

彬县水帘洞煤炭有限责任公司  
彬县水帘洞煤矿  
矿区生态修复方案  
(矿山地质环境保护与土地复垦方案)

彬县水帘洞煤炭有限责任公司

2025年11月



彬县水帘洞煤炭有限责任公司  
彬县水帘洞煤矿  
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：彬县水帘洞煤炭有限责任公司

法人代表：李旭奎

总工程师：颜盟

编制单位：陕西地研院有限公司

法人代表：范乐伟

总工程师：马中豪

项目负责人：王铖

编写人员：王铖 肖振龙 解腾飞 郝杰

制图人员：韩叶 耿雪

## 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	彬县水帘洞煤炭有限责任公司		
	法人代表	李允玺	联系电话	13913641731
	单位地址	陕西省彬州市城关镇上沟村		
	矿山名称	彬县水帘洞煤矿		
	采矿许可证	<input type="checkbox"/> 新申请 <input checked="" type="checkbox"/> 持有 <input type="checkbox"/> 变更 以上情况选择一种并打“√”		
编制单位	单位名称	陕西地矿研究院有限公司		
	法人代表	范乐伟	联系电话	029-33313353
	主要编制人员	姓名	职责	联系电话
		王铖 <i>王铖</i>	报告编制	18220618826
		肖振龙 <i>肖振龙</i>	报告编制	18091047525
		解腾飞 <i>解腾飞</i>	地质环境与土地损毁现状与预测评估	15229584030
		郝杰 <i>郝杰</i>	现场调查及测量	18093321973
		韩叶 <i>韩叶</i>	绘图	15709171053
耿雪 <i>耿雪</i>		绘图	15389473622	
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山地质环境保护与土地复垦工作。  请予以审查。			
	联系人：董华周                      联系电话：18039138262		 申请单位(矿山企业)盖章	

# 《彬县水帘洞煤炭有限责任公司彬县水帘洞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)在西安市对彬县水帘洞煤炭有限责任公司委托陕西地矿研究院有限公司编制的《彬县水帘洞煤炭有限责任公司彬县水帘洞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24份,完成调查面积6.5288km<sup>2</sup>,地质环境调查点65个、土地复垦调查点29个,工作量满足要求,《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。根据《陕西省彬县水帘洞煤矿资源储量核实报告》、《陕西省彬州市彬县水帘洞煤矿2024年度矿山储量年报》,截止2024年12月31日,剩余可采储量约 Mt,矿山剩余生产服务年限约5年、开采稳沉时间2年,植被管护期3年,《方案》规划服务年限为10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主管部门公告之日算起。

三、矿山基本情况和其它基础信息叙述完整。彬县水帘洞煤矿位于陕西省咸阳市彬州市豳风街道上沟村，现持采矿许可证号为 C6100002011061120115099，矿区由 11 个拐点圈定，矿区面积 5.5163km<sup>2</sup>，采矿证生产规模为 90 万吨/年（核定生产规模 135 万吨/年），批准开采标高为 +805 ~ +680m，批准开采 4<sup>±1</sup>、4<sup>±2</sup> 和 4 号煤层。矿山属于地下开采，采用长壁式综合机械化采煤，采用全部垮落法管理顶板。根据矿山开采方式和采矿方法，确定矿种系数为 1.4%，开采影响系数为 1.2，地区系数为 1.1。矿山土地分为 9 个一级类和 12 个二级类，以旱地为主，主要分布在黄土塬区，土地利用现状叙述清晰。

四、矿区自然地理和地质环境背景叙述基本正确。评估区重要程度为重要区；地质环境条件复杂程度属复杂；矿山生产建设规模 135 万吨/年，为大型矿山；确定矿山地质环境影响评估级别为一级是正确的，评估面积 5.8786km<sup>2</sup>。

五、矿山地质环境现状评估和预测评估方法正确。现状评估将评估区按矿山地质环境影响程度分为严重区、较严重区和较轻区 3 个区，其中严重区面积约 0.1422km<sup>2</sup>，占评估面积的 2.42%；较严重区面积约 0.035km<sup>2</sup>，占评估面积的 0.59%；较轻区面积约 5.7014km<sup>2</sup>，占评估面积的 96.99%，现状分区符合实际。预测评估将评估区按矿山地质环境影响程度分为严重区、较严重区和较轻区 3 个区，其中严重区 2 个，总面积约 0.1586km<sup>2</sup>，占评估面积的 2.70%；较严重区面积约 0.5608km<sup>2</sup>，占评估面积的 9.54%；较轻区面积约 5.1592km<sup>2</sup> 预测分区基本合理。

六、矿山土地损毁预测与评估合理，土地损毁的环节和时序叙述正确。已损毁土地现状基本明确，拟损毁土地预测正确。矿山共计损毁土地面积 125.72hm<sup>2</sup>，其中已损毁土地面积 13.52hm<sup>2</sup>，拟损毁土地面积 122.33hm<sup>2</sup>，重复损毁土地 10.13hm<sup>2</sup>。矿区已损毁土地现状明确，拟损毁土地预测正确。

七、矿山地质环境保护与治理分区原则正确，分区结果合理：将矿山地质环境保护与恢复治理区划分为重点防治区、次重点防治区和一般防治区三个级别，其中重点防治区面积 0.3008km<sup>2</sup>，占评估区比例 5.12%；次重点防治区面积 0.5469km<sup>2</sup>，占评估区比例 9.30%；一般防治区面积 5.0309km<sup>2</sup>，占评估区比例 85.58%。复垦区范围由损毁土地、永久性建设用地组成，共计 138.66hm<sup>2</sup>，其中损毁土地 125.72hm<sup>2</sup>、永久性建设用地 12.94hm<sup>2</sup>。矿山闭坑后，工业场地所有建设工程均不留续使用，复垦责任范围 138.66hm<sup>2</sup>，土地划定基本合理，土地权属清晰，复垦区及复垦责任区范围一致。

八、矿山地质环境保护与治理恢复可行性分析合理，根据彬州市国土空间总体规划、土地利用类型、土地损毁情况、公众参与意见等开展土地适宜性评价，土地复垦适宜性评价指标体系和评价方法正确，复垦适宜性结论基本可信。

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基本可行；治理与复垦工程量明确。矿山环境治理工程主要措施：对滑坡 H1 采取坡面整理、

被动防护网及警示牌安装；对崩塌 B2 进行削坡减载、修建挡土墙、截排水、坡面绿化；对道路进行路床压实、砂石垫层、路面修复；全时段监测区内不稳定地质体、含水层、水土质量和地形地貌景观。土地复垦措施主要措施：采取裂缝充填工程、土壤剥覆工程、建筑物拆除工程、平整工程、生物化学工程、林草地恢复工程等工程措施，全时段监测原地貌地表状况、土地损毁和复垦效果、生态系统监测与调查以及林草地管护措施。

表 1 适用期矿山地质环境治理恢复与土地复垦任务表

实施年度	矿山地质环境治理	土地复垦	监测与管护
第一年	<p>1、H1 滑坡（下沟村 2 组滑坡）进行治理，坡面整理 30m<sup>2</sup>，被动防护网 480m<sup>2</sup>，警示牌 1 个。</p> <p>2、其他不稳定地质体采空塌陷以塌陷裂缝为主，以监测工程为主。</p>	<p>1、大巷煤柱西工作面东南侧采空塌陷复垦，复垦面积 2.73hm<sup>2</sup>，表土剥覆 1048m<sup>3</sup>，裂缝填充 880m<sup>3</sup>。栽植刺槐 153 株，梨树 526 株，紫穗槐 610 株，紫花苜蓿 0.52m<sup>2</sup>。</p> <p>2、虎神沟一组（塬上）废弃宅基地土地复垦，复垦面积 3.21hm<sup>2</sup>（已完成）；宅基地拆除 6747m<sup>3</sup>，农村道路拆除 128m<sup>3</sup>，垃圾清运 6874m<sup>3</sup>，客土购置 6874m<sup>3</sup>，表土回覆 6874m<sup>3</sup>，土地培肥 3.21hm<sup>2</sup>，土壤翻耕 3.21hm<sup>2</sup>。</p> <p>3、白厢新村废弃宅基地土地复垦，复垦面积 2.97hm<sup>2</sup>（已完成）。宅基地拆除 7600m<sup>3</sup>，农村道路拆除 1074m<sup>3</sup>，垃圾清运 8674m<sup>3</sup>，客土购置 8674m<sup>3</sup>，表土回覆 8674m<sup>3</sup>，土地培肥 2.97hm<sup>2</sup>，土壤翻耕 2.97hm<sup>2</sup>。</p>	<p>1、黄土崩塌监测点 5 个，监测 90 次；</p> <p>2、GNSS 监测点 9 个，GNSS 基准点 2 个；</p> <p>3、地面塌陷和彬宝公路人工巡查 84 次；</p> <p>4、土质分析 36 件；地形地貌巡查 2 次，航拍 1 次；</p> <p>5、已复垦区域复垦效果及土壤监测 23 个点，监测 23 次。</p>
第二年	<p>1、黄土崩塌 B2 治理；</p> <p>2、其他不稳定地质体采空塌陷以塌陷裂缝为主，以监测工程为主。</p>	<p>大巷煤柱西综放工作面土地复垦，复垦面积 10.93hm<sup>2</sup>。</p> <p>表土剥覆 4109m<sup>3</sup>，裂缝填充 3451m<sup>3</sup>。栽植刺槐 214 株，梨树 1381 株，紫穗槐 855 株，紫花苜蓿 0.54m<sup>2</sup>。</p>	<p>1、黄土崩塌 B2 监测监测 90 次；</p> <p>2、地面塌陷和彬宝公路人工巡查 156 次；</p> <p>3、GNSS 监测点 6 个；</p> <p>4、监测水井 2 口，自动水量水位计 2 套，水质分析 24 件，</p>

实施年度	矿山地质环境治理	土地复垦	监测与管护
			土质分析 36 件；地形地貌巡查 6 次，航拍 1 次； 5、已复垦区域复垦效果及土壤监测 26 个点，监测 26 次。
第三年	不稳定地质体采空塌陷以塌陷裂缝为主，以监测工程为主。	1、大巷煤柱东工作面、4201 工作面采空塌陷损毁的土地复垦，复垦面积 15.37hm <sup>2</sup> ；表土剥覆 5656m <sup>3</sup> ，裂缝填充 4750m <sup>3</sup> 。栽植刺槐 1538 株，梨树 5452 株，紫穗槐 6150 株，紫花苜蓿 3.12m <sup>2</sup> ； 2、炸药库压占损毁土地复垦，复垦面积 0.24hm <sup>2</sup> 。	1、黄土崩塌 B2 监测监测 90 次； 2、地面塌陷和彬宝公路人工巡查 264 次； 3、GNSS 监测点 7 个； 4、水质分析 24 件，土质分析 36 件；地形地貌巡查 10 次，航拍 1 次； 5、已复垦区域复垦效果及土壤监测 10 个点，监测 10 次。
第四年	不稳定地质体采空塌陷以塌陷裂缝为主，以监测工程为主。	1、4202、4203 工作面采空塌陷损毁的土地复垦，复垦面积 26.37hm <sup>2</sup> 。表土剥覆 8429m <sup>3</sup> ，裂缝填充 7079m <sup>3</sup> 。栽植刺槐 2415 株，梨树 3941 株，紫穗槐 9658 株，紫花苜蓿 9.79m <sup>2</sup> ； 2、上沟村废弃宅基地复垦，复垦面积 4.61hm <sup>2</sup> 。宅基地拆除 9810m <sup>3</sup> ，农村道路拆除 2430m <sup>3</sup> ，垃圾清运 12240m <sup>3</sup> ，客土购置 12240m <sup>3</sup> ，表土回覆 12240m <sup>3</sup> ，土地施肥 4.61hm <sup>2</sup> ，土壤翻耕 4.61hm <sup>2</sup> 。	1、地面塌陷和彬宝公路人工巡查 276 次； 2、GNSS 监测点 4 个； 3、水质分析 24 件，土质分析 36 件；地形地貌巡查 12 次，航拍 1 次； 4、已复垦区域复垦效果及土壤监测 14 个点，监测 14 次。

实施年度	矿山地质环境治理	土地复垦	监测与管护
第五年	不稳定地质体采空塌陷以塌陷裂缝为主，以监测工程为主。	4204、4205 工作面采空塌陷损毁的土地复垦，复垦面积 36.61hm <sup>2</sup> 。表土剥覆 8429m <sup>3</sup> ，裂缝填充 7079m <sup>3</sup> 。栽植刺槐 2415 株，梨树 3941 株，紫穗槐 9658 株，紫花苜蓿 9.79m <sup>2</sup> ；	1、地面塌陷和彬宝公路人工巡查 288 次； 2、GNSS 监测点 3 个； 3、水质分析 24 件，土质分析 36 件；地形地貌巡查 14 次，航拍 1 次； 4、已复垦区域复垦效果及土壤监测 16 个点，监测 16 次。

十、方案总体部署划分 3 个防治阶段，分别为近期、中期、远期阶段，其中：近期 5 年，为本方案适用期（2025 年~2029 年）；中期 2 年，为沉稳期；远期 3 年，为闭坑恢复治理及管护。阶段实施计划、适用期年度工作安排合理，有一定针对性。

十一、根据矿山地质环境保护与土地复垦工程部署、工程量及工程技术手段，参照相关标准进行经费估算，矿山地质环境治理工程、土地复垦工程静态费用分别为 1482.83 万元、3645.90 万元，总费用为 5128.73 万元，吨煤投资 5.73 元（剩余可采储量

Mt），静态亩均投资 17529.21 元（复垦责任范围 138.66hm<sup>2</sup>），经费估算合理。《方案》时间适用期 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 1110.59 万元、989.22 万元，总费用 2099.81 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	101.20	363.35	464.55
第二年	848.56	35.76	884.32
第三年	62.62	110.15	172.77
第四年	50.93	360.11	411.04
第五年	47.28	119.85	167.13
合计	1110.59	989.22	2099.81

十二、方案提出的各项保障措施和建议合理可行，对治理效益的分析基本可信。

十三、上一期方案验收情况：

上一期方案完成了 2020-2024 年度验收，年度治理工程由彬州市自然资源局组织验收；适用期治理工程由咸阳市自然资源局组织验收；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 10 月 25 日，彬县水帘洞煤矿应提取基金 万元，累计提取基金 万元（含利息），累计使用基金 万元，账户剩余基金 万元。

十四、存在问题及建议

1、矿山企业应结合煤矿实际，按照两案工作部署开展矿山地质环境治理与土地复垦各项工作。

2、煤矿应及时总结监测数据和已治理工程经验，为下一步治理工程实施提供依据。

综上，专家组同意《方案》通过审查，陕西地矿区研院有限公司

按专家组意见修改完善后，由彬县水帘洞煤炭有限责任公司按程序上报。

专家组组长：李智宇

2025年11月19日

《彬县水帘洞煤炭有限责任公司彬县水帘洞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
李智宇	陕西政发集团有限公司	正高	地质	同意	李智宇
林加平	中煤西安设计工程有限责任公司	教高	工程地质	同意	林加平
杜辉	中煤科工北京华宇工程公司	教高	采矿工程	同意	杜辉
从秉奎	中煤科工生态环境科技股份有限公司	高工	地质环境	同意	从秉奎
刘利卫	陕西师范大学	教授	土地资源	同意	刘利卫
郑书彦	铜川大学	副教授	地质工程	同意	郑书彦
王立华	西安地质调查中心	研究员	地质工程	同意	王立华

# 目 录

前 言 .....	1
一、任务的由来 .....	1
二、编制目的 .....	1
三、编制依据 .....	2
四、方案适用年限 .....	7
五、编制工作概况 .....	8
第一章 矿山基本情况 .....	15
一、矿山简介 .....	15
二、矿区范围及拐点坐标 .....	16
三、矿山开发利用方案概述 .....	18
四、矿山开采历史及现状 .....	35
第二章 矿区基础信息 .....	40
一、矿区自然地理 .....	40
二、矿区地质环境背景 .....	51
三、矿区生态状况 .....	74
四、矿区社会经济概况 .....	78
五、土地利用现状 .....	79
六、矿山及周边其他人类重大工程活动 .....	82
七、矿山及周边矿山地质环境治理与土地复垦案例分析 .....	90
第三章 矿山地质环境影响和土地损毁评估 .....	111
一、矿山地质环境与土地资源调查概述 .....	111
二、矿山地质环境影响评估 .....	112
三、矿山土地损毁预测与评估 .....	144
四、矿山地质环境治理分区与土地复垦范围 .....	151
第四章 矿山地质环境治理与土地复垦可行性分析 .....	157

一、矿山地质环境治理可行性分析 .....	157
二、矿区土地复垦可行性分析 .....	159
第五章 矿山地质环境治理与土地复垦工程 .....	175
一、矿山地质环境保护与土地复垦预防 .....	175
二、矿山地质环境治理工程 .....	178
三、矿区土地复垦 .....	184
四、含水层损毁修复 .....	197
五、水土环境修复 .....	198
六、矿山地质环境监测 .....	198
七、矿区土地复垦监测和管护 .....	206
第六章 矿山地质环境治理与土地复垦工作部署 .....	210
一、总体工作部署 .....	210
二、阶段实施计划 .....	210
三、近期年度工作安排 .....	212
第七章 经费估算与进度安排 .....	215
一、经费估算依据 .....	215
二、矿山地质环境治理工程经费估算 .....	216
三、土地复垦工程经费估算 .....	223
四、工程总投资与年度经费安排 .....	231
第八章 保障措施与效益分析 .....	233
一、保障措施 .....	233
二、效益分析 .....	238
第九章 结论与建议 .....	241
一、结论 .....	241
二、建议 .....	243

**附表：**

附表 1 矿山地质环境现状调查表

附表 2 公众参与调查表

**附图：**

附图 1 矿山地质环境问题现状图（1:5000）

附图 2 矿区土地利用现状图（1:5000）

附图 3 矿山地质环境问题预测图（1:5000）

附图 4 矿区土地损毁预测图（1:5000）

附图 5 矿区土地复垦规划图（1:5000）

附图 6 矿山地质环境治理工程（1:5000）

附图 7 上期方案适用期矿山地质环境治理工程竣工图（1:1000）

附图 8 上期方案适用期土地复垦项目竣工图（1:1000）

附图 9 上期方案适用期监测点布置及成果图（1:1000）

**附件：**

1.委托书，彬县水帘洞煤炭有限责任公司，2025 年 7 月 1 日；

2.采矿许可证，陕西省自然资源厅，2020 年 12 月 3 日；

3.编制单位内审意见；

4.矿山企业内审意见

5.《陕西省彬县水帘洞煤矿 2024 年储量年度报告评审意见》，2025 年 1 月；

6.关于《彬县水帘洞煤炭有限责任公司水帘洞煤矿(变更)矿产资源开发利用方案》审查意见的报告(陕国土资研报[2014]2 号)，陕西省国土资源资产利用研究中心，2014 年 1 月 7 日；

7.彬县水帘洞煤炭有限责任公司《水帘洞煤矿 42 盘区下分层开采设计》评审意见，2022 年 8 月 6 日；

8.《水帘洞煤矿 42 盘区下分层开采设计》首采工作面变更说明，山西文龙中美环能科技股份有限公司，2025 年 3 月 15 日；

9.彬县水帘洞煤炭有限责任公司《关于水帘洞煤矿 42 盘区下分层开采设计》备案登记表，彬州市煤炭工业局，2025 年 4 月 11 日；

10.《彬县水帘洞煤炭有限责任公司关于大巷煤柱东两顺槽掘进情况说明》，彬县水帘洞煤炭有限责任公司，2025 年 11 月 17 日；

11.《国家矿山安全检查现场处理决定书》（陕煤安监五处[2025]11005 号），国家矿山安全监察局陕西局，2025 年 8 月 20 日；

12.《陕西省彬县水帘洞煤矿资源储量检测说明书》矿产资源储量备案证明(陕国土资储备[2006]113 号)，陕西省国土资源厅，2006 年 9 月 4 日；

13.《陕西省彬县水帘洞煤矿资源储量检测说明书》核定意见(陕国土资评储发[2006]129 号)，陕西省国土资源规划与评审中心，2006 年 7 月 26 日；

14.《陕西省彬县水帘洞煤矿调整区资源储量核实报告》评审备案证明（陕国土资储备[2009]102 号），陕西省国土资源厅，2009 年 3 月 30 日；

15.《陕西省彬县水帘洞煤矿调整区资源储量核实报告》核定意见，陕西省国土资源规划与评审中心，2009 年 3 月 10 日；

16.陕西省安全生产委员会办公室《关于陕西省“两类”煤矿重新核定生产能力结果的通知》（陕国土资评储发（2009）070 号），陕西省安全生产委员会办公室，2020 年 9 月 21 日；

17.上期两案公告(陕自然资公告(2020)9 号)，陕西省自然资源厅，2020 年 5 月 13 日；

18.上期两案专家评审意见及名单；

19.年度计划及工程勘查设计验收意见；

20.各治理工程竣工验收及年度验收意见；

21.适用期（2020~2024）验收意见；

22.水质检验报告

23.土质检验报告

24.集体土地使用证(彬集用(2009)字第 BJ-城-01、02、03 号)，彬县人民政府，2009 年 4 月；

25.不动产权证书(陕(2022)彬州市不动产权第 0000640 号)彬州市不动产登记局，

2022年7月5日；

26.矿山地质环境治理恢复与土地复垦基金监管协议，2018年11月28日；

27.矿山地质环境治理恢复与土地复垦基金缴存银行凭证；

28.生态修复（试点）项目服务合同（煤矸石处置服务合同），2025年3月1日；

29.彬宝公路修复协议，2024年5月22日；

30.专家现场踏勘意见及修改对照表；

31.市县自然资源部门现场踏勘意见。

32.彬县水帘洞煤炭有限责任公司水帘洞煤矿矿山地质环境保护与土地复垦方案估算书。

## 前 言

### 一、任务的由来

彬县水帘洞煤炭有限责任公司彬县水帘洞煤矿（以下简称“水帘洞煤矿”）现持有采矿证由陕西省自然资源厅颁发，有效期 2020 年 12 月 3 日至 2025 年 12 月 3 日，批准生产规模 0.90Mt/a。

2020 年 5 月 11 日，彬县水帘洞煤炭有限责任公司委托编制的《彬县水帘洞煤炭有限责任公司彬县水帘洞煤矿矿山地质环境保护与土地复垦方案》通过专家评审，获陕西省自然资源厅公告（陕自然资公告[2020]09 号），适用期为 2020 年~2024 年。自公告以来，煤矿按照方案要求认真履行矿山地质环境保护与土地复垦责任，2025 年 9 月 1 日，咸阳市自然资源和规划局组织有关专家对适用期的矿山地质环境治理和土地复垦工程进行了验收，出具了验收意见。

为了保护矿山地质环境，减少矿产资源勘查开采活动造成的矿山地质环境破坏，保护人民生命和财产安全，促进矿产资源的合理开发利用和社会经济、资源环境的协调发展，依据《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）、《土地复垦条例》及《矿山地质环境保护规定》等有关要求和规定，矿山企业必须开展矿山地质环境保护与土地复垦工作。

为此，彬县水帘洞煤炭有限责任公司于 2025 年 6 月委托我公司编制《彬县水帘洞煤炭有限责任公司彬县水帘洞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）》。

### 二、编制目的

编制本《方案》有利于明确企业在煤矿开采过程中对矿山地质环境破坏及损毁土地承担的治理和复垦义务。根据《矿山地质环境保护规定》、国务院《土地复垦条例》和自然资源部《自然资源部关于规范临时用地管理的通知》（自然资规[2021]2 号）文件要求，并按照“统一规划、源头控制、防复结合”、“因地制宜，边开采边治理”、“预防为主，在保护中开发，在开发中保护”、“依靠科技进步，发展循环经济，建设绿色矿业”的要求，采取适当的预防控制措施，尽量减少对矿山地质环境的破坏和对土地资源不必要的损毁，做到治理、复垦与生产建设统一规划。并把治理与复垦指标纳入到生

产建设中，治理与复垦费用纳入生产成本，采取必要的工程措施加强对矿山地质环境及土地资源的保护，体现权利和义务的统一。本《方案》从矿山地质环境和土地资源保护的角度，根据当地的土地利用状况、生产建设占地情况和自然环境条件，对矿区的矿山地质环境治理与土地复垦进行规划设计，并提出相应的工程措施与实施方案，同时也为相关部门提供管理的依据。

### 三、编制依据

#### （一）约定依据

《委托书》（彬县水帘洞煤炭有限责任公司，2025年6月）。

#### （二）法律法规

- 1、《中华人民共和国矿产资源法》（全国人民代表大会常务委员会，2024年11月8日修订，2025年7月1日实施）；
- 2、《中华人民共和国土地管理法》（全国人民代表大会常务委员会，2019年8月26日，2020年1月1日实施）；
- 3、《中华人民共和国环境保护法》（全国人民代表大会常务委员会，2014年4月24日修订，2015年1月1日实施）；
- 4、《中华人民共和国森林保护法》（中华人民共和国主席令第39号，2019年12月28日修订，2020年7月1日实施）；
- 5、《中华人民共和国土地管理法实施条例》（2021年国务院令第743号第三次修订）；
- 6、《基本农田保护条例》（国务院令第257号，2011年1月8日修订）；
- 7、《土地复垦条例》（国务院令第592号，2019年8月14日修订）；
- 8、《地质灾害防治条例》（国务院令第394号，2004年3月1日）；
- 9、《矿山地质环境保护规定》（国土资源部令第44号，2019年7月16日修订）；
- 10、《中华人民共和国土地管理法实施细则》（国务院令第592号，2019年8月14日修订）；
- 11、《土地复垦条例实施办法》（自然资源部令第5号，2019年7月24日实施）；
- 12、《陕西省矿产资源管理条例》（陕西省第十三届人民代表大会常务委员会，2020年6月11日修正）。

### （三）政策文件

- 1、《关于加强生产建设项目土地复垦管理工作的通知》(国土资发[2006]225号)；
- 2、《关于进一步加强土地整理复垦开发工作的通知》(国土资发[2008]176号)；
- 3、《国土资源部关于贯彻实施<土地复垦条例>的通知》（国土资发[2011]50号文）；
- 4、《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）；
- 5、《关于做好矿山地质环境保护与土地复垦方案编报有关工作的通知》（陕国土资环发[2016]21号）；
- 6、《关于加快矿山地质环境保护与恢复治理工作的通知》(陕国土资发[2016]52号)；
- 7、《关于做好矿山地质环境保护与土地复垦编报有关工作的通知》（陕国土资环发[2017]11号）；
- 8、《关于加快矿山地质环境保护与土地复垦工作的通知》》(陕国土资环发[2017]39号)；
- 9、《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）；
- 10、《关于印发陕西省矿山地质环境治理恢复技术要求与验收办法的通知》（陕自然资规〔2019〕5号）；
- 10、《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）；
- 11、《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）；
- 12、《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)；
- 13《关于进一步加强绿色矿山建设的通知》（自然资规[2024]1号）；
- 14、《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）；
- 15、《关于持续推进绿色矿山建设的通知》（陕自然资规[2024]1740号）；
- 16、《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）；
- 17、《自然资源部关于公开征求(自然资源部关于进一步加强生产矿山生态修复监管工作的通知(二次征求意见稿))意见的公告》（2025年第33号）；
- 18、《彬州市国土空间总体规划（2021-2035年）》（彬州市自然资源和规划局，2025年3月24日）；

19、《彬州市国土空间生态修复规划（2020~2035）》（彬州市人民政府，2023年10月27日）。

#### （四）技术规程与标准

- 1、《矿山地质环境保护与土地复垦方案编制指南》（国土资规[2016]21号文）；
- 2、《矿山地质环境保护与恢复治理方案编制规范》（DZ/T0223-2011）；
- 3、《煤矿土地复垦与生态修复技术规范》（GB/T 43934-2024）；
- 4、《矿山土地复垦与生态修复监测评价技术规范》（GB/T 43935-2024）；
- 5、《矿山生态修复技术规范 第1部分：通则》（TD/T 1070.1-2022）；
- 6、《矿山生态修复技术规范 第2部分：煤炭矿山》（TD/T 1070.2-2022）；
- 7、《矿山地质环境监测技术规程》（DZ/T 0287-2015）；
- 8、《矿山生态修复工程验收规范》（TD/T 1092-2024）；
- 9、《矿山生态修复工程实施方案编制导则》（TD/T 1093-2024）；
- 10、《矿山土地复垦基础信息调查规程》（TD/T1049-2016）；
- 11、《土地复垦方案编制规程第1部分—通则》（TD/T1031.1-2011）；
- 12、《土地复垦方案编制规程第3部分—井工煤矿》（TD/T1031.3-2011）；
- 13、《土地复垦质量控制标准》（TD/T1036-2013）；
- 14、《土地利用现状分类》（GB/T21010-2017）；
- 15、《生产项目土地复垦验收规程》（TD/T1044-2014）；
- 16、《土地整治项目设计报告编制规程》（TD/T1038-2013）；
- 17、《土地整治项目工程量计算规则》（TD/T1039-2013）；
- 18、《土地整治项目制图规范》（TD/T1040-2013）；
- 19、《农用地质量分等规程》（GB/T28407—2012）；
- 20、《农用地定级规程》（GB/T28405-2012）；
- 21、《耕地地力调查与质量评价技术规程》（NY/T1634-2008）；
- 22、《表土剥离及其再利用技术要求》（GB/T 45107-2024）；
- 23、《土壤环境监测技术规范》（HJ/T166-2004）；
- 24、《造林技术规程》（GB/T15776-2023）；

- 25、《人工草地建设技术规程》（NY/T1342-2007）；
- 26、《主要造林树种苗木质量分级》（GB6000-1999）；
- 27、《灌溉与排水工程设计标准》（GB50288-2018）；
- 28、《地质灾害危险性评估规范》（GB/T 40112-2021）；
- 29、《矿区水文地质工程地质勘查规范》（GB/T 12719-2021）；
- 30、《建筑边坡工程技术规范》（GB50330-2013）；
- 31、《岩土工程勘察规范》（GB 50021-2001）（2009年版）；
- 32、《滑坡防治工程勘查规范》（DZ/T0218-2006）；
- 33、《地质灾害排查规范》（DZ/T0284-2015）；
- 34、《崩塌、滑坡、泥石流监测规范》（DZ/T0221-2006）；
- 35、《地下水监测井建设规范》（DZ/T0270-2014）；
- 36、《地表水和污水检测技术规范》（HJ/T 91-2002）；
- 37、《地下水水质分析方法 第2部分：水样的采集和保存》（DZ/T0064.2-2021）；
- 38、《建筑物、水体、铁路及主要井巷煤柱留设与压煤开采规范》（煤行管字[2017]66号）；
- 39、《基本农田保护条例》（国务院令第257号，2020年修订）；
- 40、《高标准农田建设 通则》（GB/T30600-2022）；
- 41、《煤炭行业绿色矿山建设规范》（DZ/T 0315-2018）；
- 42、《第三次全国土地调查技术规程》（TD/T 1055-2019）；
- 43、《陕西省水利工程设计概（估）算编制规定》、《陕西省水利建筑工程概算定额》、《陕西省水利工程施工机械台班费定额》、《陕西省水利工程施工机械台班费定额》（陕发改项目[2024]107号）；
- 44、《土地开发整理项目预算编制规定》、《土地开发整理项目预算定额》、《土地开发整理项目施工机械台班费定额》（财综[2011]128号）；
- 45、《工程勘察设计收费标准》（中设协字[2022]52号，2022年版）。

## （五）相关技术资料

- 1、《彬县水帘洞煤炭有限责任公司水帘洞煤矿（变更）矿产资源开发利用方案》

（山东威德睦方设计咨询有限公司，2013年12月）；

2、《陕西省彬县地质灾害详细调查报告》（陕西省地质环境监测总站，2015年12月）；

3、《彬县水帘洞煤炭有限责任公司水帘洞煤矿地质报告（修编）》（陕西煤田地质勘查研究院有限公司，2017年7月）；

4、《彬县水帘洞煤炭有限责任公司彬县水帘洞煤矿矿山地质环境保护与恢复治理方案》（陕西煤田地质勘查研究院有限公司，2020年5月）；

5、《彬县水帘洞煤炭有限责任公司煤矿（采掘）生产能力核定报告》（彬县水帘洞煤炭有限责任公司，2020年7月）；

6、《水帘洞煤矿东翼复采区域（一期）补充勘探报告》（新汶矿业集团地质勘探有限责任公司，2021年7月）；

7、《彬县水帘洞煤炭有限责任公司东翼北区地面综合物探报告》（陕西省煤田物探测绘有限公司，2022年5月）；

8、《彬县水帘洞煤炭有限责任公司彬县水帘洞煤矿矿井水文地质类型划分报告》（西安科技大学，2022年7月）；

9、《彬县水帘洞煤炭有限责任公司水帘洞煤矿矿井地质报告（修编）》（西安科技大学，2022年10月）；

10、《彬县水帘洞煤矿东翼北区补充勘探报告》（山东方大工程有限责任公司，2022年13月）；

11、《咸阳市彬州市地质灾害风险调查评价成果报告》（陕西地矿区研院有限公司，2022年12月）；

12、《彬县水帘洞煤炭有限责任公司水帘洞煤矿隐蔽致灾因素普查报告》（西安科技大学，2023年10月）；

13、《土地利用现状图》（图幅号：I48G023096、I48G024096、I49G023001、I49G024001）2023年变更调查。

14、《陕西省彬州市彬县水帘洞煤矿2024年度矿山储量年报》（彬县水帘洞煤炭有限责任公司，2025年1月）；

15、《陕西省彬县水帘洞煤矿资源储量核实报告》（陕西煤田地质勘查研究院有限

公司，2025年1月）；

16、《彬县水帘洞煤炭有限责任公司水帘洞煤矿42盘区下分层开采设计》（山西文龙中美环能科技股份有限公司，2023年1月）；

17、《彬县水帘洞煤矿地质灾害、变形监测、采空区土地损毁监测总结报告》（陕西地矿区研院有限公司，2025年3月）；

18、《彬县水帘洞煤矿地形地貌航测技术报告》（陕西地矿区研院有限公司，2025年3月）；

19、《彬县水帘洞煤矿彬县水帘洞煤炭有限责任公司彬县水帘洞煤矿水、土质量检测2020~2024年总结报告》（陕西地矿区研院有限公司，2020年12月、2021年12月、2022年12月、2023年12月、2024年12月）；

20、《彬州市国民经济和社会发展统计公报（2022、2023、2024年度）》（彬州市统计局，2023年5月12日、2024年5月17日、2025年4月12日）；

21、《彬县水帘洞煤炭有限责任公司彬县水帘洞煤矿矿山地质环境保护与土地复垦适用期验收报告（2020年~2024年）》（陕西地矿区研院有限公司，2025年8月）；

22、《彬县水帘洞煤矿矿山地质环境保护与土地复垦2020~2022年度验收报告》（陕西地矿区研院有限公司，2025年9月）；

23、《彬县水帘洞煤矿矿山地质环境保护与土地复垦2023年度验收报告》（陕西地矿区研院有限公司，2025年9月）；

24、《彬县水帘洞煤矿矿山地质环境保护与土地复垦2024年度验收报告》（陕西地矿区研院有限公司，2025年9月）；

25、其他资料。

上述相关文件、法规，以往地质工作、地质成果和相关技术资料是本次进行矿山地质环境保护与恢复治理方案编制的主要依据。

#### 四、方案适用年限

2020年5月11日，《上期方案》获陕西省自然资源厅公告（陕自然资公告[2020]09号），适用期为2020年~2024年。

《陕西省彬州市彬县水帘洞煤矿2024年度矿山储量年报》确定矿山截止2024年12

月 31 日，采矿证范围内 4 上-1、4 上-2、4 号煤层累计查明资源量\*\*\*\*万吨，累计采动\*\*\*\*万吨（含非开采损失量），保有资源量\*\*\*\*1 万吨，保有储量\*\*\*\*万吨。4<sup>上-1</sup>、4<sup>上-2</sup>煤层只在 41 盘区局部可采，41 盘区大巷煤柱已开采，已没有 41 盘区系统，不再开采 4<sup>上-1</sup>、4<sup>上-2</sup>煤层。

《彬县水帘洞煤炭有限责任公司水帘洞煤矿 42 盘区下分层开采设计》提供矿井 42 盘区下分层 4 煤保有资源量\*\*\*\*万吨。42 盘区扣除永久煤柱\*\*\*\*万吨、主要井巷煤柱\*\*\*\*万吨及开采损失量\*\*\*\*万吨，煤柱回收量\*\*\*\*万吨，42 盘区下分层 4 煤剩余可采资源量为\*\*\*\*万吨。

矿井核定生产能力 135 万吨/年，可采资源量按照盘区开采设计提供的\*\*\*\*万吨计算，资源储量备用系数按照 1.3 考虑，估算矿井剩余服务年限约 5 年。

考虑煤层开采稳沉时间 2.0 年，植被管护期 3 年，因此，本方案服务年限为 10 年，其中近期 5 年（2025 年~2029 年）、中期 2 年（2030~2031 年）和远期 3 年（2032~2034 年）。本方案适用年限为 5 年（2025~2029 年），编制基准年为 2025 年，方案实施基准期以自然资源主管部门公告之日算起。

当矿井扩大开采规模、扩大矿区范围或者变更用地位置、改变开采方式的，应当重新编制或修编矿山地质环境保护与土地复垦方案。

## 五、编制工作概况

### （一）工作程序

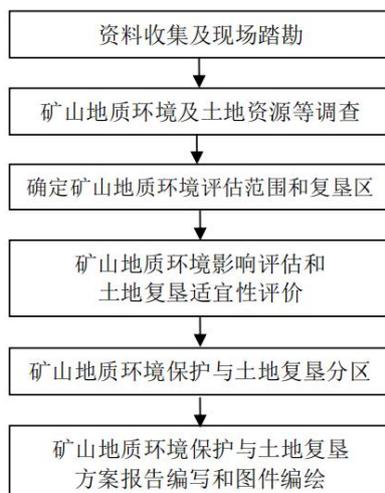


图 0.5-1 工作程序框图

本次方案的编制按照国土资源部发布的《矿山地质环境保护与土地复垦方案编制指南》进行。工作程序是：接收业主委托，在充分收集和利用已有资料的基础上，结合现场调查建设工程区的地质环境条件、社会环境条件、现状不稳定地质体的类型、分布规模、稳定程度、活动特点、土地利用现状等因素，综合分析，进行矿山地质环境影响评估、地质环境保护与恢复治理分区，确定复垦区和复垦责任范围，并提出地质环境保护与恢复治理措施、建议。方案编制的工作程序框图见图 0.5-1。

## （二）工作方法

根据国务院令第 592 号《土地复垦条例》、自然资源部令第 5 号《矿山地质环境保护规定》和《矿山地质环境保护与土地复垦方案编制指南》中确定的矿山地质环境保护与土地复垦编制工作的基本要求，在工作中首先明确工作思路，熟悉工作程序，确定工作重点，制定项目实施计划。在资料收集及现场踏勘的基础上，进行矿山地质环境与土地资源利用现状调查，特别对上期方案中制定的工程实施情况进行分析，对监测资料进行分析；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、场地地质环境评估及土地损毁情况预测；随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，结合生态因子等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、已有相关资料收集

在调查前，收集煤矿相关工程的资料，用以了解该煤矿基本情况和矿山地质环境恢复治理与土地复垦历史。

#### （1）矿山开采情况

通过收集《彬县水帘洞煤炭有限责任公司水帘洞煤矿（变更）矿产资源开发利用方案》、《彬县水帘洞煤炭有限责任公司水帘洞煤矿 42 盘区下分层开采设计》、《彬县水帘洞煤炭有限责任公司煤矿（采掘）生产能力核定报告》、《陕西省彬县水帘洞煤矿资源储量核实报告》、《陕西省彬州市彬县水帘洞煤矿 2024 年度矿山储量年报》、《彬

县水帘洞煤炭有限责任公司彬县水帘洞煤矿矿井水文地质类型划分报告》等 12 份资料，掌握了该煤矿保有和可采资源量、开采方式、生产能力、采空区分布、未来开采计划的基本情况。

### （2）矿区地质环境背景

通过收集《陕西省彬县地质灾害详细调查报告》、《咸阳市彬州市地质灾害风险调查评价成果报告》、《土地利用现状图》、《彬州市国民经济和社会发展统计公报（2022、2023、2024 年度）》等资料 6 份，了解了矿区所在区域的地质环境特征、不稳定地质体的历史分布、土地利用现状、社会经济等情况。

### （3）矿山地质环境治理恢复与土地复垦工程

通过收集《彬县水帘洞煤炭有限责任公司水帘洞煤矿矿山地质环境保护与土地复垦方案》（上期方案）、《彬县水帘洞煤矿矿山地质环境保护与土地复垦 2020~2022 年度验收报告》、《彬县水帘洞煤矿矿山地质环境保护与土地复垦 2023 年度验收报告》、《彬县水帘洞煤矿矿山地质环境保护与土地复垦 2024 年度验收报告》、《彬县水帘洞煤炭有限责任公司彬县水帘洞煤矿矿山地质环境保护与土地复垦适用期验收报告(2020 年~2024 年)》等 5 份资料，掌握了该煤矿在上期方案适用期内部署矿山地质环境治理与土地复垦部署与完成情况。矿山地质环境治理方面部署任务 35 项，完成任务 14 项，其中线路修复、农村道路修复和田间道修复共 16 项任务，因未损毁未实施；李前村公路、白厢村公路、彬宝公路修复任务 5 项，其中李前村公路、白厢村公路因未损毁未实施，彬宝公路已委托彬州市交通运输局进行修复。土地复垦方面部署任务 13 项，完成任务 7 项，其中土地复垦监测任务 5 项未实施(因复垦工作均在 2025 年完成施工验收，适用期内未实施监测)。

### （3）矿山地质环境治理恢复与土地复垦监测工程

通过收集《彬县水帘洞煤矿地质灾害、变形监测、采空区土地损毁监测总结报告》、《彬县水帘洞煤矿地形地貌航测技术报告》（陕西地矿区研院有限公司，2025 年 3 月）、《彬县水帘洞煤矿彬县水帘洞煤炭有限责任公司彬县水帘洞煤矿水、土质量检测 2020~2024 年总结报告》等 3 份监测资料，掌握了《上期方案》适用期内监测工程部署与实施情况。

①部署不稳定地质体变形监测点 20 个（崩塌 B1、滑坡 H1 以及不稳定斜坡 P1 各 1 个、地面塌陷区 17 个），采用人工巡查及 RTK 仪器监测不稳定地质体变形情况，结果表明 2020 年之前的老采空区已基本沉稳，地面裂缝弱发育，地面变形不明显，2020~2022 年开采工作面形成的采空塌陷裂缝弱发育，地面变形不明显；2023 年~2024 年开采的大巷煤柱西工作面形成了少量采空塌陷裂缝。

②部署含水层监测点 3 个（村民水井 1 个、泉眼 1 个、副井 1 个），主要对地下水的水质进行了监测，结果表明水质良好；对村民水井的水位进行了监测，其水位变幅约 0.6m；对泉眼和副井的水量进行了监测，水量变幅约为 0.4m<sup>3</sup>/h 和 5.6m<sup>3</sup>/h，变化较小。

③部署土壤质量监测点 3 个（工业广场 1 个、风井场地 1 个、瓦斯抽采及发电站 1 个），对土壤质量情况进行分析，土壤不存在重金属污染问题。部署

同时收集了地形地质图、水文地质图、土地利用现状图、井上下对照图、盘区布置图等图件作为本次编制工作的底图及野外工作用图。

对上述收集到的资料进行分析，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

采用 1:5000 地形地质图和井上下对照图做底图，参考水文地质图、土地利用现状图等图件，采取线路穿越法、地质环境追索法与访问当地群众相结合的方法开展调查工作，调查内容主要有：

- (1)地面工程实际用地范围与不动产、临时用地情况；
- (2)依据彬州市生态修复规划，分析矿区地质环境问题的分布及发育状况；
- (3)针对不同土壤和土地利用类型，开挖土壤剖面，采集土壤样本；
- (4)依据土地利用现状数据，调查土地利用现状情况，复核矿区范围土地权属；
- (5)矿区范围内植被分布及林灌草的优势群落；
- (6)矿区范围内农业种植及牧业养殖情况；
- (7)矿区范围内人类工程活动情况；
- (8)矿区范围及周边村庄分布及各村人口，以及村民生活条件、饮水设施；
- (9)矿区范围内的水利、电力设施分布及配套设施情况；

(10)依据土地利用现状数据库，调查复核矿区范围内土地权属；

(11)《彬县水帘洞煤炭有限责任公司水帘洞煤矿矿山地质环境保护与土地复垦方案》(2020 版)涉及工程现状；

(12)公众参与调查。

### 3、室内资料整理分析

(1)分析和评估矿山地质环境问题现状，划定矿山地质环境现状分区；

(2)根据开采方式、煤层埋藏条件确定相关参数，计算地面塌陷值，绘制地面沉陷等值线图；

(3)预测煤矿开采引发和加剧的地质环境问题；

(4)结合土地利用现状，划分土地损毁程度分区，计算各地类损毁面积；

(5)确定复垦区及复垦责任范围面积以及各单元拐点坐标；

(6)进行矿山地质环境治理可行性分析和土地治理适宜性评价；

(7)针对矿山地质环境问题提出治理措施；

(8)结合当地土壤条件提出土地复垦质量要求；

(9)对矿山地质环境治理和土地复垦工程进行典型设计；

(10)根据矿山地质环境重点保护对象和土地复垦区域，制定监测方案；

(11)根据工程设计进行工程量测算和经费估算；

(12)制定适用期年度实施计划，提出治理费用及基金计提计划。

### （三）工作概况及完成工作量

我公司接受委托后，随即组织技术人员成立项目组，开展了项目资料搜集、方案前期准备等工作，并于 2025 年 7 月 7 日~7 月 10 日、2025 年 7 月 25 日~7 月 27 日、2025 年 8 月 3 日~8 月 4 日项目组多次赴现场进行调查，集中对工业场地、矿区道路等地面工程建设区、村庄等地物进行了调查，对地形地貌景观影响、水土环境、土地资源(已损毁土地、拟开采区土地利用现状)等方面展开详细调查、实地测量、定位拍照和记录，核实原方案执行情况。在现场调查中对项目区农户及村集体进行了走访及问卷调查，采集了相应的影像、图片资料。于 2025 年 9 月 25 日初步完成了项目资料整理和报告编写任务，依据内审意见，进行了补充完善。

本次工作完成实物工作量见表表 0.5-1。

表 0.5-1 主要完成工作量一览表

名称		单位	工作量	备注	
调查评估面积	调查面积	km <sup>2</sup>	5.8786		
	评估面积	km <sup>2</sup>	6.5288		
	调查路线	km	27	沿流域调查，重点区域采用穿插法调查	
资料收集	收集（整理）资料	份	24	区域地质、矿山开发利用方案、储量核实报告、验收报告等	
	土地利用现状图	幅	4	1:10000 标准分幅	
矿山地质环境保护调查点	地质环境点	个	18	包括地层岩性、地质构造及其它地质现象	
	地形地貌点	个	3	区内主要地貌类型调查	
	不稳定地质体	崩塌	个	1	工人宿舍后崩塌
		地面塌陷	个	10	地面塌陷及地面塌陷裂缝，含采空区
	含水层调查点	个	3	民井、泉	
	水土环境调查点	个	6	民井、地表水、生活垃圾场等	
	人类工程活动调查点	个	24	井田周边采矿活动、村庄建设、公路建设、农业生产活动、输电线路等	
土地复垦工作调查点	土地利用现状调查点	个	13	评估区内所有二级地类	
	矿山地面工程调查点（压占已损毁土地）	个	12	工业场地、炸药库、输电线路	
	矿山开采活动调查点（塌陷已损毁土地）	个	2	评估区内塌陷已损毁土地	
	土壤剖面开挖点	个	2	耕地、林地	
	公众参与调查访问	份	22	评估区内所有自然村村民、矿区工人、地方政府管理部门人员	
照片及录像	数码照片和航拍照片（使用照片）	张	143 (87)	所有调查点配套照片	
	录像	min	6	工业场地、输电线路、典型地形地貌等	

#### （四）评估质量评述

结合《矿山地质环境保护与恢复治理方案编制规范》（DZ/T 0223-2011）和《土地复垦方案编制规程第 3 部分：井工煤矿》（TD/T1031.3-2011），本次水帘洞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）的编制工作严格按照《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》和《矿山地质环境保护与土地复垦方案编制指南》进行，并在充分收集和利用区内已有的前人研究成

果和各类资料的基础上，开展了矿山地质环境现状调查工作。野外调查工作从一开始就做到统一方法、统一要求，通过以水帘洞煤矿提供的 1:2000 采掘工程平面图和最新航拍影像图为底图，采用点线结合，以点上观察、测量和访问为主，利用北斗系统定点，配合路线调查追索，查明了区内存在的矿山地质环境问题。

为了确保方案编制报告的质量，项目组负责人对方案编制工作进行全程质量监控，对野外矿山地质环境调查工作、室内综合研究和报告编制等工作及时进行质量检查和验收，并组织有关专家对矿山地质环境条件、评估级别、矿山不良地质体、矿区含水层破坏、地形地貌景观（地质遗迹、人文景观）、水土环境影响、土地占用与损毁等关键问题进行了重点把关。报告编制完成后，项目组又征询了水帘洞煤矿、方案涉及自然资源局、地方人民政府和相关村委的意见，并对方案进一步修改完善。

总之，本次工作中收集的资料比较全面，工作精度符合规程规范要求，质量可靠，达到了预期目的

## （五）承诺

矿山企业：彬县水帘洞煤炭有限责任公司委托陕西地矿区研院有限公司开展彬县水帘洞煤矿矿山地质环境保护与土地复垦方案编制工作，提供了《彬县水帘洞煤炭有限责任公司彬县水帘洞煤矿矿产资源开发利用方案（变更）》、《彬县水帘洞煤炭有限责任公司水帘洞煤矿 42 盘区下分层开采设计》、《彬县水帘洞煤矿 2024 年储量年度报告》，《彬县水帘洞煤矿近年年度计划及验收材料》及《彬县水帘洞煤矿矿山地质环境保护与土地复垦适用期验收报告（2020 年~2024 年）》、《彬县水帘洞煤炭有限责任公司水帘洞煤矿矿井地质报告（修编）》等相关资料及数据，我公司承诺对方案编制所提供的资料及数据的真实性、科学性负责。

编制单位：陕西地矿区研院有限公司收集的资料及数据主要来源于矿山企业，野外调查数据及资料来自于实地外业调查。我公司（陕西地矿区研院有限公司）承诺对本方案中相关数据的真实性、科学性、结论的可靠性负责。

## 第一章 矿山基本情况

### 一、矿山简介

水帘洞煤矿位于陕西省彬州市大佛寺古镇西部上沟村，行政区划隶属彬州市大佛寺古镇管辖，地理位置：东经\*\*\*\*~\*\*\*\*，北纬\*\*\*\*~\*\*\*\*，中心地理坐标：东经\*\*\*\*、北纬\*\*\*\*。矿井距离彬州市区 5km，距沪霍国道（G312）西兰公路段 1.5km，东南距西安 175km，西北距长武县城 35km，距甘肃平凉 133km。工业场地通过水李公路与西兰公路段相接，从彬州城东可上福银高速公路。彬宝公路（S306）从煤矿西南—东北方向穿过，西（安）—平（凉）铁路为国铁 I 级干线铁路，从煤矿东北外沿泾河河谷穿过，交通便利。交通位置如图 1.2-1。

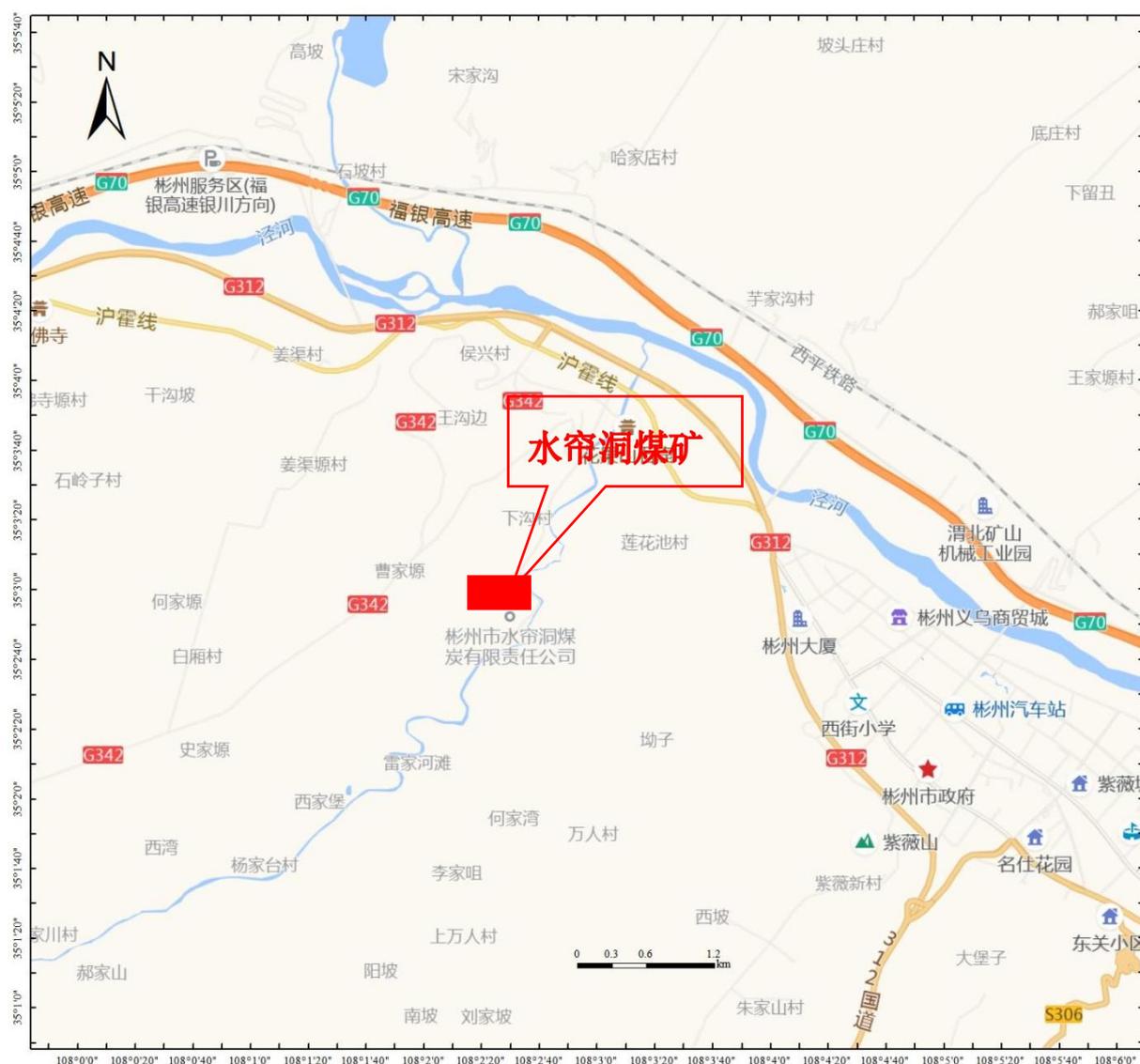


图 1.1-1 井田交通位置示意图

彬县水帘洞煤矿（以下简称“水帘洞煤矿”）始建于1976年，隶属彬县水帘公社，1980年简易投产，属乡镇煤矿；2003年12月，浙江虎豪集团公司接管后改名为彬县水帘洞煤炭有限责任公司，隶属虎豪集团公司。2006年10月13日，山东新汶矿业集团公司接管，属股份合作制企业，2021年12月隶属山东能源西北矿业有限公司。

2020年12月3日，陕西省自然资源厅颁发采矿权证许可证确定矿区范围由11个拐点圈定，面积5.5163km<sup>2</sup>；采矿许可证证号：C6100002011061120115099，采矿权人：彬县水帘洞煤炭有限责任公司，有效期限：自2020年12月3日至2025年12月3日（图1.1-2）。

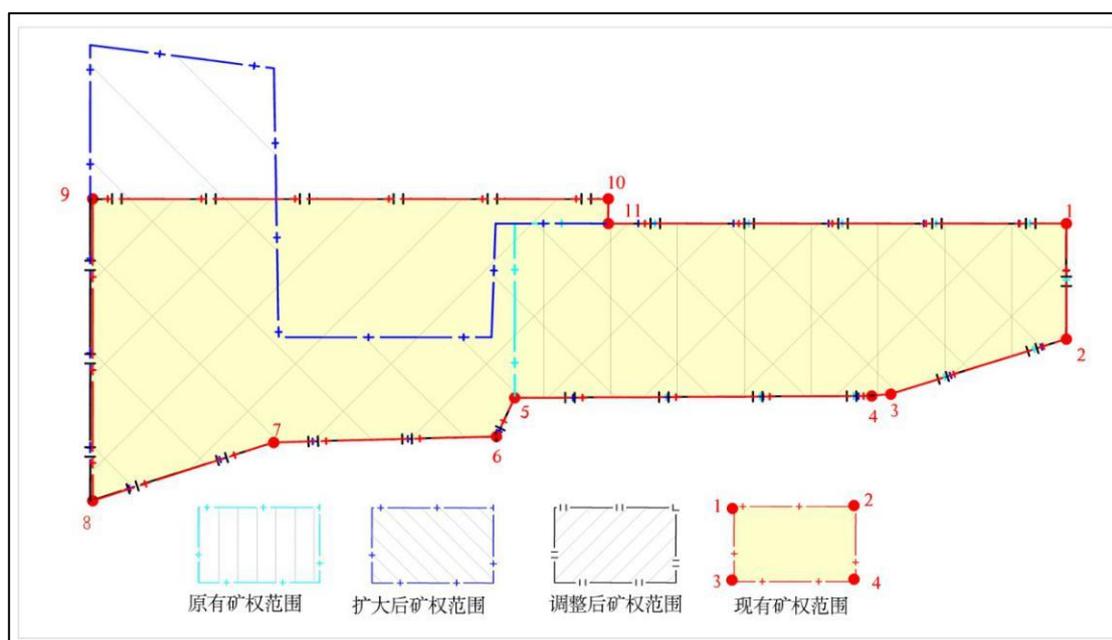


图 1.1-2 矿权变更示意图

## 二、矿区范围及拐点坐标

### （一）矿区范围

#### 1、矿区范围

矿区地处陕西省黄陇侏罗纪煤田彬长矿区东南部，井田范围由11个拐点坐标圈定（表1-1、图1.2-1），井田东西走向长约5.1km，南北倾向宽0.6~1.6km，面积为5.5163km<sup>2</sup>，批准开采标高为+805~+680m。井田内含煤地层为中生代侏罗纪中下统延安组，含可采煤层共3层，即4<sup>±1</sup>、4<sup>±2</sup>和4号煤。其中4号煤煤层厚度0.85~16.29m，平均厚度7.09m，底板高程+660~+810m。



### 三、矿山开发利用方案概述

《彬县水帘洞煤炭有限责任公司水帘洞煤矿（变更）矿产资源开发利用方案》（以下简称《开发利用方案》），由山东威德睦方设计咨询有限公司 2013 年 12 月编制，并于 2014 年通过陕西省矿产资源调查评审指导中心组织专家评审并备案，该开发利用方案主要针对西部扩大区（41 盘区）4 号煤进行的开采设计，矿井采用“一井一面”模式，综采放顶煤开采，共布设 16 个工作面，生产能力按 150 万吨/年设计。该方案并未包含 42 盘区 4 煤下分层的开采设计。

因此，2022 年 8 月，由山西文龙中美环能科技股份有限公司编制的《彬县水帘洞煤炭有限责任公司水帘洞煤矿 42 盘区下分层开采设计》通过专家评审并于 2025 年 4 月在彬州市煤炭工业局备案，该设计主要对 42 盘区 4 煤下分层，生产能力按 135 万吨/年进行设计。

综合《开发利用方案》和《42 盘区下分层开采设计》，对该矿山开发利用方案简述如下：

#### （一）地面工程布置

水帘洞煤矿始建于 1976 年，经过 40 余年的生产建设，目前矿山已根据 2013 年完成的《开发利用方案（变更）》完成了相对完善的地面生产系统的建设，尚无改扩建、新建工程规划。其中地面建设工程场地主要为工业场地、风井场地及进场道路、炸药库、输电线路，矿山道路主要利用矿区及周边现有公路、乡镇道路等。水帘洞煤矿矿山建设共占地面积 13.24hm<sup>2</sup>，具体占地面积及分布位置可分别见图 1.3-1 及表 1.3-1。

表 1.3-1 地面建设工程占地面积及土地类型表

序号	场地名称	单位	数量	占地类型	用地手续情况
1	工业场地	hm <sup>2</sup>	12.70	工业用地、公路用地、交通服务场站用地	永久性建设用地，已办理土地手续，见附件
2	炸药库	hm <sup>2</sup>	0.24	采矿用地	临时用地
3	输电线路基塔	hm <sup>2</sup>	0.30	旱地、天然牧草地、其他草地	
总计		hm <sup>2</sup>	13.24		

注：1.据现场调查和矿方说明，水帘洞煤矿工业场地建设在水李公路旁，没有工业场地进场道路；炸药库建设在水李公路旁，远离村庄和村民，没有专门炸药库道路；

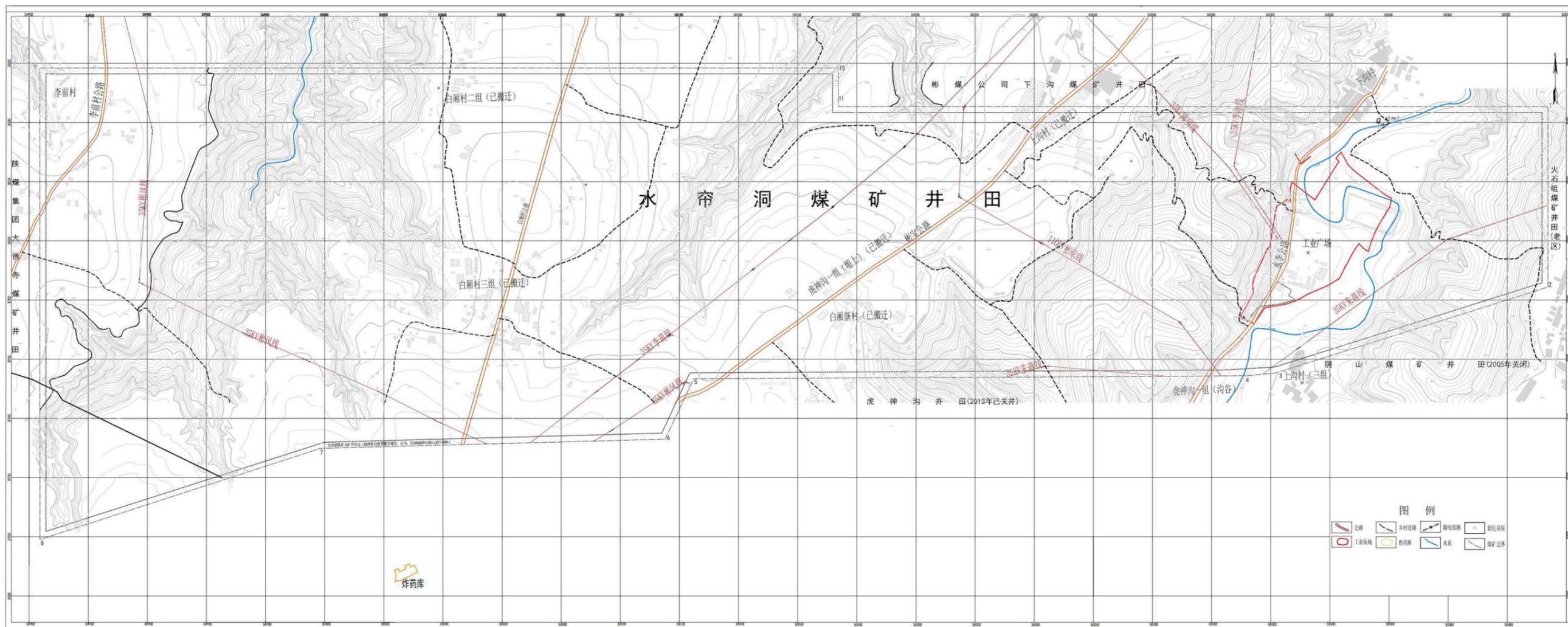


图 1.3-1 矿山地面建设工程部署图

2.据现场调查和矿方说明，水帘洞煤矿没有停车场和煤场，工业场地北侧停车场及周边的储煤场均为周边村民所有。

### 1、工业场地

工业场地占地面积 12.70hm<sup>2</sup>，位于矿区东部的水帘河西岸，场地标高约 855~880m，较为平坦（工业场地平面布置见图 1.3-2、图 1.3-3）。依功能将场地分为三个区，即生产区、辅助生产区和行政生活区（照片 1.1）。

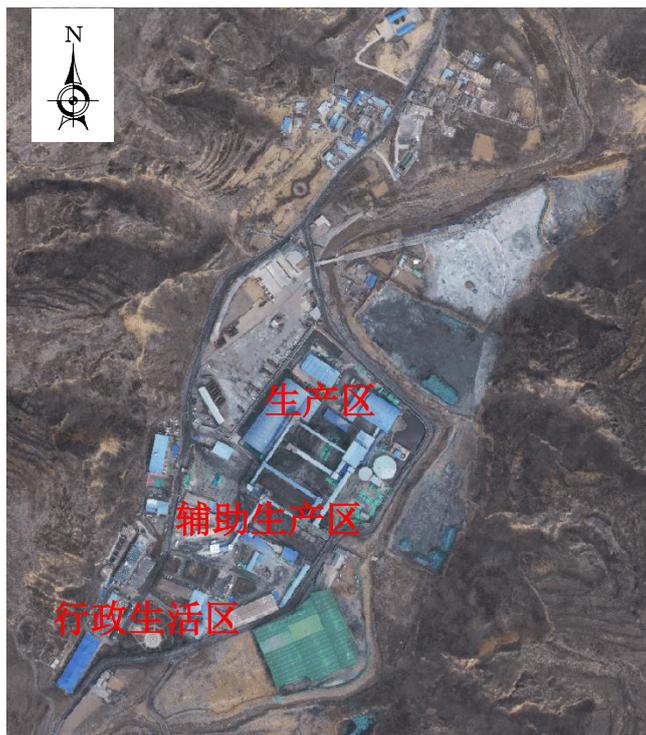


图 1.3-3 工业场地影像图

（1）生产区（照片 1.2~1.14）：根据井口位置及煤流走向，该区建构物集中布置在工业场地北侧。该区布置有洗煤厂、煤泥库、原煤转载栈桥、原煤仓、尾煤泥卸料点、矸石仓、汽车地磅房及主厂房等，该区位于全年主导风向下风侧。

（2）辅助生产区（照片 1.14~1.19）：该区靠近副斜井布置在厂区中西部及北侧，由副井绞车房、机修车间、锅炉房、污水处理站、35kv 变电所、停车场以及地面窄轨运输系统等组成。

（3）行政生活区（照片 1.20~1.23）：该区位于工业场地的西南部，以运煤公路为界和煤矿生产区相对而设。该区主要布置有行政办公楼、餐厅、职工宿舍、职工澡堂并配置绿化及铺砌场地。



图 1.3-2 工业场地平面布置图



照片 1.1 工业场地（镜向 170°）



照片 1.2 生产区照片（镜向 130°）



照片 1.3 主斜井（镜向 94°）



照片 1.4 副斜井（镜向 258°）



照片 1.5 主井井口房（镜向 57°）



照片 1.6 原煤转载栈桥（镜向 46°）



照片 1.7 原煤转载栈桥（镜向 84°）



照片 1.8 洗煤车间（镜向 74°）



照片 1.9 煤泥库（镜向 47°）



照片 1.10 原煤仓（镜向 273°）



照片 1.11 矽石仓（镜向 65°）



照片 1.12 精煤仓（镜向 74°）



照片 1.13 汽车地磅（镜向 33°）



照片 1.14 副井绞车房（镜向 85°）



照片 1.15 机修车间（镜向 87°）



照片 1.16 35kv 变电所（镜向 243°）



照片 1.17 锅炉房（镜向 143°）



照片 1.18 污水处理站（镜向 167°）



照片 1.19 停车场（镜向 52°）



照片 1.20 办公楼（镜向 325°）



照片 1.21 职工宿舍（镜向 259°）



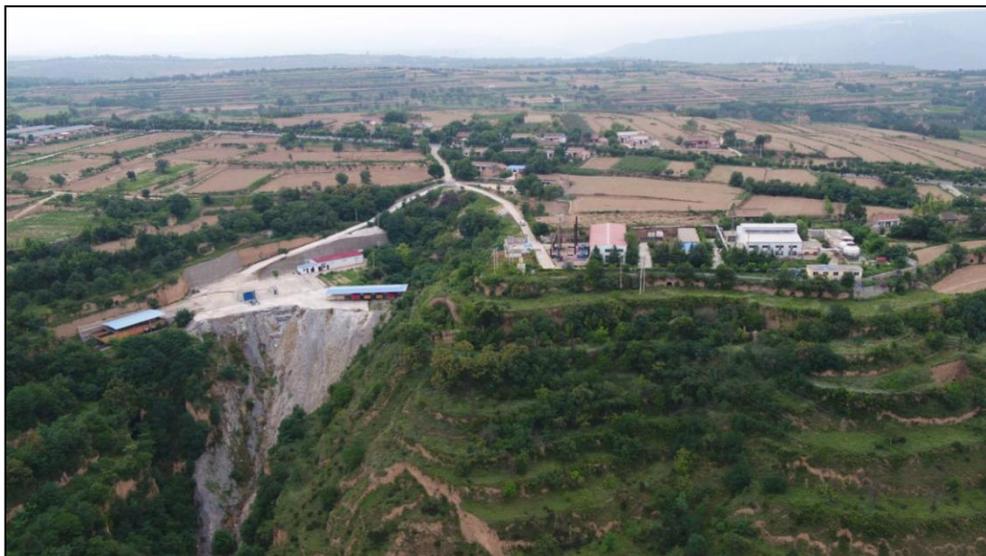
照片 1.22 职工澡堂（镜向 205°）



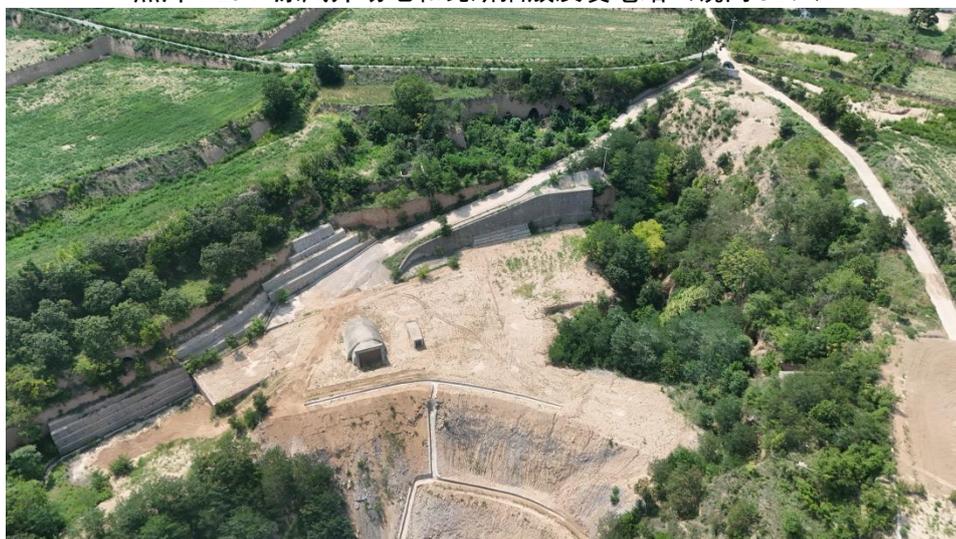
照片 1.23 花园（镜向 135°）



照片 1.24 家属楼（镜向 235°）



照片 1.25 原风井场地和瓦斯抽放及发电站（镜向 310°）



照片 1.26 复垦后风井场地（镜向 290°）



照片 1.27 复垦后瓦斯抽放及发电站（镜向 300°）

## 2、炸药库

炸药库位于矿区南部（区外）、水帘河西侧的公路边，距离工业场地 3.5km 左右，占地面积 0.24hm<sup>2</sup>（照片 1.28、1.29）。该炸药库现已停用，目前用作煤矿生产设备物资等储放，拟计划 2027 年停用。



照片 1.28 炸药库（镜向 340°）



照片 1.29 炸药库（镜向 290°）

## 4、矿山道路

在矿井工业场地西侧有一条连接 G342 和工业广场道路，该条道路为煤矿出资修建的水泥路，路宽约 4m，总长 1.8km，另 0.5km 为水李公路公用段，路面结构为 20cm 厚泥结碎石（照片 1.30~1.31）。

其余道路均利用现有水李公路、G342 彬宝公路。



照片 1.30 连接线路（镜向 140°）



照片 1.31 连接线路（镜向 260°）

## 5、供水线路

工业场地用水水源分别取自工业场地南部虎神沟村（沟谷）水井井水、彬州市自来水公司的李家川水厂和井下处理后的清水，供水管道均采用地理式布置；炸药库用水量很小，采用外购的形式供给。本矿无专用引水供水管道，本方案不考虑供水工程的地质评估和土地复垦工程。

## 6、供电线路

本矿井附近现有大佛寺 110kV 变电站及李前 35kV 变电站，大佛寺 110kV 变电站距本矿工业场地约 7.5km。该变电站为双电源，两回 110kV 电源均引自亭口 110kV 变电站。大佛寺 110kV 变电站主变容量为 2×31.5MVA，110kV、35kV 及 10kV 系统均为单母线分段接线。李前 35kV 变电站距本矿工业场地约 1.1km，35kV 及 10kV 系统均为单母线分段接线。

矿井工业场地内现已建成 35/10kV 变电所及线路。该变电所现有两回 35kV 电源一回以 LGJ-95 的 35kV 输电线路引自大佛寺 110kV 变电站，另一回以 LGJ-95 的 35kV 输电线路引自李前 35kV 变电站、其两回 35kV 线路导线截面为 LGJ-120。

矿权范围内共有高压线塔及低压线塔 20 个，其位置坐标见表 1.3-2。

表 1.3-2 输电线路线塔坐标一览表

线塔 编号	2000 国家大地坐标系		线塔 编号	2000 国家大地坐标系	
	X 坐标 (m)	Y 坐标 (m)		X 坐标 (m)	Y 坐标 (m)

## (二) 开采煤层资源量及生产能力

### 1、开采煤层资源量

根据煤矿现有采矿证，开采矿种为煤，开采标高为+805~+680m，含有 3 层煤，分别为 4<sup>±1</sup>、4<sup>±2</sup> 及 4 号煤层，可采煤层为 4 煤，其余为不可采煤层。井田共划分 41、42 两个盘区。其中 41 盘区为西部扩大区，42 盘区为东区，41 盘区已开采完毕。本矿山未来开采煤层均以 42 盘区下分层煤为主。

《陕西省彬州市彬县水帘洞煤矿 2024 年度矿山储量年报》确定矿山截止 2024 年 12 月 31 日，采矿证范围内 4 上-1、4 上-2、4 号煤层累计查明资源量 6684.8 万吨，累计采动 4631.7 万吨（含非开采损失量），保有资源量 2053.1 万吨，保有储量 1471.5 万吨。4<sup>±1</sup>、4<sup>±2</sup> 煤层只在 41 盘区局部可采，41 盘区大巷煤柱已开采，已没有 41 盘

区系统，不再开采 4<sup>±1</sup>、4<sup>±2</sup> 煤层。

《彬县水帘洞煤炭有限责任公司水帘洞煤矿 42 盘区下分层开采设计》提供矿井 42 盘区下分层 4 煤保有资源量 1319.5 万吨。42 盘区扣除永久煤柱 94.87 万吨、主要井巷煤柱 64.86 万吨及开采损失量 231.95 万吨，煤柱回收量 32.43 万吨，42 盘区下分层 4 煤剩余可采资源量为 895.39 万吨。

## 2、生产能力

2006 年 10 月，水帘洞煤矿由山东新汶矿业集团公司控股经营，委托中煤西安设计工程有限责任公司编制完成《彬县水帘洞煤炭有限责任公司水帘洞煤矿改扩建工程矿产资源开发利用方案》，设计生产能力 90 万吨/年。矿山工程于 2009 年 4 月开工建设，2010 年 8 月建成。到 2012 年底矿井 90 万吨/年改扩建项目已全部通过陕西省各项竣工验收。

2012 年经陕西省煤炭安全生产监督总局核定，矿井核定生产能力 150 万吨/年。

2013 年 11 月委托山西威德睦方煤矿设计咨询有限公司编制完成《彬县水帘洞煤炭有限责任公司水帘洞煤矿改扩建工程矿产资源开发利用方案（变更）》并通过陕西省国土资源资产利用研究中心评审，设计生产能力 150 万吨/年。

2020 年，经陕西省安全委员会办公室核定，水帘洞煤矿生产能力 135 万吨/年。根据《水帘洞煤矿 42 盘区下分层设计》，工作面生产能力为 1.35Mt/a。

工作面设计生产能力计算如下：

①采高：42 盘区煤层厚度 4.93~15.15m，平均厚度 8.8m，首采工作面平均厚度 10.4m，放顶煤一次采全高。

②工作面长度：工作面长度 110m。

③工作面推进长度：盘区工作面推进长度约为 600~800m。

④采煤机截深：截深为 0.8m。

⑤工作面年推进度及产量：

工作面日进 4 刀，年推进度为  $4 \times 0.8 \times 330 \times 0.85 = 897.6\text{m}$ 。其中 0.85 为正规循环作业系数。

工作面生产能力：

$$Q=L \times L_{推} \times M \times r \times C=110 \times 897.6 \times 10.4 \times 1.37 \times 0.95=133.6 \text{ 万 t/a.}$$

式中：

Q—工作面生产能力；

L—工作面长度，取 110m；

$L_{推}$ —一年推进长度，取 897.60m；

M—采高，取 10.4m；

r—煤的实体视密度，取 1.38t/m<sup>3</sup>；

C—采出率，取 95%。

### （三）煤柱留设

为确保地面建(构)筑物和井下开采的安全，对大巷、井田境界、河流等留设安全煤柱。地面上虎神沟村等村庄考虑全部搬迁，不留设煤柱。根据《煤炭工业矿井设计规范》、《建筑物、水体、铁路及主要井巷煤柱留设与压煤开采规范》和《煤矿安全规程》等有关规定，设计根据围岩情况和各类规程规定的参数分别进行计算煤柱尺寸，地面建筑物保安煤柱计算取最大值圈定。根据《彬县水帘洞煤炭有限责任公司水帘洞煤矿（变更）矿产资源开发利用方案》和《水帘洞煤矿 42 盘区下分层开采设计》，煤柱留设情况如下：

#### 1、井田境界

根据《彬县水帘洞煤炭有限责任公司水帘洞煤矿(变更)矿产资源开发利用方案》，矿井内煤层的可采范围内都留设井田边界煤柱，井田境界煤柱为 20m。

#### 2、大巷煤柱留设

根据《水帘洞煤矿 42 盘区下分层开采设计》，大巷埋深最大为 100m，大巷宽按 5.0m 计算，按下式计算为：

$$S_1 = \sqrt{\frac{H(2.5 + 0.6M)}{f}}$$

式中： $S_1$ ——大巷保护煤柱的水平宽度（m）；

H——巷道的最大垂深，（m），100m；

M——煤厚，（m），煤层最厚 11.0m；

$f$ ——煤的强度系数， $f = 0.1\sqrt{10R_c}$ ；

$R_c$ ——煤的单向抗压强度，MPa，取 30MPa

$S_{大巷}=S_1=22.9=25.5m$ 。

参照周边矿井 4 煤大巷煤柱留设情况，本矿井大巷两侧保护煤柱按 50m 留设。

### 3、工业广场保护煤柱

根据《彬县水帘洞煤炭有限责任公司水帘洞煤矿(变更)矿产资源开发利用方案》，该工业广场内有长度大于 20m 的三层办公楼房等，保护等级 II 级，围护带宽度 15m，设计结合矿方提供的岩移观测数据，表土松散层移动角取 45°，上山岩层移动角取 70°，下山岩层移动角取 71°，走向岩层移动角取 71°，工业场地保护煤柱为 81m。

### 4、水帘河保护煤柱

根据《彬县水帘洞煤炭有限责任公司水帘洞煤矿(变更)矿产资源开发利用方案》，矿区内水帘河两侧最高洪水位线宽度不定。水帘河位于工业广场东侧，水域松散层厚度平均 5m，基岩厚度平均 90m。根据《水帘洞煤矿 42 盘区下分层开采设计》，水帘河保护煤柱为 70m。

### 5、村庄保护煤柱

根据《彬县水帘洞煤炭有限责任公司水帘洞煤矿(变更)矿产资源开发利用方案》，确定井田内村庄按全部搬迁考虑，不留设保护煤柱，截止本方案编制年，矿区内村庄均以完成搬迁工作。

## （四）井下工程部署

1、开采方式：地下开采。

2、开拓方式：

矿井采用立斜井单水平（+770m）开拓方式。

矿井共有四条井筒，即工业场地内集中布置有主斜井、副斜井、一号回风立井、二号回风立井，其中主、副斜井进风，一、二号回风立井并联回风，在二号回风立井安装矿井主扇风机。开拓系统可见图 1.3-4、1.3-5。井筒特征分述如下：

主斜井：井筒倾角 13°30'，斜长 420m，净宽 3.6m，净高 3.3m，净断面积 10.49m<sup>2</sup>，井口标高+865m。担负矿井的运煤、检修、运人、进风任务，并兼做矿井的安全出口。

副斜井：净宽 4.2m，净高 3.8m，净断面积 14.07m<sup>2</sup>，倾角-21°，斜长 290m，担负辅助运输提升、进风任务，并兼做矿井的安全出口。

一号回风立井：井口位于工业场地内，井深 105m，净直径 3.2m，净断面积 8.04m<sup>2</sup>，担负矿井回风任务。

二号回风立井：井口位于工业场地内，垂深 95m，砼砌碛支护，净直径 3.0m，净断面积 7.1m<sup>2</sup>，担负矿井回风任务。设封闭式梯子间，作为安全出口。一、二号回风立井并联担负矿井回风任务。

### 3、水平划分及大巷布置

《彬县水帘洞煤炭有限责任公司水帘洞煤矿（变更）矿产资源开发利用方案》将矿山

42 盘区地面标高+850m~+1115m，4 煤层上限标高为+820m，下限标高为+620m，赋存深度在 60.1~315.3m 之间。矿井采用立斜井单水平（+770m）开拓方式。

大巷布置方式为：沿 4 号煤层倾向平行于井田东部边界布置一组南北向大巷开拓井田东部区域，然后沿井田中央布置一组东西向盘区巷开拓井田西部区域。整个井田开拓及准备巷道呈“冂”形布置，主水平大巷布置在 4 号煤层中，大巷均布置三条，即带式输送机大巷、辅助运输大巷、回风大巷。由于 4 号煤层厚度大，带式输送机大巷层位沿煤层中部掘进，辅助运输大巷沿煤层底部掘进（留 1-2m 左右的底煤），回风大巷沿煤层顶板掘进。

对 42 盘区下分开采中，在盘区中部南北布置 6 条准备巷道，分别为 42 北区辅助运输巷、42 北区胶带运输巷、42 北区专用回风巷、42 南区辅助运输巷、42 南区胶带运输巷、42 南区专用回风巷，巷道水平间距 25m，辅助运输巷、胶带运输巷布置在 4 层煤中，专用回风巷布置在煤层顶板以上 3m 的稳定岩层中。辅助运输巷担负盘区材料、设备运输、行人及进风任务；胶带运输巷担负盘区原煤运输、行人及进风任务；专用回风巷担负盘区回风任务。矿井开拓系统见图 1.3-3 和图 1.3-4。

### 4、采区划分及采区接替

全井田划分为 41、42 共两个盘区。其中矿井西部采区为 41 盘区，东部残采盘区为 42 盘区。先开采 41 盘区后开采 42 盘区。2007 年以前由原水帘洞煤矿开采的井田

东部老区，2007年由山东新汶矿业集团公司接管以后开采的一部分老区及西部新区。2023年随着大巷煤柱西工作面的回采开始，井田41盘区已全部开采完毕。自2023年至今，主要对大巷煤柱西进行回采。

### 5、适用期开采计划

2025年1月至10月，开采42盘区大巷煤柱西工作面（已完成）。2025年10月至2026年10月计划开采大巷煤柱东工作面。42盘区下分层开采共布置8个工作面，其中北区布置4个工作面，南区布置4个工作面，工作面可以实现相互接替开采，工作面两顺槽沿东西方向布置。分别为4201~4208工作面，先开采北区再开采南区。工作面接续顺序为：4201工作面→4202工作面→4203工作面→4204工作面→4205工作面→4206工作面→4207工作面→4208工作面（表1.3-3）。

表 1.3-3 各工作面回采面积及时间一览表

工作面名称	工作面长度/m	回采面积/hm <sup>2</sup>	回采时间
大巷煤柱西工作面（推进长度270m）	160	3.20	2025.1~2025.10
大巷煤柱东工作面	160	4.14	2025.11~2026.2
4201 工作面	110	5.98	2026.3~2026.9
4202 工作面	140	7.20	2027.10~2027.4
4203 工作面	140	7.84	2027.4~2027.10
4204 工作面	120	8.67	2027.11~2028.5
4205 工作面	110	7.94	2028.6~2028.11
4206 工作面	130	1.55	2028.12~2029.1
4207 工作面	125	8.79	2029.1~2029.8
4208 工作面	105	4.31	2029.8~2029.12

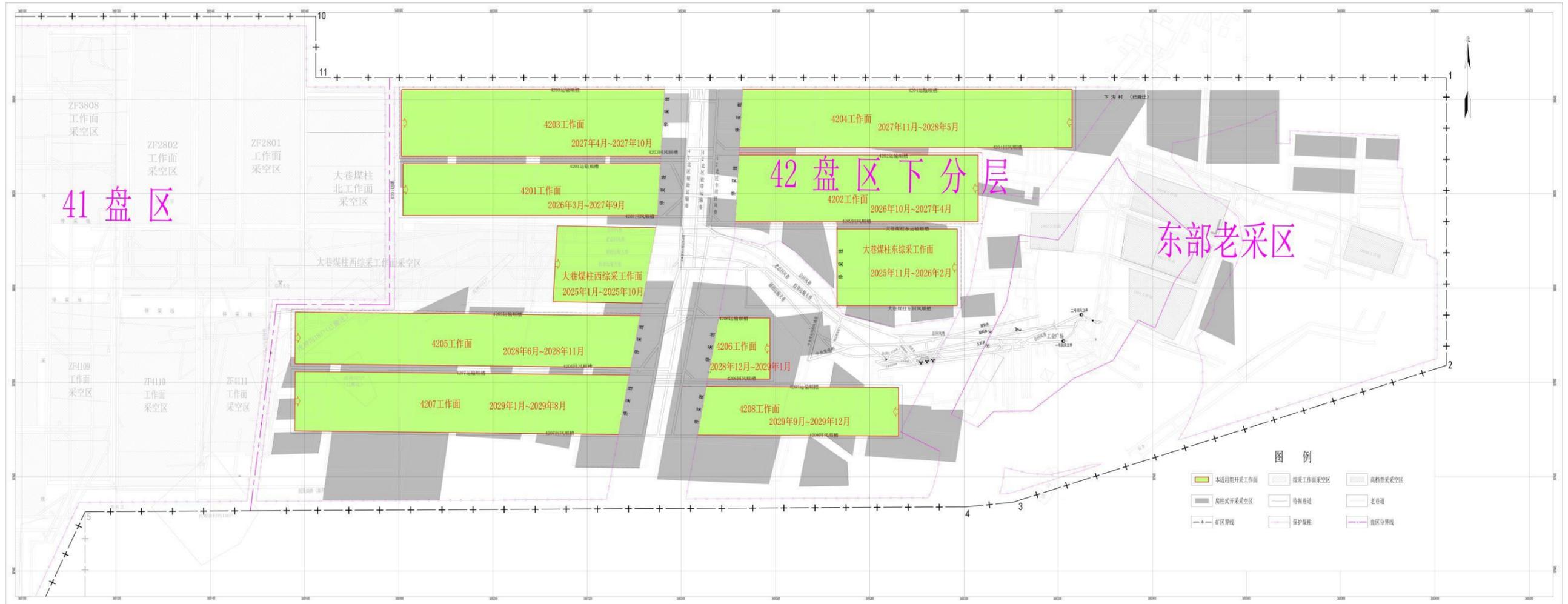


图 1.4-1 水帘洞煤矿适用期开采工作面接续平面图

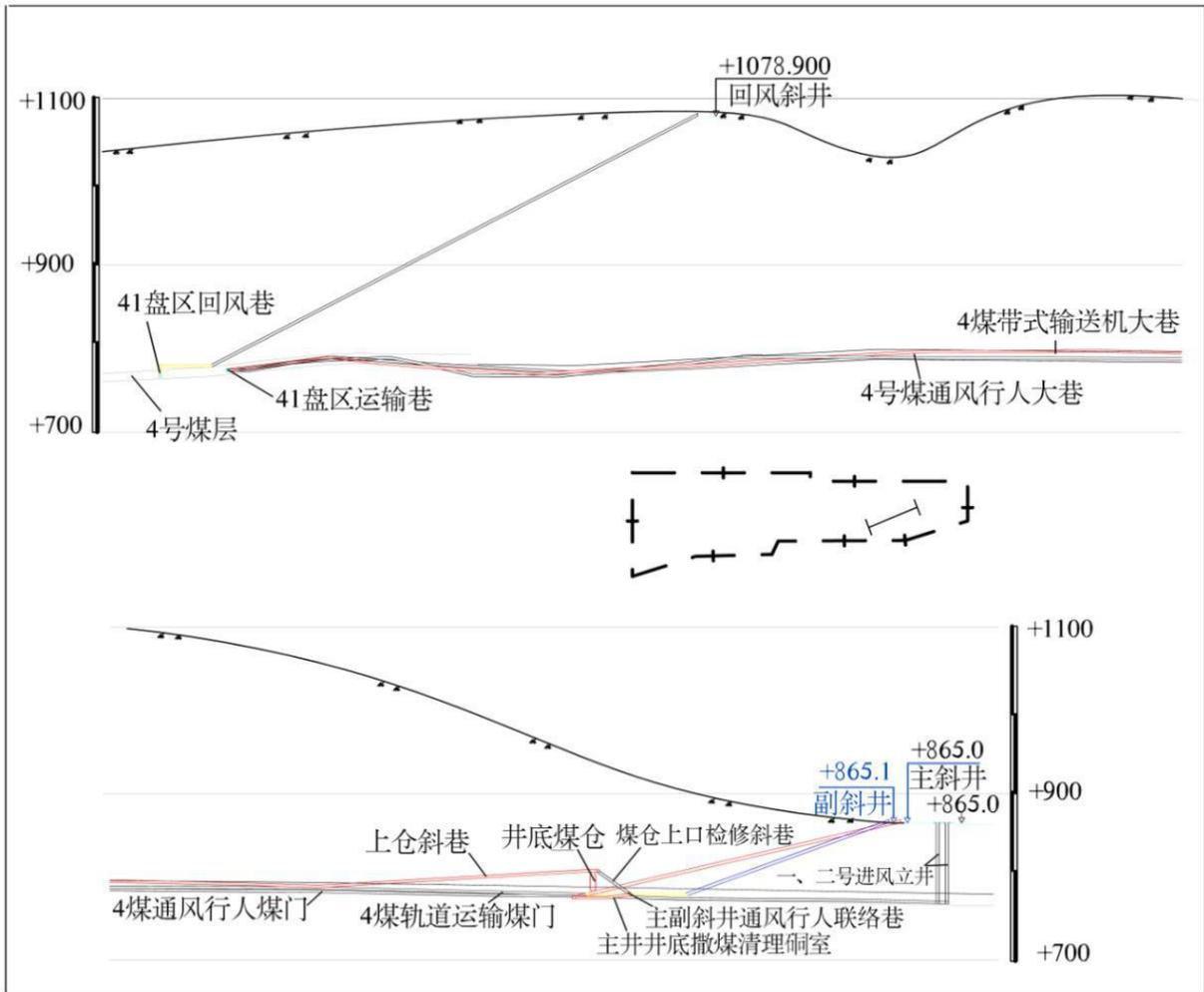


图 1.4-2 开拓方式剖面图

表 1.3-3 各工作面回采面积及时间一览表

工作面名称	工作面长度/m	回采面积/hm <sup>2</sup>	回采时间
大巷煤柱西工作面（推进长度270m）	160	3.20	2025.1~2025.10
大巷煤柱东工作面	160	4.14	2025.11~2026.2
4101 工作面	110	5.98	2026.3~2026.9
4102 工作面	140	7.20	2026.10~2027.4
4103 工作面	140	7.84	2027.4~2027.10
4104 工作面	120	8.67	2027.11~2028.5
4105 工作面	110	7.94	2028.6~2028.11
4106 工作面	130	1.55	2028.12~2029.1
4107 工作面	125	8.79	2029.1~2029.8
4108 工作面	105	4.31	2029.8~2029.12

## 5、采煤方法及采煤工艺

根据可采煤层的赋存条件及开采技术条件，4 煤采煤工作面采用长壁式布置，一次采全高的采煤方法，采用综采放顶煤采煤方法，采用全部垮落法管理顶板。工作面采用端部斜切进刀双向割煤方式割煤。工作面割煤与放煤平行作业，采用“一采一放”的方式跟采煤机顺序采煤，移架采用依次顺序移架的及时支护方式。

采煤工艺流程顺序为：采煤机下端头（回风顺槽侧）斜切进刀→正常下行割煤→移架→采煤机返向上行清浮煤（采煤机割煤至机尾后）→推前部输送机→放顶煤→拉后部输送机→上端头斜切进刀（进入下一循环）。

依据《彬县水帘洞煤炭有限责任公司水帘洞煤矿 42 盘区下分层开采设计》，对于 42 盘区下分层开采，采掘前对老空区进行充填实体化再造，采用走向长壁后退式综采放顶煤采煤方法回采，全部垮落法管理顶板。为防止底鼓，掘进工作面预留 0.5m 底煤。

## 6、工作面参数

矿井开采 42 盘区 4 号煤层下分层，4.93~15.15m，平均厚度 8.8m，首采 4201 工作面平均厚度 10.4m，放顶煤一次采全高，机采高度 3m，底部留 0.5m，放煤平均高度 7.5m。确定回采工作面长度为 105~160m，工作面走向推进长度约为 600~800m。

# 四、矿山开采历史及现状

## （一）开采历史

### 1、产能变更情况

水帘洞煤矿系 1976 年 11 月筹建生产至今的乡镇集体企业，1980 年 7 月建成，正式投产。建矿初期，由于受历史条件等诸多因素的制约及影响，未经任何有资质部门的开采设计，初建井时年生产能力仅为 6 万吨，一对立井开发。为了进一步扩大生产规模，满足市场的需求，该矿已进行了四次技术改造设计。

第一次技术改造是 1983 年，为了增加矿井提升能力，新凿了一条主斜井，采用副立井和主斜井同时提煤的形式，使矿井生产规模提高至 9 万吨 / 年。

第二次技术改造是 1989 年 4 月，该矿委托陕西煤炭工业学校地方煤矿设计院进行了年产 15 万吨的技术改造，设计重点是在采煤方法上，由以往的高落式采煤工艺

改为滑移支架一次采全高放顶煤开采工艺，但由于多种原因未获成功。

第三次技术改造是 2004 年 2 月，该矿委托铜川煤矿设计院编制了《陕西省彬县水帘洞煤矿技术改造可行性研究报告》及《陕西省彬县水帘洞煤矿技术改造初步设计说明书》，设计生产能力 30 万吨/年。第三次改扩建后，矿井工业场地位于煤矿东部的水节沟，采用“一斜三立”综合开拓方式，四个井筒均布置于工业场地内。后期在生产接续期间在虎神沟场地新开凿了一条回风斜井，回风斜井场 11 地位于主、副井场地西南部约 1.5km 处。

第四次技术改造是在 2010 年 7 月，中煤西安设计工程有限责任公司编制了《彬县水帘洞煤炭有限责任公司水帘洞煤矿改扩建工程矿产资源开发利用方案》，设计生产能力 90 万吨/年，服务年限约 24 年。第四次改扩建后，在原工业场地新开凿 1 个主斜井，原主斜井改为副斜井，原 1、2 号回风井改为进风井，废弃原副立井。陕发改煤电[2010]1355 号《陕西省煤炭工业局关于彬县水帘洞煤矿技术改造初步设计的批复》批准了水帘洞煤矿改扩建设计批复能力 0.90Mt/a。2012 年通过了陕西省各级煤炭主管部门的验收陕发改煤电函[2012]84 号，2013 年进行了生产能力核定，根据陕西省煤炭生产安全监督管理局文件陕煤局发[2013]5 号文，矿井生产能力核定为 1.5Mt/a。

为了合理利用煤炭资源、提高煤炭回收率、促使矿井安全高效生产，该矿委托山西威德睦方煤矿设计咨询有限公司编制《水帘洞煤矿(变更)矿产资源开发利用方案》，设计工程规模为 150 万吨/年。2020 年，经陕西省安全委员会办公室核定，水帘洞煤矿生产能力 135 万吨/年。

## 2、矿井历史开采

水帘洞煤矿 1980 年 7 月建成正式投产。2009 年以前，矿井主要开采的是东区（老区），开采煤层为 4 煤上分层，开采厚度较小，平均厚度约 3.60m，采用炮采或房柱式开采，故而形成半采空区，采空面积约 0.6745km<sup>2</sup>。

2007 年~2008 年对东区（老区）东翼的 4 煤上分层进行开采，采用高档普采分层开采，平均开采厚度约 2.1m，形成半采空区，采空面积约 0.1472km<sup>2</sup>。

2009 年~2022 年主要开采 41 盘区 4 煤，开采工作面采用综采全部垮落法，平均

开采厚度 7.5m，工作面平均长度 130~150m，形成采空区，面积约 2.5263km<sup>2</sup>。

2023 年~2024 年开采大巷煤柱西工作面，开采 41 盘区 4 煤以及回采该工作面中的大巷煤柱，采用综采全部垮落法，平均开采厚度约 7.40m，工作面平均长度 161m，推进长度 833m，形成采空区，面积约 0.1163km<sup>2</sup>。

采空区基本情况如表 1.4-1，分布位置见图 1.4-1。

表 1.4-1 煤矿生产历史采用的采煤方法及各个时期的采空区面积

序号	采空区	开采煤层	采煤方法	年限	顶板控制方式	采空区面积 /km <sup>2</sup>
1	东区老区	4 上分层	炮采	2006 年以前	房柱式开采	0.6745
2	1801E	4 上分层	高档普采	2007 年	分层开采	0.0081
3	1801W	4 上分层	高档普采	2007~2008 年	分层开采	0.0167
4	1802	4 上分层	高档普采	2008 年	分层开采	0.0754
5	1803	4 上分层	高档普采	2008	分层开采	0.0330
6	1804	4 上分层	高档普采	2007	分层开采	0.0140
7	ZF3807	4	综采放顶煤	2011-2012	全部垮落法	0.1925
8	ZF3805	4	综采放顶煤	2014-2016		0.3120
9	ZF3803	4	综采放顶煤	2018-2019		0.3973
10	ZF3801	4	综采放顶煤	2009-2011		0.2871
11	ZF3802	4	综采放顶煤	2012-2014		0.3330
12	ZF3804	4	综采放顶煤	2016-2017		0.3672
13	ZF3806	4	综采放顶煤	2020		0.1281
14	ZF3808	4	综采放顶煤	2021		0.1903
15	ZF2801	4	综采放顶煤	2008		0.0499
16	ZF2802	4	综采放顶煤	2008-2009		0.0495
17	ZF2803	4	综采放顶煤	2020-2021		0.0331
18	ZF4109	4	综采放顶煤	2021-2022		0.0478
19	ZF4110	4	综采放顶煤	2022		0.0571
20	ZF4111	4	综采放顶煤	2022		0.0366
21	大巷煤柱北	4	综采放顶煤	2022	0.0448	
22	大巷煤柱西 (推进长度 833m)	4	综采放顶煤	2023-2024	0.1163	
合计						3.4643

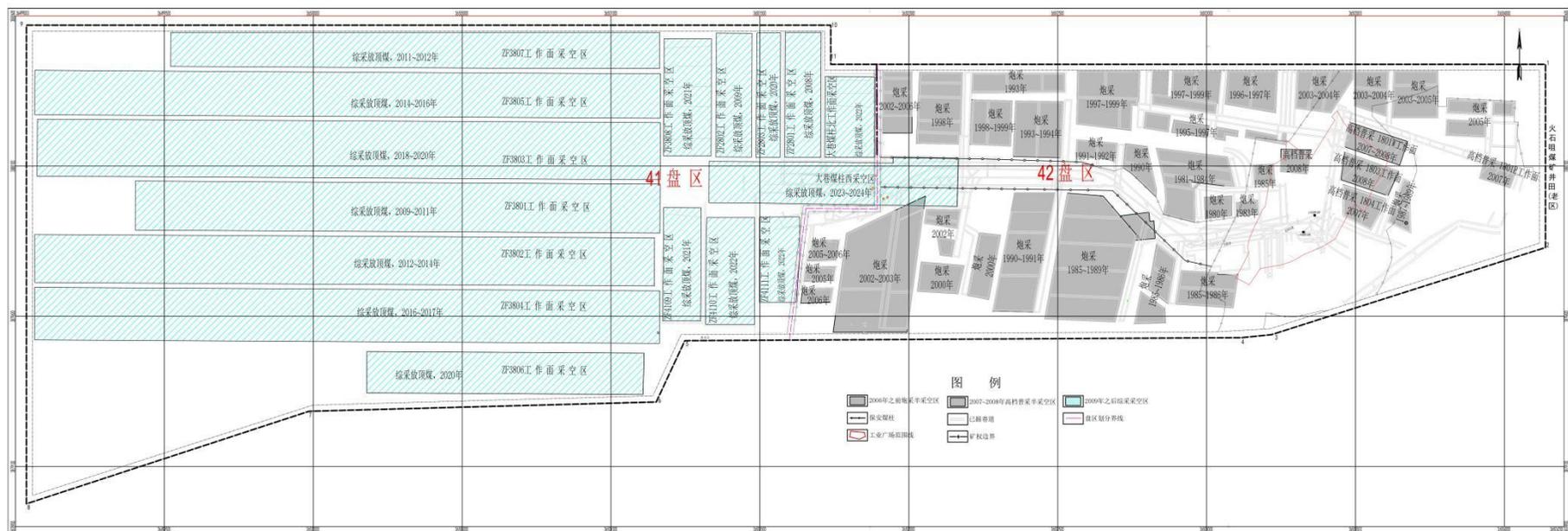


图 1.4-1 矿井历史采空区分布示意图

## （二）开采现状

水帘洞煤矿目前 41 盘区可采煤层 4 煤已基本开采结束，未来主要计划回采部分大巷煤柱以及 42 盘区 4 煤下分层。

需要说明的是：矿井东部的老采空区为半采空区，根据煤矿提供资料，由于受限于开采技术水平，东部老采空区只是将 4 号煤层上分层进行了开采，平均采高 2.1~3.6m，以大巷为界，大巷以北 4 煤下分层厚度 8.29~15.15m，平均 12.12m；大巷以南 4 煤下分层厚度 1.50~4.0m。

截止 2025 年 10 月，水帘洞煤矿完成大巷煤柱西工作面的开采，该工作面运输顺槽长度 710m，回风巷顺槽长度 720m，平均长度 161m，平均采高 7.3m。开采方式为地下开采，采用倾斜长壁后退式采煤方法，综采放顶煤工艺，全部垮落法管理顶板。自 2025 年 6 月 18 日开始掘进大巷煤柱东回风顺槽，已完成掘进长度 315.7m，剩余 193.3m；2025 年 7 月 26 日开始掘进大巷煤柱东运输顺槽，已完成掘进长度 260m，剩余 240m。

根据矿井开采技术条件和煤层特征，矿井只开采 4 号煤层，在煤层内和工作面间采用下行开采顺序，先解放上煤层，再开采下煤层。盘区间采用前进式开采顺序，工作面采用后退式回采。根据矿井初步设计，彬县水帘洞煤矿厚煤层采区回采率 75%，薄煤层采区回采率 85%，中厚煤层采区回采率 80%。

## 第二章 矿区基础信息

### 一、矿区自然地理

#### （一）气象

本地区属暖温带半干旱大陆性季风气候，冬季干旱，夏季炎热，四季比较分明，气温日差较大。年降雨量变化大，干湿季节分明，常出现干旱。根据彬州市气象站提供的气象资料：年平均气温 9.7℃，年极端最高气温 41.7℃（1966 年 6 月 19 日），年极端最低气温-22.5℃（1977 年 1 月 31 日）。初霜期为 10 月，终霜期为 4 月，无霜期约为 180 天。主导风向为西北风，平均风速为 1.8m/s，大风多出现在冬季，最大风力为 7 级。冰冻期为 12 月上旬～次年 3 月上旬，最大冻土层厚度为 57cm。区内降雨与时间关系密切，首先表现在年际降雨量变化大。据彬州市气象站统计资料（1998～2024 年），多年平均降雨量 561.57mm，多年最大降雨量出现在 2003 年(954.30mm)，多年最小降雨量出现在 1995 年(296mm)（图 2.1-1）。年降水量分布不均，南塬大于北塬，北塬大于川道，明显地反映出降水量与海拔高度成正比的规律（图 2.1-2）。

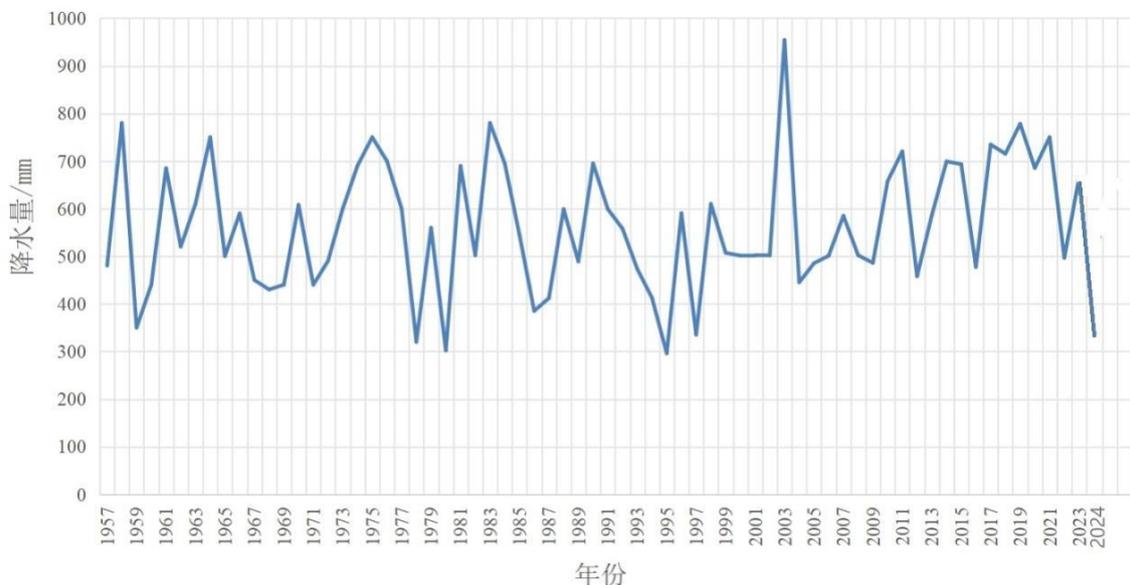


图 2.1-1 彬州市多年平均降水量曲线

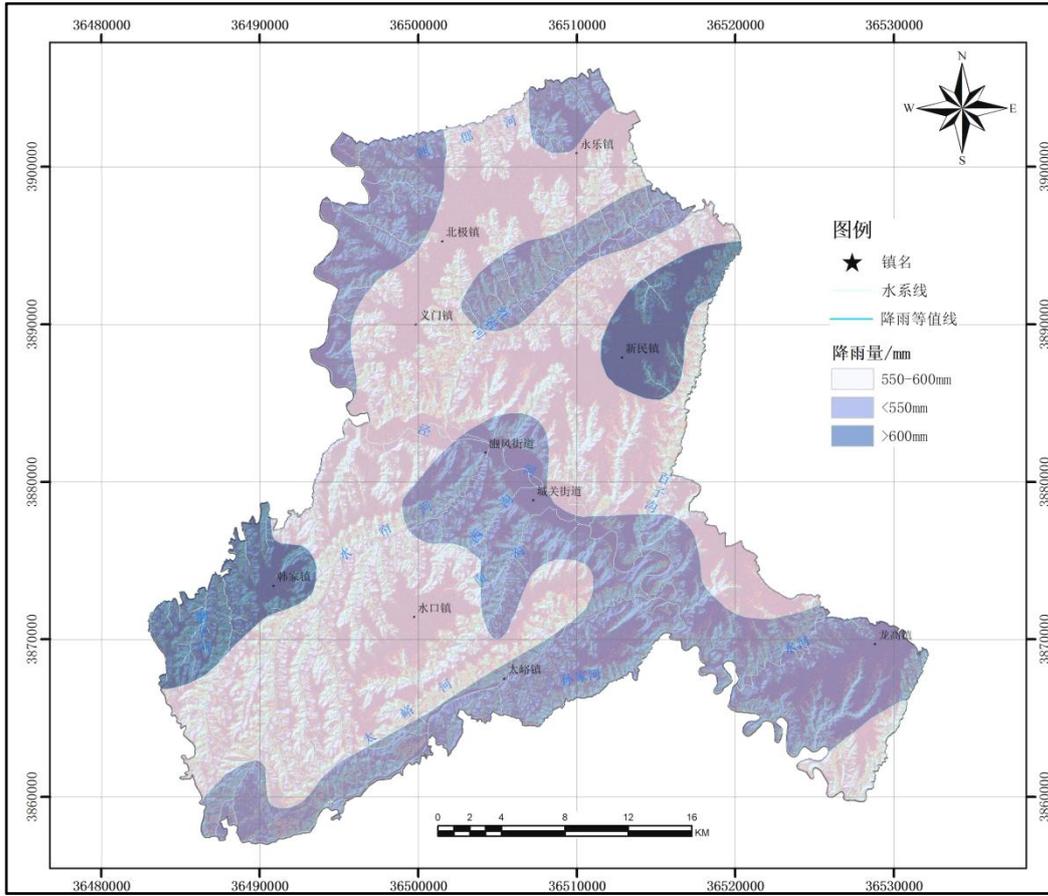


图 2.2-2 彬州市多年平均降雨量等值线图（1957~2024 年）

年降水量的季节分配不均，春季月平均降水量 124.2mm，占全年 21.5%。夏季月平均降水量 247.2mm，占全年 42.7%。秋季月平均降水量 176.5mm，占全年 30.5%。冬季月平均降水量为 17.3mm，占全年 3%。全年降水量的 60~70%多集中在 6~9 月份，暴雨多出现在 7~8 月份，次数较少，但强度颇大。而冬春两季的降水量仅占全年总降水的 20~25%左右（图 2.3）。

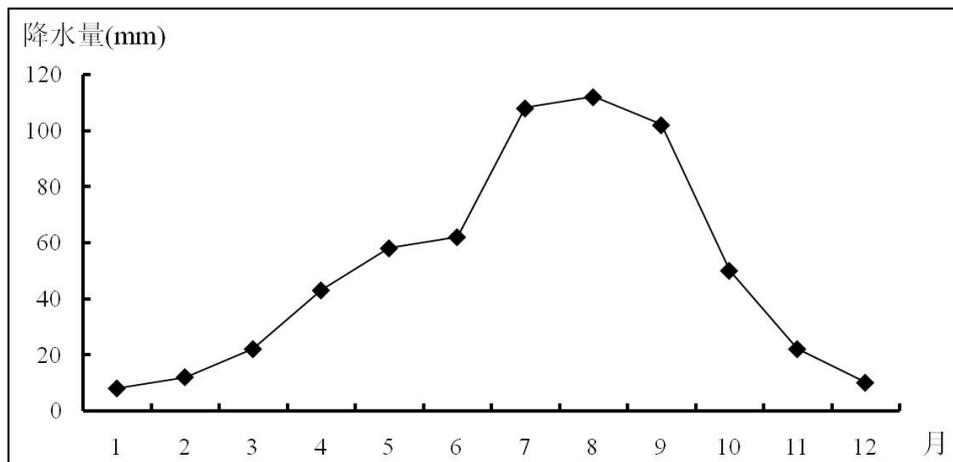


图 2.1-3 彬州市月平均降水量曲线

气象对不稳定地质体的影响主要表现为降雨，每年夏秋季总是相继出现暴雨、连阴雨。大暴雨与连阴雨是区内滑坡、崩塌的主要诱发因素，因此，区内绝大多数滑坡、崩塌均发生在夏秋两季。

## （二）水文

彬州市区内水系以泾河为主干，有 11 条支流分南北呈羽状汇入，北有四郎河、红岩河、百子沟，南有磨子河、安华沟、水帘河、西沟、南沟、太峪河、孙家河、三水河（图 2.1-4）。各河流主要特征见表 2.1-1。

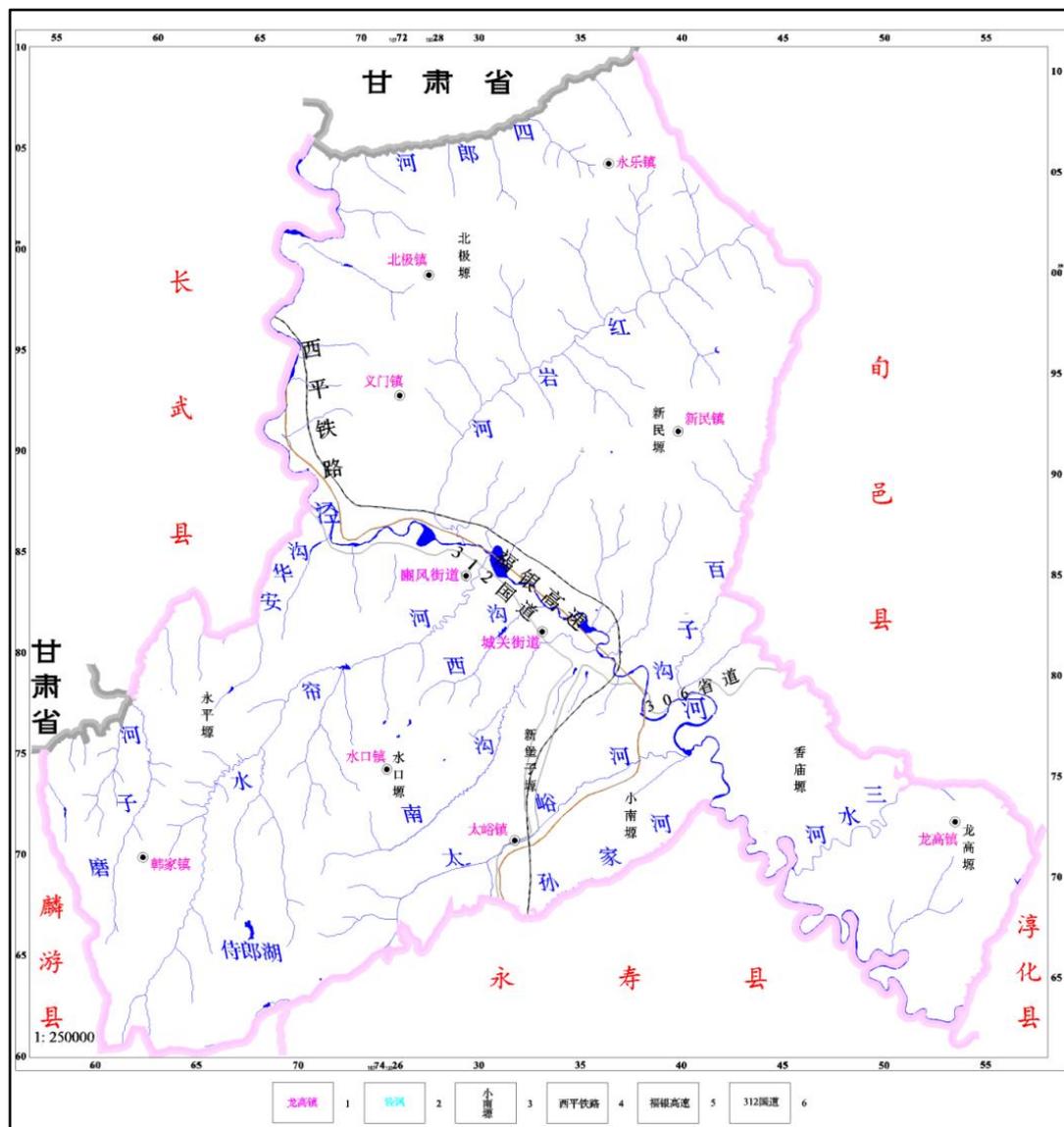


图 2.1-4 彬州市水系图

1. 乡镇名称    2. 河流名称    3. 黄土塬名称    4. 铁路    5. 高速公路    6. 国道

表2.1-1 彬州市主要河流特征值统计表

河流名称	流域面积 (km <sup>2</sup> )			河长 (km)	比降 (%)	洪峰流量 (m <sup>3</sup> /h)	洪水时间 (年、月)	常流水量 (m <sup>3</sup> /h)		径流量 (10 <sup>4</sup> m <sup>3</sup> )			
	市内面积	市外面积	合计					枯水	常水	市内		市外	合计
										市内径流量	径流模数		
四郎河	81.27	651.25	732.52	30.50	7.94					560.60	6.898	4030.31	4590.91
红岩河	207.71	509.51	717.22	22.50	9.00	1180		0.183	0.357	1434.44	6.906	3519.09	4953.53
百子沟	55.15	188.55	243.7	21.50	12.30	1270	1954.9	0.049	0.188	380.48	5.593	1300.80	1681.28
三水河	39.16	1279.84	1319	11.00	6.91	1160	1960.7	0.925	4.948	270.20	6.899	8830.89	9101.10
磨子河	73.42	69.58	143	22.80	12.50					265.33	7.699		565.33
安华沟	14.25	8.05	22.3	15.00	21.50					109.73	7.700	61.73	171.46
水帘河	161.34	20.81	182.15	39.70	10.80	691	1954.8	0.0632	0.325	1250.70	7.751	182.61	1433.31
西沟	21.62		21.62	10.00	18.50					162.15	7.500		162.15
南沟	49.53		49.53	19.50	19.70	386	1954	0.031	0.056	354.14	7.150		354.14
太峪河	91.02	134.43	225.45	29.50	14.30	265	1954	0.039	0.324	686.95	7.532	1088.23	7695.18
孙家沟	12.05	39.45	51.5	10.00	23.90					97.27	7.657	302.08	394.35
泾河	376.68	38396.11	38772.79	104.00	2.47	8150	1996	19.33	131.33	2447.29	6.497	161647.62	1640954.91
合计	118320	41294.64	42477.84	321.00						8314.28		180883.37	18997.63
说明	数据资料来源于《咸阳市彬州市地质灾害风险调查评价报告》												

彬州市境内最大的河流是泾河，也是渭河第一大支流。发源于宁夏六盘山东麓泾源县境，流经平凉、彬州市，于陕西省高陵区南入渭河。由北极镇流入彬州市，自西而东经过义门镇、城关镇、炭店镇，由龙高镇流入淳化县，将全市分为南北两塬一道川。市境内长 104km，流域面积约 376.68km<sup>2</sup>。平均流速 1.2m/s，最大流速 4.73m/s，最小流速 0.24m/s。平均径流深为 42.1mm，年平均流量 57.6m<sup>3</sup>/s，最大洪峰 8150m<sup>3</sup>/s，最小流量 1.0m<sup>3</sup>/s。夏秋多暴雨，故以洪水猛、泥沙多著称。多年平均年径流量 0.24×10<sup>8</sup>m<sup>3</sup>。泾河由矿区北端流过，河谷较宽，河面平缓，其动态随季节变化，年平均流量为 57.70m<sup>3</sup>/s，枯水期最小流量为 1m<sup>3</sup>/s，洪水期最大流量为 15700m<sup>3</sup>/s，每年的 8~9 月为丰水期，接受大气降水补给，流量显著增大。水质为 HCO<sub>3</sub>~Na·Mg 型至 SO<sub>4</sub>·Cl·HCO<sub>3</sub>~Na·Mg 型，矿化度 0.35~0.87g/l，属淡水。

矿区范围内主要有两条河流（图 2.1-5），其一是水帘河（照片 2.1），水帘河为泾河支流，常年流水，流量为 0.014~2.40m<sup>3</sup>/s，历史最高洪水位为 853m，最窄处流量最大为 58.08m<sup>3</sup>/s，自南向北流入泾河。石岭子沟由南向北穿越井田东部，石岭子沟小溪流虽流量不大（一般为 0.004~0.867m<sup>3</sup>/s），但常年流水，自井田南部向北西方向径流入泾河。地表河流除接受大气降水补给外，径流量主要由新近系、第四系松散层潜水和白垩下统洛河组承压水-无压水补给，在局部沟谷露头处以泉水、渗流形式向地表水排泄。

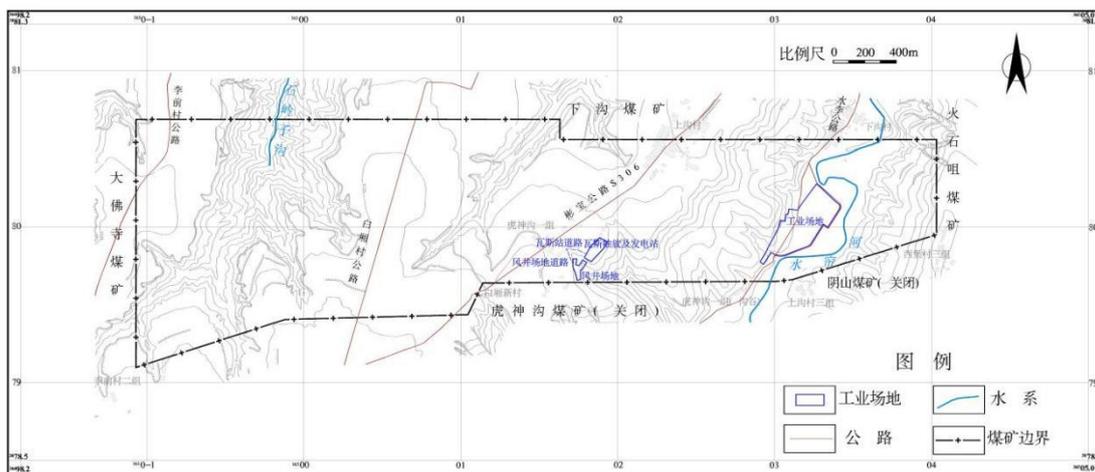
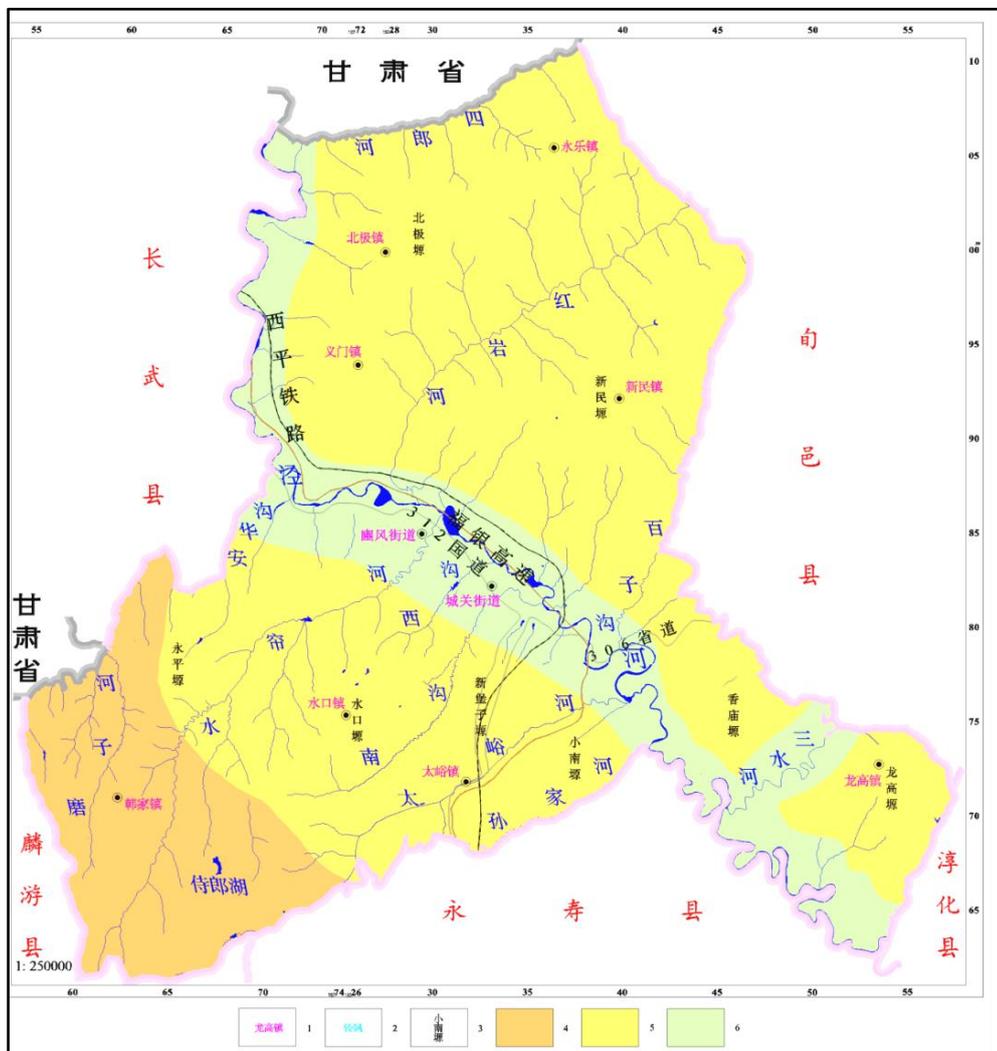


图 2.1-5 矿区周边水系图



照片 2.1 水帘河（镜向 75°）

### （三）地形地貌



1.乡镇名称 2.河流名称 3.黄土塬名称 4.黄土梁峁区 5.黄土塬区 6.河谷阶地区

图 2.1-6 彬州市地形地貌图

彬州市地势南北高，中间低，微向东南倾斜，高程 680~1453m。韩家镇北湾村的毛英圪达海拔 1453m，是全市最高点，龙高镇的陵滩海拔 680m，是全市最低点。调

查区内地貌景观，严格受基底构造所控制。按地貌形态特征及成因，区内地貌可划分为河谷阶地、黄土梁峁、黄土塬三大地貌单元（图 2.1-6）。

水帘洞煤矿位于彬长矿区南部，主要为梁塬沟壑地貌（图 2.1-7），地形切割严重，坡陡沟深，地势总体呈南高北低之势，基本地貌有黄土塬和黄土梁峁两种（见照片 2.2、2.3）。黄土塬在矿区分布广泛，主要分布于西部的李前村三组一带，中部的白厢村和上沟村周边，东部的西堡村三组以东地区，高程+1050~+1200m，最高点位于矿区西南角李前村二组黄土塬上。塬面开阔平坦，占矿区面积的 53.6%；黄土梁峁主要分布于白厢村两侧与下沟村地区，沟壑底高程+850~+870m，最低点位于矿区西北部石岭子沟底。黄土梁峁沟底与塬面平均高差 150 余米。其中，下沟村周围沟壑宽度较大，坡度较缓，而白厢村两侧的沟壑坡度较大，但切割深度相对较浅，占矿区面积的 46.4%。

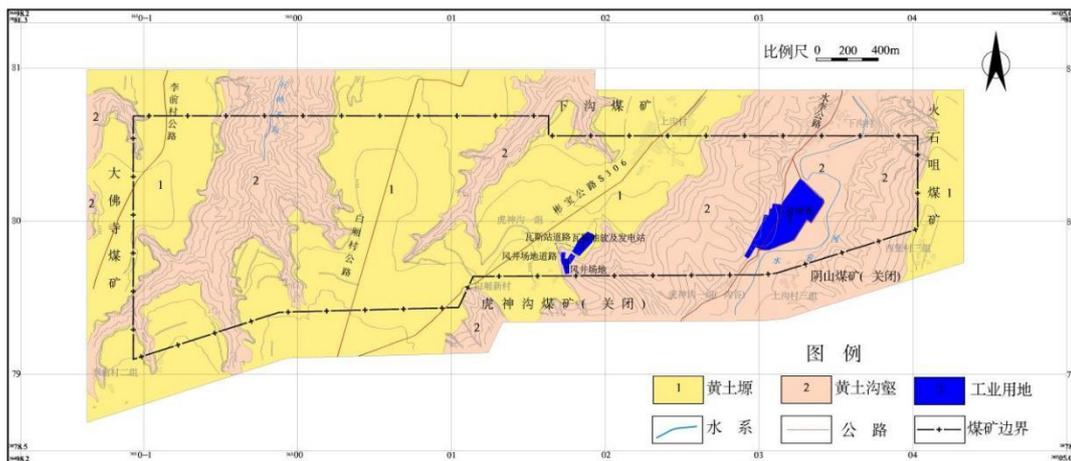


图 2.1-7 矿区地貌类型图



照片 2.2 黄土塬地貌（镜向 170°）



照片 2.3 黄土梁峁地貌（镜向 280°）

#### （四）植被

本区地处暖温带落叶阔叶林地带，主要植被类型有阔叶落叶灌丛和草本植被，区内植被稀疏，郁闭较差，覆盖率低。

植物区划属泛北植被区，华北地区的黄土高原亚地区。在组成植被的植物品种中，以华北成分占绝对优势。由于人类长期开垦，区内残存少量的天然次生灌木林，而绝大部分为人工植被。主要植物类型有：

##### 1、自然植被

乔木类：主要有山杨、杜梨、沙棘、山杏等；

灌木类：主要有紫穗槐、黄蔷薇、狼牙刺、山桃、野山楂、锦鸡儿、锦柳等；

草类：主要有紫花苜蓿、羊草、宾草、野芦苇、铁杆高、天兰、白羊草、地榆等；

草药：柴胡、远志、甘草、蒲公英、知母、车前子、茵陈、冬花、半夏等（照片 2—3）。

##### 2、人工植被

经济林：包括梨、苹果、柿子、核桃、枣、杏、葡萄、花椒等，其中苹果、梨的种植面积相对较大；

用材林：包括刺槐、杨树、榆、侧柏、油松、旱柳、垂柳等；

粮食作物：包括小麦、玉米、豆类、高粱、糜子、谷子、荞麦、马铃薯等；

经济作物：包括油菜、烤烟、花生、西瓜、蓖麻、胡麻、芝麻、荏等；

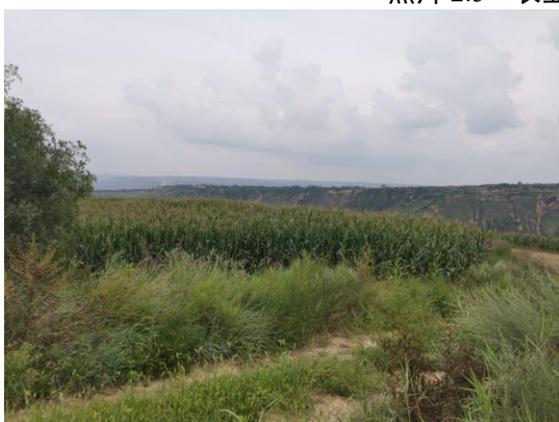
蔬菜类：包括辣椒、白菜、莲花白、红萝卜、白萝卜、洋芋等（照片 2.4~2.11）。



照片 2.4 刺槐和林草地（镜向 130°）



照片 2.5 农业植被（镜向 150°）



照片 2.6 粮食作物--玉米（镜向 90°）



照片 2.7 粮食作物--大豆（镜向 170°）



照片 2.8 经济作物--苹果（镜向 135°）



照片 2.9 粮食作物--红薯（镜向 120°）



照片 2.10 经济作物--柿子（镜向 310°）



照片 2.11 经济作物--花椒（镜向 140°）

## （五）土壤

矿区所在区域的土壤有 5 个土类、9 个亚类、17 个土属、37 个土种。主要有黑垆土、黄绵土、红土、淤土、潮土等。随地形变化，土壤呈带状和区域性、有规律地分布。

①黑垆土：此类土覆盖层厚、透水透气，耕性良好，保水保肥，潜在养分高。是区内主要农业土壤，主要分布于塬面及其他侵蚀较弱的地段，占项目区的 21.93%。

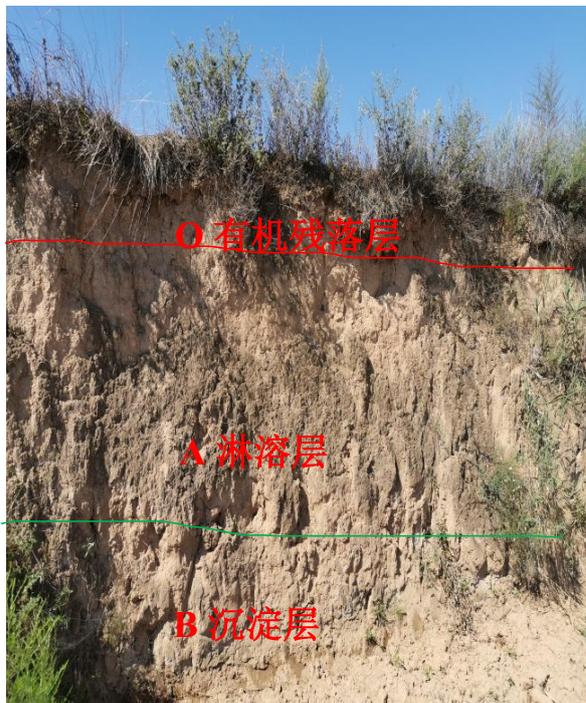
②黄绵土：集中分布在塬面沿沟坡上，质地均匀细密，团块状或破碎状结构，疏松多孔，其耕性良好，田间持水量大，适种范围广，抗旱能力强，是区内主要农业土壤之一。该区表层土壤 PH 值 7.6~8.4，土壤容重 1.20~1.48g/cm<sup>3</sup>，有机质含量变幅为 6.8~18.6mg/kg，占项目区的 63.31%。

③红土：由于河道下切，第四系新黄土被侵蚀殆尽，使黄土中的红色条带裸露出地表，经自然熟化和人为耕作熟化形成，主要分布在沟道的中下部，占项目区的 8.27%。

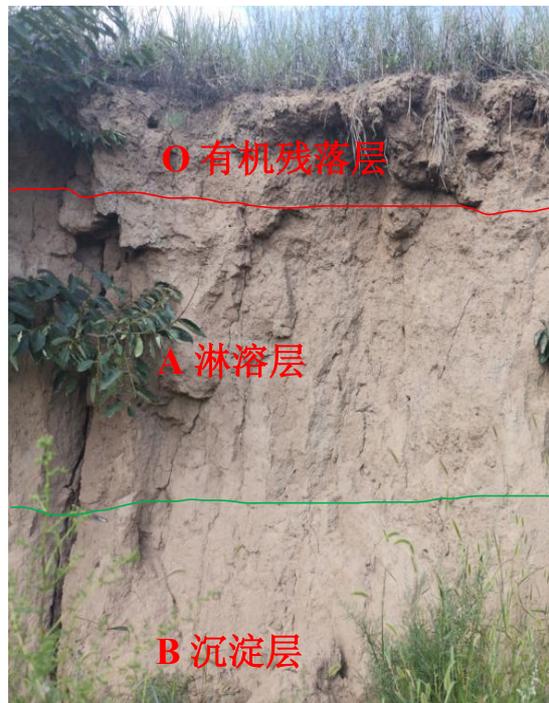
④淤土：淤土是发育在泾河及其支流（水帘河）新近沉积物上的幼年土壤，肥力

瘠薄，不耐旱，占项目区的 6.42%。

⑤潮土：主要分布在河滩上。成土母质为冲积、沉积物。地下水位高达 1.5~2 米，由于地下水的季节性升降运动，氧化还原过程交替频繁，土层中呈明显的锈纹锈斑，质地粘重，通气性差，土性凉，养分转化困难，占项目区的 0.08%。



照片 2.12 虎神沟村一组耕地土壤剖面（镜向 190°）



照片 2.13 白厢村二组林草地土壤剖面（镜向 171°）

本次现场踏勘，选取矿区内两个土壤剖面开挖点进行剖面观测。从观测可知（照片 2.12、2-13），本矿区土壤有机残落层（O 层）、淋溶层（A 层）和沉淀层（B 层）分层较为明显，土壤有机残落层厚度约 10~30cm，颜色为灰棕色或暗灰棕色，粒状、团块状结构，在耕地剖面为黑垆土，在林草地剖面为黄绵土；其下为稍有碳酸钙的淋溶层和淀积层，以黄绵土为主，土壤颗粒主要由 0.25mm 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%。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。土壤剖面呈石灰性。碳酸钙含量 90~180g/kg，上下土层比较均匀，阳离子交换量 6~12cmol(+) / kg，保肥能力较弱。

## 二、矿区地质环境背景

### （一）地层岩性

#### 1、区域地层

彬长矿区地层区划属华北地层区鄂尔多斯盆地分区。位于陕西省黄陇侏罗纪煤田西部，鄂尔多斯盆地西南缘，包括彬县全境和长武县南部的的主要含煤区域。在构造位置上分属陕北斜坡旬邑坳陷西部，渭北隆起带北缘，西部褶皱带东侧，地质构造较为简单，总的形态为一向北西缓倾的单斜构造。

根据地质填图及钻孔揭露，矿区地层由老到新有：三叠系上统胡家村组（ $T_{3h}$ ）、侏罗系下统富县组（ $J_{1f}$ ）、侏罗系中统延安组（ $J_{2y}$ ）、直罗组（ $J_{2z}$ ）、安定组（ $J_{2a}$ ），白垩系下统宜君组（ $K_{1y}$ ）、洛河组（ $K_{1l}$ ）、华池组（ $K_{1h}$ ），新近系及第四系（表 2.2-1）。

#### 2、矿区地层

水帘洞井田处于彬长矿区，地层区划属陕甘宁地层区鄂尔多斯地层分区，为全掩盖式煤田，地表多被新近系和第四系地层覆盖。从东南向西北沿沟谷依次出露三叠系上统胡家村组（ $T_{3h}$ ），侏罗系下统富县组（ $J_{1f}$ ），侏罗系中统延安组（ $J_{2y}$ ）、直罗组（ $J_{2z}$ ）、安定组（ $J_{2a}$ ），白垩系下统宜君组（ $K_{1y}$ ）、洛河组（ $K_{1l}$ ）、新近系及第四系地层（地质剖面见图 2.2-1）：

由老至新分述如下：

##### （1）三叠系上统胡家村组（ $T_{3h}$ ）

岩性为灰~深灰色泥岩、粉砂岩夹灰绿色中厚层状中细粒长石砂岩，底部夹油页岩薄层。泥岩质纯细腻，水平层理发育，砂岩分选好，胶结致密，具均匀层理及波状层理，钻孔未见底。

##### （2）侏罗系下统富县组（ $J_{1f}$ ）

岩性为灰~灰绿色及紫杂色泥岩，花斑状，含铝质，具鲕粒，松软，易破碎，底部常含三叠系砂质泥岩角砾。本组厚度变化较大，部分地段缺失，一般 10~35m，与下伏三叠系假整合接触。

##### （3）侏罗系中统延安组（ $J_{2y}$ ）

为本区含煤地层。岩性为灰—深灰色泥岩、砂质泥岩、粉细砂岩与灰白色中-粗粒砂岩互层，中夹炭质泥岩及煤层。一般 37~70m，最大 71.20m。与下伏富县组呈假整合接触，或超覆于三叠系之上。

表 2.2-1 彬长矿区地层一览表

地层系统			代号	厚度 (m)	岩性简述	本井田分布情况
系	统	组				
第四系	全新统		Q <sub>4</sub>	0~20	砾石、砂土及冲积层。	局部分布
	上更新统	马兰组	Q <sub>p</sub> <sup>m</sup>	7~15	土黄色粉砂质黄土、松散状。质均，大孔隙度。	局部分布
	中更新统	离石组	Q <sub>p</sub> <sup>l</sup>	60~130	黄色粉质粘土，夹 15~18 层古土壤层。致密，较 Q <sub>p</sub> <sup>m</sup> 坚硬，含蜗牛化石。	全井田分布
	下更新统	午城组	Q <sub>p</sub> <sup>w</sup>	0~45	粘土质黄土，下部有 5-7 层古土壤层，并夹有钙质结核层。为冰积物形成。	局部分布
新近系			N	40~100	棕红色粘土，富含大量海绵状钙核。	全井田分布，泾河沿岸有出露
白垩系	下统	华池组	K <sub>1h</sub>	91.55~528.06	紫红色泥岩夹同色细粒砂岩，井田主要沟谷有出露。	井田仅西部分布，主要沟谷有出露。
		洛河组	K <sub>1l</sub>	63.64~762.96	紫红色中~细粒砂岩夹泥岩及砂砾岩，巨厚层状，具大型斜层理及交错层理。	井田仅西部分布，无出露
		宜君组	K <sub>1y</sub>	0~75.68	棕红色块状砾岩，成分主要为石英岩、花岗岩及少量的变质岩块。	井田仅西部分布，无出露
侏罗系	中统	安定组	J <sub>2a</sub>	0~108.88	紫红、灰绿色杂砂岩夹砂质泥岩及泥灰岩透镜体。	井田仅西部分布，无出露
		直罗组	J <sub>2z</sub>	0~84.79	蓝灰、灰绿色粗砂岩，上部夹暗紫色泥岩，蓝灰色为该层的主色调，底部有一层灰白色中、粗粒长石砂岩。	全井田分布，无出露
		延安组	J <sub>2y</sub>	0~150.70	分为三段。第一段灰色泥岩含 4 煤层，底部为灰褐色铝质泥岩富含植物根系化石；第二段浅灰色砂泥岩互层，含 4 上煤。第三段含 1、2、3 煤层。	全井田大部分布，无出露
	下统	富县组	J <sub>1f</sub>	0~43.95	下部中粗砂岩、角砾岩，上部紫红色铝土质泥岩。	全井田局部分布，无出露

三叠系	上统	胡家村组	T <sub>3h</sub>	35~123.56	灰绿色中细砂岩夹泥岩，含灰质结核。泥岩为黑色、黑灰色质细、致密，水平层理极其发育，稍微风化即成“镜片”。	全井田分布，地表无出露
-----	----	------	-----------------	-----------	--	-------------

(4) 侏罗系中统直罗组 (J<sub>2z</sub>)

本组上部为紫杂色及灰绿色泥岩夹灰绿色砂岩；下部为灰绿色-灰白色含砾粗砂岩夹灰绿色砂质泥岩；底部为含砾粗砂岩-细砾岩。砂岩成份以长石石英为主。本组厚度 14.05~44.05m，平均厚 29.26m，与下伏延安组地层假整合接触。

(5) 侏罗系中统安定组 (J<sub>2a</sub>)

岩性为紫红色、棕红色砂质泥岩、粉细砂岩夹浅棕红色、紫灰色砂岩，底部为巨厚层状含砾粗砂岩-细砾岩。砂岩以长石石英杂砂岩为主，钙质与铁质胶结，结构疏松，层理不清，沿裂隙分布有网状钙膜，含大量钙质结核和蓝灰色斑点。本组仅在井田西部区域分布，厚度 13.25~79.25m，平均厚度 49.91m，与下伏直罗组地层整合接触。地层厚度由井田西部向东部区域逐渐变薄至井田中部区域尖灭。

(6) 白垩系下统宜君组 (K<sub>1y</sub>)

岩性为紫灰色、浅紫红色巨厚层状中—粗砾岩夹含砾粗砂岩透镜体。砾石成分主要为石英及花岗岩块，分选差，次圆状，砂泥质充填，钙质、硅质胶结。本组仅在井田西部区域分布，在东部区域缺失。井田西部厚度 5.65~19.75m，平均厚 13.19m，与下伏安定组为假整合接触。

(7) 白垩系下统洛河组 (K<sub>1l</sub>)

岩性为棕红色巨厚层状—厚层状细、中粗粒长石砂岩夹砾质砂岩及暗棕红色泥岩。砂岩分选好，次棱角状，钙质、铁质胶结，疏松，具板状交错层理和楔状交错层理，为河流相沉积，是区内主要含水层。本组本组仅在井田西部区域分布，东部区域缺失，井田西部厚度 43.30~67.45m，平均 55.61m，与下伏宜君组为连续沉积（图 3-5~图 3-6）。

(8) 新近系 (N)

岩性为棕红色—浅褐色粘土、砂质粘土，底部为浅棕红色砂砾岩层，中下部砂质粘土中含哺乳动物化石。厚度 71.00~141.25m，平均 110.30m，与下伏地层均为不整合接触。

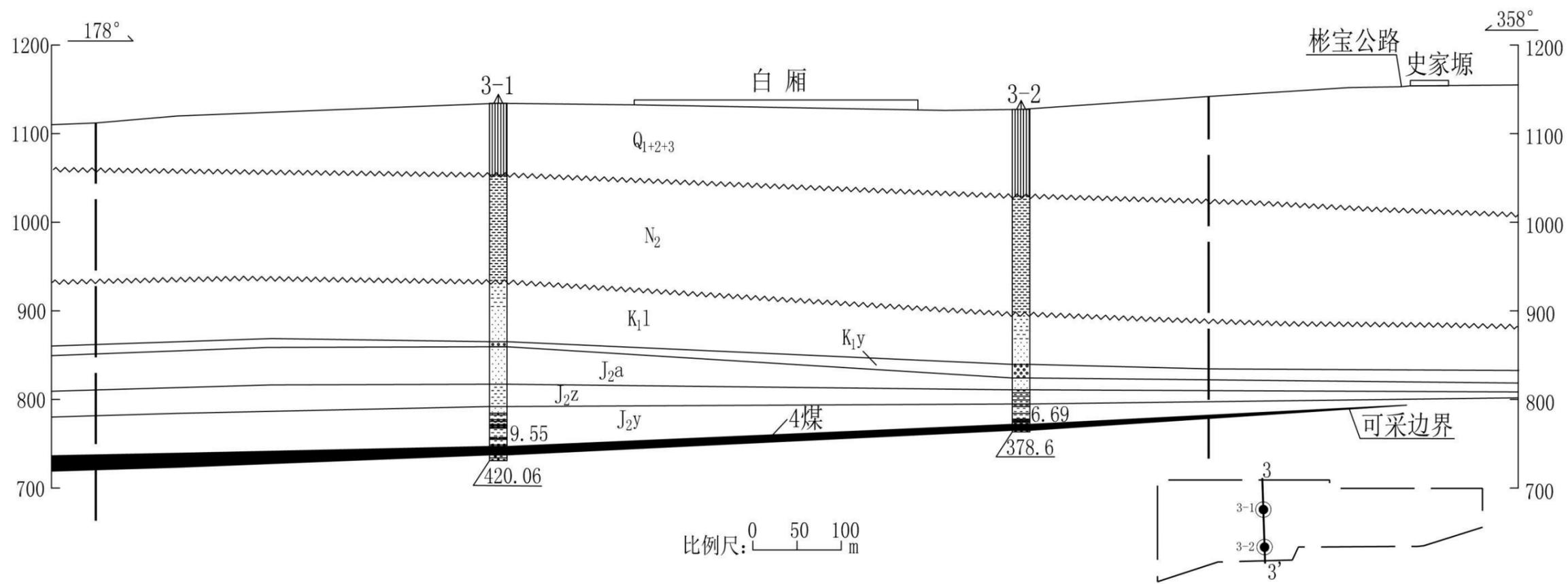


图 2.2-1 3—3'勘探线地质剖面图

(9) 第四系 (Q)

煤矿内广泛分布，包括下更新统 (Q<sub>1</sub>)、中上更新统 (Q<sub>2+3</sub>) 及全新统 (Q<sub>4</sub>)。

①下更新统 (Q<sub>p<sup>1col</sup></sub>)

为灰黄色、浅黄色粉砂质粘土与褐红色古土壤层互层，下部砂质粘土中含砾石，底部为砂砾石层。一般厚度 50m，与小章沟组不整合接触。

②中上更新统 (Q<sub>p<sup>2=3col</sup></sub>)

为浅棕黄色黄土，夹 10 多层浅棕红色古土壤，下部古土壤层密集，上部古土壤层稀疏，平均厚度 80m 左右。顶部 Q<sub>3</sub> 为淡黄色粉砂质粘土，疏松，具大孔隙，垂直节理发育，含蜗牛化石，在塬面堆积，平均厚度 7m。

③全新统 (Q<sub>h</sub>)

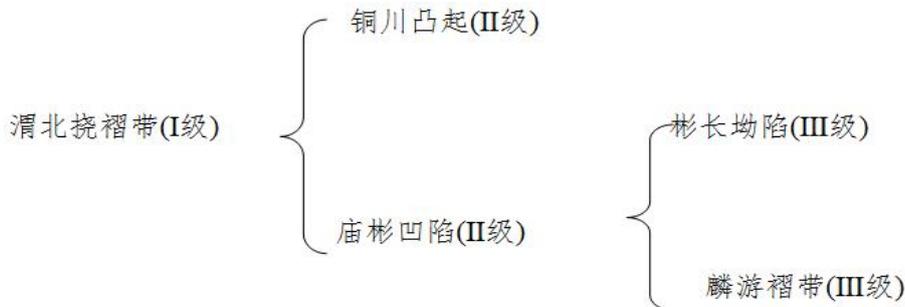
分布于河床、沟谷及两岸阶地，为近代冲积层及坡积层。主要由砾石、砂、粉质粘土组成，最大厚度 26.20m，与下伏地层不整合接触。

(二) 地质构造

1、区域地质构造

彬长矿区位于鄂尔多斯盆地南部渭北挠褶带北缘。鄂尔多斯盆地在晚三叠世从华北地台分离出来，形成一个独立的构造单元。渭北挠褶带属盆地 I 级构造单元，据石油系统划分意见，以蒿店—御驾宫大断裂为界，以南称铜川凸起，以北称庙彬凹陷，属盆地 II 级构造单元。

庙彬凹陷又以构造特征及煤层发育程度的差别，进一步分为彬长拗陷与麟游褶带，属盆地 III 级构造单元，其界线东以太峪背斜为界，向西至阁头寺、两亭背斜一线（图 2.2-2）。各级构造单元的关系如下：



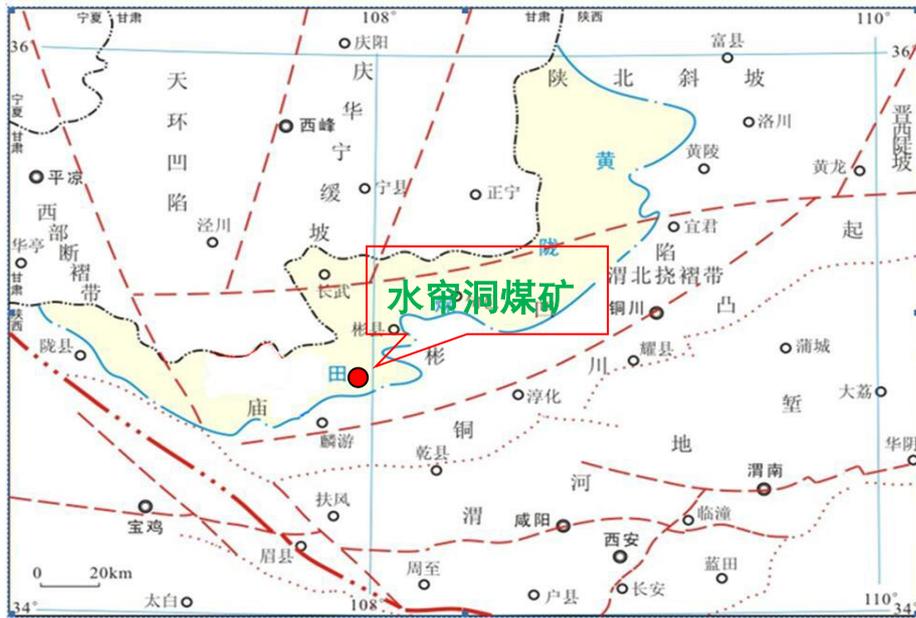


图 2.2-2 区域构造分区图

## 2、矿区地质构造

水帘洞煤矿位于大佛寺向斜南翼，煤系地层形态为向北倾斜的单斜构造，走向近东西，仅局部有小的波状起伏；地层倾角平缓，一般 $5\sim 7^\circ$ ，西部稍大，为 $12\sim 15^\circ$ 。本区侏罗系以上地层未经受强烈的构造挤压和变形，构造较为简单（图 2.2-3）。

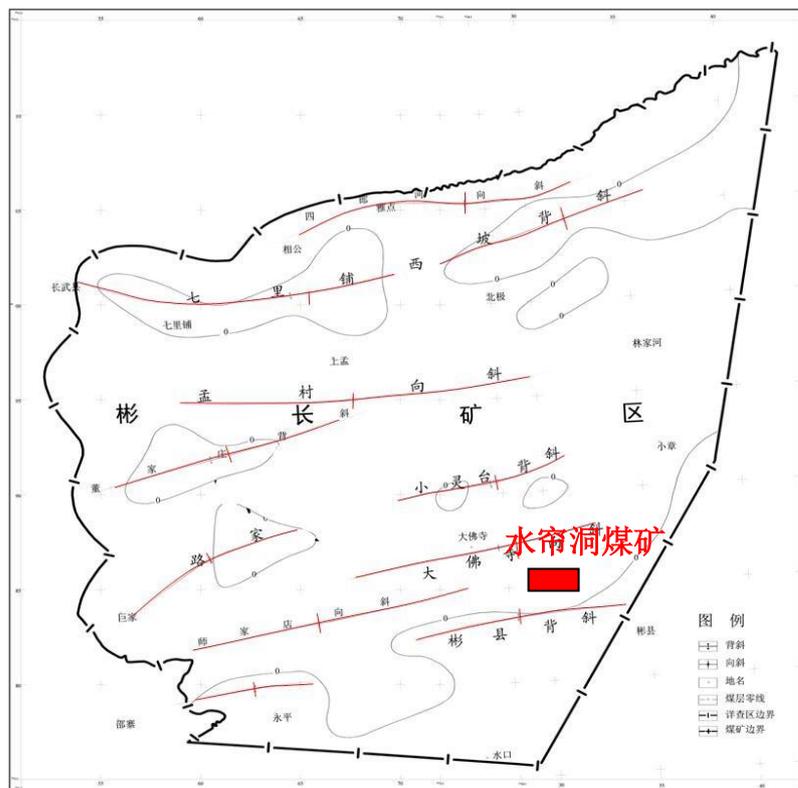


图 2.2-3 矿区构造纲要图

### （1）褶曲

褶皱是控制矿区构造格局的主体。水帘洞煤矿位于大佛寺向斜南翼，煤系地层形态为向北倾斜的单斜构造。煤矿地表及钻探过程中未见明显褶皱发育，且未做过三维地震勘探。在实际生产过程中，通过对煤层底板等高线的分析，煤岩层产状基本稳定，有小型褶皱存在，且数量较少。据统计，小型褶皱产状为向斜走向 NE45°，倾向 NE135°，倾角 30~50°，呈南北向，向东西方向呈单斜分布；背斜走向 NE60°~75°，倾向 NE150°~165°，倾角 40°，呈南北向，向东西方向呈单斜分布（表 2.2-2）。

表 2.2-2 主要褶皱形态特征表

褶皱名称	位置	轴向	长度	倾角
大佛寺向斜	彬县背斜及路家~小灵台背斜之间	NEE	30km	南翼倾角 4°~9°，北翼倾角 1°~3°
彬县背斜	水帘洞煤矿田井边界南侧	NEE	9km	南翼倾角 1°~2°，北翼倾角从西至东由 4°增至 9°

### （2）断层

煤矿地表及钻探过程中未见断层，煤矿开采以来，在巷道掘进及工作面回采中发现了具有一定规模的小型断层，共揭露断层 198 处，绝大部分分布井田中部及西翼北区（图 2.2-4，均为 4 煤生产过程揭露断层，所揭露断层落差大于 5m 断层 11 条，绝大部分落差小于 5m 小型断层，延伸短，断层性质以倾角大于 45°的高角度正断层为主。在平面上，受区域构造应力控制井田内断层走向主要有北北西或北西西平行排列的趋势。由于区内煤层较厚，断层落差较小，为层间断层，对煤矿工作面布置不大。

煤矿内揭露的比较可靠的较大断层有 4 条，现分述如下：

#### ①F1 断层

该断层位于三采区轨道大巷附近，断层性质为逆断层。断层走向 NWW，倾向 NE，倾角约为 55°，最大落差约为 14.6m，延展长度约 200m，属可靠断层。

#### ②F2 断层

该断层位于三采区轨道大巷附近，断层性质为正断层。断层走向 NWW，倾向 SE，倾角约为 55°，最大落差约为 4.5m，延展长度约 200m，属可靠断层。

#### ③F3 断层

该断层位于三采区运输大巷附近，断层性质为正断层。断层走向 NW，倾向 SW，

倾角约为  $66^\circ$ ，最大落差约为 12m，延展长度约 200m，属可靠断层。

#### ④F4 断层

该断层位于三采区东南部附近，断层性质为正断层。断层走向 NE，倾向 SE，倾角约为  $46^\circ\sim 60^\circ$ ，最大落差约为 8m，延展长度约 1200m，属较可靠断层。

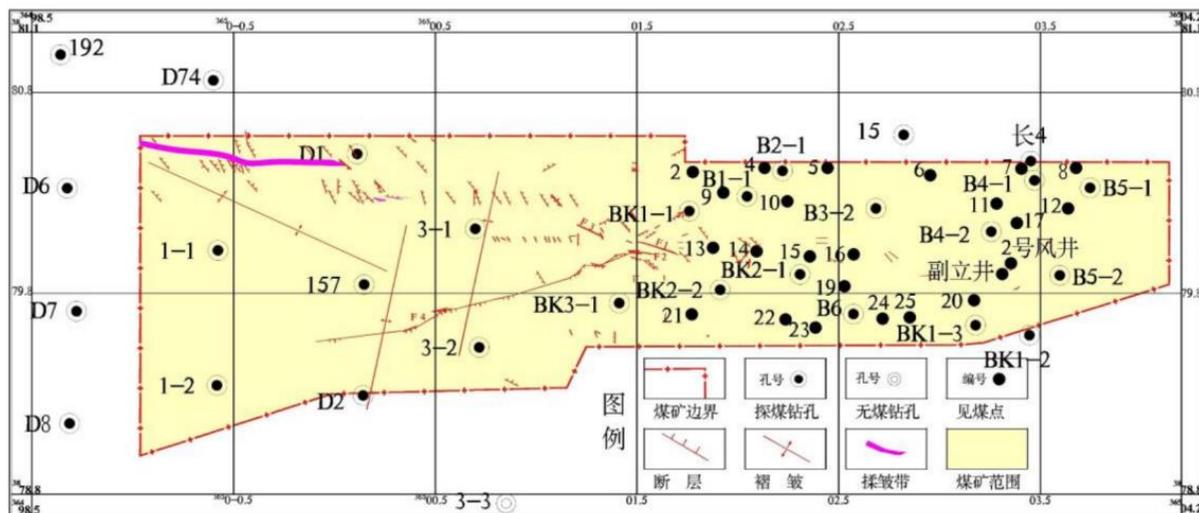


图 2.2-4 水帘洞煤矿小断层分布示意图

### （三）地震

据历史记载，区内无破坏性地震记录。1976 年 8 月 16 日，四川松潘、平武间发生 7.2 级地震，彬县有震感，2008 年 5 月 12 日四川汶川发生的 8.0 级大地震，彬县有明显震感，少数房屋有裂缝及破坏现象。根据 2015 年国家地震局颁布的《中国地震动参数区划图》（GB18306-2015）本区地震烈度为 VI 度，峰值加速度为  $0.05g$ ，地震动反应谱特征周期为  $0.45s$ 。考虑到汶川地震，本区震感明显，建议按 VII 度区进行建筑设防。

### （四）水文地质

受区域水文地质的控制，煤矿显示了与区域水文地质特征的一致性，但由于受地层分布、埋藏及其地貌的影响，又显示了小区域的差异性。根据地下水的埋藏条件及含水介质，将区内地下水划分为三种类型，即：松散岩类孔隙水，碎屑岩类孔隙裂隙水，碳酸盐岩类岩溶裂隙水。较厚层泥岩和粘土岩为隔水层（图 2.2-5）。

#### 1、含水层

##### （1）第四系孔隙潜水含水层（ $Q_h$ ）

水帘洞西区第四系主要为黄土塬与沟壑相间地貌，地形切割严重，坡陡沟深。黄土塬区上部为新黄土层，透水而不含水；中部为老黄土层，孔隙性稍好，可形成弱的含水层，含水层厚度约 30m，富水性弱；下部为古黄土层，较致密，具隔水性，为隔水层，厚度约 50m。

西区北部中间部分为深沟，第四系直接覆盖于基岩之上，倾角不大易形成承托型蓄水构造，由大气降水直接渗入补给，由于河床第四系全新统松散层与下伏的白垩系含水层之间无明显隔水层，存在水力联系。

### （2）新近系孔隙、裂隙承压水含水层（N）

该组地层上部为粘土及砂质粘土组成的较好的隔水层，厚度约 100m；下部为固结—未固结的中粗粒碎屑岩（物）组成的相对含水层，厚度约 10m，广泛分布于各沟谷基岩之上，出露泉水较多，流量 0.5~0.005L/s，富水性变化较大，常与下部基岩中含水层接触，形成联合式蓄水构造，使水力性质和补、径、排关系趋于多样化，以大气降水补给为主。水质为  $\text{HCO}_3\text{-Na}\cdot\text{Mg}$  型，矿化度一般为 0.3g/l，属于淡水。

### （3）白垩系下统洛河、宜君组层状裂隙承压水含水层（ $\text{K}_{1y}$ 、 $\text{K}_{11}$ ）

洛河、宜君组中粗砂碎屑岩含水层仅分布在矿井西部，在井田东部区域缺失。该含水层为裂隙承压含水岩组，是本区主要含水岩组，两组地层为统一的含水层。由占该组总厚 70%~80%的中、粗粒砂岩系构成稳定的含水层。据邻矿下沟煤矿抽水资料，地下水位标高为+820.51m，出水层段厚度 21.10m，渗透系数  $K=0.074\sim 0.908\text{m/d}$ ，单位涌水量为 0.0574~0.7484L / s.m，PH 值 7.9，属于  $\text{SO}_4\text{-Na}$  型水。含水层富水性弱至中等。临近的大佛寺煤矿建立了宜君组及洛河组水文长观孔，目前宜君组水位长观孔 D40303 监测的水位标高为+904.09m~+921.56m；洛河组水文长观孔监测的水位标高为+911.22~+961.56m。

从水帘洞东翼南区水文补勘成果，水帘洞东翼洛河组地层缺失，以往对其进行抽水试验时由于无水未能获取其水文地质参数，钻探揭露的各孔均未见水。从水帘洞煤矿井下探放水结果看，对洛河组实施的顶板水疏放孔一般无水。上述资料表明，水帘洞煤矿上覆的宜君组及洛河组含水层虽然富水性中等~弱，但含水层一般无水。

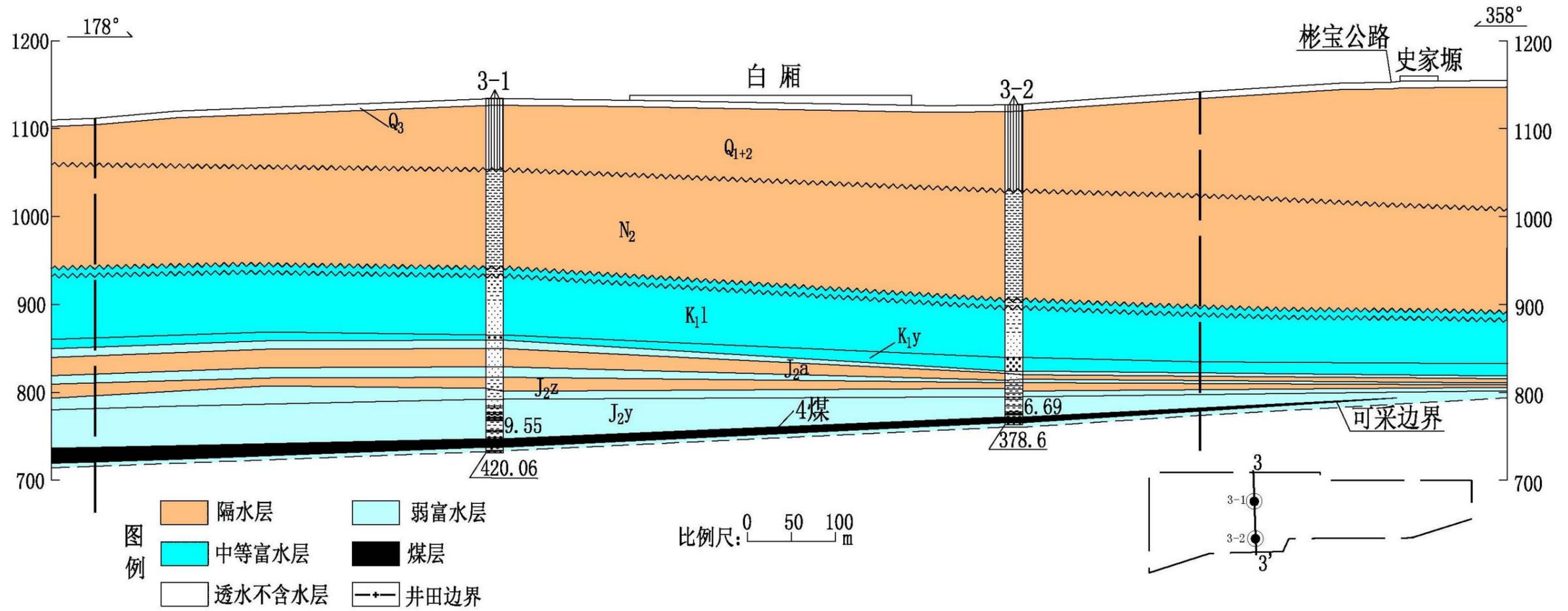


图 2.2-5 3-3'勘探线水文地质剖面图

(4) 侏罗系中统安定、直罗组层状裂隙承压水含水层 (J<sub>2a</sub>、J<sub>2z</sub>)

本岩组包含 3 个含水层,即安定组中部含水层、安定组底部含水层(厚度 3~16m)、直罗组底部含水层(厚度 10.3~19.3m)。本矿井无抽水试验资料。根据临矿大佛寺直罗组抽水试验资料,单位涌水量为 0.00005~0.000076L/s.m, K=0.00053m/d, 富水性弱。根据相邻下沟煤矿的 198、165 孔抽水试验资料,单位用水量 q=0.0005~0.00086L/s.m, 表明其富水性也非常微弱。根据水帘洞东翼补勘成果,安定组仅分布于井田西部,东部区域缺失。

安定、直罗组层状裂隙承压水含水层富水性弱,地下水交替非常缓慢,但在部分深沟地段通过上部洛河、宜君组层状裂隙承压水含水层与大气降水有联系,对煤层开采有一定影响。

(5) 侏罗系中统延安组层状裂隙承压水含水层 (J<sub>2y</sub>)

延安组存在两个含水层段,即 4 煤层上部和 4 煤层顶部中粗砂岩、砂砾岩含水岩组(累计厚度为 19.82m)。两个含水层相距较近,厚度不大,有些地段合成一个含水层,本矿井 3-1 号孔抽水试验一次,水被抽干。据临区大佛寺煤矿抽水资料,单位涌水量 0.00002~0.0026L/s.m, 邻矿下沟煤矿井检 2 孔抽水资料,单位涌水量 q=0.000331L/s.m, K=0.000518m/d, 均说明该含水层富水性弱。

矿井东部南翼补勘针对直罗组和延安组含水层做了 2 层次的混合抽水试验(表 2.2-3),单位涌水量 q=0.00013~0.006 L/s.m, 渗透系数 k=0.00018~0.00841m/d, 证明(直罗组+延安组)含水层富水性弱,水化学类型为 CO<sub>3</sub>·Cl-Na、CO<sub>3</sub>·HCO<sub>3</sub>-Na。

表 2.2-3 抽水试验成果表

孔号	抽水层段	降深次序	水位降深 (m)	单位涌水量 (l/s.m)	渗透系数 (m/d)	矿化度 (mg/l)	水化学类型
BK2-2	全基岩段 (J <sub>2z</sub> +J <sub>2y</sub> )	1	3	0.0060	0.00841	324	CO <sub>3</sub> ·HCO <sub>3</sub> -Na
		2	6	0.0045	0.00742		
		3	9	0.0037	0.00653		
BK3-1	全基岩段 (J <sub>2z</sub> +J <sub>2y</sub> )	1	45.65	0.00013	0.00018	620	CO <sub>3</sub> ·Cl-Na

2、隔水层

(1) 第四系黄土隔水层: 第四系下部为古黄土层,较致密,具有隔水性。

（2）安定、直罗隔水层组包含三个隔水层，分别为安定组上部隔水层、安定组中部隔水层和直罗组上部隔水层，其中安定组上部隔水层主要成分为泥岩和粉砂岩，位于白垩系宜君砾岩含水层之下，为湖泊相沉积物，分布稳定，钻孔均有揭露，厚度8.2~17.3m，是本矿井开采4煤层的直接隔水层。

正常情况下，上述隔水层的隔水能力强，能够阻隔上部含水层与下部延安组含水层无之间的水利联系，但局部地段，开采4煤的冒落带可能波及安定、直罗组，可通过冒落带与延安组含水层沟通，对开采4煤不利。

（3）延安组4煤层顶、底部隔水层组，4煤层上部顶板隔水层，厚度变化较大，且不稳定。底部隔水层相对稳定，隔水性能好。

### 3、地下水补、径、排条件

（1）第四系冲积层主要分布于泾河、黑河河谷中，呈带状分布，属现代河流冲积物，并直接覆盖于洛河组砂岩含水层之上，中间不存在有效隔水层。相邻下沟矿抽水试验资料表明，该含水层与地表河水存在直接的水力联系。该含水层主要接受大气降水和白垩系下统洛河组承压~无压含水层补给，另外还有地表水和农田灌溉水的回渗补给。

（2）本井田内洛河组宜君组地层无出露，基本得不到大气降水及地表水系的补给，结合区域水文地质资料可以推断，该含水层地下水的补给主要来自区外。

（3）侏罗系地层在井田内无出露，在区内得不到大气降水及地表水系的补给，中、下统承压水表现为侧向迳流补给，并向深部运移，迳流迟缓，甚至呈滞流状态。这从侏罗系水样中的 $\text{SO}_4^{2-}$ 、 $\text{Cl}^-$ 离子含量较白垩系水样中相关离子含量高出两倍左右的特征可以得到验证。

### 4、矿井充水因素分析

#### （1）生产矿井开采过程中充水情况

水帘洞煤矿及附近生产煤矿矿井水主要来自煤层上部中粗粒砂岩含水层的砂岩裂隙内，多以渗出、滴出的方式充入巷道，水量较小。周边煤矿形成了一定面积的采空区和采空区积水，对生产有影响的虎神沟煤矿采空区积水位置积水量已基本查明，暂不会对生产产生较大影响；煤矿东部采空区也存在一定的采空区积水，但积水范围

清楚，积水量不大。从技术方面和经济方面综合考虑，水帘洞煤矿目前防治水工作难度不大。

水帘洞煤矿采用斜井开拓方式，充水方式主要为顶板冒落进水。矿井自建井以来尚未出现过灾害性突水现象。

## （2）矿井充水水源

### ①直接充水水源

侏罗系 4 号煤层上部的安定、直罗和延安组顶板砂岩含水层是开采 4 煤层的直接充水水源，为弱裂隙承压水，正常情况下，工作面水量很小。有时顶板砂岩赋存少量脉状裂隙水，少数工作面开采引起顶板冒落，脉状裂隙水泄出，造成工作面充水，因补给水源小而易于疏干。

这些含水层是开采 4 煤层的直接充水含水层，总体上来说，该含水层以静储量为主，富水性弱，补给条件差。该组合含水层直接受到 4 煤层采动影响，将是矿井直接充水水源，但其影响非常有限，采用直接疏排方案进行防治。

西区北部中间部分为深沟，第四系直接覆盖于安定、直罗组层状裂隙承压水含水层之上，通过第四系表土接受大气降水直接渗入补给，雨季接受补给强，其他季节接受补给量较少，存在水力联系。由于局部距主采煤层 4 煤层较近，可通过导水裂隙带对下部含水层进行补给，对 4 煤层开采有一定影响。是对矿井安全生产有威胁的含水层，也是矿井防治水工作的重点防治对象。

### ②间接充水水源

开采 4 煤层的主要的间接充水水源有大气降水及白垩系洛河、宜君组层状裂隙承压水含水层。

#### A、大气降水

西区北部中间地段内沟谷深切，冲沟密布，降水多成地表径流，向矿区外围排泄，部分降水补给第四系含水层并通过第四系表土直接渗入补给安定、直罗组含水层。安定、直罗组含水层再间接补给延安组。

#### B、白垩系洛河、宜君组层状裂隙承压水含水层

西区内白垩系洛河、宜君组层状裂隙承压水含水层，在雨季通过第四系表土接受

大气降水补给后，又间接补给安定、直罗组，因此，在雨季过后，井下矿井涌水量会增大。

白垩系洛河宜君承压含水层，在该区所有含水层中富水性相对较强，在局部范围内可能距其底部距 4 煤层约 150m 左右。在煤层未开采情况下，与下伏侏罗系地层无水力联系。如果开采的导水裂缝带不波及该层，则其对矿井涌水量影响不大。但在综采放顶煤一次采全高的情况下，导水裂缝带在部分地段有可能将波及到该含水层，则该含水层将会对下部含水层形成补给，由于该含水层富水性弱至中等，将成为井下矿井的主要充水水源之一。

### C、老窑水

老窑水危害是指包括老窑水、现开采或停产不久的煤矿积水以及因周边煤矿乱采滥挖与本矿串通或造成边界煤柱变薄而导致对本矿构成的充水危害、突水事故及水害威胁。如果在矿井巷道掘进或工作面回采时遭遇老窑水，在没有进行预疏放的情况下，有可能对矿井生产造成破坏。老窑水主要通过采动裂隙和构造裂隙进入矿井。老窑水危险性较大，为本矿主要水害类型。

水帘洞煤矿井田周边有五个煤矿，矿井南部虎神沟矿（已关闭）；东南部阴山煤矿（2005 年 11 月关闭）；西北部下沟煤矿；西部为大佛寺煤矿；东北部有火石咀煤矿（东部老区）。

虎神沟煤矿：虎神沟煤矿属个体矿井（于 2013 年 12 月关井），位于矿井南部，浅部开采，老空区蓄积大量静水，存在安全隐患，没有详细地质资料，总体蓄水量不祥，其采空区与水帘洞煤矿南部历史采空区相连，形成水力联系，2014 年初估算总积水量约 10 万  $m^3$ ，通过落实水害防治方案，按照探放水设计进行空区水疏放，截止 2014 年底探放水钻孔施工 6 个，累计钻探 180m，累计放水量 10.04 万  $m^3$ ，解除空区水害威胁。目前放水钻孔地点两处分别：三采南辅助运输大巷及一部卡轨车机道（二采及虎神沟空区水），涌水量分别为 6.5 $m^3/h$ 、20  $m^3/h$ ；大巷出水点：位于西轨道大巷及老区总回风巷，涌水量为 6  $m^3/h$ 。以上出水地点涌水为我矿生产用水利用，并且作为重点进行水害监测监控区段管控。

阴山煤矿：阴山煤矿属个体矿井，于 2005 年 11 月关闭，位于矿井东南部，浅部

开采，老空区蓄积大量静水，现在东区已经密闭。

下沟煤矿：下沟煤矿属彬煤公司，位于矿井西北部，浅部、深部开采，老空区蓄积静水，因矿井最北工作面开采完毕，对矿井无安全威胁。

大佛寺煤矿：大佛寺煤矿位于矿井西部，浅部、深部开采，由于煤矿严格保留安全隔离边界煤柱，对矿井西区开拓投产无安全隐患。

火石咀煤矿：火石咀煤矿位于矿井东北部，浅部开采，老空区与我矿采空区相连，蓄积大量静水，存在安全隐患，没有详细地质资料，总体蓄水量不祥，现在东区已经封闭。无水害威胁。

### 5、矿井涌水量

水帘洞煤矿自新汶矿业集团公司接管以来，自从2007年10月份开始按照技术管理规范，建立井上下水文观测系统，定期对各地点涌水量进行观测。全矿涌水量自2011年1月至2025年5月，根据观测数据，全矿涌水量为14.67-207m<sup>3</sup>/h，平均涌水量51m<sup>3</sup>/h（表2.2-4）。

表 2.2-4 矿井实测涌水量台账

年度	矿井涌水量 (m <sup>3</sup> /h)												
	1月	2月	3月	4月	5月	6月	7月	8月	9月	10月	11月	12月	平均
2011	33.98	32.38	32.71	30.95	39.05	36.37	30.74	38.11	80.53	52.70	43.53	40.15	40.93
2012	36.98	36.96	36.91	36.18	35.40	35.33	37.59	35.60	34.75	29.99	29.46	31.30	34.70
2013	29.90	29.43	29.40	30.56	70.81	185.5	111.4	42.23	35.28	33.10	33.10	33.05	55.32
2014	25.50	25.00	28.00	28.50	32.00	26.00	29.00	41.00	61.00	55.00	54.50	50.50	38.00
2015	52.50	53.50	53.00	54.00	54.50	55.00	56.00	56.50	56.00	55.50	56.00	55.50	54.83
2016	110.0	101.0	58.00	58.50	119.0	125.0	90.00	58.00	60.50	60.50	60.10	67.30	80.66
2017	207.0	101.0	57.30	59.00	52.90	62.20	54.50	55.00	55.70	51.90	51.20	51.40	71.59
2018	54.90	56.60	54.10	56.70	56.70	56.60	54.90	55.80	55.10	54.20	53.10	54.40	55.26
2019	54.00	54.50	54.30	54.30	54.50	53.90	54.40						54.27
2020	71.90	68.00	66.50	51.30	45.50	45.70	57.20	63.90	62.80	56.00	53.00	54.40	58.02
2021	55.20	71.53	71.10	58.80	57.10	54.47	45.23	52.60	57.08	57.50	51.50	51.10	56.93
2022	70.07	66.95	58.05	52.95	42.73	45.20	40.50	47.87	52.53	61.33	72.13	59.86	55.85

2023	50.10	49.00	56.00	56.30	66.60	53.80	63.20	45.00	24.30	34.00	28.00	26.00	46.03
2024	23.00	20.50	19.80	21.30	22.00	23.50	25.00	27.00	21.50	24.00	23.50	19.40	22.54
2025	16.60	14.67	17.59	17.66	13.25								

根据2011年1月至2025年5月的涌水量观测资料,东区总涌水量(原井田)为6.28~17.66 m<sup>3</sup>/h, 平均涌水量为8.20 m<sup>3</sup>/h。该水量包括部分老窑积水, 水质浑浊, 东区涌水量较稳定, 水量较小; 西区总涌水量为14.93~199.5 m<sup>3</sup>/h, 平均涌水量为43.25 m<sup>3</sup>/h; 正常情况下西区总涌水量为14.67~51.8 m<sup>3</sup>/h, 平均涌水量为30.48 m<sup>3</sup>/h, 其他高值是由于探放水所致。

根据矿井涌水量观测资料, 目前全矿井实际揭露涌水量最小14.67 m<sup>3</sup>/h, 历史最大207m<sup>3</sup>/h(探放水期间), 平均51m<sup>3</sup>/h, 涌水地点分东区和西区两部分。西区涌水主要为采空区老窑水, 东区涌水主要为虎神沟采空区老窑水及防尘水。出水点多分布在掘进工作面与回采工作面, 多为见老空区后出水, 淋水出水形式少见。矿井涌水类型分为含水层涌水、老空区涌水、生产涌水; 涌水量所占比例分别为20%、75%、5%。单个工作面涌水量一般为120 m<sup>3</sup>/d, 即5 m<sup>3</sup>/h左右。目前矿井生产形成“一采一掘”的生产规模, 矿井涌水量主要是老空区涌水量。

## （五）工程地质

### 1、岩（土）体工程地质分类及特征

矿区地处陕北黄土高原南缘, 梁、峁、残塬、沟壑及坡地均被第四系黄土覆盖, 其结构松散, 垂直节理发育, 抗剪强度及承载力低, 在自然作用下(雨水、震动等), 极易垮落流失。区内基岩零星出露于水帘河两岸及其相邻冲沟沟底。自上而下主要由第四系、白垩系及侏罗系的泥质岩及碎屑岩组成。前者成岩性差、透水性差、易风化; 后者泥钙质胶结, 结构较坚硬, 裂隙发育。

依据《煤矿床水文地质、工程地质及环境地质勘查评价标准》(MT/T1091-2008), 按单轴饱和极限抗压强度(R)可将岩石分为坚硬岩(R≥60MPa)、半坚硬岩(R=30~60MPa)及软弱岩(R≤30MPa)。根据钻孔岩心编录和岩石物理力学样品的测试结果, 将水帘洞地层划分为三大岩类五大岩组。

#### （1）松散岩类

主要包含第四系黄土和新近系红土。第四系黄土广布全区，与下伏地层不整合接触。根据岩石的岩性组合特征、力学性质和水理性质，可划分三个工程地质岩组，即砂卵石组、黄土层组、粘土层组。

#### ①砂卵石层组

分布于水帘洞河河谷地带，为第四系全新统河床、河漫滩堆积物。灰黄～黄色，湿～饱水，松散～中密，含零星砾石、卵石，具水平层理，局部夹细砂薄层。

#### ②黄土层组

分布于黄土塬梁地段，包括第四系下更新统黄土、中更新统黄土和上更新统马兰黄土。上更新统马兰黄土以粉土为主，疏松、具大孔隙，垂直节理发育，透水性好；中更新统黄土为粉质粘土，与古土壤互层，上部结构疏松，具孔隙，含不规则钙质结核，下部致密，孔隙少而小，夹多层钙质结核，具湿陷性；下更新统黄土以粘土为主，含钙质结核，不湿陷，结构致密，强度高，与上覆中更新统黄土之间的界面是一种常见的黄土层内滑动面。另外，塬边缘地形坡度大，水土流失严重，植被条件较差，上更新统黄土和中更新统黄土的垂直节理发育，水敏性高，易发生黄土崩塌、滑坡等灾害。

#### ③粘土层组

主要包括新近系红土。岩性以粘土、粉质粘土及含砂粘土为主，含钙质结核，不湿陷。红土与上覆黄土的界面是常见的红土～黄土滑动面。

### （2）风化岩组

基岩顶部岩层，岩石失去原有色泽，强度降低，裂隙发育，沿层面、裂隙面常见氧化铁及锰质浸染。地球物理测井曲线表现为：密度曲线幅值异常增大，数值降低；电性差异明显，声波时差值增大。岩组发育厚度系根据野外岩芯宏观鉴定、地球物理测井曲线特征和岩石机械力学强度共同确定的。厚度一般为0～7m，风化岩厚度平均约5m左右。基岩面高处，风化层厚度大，基岩面低洼处，风化层厚度小，其原因是风化岩组受后期冲刷剥蚀影响所致。

基岩遭受长期风化作用后，物理性质、水理性质、化学性质发生明显改变。风化作用往往破坏岩体结构面，使岩体组织结构发生变化，力学强度降低，破坏了岩体的完整性，风化岩与原岩相比，力学强度降低，抗压强度损失率在27-56%之间，不同岩石抗

压强度不同，抗压强度降低的幅度也不同，硬脆性的砂岩抗压强度减小的幅度比粘塑性的泥岩要大得多。

风化岩层内部由上到下风化程度逐渐减弱，强风化带原岩结构破坏，疏松破碎，裂隙发育，孔隙率大，含水率高，强度降低，多数岩石遇水短时间内全部崩解或沿裂隙离层。煤矿内基岩强风化带主要岩性为泥岩、粉砂质泥岩和粉砂岩，这些岩层风化后趋于粘土化，其塑性显著增大，抗变形能力增强。这些岩层裂隙度和渗透性减弱，浸水后易迅速崩解和泥化，在松散层自重应力作用下，强风化岩层原有的构造裂隙被压实弥合，丧失了储导水作用，具有一定的隔水性。在采动影响下，强风化带由于具有一定的可塑性，使已形成的裂隙弥合，同样具有隔水性。

### （3）煤岩组

据 4 号煤层的物理力学试验，抗压强度 21.91~27.22MPa，平均 24.97MPa，饱和抗压强度 6.8~10.65KPa，平均 8.96MPa，抗拉强度 0.67~2.18MPa，平均 1.19MPa。强度指数 4.19~10.32GPa。属于软弱类易软化岩石，具有脆性而不具韧性，易冲击破碎。

### （4）粉砂岩、泥岩及互层岩组

本岩组与煤层开采有直接关系，是煤系主要岩组，由粉砂岩、泥岩、泥质粉砂岩、砂质泥岩及薄煤等组成，泥质胶结，局部钙质胶结，含有较高的粘土矿物和有机质。岩石由层状结构的岩体组成，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。不同的岩石水稳定性不同，通常把岩石在水中浸泡 24 小时之后的变化结果分为泥化、崩解、碎裂和稳定四种情况，以表示岩石的水稳定性。泥岩类岩石由于粘土矿物亲水性强，水稳定性较砂岩类差，一般新鲜岩石水稳定性比已遭受风化的岩石水稳定性要高得多。粘塑性较强的泥岩、砂质泥岩类采动后容易冒落，但冒裂带发育高度较小，裂隙导水性也差。

根据矿区东翼南区补勘钻孔岩石力学化验资料，岩石饱和单轴抗压强度为抗压强度 3.77~48.74Mpa，平均 19.10Mpa，软化系数 0.33~0.73，平均 0.56，属软弱类~半坚硬类岩石，RQD 值平均 59%，岩石质量中等的（III），岩体中等完整。

### （5）砂岩组

本岩组以细粒砂岩和中粒砂岩为主，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、槽状层理、大型板状交错层理，单层厚度大，构造结构面不太发育。根据矿区东翼南区补勘钻孔岩石力学化验资料，岩石饱和单轴抗压强度为3.75~28.84Mpa，平均14.30 Mpa，属软弱类~半坚硬类~坚硬类岩石。RQD值平均约70%，岩石质量较好，岩体较完整。是区内稳定性较好的岩组。

## 2、岩（土）体结构类型

从煤矿生产应用出发，根据组成岩体的结构面和结构体特征，煤矿岩体结构分为整体块状结构、层状结构、破碎结构和散体结构四大类型（表2.2-5）。

### （1）散体结构

①黄土层：属粘质粉土，孔隙率大，土质疏松，有湿陷性，具有直立性能，发育纵深柱状节理，是此土体的结构特征。暴雨淋蚀会座塌和倒塌。

②红土层：是粉质粘土，较致密的均质体，但间距1~3m夹有似层状的钙质结核薄层。亦具有直立性能，冲蚀会崩塌。故土体怕暴雨淋蚀，尤其禁忌底部浸泡潜蚀，严防崩塌、倒塌、滑移。土层的边坡地表水及层底潜水排疏系统要适当。

表 2.2-5 岩体结构类型统计表

结构类型	地质背景	结构面特征及其影响	结构体特征	
			形态	岩石饱和抗压强度 (Mpa)
散体结构	黄土、红土。区内无大的构造，构造简单	黄土根据结构面的规模、成因、性质、产状、张开度和形成时期分为垂直节理面、不同岩性接触面、软弱夹层等结构面。黄土体结构面是分割黄土成块体的结构面，是侵蚀土壤、洞穴的优势面，是孕育不稳定地质体的控制和分离面，是地下水的运移通道和储存场所	黄土、红土主要呈松散块体	
碎裂结构	由风化岩及层间错动破碎带组成，岩体破碎，节理裂隙密集发育	岩体风化严重，主要为次生结构面。各类结构面均发育，组数多，彼此交切，多含泥质充填物，结构面形态光滑度不一，导致岩体破碎，导水性和富水性均较强	形状大小不一，以碎块状、中小型板柱状为主	
层状结构	构造变形轻微-中等的中厚层状岩体，节理中等发育，不密集	岩体较完整，以原生结构面为主。结构面2-3组，延展性较好，以层面、层理、节理为主，多为泥质胶结，有时有层间错动面和软弱夹层，层面结合力不强	大-中型层块体、柱体、菱柱体	3.77-48.74
块状结构	岩性较单一，构造变形轻微-中	岩体较完整，以原生结构面为主。结构面2-3组，延展性差，多闭合状，多为钙质	大型的块状、菱块	3.75-28.84

结构类型	地质背景	结构面特征及其影响	结构体特征	
			形态	岩石饱和抗压强度 (Mpa)
	等的厚层岩体，节理一般发育，较稀疏	胶结，层面有一定结合力	状、柱体	

### (2) 碎裂结构

由烧变岩和风化岩及层间错动破碎带组成。此类岩体结构面间距一般小于 0.5m，且互相切割。结构体为大小不等、形态不同的岩块，且呈不规则状，或岩块的孔隙度增大并隐藏微小风化裂隙网络，反映出组成岩体的岩块内部物质结构和机械力学性质的变化。作为开采煤层覆岩的一部分，易造成顶板压力增大和老顶初次及周期来压步距的缩短，特别是在松散含水层下近风化带采煤时，井巷围岩容易失稳破坏，工作面采空区顶板易大面积切顶垮落，较难形成冒落岩体碎胀充填采空区。

### (3) 层状结构

层状结构是粉砂岩、（砂质）泥岩岩组的典型结构，为薄~中厚层结构，夹一些软弱夹层，如泥岩、煤、炭质泥岩等。此种岩体结构特点是岩体分层多，受沉积因素影响，剖面上厚度和平面上的分布变化也大。受各种结构面的相互影响，结构体形态以长方体、板状体为主，为相对隔水层，但却易受地下水对岩石的软化、崩解、离层等。在煤层顶板多以复合结构产出，失去原岩应力平衡状态后，以离层或沿滑面滑脱失稳为主要表现形式。

### (4) 块状结构

主要指砂岩岩组之岩体结构，包括厚度较大、层理不甚发育的粉砂岩。岩体分层厚度一般大于 1.5m，大部为中厚~巨厚层状。结构面较层状结构岩体为少，层理特征为不连续的交错层理或波状层理、平行层理。岩石受地下水的影响较层状结构岩体小，为孔隙~裂隙含水层，稳定性较好。是各种结构中岩体完整性和稳定性最好的。

## 3、岩体质量等级

### (1) 岩体质量等级评价方法

根据《煤矿床水文地质、工程地质及环境地质勘查评价标准》（MT/T1091-2008）、

《矿区水文地质工程地质勘探规范》(GB12719-91)和《岩土工程勘察规范》(GB 50021 2001)对岩体质量进行评价。各岩（层）组岩体质量及岩体完整性，评价方法详见表 2.2-6、表 2.2-7。

表 2.2-6 岩石坚硬程度分级表

岩石坚硬程度	极软岩	软岩	较软岩	较坚硬岩	坚硬岩
单轴饱和抗压强度 /MPa	$R_c \leq 5$	$15 \geq R_c > 5$	$30 \geq R_c > 15$	$60 \geq R_c > 30$	$R_c > 60$

表 2.2-7 岩石质量等级表

岩石质量等级	V	IV	III	II	I
RQD 值/%	<25	25~50	50~75	75~90	90~100
岩石质量	极劣的	劣的	中等的	好的	极好的
岩体完整性评价	岩体破碎	岩体完整性差	岩体中等完整	岩体较完整	岩体完整

### （2）岩体质量等级评价结果

根据东区南翼补勘采集了钻孔 BK3-1、BK2-2 的延安组岩石力学样，岩性主要为粉砂岩、泥岩、细粒砂岩、粗粒砂岩、含粒粗砂岩，其中泥岩饱和抗压强度 3.92~38.49Mpa，平均 21.21Mpa，RQD 值为 55；粉砂岩饱和抗压强度 3.77~48.74Mpa，平均 20.23Mpa，RQD 值为 72；细粒砂岩饱和抗压强度 12.33~28.84Mpa，平均 19.94Mpa，RQD 值为 78；粗粒砂岩饱和抗压强度 7.57~26.09Mpa，平均 12.68Mpa，RQD 值为 73；含粒粗砂岩饱和抗压强度 3.75~9.16Mpa，平均 6.46Mpa，RQD 值为 65。

### （3）结果评述

通过以上对各地层中不同岩性力学强度、岩体完整性及岩体质量评价，综合评述了其工程地质条件，现将评述结果分述如下：

①同组地层中，泥岩 RQD 值普遍小于砂岩，基本为中等完整岩体，各粒级砂岩 RQD 值基本一致，整体属于中等完整~较完整岩体；砂岩的岩体质量优于泥岩，其中泥岩的岩体质量多属差，砂岩的岩体质量多属于中等。

②在不同地层的岩组对比过程中发现，下部地层岩体的力学强度高于上部地层，岩石质量系数（Z 值）及岩体质量指标（M 值）相对更高。

③延安组和直罗组中砂岩组强度较高，属于较软岩～较坚硬岩；泥岩组强度较低，属于软岩～较软岩。

## （六）矿体地质特征

### 1、煤层

本区含煤地层为中生代侏罗纪中下统延安组，属大型陆相盆地含煤沉积，含煤地层平均厚 49.55m，共含煤四层（4 上-1 煤、4 上-2 煤、4 上煤、4 煤）；平均总厚度 11.39m，含煤系数 23%；其中 4 煤为可采煤层，其它为不可采煤层，可采平均厚度 7.09m，可采系数 17%。煤系地层沉积韵律明显，可采煤层层位、间距比较稳定，变化不大（表 2.2-8）。

表 2.2-8 煤层特征一览表

煤层号	煤层厚度 最小~最大 平均值 (m)	采用厚度 最小~最大 平均值 (m)	煤层结构	未见煤点 数/个	见煤点 数/个	可采点 数/个	可采系数 (%)	含煤面积 (km <sup>2</sup> )	可采面积 (km <sup>2</sup> )	面积可采 系数 (%)	可采性	稳定性
4	0.30~ 16.29 6.59 (54)	0.85~ 16.29 7.09	0~ 4层 夹矸	0	54	50	92.6	5.52	5.37	97	全区可采	稳定

42 盘区主要可采煤层 4 煤层为稳定煤层，全区可采，根据区内补勘钻探孔分析，煤厚变化趋势整体由南向北、由东向西呈增厚趋势，对盘区开拓和开采影响较小。4 煤位于延安组第一段，下距延安组含煤地层底部 1.54~15.71m。局部含一层夹矸，其顶板为粉砂岩或泥质粉砂岩，底板为铝质泥岩。根据勘探资料及实际揭露煤层情况，煤层厚度情况如下：

根据矿井煤层赋存南薄北厚规律，将 42 盘区及煤柱的回收开采划分为三个区域：一是+770m 水平大巷煤柱以北区域；二是+770m 水平大巷煤柱区域；三是+770m 水平大巷煤柱以南区域。

其中，+770m 水平大巷煤柱以北区域：根据东翼北区补勘结果：区内施工 6 孔，见煤点 6 个，可采点 6 个，煤层全区分布，仅在西北一隅为采空区。煤层原生厚度 8.29m~15.15m，平均 12.12m；受同沉积构造影响，补勘区靠近大佛寺向斜，区内煤层均为特厚煤层，且自南向北煤厚逐渐增大，规律明显；底板标高范围+642.00m~

+790.00m。煤层一般含 1 层夹矸，厚度 0.23m~0.50m，岩性主要为炭质泥岩。大巷煤柱区段：揭露见煤点 6 个，自西向东见煤点厚度：11.1m、8.62m、4.9m、5.9m、5.2m、7.7m，平均厚度 7.24m。大巷以南区段：自西向东见煤点厚度：7.05m、4.4m、4.9m、5.9m、5.2m、4.9m、3.9m、3.2m，平均厚度 4.93m。

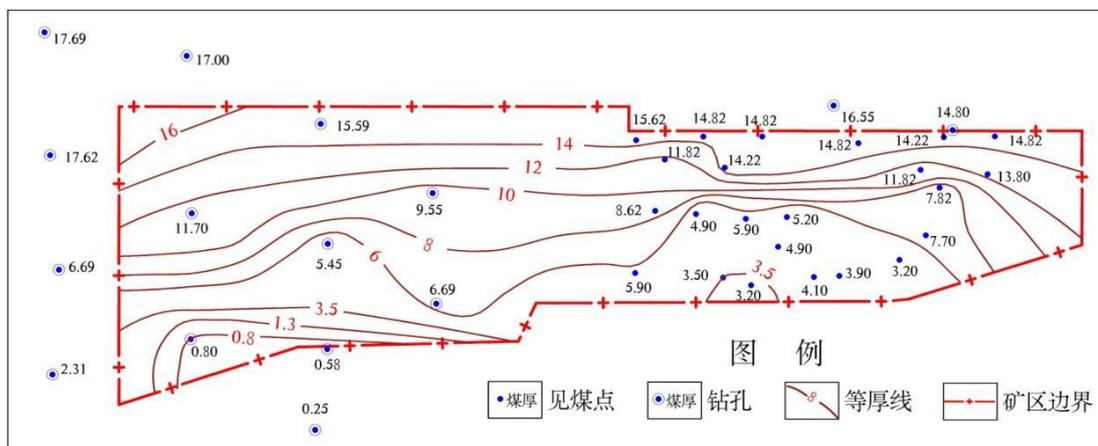


图 2.2-6 42 盘区 4 煤厚度等值线图

总体 42 盘区内 4 煤层平均厚度 4.93m 至 15.15m（图 2.2-6），平均煤厚 8.8m（原始煤厚）。煤层结构简单，局部煤层含夹矸 1 层，岩性为泥岩，夹矸厚 0.05m。本区 4 层煤属低中灰、低硫、中、高挥发分的高热值不粘煤。煤体结构稳定，无变化。

## 2、煤质

井田煤类按《中国煤炭分类国家标准》划分，以表示煤化程度的干燥无灰基挥发分（Vdaf%）产率和粘结指数(GR.I)为主要分类指标，胶质层厚度(Y)、透光率(PM)为辅助指标，井田煤类划分结果为：4 煤为不粘煤（BN31）。

物理性质：黑色，块状，粉末呈褐色，光泽暗淡参差状，阶梯断口。燃烧时微熔，焰红。岩性特点：煤岩类型以均一结构的半暗煤、细条带状结构的半亮煤为主。无机物以粘土矿物、氧化硅类矿物为主，为丝质暗亮煤。化学性质：水帘洞煤矿 4 煤属特低灰、低硫、低磷、中—特高发热量的不粘煤，属动力、气化、民用煤。

煤层硬度：4 煤平均单轴抗压强度为 9.76MPa。

4 煤原煤水分变化在 3.52~6.21%之间，平均为 5.22%；浮煤水分变化在 3.54~7.54%之间，平均 5.19%。4 煤原煤灰分产率在 10.81~19.15%之间，平均 13.94%，属低灰煤。浮煤灰分变化在 5.25~6.57%之间，平均 5.87%。4 号煤原煤挥发分变化在 30.61~34.27%之间，平均 32.67%，为中高挥发分煤；浮煤挥发分变化在 30.20~33.54%

之间，平均 31.61%。

### 3、可采煤层顶、底板工程地质特征

伪顶为 0.50m 以下的炭质泥岩，零星分布。直接顶以粉砂岩、粉细砂岩为主，次为泥岩，一般厚度 0.65~6.22m。自然状态下抗压强度 40.00~43.10 Mpa、平均 41.55 Mpa，抗拉强度 1.46~1.68 Mpa、平均 1.57 Mpa，易冒落，为较硬不稳定顶板。基本顶多为细粒砂岩或粉砂岩，局部为中~粗粒砂岩，为较硬较稳定顶板~稳定顶板。底板多为铝质泥岩，次为泥岩或炭质泥岩，一般 1.02~6.75m，自然状态下抗压强度 17.10~42.60 Mpa、平均 29.85 Mpa，抗拉强度 1.13~2.06 Mpa、平均 1.60 Mpa，为较软底板岩石，遇水膨胀，易发生底鼓，属不稳定底板（图 2.2-7）。

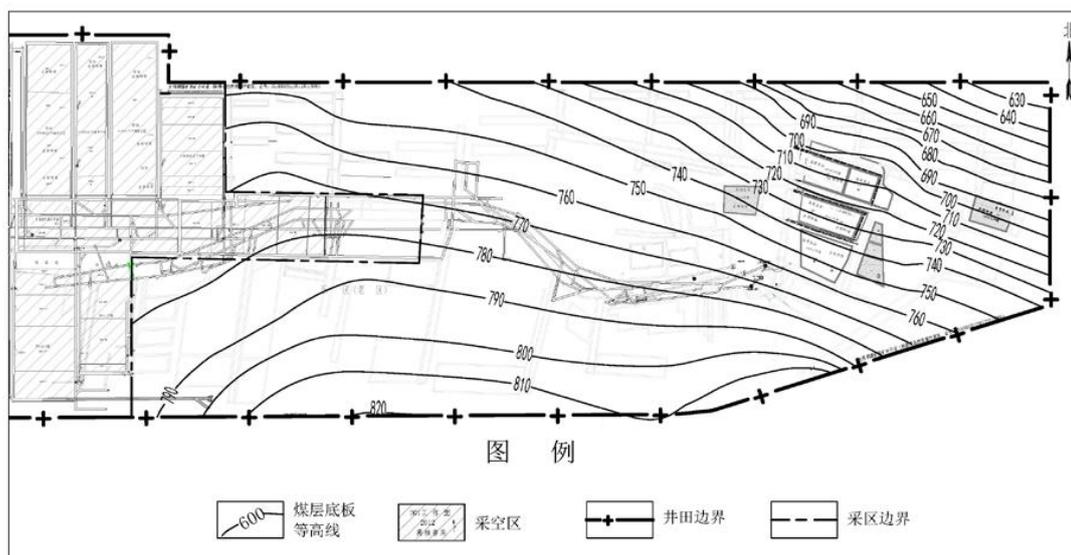


图 2.2-7 4 煤底板标高等值线图

## 三、矿区生态状况

彬州市在《全国生态功能区划》中被划为土壤保持生态功能区，属生态脆弱地区，主要生态问题是生态脆弱以及过度开垦和油、气、煤资源开发导致生态系统质量低、水土保持功能低等生态问题，表现为坡面水土流失和沟蚀严重。矿区位于彬州市豳风街道中部，井田范围内不涉及自然保护区、风景名胜区等重要生态敏感区，不属于珍稀濒危动植物天然集中分布区。

### （一）生态功能区划

项目区地处黄土塬和黄土沟壑区，根据《彬州市国土空间总体规划（2021-2035

年)》，该区域属于中南部黄土台塬生态维护区、南塬特色农产品生产区，生态环境特点为水土流失较为严重，地形破碎，土质疏松，植被稀疏，土壤侵蚀极敏感、土地沙漠化轻度敏感、土地盐渍化轻度敏感，生态环境脆弱。主要生态问题是降水集中，且暴雨居多。尤其在夏秋两季，裸露的黄土塬面和坡面易被冲刷，造成大面积的水土流失，加之陡坡开荒、开发建设、资源开采等人地矛盾的突出，地表植被和山体遭到破坏，森林面积减少，加剧了水土流失。主要发展方向为加强煤矿开采管理，促进煤电能源类产业绿色转型，对地形地貌景观进行恢复，对采空区地面塌陷、滑坡等不稳定地质体有效治理，实施土地整治与矸石山绿化。农业空间上，针对采煤塌陷区实施土地综合整治，消除耕地中的地裂缝、地面塌陷，提升耕地连片性。开展塌陷区群众移民搬迁工作，优化人居环境。

## （二）生态系统现状

根据实地调查，矿区内主要有3种类型的生态系统，以农田生态系统为主，生态系统类型及特征见表 2.3-1。

表 2.3-1 生态系统类型及特征表

序号	生态系统类型	主要物种	分布
1	农田生态系统	小麦、玉米、豆类、苹果、梨、枣	矿区中部黄土塬区
2	林地生态系统	刺槐、杨树、榆树、侧柏	矿区沟谷两侧较陡坡
3	草地生态系统	羊草、长芒草、白羊草、黄蒿	矿区沟谷两侧较缓坡、塬边

主要生态系统现状描述如下：

### ①农田生态系统

主要包括旱地和果园，生物种类相对较少，群落结构简单，以农作物为主，粮食产物主要是小麦、玉米、豆类等，经济作物主要有苹果、梨、枣等，还有杂草、昆虫、土壤微生物、鼠类、鸟类以及其他少量的小动物作为伴生生物。这些生物共同构成了农田生态系统的多样性。

### ②林地生态系统

主要包括乔木林地和其他林地，乔木以温带落叶阔叶林和少量针叶林为主，因水分限制，林分密度较低（500~1200 株/公顷），郁闭度多为 0.4~0.6，呈稀疏林地景观，层次简单，通常仅乔木层和稀疏灌木层，草本层覆盖度低（<30%）。其他林地

以土地复垦人工种植经济林和乔木林为主，郁闭度 $<0.2$ 或树高未达标，过渡性强，表现为乔木-草本混合群落。林缘常见蒿类、苔草等，为雉鸡、野兔等动物提供栖息地。

### ③草地生态系统

主要包括其他草地和天然牧草地，主要分布在塬面边缘和沟谷缓坡地带，覆盖度30%~70%，受降水影响大，丰水年可达80%，干旱年可能低于20%。植被以艾蒿、长芒草、白羊草、狗牙根等，多呈丛状分布，草层高度10~40cm，低矮丛生，无高大草本植物。

## （三）主要群落构成

根据现场调查，结合查阅相关资料，给出区内主要植被群落组成如下：

### 1、人工栽培群落

包括农田作物群落和经济林群落两大类。

a、农田作物群落以冬小麦、玉米、豆类农作物为主，规则排列（农田垄作式种植），多形成简单的单层群落。冬小麦种植密度大约为15万~25万株/亩，行距为15~20cm，播种量为8~1kg/亩，亩产约400~800kg；玉米种植密度大约为3500~4500株/亩，行距为60cm，株距为28~30cm，亩产约350~750kg；豆类种植密度为1.8万~2.5万株/亩，行距为50~60cm，株距为10~15cm，亩产约80~120kg。田间或地垄上伴生一些杂草，以蒿类植物为主。

b、经济林群落通常以单一果树为主，以苹果树、梨树为主，乔砧稀植，苹果种植密度为行距4m×株距3m，亩栽40~60株，梨种植密度行距4m×株距3m，亩栽35~55株，搭配少量伴生植物（如豆科绿肥）。

### 2、乔木群落

乔木群落以刺槐、山杨树、侧柏为主，密度约为800~1200株/公顷（行距3m×株距2.5m），此类乔木具有耐旱、耐瘠薄，固氮能力强的特点，特别适合在水土流失严重的地区生长，受地形和水分影响，斑块状分布，多集中于沟坡中下部或集水区。边缘效应较为明显，尤其在群落交界处（如林草过渡带）物种多样性较高。

### 3、草地群落

草地群落以耐旱、耐瘠薄的草本为主，如长芒草、白羊草、黄蒿等，伴生一些灌木丛。该群落的特点是物种多样性较高，根系发达，固土能力强，植被盖度一般较高，其根系固结土壤，减少沟壑侵蚀和塬面径流，防止边缘沟壑扩张，具有较好的水土保持功能。

#### （四）与李家川水库水源保护区的关系

李家川水库位于水帘河中游，是一个以城市供水、灌溉和防洪为一体的小（I）型水库，水库控制流域面积 160.5km<sup>2</sup>，占全流域面积 87.2%，坝址以上干流河长 30.65km，河道平均比降 15.3%，水库建筑物级别为 IV 级，正常蓄水位为 961.21m，设计洪水位 963.72m，校核洪水位 964.14m，死水位 956.53m，死库容 247 万 m<sup>3</sup>，兴利库容 109 万 m<sup>3</sup>，泄洪库容 131 万 m<sup>3</sup>，总库容 487 万 m<sup>3</sup>。

根据《饮用水水源保护区划分技术规范》和《陕西省饮用水水源保护条例》，李家川水库划定的保护区范围为：

①一级保护区：水域为整个库区；陆域为水库正常水位线外延 200 米以及坝址一下 100m 的区域。

②二级保护区：水域为水库上游 2000-3000 米；陆域为一级保护区陆域边界外延 2km 的区域，水库上游水帘河河岸向两侧各外延 2km 的区域。

③准保护区：水库控制流域面积内除一、二级保护区域外的流域区域。

李家川水库保护区位于矿区西南部，距离井田边界最近直线距离为 2.7km，开采区位于李家川水库保护区范围之外，可不考虑对其影响。

#### （五）小结

根据矿区生态环境现状调查，水帘洞煤矿自开采以来，主要的生态环境问题包括地表开裂、地面沉陷、深层含水层结构破坏等，以及由于矿山地面工程建设形成的滑坡、崩塌、不稳定斜坡等。自 2019 年起，矿山企业进行了土地复垦、不稳定地质体治理、林草地的补种管护等项目，大大改善了矿山生态环境，增加了耕地面积，消除了部分不稳定地质体的威胁，最大限度地减少煤矿开采对生态环境造成的破坏，实现经济发展和生态环境的平衡。

#### 四、矿区社会经济概况

彬州市位于陕西省咸阳市西北部，南距省会西安 150 公里，北距甘肃平凉 160 公里，全市总面积 1185km<sup>2</sup>，辖 8 个镇 2 个街办 156 个行政村。2024 年全市实现生产总值 333.26 亿元，比上年增长 8.1%，其中第一产业 26.44 亿元，第二产业 167.67 亿元，第三产业 139.15 亿元，全市人均生产总值 113857 元，人均可支配收入 31686 元，城镇居民人均可支配收入 46409 元，农村居民人均可支配收入 18654 元。在咸阳地区经济发展考核中排名第 3，位居西部百强县 71 位、全国投资潜力百强县 84 位。

彬州市地处陕西省第二大煤田——彬长煤田腹地，境内富藏煤炭、陶土、油母页岩、石英砂等 10 多种矿产，其中煤炭储量 32.4×10<sup>8</sup>t，陶土 7×10<sup>8</sup>t，油母页岩 11×10<sup>8</sup>t。彬州市煤炭是优质的动力用煤、气化用煤和环保型煤，发展煤电、煤化工和建材工业的前景广阔。彬州市地处黄土高原塬梁沟壑区，平均海拔 1108m，是典型的苹果适生区，区内盛产苹果、柿子、梨、枣、核桃等名优果品，是“中国果品之乡”、“中国苹果产业发展 20 强县”、“全国优质果品基地重点县”。全市共有各类水果果园 35 万亩，其中苹果 32 万亩、彬州梨 2.5 万亩、时令水果 0.5 万亩，果业已经成为群众增收致富的支柱产业。彬州市近 3 年社会经济情况见表 2.4-1。

表 2.4-1 彬州市社会经济情况

年度	2021 年	2022 年	2023 年	2024 年
总人口（人）	362759	361416	359693	358527
城镇人口（人）	144286	143402	142446	142467
农业人口（人）	218473	218014	217247	216060
生产总值（亿元）	270.16	326.26	333.73	333.26
第一产业产值（亿元）	23.23	24.80	25.97	26.44
第二产业产值（亿元）	182.12	236.11	241.82	167.67
第三产业产值（亿元）	64.81	65.35	65.94	139.15
人均可支配收入（元）	26078	27875	29812	31686
城镇居民人均可支配收入（元）	39915	41887	44258	46409
农村居民人均可支配收入（元）	14862	15919	17314	18654

资料来源：彬州市 2021-2024 年彬州市国民经济和社会发展统计公报

水帘洞煤矿所在街道为豳风街道。2020 年 6 月 23 日，经上级政府批准正式设立

豳风街道并完成挂牌。豳风街道东起城关街道千狮桥，西至长武县亭口镇，北至新312国道以南，南邻韩家镇，总区域面积36.87km<sup>2</sup>，辖8个行政村43个村民小组。312国道、306省道、福银高速穿（临）境而过，交通便利。水资源丰富，辖区内有水帘河、泾河两条水系，且沿岸自然风光优美；矿产资源丰富，区域内有下沟煤矿、水帘洞煤矿、大佛寺煤矿；文旅资源丰富，有花果山景区、“世界非物质文化遗产”大佛寺石窟景区，是彬州梨、大晋枣的主产区。2023年12月，豳风街道被确定为陕西省2023~2025年非遗特色示范镇。2024年9月，被陕西省文化和旅游厅命名为2024年陕西省旅游特色名镇及乡村旅游示范村。

## 五、土地利用现状

### 1、土地利用类型

水帘洞煤矿工业场地、风井场地、瓦斯抽放站及发电站、风井道路、瓦斯抽放站道路、部分输电线路用地在煤矿矿区范围内，炸药库用地和部分输电线路用地在煤矿矿区范围外，因此本项目用地面积为陕西省自然资源厅划定的井田范围面积及井田范围外的炸药库面积之和。

项目区共涉及彬州市1:1万土地利用标准分幅图4幅（2018年补充调查，2024变更调查），图幅号为：I48G023096、I48G024096、I49G023001、I49G024001，收集日期为2025年9月。

土地利用类型：按照《土地利用现状分类》（GB/T 21010-2017），项目区土地分为9个一级类和12个二级类，包括旱地、果园、乔木林地、天然牧草地、其他草地、采矿用地、城镇住宅用地、村庄宅基地、风景名胜设施用地、公路用地、农村道路、设施农用地（土地利用现状见图2.5-1）。

土地利用数量：水帘洞煤矿矿区面积551.63hm<sup>2</sup>，其中面积最大的是旱地，为224.039hm<sup>2</sup>，主要分布在黄土塬区，占矿区总面积的30.42%；面积最小的风景名胜设施用地，为0.08hm<sup>2</sup>，仅占项目区总面积的0.01%，具体见表2.5-1。

旱地是矿区主要的土地利用类型，广泛分布于黄土塬上和水帘河两侧。农作物种类以小麦为主，次为高粱、玉米、谷子、糜子、豆类、棉花、油菜等。

果园是矿区另一重要的土地利用类型，主要分布于塬面上村子及公路周缘。农作

物种类以苹果为主，次为梨、桃、杏、柿子等。

林地分布稀少，乔木林地散布于黄土沟坡地带。植被种类主要为刺槐，另有核桃树、柿子树、泡桐、花椒树及油松等经济林和乔木，林下混生有少量紫穗槐、狼牙刺、酸枣、荆条、黄刺玫等灌木。

草地主要分布于黄土沟地带和矿区东部黄土塬。天然牧草地分布在矿区东部黄土塬及黄土沟坡地带，其他草地分布在黄土冲沟内。植被种类为紫花苜蓿、白羊草、长芒草、达乌里胡枝子、菱蒿、铁杆蒿等草本植物及紫穗槐、狼牙刺、酸枣、荆条、黄刺玫、胡颓子等灌木。

表 2.5-1 矿区（含炸药库）土地利用类型及面积统计表

一级地类		二级地类		面积(hm <sup>2</sup> )	占总面积比例 (%)	
编码	名称	编码	名称			
01	耕地	0103	旱地	224.039	40.60	40.60
02	园地	0201	果园	17.831	3.23	6.44
		0204	其他果园	17.739	3.21	
03	林地	0301	乔木林地	91.547	16.59	26.34
		0307	其他林地	53.808	9.75	
04	草地	0401	天然牧草地	11.847	2.15	15.31
		0404	其他草地	72.645	13.16	
05	商服用地	0508	物流仓储用地	0.068	0.01	0.01
06	工矿用地	0601	工业用地	12.887	2.34	5.59
		0602	采矿用地	18.483	3.35	
07	住宅用地	0702	农村宅基地	8.532	1.55	1.55
08	公共管理与公共服务用地	08H1	机关团体新闻出版用地	0.145	0.03	0.03
		0809	公用设施用地	0.005	0.00	
09	特殊用地	09	风景名胜设施用地	0.046	0.01	0.01
10	交通运输用地	1003	公路用地	6.614	1.20	2.98
		1004	城镇村道路用地	0.207	0.04	
		1005	交通服务场站用地	2.192	0.40	
		1006	农村道路	7.459	1.35	
11	水域及水利设施用地	1101	河流水面	2.669	0.48	0.96
		1104	坑塘水面	2.651	0.48	
12	其他土地	1202	设施农用地	0.458	0.08	0.08
总计				551.872	100	100

彬县水帘洞煤矿矿区土地利用现状图

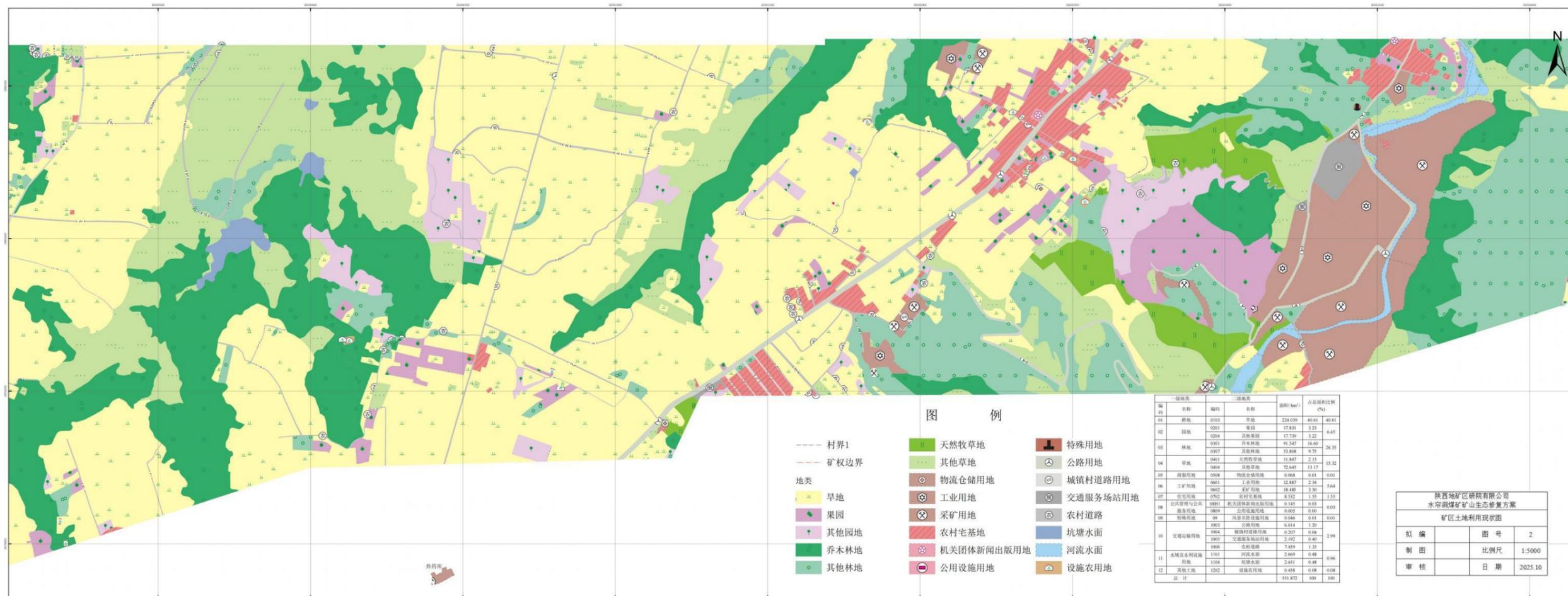


图 2.5-1 矿区土地利用现状图

在工矿用地中，采矿用地范围较小，分布于工业场地和风井场地周边。在住宅用地中，矿区内人口密集，村庄宅基地面积较大。仅在下沟村有特殊用地，根据现场调查为下沟村公园用地。

交通用地面积较小，公路用地由 4 条近南北向公路组成，从西到东依次为：李前村乡级公路、白厢村乡级公路、彬宝公路（S306）、水李公路。农村道路分布于公路周围，连接公路与其他公路、村庄及农田。

设施农用地面积很小，仅分布于彬宝公路沿途上沟村、李前村和白厢村农田交接部位。

## 2、土地权属

水帘洞煤矿占地涉及彬州市的豳风街道 6 个行政村，分别为大佛寺村、李前村、上沟村、西堡村、下沟村、水帘村。其中李前村、上沟村、下沟村 3 个行政村为矿区土地主要所有集体。大佛寺村和西堡村所有土地位于矿区边角处和矿区内飞地。矿区土地权属状况见表 2.5-2。

## 3、基本农田

水帘洞煤矿面积 551.632hm<sup>2</sup>，其中基本农田面积为 182.82hm<sup>2</sup>，占煤矿总面积的 33.14%（图 2.5-2）。基本农田主要分布于矿区西部中部黄土塬面上，由旱地和果园构成。水帘洞煤矿地面建设工程没有损毁基本农田。

# 六、矿山及周边其他人类重大工程活动

矿山及周边重大人类工程活动对地质环境的影响主要体现在：煤矿采掘活动、农业生产活动及线路工程。

## 1、煤矿采掘活动

水帘洞煤矿西邻大佛寺煤矿、北接下沟煤矿、东连火石咀煤矿、南抵虎神沟煤矿（已关闭）和阴山煤矿（已关闭），各煤矿基本情况介绍如下，位置关系见图 1.3。

火石咀煤矿位于彬州市城关街道芋家沟村，原属于彬州市大佛寺古镇的一座乡镇集体小煤矿，始建于 1976 年，原生产能力 0.9Mt/a。2005 年 2 月，取得官牌扩大区采矿权，生产能力达到 3.00Mt/a，工业场地位于泾河北岸的官牌村附近。泾河南岸采用高档普采法开采，泾河北岸采用综采放顶煤开采，全垮落式管理顶板。

表 2.5-2 矿区（含炸药库）土地权属状况统计表

地 类 hm <sup>2</sup>	01	02		03		04		05	06		07	08		09	10				11		12	总计	
	耕地	园地		林地		草地		商服 用地	工矿 用地		住宅 用地	公共管理与 公共服务用地		特殊 用地	交通运输用地				水域及水利 设施用地		其他 土地		
	0103	0201	0204	0301	0307	0401	0404	0508	0601	0602	0702	08H1	0809	09	1003	1004	1005	1006	1101	1104	1202		
	旱地	果园	其他 果园	乔木 林地	其他林 地	天然牧 草地	其他 草地	物流仓 储用地	工业 用地	采矿 用地	农村 宅 基地	机关团 体新 闻出 版 用 地	公共 设 施 用 地	特殊 用 地	公路 用 地	城镇村 道路 用 地	交通 服 务 场 站 用 地	农村 道 路	河流 水 面	坑塘 水 面	设施 农 用 地		
彬州市 豳风 街道	上沟村	36.473	12.85	8.24	21.572	7.45	11.732	7.216	0.014	7.50	9.16	4.705	0.145	0.005	\	2.264	0.024	0.114	1.562	1.321	0.048	0.287	132.682
	下沟村	31.909	0.663	0.906	5.603	18.144	0.067	9.776	\	5.387	9.323	3.309	\	\	0.046	3.612	0.183	2.078	1.187	1.348	\	\	93.301
	李前村	134.913	4.188	7.557	63.656	7.112	0.048	45.942	0.054	\	\	0.473	\	\	\	0.658	\	\	3.998	\	2.603	0.153	271.355
	大佛寺村	20.316	0.130	1.036	\	1.432	\	9.711	\	\	\	\	\	\	\	0.080	\	\	0.690	\	\	0.018	33.413
	水帘村	0.403	\	\	\	15.27	\	\	\	\	\	\	\	\	\	\	\	\	\	\	\	\	15.673
彬州市 城关 街道	西堡村	0.025	\	\	0.716	4.400	\	\	\	\	\	0.045	\	\	\	\	\	\	0.022	\	\	\	5.208
总计		224.039	17.831	17.739	91.547	53.808	11.847	72.645	0.068	12.887	18.483	8.532	0.145	0.005	0.046	6.614	0.207	2.192	7.459	2.669	2.651	0.458	551.872

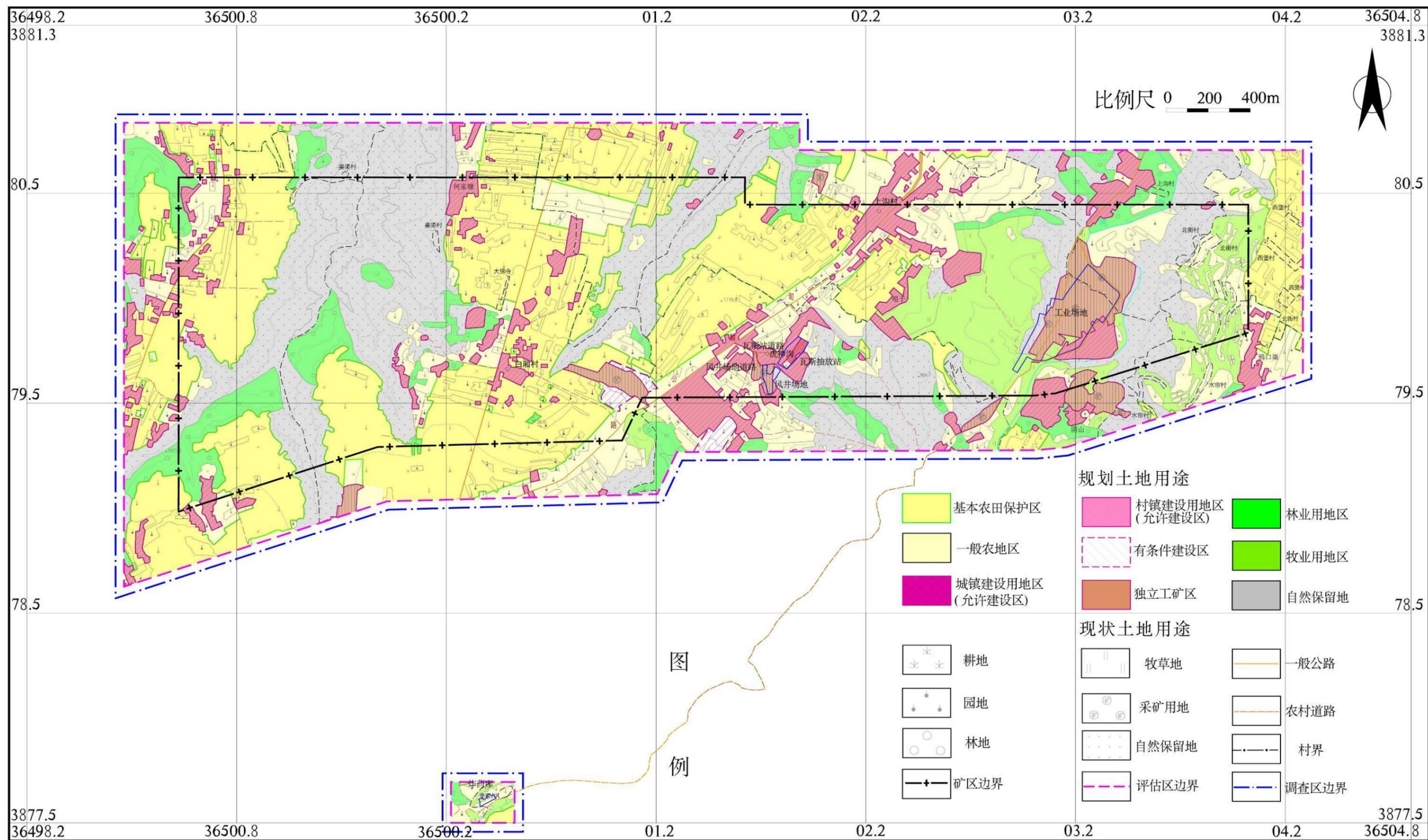


图 2.5-2 矿区三区三线控制图（引自《上期方案》，经核实，未有变动）

下沟煤矿（照片 2.14）位于彬州市豳风街道侯家砭村，始建于 1991 年，1997 年 10 月投产，原生产能力为 0.45 Mt/a，经过两次技术改造，现在生产能力为 3.00Mt/a。采用长臂式综采放顶煤开采，最大采厚 14m，全垮落式管理顶板。

大佛寺煤矿（照片 2.15）位于彬州市豳风街道菜子村，一期工程于 2004 年 7 月正式开工建设，2007 年 4 月投入试运行。现有生产能力 4.0 Mt/a，改扩建后达到 8.0 Mt/a。采用长臂式综采放顶煤开采，最大采厚 14m，全垮落式管理顶板。



照片 2.14 下沟煤矿（镜向 200°）



照片 2.15 大佛寺煤矿（镜向 240°）

虎神沟煤矿位于原彬县水帘乡虎神沟村，现为彬州市豳风街道下沟村，为一乡镇企业，生矿井生产能力为 0.90Mt/a。据调查，目前虎神沟煤矿已经依法关闭，煤矿停止一切生产活动。

阴山煤矿位于原彬县城关镇西堡村，现为彬州市城关街道西堡村，据调查，目前阴山煤矿已经依法关闭，煤矿停止一切生产活动。

由于井田煤柱的设立，采矿活动与本矿井采矿活动相互无影响。

## 2、农业生产活动

水帘洞煤矿涉及豳风街道和城关街道 6 个行政村，其中上沟村、下沟村、李前村、西堡村 4 个村庄有村庄宅基地位于矿区范围内，大佛寺村和水帘村 2 个村庄在矿区范围内没有村庄宅基地，但有权属土地。李前村三组下沟村和上沟村一组部分土地位于水帘河两侧的阶地上，其他村庄均位于黄土塬上。

目前矿区范围村庄已基本全部搬迁，仅剩部分村庄废弃宅基地未复垦。矿权东北角外为下沟村，一般村民房屋多为砖木结构，有少量的土木结构房屋和窑洞。大部分房屋为砖混结构（照片 2.16、2.17）。



照片 2.16 下沟村房屋（镜像 230°）



照片 2.17 下沟村房屋（镜像 330°）

水帘洞煤矿开发利用方案没有对村庄留设保护煤柱，煤矿对受开采塌陷影响的村庄采取搬迁复垦的措施。目前煤矿已经将 41 盘区受开采塌陷影响的李前村三组、搬迁至李前新村，将白厢村二组、三组搬迁至白厢新村，受 42 盘区开采塌陷影响的虎神沟一组（塬上）搬迁至白厢新村，煤矿周边的姜渠村四组、上沟村三组（沟谷）、虎神沟村二组搬迁工作已由周边的下沟煤矿和政府新农村建设组织开展完成（表 2.6-1）。

表 2.6-1 矿区村庄分布状态一览表

区域	村庄小组	所属乡镇	户数（户）	人数（人）	备注
41 盘区	李前村三组	鬃风街道	29	116	已搬迁至李前新村
	白厢村二组、三组		89	390	已搬迁至白厢新村
42 盘区	虎神沟一组（塬上）		32	160	已搬迁至白厢新村
	上沟二组、三组		134	620	
煤矿周边	移民新村（白厢）		128	565	
	移民新村（虎神沟）		36	144	
	移民新村（李前）		29	116	
	姜渠村四组		43	191	39 户已搬迁至姜渠塬新村，4 户已搬迁至虎神沟新村
	李前村二组		12	68	
	上沟村一组		60	240	
	上沟村三组（沟谷）	17	60	2017 年，已整体搬迁	
	虎神沟二组	32	128	已搬迁至虎神沟新村	
	虎神沟一组（沟谷）	17	80		
下沟村二组	50	220			
	西堡村三组	城关街道	82	400	水帘河右岸，不受采矿影响
合计			580	2613	41 盘区和煤矿周边已搬迁村庄人数未计入

目前，李前村三组宅基地搬迁 3.11hm<sup>2</sup>，已复垦；白厢村二组、三组村基地搬迁 9.66hm<sup>2</sup>，已复垦；白厢新村宅基地搬迁 3.73hm<sup>2</sup>，已复垦；虎神沟一组（塬上）宅基地搬迁 6.37hm<sup>2</sup>，已复垦；上沟村宅基地搬迁 16.97hm<sup>2</sup>，已复垦 12.36hm<sup>2</sup>，剩余未拆除房屋 4.61hm<sup>2</sup>，待复垦。

各村庄村民用水为集中供水，其中上沟村三组（沟谷）、虎神沟村、白厢村、姜渠村四组水源为李家川水库水，将水引到村中集中供水池，再用塑料管供应各户。下沟村、上沟村，李前村，西堡村水源为附近沟谷新近系底部砂砾石中的泉水，将水抽到塬上村庄集中供水池内，再引管线供到各户。

村民主要以农业生产为生，粮食作物以小麦为主，玉米、豆类和薯类等次之；经济作物主要为油菜，果木绵延成片，主要有梨、柿子、苹果。



照片 2.18 旱地（镜像 260°）



照片 2.19 果园（镜像 300°）

耕地为旱地（照片 2.18），位于黄土塬面和水帘河阶地内。园地（照片 2.19）为果园，位于村庄和公路周围。

后期本矿井地下开采活动引起地面塌陷对塌陷区内耕地或园地产生影响

### 3、线路工程

水帘洞煤矿涉及的公路主要为彬（彬州）-宝（宝鸡）省道、水帘河沟内的水（水帘村）-李（李家川）公路、白厢村县乡级公路和李前村县乡级公路及农村道路。

#### （1）彬宝省道（S306）

矿区内主要交通道路为彬宝省道（S306）（照片 2.20），为三级公路，沥青路面，宽 13.2m，位于矿区中部塬面上，矿区内长 1878m，地形平坦，局部有切坡工程。该条公路涉矿权段已完成修复工程，目前未发现有损毁现象。

#### （2）水李公路

水李公路（照片 2.21），从水帘村附近的沪霍国道（G312）沿水帘河沟到李家川水库，其中沪霍国道（G312）至虎神沟一组（沟谷）的北段公路为沥青路面，宽 11.5m，虎神沟一组（沟谷）至李家川水库的南段公路是在原有农村道路基础上修建的，为水泥路面，宽 6.2m。矿区内的水李公路均为沥青路面，长 2052m。水李公路是水帘洞煤矿煤炭外运的唯一通道，局部有切坡工程，已采用浆砌块石护坡。2019 年 8 月，矿山曾重新修缮水李公路北段公路。



照片 2.20 彬宝省道（镜像 240°）



照片 2.21 水李公路（镜像 280°）

### （3）白厢村公路

白厢村公路（照片 2.22）位于矿区中部塬面上，从姜渠村附近的沪霍国道（G312）沿黄土塬到白厢村附近的彬宝省道（S306），为沥青路面，宽 10.5m。矿区内长 1797m。白厢村公路曾于 2018 年 6 月重新修缮，但在 2019 年 7 月受煤矿开采扰动损毁严重，道路错台，路面沥青横向开裂，目前已进行初步治理。



照片 2.22 白厢村公路（镜像 200°）



照片 2.23 李前村公路（镜像 260°）

李前村公路（照片 2.23）位于矿区西部塬面上，从大佛寺村附近的沪霍国道（G312）

沿黄土塬到李前村附近的彬宝省道（S306），为沥青路面，宽 7.5m。矿区内长 706m，部分地段受煤矿开采扰动影响，路面有轻度损毁现象，路面开裂，沥青剥离。

#### （5）农村及生产道路

水帘洞煤矿矿区内的农村道路四通八达，宽度 2.5m 到 7m，平均宽度 4.3m。农村道路均为等级外道路，一般随地形变化高低起伏，挖方切坡较少。主要通村道路为水泥路面，生产路面为土质（照片 2.24）。其中，从水李公路到彬宝省道段矿山生产道路破损严重（照片 2.25）。



照片 2.24 农村公路（镜像 180°）



照片 2.25 矿山生产公路（镜像 160°）

#### （6）输电线路

矿区西北部李前村（塬上）、中东上沟村（塬上）和南部虎神沟村（塬上）均分布有 35kv 输电线路。矿区西北部输电线路接入大佛寺变电站，在矿区内有 7 座基塔；中东部输电线路接入李前村变电站，在矿区内有 8 座基塔，另东部输电线路接入工业广场变电站，在矿区内有 5 座基塔，各村庄及公路沿线分布有民用低压输电线路。

### 4、其他活动

#### （1）停车场

水帘洞煤矿工业场地西北角有一个停车场，占地面积 2.81hm<sup>2</sup>（照片 2.26）。据现场调查，停车场权属周边村民私人，非煤矿所有。

#### （2）煤场

水帘洞煤矿工业场地东侧有九个大小不等煤场（照片 2.27），总占地面积 19.63hm<sup>2</sup>，工业场地西南侧有两个大小不等煤场，总占地面积 2.76hm<sup>2</sup>。据现场调查，煤场权属周边村民私人，非煤矿所有。



照片 2.26 停车场（镜像 70°）



照片 2.27 煤场（镜像 160°）

综上所述，矿区及附近其他人类工程活动较强烈（图 2.6-1）。

## 七、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》治理工程完成情况

2020 年水帘洞煤矿委托陕西煤田地质勘查研究院有限公司编制并提交了《彬县水帘洞煤炭有限责任公司彬县水帘洞煤矿矿山地质环境保护与土地复垦方案矿山地质环境保护与土地复垦方案》（简称“上期方案”），陕西省自然资源厅于 2020 年 5 月 13 日发布了通过审查的公告(陕自然资公告(2020)9 号)。该方案以 2020 年为基准年，适用期为 5 年(2020 年~2024 年)。该方案依据水帘洞煤矿不同治理区的地质环境问题及土地损毁的形式、强度及其影响程度，按照轻重缓急、分阶段实施的原则合理布设防治措施，建立治理工程、土地复垦、环境监测、林草地管护的体系，部署了不稳定地质体治理工程、道路修复工程、土地复垦工程、监测与管护工程等措施。

#### 1、年度验收和适用期验收工作概述

2020 年、2021 年、2022 年煤矿主要完成矿山地质环境监测工作，因此未做各年度的年度验收。

2023 年 3 月彬州市自然资源局组织专家（专家名单及验收意见见附件）对《彬县水帘洞煤炭有限责任公司彬县水帘洞煤矿矿山地质环境保护与土地复垦项目验收报告（2020 年~2022 年）》进行了验收。经专家查阅相关资料、现场核查工程实体，确定不稳定地质体监测、水位水量监测、地形地貌景观监测、水质监测、水环境监测、土壤环境监测、技术服务等项目符合基金使用范围，满足验收条件。同意提取使用基金 127.932 万元。

2024 年 3 月彬州市自然资源局组织专家（专家名单及验收意见见附件）对《彬县水帘洞煤炭有限责任公司彬县水帘洞煤矿矿山地质环境保护与土地复垦 2023 年度验收报

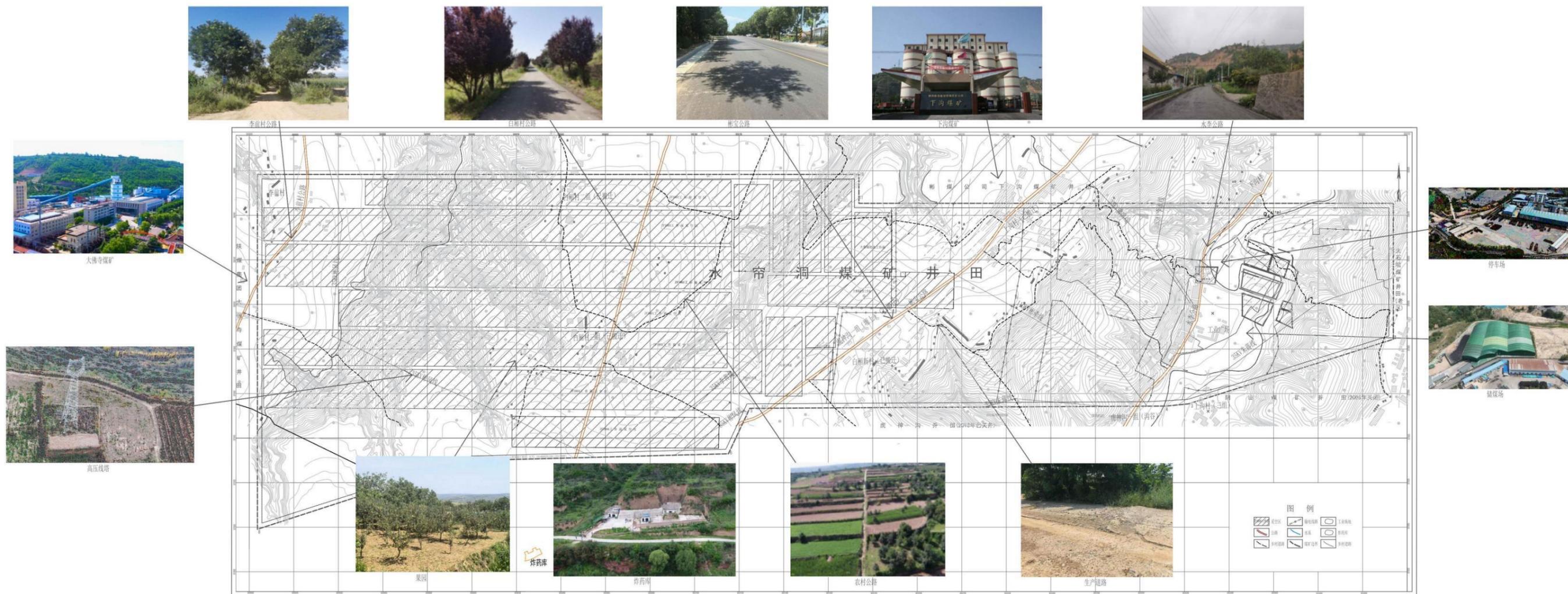


图 2.6-1 矿山及周边其他人类工程活动分布图

告》进行了验收。经专家查阅相关资料、现场核查工程实体，确定不稳定地质体监测、水位水量监测、地形地貌景观监测、水质监测、水环境监测、土环境监测、技术服务等项目属基金使用范围、符合验收条件，同意提取使用基金 1221.12719 万元。

2025 年 5 月彬州市自然资源局组织专家（专家名单及验收意见见附件）对《彬县水帘洞煤炭有限责任公司彬县水帘洞煤矿矿山地质环境保护与土地复垦 2024 年度验收报告》进行了验收。经专家查阅相关资料、现场核查工程实体，确定不稳定地质体监测、水位水量监测、地形地貌景观监测、水质监测、水环境监测、土环境监测、P1 不稳定斜坡治理、回风斜井封堵、风井场地及道路土地复垦、瓦斯抽采、发电站及道路土地复垦、塌陷区大佛寺村、李前村、上沟村、下沟村土地复垦、技术服务等项目属基金使用范围、符合验收条件，同意提取使用基金 1974.718163 万元。

2025 年 7 月，咸阳市自然资源局组织有关专家级相关人员，对《彬县水帘洞煤炭有限责任公司彬县水帘洞煤矿矿山地质环境保护与土地复垦适用期验收报告（2020~2024 年）》进行了现场验收，通过适用期验收。

在上一适用期内，水帘洞煤矿依据《上期方案》开展了矿山地质环境治理恢复和土地复垦工作，成立了矿山地质环境保护与土地复垦项目领导机构，负责项目的组织和实施。各年度变质了年度计划并通过专家评审。部署矿山地质环境治理任务 35 项，完成任务 14 项，其中输电线路修复、李前村和白厢村公路修复、农村道路修复和田间道路修复等因未损毁未实施；彬宝公路已委托彬州市交通局进行修复；土地复垦任务 13 项，完成任务 7 项，其中土地复垦监测任务 5 项未实施（因复垦工作均在 2025 年完成验收，适用期内未实施监测），白厢新村和虎神沟一组（塬上）复垦工程正在实施未验收。完成率 44%。

## 2、《上期方案》治理任务完成情况

《上期方案》适用期（2020~2024 年）治理工程主要包括崩塌及不稳定斜坡治理工程、不稳定地质体监测、水土环境监测及土地复垦工程，工程部署与完成情况见表 2.7-1、图 2.7-1~2.7-3。

表 2.7-1 《上期方案》适用期（2020~2024 年）的工程部署和实际完成情况表

年度	主要治理内容		部署工程	完成工程
第一年 (2020 年)	矿山地质环境 治理工程	1、P1 不稳定斜坡； 2、输电线路； 3、道路修复； 4、矿山地质环境监测。	1、P1 不稳定斜坡：①土方开挖 7032.86m <sup>3</sup> ；②垃圾清运 7032.86m <sup>3</sup> ；③C25 混凝土 1572.95m <sup>3</sup> ；④型钢制安 57.49t；⑤浆砌片石 1373.33m <sup>3</sup> ；⑥3:7 灰土垫层 268.35m <sup>3</sup> ；⑦PVC 泄水管 195m；⑧撒播紫花苜蓿 0.65hm <sup>2</sup> ；⑨警示牌 1 块； 2、输电线路：①基塔加固 400m <sup>3</sup> ；②民用输电线路移设 2.17km； 3、道路修复：①地面裂缝充填 5379.60m <sup>3</sup> ；②路基夯实 38106m <sup>3</sup> ；③沥青路面修复 18110m <sup>2</sup> ；④水泥路面修复 25400m <sup>2</sup> ；⑤素土路面修复 83510m <sup>2</sup> ； 4、矿山地质环境监测：①不稳定地质体监测：监测点设置 14 个；:不稳定地质体监测 54 次；灾害变形监测 198 次；②含水层及水土环境监测：监测点设置 6 个；水量（位）监测 36 次；水质全分析 36 次；水质简分析 36 次；土质分析 36 次；③地形地貌景观监测：巡查 4 次。	1、P1 不稳定斜坡：（2025 年完成） 2、 <b>矿区内西北、南部、中东高压输电线路 8 座塔基修复</b> ：日常巡排查和本次现场调查，未发现线路损毁。 3、 <b>民用低压输电线路修复</b> ：日常巡排查和本次现场调查，未发现线路损毁。 4、 <b>李前村公路、白厢村公路、彬宝公路修复</b> ：李前村公路、白厢村公路日常巡排查和本次现场调查，未发现道路损毁。彬宝公路委托彬州市交通运输局修复（计划 2024 年完成）。 5、 <b>农村道路修复</b> ：日常巡排查和本次现场调查，未发现道路损毁。 6、 <b>田间道修复</b> ：日常巡排查和本次现场调查，未发现道路损毁。 7、 <b>不稳定地质体监测</b> ：使用 RTK 对 1#崩塌、2#滑坡、3#不稳定斜坡监测各 18 次，4#~14#地面塌陷监测各 18 次，监测次数共 252 次。（2020 年完成） 8、 <b>含水层水位水量监测</b> ：监测次数共 36 次；地形地貌监测：用无人机及人工巡查对矿区内地貌景观破坏情况监测，监测次数共 4 次。完成土壤检测报告 36 份、水质检测报告 36 份。（2020 年完成）
	土地复垦工程	1、采空塌陷 TX2、TX4、TX5、TX6、TX7 现状损毁的土地复垦； 2、开发式治理：矿区西部已搬迁至移民新村的村庄李前村三组、白厢村二组三组进行彬州梨种植项目。废弃的农村宅基地拆除、清理、复垦、种植彬州梨； 3、部分白厢移民新村、虎神沟一组（塬上）村庄搬迁，农村宅基地拆除、清理、复垦。 4、土地复垦监测。	1、采空塌陷 TX2、TX4、TX5、TX6、TX7 现状损毁的土地复垦：①充填工程：地裂缝充填 216570.1m <sup>3</sup> 、墙体裂缝充填 5.77m <sup>3</sup> ；②土壤剥离工程：表土剥离 124577.6m <sup>3</sup> 、表土回覆 124577.6m <sup>3</sup> ；③平整工程：土地平整 93885.2m <sup>3</sup> 、土壤翻耕 200.9hm <sup>2</sup> ；④生物化学工程：土壤培肥 154.33hm <sup>2</sup> ；⑤林草恢复工程：栽植刺槐 6373 株、栽植紫穗槐 25490 株、栽植苹果树 47680 株、撒播紫花苜蓿 41.95hm <sup>2</sup> 、穴状整地 60*60*60，54053 个、穴状整地 30*30*30，25490 个； 2、开发式治理：矿区西部已搬迁至移民新村的村庄李前村三组、白厢村二组三组进行彬州梨种植项目。废弃的农村宅基地拆除、清理、复垦、种植彬州梨：①清理工程：建构建筑拆除 4650m <sup>3</sup> 、硬化层拆除 11370m <sup>3</sup> 、垃圾清运 30320m <sup>3</sup> ；②充填工程：地裂缝充填 11841.85m <sup>3</sup> ；③土壤剥离工程：表土剥离 6655.02m <sup>3</sup> 、表土回覆 6655.02m <sup>3</sup> ；④平整工程：土地平整 8395.87m <sup>3</sup> 、土壤翻耕 25.56hm <sup>2</sup> ；④生物化学工程：土壤培肥 12.78hm <sup>2</sup> ；⑤林草恢复工程：栽植彬州梨树 10535 株、穴状整地 60*60*60，10535 个； 3、部分白厢移民新村、虎神沟一组（塬上）村庄搬迁，农村宅基地拆除、清理、复垦：①清理工程：建构建筑拆除 50500m <sup>3</sup> 、硬化层拆除 30300m <sup>3</sup> 、垃圾清运 80800m <sup>3</sup> ；②平整工程：场地平整 10.10hm <sup>2</sup> 、土壤翻耕 20.20hm <sup>2</sup> ；③生物化学工程：土壤培肥 10.10hm <sup>2</sup> ； 4、土地复垦监测：①监测点设置 11 个；①原地貌地表状况监测 7 次；②土地损毁程度监测 22 次；③土壤质量检测 22 次；④复垦植被监测 22 次。	1、 <b>采空塌陷 TX2、TX4、TX5、TX6、TX7 现状损毁的土地复垦</b> ：（2025 年完成） 2、 <b>开发式治理</b> ：（2025 年完成复垦为耕地。） 3、 <b>部分白厢移民新村、虎神沟一组（塬上）村庄搬迁，农村宅基地拆除、清理、复垦</b> ：（已部分实施，计划 2026 年 6 月 30 日前完成） 4、 <b>2025 年完成复垦，适用期内未实施监测。</b>
第二年 (2021 年)	矿山地质环境 治理工程	1、B1 崩塌； 2、输电线路； 3、道路修复； 4、矿山地质环境监测。	1、B1 崩塌：①削方 36900m <sup>3</sup> ；②浆砌片石 1107.11m <sup>3</sup> ；③3:7 灰土垫层 193.28m <sup>3</sup> ；④PVC 泄水管 135m；⑤林草恢复工程：栽植刺槐 125 株、栽植紫穗槐 500 株、撒播紫花苜蓿 0.29hm <sup>2</sup> 、穴状整地 60*60*60，125 个、穴状整地 30*30*30，500 个；⑥警示牌 1 块； 2、输电线路：①民用输电线路移设 0.64km； 3、道路修复：①地面裂缝充填 2176.31m <sup>3</sup> ；②路基夯实 13998.96m <sup>3</sup> ；③沥青路面修复 7010m <sup>2</sup> ；④水泥路面修复 7660m <sup>2</sup> ；⑤素土路面修复 31993.2m <sup>2</sup> ； 4、矿山地质环境监测：①不稳定地质体监测：监测点设置 1 个；不稳定地质体监测 54 次；灾害变形监测 126 次；②含水层及水土环境监测：水量（位）监测 36 次；水质全分析 36 次；水质简分析 36 次；土质分析 36 次；③地形地貌景观监测：巡查 4 次。	1、B1 崩塌：2023 年完成治理。 2、 <b>民用低压输电线路修复</b> ：日常巡排查和本次现场调查，未发现线路损毁。 3、 <b>白厢村公路、彬宝公路修复</b> ：白厢村公路日常巡排查和本次现场调查，未发现道路损毁。彬宝公路委托彬州市交通运输局修复（计划 2025 年完成）。 4、 <b>农村道路修复</b> ：日常巡排查和本次现场调查，未发现道路损毁。 5、 <b>田间道修复</b> ：日常巡排查和本次现场调查，未发现道路损毁。 6、 <b>不稳定地质体监测</b> ：使用 RTK 对 1#崩塌、2#滑坡、3#不稳定斜坡监测各 18 次，4#~15#地面塌陷监测各 18 次，监测次数共 270 次。（2021 年完成） 7、 <b>含水层水位水量监测</b> ：监测次数共 36 次；地形地貌监测：用无人机及人工巡查对矿区内地貌景观破坏情况监测，监测次数共 4 次。完成土壤检测报告 36 份、水质检测报告 36 份。（2021 年完成）
	土地复垦工程	1、ZF3803 工作面、ZF3806 工作面、2803 工作面损毁的土地复垦； 2、土地复垦监测和管护。	1、ZF3803 工作面、ZF3806 工作面、2803 工作面损毁的土地复垦：①充填工程：地裂缝充填 62048.12m <sup>3</sup> 、墙体裂缝充填 0.71m <sup>3</sup> ；②土壤剥离工程：表土剥离 35352.62m <sup>3</sup> 、表土回覆 35352.62m <sup>3</sup> ；③平整工程：土地平整 37055.38m <sup>3</sup> 、土壤翻耕 80.12hm <sup>2</sup> ；④生物化学工程：土壤培肥 54.87hm <sup>2</sup> ；⑤林草恢复工程：栽植刺槐 80 株、栽植紫穗槐 320 株、栽植苹果树 13710 株、撒播紫花苜蓿 5.05hm <sup>2</sup> 、穴状整地 60*60*60，13790 个、穴状整地 30*30*30，320 个； 2、土地复垦监测和管护：①监测点设置 1 个；②土地损毁程度监测 14 次；③土壤质量检测 14 次；④复垦植被监测 14 次；⑤植被管护 136.16hm <sup>2</sup> 。	1、 <b>ZF3803 工作面、ZF3806 工作面、2803 工作面损毁的土地复垦</b> ：2025 年完成的大佛寺村、李前村、上沟村、下沟村土地复垦项目，包含 ZF3803、ZF3806、2803 工作面（原三采大巷煤柱难工作面）；ZF1801E 未开采，土地未损毁未实施 2、 <b>2025 年完成复垦，适用期内未实施监测。</b>

年度	主要治理内容		部署工程	完成工程
第三年 (2022年)	矿山地质环境 治理工程	1、H1滑坡； 2、输电线路； 3、道路修复； 4、回风斜井封堵； 5、矿山地质环境监测。	1、H1滑坡：①削方 119950.6m <sup>3</sup> ；②浆砌片石 712.8m <sup>3</sup> ；③3:7灰土垫层 356.4m <sup>3</sup> ；④撒播紫花苜蓿 1.68hm <sup>2</sup> ；⑤警示牌 1块； 2、输电线路：①民用输电线路移设 0.53km； 3、道路修复：①地面裂缝充填 485.07m <sup>3</sup> ；②路基夯实 5358.78m <sup>3</sup> ；③沥青路面修复 1280m <sup>2</sup> ；④水泥路面修复 2980m <sup>2</sup> ；⑤素土路面修复 13602.6m <sup>2</sup> ； 4、回风斜井封堵：①拦渣坝（C25）61.92m <sup>3</sup> ；②回填矸石 12687.5m <sup>3</sup> ；③挡水墙（C25）155.63m <sup>3</sup> ；④回填粘土 324.8m <sup>3</sup> ；⑤井口剥离岩土 30.62m <sup>3</sup> ；⑥浇筑水泥 110.53m <sup>3</sup> ；⑦钢板盖面 38.47m <sup>2</sup> ；⑧井口覆土 40.19m <sup>3</sup> ；⑨钢筋制安 1.18t；⑩警示牌 1块； 5、矿山地质环境监测：①不稳定地质体监测：监测点设置 2个；不稳定地质体监测 54次；灾害变形监测 144次；②含水层及水土环境监测：水量（位）监测 36次；水质全分析 36次；水质简分析 36次；土质分析 36次；③地形地貌景观监测：巡查 4次。	1、H1滑坡治理：（2025年完成） 2、民用低压输电线路修复：日常巡排和本次现场调查，未发现线路损毁。 3、彬宝公路修复：彬宝公路委托彬州市交通运输局修复（计划2026年完成）。 4、农村道路修复：日常巡排和本次现场调查，未发现道路损毁。 5、田间道修复：日常巡排和本次现场调查，未发现道路损毁。 6、回风斜井封堵：（2024年完成） 7、不稳定地质体监测：使用RTK对1#崩塌、2#滑坡、3#不稳定斜坡监测各18次，4#~17#地面塌陷监测各18次，监测次数共306次。 8、含水层水量监测：监测次数共36次；地形地貌监测：用无人机及人工巡查对矿区内地貌景观破坏情况监测，监测次数共4次。完成土壤检测报告36份、水质检测报告36份。（2022年完成）
	土地复垦工程	1、风井场地、瓦斯抽放及发电站、风井场地道路、瓦斯抽放及发电站道路搬迁、拆除、清理、复垦。 2、三采大巷煤柱北工作面、三采大巷煤柱南工作面损毁的土地复垦； 3、土地复垦监测和管护。	1、风井场地、瓦斯抽放及发电站、风井场地道路、瓦斯抽放及发电站道路搬迁、拆除、清理、复垦： ①清理工程：建构建筑拆除 8085m <sup>3</sup> 、硬化层拆除 4905m <sup>3</sup> 、垃圾清运 12990m <sup>3</sup> ；②平整工程：场地平整 1.08hm <sup>2</sup> 、土壤翻耕 2.16hm <sup>2</sup> ；③生物化学工程：土壤培肥 1.08hm <sup>2</sup> ；④林草恢复工程：撒播紫花苜蓿 0.60hm <sup>2</sup> ； 2、三采大巷煤柱北工作面、三采大巷煤柱南工作面损毁的土地复垦：①充填工程：地裂缝充填 46603.52m <sup>3</sup> 、墙体裂缝充填 0.14m <sup>3</sup> ；②土壤剥离工程：表土剥离 25148.26m <sup>3</sup> 、表土回覆 25148.26m <sup>3</sup> ；③平整工程：土地平整 16500.58m <sup>3</sup> 、土壤翻耕 37.48hm <sup>2</sup> ；④生物化学工程：土壤培肥 24.96hm <sup>2</sup> ；⑤林草恢复工程：栽植刺槐 350株、栽植紫穗槐 1400株、栽植苹果树 5725株、撒播紫花苜蓿 6.92hm <sup>2</sup> 、穴状整地 60*60*60，6075个、穴状整地 30*30*30，1400个； 3、土地复垦监测和管护：①监测点设置 2个；②土地损毁程度监测 16次；③土壤质量检测 16次；④复垦植被监测 16次；⑤植被管护 149.94hm <sup>2</sup> 。	1、风井场地、瓦斯抽放及发电站、风井场地道路、瓦斯抽放及发电站道路搬迁、拆除、清理、复垦：（2025年完成） 2、三采大巷煤柱北工作面、三采大巷煤柱南工作面损毁的土地复垦：2025年完成的大佛寺村、李前村、上沟村、下沟村土地复垦项目，包含ZF4109工作面（原三采大巷煤柱难工作面）；ZF1801E未开采，土地未损毁未实施 3、2025年完成复垦，适用期内未实施监测。
第四年 (2023年)	矿山地质环境 治理工程	1、输电线路； 2、道路修复； 3、矿山地质环境监测。	1、输电线路：①民用输电线路移设 0.45km； 2、道路修复：①地面裂缝充填 1404.13m <sup>3</sup> ；②路基夯实 6150.54m <sup>3</sup> ；③沥青路面修复 5530m <sup>2</sup> ；④水泥路面修复 3000m <sup>2</sup> ；⑤素土路面修复 11971.8m <sup>2</sup> ； 3、矿山地质环境监测：①不稳定地质体监测：监测点设置 2个；不稳定地质体监测 54次；灾害变形监测 90次；②含水层及水土环境监测：水量（位）监测 36次；水质全分析 36次；水质简分析 36次；土质分析 36次；③地形地貌景观监测：巡查 4次。	1、民用低压输电线路修复：日常巡排和本次现场调查，未发现线路损毁。 2、彬宝公路、水李公路修复：水李公路日常巡排和本次现场调查，未发现道路损毁。彬宝公路委托彬州市交通运输局修复（计划2025年完成）。 3、农村道路修复：日常巡排和本次现场调查，未发现道路损毁。 4、田间道修复：日常巡排和本次现场调查，未发现道路损毁。 5、不稳定地质体监测：对地质灾害监测点1#~19#，使用RTK进行监测，监测次数共342次。 6、含水层流量监测：对编号S1~S3使用浮标法进行流量监测，监测次数共36次。地形地貌监测：用无人机及人工巡查对矿区内地貌景观破坏情况监测，监测次数共4次。完成土壤检测报告36份、水质检测报告36份。（2023年完成）
	土地复垦工程	1、2805工作面、ZF1801E工作面损毁的土地复垦； 2、土地复垦监测和管护。	1、2805工作面、ZF1801E工作面损毁的土地复垦：①充填工程：地裂缝充填 35515.73m <sup>3</sup> 、墙体裂缝充填 1.66m <sup>3</sup> ；②土壤剥离工程：表土剥离 18936.5m <sup>3</sup> 、表土回覆 18936.5m <sup>3</sup> ；③平整工程：土地平整 15861.91m <sup>3</sup> 、土壤翻耕 31.74hm <sup>2</sup> ；④生物化学工程：土壤培肥 22.49hm <sup>2</sup> ；⑤林草恢复工程：栽植苹果树 6455株、撒播紫花苜蓿 2.90hm <sup>2</sup> 、穴状整地 60*60*60，6455个； 2、土地复垦监测和管护：①监测点设置 2个；②土地损毁程度监测 10次；③土壤质量检测 10次；④复垦植被监测 10次；⑤植被管护 163.87hm <sup>2</sup> 。	1、2805工作面、ZF1801E工作面损毁的土地复垦：2025年完成的大佛寺村、李前村、上沟村、下沟村土地复垦项目，包含2804工作面；ZF1801E未开采，土地未损毁未实施 2、2025年完成复垦，适用期内未实施监测。

年度	主要治理内容		部署工程		完成工程	
第五年 (2024年)	矿山地质环境 治理工程	1、输电线路； 2、道路修复； 3、矿山地质环境监测。	1、输电线路：①民用输电线路移设 0.41km； 2、道路修复：①地面裂缝充填 690.89m <sup>3</sup> ；②路基夯实 4887.42m <sup>3</sup> ；③沥青路面修复 4010m <sup>2</sup> ；④水泥路面修复 720m <sup>2</sup> ；⑤素土路面修复 11561.4m <sup>2</sup> ； 3、矿山地质环境监测：①不稳定地质体监测：监测点设置 1 个；不稳定地质体监测 54 次；灾害变形监测 108 次；②含水层及水土环境监测：水量（位）监测 36 次；水质全分析 36 次；水质简分析 36 次；土质分析 36 次；③地形地貌景观监测：巡查 4 次。		1、 <b>民用低压输电线路修复</b> ：日常巡排查和本次现场调查，未发现线路损毁。 2、 <b>彬宝公路、水李公路修复</b> ：彬宝公路委托彬州市交通运输局修复（预付 1000 万元修复费用）。 <b>水李公路</b> 日常巡排查和本次现场调查，未发现道路损毁。 3、 <b>农村道路修复</b> ：日常巡排查和本次现场调查，未发现道路损毁。 4、 <b>田间道修复</b> ：日常巡排查和本次现场调查，未发现道路损毁。 5、 <b>不稳定地质体监测</b> ：对不稳定地质体测点 1#~20#坐标,使用 RTK 进行监测，监测次数共 360 次。 6、 <b>含水层水位水量监测</b> ：对编号 S1~S3 水位水量监测，监测次数共 36 次；地形地貌监测：用无人机及人工巡查对矿区内地貌景观破坏情况监测，监测次数共 4 次。完成土壤检测报告 36 份、水质检测报告 36 份。	
	土地复垦工程	1、2804 工作面、ZF1801E 工作面损毁的土地复垦； 2、土地复垦监测和管护。	1、2804 工作面、ZF1801E 工作面损毁的土地复垦：①充填工程：地裂缝充填 29591.95m <sup>3</sup> 、墙体裂缝充填 1.12m <sup>3</sup> ；②土壤剥离工程：表土剥离 16232.69m <sup>3</sup> 、表土回覆 16232.69m <sup>3</sup> ；③平整工程：土地平整 13955.7m <sup>3</sup> 、土壤翻耕 27.58hm <sup>2</sup> ；④生物化学工程：土壤培肥 19.67hm <sup>2</sup> ；⑤林草恢复工程：栽植刺槐 95 株、栽植紫穗槐 380 株、栽植苹果树 5910 株、撒播紫花苜蓿 3.07hm <sup>2</sup> 、穴状整地 60*60*60, 6005 个、穴状整地 30*30*30, 380 个； 2、土地复垦监测和管护：①监测点设置 1 个；②土地损毁程度监测 12 次；③土壤质量检测 12 次；④复垦植被监测 12 次；⑤植被管护 170.34hm <sup>2</sup> 。		1、 <b>2804 工作面、ZF1801E 工作面损毁的土地复垦</b> ：2025 年完成的大佛寺村、李前村、上沟村、下沟村土地复垦项目，包含 2804 工作面；ZF1801E 未开采，土地未损毁未实施 2、 <b>2025 年完成复垦，适用期内未实施监测。</b>	
费用		矿山地质环境治理工程部署：3970.21 万元	土地复垦工程部署：6541.60 万元	矿山地质环境治理工程实际：2497.985802 万元	土地复垦工程实际：1825.791551 万元	

彬县水帘洞煤矿适用期矿山地质环境治理工程竣工图  
比例尺：1: 1000



图 2.7-1 《上期方案》适用期矿山地质环境治理工程竣工图

彬县水帘洞煤矿适用期土地复垦项目竣工图  
比例尺: 1: 1000

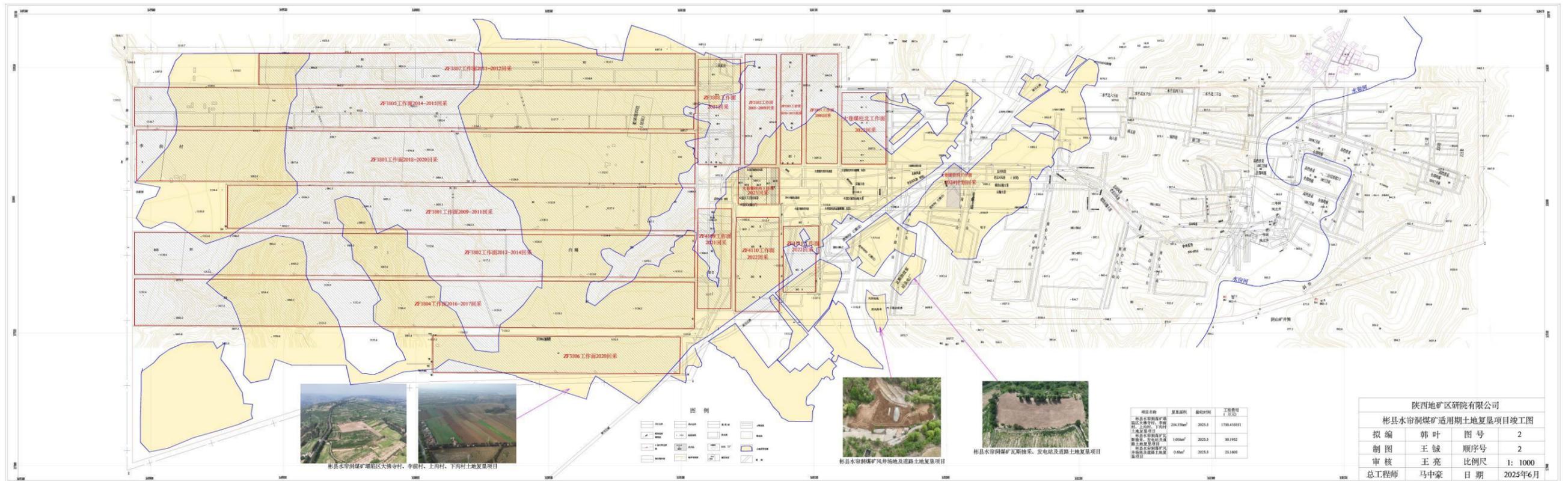


图 2.7-2 《上期方案》适用期土地复垦项目竣工图

彬县水帘洞煤矿适用期监测点布置及成果图  
比例尺: 1: 1000

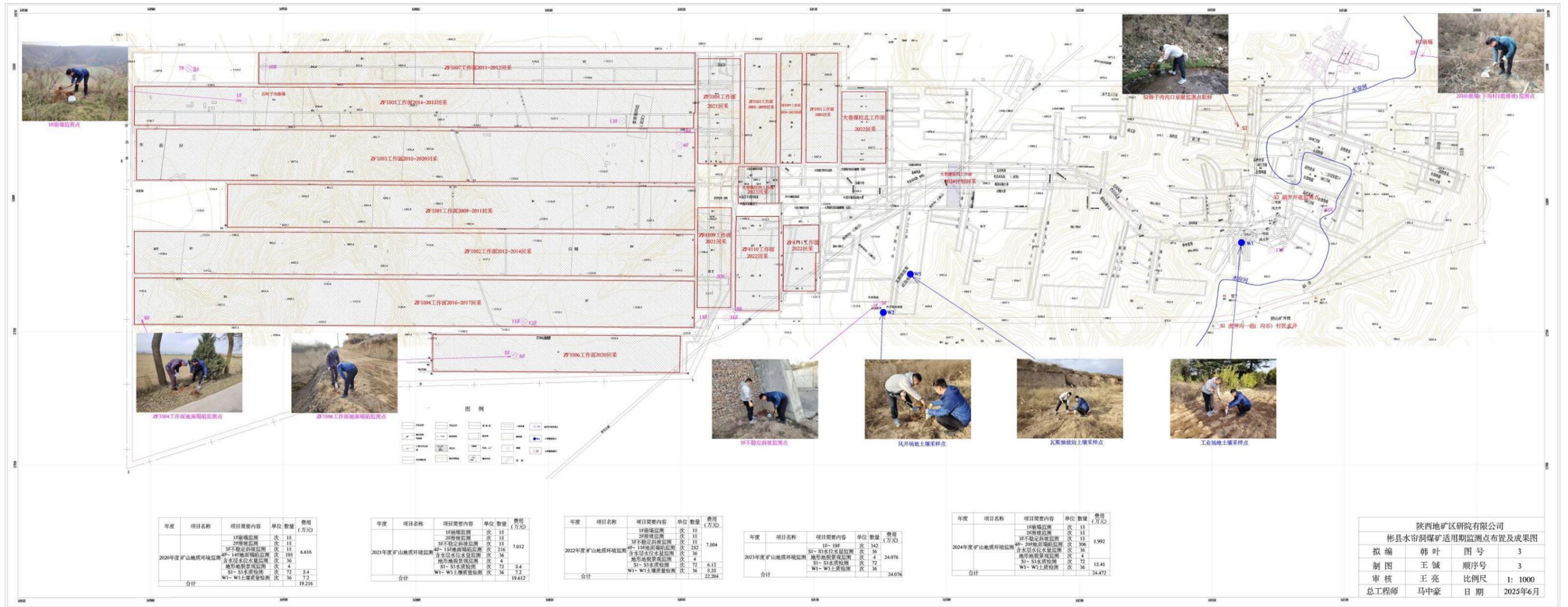


图 2.7-3 《上期方案》适用期监测点布置及成果图

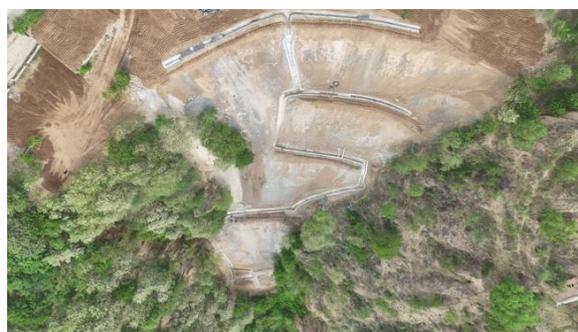
矿山贯彻“边开采、边治理、边恢复”的原则，《上期两案》已经对崩塌、不稳定边坡进行治理，防止次生灾害的发生；对矸石周转场及进场道路地质环境治理与土地复垦，提高绿化面积和土地复垦率；持续开展地质环境监测工作。矿区地质环境保护与土地复垦工程消除了矿山工程建设及运行期间引发的滑坡、地面塌陷、崩塌等不稳定地质体，确保矿区及其周边人民生命财产的安全。保护了矿区水土资源，减轻了区内水土流失，维护了矿区的环境安全，改善矿区地形地貌景观。加强了矿山企业与周围民众的友好关系，有利于社会稳定和区域经济持续发展。主要完成工程情况如下：

### （1）P1 不稳定斜坡治理工程

2025 年 3 月，彬县水帘洞煤矿委托陕西中能起航能源科技有限责任公司对 P1 坡面按照 1:1.3 坡率进行修整，留设四级平台，平台设置排水渠栽植紫穗槐撒播爬山虎草籽，在坡脚修建 3.5m 高浆砌块石挡墙 21.2m，挡墙外侧设置消力池，从坡顶到坡脚设置急流槽，将坡顶及平台汇水引导至治理区东侧沟底。共投入 46.9 万元。已通过评审验收。治理前见照片 2.28，治理后照片见 2.29。

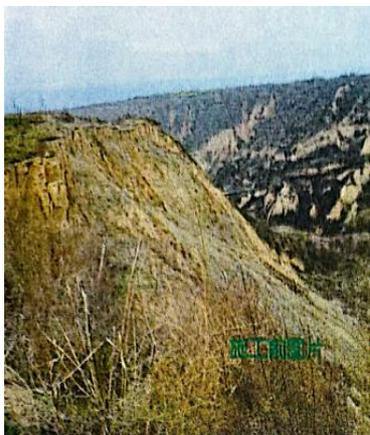


照片 2.28 P1 不稳定斜坡治理前（镜像 70°）



照片 2.29 P1 不稳定斜坡治理后（镜像 70°）

### （2）B1 崩塌治理工程



照片 2.30 B1 崩塌治理前（镜像 70°）



照片 2.31 B1 崩塌治理后（镜像 70°）

B1 崩塌李（原石岭子沟崩塌）治理项目，2023 年 11 月彬县水帘洞煤矿委托陕西航筑建设工程有限公司完成施工，治理措施包括滑坡削坡减载治理工程、崩塌前沿土地复垦工程、生产道路修筑工程、坡面植被防护工程、堰塞湖涵管工程、截排水沟工程、消能池、边坡围栏及警示牌等分项。共投入 1032.05119 万元。已通过评审验收。治理前见照片 2.30，治理后照片见 2.31。

### （3）瓦斯抽放站及发电站土地复垦工程

2025 年 3 月，彬县水帘洞煤矿委托陕西中能起航能源科技有限责任公司对瓦斯抽采及发电站土地进行复垦，治理措施包括拆除工程+覆土工程+土壤修复工程+林草恢复工程，对复垦区内废弃建筑物拆除  $10\text{m}^3$ ，硬化层拆除  $800\text{m}^3$ ，垃圾清运  $810\text{m}^3$ ，地表建筑垃圾清除后进行表土回覆，覆土厚度为  $0.5\text{m}$ ，覆土后平整土地；对复垦区（ $1.03\text{hm}^2$ ）地表进行土地翻耕深度  $30\text{cm}$ ，翻耕后平整土地，在  $0\sim 20\text{cm}$  土层内均匀撒施肥料；复垦区北侧、南侧栽植刺槐共 600 株。共投入 50.2 万元。已通过评审验收。治理前见照片 2.32，治理后照片见 2.33。



照片 2.32 瓦斯抽采及发电站复垦前  
（镜向  $110^\circ$ ）



照片 2.33 瓦斯抽采及发电站复垦后  
（镜向  $110^\circ$ ）

### （4）风井场地土地复垦工程

2025 年 4 月，彬县水帘洞煤矿委托陕西中能起航能源科技有限责任公司对风井场地进行复垦，治理方案为：覆土工程+土壤修复工程+林草恢复工程。复垦区内地表建筑垃圾清除后进行表土回覆，覆土厚度为  $0.5\text{m}$ 。覆土后平整土地；对复垦区（ $0.6\text{hm}^2$ ）地表进行土地翻耕深度  $30\text{cm}$ ，翻耕后平整土地，在  $0\sim 20\text{cm}$  土层内均匀撒施肥料；撒播紫花苜蓿  $0.36\text{hm}^2$ ，栽植刺槐 200 株。共投入 25.16 万元。已通过评审验收。治理前见照片 2.34，治理后照片见 2.35。



照片 2.34 风井场地复垦前（镜向 100°）



照片 2.35 风井场地复垦后（镜向 100°）

#### （5）塌陷区大佛寺村、李前村、上沟村、下沟村土地复垦项目

2025 年 5 月，彬县水帘洞煤矿塌陷区大佛寺村、李前村、上沟村、下沟村土地复垦项目由陕西浩宇鑫盛建筑工程有限公司（1 标段）、陕西润来建设工程有限公司（2 标段）、陕西盛鑫建筑安装工程有限公司（3 标段）完成施工并通过验收。该土地复垦项目主要对项目区采煤塌陷损毁土地进行复垦恢复，同时针对原有的缓坡耕地、梯田等实施改造和土地整治工程，通过填充塌陷裂缝、拓宽梯田宽度、整修田坎、平整土地、翻耕和培肥土壤、整修生产道路等，复垦恢复土地功能、改善耕作生产条件、提高土地质量；对废弃农村宅基地、院落、窑洞实施拆除清理和土地复垦工程，增加耕地面积数量；对田坎、道路两侧实施农田防护和绿化工程。实施土地复垦总面积为 254.83hm<sup>2</sup>(3822.4 亩)。共投入 1750.435851 万元。已通过评审验收。治理前见照片 2.36，治理后照片见 2.37。



照片 2.36 土地复垦前（镜向 160°）



照片 2.37 土地复垦前后（镜向 160°）

#### （6）回风斜井封堵项目

2024 年 4 月，矿山企业（自主施工）完成了回风斜井封堵工程，治理方案为：挡渣墙+回填矸石+钢筋混凝土+回填黏土+M7.5 标砖封口，井筒内巷道等支护井壁的所有设施不得拆除，至井口 25m 处预先施工好挡渣墙，挡渣墙采用砼浇灌，砼强度不低于 C25，

墙体内加铁丝网和钢筋，墙体外缘要接帮接顶，墙顶厚 3m，外侧墙体坡比 1:0.5。向井筒内回填矸石，回填过程中夯实，夯实至井口 3m。将沿井筒周边外扩 3m 范围的土体全部剥离，剥离坑深度略大于 3m，剥离坑基底面要平整，剥离坑四周要用锚网喷支护，防止四周土体坍塌。按“井”型在井口上铺设 30#钢轨 4 条，钢轨长度要比井筒断面直径长 4m，然后再铺设 8mm 钢板，盖住井口，钢板外缘离井口边沿不少于 2m，钢板死角要用锚杆锚固拉紧。向剥离坑内浇灌水泥，水泥型号高于 425#，每浇灌 0.4m 时，要按 0.8m 的间排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 3m。水泥浇灌完成后，要定期进行养护，养护期不低于 1 个月，1 个月后，浇灌体上方井筒内回填黏土，夯实至井口，井口用 M7.5 标砖砌筑。总投入 18.62 万元。治理前见照片 2.38，治理后照片见 2.39。



照片 2.38 回风斜井封堵前（镜像 70°）



照片 2.39 回风斜井封堵后（镜像 70°）

#### （7）监测工程项目

《上期方案》中共部署不稳定地质体监测点 28 个，1026 点次，实际部署 20 个，完成监测次数 1214 点次；含水层监测点 3 个，180 次，实际部署 3 个，完成水位水量监测次数 180 点次，水质分析 360 次；地形地貌景观监测 20 次，实际完成 20 次；土壤质量监测点 3 个，180 点次，实际部署 3 个，完成监测点次 180 点次。

不稳定地质体结果：经巡查与 RTK 监测，1#崩塌、2#滑坡、3#不稳定斜坡监测点基本稳定。采空区内 4#~20#地面塌陷监测点基本稳定。结合井上下对照图中采空区位置与连续五年五次航测影像图对比分析，2020 年之前的老采空区已基本沉稳，地面裂缝弱发育，地面变形不明显；2020~2023 年 ZF3806 工作面、ZF2803 工作面、ZF3808 工作面、ZF4109 工作面、ZF4110 工作面、ZF4111 工作面、大巷煤柱北工作面，地面裂缝弱发育，地面变形不明显；2024 年回采大巷煤柱西工作面，对应地表出现裂缝，裂缝宽约 10~30cm，

形成错台 10~30cm，可见长度约 360m，可见深度 10~30cm（照片 2.40）。



照片 2.40 大巷煤柱西工作面塌陷裂缝（镜像 140°）

含水层监测结果：S1 监测点地下水位变幅 0.6m，S2 水量变化 0.4m<sup>3</sup>/h，S3 水量变化 5.6m<sup>3</sup>/h，结果显示，地下开采对居民用水、泉水等影响较小，对深层含水层影响较大，主要是矿坑涌水的影响。

水土质量检测结果显示，水质基本满足地下水质量要求；土壤状况良好不存在重金属污染问题。

地形地貌监测结果：根据 2019~2024 年地形地貌航拍成果显示，煤层开采产生的地表沉降量较小，基本未引起地形地貌景观变化，对地形地貌景观影响较小。

### 3、《上期方案》适用期未实施项目情况（2025 年 1 月至适用期验收日期）

#### （1）H1 滑坡治理

该项目在《上期方案》中部署 2022 年进行，经 2020 年至 2024 年 12 月的长期监测，未发现有明显变形，因此未实施。

#### （2）白厢移民新村、虎神沟一组（塬上）复垦项目

该项目在《上期方案》中部署 2020 年进行，由于开采计划的调整，影响这两个村庄的工作面为 ZF4110 和 ZF4111 于 2022 年完成回采，村庄 2023 年完成搬迁，考虑沉稳期 2 年，因此该项目未实施。

#### （3）输电线塔修复项目

该项目在《上期方案》中适用期各年度均有部署，经过煤矿日常巡排查和本次现场调查，未发现输电线塔损毁，因此该项目未实施。

#### （4）道路修复

该项目在《上期方案》中适用期各年度均有部署，

①李前村公路：适用期内经过煤矿日常巡排查和本次现场调查，未发现道路有较大损毁，损毁程度较轻，进行了简单的路面裂缝填充处理；

②白厢村公路：适用期内经过煤矿日常巡排查和本次现场调查，未发现道路有较大损毁，损毁程度较轻，进行了简单的路面裂缝填充处理；

③彬宝公路修复：2023年7月陕西省交通运输厅陕交函(2023)640号批复了G342（彬宝公路）采空区路段改建实施方案，2023年8月咸阳市交通运输局咸政交发[2023]139号批复了施工图设计及预算，核定预算14421万元，资金来源为上级补助、财政配套及煤矿企业出资解决。其中，水帘洞煤矿矿权范围内长度为1.737公里（公路桩号K1436+363~K1438+100），水帘洞煤矿出资3000万元。《上期方案》部署的该项工程已委托彬州市交通运输局对彬宝公路进行修复，目前预付工程款1000万元，待工程验收后再付剩余2000万元。

#### （5）土地复垦效果监测项目

该项目在《上期方案》中适用期各年度均有部署，由于《上期两案》部署的土地复垦工程均在2025年竣工，因此未完成该项目，其复垦效果监测列入本方案监测中。

### 4、《上期方案》与本方案的衔接情况

《上期方案》未完成的项目包括H1滑坡治理、塌陷区土地复垦、土地复垦效果监测等工程。

#### ①H1滑坡治理：

《上期方案》涉及的H1滑坡根据长期监测，没有明显的变形迹象，因此上个适用期内未实施。为保障下沟村村民的财产安全，有效改善矿区生态环境，2025年7月，彬县水帘洞煤矿委托陕西地矿区研院有限公司编制《彬县水帘洞煤炭有限责任公司彬县水帘洞煤矿H1崩塌（下沟村2组滑坡）治理项目设计》，通过专家评审后，由陕西中能起航能源科技有限责任公司进行施工，2025年8月4日施工完毕，并通过专家组验收。

治理措施包括坡面整理 200m<sup>2</sup>、被动防护网 480m<sup>2</sup>、警示牌 1 块，共投入 13.9 万。治理后见照片 2.41。



照片 2.41 H1 崩塌治理后

## (2) 土地复垦

《上期方案》中塌陷区大部分均以完成复垦工程。白厢新村和虎神沟一组（塬上）废弃宅基地复垦由于开采计划的调整，村庄 2023 年才完成搬迁，考虑沉稳期 2 年，于 2025 年 8 月开始，9 月完成。

经本次调查，白厢移民新村原有 129 户村民宅基地及农村道路未拆除复垦，虎神沟一组(塬上)原有 39 户村民宅基地及农村道路未拆除复垦。2025 年 8 月彬县水帘洞煤矿委托陕西地矿区研院有限公司编制《彬县水帘洞煤炭有限责任公司彬县水帘洞煤矿虎神沟一组(塬上)土地复垦项目设计》和《彬县水帘洞煤炭有限责任公司彬县水帘洞煤矿白厢移民新村土地复垦项目设计》，并通过专家组评审。通过专家评审后，由陕西中能起航能源科技有限责任公司进行施工，2025 年 9 月 19 日施工完毕，并通过专家组验收（照片 2.42~2.45），现已按照复垦方案进行施工，虎神沟一组(塬上)土地复垦费用为 940733.65 元，白厢移民新村土地复垦费用为 1076084.47 元。



照片 2.42 白厢移民新村治理前（航拍）

照片 2.43 白厢移民新村治理后（航拍）



照片 2.44 虎神沟一组（塬上）治理前（航拍）



照片 2.45 虎神沟一组（塬上）治理后（航拍）

《上期方案》中的土地复垦效果监测由于复垦工程验收均在 2025 年竣工，因此均未实施，纳入本方案适用期部署；

《上期方案》与本方案的变化主要体现在评估范围变化，本方案比《上期方案》评估区面积变小，主要是本方案在评估区划分市，考虑到 41 盘区基本开采结束，且超过沉稳期，因此 41 盘区范围评估区沿矿界设置；42 盘区根据开采计划、开采深度、地层结构等进行估算开采影响范围，适当外扩。

本方案服务年限较短，接近矿山闭坑，采矿范围大部分受损土地均已完成复垦，且本方案部署了充填开采工艺，因此本方案的复垦责任范围较小。

## 5、基金提取和使用情况



议矿山企业在下一阶段适用期内针对采空区地面塌陷监测，采取自动化监测设备，科学合理对采空区地面变形进行监测，为采空区治理提供数据支撑。

（3）矿山企业及时申请年度验收，积极支取基金，解决资金沉淀问题，确保各年度矿山地质环境保护与土地复垦项目落地实施，提高社会与环境效益。

（4）煤矿应加强与政府有关部门、村民的协商、沟通，提前搬迁受影响村民，在回采前解决搬迁村民生产、生活遇到的难题；

（5）对出现的裂缝要及时填充，对沉陷损毁土地施行免耕、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；

（6）矿山企业及时申请年度验收，积极支取基金，解决资金沉淀问题，确保各年度矿山地质环境保护与土地复垦项目落地实施，提高社会与环境效益。

（4）煤矿应高度重视监测工作，严格按照《方案》履行监测义务。

## （二）相邻矿山地质环境治理与土地复垦案例分析

通过对周边矿山的资料收集，位于本矿西侧的大佛寺煤矿地质条件、生产情况与本矿相似，因此本方案将其确定为对比案例进行分析。

### 1、大佛寺煤矿基本情况

大佛寺煤矿位于彬长矿区南部边界，312国道从矿井工业场地通过。区内具有四通八达的公路网，西平铁路沿泾河北岸穿越矿区，交通便利。矿区面积71.29km<sup>2</sup>，煤田地质储量10.6亿吨，可采储量7.6亿吨，设计生产年限92.5a，矿井总投资22.7亿元。

### 2、大佛寺煤矿治理情况分析

大佛寺煤矿坚决执行“谁开发谁保护、谁破坏谁治理”的政策，做到边采矿、边整治、边复垦，具体做到以下几点：

（1）大佛寺煤矿对不稳定地质体进行治理（照片2.46、2.47），及时消除不稳定地质体隐患，保障矿区居民生命财产安全，对于促进企地和谐起到积极的推动作用。

（2）对塌陷区进行综合整治（照片2.48、2.49），井下留设保护煤柱，堵塞地表裂缝、平整土地及配套工程，实施搬迁安置工程。通过将沉陷区治理与矿井建设同步设计、同步实施，在制定采矿计划时同步做好沉陷区治理规划设计。通过掌握不同开采时段的采区上方出现的塌陷台阶或地表裂缝情况，为制定地表沉陷综合防治措施提供科学依据，

制定沉陷区综合治理计划。

(3)对原矸石场进行渣体开挖、人工整坡、坡面覆盖黄土、栽植刺槐、栽植紫穗槐、人工种草等工程恢复绿色植被。通过退耕还林，植树造林和植被绿化，实现沉陷区土地治理率 100%，地表裂缝及沉陷台阶治理率 100%，整治区林草覆盖率 65%，实现矿区绿化可持续发展。



照片 2.46 师家店滑坡治理



照片 2.47 菜子塬通村道路旁不稳定斜坡治理



照片 2.48 枣林村土地复垦



照片 2.49 土沟村土地复垦

### （三）案例总结分析

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

#### 1、存在的主要问题

(1) 监测时间、空间覆盖不全面，难以指导矿山地质环境治理与土地复垦工作。上个适用期监测以人工监测为主，监测频率低，监测以人工巡查确定为主，在时间监测

频率较低，人工监测不同人员调查产生误差难以避免，空间上难以覆盖，且数据较少，不能真实反映整个塌陷区域的下沉范围及程度，难以总结规律，无法及时、准确、迅速的进行预警、分析，指导后续的地质环境治理与土地复垦工作；

（2）含水层的监测点的布设不合理，不能真实反映由于煤层开采而引起的含水层水位、水量、水质变化，采用居民水井监测仅能反映出第四系孔隙潜水含水层的变化，且还受到人类活动的影响，另外，对于副井的含水层监测也只能监测到矿坑涌水的情况。

（3）土地复垦项目应在工作面完成开采后沉稳期之后进行，以防止出现二次塌陷造成土地损毁，同时应及时进行土地复垦效果监测和林草地管护。

（4）实施治理工程措施，要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。

## 2、工作经验

（1）积极与技术单位合作，重视年度计划与年度总结，参与管理施工过程中质量管控和资料编制等内容，更好地完成矿山地质环境和土地复垦工作。

（2）煤矿对受威胁的村庄进行搬迁避让，对搬迁后房屋进行拆除，宅基地土地复垦为耕地（旱地）方法可行，民众满意；

（3）沉陷区治理不可滞后，塌陷区裂缝首次充填后，下雨天后裂缝会重新出现，需要多次充填治理才能夯实，谨防因地面塌陷造成土壤沙化。

（4）对于沉陷区的耕地或园地，塌陷裂缝形成后应及时进行充填，防止雨水沿裂缝下渗，造成裂缝进一步扩大；

（5）具有复垦条件的土地将其按耕、地、草地等进行复垦。即对塌陷区进行平整处理，继而采取生态恢复措施，尽可能恢复为原土地类型，使复垦土地以最少投入换取最好的经济、生态和社会效益。

以上总结上期方案典型治理效果和周边矿山生态修复工作的经验与不足，为本期方案的编制提供了可借鉴的方案及需避免的不足，本方案按照新的规范、技术标准并且广泛征求煤矿、乡镇、村的意见后，以上期方案适用期验收时间（2025年8月23日）为节点编制本方案，各项治理和复垦工程包含上期未完成工程，重新制定治理与复垦方案。

## 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

项目组在前期收集与分析已公告《上期两案》、《土地利用现状图》、彬州市国土空间规划、煤矿 1:5000 地形图和井上下对照图和开采计划的基础上，2025 年 7 月 7 日~7 月 8 日、2025 年 7 月 20 日~7 月 22 日、2025 年 8 月 3 日~8 月 4 日项目组多次赴现场进行矿山地质环境调查，集中对工业场地、矿区道路等地面工程建设区、村庄等地物进行了调查，对地形地貌景观影响、水土环境、土地资源(已损毁土地、拟开采区土地利用现状)等方面展开详细调查、实地测量、定位拍照和记录，核实原方案执行情况。在现场调查中对项目区农户及村集体进行了走访及问卷调查，采集了相应的影像、图片资料。

#### （一）矿山地质环境调查概述

矿山地质环境调查主要包括地质环境调查、地形地貌调查、不稳定地质体调查、含水层调查、水土环境调查及人类工程活动调查。

地质环境调查点：主要内容为对调查区内出露的地层岩性及各岩土体性质控制性地质构造及其他地质现象，分析其对不稳定地质体的控制及影响程度，本次共完成地质环境调查点 21 处。

地形地貌调查点：主要为对区内的典型地貌分布情况进行调查，完成地形地貌调查点 13 处。利用无人机对工业场地、已完成治理工程等进行拍照，共计形成视频 12min，照片 84 张。

不稳定地质体调查点：主要为对区内发育的各类不稳定地质体进行调查，包括对区内详查报告及原《方案》中的不稳定地质体进行调查复核，对矿山建设及采矿活动可能引发、加剧的不稳定地质体进行调查。

含水层调查点：主要为对区内的民井、水文孔和监测井进行调查，对区内民井和人文监测孔的水位变化及水量有了初步了解，共完成地下水调查点 3 处。

水土环境调查点：主要为对生产生活用水等进行水环境调查，对工业场地、风井场地、开采工作面进行土壤环境调查，进而分析矿山建设及采矿活动对调查区内的水土环境的影响程度；共完成水土环境环境调查点 6 处。

人类工程活动调查点：主要为对调查区内重要的人类工程活动进行调查，包括村庄、道路、输电线路、周边煤矿生产等，共完成人类工程活动调查点 16 处。

## （二）土地资源调查概述

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

土地利用现状调查点：主要为煤矿范围内的所有地类涉及耕地、林地、草地、住宅用地、交通运输用地、水域及水利设施用地、其他土地。对各地类进行了抽查，共完成土地利用现状调查点 18 处。

矿山地面工程调查点：主要为煤矿范围内地面建设工程压占土地进行调查，调查内容包括工业广场、炸药库、周边煤矿案例等，共完成矿山地面工程调查点 23 处。

土壤剖面调查：本次开挖了耕地、林地、草地等不同植被类型土壤的典型剖面，对土壤结构进行了分层并量取各层厚度，共完成土壤剖面调查点 2 处。

## （三）矿山生态状况调查

矿山所在地的生态本底调查：主要包括生态系统状况、生态系统格局、生物多样性等，以及生态保护红线、李家川水库水源地保护区等情况，明确煤矿所在区域的生态功能定位。

矿区生物多样性调查：主要包括生态系统的群落特征，如物种的多样性、群落结构、优势种、相对丰度、营养结构、丰富度，以及关键物种及其生境，草地生态系统的野生动植物物种、数量、分布及生境等。

# 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

本矿山地质环境影响评估的范围是采矿区及其矿业活动的影响范围。

水帘洞煤矿 41 盘区基本回采完成，形成的采空区也过了沉稳期，地表也经过了土地复垦，未来主要开采 42 盘区 4 号煤下分层。因此，本次评估区主要针对 42 盘区进行评估。以 41 盘区和 42 盘区分界线，西侧 41 盘区范围的评估区与矿权范围相同，根据开采计划，41 盘区基本开采完成，评估范围与矿权范围相同，南侧和北侧根据开采煤层



拐点编号	2000 国家大地坐标系	
	X(m)	Y(m)
评估面积 5.8786km <sup>2</sup>		

## 2、评估级别

### （1）评估区重要程度分级

评估区内分布村庄 6 处，其中上沟村人口达 500 人以上；分布有三级道路（彬宝公路）及输电线路，无重要建筑设施；无自然保护区及旅游景区（点）；采矿活动破坏耕地、园地、林地等，综合评定评估区重要程度为**重要区**。

### （2）矿山生产建设规模分类

水帘洞煤矿采用地下开采方式，核定生产能力为 1.35Mt/a，矿山生产建设规模属于**大型**。

### （3）矿山地质环境条件复杂程度分级

评估区内煤层位于地下水位以下，大气降水、地表水及地下水是矿井充水的主要来源，其中大气降水、地表水和第四系潜水对矿坑充水影响较小，直罗组、延安组承压裂隙复合含水岩组为直接充水含水层，其富水性弱；矿井最大涌水量为 850m<sup>3</sup>/d，含水层之间水力联系微弱或无水力联系，评估区**水文地质条件中等**。

评估区内松散覆盖层分布广泛且厚度较大，岩溶裂隙带不发育，岩石风化弱，地表残坡积层、基岩风化破碎带厚度小于 5m，矿山工程场地地基稳定性中等；4 煤层直接顶板以粉砂岩、粉细砂岩为主，次为泥岩，为较硬不稳定顶板；基本顶多为细粒砂岩或粉砂岩，局部粗粒砂岩，为较硬较稳定顶板稳定顶板。底板多铝质泥岩，次为泥岩或炭质泥岩，为较软不稳定底板。因此，评估区的**工程地质条件中等**。

评估区位于大佛寺向斜南翼，煤系地层形态为向北倾斜的单斜构造，局部有断层发育，**地质构造中等**。

现状条件下，矿山地质环境问题主要为崩塌、采空区地面塌陷灾害及其对地形地貌、土地资源的影响或破坏，矿山地质环境问题类型较多，危害中等，不稳定地质体发育情况中等。

煤矿采空区面积 3.4643km<sup>2</sup>，占矿区总面积 62.80%，采空区面积和空间大，部分得到有效治理，采动影响复杂。

本区属于典型的黄土高原地貌，地形总体呈南高北低之势。地貌主要为梁塬沟，地形切割严重，坡陡沟深。塬面开阔平坦，与沟底高差约 150m。地形地貌复杂。

综合评定本煤矿地质环境条件复杂程度为复杂。

#### （4）矿山地质环境影响评估分级

评估区重要程度分级为重要区，矿山生产建设规模属中型，地质环境复杂程度属复杂，根据《矿山地质环境保护与恢复治理编制规范》评估分级表（表 3.2-2），综合确定矿山地质环境影响评估级别为一级。

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

根据以上确定的评估级别，本次评估将采用工程类比法及加权比较法等，评估精度以定量评估为主，结合定性评估进行，对本矿山地质环境影响程度进行现状评估和预测评估。

## （二）不稳定地质体影响现状分析与预测

### 1、不稳定地质体现状评估

（1）在册不稳定地质体情况

根据《陕西省彬县地质灾害详细调查报告》、《彬州市地质灾害风险调查评价报告》以及彬州市最新群测群防资料可知：矿区及其影响范围均位于地质灾害高易发区和中风险区（图 3.1），发育 9 处不稳定地质体（表 3-1），其中 6 处采空塌陷（编号为 BX167、BX131、BX132、BX133、BX051、BX163），2 处崩塌（编号为 BX054、BX058）、1 处滑坡（BX196）。

表 3.2-1 《详查报告》中不稳定地质体点统计表

野外编号	名称	位置	规模	稳定性	危险性	威胁对象	核实情况	
地面 塌陷	BX167	李前村 2、3 组 地面塌陷	原李前村	小型	好	小	无	已治理 已注销
	BX131	姜渠村 1、2、3 组地面塌陷	原姜渠村	小型	好	小	无	已治理 已注销
	BX163	虎神沟 1 组 地面塌陷	虎神沟 1 组	小型	好	小	无	已治理 已注销
	BX133	白厢村 2、3 组 地面塌陷	原白厢村	小型	好	小	无	已治理 已注销
	BX051	上沟村 地面塌陷	上沟村	小型	较差	中等	195 户 950 人	已治理， 目前较 稳定
	BX132	姜渠村 4 组地面 塌陷	原姜渠村	小型	差	大	无	已治理 已注销
崩塌	BX054	筛子沟崩塌	下沟村南	小型	好	小	无	已治理 已注销
	BX058	虎神沟煤矿 崩塌	原虎神沟 煤矿	小型	好	小	无	已治理 已注销
滑坡	BX196	下沟村二组 滑坡	下沟村	小型	较差	小	无	已治理 未核销

其中：地面塌陷 BX167（李前村 2、3 组地面塌陷）、BX131（姜渠村 1、2、3 组地面塌陷）、BX163（虎神沟 1 组地面塌陷）、BX133（白厢村 2、3 组地面塌陷）4 处地面塌陷，崩塌 BX054（筛子沟崩塌）、BX058（虎神沟煤矿崩塌）2 处崩塌，因不稳定地质体治理和移民搬迁，经咨询彬州市自然资源局，均已核销并注销。

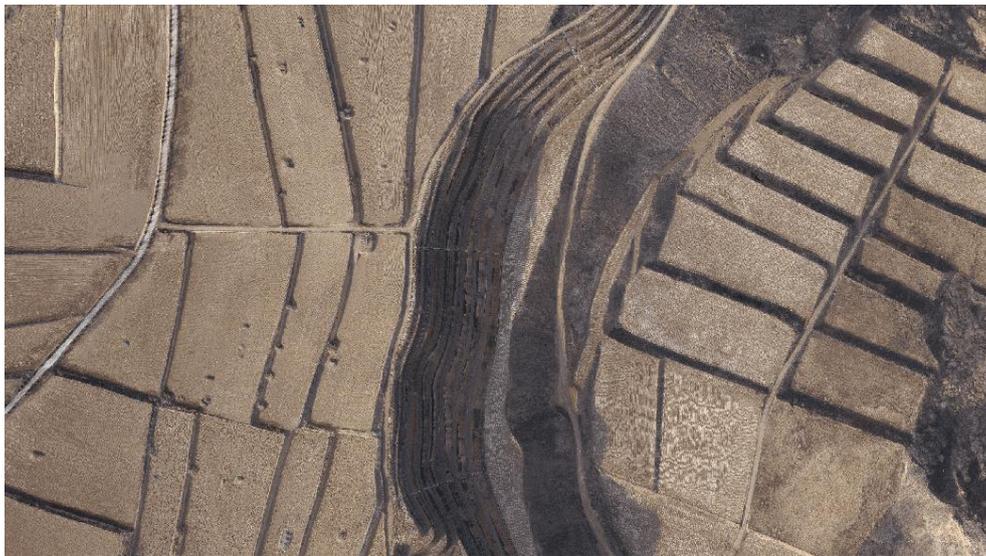
地面塌陷 BX051（上沟村地面塌陷），经调查，水帘洞煤矿在该区域的采空区形成时间在 1999 年以前，距今已有 20 年以上，其形成的采空塌陷基本稳定，地表变形不明

显，目前该塌陷已经经过土地平整（照片 3.1），予以治理，暂未核销，建议按照《陕西省地质灾害隐患点调查认定与核销管理办法》[[2019]4 号文予以核销。

地面塌陷 BX132（姜渠村 4 组地面塌陷），经调查，水帘洞煤矿在该区域的采空区形成于 2011-2012 年，距今已有 13 年之久，其形成的踩空塌陷基本稳定，地表变形不明显，目前该塌陷已经经过土地平整（照片 3.2），予以治理，暂未核销，建议按照《陕西省地质灾害隐患点调查认定与核销管理办法》[[2019]4 号文予以核销。



照片 3.1 地面塌陷 BX051 现状



照片 3.2 地面塌陷 BX132 现状

## （2）《上期两案》不稳定地质体情况

根据《上期两案》，确定评估区内不稳定地质体 10 处，其中滑坡 1 处，崩塌 1 处，

地面塌陷 7 处，不稳定斜坡 1 处（表 3.2-2）。

表 3.2-2 《上期方案》不稳定地质体情况汇总表

野外编号	名称	与《详查报告》的关系	核实情况	是否为在册灾害点	
地面 塌陷	TX1	—	—	已治理	否
	TX2	上沟村地面塌陷	与《详查报告》中 BX051 对应	已治理	是
	TX3	—	—	已治理	否
	TX4	—	—	已治理	否
	TX5	姜渠村四组地面塌陷	与《详查报告》中 BX132 对应	已治理	是
	TX6	—	—	已治理	否
	TX7	—	—	已治理	否
崩塌	B1	石岭子沟崩塌	与原《方案》中石岭子沟崩塌 B1 崩塌）对应	已治理	否
滑坡	H1	下沟村二组滑坡	与《详查报告》中 BX196 对应	已治理	是
不稳定 斜坡	P1	风井场地不稳定斜坡	—	已治理	否

### （3）本次调查不稳定地质体情况

依据本次野外调查结果，确定评估区内发育不稳定地质体 2 处，其中滑坡 1 处，黄土崩塌 1 处，地面塌陷裂缝 1 处。分述如下：

#### 1) 下沟村二组滑坡 H1，

该滑坡为《上期两案》中灾点，也是在册隐患点，在册编号 BX196。

该滑坡位于下沟村村东，水帘河右岸（中心坐标 X=3880500，Y=36504328），滑坡体长 50m，宽 110m，厚 6-8m，体积约  $4.4 \times 10^4 \text{m}^3$ ，为小型土质滑坡。滑坡外形平面上呈半圆形，剖面上呈凹型。上部坡度 80-90°，下部坡度 30-40°。上部坡面陡立，植被不发育，坡脚形成大量堆积体，体积约  $3.0 \times 10^4 \text{m}^3$ ，堆积体上植被较发育，局部可见马刀树。2004 年 2 月 18 日 24 时前后曾发生滑动，滑坡体涌入水帘河中，堵塞河道，后人工开挖河床疏通河道（见照片 3.3）。



照片 3.3 滑坡 H1 全貌图

发育条件：滑坡岩性可分为上部第四系更新统黄土和下部为新近系砂砾岩层（图 3.2-1）。黄土岩性为粉质粘土，大孔隙发育，土质疏松，上部具有一定湿陷性，工程性质差，且中部夹杂古土壤透水性差，渗水滞留在坡体。在一般情况下，自然坡体较稳定，当受到降水浸润、侵蚀作用影响时，土体抗剪强度急剧减弱，易引起坡体失稳，形成崩塌。

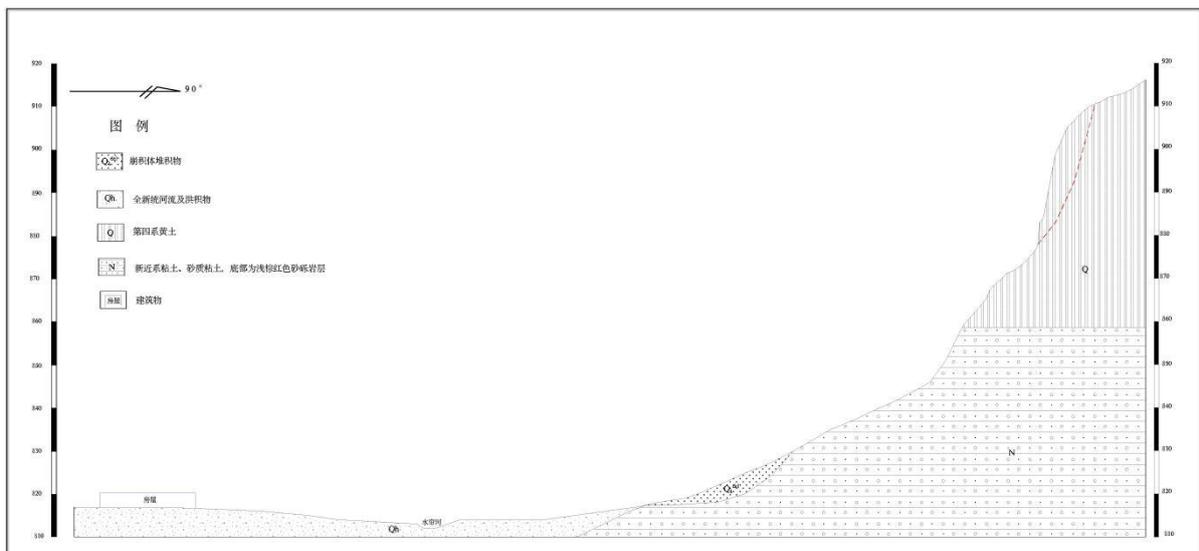


图 3.2-1 滑坡 H1 剖面图

威胁对象：坡脚为水帘河河道，该滑坡距离村庄较远，间接威胁河道左岸的过往行人。

危害程度及危险性：现状条件下稳定性较好，危害程度低，危险性小。

为降低该滑坡对行人造成的威胁，2025年8月水帘洞煤矿采取“坡面整理+被动防护网+警示牌”措施对其进行工程治理（照片3.4），并通过专家组验收，暂未核销，建议按照《陕西省地质灾害隐患点调查认定与核销管理办法》[[2019]4号文予以核销。



照片 3.4 滑坡 BX196 工程治理

## 2)职工宿舍后山黄土崩塌 B2

职工宿舍后山黄土崩塌（照片3.5）位于行政生活区的西北侧（中心坐标：X=3880086.00，Y=36503163.63），南北宽约110m，东西长约85m，平均厚度为3m，体积约 $2.81 \times 10^4 \text{m}^3$ ，属大型黄土崩塌，崩向约 $100^\circ$ 。崩塌下部高程为802m~819m，上部高程为900m，坡体整体地势西高东低，下部南高北低。崩塌后部为圈椅状陡坎，剖面呈上陡下缓型，上部坡度约 $65^\circ$ ，高差7m，中部坡度 $55^\circ$ ，局部陡直，高差约70m，下部相对较平缓，坡度约 $30^\circ$ ，高差约10m。坡体上部主要为柿园，下部有零星的灌木，坡面杂草丛生，乔木较多，植被茂密，覆盖率约60%~80%。



照片 3.5 B2 崩塌（镜向 260°）

发育条件：崩塌主要物质组成为第四系中上更新统黄土（图 3.2-1）。其形成主要受黄土垂直节理，加之坡脚开挖，使得斜坡坡脚失去支撑，在降雨、地震等因素作用下发生崩塌灾害。

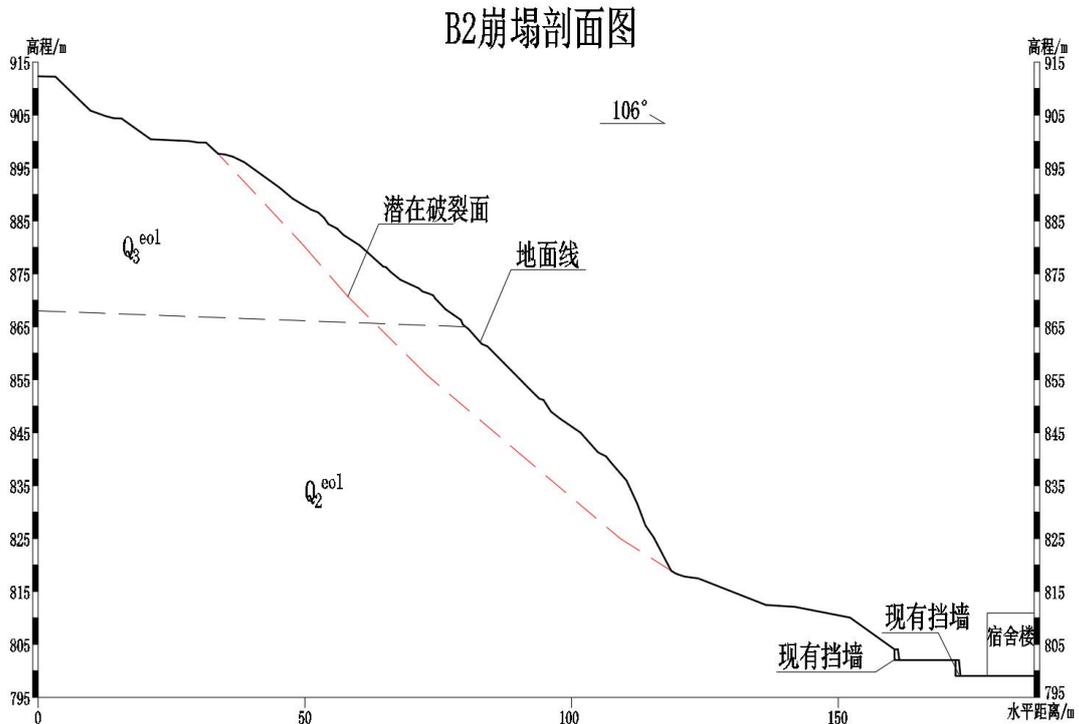


图 3.2-2 B2 崩塌剖面图

威胁对象：坡脚工人宿舍楼。

危害程度及危险性：现状条件下稳定性较差，威胁坡脚工人宿舍楼，损坏后潜在经

济损失约 2000 万元，威胁人数 140 人，危害程度大，危险性大，影响程度严重。

## 2)地面塌陷裂缝 LF

根据矿方提供的最新采掘工程平面图及实地调查，矿山已经完成 41 盘区所有工作面的回采，目前采空区均已稳定，大部分已完成治理并复垦。

根据无人机航拍和现场调查，受大巷煤柱西工作面开采影响，在工作面东南侧发育塌陷裂缝。该工作面开采时间为 2023 年 10 月至 2024 年 12 月，工作面长度 140m，完成工作面推进长度 560m，开采厚度约 7.4m，开采深度约 365m，采深采厚比约为 50。

该裂缝总计 10 条，裂缝长度、宽度见表 3.2-3，长 14~318.6m，宽 10~80cm，深 0.2~0.8m，裂缝走向大致 210°~270°。裂缝延伸导致道路路面和耕地受损，影响使用（照片 3.6、3.7），未造成工程设施破坏或财产损失。目前，该工作面已完成回采，采空塌陷裂缝基本稳定。因此，塌陷裂缝 LF 危害程度中等，危险性中等。

表 3.2-3 塌陷裂缝 LF 长度、宽度、深度一览表

裂缝编号	裂缝长度/m	裂缝宽度/cm	裂缝深度/cm	破坏对象
LF1	93.1	10	20	耕地、林地
LF2	26.3	17	35	耕地
LF3	318.6	60	60	耕地、道路
LF4	47.2	24	35	耕地
LF5	20.1	13	25	耕地、草地、果园
LF6	14	21	38	农村道路、耕地
LF7	28.4	25	40	耕地
LF8	32.9	20	40	耕地
LF9	48.5	15	32	耕地
LF10	51.4	15	35	耕地



照片 3.6 道路裂缝（镜向 160°）



照片 3.7 LF3 错台（镜向 130°）

## 2、不稳定地质体影响评估

### （1）地面建设工程遭受或引发不稳定地质体预测评估

#### 1) 地面建设工程遭受已有不稳定地质体预测评估

地面建设工程主要有村庄、工业广场、炸药库、道路工程，目前已经全部建设完成。

根据现状评估结果，评估区内有滑坡 1 处（H1）、崩塌 1 处（B2）和地面塌陷裂缝 1 处（LF），地面建设工程主要为工业场地、炸药库等。地面工程均已建成，各工程遭受不稳定地质体危险性评估如下：

①村庄：矿区范围有宅基地的 4 个村李前村、上沟村、下沟村以及虎神沟村均以完成搬迁，仅剩上沟村三组剩余部分房屋未拆除，其余房屋建筑均已拆除并复垦。上沟村三组位于矿区中部北侧，位于 1992 年~1995 年老采空区上部，该采空区形成年代久远，稳定性较好，因此，村庄遭受现有不稳定地质的可能性小，危害程度小，危险性小。

②工业广场中的工人宿舍楼后发育 1 处黄土崩塌 B2，距离宿舍楼约 10m，处于 B2 威胁范围内，预测评估工业场地内工人宿舍楼遭受黄土崩塌 B2 的可能性大，发育程度中等，危害程度大，危险性大。工业场地其余建设场地均距离已有不稳定地质体的距离远，处于已有塌陷区、滑坡影响范围外，遭受其余不稳定地质体的可能性小，危险性小。

③炸药库位于矿区外 3.5km 处，距离已有不稳定地质体的距离远，处于已有塌陷区、滑坡影响范围外，遭受其余不稳定地质体的可能性小，危险性小。

④水李公路：根据开发利用方案和 42 盘区下分层设计，该公路未留设保安煤柱。远离现有采空区，预测该公路遭受已有的不稳定地质体可能性小，危险性小。

彬宝公路（S306）：根据开发利用方案和 42 盘区下分层设计，该公路未留设保安煤柱。该公路部分路段位于大巷煤柱西工作面上方，遭受该工作面形成的不稳定地质体可能性大，危害程度小，危险性中等。

田间道路：田间道路分布于田块之间，部分位于大巷煤柱西工作面工作面上方，遭受该工作面形成的不稳定地质体可能性中等，危害程度小，危险性小。

⑤输电线塔：根据输电线路现场调查，110KV 彬牵线从现有 ZF3804、ZF3806 和大巷煤柱西工作面采空区上经过，其中 4 座线塔位于其采空塌陷及其影响范围，这几个工作面目前均已度过塌陷沉稳期，采空区稳定性较好，遭受其可能性小，危险性小；35KV 彬风线从现有 ZF3802、ZF3803、ZF3804、ZF3805、ZF3806 工作面采空区上经过，共

计 7 座线塔位于其采空塌陷及其影响范围，这几个工作面目前均已度过塌陷沉稳期，采空区稳定性较好，遭受其可能性大，危害程度小，危险性小。

## 2) 地面建设工程引发不稳定地质体预测评估

根据调查，水帘洞煤矿已完成地面工程建设活动，且后期没有新增地面工程的计划，现有建筑在运营期不产生土方挖方等活动，因此引发新的不稳定地质体的可能性小，危险性小，对地质环境影响较轻。

## (2) 矿山开采遭受或引发不稳定地质体预测评估

### 1) 矿山开采遭受不稳定地质体预测评估

水帘洞煤矿为井下开采，开采区与以往采空区之间按 42 盘区开采设计留设有保护煤柱，同时对于 42 盘区半采空区采用先充填后开采的采煤工艺，同时现有的不稳定地质体均发育于地表，影响范围有限，对井下开采活动影响较小，因此总体评估矿山开采遭受不稳定地质体危险性小，地质环境影响较轻。

### 2) 矿山开采引发不稳定地质体预测评估

采矿工程主要引发地面塌陷及伴生裂缝、滑坡和崩塌等不稳定地质体，可能造成地面建（构）筑物损坏、威胁人员。

#### ① 预测条件

地面塌陷及伴生地面裂缝是指采空区面积扩大到一定范围后，岩层移动发展到地表，使地表产生移动和变形。其影响因素众多，主要因素有以下几类：煤层倾角大小；开采尺寸、采深、岩性、采煤方法等。

#### ② 地面塌陷的预测方法及模式

根据本井田的煤层赋存条件和井田开拓与井下开采方式等资料，本次预测采用国家煤炭局《建筑物、水体、铁路及主要井巷煤柱留设与压煤开采规范》中推荐的概率积分法最大值预测方法，模式为：

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

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

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

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

最大水平变形量： $\varepsilon_{cm} = 1.52 \times b \times W_{max} / r, \text{mm/m}$

开采影响半径： $r = H / \text{tg}\beta$ 。

式中：M—煤层开采厚度，mm；

a—煤层倾角，平均 5°；

q—下沉系数；

b—水平移动系数；

r—主要影响半径，m；

H—煤层埋深，m。

沉陷区的地表裂缝可分为两种：一种为永久性裂缝带，位于采区边界周围的拉伸区，裂缝的宽度和深度较大，大致平行于采区边界方向。这些裂缝只有当相邻工作面的开采，或者人工充填，或者经历较长时间的自然作用才能闭合。

另一种为动态裂缝，它随工作面的向前推进，出现在工作面前方的动态拉伸区，裂缝的宽度和深度较小，呈弧形分布，大致与工作面平行而垂直工作面的推进方向。随着工作面的继续推进，动态拉伸区随后又变为动态压缩区，动态裂缝可重新闭合。地表裂缝的动态发育过程如图 3.2-3 所示。地表移动与变形值预计图示见图 3.2-4。



图 3.2-3 地表裂缝动态产生示意图

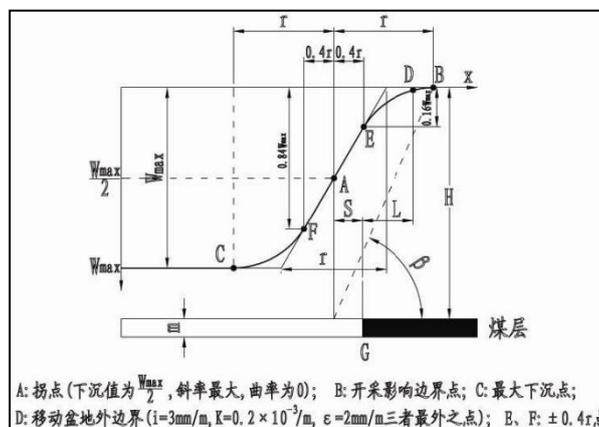


图 3.2-4 地表移动与变形值预计示意图

③参数选择及地表移动与变形值预测结果

参考根据矿井 3801 工作面岩移观测资料,4 煤分层开采后,地表最大下沉值 3516mm,最大下沉速度 27.9mm/d,最大水平移动量 1620mm,移动速度 48.6mm/d。本次评价参数的选取,结合计划开采工艺、煤层覆存特点、井田开拓方式及采取的采煤方法得出的相关参数,参数取值见表 3.2-4、表 3.2-5。

表 3.2-4 水帘洞煤矿地表变形有关参数

煤层	覆岩类型	岩性	下沉系数 q	水平移动系数 b	主要影响角正切 $tg\beta$	开采影响传播角		拐点移动距 s
						岩石	松散层	
4 煤	中硬	砂岩	0.65	0.30	2.7	70°	45°	0.177H

根据以上预测模型和有关参数对水帘洞煤矿近期开采区开采引起的地面塌陷进行预测,预测 4 煤层开采后地表移动与变形结果见下表 3.2-6。

表 3.2-5 水帘洞煤矿地表变形有关参数

煤层	工作面编号	煤层平均埋深 H (m)	煤层厚度 M(m)	主要影响半径 r (m)	拐点偏距 s (m)
大巷煤柱	大巷煤柱西工作面	315	8.3	116.67	55.76
	大巷煤柱东工作面	285	9.1	105.56	50.45
4 号煤层下分层	4201 工作面	305	9.3	112.96	53.99
	4202 工作面	362	9.4	134.07	64.07
	4203 工作面	325	9.1	120.37	57.53
	4204 工作面	310	8.7	114.81	54.87
	4205 工作面	313	4.4	115.93	55.40
	4206 工作面	240	4.1	88.89	42.48
	4207 工作面	326	5.7	120.74	57.70
4208 工作面	210	3.6	77.78	37.17	



表 3.2-6 开采后地表移动与变形预测结果

煤层	工作面编号	最大下沉值 W (mm)	最大倾斜 I (mm/m)	最大曲率 K ( $10^{-3}/m$ )	最大水平位移 U (mm)	最大水平变形 $\epsilon$ (mm/m)
大巷煤柱	大巷煤柱西工作面	5373.42	46.06	0.60	1612.03	21.00
	大巷煤柱东工作面	5891.34	55.81	0.80	1767.40	25.45
4号煤层下分层	4201 工作面	6020.82	53.30	0.72	1806.25	24.30
	4202 工作面	6085.56	45.39	0.51	1825.67	20.70
	4203 工作面	5891.34	48.94	0.62	1767.40	22.32
	4204 工作面	5632.38	49.06	0.65	1689.71	22.37
	4205 工作面	2848.56	24.57	0.32	854.57	11.20
	4206 工作面	2654.34	29.86	0.51	796.30	13.62
	4207 工作面	3690.18	30.56	0.38	1107.05	13.94
	4208 工作面	2330.64	29.97	0.59	699.19	13.66

地表最终沉陷预测结果统计见表 3.2-7。方案适用期开采区域和沉陷等值线见图 3.2-4，方案服务期开采区域和沉陷等值线见图 3.2-5。井下煤层开采后形成的地面裂缝主要集中于采区四周沉陷等值线密集地段。

#### ④变形时间

地表移动的延续时间（T）可根据下式计算：

$$T=2.5H（d）$$

H—平均采深，m；

经计算求得，4 煤开采后地表移动延续的时间约 1.5~2.0a，初期剧烈变形，中期缓慢变形，晚期相对稳定。因此本项目塌陷治理时间为开采结束后的第三年始。

#### ⑤影响预测评估

根据《开采规范》中的砖混（石）结构建筑物破坏（保护）等级标准（表 3-12），结合周边矿山经验，对采空区地表变形引起村庄房屋、建(构)筑物变形进行预测评估。

矿井开采引起的地面塌陷可能危害对象为地面村庄、矿山工程、交通、输电线路，其它建（构）筑物不会受到影响。对照表 3-12 开采后地表移动与变形的预测结果可知，在不留设保护煤柱的情况下地表沉陷对地面建（构）筑物影响破坏程度均达到IV级。以下分别进行预测评估：

结合地表下沉、移动与变形值的计算结果，煤矿后续的开采形成的采空区将会引发地面塌陷隐患灾害。根据地面下沉和地面变形的预测计算以及地面沉陷等值线图与区内地面建设工程进行叠加，根据叠加结果，对地面建设工程遭受未来开采活动引发的不稳定地质体危险性分析如下：

#### a、村庄

评估区内分布 4 个村庄房屋，根据地表沉陷预测结果，42 盘区下分层开采影响上沟村和虎神沟一组（塬上），其中虎神沟一组（塬上）已完成搬迁及废弃房屋拆除、土地复垦，预测遭受矿山开采引发的地面塌陷可能性小，危险性小；上沟村已完成村民搬迁，仍有部分房屋尚未拆除，预测该部分居民房屋遭受矿山开采引发的地面塌陷可能性大，危险性大；

#### b、地面建设工程

根据开发利用方案和矿井开采规划，矿井今后回采区域主要是大巷煤柱西、4101~4108 工作面，距离工业广场较远，且留设有工业广场保护煤柱，因此预测地下开采引发的地表变形对工业场地建筑物及其外部的储煤场产生危害的可能性小，危险性小，危害性小。炸药库位于矿区外，预测地面塌陷对炸药库产生危害的可能性小，危险性小，危害性小。

#### c、交通线路工程

水李公路：根据开发利用方案，该公路未留设保安煤柱。根据开采规划，该公路远离计划开采工作面，预测后续开采煤层引发地面塌陷影响该路段的可能性小，危险性小。

彬宝公路(S306)：根据开发利用方案，该公路未留设保安煤柱。根据开采设计(2023 年)，该公路从 4101 和 4103 工作面正上方穿过，预测后续开采煤层引发地面塌陷影响该路段的可能性大，危险性中等。

田间道路：田间道路分布于田块之间，一般为素土路面，路面宽度 2~4m，素土路易于修复，预测损毁程度小，影响程度较轻。

#### d、输电线路

矿区内有多条高压输电线路（35kV 和 110kV）从矿区内通过，纵横交错，均未留设保安煤柱。根据采空区地表变形计算结果可知，未来采空区及其影响范围内有 110KV

彬牵线、35KV 佛帘线和李水线高压输电线路经过，地面变形对高压输电线路塔基产生破坏的可能性中等，危险性中等；另外，采空区地面变形对未来采空区及其影响范围内的农用供电线路（低压线路）电杆有一定的威胁，可采取简单加固措施，不影响正常使用，预测地面变形危害程度小，危险性小，影响程度较轻；预测地面变形对矿区内的未经过拟采空区及其影响范围的其他供电线路危害程度小，危险性小，影响程度较轻。

#### e、供水路线

水帘洞煤矿的供水线路引自李家川水厂，沿水帘河布设，远离计划开采工作面，因此预测后续开采煤层引发地面塌陷对供水线路造成威胁的可能性小，危险性小，危害性小。

#### d、对河流水体的影响预测评估

通过现场调查，下沟煤矿毗邻水帘河的 ZF204 工作面，位于下沟煤矿东南角，水帘洞煤矿东北角，距离水帘河最短距离约 50m，开采时间为 2021 年 10 月至 2022 年 6 月，该工作面并未引起水帘河水量流失、断流等现象。

水帘河自从西向东方向流经矿区东南部，未流经矿井未来开采工作面，且在水帘河流经段留设保护煤柱，在开采过程中不会导通水帘河基底发生河流漏水。

因此，预测后续开采煤层引发地面塌陷对水帘河造成威胁的可能性小，危险性小，危害性小。

### （三）矿区含水层破坏分析与预测

#### 1、矿区含水层破坏现状评估

##### （1）含水层结构

##### 1) 含水层类型

矿井各含（隔）水层特征及垂向分布见表 3.2-8。

表 3.2-8 水帘洞煤矿含水层与隔水层特征表

地层名称		含、隔水层名称	含、隔水层特征
系	组		
第四系	—	冲、洪积含水层	上部为新黄土层，透水而不含水；中部为老黄土层，孔隙性稍好，可形成富水性中等的含水层；
	—	黄土隔水层	下部为古黄土层，较致密，具有隔水性。
新近系	—	红土隔水层	上部为黏土隔水层
	—	碎屑岩含水层	下部为固结—未固结的中粗粒碎屑岩，泉流量 0.5~0.005L/s。

白垩系	洛河、宜君组	砂岩孔隙、裂隙含水层	两组地层为统一的含水层，由占该组总厚 70%~80%的中、粗粒砂岩系构成稳定的含水层。出水层段厚度 21.10m，渗透系数 $K=0.074\sim 0.908\text{m/d}$ ，单位涌水量为 $0.0574\sim 0.7484\text{L/s.m}$ ，含水层富水性弱至中等。
侏罗系	安定、直罗组	砂岩裂隙含水层	安定组中部和底部含水层（厚度 3~16m）、直罗组底部含水层（厚度 10.3~19.3m）。单位涌水量为 $0.00005\sim 0.000076\text{L/s.m}$ ， $K=0.00053\text{m/d}$ 。富水性弱。
	安定、直罗组	泥岩隔水层	安定组上部和中部分隔水层、直罗组上部隔水层，主要成分为泥岩和粉砂岩，厚度 8.2~17.3m，正常情况下，隔水能力强。
	延安组	砂岩裂隙含水层	延安组存在两个含水层段，即 4 煤层上部和 4 煤层顶部中粗砂岩、砂砾岩含水岩组（累计厚度为 19.82m）。单位涌水量 $0.00002\sim 0.0026\text{L/s.m}$ ，富水性弱。
	延安组	泥岩隔水层	4 煤层上部顶板隔水层，厚度变化较大，且不稳定。底部隔水层相对稳定，隔水性能好。

## 2) 含水层结构破坏现状分析

本次采用导水裂隙带实测值，比拟用于水帘洞煤矿导水裂隙带计算。据煤矿范围内钻孔资料，侏罗纪砂岩裂隙含水层的水可通过导水裂隙进入矿井，大面积、多工作面特厚煤层综放开采条件，裂高采厚比采用大面积、多工作面采后最大裂高采厚 16.85 倍的数据，计算采用的煤厚依据：煤厚大于 9m 的以综放厚度 9m 取值；煤厚介于 3m 和综放厚度 9m 的，以钻孔煤厚取值；煤厚小于 3m 的，以 3m 取值计算。根据水帘洞煤矿提供钻孔资料，经计算导水裂隙带高度为 50.55~151.65m（表 3.2-9）。

据矿方提供井下涌水监测资料（2020 年 1 月~2025 年 5 月），矿井涌水量为  $13.25\sim 72.13\text{m}^3/\text{h}$ ，涌水量差异较大的主要原因是 2023 年 9 月之前，矿井涌水主要来自于回采工作面的淋水和老采空区的来水，2023 年 9 月至今，主要的工作面是大巷煤柱西工作面，矿井涌水主要来自掘进巷道顶板的淋水和井筒及主要大巷涌水。

表 3.2-9 4 煤导水裂隙带发育高度及与上覆地层间距表

孔号	4 号煤层顶板至宜君组底板间距 (m)	4 号煤层厚度 (m)	采用煤厚 (m)	4 号煤层导水裂隙带高度 (m)	导水裂隙带带顶距宜君组底面之垂距 (m)
1-1	163.15	11.7	9	151.65	11.5
1-2	103.20	0.85	3	50.55	52.65
3-1	112.60	9.55	9	151.65	0
3-2	52.30	6.69	6.69	112.73	0
D1	159.09	16.29	9	151.65	7.44

D2	101.58	0.58	3	50.55	51.03
157	142.57 (至新近系底)	5.40	5.4	90.99	51.58

经实测，大部分区域4煤采后导水裂隙带发育高度已波及到白垩系洛河组含水层、宜君组含水层将被全部导通。矿井涌水为该地下水的主要排泄方式，且导水裂隙带已经波及到白垩系洛河组含水层。导水裂隙破坏含水层结构，并产生导水通道，可能导致含水层疏干，煤层开采对含水层结构影响程度严重。

### 3) 主要含水层水位

本矿主要含水层为第四系冲、洪积含水层和白垩系洛河组、宜君组砂岩孔隙~裂隙含水层。冲、洪积含水层，主要分布于水帘河、石岭子沟河谷中，富水性中等。洛河组、宜君组砂岩孔隙~裂隙含水层全井田分布，弱~中等富水。对矿区内村庄水井调查得知：取水段为冲、洪积含水层的水井水位变化小，取水段为白垩系洛河组砂岩孔隙~裂隙含水层水位变化较大。另据资料分析表明，导水裂隙带高度波及到白垩系洛河组含水层，该含水层结构遭到破坏，含水层水位局部大幅下降。煤层开采对主要含水层水位影响严重。

#### (2) 含水层水质现状

水帘沟煤矿委托陕西工勘院环境检测有限责任公司对矿区对矿区水质进行检测，监测点分别位于工业广场、水帘河、原下沟村，根据水质监测报告，工业广场地下水满足《地下水质量标准》（GB/T14848-9）III类水标准要求；在原下沟村设置饮用水监测点一处，饮用水水质符合《生活饮用水卫生标准》（GB5749-2006），水帘河水质满足《地表水环境质量标准》（GB3838-2002）三类限值标准。

因此，开采活动对含水层水质影响较轻。

#### (3) 居民生产生活用水

煤层开采后，导水裂隙可导通沟内的第四系冲洪积空隙潜水含水层，造成地下水水量下降，影响居民正常生活，受开采影响的居民已经进行了搬迁，居民生产生活供水均来自李家川水库，采矿活动对居民生产生活用水影响较轻。

#### (4) 地表水体

区内地表水体包括水帘河、石岭子沟。据矿方监测资料和现场调查，未监测到地表

水体出现漏失现象。因此，现状评估煤矿开采对地表水体影响较轻。

## 2、矿区含水层破坏预测评估

### (1) 含水层结构

#### 1) 导水裂隙带高度计算

评估区主要含水层为新近系底部砂砾岩孔隙—裂隙潜水含水层及白垩系洛河组、宜君组裂隙承压含水层。

含水层所受影响主要由导水裂隙带高度的控制，以下针对区内 4 号煤层开采后，其上覆岩层移动变形对主要含水层的影响进行预测评估。

#### ①采用经验公式计算

根据《开采规范》（2017 年 5 月）中推荐的公式模式，其中本区煤层上覆基岩的岩性都为中硬。

冒落带高度公式： $H_m = \frac{100 \sum M}{4.7 \sum M + 19} \pm 2.2$ 。

导水裂隙带高度：

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

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

导水裂隙带高度数据计算结果见表 3.2-16。

导水裂缝带之上为弯曲下沉带，弯曲下沉带的岩层只产生一定的变形，不会造成水的泄漏。

表 3.2-10 4 煤导水裂隙带发育高度预测结果表

工作面	采煤厚度/m	最大冒落带高度/m	最大导水带高度/m	
			模式 1	模式 2
大巷煤柱西	8.3	16.51	54.77	67.62
大巷煤柱东	9.1	16.93	55.71	70.33
4101	9.3	17.03	55.92	70.99
4102	9.4	17.08	56.03	71.32
4103	9.1	16.93	55.71	70.33
4104	8.7	16.73	55.26	68.99
4105	4.4	13.29	46.95	51.95
4106	4.1	12.91	45.95	50.50

工作面	采煤厚度/m	最大冒落带高度/m	最大导水带高度/m	
			模式 1	模式 2
4107	5.7	14.65	50.41	57.75
4108	3.6	12.22	44.06	47.95

### ②ZF4109 工作面实测导水裂隙带发育高度

水帘洞煤矿于 2025 年 2 月对 ZF4109 工作面的倒水裂隙带进行了实测，该工作煤层厚度 6.9m，垮落带发育高度 18.2m，垮采比为 2.64，导水裂缝带发育高度 79.2m，裂采比为 11.48。

通过理论公式和煤矿实际生产过程中观测的裂采比数据分别计算了矿井开采 4 煤形成的导水裂隙带发育高度。下出于安全考虑，采用实测的裂采比数据，求得的矿井导水裂隙带在局部地段导通至宜君组、洛河组含水层。因此，在矿井回采 4 煤期间，侏罗系延安组、直罗组砂岩裂隙含水层为矿井直接充水含水层，充水方式为顶板进水。在局部地段导水裂隙会导通至白垩系宜君组、洛河组含水层（见图 3.2-6），导致矿井涌水。经矿井实际工程探查，顶板含水层无涌水现象，进水方式主要是顶板淋水和老采空区积水，矿井正常涌水量为 54m<sup>3</sup>/h，水量较小。

#### 2) 主要含水层水位

通过前述分析可知，煤层开采形成的导水裂隙高度为 47.95~171.2m，导水裂隙沟通至直罗组、延安组裂隙承压水含水层，局部沟通至宜君组和洛河组裂隙承压水含水层。导水裂隙破坏含水层结构，并产生导水通道，可能导致含水层疏干，因此，现状评估煤层开采对含水层水位影响严重。

#### 3) 含水层水质影响

矿井生活污水经过二级生化处理，矿井水经井下处理站处理后，矿井生活污水及井下生产废水均能达标并重复利用，对地表水影响较小。预测矿山开采对含水层水质影响较轻。

#### 4) 生产生活供水

据前分析，煤层开采产生的导水裂隙将不会直接波及第四系冲、洪积含水层，第四系含水层不会发生漏失。导水裂隙带高度波及到白垩系洛河组含水层，该含水层结构遭到破坏，使部分水井受到损坏出现出水困难及干枯现象。目前矿区及其影响范围的村庄均已搬迁，且居民饮用水采用李家川水库，因此，预测煤矿开采对当地村民生产生活用

水程度较轻。

#### 5) 地表水体

由于本区地层广为厚度较大的黄土层覆盖，地表拉伸引起的裂缝深度一般在 10m 左右，因此采煤不会导致地表水体与导水裂隙贯通，且因本区河流泥沙较大，河川裂缝极易被充填，因此对地表径流量无影响。预测矿山开采对地表水体影响较轻。

综上，预测评估矿山开采对含水层的影响程度严重。

#### 6) 采煤对含（隔）水层的影响

##### ①第四系和新近系含水层

由于 4 煤埋深较大，第四系底部有厚约 40m 的古黄土层，其基底为新近系红土隔水层段，隔水性能良好。4 煤采后导水裂隙带发育高度未波及到该含水层，预测对含水层的影响程度较轻。

##### ②白垩系洛河组、宜君组含水层

白垩系洛河组含水层为特厚砂砾岩含水层，富水性中等，宜君组含水层富水性弱~中等。经统计，4 煤距离宜君组 52.3~163.15m，平均 119.21m。井田部分区域 4 煤采后导水裂隙带发育高度将波及到白垩系洛河组含水层，宜君组含水层将被全部导通。预测对白垩系洛河组和宜君组含水层影响严重。

##### ③侏罗系直罗组、延安组含水层

侏罗系直罗组、延安组含水层富水性弱。经统计，4 煤距离直罗组 4.93~72.92m，平均 42.6m，延安组为含煤岩系。在煤层开采后，侏罗系含水层将被全部导通，是矿井开采的直接充水含水层。预测对侏罗系直罗组、延安组含水层含水层的影响程度严重。

#### (2) 矿井涌水量

根据矿井涌水量观测资，矿井月涌水量为 9.8~145m<sup>3</sup>/h，月平均涌水量为 55m<sup>3</sup>/h，最大涌水量为 145m<sup>3</sup>/h（2017 年 1 月）。2021-2024 年矿井涌水量为 9.8~86.8m<sup>3</sup>/h，月平均涌水量为 42.5m<sup>3</sup>/h。矿井涌水量整体呈下降趋势。矿井涌水量中，生产涌水占矿井涌水量的 5%，回采及掘进巷道顶板涌水占 20%，老空区涌水约占 75%。

水帘洞煤矿为生产矿井，以往生产过程中针对矿井涌水量都有详细的观测台账资料，且煤矿只开采 4 号煤层，采用综采放顶煤采煤法，采用水文地质比拟法计算矿井涌水量较符合煤矿目前矿井涌水量现状。

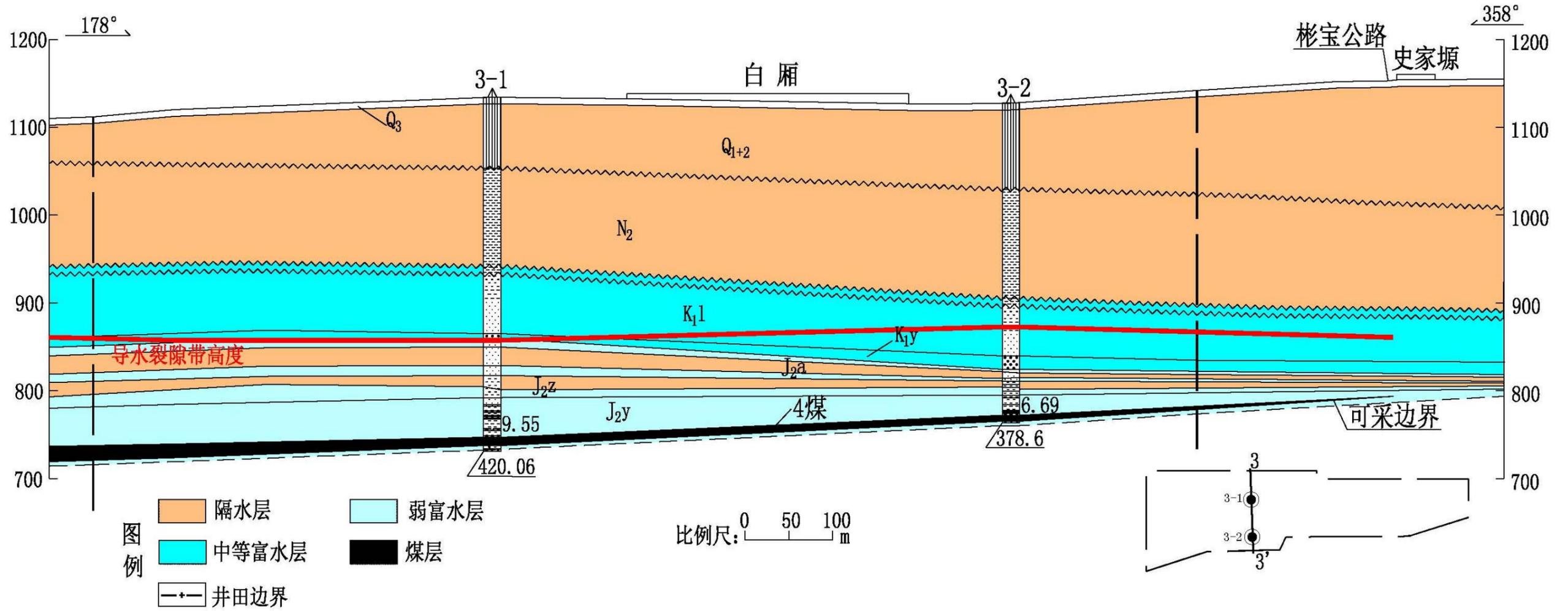


图 3.2-6 3-3'水文地质剖面导水裂隙带发育高度示意图

$$\text{矿井正常用水量预计公式: } Q=Q_0\sqrt{\frac{F}{F_0}}$$

式中：Q—矿井涌水量（m<sup>3</sup>/h）

Q<sub>0</sub>—矿井 2024 年平均正常涌水量（22.5m<sup>3</sup>/h）

F—设计未来 5 年矿井开采总面积（598810.4m<sup>2</sup>）

F<sub>0</sub>—矿井 2024 年开采面积（20493.8m<sup>2</sup>）

代入公式计算，最大用水量按正常涌水量的 1.2 倍计算，预测水帘洞煤矿矿井正常涌水量 121.62m<sup>3</sup>/h，最大涌水量 145.94m<sup>3</sup>/h。

#### （四）矿区地形地貌景观破坏现状分析与预测

##### 1、矿区地形地貌景观现状评估

评估区内无自然保护区、地质遗迹及人文景观等。区内主要为黄土沟壑和黄土塬地貌，地形切割严重，坡陡沟深。

（1）采空区地面塌陷：矿区地下采煤形成的地面塌陷灾害在沟壑区表现不明显，对地形地貌影响较轻；在黄土塬区则相对明显，地表在采空盆地边缘出现一系列拉伸裂缝，长约 2~50m，宽 1~30cm，137~285°，走向下错明显，对地表农田（园地）及田间道路造成一定影响。通过近年来的治理，地面塌陷、地表裂缝经治理后与周围地形地貌景观反差不大；采空塌陷影响范围内的农田与周围平坦开阔的地形反差不大。即采空区地面塌陷对地形地貌影响较轻。

（2）矿山道路、输电线路等基础设施：矿区及周边基础设施多沿河道及塬边展布，仅局部上塬路段修建时进行了挖填方工程，形成路边陡坡，但整体对塬边斜坡地貌改变不大，对地形地貌影响较轻。

（3）地面建设工程：①工业场地位于水帘河西岸斜坡地带，面积 13.153hm<sup>2</sup>，修建场地时对西侧斜坡进行了不同程度的开挖，剖面上呈台阶状地形，破坏了原始较为平缓的河道岸坡地形，且其面积较大，场地内植被覆盖率较低，与周边植被茂盛的缓斜坡地貌对比明显，对地形地貌景观影响严重。②炸药库位于矿区南部（区外），占地面积约 0.24hm<sup>2</sup>，场地建设改变了原有自然景观，对地形地貌影响严重。

##### 2、矿区地形地貌景观预测评估

地面建设工程：根据调查，水帘洞煤矿已完成地面工程建设活动，且后期没有新增

地面工程的计划，现有建筑在运营期不产生填方挖方等活动，预测地面建设工程对地貌景观的影响较轻。

矿山开采：水帘洞煤矿可采煤层全部开采后理论上地面最大沉陷值 6.06m。在局部地段（主要为沉陷边缘或裂缝区）矿井开采会对地表形态和地形标高产生一定的影响，局部微地貌会发生改变，沉陷值远小于井田内地形高差（一般 150m）。由于整个井田区域都会相继下沉，地面高差变化小，不会改变区域总体地貌类型，预测矿山开采对地貌景观的影响较轻。

综上，预测评估地面建设工程和矿山开采形成的地面塌陷对地形地貌景观影响**较轻**。

## （五）矿区水土环境影响现状分析与预测

### 1、水土环境影响现状评估

本方案的水土环境影响现状主要依据《彬县水帘洞煤炭有限责任公司水帘洞煤矿改扩建工程环境影响报告书》及批复、《彬县水帘洞煤炭有限责任公司洗煤厂项目环境影响报告书》及批复、监测报告等相关资料进行分析。

矿区水影响物主要为生产、生活污水和井下排水，土壤影响物主要为矸石、锅炉灰渣及生活垃圾。

#### （1）水环境现状分析

生产生活污水产生量为 327.4m<sup>3</sup>/d，其中生活污水主要来源于浴池、卫生间、食堂和其他杂用水等，生产废水由机修车间、汽车库、锅炉房等少量的生产废水组成。矿井在工业场地建污水管网，在管网末端建污水处理站，其处理能力为 2112m<sup>3</sup>/d，能够满足矿井需要。经过生物接触氧化法处理后主要影响物 COD、BOD、石油类、SS 的浓度可满足 GB8978-1996《污水综合排放标准》污水综排一级标准的排放要求，也符合杂用水标准，因此处理后的生产生活污水可用于道路洒水、场地洒水、厂区绿化和水保工程用水等，不外排。另外矿井在工业场地东北角建有事故水池及煤泥水浓缩池，确保事故状态下煤泥水全部回收，切实减轻了对周围水体环境的影响。

井下排水主要是开采煤层上覆各含水地层的涌水和少量井下生产废水，主要影响物为悬浮的煤与岩的微粒，SS 含量约为 100--300mg/L。矿井于 2020~2024 年对工业广场副井井底矿井水、筛子沟沟口泉眼泉水和虎神沟村（沟谷）井水进行了监测，2024 年监

测结果见表 3.2-11。

矿井在工业场地建井下水处理站，处理能力为 1500m<sup>3</sup>/d，处理设施主要包括调节池、加药（混凝剂）器、反应池、沉淀池等，处理后的矿井水达到《污水再生利用工程设计规范》中的城市杂用水水质控制指标所规定的城市绿化用水水质标准。矿井水复用量约 1500m<sup>3</sup>/d，其中复用于井下消防洒水 1011.8m<sup>3</sup>/d、综采设备用水量为 333.5m<sup>3</sup>/d、地面生产系统防尘洒水用水量为 115.2m<sup>3</sup>/d，其余富余水量用于周边绿化和生态，不外排。

综上所述，依据《污水再生利用工程设计规范》标准要求，矿山生产期间产生的废水对环境的破坏程度较轻。

## （2）土壤环境现状分析

矿山主要固体废物包括矸石、锅炉灰渣及生活垃圾。

掘进矸石和通过洗选工艺选矸每年排出 21.6 万吨的煤矸石，一部分矸石不出井，直接回填到废弃井巷，另一部分矸石通过皮带运输机直接运送并储存于井口附近的矸石仓，通过汽车运输至彬县电力有限责任公司，地面不设排矸场和堆渣场。矿山生活垃圾排放量约 105t/a，其主要由工业场地的办公场所、食堂、公寓等部门排放，由地方环卫部门统一处置。锅炉灰渣的排放量为 293t/a，排至专用垃圾场进行处理。对土地影响程度较轻。

表 3.2-11 地下水水质监测结果表

序号	项目（单位）	Ⅲ类标准	监测地点		
			副井井底地下水 （2024 年 12 月 3 日）	筛子沟沟口泉眼泉水 （2024 年 12 月 10 日）	虎神沟井水 （2024 年 12 月 18 日）
			监测值	监测值	监测值
1	PH 值	6.5—8.5	7.42	7.94	8.06
2	悬浮物（mg/L）	—	—	—	—
3	氯化物（mg/L）	250	125	28	21.0
4	硫酸盐（mg/L）	250	216	24	19.2
5	溶解性固体	1000	1100	380	360
6	耗氧量（COD <sub>m</sub> 法，以 O <sub>2</sub> 计）/（mg/L）	—	—	—	—
7	铅（mg/L）	0.05	<0.005	<0.005	<0.005

8	砷 (mg/L)	0.05	<0.005	0.0032	0.0058
9	汞 (mg/L)	0.001	<0.0001	<0.0001	<0.0001
10	六价铬 (mg/L)	0.05	<0.004	0.02	0.039
11	镉 (mg/L)	<0.005	<0.0001	<0.0001	<0.0001
12	总硬度 (mg/L)	450	415	225	185

矿井于 2020~2024 年在工业场地设置 1 个采样点 W1，在风井场地设置 1 个采样点 W2，在瓦斯抽采及发电站设置 1 个采样点 W3，采集 0-20cm 表层土壤。2024 年监测结果见表 3.2-12。

表 3.2-12 土壤监测结果表

序号	项目	标准值	监测地点		
			工业场地采样点 1 (2024 年 4 月 12 日)	风井场地采样点 2 (2024 年 4 月 12 日)	瓦斯抽采及发电 站采样点 3 (2024 年 4 月 12 日)
			监测值	监测值	监测值
1	汞	≤3.4	0.632mg/kg	0.437	0.645
2	砷	≤25	4.62mg/kg	11.4	8.7
3	铜	≤100	<4mg/kg	20	18
4	铅	≤170	12.5mg/kg	11.5	12.4
5	铬	≤250	63mg/kg	65	66
6	锌	≤300	53mg/kg	81	79
7	镉	≤0.6	0.42mg/kg	0.35	0.42

综上，水土环境影响现状评估影响程度较轻。

## 2、水土环境影响现状评估

后续煤矿生产过程中，对水土环境影响主要为生产生活污水和井下排水，对土壤环境影响主要为矸石、锅炉灰渣及生活垃圾。

### (1) 水环境影响预测

生产生活污水经污水处理站处理达到 GB8978-1996《污水综合排放标准》污水综排一级标准的排放要求，也符合杂用水标准，用于道路洒水、场地洒水、厂区绿化和水保工程用水等，不外排。井下排水经过井下水处理站处理达到《污水再生利用工程设计规范》

中的城市杂用水水质控制指标所规定的城市绿化用水水质标准，用于井下消防洒水、综采设备用水、地面生产系统防尘洒水、周边绿化和生态，不外排。对水资源影响较轻。

## （2）土地影响预测

水帘洞煤矿可能对土壤造成影响的区域有工业场地区以及采煤沉陷区。

后续矿山生产主要固体废物为矸石、锅炉灰渣及生活垃圾。矸石一部分回填巷道，一部分临时储存在矸石仓，通过汽车运输至彬县电力有限责任公司使用。生活垃圾由地方环卫部门统一处置，锅炉灰渣排至专用垃圾场进行处理。对土地影响程度较轻。

4 煤开采后会造地地表林木、草地等具有水土保持功能的植被被侵占、破坏，导致地表裸露，表土的湿度变幅增加，可能会使土壤内有机质含量发生一定程度的降低。但这种影响是短期的，在新的平衡建立后与复垦措施共同生效后即会减弱或消失。预测开采活动对地表沉陷区内土壤造成的破坏较小，影响程度较轻。

综上，预测煤矿生产期间对水土环境影响程度较轻。

## （六）评估分级与分区

### 1、矿区地质环境现状评估

#### （1）现状评估分级

根据不稳定地质体、含水层破坏、地形地貌景观破坏、水土环境破坏情况，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级。评估区地质环境影响程度见表 3.2-13。

表 3.2-13 现状矿山地质环境影响程度分级表

因素	不稳定地质体	含水层	地形地貌景观	水土环境
现状评估	评估区存在一处崩塌，威胁坡脚工人宿舍楼，不稳定地质体影响严重；发育一处塌陷裂缝，影响道路使用，影响较严重	根据长期水位、水质观测结果，地下深层水量变化幅度较大，矿井正常涌水量 54m <sup>3</sup> /h，影响较轻，生产胜过供水影响较轻，含水层影响严重。	工业广场改变了原有地形地貌，构建筑物较多，影响严重；炸药库影响较严重，其余地表建设工程均以完成土地复垦，恢复地形地貌，影响较轻；开采产生的塌陷也已完成治理，	生活污水、矿井水处理达标后回用，影响较轻；根据土壤质量检测结果，符合标准，对土壤环境影响较轻。

			影响较轻。	
程度分级	严重~较严重	严重	严重~较轻	较轻

## （2）现状评估分区

由于含水层的影响范围几乎囊括整个评估区，现状和预测结果显示矿山开采对含水层的影响程度为严重级，如严格按照规范则整个评估区基本上统一划为 1 个严重区，此结果不能清晰的反映煤层开采引发地面塌陷对各威胁对象的危害程度和危险性。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，预测评估和综合分区下同。

根据不稳定地质体影响对象、危害程度以及矿山活动影响的地形地貌景观、地下含水层的影响、水土环境影响程度，评估区地质环境影响程度分为**严重区、较严重区和较轻区**（见表 3.2-18，见附图 1），现分述如下：

### （1）矿山地质环境影响程度严重区（I）

严重区 5 个，总面积约 0.1422km<sup>2</sup>，占评估面积的 2.42%。

### （2）矿山地质环境影响程度较严重区（II）

较严重区 2 个，总面积约 0.035km<sup>2</sup>，占评估面积的 0.59%。

### （3）矿山地质环境影响程度一般区（C）

较轻区 1 个，除严重区和较严重区以外的其它区域。面积约 5.7014km<sup>2</sup>，占评估面积的 96.99%。

表 3.2-18 矿山地质环境现状影响程度分区表

分区编号	位置	危害对象	面积 (km <sup>2</sup> )	主要地质环境问题	影响程度
A	A1	工业场地	0.1270	对地形地貌景观影响严重	严重
	A2	工人宿舍楼后	0.0128	遭受崩塌 B2，危险性大	
	A3	炸药库	0.0024	对地形地貌景观影响严重	
B	B1	矿区中部	0.0273	遭受大巷煤柱西工作面采空塌陷裂缝 LF 危险性中等	较严重
	B2	矿区中部	0.0077	遭受大巷煤柱西工作面采空塌陷危险性中等	
C	其他区域	无	5.7014	采矿活动对矿山地质环境影响较轻；地面塌陷对素土道路、输电线路的影响程度较轻；对水土资源影响较轻	较轻

## 2、矿区地质环境预测评估

### （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为严重。评估区地质环境影响程度分级见表 3.2-19。

表 3.2-19 预测矿山地质环境影响程度分级表

因素	不稳定地质体	含水层	地形地貌景观	水土环境
预测评估	开采形成的地面塌陷及其伴生裂缝，威胁道路、耕地、部分输电线路，危险性中等，影响较严重	主要含水层结构由于开采形成的导水裂隙带而破坏，水位将会出现较大幅度下降，影响严重；地表水流失不明显，水质变化影响较轻，生产生活供水影响较轻	工业广场压占、开挖土地资源，对地形地貌造成影响严重；炸药库影响较严重，其余地表建设工程均以完成土地复垦，恢复地形地貌，影响较轻；未来开采引发的塌陷影响较严重。	生活污水、矿井水处理达标后回用，影响较轻；根据土壤质量检测结果，符合标准，对土壤环境影响较轻。
程度分级	较严重	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区采用“区内相似，区际相异”的原则，根据不稳定地质体影响对象、危害程度以及矿山活动影响的地形地貌景观、地下含水层的影响程度、水土环境影响程度等评估要素，评估区地质环境影响程度分为严重区、较严重区和较轻区（见表 3.2-20，见附图 3），现分述如下：

#### （1）矿山地质环境影响程度严重区（A）

严重区 2 个，总面积约 0.1586km<sup>2</sup>，占评估面积的 2.70%。

#### （1）矿山地质环境影响程度较严重区（B）

较严重区 2 个，总面积约 0.5608km<sup>2</sup>，占评估面积的 9.54%。

#### （3）矿山地质环境影响程度一般区（C）

较轻区 1 个，面积约 5.1592km<sup>2</sup>，占评估面积的 87.76%。除严重区和较严重区以外的其它区域。

表 3.2-20 矿山地质环境问题预测评估分区表

分区编号		位置	面积 (km <sup>2</sup> )	主要地质环境问题	影响程度
A	A1	4201~4203 工作面中部及东部	0.0960	地面塌陷、塌陷裂缝对上沟村未拆除居民房屋、道路、耕地等产生危害的可能性大，危害性大	严重
	A2	4202~4104 工作面中部	0.0626		
B	B1	4201~4203 工作面	0.1426	地面塌陷、塌陷裂缝对道路、耕地、输电线塔等产生危害的可能性大，危害性中等	较严重
	B2	4202~4104 工作面	0.1507		
	B3	4205~4208 工作面	0.2675		
C		其他区域	5.1791	采矿活动对矿山地质环境影响较轻；地面塌陷对素土道路、输电线路的影响程度较轻；对水土资源影响较轻	较轻

### 三、矿山土地损毁预测与评估

本项目对土地的损毁预测及评估范围包括采空区损毁土地现状分析评估和拟开采区地表沉陷对土地的损毁预测及评估。

矿区生态系统为典型的农业生态系统，土地资源利用较为合理，以旱地、果园、为主，占矿区总面积的 47.06%，乔木林地、天然牧草地、其他草地次之，占矿区总面积的 41.67%；采矿用地、城镇住宅用地、农村宅基地、风景名胜设施用地、公路用地、农村道路、设施农用地面积较小，占矿区总面积的 11.27%。

矿区地处黄土高原，土地利用方式受地形、气候及水分条件的控制，耕地主要分布于河流阶地、黄土塬；林地和草地主要分布于沟谷。矿区土壤类型以黑垆土、黄绵土、红土为主，主要分布于黄土塬面，土壤有机质含量较高，耕性较好。

根据煤矿开采工艺分析，水帘洞煤矿造成土地损毁的形式主要为矿山地面建筑压占挖损和地面塌陷损毁两个方面。开采形成的地面塌陷以地裂隙、塌陷坑的形式损毁土地，矿山地面建筑以压占、挖损的形式损毁土地；其中，压占、挖损土地是最主要的土地损毁形式。

#### （一）土地损毁环节与时序

根据煤矿开采工艺分析，水帘洞煤矿造成土地损毁的形式主要为矿山地面建筑压占

挖损和地面塌陷损毁。开采形成的地面塌陷以地面裂缝、塌陷坑的形式损毁土地，矿山地面建筑以压占挖损的形式损毁土地；其中地面塌陷损毁是本项目最主要的土地损毁形式（图 3.3-1）。

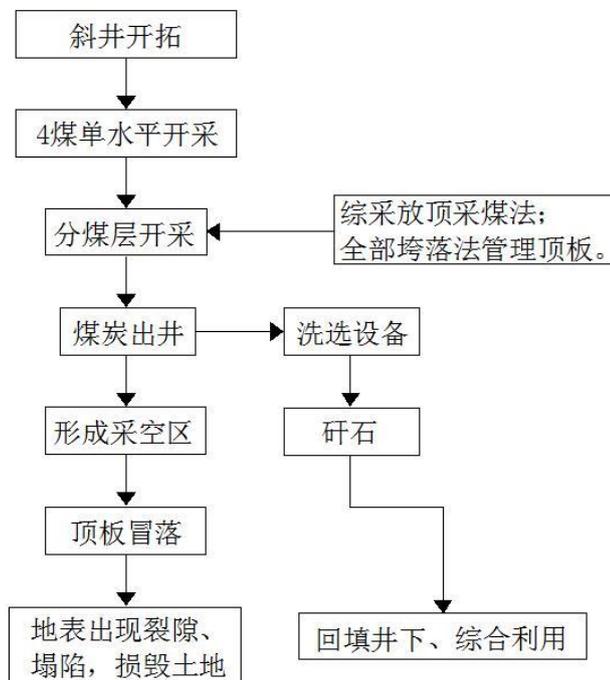


图 3.3.1 矿井开采与土地损毁时序关系图

### （1）工程建设期的土地损毁环节与时序

#### 1) 造成土地损毁的环节

建设期对土地造成的损毁主要表现在工业场地、风井场地、炸药库、瓦斯抽采及发电站、输电线路、道路建设对土地的挖损、压占所造成的土地损毁。

#### 2) 造成土地损毁的顺序

工程建设期导致土地损毁的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：①施工准备阶段：施工道路的建设、施工营地的搭建；②辅助工程施工阶段：挖井掘矸等固体废弃物的堆积；③主体工程施工阶段：工业场地、炸药库等工程的建设。不同建设工程对土地的损毁顺序与建设工程的建设期一致。

#### 3) 造成土地损毁的方式

煤矿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原有的土地利用类型，使之变为采矿用地。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。

## （2）工程运营期的土地损毁环节与时序

### 1）造成土地损毁的环节

运营期对土地造成的损毁主要表现在采煤引起的地面塌陷。

### 2）地面变形产生时序

地下煤层采出后引起的地表沉陷是一个时间和空间过程。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。

### 3）地面变形损毁形式

煤矿开采地表局部可能出现地面塌陷（地面裂缝、塌陷坑），并可能出现地面台阶，对生产生活造成一定的影响。裂缝通常分布于各采区的上方，随着开采的进行逐渐形成不同间隔的平行裂隙（塌陷），地表裂隙将局部改变矿区的微地形和微地貌。

## （二）已损毁各类土地现状

据野外调查，水帘洞煤矿矿区内已损毁土地主要有 2 个方面：①工业场地及其附属设施建设过程中压占损毁土地；②生产运行中由于煤层的开采造成地面裂缝、塌陷坑对土地的沉陷损毁（采煤塌陷损毁的土地）。

已损毁土地破坏时段：水帘洞煤矿已损毁土地主要集中发生在建设期施工阶段和井工开采阶段。建设期施工阶段主要为建设期新建工业场地等造成的土地挖损压占损毁；井工开采阶段主要为井下开采掘进过程中引发的地面塌陷对地表土地造成的采煤塌陷损毁。分述如下：

### （1）压占损毁土地现状

#### ①工业场地压占土地

工业场地位于矿区东部水帘河左岸，占地 12.70hm<sup>2</sup>，布设生产区、辅助生产区、行政生活福利区等，均已办理集体土地使用证，属于重度损毁；

#### ②炸药库

炸药库位于煤矿范围之外，距离工业场地 3.5km 左右，损毁土地约 0.24hm<sup>2</sup>，损毁形式为压占，损毁程度为重度，损毁地类为采矿用地。

矿山地面建设工程损毁土地利用类型及面积见表 3.3-1。

表 3.3-1 矿山地面建设工程损毁土地面积现状统计表

工程名称	压占面积 /hm <sup>2</sup>	一级地类				损毁程度
		06 工矿用地		10 交通服务用地		
		0601 工业用地	0602 采矿用地	1003 公路用地	1005 交通服务场站用地	
工业场地	12.70	11.43		1.15	0.12	重度
炸药库	0.24		0.24			重度
合计	12.94	11.43	0.24	1.15	0.12	重度

## （2）塌陷损毁土地现状

根据《上期两案》及其适用期验收资料，可知：

2007 年及以前开采形成的采空塌陷，2006 年以前采用房柱式开采，2006~2007 年采用高档普采，由于形成时间长且后期无重复开采，矿山已对该区域进行裂缝充填治理及复垦工作，现状调查未发现土地损毁。

2009 年及以前形成的采空塌陷，2006 年以前采用房柱式开采，2006~2007 年采用高档普采，2008~2009 年采用综采放顶煤采煤法，由于形成时间长且后期无重复开采，目前较稳定，矿山已对该区域进行裂缝充填治理及复垦工作，现状调查未发现土地损毁。

2011 年~2016 年采掘工作面，采用综采放顶煤采煤法，采空塌陷现状稳定，受损输电线路、通村路、素土路已修复，搬迁后的房屋已复垦，现状调查未发现土地损毁。

2017 年~2019 年采掘工作面，采用综采放顶煤采煤法，采空塌陷现状稳定，损毁的通村公路、素土路已修复，裂缝已充填，村庄搬迁后的房屋已拆除复垦，现状调查未发现土地损毁。

2009 年~2016 年采掘工作面，采用综采放顶煤采煤法，采空塌陷现状稳定，损毁的通村公路、素土路已修复，裂缝已充填，村庄搬迁后的房屋已拆除复垦，矿山已对该区域进行裂缝充填治理及复垦工作。

2017 年采掘工作面，采用综采放顶煤采煤法，采空塌陷现状稳定，损毁的通村公路、素土路已修复，裂缝已充填，村庄搬迁后的房屋已拆除复垦，矿山已对该区域进行裂缝充填治理及复垦工作。

2020年~2022年采掘工作面，采用综采放顶煤采煤法，采空塌陷现状稳定，损毁的通村公路、素土路已修复，裂缝已充填，村庄搬迁后的房屋已拆除，部分尚未复垦，其中虎神沟一组（塬上）待复垦面积 3.21hm<sup>2</sup>，白厢移民新村待复垦面积 2.88 亩。

2023年~2024年采掘工作面，采用综采放顶煤采煤法，采空塌陷现状基本稳定，在工作面东南，发现数 10 条塌陷裂缝，造成部分道路、耕地受损，损毁面积面积 2.73hm<sup>2</sup>。矿山开采现状塌陷损毁土地利用类型及面积见表 3.3-2。

表 3.3-2 矿山开采塌陷损毁土地面积现状统计表

工作面	塌陷损毁面积 /hm <sup>2</sup>	一级地类								损毁程度
		01 耕地	02 园地		03 林地	04 草地	07 住宅用地	10 交通服务用地		
		0103 旱地	0201 果园	0204 其他果园	0307 其他林地	0404 其他草地	0702 农村宅基地	1003 公路用地	1006 农村道路	
大巷煤柱西工作面	2.73	1.652	0.310	0.063	0.305	0.218	0.004	0.153	0.022	中度

### 3、已损毁土地重复损毁可能性分析

根据 42 盘区下分层设计，本煤矿剩余开采范围可采煤层为 42 盘区 4 号煤下分层，根据开采现状与开采设计，目前已损毁土地位于刚完成开采的大巷煤柱西工作面，与未来开采的 4201 工作面和 4205 工作面在空间上具有相邻的关系，其开采会造成已损毁土地的重复损毁。

### 4、已损毁土地复垦情况



照片 3.9 上沟村土地平整（镜向 260°）

水帘洞煤矿根据《上期方案》做了相应的土地复垦工程。对项目区采煤塌陷损毁土地进行复垦恢复，同时针对原有的缓坡耕地、梯田等实施改造和土地整治工程，通过填充塌陷裂缝、拓宽梯田宽度、整修田坎、平整土地、翻耕和培肥土壤、整修生产道路等，复垦恢复土地功能、改善耕作生产条件、提高土地质量；针对林草地沉陷区做了地面裂缝充填工程；针对风井场地、瓦斯抽采及发电站实施拆除清理和土地复垦工程（照片 3.9~3.11）。



照片 3.10 风井场地土地复垦工程（镜向 100°）



照片 3.11 瓦斯抽采及发电站土地复垦工程（镜向 25°）

## （二）矿山土地损毁预测与评估

水帘洞煤矿地面设施已建成完成，无新增地面工程，无矸石场，未来不会有新增压栈土地损毁，未来拟损毁土地主要为煤层开采造成地面裂缝、塌陷坑对土地的损毁。

### 1、土地损毁预测时段划分

本着“远粗近细”的原则，根据水帘洞煤矿的采区划分及采区接续计划，考虑采区

开采的完整性、土地复垦工程的可操作性，将本方案采矿剩余服务生产年限均开采 4 煤。

## 2、土地损毁等级划分标准

本煤矿预测区域地处黄土沟壑区，整体地形较为平坦，地表沉陷规律较为明显，土地损毁程度的划分依据沉陷等值线较为合理。土地损毁程度划分的出发点是服务于土地复垦工程措施选择，其在于分析由于地表沉陷而诱发的导致土地生产力降低的障碍因素。通过分析，拟参照《土地复垦方案编制规程》（井工矿）中有关土地损毁程度划分的参数进行，地表沉陷的损毁程度分析依据见表 3.4-1。

表 3.4-1 土地损毁程度分级标准

旱地损毁程度分级标准			
损毁等级	水平变形(mm/m)	附加倾斜(mm/m)	下沉(m)
轻度	≤8.0	≤20.0	≤2.0
中度	8.0~16.0	20.0~40.0	2.0~5.0
重度	>16.0	>40.0	>5.0
林地、草地损毁程度分级标准			
损毁等级	水平变形(mm/m)	附加倾斜(mm/m)	下沉(m)
轻度	≤8.0	≤20.0	≤2.0
中度	8.0~20.0	20.0~50.0	2.0~6.0
重度	>20.0	>50.0	>6.0

## 3、土地损毁预测结果

根据土地损毁程度划分依据，将各阶段土地利用现状图、下沉等值线图、水平变形和倾斜变形资料等综合分析，矿山服务年限内沉陷损毁土地面积为 122.33hm<sup>2</sup>，均为适用期损毁，矿山开采预测塌陷损毁土地利用类型及面积见表 3.4-2。

表 3.4-2 拟沉陷损毁土地利用现状表

单位：hm<sup>2</sup>

地类		损毁程度及面积					
一级地类	二级地类	轻度	中度	重度	小计		
1	耕地	0103	旱地	15.78	19.40	4.96	40.14
2	园地	0201	果园	5.04	2.97	0.92	8.93
		0203	其他园地	2.73	1.48	1.12	5.33
3	林地	0301	乔木林地	2.65	4.94	2.68	10.27
		0307	其他林地	11.50	8.54	0.19	20.23
4	草地	0401	天然牧草地	3.02	3.97	3.96	10.95
		0404	其他草地	4.49	5.43	0.57	10.49
5	商业服务业用地	0508	物流仓储用地	/	0.01	/	0.01

6	工矿用地	0601	工业用地	0.73	0.03	/	0.76
		0602	采矿用地	0.85	0.69	/	1.54
7	住宅用地	0702	农村宅基地	2.78	3.10	1.54	7.42
8	公共管理与公共服务用地	08H1	机关团体新闻出版用地	/	0.15	/	0.15
9	特殊用地	09-1	其他特殊用地	0.05	/	/	0.05
10	交通运输用地	1003	公路用地	1.32	1.41	0.49	3.22
		1004	城镇道路用地	/	0.06	/	0.06
		1005	交通服务场站用地	0.68	0.02	/	0.7
		1006	农村道路	0.70	0.87	0.36	1.93
12	其他土地	1202	设施农用地	0.08	0.07	/	0.15
合计				52.40	53.14	16.78	122.33

#### 四、矿山地质环境治理分区与土地复垦范围

##### （一）矿山地质环境保护与恢复治理分区

###### 1、分区原则及方法

###### （1）分区原则

矿山地质环境问题的产生具有自然、社会和资源三重属性，因此，矿山地质环境保护与治理恢复分区的原则是：首先，坚持“以人为本”，必须把矿山地质环境问题对评估区内居民生产生活的影响放在第一位，要尽量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”，确保工程建设、运营安全，同时也要充分考虑工程建设对生态环境的综合影响。

###### （2）分区方法

在对不稳定地质体、含水层、地形地貌景观、水土环境影响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、水土环境影响现状与预测评估结果作为分区指标，利用叠加法进行分区，分区标准见表 3.4-1。

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 3.4-1 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	分区域别		
		重点	次重点	一般
不稳定地质体影响程度	现状评估	严重	较严重	较轻
	预测评估			
含水层影响和破坏	现状评估	严重	较严重	较轻
	预测评估			
地形地貌景观影响和破坏	现状评估	严重	较严重	较轻
	预测评估			
水土环境影响	现状评估	严重	较严重	较轻
	预测评估			

## 2、分区评述

综合考虑危害对象、损失与治理难度，矿山地质环境问题影响程度，全区共划分 3 级 8 个不同防治区（图 3.4-1），其中：5 个重点防治区，面积 0.3008km<sup>2</sup>，占评估区比例 5.12%；2 个次重点防治区，面积 0.5469km<sup>2</sup>，占评估区比例 9.30%；1 个一般防治区，面积 5.0309km<sup>2</sup>，占评估区比例 85.58%。各分区基本情况表 3.4-2。

表 3.4-2 矿山地质环境治理分区表

防治分区	分区编号	面积 /km <sup>2</sup>	百分比 /%	分布位置	矿山地质环境影响程度		
					现状评估	预测评估	综合评估
重点防治区 I	I1	0.1270	2.16	工业场地	严重	严重	严重
	I2	0.0128	0.22	黄土崩塌 B2	严重	严重	
	I3	0.0024	0.04	炸药库	严重	严重	
	I4	0.096	1.63	4201~4203 工作面中部及东部	较轻	严重	
	I5	0.0626	1.07	4202~4104 工作面中部	较轻	严重	
次重点防治区 II	II1	0.3962	6.74	矿区中部	较轻~	较严重	较严重
	II2	0.1507	2.56	4202~4204 工作面	较严重		
一般防治区 III	III	4.9587	85.58	其他区域	较轻	较轻	较轻

## （二）土地复垦区与复垦责任范围

### 1、土地复垦区

根据已损毁土地现场调查、拟损毁土地分析与预测结果，本方案的复垦区由工业场地、炸药库、废弃宅基地复垦及地面塌陷拟损毁土地，复垦区总面积为 138.66hm<sup>2</sup>。

### 2、土地复垦责任范围

由于本方案服务年限到期后，矿井闭矿，矿井工业广场和炸药库等建构物不再留





### 3、土地利用类型

复垦区各土地类型面积分类详见表 3.4-4，土地现状详见土地利用现状图（附图 2）。

表 3.4-4 复垦区土地利用类型及面积统计表

一级地类		二级地类		面积 (hm <sup>2</sup> )	占总面积比例 (%)	
编码	名称	编码	名称			
01	耕地	0103	旱地	40.37	29.11	29.11
02	园地	0201	果园	8.93	6.44	10.28
		0203	其他园地	5.33	3.84	
03	林地	0301	乔木林地	10.27	7.41	22.00
		0307	其他林地	20.23	14.59	
04	草地	0401	天然牧草地	10.95	7.90	15.47
		0404	其他草地	10.49	7.57	
05	商服用地	0508	物流仓储用地	0.01	0.01	0.01
06	工矿用地	0601	工业用地	12.19	8.79	10.07
		0602	采矿用地	1.78	1.28	
07	住宅用地	0702	农村宅基地	10.1	7.28	7.28
08	公共管理与 公共服务用地	08H1	机关团体新闻出版用地	0.15	0.11	0.11
09	特殊用地	09-1	其他特殊用地	0.05	0.04	0.04
10	交通运输用地	1003	公路用地	4.37	3.15	5.52
		1004	城镇道路用地	0.43	0.31	
		1005	交通服务场站用地	0.82	0.59	
		1006	农村道路	2.04	1.47	
12	其他土地	1202	设施农用地	0.15	0.11	0.11
总 计				138.66	100.00	100.00

### 3、土地权属及性质

复垦区土地为彬州市豳风街道所有土地，涉及 2 个行政村。其中农村宅基地使用权归村民本人；农村道路使用权归属集体；土地承包经营权归属承包人；其它土地所有权为村集体所有。复垦区土地权属地类见表 3.4-5。

表 3.4-5 复垦区土地权属状况统计表

地类 hm <sup>2</sup> 权属		01	02		03		04		05	06		07	08	09	10				12	总计
		耕地	园地		林地		草地		商服用地	工矿用地		住宅用地	公共管理与公共服务用地	特殊用地	交通运输用地				其他土地	
		0103	0201	0203	0301	0303	0401	0404	0508	0601	0602	0702	08H1	09-1	1003	1004	1005	1006	1202	
		旱地	果园	其他园地	乔木林地	其他林地	天然牧草地	其他草地	物流仓储用地	工业用地	采矿用地	农村宅基地	机关团体新闻出版用地	其他特殊用地	公路用地	城镇道路用地	交通服务场站用地	农村道路	设施农用地	
彬州市 豳风街道	上沟村	25.13	8.63	4.94	10.28	5.52	10.87	4.3	0.01	7.49	0.66	5.28	0.15	/	1.83	0.02	0.12	1.15	0.15	86.53
	下沟村	15.02	0.29	0.40	/	14.73	0.07	6.19	/	0.76	0.88	2.14	/	0.05	3.18	0.04	0.70	0.73	/	52.13
总计		40.37	8.93	5.33	10.27	20.23	10.95	10.49	0.01	12.19	1.78	10.1	0.15	0.05	4.37	0.43	0.82	2.04	0.15	138.66

## 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

矿山地质环境治理主要是对评估区内的不稳定地质体及矿山开采对含水层、地形地貌景观的破坏和对水土环境影响进行治理。矿山地质环境治理应以“预防为主、防治结合”的原则进行。据前述地质环境影响评估结果，矿区内现存及预测的地质环境问题主要有以下几个方面：

①不稳定地质体：根据第三章不稳定地质体现状分析与预测，评估区内发育不稳定地质体共3处，其中滑坡1处，崩塌1处，塌陷裂缝1处。滑坡已完成工程治理。崩塌B2位于工业广场工人宿舍楼后，根据我公司黄土崩塌治理经验，可采用“削坡+排水+支挡工程+绿化”等措施进行综合治理。对于现状塌陷裂缝LF和拟开采区域可能引起的塌陷区，可借鉴《上期两案》适用期完成的工程中，采用裂缝充填、土地复垦、道路修复等工程进行治理，技术经济可行。

②含水层破坏：煤层开采后，产生的冒落带和导水裂隙带会对部分含水层的结构造成破坏，导通直罗组基岩裂隙组含水层，使其成为矿井水的直接充水含水层，造成地下水位的下降，含水层呈疏干或半疏干状态，对地下含水层造成的影响较严重。由于含水层破坏后修复难度大、施工成本高，因此，采用长期监测、自来水供应、自然恢复等措施，技术经济可行。

③地形地貌景观破坏：矿井工业场地、炸药库的建设对地形地貌景观影响程度严重，改变了原有的地形地貌景观，造成景观生态系统在空间分布上的不连续性。可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、长期监测等措施进行治理，易于实施，经济可行。

④水土环境影响问题：矿井水经混凝、沉淀、气浮、过滤和消毒等深度处理后主要用于井下消防洒水、综采设备用水、地面生产系统防尘洒水、周边绿化和生态，不外排。生产生活污水经过生物接触氧化法处理后用于道路洒水、场地洒水、厂区绿化和水保工程用水等，不外排。水资源影响较轻。矸石主要直接回填到废弃井巷，出井矸石运送彬县电力有限责任公司综合利用，生活垃圾由地方环卫部门统一处理，锅炉灰渣排至专用

垃圾场进行处理，对土地影响程度较轻。

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。

综上所述，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，综合分析其预防治理措施，技术上可行。

## （二）经济可行性分析

按照“谁开发谁保护、谁破坏谁治理、谁投资谁受益”的原则，本方案就崩塌治理工程、修复受损道路等，以及矿山不稳定地质体、含水层、水土环境、地形地貌遥感监测措施，均从矿山企业煤炭收入中提取基金用于矿山地质环境治理与土地复垦工作。据调查，水帘洞煤矿的原煤综合售价为 500 元/t，按照《基金实施办法》，本矿吨煤计提基金费用约为 9.24 元/吨（按 500 元/吨的销售价计算）。本方案估算吨煤投资 5.73 元/吨，小于计提费用，治理经费有保障。因此，水帘洞煤矿实施矿山地质环境治理与土地复垦工程其在经济上可行。

## （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、农业生产、林草地的正常生长、区内动物的栖息、沟流、水土保持等带来不利影响，但其影响程度较小，不会产生功能性改变。

严格按照设计等提出的要求留设保护煤柱，确保工业场地等不受矿井生产活动影响。按照“依靠科技进步、发展循环经济、建设绿色矿业”的原则，对开采引起的地面沉陷和裂缝、植被倾倒和死亡、电力通信设施倾倒、乡间道路损坏以及地面其他构筑物的损坏等，矿方会同地方有关部门及时组织人员视损毁程度给予修复及补偿，对地面塌陷区土地进行综合整治。对采空区地面塌陷及裂缝进行治理。矿山闭坑后，工业场地复垦为旱地，及时封闭井筒，保留有利用价值的设施，拆除无用设施，对矿山地质环境进行综合整治。

经过一系列的综合环境整治后，能消除崩塌滑坡、地面塌陷等不稳定地质体对矿区村民人身财产、房屋、道路等的威胁，减轻矿区的水土流失，遏制污废水体和固体废弃物影响，恢复受损土地资源。经过植被恢复、绿化后，矿区植被覆盖率得到提高，矿区

环境得到美化，地形地貌景观与土地资源破坏得到抑制，有效改善了矿区地质环境和生态环境。

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

据野外调查，水帘洞煤矿损毁土地主要有以下 3 个方面：

- （1）工业场地、炸药库在建设过程中挖损压占的土地；
- （2）矿山在未来生产运行中由于煤层的开采引发地面塌陷损毁的土地。

复垦区包括工业场地、炸药库以及未来产生的地面塌陷拟损毁土地，复垦区总面积为 138.66hm<sup>2</sup>，复垦区土地类型可分为 10 个一级地类，16 个二级地类，主要为旱地、果园、其他园地、乔木林地、其他林地、天然牧草地、其他草地、工业用地、采矿用地、物流仓储用地、农村宅基地、公路用地、农村道路、交通设施服务用地、河流水面、设施农用地。

### （二）土地复垦适宜性评价

矿区土地复垦适宜性评价，是针对复垦区土地资源进行潜在的适宜性评价，即依据损毁土地的自然属性和损毁状况，适当将社会经济因素作为背景条件，来评定未来土地复垦治理后对农、林、牧、副、渔、建设及其他利用方向的适宜性及适宜程度、限制性及限制程度，是一种预测性的土地适宜性评价。其意义在于明确损毁土地适宜何种利用类型，生产潜力如何，为合理复垦损毁土地提供依据。

#### 1、评价原则和依据

##### （1）评价原则

对于复垦区损毁土地的复垦方向，最高标准应该是不留生产建设的痕迹，也即是完全恢复原地形地貌及土地利用类型和水平。具体复垦规划与实践中，土地复垦方向尽可能与原（或周边）土地利用方式保持一致，但对于无法完全恢复的损毁土地，应该根据一定的原则进行土地复垦适宜性评价。主要评价原则包括：

- 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 综合分析主导因素相结合，以主导因素为主的原则。

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、坡度以及灌溉条件等。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，即根据彬州市国土空间总体规划的要求，合理确定土地复垦方向。

⑤ 动态和复垦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矿区自然条件，社会经济状况以及土地利用状况的基础上，依据国家和陕西省的法律法规及相关规划，综合考虑土地损毁分析结果、公众参与意见以及周边类似矿区的复垦经验等，采取切实可行的办法，确定复垦利用方向。主要评价依据包括：

①相关法律法规和规划：包括国家与陕西省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彬州市国土空间总体规划及其他相关规划等。

②相关规程和标准：包括国家和陕西省的相关规程、标准等。如《土地复垦质量控制标准》、《土地整治高标准农田建设综合体》、《土地开发整理规划编制规程》、《耕地后备资源调查与评价技术规程》和《农用地质量分等规程》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。

## 2、评价范围和初步复垦方向确定

本方案服务期内土地适宜性评价范围为复垦责任范围，面积为 138.66hm<sup>2</sup>。初步复垦方向由以下几方面综合确定：

### （1）自然条件分析

矿区属暖温带半干旱大陆性气候区，温度适中，雨热同季，四季分明。年平均气温为 9.7℃，霜期为 9 月下旬至次年 4 月，平均风速 1.8m/s，多年平均降雨量 553mm。土壤类型以黄绵土、黑垆土为主，厚度可达 30cm 以上，土地利用现状主要为耕地、园地和草地，故矿区土地复垦主要为植树种草，恢复耕地。

### （2）社会经济分析

矿区原有居民以种植业为主，兼作少量养殖业和劳务输出等产业。耕地多分布于黄土塬区，均为旱地，主要农作物有玉米、小麦等，复垦主导方向为恢复原有土地功能，以农林为主，偏重于林草业。从微观上看项目区人均耕地面积较小，增加耕地，满足周边村民需求。同时，矿区占地以耕地、林地为主，后期土地复垦时，在满足耕地的条件下，尽可能恢复为林草地，以满足生态环境的需求。

### （3）政策分析

矿山生产建设符合彬州市国土空间总体规划和国土空间生态修复规划的要求，确定该区主要为农业和林业发展区，因此，本方案对土地损毁后的复垦方向将与国土空间生态修复规划保持一致，确保区内农、林生态系统稳定。

#### （4）公众参与分析

本次复垦设计过程中，方案编制承担单位向当地自然资源局、土地权属单位及村民代表征求了对本次复垦项目的意见和建议，并做了公众参与问卷调查，作为确定复垦方向的参考。通过对矿区公众调查分析，受访居民均认为本项目的建设对促进当地经济发展起推动作用，支持矿山生产建设。在公众对土地复垦的意愿中均提出保护好当地生态环境，并要求对损毁的土地予以适当的补偿，对损坏的道路进行修整，对破坏的房屋进行移民搬迁，对于损毁的土地尽可能恢复为耕地和林草用地。

综上，通过以上分析可知，矿区土地复垦的初步方向以农、林草为主，尽可能复垦为农业用地和生态用地。

### 3、评价单元的划分

依据复垦土地的损毁类型、损毁程度、损毁前的土地利用状况，需要合理划分待复垦土地评价单元。本方案依据以下 3 点要求：①单元内部性质相对均一或相近；②单元之间具有差异性，能客观地反映出土地在一定时期和空间上的差异；③具有一定的可比性等，综合考虑土地利用方向、土地损毁类型、损毁程度、限制性因素和土壤类型等来划分本方案的土地复垦评价单元。

矿区原土地利用类型是长期在自然条件下所形成的，具有一定的适应性，土地利用现状应作为评价的重要依据；煤矿开采对地表形态有所改变，应充分考虑地下开采对土地造成的影响，且人为的土地复垦措施在一定条件下能够改善并帮助矿区生态系统的重建，据此，本方案评价单元的划分应以土地利用现状图、土地损毁预测图为依据，充分考虑各种限制性因素和人工复垦整治措施等。

本矿山土地复垦适应性评价以土地损毁形式作为一级单元划分依据，损毁形式主要分为塌陷和压占两种；以土地损毁程度作为二级单元划分依据，将复垦责任区土地划分为轻度、中度、重度三类；以土地利用类型作为三级单元划分依据，综上所述，本方案将待复垦土地划分为 45 个评价单元，见表 4.2-1。

表 4-1 评价单元划分表

编号	损毁区域	损毁形式	损毁面积 (hm <sup>2</sup> )	损毁特点	评价单元
1	工业场地	压占	12.70	有建构筑物长期压占土地，地表硬化	工业场地
2	炸药库	损毁	0.24	有建构筑物长期压占土地，地表硬化	炸药库
3	采煤塌陷区	塌陷 损毁 塌陷 损毁	16.01	土地相对采空区塌陷的位置不同， 损毁程度不同	轻度塌陷旱地
4			19.4		中度塌陷旱地
5			4.96		重度塌陷旱地
6			5.04		轻度塌陷果园
7			2.97		中度塌陷果园
8			0.92		重度塌陷果园
9			2.73		轻度塌陷其他园地
10			1.48		中度塌陷其他园地
11			1.12		重度塌陷其他园地
12			2.65		轻度塌陷乔木林地
13			4.94		中度塌陷乔木林地
14			2.68		重度塌陷乔木林地
15			11.50		轻度塌陷其他林地
16			8.54		中度塌陷其他林地
17			0.19		重度塌陷其他林地
18			3.02		轻度塌陷天然牧草地
19			3.97		中度塌陷天然牧草地
20			3.96		重度塌陷天然牧草地
21			4.49		轻度塌陷其他草地
22			5.43		中度塌陷其他草地
23			0.57		重度塌陷其他草地
24			0.01		中度塌陷物流仓储用地
25			0.73		轻度塌陷工业用地
26			0.03		中度塌陷工业用地
27			0.85		轻度塌陷采矿用地
28			0.69		中度塌陷采矿用地
29			5.46		轻度塌陷已搬迁农村宅基地
30			3.10		中度塌陷已搬迁农村宅基地
31			1.54		重度已搬迁农村宅基地
32			0.15		中度塌陷机关团体新闻出版社用地

编号	损毁区域	损毁形式	损毁面积 (hm <sup>2</sup> )	损毁特点	评价单元
33	采煤塌陷区	塌陷 损毁	0.05	土地相对采空区塌陷的位置不同， 损毁程度不同	轻度塌陷其他特殊用地
34			1.32		轻度塌陷公路用地
35			1.41		中度塌陷公路用地
36			0.49		重度塌陷公路用地
37			0.37		轻度塌陷城镇道路用地
38			0.06		中度塌陷城镇道路用地
39			0.68		轻度交通服务场站用地
40			0.02		中度交通服务场站用地
41			0.81		轻度塌陷农村道路
42			0.87		中度塌陷农村道路
43			0.36		重度塌陷农村道路
44			0.08		轻度塌陷设施农用地
45			0.07		中度塌陷设施农用地
合计			138.66		

#### 4、评价体系和评价方法

在矿区土地利用现状和土地损毁预测的基础上，根据土地损毁特征、限制因素、适宜程度，结合区域自然环境、社会经济特点，本矿山土地复垦适宜性评价采用二级评价体系，极限条件法进行。

##### (1) 评价体系

采用二级评价体系，分为两个序列，土地适宜类和土地质量等。土地适宜类分为适宜类、暂不适宜类和不适宜类；适宜类按土地质量等再续分为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。

##### 宜耕土地

① 1等地：对农业利用无限制或少限制，地形平坦，质量好，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破坏前耕地的产量，且正常利用不致发生退化。

② 2等地：对农业利用有一定的限制，质地中等，损毁中等，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 3等地：对农业利用较多限制，质地差，损毁较为严重，需要采取较多整治措施

以后才能作为耕地使用。

### 宜园土地

① 1等地：最适于园地发展，无明显限制因素，损毁轻微，地形平坦，质地好，肥力较高，在正常管理措施下可获得较高产量，且正常利用不致发生退化。

② 2等地：较适于园地发展，对园地利用有一定限制，质地中等，损毁中等，需要经过一定的整治措施才能恢复为园地。如利用不当，可导致水土流失、肥力下降等现象。

③ 3等地：对园地利用较多限制，质地差，损毁较严重，需要采取较多整治措施以后才能作为园地使用。

### 宜林土地

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

② 2等地：较适于林木生产，地形、土壤和水分等因素对种植树木有一定的限制，损毁中等，但是造林植树的技术要求较高，产量和经济价值一般。

③ 3等地：林木生产困难，地形、土壤、和水分等限制因素较多，损毁较严重，植树造林技术要求较高，产量和经济价值较低。

### 宜草土地

① 1等地：最适于草地生长，无明显限制因素，损毁轻微，容易恢复为草地。

② 2等地：较适于草地生长，地形、土壤和水分有一定限制，损毁中等，有轻度退化，需经整治后才能恢复为草地。

③ 3等地：草地生长困难，地形、土壤和水分等限制因素较多，损毁和退化严重，需大力整治复垦后方可恢复。

## （2）评价方法

土地复垦适应性评价可进行定性和定量两种分析方法。定性分析是对评价单元的原土地利用状况、土地损毁、公众参与、当地社会经济等情况进行综合定性分析，确定土地复垦方向和适宜性等级。定量分析包括极限条件法、综合指数法、多因素综合法和参比法等。结合项目区土地损毁特征以及区域自然环境、社会环境特点，本项目土地适宜性评价采用极限条件法，即采用土地评价因素的最低级别去评定土地的适宜等级。

## 5、评价指标体系和标准的建立

## （1）评价指标

矿区待复垦土地适宜性评价应选择一套相互独立而又相互补充的参评因素和主导因素。参评因素应满足以下要求：一是主导性，即所选的参评因素必须对所评价的土地起到主导性作用；二是可测性，即参评因素是可以测量并可用数值或序号表示的；三是相关性，即考虑参评因素相互之间相关性，相关性强的因素需要剔除选择具有代表性的因素；四是稳定性，即选择的参评因素在任何条件下反映的质量持续稳定。

本矿山待复垦土地的地貌类型是黄土塬及沟谷，适宜性评价因素主要考虑以下几方面因素：

①常规因素：土地利用类型、地形坡度、土壤质地、有机质含量和地形坡度，其代表性主导因素为土地利用类型。

②特殊因素：塌陷深度、裂缝宽度、水平变形以及沉陷附加坡度等因素。由于本方案在评价沉陷区土地损毁程度时已考虑上述因素，因此，选取土地损毁程度作为适宜性评价的特殊因素。

③社会因素：针对矿区土地适宜性评价，应同时考虑使用权属人意见，土地所有权属等社会因素。

④政策因素：应考虑当地的生态功能分区、生态还林政策、特殊区位等因素，以使土地适宜性评价结果更加有利于当地的生态环境保护。

⑤类比分析：在进行适宜性评价时，参考已损毁区及周边煤矿已损毁区治理状况，在类比分析的基础上，确定土地复垦的方向。

⑥主导因素：在进行适宜性评价时，不同的复垦方向所参考的评价因素亦不同。例如复垦为草地、林地和耕地所选的评价因素就有所不同。

基于上述考虑，本次评价在借鉴行业和地方多年经验的基础上，考虑井工煤矿生产建设特征和土地损毁形式，进行评价指标选取见表 4.2-2。

表 4.2-2 评价因素选择表

区 域		评价因子
沉陷区	宜 耕	土地损毁程度、有效土层厚度、有机质含量、地形坡度
	宜 园	土地损毁程度、有效土层厚度、地形坡度
	宜 林	土地损毁程度、有效土层厚度、地形坡度
	宜 草	土地损毁程度、有效土层厚度、地形坡度
压占、挖损区		有效土层厚度、有机质含量、地形坡度

## (2) 评价标准

根据《土地复垦技术标准》和有关政策法规，借鉴当地土地复垦适宜性评价中参评因素属性及权重的确定方法，把土地复垦适宜性评价等级数确定为 4 级标准，评价等级定义为：

① 适宜；② 较适宜；③ 一般适宜；④ 不适宜。

三级和四级两等级之间反映的是复垦土地的利用方向之间的质变过程，决定复垦土地的利用方向；一级和二级以及三级等级之间反映的是复垦土地的量变过程，决定复垦土地利用方向的优劣。若评价土地单元各评价因素的评价结果中没有 4 不适宜项，则该评价单元的土地维持原有土地使用功能不变，即按原土地利用类型进行复垦；若评价单元土地各评价因素的评价结果中有一项出现不适宜项，则该评价单元按土地复垦原则复垦为其他更有价值的地类。

据此，建立本次土地复垦适应性评价标准见表 4.2-3。

表 4.2-3 土地复垦适宜性评价标准表

限制因素分级				适宜性			
区域	序号	评价因素	分级指标	宜耕	宜园	宜林	宜草
塌陷区	1	土地损毁程度	轻度	1	1	1	1
			中度	2或3	2	2	1或2
			重度	3或N	3	3	2或3
	2	有效土层厚度 (cm)	>50	1	1	1	1
50~30			2	1	1	1	
30~10			3	2	2	1	
<10			N	3	3	2	
塌陷	3	有机质含量(%)	>1.0	1	—	—	—
			0.6~1.0	2	—	—	—
			0.4~0.6	3	—	—	—

限制因素分级				适宜性			
区域	序号	评价因素	分级指标	宜耕	宜园	宜林	宜草
区			<0.4	N	—	—	—
	4	地形坡度 (°)	0~8	1	1	1	1
			8~15	2	2	1	1
			15~25	3	3	2	2
			>25	N	3或N	3	2或3
压 占 区	1	有效土层厚度 (cm)	>50	1	1	1	1
			50~30	2	1	1	1
			30~10	3	2	2	1
			<10	N	3	3	2
	2	有机质含量(%)	>1.0	1	—	—	—
			0.6~1.0	2	—	—	—
			0.4~0.6	3	—	—	—
			<0.4	N	—	—	—
	3	地形坡度 (°)	0~8	1	1	1	1
			8~15	2	2	1	1
			15~25	3	3	2	2
			>25	N	N	3	2或3

## 6、适宜性等级的评定

根据上述土地适宜性评价原则、评价方法、评价标准、评价单元划分以及主要影响因素，在尊重原有土地利用类型的基础上，依照损毁土地的自然特点和损毁程度，对评价单元的适宜性进行评价，结果如表 4.2-4 所示。

表 4.2-4 土地复垦适宜性评价结果表

评价单元	适宜性				面积 (hm <sup>2</sup> )	复垦利 用方向
	宜耕	宜园	宜林	宜草		
工业场地	2	1	1	1	11.90	旱地
工业场地公路用地（除沿河公路用地）	—	—	—	—	0.80	公路用地
炸药库	2	1	1	1	0.24	旱地
轻度塌陷旱地	2	2	1	1	16.01	旱地
中度塌陷旱地	2	2	2	1	19.4	旱地
重度塌陷旱地	3	3	3	2	4.96	果园
轻度塌陷果园	2	2	1	1	5.04	果园
中度塌陷果园	2	2	2	1	2.97	果园
重度塌陷果园	3	3	3	2	0.92	果园

评价单元	适宜性				面积 (hm <sup>2</sup> )	复垦利 用方向
	宜耕	宜园	宜林	宜草		
轻度塌陷其他园地	2	2	1	1	2.73	其他园地
中度塌陷其他园地	2	2	2	1	1.48	其他园地
重度塌陷其他园地	3	3	3	2	1.12	其他园地
轻度塌陷乔木林地	3	3	2	2	2.65	乔木林地
中度塌陷乔木林地	3	3	2	2	4.94	乔木林地
重度塌陷乔木林地	3	3	3	2	2.68	乔木林地
轻度塌陷其他林地	3	3	2	2	11.50	其他林地
中度塌陷其他林地	3	3	2	2	8.54	其他林地
重度塌陷其他林地	3	3	3	2	0.19	其他林地
轻度塌陷天然牧草地	N	3	3	2	3.02	人工牧草地
中度塌陷天然牧草地	N	3	3	2	3.97	人工牧草地
重度塌陷天然牧草地	N	3	3	2	3.96	人工牧草地
轻度塌陷其他草地	N	3	3	2	4.49	人工牧草地
中度塌陷其他草地	N	3	3	2	5.43	人工牧草地
重度塌陷其他草地	N	3	3	2	0.57	人工牧草地
中度塌陷物流仓储用地	—	—	—	—	0.01	物流仓储用地
轻度塌陷工业用地	—	—	—	—	0.73	工业用地
中度塌陷工业用地	—	—	—	—	0.03	工业用地
轻度塌陷采矿用地	—	—	—	—	0.85	采矿用地
中度塌陷采矿用地	—	—	—	—	0.69	采矿用地
轻度塌陷已搬迁农村宅基地	2	1	1	1	5.46	旱地
中度塌陷已搬迁农村宅基地	2	2	2	1	3.10	旱地
重度塌陷已搬迁农村宅基地	3	3	3	2	1.54	旱地
中度塌陷机关团体新闻出版社用地	—	—	—	—	0.15	机关团体新闻出版社用地
轻度塌陷其他特殊用地	—	—	—	—	0.05	其他特殊用地
轻度塌陷公路用地	—	—	—	—	1.32	公路用地
中度塌陷公路用地	—	—	—	—	1.41	公路用地
重度塌陷公路用地	—	—	—	—	0.49	公路用地
轻度塌陷城镇道路用地	—	—	—	—	0.37	城镇道路用地
中度塌陷城镇道路用地	—	—	—	—	0.06	城镇道路用地
轻度塌陷交通服务场站用地	—	—	—	—	0.68	交通服务场站用地
中度塌陷交通服务场站用地	—	—	—	—	0.02	交通服务场站用地
轻度塌陷农村道路					0.81	农村道路

评价单元	适宜性				面积 (hm <sup>2</sup> )	复垦利 用方向
	宜耕	宜园	宜林	宜草		
中度塌陷农村道路					0.87	农村道路
重度塌陷农村道路					0.36	农村道路
轻度塌陷设施农用地					0.08	设施农用地
中度塌陷设施农用地					0.07	设施农用地

### （三）水土资源平衡分析

#### 1、水资源平衡分析

复垦区损毁土地复垦主要为耕地（均为旱地）、园地、草地等，目前区内农田无系统灌溉工程，地表植被均在自然降雨后正常生长。未来复垦时旱地原则上可不考虑大规模的灌溉用水及水利工程，农作物需水以自然降雨为主；园草地采取生态恢复、植被管护等具体植物措施实施时可根据天气情况安排进度，必要时还可利用区内河道、沟谷部分河水。

根据《陕西省行业用水定额》（DB61/T943-2014），复垦区属于渭北旱塬区，按水文年中等年份查询，园地（苹果）用水定额为 90m<sup>3</sup>/亩，人工牧草地用水定额为 140m<sup>3</sup>/亩，林地用水定额为 40m<sup>3</sup>/亩，据此计算复垦区林草地复垦需水总量为 347190m<sup>3</sup>（表 4.2-5）。

表 4.2-5 复垦区范围需水量计算表

序号	复垦方向	覆土面积/hm <sup>2</sup>	用水定额	需水量/m <sup>3</sup>	备注
1	旱地或园地	67.57	90m <sup>3</sup> /亩	91219.50	依据《陕西省行业用水定额》水文年中等年份查询
2	草 地	21.44	140m <sup>3</sup> /亩	45024.00	
3	林 地	30.50	40m <sup>3</sup> /亩	18300.00	
合计	—	119.51	—	154543.50	

复垦区年平均降水量为 553.8mm，降雨有效利用系数 58%。复垦责任范围面积约 138.66hm<sup>2</sup>，可利用的地表径流按照径流系数 0.2 计算，则可利用的年有效地表径流量为 46.8×10<sup>4</sup>m<sup>3</sup>。复垦区内主要水系为水帘河、石岭子沟，水帘河流量为 0.014~2.40 m<sup>3</sup>/s，石岭子沟流量 0.004~0.867m<sup>3</sup>/s，河流年平均径流总量约为 5.18×10<sup>8</sup>m<sup>3</sup> 远大于复垦区需水量。综上分析，复垦区地表水量远大于复垦区需水量，能够满足复垦用水需求。

#### 2、土地资源平衡分析

##### （1）工业场地及附属设施土壤供需分析

工业场地及附属设施建（构）筑物拆除清运后清除硬化路面及基础后，下部土壤厚度大于 10m，在对土壤翻耕后即可利用。因此不进行额外覆土，耕地土壤采用现有下部土壤资源。

#### （2）地裂隙充填土壤供需分析

项目区位于黄土高原地区，土壤资源丰富。综合考虑裂隙充填在裂隙两侧剥离表土后实施就地充填，充填后对造成的地表起伏实施平整。

综上，工业场地及附属设施不额外取土覆土，地裂隙充填采用周边土壤资源。水帘洞煤矿不另设取土场，无需外购土源。

### （四）土地复垦质量要求

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。

--水帘洞煤矿应做到“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建设标准的要求；

--复垦场地的稳定性和安全性应有可靠保证；

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

对于复垦质量要求主要参考《土地复垦质量控制标准》(TD/T1036-2013)《土地开发整理规划编制规程》(TD/T1011-2000)，《土地开发整理项目规划设计规范》(TD/T1020-2000)，《土地整治高标准农田建设综合体》(DB61/T991.1-991.7-2015)

#### 1、旱地方向土地复垦质量要求

##### （1）沉陷损毁旱地复垦单元

1) 平整后的地面坡度 $\leq 5^\circ$ ；

2) 复垦后有效土层厚度 $\geq 80\text{cm}$ ，土壤容重 $\leq 1.45\text{g/cm}^3$ ，土壤质地壤土至粘壤土，砾石含量 $\leq 10\%$ ，pH 值在 7.0~8.5 之间，土壤有机质含量 $\geq 0.6\%$ ；

3) 田间道和生产路在采煤期间要满足生产生活需求。田间道：砂石路基，路基厚度 20cm，宽度 5.0m，泥结碎石路面，路面厚度 15cm，宽度 4.0m；生产路：路床压实，厚度 15cm，宽度 2.6m，素土路面，路面厚度 15cm，宽度 2.0m。

4) 复垦后种植农作物无不良生长反应，粮食作物中有害成分含量符合《粮食卫生标准》(GB2715-81)；

5) 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，农作物（玉米）产量 $>1000\text{kg}/\text{亩}$ 。

#### (2) 新增耕地（工业场地、瓦斯抽放站、炸药库）土地复垦单元

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

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

3) 硬化路面剥离和基础挖除后，需对迹地进行平整，复垦为耕地区域平整后坡度不超过 $5^\circ$ ；

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

5) 进行土地翻耕后，然后采用土壤改良法提高土壤肥力，通过增施有机肥及种植绿肥进行土壤培肥，改变土壤质量；

6) 复垦后正常耕作的旱地应达到的理化性质：有效土层厚度 $\geq 80\text{cm}$ ，土壤容重 $\leq 1.45\text{g}/\text{cm}^3$ ，土壤质地壤土至粘壤土，砾石含量 $\leq 10\%$ ，pH 值在 $7.0\sim 8.5$  之间，土壤有机质含量 $\geq 0.6\%$ ，生产力水平达到周边地区同等土地利用类型水平，农作物（玉米）产量 $>1000\text{kg}/\text{亩}$ 。

## 2、园地方向土地复垦质量要求

### (1) 沉陷损毁园地复垦单元

1) 平整后的地面坡度 $\leq 15^\circ$ ；

2) 复垦后有效土层厚度 $\geq 80\text{cm}$ ，土壤容重 $\leq 1.50\text{g}/\text{cm}^3$ ，土壤质地砂土至粘壤土，砾石含量 $\leq 15\%$ ，pH 值在 $6.0\sim 8.0$  之间，土壤有机质含量 $\geq 0.5\%$ ；

3) 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，复垦区果树种类主要为苹果树；

4) 果树苗要挑选苗木健康，同一地块要求树苗的苗龄、生长状况一致；

5) 果树栽植后要定期进行除草、松土、浇水、保证苗木的成活率，未成活的进行

补栽；

6) 果树成活达产后产量不低于同园其他果树平均产量，生产力水平达到周边地区同等土地利用类型水平，苹果亩均产量 $>1500\text{kg}/\text{亩}$ 。

#### (2) 新增园地（搬迁农村宅基地）土地复垦单元

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

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

3) 硬化路面剥离和基础挖除后，需对迹地进行平整，复垦为耕地区域平整后坡度不超过 $15^\circ$ ；

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

5) 复垦后有效土层厚度 $\geq 80\text{cm}$ ，土壤容重 $\leq 1.50\text{g}/\text{cm}^3$ ，土壤质地砂土至粘壤土，砾石含量 $\leq 15\%$ ，pH 值在 $6.0\sim 8.0$ 之间，土壤有机质含量 $\geq 0.5\%$ ；果树成活达产后产量不低于同园其他果树平均产量，苹果亩均产量 $>1500\text{kg}/\text{亩}$ 。

### 3、林地方向土地复垦质量要求

#### (1) 沉陷损毁林地复垦单元

1) 复垦后有效土层厚度 $\geq 30\text{cm}$ ，土壤容重 $\leq 1.5\text{g}/\text{cm}^3$ ，土壤质地砂土至砂质粘土，砾石含量 $\leq 25\%$ ，pH 值在 $6.0\sim 8.0$ 之间，土壤有机质含量 $\geq 0.3\%$ ；

2) 树种首先选择当地适种树种，乔木选择刺槐等，灌木选择紫穗槐等；

3) 整地：造林前穴状整地，乔木规格为 $0.5\text{m}\times 0.5\text{m}\times 0.5\text{m}$ ；灌木规格为 $0.4\text{m}\times 0.4\text{m}\times 0.4\text{m}$ ；

4) 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；

5) 复垦后定植密度满足《造林作业设计规程》（LY/T1607）要求，郁闭度 $\geq 30\%$ ；

6) 确保一定量的灌溉，五年后植树成活率 $70\%$ 以上。

### 4、草地方向土地复垦质量要求

#### (1) 沉陷损毁草地复垦单元

- 1) 复垦后有效土层厚度 $\geq 30\text{cm}$ ，土壤容重 $\leq 1.45\text{g/cm}^3$ ，土壤质地砂土至壤粘土，砾石含量 $\leq 15\%$ ，pH 值在 6.0~8.5 之间，土壤有机质含量 $\geq 0.3\%$ ；
- 2) 草籽选择适宜本地生长的乡土品种，草籽选择紫花苜蓿等；
- 3) 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；
- 4) 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；
- 5) 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。

## 第五章 矿山地质环境治理与土地复垦工程

水帘洞煤矿生产引发的矿山地质环境问题为：地面塌陷及伴生裂缝，含水层、地形地貌景观以及土地资源损毁，以下针对不同地质环境及土地利用问题提出恢复治理工程。矿山地质环境治理与土地复垦工程分为近期5年，中期2年，远期3年三个阶段，治理工程、土地复垦以近期为主，兼顾中期、远期。

矿山地质环境保护与土地复垦应遵循“预防为主，防治结合”、“在保护中开发，在开发中保护”、“依靠科技进步，发展循环经济，建设绿色矿业，造福子孙后代”、“因地制宜，边开采边治理”的原则。同时矿山企业必须遵循“合理开采、统一规划、加强管理”的原则。

### 一、矿山地质环境保护与土地复垦预防

#### （一）目标任务

##### 1、目标

最大程度地减少矿山地质环境问题的发生，避免和减缓不稳定地质体造成的损失，有效遏制矿山采矿活动对主要含水层、地形地貌景观、水土环境及土地资源的影响和破坏，保护评估区地质环境，实现矿产资源开发利用与地质环境保护协调发展，实现项目区经济可持续发展。

##### 2、任务

(1)避免和减缓地面塌陷及其伴生的不稳定地质体造成的损失，对采煤影响村庄进行整体搬迁，对影响较严重的地面建(构)筑物和道路、输电线路进行维修治理并加强监测。

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

(3)避免和减缓对地形地貌景观的影响。

(4)避免和减缓对水土环境的影响和破坏。

(5)避免和减缓对土地损毁，对受影响和损毁的土地进行土地复垦，使其恢复原貌或适宜用途；对村庄搬迁迹地进行复垦。

(6)维护和治理评估区及周围地区生态环境，建设绿色矿业。

## （二）保护与预防措施

### 1、矿山地质环境保护和预防

#### （1）矿山不稳定地质体保护和预防

##### 1) 留设保护煤柱

在保护级别高的重要建(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。本矿已在彬宝公路、水李公路、工业场地、主要巷道、河流等留有煤柱。

##### 2) 避让

水帘洞煤矿矿井坚持“谁开发、谁保护、谁受益、谁补偿”的原则，采取“移民搬迁、住房安置和保障农牧民后续生活”相结合的办法，采取地企协作的模式，由政府主导、水帘洞煤矿矿井出资，结合煤矿开采计划，对煤矿范围内受开采沉陷影响的所有农民逐步实施搬迁。已完成李前村三组、白厢村二组三组已搬迁至移民新村。

##### 3) 矿山不稳定地质体治理

黄土崩塌 B2 工程治理，增加斜坡稳定性，对地面塌陷区进行裂缝充填，避免或减少塌陷地和地面裂缝的发生。

##### 4) 矿山不稳定地质体监测

崩塌布置自动化监测仪器，变形及时预警，避免和减少财产损失。地面塌陷建立自动化监测仪器及地表岩仪观测站，对采煤过程中地表变形移动参数进行观测和分析，为生态安全和保护提供科学依据;做好日常巡查，发现裂缝及时治理。

##### 5) 树立警示牌

竖立警示牌提醒过往行人避让，减缓财产及人身安全威胁。

#### （2）含水层的保护和预防

①建议矿山采取保水采煤开采方式，限制采高，降低导水裂隙带发育高度，降低对含水层结构的破坏。

②对生产生活过程中产生的污废水、矿井水经处理站处理后综合利用，防止污废水、矿井水影响地下水；

③按要求限制采高，防治地表水体漏失，与下层含水层串通。

### （3）地形地貌景观保护和预防

煤矿的开采会对原地形标高和地表形态产生一定影响；产生的地表裂缝，特别是一些较大的裂缝会改变原生地貌的完整性；塌陷地也会引起地表坡度的一些变化，特别是塌陷边缘区，但是相对于原生地表坡度要小很多。要做到对破坏土地的及时治理，在开采过程中，做到边开采，边治理，及时恢复植被，避免造成植被枯死、裂缝纵横、水土流失等不协调的景观。

### （4）水土环境保护和预防

水帘洞煤矿井下污水及生活污水全部达标排放，产生的一部分矸石不出井，直接回填到废弃井巷，另一部分矸石通过皮带输送机直接运送并储存于井口附近的矸石仓，随后通过汽车运输至彬县电力有限责任公司，地面不设排矸场和堆渣场，矸石利用率 100%。坚持现有的污水处理设施及工艺流程，矸石处理可避免水土环境影响。

## 2、土地复垦的预防

为使工程建设和生产运营过程中对土地资源损毁减少到最小程度，需按照“统一规划、源头控制、防复结合、经济可行”的原则，结合水帘洞煤矿生产和建设特点、性质以及区域环境特征，预防控制措施分为煤矿设计、建设、生产和关闭四个阶段。目前水帘洞煤矿设计和建设阶段已完成，故目前主要技术措施为生产和关闭阶段技术措施。

### （1）生产阶段主要预防措施

水帘洞煤矿生产过程中，对土地损毁的方式主要为地表沉陷等，根据土地损毁特点，生产阶段的预防控制措施主要包括：

①建立地表移动观测站，对采煤过程中地表变形、移动参数进行科学观测和分析，为科学采煤提供可靠的数据依据。

②对地表损毁情况进行监测，包括损毁范围、程度、时间等因子实施动态监测，建立地表损毁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，以减缓对地表土地损毁为原则，及时调整采煤工艺参数。

③及时推平沉陷盆地边缘沉陷台阶，填充裂缝。在沉陷盆地基本恢复以后，及时进行整理复垦，恢复土地使用功能。

④生产期对于矿区范围以内的矿井工业场地、煤矿边界、主要大巷等留有保护煤柱。

## （2）关闭阶段主要预防措施

### ①加强宣传、防止损毁

加强土地复垦政策宣传，在明显位置树立警示牌，同时加大巡查力度，保护已复垦土地不被损毁。

### ②加强监测

土地复垦管理机构将加强对复垦效果的监测，同时矿山企业动员土地权利人进行四季观察，确保复垦工作落到实处。

## 二、矿山地质环境治理工程

### （一）目标任务

根据矿山开发建设工程的特点、现状不稳定地质体的危险性及未来可能出现的地质环境问题，提出具有针对性、可行性、实用性的防治措施建议，获得最佳的社会效益、环境效益和经济效益，最终达到矿山地质环境保护与矿山生产发展相协调的目标，旨在控制或消除矿山存在的不稳定地质体，恢复矿山建设、生产等活动对地质环境的破坏。

### （二）工程设计与技术措施

本次涉及工程治理的矿山不稳定地质体包括 H1 崩塌（下沟村 2 组滑坡）、黄土崩塌 B2、塌陷区受损道路修复。

#### 1、H1 崩塌（下沟村 2 组滑坡）

该不稳定地质体位于下沟村东，水帘河右岸，为一小型黄土滑坡，由第四系中下更新统风积黄土组成，坡向 266°，2004 年 2 月 18 日 24 时前后曾发生滑动，滑体长 50m，宽 110m，厚 6-8m，体积约  $4.4 \times 10^4 \text{m}^3$ 。滑坡外形平面上呈半圆形，剖面上呈凹型。上部坡度 80-90°，下部坡度 30-40°。滑坡体曾落入水帘河中，堵塞河道，后人工开挖河床疏通河道。目前，该崩塌已于 2025 年 8 月完成专项勘查设计施工及工程验收，因此，本方案不进行工程设计，仅将其列入 2025 年工程部署。

#### 2、黄土崩塌 B2

黄土崩塌 B2 位于工业广场工人宿舍楼后，有局部垮滑现象，斜坡不稳定，有失稳可能。本次考虑整体斜坡景观一致性与协调性，采用削坡+排水+支挡+绿化等措施进行综合治理，目前，该崩塌以完成勘查设计工程，拟定治理工程时间为 2026 年。

### ①削坡工程

针对崩塌的形态特征、结构特征和变形特征，采用 1: 0.75 的坡比进行削坡，单级坡高不大于 8m，每级坡之间设置 3.0m 的马道。总削坡土方量约 117678.37m<sup>3</sup>。弃土可与矸石按一定比例配比后充填采掘巷道，不仅无固体废弃物产生，而且能实现地貌重塑，有效控制崩塌、滑坡的发生，减轻土壤侵蚀。

### ②支挡工程

在坡体下部设置挡墙。墙净高 4m，埋深 1.5m，顶宽 0.80m，底宽 2.2m，面坡坡比 1:0.3，背坡坡比 1:0.1，墙底 1:0.1，墙身材料为 C20 混凝土。墙体预留圆形泄水孔，圆形泄水孔采用中 110mmPVC 管，伸出挡墙外 5cm，水平间距 2m，竖向间距 1.5m，梅花形布置，进口处用土工布包扎并用反滤砂包填塞。墙后采用削坡的素土分层夯实法回填，墙身每隔 10m 设置一道伸缩缝，缝宽 20mm，用沥青木板填塞，填塞厚度不小于 150mm。详见图 4.2-1。挡土墙长度约 115m。

### ③排水工程

根据地形设计截排水渠道，混凝土挡墙外侧布置 I 型排水渠，削坡平台布置 II 型排水渠，坡体后缘布置截水渠，将其连接到道路两侧已有的排洪沟，形成一个截排水系统。

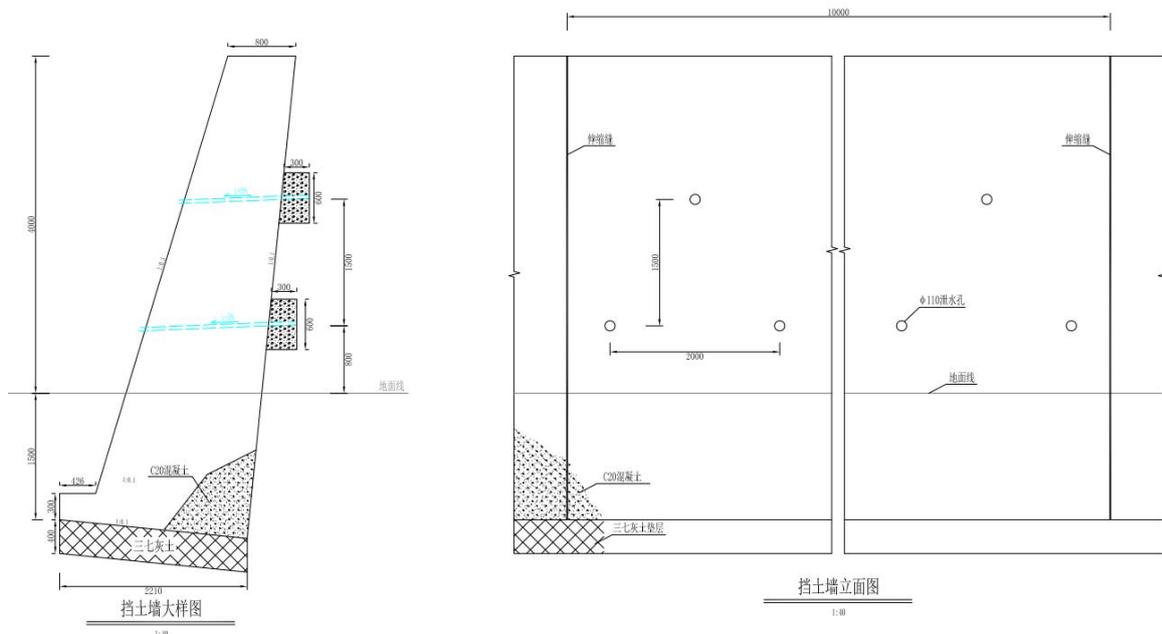


图 5.2-1 挡土墙结构大样图

I 型排水渠：断面呈矩形，设计断面尺寸为顶部宽度 0.4m，底宽 0.4m，深度 0.4m，壁厚 15cm，底厚 20cm。采用 C20 混凝土浇筑而成。I 型排水渠设计总长度为 310m。

II型排水渠：断面呈矩形，设计断面尺寸为顶部宽度 0.3m，底宽 0.3m，深度 0.3m，壁厚 15cm，底厚 20cm。采用 C20 混凝土浇筑而成。II型排水渠设计总长度为 1130m。

截水渠：断面呈梯形，设计断面尺寸为顶部宽度 0.8m，底宽 0.5m，深度 0.5m，壁厚 15cm，底厚 20cm。采用 C20 混凝土浇筑而成。截水渠设计总长度为 130m。

排水系统各结构大样图详见图 5.2-2。

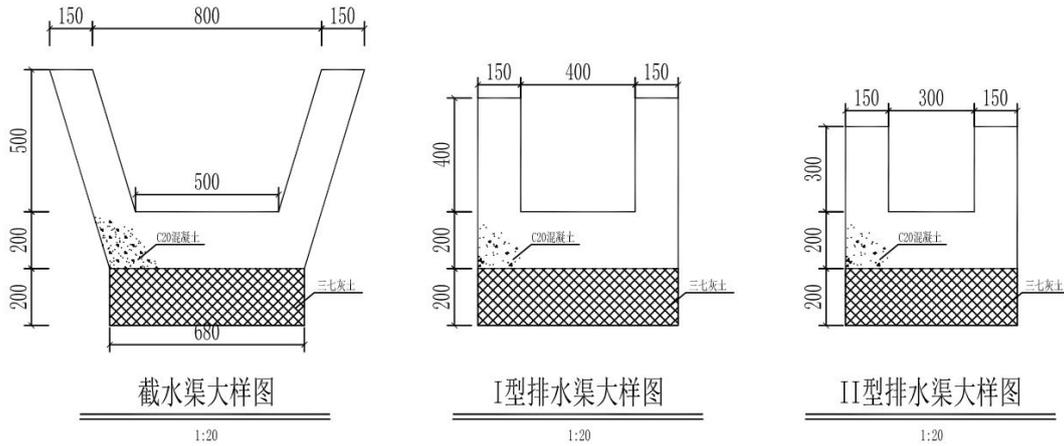


图 5.2-2 排水系统结构大样图

#### ④绿化工程

刷坡后在削坡平台栽植 1 行侧柏进行绿化，株高 1.5m，株距 2.5m。对采用 1:0.75 削坡的坡面采用打孔种植紫穗槐的方式进行绿化（图 5.2-3），打孔采用梅花形布置，间距为 0.25m×0.25m，孔深 0.15m。以防护边坡，防止水土流失，保护环境，管护期 2 年，可追肥 2-3 次，并经常浇水、锄草、松土、做围，以免被草淹没，促其健壮生长。

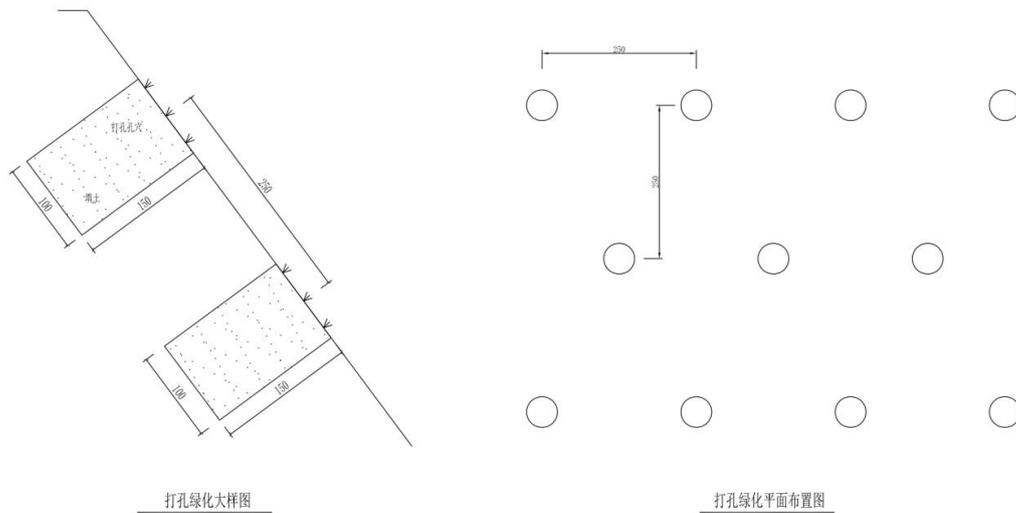


图 5.2-3 坡面打孔绿化示意图

### ⑤工程标识牌

治理项目结束后，施工单位在治理区醒目位置设立标示牌，材质选取应经久耐用，抗腐蚀、抗风化，尺寸为:高 0.79m，宽 0.59m。

### ⑥监测工程

在挡土墙顶部埋设监测钉，监测挡土墙变形情况；在坡体设置监测桩，监测坡体变形情况。共设置监测桩 8 个，监测点次 132 次。

## 2、道路修复工程

### （1）修复对象

①G342 彬宝公路：已于 2025 年与彬州市交通局签订合同，对矿区开采影响的路段进行整体修复，本方案不再对该公路修复作出部署。

②连接 G342 公路和工业广场道路：该条道路在 2025 年现状调查时发现部分路段已形成塌陷损毁，引起路段部分变形、开裂，该路段路面为水泥路面，宽度约 8m，修复长度约 1800m。计划在 4207 工作面开采结束后进行修复。

③水李公路：该条道路目前有两段，一段为穿越工业场地，一段沿工业场地南侧绕行，该道路未来受到工广煤柱回采工作面采空塌陷影响，经与矿方、当地村委商议，待煤矿闭矿后，保留穿越工业场地一段，另外一段复垦为生产道路。水李公路修复为水泥路面，宽度约 8m，修复长度约 1300m；生产道路为泥结碎石路面，宽度约 4m，修复长度约 900m。

### （2）治理措施

本次设计对损毁范围内的道路修复分 2 步走，在塌陷区未沉稳时采用临时修复措施，随沉随填、垫堵裂缝、填后夯实等技术保持原来道路的原有强度。在塌陷道路首位设置警示标识，提醒过往车辆行人注意安全。对沉稳区受损道路对路基和路面进行全面修复，采取措施为：基础压实→路床摊铺碾压一路肩修筑，修理后与损毁前路面状况保持一致。道路横断面图见图 5.2-4、5.2-5，每延米工程量见表 5.2-1。路面材料根据原路面材料选择，以恢复原状为宜，垫层选择砂石垫层，路床选择级配碎石，重度受损区路面拆除后进行破碎，破碎粒径不大于 100mm，碾压铺平后做为路床，减少建筑垃圾外运。

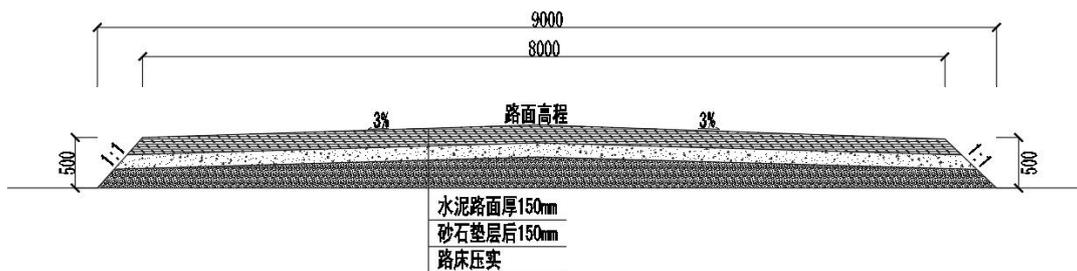


图 5.2-4 水泥路修复示意图

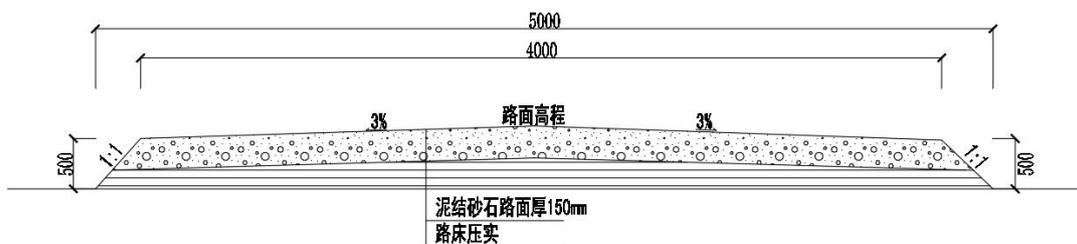


图 5.2-5 泥结碎石路修复示意图

表 5.2-1 道路修复每延米工程量明细表

	工程分部	单位	每延米工程量
水泥道路	路床压实	m <sup>3</sup>	9.18
	砂石垫层	m <sup>2</sup>	8.44
	水泥路面	m <sup>2</sup>	8.15
泥结碎石道路	路床压实	m <sup>2</sup>	4.58
	泥结碎石路面	m <sup>2</sup>	4.12

### （三）主要工程量

矿山地质环境保护与恢复治理各项工作量表见表 5.2-4。

表 5.2-4 矿山地质环境治理工程量表

序号	项目名称	单位	近期工程量	中远期工程量
一	黄土崩塌 B2 治理工程			
1	削坡工程			
1.1	土方挖运	m <sup>3</sup>	117678.37	
2	挡土墙工程			
2.1	基础开挖	m <sup>3</sup>	518.65	
2.2	基础回填	m <sup>3</sup>	82.80	
2.3	C20 混凝土	m <sup>3</sup>	895.87	
2.4	三七灰土垫层	m <sup>3</sup>	101.20	
2.5	PVC 管	m	174	
2.6	砂石反滤包	m <sup>3</sup>	12.53	

2.7	伸缩缝	m <sup>2</sup>	85.69	
2.8	模板	m <sup>2</sup>	675.68	
3	排水工程			
3.1	截水渠			
3.1.1	基槽开挖	m <sup>3</sup>	98.80	
3.1.2	三七灰土垫层	m <sup>3</sup>	18.20	
3.1.3	模板	m <sup>2</sup>	200.20	
3.1.4	C20 混凝土	m <sup>3</sup>	80.60	
3.1.5	伸缩缝	m <sup>2</sup>	4.96	
3.2	I 型排水渠			
3.2.1	基槽开挖	m <sup>3</sup>	173.60	
3.2.2	三七灰土垫层	m <sup>3</sup>	43.40	
3.2.3	模板	m <sup>2</sup>	372	
3.2.4	C20 混凝土	m <sup>3</sup>	130.20	
3.2.5	伸缩缝	m <sup>2</sup>	8.40	
3.3	II 型排水渠			
3.3.1	基槽开挖	m <sup>3</sup>	474.60	
3.3.2	三七灰土垫层	m <sup>3</sup>	135.60	
3.3.3	模板	m <sup>2</sup>	1017.00	
3.3.4	C20 混凝土	m <sup>3</sup>	339.00	
3.3.5	伸缩缝	m <sup>2</sup>	22.50	
3.4	急流槽			
3.4.1	基槽开挖	m <sup>3</sup>	99.75	
3.4.2	模板	m <sup>2</sup>	285.00	
3.4.3	C20 混凝土	m <sup>3</sup>	65.55	
3.5	消力池			
3.5.1	基槽开挖	m <sup>3</sup>	91.14	
3.5.2	模板	m <sup>2</sup>	124.00	
3.5.3	C20 混凝土	m <sup>3</sup>	46.13	
3.5.4	三七灰土垫层	m <sup>3</sup>	12.15	
4	绿化工程			
4.1	种植侧柏	株	475	
4.2	坡面打孔	个	103621	
4.3	种植紫穗槐	株	103621	

5	树木养护	年	2	
6	工程标识牌	个	1	
二	受损道路修复			
7	道路修复			
7.1	路床压实	m <sup>3</sup>		16294.5
7.2	砂石垫层	m <sup>2</sup>		14981
7.3	水泥路面修复	m <sup>2</sup>		14466.25
7.4	泥结碎石路面修复	m <sup>2</sup>		3708
三	H1 滑坡治理			
8	坡面整理	m <sup>2</sup>	30	
9	被动防护网	m <sup>2</sup>	480	
10	警示牌	个	1	

### 三、矿区土地复垦

#### （一）目标任务

本方案复垦土地面积为 138.66hm<sup>2</sup>，土地复垦率 100%，复垦前后土地利用变化见表 5.3-1。应确保复垦耕地、林草地的面积和质量不降低。复垦前后地类结构变化主要表现在以下几个方面：

①旱地新增面积 17.79hm<sup>2</sup>，主要来自于工业场地中的工业用地、公路用地以及交通服务场站用地地类变更；炸药库采矿用地地类变更；已搬迁宅基地的农村宅基地、城镇道路用地以及农村道路用地地类变更。

②工业用地减少 11.43hm<sup>2</sup>；

③公路用地减少面积 0.87hm<sup>2</sup>；

④采矿用地减少面积 0.24hm<sup>2</sup>；

⑤农村宅基地减少面积 4.62hm<sup>2</sup>；

⑥城镇道路用地减少面积 0.37hm<sup>2</sup>；

⑦农村道路用地减少面积 0.14hm<sup>2</sup>。

受 ZF4110 工作面和 ZF4111 工作面开采塌陷影响的虎神沟一组（塬上），按《两案》部署应完成整村搬迁及土地复垦，目前房屋已拆除，原农村宅基地上仍存留原房屋地基和农村道路，其复垦工作需放在本期完成，复垦方向为旱地，复垦面积 3.21hm<sup>2</sup>；受 ZF4110 工作面和 ZF4111 工作面开采塌陷影响的白厢村一组、二组，按《两案》部署应完成整

村搬迁及土地复垦，目前已整村搬迁至白廂新村，但原农村宅基地房屋、地基尚未拆除，土地复垦工作尚未完成，需放在本期完成，复垦方向为旱地，复垦面积 2.877hm<sup>2</sup>。目前，这两项土地复垦工程设计已完成，本方案仅列入 2026 年工程计划中，不做方案设计。

表 5.3-1 复垦目标任务单位

一级地类		二级地类		复垦前面积 (hm <sup>2</sup> )	复垦后面积 (hm <sup>2</sup> )	经增减面积 (hm <sup>2</sup> )
编码	名称	编码	名称			
01	耕地	0103	旱地	40.37	58.16	17.79
02	园地	0201	果园	8.93	8.93	0
		0203	其他园地	5.33	5.33	0
03	林地	0301	乔木林地	10.27	0	-10.27
		0307	其他林地	20.23	30.50	10.27
04	草地	0401	天然牧草地	10.95	10.95	-10.95
		0403	人工草地	0	21.44	21.44
		0404	其他草地	10.49	10.49	-10.49
05	商服用地	0508	物流仓储用地	0.01	0.01	0
06	工矿用地	0601	工业用地	12.19	0.76	-11.43
		0602	采矿用地	1.78	1.54	-0.24
07	住宅用地	0702	农村宅基地	10.1	5.48	-4.62
08	公共管理与公共服务用地	08H1	机关团体新闻出版用地	0.15	0.15	0
09	特殊用地	09-1	其他特殊用地	0.05	0.05	0
10	交通运输用地	1003	公路用地	4.37	3.50	-0.87
		1004	城镇道路用地	0.43	0.06	-0.37
		1005	交通服务场站用地	0.82	0.7	-0.12
		1006	农村道路	2.04	1.9	-0.14
12	其他土地	1202	设施农用地	0.15	58.16	0
总计				138.66	138.66	138.66

## （二）工程设计及技术措施

沉陷损毁形式区域实施的主要复垦措施地貌重塑、土壤重构、植被重建。本方案根据矿区土地损毁程度预测分析结果，结合煤矿具体情况并借鉴其它矿井开采损毁区土地的复垦情况，对水帘洞煤矿损毁土地提出如下的土地复垦工程设计。

### 1、工业场地和炸药库复垦单元工程设计

矿山开采结束后，本复垦单元复垦工程措施主要为地貌重塑工程和土壤重构工程。

#### (1)地貌重塑工程

## 1)清理工程

矿山开采结束后，工业场地地面将残留地面硬化层和大量建（构）筑物，不具备立地条件。根据适宜性分析的结果，按照一定的标准对其进行清理，复垦为旱地。矿山开采结束后，拆除废弃建筑，挖除建筑物基础，剥离硬化地面。

经调查，工业场地等永久占地的建筑一般为多层混凝土结构建筑，建筑物需拆除的单位面积工程量约为  $0.5\text{m}^3/\text{m}^2$ 。建筑物拆除后，需挖除建筑物基础，剥离硬化地面。建筑物基础一般为毛石条基，埋深小于  $1.5\text{m}$ ，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  $15\text{cm}$ 。建筑物基础和硬化地面结构清理厚度取  $0.3\text{m}$ 。复垦过程中清理的建筑垃圾选择指定的垃圾场进行掩埋。

## 2)平整工程

①场地平整：找平场地，消除地表附加坡度，与周边地块自然衔接。

### ②土地翻耕

在建设用地上建筑物拆除废渣清运以后，需对场地进行土地翻耕，以打破压实土层。

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

翻耕次数宜为一年两次，一般在春、秋两季进行。秋季深耕一次（ $0.5\text{m}$ ），不进行耙地，任其过冬，以便积蓄雨雪；春季播种前浅耕一次（ $0.3\text{m}$ ）。

## (2)土壤重构工程

土壤改良是针对影响土壤生产能力的不良性状和障碍因素，采取相应的物理化学措施，改善土壤性状，提高土壤肥力，增加作物产量的综合措施。土壤改良一般分为以下两个阶段：

a.保土阶段，采取工程或生物措施，使土壤流失量控制在允许流失范围内，开展适宜的基本农田建设，确保耕地基本性能。

b.土壤改良阶段，其目标是增加土壤有机质和植物生长需要的其他养分含量，改善土壤性状，提高土壤肥力。常规改良土壤的措施为施入农家肥和种植豆科绿肥植物。水

帘洞煤矿矿区耕地土壤以黄土为主，有机质和速效磷含量较低，因此要增施有机肥料和磷肥，结合深耕、深锄蓄水保墒。根据对本矿区内农地调查和对当地农民咨询，适宜当地农作物高产的农家肥施入量为 3000kg/hm<sup>2</sup>。

## 2、塌陷区旱地复垦单元工程设计

本复垦单元的复垦工程主要为地貌重塑工程和土壤重构工程。

### (1)地貌重塑工程

#### 1)充填工程

裂缝治理工程可采用人工治理和机械治理两种方式进行。人工治理是指以人工作业为主的简易工程治理技术，土地类型及土壤理化性质基本不变；另一种是机械治理，机械治理一般使用推土机和铲运机械，适于裂缝较大较严重的区域治理。无论采用哪种方式，都必须保证不低于原土地生产力的情况下进行。从项目区塌陷地取土填充，即就地填补裂缝。

从现场调查和地表沉陷预测可知，地表沉陷过程将形成采动过程中的临时性裂缝，一般发生在工作面的正上方；在工作面的开切眼、终采线附近宜形成稳沉后的永久性裂缝。

临时性裂缝随着工作面的推进同时发育，当工作面推过裂缝后，大部分裂缝将逐步闭合，其对矿井安全生产的威胁较大，尤其是当裂缝与采空区贯通时，容易发生漏风、溃水、溃沙等安全事故，为保证安全生产，一般采取随时监测、现场掩埋等措施。

稳沉后的永久性裂缝宽度大、发育深、难以愈合，以人工治理为主。采用人工就近挖取土方直接充填沉陷裂缝，或使用部分挖掘和运输机械。人工治理土方工程量小，土的迁移距离短，土地类型和土壤的理化性态基本不变。

在裂缝区附近上坡方向选定无毒害的黄土土源，这样既可以减缓地势起伏，也不会产生新的滑坡等自然灾害，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。

轻度裂缝区就地平整，对裂缝发生的小范围内土地进行直接人工平地。中度裂缝区充填过程中应该将全部裂缝、裂深分段开挖，表土剥离厚度按照 0.30m 实施。另取上坡方向土源分段进行回填夯实，表土层以下裂缝回填要求夯实到干容重 1.40t/m<sup>3</sup>。重度裂缝区裂缝宽深度较大，但由于复垦区位于在黄土塬地貌区，塌陷过程中黄土削弱了拉张

应力，填充了地裂缝，地面塌陷表现不明显。在充填过程中将全部裂缝、裂深分段开挖，利用裂缝沿线两侧剥离变形后松散土体，不足部分就近取土，采取人工或机械夯实法填充，先用小平车或手推车向裂缝中倾倒，当充填高度距剥离后的地表 1.0m 左右时，每隔 0.3m 左右分层应用木杠或夯石分层捣实，直到与剥离后的地表基本平齐为止。

裂缝填充后要保证原有土地的生产能力，分期分区治理，做到边剥离边充填边回覆，缩短施工工期，填充时间最好选择在无农作物的时间段实施。裂缝填充时要加强临时防护措施，如施工中的临时拦挡等。施工过程中均采用人工剥离与填充为主，剥离裂缝两侧表土和用于充填裂缝土源要根据交通运输条件就近堆放。典型裂缝填充见图 5.3-1。

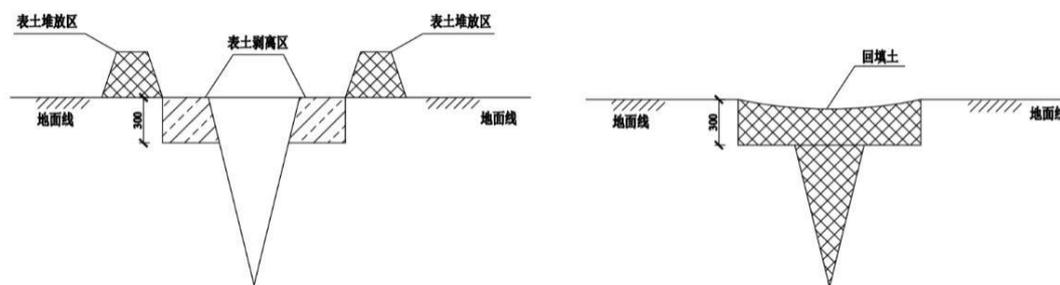


图 5.3-1 典型裂缝充填设计图

根据不同类型强度的裂缝情况，其充填土方的工程量亦不同。依据现场调查及相关资料，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：

$$W = 10\sqrt{a} \quad , \quad m$$

设裂缝间距为  $C$ ，每公顷土地裂缝系数为  $n$ ，则每公顷面积裂缝的长度  $U$  可按下列经验公式计算：

$$U = \frac{10000}{C} n \quad , \quad m$$

根据矿区沉陷预测结果分析，裂缝破坏的程度可分为轻度、中度和重度三个类型，各破坏类型技术参数见表 5.3-2。

表 5.3-2 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 $C(m)$	裂缝系数 ( $n$ )	裂缝深度 $W(m)$	每公顷长度 $U(m)$
轻度	0.15	100	1.5	3.87	150
中度	0.30	50	2.5	5.48	500
重度	0.45	20	3.5	6.71	1750

每公顷裂缝充填方量可按下列经验公式计算：

$$V = \frac{1}{2} a U W, \quad \text{m}^3/\text{hm}^2$$

据此每公顷裂缝充填方量计算结果见表 5.3-3。

表 5.3-3 每公顷裂缝充填方量计算结果

损毁程度	轻度	中度	重度
每公顷裂缝充填方量/m <sup>3</sup>	43.57	410.81	2641.49

## (2)土壤重构工程

### 1)土壤剥覆工程

裂缝充填前应进行表土剥离，剥离表土为旱地、果园的耕作层及林草地的腐殖质层，剥离区域为裂缝及两侧 2.0m 及需要削高填低地段，剥离厚度为 0.3m，就近临时堆放在裂缝沿线两侧或一侧储存并加以养护已保证其肥力，待裂缝填充后，均匀平铺于治理区土地表面。为了防止降水随裂缝下渗，可在裂缝边缘起垄，以阻止水流、保证土壤持水量。

剥覆工程量计算方法：设剥离表土量为  $V_{\text{剥}}$  (m<sup>3</sup>)，每公顷裂缝长度  $U$  (m)，剥覆表土厚度  $h$  (m)，剥覆宽度为  $d$  (m)，则每公顷剥覆土方量：

$$V_{\text{剥}} = U \times h \times d \quad (\text{m}^3)$$

据此每公顷土壤剥覆方量计算结果见表 5.3-4。

表 5.3-4 每公顷土壤剥覆方量计算结果

损毁程度	轻度	中度	重度
每公顷土壤剥覆方量/m <sup>3</sup>	96.75	345.00	1286.25

### 2)土地平整工程

土地平整主要是消除因采煤塌陷形成的地面附加倾斜或凹陷，多以地块为单位，主要针对塌陷区耕地和园地进行，采用削高垫低的方法进行，保证整个田块标高基本一致，以利于耕种和植物的生长。

耕地土地平整工程通常采用“倒行子法”、“抽槽法”和“全铲法”等三种方法，每种方法都有各自的优缺点，根据地块的地形地貌状况等具体情况确定采用上述的何种土地平整方法。

平整工程量计算方法：轻度区、中度区和重度区的附加坡度分别按照 1°、4°和 8°计算，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，则平整土地每公顷土方量：

$$V1=5000 \times \tan\alpha \quad (\text{m}^3/\text{hm}^2)$$

据此每公顷土壤剥覆方量计算结果见表 5.3-5。

表 5.3-5 每公顷土地平整方量计算结果

损毁程度	轻度	中度	重度
平均平整坡度	4	7	11
每公顷土地平整方量/m <sup>3</sup>	349.63	727.44	1025.52

土地翻耕复垦工程设计与工业场地复垦单元工程设计一致。

### 3)土壤培肥工程

复垦工程设计与工业场地复垦单元工程设计一致。

## 3、塌陷区果园复垦单元工程设计

本复垦单元的复垦工程主要为地貌重塑工程、土壤重构工程和植被重建工程。

### (1)地貌重塑工程

主要是进行裂缝充填，复垦工程设计与塌陷区旱地复垦单元工程设计一致。

### (2)土壤重构工程

#### 1)土壤剥覆工程

复垦工程设计与塌陷区旱地复垦单元工程设计一致。

#### 2)平整工程

土地平整复垦工程设计与塌陷区旱地复垦单元工程设计一致。

#### 3)生物化学工程

土地平整复垦工程设计与工业场地复垦单元工程设计一致。

### (3) 植被重建工程

林草恢复工程措施是对受损的园地进行补植或栽植。复垦区果园主要种植苹果。对于受损园地应及时扶正树体，保证正常生长，并补植因地裂隙而造成死亡的果树。

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 0.15m 后灌透水扶正苗木，最后覆土把坑填平保墒并用脚踩实。

整地挖穴一般在雨季末至翌年3月整地效果较好。这段时间内土层较湿润，气温不高，易于整地作业。同时整地后经数月的太阳烤晒，可改良土壤理化性质，树坑大小为

60cm×60cm×60cm，挖坑时将表土与心土分开堆放。挖好后将表土与腐熟的农家肥按 3:1 比例混匀回填 20cm，再在上部填 5-10cm 素表土踩实，坑底中间呈现 5cm 高土丘状。

梨树栽植间距 3.0m，果园补植后密度为 2500 株/hm<sup>2</sup>。具体可由果园承包人进行调整。轻度损毁区按 20%进行补栽，中度损毁区按 40%进行补栽，重度损毁区按 60%进行补栽。

具体技术指标见表 5.3-6。

表 5.3-6 塌陷区园地技术指标表

树种配置	整地方式	苗木规格	栽植规格	密度（株/hm <sup>2</sup> ）		
				轻度	中度	重度
梨树	0.6×0.6×0.6m 穴状整地	带土球一年生	3m×3m	500	1000	1500

#### 4、塌陷区乔木林地复垦单元工程设计

本复垦单元的复垦工程主要为地貌重塑工程、土壤重构工程和植被重建工程。

##### (1)地貌重塑工程

主要是进行裂缝充填，复垦工程设计与塌陷区旱地复垦单元工程设计一致。

##### (2)土壤重构工程

###### 1)土壤剥覆工程

复垦工程设计与塌陷区旱地复垦单元工程设计一致。

###### 2)平整工程

土地平整复垦工程设计与塌陷区旱地复垦单元工程设计一致。

###### 3)生物化学工程

土地平整复垦工程设计与工业场地复垦单元工程设计一致。

##### (3)植被重建工程

植被重建工程措施是对受损的树木及时扶正树体，填补裂缝，保证正常生长，同时根据坡度、土壤质地、土层厚度等，采取适宜的整地措施，选择适宜的品种，适地补植。

在春季、夏季、秋季进行整地，乔木采用穴状整地 60×60cm，灌木采用穴状整地 30×30cm。带土球苗木的栽植方法：栽植时，要提包土球的草绳，将树苗放入坑内摆好位置，再放稳，固定和使它深浅合适之后，剪断草绳或草包，尽量将包装物取出，然后将挖坑时取的表土底土分层回填踏实。踏实坑土时，应尽量踩土球外环，不要擦土球踩

破。栽植后填高约高于原土球 2-3cm，对栽好的较大常绿树和高大乔木，应在树干周围绑、埋三个支柱，以防树木倒伏。

裸根苗的栽植方法：栽植时要扶正苗木入坑，用表土填至坑 1/2 处，将苗木轻轻上提，保持树身垂直，树根舒展，使坑内的土与根系密接，随后再填刨坑时挖出的底土或稍次的土，并应随填土随用脚踏实，但不要踩坏树根。栽植后乔木填高约高于原土痕 10cm，灌木填高约高于原土痕 5cm，然后将回填土壤踏实。栽好后用底土在树坑外围筑成灌水埂，即时浇灌，然后覆土，防止蒸发。将树型及长势较好的一面朝向主要观赏方向；如遇弯曲，应将变曲的一面朝向主风方向。栽植后行列保持整齐。

春季、夏季、秋季人工植苗造林：人工植苗造林，每穴栽植 1 株，苗木直立穴中，分层覆土、踏实，埋土至地径以上 2.00cm，栽后浇水。

本次采用当地优势树草种，乔木植物选择刺槐，灌木植物选择紫穗槐，草本植物选择紫花苜蓿；利用刺槐、紫穗槐营造乔灌混交林带，并在林地内撒播紫花苜蓿，增加植被覆盖度。乔木采用穴状整地的方式栽植，整地规格为 0.6m×0.6m，栽植间距 2.0m，定苗规格为 1250 株/hm<sup>2</sup>；灌木采用穴状整地的方式栽植，整地规格为 0.3m×0.3m，栽植间距 1.0m，定苗规格为 5000 株/hm<sup>2</sup>；草种采用全面整地方式撒播种植，定苗规格为 30kg/hm<sup>2</sup>。

塌陷区补种比例：轻度损毁区按 20%进行补栽，中度损毁区按 40%进行补栽，重度损毁区按 60%进行补栽。

具体技术指标见表 5.3-7。

表 5.3-7 塌陷区林地技术指标表

树种配置	整地方式	苗木规格	栽植规格	密度（株、kg/hm <sup>2</sup> ）		
				轻度	中度	重度
刺槐	带状混交，刺槐每带两行，采用 0.6×0.6×0.6m 穴状整地； 紫穗槐每带四行，采用 0.3×0.3×0.3m 穴状整地；	3 年生实生	2m×2m	250	500	750
紫穗槐		2 年生实生	1m×1m	1000	2000	3000
紫花苜蓿	全面整地	优质	—	6	12	18

## 5、塌陷区草地复垦单元工程设计

本复垦单元的复垦工程主要为地貌重塑工程、土壤重构工程和植被重建工程。

### (1)地貌重塑工程

主要是进行裂缝充填，复垦工程设计与塌陷区旱地复垦单元工程设计一致。

### (2)土壤重构工程

#### 1)土壤剥覆工程

复垦工程设计与塌陷区旱地复垦单元工程设计一致。

#### 2)平整工程

土地平整复垦工程设计与塌陷区旱地复垦单元工程设计一致。

#### 3)生物化学工程

土地平整复垦工程设计与工业场地复垦单元工程设计一致。

### (3)植被重建工程

本矿山塌陷草地面积较大，塌陷破坏草地生态链，使生长量、生物群落、草地景观等发生变化，需要实行林草恢复工程措施。

对补播地段进行松土，清除有毒有害杂草，待雨季补播草籽。本次采用当地优势草种—紫花苜蓿，采用全面整地方式撒播种植，定苗规格为 30kg/hm<sup>2</sup>。补播地段需进行封育管理、禁止放牧，禁牧期间可以刈割利用，刈割最佳期为初花期，留茬高度为 5-7cm。

塌陷区补种比例：轻度损毁区按 20%进行补栽，中度损毁区按 40%进行补栽，重度损毁区按 60%进行补栽。具体技术指标见表 5.3-8。

表 5.3-8 塌陷区草地技术指标表

树种配置	种植方式	整地方式	种子规格	密度 (kg/hm <sup>2</sup> )		
				轻度	中度	重度
紫花苜蓿	撒播	全面整地	优质	6	12	18

## 6、塌陷区采矿用地复垦单元工程设计

复垦区内塌陷采矿用地位于工业场地周围，无任何建筑，现状为旱地或荒地等，结合实际情况建议复垦为旱地。

本复垦单元的复垦工程主要为地貌重塑工程、土壤重构工程和植被重建工程。

复垦工程同塌陷区旱地复垦单元工程设计一致。

## 7、塌陷区已搬迁村庄宅基地复垦单元工程设计

经现状调查发现，水帘洞煤矿矿区中部虎神沟一组（塬上）存在农村宅基地已搬迁，房屋也已拆除，待复垦的情况；白廂新村存在农村宅基地，房屋未拆除、未清理、未复垦等情况，工程设计复垦为旱地。上沟村存在农村宅基地已搬迁，房屋也已拆除，待复

垦的情况。

本复垦单元的复垦工程主要为地貌重塑工程和土壤重构工程。

#### (1)地貌重塑工程

##### 1)拆除工程

村庄宅基地房屋未拆除的部分拆除废弃建筑，挖除建筑物基础，剥离硬化地面。建筑物需拆除的单位面积工程量约为  $0.5\text{m}^3/\text{m}^2$ 。建筑物基础和硬化地面结构清理厚度取  $0.3\text{m}$ 。清理的建筑垃圾选择指定的垃圾场进行掩埋。

村庄宅基地未清理的部分清理废弃建筑，挖除建筑物基础，剥离硬化地面。建筑物基础和硬化地面结构清理厚度取  $0.3\text{m}$ 。清理的建筑垃圾选择指定的垃圾场进行掩埋。

##### 2)充填工程

复垦工程设计与塌陷区旱地复垦单元工程设计一致。

#### (2)土壤重构工程

##### 1)土壤剥覆工程

复垦工程设计与塌陷区旱地复垦单元工程设计一致。

##### 2)平整工程

土地平整复垦工程设计与塌陷区旱地复垦单元工程设计一致。

##### 3)土壤培肥工程

土地平整复垦工程设计与工业场地复垦单元工程设计一致。

### (三) 主要工程量

根据表 3.4-1 和表 3.4-2 已损毁土地拟沉陷损毁土地利用现状类型和面积，确定各复垦单元工程量如表 5.3-9 所示。

表 5.3-9 土地复垦工程工程量表

序号	项目名称	单位	近期工程量	中远期工程量	总计
1	虎神沟一组（塬上）农村宅基地复垦				
1.1	宅基地拆除	$\text{m}^3$	6747		6747
1.2	农村道路拆除	$\text{m}^3$	128		128
1.3	垃圾清运	$\text{m}^3$	6874		6874
1.4	客土购置	$\text{m}^3$	6874		6874

1.5	表土回覆	m <sup>3</sup>	6874		6874
1.6	土地平整	m <sup>2</sup>	32095		32095
1.7	土壤培肥	hm <sup>2</sup>	3.21		3.21
1.8	土壤翻耕	m <sup>2</sup>	32100		32100
2	白廂新村废弃农村宅基地复垦				
2.1	宅基地拆除	m <sup>3</sup>	7600		7600
2.2	农村道路拆除	m <sup>3</sup>	1074		1074
2.3	垃圾清运	m <sup>3</sup>	8674		8674
2.4	客土购置	m <sup>3</sup>	8643		8643
2.5	表土回覆	m <sup>3</sup>	8643		8643
2.6	土地平整	m <sup>2</sup>	.29700		.29700
2.7	土壤培肥	hm <sup>2</sup>	2.97		2.97
2.8	土壤翻耕	m <sup>2</sup>	29700		29700
3	上沟村废弃宅基地复垦				
3.1	宅基地拆除	m <sup>3</sup>	9810		9810
3.2	农村道路拆除	m <sup>3</sup>	2430		2430
3.3	垃圾清运	m <sup>3</sup>	12240		12240
3.4	客土购置	m <sup>3</sup>	12240		12240
3.5	表土回覆	m <sup>3</sup>	12240		12240
3.6	土地平整	m <sup>2</sup>	46100		46100
3.7	土壤培肥	hm <sup>2</sup>	4.61		4.61
3.8	土壤翻耕	m <sup>2</sup>	29700		29700
4	工业广场复垦				
4.1	建构筑物拆除	m <sup>3</sup>		51950	51950
4.2	硬化层拆除	m <sup>3</sup>		31170	31170
4.3	垃圾清运	m <sup>3</sup>		83120	83120

4.4	场地平整	hm <sup>2</sup>		12.70	12.70
4.5	土壤翻耕	hm <sup>2</sup>		12.70	12.70
4.6	土壤培肥	hm <sup>2</sup>		12.70	12.70
5	炸药库复垦				
5.1	建构筑物拆除	m <sup>3</sup>	1050		1050
5.2	硬化层拆除	m <sup>3</sup>	630		630
5.3	垃圾清运	m <sup>3</sup>	1680		1680
5.4	场地平整	hm <sup>2</sup>	0.24		0.24
5.5	土壤翻耕	hm <sup>2</sup>	0.24		0.24
5.6	土壤培肥	hm <sup>2</sup>	0.24		0.24
6	塌陷区旱地复垦				
6.1	表土剥覆	m <sup>3</sup>	14622	2552	17174
6.2	裂缝充填	m <sup>3</sup>	12280	2143	14423
6.3	土壤翻耕	hm <sup>2</sup>	35.59	6.21	41.80
6.4	土壤培肥	hm <sup>2</sup>	35.59	6.21	41.80
7	塌陷区园地复垦				
7.1	表土剥覆	m <sup>3</sup>	4905	1103	6008
7.2	裂缝充填	m <sup>3</sup>	4120	926	5046
7.3	土壤翻耕	hm <sup>2</sup>	11.94	2.69	14.63
7.4	土壤培肥	hm <sup>2</sup>	11.94	2.69	14.63
7.5	穴状整地 60×60×60	个	11941	2685	14626
7.6	栽植梨树	株	11941	2685	14626
8	塌陷区林地复垦				
8.1	表土剥覆	m <sup>3</sup>	7184	5477	12661
8.2	裂缝充填	m <sup>3</sup>	6033	4599	10632
8.3	栽植刺槐	株	8744	6666	15410

8.4	栽植紫穗槐	株	34975	26662	61637
8.5	撒播紫花苜蓿	hm <sup>2</sup>	17.49	13.33	30.82
8.6	穴状整地 60×60×60	个	8744	6666	15410
8.7	穴状整地 30×30×30	个	34975	26662	61637
9	塌陷区草地复垦				
9.1	表土剥覆	m <sup>3</sup>	4403	4492	8895
9.2	裂缝充填	m <sup>3</sup>	3697	3772	7469
9.3	撒播紫花苜蓿	hm <sup>2</sup>	10.72	10.93	21.65

## 四、含水层损毁修复

### （一）目标任务

根据含水层结构及地下水赋存条件，结合采矿工程特点，在矿区含水层破坏现状分析及预测的基础上，通过相应的含水层保护及修复工程，避免和减缓主要含水层受影响或破坏、地下水水位下降、地表水体流量减少，维持矿区及周围正常的生产、生活供水。

### （二）工程设计与技术措施

本矿山生产建设活动对复垦工程，大力开展植树种草，增加植被密度，涵养水源；同时要在现有含水层保护措施的基础上，施工地下水监测井，设置相关矿井水、地表水的水量监测点，定期进行水量含水层影响较严重，含水层破坏修复一方面要结合矿区不稳定地质体治理及矿区土地统计分析，发现异常及时排查、分析处理。

煤矿生产期间产生的污废水均应实现资源化，不外排，基本做到工业生产不抽采新鲜地下水。应严格落实各项水影响防护及回用措施，加大环保管理力度，确保项目污废水全部回用。

实现排供结合，不但可以使有限的地下水资源充分利用，服务于评估区工农业生产，而且为后期采煤也提供了良好的开采技术条件，减少涌水隐患，提高采煤效率。

根据地面塌陷恢复治理工程安排，大力开展植树种草活动，扩大煤矿内植被覆盖面积，加快地下水位的回升。

目前矿山企业通过含水层和矿井水的水质分析结果，反映地下涌水情况及含水层水量动态变化过程，在后期生产建设过程中，仍需加大含水层观测及保护力度，进行长期

观测。

### （三）主要工程量

含水层保护主要为生产过程中的技术措施，无具体工程量。

## 五、水土环境修复

### （一）目标任务

根据矿区水土环境影响现状分析与预测，采取适当的水土环境影响修复措施，避免和减缓对水土环境的影响，合理利用、排放废弃物，对固体废弃物和污废水进行综合利用，力争达到废弃物零排放，零影响，维护和治理矿区及周围地区生态环境，建设绿色矿区。

### （二）工程设计与技术措施

本矿山生产建设活动对水土环境影响程度较轻。矿井水经过处理后用于井下防尘洒水；生活污水经过处理用于矿区绿化洒水和水保工程用水；矸石则主要回填废弃井巷，多余的运往彬县市电力有限责任公司综合利用；生活垃圾由地方环卫部门统一处置；锅炉灰渣排至专用垃圾场进行处理。水土环境影响修复是在现有水土环境保护措施的基础上，优化污废水及固体废弃物达标处理环节，加强日常管理和巡查，加强污废水处理监管和水质监测，加强固体废弃物处理监管，发现异常及时排查、分析处理。

目前矿井洗煤废水、生活污水经综合利用，不外排；矿井水经处理后大部分用于井下消防、洒水、除尘及地面绿化，少量排入水帘河，污废水排放前均已处理达到排放标准。固体废弃物经综合利用，合理安排。后期矿山生产建设过程中，应继续加强污废水和固体废弃物的综合利用；在矿区植树种草，增加植被覆盖，净化空气，涵养水源，减少水土流失。

### （三）主要工作量

区水土影响程度较轻，因此水土环境影响治理措施以预防和监测为主，无其它工作量。水土质量监测工作量详见下一小节。

## 六、矿山地质环境监测

地质环境监测是准确掌握煤矿地质环境动态变化及防治措施效果的重要手段和基础性工作，对搞好地质环境管理工作具有十分重要的意义。

煤矿生产产生的主要地质环境问题为：地面塌陷及伴生地裂缝等不稳定地质体，含水层、地形地貌景观和水土环境的影响和破坏。因此，矿山地质环境监测包括不稳定地质体、含水层、地形地貌景观、水土环境监测。监测工作由水帘洞煤矿负责并组织实施，为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

水帘洞煤矿的生产将主要引发地面塌陷不稳定地质体，从而对水环境、土地资源和地形地貌景观等产生影响。因而，矿山环境监测包括不稳定地质体监测、水环境、土地资源与地形地貌景观的监测。监测工作由水帘洞煤矿负责并组织实施，并成立专职机构，加强对本方案实施的组织管理和行政管理，矿产资源管理部门负责监督管理。具体监测目的任务如下：

（1）地面塌陷监测目的一方面是要抓住地面塌陷的前兆现象；另一方面是取得这些前兆现象变化过程资料，以便于分析判断其发展趋势，为及时采取应急措施提供依据；

（2）掌握矿山工程建设及运行对矿山及其周边地质环境的影响程度及发展变化，为矿区地质环境恢复治理提供依据，为矿区不稳定地质体防治提供依据；

（3）了解以往矿山地质环境治理工程的有效性和安全性，查漏补缺，及时修正、完善矿山地质环境保护与土地复垦方案；

（4）为政府管理部门检查和监督提供依据；

（5）为竣工验收提供专项报告；

（6）为同类工程提供可比资料。

## （二）监测设计

水帘洞煤矿地质环境监测点布设依据《矿山地质环境监测技术规程》（DZ/T 0289-2015）设计。

### 1、不稳定地质体监测

#### （1）崩塌 B2 监测

##### 1) 监测点设置

崩塌 B2 监测共设置 5 个监测点，对其水平位移和垂直位移进行监测。

##### 2) 监测内容

监测内容为坡体的变形情况，重点变形部位，如裂缝、崩滑面（带）等两侧点与点

之间的相对位移量。崩塌未治理前持续监测，在治理后监测 1 年水文年，根据监测成果决定是否延长监测时间。

### 3) 监测方法

采用人工巡查的方法，按照矿山地质环境人工巡查记录表 5.6-1 内容进行填写，同时采用 RTK 进行数据测量崩塌的位移变化。

### 4) 监测时间和频率

监测时间为 2025 年至治理工程竣工验收后一个水文年，监测频率为每月 1 次。

## (2) 地面塌陷监测

### 1) 监测点设置

针对水帘洞煤矿采空区地面塌陷在近期开采工作面及其影响范围部署北斗位移形变测量系统。根据北斗位移形变测量精度要求，建立两个基准观测点作为矿区地形变化监测的基准点，并与国家级 CORS 基站监测网对接。

表 5.6-1 北斗工作基站序号及位置

工作基站序号	位置
JZ1	上沟村
JZ2	白雁新村

北斗位移形变测量系统总体网络部署方式：监测网沿工作面走向和倾向十字交叉布置，沿工作面走向 120~150m 布置一个地表形变监测点，主要监测地表移动盆地沿工作面走向方向位移的变化过程；沿工作面倾向方向每 250~300m 布置一个监测点，主要监测地表移动盆地沿工作面倾向方向位移的变化过程。

### 2) 监测方法

地表移动变形监测主要以 GNSS 自动化监测配合人工巡查。由矿方确定巡查人员或委托具有相关资质的单位负责定期巡查、记录和总结分析，测量要准确，记录要可靠，整理分析观测数据要客观，并向自然资源主管部门提交相应的观测报告。人工巡查按照矿山地质环境人工巡查记录表表 5.6-1 要求进行。

### 3) 监测时间和频率

自动化监测监测时间为整个方案服务期，人工巡查监测时间为每个开采工作面为开采时至开采完成后 2 年，监测频率为每月 1 次。雨季及发现变形异常时须加密监测。

### （3）彬宝公路监测

#### 1) 监测点设置

根据第三章第二节所述，彬宝公路遭受拟开采的 4201、4202、4205、4207、大巷煤柱西工作面采空塌陷的可能性大，危险性中等，因此，设置 4 个监测点监测公路损毁。

#### 2) 监测方法

道路损毁监测主要以人工巡查为主。由矿方确定巡查人员或委托具有相关资质的单位负责定期巡查、记录和总结分析，测量要准确，记录要可靠，整理分析观测数据要客观，并向自然资源主管部门提交相应的观测报告。人工巡查按照矿山地质环境人工巡查记录表表 5.6-1 要求进行。

#### 3) 监测时间和频率

人工巡查时间为整个方案服务期，巡查频率为每月 1 次。雨季及发现变形异常时须加密监测。

## 2、含水层监测

### （1）监测目的

随时掌握水井水位及水质变化，出现异常情况时，及时调整井下回采方案或其它措施，减缓对含水层的影响。

### （2）监测点设置

含水层监测共设置 2 个监测点。经综合分析矿区内含水层特征，本方案计划在 42 盘区北部大巷保护煤柱范围内设置 1 个监测水井，用以监测侏罗系中统延安组承压水含水层，在 42 盘区南部矿区境界煤柱附近布设 1 个监测水井，用以监测第四系松散潜水含水层。

本次设计监测井为新建监测井，结构参考风井场地地质、水文资料，设计 S1 井深 280m，全孔孔径 370mm，0-5m 下入 219mm 无缝钢管，5-275m 下入 219mm 过滤管，275-280m 下入 219mm 沉淀管；S2 井深 80m，全孔孔径 370mm，0-5m 下入 219mm 无缝钢管，5-75m 下入 219mm 过滤管，75-80m 下入 219mm 沉淀管（图 5.6-1）。无缝钢管、滤水管位置及长度根据主斜井资料设置，实际无缝钢管、滤水管位置根据钻探及物探测井报告确定实际位置，并安装自动水位监测仪。

表 5.6-1 矿山地质环境人工巡查记录表

地形地貌 景观破坏	破坏的地形地貌景观类型			被破坏的面积(m <sup>2</sup> )			破坏程度					修复的难易程度			
	种类	发生时间	发生地点	规模	影响范围 (m <sup>2</sup> )	体积(m <sup>3</sup> )	死亡人数 (人)	受伤人数 (人)	破坏房屋 (间)	毁坏土地 (m <sup>2</sup> )	直接经济 损失(万元)	发生原因	防治情况	治理面积 (m <sup>2</sup> )	
采矿引起的 崩塌、 滑坡等情 况															
采矿引起 的地面塌 陷情况	发生时间	发生地点	规模	塌陷坑(个)	影响范围 (m <sup>2</sup> )	最大长度 (m)	最大深度 (m)	死亡人 数(人)	受伤人 数(人)	破坏房 屋(间)	毁坏土地 (m <sup>2</sup> )	直接经济 损失(万元)	发生原因	防治情况	治理面积 (m <sup>2</sup> )
采矿引起 的地裂缝 情况	发生时间	发生地点	数量 (个)	最大长度 (m)	最大宽度 (m)	最大深度 (m)	走向	死亡人 数(人)	受伤人 数(人)	破坏房 屋(间)	毁坏土地 (m <sup>2</sup> )	直接经济 损失(万 元)	发生原因	防治情况	治理面积 (m <sup>2</sup> )
巡查结果	矿山地质环境问题						处理意见					处理结果			
	签字：			日期：			签字：			日期：		签字：		日期：	

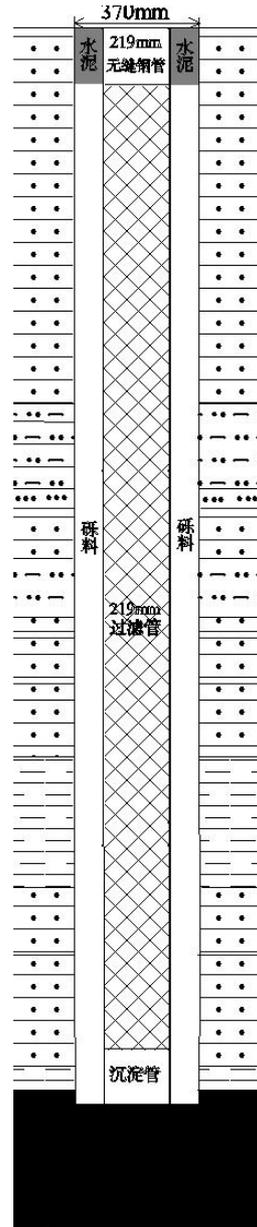


图 5.6-1 监测水文井结构大样图

表 5.6-2 监测井实物工程量

工程测量（点）	2
水文地质钻探（m）	360
水文物探测井	360
φ219 无缝钢管（m）	10
φ219 过滤管（m）	340
φ219 沉淀管（m）	10
洗井	16 台班

抽水试验	16 台班
井口保护、水准点、标志牌建设	2 套
自动水位监测仪	2 套

### （3）监测方法

流量监测选择容积法、堰测法或流速仪法测量。

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。

水质监测采用水样化学分析法，应由矿山企业委托具有资质的单位进行监测。采样送检方法采用《水质样品的保存和管理技术规定》（HJ493-2009），水质分析内容包括简分析+化学需氧量（COD）+重金属（Cu、Pb、Zn、Hg、As、Cd、Cr、Ni）。

### （4）监测时间及频率

监测时间：监测时间为整个方案服务期。

监测频率：水质监测每月 1 次，每次各取 1 组水样进行分析。

## 3、地形地貌景观巡查与监测

### （1）监测点设置

在每个开采工作面上各设置一个地形地貌景观监测点，共计 10 个。

### 2）监测方法和内容

采用无人机航拍高分辨率影像分析和人工巡查相结合的方法，监测矿区地形地貌变化、植被损毁面积、植被恢复面积及盖度等，监测范围包括为拟开采工作面、工业广场、炸药库等地。监测内容应符合《矿山土地复垦与生态修复监测评价技术规范》（GB/T43935-2024）的要求。

### （3）监测时间及频率

监测时间：整个方案服务期，监测频率：无人机航拍为 1 次/年，人工巡查为 2 次/年。

## 4、土壤质量监测

### （1）监测点设置

土壤质量监测点：共设置 3 个监测点，分别位于工业场地、原风井场地和原瓦斯抽

放及发电站，监测生产活动对土壤的影响情况。

(2) 监测方法及内容

土壤环境监测按照《土壤环境质量标准》规定进行，主要监测土壤物理破坏情况以及土壤 pH、镉、汞、砷、铜、铅、铬、锌等。

(3) 监测时间和频率

监测时间为方案服务期，每月 1 次，各取 1 组土样进行分析。

(三) 主要工程量

表 5.6-3 矿山地质环境监测工程量表

地面监测点号	监测点位置	监测区域	监测对象和内容	监测方法	监测频次	近期监测次数	中远期监测次数
D1~D5	黄土崩塌 B2	黄土崩塌 B2	崩塌位移	全站仪、GPS 监测、钢卷尺测量、人工观测	每月巡查 1 次，雨季时每周巡查 1 次	270	0
T1~T29	地面塌陷区	采区地面塌陷、裂缝、植被破坏、输电线路破坏情况	自动监测	全天候	29 套监测设备		
			人工巡查	每月 1 次，雨季时每周 1 次	780	252	
		彬宝公路损毁情况	人工巡查	每月 1 次，雨季时每周 1 次	192	48	
SW1、SW2	大巷煤柱范围内白厢新村移民点南侧	对地下水影响程度、水位、水质、水量变化情况	自动化监测	全天候	2 套监测设备		
			取样检测	每月 1 次	96	120	
地形地貌景观监测 DM1~DM13		地貌景观破坏情况	人工巡查	人工巡查每半年 1 次	44	18	
W1~W3	工业场地	固体废弃物产生量、影响性、处理措施	土壤质量监测、取样检测	每月 1 次	180	180	
	原风井场地						
	原瓦斯抽采及发电站						

## 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。

管护措施是复垦工程的最后程序，本方案确定的管护措施主要为林地和草地管护。

### （一）目标任务

矿区土地复垦监测用来验证、完善沉陷预测与复垦措施，从而保证复垦目标的实现。矿区土地复垦管护目的在于通过合理管护，提高植物成活率，最终实现植物生态系统的多样性与稳定性。吸引周边动物群落的回迁，增加动物群落多样性，达到植物动物群落的动态平衡。

### （二）措施和内容

#### 1、土地复垦监测工程

##### （1）原地貌地表状况监测

##### ① 监测内容

原始地形信息：矿山多年的生产建设对地形地貌影响较严重，为更好地和原始地形地貌进行对比，需在下一步生产建设之前对原始地形进行监测。

土地利用状况：要保留原始的土地利用状况信息，以便对后期的变化进行跟踪对比分析。主要收集区内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/覆盖数据。

土壤信息：土壤类型、土壤的各种理化性质等信息。通过查阅当地土壤志、挖掘土壤剖面 and 土壤分析等获得。

##### ② 监测方法

根据复垦区生产建设特点，采用巡查监测法。

##### ③ 监测人员及频率

配备监测人员 2 名，全分析监测 1 次。

##### ④ 监测期限

在矿山生产运行期、沉稳期、治理和复垦工程实施期均进行监测。

## （2）土地损毁监测

### ① 监测内容

根据矿山生产建设特点，主要对采煤造成的土地塌陷损毁形式、时间、面积、位置及程度等进行监测。

### ② 监测方法及点位布设

监测方法为现场巡查及定点观测记录，结合土地损毁预测结果，在采煤塌陷区设置监测点 42 个。

### ③ 监测人员及频率

配备监测人员 4 名，每月监测 1 次。观测记录要准确可靠，及时整理观测资料，并与监测结果进行对比分析。

### ④ 监测期限

本矿山剩余开采时间为 5 年，开采稳沉时间为 2 年，土地损毁监测年限为 7 年。

## （3）复垦效果监测

复垦效果监测，主要包括土壤质量监测和复垦植被监测。

土壤质量监测：复垦为农、林、牧业用地的土壤质量特性监测内容依据《土地复垦质量控制标准》确定为地形坡度、有效土层厚度、土壤容重、土壤质地、砾石含量、PH 值、有机质、全氮、有效磷、有效钾、土壤盐分含量等。其监测方法以《土地复垦技术标准》（试行）为准，监测频率为每年 1 次。

复垦植被监测：复垦为林地的植被监测内容为植物生长高度、种植密度、成活率、郁闭度、生长量等；复垦为园地的植被监测内容为植物生长高度、种植密度、成活率、生长量等；复垦为草地的植被监测内容为生长高度、种植密度、覆盖率、产草量等。监测方法为样方随机调查法，每年 2 次（春秋各一次）。

此外，土地复垦效果监测还包括监测裂隙充填、土地平整效果以及道路建造质量等。土地复垦效果监测设置专门的监测人员，记录土地复垦各项措施的效果，为实施管护措施、调整复垦措施设计提供依据。

## 2、土地复垦管护工程

### ① 管护对象：复垦区园地、林地、草地。

②管护时间：植被管护期 6 年。

③管护次数：每年 2 次，春、秋各一次。

④管护方法：专人看护，矿方应设置绿化专职管理机构，配备相关管理人员及绿化工人，负责苗木看护、施肥、补植、扶管等日常管理。

⑤管护措施：保墒措施，抗旱、保水措施，必要的定株、修枝、截干、松土、锄草、施肥、病虫鼠害防治等措施。抚育管理在栽植苗木的前两年每年至少实施抚育管理 2 次，并根据当地降水情况、病虫害情况，适当的增加浇水、灌溉和病虫害防治的次数。从第三年开始抚育管理措施次数根据气候情况、植被长势等进行适当调整。第二年对缺苗处或草籽萌发率低处进行补植或补撒，并人工穴内除草（杂草铺放在穴内，以减少蒸发）。新造幼林或幼草要封育，严禁放牧，要除草松土，防止鼠害兔害，并对病虫害及缺肥症状进行观察、记录，一旦发现，立即采取喷农药或施肥等相应措施；每年穴内除草，定时整形修枝。

### （三）主要工程量

#### 1、土地复垦监测工程

根据矿山生产建设特点，依据以上监测措施和内容，复垦区设置原地貌地表状况监测点 7 个，土地损毁及复垦效果监测点 28 个，土壤质量监测点 28 个，具体情况见表 5.7-1，

表 5.7-1 土地复垦监测工程量表

地面监测点号	监测点位置	监测对象和内容	监测方法	监测频次	近期监测次数	中远期监测次数
G1~G20	《上期两案》已复垦区域	土壤复垦效果	定期巡查、GPS 监测	每年 1 次	40	0
G1~G14	《上期两案》已复垦区域	土壤质量情况	取样检测	每年 1 次	40	0
T1~T42	本方案复垦区域	土壤复垦效果	定期巡查、GPS 监测	每年 1 次	49	33
T1~T42	本方案复垦区域	土壤质量情况	取样检测	每年 1 次	49	33

#### 2、土地复垦管护工程

管护措施主要是对林地和草地的管护，复垦区管护面积为 52.47hm<sup>2</sup>。工程量见表 5.7-2。

表 5.7-2 土地复垦管护工程量表

管护对象及面积	管护年限	管护方法	管护次数
林地（30.82hm <sup>2</sup> ）	2年	浇灌、喷药、施肥、平岔	植树后及时灌水 2~3 次，平时一般为一周浇灌一次，成活后视旱情及时浇灌；喷药每月一次。每年冬季应施一次有机肥，每年 5-7 月应追施一次复合肥。
草地（21.65hm <sup>2</sup> ）	2年		出苗后发现缺苗严重时，须采取补种或、补苗；保苗期和干旱、高温季节要注意灌溉；出现明显的缺素症状时，应及时追肥；重视病虫害与杂草控制。

## 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

根据矿山地质环境影响和土地损毁评估，结合矿山地质环境治理分区和土地复垦单元划分，针对工程建设活动引发矿山地质环境问题的特点和造成危害程度，矿山生产进度及土地损毁情况等因素，采取有效的防治措施，把矿山地质环境治理与土地复垦的工程措施与监测措施，永久性治理措施和临时性防护措施有机结合起来，合理确定矿山地质环境治理与土地复垦方案的总体布局，以形成完整的，科学的矿山地质环境保护与土地复垦工作体系。最终达到改善生态环境，实现社会、经济、自然的协调发展。

本矿山剩余生产年限 5 年，煤层开采稳沉时间为 2.0 年，植被管护期 3 年。因此，本矿山地质环境保护与土地复垦服务年限为 10 年。

本矿山地质环境治理与土地复垦应始终贯彻“预防为主、防治结合”的原则，预防保护措施先行，治理工程应按照轻重缓急的原则，对不同类型、不同危害程度采取相应的治理工程，对已有崩塌、滑坡灾害，以监测为主；对地面塌陷灾害，在稳沉期内以监测为主，实施初步治理，待基本稳沉后再进行全面工程治理；对含水层破坏修复以监测工程为主；水土环境修复以监测为主；开采结束并稳沉后，对遗留问题进行全面有效的治理和生态恢复；矿山地质环境监测和土地复垦监测应贯穿整个方案服务年限。

通过措施布局，力求使本方案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。

### 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，矿山地质环境治理与土地复垦分为近期（2025 年~2029 年）、中远期（2030 年~2031 年）、后期（2031 年~2033 年）3 个阶段，采取近细远粗的原则部署治理及复垦措施并提出了实施计划，内容如下：

#### （一）近期工作安排（2025—2029 年）

##### 1、近期矿山地质环境治理安排

(1)H1 崩塌（下沟村 2 组滑坡）进行治理，已完成；

(2)对黄土崩塌 B2 进行治理，其余不稳定地质体设置警示标志进行移动变形监测；

(3)塌陷区已损毁道路进行修复；

(4)原隐患点 BX051 地面塌陷和 BX196 滑坡点纳入核销点，按照相关文件要求予以核销。

## 2、近期土地复垦安排

(1)对现状塌陷裂缝进行裂缝充填，长度 680.5m；

(2)白厢移民新村、虎神沟一组（塬上）原废弃宅基地复垦；

(2)对 2025-2028 年开采形成塌陷区进行复垦。

## 3、近期监测工程安排

(1)对地面塌陷区设置监测点对地表变形、地形地貌景观进行巡查并监测；

(2)进行含水层水位、水质监测，监测矿井涌水量变化情况；

(3)对于出现安全隐患区域及时设立防护围栏和警示标志，发现地质环境问题及时处理。

(4)对地形地貌景观进行逐年监测；

(5)对拟损毁区土地进行土地损毁监测，对已复垦后的土地进行复垦效果监测，并进行管护；

(6)对矿区的生态系统进行监测与调查。

## （二）中期工作安排（2030—2031 年）

### 1、中期矿山地质环境治理安排

对地面塌陷区损毁道路进行修复；

### 2、中期土地复垦安排

对 2030 年及中期开采区进行复垦；

### 3、中期监测工程安排

(1)对地面塌陷区设置监测点对地表变形、地形地貌景观进行巡查并监测；

(2)进行含水层水位、水质监测，监测矿井涌水量变化情况；

(3)对于出现安全隐患区域及时设立防护围栏和警示标志，发现地质环境问题及时处理。

(4)对地形地貌景观进行逐年监测；

(5)对拟损毁区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；

(6)对矿区的生态系统进行监测与调查。

### **（三）后期（沉稳管护期）工作安排（2032—2034年）**

#### **1、后期矿山地质环境治理安排**

对地面塌陷区损毁道路进行修复；

#### **2、后期土地复垦安排**

对工业广场和炸药库场地进行复垦；

#### **3、后期监测工程安排**

(1)对矿区地形地貌景观进行巡查并监测；

(2)进行含水层水位、水质监测，监测矿井涌水量变化情况；

(3)对地形地貌景观进行逐年监测；

(4)对复垦后的土地进行复垦效果监测，并进行管护；

(5)对矿区生态系统进行监测与调查。

### **三、近期年度工作安排**

依据矿山地质环境治理与土地复垦工程，结合近期开采计划，近期年度工作安排见表 6.3-1。

表 6.3-1 近期年度工作安排表

实施年度	矿山地质环境治理	土地复垦	监测与管护
2025 年	<p>1、H1 滑坡（下沟村 2 组滑坡）进行治理，坡面整理 30m<sup>2</sup>，被动防护网 480m<sup>2</sup>，警示牌 1 个。</p> <p>2、其他不稳定地质体采空塌陷以塌陷裂缝为主，以监测工程为主。</p>	<p>1、大巷煤柱西工作面东南侧采空塌陷复垦，复垦面积 2.73hm<sup>2</sup>，表土剥覆 1048m<sup>3</sup>，裂缝填充 880m<sup>3</sup>。栽植刺槐 153 株，梨树 526 株，紫穗槐 610 株，紫花苜蓿 0.52m<sup>2</sup>。</p> <p>2、虎神沟一组（塬上）废弃宅基地土地复垦，复垦面积 3.21hm<sup>2</sup>（已完成）；宅基地拆除 6747m<sup>3</sup>，农村道路拆除 128m<sup>3</sup>，垃圾清运 6874m<sup>3</sup>，客土购置 6874m<sup>3</sup>，表土回覆 6874m<sup>3</sup>，土地培肥 3.21hm<sup>2</sup>，土壤翻耕 3.21hm<sup>2</sup>。</p> <p>3、白厢新村废弃宅基地土地复垦，复垦面积 2.97hm<sup>2</sup>（已完成）。宅基地拆除 7600m<sup>3</sup>，农村道路拆除 1074m<sup>3</sup>，垃圾清运 8674m<sup>3</sup>，客土购置 8674m<sup>3</sup>，表土回覆 8674m<sup>3</sup>，土地培肥 2.97hm<sup>2</sup>，土壤翻耕 2.97hm<sup>2</sup>。</p>	<p>1、黄土崩塌监测点 5 个，监测 90 次；</p> <p>2、GNSS 监测点 9 个，GNSS 基准点 2 个；</p> <p>3、地面塌陷和彬宝公路人工巡查 84 次；</p> <p>4、土质分析 36 件；地形地貌巡查 2 次，航拍 1 次；</p> <p>5、已复垦区域复垦效果及土壤监测 23 个点，监测 23 次。</p>
2026 年	<p>1、黄土崩塌 B2 治理；</p> <p>2、其他不稳定地质体采空塌陷以塌陷裂缝为主，以监测工程为主。</p>	<p>大巷煤柱西综放工作面土地复垦，复垦面积 10.93hm<sup>2</sup>。</p> <p>表土剥覆 4109m<sup>3</sup>，裂缝填充 3451m<sup>3</sup>。栽植刺槐 214 株，梨树 1381 株，紫穗槐 855 株，紫花苜蓿 0.54m<sup>2</sup>。</p>	<p>1、黄土崩塌 B2 监测监测 90 次；</p> <p>2、地面塌陷和彬宝公路人工巡查 156 次；</p> <p>3、GNSS 监测点 6 个；</p> <p>4、监测水井 2 口，自动水量水位计 2 套，水质分析 24 件，土质分析 36 件；地形地貌巡查 6 次，航拍 1 次；</p> <p>5、已复垦区域复垦效果及土壤监测 26 个点，监测 26 次。</p>

实施年度	矿山地质环境治理	土地复垦	监测与管护
2027年	不稳定地质体采空塌陷以塌陷裂缝为主，以监测工程为主。	1、大巷煤柱东工作面、4201工作面采空塌陷损毁的土地复垦，复垦面积 15.37hm <sup>2</sup> ；表土剥覆 5656m <sup>3</sup> ，裂缝填充 4750m <sup>3</sup> 。栽植刺槐 1538 株，梨树 5452 株，紫穗槐 6150 株，紫花苜蓿 3.12m <sup>2</sup> ； 2、炸药库压占损毁土地复垦，复垦面积 0.24hm <sup>2</sup> 。	1、黄土崩塌 B2 监测监测 90 次； 2、地面塌陷和彬宝公路人工巡查 264 次； 3、GNSS 监测点 7 个； 4、水质分析 24 件，土质分析 36 件；地形地貌巡查 10 次，航拍 1 次； 5、已复垦区域复垦效果及土壤监测 10 个点，监测 10 次。
2028年	不稳定地质体采空塌陷以塌陷裂缝为主，以监测工程为主。	1、4202、4203 工作面采空塌陷损毁的土地复垦，复垦面积 26.37hm <sup>2</sup> 。表土剥覆 8429m <sup>3</sup> ，裂缝填充 7079m <sup>3</sup> 。栽植刺槐 2415 株，梨树 3941 株，紫穗槐 9658 株，紫花苜蓿 9.79m <sup>2</sup> ； 2、上沟村废弃宅基地复垦，复垦面积 4.61hm <sup>2</sup> 。宅基地拆除 9810m <sup>3</sup> ，农村道路拆除 2430m <sup>3</sup> ，垃圾清运 12240m <sup>3</sup> ，客土购置 12240m <sup>3</sup> ，表土回覆 12240m <sup>3</sup> ，土地培肥 4.61hm <sup>2</sup> ，土壤翻耕 4.61hm <sup>2</sup> 。	1、地面塌陷和彬宝公路人工巡查 276 次； 2、GNSS 监测点 4 个； 3、水质分析 24 件，土质分析 36 件；地形地貌巡查 12 次，航拍 1 次； 4、已复垦区域复垦效果及土壤监测 14 个点，监测 14 次。
2029年	不稳定地质体采空塌陷以塌陷裂缝为主，以监测工程为主。	4204、4205 工作面采空塌陷损毁的土地复垦，复垦面积 36.61hm <sup>2</sup> 。表土剥覆 8429m <sup>3</sup> ，裂缝填充 7079m <sup>3</sup> 。栽植刺槐 2415 株，梨树 3941 株，紫穗槐 9658 株，紫花苜蓿 9.79m <sup>2</sup> ；	1、地面塌陷和彬宝公路人工巡查 288 次； 2、GNSS 监测点 3 个； 3、水质分析 24 件，土质分析 36 件；地形地貌巡查 14 次，航拍 1 次； 4、已复垦区域复垦效果及土壤监测 16 个点，监测 16 次。

## 第七章 经费估算与进度安排

### 一、经费估算依据

#### 1、经费编制指导性文件

(1) 《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制有关工作的通知》及矿山地质环境保护与土地复垦方案编制指南（国土资源部，国土资规[2016]21号）；

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

#### 2、矿山地质环境质量工程经费估算依据

(1) 关于《陕西省水利工程设计概（估）算编制规定》《陕西省水利建筑工程概算定额》等计价依据的批复（陕水规计发[2024]107号）；

(2) 《陕西省水利工程设计概（估）算编制规定》（2024年修正）；

(3) 《陕西省水利建筑工程概算定额》（2024年修正）；

(4) 《陕西省水利工程施工机械台班定额》（2024年修正）；

(5) 《国家发改委建设部关于印发《建设工程监理与相关服务收费管理规定》的通知》（发改价格[2007]670号）；

(6) 《招标代理服务收费管理暂行办法》（计价格[2002]1980号文件）；

(7) 《关于深化增值税改革有关政策的公告》财政部、税务总局、海关总署公告（2019年39号文）；

(8) 《工程勘察设计收费管理规定》（计价格[2002]10号）；

(9) 《测绘生产成本费用定额》（财建[2009]17号）；

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

(11) 《地质灾害普适型仪器监测预警点建设与运维预算标准(试行)》（自然资源部中国地质调查局，2022年11月）；

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

(13) 《咸阳市工程造价信息》（2025 年第 8 期）。

### 3、土地复垦工程经费估算依据

(1) 《土地开发整理项目预算编制规定》《土地开发整理项目预算定额》《土地开发整理项目施工机械台班费定额》（财综[2011]128 号）；

(2) 《土地复垦方案编制规程—通则》（TD/T1031.1-2011）；

(3) 《土地复垦方案编制规程-井工煤矿》（TD/T1031.3-2011）；

(4) 《土地复垦方案编制规程-建设项目》（TD/T1031.6-2011）；

(5) 《陕西省土地开发整理项目预算编制办法及费用标准(试行)》（陕国土资资发[2004]22 号）；

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

(7) 《关于深化增值税改革有关政策的公告》财政部、税务总局、海关总署公告（2019 年 39 号文）；

(8) 《测绘生产成本费用定额》（财建[2009]17 号）；

(9) 《水土保持工程概算定额》（水利部水总[2003]67 号文）；

(10) 《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）；

(11) 《工程勘察设计收费标准》（计价格[2002]10 号）；

(12) 《咸阳市工程造价信息》（2025 年第 8 期）；

(13) 《人力资源社会保障部财政部关于调整艰苦边远地区津贴标准的通知》(人社部规[2018]1 号)。

## 二、矿山地质环境治理工程经费估算

### （一）估算方法

#### 1、基础价格

##### （1）人工预算单价

人工预算单价根据其费用构成，陕西省劳动力市场价格水平、陕西省人力资源和社会保障部门发布的有关工资标准，结合水利建设实际综合分析确定。

根据《陕西省水利工程设计概（估）算编制规定》，陕西省水利工程人工预算单价执行技工 75 元/工日，普工 50 元/工日。

## （2）材料预算价格

主要材料估算价格：主要材料指在水利工程建设中使用量较多、对工程造价影响较大的材料，如水泥、砂石料、钢材、木材、参合料、油料、火工产品、电线、电缆及母线等。应计算其估算价格。

## （3）施工用风、水、电预算价格

施工用电价为 0.97 元/kw·h，施工用风价为 0.12 元/m<sup>3</sup>，施工用水价取费为 5.50 元/m<sup>3</sup>。

## 2、工程单价构成及取费标准

工程单价（建筑工程单价）是指以价格形式表示的完成单位工程量（如 1m<sup>3</sup>、1 套）所耗用的全部费用，估算单价采用概算定额计算时扩大 10%，由直接费、间接费、利润和税金四部分组成，取费标准如下：

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

①直接费包括：人工费、材料费及施工机械使用费。材料费及施工机械使用费均按不含增值税进项税额的基础单价计算。

②其它直接费：以基本直接费为基数，其他直接费=基本直接费×其他直接费率（%）。

其他直接费率=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计算见表 7.2-1，工程类别为其他工程，调整系数取 0.5。

表 7.2-1 其他直接费基准费率一览表

序号	费率名称	陕南		关中		陕北	
		建筑工程	安装工程	建筑工程	安装工程	建筑工程	安装工程
1	冬季施工增加费费率	2%	2%	2.5%	2.5%	3%	3%
2	夜间施工增加费费率	0.5%	0.7%	0.5%	0.7%	0.5%	0.7%
3	文明施工措施费费率	0.5%	0.5%	0.5%	0.5%	2%	2%
4	小型临时设施摊销费费率	3%	3%	3%	3%	3%	3%
5	其他费率	1%	1.5%	1%	1.5%	1%	1.5%
	合计	7%	7.7%	7.5%	8.2%	8%	8.7%

（2）间接费：间接费=人工费×间接费率（%），间接费率计算见表 7.2-2。

表 7.2-2 间接费率一览表

序号	工程类别	取费基础	其他工程间接费率（%）
1	土方工程	直接费	4
2	石方工程	直接费	6
3	砂石备料工程	直接费	--
4	模板工程	直接费	5
5	混凝土工程	直接费	6
6	钢筋制作安装工程	直接费	5
9	其他	直接费	6

(3) 企业利润：利润=（直接费+间接费）×利润率（%）。企业利润按照其他工程计取，按 5%计算。

(4) 价差：本次估算仅有材料价差。材料价差=∑（定额各类主要材料消耗量×（各类主要材料预算价格一本规定各类主要材料价格））。

(5) 税金：税金=（直接费+间接费+利润+价差）×建筑业增值税销项税率（9%）计算。

(6) 扩大系数：单价扩大系数为 10%。

### 3、施工临时工程费

施工临时工程投资=施工导流工程投资+施工交通工程投资+施工专项工程投资+施工供电工程投资+施工房屋建筑工程投资+其他施工临时工程投资。

本工程的施工临时工程投资：包括施工专项工程投资和其他施工临时工程投资两项。

1) 施工专项工程投资主要为施工安全生产专项：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%；

2) 其他施工临时工程投资=(建筑工程投资+机电设备及安装工程投资+金属结构设备及安装工程投资-设备费+施工导流工程投资+施工交通工程投资+施工专项工程投资+施工供电工程投资+施工房屋建筑工程投资)×其他施工临时工程费率，其他施工临时工程费率按照《陕西省水利工程设计概（估）算编制规定》（2024 年修正）中的新建其他工程执行，取 2%。

### 4、独立费用

#### 1)建设管理费

建设管理费包括建设单位开办费、建设单位人员费、建设管理经常费、招标业务费、

建设监理费、第三方工程质量检测费、咨询评审服务费、工程验收费、工程保险费。

①建设单位开办费：不计列；

②建设单位人员费：按陕水规计发[2024]107号计取；

③建设管理经常费：按陕水规计发[2024]107号计取；

④招标业务费：按计价格[2002]1980号、发改价格[2011]534号、发改价格[2015]299号计取；

⑤建设监理费：按发改价格[2007]670号、发改价格[2015]299号计取；

⑥第三方质量检测费：不计列；

⑦工程验收费：按陕水规计发[2024]107号规定的费率，（工程部分一至四部分投资之和）×工程验收费率累进加价计取；

⑧工程保险费：不计列；

⑨咨询评审服务费：按陕水规计发[2024]107号规定的费率，（工程部分一至四部分投资之和）×咨询评审服务费费率（0.6%）；

2)生产准备费：不计列。

3)科研勘察设计费

①工程科学研究试验费：不计列。

②勘察费：勘察费=(工程部分一至四部分投资之和-设备费)×(勘察费率(5%))×前期工作开始阶段系数。

勘察费率取2%，设计费率取3%，勘察费率前期工作开始阶段系数取0.9。

4)地质环境监测费

按《地质调查项目预算标准（2010年试用）》计取。

5)变形监测费

依据《测绘生产成本费用定额》（财建〔2009〕17号）计取。

## 5、预备费

①基本预备费：按陕水规计发[2024]107号规定的费率，（工程部分投资+工程部分独立费用）×基本预备费率(4%)计取。

②价差预备费：不计列。

### (7) 预算表的编制办法

工程静态总投资预算表由建筑工程施工费、施工临时工程费、独立费用及预备费四部分组成。各部分费用预算的计算公式如下：

建筑工程施工费=预算工程量×工程单价；

施工临时工程费=其他临时工程费+施工安全生产专项费；

独立费用=建设管理费+科研勘测设计费；

预备费=基本预备费=（工程部分投资+工程部分独立费用）×4%；

工程总投资=建筑工程施工费+施工临时工程费+独立费用+预备费。

## (二) 工程量与投资估算

本项目矿山地质环境治理工程估算总费用为 1482.83 万元，其中工程部分投资 1138.51 万元，各项费用见表 7.2-3。各单项投资估算见表 7.2-4。

表 7.2-3 矿山地质环境治理工程投资估算总表

单位：万元

序号	投资或费用项目名称	建筑和安装工程投资	设备费	费用	合计	占工程部分总投资(%)
I	工程部分投资	1138.51			1138.51	76.78
一	建筑工程投资	1088.04			1088.04	73.38
	黄土崩塌 B2 治理工程	569.4			569.4	38.4
	道路修复	280.42			280.42	18.91
	变形监测	108.05			108.05	7.29
	含水层水位、水量监测	69.4			69.4	4.68
	地形地貌景观监测	2.56			2.56	0.17
	水土质量监测	44.28			44.28	2.99
	H1 崩塌（下沟村 2 组滑坡）治理工	13.93			13.93	0.94
二	机电设备及安装工程投资					
三	金属结构设备及安装工程投资					
四	施工临时工程投资	50.47			50.47	3.4
	施工临时工程费	50.47			50.47	3.4
II	独立费用			287.29	287.29	19.37
1	建设管理费			106.75	106.75	7.2
2	生产准备费					
3	科研勘察设计费			45.54	45.54	3.07
4	其他专线报告编制			135	135	9.1
	基本费用(I+II)			1425.8	1425.8	96.15

III	预备费			57.03	57.03	3.85
一	基本预备费			57.03	57.03	3.85
二	价差预备费					
IV	建设期融资利息					
	工程部分总投资				1482.83	100

表 7.2-4 矿山地质环境治理工程建筑工程估算表

序号	项目名称	计量单位	工程量或设计参数	工程单价或单位投资扩大指标（金额元）	合计/万元
1	黄土崩塌 B2 治理工程				569.4
1.1	削坡工程	m <sup>3</sup>	117678.37	29.01	341.38
1.2	挡土墙工程				84.59
1.2.1	基槽土方开挖	m <sup>3</sup>	518.65	22.53	1.17
1.2.2	基础回填	m <sup>3</sup>	82.8	19.3	0.16
1.2.3	C20 混凝土	m <sup>3</sup>	895.87	781.15	69.98
1.2.4	三七灰土垫层	m <sup>3</sup>	101.2	200.14	2.03
1.2.5	PVC 管	m	174	28.95	0.5
1.2.6	砂石反滤包	m <sup>3</sup>	12.53	146.38	0.18
1.2.7	模板制安	m <sup>2</sup>	675.68	137.15	9.27
1.2.8	伸缩缝	m <sup>2</sup>	85.69	151.7	1.3
1.3	截水渠				10.86
1.3.1	基槽土方开挖	m <sup>3</sup>	98.8	22.53	0.22
1.3.2	三七灰土垫层	m <sup>3</sup>	18.2	200.14	0.36
1.3.3	模板制安	m <sup>2</sup>	200.2	137.15	2.75
1.3.4	混凝土排水渠		80.6	924.42	7.45
1.3.5	伸缩缝	m <sup>2</sup>	4.96	151.7	0.08
1.4	I 型排水渠				18.53
1.4.1	基槽土方开挖	m <sup>3</sup>	173.6	22.53	0.39
1.4.2	三七灰土垫层	m <sup>3</sup>	43.4	200.14	0.87
1.4.3	模板制安	m <sup>2</sup>	372	137.15	5.1
1.4.4	混凝土排水渠		130.2	924.42	12.04
1.4.5	伸缩缝	m <sup>2</sup>	8.4	151.7	0.13
1.5	II 型排水渠				49.41
1.5.1	基槽土方开挖	m <sup>3</sup>	474.6	22.53	1.07
1.5.2	三七灰土垫层	m <sup>3</sup>	135.6	200.14	2.71
1.5.3	模板制安	m <sup>2</sup>	1017	137.15	13.95

1.5.4	混凝土排水渠		339	924.42	31.34
1.5.5	伸缩缝	m <sup>2</sup>	22.5	151.7	0.34
1.6	急流槽				10.19
1.6.4	基槽土方开挖	m <sup>3</sup>	99.75	22.53	0.22
1.6.2	模板制安	m <sup>2</sup>	285	137.15	3.91
1.6.3	混凝土排水渠	m <sup>3</sup>	65.55	924.42	6.06
1.7	消力池				5.64
1.7.1	基槽开挖	m <sup>3</sup>	91.14	21.48	0.2
1.7.2	模板制安	m <sup>2</sup>	124	137.15	1.7
1.7.3	C20 混凝土	m <sup>3</sup>	46.13	758.08	3.5
1.7.4	三七灰土垫层	m <sup>3</sup>	12.15	200.14	0.24
1.8	绿化			105829.75	48.8
1.8.1	坡面打孔	个	103621	1	10.36
1.8.2	种植侧柏	株	475	167.88	7.97
1.8.3	种植紫穗槐	株	103621	2.94	30.46
2	道路修复				280.42
2.1	路床压实	m <sup>3</sup>	16294.5	7.27	11.85
2.2	砂石垫层	m <sup>2</sup>	14981	56.33	84.39
2.3	水泥路面	m <sup>2</sup>	14466.25	119.19	172.42
2.4	泥结碎石路面	m <sup>2</sup>	3708	31.72	11.76
3	变形监测				108.05
3.1	地面塌陷及彬宝公路人工巡查	点·次	1320	50	6.6
3.2	黄土崩塌 B2 变形监测	点·次	90	50	0.45
3.3	GNSS 基准点	个	2	60000	12
3.4	GNSS 监测点	个	29	30000	87
3.5	监测系统	套	1	20000	2
4	含水层水位、水量监测				69.4
4.1	监测井（80m）	口	1	180000	18
4.2	监测井（280m）	口	1	450000	45
4.2	自动化水位、水量监测计	个	2	32000	6.4
5	地形地貌景观监测				2.56
5.1	无人机航拍	点·次	10	2000	2
5.2	人工巡查	点·次	56	100	0.56
6	水土质量监测				44.28
6.1	水质分析		216	750	16.2
6.3	土质分析		360	780	28.08
7	H1 崩塌（下沟村 2 组滑坡）治理工程				13.93

7.1	坡面整理	m <sup>2</sup>	200	41.5	0.83
7.2	被动防护网	m <sup>2</sup>	480	268.79	12.9
7.3	警示牌	个	1	2000	0.2
	合计				<b>1088.04</b>

### 三、土地复垦工程经费估算

#### （一）估算方法

根据《土地复垦方案编制规程第1部分：通则》和《土地开发整理项目预算定额标准》（2011年），项目预算总投资由工程施工费、其他费用（包括前期工作费、工程监理费、竣工验收费和业主管理费等）、复垦监测与管护费和预备费五个部分组成。在计算中，单位以元或万元计，取小数点后两位，估算单价采用预算定额计算时扩大15.5%。

#### 1、基础价格

##### （1）人工预算单价

依据《土地开发整理项目预算编制规定》等文件确定人工单价的限价，彬州市位于七类工资区，一类艰苦边远地区，甲类工为66.15元，乙类工为53.74元。人工预算限价见表7.2-5。

表 7.2-5 人工预算限价计算表（七类工资区）

序号	项目	工种类别	计算公式	单价 (元/工日)
1	基本工资	甲类工	$540 \times 12 \times 1.0261 \div (250-10)$	27.705
		乙类工	$445 \times 12 \times 1.0261 \div (250-10)$	22.831
2	辅助工资	甲类工	(1) + (2) + (3) + (4)	15.960
		乙类工	(1) + (2) + (3) + (4)	12.641
(1)	地区津贴	甲类工	$185 \times 12 \div (250-10)$	9.250
		乙类工	$185 \times 12 \div (250-10)$	9.250
(2)	施工津贴	甲类工	$3.5 \times 365 \times 0.95 \div (250-10)$	5.057
		乙类工	$2.0 \times 365 \times 0.95 \div (250-10)$	2.890
(3)	夜餐津贴	甲类工	$(3.5+4.5) \div 2 \times 0.20$	0.800
		乙类工	$(3.5+4.5) \div 2 \times 0.05$	0.200
(4)	节日加班津贴	甲类工	$27.705 \times (3-1) \times 11 \div 250 \times 0.35$	0.853
		乙类工	$22.831 \times (3-1) \times 11 \div 250 \times 0.15$	0.301
3	工资附加费	甲类工	(5)+(6)+(7)+(8)+(9)+(10)+(11)	22.487
		乙类工	(5)+(6)+(7)+(8)+(9)+(10)+(11)	18.267

(5)	职工福利基金	甲类工	$(27.705+6.710) \times 14\%$	6.113
		乙类工	$(22.831+3.391) \times 14\%$	4.966
(6)	工会经费	甲类工	$(27.705+6.710) \times 2\%$	0.873
		乙类工	$(22.831+3.391) \times 2\%$	0.709
(7)	养老保险费	甲类工	$(27.705+6.710) \times 20\%$	8.733
		乙类工	$(22.831+3.391) \times 20\%$	7.094
(8)	医疗保险费	甲类工	$(27.705+6.710) \times 4\%$	1.747
		乙类工	$(22.831+3.391) \times 4\%$	1.419
(9)	工伤保险费	甲类工	$(27.705+6.710) \times 1.5\%$	0.655
		乙类工	$(22.831+3.391) \times 1.5\%$	0.532
(10)	职工失业 保险基金	甲类工	$(27.705+6.710) \times 2\%$	0.873
		乙类工	$(22.831+3.391) \times 2\%$	0.709
(11)	住房公积金	甲类工	$(27.705+6.710) \times 8\%$	3.493
		乙类工	$(22.831+3.391) \times 8\%$	2.838
4	合 计	甲类工	<b>27.705+6.710+17.723</b>	<b>66.15</b>
		乙类工	<b>22.831+3.391+13.503</b>	<b>53.74</b>

## (2) 材料单价

### 1) 主要材料预算价格

主要材料预算价格=（材料原价+运杂费）×（1+采购及保管费率）+运输保险费。

本项目的材料主要是指用量多、影响工程投资大的主要材料，主要包括柴油、砂子、石子及水泥。

①材料原价：主要根据咸阳地区材料交易中心的市场成交价。

②运杂费：主要依据《陕西省交通厅关于执行交通部公路工程概算预算定额及编制办法的通知》的有关规定。

③采购及保险费：其费率采用材料到工地仓库价格的 2% 计算。

### 2) 次要材料预算价格

次要材料预算价格主要根据咸阳地区市场咨询价格。

### 3) 电、风、水预算价格

施工用电价格 0.97 元/kw.h；施工用风价格 0.12 元/m<sup>3</sup>；施工用水价格 5.50 元/m<sup>3</sup>。

## (3) 施工机械使用费

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

## 2、工程施工费

工程施工费由直接费、间接费、利润和税金组成。

### （1）直接费

包括直接工程费和措施费。

#### ①直接工程费

直接工程费由人工费、材料费和施工机械使用费组成。

人工费=∑分项工程量×分项工程定额人工费。分项工程定额人工费是人工单价与定额消耗标准的乘积。

材料费=∑分项工程量×分项工程定额材料费。定额材料费是定额中各种材料概算价格与定额消耗量的乘积之和。

施工机械使用费=∑分项工程量×分项工程定额机械费。

#### ②措施费

措施费计算主要依据《土地开发整理项目预算编制规定》，并结合当地的实际情况。措施费=直接工程费×措施费率，主要包括临时设施费、冬雨季施工增加费、夜间施工增加费、施工辅助费、特殊地区施工增加费和安全施工措施费，计算基础为直接工程费，措施费费率建表 7.2-6。

表 7.2-6 措施费费率表

序号	工程类别	临时设施费	冬雨季施工费	夜间施工费	施工辅助费	特殊地区施工费	安全文明施工费	合计
1	土方工程	2	0.7	0	0.7	0	3.4	6.8
2	石方工程	2	0.7	0	0.7	0	3.4	6.8
3	砌体工程	2	0.7	0	0.7	0	3.4	6.8
4	混凝土工程	3	0.7	0	0.7	0	3.4	7.8
5	其他工程	2	0.7	0	0.7	0	3.4	7.6
6	安装工程	3	0.7	0	1.0	0	3.2	7.9

### （2）间接费

间接费由规费、企业管理费组成。依据《土地开发整理项目预算定额标准》（2012），结合本项目复垦工程的特点，间接费可按直接工程费的 5% 计算，间接费率建表 7.2-7。

表 7.2-7 间接费率表

序号	工程类别	计算基础	间接费率%
1	土方工程	直接费	5
2	石方工程	直接费	5
3	砌体工程	直接费	5
4	混凝土工程	直接费	5
5	其他工程	直接费	5

### （3）利润

措施工企业完成所承包工程获得的盈利。按直接费和间接费之和的 3% 计算。

### （4）税金

根据《国土资源部办公厅关于印发土地整治工程营业税改征增值税计价依据调整过渡实施方案的通知》和《财政部、税务总局、海关总署关于深化增值税改革有关政策的公告》，税率费率取 9%，即税金 = （直接费 + 间接费 + 利润 + 材料价差） × 9%。

### （5）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）》（陕国土资发〔2004〕22 号）总则第 6 条规定，按 15.5% 计取。指直接费、间接费、利润和税金之和的 15.5%。

## 3、设备费

按照工程具体情况，本设计方案不包括设备费。

## 4、其他费用

其他费用由前期工作费、工程监理费、竣工验收费和业主管管理费。

### （1）前期工作费

前期工作费指项目在工程施工前所发生的各项支出，包括土地清查费、土地利用与生态现状调查费、土地勘测费、土地复垦方案编制费、阶段性实施方案编制费、科研实验费和工程招标代理费。

结合生产建设项目土地复垦特点。参照《土地开发整理项目预算定额标准》，各项

目费用采用分档定额计费方式或采用差额定率累进法计算。

①土地清查费

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

②项目可行性研究费

以工程施工费和设备费之和作为计费基数，采用分档定额计费方式计算，各区间采用内插法确定。

③土地勘测费

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

④项目设计与预算编制费

以工程施工费和设备费之和作为计费基数，采用分档定额计费方式计算，各区间采用内插法确定。

⑤招标代理费

以工程施工费和设备费之和作为计费基数，采用差额定率累进法计算。

(2) 工程监理费

以工程施工费和设备费之和作为计费基数，采用分档定额计费方式计算，各区间采用内插法确定。

(3) 竣工验收费

竣工收费指土地复垦工程完工后，因项目竣工验收、决算、成果的管理等发生的各项支出，包括工程复核费、工程验收费、项目决算编制与审计费、复垦后土地重估与登记费以及标识设定费等费用。

①工程复核费

以工程施工费和设备费之和作为计费基数，采用差额定率累进法计算。

②工程验收费

以工程施工费和设备费之和作为计费基数，采用差额定率累进法计算。

③项目决算编制与审计

以工程施工费和设备费之和作为计费基数，采用差额定率累进法计算。

#### ④复垦后土地重估与登记费

以工程施工费和设备费之和作为计费基数，采用差额定率累进法计算。

#### ⑤标识设定费

以工程施工费和设备费之和作为计费基数，采用差额定率累进法计算。

### （4）业主管管理费

业主管管理费指项目承担单位为项目的组织、管理所发生的各项管理性支出。按工程施工费、前期工作费、工程监理费、竣工验收费之和作为计费基数，采用差额定率累进法计算。

## 5、不可预见费

取费基数为工程施工费、设备购置费和其他费用三项之和，费率取 3%。

## （二）工程量与投资估算

本项目土地复垦工程估算总费用为 3645.90 万元，其中工程部分投资 3149.61 万元。各项费用见表 7.2-8，各单项投资估算见表 7.2-9。

表 7.2-8 土地复垦类工程投资估算总表

序号	工程或费用名称	预算金额	各项费用占总费用的比例
	(1)	(2)	(3)
1	工程施工费	3149.61	86.39%
1	虎神沟一组（塬上）农村宅基地复	135.19	3.71%
2	白廂新村废弃农村宅基地复垦	159.35	4.37%
3	上沟村废弃农村宅基地复垦	220.31	6.04%
4	工业广场复垦	2164.77	59.38%
5	炸药库复垦	27.01	0.74%
6	塌陷区旱地复垦	82.77	2.27%
7	塌陷区园地复垦	87.41	2.4%
8	塌陷区林地复垦	171.07	4.69%
9	塌陷区草地复垦	11.85	0.32%
10	复垦效果监测	3.08	0.08%
11	土壤质量监测	12.01	0.33%
12	林草地管护	74.79	2.05%
2	设备费		-
3	其他费用	390.09	10.7%

4	不可预见费	106.19	2.91%
	总投资	3645.90	100%

表 7.2-9 土地复垦类工程施工估算表

序号	单项名称	单位	工程量	综合单价(元)	合计(元)
	(1)	(2)	(3)	(4)	(5)
1	虎神沟一组（塬上）农村宅基地复垦				1351863.26
1.1	宅基地拆除	m <sup>3</sup>	6746.14	124.69	841176.20
1.2	农村道路拆除	m <sup>3</sup>	127.45	53.18	6777.79
1.3	垃圾清运	m <sup>3</sup>	6873.58	31.03	213287.19
1.4	客土购置	m <sup>3</sup>	6873.58	19.70	135409.53
1.5	表土回覆	m <sup>3</sup>	6873.58	7.35	50520.81
1.6	土地平整	m <sup>2</sup>	32094.7	1.72	55202.88
1.7	土壤培肥	hm <sup>2</sup>	3.21	13117.47	42107.08
1.8	土壤翻耕	m <sup>2</sup>	32094.7	0.23	7381.78
2	白厢新村废弃农村宅基地复垦				1593470.10
2.1	宅基地拆除	m <sup>3</sup>	7600.39	124.69	947692.63
2.2	农村道路拆除	m <sup>3</sup>	1073.81	53.18	57105.22
2.3	垃圾清运	m <sup>3</sup>	8674.2	31.03	269160.43
2.4	客土购置	m <sup>3</sup>	8643.2	19.70	170271.04
2.5	表土回覆	m <sup>3</sup>	8643.2	7.35	63527.52
2.6	土地平整	m <sup>2</sup>	28250.1	1.72	48590.17
2.7	土壤培肥	hm <sup>2</sup>	2.83	13117.47	37122.44
2.8	土壤翻耕	m <sup>2</sup>	2.83	0.23	0.65
3	上沟村废弃农村宅基地复垦				2203100.10
3.1	宅基地拆除	m <sup>3</sup>	9810	124.69	1223208.90
3.2	农村道路拆除	m <sup>3</sup>	2430	53.18	129227.40
3.3	垃圾清运	m <sup>3</sup>	12240	31.03	379807.20
3.4	客土购置	m <sup>3</sup>	12240	19.70	241128.00
3.5	表土回覆	m <sup>3</sup>	12240	7.35	89964.00
3.6	土地平整	m <sup>2</sup>	46100	1.72	79292.00
3.7	土壤培肥	hm <sup>2</sup>	4.61	13117.47	60471.54
3.8	土壤翻耕	m <sup>2</sup>	4.61	0.23	1.06
4	工业广场复垦				21647739.24
4.1	建构筑物拆除	m <sup>3</sup>	51950	328.62	17071809.00
4.2	农村道路拆除	m <sup>3</sup>	31170	53.18	1657620.60

4.3	垃圾清运	m <sup>3</sup>	83120	31.03	2579213.60
4.4	土地平整	m <sup>2</sup>	103900	1.72	178708.00
4.5	土壤培肥	hm <sup>2</sup>	10.39	13117.47	136290.51
4.6	土壤翻耕	hm <sup>2</sup>	10.39	2319.30	24097.53
5	炸药库复垦				270100.92
5.1	建构筑物拆除	m <sup>3</sup>	1050	145.97	153268.50
5.2	硬化层拆除	m <sup>3</sup>	60	328.62	19717.20
5.3	垃圾清运	m <sup>3</sup>	1680	31.03	52130.40
5.4	土地平整	m <sup>2</sup>	24000	1.72	41280.00
5.5	土壤培肥	hm <sup>2</sup>	0.24	13117.47	3148.19
5.6	土壤翻耕	hm <sup>2</sup>	0.24	2319.30	556.63
6	塌陷区旱地复垦				827727.69
6.1	表土剥离	m <sup>3</sup>	17174	3.53	60624.22
6.2	裂缝充填	m <sup>3</sup>	14423	6.40	92307.20
6.3	表土回覆	m <sup>3</sup>	17174	1.72	29539.28
6.4	土壤翻耕	hm <sup>2</sup>	41.8	2319.30	96946.74
6.5	土壤培肥	hm <sup>2</sup>	41.8	13117.47	548310.25
7	塌陷区园地复垦				874131.31
7.1	表土剥离	m <sup>3</sup>	6008	3.53	21208.24
7.2	裂缝充填	m <sup>3</sup>	5046	6.40	32294.40
7.3	表土回覆	m <sup>3</sup>	6008	1.72	10333.76
7.4	土壤翻耕	hm <sup>2</sup>	14.63	2319.30	33931.36
7.5	土壤培肥	hm <sup>2</sup>	14.63	13117.47	191908.59
7.6	穴状整地	m <sup>3</sup>	14626	9.28	135729.28
7.7	栽植梨树	株	14626	30.68	448725.68
8	塌陷区林地复垦				1710666.02
8.1	表土剥离	m <sup>3</sup>	12661	3.53	44693.33
8.2	裂缝充填	m <sup>3</sup>	10632	6.40	68044.80
8.3	表土回覆	m <sup>3</sup>	12661	1.72	21776.92
8.4	穴状整地	m <sup>3</sup>	77047	9.28	714996.16
8.5	栽植刺槐	株	15410	22.35	344413.50
8.6	栽植紫穗槐	株	61637	7.83	482617.71
8.7	撒播紫花苜蓿	hm <sup>2</sup>	30.82	1107.19	34123.60
9	塌陷区草地复垦				118471.01
9.1	表土剥离	m <sup>3</sup>	8895	3.53	31399.35
9.2	裂缝充填	m <sup>3</sup>	7469	6.40	47801.60
9.3	表土回覆	m <sup>3</sup>	8895	1.72	15299.40

9.4	撒播紫花苜蓿	hm <sup>2</sup>	21.65	1107.19	23970.66
10	复垦效果监测				30800.00
10.1	人工巡查	次	154	200.00	30800.00
11	土壤质量监测				120120.00
11.1	土质分析	次	154	780.00	120120.00
12	林草地管护（2年）				747935.71
12.1	林草地管护（2年）	hm <sup>2</sup>	52.47	14254.54	747935.71
<b>合计</b>					<b>31496125.36</b>

#### 四、工程总投资与年度经费安排

##### （一）工程总投资

本方案工程总投资 5128.73 万元，剩余保有可采资源量约为 895.39 万吨，其中地质环境类治理费用 1482.83 万元，土地复垦费用 3645.90 万元，吨煤投资 5.73 元。

表 7.4-1 总费用汇总表

序号	工程或费用名称	单位	总费用
<b>1</b>	<b>矿山环境治理</b>	<b>万元</b>	<b>1482.83</b>
1.1	建安工程费（含监测费）	万元	1088.04
1.2	临时工程费	万元	50.47
1.3	独立费用	万元	287.29
1.4	预备费	万元	57.03
<b>2</b>	<b>土地复垦</b>	<b>万元</b>	<b>3645.90</b>
2.1	工程施工费（含管护费）	万元	3149.61
2.2	设备费	万元	0.00
2.3	其他费用	万元	390.09
2.4	不可预见费	万元	106.19
<b>5</b>	<b>总投资</b>	<b>万元</b>	
<b>6</b>	<b>吨煤投资</b>	<b>元</b>	<b>5.73</b>

##### （二）近期年度经费安排

根据年度实施计划，方案适用年限（2025 年～2029 年）矿山地质环境治理与土地复垦工程总费用为 2099.81 万元。其中，矿山地质环境治理工程费用为 1110.59 万元，土地复垦工程费用为 989.22 万元（见表 7.4-2）。

表 7.4-2 各年度静态投资总费用一览表

年度	各年度静态投资（万元）		小计（万元）
	矿山地质环境治理	土地复垦	
2025 年	101.20	363.35	464.55
2026 年	848.56	35.76	884.32
2027 年	62.62	110.15	172.77
2028 年	50.93	360.11	411.04
2029 年	47.28	119.85	167.13
合计	1110.59	989.22	2099.81

## 第八章 保障措施与效益分析

为保证水帘洞煤矿矿山地质环境治理工程和土地复垦项目的顺利实施，全面落实各项地质环境治理与土地复垦项目进度安排，提高工程建设质量并使生态修复项目设施及早发挥作用，水帘洞煤矿各级领导必须加强管理，在组织、领导、技术力量及资金来源等方面予以保证。

### 一、保障措施

#### （一）组织保障

1、水帘洞煤矿将矿山地质环境保护和土地复垦工作列为矿山管理工作的重点。实行矿长负责制，矿山矿长是矿山地质环境保护与土地复垦的第一责任人。

2、根据“谁开发、谁保护；谁破坏，谁恢复”，“谁损毁，谁复垦”的原则，水帘洞煤矿已成立矿山地质环境治理领导小组。领导小组组成机构及组成成员见图 9.1、表 9-1。

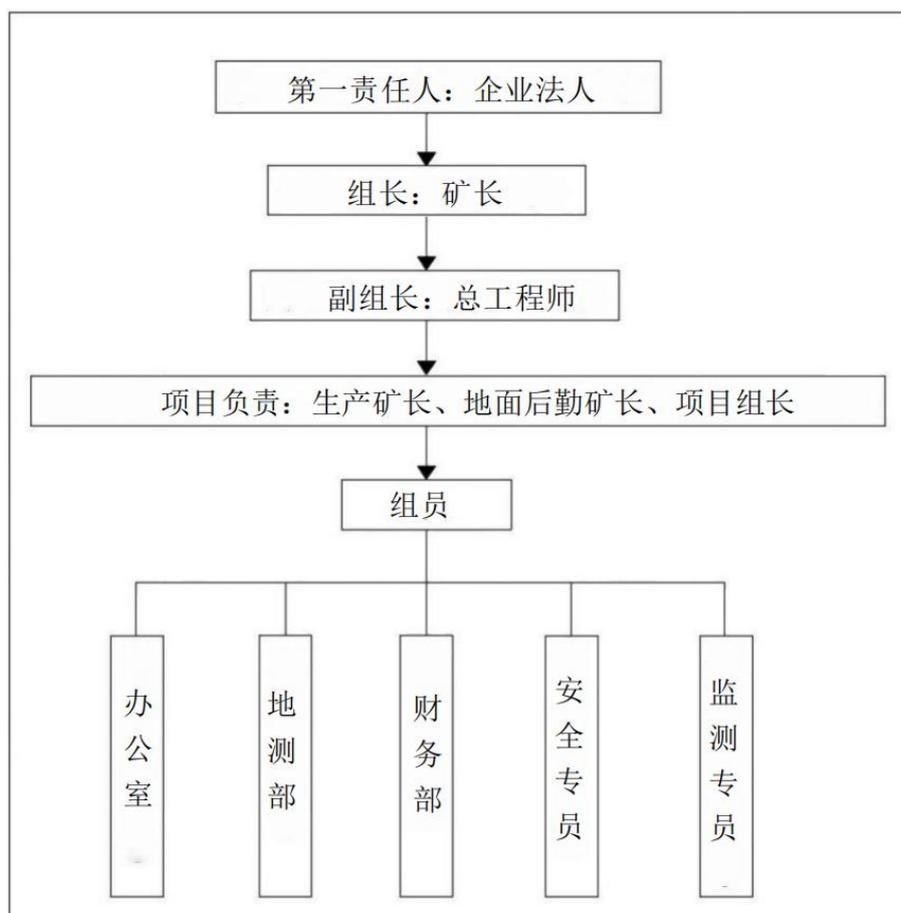


图 8.1-1 水帘洞煤矿矿山地质环境保护与土地复垦项目工作小组组织机构

表 8.1-1 水帘洞煤矿矿山地质环境保护与土地复垦项目工作小组成员表

职务		职责
第一责任人（法人）		项目管理活动的决策人
组长（矿长）		组织、管理、领导本项目的具体执行
副组长（总工）		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（生产矿长、地面后勤矿长、项目组长）		统筹项目执行中的具体事宜，安排项目具体工作
组员	行政办公室	负责项目招标管理
	地测部	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
	监测专员	负责矿山地质环境的监测、巡查工作

3、水帘洞煤矿应积极加强同省、市、县、镇自然资源部门的沟通、联系，按计划实施矿山企业地质环境保护与土地复垦工作，同时接受各级自然资源行政管理部门的管理、监督、技术指导 and 审核、验收等工作。

## （二）技术保障

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

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

3、加强施工过程监理，关键工序聘请专家指导。

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

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

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

7、随时接受主管单位和其他有关部门的监督、检查和指导。

### （三）资金保障

该矿山地质环境保护与土地复垦工程的各项费用均由矿山全额承担，在方案实施前要落实好经费，纳入生产建设成本总投资并足额预算，确保方案的顺利实施。

#### 1、资金来源

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工程资金来源为煤矿自筹，按《陕西省矿山地质环境治理恢复与土地复垦基金实施办法》规定的标准提取，作为地质环境恢复治理和土地复垦基金。矿山环境恢复治理与土地复垦费用从基金列支，计入矿山生产成本。

#### 2、资金提取计划

根据陕西省自然资源厅、财政厅、环境保护厅、林业局 2024 年 12 月 31 日印发的“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）”，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。

基金计提数额=集体基数×矿种系数×开采系数×地区系数。

水帘洞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（关中平原区）。

根据选煤设计的最终产品平衡表，结合当地煤炭供需情况及对未来煤炭市场需求的预测分析，确定本项目矿井原煤经洗选后售价为 500 元/吨（见表 8.1-2）。

表 8.1-2 水帘洞煤矿提取基金一览表

月销售 (万吨)	销售价 (元/吨)	矿种系数	开采系数	地区系数	月提取基金 (万元)	占销售 收入	元/吨
11.25	500	1.4%	1.2	1.1	103.95	1.85%	9.24

即每吨煤提取基金为 9.24 元，月提取基金为 103.95 万元。方案治理费用测算为吨煤投资为 5.73 元。按照“就高不就低”的基金提取原则，本方案按照吨煤提取基金 9.24 元来提取费用。截至 2025 年 10 月 25 日，水帘洞煤矿基金账户余额为 2381.884 万元，除去尚未支付的彬宝公路修复费用约 2000 万元外，剩余金额 381.884 万元。煤矿应按照

《基金管理办法》足额提取基金，以确保资金得以保证。

### 3、资金提取及存储

（1）矿山企业应在银行设立对公专用账户——矿山地质环境治理恢复与土地复垦基金账户，用于计提基金的存储和支付管理。

（2）矿山企业财务部门应按照会计准则，单独设置“矿山地质环境治理恢复与土地复垦基金”会计科目，单独反映基金的提取与使用情况。财务部门应在年度财务预算中编制基金年度提取和使用计划。

（3）矿山企业财务部门按照基金计提标准公式、基金年度提取和使用计划，逐月计提矿山地质环境治理恢复与土地复垦基金。所提基金费用计入生产成本，在所得税前列支。

（4）矿山企业年度提取的基金累计不足于本年度矿山地质环境治理恢复与土地复垦费用的，或低于方案中估算的年度治理恢复与土地复垦费用的，应以本年实际所需费用或方案中估算年度费用进行补足。

### 4、资金管理及使用

（1）矿山地质环境治理与土地复垦基金应按照“企业提取、政府监管、确保需要、规范使用”的原则进行管理，并建立了规范有效的基金财务管理制度，规范基金管理，明确基金提取和使用的程序、职责及权限，按规定提取和使用基金。制定专项资金使用“五专”（专项、专户、专用、专账、专人负责）责任制。

（2）矿山地质环境治理与土地复垦基金专项用于矿山地质环境治理与土地复垦、开发式治理等工程，任何单位和个人不得截留、挤占、挪用。

（3）矿山企业应根据自然资源主管部门公告的本方案编制年度实施方案并明确基金使用计划。年度实施方案内容包括本年度矿山地质环境治理与土地复垦基金提取、使用情况，下一年度实施方案和基金使用计划。

（4）矿山企业按照备案的矿山地质环境治理恢复与土地复垦基金年度使用计划，安排年度实施工程和基金支出。

（5）完成矿山地质环境治理与土地复垦工程后，应及时向咸阳市自然资源局提出竣工验收申请。验收合格后，可取得咸阳市自然资源局出具的工程质量验收合格确认书，据此可核算基金使用情况。

（6）为使矿区群众真正了解并参与到复垦工作中，矿山企业对各土地复垦阶段实施计划及资金的使用情况进行公示，并在方案实施阶段招募当地群众参加复垦工作，让公众切身了解复垦资金的使用是否真正落实到实处。如有发现资金的使用与实际复垦效果有重大不符的情况，公众可向相关主管部门反映，发挥监督作用，确保复垦资金合理有效利用。

#### 5、费用审计

矿山企业将按年度对矿山地质环境治理恢复与土地复垦基金提取、使用情况进行内部审计，将审计结果于每年的12月31日前报送旬邑县自然资源主管部门备案。

### （四）监管保障

煤矿将委托有规划设计资质的单位进行生态修复年度实施计划和施工图设计，监理由有资质的监理单位承担。

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，监测机构应具有乙级以上监测资质，并按方案中的监测要求编制监测计划并实施；监测成果应进行统计和对比分析，作出简要评价，并定期报送当地土地行政主管部门；在土地复垦工程竣工验收时，监测单位应提交竣工验收监测专题报告。

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。

定期向自然资源主管部门报告土地复垦工程的实施进展情况、存在的问题，结合工程进度提出具体的改进和补救措施，确保复垦工程的全面完成。

每年委托相关单位进行第三方验收，对当年完成的矿山地质环境治理与土地复垦工程进行核验，并邀请相关专家和部门代表现场检查。

每年委托相关单位理清下一年度矿山地质环境治理和土地复垦工作的任务，编制年度治理计划，细化工作内容，提出工作计划，切实指导矿山地质环境治理、土地复垦、生态环境建设和土地综合整治工作。

## （五）公众参与

为了解本工程项目所在区域公众对本工程项目的态度，本方案在编制之时进行了公众参与调查，在矿方的支持与配合下，编制单位走访了下沟村、上沟村、李前村、大佛寺村、西堡村、水帘村，向当地村民详细介绍了生态修复项目的性质、类型、规模及以国家相关政策，如实向公众阐明本项目可能产生的地面塌陷及土地损毁；介绍企业带来的经济效益和促进地方经济发展的情况，征求了各方对土地复垦的意见，确保被调查人员对土地复垦及该煤矿项目有充分的了解。

通过散发公众参与调查表及张贴公告的形式，向项目区各方共发放调查表 25 份，收回有效问卷 23 份，回收率 92%。问卷调查对象主要为项目影响区的权属使用单位、农民以及水帘洞煤矿的工人，其中接受大专以上学历者 11 人，占 47.8%；接受中学教育者 12 人，占 52.2%。被调查人群中对该项目均有一定的了解，100%支持该工程建设，无公众持无所谓态度，无不支持者。

周围民众认为水帘洞煤矿的建设能促进当地经济的发展，但同时对当地生态环境造成一定影响，希望按照国家相关规定，及时采取措施进行矿山地质环境恢复治理与土地复垦。

- （1）土地复垦的措施主要有表土剥覆、植被恢复、土地平整；
- （2）植被恢复选择当地物种，如刺槐、山杨、侧柏等；
- （3）保持原有生态环境。
- （4）希望土地复垦后比原环境有所改善。

工程实施结束后，自然资源管理部门进行验收时，除组织相关专家外，也将邀请部分群众代表参加，确保验收工作公平、公正、公开。

## 二、效益分析

水帘洞煤矿生态修复工程实施后，将形成综合防护体系，降低因煤矿开采引发的不稳定地质体、地形地貌景观破坏以及压占土地资源等地质环境问题造成的经济损失，尽

量恢复被破坏的植被，有效地治理土地资源破坏，遏制矿山生态环境的日趋恶化，改善开采区及其周边地区生产和生活环境，打造绿色矿业，并促进当地的社会经济发展。生态修复工程效益包括社会效益、生态效益和经济效益。

### （一）社会效益

水帘洞煤矿生产带动了社会经济的发展，促进了采掘业、运输业、商业、服务业及加工业的发展，带来更多就业机会，改善了当地的产业结构，提高当地居民的生活水平。

1、本方案实施后，通过采空塌陷区土地的治理，将恢复受损土地的使用功能，可以减少矿区开采带来的新增水土流失。

2、本方案实施后能够减轻生态环境破坏，为工程建设区的绿化创造了良好的生态环境，有利于矿区职工以及附近居民的身心健康，能够提高劳动生产率。

3、生态修复工程土地经营管理工作人员缺口较大，因此也能够为矿区村民提供更多的就业机会，对于促进企地和谐起到积极的推动作用。

4、通过恢复治理，恢复土地的使用功能，提高了土地生产率，调整土地利用结构，提高环境容量，促进生态良性循环。

总体上，本方案实施后减轻村民财产损失，增加农村人口的就业机会，改善农村经济结构，促进农村经济发展，促进社会和谐发展，具有明显的社会效益。

### （二）生态效益

#### 1、防止土壤性状恶化导致植被死亡

水帘洞煤矿土地损毁的主要表现形式为场地压占、塌陷地地表裂缝损毁，通过塌陷地裂缝、土地复垦及时治理，防止了土壤漏水漏肥、土壤板结以及贫瘠化、植被根系生长困难或因缺水导致植被死亡。

#### 2、消除矿山不稳定地质体隐患

通过治理塌陷地裂缝、消除矿山不稳定地质体，修复道路确保正常出入；修复农村道路，保证周边村民出行顺畅。通过土地复垦工程的实施，提高地形稳定性，尤其是塌陷地陡坡以及坡面稳定性，防止次生不稳定地质体发生。

#### 3、增加植被覆盖度，改善空气质量

方案实施后，土地合理利用、协调发展，水土流失得到有效的控制，农作物种植结构将得到改善，水帘洞煤矿的生态系统得到保护。通过综合措施恢复土地的可利用性，

改善煤矿的生态环境；植物防护措施可增加综合治理项目林地和草地面积，提高林草覆盖率，美化环境，促进生态文明建设；土壤有机质含量、土壤养分不平衡状况可以通过增施有机肥和土壤培肥得到缓解。

通过复垦果园、林地、草地，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，加上后期合理适当的监测、管护措施，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。生态效益显著。

#### 4、通过复垦提升碳汇、减少碳源

通过植被恢复、改善土壤结构和增加肥力等措施，显著提高了土地的碳汇能力，耕地提质改造通过改善土壤结构，提高土壤肥力，有助于农作物生长，从而增加碳汇。林地整治通过增加森林覆盖率、提高森林质量，有助于增强森林的碳汇功能。通过推广节水灌溉、防风固沙等技术，可以有效减缓土地退化，降低碳排放。此外，矿区整治通过复垦复绿、生态修复等措施，有助于提高矿区土壤碳汇能力。

### （三）经济效益

水帘洞煤矿生态修复工程实施后，将新增耕地 35.37hm<sup>2</sup>，修复林地矿山地质环境保护与土地复垦切实预防和减少不稳定地质体对人民生命财产的损失，同时具有一定的经济效益。具体表现在以下方面：

（1）水帘洞煤矿生态修复工程的实施，需要人力、物力，一定程度上可以增加部分当地居民就业，可增加就业人员约 30 人，增加当地农民收入。

（2）水帘洞煤矿生态修复工程的实施，可减少不稳定地质体对人民生命财产的威胁，也就减少了损失。

（3）通过复垦使损毁地面林草植被恢复和增加，达到可供利用和恢复生态活动的状态，进一步改善矿区人居环境，减少水土流失、调节气候、净化空气、美化环境，使项目区脆弱的生态环境得到有效的改善。

## 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

水帘洞煤矿采矿方法为综采放顶煤采煤法，生产规模 1.35Mt/a，剩余服务年限为 5 年。评估区重要程度属重要区，矿山生产建设规模属中型矿山，矿山地质环境条件复杂程度属复杂类型，评估级别分级属一级。

##### 2、矿山地质环境影响评估

###### （1）不稳定地质体现状与预测

评估区内发育不稳定地质体 3 处，其中滑坡 1 处（H1）（已治理）、崩塌 1 处（B2），塌陷裂缝 1 处（LF）。

现状评估崩塌 B2 危害程度大，危险性大，地质环境影响程度严重；塌陷裂缝 LF1 危险性小，危害性中等，地质环境影响程度较严重。

预测评估矿山生产中工业场地中的工人宿舍楼遭受崩塌 B2 的可能性大，危险性大；其余建设工程不稳定地质体的可能性小、危险性小。

预测评估矿山生产引发地面塌陷对村庄产生危害的可能性大、危险性大；对工业场地、炸药库产生危害的可能性小、危险性小；对彬宝公路公路产生危害的可能性大、危险性中等；对田间道路产生危害的可能性中等，危险性小；对输电线路产生危害的可能性小、危险性小；对供水线路产生危害的可能性小、危险性小。

###### （2）矿区含水层破坏现状与预测

现状和预测评估矿山开采对含水层的影响程度严重。

###### （3）矿区地形地貌景观破坏现状与预测

现状评估工业场地、炸药库对地形地貌景观影响严重，地面塌陷对地形地貌景观影响较轻。

预测评估矿山开采形成的地面塌陷对地形地貌景观影响较严重。

###### （4）矿区水土环境影响现状分析与预测

现状和预测评估矿山生产对水土环境影响程度较轻。

### （5）矿山地质环境治理分区

综合考虑危害对象、损失与治理难度，矿山地质环境问题影响程度，全区共划分 3 级 8 个不同防治区，其中：5 个重点防治区，面积 0.3008km<sup>2</sup>，占评估区比例 5.12%；2 个次重点防治区，面积 0.5469km<sup>2</sup>，占评估区比例 9.30%，1 个一般防治区，面积 5.0309km<sup>2</sup>，占评估区比例 85.58%。

## 3、矿山土地损毁预测与评估

### （1）已损毁各类土地现状与评估

已损毁土地包括工业场地及其附属设施压占损毁土地和采煤塌陷损毁土地。

①矿山工业场地总计损毁土地 12.70hm<sup>2</sup>，损毁形式为压占，损毁程度为重度，损毁地类为天然牧草地、其他草地、采矿用地、农村宅基地。

②炸药库损毁面积约 0.24hm<sup>2</sup>，损毁形式为压占，损毁程度为重度，压占损毁土地类型为采矿用地。

③塌陷已造成损毁面积约 13.52hm<sup>2</sup>，损毁程度为轻度，损毁土地类型为旱地、农村道路、农村宅基地。

### （2）拟损毁土地预测与评估

本方案拟损毁土地主要为拟沉陷损毁土地，损毁面积为 122.33hm<sup>2</sup>，重复损毁 10.13hm<sup>2</sup>。

### （3）土地复垦责任范围

复垦责任范围包括工业场地、炸药库、现状地面塌陷损毁土地和地面塌陷拟损毁土地，复垦责任范围面积为 138.66hm<sup>2</sup>。

## 4、矿山地质环境治理与土地复垦工程

### （1）矿山地质环境治理工程

矿山地质环境治理工程主要为：

- ①滑坡 H1：坡面整理、被动防护网、警示牌；
- ②崩塌 B2：削坡减载、修建排水沟、修建浆砌石挡墙、坡面植草；
- ③道路修复：地面裂缝充填、道路维修；
- ④监测区内不稳定地质体、含水层及水土环境、地形地貌景观监测。

### （2）矿区土地复垦工程

- ①工业场地、炸药库复垦为旱地；
- ②将已搬迁村庄的农村宅基地复垦为旱地；
- ③其它地类复垦为相应土地类型。

具体的工程措施包括地貌重塑工程、土壤重构工程和植被重建工程，具体措施包括拆除工程、清理工程、充填工程、土壤剥覆工程、平整工程、生物化学工程、林草恢复工程等工程措施。

### （3）矿山地质环境和土地复垦监测工程

部署崩塌 B2 监测点 5 个，地面塌陷 GNSS 监测点 29 个、含水层监测点 2 个、土壤质量监测点 3 个，地貌地表状况监测点 10 个。

### （4）矿区土地复垦监测和管护

部署 20 个上期方案完成的土地复垦监测点和 42 个本期方案完成的土地复垦监测点，监测复垦效果及土壤质量，复垦区管护面积为 52.47hm<sup>2</sup>。

## 5、经费估算

本方案工程总投资 5128.73 万元，剩余保有可采资源量约为 895.39 万吨，其中地质环境类治理费用 1453.80 万元，土地复垦费用 3592.26 万元，吨煤投资 5.73 元。

根据年度实施计划，方案适用年限（2025 年~2029 年）矿山地质环境治理与土地复垦工程总费用为 2099.81 万元。其中，矿山地质环境治理工程费用为 1110.59 万元，土地复垦工程费用为 989.22 万元。

## 二、建议

1、矿山建设生产应严格按照“边开采，边治理，边监测，边复垦”的原则进行开发，将矿山地质环境保护与土地复垦贯穿于矿山建设生产全过程，最大限度减缓矿山建设生产对地质环境的影响破坏。

2、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设计方案，具体工程施工方案应聘请有相应资质的单位进行专项勘察、设计。

3、矿山企业应在每年年初依据本方案及时编制本年度治理年度计划，在年末及时向旬邑县自然资源局申请年度验收，确保基金使用合法合规，灵活灵用。

4、本方案应与绿色矿山建设方案、环境影响报告书、水土保持方案等同步实施，使矿山地质环境治理与土地复垦社会效益、环境效益最大化。

5、矿山剩余服务年限较短，建议矿山企业提前编制矿山闭坑地质报告、矿产资源储量消耗报告、资源综合利用报告、采掘工程平面图等相关文件，报审批机关审批；

6、本方案不作为闭坑的《方案（生态修复方案）》使用；

7、本方案是以 2013 年《彬县水帘洞煤矿矿产开发利用方案（变更）》和《彬县水帘洞煤矿 42 盘区下分层开采设计》为基础编制的，在本方案实施过程中，当矿产开发利用活动和环境条件发生较大变化时，应对方案进行修改或重新编制。