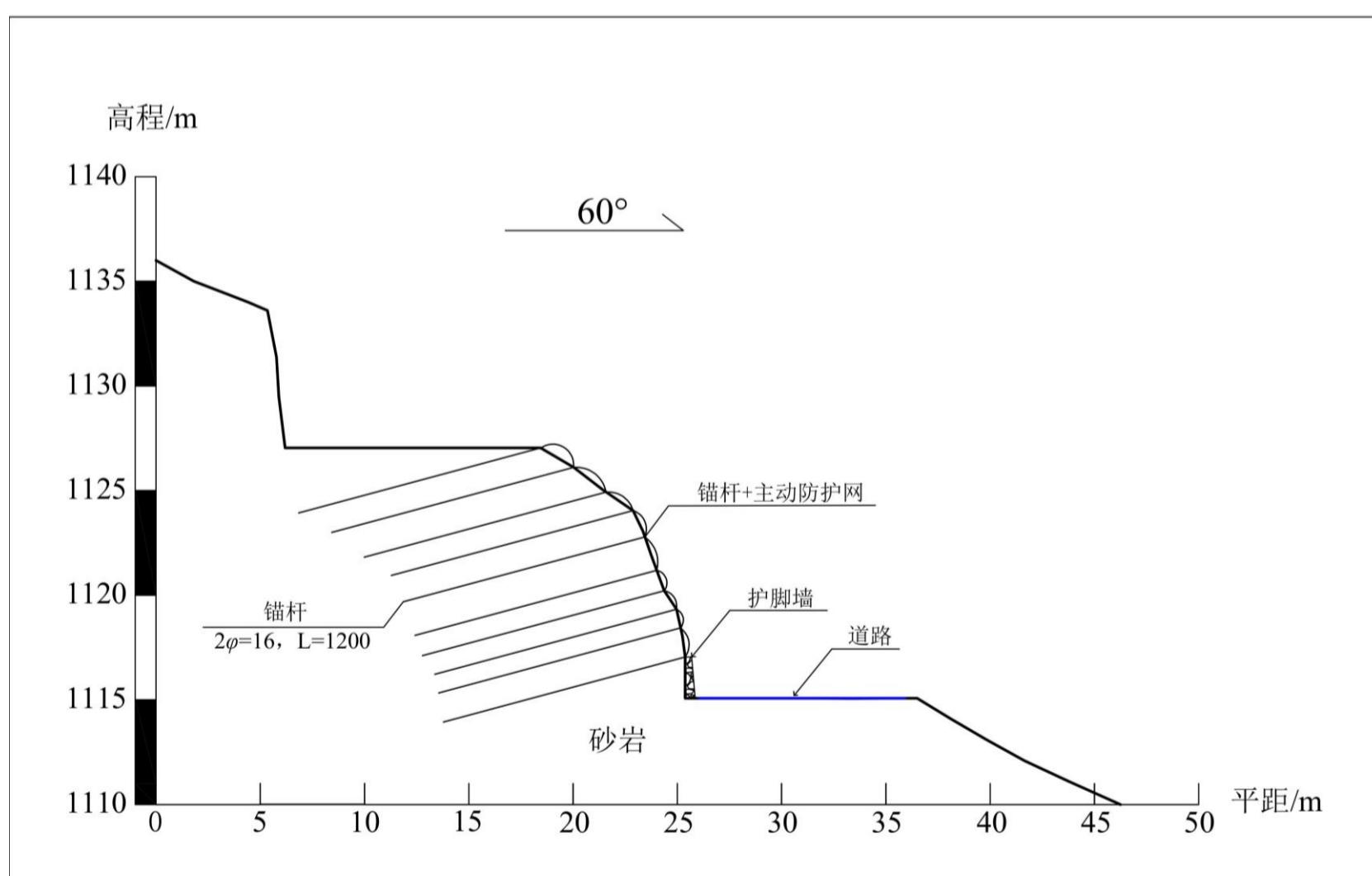


图 5.2-26 庙羊路 K4+000 崩塌治理工程断面设计图

(4) 综合管理

组织人员定期巡查地面沉陷以及开采新形成的采空区、采空区附近村庄、乡村道路及周边的次生不稳定地质体。当发现地质环境问题时，应及时汇报、及时处理，同时设立警示牌。另外煤矿要建立地面巡查制度及巡查台账，人工巡查按照 2 人一组，每月至少巡查 1 次，并及时记录巡查结果。

2、中后期主要治理工程

（1）村庄搬迁及道路维修

煤矿中期开采采区涉及郝家沟北村及郝家沟村，根据采煤沉陷预测计算，上述村庄地表建构筑物拟损毁破坏等级亦可达到IV级，影响程度为严重，故将上述两个村庄建议纳入搬迁计划（图 5.2-27）。除此之外，煤矿中期开采造成的地面沉陷同样造成上覆道路的损毁，损毁程度较严重~严重。为保证道路交通不受影响，在沉陷未稳定时要进行巡查，发现问题及时回填处理，在沉陷稳定后对其进行维修（图 5.2-27）。

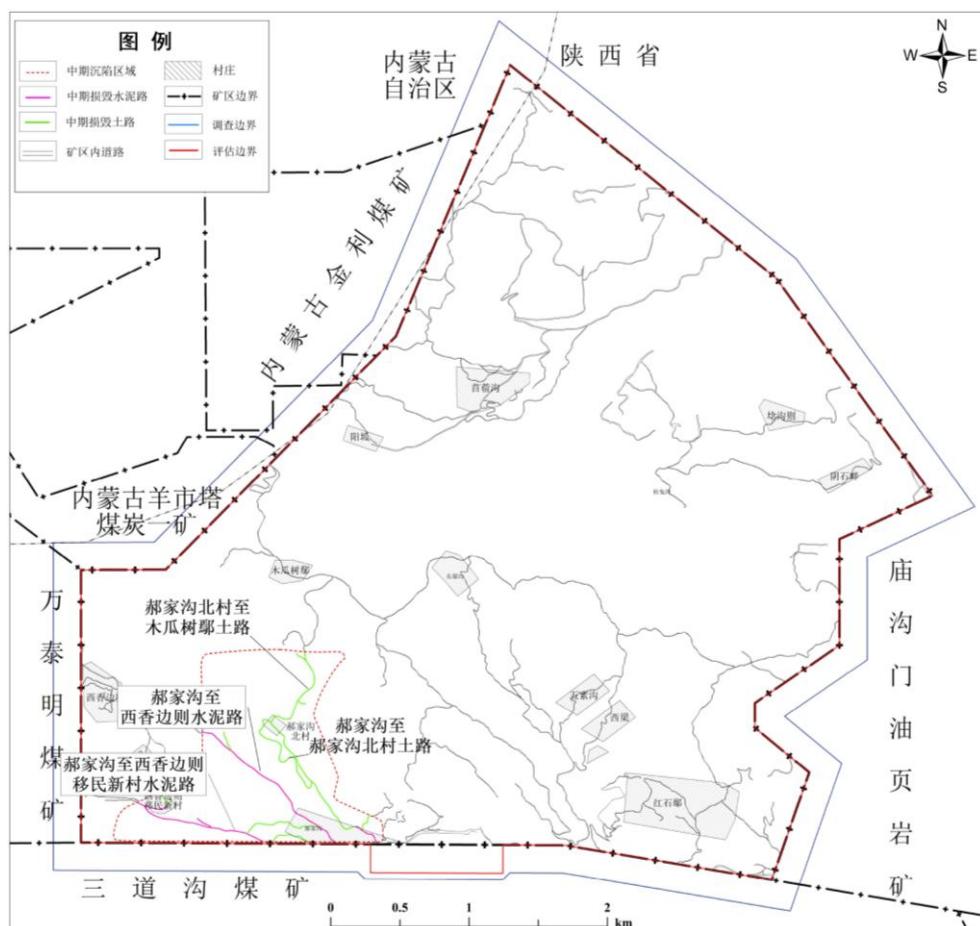


图 5.2-27 煤矿中期开采拟损毁道路路段分布图

（2）井筒封闭

矿井闭坑后，应对开采引发的地面沉陷及伴生裂缝进行治理，结合复垦工程进行；并对主斜井、副斜井及回风井进行封闭，斜井井筒封闭设计见图 5.2-28。具体措施如下：

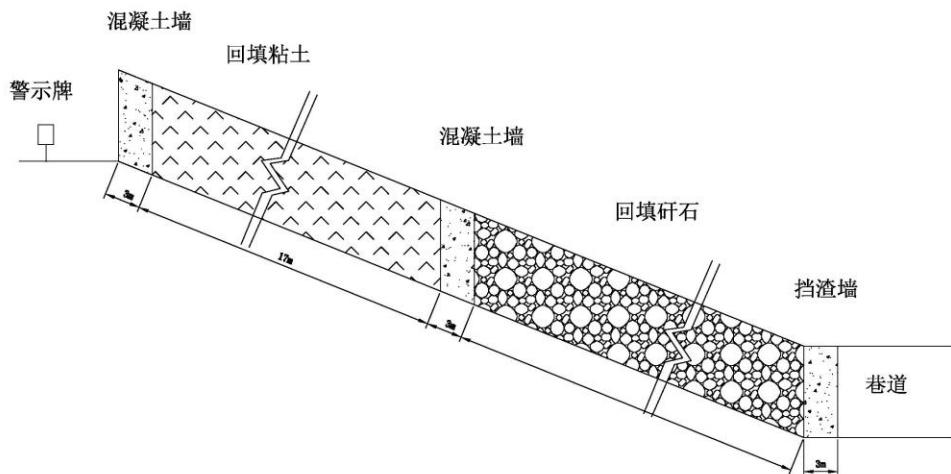


图 5.2-28 斜井井筒封闭设计大样图

- 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，墙体内外加铁丝网和钢筋，墙体外缘要接帮接顶，墙顶厚 3 m，外侧墙体坡比 1: 0.5；
- ② 向井筒内回填砾石，回填过程中夯实，填至井口 25 m 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 6 m，外侧墙体坡比 1: 0.5。然后回填粘土，夯实直至井口 3 m；
- ③ 将沿井筒周边外扩 3 m 范围的土体全部剥离，剥离坑深略大于 3 m，剥离坑基底面要平整，不能有浮砾和蜂窝面，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 4 m，然后再铺设 8 mm 钢板，盖住井口，钢板外缘离井口边沿不少于 2 m，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 0.4 m 时，要按 0.8 m 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 2.2 m；
- ⑥ 水泥浇灌完成后，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 0.8 m 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；

⑦ 井筒上方不准负载重物。

（3）综合管理

府谷县中联前阳洼煤矿应组织人员定期巡查矿区内不稳定斜坡、地面沉陷、工业场地及风井场地内的人工高边坡、近期开采地面沉陷区及中期开采新形成的沉陷区影响范围附近的道路及村庄等地面设施，遇到地质环境问题，应及时汇报、及时处理。

（三）主要工程量

1、近期治理工程量

府谷县中联前阳洼煤矿近期矿山地质环境恢复治理工程量见表 5.2-1。

表 5.2-1 近期矿山地质环境恢复治理工程量估算表

编 号	项目名称	单 位	工程量
一	不稳定斜坡 BP1		
1	拆除工程		
1.1	砌体拆除	m ³	600
1.2	垃圾清运	m ³	600
2	削坡工程		
2.1	土方开挖	m ³	20000
2.2	土方清运	m ³	20000
3	窗式格构护坡		
3.1	C20 混凝土	m ³	450
3.2	模板	m ²	6000
3.3	伸缩缝	m	100
3.4	铺装六棱砖	m ³	3000
3.5	紫花苜蓿	hm ²	0.30
4	排水工程		
4.1	马道排水沟		
4.1.1	C20 混凝土	m ³	300
4.1.2	模板	m ²	1800
4.1.3	伸缩缝	m	30
4.2	急流槽		
4.2.1	土方开挖	m ³	15
4.2.2	C20 混凝土	m ³	10

4.2.3	模板	m ²	60
4.3	坡脚排水沟		
4.3.1	土方开挖	m ³	25
4.3.2	C20 混凝土	m ³	15
4.3.3	模板	m ²	40
5	护脚墙		
5.1	土方开挖	m ³	50
5.2	C20 混凝土	m ³	60
5.3	模板	m ²	200
5.4	PVC 管 (100mm)	m	10
二	不稳定斜坡 BP2		
1	坡面锚杆格构加固		
1.1	人工挖孔槽	m ³	500
1.2	格构钢筋制作安装	t	50
1.3	格构混凝土 (C25)	m ³	700
1.4	锚杆 (9m)	根	760
1.5	伸缩缝	m ²	40
1.6	植生袋	m ³	2500
1.7	三七灰土垫层	m ³	200
1.8	模板	m ²	3000
2	坡体加固工程		
2.1	基础开挖	m ³	600
2.2	灰土垫层	m ³	620
2.3	毛石混凝土	m ³	1200
2.4	模版	m ²	3500
2.5	PVC 管	m	500
2.6	伸缩缝	m	110
2.7	土工布	m ²	1200
2.8	碎石反滤层	m ³	300
2.9	胶泥隔水层	m ³	400
2.10	基础回填	m ³	450
2.11	墙角范围内 C25 混凝土硬化	m ³	900
2.12	桩孔开挖 (土)	m ³	80
2.13	桩孔开挖 (岩)	m ³	15

2.14	面板 C30 混凝土浇筑	m ³	120
2.15	面板钢筋	t	40
2.16	板后反滤层回填	m ³	60
2.17	模板	m ²	600
2.18	锚索	m	1100
2.19	土工格栅	m ²	150
3	排水工程		
3.1	基槽开挖	m ³	2200
3.2	灰土垫层	m ³	500
3.3	模板	m ²	1800
3.4	C25 商品混凝土	m ³	1000
3.5	伸缩缝	m	60
3.6	基础回填	m ³	500
3.7	U型基槽开挖	m ³	60
3.8	土工布	m ²	900
3.9	U型锚固钩	个	3500
3.10	PE 管	m	500
3.11	埋设涵管	m	10
三	不稳定斜坡 BP3		
1	坡体加固		
1.1	基础开挖	m ³	970
1.2	灰土垫层	m ³	1000
1.3	毛石混凝土	m ³	1800
1.4	模板	m ²	4000
1.5	PVC 管	m	750
1.6	伸缩缝	m	200
1.7	土工布	m ²	2000
1.8	碎石反滤层	m ³	500
1.9	胶泥隔水层	m ³	600
1.10	基础回填	m ³	700
1.11	混凝土硬化	m ³	1500
2	排水工程		
2.1	基槽开挖	m ³	4000
2.2	灰土垫层	m ³	800
2.3	模板	m ²	3000

2.4	混凝土	m ³	1500
2.5	伸缩缝	m	100
2.6	基础回填	m ³	800
四	道路维修		
1	乡村道路修复		
1.1	水泥路	m ²	12555
1.2	乡村土路	m ²	13086
五	崩塌点治理		
1	主动防护网	m ²	17800
2	被动防护网	m	180
六	人工巡查		
1	定期巡查	次	60

2、中后期治理工程量

府谷县中联前阳洼煤矿中后期矿山地质环境恢复治理工程量见表 5.2-2。

表 5.2-2 中后期矿山地质环境恢复治理工程量估算表

编 号	项目名称	单 位	工程量
一	道路维修		
1	乡村道路修复	m ²	15904
1.1	水泥路	m ²	9514
1.2	乡村土路	m ²	6390
二	人工巡查		
1	定期巡查	次	84
三	井筒封闭工程		
1	挡渣墙	m ³	222
2	回填砾石	m ³	20448
3	挡水墙	m ³	357
4	回填粘土	m ³	716
5	井口剥离岩土	m ³	757
6	浇筑水泥	m ³	555
7	钢板面积	m ²	165
8	井口覆土	m ³	202

三、矿区土地复垦

（一）目标任务

1、总体目标任务

通过土地复垦的实施，恢复土地期望的利用价值，提高土地利用率、恢复土地的生产能力；

保护生态环境，建设一个生态矿区，增加耕地和绿地面积，美化矿区环境，提升生态环境质量。

2、具体目标任务

鉴于本矿对土地造成损毁的重复性，根据第三章地表沉陷的阶段性预测，第一、二时段开采造成的土地损毁后，实施简单的复垦措施，对地表沉陷造成地表裂隙进行充填，防止因地表沉陷裂隙造成水土流失、生命安全等方面的危害，并实施必要的监测措施。待开采完毕，地表沉陷稳定后实施全面的土地复垦措施。

本方案复垦土地的面积为 510.49 hm^2 ，土地复垦率 100%，矿区土地复垦规划图见附图 5。

复垦前后地类结构变化主要表现体现在以下 3 个方面：

（1）耕地新增面积 25.19 hm^2 ，表现为工业场地、风井场地、高位水池及风场道路压占的采矿用地及后备耕地被复垦为旱地；

（2）草地新增面积 0.2 hm^2 ，主要表现为将沉陷损毁中的裸土地复垦为其他草地。

（二）工程设计与技术措施

1、土地复垦总体布局

（1）时间角度

由于地表沉陷过程中动态裂缝的形成，不利于耕地的保墒，水分和养分均随着裂缝宽度、深度而产生不同程度的流失。对于重复损毁区域，为提高复垦的经济效益，重点对裂缝进行填充，以及局部重度损毁区域的平整。

（2）空间角度

复垦区工程设计在对其土地损毁类型、损毁特点、原土地利用类型、拟复垦方向综合分析的基础上进行。根据复垦区复垦单元确定复垦工程设计的整体思

路，复垦宗旨为保证地形稳定的基础上，提高植被覆盖率。本项目对于重复损毁区域主要采取充填、土壤剥覆工程、土地平整工程，对于最终稳沉区域采用本方案提出的全部复垦技术措施。

2、耕地方向复垦单元工程设计与技术措施

沉陷区耕地复垦整治主要是根据采矿对土地所造成的损毁破坏情况，用土地平整、填充塌陷裂缝、完善配套设施等措施，对受到破坏的旱地，结合当地自然条件、土地利用专项规划、原有土地利用方式等进行整治和复垦。

（1）沉陷损毁耕地复垦单元工程设计与技术措施

旱地沉陷土地复垦单元实施工程复垦措施主要有：土壤重构工程（充填工程、土壤剥覆工程、土地平整、土壤培肥、土地翻耕）及配套工程。

1) 土壤重构工程

I 、地表裂缝充填工程

① 小面积沉陷、裂缝地复垦工程设计

a、剥离沉陷区及裂缝地周围和需要削高垫底部位的耕作层土壤并就近堆放，剥离厚度为 0.3~0.4 m。需要平整的削高垫底部位可在地块范围内用目测确定。

b、在复垦场地附近上坡方向选定无毒害、无污染的黄土土源，用机械或人工挖方取土，用机动车或人力车装运至充填地点附近堆放。

c、由堆放点用机动车或手推车取土对沉陷区域或裂缝进行填充，在充填部位或削高垫低部位覆盖耕层土壤。对于还未稳定的沉陷区域，应略比周围田面高出 5.0~10.0 cm，待其稳定沉实后可与周围田面基本齐平。在充填裂缝距地表 1.0 m 左右时，每隔 0.3 m 左右分层应用木杠或夯石分层捣实，直至与地面平齐。

d、整修沉陷或裂缝区域损毁的田坎地棱等排灌设施，恢复原有的耕作条件。

② 大面积沉陷、裂缝地复垦工程设计

a、按照设计要求修筑施工及机械运行的道路。

b、如果复垦区耕层表土肥力明显优于地下黄土覆盖层，按照设计分区剥离耕层表土堆放在各垦区周边地带。耕层表土主要用铲车和运输车辆配合推土机施工，剥离厚度 0.3~0.4 m。

c、按照设计要求进行分区施工放样，一般采用施工方格网进行放样，待复垦区采取统一坐标系统，方格网距根据地形条件采用 20~50 m，网点坐标应统一

编号并注明每一标桩的设计高度及挖填深度。

d、分区按照设计要求和该区的复垦方向进行平整土地。用铲车、推土机和运输车辆相配合，按标桩指示高度挖高填低。

e、充填沉陷区和裂缝。位于田面设计标高以下低洼处宽度 0.30 m 以上的大裂缝和沉陷区域应在平整土地之前充填；小于 0.30 m 的中小裂缝可在平整过程中充填；土地平整后显露出来的裂缝和沉陷区域则在平整土地后充填。宽度大于 0.30 m 的裂缝和沉陷区域在充填时应加设防渗层。防渗层厚度应大于 1.0 m，位于田面 0.5~1.0 m 以下，用粘土分三层以上捣实，使其干容重达到 1.40 t/m^3 以上。用于构筑防渗层的粘土，其渗透系数小于 0.001 m/d 。

f、覆盖表土，人工配合铲车及运输车辆联合作业，使覆盖均匀。

裂缝充填设计示意图见图 5.3-1。

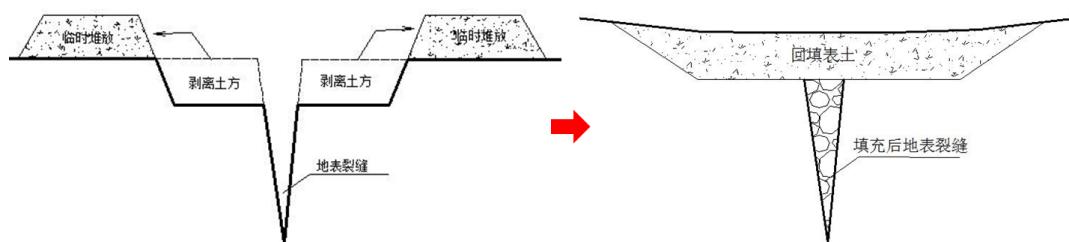


图 5.3-1 裂缝充填表土回覆过程示意图

II、土壤剥覆工程

剥覆对象：本方案确定剥离的表土是耕作层的土壤，林地、草地的腐殖质层。

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：人工剥离。

III、土地平整工程

对于已稳定的、沉陷深度（裂缝深度） $\leq 2.0 \text{ m}$ 、本身坡度不大的地块，其损毁程度不大，对农业生产的影响有限，因此采用机械或人工挖方取土，按照不同的机耕条件和灌排条件确定合适的标高和坡度，进行填挖平衡，使各地块的地

面坡度保持在规定的标准。

IV、土壤培肥

为提高旱地的耕种质量，对旱地进行土壤培肥，与平整工程同时进行。

V、土地翻耕

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。

2) 配套工程

I、道路工程

本复垦单元实施的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。

① 布置原则

根据复垦区实际情况，田间道路和生产道路的修复或新建在依据现有路网的基础上适量的增加修复田间道路和生产道路。

② 设计规格

田间道路连接农村道路与耕作田块，设计可通行农用车，沉陷稳沉后对田间道路进行整修或新建。设计标准：夯填土厚 20 cm；砂石路基，路基厚度 15 cm，宽度 5.0 m；泥结碎石路面，路面厚度 15 cm，宽度 4.0 m。

生产路连接田块之间，设计可通行行人和农用工具，地表沉陷稳沉后对其进行整修或新建。设计标准：砂路基，路基厚度 15 cm，宽度 2.6 m；素土路面，路面厚度 15 cm，宽度 2.0 m，道路路面应高出田面 30 cm。

田间道路及生产道路标准横断面图见图 5.3-2。

II、蓄水工程

为配合耕地建设质量，在沉陷耕地复垦区建造蓄水池及灌溉系统，以实现复垦耕地的蓄水引水及灌溉。

蓄水池结构选择地埋装配式热镀锌增强水池，设计外形尺寸 20 m×20 m×3 m。水池材质采用热镀锌钢板一次模压成型，其中侧板 3.0 mm，顶板为 3.0 mm；内部采用 DN40 热镀锌管柱扣件及纵、横支撑等组合成网格增强框架承载结构。此外设计溢流水、放空水采用间接排至周边自然沟道。

蓄水池底板整体落地，基槽采用反铲挖掘机满堂开挖。蓄水池顶需覆土 0.8 m，开挖深度为 4.8 m，开挖时采用放坡开挖，按 1: 1.5 进行放坡，每侧考虑 0.5 m 工作面，0.4 m 基坑排水沟及 0.5 m 边坡安全距离。开挖机械及运土车辆须进入坑内作业，需开挖上下车道，车道宽 6 m，按 1: 3 进行放坡。

蓄水池壁周边及顶板回填土采取机械和人工配合回填，回填前对已完成工程进行检查验收。填土前将基本表面杂物清除干净，填土厚度为每层 300 mm，采用蛙式打夯机夯实。蓄水池顶板以上土方采用人工回填、压实。

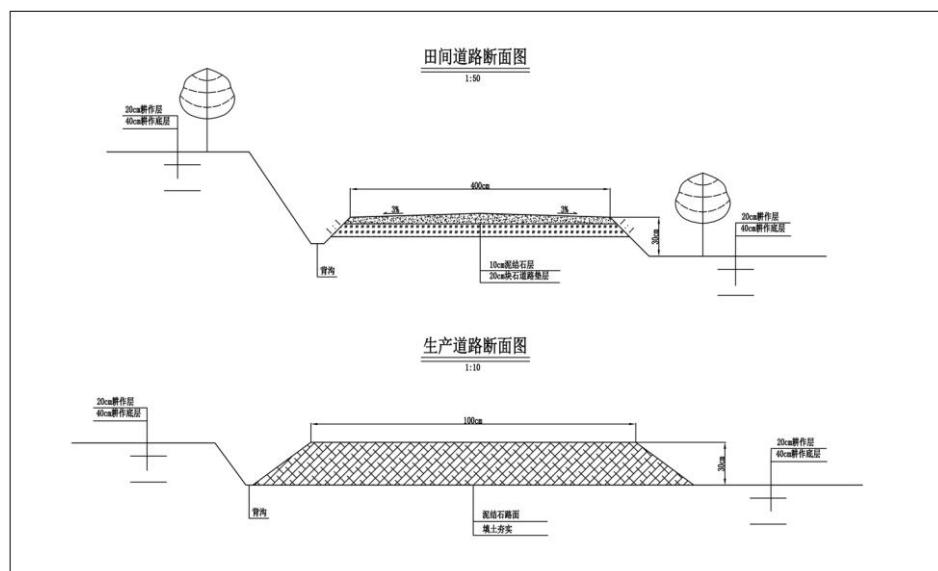


图 5.3-2 田间道路及生产道路标准横断面图

（2）工业场地等新增旱地复垦单元工程设计与技术措施

工业场地、风井场地、高位水池、风场道路及村庄搬迁地旱地复垦单元复垦措施主要有：土壤重构工程（拆除与清理工程、土地翻耕、覆土、平整工程、田埂修筑、培肥）与植被恢复工程。

1) 土壤重构工程

I、拆除与清理工程

经调查，采用机械方式拆除，需拆除的单位面积工程量约为 $0.5 \text{ m}^3/\text{m}^2$ 。

废弃建筑拆除后，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。据实地调查，工业场地等永久用地的路面一般为混凝土路面，平均厚度为 1 m，受开采影响的硬化地面和基础占地约为村庄迹地面积的 60%；建筑物基础一般为毛石条基，埋深小于 1.5 m；硬化地面结构一般为砂石地面和混凝土地面，厚度一般小于 15 cm。工业场地建筑物基本为钢筋混凝土结构，拆除采用机械拆

除（图 5.3-3）。拆除后对场地实施清理，垃圾运至垃圾填埋场，可进行可回收物分拣、大件垃圾拆解处理、园林垃圾粉碎处理等。

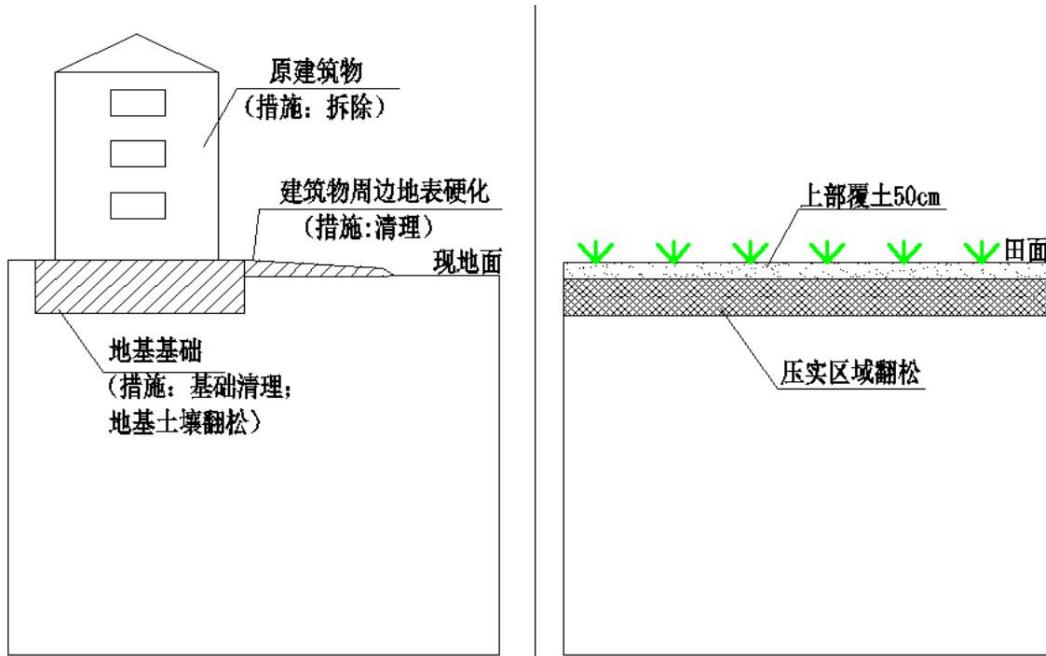


图 5.3-3 建筑物压占土地损毁复垦过程示意图

II、平整工程

清理工程实施后，对场地进行简单的平整，消除地表附加坡度。

III、土地翻耕、覆土

对工业场地坚硬、板结，重度加大的土壤，有机质、养分与水分缺乏的土壤进行翻土，将受损土壤深翻到土壤底层，以达到稀释的目的，有效地减少损坏土壤对环境的影响。

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。对工业场地进行覆土，厚度不少于 60 cm。

IV、田埂修筑

根据现场调查和沉陷预测，旱地损毁程度轻度与中度，为保证耕种质量，需对旱地实施田面平整，在平整后修筑田埂，用于分界和蓄水。

① 施工方法

平整工程属于规模较大的土方工程，平整以机械施工为主，田埂修筑以人工为主。

② 施工工艺

田面平整前要根据原有地形设计好合理的地面标高，采取挖高填低的施工方案，平整后达到耕地复垦单元的复垦要求。

田埂修筑以人工为主，修筑田埂最好在原有位置修筑，田埂的高度和宽度按照现有田埂标准修筑。

V、土壤培肥

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

2) 植被恢复工程

依据当地的农作物适宜类型选择农作物品种，依据地方种植景观进行种植，实现复垦旱地的功能。

3、园地方向复垦单元工程设计与技术措施

本次复垦责任范围内园地绝大多数是受沉陷影响产生损毁的地类，故沉陷损毁园地复垦单元实施复垦措施主要有：土壤重构工程（充填工程、土壤剥覆工程、土地平整、土壤培肥、土地翻耕），植被恢复工程。

1) 土壤重构工程

I、地表裂缝充填工程

园地实施裂缝充填工程，在进行表土剥离时要考虑到周边树木和地面坡度，确定剥离表土的宽度，轻度损毁区：对受损的树木及时扶正树体，对于植物根系附近裂缝，采取就近取土直接充填、拍实，保证正常生长。在不影响植株正常生长的地区，裂缝处理方法同耕地区裂缝填充方法。其他参照旱地复垦单元标准。

II、土壤剥覆工程、土地平整、土壤培肥、土地翻耕工程设计具体参照旱地方向沉陷土地复垦单元工程设计。

2) 植被恢复工程

本复垦单元的植被恢复措施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，并补植死亡的树木，轻度损毁按照完全复垦量的 20% 补植，中度损毁按照完全复垦量的 40% 补植。

果树的栽植时间可掌握在发芽前进行，即 3 月中上旬至 4 月初。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 0.15 m 后灌透水，扶正苗木，最后覆土将坑填平并用脚踩实。

整地挖穴：一般在雨季末至翌年3月整地效果好。树坑大小为60×60 cm，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100~150g）混匀回填20 cm，在上部填5~10 cm素表土踩实，坑底中间呈现5 cm高土丘状。

4、林地方向复垦单元工程设计与复垦措施

（1）沉陷损毁林地复垦单元工程设计与复垦措施

沉陷损毁林地复垦单元复垦措施主要有：土壤重构工程（充填工程、土壤剥覆工程），植被恢复工程。

1) 土壤重构工程

I、地表裂缝充填

林地实施裂缝充填工程，在进行表土剥离时要考虑到周边树木和地面坡度，确定剥离表土的宽度，轻度、中度损毁区：对受损的树木及时扶正树体，填补裂缝，保证正常生长。在不影响植株正常生长的地区，裂缝处理方法同耕地区裂缝填充方法。对于植物根系附近裂缝，采取就近取土直接充填、拍实，其他参照旱地复垦单元标准。

II、土壤剥覆工程设计具体参照旱地方向沉陷土地复垦单元工程设计。

2) 植物恢复工程

I、树种选择

复垦区内有林地按照损毁程度及实际情况进行不同比例的补种补植，轻度损毁按照完全复垦量的20%，中度损毁按照完全复垦量的40%，重度损毁按照完全复垦量的60%。根据矿区所处的地理位置及气候条件等因素，主要考虑种植适应能力强、根系发达、有较高生长速度、播种种植较容易、成活率高的树种进行补植补造。植被类型可选择：樟子松、旱柳、新疆杨、紫穗槐、柠条。

II、造林模式设计

乔木类樟子松种植规格见图5.3-4，灌木类紫穗槐种植规格见图5.3-5，造林技术指标参见表5.3-1。

表 5.3-1 林地造林技术指标表

复垦区	树种	株行距 (m)	整地方式	定植苗量 (株/hm ²)
乔木林地	樟子松	2×3	穴状整地 80×80×80 cm	2500
灌木林地	紫穗槐	1×1	穴状整地 30×30×30 cm	10000

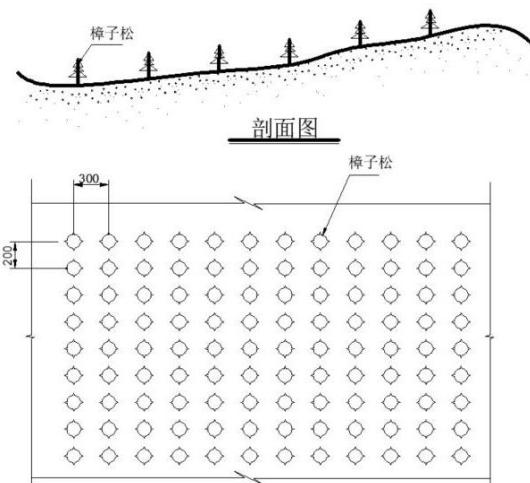


图 5.3-4 樟子松种植规格设计

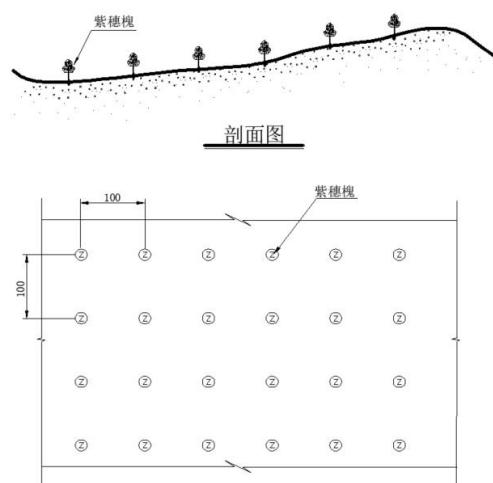


图 5.3-5 紫穗槐种植规格设计

III、栽植方法

整地：植苗造林穴状整地。樟子松穴状整地规格为 $80\times 80\times 80$ cm，紫穗槐穴状整地规格为 $30\times 30\times 30$ cm。

栽植方法：宜早春季造林，栽植时保持根系湿润，减少风吹日晒。在整好的栽植穴内点入一瓢水后放入树苗，回填土至第一轮分枝，分两次踏实，做到根系舒展，熟土回坑，生土做埂。

（2）工业场地及进场道路地类回退至林地复垦单元工程设计与复垦措施

工业场地及进场道路地类回退至林地复垦单元复垦措施主要包括：土壤重构工程（拆除与清理工程、土地翻耕、覆土、平整工程、培肥），植被恢复工程。

1) 土壤重构工程

参照工业场地旱地复垦措施。

2) 植被恢复工程

采用灌草结合模式进行种植，灌木采用紫穗槐，草籽选择紫花苜蓿，紫穗槐栽植参照沉陷损毁林地复垦措施及设计，紫花苜蓿植物技术特征见表 5.3-2。

表 5.3-2 植被恢复技术特征表

草籽	整地方式	株行距 (m)	种植方式	种子规格	需苗量 (kg/hm ²)
紫花苜蓿	全面整地	—	撒播	一级种	80

5、草地方向复垦单元工程设计与复垦措施

（1）沉陷损毁草地复垦单元工程设计及复垦措施

沉陷损毁草地复垦单元复垦措施主要有：土壤重构工程（充填工程、土壤剥覆工程），植被恢复工程。

1) 土壤重构工程

I、地表裂缝充填

草地实施裂缝充填工程，在进行表土剥离时要考虑到地面坡度，确定剥离表土的宽度，轻度、中度损毁草地区：进行裂缝填充，充填方式见耕地裂缝处理方法，充填过程中尽量不扰动具有植被覆盖的地段。其他参照沉陷损毁旱地复垦单元标准。

II、土壤剥覆工程、土地翻耕工程设计具体参照旱地方向沉陷土地复垦单元工程设计。

2) 植被恢复工程

I、草种选择

复垦区内草地进行人工补播，选用草籽为紫花苜蓿进行播种，比例为 1:1。

II、种植方法

不同草种按每隔 5.0m 宽的带状交替进行撒播，栽植技术指标参见表 5.3-3。

表 5.3-3 人工牧草地种植技术指标

草籽	播深 (cm)	种植方式	种子规格	播种周期	需苗量 (kg/hm ²)
紫花苜蓿	2~3	撒播	一级种	雨季播种	10

（2）沉陷损毁裸土地复垦草地工程设计与复垦措施

本方案设计对损毁的裸土地复垦为其他草地，其措施包括土壤重构工程及植被恢复工程。

1) 土壤重构工程

I、地表裂缝充填

损毁裸土地实施裂缝充填工程，在进行表土剥离时要考虑到地面坡度，确定

剥离表土的宽度，轻度、中度损毁地区：进行裂缝填充，充填方式见耕地裂缝处理方法，充填过程中尽量不扰动具有植被覆盖的地段。其他参照沉陷损毁旱地复垦单元标准。

II、土壤剥覆工程、土地平整、土壤培肥工程设计具体参照旱地复垦方向沉陷土地复垦单元工程设计。

2) 植被恢复工程

为改良塌陷区裸土地，需对其进行人工补播，该区域撒播草籽标准为 30 kg/hm²。选用草籽为常见地被植物紫花苜蓿、白三叶。

(3) 工业场地、风井场地、高位水池及进场道路地类回退至草地复垦单元工程设计与复垦措施

对于工业场地、风井场地、高位水池及进场道路地类回退至草地复垦单元复垦草地措施包括土壤重构工程（拆除与清理工程、土地剥覆工程），植被恢复工程。

1) 土壤重构工程

I、拆除与清理工程

参照工业场地旱地复垦单元工程设计。

II、土壤剥覆工程参照工业场地旱地复垦方向复垦单元工程设计。

2) 植被恢复工程

对重构后的土地进行人工补播，该区域撒播草籽标准为 30 kg/hm²。选用草籽为常见地被植物紫花苜蓿、白三叶。

(三) 主要工程量

1、主要工程量测算方法

(1) 充填工程工程量测算

不同类型强度的裂缝，其充填土方的工程量亦不同。设沉陷裂缝宽度为 a （单位：m），则地表沉陷裂缝的可见深度 W 可按下列经验公式计算：

$$W = 10\sqrt{a}$$

设塌陷裂缝的间距为 C ，每亩的裂缝系数为 n ，则每亩面积塌陷裂缝的长度 U （单位：m）可按下列经验公式计算：

$$U = \frac{1000}{C} n$$

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

$$V = \frac{1}{2} a U W$$

根据煤矿周边煤矿现场调查及当地土地复垦经验，确定各损毁程度的地裂缝技术参数见表 5.3-4 和表 5.3-5。

表 5.3-4 不同损毁程度裂缝技术参数表

损毁程度	裂缝宽度 a (m)	裂缝间距 C (m)	每亩裂缝条数 n (条)	裂缝深度 W (m)	每亩裂缝长度 U (m)	每公顷裂缝长度 U (m)
轻度	0.10	50	1	3.16	20.00	300.00
中度	0.20	30	2	4.47	66.66	1000.01
重度	0.40	20	3	6.32	150.00	2250.00

表 5.3-5 不同损毁程度裂缝充填土方量

损毁程度	每亩沉陷地裂缝土方充填量 V (m^3)	每公顷沉陷地裂缝土方充填量 V (m^3)
轻度	3.17	47.48
中度	43.13	647.01
重度	189.74	2846.06

(2) 土壤剥覆工程量测算

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

$$V_{剥/覆} = 2 \cdot U \cdot h \cdot d$$

根据各损毁程度的地裂缝长度及剥离宽度确定土壤剥覆土方量，具体见表 5.3-6。

表 5.3-6 不同损毁程度土壤剥覆工程量测算表

损毁程度	每公顷地裂缝长度 U (m)	剥离厚度 h (m)	每侧剥覆宽度 d (m)	每公顷剥离土方总量 $V_{剥}$ (m^3)	每公顷覆土土方总量 $V_{剥}$ (m^3)
轻度	300.00	0.50	0.50	150.00	150.00
中度	1000.01	0.50	0.60	600.00	600.00
重度	2250.00	0.50	0.80	1800.00	1800.00

(3) 土地平整工程量测算

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，提高耕地和园地的耕种标准。轻度区和中度区的附加坡度(α)分别按照 1° 和 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 (单位： m^3/hm^2)可按照以下经验公式计算：

$$V_1 = 5000 \tan \alpha$$

经计算，不同损毁程度每公顷沉陷地平整工程工程量见表 5.3-7。

表 5.3-7 不同损毁程度平整土地工程量

损毁程度	平均平整坡度 (α)	平整每公顷土地平整量 (m^3)
轻度	4	349.63
中度	5	437.44
重度	6	525.92

(4) 土壤培肥

为提高旱地的耕种质量以及园地质量，对旱地和园地进行土壤培肥，与平整工程同时进行。根据本煤矿境内相似农用地调查和对当地农民咨询，适宜当地农作物高产的有机肥施入量为 $3000 kg/hm^2$ ，增施无机肥 $450 kg/hm^2$ 。

(5) 道路工程

本复垦单元实施的道路工程主要是田间道路和生产道路。根据复垦区实际情况，田间道路和生产道路参照旱地复垦方向设计。田间路每 hm^2 按 $0.1 km$ 布置计算，生产路每 hm^2 按 $0.2 km$ 布置计算。

(6) 蓄水工程

为提高旱地的耕种质量以及园地质量，对旱地和园地进行蓄水工程建造。根据当地耕地灌溉用水标准，设计每 10 hm^2 耕地复垦区建造一座蓄水池。

（7）植被恢复工程

复垦区内灌木林地按照损毁程度及实际情况进行不同比例的补种补植，轻度损毁按照完全复垦量的 20%，中度损毁按照完全复垦量的 40%，重度损毁按照完全复垦量的 60%。复垦区内草地依据不同损毁形式进行草籽撒播，压占损毁类占地及沉陷损毁类土地复垦为草地时，撒播种植按 $10 \text{ kg}/\text{hm}^2$ 标准实施。裸土地复垦为草地时，撒播种植按 $30 \text{ kg}/\text{hm}^2$ 标准实施。

2、复垦工程量

（1）沉陷区复垦单元工程量测算

土壤重构工程（充填工程、土壤剥覆工程、土地平整、土壤培肥、土地翻耕）。

1) 裂缝充填工程量

近期裂缝充填 7.81 万 m^3 ，具体见表 5.3-8。

表 5.3-8 近期裂缝充填工程量表

治理区域	损毁程度	面积 (hm^2)	每公顷土方充填量 (m^3/hm^2)	充填裂缝土方石量 (万 m^3)
已沉陷未治理区域	轻度	9.49	47.48	0.05
近期沉陷区	轻度	318.75	47.48	1.51
	中度	96.54	647.01	6.25
合计	—	424.78	—	7.81

中后期裂缝充填 5.24 万 m^3 ，具体见表 5.3-9。

表 5.3-9 中后期裂缝充填工程量表

治理区域	损毁程度	面积 (hm^2)	每公顷土方充填量 (m^3/hm^2)	充填裂缝土方石量 (万 m^3)
中后期沉陷区	轻度	79.58	47.48	0.38
	中度	75.11	647.01	4.86
合计	—	154.69	—	5.24

2) 土壤剥覆工程

表土剥离为裂隙填充时两侧表土的土，依据损毁程度，两侧分别剥离 $0.4\sim0.8$

m 不等, 剥离厚度为 0.60 m。近期裂缝区表土剥覆工程量及中后期裂缝剥覆工程量见表 5.3-10~5.3-11。

表 5.3-10 近期裂缝区表土剥覆工程量表

治理区域	损毁程度	面积 (hm ²)	每公顷土方剥覆量 (m ³ /hm ²)	裂缝区剥覆量 (万 m ³)
已沉陷未治理区域	轻度	9.49	150	0.14
近期沉陷区	轻度	318.75	150	4.78
	中度	96.54	600	5.79
合计	—	424.78	—	10.71

表 5.3-11 中后期裂缝区表土剥覆工程量表

治理区域	损毁程度	面积 (hm ²)	每公顷土方剥覆量 (m ³ /hm ²)	裂缝区剥覆量 (万 m ³)
中后期沉陷区	轻度	79.58	150	1.19
	中度	75.11	600	4.51
合计	—	154.69	—	5.70

3) 土壤平整工程

近期土地平整工程量见表 5.3-12, 中后期土地平整工程量见表 5.3-13。

表 5.3-12 近期土地平整工程量表

治理区域	损毁程度	一级地类	二级地类	面积 (hm ²)	单位公顷整地量 (m ³)	平整量 (万 m ³)
已沉陷未治理区域	轻度	耕地	旱地	1.27	349.63	0.04
近期沉陷区	轻度	耕地	旱地	82.78	349.63	2.89
		园地	果园	7.43	349.63	0.26
			其他园地	0.15	349.63	0.01
	中度	耕地	旱地	18.10	437.44	0.79
		园地	果园	1.41	437.44	0.06
合计	—	—	—	110.99	—	4.05

表 5.3-13 中后期土地平整工程量表

治理区域	损毁程度	一级地类	二级地类	面积 (hm ²)	单位公顷整地量 (m ³)	平整量 (万 m ³)
中后期沉陷区	轻度	耕地	旱地	22.57	349.63	0.79
		园地	果园	2.95	349.63	0.10
			其他园地	0.15	349.63	0.01
	中度	耕地	旱地	22.65	437.44	0.99
		园地	果园	0.90	437.44	0.04
合计	—	—	—	49.07	—	1.93

4) 土壤培肥

近期土地培肥工程量见表 5.3-14，中后期土地培肥工程量见表 5.3-15。

表 5.3-14 近期土地培肥工程量表

治理区域	损毁程度	一级地类	二级地类	面积 (hm ²)	商品有机肥 (kg)	无机肥 (kg)
已沉陷未治理区域	轻度	耕地	旱地	1.27	3810	571.5
近期沉陷区	轻度	耕地	旱地	82.78	248340	37251
		园地	果园	7.43	22290	3343.5
			其他园地	0.15	450	67.5
	中度	耕地	旱地	18.10	54300	8145
		园地	果园	1.41	4230	634.5
合计	—	—	—	110.99	333420	50013

表 5.3-15 中后期土地培肥工程量表

治理区域	损毁程度	一级地类	二级地类	面积 (hm ²)	有机肥 (kg)	无机肥 (kg)
中后期沉陷区	轻度	耕地	旱地	22.57	67710	10156.5
		园地	果园	2.95	8850	1327.5
			其他园地	0.15	450	67.5
	中度	耕地	旱地	22.65	67950	10192.5
		园地	果园	0.90	2700	405
合计	—	—	—	49.07	147660	22149

5) 道路工程

道路工程主要为耕地中的田间道路和生产道路。根据沉陷区耕地数量，确定新修或修复田间道路和生产道路，近期耕地复垦道路工程量见表 5.3-16，中后期沉陷区耕地复垦道路工程量见表 5.3-17。

表 5.3-16 近期沉陷区耕地复垦道路工程量表

复垦阶段	道路类型	道路长度(m)	工程措施	一级地类	每延米工程量(m ²)	工程量(万 m ²)
近期	田间路	10215	泥结碎石路面	耕地	4.15	4.24
			砂路基		4.45	4.55
			路床压实		4.80	4.9
	生产路	20430	素土路面		2.15	4.39
			路床压实		2.75	5.62
合计	—	30645	—	—	—	23.70

表 5.3-17 中后期沉陷区耕地复垦道路工程量表

复垦阶段	道路类型	道路长度(m)	工程措施	一级地类	每延米工程量(m ²)	工程量(万 m ²)
中后期	田间路	4522	泥结碎石路面	耕地	4.15	1.88
			砂路基		4.45	2.01
			路床压实		4.80	2.17
	生产路	9044	素土路面		2.15	1.94
			路床压实		2.75	2.49
合计	—	13566	—	—	—	10.49

6) 蓄水工程

根据沉陷区已治理及未治理耕地数量，确定新建造的蓄水池数量，近期耕地复垦道路工程量见表 5.3-18，中后期建造蓄水池数量见表 5.3-19。

表 5.3-18 近期蓄水工程建造工程量表

治理区域	损毁程度	一级地类	二级地类	面积 (hm ²)	蓄水池(个)
沉陷已治理区（木瓜树墕村塌陷土地复垦区）	—	耕地	旱地	19.46	2
沉陷已治理区（杨家梁村土地复垦区）	—	园地	果园	24.25	3
		草地	人工牧草地	21.79	
已沉陷未治理区域	轻度	耕地	旱地	1.27	0
近期沉陷区	轻度	耕地	旱地	82.78	11
		园地	果园	7.43	
			其他园地	0.15	
	中度	耕地	旱地	18.10	
		园地	果园	1.41	
合计	—	—	—	176.64	16

表 5.3-19 中后期蓄水工程建造工程量表

治理区域	损毁程度	一级地类	二级地类	面积 (hm ²)	蓄水池(个)
中后期沉陷区	轻度	耕地	旱地	22.57	5
		园地	果园	2.95	
			其他园地	0.15	
	中度	耕地	旱地	22.65	
		园地	果园	0.90	
合计	—	—	—	49.22	5

7) 植被恢复工程

近期沉陷损毁土地复垦植被恢复工程量见表 5.3-20，中后期沉陷损毁土地复垦植被恢复工程量见表 5.3-21。

(2) 压占场地复垦单元工程量测算

工业场地、风井场地、高位水池、进场道路、排矸道路、风井道路及村庄搬迁地复垦措施主要有拆除、清理工程、平整工程、土地翻耕、土壤培肥、植被恢复等，其工程量计算见表 5.3-22。

表 5.3-20 近期植被恢复工程量表

治理阶段	损毁程度	一级地类		二级地类		面积 (hm ²)	植被措施	树种	植播方式	单位面积数量 (株/hm ²) (草籽 kg/hm ²)	补植比例	工程量 (株) (草籽 kg)
近期已沉陷未治理	轻度	03	林地	0301	乔木林地	0.01	栽植	樟子松	穴状整地	2500	0.2	5
				0305	灌木林地	6.30	栽植	紫穗槐	穴状整地	10000	0.2	12600
				0307	其他林地	0.75	栽植	紫穗槐	穴状整地	10000	0.2	1500
		04	草地	0401	天然牧草地	0.77	撒播	紫花苜蓿	撒播	10	0.2	1.54
				0404	其他草地	0.01	撒播	紫花苜蓿	撒播	10	0.2	0.02
	轻度	02	园地	0201	果园	7.43	栽植	山杏	穴状整地	2500	0.2	3715
				0204	其他园地	0.15	栽植	山杏	穴状整地	2500	0.2	75
		03	林地	0301	乔木林地	22.78	栽植	樟子松	穴状整地	2500	0.2	11390
				0305	灌木林地	64.72	栽植	紫穗槐	穴状整地	10000	0.2	129440
				0307	其他林地	16.10	栽植	紫穗槐	穴状整地	10000	0.2	32200
		04	草地	0401	天然牧草地	107.76	撒播	紫花苜蓿	撒播	10	0.2	215.52
				0402	人工牧草地	1.48	撒播	紫花苜蓿	撒播	10	0.2	2.96
				0404	其他草地	4.03	撒播	紫花苜蓿	撒播	10	0.2	8.06
	中度	12	其他土地	1206	裸土地	0.13	撒播	紫花苜蓿	撒播	30	1	3.9
		02	园地	0201	果园	1.41	栽植	山杏	穴状整地	2500	0.4	1410
		03	林地	0301	乔木林地	7.71	栽植	樟子松	穴状整地	2500	0.4	7710
				0305	灌木林地	21.97	栽植	紫穗槐	穴状整地	10000	0.4	87880
				0307	其他林地	5.36	栽植	紫穗槐	穴状整地	10000	0.4	21440
		04	草地	0401	天然牧草地	36.23	撒播	紫花苜蓿	撒播	10	0.4	144.92
				0404	其他草地	1.43	撒播	紫花苜蓿	撒播	10	0.4	5.72

表 5.3-21 中后期植被恢复工程量表

治理阶段	损毁程度	一级地类		二级地类		面积 (hm ²)	植被措施	树种	植播方式	单位面积数量 (株/hm ²) (草籽 kg/ hm ²)	补植比例	工程量 (株) (草籽 kg)
中后 期拟 沉陷	轻度	02	园地	0201	果园	2.95	栽植	山杏	穴状整地	2500	0.2	1475
				0204	其他园地	0.15	栽植	山杏	穴状整地	2500	0.2	75
		03	林地	0301	乔木林地	6.61	栽植	樟子松	穴状整地	2500	0.2	3305
				0305	灌木林地	11.04	栽植	紫穗槐	穴状整地	10000	0.2	22080
				0307	其他林地	4.38	栽植	紫穗槐	穴状整地	10000	0.2	8760
		04	草地	0401	天然牧草地	26.42	撒播	紫花苜蓿	撒播	10	0.2	52.84
				0404	其他草地	0.69	撒播	紫花苜蓿	撒播	10	0.2	1.38
		12	其他土地	1206	裸土地	0.07	栽植	紫花苜蓿	穴状整地	30	1	2.1
	中度	02	园地	0201	果园	0.90	栽植	山杏	穴状整地	2500	0.4	900
		03	林地	0301	乔木林地	5.66	栽植	樟子松	穴状整地	2500	0.4	5660
				0305	灌木林地	11.44	栽植	紫穗槐	穴状整地	10000	0.4	45760
				0307	其他林地	1.25	栽植	紫穗槐	穴状整地	10000	0.4	5000
		04	草地	0401	天然牧草地	31.02	撒播	紫花苜蓿	撒播	10	0.4	124.08
				0404	其他草地	0.82	撒播	紫花苜蓿	撒播	10	0.4	3.28
		12	其他土地	1206	裸土地	0.01	栽植	紫花苜蓿	撒播	30	1	0.3

表 5.3-22 工业场地等压占损毁土地及农村宅基地（拟搬迁）复垦单元复垦工程量表

名称	复垦后地类	面积(hm ²)	土壤重构工程						植被恢复工程		配套道路工程				
			拆除工程		土壤翻耕	覆土	平整工程	田埂修筑	土壤培肥(kg/hm ²)		紫穗槐	紫花苜蓿	泥结碎石路面	砂路基	路床压实
			m ³	hm ²	m ³	m ³	m ³	m ³	有机肥	无机肥	株	kg	m ²	m ²	m ²
工业场地永久建设用地旱地复垦单元	旱地	7.16	35800	7.16	12888	3765.59	1074	21480	3222	0	0	2971.4	3186.2	3436.8	
风井场地永久建设用地旱地复垦单元	旱地	0.27	1350	0.27	486	142	40.5	810	121.5	0	0	112.05	120.15	129.6	
工业场地压占损毁区旱地复垦单元	旱地	7.25	36250	7.25	13050	3812.92	1087.5	21750	3262.5	0	0	3008.75	3226.25	3480	
工业场地压占损毁区地类回退至其他林地复垦单元	其他林地	0.34	1700	0.34	612	178.81	0	1020	153	2040	16.32	0	0	0	
工业场地压占损毁区地类回退至天然牧草地复垦单元	天然牧草地	0.01	50	0.01	18	5.26	0	30	4.5	0	0.06	0	0	0	
风井场地压占损毁区旱地复垦单元	旱地	1.79	8950	1.79	3222	941.40	268.5	5370	805.5	0	0	742.85	796.55	859.2	
风井场地压占损毁区地类回退至天然牧草地复垦单元	天然牧草地	0.14	700	0.14	252	73.63	0	420	63	0	0.84	0	0	0	
高位水池旱地复垦单元	旱地	0.17	850	0.17	306	89.41	76.5	510	76.5	0	0	70.55	75.65	81.6	

高位水池地类回退至天然牧草地复垦单元	天然牧草地	0.21	1050	0.21	378	110.44	0	630	94.5	0	1.26	0	0	0
进场道路地类回退至旱地复垦单元	旱地	0.11	550	0.11	198	57.85	16.5	330	49.5	0	0	45.65	48.95	52.8
进场道路地类回退至其他林地复垦单元	其他林地	0.02	100	0.02	36	10.52	0	60	9	120	0.96	0	0	0
进场道路地类回退至天然牧草地复垦单元	天然牧草地	0.02	100	0.02	36	10.52	0	60	9	0	0.12	0	0	0
风场道路旱地复垦单元	旱地	0.12	600	0.12	216	63.11	18	360	54	0	0	49.8	53.4	57.6
村庄搬迁地旱地复垦单元	旱地	6.67	33350	6.67	12006	3507.89	1000.5	20010	3001.5	0	0	2768.05	2968.15	3201.6
合计	—	24.28	121400	24.28	43704	12769.35	3582	72840	10926	2160	19.56	9769.1	10475.3	11299.2

四、含水层破坏修复

（一）目标任务

现状及预测评估认为煤矿开采后可使裂隙水进入煤层坑道系统，破坏其含水层结构，对含水层影响程度严重，且造成该段地下裂隙承压水地下水位下降。对其上含水层影响较轻。本方案针对破坏的含水层提出的措施主要为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，对含水层的恢复治理工程以监测为主，保障其自然恢复。此外，矿山地质环境监测应与《陕西省矿山地质环境监测规划》要求衔接，以自动化监测为主。

（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，主要以自然恢复为主。生产过程中加强对地下各含水层水位监测工作，发现含水层破坏的，应及时调整开采方法和开采方案，采取限高、限采的方式确保含水层受到较轻影响，保证水资源不漏失、水质不受影响。同时，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。

根据矿山地质环境恢复治理工程，开采之前，提前进行植被的恢复，大力开展绿化工程，通过大规模植树种草的方式，扩大矿井内植被覆盖面积，增加植被密度，起到减少蒸发量，涵养水源的作用。采后及时进行复垦，将开采沉陷对含水层的破坏降到最低。

五、水土环境防护

（一）目标任务

矿山的建设和生产可能造成地表土体和水资源环境质量降低，使得区域生态环境趋于恶化。矿区水土环境防治的实施，可有效控制因煤矿生产可能引起的水土环境受损影响。在矿区水土环境质量现状和水土环境质量预测评价的基础上，提出的水土环境质量修复措施主要是为了减缓煤层开采后地面沉陷对土壤理化性质的破坏，减轻污水排放对地表水体的影响。

（二）工程措施

本方案针对水土环境保护所涉及的治理措施不分近期、中期及后期，

煤矿应加强对沉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，并确定影响范围，及时通过生物、化学、物理等联合修复方式进行土壤置换、改良，减缓对土壤理化性质的破坏。

同时应建立水环境巡查小组及制度，加强对工业场地、采区及整个矿区水体环境质量的巡查，发现异常尽快上报处理。

围绕矿区水土环境质量，建立监测点网，定期专人对其进行监测，确保矿区水土环境质量稳定。

六、矿山地质环境监测

地质环境监测是从维护良好的地质环境，降低和避免不稳定地质失稳、含水层破坏、地形地貌景观破坏、水土环境质量为出发点，运用多种手段和办法，对地质环境问题成因、数量、规模、范围和影响程度进行监测，是准确掌握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，是本方案的重要组成部分。开展地质环境监测对于贯彻相关法律、法规，搞好地质环境管理工作具有十分重要的意义。

煤矿生产过程中产生的主要地质环境问题为：地面沉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。监测工作由府谷县中联前阳洼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

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

根据工作面布置，在井下回采的同时，采用自动化监测手段，选取评估区内水井、矿区内监测井，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结合无人机巡查的方式，通过数据解译定量和无人机定性分析掌握煤矿生产引发地面沉陷、崩塌、滑坡等次生不稳定地质体对地形地貌景观产生影响或破坏，分析矿山地质环境总体变化趋势。

（4）水土环境质量

根据工业场地污废水管理方法及位置，选取矿井水处理站、生产生活污水处理站监测水体流量、水位，当出现异常情况时，及时调整污废水回用方案或其他措施，减缓对地表水的影响。

根据工作面布置，在井下回采的同时，选取沉陷区和弃土弃渣场附近土壤受影响区，通过采样送检，监测土壤环境被影响的程度、受影响土壤的恢复进展。

2、监测任务

（1）不稳定地质体

- 1) 监测评估区内不稳定斜坡、地面沉陷等不稳定地质体发育情况；
- 2) 针对评估区内已沉陷地段和拟沉陷地段分别设置监测点，重点监测受地面沉陷影响到的道路、村庄及其他建筑物受损情况。

（2）含水层

- 1) 水量、水位监测：饮水井、矿区内监测井；
- 2) 水质监测：为简分析、全分析所检测的项目。

（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。

（4）水土环境质量

- 1) 水体监测：生活污水、矿井水处理系统出水口、河流、流量（水位）、水质；
- 2) 土壤监测：地面建设场地及采煤沉陷区土壤环境质量变化情况，重点监

测土壤理化性质。

（二）监测设计与技术措施

本次监测范围为地质环境治理评估范围，监测工作以近期为主，兼顾中后期监测工作。通过收集煤矿上期监测资料分析，矿山与 2025 年 8 月评审通过了中联前阳洼煤矿 2024 年矿山地质环境监测实施方案。实施方案共布设了 4 套 GNSS 位移变形测量系统（工业场地一处监测基站，5227 工作面、5229 工作面及 44202 工作面地表布设三处监测点）；在杨家梁及国 17 水井位置布置了两处含水层监测点；在郝家沟沟口布置一处水环境质量监测点，在排矸场布置一处土环境质量监测点；在木瓜树墕复垦区及西梁五素沟土地复垦区分别布置一处复垦土壤监测点。

1、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。针对调查发现的不稳定斜坡、地面沉陷区、近期开采工作面位置地表影响到道路及村庄布置 D1~D21 共计 21 个监测点。对不稳定地质失稳设计部署的监测点位置见图 5.6-1。

1) 不稳定斜坡、地面沉陷及雨量监测

D1-D5 监测点：分别监测不稳定斜坡 BP1、BP2、BP3 及地面沉陷 CX1，重点监测其位移和倾斜变形。其中对于不稳定斜坡 BP1（D1）及地面沉陷 CX1（D4）通过人工巡查的方式，借助钢尺、地表位移伸长计等测量手段测量其水平位移、垂直位移、裂缝宽度等变形量；而对不稳定斜坡 BP2 与 BP3 则通过安装边坡 GNSS 自动化监测设备实施自动化实时监测。

D5 监测点：在工业场地内布设雨量监测站，采用自动化翻斗式雨量计对降雨数据进行实时监测。

2) 采煤沉陷监测（GNSS 自动化监测）

D6-D17 监测点：根据工作面的设置，在井下采掘的同时对地面沉陷区实施监测。在工业场地内设置移动观测基站作为监测控制点（D6），结合近期五年煤矿拟开采工作面所在位置，在各工作面地表分别布置 GNSS 自动化变形监测点（D7-D17），每个监测点部署 1 套 GNSS 位移形变测量系统。同时辅以人工巡查。

D18-D19 监测点：煤矿于中期开采时，布置于郝家沟北村及郝家沟村附近的监测点，监测中期采煤沉陷情况。

3) 地面工程监测

D20-D21 监测点：分别布置于风井场地边坡带与工业场地北侧边坡带，主要通过人工巡查的方式监测场地人工边坡变形情况及稳定状态。

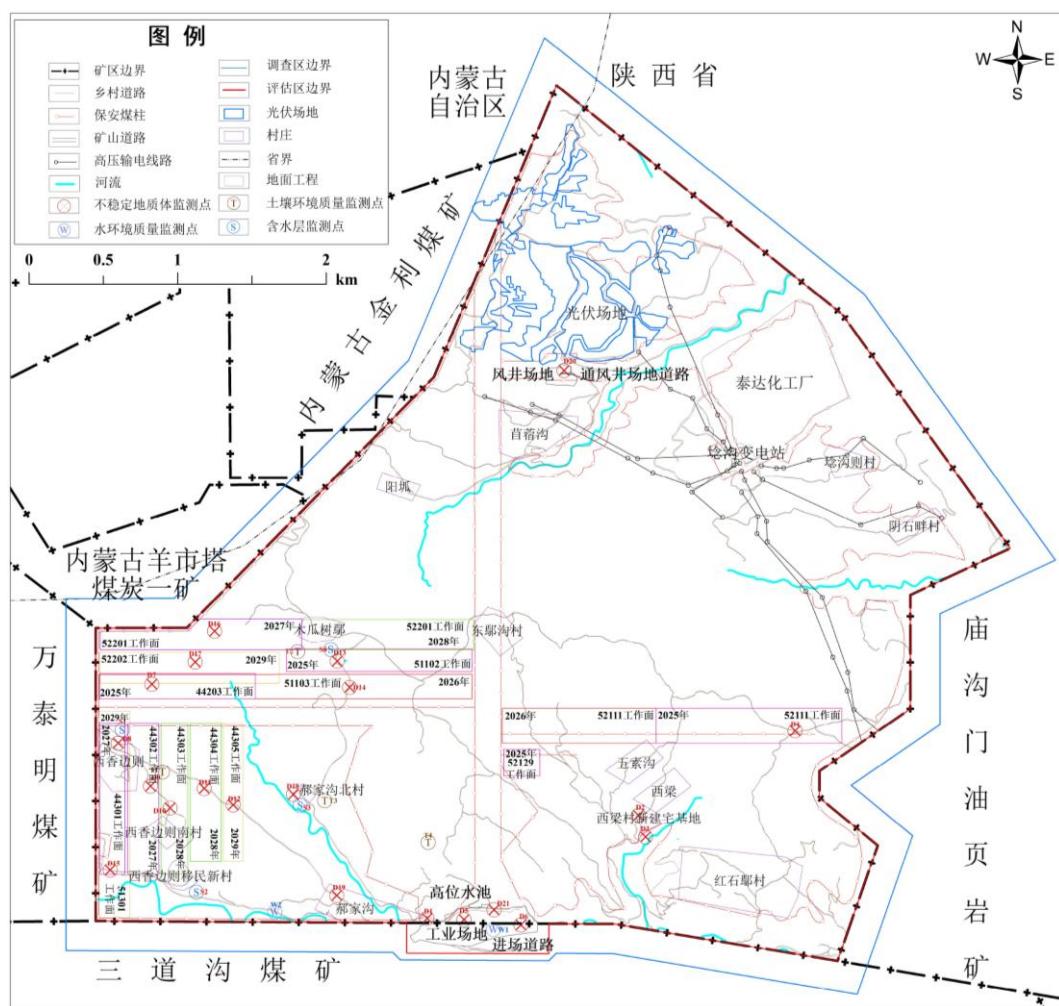


图 5.6-1 矿山地质环境监测设计图

（2）监测方法及频率

本方案对于部分不稳定斜坡及地面变形监测采用自动化监测设备监测，监测时间根据监测点处地表移动延续时间长短分别确定，由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。考虑到当地煤层埋深及地面沉陷变形稳定时间，本方案工作面上方地面变形监测按 3 年监测考虑。中期在开采二盘区 3² 煤时可再相应实施

地面沉陷监测。此外，本方案对不稳定斜坡 BP1、道路及采区内村庄均采用人工巡查的方式实施监测。人工巡查每月至少 1 次，并及时记录巡查结果。考虑闭坑后井田采空区沉稳时间，远期人工巡查持续时间 2 年。

（3）技术要求

1) 全面观测

包括全面观测和水准观测，全面观测包括测定各测点的平面位置和高程、各测点间的距离、各测点的支距以及地表的破坏状况，包括首次全面观测，末次全面观测及活跃期加密全面观测。水准观测主要是测点的高程测量，贯穿整个观测过程。

要求：采用 GNSS 快速静态定位测量，可用 C 级精度布设。观测工作结束后，应及时进行总结。为了保证所获得观测资料的准确性，每次观测应在尽量短的时间内完成，特别是在地表移动活跃阶段，水准观测必须在一天内完成，并确保做到高程测量和平面测量同时进行。

2) 地表破坏的测定

观测地面沉陷及伴生地裂缝发育情况，观测道路、煤矿地面工程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所在位置的地面沉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、含水层监测

（1）监测点部署

根据现场调查，利用矿区内已有的水井，并同时新建监测井完成对采区及重要场地位置含水层的监测。监测点位置详见图 5.6-1 及表 5.6-1。

除在郝家沟北村可利用已有水井外，其他监测井均需按照监测层位进行建设，分别监测第四系松散层潜水含水层及侏罗系中统延安组风化裂隙潜水含水层。新建监测井井筒结构见图 5.6-2，监测井结构要求为：

① 监测井孔径设计原则是以满足预计出水量而下入的抽水设备所要求的孔径或以过滤管直径为依据确定；

- ② 基岩监测井成井孔壁与管壁的环状间隙一般为 75~100 mm；
 ③ 基岩监测井只在松散层地层中下入井管，并对松散层含水层止水，进入基岩进行变径，除破碎带、强风化带需下管外，完整基岩应为裸孔。基岩监测井松散层成孔直径 425 mm，基岩井径 219 mm。

表 5.6-1 含水层监测点布置

编号	位置	类型	监测内容	监测层位	建井深度/m
S1	西香边则村东侧	新建井	水质、水位	第四系松散层潜水含水层	80
S2	西香边则移民新村南侧	新建井	水质、水位	侏罗系中统延安组风化裂隙潜水含水层	160
S3	郝家沟北村南侧	已有水井	水质、水位	第四系松散层潜水含水层	—
S4	木瓜树焉南侧	新建井	水质、水位	侏罗系中统延安组风化裂隙潜水含水层	160

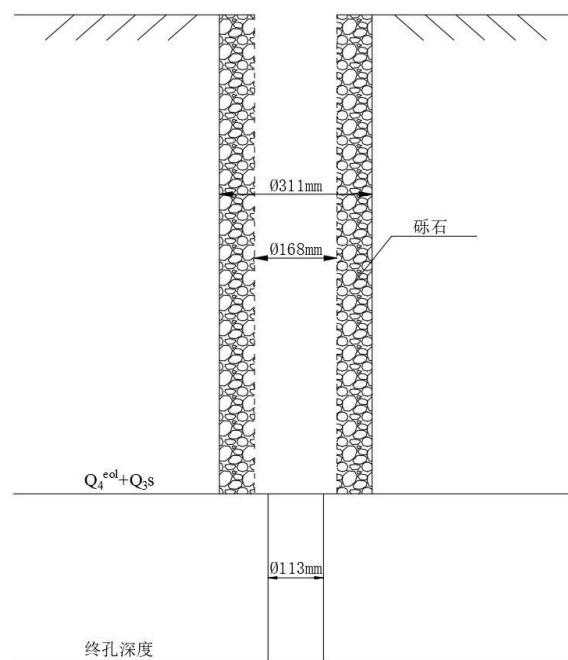


图 5.6-2 监测井结构示意图

（2）监测方法

- ① 水位应测量静水位、稳定动水位埋藏深度与高程，可选择电测水位计、自计水位仪或测绳测量对郝家沟北村南侧已有水井实施人工监测；对其余三口新建监测井分别布设自动化监测设备，对含水层水位进行实时监测。
 ② 采样送检方法采用《水质样品的保存和管理技术规定》（HJ493-2009），水质分析方法采用原国家环保局《水和废水监测分析方法》（第四版）。

（3）监测频率及时间

对郝家沟北村南侧已有水井水位采用人工监测，每月监测 1 次；对其余新建水文观测井水位开展自动化实时监测。

含水层水质每季度监测 1 次，取 1 组水样进行分析，平水期进行简分析，丰水期和枯水期进行全分析。发现变化异常情况时须加密观测。

（4）技术要求

井下采取地下水样时需在水平面下大于 3 m 处，井口采取时需抽水 10 min 以上。所采的地下水样必须代表天然条件下的客观水质情况，其中气温、水温、水位、水量、pH、电导率、氧化还原电位、溶解氧、浊度、 Ca^{2+} 和 HCO_3^- 要求现场测量，计数保留两位小数。采样器应进行前期处理，容器应做到定点、定项。取样时应避免外界干扰。对不稳定成分的水样应加入稳定剂，及时在现场密封样品，贴上水样标签。运送过程中应防震、防冻及避免阳光照射。水样送至化验室时，应有交接手续。

含水层监测应由矿山企业按照《陕西省煤矿区地下水监测方案》要求，由煤矿专人或委托有资质的单位，实施监测井管理以及含水层监测工作。

3、地形地貌景观监测

（1）监测方法

每年通过购买高分辨率影像资料，通过遥感解译监测的方法实施监测，选择年中 7~8 月监测；同时结合无人机定期巡查，巡视矿区范围不稳定地质体发育、地形地貌景观，尤其是井田西侧采区煤矿开采造成的塌陷等不稳定地质体发育情况。

（2）监测频率

每年高分辨率影像资料解译监测 1 次，选择年中 7~8 月监测。

近期：在开采区，每年监测 1 次，监测当年的地面沉陷区，已完成的恢复治理区，下一年的开采区。主要监测植被损毁面积、植被恢复面积及盖度。

中期、后期：每年监测 1 次，主要监测植被损毁面积、植被恢复面积及盖度。

（3）监测内容

在开采区，监测当年的地面沉陷区，已完成的恢复治理区，下一年的开采区。主要监测植被损毁面积、植被恢复面积及盖度，矿山地质环境治理工程建设情况、

土地损毁变化，采煤区地面沉陷及地裂缝发育情况，地势陡峭沟谷处崩塌、滑坡及隐患发育情况等。

（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，地面分辨率优于 1.0 m。

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，通过相关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 10%。

4、水土环境质量监测

（1）监测点部署

监测点布设：在工业场地矿井水排放口、郝家沟西侧的红石焉沟分别布设 2 个水体环境质量监测点，在近期和中期采区共布设 4 个土壤环境质量监测点。监测点位置见图 5.6-1。

① 水环境质量监测

W1 监测点：在工业场地矿井水排放口设置 1 个水体环境质量监测点，对其流量、水质进行定期监测。

W2 监测点：在郝家沟村西侧的红石焉沟中设置监测点，对其流量、水质进行定期监测。

② 土壤环境质量监测

T1~T4 监测点：主要在井田西部采区西香边则、木瓜树焉、郝家沟北村东部及排矸场各布设 1 个监测点，对其土壤质量进行定期监测。

（2）监测内容及时间

① 监测内容

通过监测水位监测仪，定期对水体环境质量开展监测，主要监测流量、水质；

土壤环境质量监测主要包括土壤物理破坏情况以及土壤中的有机物含量。

② 监测频率及时间

河流流量、水位每月监测 1 次，水质每季度监测 1 次，取 1 组水样进行分析，平水期进行简分析，丰水期和枯水期进行全分析。土壤环境质量每季度监测 1 次，取 1 组土壤进行分析，若未发现超标，可降低监测频率、减少监测次数。

（3）采样及分析方法

① 水样同含水层监测；

② 水样、土壤采集要求同一地点、不同年份的同一月份；

③ 为更好的监测土壤环境质量，应该做好取样工作。化学物质在土壤中的分布，既有因距离影响源的远近而引起的水平差异，还有因时间和其他因素的不同而造成的垂直差异，因而还要根据土壤剖面层次分层采集土样。

采集土壤平面混合样品时，采样深度 0~20 cm，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 1 kg 左右。

土壤剖面分层要考虑到各类土壤的发生层次，并考虑土壤不同的机械组成、结构、有机质含量等，选择最有代表性的均匀的层次部位采集土样。采集剖面样时，剖面的规格长度一般为长 1.5 m，宽 0.8 m，深 1.2 m，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。

5、矿山地质环境综合管理

在煤炭开采过程中，煤矿应组织人员定期巡查不稳定斜坡、村庄及地面建筑物、道路以及开采新形成的沉陷区，遇到地质环境问题，及时汇报、及时处理，并设立警示牌。每次巡查人数不少于 2 人，每月至少一次。人工巡查记录表（样

表) 见表 5.6-2。

表 5.6-2 矿山地质环境人工巡查记录表

统一编号		矿山名称				
监测点编号		地理坐标	X:	Y:		
监测点位置						
巡查人员		巡查时间				
人工巡查内容						
不稳定斜坡、 人工边坡	宏观状态	变形破坏	稳定性	发展趋势		
沉陷区	沉陷面积	裂缝发育情况	威胁对象情况	发展趋势		
村庄	地表开裂情况		建筑物破坏情况			
道路	破坏长度		破坏程度			
其他地表建构 筑物	破坏面积		破坏程度			
沿途观察						
现场照片						
填表单位		填表人				

（三）主要工程量

1、不稳定地质体监测工程量

府谷县中联前阳洼煤矿不稳定地质体监测工程量详见表 5.6-3 所示。

表 5.6-3 不稳定地质体监测工程量表

编号	监测对象	部署位置	监测量(次)			备注
			近期	中期	后期	
D1	不稳定斜坡 BP1	斜坡后缘顶部	60	96	24	人工巡查
D3	不稳定斜坡 BP2	斜坡坡表中上部及后缘顶部	/	/	/	GNSS 自动化监测 不稳定斜坡变形及位移情况
D2	不稳定斜坡 BP3		/	/	/	
D4	地面沉陷 CX1	已沉陷地表开裂最大处	/	/	/	GNSS 自动化监测 地表变形情况
D5	降雨量	工业场地	/	/	/	自动监测降雨量
D6	采区地表(基站控制点)	工业场地	/	/	/	GNSS 自动化监测 地表下沉情况
D7	采区地表 (近期开采工作面地表)	44203 工作面地表	/	/	/	
D8		44301 工作面地表	/	/	/	
D9		44302 工作面地表	/	/	/	
D10		44303 工作面地表	/	/	/	
D11		44304 工作面地表	/	/	/	
D12		44305 工作面地表	/	/	/	
D13		51102 工作面地表	/	/	/	
D14		51103 工作面地表	/	/	/	
D15		51301 工作面地表	/	/	/	
D16		52201 工作面地表	/	/	/	
D17		52202 工作面地表	/	/	/	
D18	中期开采地表	郝家沟北村西侧	/	/	/	
D19		郝家沟村北侧	/	/	/	
D20	人工边坡	风井场地边坡	60	96	24	人工巡查边坡变形情况及稳定状态
D21		工业场地北侧边坡				
合计		—	60	96	24	—

2、含水层监测工程量

府谷县中联前阳洼煤矿含水层监测工程量详见表 5.6-4 所示。

表 5.6-4 含水层监测工程量表

编号	位置	水位、水量			水质			监测层位	
		监测量(次)			监测量(次)				
		近期	中期	后期	近期	中期	后期		
S1	西香边则东侧	自动化监测			20	32	32	Q ₄	
S2	西香边则移民新村南侧	自动化监测			20	32	32	J _{2y}	
S3	郝家沟北村西南侧	60	96	96	20	32	32	Q ₄	
S4	木瓜树焉南侧	自动化监测			20	32	32	J _{2y}	
合计		60	96	96	80	128	128	—	

3、地形地貌景观监测工程量

府谷县中联前阳洼煤矿地形地貌景观监测工程量详见表 5.6-5 所示。

表 5.6-5 地形地貌景观监测工程量表

矿山地质环境问题	监测项目	监测量(次)		
		近期	中期	后期
地形地貌景观	遥感监测高程、坡度、分布、面积及变化	5	8	8

4、水土环境质量监测工程量

府谷县中联前阳洼煤矿水土环境质量监测工程量详见表 5.6-6~5.6-7 所示。

表 5.6-6 水环境质量监测工程量表

编号	位置	水位、流量			水质		
		监测量(次)			监测量(次)		
		近期	中期	后期	近期	中期	后期
W1	矿井水外排口	60	96	96	20	32	32
W2	郝家沟西侧红石焉沟	60	96	96	20	32	32
合计		120	192	192	40	64	64

表 5.6-7 土壤环境质量监测工程量表

编号	监测位置	土质			监测内容	
		监测量(次)				
		近期	中期	后期		
T1	西香边则村	20	32	32	物理破坏和水溶盐含量	
T2	木瓜树焉村	20	32	32		
T3	郝家沟北村东部	20	32	32		
T4	排矸场	20	32	32		
合计		80	128	128	—	

七、矿区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最后程序，主要包括园地、林地、草地管护。

（一）目标任务

针对受沉陷影响的土地实施土地损毁监测方案；针对复垦责任范围内的复垦后的土地等实施复垦效果监测方案。

针对复垦后的园地、林地及草地进行管护，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、矿区土地复垦监测

（1）原地貌地表监测

生产建设之前对原始地形进行监测，主要收集土地利用现状图和损毁前的原始地表状况照片，分析获得土地利用、植被覆盖等数据；收集土壤类型、土壤的各种理化性质等信息。根据复垦区生产建设特点，采用巡查监测法和高分遥感监测；配备监测人员2名，全分析监测1次。

（2）土地损毁监测

适用复垦单元：对拟损毁原地表、沉陷区内已损毁土地进行监测，包括耕地、

园地、林地、草地复垦单元。

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 1 s/次，卫星高度截止角为 15°，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 1 h。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的现象。

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研究院所、高校或企业专业人员进行定期监测。在原地表拟损毁前要监测 1 次；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。

（3）复垦效果监测

复垦效果监测主要包括土壤质量监测、复垦植被监测和土地复垦配套设施监测、农作物产量监测。

① 土壤质量监测

土壤质量监测适用于沉陷区内耕地、园地、林地复垦单元。

监测方案：土壤质量监测贯穿土地复垦措施实施的全过程，主要包括复垦区

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；监测指标具体见表 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 1 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，对土地损毁前、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）	总监测次数	监测方法
地形坡度	6	7	
有效土层厚度	6	7	地测法
土壤容重	6	7	环刀法
土壤质地	6	7	比重计法
土壤砾石含量	6	7	晒分法
PH 值	6	7	混合指示剂比色法

② 复垦植被监测

复垦植被监测适用于压占损毁区域内林地复垦单元及沉陷区园地及林地复垦单元。

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。在大面积的绿化区内典型地块内选定 $2\text{ m} \times 2\text{ m}$ 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 $1\text{ m} \times 5\text{ m}$ 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 1 次，复垦工程竣工后每年监测 1 次；

监测时间：持续监测时间为 6 年；

监测布点：监测点布设为 1 个/ hm^2 ，具体方案见表 5.7-2。

表 5.7-2 林地复垦植被恢复效果监测方案表

监测内容	监测频次（次*年 ⁻¹ ）	样点持续监测时间（年）
成活率	1	6
郁闭度	1	6
单位面积蓄积量	1	6

③ 土地复垦配套设施监测

监测对象：主要包括田间道路及生产路。

监测时间：贯穿土地复垦措施实施的全过程。

监测内容：主要包括各项新建配套设施是否齐全、能否保证有效利用，以及损毁的辅助设施是否修复，能否满足当地居民的生产生活需要等。

本方案复垦配套设施监测频次为每年 1 次，监测要定时安排人员巡查，在雨季要安排人员专门检查，监测方案见表 5.7-3。

表 5.7-3 复垦配套设施监测方案表

监测内容	监测频次（次/年）	样点持续监测时间（年）
田间道路	1	6
生产道路	1	6

④ 农作物、果树产量监测

农作物产量监测主要针对复垦区内耕地农作物产量的监测。

监测方案：主要监测农作物长势，以及产量的监测，监测贯穿农作物整个生产周期，对每年的农作物亩均产量进行统计监测，分析采矿对农作物生产的影响。

2、复垦管护措施

（1）园、林地管护

管护措施主要包括水分管理、养分管理、树木修枝、林木密度调控、林木更新和林木病虫害防治等。管护时间设计为 3 年，管护方法采用人工管护。

苗木栽植后，可通过植树带内植树行间和行内的锄草松土，防止幼树成长期干旱灾害。在保苗期和干旱、高温季节，要注意浇水，可采用多次少量的方式，一般春季 2~3 次，秋季 3~5 次，夏季降水较多可适当减少浇水次数，主要保证林草不受损，冬季在上冻前普遍灌足越冬水。浇水 1~2 天后必须检查有无缝隙、塌陷现象，一旦发现应及时培土踏实。采用机械拉运水，喷洒浇灌的方式对植被进行浇水灌溉，苗木浇灌所需水可利用矿坑排水，水质水量均能满足管护用

水要求。修枝是调节林木内部营养的重要手段，通过修剪促进主干生长，减少枝叶水分与养分的消耗，提高林木的干材质量。剪伐可以增加通风透光、减少水分消耗。修枝间伐是木本植物生长过程中必不可少的抚育措施。对于林带中出现各类树木的病、虫、害等要及时进行管护。对于病株要及时砍伐防止扩散，对于虫害要及时地施用药品来控制虫害的发生。要定期对林草病虫害及缺肥症状进行观察、记录，一旦发现，立即采取喷药或施肥等相应措施进行防治。同时做好林木抚育，搞好护林防火等工作。

（2）草地管护

复垦草地管护的目标是苗全、苗壮，主要包括破除土表板结，间苗、补苗和定苗，中耕与培土、灌溉与施肥、病虫害与杂草管理及越冬与返青期管护。

播种后及时灌水；对成活率不合格的草地，或个别地段有成块死亡的应及时补播；草籽要求纯度在 95% 以上，发芽率在 90% 以上。

中耕通常要进行 3~4 次，第 1 次在定苗前，第 2 次在定苗后，第 3 次在拔节前，第 4 次在拔节后。中耕的深度一般为 3~10 cm。具体作业措施为犁地和锄地。锄地通常为人工操作，犁地借助于畜力或机械力。

（三）主要工程量

1、土地复垦监测工程量

包括近期 5 年（2025 年~2029 年），中期 8 年（2030 年~2037 年），远期 8 年（2038 年~2045 年）三个阶段。各时期土地复垦监测工程量见表 5.7-4。

表 5.7-4 土地复垦监测工程量表

复垦阶段	监测内容	监测频次 (次/年)	监测点数	监测持续时 间(年)	监测次数 (点·次)
近期	原地表监测	1	5	1	5
	土地损毁监测	12	5	3	180
	土壤质量监测	1	5	5	25
	复垦植被监测	1	5	5	25
	配套设施监测	1	5	5	25
	农作物产量监测	2	4	5	40
中期	原地表监测	1	10	1	10
	土地损毁监测	12	5	3	180
	土壤质量监测	1	5	6	30
	复垦植被监测	1	5	5	25
	配套设施监测	1	3	5	15

	农作物产量监测	2	3	5	30
后期	土地损毁监测	12	25	3	1620
	土壤质量监测	1	25	6	150
	复垦植被监测	1	25	5	125
	配套设施监测	1	25	5	125
	农作物产量监测	2	25	5	250

2、土地复垦管护工程量

各时期土地复垦监测工程量见表 5.7-5。

表 5.7-5 土地复垦管护工程量表

复垦阶段	管护区域	管护面积	管护方法	管护方案
		hm ²		
近期	园地	8.99	施肥、病虫害与杂草管理	每年冬季进行一次修剪, 视成活率进行补植
			修剪	每年冬季进行一次修剪
		145.7	中耕、除草	每年 2~3 次
			补植	视成活率进行补植
	草地	151.71	灌溉	应适时地在干旱季节进行灌溉
			中耕、除草	每年 2~3 次
			补种	视成活率进行补植
中期	园地	4	施肥、病虫害与杂草管理	每年冬季进行一次修剪, 视成活率进行补植
			修剪	每年冬季进行一次修剪
		40.38	中耕、除草	每年 2~3 次
			补植	视成活率进行补植
	草地	58.95	灌溉	应适时地在干旱季节进行灌溉
			中耕、除草	每年 2~3 次
			补种	视成活率进行补植
后期	林地	8.61	修剪	每年冬季进行一次修剪
			中耕除草	每年 2~3 次
			补植	视成活率进行补植

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、分布状况、物种组成、生境类型等参数。生态系统的格局、分类、功能、质量等方面, 例如植被覆

盖度、各类生态系统格局变化等指标。

（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，数据源与无人机监测为同一数据源。

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、生态系统质量综合指数数据监测

（1）监测内容

生态系统结构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

生态系统功能监测采用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。

（三）主要工程量

府谷县中联前阳洼煤矿生态系统监测工程量详见表5.8-1所示。

表5.8-1 生态系统监测工程量表

时间	监测项目	实施次数	实施区域	实施内容	单位	工程量
近期、中期与后期	生态系统质量综合指数数据监测	1次/年	评估区	植被类型、生态系统格局、植被覆盖度等	km ²	21.118
	生态状况调查	1次/年	评估区林草生态系统	林地、草地生态系统格局、植被覆盖度等	点位	4×32

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）部署原则

- 1、以“谁开发，谁保护，谁破坏，谁治理”为原则，在广泛收集资料及现场调查的基础上，利用已有的相关经验，结合本工程的特点，合理界定地质环境保护与土地复垦责任范围。
- 2、坚持本方案设计符合府谷县和府谷县中联前阳洼煤矿的发展规划、土地总体利用规划、环境影响规划及水土保持规划的要求。
- 3、本方案结合当地的自然、社会环境及地质环境现状，因地制宜的布设各项防治措施，建立技术先进、经济合理、适用可靠、效果显著的矿山地质环境治理与土地复垦体系。
- 4、坚持矿山开发和地质环境保护与土地复垦并重的原则，开发与保护治理同等重要。通过地质环境保护与土地复垦，保护自然生态环境。
- 5、坚持从实际出发的原则。本项目各项地质环境保护与土地复垦治理规划布设应从工程实际出发，因地制宜，因害设防，力求定性准确，定量合理，使本项目地质环境治理与土地复垦工作具有较强的针对性和可操作性。
- 6、本项目必须做好地质环境保护与土地复垦招投标和监理工作，保证工程质量。搞好地质环境保护与土地复垦监测和管理，确保项目达到地质环境保护与恢复治理效益。

（二）总体部署

本方案规划年限为 21 年，近期 5 年（2025 年~2029 年），中期 8 年（2030 年~2037 年），远期 8 年（2038 年~2045 年）。

根据本方案第五章矿山地质环境治理与土地复垦工程，确定矿山地质环境保护与土地复垦总体部署，矿山地质环境治理总体工作部署见表 6.1-1，土地复垦总体工作部署见表 6.1-2。

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土地利用问题。

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	水土环境质量
工程措施	不稳定斜坡治理、沉陷区道路修复、井筒封闭、不稳定地质体监测	加强含水层监测、保障居民生活用水	地形地貌景观遥感监测	水土环境影响监测

表 6.1-2 矿山土地复垦总体部署

复垦单元	二级项目	工程措施	监测与管护措施
耕地	沉陷损毁耕地	裂缝充填、表土剥覆、平整工程、田埂修筑、土地翻耕、土壤培肥、配套道路工程	土地损毁监测、复垦效果监测、管护
	压占损毁耕地、采矿用地	拆除工程、平整工程、田埂修筑、土地翻耕、土壤培肥、配套道路工程	复垦效果监测、管护
园地	沉陷损毁园地	裂缝充填、表土剥覆、平整工程、田埂修筑、土地翻耕、土壤培肥、植被恢复工程、配套道路工程	土地损毁监测、复垦效果监测、管护
林地	沉陷损毁林地	裂缝充填、表土剥覆、植被恢复工程	土地损毁监测、复垦效果监测、管护
	压占损毁林地	拆除工程、平整工程、植被恢复工程	复垦效果监测、管护
草地	沉陷损毁草地、沉陷损毁裸土地	裂缝充填、表土剥覆、植被恢复工程	复垦效果监测、管护

二、阶段实施计划

根据《矿山地质环境保护与土地复垦方案编制指南》和本方案服务年限，本方案规划年限为 21 年，包括近期 5 年（2025 年~2029 年），主要针对现状不稳定地质体进行治理并开展监测，同时完成已沉陷区与近五年拟沉陷损毁土地复垦；中期 8 年（2030 年~2037 年），主要针对开采过程中产生的矿山地质环境问题治理及损毁土地复垦；远期 8 年（2038 年~2045 年），针对闭坑后的煤矿进行恢复

治理与土地复垦。三个阶段部署治理及复垦措施。各阶段部署情况如下：

（一）近期工作安排（2025~2029 年）

1、矿山地质环境治理

本阶段地质环境问题和不稳定地质体主要表现在：不稳定斜坡 BP1、BP2 及 BP3 威胁坡脚房屋、5² 号煤层开采引发地面沉陷及裂缝等矿山地质环境问题，对地表道路造成威胁。近期煤矿开采引发的地面沉陷导致上覆地表村庄建构筑物及道路产生损坏等问题。故近期矿山地质环境治理工作包括：

- （1）不稳定斜坡治理：对不稳定斜坡 BP1、BP2 及 BP3 进行整治、采用坡脚支挡、坡面窗式格构及排水等综合方式进行治理；
- （2）对已开采沉陷损坏的乡村道路和近期拟开采沉陷损坏的道路进行维修，同时对已沉陷区与拟开采沉陷区设立警示牌；
- （3）对矿区东侧津神线沿路 5 处风险隐患点（崩塌）进行治理，采用设置锚杆主动防护网、被动防护网的方式加固崩塌。

2、土地复垦

- （1）对木瓜树墕村土地复垦区及杨家梁村土地复垦区修建 5 个蓄水池。
- （2）对复垦责任范围内已沉陷损毁土地以及近期拟沉陷损毁土地进行复垦，复垦面积 424.78 hm²。其中，裸土地复垦方向为其他草地，面积 0.20 hm²；农村宅基地复垦为旱地，面积 6.84 hm²；其它地类复垦方向为原地类，面积为 417.74 hm²。对复垦的耕地修建道路及蓄水池等配套工程；
- （3）对拟沉陷损毁的土地进行土地损毁监测，对复垦后的土地进行复垦效果监测，并进行管护。

3、矿山地质环境监测

（1）不稳定地质体监测

在不稳定斜坡 BP1 顶部位置布置 D1 监测点，在地面沉陷 CX1 地表开裂位置布置 D4 监测点，通过人工巡查及简易量测的方式实施监测；此外，在不稳定斜坡 BP2 与 BP3 坡面中上部或后缘分别布置 D2 与 D3 监测点，采用 GNSS 边坡变形自动监测设备实施自动化监测；在工业场地内布设 D5 监测点，通过自动化翻斗式雨量计对降雨量实施监测；在工业场地内布设地表移动观测站（D6 监测点），同时在近期开采工作面地表布设 D7-D17 监测点，通过 GNSS 地表变形自

动化监测设备实施地面沉陷监测，由于采区存在三层煤的重复采动，根据实际地表变形情况可适当加密监测；在风井场地与工业场地分别布置 D20-D21 监测点，通过人工巡查的方式监测风井场地边坡与工程场地北侧边坡。

（2）含水层监测

本方案在西香边则东侧、西香边则移民新村南侧、木瓜树焉南侧新建 3 口地下水监测井，布设 3 个地下水监测点 S1、S2 及 S3，同时利用郝家沟北侧一处水井布设 1 个地下水监测点 S4，对含水层水位、水量和水质进行监测。

（3）水土环境监测

分别在工业场地矿井水排放口及郝家沟西侧红石焉沟道内设置水环境质量监测点 W1 及 W2，对其流量及水质进行定期监测；同时在井田内西香边则村、木瓜树焉村、郝家沟北村东部及排矸场附近各布设 1 个土壤环境质量监测点（T1-T4），对其土壤质量进行定期监测或检测。

（4）地形地貌与生态系统监测

利用无人机建立地形地貌景观遥感监测系统，对近期开采工作面上覆地表进行遥感监测。

4、综合管理

在煤炭开采过程中，府谷县中联前阳洼煤矿应组织人员定期巡查地面建筑物、道路以及开采新形成的沉陷区，遇到地质环境问题，及时汇报、及时处理；由于采区存在重复采动，地面变形较以往单层采动会更剧烈，故定期巡查时应加强对重复采动区地表沉陷的巡视；此外，对采区沉陷影响的村庄（西香边则、西香边则南村及西香边则移民新村）实施搬迁；再者根据实际情况，实施开发式治理工程。

（二）中期工作安排（2030~2037 年）

1、矿山地质环境治理

（1）对中期煤矿开采引发地面沉陷导致损坏的乡村道路进行维修；
（2）继续实施不稳定地质体变形监测、含水层、地形地貌与生态系统监测、水土环境监测。

2、土地复垦

（1）对中期开采沉陷损毁后的土地进行复垦；

（2）对沉陷土地进行土地损毁监测，对前期复垦后的土地进行复垦效果监测，并进行管护。

3、综合管理

在中期煤炭开采过程中，保持定期巡查地面建筑物、道路以及开采新形成的沉陷区，遇到地质环境问题，及时汇报、及时处理；此外，对采区沉陷影响的村庄（郝家沟北村及郝家沟）实施搬迁。

（三）后期工作安排（2038~2045年）

1、矿山地质环境治理

（1）封闭3条井筒；
（2）继续实施不稳定地质体变形监测、含水层、地形地貌与生态系统监测、水土环境监测。

2、土地复垦

（1）对中期已复垦土地进行复垦效果监测及管护；
（2）对工业场地、风井场地、高位水池、进场道路及风场道路进行复垦，复垦为旱地及灌木林地，并对复垦后效果进行监测和管护。

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对现状不稳定斜坡进行治理，对已沉陷影响的乡村道路损毁段修复和已沉陷损毁土地复垦。对不稳定斜坡进行设计治理工作，建议矿方委托具有相应等级资质的单位或科研院所实施。

再者对近期煤矿开采产生的矿山地质环境问题进行治理及拟损毁土地进行复垦，如受损的地面建构筑物、道路进行修复，以及裂缝充填、剥覆、平整等。

此外，对不稳定地质体、可能受到采煤沉陷影响的道路、输电线路、地面建构筑物及其他存在失稳可能的斜坡设置监测点，同时对含水层、水土环境及地形地貌设置监测点，监测矿山地质环境变化。

近期矿山地质环境治理与土地复垦工程措施及工程量具体见表 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）内容	治理（复垦）措施及工程量	
		矿山地质环境治理	土地复垦
第一年度 2025 年	1、乡村道路； 2、矿山地质环境监测 3、已沉陷损毁土地； 4、已复垦土地修建蓄水池； 5、52129、52111、51102 及 44203 工作面上部地表拟沉陷损毁土地；	<p>1、维修受损水泥路 1264 m²(东墕沟至五素沟水泥路), 受损土路 3193 m² (东墕沟至矿区东侧林场土路、木瓜树墕至东墕沟土路及郝家沟北村至木瓜树墕土路);</p> <p>2、设置警示牌 5 块;</p> <p>3、针对不稳定地质体发育情况布置 8 个监测点 (D1-D7、D13), 实施自动化监测, 开展人工巡查 12 次;</p> <p>4、地形地貌景观高分遥感监测 1 次, 无人机巡查监测已沉陷损毁区及本年度采区地表面积 318 hm²;</p> <p>5、利用 1 口水井作为监测井, 新建 3 口水文监测井, 合计打井 400 m, 共监测 12 次水位及水量, 监测 16 次地下水水质; 完成水质简分析 8 组, 水质全分析 8 组;</p> <p>6、布置水环境质量监测点 2 处, 监测 24 次水位及水量, 8 次水质; 土壤环境质量监测点 4 处, 监测 16 次土壤环境质量。</p>	<p>1、在木瓜树墕村土地复垦区建造 2 个蓄水池; 在杨家梁村土地复垦区建造 3 个蓄水池。</p> <p>2、裂缝充填 2.14 万 m³, 表土剥覆 2.67 万 m³;</p> <p>3、复垦旱地 20.61hm², 园地 1.47hm², 土地平整 0.86 万 m³, 新修或修复田间路及生产路 5.08 万 m², 蓄水池 2 个;</p> <p>4、复垦园地面积 1.47 hm², 林地面积 48.11 hm², 草地面积 19.63hm², 其中栽植山杏 770 株、樟子松 3580 株、紫穗槐 109340 株、撒播紫花苜蓿 58.28 kg;</p> <p>5、沉陷损毁前原地表监测 5 次; 复垦后土壤质量监测 5 次、复垦植被监测 5 次、配套设施监测 5 次、农作物产量监测 8 次;</p> <p>6、管护复垦园地面积 1.47 hm², 林地面积 48.11hm², 草地面积 19.63hm²。</p>

第二年度 2026年	1、不稳定斜坡 BP1、BP2 及 BP3 2、乡村道路； 3、矿山地质环境监测 4、已沉陷损毁土地； 5、52111 及 51103 工作面上部地表拟沉陷损毁土地；	1、对不稳定斜坡 BP1 实施工程治理；砌体拆除与清运约 600 m ³ ，土方开挖与清运 20000 m ³ ，窗式格构护坡约 3500 m ² ，修建排水沟 550m，急流槽 25m，修建护脚墙约 80m； 2、对不稳定斜坡 BP2 实施工程治理：坡面修建窗式格构 3000 m ² ，锚杆 760 根，植生袋 2500 m ³ ，混凝土护坡 2000 m ² ，修建 8m 高挡墙 120m，修建排水沟 600m； 3、对不稳定斜坡 BP3 实施工程治理：修建 3 m 高混凝土挡墙约 950 m，排水渠长度约 1500 m； 4、设置警示牌 10 块； 5、维修受损水泥路 677 m ² （柏树沟东梁水泥路），受损土路 1869 m ² （郝家沟北村至木瓜树墕土路、木瓜树墕至东墕沟土路及柏树沟东梁土路）； 6、针对不稳定地质体发育情况维持前期布置 8 个监测点（D1-D7、D13），新增 1 个监测点（D14），自动化监测；开展人工巡查 12 次； 7、地形地貌景观高分遥感监测 1 次，无人机巡查监测已沉陷区及本年度采区地表面积 355 hm ² ； 8、继续维持 4 口监测井的地下水监测，共监测 12 次水位及水量，监测 16 次地下水水质；完成水质简分析 8 组，水质全分析 8 组； 9、维持水环境质量监测点 2 处，监测 24 次水位及水量，8 次水质；土壤环境质量监测点 4 处，监测 16 次土壤环境质量。	1、裂缝充填 2.01 万 m ³ ，表土剥覆 2.38 万 m ³ ； 2、复垦旱地 14.07hm ² ，园地 2.19hm ² 土地平整 0.6 万 m ³ ，新修或修复田间路及生产路 3.26 万 m ² ，蓄水池 2 个； 3、复垦林地面积 26.69 hm ² ，草地面积 31.02hm ² ，其中栽植山杏 1170 株、樟子松 2490 株、紫穗槐 64400 株、撒播紫花苜蓿 91.5kg； 4、复垦后土壤质量监测 5 次、复垦植被监测 5 次、配套设施监测 5 次、农作物产量监测 8 次； 5、管护复垦的园地 2.19hm ² ，林地面积 26.69hm ² ，草地面积 31.02hm ² ； 6、村民搬迁后，拆除建构筑物并清运渣体 1.80 万 m ³ ，覆土 6483.24m ³ ，土地平整 1894.26 m ³ ，修筑田埂 540.27 m ³ ，施用商品有机肥 10805.4 kg，无机肥 1620.81 kg，修筑配套道路 4826.41m ² 。
---------------	---	---	--

第三年度 2027年	1、中风险隐患点 (崩塌); 2、乡村道路; 3、矿山地质环境监 测; 4、已沉陷损毁土 地; 5、52201、44301 及44302工作 面上部地表拟 沉陷损毁土 地。	1、治理矿区内五处中风险隐患点（庙沟门镇后沟门阴湾崩塌、庙羊路 K7+800 崩塌、庙羊路 K4+000 崩塌、沙梁村废品站岩质崩塌及后沟门边底线崩塌），施工主动防护网 17800 m ² ，被动防护网 180 m; 2、维修受损水泥路 4178 m ² （郝家沟至西香边则水泥路在矿区西侧边界段、郝家沟至西香边则移民新村水泥路在矿区西侧边界段），受损土路 2759 m ² （西乡边则移民新村至西乡边则土路）; 3、设置警示牌 5 块; 4、针对不稳定地质体发育情况维持前期布置 9 个监测点 (D1-D7、D13 及 D14)，新增 3 个监测点(D8-D9 及 D16)，自动化监测；开展人工巡查 12 次； 5、地形地貌景观高分遥感监测 1 次，无人机巡查监测已沉陷区及本年度采区地表面积 410 hm ² ； 6、继续维持 4 口监测井的地下水监测，共监测 12 次水位及水量，监测 16 次地下水水质；完成水质简分析 8 组，水质全分析 8 组； 7、维持水环境质量监测点 2 处，监测 24 次水位及水量，8 次水质；土壤环境质量监测点 4 处，监测 16 次土壤环境质量。	1、裂缝充填 1.22 万 m ³ ，表土剥覆 1.87 万 m ³ ； 2、复垦旱地 20.95hm ² ，园地 2.05hm ² ，土地平整 0.85 万 m ³ ，新修或修复田间路及生产路 4.86 万 m ² ，蓄水池 2 个； 3、复垦林地面积 17.6hm ² ，草地面积 39.54hm ² ，其中栽植山杏 1295 株、樟子松 5200 株、紫穗槐 19000 株、撒播紫花苜蓿 88.5 kg； 4、复垦后土壤质量监测 5 次、复垦植被监测 5 次、配套设施监测 5 次、农作物产量监测 8 次； 5、管护复垦的园地 2.05hm ² ，林地面积 17.6 hm ² ，草地面积 39.54hm ² ； 6、村民搬迁后，拆除建构筑物并清运渣体 1.53 万 m ³ ，覆土 5522.76m ³ ，土地平整 1613.63m ³ ，修筑田埂 460.23 m ³ ，施用有机肥 9204.6kg，无机肥 1380.69 kg，修筑配套道路 4111.39m ² 。
---------------	---	--	--

第四年度 2028年	1、乡村道路； 2、矿山地质环境监测； 3、已沉陷损毁土地； 4、52201、44303及44304工作面上部地表拟沉陷损毁土地。	1、维修受损水泥路 2213 m ² （郝家沟至西乡边则水泥路），受损土路 3434 m ² （西乡边则移民新村至西乡边则土路、郝家沟北村至木瓜树墕土路）； 2、设置警示牌 5 块； 3、针对不稳定地质体发育情况维持前期布置 12 个监测点（D1-D9、D13、D14 及 D16），新增 2 个监测点（D10-D11 及 D16），自动化监测；开展人工巡查 12 次； 4、地形地貌景观高分遥感监测 1 次，无人机巡查监测已沉陷区及本年度采区地表面积 469 hm ² ； 5、继续维持 4 口监测井的地下水监测，共监测 12 次水位及水量，监测 16 次地下水水质；完成水质简分析 8 组，水质全分析 8 组； 6、维持水环境质量监测点 2 处，监测 24 次水位及水量，8 次水质；土壤环境质量监测点 4 处，监测 16 次土壤环境质量。	1、裂缝充填 0.46 万 m ³ ，表土剥覆 1.47 万 m ³ ； 2、复垦旱地 35.14hm ² ，园地 2.43hm ² ，土地平整 1.31m ³ ，新修或修复田间路及生产路 8.15 万 m ² ，蓄水池 4 个； 3、复垦林地面积 32.6 hm ² ，草地面积 22.42hm ² ，其中栽植山杏 1215 株、樟子松 2530 株、紫穗槐 55080 株、撒播紫花苜蓿 45.96kg； 4、复垦后土壤质量监测 5 次、复垦植被监测 5 次、配套设施监测 5 次、农作物产量监测 8 次； 5、管护复垦的园地 2.43hm ² ，林地面积 32.6 hm ² ，草地面积 22.42hm ² ；
---------------	--	--	---

第五年度 2029年	1、乡村道路； 2、矿山地质环境监测； 3、已沉陷损毁土地； 4、52202、44305及51301工作面上部地表拟沉陷损毁土地。	1、维修受损水泥路 4224 m ² （郝家沟至西乡边则水泥路及郝家沟至西乡边则移民新村水泥路），受损土路 1832 m ² （西乡边则移民新村至西乡边则土路）； 2、设置警示牌 5 块； 3、针对不稳定地质体发育情况维持前期布置 14 个监测点（D1-D11、D13、D14 及 D16），新增 3 个监测点（D12、D15 及 D17），自动化监测；开展人工巡查 12 次； 4、地形地貌景观高分遥感监测 1 次，无人机巡查监测已沉陷区及本年度采区地表面积 520 hm ² ； 5、继续维持 4 口监测井的地下水监测，共监测 12 次水位及水量，监测 16 次地下水水质；完成水质简分析 8 组，水质全分析 8 组； 6、继续维持水环境质量监测点 2 处，监测 24 次；土壤环境质量监测点 4 处，监测 16 次土壤环境质量。	1、裂缝充填 1.98 万 m ³ ，表土剥覆 2.33 万 m ³ ； 2、复垦园地 0.87hm ² ，旱地 10.13hm ² ，土地平整 0.44 万 m ³ ，新修或修复田间路及生产路 2.35 万 m ² ，蓄水池 1 个； 3、复垦园地面积 0.87hm ² ，林地面积 20.69hm ² ，草地面积 39.24hm ² ，其中栽植山杏 765 株、樟子松 5305 株、紫穗槐 37180 株、撒播紫花苜蓿 98.42kg； 4、复垦后土壤质量监测 5 次、复垦植被监测 5 次、配套设施监测 5 次、农作物产量监测 8 次； 5、管护复垦的园地面积 0.87hm ² ，林地面积 20.69hm ² ，草地面积 39.24hm ² 。
---------------	--	---	---

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经费估算依据

- (1)《陕西省水利工程设计概（估）算编制规定》(2024年修正);
- (2)《陕西省水利建筑工程概算定额》(2024年修订);
- (3)《陕西省水利工程施工机械台班定额》(2024年修订);
- (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39号文);
- (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)《工程勘察设计收费标准》(国家计委、建设部,计价格〔2002〕10号);
- (7)《测绘生产成本费用定额》(财政部、国家测绘局,财建〔2009〕17号);
- (8)《陕西省环境监测技术服务收费标准》(陕西省环境监测中心站,陕环站字〔2009〕75号);
- (9)中国地质调查局关于印发的《地质调查项目预算标准(2021)》;
- (10)《榆林建设工程材料价格信息》(2025年第2期)。

2、土地复垦工程估算依据

- (1)《财政部、国土资源部关于印发土地开发整理项目预算编制规定标准的通知》(财综〔2011〕128号);
- (2)《土地开发整理项目预算编制规定》(2011年);
- (3)《土地开发整理项目预算定额》(2011年);
- (4)《土地开发整理项目施工机械台班费定额》(2011年);
- (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》(陕建发〔2021〕1097号);
- (6)《水土保持工程概算定额》(水总〔2003〕67号);
- (7)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；

（8）《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号文）；

（9）《工程勘察设计收费标准》（计价格〔2002〕10号）；

（10）《测绘生产成本费用定额》（财建〔2009〕17号）；

（11）《土地复垦方案编制规程—通则》（TD/T1031.1-2011）；

（12）《土地复垦方案编制规程-井工煤矿》（TD/T1031.3-2011）；

（13）《土地复垦方案编制规程-建设项目》（TD/T1031.6-2011）；

（14）《陕西省环境监测机构开展专业服务收费标准》（陕环计发〔1996〕128号）；

（15）《地质调查项目预算标准》（2021）；

（16）《榆林市2022年度造林绿化苗木指导价格》（榆绿委发〔2021〕3号）；

（17）榆林建设工程材料价格信息（2025年第2期）。

（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，本矿山地质环境治理与土地复垦经费由府谷县中联前阳洼煤矿自筹，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

依据《土地复垦方案编制规程—通则》中关于投资估算方面的要求，本方案投资估算由工程施工费、设备费、其它费用（前期工作费、工程监理费、竣工验收费、业主管理费）、监测与管护费、预备费（基本预备费）组成。

二、矿山地质环境治理工程经费估算

（一）估算方法

本方案矿山地质环境治理工程投资估算由工程施工费、临时工程费、独立费用、矿山地质环境监测费及预备费等部分组成。费用估算主要采用《陕西省水利工程设计概（估）算编制规定》，估算费用为静态费用。地质环境监测工程费用估算主要采用《工程勘察设计收费标准》及《测绘生产成本费用定额》。

1、基础单价

（1）人工估算单价

人工预算单价由基本工资、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》（2024年修订），人工预算单价为：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》（2024年修订）规定：

1) 主要材料预算价格：

主要材料预算价格=[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

材料原价：主要依据榆林市材料交易中心的市场成交价并结合《榆林市工程造价信息》、广材网、农资网、陕西发改委网站等综合确定各项材料价格。

2) 其他工程或材料价格

陕西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、电预算价格

施工用电价为1.5元/kwh，风价为0.26元/m³，水价取费为3.0元/m³。柴油、汽油价按照市场不含税价进机械台班费。

施工机械费计算公式：施工机械费=工程量×定额施工机械使用费

2、建筑施工费

建筑施工费由工程单价×工程量进行估算，工程单价（建筑工程单价）则是指以价格形式表示的完成单位工程量（如1m³、1套）所耗用的全部费用，由直接费、间接费、利润、价差和税金五部分组成。

（1）直接费

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

基本直接费：包括人工费、材料费、施工机械使用费。材料费及施工机械使

用费均不含增值税进项税额的基础单价计算。

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

其他直接费费率=其他直接费基准费率×工程类别调整系数

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

本项目施工工程为建筑工程，属陕北片区。因此，项目其他直接费基准费率8.0%。本项目参考其他同类工程，工程措施调整系数取1.0。因此，本项目工程措施其他直接费率为8.0%。

（2）间接费

是以直接费或人工费为基数测算出的间接费摊销费率。按《陕西省水利工程设计概（估）算编制规定》执行，间接费费率计取标准见表7.2-1。

表7.2-1 间接费费率计取标准一览表

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	5.0
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

是指按规定应计入工程措施及植物措施的利润。按直接费与间接费之和的7%计算。

（4）税金

按照《关于深化增值税改革有关政策的公告》，本项目税金取9%。税金按直接费、间接费、利润之和的9%计算。

（5）估算单价

根据《陕西省水利工程设计概（估）算编制规定》（2024年修正）规定，估算单价按预算单价扩大10%计算。

3、临时工程费

临时工程费包括导流工程、施工交通工程、施工安全生产专项工程、施工场外供电工程、缆机平台工程、施工房屋建筑工程以及其他临时建筑工程组成。根据本项目实际，其他临时工程费费率取 3.0%。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%。

4、矿山地质环境监测费

包括监测点设置费、仪器测量费、人工巡视费、无人机航测费、水土环境质量测试费及预备费等。监测点设置费、仪器测量费单价参照《测绘生产成本费用定额》确定，人工巡视费单价按普工 50 元/工日计算，无人机航测费、水土环境质量测试费按市场价格综合确定。

5、独立费用

独立费用由前期工作费、工程监理费、竣工验收费和业主管理费。

（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、工程质量检测费、咨询评审服务费、工程验收费、工程保险费。

- ① 建设单位开办费：本次不计列；
- ② 建设单位人员费：本次不计列；
- ③ 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；
- ④ 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；
- ⑤ 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；
- ⑥ 工程质量检测费：按建安工程费的 0.3%计取；
- ⑦ 工程验收费：依据《陕西省水利工程设计概（估）算编制规定》表 I.5-10 计取；

⑧ 咨询评审服务费：按建安工程费的 0.8%计取；

⑨ 工程保险费：按建安工程费的 0.45%计取。

（2）生产准备费

本次不计列。

（3）科研勘察设计费

① 科学研究试验费不计列；

② 勘察设计费，勘察费费率为 4.5%，设计费费率取 3.5%，则勘察设计费按工程措施投资的 8.0%计取。

（4）其他

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

基本预备费=（工程施工+独立费用）×基本预备费费率，费率取 10%，价差预备费不计列。

（二）总工程量

经计算，府谷县中联前阳洼煤矿矿山地质环境治理工程量见表 7.2-2。

表 7.2-2 矿山地质环境治理总工程量表

矿山地质环境治理	序号	项目名称	单位	工程量
不稳定地质体及相关矿山地质环境问题治理工程	一	道路维修		
	1	道路维修	m ²	41545
	1.1	水泥路	m ²	22069
	1.2	乡村土路	m ²	19476
	二	警示牌安装		
	1	警示牌布置	块	30
	三	不稳定斜坡 BP1 工程治理		
	1	拆除工程		
	1.1	砌体拆除	m ³	600
	1.2	垃圾清运	m ³	600
	2	削坡工程		
	2.1	土方开挖	m ³	20000
	2.2	土方清运	m ³	20000
	3	窗式格构护坡		
	3.1	C20 混凝土	m ³	450
	3.2	模板	m ²	6000
	3.3	伸缩缝	m	100

3.4	铺装六棱砖	m^3	3000
3.5	紫花苜蓿	hm^2	0.30
4	排水工程		
4.1	马道排水沟		
4.1.1	C20 混凝土	m^3	300
4.1.2	模板	m^2	1800
4.1.3	伸缩缝	m	30
4.2	急流槽		
4.2.1	土方开挖	m^3	15
4.2.2	C20 混凝土	m^3	10
4.2.3	模板	m^2	60
4.3	坡脚排水沟		
4.3.1	土方开挖	m^3	25
4.3.2	C20 混凝土	m^3	15
4.3.3	模板	m^2	40
5	护脚墙		
5.1	土方开挖	m^3	50
5.2	C20 混凝土	m^3	60
5.3	模板	m^2	200
5.4	PVC 管 (100mm)	m	10
四	不稳定斜坡 BP2 工程治理		
1	坡面锚杆格构加固		
1.1	人工挖孔槽	m^3	500
1.2	格构钢筋制作安装	t	50
1.3	格构混凝土 (C25)	m^3	700
1.4	锚杆 (9m)	根	760
1.5	伸缩缝	m^2	40
1.6	植生袋	m^3	2500
1.7	三七灰土垫层	m^3	200
1.8	模板	m^2	3000
2	坡体加固工程		
2.1	基础开挖	m^3	600
2.2	灰土垫层	m^3	620
2.3	毛石混凝土	m^3	1200
2.4	模板	m^2	3500
2.5	PVC 管	m	500
2.6	伸缩缝	m	110
2.7	土工布	m^2	1200
2.8	碎石反滤层	m^3	300
2.9	胶泥隔水层	m^3	400
2.10	基础回填	m^3	450
2.11	墙角范围内 C25 混凝土硬化	m^3	900

2.12	桩孔开挖（土）	m ³	80
2.13	桩孔开挖（岩）	m ³	15
2.14	面板 C30 混凝土浇筑	m ³	120
2.15	面板钢筋	t	40
2.16	板后反滤层回填	m ³	60
2.17	模板	m ²	600
2.18	锚索	m	1100
2.19	土工格栅	m ²	150
3	排水工程		
3.1	基槽开挖	m ³	2200
3.2	灰土垫层	m ³	500
3.3	模板	m ²	1800
3.4	C25 商品混凝土	m ³	1000
3.5	伸缩缝	m	60
3.6	基础回填	m ³	500
3.7	U型基槽开挖	m ³	60
3.8	土工布	m ²	900
3.9	U型锚固钩	个	3500
3.10	PE 管	m	500
3.11	埋设涵管	m	10
五	不稳定斜坡 BP3 工程治理		
1	坡体加固		
1.1	基础开挖	m ³	970
1.2	灰土垫层	m ³	1000
1.3	毛石混凝土	m ³	1800
1.4	模板	m ²	4000
1.5	PVC 管	m	750
1.6	伸缩缝	m	200
1.7	土工布	m ²	2000
1.8	碎石反滤层	m ³	500
1.9	胶泥隔水层	m ³	600
1.10	基础回填	m ³	700
1.11	混凝土硬化	m ³	1500
2	排水工程		
2.1	基槽开挖	m ³	4000
2.2	灰土垫层	m ³	800
2.3	模板	m ²	3000
2.4	混凝土	m ³	1500
2.5	伸缩缝	m	100
2.6	基础回填	m ³	800
六	中风险隐患点（崩塌）治理		
1	主动防护网	m ²	17800

监测工程	2	被动防护网	m	180
	7	主工业场地治理		
	1	井筒封闭工程		
	1.1	挡渣墙	m ³	222
	1.2	回填矸石	m ³	20448
	1.3	挡水墙	m ³	357
	1.4	回填粘土	m ³	716
	1.5	井口剥离岩土	m ³	757
	1.6	浇筑水泥	m ³	555
	1.7	钢板面积	m ²	165
	1.8	井口覆土	m ³	202
	一	不稳定地质体监测		
	1	GNSS 自动监测站	个	17
	2	人工巡查	点·次	180
	3	雨量计	个	1
	二	含水层监测		
	1	水质取样	组	336
	2	水位、水量测量	次	252
	3	水质分析		
		简分析	组	168
		全分析	组	168
	4	新建监测井打井	m	400
	5	新建自动化监测设备	套	3
	三	水环境质量监测		
	1	水质取样	组	168
	2	水位、水量测量	次	504
	3	水质分析		
		简分析	组	84
		全分析	组	84
	四	土环境质量监测		
	1	土壤环境质量监测点取样	组	336
	2	土壤环境质量监测点土质分析	次	336
	五	地形地貌景观监测		
	1	综合遥感监测（生态系统）	次	21

（三）经费估算

矿山地质环境治理工程估算经费 4376.84 万元，相关费用见表 7.2-3。具体计算见估算书。

表 7.2-3 矿山地质环境治理工程投资估算总表

序号	工程或费用名称	费用（万元）	占静态费用比例（%）
1	建筑施工费	3232.38	73.86
2	临时工程费	182.70	4.17
3	独立费	563.86	12.88
4	预备费	397.89	9.09
5	总费用	4376.84	100

三、土地复垦工程经费估算

（一）估算方法

本方案土地复垦投资估算由工程施工费、设备费、其他费用、监测管护费和预备费等组成。

1、基础价格

（1）人工预算单价

人工预算单价由基本工资、辅助工资、工资附加费组成。

本项目处于七类工资区，依据《土地开发整理项目预算编制规定》计算人工单价为甲类工 52.14 元/工日、乙类工 39.73 元/工日。由于人工单价与现有市场价格相差较大，因此，本项目根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，根据文件要求，建筑工程、安装工程、市政工程、园林绿化工程调整为 136.00 元/工日；装饰工程调整为 146.00 元/工日；因此本项目确定甲类工为 146 元/工日、乙类工 136.0 元/工日，调增部分计入差价。

（2）材料预算价格

1) 主要材料预算价格

按照陕发改投资〔2016〕1303 号文，材料预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：预算材料单价=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《陕西省工程造价管理信息》2023 年 7 月材料信息价中含税市场价取值，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》主要材料价格计算办法,当材料预算价格高于规定价格时,超出部分按价差计算;当材料预算价格低于规定价格时,可直接采用预算价格计算。

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,预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、电预算价格

施工用电价为1.5元/kwh,施工用风价为0.26元/m³,施工用水价取费为3.0元/m³。

2、工程施工费估算

(1) 工程施工费单价

工程单价(建筑工程单价)是指以价格形式表示的完成单位工程量(如1m³、1套)所耗用的全部费用,由直接费、间接费、利润、税金和扩大费五部分组成。

(2) 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、机械使用费、其他费用组成。

直接费指施工过程中直接消耗在工程项目上的活劳动和物化劳动,包括人工费、材料费、机械使用费和其他费用。

人工费=定额工日×人工概算单价。

材料费=定额材料用量×材料预算单价。

机械使用费=定额机械使用量(台班)×施工机械台班费(元/台班)。

其他费用=定额百分比×(人工费+材料费+机械使用费)。

2) 措施费

措施费=直接工程费×措施费率

措施费包括临时设施费、冬雨季施工增加费、夜间施工增加费、施工辅助费

和安全施工措施费，矿区各费率标准详见表 7.3-1。由于本项目不含混凝土及安装工程，不在夜间施工，因而，本项目措施费综合费率为 7.2%。

（3）间接费

本项目工程类别包含土方、砌体及其他项目三类，间接费率增加附加税、城市维护建设税、教育费附加、地方教育费，纳税地点在乡镇，间接费费率取值见表 7.3-2。

表 7.3-1 措施费费率表

工程类别		土方工程	石方工程	砌体工程	混凝土工程	其他工程	安装工程	备注
临时设施费	计算基数：直接工程费，费率 (%)	2	2	2	3	2	3	参照 128 号文
冬雨季施工增加费		1.1	1.1	1.1	1.1	1.1	1.1	参照 128 号文
施工辅助费		0.7	0.7	0.7	0.7	0.7	1	参照 128 号文
安全文明施工费		2.6	2.6	2.6	2.6	2.6	2.6	参照 270 号文
环境保护费(含排污)		0.4	0.4	0.4	0.4	0.4	0.4	参照 270 号文
扬尘污染治理费		0.4	0.4	0.4	0.4	0.4	0.2	参照 270 号文
特殊地区施工增加费	按照所在地区规定的标准计算。						参照 128 号文	
合计		7.2	7.2	7.2	8.2	7.2	8.3	本项目不存在夜间施工

表 7.3-2 间接费费率表

序号	项目类别	计算基础	间接费费率 (%)
1	土方项目	直接费	5.41
2	石方项目	直接费	6.41
3	砌体项目	直接费	5.41
4	混凝土项目	直接费	6.41
5	其他项目	直接费	5.41
6	安装项目	人工费	65.41

（4）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%。

（5）税金

根据《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），税金按建筑业适用的增值税率（9%）计算：

$$\text{税金} = (\text{直接费} + \text{间接费} + \text{利润} + \text{价差}) \times 9\%$$

（6）扩大费

参考《陕西省土地开发整理项目预算编制办法及费用标准（试行）》（2004 年），总则第五条规定，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、其他费用

其它费用包括前期工作费、工程监理费、竣工验收费和业主管理费。费用标准参照《土地开发整理项目预算定额标准》计算。

5、复垦监测与管护费

(1) 监测费

本项目规划设计的土地损毁监测、复垦效果的监测费用均按照以下收费标准计算，每点次监测费用如下表 7.3-3 所示。

表 7.3-3 每点次监测费用表

项目	土地损毁监测	土壤质量监测	复垦效果监测	农作物产量监测
费用（元）	500	800	500	500

(2) 管护费

按《水土保持工程概算定额》（水总【2003】67 号）计算土地复垦中的管护费，管护工作包括中耕除草、修枝、施肥、浇水、喷药、平岔等。耕地每公顷每年管护费 7500 元，园地、林地每公顷每年的管护人员费用 7500 元。

6、预备费

基本预备费指为了解决在工程施工过程中因自然灾害、设计变更等所增加的费用。可结合实际情况，本项目基本预备费按工程施工费与其他费用之和的 10% 计取。

(二) 总工程量

经过整理，府谷县中联前阳洼煤矿土地复垦工程量见表 7.3-4 所示。

表 7.3-4 土地复垦工程量汇总表

序号	项目名称	单位	工程量
一	土壤重构工程		
1	拆除清理工程		
1.1	建筑物拆除	m ³	121400
1.2	清理工程	m ³	121400
2	充填工程		

2.1	裂缝充填	m ³	130500
3	土壤剥覆		
3.1	表土剥离	m ³	207804
3.2	表土回覆	m ³	207804
4	平整工程		
4.1	土地翻耕	hm ²	184.64
4.2	土地平整	m ³	72569.35
5	田埂修筑		
5.1	田埂修筑	m ³	3582
6	土壤培肥		
6.1	有机肥	kg	553920
6.2	无机肥	kg	83088
二	植被重建工程		
1	林草恢复工程		
1.1	山杏	棵	7650
1.2	樟子松	株	28070
1.3	紫穗槐	株	368820
1.4	紫花苜蓿	kg	584.08
三	配套设施		
1	田间道路		
1.1	泥结碎石路面	m ²	70969.1
1.2	砂路基	m ²	76075.3
1.3	路床压实	m ²	81999.2
2	生产道路		
2.1	素土路面	m ²	63300
2.2	路床压实	m ²	81100
3	蓄水工程		
3.1	蓄水池	个	21
四	土地复垦监测		
1	原地貌地表监测		
1.1	原地表监测	次	15
2	土地损毁监测		
2.1	土地损毁监测	次	1980
3	复垦效果监测		
3.1	土壤质量监测	次	205
3.2	复垦植被监测	次	175
3.3	配套设施监测	次	165
3.4	农作物产量监测	次	320
五	土地复垦管护		

1	管护工程		
1.1	园地管护	hm ²	12.99
1.2	林地管护	hm ²	194.69
1.3	草地管护	hm ²	210.66

（三）经费估算

土地复垦估算经费 11395.83 万元，其他费用见表 7.3-5。具体计算见估算书。

表 7.3-5 土地复垦工程投资估算总表

序号	工程或费用名称	单位	费用（万元）	占静态费用比例（%）
一	工程施工费	万元	9061.48	79.52
二	设备费	万元	0	0
三	其他费用	万元	979.71	8.60
四	监测与管护费	万元	350.52	3.08
4.1	复垦监测费	万元	144.20	1.27
4.2	管护费	万元	206.32	1.81
五	预备费	万元	1004.12	8.80
六	总计	万元	11395.83	100
七	复垦责任范围	hm ²	510.49	
八	亩均投资	元/亩	14882.21	

四、总费用汇总与年度安排

（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总费用 15772.67 万元，其中矿山地质环境保护估算经费 4376.84 万元；土地复垦估算经费 11395.83 万元；矿山剩余可采储量为*****万吨，吨煤投资*****元；复垦责任区范围 510.49 hm²，亩均投资 14882.21 元。

（二）近期年度经费安排

近期矿山地质环境保护与土地复垦总费用 8209.54 万元，其中矿山地质环境保护估算经费 2736.16 万元；土地复垦估算经费 5473.38 万元。近期各年度矿地质环境保护与土地复垦投资费用估算见表 7.4-1，其中矿山地质环境治理工程投资估算见表 7.4-2，而土地复垦投资估算见表 7.4-3。

表 7.4.1 近期各年度费用表

年度	各年度费用（万元）		小计（万元）
	矿山地质环境治理	土地复垦	
2025 年	76.01	1303.35	1379.36
2026 年	1439.26	1486.78	2926.04
2027 年	1084.24	1383.60	2467.84
2028 年	62.21	876.20	938.41
2029 年	74.44	423.45	497.89
合计	2736.16	5473.38	8209.54

表 7.4.2 近期各年度矿山地质环境治理费用估算表

序号	工程措施/监测项目	单位	工程量	单价(元)	费用(万元)
一	2025 年				76.01
1	道路维修				
1.1	受损水泥路维修	m ²	1264	92.57	11.70
1.2	受损乡村土路维修	m ²	3193	58.57	18.70
2	警示牌	块	5	100	0.05
2.1	设置警示牌	块	5	100	0.05
3	不稳定地质体监测				
3.1	GNSS 自动监测站	个	6	30000	18.00
3.2	人工巡查	点·次	12	50	0.06
3.3	雨量计	个	1	20000	2.00
4	含水层监测				
4.1	水质取样	组	16	200	0.32
4.2	水位、水量测量	次	12	40	0.05
4.3	水质简分析	组	8	540	0.43
4.4	水质全分析	组	8	3800	3.04
4.5	新建监测井打井	m	400	250	10.00
5	水环境质量监测				
5.1	水质取样	组	8	200	0.16
5.2	水位、水量测量	次	24	10	0.02
5.3	水质简分析	组	4	540	0.22
5.4	水质全分析	组	4	3000	1.20
6	土环境质量监测				
6.1	土壤环境质量监测点取样	组	16	350	0.56
6.2	土壤环境质量监测点土质分析	次	16	5000	8.00
7	地形地貌景观监测				
7.1	综合遥感监测	次	1	15000	1.50
二	2026 年				1439.26
1	道路维修				
1.1	受损水泥路维修	m ²	677	92.57	6.27

1.2	受损乡村土路维修	m ²	1869	58.57	10.95
2	警示牌				
2.1	设置警示牌	块	10	100	0.10
3	不稳定斜坡 BP1 工程治理				
3.1	拆除工程				
3.1.1	砌体拆除	m ³	600	52.69	3.16
3.1.2	垃圾清运	m ³	600	15.70	0.94
3.2	削坡工程				
3.2.1	土方开挖	m ³	20000	6.20	12.40
3.2.2	土方清运	m ³	20000	11.60	23.20
3.3	窗式格构护坡				
3.3.1	C20 混凝土	m ³	450	618.21	27.82
3.3.2	模板	m ²	6000	135	81.00
3.3.3	伸缩缝	m	100	196.79	1.97
3.3.4	铺装六棱砖	m ³	3000	96.16	28.85
3.3.5	紫花苜蓿	hm ²	0.30	3202.27	0.10
3.4	排水工程				
3.4.1	马道排水沟				
(1)	C20 混凝土	m ³	300	618.21	18.55
(2)	模板	m ²	1800	135	24.30
(3)	伸缩缝	m	30	196.79	0.59
3.4.2	急流槽				
(1)	土方开挖	m ³	15	6.20	0.01
(2)	C20 混凝土	m ³	10	618.21	0.62
(3)	模板	m ²	60	135	0.81
3.4.3	坡脚排水沟				
(1)	土方开挖	m ³	25	6.20	0.02
(2)	C20 混凝土	m ³	15	618.21	0.93
(3)	模板	m ²	40	135	0.54
3.5	护脚墙				
3.5.1	土方开挖	m ³	50	6.20	0.03
3.5.2	C20 混凝土	m ³	60	618.21	3.71
3.5.3	模板	m ²	200	135	2.70
3.5.4	PVC 管 (100mm)	m	10	43.36	0.04
4	不稳定斜坡 BP2 工程治理				
4.1	坡面锚杆格构加固				
4.1.1	人工挖孔槽	m ³	500	68.82	3.44
4.1.2	格构钢筋制作安装	t	50	7846.74	39.23
4.1.3	格构混凝土 (C25)	m ³	700	618.21	43.27
4.1.4	锚杆 (9m)	根	760	636.76	48.39
4.1.5	伸缩缝	m ²	40	196.79	0.79
4.1.6	植生袋	m ³	2500	173.29	43.32
4.1.7	三七灰土垫层	m ³	200	222.89	4.46

4.1.8	模板	m ²	3000	135	40.50
4.2	坡体加固工程				
4.2.1	基础开挖	m ³	600	68.82	4.13
4.2.2	灰土垫层	m ³	620	222.89	13.82
4.2.3	毛石混凝土	m ³	1200	485.05	58.21
4.2.4	模版	m ²	3500	135	47.25
4.2.5	PVC 管	m	500	43.36	2.17
4.2.6	伸缩缝	m	110	196.79	2.16
4.2.7	土工布	m ²	1200	22.92	2.75
4.2.8	碎石反滤层	m ³	300	221.60	6.65
4.2.9	胶泥隔水层	m ³	400	171.74	6.87
4.2.10	基础回填	m ³	450	34.83	1.57
4.2.11	墙角范围内 C25 混凝土硬化	m ³	900	677.48	60.97
4.2.12	桩孔开挖（土）	m ³	80	92.97	0.74
4.2.13	桩孔开挖（岩）	m ³	15	198.20	0.30
4.2.14	面板 C30 混凝土浇筑	m ³	120	636.31	7.64
4.2.15	面板钢筋	t	40	8001.90	32.01
4.2.16	板后反滤层回填	m ³	60	221.60	1.33
4.2.17	模板	m ²	600	135	8.10
4.2.18	锚索	m	1100	736.50	81.02
4.2.19	土工格栅	m ²	150	45.11	0.68
4.3	排水工程				
4.3.1	基槽开挖	m ³	2200	68.82	15.14
4.3.2	灰土垫层	m ³	500	222.89	11.14
4.3.3	模板	m ²	1800	135	24.30
4.3.4	C25 商品混凝土	m ³	1000	618.21	61.82
4.3.5	伸缩缝	m	60	196.79	1.18
4.3.6	基础回填	m ³	500	34.83	1.74
4.3.7	U 型基槽开挖	m ³	60	68.82	0.41
4.3.8	土工布	m ²	900	22.92	2.06
4.3.9	U 型锚固钩	个	3500	10	3.50
4.3.10	PE 管	m	500	20	1.00
4.3.11	埋设涵管	m	10	643.20	0.64
5	不稳定斜坡 BP3 工程治理				
5.1	坡体加固				
5.1.1	基础开挖	m ³	970	68.82	6.68
5.1.2	灰土垫层	m ³	1000	222.89	22.29
5.1.3	毛石混凝土	m ³	1800	485.05	87.31
5.1.4	模板	m ²	4000	135	54.00
5.1.5	PVC 管	m	750	43.36	3.25
5.1.6	伸缩缝	m	200	196.79	3.94
5.1.7	土工布	m ²	2000	22.92	4.58
5.1.8	碎石反滤层	m ³	500	221.60	11.08

5.1.9	胶泥隔水层	m ³	600	171.74	10.30
5.1.10	基础回填	m ³	700	34.83	2.44
5.1.11	混凝土硬化	m ³	1500	677.48	101.62
5.2	排水工程				
5.2.1	基槽开挖	m ³	4000	68.82	27.53
5.2.2	灰土垫层	m ³	800	222.89	17.83
5.2.3	模板	m ²	3000	135	40.50
5.2.4	混凝土	m ³	1500	588.56	88.28
5.2.5	伸缩缝	m	100	196.79	1.97
5.2.6	基础回填	m ³	800	34.83	2.79
6	不稳定地质体监测				
6.1	GNSS 自动监测站	个	1	30000	3.00
6.2	人工巡查	点·次	12	50	0.06
7	含水层监测				
7.1	水质取样	组	16	200	0.32
7.2	水位、水量测量	次	12	40	0.05
7.3	水质简分析	组	8	540	0.43
7.4	水质全分析	组	8	3800	3.04
8	水环境质量监测				
8.1	水质取样	组	8	200	0.16
8.2	水位、水量测量	次	24	10	0.02
8.3	水质简分析	组	4	540	0.22
8.4	水质全分析	组	4	3000	1.20
9	土环境质量监测				
9.1	土壤环境质量监测点取样	组	16	350	0.56
9.2	土壤环境质量监测点土质分析	次	16	5000	8.00
10	地形地貌景观监测				
10.1	综合遥感监测	次	1	15000	1.50
三	2027年				1084.24
1	中风险隐患点（崩塌）治理				
1.1	主动防护网	m ²	17800	559.86	996.55
1.2	被动防护网	m ²	180	457.85	8.24
2	道路维修				
2.1	受损水泥路维修	m ²	4178	92.57	38.68
2.2	受损乡村土路维修	m ²	2759	58.57	16.16
3	警示牌				
3.1	设置警示牌	块	5	100	0.05
4	不稳定地质体监测				
4.1	GNSS 自动监测站	个	3	30000	9.00
4.2	人工巡查	点·次	12	50	0.06
5	含水层监测				
5.1	水质取样	组	16	200	0.32
5.2	水位、水量测量	次	12	40	0.05

5.3	水质简分析	组	8	540	0.43
5.4	水质全分析	组	8	3800	3.04
6	水环境质量监测				
6.1	水质取样	组	8	200	0.16
6.2	水位、水量测量	次	24	10	0.02
6.3	水质简分析	组	4	540	0.22
6.4	水质全分析	组	4	3000	1.20
7	土环境质量监测				
7.1	土壤环境质量监测点取样	组	16	350	0.56
7.2	土壤环境质量监测点土质分析	次	16	5000	8.00
8	地形地貌景观监测				
8.1	综合遥感监测	次	1	15000	1.50
四	2028年				62.21
1	道路维修				
1.1	受损水泥路维修	m ²	2213	92.57	20.49
1.2	受损乡村土路维修	m ²	3434	58.57	20.11
2	警示牌				
2.1	设置警示牌	块	5	100	0.05
3	不稳定地质体监测				
3.1	GNSS 自动监测站	个	2	30000	6.00
3.2	人工巡查	点·次	12	50	0.06
4	含水层监测				
4.1	水质取样	组	16	200	0.32
4.2	水位、水量测量	次	12	40	0.05
4.3	水质简分析	组	8	540	0.43
4.4	水质全分析	组	8	3800	3.04
5	水环境质量监测				
5.1	水质取样	组	8	200	0.16
5.2	水位、水量测量	次	24	10	0.02
5.3	水质简分析	组	4	540	0.22
5.4	水质全分析	组	4	3000	1.20
6	土环境质量监测				
6.1	土壤环境质量监测点取样	组	16	350	0.56
6.2	土壤环境质量监测点土质分析	次	16	5000	8.00
7	地形地貌景观监测				
7.1	综合遥感监测	次	1	15000	1.50
五	2029年				74.44
1	道路维修				
1.1	受损水泥路维修	m ²	4224	92.57	39.10
1.2	受损乡村土路维修	m ²	1832	58.57	10.73
2	警示牌				
2.1	设置警示牌	块	5	100	0.05
3	不稳定地质体监测				

3.1	GNSS 自动监测站	个	3	30000	9.00
3.2	人工巡查	点·次	12	50	0.06
4	含水层监测				
4.1	水质取样	组	16	200	0.32
4.2	水位、水量测量	次	12	40	0.05
4.3	水质简分析	组	8	540	0.43
4.4	水质全分析	组	8	3800	3.04
5	水环境质量监测				
5.1	水质取样	组	8	200	0.16
5.2	水位、水量测量	次	24	10	0.02
5.3	水质简分析	组	4	540	0.22
5.4	水质全分析	组	4	3000	1.20
6	土环境质量监测				
6.1	土壤环境质量监测点取样	组	16	350	0.56
6.2	土壤环境质量监测点土质分析	次	16	5000	8.00
7	地形地貌景观监测				
7.1	综合遥感监测	次	1	15000	1.50

表 7.4-3 近期各年度土地复垦费用估算表

一级项目	二级项目	三级项目	单位	2025 年度		2026 年度		2027 年度		2028 年度		2029 年度	
				工程量	费用(万元)	工程量	费用(万元)	工程量	费用(万元)	工程量	费用(万元)	工程量	费用(万元)
土壤重构工程	拆除清理工程	建筑物拆除	m ³	0	0	18000	600.07	15300	510.05	0	0	0	0
		清理工程	m ³	0	0	18000	131.59	15300	111.86	0	0	0	0
	充填工程	裂缝充填	m ³	21400	87.42	20100	82.11	12200	49.84	4600	18.79	19800	80.88
	土壤剥覆	表土剥离	m ³	26700	17.65	30283.24	20.02	24222.76	16.01	14700	9.72	23300	15.40
		表土回覆	m ³	26700	17.65	30283.24	20.02	24222.76	16.01	14700	9.72	23300	15.40
	平整工程	土地翻耕	hm ²	23.35	8.29	19.83	7.04	26.09	9.26	37.57	13.33	11	3.90
		土地平整	m ³	8600	4.35	7894.26	3.99	10113.63	5.12	13100	6.63	4400	2.23
	田埂修筑	田埂修筑	m ³	0	0	540.27	5.02	460.23	4.28	0	0	0	0
	土壤培肥	商品有机肥	kg	70050	15.27	59585.4	12.99	78204.6	17.05	112710	24.57	33000	7.19
		无机肥	kg	10507.5	10.18	8937.81	8.66	11730.69	11.37	16906.5	16.38	4950	4.79
植被重建工程	林草恢复工程	栽植山杏	棵	770	3.50	1170	5.32	1295	5.89	1215	5.52	765	3.47
		栽植樟子松	株	3580	16.27	2490	11.32	5200	23.63	2530	11.49	5305	24.11
		栽植紫穗槐	株	109340	32.25	64400	18.99	19000	5.61	55080	16.25	37180	10.97
		撒播紫花苜蓿	kg	58.28	1.38	91.5	2.17	88.5	2.10	45.96	1.09	98.42	2.34
配套设施	田间道路	泥结碎石路面	m ²	9080.2	35.58	7333.8	2.87	9967.55	39.05	14583.1	57.14	4203.95	16.47
		砂路基	m ²	9736.6	31.25	7863.95	2.52	10688.1	34.31	15637.3	50.19	4507.85	14.47
		路床压实	m ²	10502.4	3.07	8482.46	2.48	11528.74	3.37	16867.2	4.93	4862.4	1.42

	生产道路	素土路面	m ²	9408.4	2.75	6050.1	1.77	9008.5	2.63	15110.2	4.41	4355.9	1.27	
		路床压实	m ²	12034	3.51	7738.5	2.26	11522.5	3.36	19327	5.64	5571.5	1.63	
	蓄水引水	蓄水池	个	7	700	2	200	2	200	4	400	1	100	
监测与管护工程	监测工程	原地表监测	点·次	5	0.25	0	0	0	0	0	0	0	0	
		土地损毁监测	点·次	0	0	60	3	60	3	60	3	0	0	
		土壤质量监测	点·次	5	0.40	5	0.40	5	0.40	5	0.40	5	0.40	
		复垦植被监测	点·次	5	0.25	5	0.25	5	0.25	5	0.25	5	0.25	
		配套设施监测	点·次	5	0.10	5	0.10	5	0.10	5	0.10	5	0.10	
		农作物产量监测	点·次	8	0.40	8	0.40	8	0.40	8	0.40	8	0.40	
	管护工程	园地管护	hm ²	1.47	1.10	2.19	1.64	2.05	1.54	2.43	1.82	0.87	0.65	
		林地管护	hm ²	48.11	36.08	26.69	20.02	17.60	13.20	32.6	24.45	20.69	15.52	
		草地管护	hm ²	19.63	4.71	31.02	7.44	39.54	9.49	22.42	5.38	39.24	9.42	
工程费				990.37		1141.21		1070.80		655.80		305.94		
监测管护费				43.29		33.25		28.38		35.80		26.74		
其他费用				151.20		172.74		158.65		104.94		52.27		
预备费				118.49		139.58		125.78		79.66		38.50		
静态投资				1303.35		1486.78		1383.60		876.20		423.45		

第八章 保障措施与效益分析

一、组织保障

（一）组织保障要求

1、矿山地质环境治理制度要规范化，该矿山地质环境保护与土地复垦方案由府谷县中联前阳洼煤矿负责并组织实施，应建立矿山地质环境保护与土地复垦工作领导小组，配备专人负责矿山地质环境保护与土地复垦工作，自觉接受地方自然资源行政主管部门的监督、检查，使矿山地质环境保护与土地复垦方案设计落到实处。

2、矿山地质环境治理过程要规范化，应严格按照建设项目管理程序实行招投标制，选择有施工资质、技术力量强的施工单位负责项目的实施，加强管理。

3、矿山地质环境治理与土地复垦资料必须规范化，包括勘察、设计、施工日志、竣工验收资料，治理过程工程量及经费要及时整理、归档，便于后期自然资源主管部门核查。

4、鉴于矿山地质环境治理与土地复垦工作的长期性和综合性，不仅需要“边开采、边治理、边复垦”，煤矿还要选派专业人员对治理与复垦的施工进度和及时性进行监督，如果发现治理措施不当或开采计划改变，及时调整实施方案，并上报相关部门。

（二）组织结构

为保证方案提出的各项措施顺利实施，府谷县中联前阳洼煤矿成立了矿山地质环境治理与土地复垦领导小组，采用企业法人负责制（表 8.1-1）。

环保组为矿山地质环境保护与土地复垦工作的职能部门，具体负责矿山地质环境保护与土地复垦管理体系的建立，制定矿山地质环境保护与土地复垦的管理办法、地质环境事故的应急处理预案、工程措施的组织实施和相关制度及管理办法的宣传培训等工作。并应积极主动与地方自然资源行政主管部门取得联系，自觉接受地方行政主管部门的监督、检查、验收，使矿山地质环境保护与土地复垦方案设计落到实处，保证该方案的顺利实施并发挥积极作用。

监测专员除了负责矿山地质环境监测与巡查工作外，还负责矿山地质环境治

理工程与土地复垦设计，施工前、中、后资料存档，监测资料台账建立等工作。

表 8.1-1 矿山地质环境保护与土地复垦项目领导小组人员及职责

职务	姓名	职责
第一责任人（法人）	郝利军	项目活动的决策人
组长	郝利军	组织、管理、领导本项目的具体执行。
副组长	张波	协助组长管理项目，负责本项目的执行标准及项目质量。
项目负责（环保组）	严飞社	统筹项目执行中的具体事宜，安排项目具体工作。
组员	经营办	负责项目招标管理
	地质办	负责项目施工技术管理
	财务部	负责项目费用的提取及下拨
	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
	监测专员	负责矿山地质环境的监测、巡查工作；矿山地质环境治理与土地复垦设计、施工前、中、后资料存档，监测资料台账建立等。

二、技术保障

1、根据项目工作要求，同时为保证施工进度和施工质量，府谷县中联前阳洼煤矿将从矿方领导班组选拔具有较高理论基础和专业技术水平、同时具有地质环境治理恢复与土地复垦工程相关经验的管理人员，专门负责地质环境治理恢复与土地复垦工程施工现场的指导及技术监督工作，同时协助监督检查和验收工作，确保工程按期保质保量完成。

2、为落实《方案》各项治理恢复及土地复垦措施，矿方将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、监管保障

煤矿应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。

土地复垦前，邀请自然资源管理部门组织进行煤矿内土地权属调查确认和登记，土地复垦后再进行土地权属调整和分配，确保土地复垦工作的顺利进行。按照方案确定的年度进度安排逐地块、逐区域落实，对土地开发复垦实行统一管理。

本方案实施严格的监测制度，按照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。

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、投资实时控制，负责土地复垦工程施工的安全监理。

实行严格的工程验收制度，复垦工程将严格按照“复垦方案”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，验收人员对照复垦单元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。

按照《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提取、使用情况，土地复垦工程的实施进展情况及下年度的复垦计划，确保复垦工程的全面完成。

接受省、市自然资源管理部门会同同级财政、环境保护主管部门对基金提取、使用及治理恢复与土地复垦工作情况按照“双随机、一公开”的方式进行动态监督检查。

四、资金保障

根据“谁损毁谁复垦”及“谁开发谁保护，谁破坏谁治理，谁投资谁受益”

的原则，矿山地质环境保护与土地复垦资金来源为煤矿自筹。

严格按照《关于取消矿山地质环境治理恢复保证金建立矿山地质环境治理恢复基金的指导意见》（财建〔2017〕638号）、《陕西省矿山地质环境治理恢复与土地复垦基金实施办法》（陕自然资规〔2024〕1757号）的通知，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、地区系数等综合提取基金。

$$\text{基金计提数额} = \text{原矿月销售收入} \times \text{矿种系数} \times \text{开采系数} \times \text{地区系数}$$

府谷县中联前阳洼煤矿开采矿种为煤炭，根据通知要求，各系数取值如下：

矿种系数取1.4%（煤炭），开采系数取1.2（允许塌陷，机械化综采）、地区系数取1.1（陕北地区）。

按照府谷县中联前阳洼煤矿提供的原煤售价****元/吨计算，近期煤矿开采提取基金数额见表8.4-1。

表8.4-1 府谷县中联前阳洼煤矿近期各年提取基金一览表

月均销售 (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 收入比 例	元/吨

按照《基金实施办法》，本矿吨煤计提基金费用约为****元/吨，本方案估算吨煤投资小于计提费用。因此，本矿基金数额依据《基金实施办法》计算提取，提取费用为****元/吨。

矿山地质环境治理与土地复垦基金应按照“企业提取、政府监管、确保需要、规范使用”的原则进行管理，建立矿山地质环境治理与土地复垦基金财务管理与会计核算办法，做好基金使用项目费用成本会计核算与财务信息报告。制定专项资金使用“五专”（专项、专户、专用、专账、专人负责）责任制。

基金适用范围如下：

- (1) 因矿山建设和开采引发、加剧的矿山崩塌、滑坡、泥石流、地面塌陷及地裂缝、地形地貌景观与含水层破坏、地表建构筑物与植被损毁等保护和治理恢复的支出；
- (2) 因矿山建设和开采造成的土地资源损毁等复垦的支出；
- (3) 矿山地质环境与土地复垦监测和管护工程的支出；

（4）矿山地质环境治理恢复与土地复垦工程勘查、设计、竣工验收等的支出。

府谷县弘建煤矿有限公司将按年度对矿山地质环境治理恢复与土地复垦基金提取、使用情况进行内部审计，并将审计结果于每年的12月31日前报送府谷县自然资源主管部门审计或复核。

五、效益分析

府谷县中联前阳洼煤矿矿山地质环境治理与土地复垦工程实施后，将降低因煤矿开采引发的不稳定地质失稳、地形地貌景观破坏以及土地资源损毁等造成的经济损失，尽可能恢复被破坏的植被，有效治理土地资源破坏，遏制矿山生态环境的日趋恶化，有效改善矿区内及周边居民的生产、生活环境，打造绿色矿业，促进当地社会经济协调发展，同时展现一定的社会效益。

1、社会效益

矿区地质环境保护与土地复垦，一方面可以减少和预防不稳定地质失稳对人民生命财产的威胁，另一方面随着对矿区矿山地质环境保护与土地复垦，可补充部分当地居民的就业岗位，增加农民的收入，加快当地的农村建设，缩小城乡差距，有利于社会的团结和稳定，促进社会进步；同时可以改善矿区的局部生态环境，保证煤矿开发和生态环境之间的可持续发展，在一定程度上缓解了人地关系的压力，促进社会和谐发展，具有明显的社会效益。

2、环境效益

通过预防和治理斜坡变形破坏及地面沉陷等不稳定地质体，复垦耕地、林地、园地、草地等各类型土地510.49 hm²、保护含水层，将使区内土地资源得到良好利用，植被得到恢复、增加，改善区内地质环境质量，合理适当的监测、管护措施，吸引周边动物群落的回迁，增加动植物群落多样性，实现动植物生态系统的多样性和稳定性。具有良好的、长远的环境效益，能够促进经济和社会的可持续发展。因此，生态环境效益是显著的。

3、经济效益

土地复垦工程的经济效益体现在直接经济效益和间接经济效益两个方面。其中，直接经济效益是指通过土地复垦工程对土地的再利用带来的农业产值，复垦

后的耕地，提高耕地的质量，增加农作物的产量。间接经济效益是通过土地复垦工程实施而减少的对环境破坏等需要的生态补偿费。

本项目通过土地复垦后，本方案预计复垦耕地增加 26.58 hm^2 、林地增加了 8.61 hm^2 ，草地增加 2.76 hm^2 ，直接经济效益按照耕地每年 $3 \text{ 万元}/\text{hm}^2$ ，林地每年 $1.50 \text{ 万元}/\text{hm}^2$ ，草地每年 $0.50 \text{ 万元}/\text{hm}^2$ 的纯收入计算，复垦后每年可新增直接经济效益约 92.755 万元 ，经济效益显著。

六、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，在方案编制前，根据已经掌握的情况和方案所涉及的难点和重点，制定了前期公众参与计划（表 8.6-1），编写了项目调研大纲及公众参与调查表；在作了充分准备的基础上，根据公众参与计划及调研大纲，有计划、分步骤开展了调研工作，以全面了解矿区公众对地质环境与土地复垦的详细意见。

在矿方的支持与配合下，编制单位走访了西香边则移民新村，郝家沟、苜蓿沟、木瓜树焉、杨家梁等煤矿内涉及到的村庄及相关工矿企业，对项目进行了公示。向当地居民详细介绍了项目的性质、类型、规模以及国家相关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等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，同时征求了村民、企业工作人员、村、镇及县级政府管理人员对土地复垦的意见（照片 8.6-1）。



照片 8.6-1 公众参与（镜向N）

根据当地的经济、文化水平，确保被调查人员对土地复垦及该煤矿建设项目

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，问卷调查对象包括项目影响区的土地权属人。

通过散发公众参与调查表及张贴公告的形式，向评估区内各方共发放调查表42份，收回有效问卷40份，回收率95%。从调查表反馈结果来看，公众对煤矿开采后开展地质环境保护与土地复垦的整体满意度呈积极支持态度，但对于矿区地质环境保护亦提出了一些建议。这一结果表明，煤矿在保障开采效益的同时，所开展的地质环境治理与土地复垦工作初步获得了多数公众的认可，但在细节落实、利益关联群体需求响应等方面仍存在一定的提升空间。同时对问卷综合分析认为：周围群众大多认为中联前阳洼煤矿的建设能促进当地经济的发展，希望尽快搬迁安置矿区西部村民，并对后期村民农业生产提供应有的帮助，在后期开采也采取相关措施减少对土地及周边环境的影响，同时要积极推进矿山地质环境保护与土地复垦工程的实施。此外，矿方在资源开采的过程中需深刻关注地下含水层受影响程度，避免矿区内地村民生活用水困难，加强矿区用水问题的解决。同时各村、镇及县各级政府管理人员对中联前阳洼煤矿在矿山地质环境治理及土地复垦方面的计划工作也提出了众多宝贵且具有建设性的意见，如提高开发式治理工程的影响效应，将开发式治理的目的不局限于单一的改善自然环境，更应拓展促进当地乡村经济发展的功能。

根据调查问卷统计结果，对调查内容分析如下：

- (1) 土地复垦以恢复原有土地利用现状为主，特别是要恢复旱地耕种功能；
- (2) 植被恢复选择当地物种，例如：樟子松、旱柳、新疆杨、紫穗槐、柠条等。
- (3) 建议煤矿招工尽量照顾当地居民，促进当地经济发展。

表 8.6-1 矿山地质环境保护与土地复垦方案公众参与调查表

府谷县中联前阳洼煤矿
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		年龄	
文化程度	<input type="checkbox"/> 大学及以上 <input type="checkbox"/> 高中 <input type="checkbox"/> 初中 <input type="checkbox"/> 小学及以下				
所在行政村					
职业		电话			
二、调查内容					
1	您对国家关于矿山地质环境保护与土地复垦的政策了解程度	<input type="checkbox"/> A有所了解 <input type="checkbox"/> B不了解			
2	您认为该项目开发可能造成的生态环境影响是什么	<input type="checkbox"/> A林草退化	<input type="checkbox"/> B浅层水资源减少	<input type="checkbox"/> C耕地减少	<input type="checkbox"/> D塌陷影响 <input type="checkbox"/> E其他
3	矿山开发引发地质灾害对您影响最大的是(多选)	<input type="checkbox"/> A道路破坏	<input type="checkbox"/> B房屋开裂	<input type="checkbox"/> C饮水困难	<input type="checkbox"/> D供电不畅
4	您希望将受损土地复垦为那种地类(多选)	<input type="checkbox"/> A耕地	<input type="checkbox"/> B林地	<input type="checkbox"/> C草地	<input type="checkbox"/> D原地类 <input type="checkbox"/> E其他
5	当地植被恢复最适宜的品种 (多选)	<input type="checkbox"/> A小叶杨	<input type="checkbox"/> B紫穗槐	<input type="checkbox"/> D柠条	<input type="checkbox"/> F草木樨 <input type="checkbox"/> G紫花苜蓿 <input type="checkbox"/> H其他
6	建议采用何种矿山地质环境保护与土地复垦措施(多选)	<input type="checkbox"/> A土地平整	<input type="checkbox"/> B充填裂缝	<input type="checkbox"/> C改良土壤	<input type="checkbox"/> D植被恢复 <input type="checkbox"/> E工程拦挡 <input type="checkbox"/> F其他
7	您希望矿山地质环境保护与土地复垦后达到的目标(多选)	<input type="checkbox"/> A恢复原貌	<input type="checkbox"/> B比原有生态环境有所改善	<input type="checkbox"/> C能够有经济收益	<input type="checkbox"/> D保持现状 <input type="checkbox"/> E其他
8	您对该项目的态度是	<input type="checkbox"/> A积极支持	<input type="checkbox"/> B支持	<input type="checkbox"/> C反对	
9	您对该项目矿山地质环境保护与土地复垦有何建议				

调查人：

调查人电话：

调查时间：

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

府谷县中联前阳洼煤矿采用井工地下开采的方式采掘煤炭，矿区面积 20.9241 km²，生产规模 1.20 Mt/a，核增生产能力 1.80 Mt/a，截至 2024 年末剩余可采储量*****万吨，剩余服务年限 12.3 年。本方案服务年限 21 年，适用期为近期 5 年。

中联前阳洼煤矿属于大型矿山，评估区为重要区，地质环境条件复杂，矿山地质环境影响评估级别为一级。

2、现状评估

现状条件下，评估范围内发育不稳定斜坡 3 处（BP1~BP3），地面沉陷 1 处（CX1），崩塌点 5 处（B1-B5）。其中，不稳定斜坡（BP1~BP3）、地面沉陷（CX1）及崩塌点（B1-B5）现状评估危险性中，矿山地质环境影响程度较严重。采矿活动对含水层影响和破坏严重。工业场地、风井场地、高位水池及矿山道路因建设期开挖及填筑等工程扰动，对地形地貌的影响程度严重。现状条件下评估区水土环境质量受影响程度较轻。现状评估将全区共划分 3 级 8 个不同影响程度区，其中：2 个严重区，总面积约 0.187 km²，占评估区面积的 0.89%；5 个较严重区，总面积约 0.168 km²，占评估区面积的 0.79%；1 个较轻区，总面积约 20.763 hm²，占评估面积的 98.32%。

3、预测评估

预测评估采矿活动引发的地面沉陷对村庄建构筑物损坏影响程度严重，对村庄之间的道路损坏影响较严重。预测矿山开采对区域含水层的影响程度总体属于严重。预测地面采矿活动引发的沉陷影响地面标高、地表坡度和完整性，但不会改变矿区总体地形地貌景观类型，故影响程度较轻。预测矿山生产对水土环境质量影响较轻。全区共划分 3 级 16 个不同影响程度区，其中：4 个严重区，总面

积 0.211 km^2 ，占评估区面积的 1.01%；11 个较严重区，总面积 0.277 km^2 ，占评估区面积的 1.30%；1 个较轻区，总面积 20.630 km^2 ，占评估区面积的 97.69%。

（二）矿山土地损毁预测与评估

1、已损毁土地

（1）压占损毁

矿区内地已损毁土地中以压占损毁为主的包括工业场地非不动产登记区、风井场地非不动产登记区、高位水池及矿山道路，共计 11.15 hm^2 。

（2）沉陷损毁

沉陷损毁主要由前期煤矿开采形成的采空区造成土地沉陷损毁。占地面积 9.49 hm^2 ，损毁程度为轻度。

2、拟损毁土地

本着“远粗近细”的原则，根据开发利用方案地面工程建设、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，将本方案采矿服务年限分为 2 个时段。1 时段拟损毁 415.29 hm^2 ，中轻度损毁面积 310.28 hm^2 ，中度损毁面积 96.86 hm^2 ；2 时段拟损毁面积 154.69 hm^2 ，其中轻度损毁面积 79.58 hm^2 ，中度损毁面积 75.11 hm^2 。一时段与二时段损毁重复损毁土地面积为 81.87 hm^2 ，拟沉陷损毁土地合计为 488.11 hm^2 。

（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

根据《DZ/T0223-2011》标准附录 F，并遵循“就上原则”将评估区划分为重点防治区（I）、次重点防治区（II）和一般防治区（III），共 3 级 17 个区块，其中：6 处重点防治区，总面积 0.398 km^2 ，占总恢复治理区面积的 1.88%；10 处次重点防治区，总面积为 0.268 km^2 ，占总恢复治理区面积的 1.27%；1 处一般防治区，总面积约 20.452 km^2 ，占总恢复治理区面积的 96.85%。

2、土地复垦责任范围

复垦区是由永久性建设用地与损毁土地组成，本项目中永久性建设用地包括工业场地及风井场地中的一部分，面积共计 7.43 hm^2 ；沉陷损毁土地包括已损毁和拟损毁土地，已沉陷损毁土地面积为 9.49 hm^2 ，拟损毁土地面积为 488.11 hm^2 ，

扣除重复损毁面积为 5.69 hm²，实际损毁土地面积为 491.91 hm²。综上，复垦区面积为 510.49 hm²。复垦责任范围由不留续使用的永久性建设用地以及损毁土地构成，本项目中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。故复垦区与复垦责任范围一致，复垦责任范围面积 510.49 hm²。

（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）及时对采区内受影响的村庄实施搬迁，有效降低不稳定地质体失稳的发生概率；

（2）及时回填采空区，避免或减少采空塌陷和地裂缝的发生；

（3）预留煤柱，对重要建（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。

2、矿山地质环境治理工程

部署了近期（2025—2029 年），中期（2030—2037 年）和后期（2038—2045 年）矿山地质环境治理工程。

近期矿山地质环境治理工程：不稳定斜坡支挡加固及修建排水工程，矿区东侧崩塌点治理，受损道路维修及人工巡查。

中期矿山地质环境治理工程：沉陷区道路维修及人工巡查。

后期矿山地质环境治理工程：封闭主斜井、副斜井、回风斜井。

3、矿区土地复垦工程

措施类型包括：充填工程、土壤剥覆工程、拆除及清理工程、平整工程、道路工程、蓄水工程、林草恢复工程、监测工程和管护工程。

4、矿山地质环境监测工程

编制了矿山地质环境监测方案，部署了不稳定地质体监测点 21 个（近期 19 个，中期开始 2 个）；含水层监测点 4 个；水体环境质量监测点 2 个；土壤环境质量监测点 4 个；每年进行 1 次地形地貌景观遥感监测及生态系统格局监测。

5、矿区土地复垦监测与管护

土地复垦监测主要包括原地表监测、土地损毁监测和复垦效果监测，其中复垦效果监测包括土壤质量监测、复垦植被监测、复垦配套设施监测及农作物产量

监测。本方案共布置了原地表监测点 15 个，监测次数 15 次；土地损毁监测点 35 个，监测次数 1980 次；土壤质量监测点 35 个，监测次数 205 次；复垦植被监测点 35 个，监测次数 175 次；复垦配套设施监测点 33 个，监测次数 165 次；农作物产量监测 32 个，监测次数 320 次。

复垦管护园地面积 12.99 hm²，林地面积 194.69 hm²，草地面积 210.66 hm²。

（五）矿山地质环境治理与土地复垦经费估算

本方案矿山地质环境保护与土地复垦总费用 15772.67 万元，其中矿山地质环境保护估算经费 4376.84 万元；土地复垦估算经费 11395.83 万元；矿山剩余可采储量为*****万吨，吨煤投资****元；复垦责任区范围 510.49 hm²，亩均投资 14882.21 元。

近期矿山地质环境保护与土地复垦总费用 8209.54 万元，其中矿山地质环境保护估算经费 2736.16 万元；土地复垦估算经费 5473.38 万元。

二、建议

- 1、按照“绿色矿山建设”标准，继续打造环境生态化矿山，提高“矿井水”利用率，积极推进煤矿进入国家级绿色矿山名录；
- 2、建议矿山企业对在已复垦过的原炸药库场地内搭建的临时矿山地质环境治理与土地复垦工程指挥部建构筑物拆除，重新选择场地；
- 3、矿山企业应尽快办理超范围建设用地手续；
- 4、本方案不代替矿山地质环境恢复治理与土地复垦工程施工图设计，对本次评估的矿山不稳定斜坡，仅对其进行了初步的方案设计，具体治理工程实施应委托具有资质的单位进行专项设计与治理。