

河南龙宇能源股份有限公司陈四楼煤矿 矿山矿产资源开采与生态修复方案

申报单位：河南龙宇能源股份有限公司陈四楼煤矿

编制单位：中赞国际工程有限公司

二〇二四年三月

河南龙宇能源股份有限公司陈四楼煤矿

矿山矿产资源开采与生态修复方案

申报单位：河南龙宇能源股份有限公司陈四楼煤矿

法人代表：张文康

编制单位：中赞国际工程有限公司

法人代表：曲振亭

总工程师：刘庆礼

项目负责人：黄贞宇、杨磊

编写人员：黄贞宇、杨磊、刘强、刘翱飞、邹航、代鑫

审查人：曹召奇、陈绍东

提交日期：二〇二四年三月



曲振亭
刘庆礼

黄贞宇 杨磊

河南龙宇能源股份有限公司陈四楼煤矿 矿山矿产资源开采与生态修复方案信息表

矿山企业	企业名称	河南龙宇能源股份有限公司		
	法人代表	张文康	联系电话	03705192099
	单位地址	河南省商丘市永城市		
	矿山名称	河南龙宇能源股份有限公司陈四楼煤矿		
	采矿许可证	☐ 新申请 ☒ 持有 ☐ 变更 以上情况请选择一种并打“√”		
编制单位	单位名称	中赞国际工程有限公司		
	法人代表	曲振亭	联系电话	0371-67952158
	主要编制人员	姓名	职责	联系电话
		黄贞宇	负责矿山矿产资源开采	18037025087
		杨磊	负责生态修复方案	18637190008
		刘强	负责生态修复方案	17760772600
		刘翱飞	负责生态修复方案	17719881960
		邹航	负责矿山矿产资源图纸绘制	18339186238
		代鑫	负责矿山矿产资源储量计算	13290702285
		刘鹏辉	负责矿山矿产资源图纸绘制	18339162857
审查申请	我单位已按要求编制矿山矿产资源开采与生态修复方案，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矿产资源开采与生态修复工作。 请予以审查。 申请单位（矿山企业）盖章  联系人：于海阔 联系电话：15503899966			

**河南龙宇能源股份有限公司陈四楼煤矿
矿山矿产资源开采与生态修复方案信息表**

矿 山 企 业	企业名称	河南龙宇能源股份有限公司		
	法人代表	张文康	联系电话	03705192099
	单位地址	河南省商丘市永城市		
	矿山名称	河南龙宇能源股份有限公司陈四楼煤矿		
	采矿许可证	☐ 新申请 ☒ 持有 ☐ 变更 以上情况请选择一种并打“√”		
编 制 单 位	单位名称	中赉国际工程有限公司		
	法人代表	曲振亭	联系电话	0371-67952158
	主 要 编 制 人 员	姓名	职责	联系电话
		黄贞宇	负责矿山矿产资源开采	18037025087
		杨磊	负责生态修复方案	18637190008
		刘强	负责生态修复方案	17760772600
		刘翱飞	负责生态修复方案	17719881960
		邹航	负责矿山矿产资源图纸绘制	18339186238
		代鑫	负责矿山矿产资源储量计算	13290702285
		刘鹏辉	负责矿山矿产资源图纸绘制	18339162857
审 查 申 请	我单位已按要求编制矿山矿产资源开采与生态修复方案，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矿产资源开采与生态修复工作。 请予以审查。 申请单位（矿山企业）盖章 联系人：于海阔 联系电话： 15503899966			

目 录

第一章 概述	1
第一节 编制目的、范围及矿山概况	1
第二节 矿山自然概况	6
第三节 区域地质背景	14
第四节 土地资源	27
第五节 矿山开采历史及生产现状	34
第六节 编制依据	42
第七节 矿产品需求现状和预测	49
第二章 矿产资源概况	53
第一节 矿区总体概况	53
第二节 本项目的资源概况	57
第三章 主要建设方案的确定	116
第一节 开采方案	116
第二节 防治水方案	172
第四章 矿床开采	188
第一节 生产采区特征	188
第二节 矿山生产规模的验证及论证	191
第五章 选矿及尾矿设施	199
第一节 选矿方案	199
第二节 尾矿设施	207
第六章 矿山安全设施及措施	208
第一节 主要安全因素分析	208
第二节 配套的安全设施及措施	214
第七章 矿山地质环境影响与土地损毁评估	266
第一节 评估范围与级别	266
第二节 矿山地质环境保护与土地复垦现状	273
第三节 预测评估	289

第四节 地质灾害综合分区评估	309
第五节 综合评估	310
第六节 矿山地质环境治理与土地复垦责任范围	315
第七节 复垦区、复垦责任区土地利用类型及权属情况	329
第八章 矿山地质环境治理与土地复垦可行性分析	338
第一节 矿山地质环境治理可行性分析	338
第二节 土地复垦适宜性分析	340
第三节 土地复垦可行性分析	355
第九章 矿山地质环境保护与土地复垦工程	363
第一节 矿山地质环境保护与土地复垦目标任务	363
第二节 矿山地质环境保护	364
第三节 地质灾害防治	366
第四节 含水层破坏防治	371
第五节 地形地貌景观修复与生态恢复	372
第六节 水土环境污染修复	373
第七节 矿区土地复垦	374
第八节 地质环境与土地监测	391
第九节 管理维护	396
第十章 矿山地质环境保护与土地复垦工程总体部署	398
第一节 工程部署	398
第二节 分期、分区实施方案	400
第三节 近期年度工作安排	402
第十一章 矿山地质环境保护与土地复垦工程量及投资估算	406
第一节 投资估算编制说明	406
第二节 工程量测算结果	441
第三节 投资估算结果	444
第四节 经济可行性分析	452
第五节 经费预提方案与年度使用计划	455
第十二章 矿山地质环境保护与土地复垦方案实施的保障措施	486

第十三章 矿山经济可行性分析	493
第十四章 结论与建议	494
第一节 结论	494
第二节 建议	498

附图目录

序号	图纸名称	图号	比例	备注
1	地形地质图	F1039-1	1:10000	新制
2	矿区总平面布置图	F1039-2	1:10000	新制
3	二 ₂ 煤层资源储量估算及损失量计算图	F1039-3	1:10000	新制
4	三 ₁ 煤层资源储量估算及损失量计算图	F1039-4	1:10000	新制
5	三 ₂ 煤层资源储量估算及损失量计算图	F1039-5	1:10000	新制
6	三 ₄ 煤层资源储量估算及损失量计算图	F1039-6	1:10000	新制
7	井上下对照图	F1039-7	1:10000	新制
8	二煤开拓系统总平面图	F1039-8	1:10000	新制
9	二煤开拓系统剖面图	F1039-9	1:5000	新制
10	三煤组开拓系统总平面图	F1039-10	1:10000	新制
11	工作面布置及采煤方法标准图	F1039-11	1:100	新制
12	选煤工艺流程图	F1039-12	示意	新制
13	矿山地质环境问题现状图	F1039-13	1:10000	新制
14	矿区土地利用现状图	F1039-14	1:10000	新制
15	矿山地质环境问题预测图	F1039-15	1:10000	新制
16	矿区土地损毁预测图	F1039-16	1:10000	新制
17	矿区土地复垦规划图	F1039-17	1:10000	新制
18	矿山地质环境保护工程部署图	F1039-18	1:10000	新制

附表：

1. 矿山地质环境现状调查表
2. 综合技术经济指标表

附件：

1. 陈四楼煤矿矿山企业承诺书；
2. 陈四楼煤矿矿山矿产资源开采与生态修复方案设计委托书；
3. 关于编制《河南龙宇能源股份有限公司陈四楼煤矿矿山矿产资源开采与生态修复方案》提供资料真实性承诺书；
4. 河南龙宇能源股份有限公司陈四楼煤矿采矿许可证；
5. 编制人员身份信息表；
6. 《河南省永城市河南龙宇能源股份有限公司陈四楼煤矿煤炭资源储量核实报告》及评审意见书、备案证明；
7. 河南龙宇能源股份有限公司陈四楼煤矿搬迁协议；
8. 河南龙宇能源股份有限公司陈四楼煤矿矿山救护协议；
9. 河南龙宇能源股份有限公司陈四楼煤矿突出升级认定文件；
10. 煤自燃倾向性鉴定报告；
11. 煤尘爆炸危险性鉴定报告；
12. 永城市自然资源和规划局关于矿区所占地类的证明；
13. 上一轮矿山地址环境保护与土地复垦方案专家审查意见（备案表）；
14. 矿山地质环境恢复治理基金缴纳情况说明及缴费凭证；
15. 永城市人民政府关于永城市压煤村庄搬迁安置和土地复垦补偿标准的通知（永政〔2014〕9号）；
16. 河南省建筑工程标准定额站发布 2020 年 7—12 月人工价格指数、各工种信息价、实物工程量人工成本信息价的通知（豫建标定〔2020〕42 号）；
17. 商丘市 2023 年第 6 期《造价信息》；
18. 公众参与调查表；
19. 陈四楼土地证明；
20. 储量年度报告的专家评审表；
21. 复垦区验收证明。

第一章 概述

第一节 编制目的、范围及矿山概况

一、编制目的

河南龙宇能源股份有限公司陈四楼煤矿（以下简称“陈四楼煤矿”）原直属于永城煤电（集团）有限责任公司，在 2004 年集团公司改制后，划属于集团公司下属分公司河南龙宇能源股份有限公司管理。

陈四楼煤矿于 1985 年 3 月立项。1986 年 5 月，国家计委以计[1986]第 722 号《关于河南省永城矿区总体设计批复》立项。1987 年 3 月煤炭工业部郑州设计研究院编制矿井初步设计，1987 年 8 月由原煤炭工业部以（87）煤基字第 442 号文审查批准该设计。1989 年矿井被列为国家“八五”、“九五”重点建设项目。1990 年 7 月 26 日正式开始建设，1997 年 11 月 6 日投产，矿井设计生产能力 240 万吨/年，2009 年核定生产能力为 450 万吨/年。2020 年 9 月 11 日河南省工业和信息化厅公示的《全省正常生产“两类”煤矿重新核定生产能力结果的公示》，陈四楼煤矿核定生产能力 450 万吨。2013 年陈四楼煤矿换发新的采矿许可证，证号：C1000002013011120128548，开采深度-300m~-900m，开采煤层二₂煤、三₁煤、三₂²煤、三₄煤，有效期自 2004 年 7 月 12 日至 2034 年 7 月 31 日，采矿证上生产能力为 240 万吨/年。

2019 年 2 月，河南省地质矿产勘查开发局测绘地理信息院编制完成了《河南龙宇能源股份有限公司陈四楼煤矿矿山地质环境保护与土地复垦方案》，并经过河南省自然资源部土地整治中心组织专家进行评审，该方案 2019 年 1 月 31 日经评审通过并公示。本次方案编制根据《河南省自然资源厅关于开展矿产资源开采与生态修复方案编制评审有关工作的通知》（豫自然资发【2020】61 号）文件要求，原《河南龙宇能源股份有限公司陈四楼煤矿矿山地质环境保护与土地复垦方案》已过期，需重新编制《河南龙宇能源股份有限公司陈四楼煤矿矿山矿产资源开采与生态修复方案》。

为了合理开发利用资源，促进矿山企业可持续发展，河南龙宇能源股份有

限公司陈四楼煤矿委托中赞国际工程有限公司按照“矿山开采科学化、资源利用高效化、企业管理规范化、生产工艺环保化、矿山环境生态化”的基本要求，编制了《河南龙宇能源股份有限公司陈四楼煤矿矿山矿产资源开采与生态修复方案》。

二、矿山概况

陈四楼煤矿位于河南省永城市区北西 13km，行政隶属陈集镇管辖，隶属于河南龙宇能源股份有限公司。地理坐标：东经 *****~*****，北纬*****~*****。

陈四楼煤矿东起二₂煤层露头线，西至 F₉ 与 F₂ 断层为界，南到 F₆ 断层与城郊煤矿为邻，北以 F₁₁ 断层为界；南北长 12.5km，东西宽约 5.9km，面积 61.6854km²。据 2013 年 1 月 15 日原国土资源部（现称“自然资源部”）颁发的河南龙宇能源股份有限公司陈四楼煤矿采矿许可证（采矿许可证编号为 C1000002013011120128548，有效期 30 年，自 2004 年 7 月 12 日至 2034 年 7 月 31 日），矿井由 25 个拐点控制，拐点坐标（证上坐标系统是 1980 西安坐标系）详见表 1-1-1，开采标高为-300m 至-900m。

表 1-1-1 陈四楼煤矿井田范围拐点坐标对照表

点号	1980 西安坐标系		2000 国家大地坐标系	
	X	Y	X	Y
1	*****	*****	*****	*****
2	*****	*****	*****	*****
3	*****	*****	*****	*****
4	*****	*****	*****	*****
5	*****	*****	*****	*****
6	*****	*****	*****	*****
7	*****	*****	*****	*****
8	*****	*****	*****	*****
9	*****	*****	*****	*****
10	*****	*****	*****	*****
11	*****	*****	*****	*****
12	*****	*****	*****	*****
13	*****	*****	*****	*****
14	*****	*****	*****	*****
15	*****	*****	*****	*****
16	*****	*****	*****	*****

表 1-1-1 陈四楼煤矿井田范围拐点坐标对照表

点号	1980 西安坐标系统		2000 国家大地坐标系统	
	X	Y	X	Y
17	*****	*****	*****	*****
18	*****	*****	*****	*****
19	*****	*****	*****	*****
20	*****	*****	*****	*****
21	*****	*****	*****	*****
22	*****	*****	*****	*****
23	*****	*****	*****	*****
24	*****	*****	*****	*****
25	*****	*****	*****	*****

图 1-1-1 矿区范围示意图

三、位置及交通

陈四楼煤矿位于河南省永城市区北西 13km，行政隶属陈集镇管辖，隶属于河南龙宇能源股份有限公司。陈四楼煤矿北距陇海铁路商丘站 95km，东距京沪铁路徐州站 97km，矿井内部有专用运煤铁路与青町铁路相接。矿井南有 G1516 盐洛高速、东有 G0321 德上高速、西有 G35 济广高速、北有 G30 连霍高速通过，东面有 S201 省级公路通过，连接 G311、G343 国道。区内县乡公路纵横交错，并连通周边省道、国道、高速公路，周边高速公路较发达，形成环状高速路网。陈四楼煤矿所在地交通便利（见图 1-1-2）。

图 1-1-2 陈四楼煤矿交通位置图

第二节 矿山自然概况

一、地形地貌

矿井位于黄淮平原的东部，地势较为平坦，地面标高+32~+35m，相对高差 3m 左右，微向南倾斜。区内村庄密集，农业发达。地表第四系、新近系松散层全覆盖，平均厚度 360m。

图 1-2-1 井田地貌

矿井矸石山已停用复垦中，工业场地、矿区道路等均位于平原区，工业场地最大高差 8m，矿区道路高差较小，在 0.5~1m 之间；塌陷区主要位于井田的北部和南部，积水区约 46.22hm²，多为季节性积水区。

二、水文及水文地质

矿井内及附近地表水系不发育，仅有纵横交错的人工排涝沟渠，最大河流为沱河，在矿井南部 2km 处由西向东流过，它发源于商丘市东北侧之响河，向东南注入安徽省的新汴河，该河流为季节性河流，雨季流量增大，最大流量达 384m³/s，旱季流量剧减。实测最高洪水位+34.79m，平均洪水位+30.39m，平均流量 1~2m³/s。矿区地表水系见图 1-2-2 所示。浅层水位于新生界松散孔隙含水层中，其循环交替条件良好，动态变化较大，幅度值 1~4m，自西北向东南方向径流；大气降水垂直下渗是浅层水的主要补给来源，丰水期河流抬高水位后，地表水也可补给地下水，砂岩裂隙水在裸露地区直接受大气降水、潜水，地表水补给，在覆盖层掩盖区，底部松散孔隙承压水可能沿风氧化带裂隙带或采煤后期塌陷带补给地下水，生产矿井长期排水是裂隙水主要泄水通道。

三、气象

本区地处中纬（34 度），属半干旱、半湿润季风型气候，蒸发量大于降雨量，干湿差大，四季分明。年平均气温在 14.3℃左右，历年平均湿度 71%，对地下水补给和排泄作用的气象因素，主要为降水和蒸发。

据永城市气象站 2003~2023 年观测资料，年降水量为 543.70~1210.40mm，年平均降水量 792.31mm，日最大降水量 154.1mm（2012 年 7 月 7 日）。据永城市气象站 30 年统计资料，历年平均蒸发量 1643.0mm，日最大蒸发量 25.6mm（1988 年 7 月 7 日）。年平均气温 14.3℃，极端最高气温 41.1℃（1972 年 6 月 11 日），极端最低气温-21.9℃（1991 年 12 月 29 日）。历史最大积雪深度为 22cm（1989 年 2 月 23 日），最大冻土深度 21cm（1977 年 1 月 7 日）。年平均风速 2.8 m/s，历史最大风速（是指 10 分钟的平均）18.3m/s，风向为 NNE（1982 年 4 月 12 日），历史瞬间极大风速（是指 3 秒平均）29.1m/s，风向为 NW(2009 年 6 月 4 日)。历年平均相对湿度为 72%，最小相对湿度为 3%（1992 年 6 月 8 日），最大相对湿度为 100%，出现若干次。多年平均降水量 850.65mm，一年最大降水量 1518.60mm（1963 年），年最小降水量 543.70mm（2011 年），最大月降水量 792.80mm（1965 年 7 月），年内降水随季节有很大差异，降水多集中在汛期（7~9 月）占年内降水量的 55%。年平均蒸发量 1742mm，为平均降水量的 2.1 倍左右，降雪、冰冻、冰冻期为每年 11 月初至翌年 3 月，最大冻土深度 0.21m。

图 1-2-2 陈四楼煤矿地表水文图

四、植被

项目区属暖温带落叶阔林区，区域耕种历史悠久，除少量荒地、沙滩草地为均以人工植被为主，根据现场调查，该区域人类活动频繁，矿区内现有植被以农田植被、林地植被和灌草植被为主。

农田植被：主要农田植被均为旱作，有小麦、玉米、豆类、棉花、芝麻等，农作物一年两季，每年的6月至9月以种植玉米、大豆为主，10月初到次年6月初以种植冬小麦为主。

林地植被：矿区内林地覆盖率较高，主要为落叶阔叶林，其群落结构比较简单，主要类型有泡桐、杨树、刺槐、柳树等，经济林树种主要有梨、樱桃、苹果、枣等，多分布于村旁、田间、路旁、河旁等。

灌草植被：主要类型有荆条、白腊条、紫穗槐、花椒等，多分布于乔木林内部；草本植物主要类型有狗牙根、白羊草、狗尾草等，草层株高30~50cm且生长旺盛，多分布于田间、路旁等。见图片1-2-3。

图 1-2-3 矿区植被

五、土壤

根据实地调查，并结合收集的《河南省土壤地质图》可知，区域内土壤类型以潮土与砂姜黑土为主，是由地形、地貌、成土母质、植被、时间等诸多成土因素共同作用下形成的。具体特征如下：

1. 潮土：潮土是河流沉积物受地下水运动和耕作活动影响而形成的土壤，因有夜潮现象而得名，属半水成土，其主要特征是地势平坦、土层深厚。分布于项目区北部、中部、南部等大部分区域。土壤质地变化较多，疏松易垦，紧

砂满淤、不紧不慢出两合，一般呈中性至弱碱性，矿物质养分较丰富。

2. 砂姜黑土：砂浆黑土发育于河湖相沉积物上经脱沼泽作用而形成的半水成土，分布于项目区南部等少部分区域。土体深厚有黑土层，剖面自上而下有耕作层、亚耕层、残留黑土层、氧化还原过渡层砂姜土层，铁锰氧化物迁移与积累明显，形成锈纹斑、铁锰斑与结核，有机质含量不足。

项目区主要地类土壤理化性质见表 1-2-1，各地类典型土壤剖面见图 1-2-4 至图 1-2-6。

表 1-2-1 项目区土壤理化性质表

地类	深度 (cm)	有机质 (%)	全氮 (%)	有效磷 (mg/kg)	速效钾 (mg/kg)	土壤水分 (%)	pH
耕地	0-50	1.83	0.081	3.86	125.34	12.9	7.0
	25-45	1.01	0.057	2.25	90.64	17.7	7.1
	45-100	0.87	0.054	3.24	85.12	17.8	7.2
林地	0-20	1.78	0.074	1.82	99.91	20.5	7.2
	20-30	0.88	0.069	1.66	88.06	22.9	7.1
	30-100	0.72	0.053	2.30	81.17	22.7	7.4
草地	0-15	1.20	0.079	1.24	103.59	24.6	7.0
	15-35	0.73	0.064	1.20	81.01	17.9	7.1
	35-100	0.62	0.052	2.06	61.19	18.6	7.3

	位置	韩松园村
	地类	旱地
	剖面描述	0-50cm: 表土层, 褐色, 壤土, 屑粒状结构, 疏松, 湿, 根系多。25-45cm: 心土层, 棕褐色, 粉砂质壤土, 碎块状结构, 稍紧, 湿, 根中量。45-100cm: 淀积层, 棕褐色, 粉砂质壤土, 块状结构, 紧实, 潮湿, 有中量丝状碳酸钙新生体, 根少。

图 1-2-4 矿区耕地土壤剖面图

	位置	黄楼村
	地类	其他林地
	剖面描述	(1) 0-20cm: 黑褐色, 枯落层, 团粒状结构, 疏松, 根系多, 湿, 腐植含量高。 (2) 20-30cm: 棕褐色, 淋溶层, 粉砂质壤土, 屑粒状结构, 中量碳酸钙新生体, 紧实, 润, 有树根, 根中量。 (3) 80cm 以下: 黄棕色, 母质层, 粉砂质土, 块状结构, 紧实, 潮湿, 根少量。

图 1-2-5 项目区林地土壤剖面图

	位置	程楼村
	地类	其他草地
	剖面描述	(1) 0-15cm: 棕褐色, 枯落层, 团粒状结构, 疏松, 少量根系, 湿, 腐植含量高。 (2) 15-25cm: 棕褐色, 淋溶层, 粉砂质壤土, 屑粒状结构, 中量碳酸钙新生体, 紧实, 润。 (3) 25-100cm: 褐棕色轻壤, 中壤, 块状, 稍紧, 有少量小孔和较少量的根系和炭屑, 土壤稍潮。

图 1-2-6 项目区草地土壤剖面图

六、经济概况

永城市位于河南省最东部，地处豫鲁苏皖四省接合部，素有“豫东明珠，绿城水乡”之称。全市总面积 2020km²，人口 160 万人。现辖 25 个乡镇、6 个街道。2020 年全市国民生产总值 637.04 亿元，一般公共财政预算收入完成 47.71 亿元，位列全国百强县（市）第 65 位，河南省第 6 位。

永城市资源丰富，物华天宝，是能源之都、面粉之城。地下煤炭分布面积 1328km²，资源储量 63.9 亿吨，是全国六大无烟煤基地、全国七大煤化工基地，河南能源化工集团永煤公司、河南神火集团有限公司两大全国五百强企业座落境内。磁铁矿、水泥灰岩、膨润土、高岭土、白云岩、石英斑岩等矿产资源丰富。小麦产量常年稳定在 18 亿斤以上，年加工面粉 60 亿斤，被授予“中国面粉城”称号。连续两年跻身全国县域营商环境百强。永城的旅游资源在豫东一枝独秀，境内有国家 5A 级旅游景区—芒砀山旅游区，名胜古迹有孔夫子避雨处、陈胜墓、刘邦斩蛇起义处、张飞寨和西汉大型王室陵墓群等。

项目区主要涉及顺河镇、陈集镇、薛湖镇、演集街道、沱滨街道和崇法寺街道，近三年来社会经济发展情况见表 1-2-3。

表 1-2-3 陈四楼矿区社会经济情况表

项目	顺河镇	陈集镇	薛湖镇	演集街道	沱滨街道	崇法寺街道
面积 (km ²)	68	73	126	44	44	26.1
人口 (万人)	5.2	7	10.18	13.7	3.5	14.09
行政村数量 (个)	29	34	54	16	15	16 社区 10 个村
人均收入 (万元)	2.7	1.9	2.3	2.6	2.7	2.7

七、矿区与生态保护红线的关系

陈四楼煤矿为生产矿井，矿区位于永城市区北西 13km，行政隶属陈集镇管辖，不在永城市生态保护红线范围内。不在港口、机场、国防工程设施圈定地区以内；周围没有大型水利工程设施，重要工业区、城镇市政设施；不在国家划定的自然保护区、重要风景区，国家重点保护的不能移动的历史文物和名胜古迹所在地；周围不涉及重要河流和堤坝。符合《中华人民共和国矿产资源法》第二十条规定。生态红线判定图详见图 1-2-7。

图 1-2-6 项目区草地土壤剖面图

第三节 区域地质背景

一、地层

陈四楼煤矿位于永城矿区永城背斜西翼中部，综合地层分区属华北地层区鲁西分区徐州小区。除永城市北部的芒山镇芒砀山及东南部侯岭镇境内局部地区出露有寒武～奥陶系石灰岩及燕山期花岗岩、花岗闪长岩、花岗斑岩外，其余均为新生界沉积物所覆盖。奥陶系、寒武系地层未控制，其上保留了较厚的石炭、二叠系煤系地层及新生界地层。现将区域地层概况列于表 1-3-1。

图 1-3-1 区域地层图
表 1-3-1 永城矿区地层表

地层单位				代号	厚度 (m)	主要岩性特征
界	系	统	组			
新生界	第四系			Q	>153.30	灰黄色、粘土、砂质粘土、中细砂。含钙质结核。
	新近系			N	>73.80	灰黄色泥岩、砂质泥岩、砂岩。

表 1-3-1 永城矿区地层表

地层单位				代号	厚度 (m)	主要岩性特征
界	系	统	组			
古 生 界	二 叠 系	上 统	石千峰组 2~4 段	P_{2sh}^{2-4}	>688.27	紫红色粉砂岩、泥岩、砂岩、夹石膏底部为厚层中粗粒砂岩，产介形虫化石。
			石千峰组 1 段	P_{2sh}^1	71.73~115.94	灰~灰白色中粗粒石英砂岩。
			上石盒子组	P_{2s}	312.10~435.15	灰紫花色砂质泥岩、粉砂岩含薄煤 4~10 层，产植物化石。
		下 统	下石盒子组	P_{1x}	346.38~502.33	灰黑色泥岩、粉砂岩及砂岩，含煤 5~8 层，其中可采煤层 2~4 层产植物化石。
			山西组	P_{1s}	57~119	灰黑色、砂泥岩，含煤 2~3 层，其中可采煤层一层，产植物化石。
	石 炭 系	上 统	太原组	C_{2t}	90.53~203.02	灰岩、砂质泥岩、砂岩薄层互层，含灰岩 10~13 层。
			本溪组	C_{2b}	8~40.04	杂色铝土岩，夹薄层灰岩及铁质泥岩。
	奥 陶 系	中 统	马家沟组	O_{2m}	206.56~423.32	上部为黄灰色薄~中厚层白云岩夹泥质白云岩及灰岩，下部为中厚层豹皮灰岩、白云质灰岩，硅质结核灰岩。
		下 统	古县组	O_{1g}	57.54~108.61	中、厚层白云质灰岩及灰岩。
			贾汪组	O_{1j}	3.86~18.62	钙质页岩，薄层白云质灰岩。
			韩家组	O_{1h}	28.12~64.01	中薄层硅质条带白云岩。
古 生 界	寒 武 系	上 统	凤山组	$\in_{3f}$	100.15~179.97	灰质泥质白云岩、泥质灰岩夹大涡卷灰岩。
			长山组	$\in_{3ch}$	21.60~66.04	中薄层灰岩、薄层状含海绿石白云质灰岩、竹叶状灰岩
			崮山组	$\in_{3g}$	28.8~60.74	中厚层状含白云质灰岩，竹叶状灰岩。
古 生 界	寒 武 系	中 统	张夏组	$\in_{2zh}$	177.54~220.93	鲕状白云岩、灰质白云岩、白云质灰岩。
			徐庄组	$\in_{2x}$	84.62~146.15	中部白云质灰岩，中下部粉砂岩夹薄层灰岩。
		下 统	毛庄组	$\in_{1mx}$	72.25~120.93	中、厚层灰岩、夹钙质页岩、粉砂岩。
			馒头组	$\in_{1m}$	214.99~240.21	上部灰岩夹紫红色页岩，下部肝紫色页岩。
			猴家山组	$\in_{1h}$	36.2~50	豹皮状灰岩、灰质白云岩及细粉砂岩。
上	青		沟后组	Q_{bg}	119.26	灰质白云岩、泥灰岩、钙质页

表 1-3-1 永城矿区地层表

地层单位				代号	厚度 (m)	主要岩性特征
界	系	统	组			
元古界	白口系					岩、页岩、石英砂岩。
			金山寨组	Qbj	21.28	薄层灰岩、红色藻灰岩、页岩、含砾砂岩。
	蓟县系		望山组	Jxwn	>460	燧石结核灰岩，白云质灰岩等。

二、构造

陈四楼煤矿处于属中朝准地台鲁西台隆永城陷褶断束西部（参照 1986 年的《河南省区域地层志》）。区域上基岩构造形迹的主要特征为发育一系列 NNE 向延伸相对比较紧闭的背斜和比较宽缓的向斜组成的隔档式褶皱，向西逐渐变成形态比较简单的宽缓短轴背、向斜，在此褶皱构造形迹的基础上迭加发育了一系列近 NNE 向、NNW 向高角度正断层，形成多个断块相间排列，其原始的褶皱形态遭受破坏而不完整。

（1）褶皱构造

永城背斜为永城矿区的一级褶皱构造。由安徽省涡阳县进入永城，褶皱轴部位于黄口—永城市区—薛湖镇的侯楼一带。背斜轴向 NNE，延伸长达 60km，宽约 40km，轴面西倾，倾角为 80°左右。北端倾伏至太平集断层，受断层的破坏其形态不规则。东西两翼发育有次级走向不等的宽缓褶曲。轴部主要由寒武系和奥陶系构成，两翼地层为石炭、二叠系含煤地层，其产状变化及埋深受褶皱形态及所处部位构造控制。东翼煤层总体向东倾斜，向东煤层埋深逐渐增加，产状为 105°∠30°左右。西翼地层向西倾，向西煤层埋深逐渐加大，相对东翼产状较缓，总体为 285°∠15°左右，向深部倾角变缓。次级背斜核部煤层埋深较小，煤层常围绕次级背斜核部呈穹状或环带状分布。褶皱期后发育两组断层：一组为北北东向，一组为北西向，对含煤地层的埋深、分布变化和井田划分起重要作用。

（2）断裂构造

永城背斜东翼发育断层主要为 NNE 向的相互间近于平行呈近等间距分布（间距约为 15km）的高角度正断层，走向约 15°，倾向约 285°或 105°，倾角

60°~70°，走向延伸长多为 40km 左右，落差多数大于 200m。间夹发育少量 NNW 向断层。较大的断层有：王庄正断层（F₂₁）、葛店正断层（F₄）、刘河断层、刘松园断层和滦湖断层。

永城背斜西翼发育有 NE 向及 NW 向两组断层。NE 向较大的断层有济阳断层、程集断层、胡桥断层、DF₁₂ 断层、DF₁₀ 断层和 F₂ 断层等，走向约 10°~45°，倾向 NW 或 SE，倾角 60°~70°，走向延伸长度较大，落差一般大于 150m。NW 向较大的断层有薛湖断层、DF₁₄ 断层、DF₁₆ 断层及 DF₆ 断层等。两组断层基本控制了煤系地层的分布。

区域内小的断层也比较发育，与大断层伴生，走向 NE、近 SN 和 NW 都有，如 DF₁、DF₂、DF₄、DF₁₀、DF₅ 断层等，也为高角度正断层，落差大小不一，延伸长度不等，它们控制着小区域煤系地层的变化情况。

图 1-3-2 矿区构造位置示意图

三、岩浆岩

永城矿区岩浆活动比较频繁，以中生代燕山期岩浆活动最为剧烈，岩浆岩的分布与隆起和断裂关系密切，较大的侵入岩体基本上都分布于北东向或近东西向的背斜轴部。岩浆沿构造脆弱部位或背斜两翼软弱岩层侵入，其空间的展

布受构造控制。岩浆岩主要分布于永城背斜轴部、芒山～孔庄背斜轴部、胡桥至会亭一带。永城矿区有多个井田的煤系地层中发现岩浆侵入现象。岩浆岩常沿松软岩层或煤层侵入，对煤层的破坏和煤的变质作用影响较大，常使煤层变薄、分叉、吞蚀无煤，局部变质为天然焦。

岩浆岩多呈岩脉、岩席状展布，尤在下石盒子组地层中最为发育。而沿断裂侵入的岩浆岩则呈岩脉、岩枝和岩墙状，多发育在永城背斜轴部和两翼的煤系地层中。

区域内岩浆岩的种类较多，有辉长岩、辉绿岩、橄榄辉长岩、石英闪长岩、角闪闪长岩、闪长玢岩、煌斑岩、花岗斑岩等，多属浅成或超浅成岩。

四、地震

根据国家质量技术监督局发布的“中华人民共和国国家标准 GB18306—2015《中国地震动参数区划图》”，本区地震动峰值加速度为 0.05g，相应的基本烈度为Ⅵ度，其地震设防应为Ⅵ。

图 1-3-3 河南省地震动峰值加速度区划图

本矿区虽未有发生破坏性地震的历史记载，但自公元 925 年以来，邻区（东部）安徽省萧县、宿州市一带历史记载的强烈地震比较频繁，达 38 次之多。波及陈四楼煤矿的最大地震当属临沂～莒县间曾发生的 8.5 级强烈地震，影响到本区。其它有感地震也时有记载，危害性不大。

由于本区东距郯城—庐江地震带不远，该带频繁、剧烈的地震活动，可能波及和影响到本区，应引起一定重视。

根据国家质量技术监督局发布的“中华人民共和国国家标准 GB18306—2015《中国地震动参数区划图》”，本区地震动峰值加速度为 0.05g。根据中国区域地壳稳定性研究成果，参照 DZ/T 0097-1994《工程地质调查规范》（1:2.5 万~1:5 万）规定，评估区区域地壳稳定性属于稳定区。

五、水文地质

1 概况

区域地貌单元属华北冲积平原东南边缘部分，位于次一级淮河冲积平原的北部，黄河古道大堤的南侧。永城背斜东北部砀山、邵山、喜山、马山、土山、王山、周山及南部柏山一带寒武系、奥陶系地层及燕山期岩浆岩，以剥蚀低山残丘地貌形态孤立于平坦开阔的冲积平原之上。石炭二叠纪煤田被新生界第四系、新近系松散沉积物全部掩盖。燕山运动形成了古盆地雏形，基底大面积产生拗陷和隆起，古地形见古地貌形态十分复杂，在以下降为主震荡性升降运动的影响下沉积了不同厚度、不同时期的松散沉积物。以济阳—亳县断裂带为界，西部宁陵、商丘为东西向掩埋的古隆起，基底深度 400~800m；东侧夏邑、永城古隆起也相对抬起，基底深度由西向东逐渐变浅，安徽肖县一带基岩直接露地表。济阳—亳县断裂带之间，基底深度在 1500m，沉积物厚度变化总趋势是东部小于西部，永城背斜轴部较薄，大断裂带中心处最厚，矿区内复盖层厚度 51.30~545.70m，平均厚 312.97m，其厚度的变化受古地形、大地构造运动的强度与沉降幅度的制约，同时也控制着地下水的补给、径流与排泄，见图 5-1 区域水文地质图。

全区地势西北高，东南低，最高点砀山标高 156.80m，最低点沱河河床标高 26.00m，地面标高一般为 28~40m，区内自北向南分布的河流主要有：沱河、

浍河、包河、王引河等，皆属淮河水系，其水文特征是：直接受大气降水补给，动态变化大，雨季洪峰显著，水位猛涨，流量剧增，旱季常常干枯无水，水位、流量相差极为悬殊。各河流北西～南东向横贯平原后注入淮河。沱河发源于商丘市东北侧的响河流经勘查区，切割深度 5.0m 左右，最高水位标高 34.79m（1963 年），最大流量 $671\text{m}^3/\text{s}$ （1982 年），最低水位标高 27.64m（1982 年）；浍河发源于夏邑县业庙，流经永城市南部，据黄口水文观测资料，最高水位标高 31.52m（1965 年 7 月 15 日），最大流量 $398\text{m}^3/\text{s}$ （1965 年 7 月 14 日）。

区域内可采煤层露头均隐伏于新生界松散地层之下，上距地面 450m 左右，一般均有厚层且连续稳定的粘性土层相隔，成为天然的隔水屏障，因此地表水体对矿床开采无威胁。

图 1-3-1 区域水文地质图

2. 含、隔水层组特征

① 松散岩类孔隙含水层

自上而下含水层由新生界第四系全新统至新近系五个含水层组成，埋藏深度分别位于 0~35m、35~100m、100~150m、150~300m 及 300m 以深。浅部

属孔隙潜水，中深部为承压水，松散沉积物结构复杂，砂层沿水平方向连续性较差，常成透镜体状赋存。各含（隔）水层组相互交错重叠，使含水层岩性、厚度、水量等之间差异性很大。第四系全新统和新近系下部第二段两个砂层组最发育，富水性较强，单位涌水量 $0.0041 \sim 6.71 \text{L/s.m}$ ，地下水埋藏深度 $0.5 \sim 4 \text{m}$ 。永夏煤田西部，西南部为富水性良好的自流水区，是区域性具有供水意义的强含水层。浅层潜水的水质属 $\text{HCO}_3 - \text{Na} \cdot \text{Mg}$ 型，中深层承压水质属 $\text{HCO}_3 \cdot \text{SO}_4 - \text{Na} \cdot \text{Mg}$ 型。覆盖层底部的砂层松散孔隙承压水对开采浅部煤层有一定的充水影响。

② 砂岩裂隙含水层组

由二叠系石盒子组、山西组中细粒砂岩及燕山期岩浆岩组成。砂岩裂隙发育不均一，富水性差异明显。上石盒子组第二段底部 K6 中粗砂岩厚度一般为 14m ，漏水及冲洗液严重消耗钻孔较多，单位涌水量 0.627L/s.m ，渗透系数 2.33m/d ；上石盒子组第一段底部 K5 砂岩富水性不均一，淮北煤田刘桥矿、永城矿区新庄井田砂岩裂隙相对发育，单位涌水量也可达 $0.121 \sim 0.222 \text{L/s.m}$ 。下石盒子组三煤段及山西组二₂煤层顶板砂岩裂隙一般不发育，单位涌水量小于 0.1L/s.m ，富水性微弱，恢复水位缓慢，地下水以静储量为主的水文地质特征已为永城矿区葛店煤矿和淮北煤田各生产矿井排水资料所证实。岩浆岩裂隙水的单位涌水量小于 0.003L/s.m ，富水性不强，不会构成矿床充水的主要水源。水化学类型以 $\text{SO}_4 - \text{Na}$ 、 $\text{SO}_4 \cdot \text{Cl} \cdot \text{HCO}_3 - \text{Na} \cdot \text{Ca} \cdot \text{Mg}$ 和 $\text{Cl} \cdot \text{HCO}_3 - \text{Na}$ 型水为主。

③ 灰岩岩溶裂隙含水层组

含水层为石炭系太原组灰岩和奥陶系灰岩。太原组灰岩共 12 层，总厚 $40 \sim 50 \text{m}$ ，其中 L8、L2 灰岩沉积厚度稳定，岩溶较发育，富水性较强，静水压力传递快，裂隙发育程度和渗透性能沿垂直方向向下逐渐减弱，具有非均质各向异性。邻区淮北煤田朱仙庄矿水源井，单位涌水量高达 14.31L/s.m ，水质良好，水质类型属 $\text{HCO}_3 \cdot \text{SO}_4 - \text{Ca} \cdot \text{Mg}$ 型，矿化度小于 1g/L 。永夏煤田基岩被复盖层掩盖，灰岩富水程度降低，单位涌水量可达 2.87L/s.m ，矿化度 $2 \sim 3 \text{g/L}$ ，水质类型属 $\text{SO}_4 - \text{Na}$ 型。

奥陶系灰岩含水层由石灰岩、白云质灰岩、白云质大理岩、大理岩组成，含丰富的岩溶裂隙水。区外灰岩裸露区，富水性极强，单位涌水量 $5 \sim 20 \text{L/s.m}$ ，

矿化度小于 0.5g/L，水质类型属 $\text{HCO}_3-\text{Ca}\cdot\text{Mg}$ 型。复盖层掩盖区，富水性减弱，水质复杂，单位涌水量可达 0.704L/s.m，矿化度增至 1~3g/L，水质类型属 SO_4-Na 型。永城背斜南部大王庄铁矿灰岩浅埋区，单位涌水量 3.15L/s.m。

④ 隔水层组

新生界松散沉积物和各含水层组之间普遍有粘土、亚粘土等塑性土石分布，其中以埋藏深度 100~150m 及 300m 以下的两层较稳定，砂层厚度沿水平或垂直方向上变化较大，局部地段仍存在地下水越流交替的可能。二叠系各含水层之间赋存有厚度大，分布稳定的泥岩、砂质泥岩、粉砂岩、铝土泥岩等泥质岩石，为华北型二叠系煤田中区域性良好隔水层，正常情况下各含水层之间无水力联系。太原组第一层 L12 灰岩距离山西组二₂煤层底板 50m 左右，其间隔水层由海相泥岩、粉砂岩、细砂岩等组成，一般情况下可起到一定的隔水作用，但在其他地质因素、高承压岩溶水或采矿影响下，可诱发底板灰岩水突出。

3. 区域地下水补给、径流与排泄

大气降水下渗是浅层孔隙潜水的主要补给来源，其次洪水期河水上涨或河流上游建闸蓄水抬高水位后，地表水将补给地下潜水。径流方向自西北流向东南。本区浅层潜水循环交替条件良好，动态变化较大，变幅值 1~4m，蒸发和人工开采是主要排泄方式；其次为径流排泄和越流补给下部深层地下水，潜水的水力坡度约为 1/5000，自西北向东南径流排泄迟缓，径流排泄量不大。平水期、枯水期浅层地下潜水补给河水。深层水补给来源主要有二个方面：冲积平原分布面积较大，区域地下水侧向补给区内；局部地段粘土隔水层变薄或尖灭后，上部地下水越流补给下部地下水；径流方向为北西-南东向，以潜流方式排泄于上部地下水或地表水体之中。近年来，由于人工开采地下水的规模不断扩大，大量消耗储量，地下水位逐年下降，人工开采成为地下水的主要排泄方式，地下水用于灌溉、水源。

永夏煤田的基岩受区域边界断层切割，使之形成断块，构成封闭~半封闭的碎屑岩裂隙水和岩溶裂隙水系统。

碎屑岩裂隙水主要在裸露区接受大气降水和地表水的补给，其次是在新生界地层覆盖区的底部松散孔隙水在局部沿风化裂隙带或采空裂隙带补给碎屑岩裂隙水。矿井长期排水是碎屑岩裂隙水主要排泄方式。

区域上岩溶裂隙水的水力联系不密切，侧向补给困难，加之厚达 51.30～545.70m 的新生界松散沉积物的覆盖，难以接受大气降水和地表水的补给，仅在局部地段接受地下水的越流补给。故地下水径流条件差，富水性中等，地下水年变幅很小。

六、工程地质

据勘查钻孔地质资料与生产井巷地质资料（详见表 1-3-3）统计显示：二₂煤层直接顶岩性一般是层状砂质泥岩、泥岩，基本顶是砂岩，局部相变发育砂质泥岩。个别地段直接顶不发育，局部发育泥岩、炭质泥岩伪顶，单层厚度 0～2.88m，易垮落。直接底是层状砂质泥岩、泥岩、炭质泥岩，局部相变发育粉砂岩，基本底是砂岩。三维地震勘探及生产揭露，井田小断裂较多，井巷工程揭露岩层裂隙不很发育，多为闭合型，且多被方解石或粘土充填。

表 1-3-3 2015～2020 年生产工程揭露顶底板岩性统计表

工作面名称	顶板岩性		底板岩性		普氏系数 (f, 直接/基本)
	直接顶	基本顶	直接底	基本底	
MZ201	泥岩	细粒砂岩	泥岩	中细粒砂岩	2～3/5～7.5
2515	砂质泥岩	中细粒砂岩	泥岩	细粒砂岩	2～3/4～6
2509	砂质泥岩	细粒砂岩	炭质泥岩	细粒砂岩	1～3/3～4
2801	砂质泥岩	砂质泥岩	泥岩	中粒砂岩	3～5
2802	泥岩	中粒砂岩	泥岩	细粒砂岩	3～5
2803	泥岩	中粒砂岩	泥岩	细粒砂岩	3～5
21008	砂质泥岩	中粒砂岩	砂质泥岩	细粒砂岩	局部沉积泥岩伪顶， 2～3/4～6
21011	砂质泥岩	中细粒砂岩	砂质泥岩， 局部粉砂岩	中细粒砂岩	局部沉积炭质泥岩 伪顶，2～3/4～6
21012	泥岩	细粒砂岩	砂质泥岩	细粒砂岩	2～3/4～6
21015	砂质泥岩	中细粒砂岩	砂质泥岩	中细粒砂岩	局部直接顶不发育， 2～3/4～6
21212	砂质泥岩	细粒砂岩	砂质泥岩	细粒砂岩	2～3/5～7.5
21214	砂质泥岩	中粗粒砂岩	砂质泥岩	细粒砂岩	2～3/5～7.5
21702	砂质泥岩	细粒砂岩	泥岩	细粒砂岩	2～3/4～6

表 1-3-4 煤层顶底板物理力学试验成果表

煤层名称			三 ₄		三 ₂ ²		二 ₂			
顶底板岩石名称			顶	底	顶	底	顶		底	
			泥岩	泥岩	细砂岩	砂质泥岩	泥岩	中砂岩	泥岩	细砂岩
物理性质	含水量（%）		2.10	2.00	1.12	1.80	1.78	0.82	1.43	0.92
	容重		2.59	2.60	2.67	2.59	2.54	2.59	2.58	2.62
	比重		2.68	2.74	2.73	2.69	2.68	2.73	2.67	2.67
	孔隙率（%）		5.60	6.90	3.55	5.45	6.45	6.00	4.70	4.23
	吸水率（%）				0.30					1.88
抗剪强度 (MPa)	正应力	30°	2.5		9.1			4.25		4.25
	剪应力		4.3		15.7			7.3		7.3
	正应力	45°	7.2		31.4	25.4	22.0	10.6	22.2	10.6
	剪应力		7.2		31.4	25.4	22.0	10.6	22.2	10.6
	正应力	50°			31.2	16.4	15.5		14.9	
	剪应力				37.2	19.5	18.5		17.7	
	正应力	55°			18.9	8.8	9.2		9.9	
	剪应力				27.0	12.5	13.1		14.2	
内摩擦角		32°		28°22′	38°17′	35°	35°	32°28′	23°17′	32°
凝聚力系数		28		138	60	72	31	80	42	28
抗压强度 (MPa) (自然状态)	平均	38.7	40.1	97.8	430	36.7	75.0	26.1	51.0	38.7
	变异范围	32.1	32.4	41.9	30.6	35.9	28.9	20.7	16.8	32.1
		~ 41.0	~ 45.8	~ 197.9	~ 65.7	~ 37.5	~ 128.0	~ 40.2	~ 98.2	~ 41.0
普氏硬度系数		3	4	4.50	2.80	3.70	5.75	2.60	3.35	普氏硬度系数
抗拉强度 (MPa)	平均		14	34.10	17.30	13.0	36.10	17.40	23.65	抗拉强度 (MPa)
	变异范围		8~24	36.80~ 40.00	15.90~ 18.60	5~16	14.00 ~ 58.80	11.30 ~ 21.20	15~40	

表 1-3-5 二₂煤及顶板岩石物理力学参数测试成果表

岩石名称	2707 工作面 二 ₂ 煤		直接顶 炭质泥岩		直接顶 细砂岩		底板 砂质泥岩		基本顶 粗粒砂岩	
测试项目	最小 ~ 最大	均值	最小 ~ 最大	均值	最小 ~ 最大	均值	最小 ~ 最大	均值	最小 ~ 最大	均值
波速 (m/s)	1260 ~ 2053	1683	1489 ~ 3713	2730	4088 ~ 4792	4414	3592 ~ 3787	3694	3258 ~ 3735	3521
视密度 (kg/m ³)	1342 ~	1463	2365 ~	2530	2596 ~	2655	2630 ~	2705	2724 ~	2746

表 1-3-5 二₂煤及顶板岩石物理力学参数测试成果表

岩石名称	2707 工作面 二 ₂ 煤		直接顶 炭质泥岩		直接顶 细砂岩		底板 砂质泥岩		基本顶 粗粒砂岩	
	1685		2704		2734		2795		2783	
抗拉强度 (MPa)			0.035 ~ 0.70	0.425	0.79 ~ 1.727	1.288	0.19 ~ 0.925	0.788	0.94 ~ 2.06	1.367
抗压强度 (MPa)	3.67 ~ 16.26	10.71	7.965 ~ 71.45	34.67	41.33 ~ 82.86	57.91	26.93 ~ 46.01	34.30	49.4 ~ 139.68	92.0
弹性模量 (GPa)	1.70 ~ 2.96	2.39	1.54 ~ 21.64	6.22	19.98 ~ 40.93	28.23	3.021 ~ 19.097	11.95	13.9 ~ 42.16	23.5
变形模量 (GPa)	0.87 ~ 2.30	1.98	0.925 ~ 10.75	4.01	9.26 ~ 21.76	14.60	3.430 ~ 12.00	8.17	8.21 ~ 24.01	14.5
泊松比	0.20 ~ 0.368	0.274	0.189 ~ 0.382	0.250	0.22 ~ 0.327	0.247	0.153 ~ 0.347	0.245	0.21 ~ 0.292	0.26
普氏系数	0.4 ~ 1.6	1.1	0.8 ~ 7.1	3.47	4.1 ~ 8.3	5.79	2.7 ~ 4.6	3.43	4.9 ~ 14.0	9.2
坚固系数	0.67 ~0.88	0.775								
粘结力 (MPa)					16.747		11.104		24.656	
内摩擦角 (°)					40.8		33.7		36.7	

据地勘时期钻孔及煤矿生产期井下钻孔的物理力学性质试验结果（表 1-3-3~4），砂岩类极限抗压强度一般大于 60MPa，泥岩类一般大于 30MPa，普氏系数 2~6（个别地段砂岩可达 14），岩石等级 2~6 级，属于强度中等~弱的顶、底板。

矿井二₂煤层顶底板较平整，仅局部凹凸不平，顶板裂隙不很发育；二₂煤层倾角一般在 5°~15°之间，属缓倾斜煤层，仅在断层及褶曲倾伏端煤层倾角较大；矿井开采二₂煤层期间无冲击地压危险，偶有陷落柱及天窗威胁，目前地温正常；二₂煤层煤尘无爆炸性，且为不易自燃煤层。其他开采条件地质类型综合评定为中等类型。

七、矿山及周边人类工程活动情况

除矿山开采外，井田范围内及周边涉及乡镇，行政村、自然村；主要人类工程活动为农业耕作、道路建设等。

八、矿山地质环境

矿山开采建设对矿山地质环境的影响主要为：开采活动引发的地面塌陷等地质灾害、含水层破坏、地形地貌景观破坏和水土环境污染。

现状条件下，矿区已形成采空塌陷区，沉陷影响范围 3308.52hm²，已治理面积 849.28hm²，李古同塌陷区 197.23hm² 因治理后形成池塘不符合基本农田保护政策，工程处于停工状态，目前正对基本农田进行调整，划为本方案中已塌陷未治理区域。其余均为轻、中度塌陷区域，面积 2262.01hm²，塌陷区上方以耕地及村庄为主。塌陷区位于矿区北部、南部，该区域地面塌陷及地裂缝，发生规模中等且发生的可能性大，地面塌陷危险性大；

通过野外调查发现并结合陈四楼煤矿布设的观井资料和水文观测点数据，矿山开采对二煤层顶底板砂岩含水层水位的影响严重，由于煤矿下组煤尚未开采，对石炭系层间灰岩岩溶裂隙含水层、奥灰含水层水位影响较轻，因此，采矿活动对含水层影响程度较严重；采空塌陷对地形地貌景观破坏程度较严重；工业场地对地形地貌景观破坏程度较严重；根据浸出毒性试验结果，该矿煤矸石属于一般工业固体废弃物，由汽车、铁路外运，一部分售于企业用于制砖，一部分售于企业用于道路修整，矸石排放其对地形地貌景观影响程度较轻。

第四节 土地资源

一、土地利用现状

矿区土地利用现状图由宜阳县自然资源局提供，将矿区及主体工程与其进行套合，得出矿区范围内土地利用现状，见表 1-4-1 土地利用现状表和土地利用现状图 1-4-1。矿区内土地面积共计 6168.54 hm²，旱地占较大比重，其次是水浇地和农村宅基地等。

表 1-4-1 矿区土地利用现状表

一级地类		二级地类		面积 (hm ²)	占总面积比例（%）	
01	耕地	0102	水浇地	1514.14	24.55	69.5
		0103	旱地	2772.74	44.95	
02	园地	0201	果园	36	0.58	0.58
		0204	其他园地	0.03	0.00	
03	林地	0301	乔木林地	143.76	2.33	3.29
		0307	其他林地	59.08	0.96	
04	草地	043	其他草地	6.26	0.10	0.10
05	商业服务业用地	05H1	商业服务业设施用地	7.41	0.12	0.19
		0508	物流仓储用地	4.44	0.07	
06	工矿用地	0601	工业用地	106.23	1.72	2.67
		0602	采矿用地	58.39	0.95	
07	住宅用地	0702	农村宅基地	478.06	7.75	7.75
08	公共管理与公共服务用地	08H1	机关团体新闻出版用地	2.89	0.05	0.30
		08H2	科教文卫用地	11.49	0.19	
		0809	公共设施用地	0.96	0.02	
		0810	公园与绿地	0.93	0.02	
		0810A	广场用地	1.31	0.02	
09	特殊用地			7.18	0.12	0.12
10	交通运输用地	1001	铁路用地	7.32	0.12	2.82
		1003	公路用地	26.84	0.44	
		1004	城镇村道路用地	25.17	0.41	
		1005	交通服务场站用地	1.86	0.03	
		1006	农村道路	112.43	1.82	
11	水域及水利设施用地	1101	河流水面	41.93	0.68	11.7
		1104	坑塘水面	278.05	4.51	
		1104A	养殖坑塘	167.59	2.72	
		1107	沟渠	133.93	2.17	
		1109	水工建设用地	100.14	1.62	
12	其他土地	1201	空闲地	0.04	0.00	1.0
		1202	设施农用地	61.94	1.00	
合计				6168.54	100.00	100.00

图 1-4-1 矿区土地利用现状图

二、土地利用权属

矿区土地利用主要涉及顺和镇、陈集镇、薛湖镇、演集街道、沱滨街道、崇街道法寺街道，土地权属清晰、权属无争议。见表 1-4-2。

表 1-4-2 矿区土地权属表 单位: hm²

权属		耕地 01		园地 02		林地 03		草地 04	商业服务业用地 05		工矿用地 06		住宅用地 07	公共管理与公共服务用地 08					
县市 乡镇	行政村	水浇地 0102	旱地 0103	果园 0201	其它园地 0204	乔木林 地 0301	其他林 地 0307	其他草 地 0404	物流仓 储用地 0508	商业服务业设 施用地 05H1	工业用 地 0601	采矿用 地 0602	农村宅基 地 0702	公用设施 用地 0809	公园与绿地 0810	广场用地 0810A	机关团体 新闻出版 用地 08H1	科教文卫 用地 08H2	
薛湖	班寨村	0.77	118.83	0	0	0.75	0	0	0.03	0.27	0.04	0	10.66	0	0	0	0	0.10	
	董阁村	0	4.17	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	
	薛沟	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	
	张白元	0.38	38.34	0	0	0.97	0	0	0	0.27	0	0	5.72	0	0	0	0	0	
陈集镇	朱寨村	0	16.47	0	0	1.15	0.30	0	0	0.02	0.62	0	0.66	0	0	0	0	0.03	
	陈集村	0.99	5.6	0	0	1.38	5.78	0.07	0	1.75	1.57	0	16.35	0.39	0	1.12	0.28	2.36	
	陈双楼村	105.16	0.58	0.52	0	0.55	0	0.11	0	1.82	3.97	0	16.62	0	0	0	0.42	0.25	
	大朱庄村	0.20	0	0	0	0	0.13	0	0	0.42	0.56	0	0	0	0	0	0	0	
	戴井村	6.27	154.16	0.21	0	4.51	4.07	0.09	0.06	0.11	8.76	0	32.61	0	0	0	0.04	0.17	
	高口村	136.60	58.81	1.06	0	9.59	1.50	0	0.06	0	0.97	0	25.38	0.02	0	0	0.12	0.51	
	韩松园	131.03	4.56	0.12	0	4.99	0.88	0.37	0.06	1.77	0.09	35.74	26.53	0	0	0.39	0.19	1.24	
	汉臣村	3.36	184.74	0.28	0.03	2.87	0.22	0.05	0.11	0.53	6.22	0.23	27.37	0.04	0	0.17	0.09	0.23	
	胡井村	0.93	96.54	0	0	3.90	0.22	0	0	0.04	1.73	0	13.86	0	0	0	0	0.08	
	李古同村	0.30	174.91	0	0	2.29	0.14	0	0	0	1.18	0	14.88	0	0	0	0.07	0.39	
	李香村	0.90	119.65	0	0	7.88	0.12	0	0	0	0	0.44	0	6.18	0	0	0	0.06	0
	练花园村	13.19	83.17	0.16	0	1.35	0.01	0	0	0	0	1.88	0.98	7.38	0	0	0	0	0
演集街道	练楼村	34.61	1.09	0	0	0.51	0.63	0.24	0.04	0.38	0.11	17.32	7.27	0.04	0	0	0.07	0.24	
	练油坊村	89.05	18.68	0	0	1.49	0.28	0	0.01	0	2.09	0	5.95	0.30	0	0	0	0.05	
	芦庄村	221.48	10.91	5.97	0	10.45	1.18	0.09	0.35	0.15	0.76	0	23.82	0.01	0	0	0.33	0.02	
	马古同村	4.52	47.21	0.09	0	0.98	0.15	0	0	0.55	29.06	0	10.23	0.02	0	0.026	0.25	0.06	
	赵楼	10.98	198.54	0.26	0	12.44	14.52	0	0.12	0	1.90	0	21.28	0.02	0	0	0.10	0.44	
	朱小庄村	0	1.21	0	0	0	0	0	0	0.62	0.12	0	0.19	0	0	0	0	0	
	武庄村	0	4.51	0.06	0	1.38	2.04	0.04	5.42	0.39	4.02	0	1.64	0.05	0	0	0.51	0	

沱 滨、 崇法 寺街 道	天齐村	0	0.27	0	0	0	0	1.23	0	0	0.07	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
	戚庄村	0	17.73	0.17	0	0.22	0.36	0	0	0.67	0.03	2.49	1.54	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0.19	
	八里庙村	0.0	130.62	0	0	4.77	0.05	0	1.40	0.29	3.84	0	19.12	0	0	0	0	0	0.06	0.07				
	北郝村	0	237.7	0.48	0	5.24	0.87	0	0	0	0.32	0.19	18.42	0.05	0	0	0	0.04	0.58					
	程楼村	0	5.5	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0.03	0	0	0	0	0	0.00					
	冯寨村	25.76	90.83	12.24	0	0.29	1.55	0.13	0.34	2.67	0.49	0	0.95	0.12	0	0.33	0	0.001						
	高玉楼村	0.17	145.09	0	0	2.09	0.2	0	0	0	0	0	12.26	0	0.22	0.18	0.17	0						
	李林村	0	0.81	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0						
	李庄村	13.32	266.96	0.94	0	7.50	2.08	0	0	0	0.33	0	24.71	0.13	0	0	0.15	0.47						
	任楼村	0	6.65	3.18	0	0	0	0	0	0	0.45	0	0.08	0	0	0	0	0						
	余庙	0.25	113.46	0.84	0	0.38	4.77	3.71	0.27	0	0.91	0	12.74	0.02	0	0	0.08	0.64						
	张大庄	0.22	162.47	6.25	0	5.42	0.33	1.62	0.10	0	0.44	0.35	19.18	0.07	0.71	0	0.15	1.36						
	张楼	0	172.68	0.08	0	6.22	2.14	0	0	0	0.08	5.29	5.90	0.13	0	0	0	0						
	韩沟	0.76	0.34	0	0	3.67	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0						
	高余庄村	0	64.67	0	0	0.59	0	0	0	0	0	0	5.05	0	0	0	0	0						
	东街村	0.31	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0						
顺和 镇	高双庙	85.76	1.23	0.88	0	2.37	0.19	0	0.06	0.09	3.03	0	10.26	0.02	0	0	0	0.14						
	高双庙村	18.14	1.60	0	0	0.04	0	0	0	0	0	0	3.78	0	0	0	0.05							
	高新庄村	174.00	35.18	0.34	0	14.01	0.68	0	0.34	0.10	6.00	0	28.59	0	0	0	0.13	0.42						
	韩庄村	61.52	31.60	1.07	0	9.21	0	0	0.04	0.06	2.21	0	10.49	0	0	0	0.15	0.05						
	姬庄村	118.46	20.31	0.43	0	7.22	0.49	0	0.12	0.15	3.10	0	18.75	0	0	0	0.19	0.05						
	梁庄村	75.12	7.84	2.21	0	3.19	0	0	0	0	0.78	0	6.28	0	0	0	0	0						
	平房村	122.54	41.23	0.91	0	8.23	0.20	0	1.06	0	20.64	0	32.88	0	0	0	1.81							
	王庄村	68.22	5.70	0.20	0	1.13	0	0	0	0.01	0	0	8.68	0	0	0	0	0						
	西街村	4.42	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0						
	张庄	2.50	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0						
	赵洼村	0.26	0.22	0	0	0.07	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0						
	赵营村	48.31	2.00	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0.28	0	0	0	0	0						
	赵庄埠村	16.64	12.36	0	0	1.34	6.53	0	0	0.10	1.78	0	10.40	0	0	0	0.14	0						
	合计	1597.40	2919.25	38.94	0.03	152.65	73.83	6.52	9.99	13.30	110.53	62.58	524.96	1.43	0.93	2.46	3.81	11.99						

续表 7-7-2 复垦责任范围土地权属表单位：hm²

权属		特殊用地 09	交通运输用地 10					水域及水利设施用地 11					其他用地 12			合计
县乡镇	行政村		铁路用地 1001	公路用地 1003	城镇村道路用地 1004	交通服务场站用地 1005	农村道路 1006	河流水面 1101	坑塘水面 1104	养殖坑塘 1104A	沟渠 1107	水工建筑用地 1109	空闲地 1201	设施农用地 1202	裸土地 1206	
薛湖镇	班寨村	0.1	0	1.52	0.13	0	2.21		0.99	0	5.52	0	0	1.07	0	142.81
	董阁村	0	0	0.02	0	0	0.02	0	0	0	0.06	0	0	0	0	4.27
	薛沟	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1.34	0	0	0	0	1.34
	张白元	0	0	0.48	0.16	0	0.63	0	0.86	0	1.84	0	0	0.06	0	49.70
陈集镇	陈集村	0	0	0.83	1.78	0.17	0.89	0	0	0	0	0	0	0.05	0.67	41.99
	陈双楼村	0.19	1.71	2.00	0.79	0	3.01	5.10	3.48	0	1.19	0	0	0.45	0	147.92
	大朱庄村	0	0	0	0.13	0.16	0.01	0	0	0	0	0	0	0	0	1.61
	戴井村	0.04	2.93	1.94	2.15	0	3.84	4.81	05.11	0	0.98	0	0	1.31	0	234.16
	高双庙村	0.04	0.66	0.34	0.62	0	1.58	0	2.70	0	0.01	0	0	0.20	0	110.17
	韩松园	0	0	1.08	2.98	0.35	4.20	0	9.89	2.77	13.14	0	0	3.91	0	246.27
	汉臣村	0.44	0	1.21	1.42	0	5.29	3.68	1.42	7.77	6.92	14.22	0	2.03	0	269.53
	胡井村	0.33	3.01	0.85	0.99	0	2.70	0	3.28	0	1.33	0	0	0.46	0	130.26
	李古同村	0.61	0	0	0.93	0	4.83	0	3.73	0	4.06	0	0	1.16	0	209.49
	李香庄	0.26	0	0	0.49	0	3.01	0	14.60	15.33	1.88	0	0	3.14	0	173.93
	练花园村	0	0	0	0.31	0	2.40	0	2.66	0	2.74	0	0	1.18	0	117.40
	练楼村	0.16	0	2.31	0.65	8.25	0.70	0	20.80	0	1.10	0	0	0.21	0	96.70
演集街道	练油坊村	0.10	0	0.58	0.21	0	2.56	0	4.77	18.71	3.69	0	0	4.37	0	152.89
	芦庄村	0.38	0	0.91	1.54	0	5.96	2.57	11.00	0	4.21	11.64	0	6.33	0	320.07
	马古同村	0.22	0	1.11	0.64	0	2.01	0	1.78	0	1.12	0	0	0.71	0	100.99
	赵楼	0.39	0	0.73	1.39	0	6.86	3.72	13.52	0	10.68	13.82	0	1.33	0	313.06
	朱寨村	0	0	0.11	0.05	0	0.30	0	0.10	0	0.13	0	0	0.02	0	19.95
	朱小庄村	0	0	0.52	0	0	0	0.76	0	0	0	0	0	0.08	0	3.51
	武庄村	0	0	3.87	0.03	0	0.98	5.11	0.24	0	0.09	0	0	0.08	0	50.45
道	天齐村	0	0	1.39	0	0	0.01	3.12	0	0	0.24	0	0	0	0	6.32
	戚庄村	0	0	0	0.05	0	0.62	0	12.21	0	0.71	0	0	0	0	37.01

沧滨、 崇法寺 街道	八里庙村	0.09	0	0	1.03	0	3.45	4.12	38.98	0	5.74	3.54	0	0.56	0	217.77	
	北郝村	0.12	0	0.46	0.51	0	8.45	4.99	21.81	0	9.57	16.62	0	0.58	0	328.57	
	程楼村	0	0	0	0	0	0.09	0.51	1.27	0	0.75	1.00	0	0.13	0	9.28	
	冯寨村	0.62	0	0.86	0	0.15	4.36	3.70	5.24	63.77	3.03	2.01	0	17.51	0	236.93	
	高余庄村	0.09	0	0.11	0.52	0	0.82	2.12	1.09	0	1.59	5.92	0	0	0	82.59	
	高玉楼村	0.08	0	0	0.74	0	2.69	3.26	2.44	0	2.55	10.51	0	0.2	0	182.82	
	李林村	0	0	0	0	0	0	0.45	0	0	0	0.79	0	0	0	2.06	
	李庄	0.22	0	0.91	0.91	0	6.91	0	6.94	1.4	9.87	0	0	2.28	0	346.02	
	任楼村	0	0	0	0.01	0	0.70	0	0	4.50	0.67	0	0	0.39	0	16.63	
	余庙	0	0	0	0.49	0	3.85	0	33.56	9.82	1.79	0	0	3.30	0	190.90	
	张大庄	0	0	0.21	1.98	0	4.89	0	16.71	27.10	3.83	0	0	3.14	0	256.54	
	张楼	0.31	0	0.79	0	0	5.19	1.71	25.99	33.31	2.52	1.22	0	2.56	0	266.11	
	韩沟	0	0	0.05	0	0	0	10.37	0	0	0	25.97	0	0	0	41.17	
	赵洼村	0	0	0.01	0	0	0.01	0	0	0	0.02	0	0	0	0	0.59	
	赵营村	0.04	0	0	0	1.36	0	0	0	0	1.79	0	0	0.10	0	53.88	
	赵庄埝村	0.15	0	0.30	0.31	0	1.30	0	1.76	0	1.67	0	0	1.25	0	56.02	
	张庄	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0.07	0	0	0	0	2.56	
	西街村	0	0	0.30	0	0	0.04	0	0	0	0	0	0	0	0	4.77	
	王庄村	0.22	0	0	0.39	0	1.31	0	0	0.30	0	2.30	0	0	0.07	0	88.54
	顺和镇	平房村	0.24	0	1.73	1.73	0	3.27	0	6.14	0	5.11	0	0	1.62	0	249.35
梁庄村		0.09	0	0	0.09	0	1.69	0	0.86	0	2.83	0	0	0.01	0	101.00	
姬庄村		0.18	0	3.81	0.72	0	3.09	0	3.94	0	4.02	0	0.04	0.21	0	185.28	
韩庄村		0	0	2.42	0.53	0	2.28	0	1.48	0	2.39	0	0	0.51	0	126.62	
高双庙村		0.20	0	0.07	0.12	0	0.22	0	0.39	0	0.47	0	0	0.03	0	25.10	
高新庄村		0.41	0	0	0.61	0	4.19	0	4.98	0	5.89	0	0	1.55	0	277.43	
高口村		0.22	0	0.66	0.53	0	4.73	0	3.84	0	9.45	0	0	0.36	0	254.43	
东街村		0	0	0	0	0	0.002	0	0	0	0	0	0	0	0	0.31	
合计	7.24	8.32	34.49	28.67	9.08	119.52	60.11	297.20	176.71	140.61	107.27	0.04	64.54	0.67	6168.54		

第五节 矿山开采历史及生产现状

一、矿山开采历史

陈四楼煤矿于 1985 年 3 月立项，1986 年 5 月，国家计委以计[1986]第 722 号《关于河南省永城矿区总体设计批复》立项。1987 年 3 月河南省（郑州）煤矿设计研究院编制矿井初步设计，1987 年 8 月由原煤炭工业部以（87）煤基字第 442 号文审查批准该设计。1989 年矿井被列为国家“八五”、“九五”重点建设项目。1990 年 7 月 26 日正式开始建设，1997 年 11 月 6 日投产，矿井设计生产能力 240 万吨/年，2020 年陈四楼煤矿根据《全省正常生产“两类”煤矿重新核定生产能力结果的公示》，核定生产能力 450 万吨/年。现有采矿证上生产能力为 240 万吨/年。

矿井采用立井单水平上下山开拓方式，水平标高-440m，分南北两翼开采。采煤方法为倾斜长壁后退式采煤法和走向长壁后退式采煤法；采煤工艺为综合机械化开采，一次采全高，全部垮落法管理顶板；掘进工作面采用综合机械化掘进；机械抽出式通风，分级排水。矿井现开采二₂煤层，二₂煤层赋存于山西组中部，二₂煤层可采厚度 0.80~3.85m，平均 2.45m，属中厚煤层，层位稳定。

矿井可采煤层由下至上依次为二₂、三₁、三₂²、三₄煤层。目前矿井全部开采二₂煤层，三煤组尚未动用。二₂煤层共划分 17 个采区，南翼 9 个采区，分别为南 1 采区、南 3 采区、南 5 采区、南 7 采区、南 9 采区、南 11 采区、南 13 采区、南 15 采区、南 17 采区；北翼 8 个采区，分别为北 2 采区、北 4 采区、北 6 采区、北 8 采区、北 10 采区、北 12 采区、北 18 采区、北 20 采区。采区开采顺序本着先浅部后深部，先近后远的原则，目前矿井南翼南 1 采区、南 3 采区、南 5、南 7 采区、南 11 采区、南 13 采区、南 15 采区、南 17 采区基本已经回采完毕，生产采区为 9 采区；北翼北 2 采区、北 4 采区、北 10 采区、北 12 采区基本已经回采完毕，生产采区为 8 采区、北 12 采区，接替采区为北 6 采区和北 20 采区。

陈四楼煤矿开采至 2022 年 12 月底，累计开采面积 47043300m²，矿井现开采最低至-760m，开采最深标高至-860m，累计动用资源量 7627 万吨。矿井部分工作面回采后形成的采空区存在积水，采空区积水位置、积水范围和积水量随采掘工程的进展已定期补充填绘，截止 2022 年 12 月，矿井内共有积水区 33 处，其中以南翼分布的积水区有 18 个，北翼有 15 个，积水水压变化范围 0.018Mpa~2.56Mpa，积水量变化范围 552m³~485964m³。矿区内已开采区分布图详见 1-5-3 所示。

二、矿山开采现状

1. 矿山概况

陈四楼煤矿为立井单水平上、下山开拓方式，目前开采水平标高为-440m，分南北两翼开采，井底车场通过-440m 水平大巷与各个采区沟通。采区开采顺序本着先浅部后深部，先近后远的原则，目前矿井南翼南 1 采区、南 3 采区、南 5、南 7 采区、南 11 采区、南 13 采区、南 15 采区、南 17 采区基本已经回采完毕，生产采区为 9 采区；北翼北 2 采区、北 4 采区、北 10 采区、北 12 采区基本已经回采完毕，生产采区为 8 采区、北 12 采区，接替采区为北 6 采区和北 20 采区。

陈四楼煤矿现采煤方法采用综合机械化采煤，用刮板输送机和胶带输送机运煤、采用全部垮落法处理采空区。

主井净直径 5.0m，井深 499m，装备一对 23t 箕斗，担负全矿井的煤炭提升任务，兼进风任务，井筒内敷设有供水管、压风管、动力电缆、信号电缆；副井净直径 6.5m，井深 501m，装备一对 1.5t 双层 4 车多绳罐笼（一宽一窄），担负人员、设备、进风及其他辅助提升。井筒内布置有排水管、压风管、洒水管、动力电缆和信号电缆，安设梯子间，兼做矿井安全出口；中央风井净直径 5.0m，井深 408m，装备有梯子间，初期用于矿井中央采区回风，目前主要担负矿井进风任务，兼做安全出口；南风井净直径 5.0m，井深 366.5m，装备有梯子间、压风管、注浆管，主要担负矿井南翼采区回风任务，兼做安全出口；北风井净直径 5.0m，井深 462m，装备有梯子间、压风管、注浆管、瓦斯管，主要担负矿井北翼采区回风任务，兼做安全出口。

矿井采用混合式通风方式，主井、副井和中央风井进风，南风井和北风井回风，南风井和北风井各安装两台 FBCDZ№28/2×355 型轴流通风机，通风机运转良好，矿井可通过风机反转进行反风。局部通风采用机械压入式通风方式，风机采用 2BKJN0.5.6 型局部通风机。

陈四楼煤矿采用中央泵房集中排水，采区泵房将采区涌水排至井底水仓，再由井底泵房直接排至地面。中央泵房安设 9 台 MD580-60×9 型耐磨多级离心水泵，配套 1250kW、6kV 隔爆型电动机。排水管路共 3 趟 $\Phi 426\text{mm}$ 无缝钢管，沿副井井筒（两趟）及排水钻孔（一趟）敷设至地面，中央水仓容量为 10700m^3 。

2. 工业场地

陈四楼工业场地共有 3 个，分别为主副井工业场地、南风井工业场地、北风井工业场地。

（1）主副井工业场地

工业广场总占地面积 30.15hm^2 ，位于矿区中部，韩松园村北，紧邻省道 S201 公路。工业场地西部布置有采区办公楼、公寓楼、设备库、污水处理站、救护队训练场地、材料供应站及综合仓库等；中部和北部布置有主井、副井、井口房，提升机房，空气加热室，变电所，井下水处理站，生产消防给水系统，生活给水系统，水源井，110kV 变电站以及机修材料区，东部布置有风机、锅炉房、灌浆泵、污水处理站、矸石转载场地、后期煤仓及选煤厂等建筑物；北部布置有运煤铁路专用线、煤仓、洗选煤厂等建筑物。工业场地总平面布置见图 1-5-1，照片 1-5-2。

（2）南风井工业场地

南风井工业场地占地面积 0.76hm^2 ，位于矿区南部边界处，任庄内，海标砭业有限责任公司南侧。场地内设置有风压机房，南风井房，值班室等。

（3）北风井工业场地

北风井场地占地面积 1.3hm^2 ，位于汉臣村以北，宋庄西南侧。场地内设置有北风井房，瓦斯抽放站，操作室等。

照片 1-5-1 主井（左侧）及副井（右侧）

图 1-5-2 主副井工业场地布置图

图 1-5-3 陈四楼煤矿开采现状图

照片 1-5-3 南风井（左侧）及北风井（右侧）

图 1-5-4 南风井（左侧）及北风井（右侧）布置图

3. 选煤及矸石

（1）选煤厂

陈四楼煤矿选煤厂位于主副工业场地东部及西部，陈四楼煤矿选煤厂主要生产工艺采用跳汰浮选生产工艺，选煤厂选煤产品主要分为末原煤、末精煤、粒煤和块煤。2023 年商品煤回收率为 65.78%，其中末原煤回收率 22.06%，末精煤回收率 32.35%，中煤回收率 0%，洗中块回收率 0.74%，洗小块回收率 0%，洗粒煤回收率 5.56%，煤泥回收率 5.07%。煤泥、矸石产品通过销售综合利用率为 100%。选煤厂布置图详见 1-5-5。

（2）矸石堆

矸石堆位于主副工业场地东部及西北角，出入口处现有铁路、翻转笼房等。主副井排矸系统采用带式输送机运输矸石至矸石堆场，矸石堆场布置于选煤厂

东北角及洗选二厂的西南角。堆场均位于铁路附近且周围铺设道路，便于矸石运输。

配套辅助生产设施有机房、翻转笼房、绞车、煤仓、压滤厂房及带式输送机等。机房、翻转笼房位于矸石堆场西南角，绞车位于矸石堆场北部。

图 1-5-5 选煤厂布置图

图 1-5-6 矸石堆场位置图

三、相邻矿山分布与开采情况

矿井西南部与城郊煤矿 4 采区、6 采区及 10 采区相邻，采空区内均有积水。矿井边界距城郊煤矿老空积水区最近距离为 191m。矿井留设边界煤柱 40m。城郊煤矿采空区积水对陈四楼煤矿无影响。

矿井北部与顺和煤矿相邻，两矿之间以煤层露头和最大落差为 87m 的 F₁₁ 正断层相隔，陈四楼煤矿北部采掘区域距顺和煤矿边界最近距离约 1.7km，两矿井生产采掘活动互不影响。矿井范围内及周边无老窑。

(1) 城郊煤矿

城郊煤矿于 2003 年 10 月 11 日正式投产，设计生产能力 240 万吨/年，2009 年矿井核定生产能力 500 万吨/年。矿井南北长约 12km，东西宽约 11km，矿井面积 103km²，地理坐标为：东经 *****~*****，北纬 *****~*****，矿井开采标高-280m~-900m。

城郊煤矿现主采二₂煤层，煤层呈单斜形态分布，煤层倾角为 8~15°，矿井为煤与瓦斯突出矿井，水文地质类型为中等类型。目前与陈四楼煤矿相邻的 4、6 和 10 采区采掘活动均已结束。

（2）顺和煤矿

顺和煤矿于 2014 年 5 月 16 日正式投产，设计生产能力 60 万吨/年。矿井东西长约 10.7km，南北宽 2.2~5.0km，面积 34.38km²，地理坐标为：东经 ****~****；北纬 ****~****。

顺和煤矿现采二₂煤层，煤层倾角 6~15°，浅部煤层倾角较小，深部煤层倾角较大。矿井为煤与瓦斯突出矿井，水文地质类型为中等类型。目前顺和煤矿主要在西翼 4 采区进行采掘活动。

图 1-5-7 陈四楼煤矿与周边矿井关系图

第六节 编制依据

一、编制依据

依据包括法律法规、政策文件、规范性文件和技术资料四个方面。

1.法律、法规

(1) 《中华人民共和国矿产资源法》（2009 年 8 月 27 日，第十一届全国人民代表大会常务委员会第十次会议通过的《全国人民代表大会常务委员会关于修改部分法律的决定》修正）；

(2) 《中华人民共和国环境保护法》（中华人民共和国主席令第 9 号，2014 年 4 月修订）（中华人民共和国第十二届全国人民代表大会常务委员会第八次会议，2014 年 4 月 24 日修订通过）；

(3) 《中华人民共和国环境影响评价法》（2018 年 12 月 29 日，第十三届全国人民代表大会常务委员会第七次会议第二次修正）；

(4) 《中华人民共和国大气污染防治法》（2018 年 10 月 26 日，第十三届全国人民代表大会常务委员会第六次会议《关于修改〈中华人民共和国野生动物保护法〉等十五部法律的决定》第二次修正）；

(5) 《地质灾害防治条例》（国务院令第 394 号，2004 年 3 月 1 日）；

(7) 《河南省地质环境保护条例》（2012 年 3 月 29 日河南省第十一届人民代表大会常务委员会第二十六次会议通过）；

(8) 《中华人民共和国土地管理法》（2019 年 8 月 26 日第十三届全国人民代表大会常务委员会第十二次会议《关于修改〈中华人民共和国土地管理法〉、〈中华人民共和国房地产管理法〉的决定》第三次修正，自 2020 年 1 月 1 日起施行）；

(9) 《土地复垦条例》（中华人民共和国国务院，2011 年 2 月）；

(10) 《中华人民共和国土地管理法实施条例》（2021 年 4 月 21 日，《中华人民共和国土地管理法实施条例（修订草案）》通过）；

(11) 《中华人民共和国水土保持法》（中华人民共和国主席令第 39 号，2011 年 3 月修订）；

(12) 《中华人民共和国农业法》（中华人民共和国第十一届全国人民代表大会常务委员会第三十次会议于 2012 年 12 月 28 日通过，自 2013 年 1 月 1 日起施行）；

(13) 《基本农田保护条例》（2011 年 1 月 8 日《国务院关于废止和修改部分行政法规的决定》修订）；

(14) 《河南省实施《土地管理法》办法（第二次修正）》（2009 年 11

月 27 日)。

2.政策文件

(1) 国土资源部关于加强对矿产资源开发利用方案审查的通知“国土资发(1999) 98 号”下发的《矿产资源开发利用方案编写内容要求》;

(2) 《河南省自然资源厅关于开展矿产资源开采与生态修复方案编制评审有关工作的通知》(豫自然资发[2020]61 号);

(3) 《河南省自然资源厅关于矿产资源开采与生态修复方案评审有关事项的公告》(豫自然资公告〔2021〕4 号);

(4) 《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);

(5) 《矿山地质环境保护规定》(2019 年 7 月 16 日自然资源部第 2 次部务会议《自然资源部关于第一批废止修改的部门规章的决定》第三次修正);

(6) 《土地复垦条例实施办法》(2019 年 7 月 16 日自然资源部第 2 次部务会议《自然资源部关于第一批废止和修改的部门规章的决定》修正);

(7) 《全国生态环境保护纲要》(国务院发[2000]38 号);

(8) 《贯彻实施<地复垦条例>通知》(国土资发[2011]50 号, 2011 年 4 月);

(9) 《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);

(10) 环境保护部办公厅、国家发展和改革委员会办公厅关于印发《生态保护红线划定指南》的通知(环办生态[2017]48 号);

(11) 国土资源部《关于全面实行永久基本农田特殊保护的通知》(国土资规[2018]1 号);

(12) 《财政部、国土资源部、环境保护部关于取消矿山地质环境治理恢复保证金建立矿山地质环境治理恢复基金的指导意见》(财建【2017】638 号);

(13) 《河南省财政厅、河南省国土资源厅、河南省环境保护厅关于取消矿山地质环境治理恢复保证金建立矿山地质环境治理恢复基金的通知》(豫财环[2017]111 号);

(14) 河南省国土资源厅办公室《关于改进土地复垦方案审查工作的通知》(豫国土资办发[2018]9号)、河南省国土资源厅2016年6号文;

(15) 《财政部税务总局海关总署关于深化增值税改革有关政策的公告》(财税[2019]39号);

(16) 《国务院关于加强地质灾害防治工作的决定》(国发[2011]20号);

(17) 《河南省矿山地质环境治理恢复基金管理办法》(豫财环资〔2020〕80号);

(18) 《关于加快建设绿色矿山的实施意见》(国土资规[2017]4号)。

3.规范、规程

(1) 《煤矿安全规程》(2022年);

(2) 《煤炭工业矿井设计规范》(GB50215-2015);

(3) 《煤炭矿井防治水设计规范》(GB51070-2015);

(4) 《煤炭矿井防火设计规范》(GB51078-2015);

(5) 《煤矿井下消防、洒水设计规范》(GB50383-2016);

(6) 《建筑设计防火规范》(2018年版)(GB50016-2014);

(7) 《建筑物防雷设计规范》(GB50057-2010);

(8) 《矿山安全标志》(GB14161-2008);

(9) 《矿井通风安全装备标准》(GB/T50518-2020);

(10) 《爆破安全规程》(GB6722-2014);

(11) 《矿山电力设计标准》(GB50070-2020);

(12) 《煤矿瓦斯抽采工程设计标准》(GB50471-2018);

(13) 《建筑物、水体、铁路及主要井巷煤柱留设与压煤开采规范》(安监总煤装〔2017〕66号);

(14) 国家煤矿安全监察局发布的《煤矿防治水细则》(2018年);

(15) 《防治煤与瓦斯突出细则》(2019年);

(16) 《矿山救护规程》(AQ1008-2007);

(17) 《煤炭矿井制图标准》(GT/B50593-2010);

(18) 《煤矿绿色矿山建设规范》(DB41/T1669-2018);

(19) 《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 号附件)；

- (20) 《矿区水文地质工程地质勘查规范》(GB/T12719-2021)；
- (21) 《矿山土地复垦土壤环境调查技术规范》(DB41/T 1981-2020)；
- (22) 《耕地破坏鉴定技术规范》(DB41/T 1982-2020)；
- (23) 《地下水质量标准》(GB/T14848-2017)；
- (24) 《地表水环境质量标准》(GB3838-2002)；
- (25) 《岩土工程勘察规范》(GB50021-2001)；
- (26) 《地下水动态监测规程》(DZ/T0133-1994)；
- (27) 《地下水监测规范》(SL/T183-2005)；
- (28) 《中国地震动参数区划图》(GB18306-2015)；
- (29) 《土壤环境质量农用地土壤污染风险管控标准(试行)标准》

(GB15618-2018)；

- (30) 《造林技术规程》(GB/T15776-2023)；
- (31) 《区域地质图图例》(GB/T958-2015)；
- (32) 《矿山地质环境保护与恢复治理方案编制规范》(DZ/T0223-2011)；
- (33) 《土地复垦方案编制规程第 1 部分：通则》(TD/T1031.1-2011)；
- (34) 《土地复垦方案编制规程第 3 部分：井工煤矿》(TD/T1031.3—

2011)；

- (35) 《矿山土地复垦基础信息调查技术规程》(TD/T1049-2016)；
- (36) 《土地开发整理规划编制规程》(TD/T1011-2000)；
- (37) 《土地复垦质量控制标准》(TD/T1036-2013)；
- (38) 《土地开发整理项目规划设计规范》(TD/T1012-2016)；
- (39) 《土地开发整理项目验收规程》(TD/T1013-2000)；
- (40) 《开发建设项目水土保持技术规范》(GB50433-2008)；
- (41) 《河南省地方标准用水定额》(DB41/T385-2020)；
- (42) 中华人民共和国水利部《水土保持工程概(估)算编制规定》(水利部水总[2003]67 号)；

- (43) 《河南省土地开发整理工程建设标准》(豫国土资发[2010]105 号)；
- (44) 《河南省土地开发整理项目预算定额标准》(豫财综[2014]80 号)；

(45) 《河南省土地开发整理项目施工机械台班费定额》（豫财综[2014]80号）；

(45) 《河南省土地开发整理项目预算编制规定》（豫财综[2014]80号）。

(46) 《矿山地质环境监测技术规程》（DZ/T 0287-2015）

(47) 《矿山地质环境调查评价技术要求》（DB41/T 2278-2022）

(48) 《矿山土地复垦土壤环境调查技术规范》（DB41/T 1981-2020）

4.技术资料

(1) 设计委托书；

(2) 采矿许可证；

(3) 安全生产许可证；

(4) 河南龙宇能源股份有限公司生产地质报告；

(5) 河南龙宇能源股份有限公司水文地质类型报告；

(6) 永煤集团陈四楼煤矿煤尘爆炸危险性鉴定报告（报告编号：2010BZ0022）；

(7) 永煤集团陈四楼煤矿自燃倾向性鉴定报告（报告编号：2010HZ018）；

(8) 河南龙宇能源股份有限公司陈四楼煤矿为升级为煤与瓦斯突出矿井的批复；

(9) 《河南省永城市河南龙宇能源股份有限公司陈四楼煤矿煤炭资源储量核实报告》评审意见；

(10) 《河南省永城市河南龙宇能源股份有限公司陈四楼煤矿二〇二二年储量年度报告》；

(11) 《河南龙宇能源股份有限公司陈四楼煤矿矿山地质环境保护与土地复垦方案》（2019年2月）；

(12) 陈四楼煤矿矿区土地利用现状图；

(13) 《永城市国土空间总体规划（2021—2035年）》；

(14) 《陈集镇国土空间总体规划（2021—2035年）》；

(15) 《永城市耕地质量等别更新报告（2022年）》。

5.其他相关资料

(1) 《陈四楼塌陷区陈集镇中心社区上楼补偿协议》；

(2) 《河南省煤炭工业管理办公室关于全省合规生产煤矿按照重新确定产能组织生产的通知》（豫煤行〔2016〕84号）；

(3) 《全省正常生产“两类”煤矿重新核定生产能力结果的公示》；

(4) 河南龙宇能源股份有限公司陈四楼煤矿搬迁协议；

(5) 河南龙宇能源股份有限公司陈四楼煤矿矿山救护协议；

二、前期工作

接受河南龙宇能源股份有限公司陈四楼煤矿委托后，中赟国际工程有限公司针对该项目成立了项目组，项目组由具有中高级职称的采矿专业人员担任项目审核、项目负责，小组成员由地质、环境、生态等专业相关技术职称的技术人员组成，共7人。

2023年5月25~6月30日，进行了野外调查，野外调查采用1:5000地形地质图作为工作手图，同时参考井上井下对照图、土地利用现状图等图件展开，以GPS与罗盘相结合的方法进行定点，对矿山及周边区域进行调查。

调查内容主要有：地形地貌、地层岩性、岩土体特征、地质构造、水文地质及工程地质条件、矿山开采现状、矿产品需求现状、矿区土地利用现状、地貌景观、植被现状、地质灾害及隐患点、废弃物、生活设施建设等占用和破坏土地、植被资源现状等。同时收集了储量核实报告、矿山储量年度报告、技改设计、生产地质报告、水文地质类型划分报告、环境影响评估报告、土地利用现状图、地质环境保护与治理方案、土地复垦方案等资料，依据《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覆开采规范》、《矿山地质环境保护与恢复治理方案编制规范》、《土地复垦方案编制规程》等相关规范规程要求，编制了《河南龙宇能源股份有限公司陈四楼煤矿矿山矿产资源开采与生态修复方案》，本方案编制内容符合相关规范规程要求。

三、方案服务年限

根据《矿山地质环境保护与土地复垦方案编制指南》：生产矿山的方案适用年限原则上根据采矿许可证的有效期限确定。陈四楼煤矿采矿许可证有效期为自2004年7月12日至2034年7月31日，以2023年1月为起点开始计算，采

矿证的剩余许可年限约为 11.60a。

本方案以采矿许可年限为基础，考虑地下开采系统沉稳期 4.30 年，治理复垦 1.1 年，管护期 3 年，确定本方案服务年限为 20 年（2023 年 1 月-2042 年 12 月）。方案编制基准年为 2023 年。方案适用年限为 5 年，即 2023 年 1 月-2027 年 12 月。方案接续《河南龙宇能源股份有限公司陈四楼煤矿矿山地质环境保护与土地复垦方案》（2019 年 2 月编制，2023 年的治理和复垦工作计入本方案近期（2023 年 1 月-2027 年 12 月）计划。

由于方案服务年限长达 20 年，因此本方案的工程部署和费用估算过程分期进行，其中近期 5 年（2023 年 1 月-2027 年 12 月），工程部署较为详细，远期为 15 年（2028 年 1 月-2042 年 12 月），工程部署相对较粗。考虑到开采方式、位置、规模可能发生的变化及物价变化的不确定性，本方案在近期时限执行结束后，宜进行方案修编。

第七节 矿产品需求现状和预测

一、矿产品市场需求预测

从我国能源结构总体趋势看，根据 2017 年 6 月中国工程院发布的重大咨询项目“推动能源生产和消费革命战略研究（一期）”的成果，推动能源生产和消费革命将采取“三步走”方式。具体来说，第一步，2020 年以前，为能源结构优化期，实现化石能源消费清洁高效利用，力争 2020 年煤炭、油气、非化石能源消费比例达到 6:2.5:1.5；第二步，2021-2030 年，为能源变革期，实现能源消费显著优化和能源绿色低碳发展，力争 2030 年煤炭、油气、非化石能源消费比例达到 5:3:2；第三步，2031 年-2050 年，为能源革命定型期，形成新型能源体系，煤炭、油气、非化石能源消费比例达到 4:3:3。并预测，到 2020 年，一次能源供应能力为 48 亿吨标煤——其中国内生产能力为 41.5 亿吨标准煤；煤炭产能为 27.4 亿吨标准煤；石油产量为 2.2 亿吨原油（折合 3.1 亿吨标准煤）；天然气产能约为 2350 亿立方米（折合 3.1 亿吨标准煤）；核电产量为 1.4 亿吨标准煤；商品化可再生能源为 6.5 亿吨标准煤。到 2030 年，一次能源供应能力为 56 亿吨标煤——其中国内生产能力为 46.9 亿吨标准煤；煤炭产能为 25.5 亿

吨标准煤；石油产量为 2.2 亿吨原油（折合 3.1 亿吨标准煤）；天然气产能约为 3500 亿立方米（折合 3.1 亿吨标准煤）；核电产量为 4.6 亿吨标准煤；商品化可再生能源为 9.0 亿吨标准煤。到 2050 年，一次能源供应能力为 60 亿吨标准煤——其中国内生产能力为 52.8 亿吨标准煤；煤炭产能为 17.3-20.9 亿吨标准煤；石油产量为 2.2 亿吨原油（折合 3.1 亿吨标准煤）；天然气产能约为 4300 亿立方米（折合 3.1 亿吨标准煤）；核电产量为 8.8 亿吨标准煤；商品化可再生能源为 14.3-17.9 亿吨标准煤。

从更长远的角度看，我国富煤缺油少气的能源资源条件，决定了在未来较长的时期内，煤炭作为我国主要能源的地位和作用难以改变。更为重要的是，随着煤炭清洁高效利用技术发展，煤炭资源保障的可靠性、价格的低廉性和利用的可洁净性，必将为煤炭提供更大的市场空间。综合国内多家权威研究机构的成果，到 2030 年煤炭在我国一次能源消费结构中仍将占 50%左右。因此，煤炭企业必须坚定信心，把握战略发展方向，拓展煤炭发展空间，促进煤炭产业转型升级。总体上看，煤炭驱动型增长的终结并不意味着煤炭将逐渐退出历史舞台，事实上，煤炭在未来相当长一段时间里仍将在中国能源结构里扮演主要角色。然而，中国经济的增长和民生的改善将不再依赖煤炭消费的增加。

二、市场供应现状及预测

中国煤炭产量整体呈增长态势。依据国家统计局数据，2001-2022 年，我国原煤的产量整体呈上升趋势。2016 年我国原煤产量下降至近十年最低点，为 34.1 亿吨，主要由于煤炭行业进行结构转型升级。2022 年，在国家增产保供稳价政策的指导下，煤炭优质产能快速释放，供应量明显增长，煤炭库存持续升高，供需形势向基本平衡转变，原煤生产实现较快增长，产量创历史新高，达到 45.0 亿吨，同比增长 9%。从煤炭产地分布来看，山西、内蒙古、陕西为原煤产量前三大省，2022 年山西、内蒙古、陕西、新疆、贵州、安徽 6 省原煤产量均在 1 亿吨以上，产量合计为 38.8 亿吨，约占全国总产量的 86.3%。

国际新增产能增速下滑、地缘冲突以及出口国自身需求增长等多重因素叠加使得全球煤炭贸易的不确定性增加，预计 2023 年国际煤源紧张、价格高企的局面仍将延续。印尼、澳大利亚和俄罗斯是全球煤炭的主要出口国，三个国家

出口煤炭占全球煤炭贸易的 74% 左右。展望 2023 年，尽管俄罗斯积极加强对我国的煤炭出口，但释放增量尚需运力配合。澳煤方面，虽然近期释放出积极讯息，预计进口会有突破，但是在贸易争端全面有效解决之前，进口依然会受限。印尼煤在 2022 年的进口情况超出预期，但是在进口基数较高以及 DMO 政策和欧洲市场采购需求增加等因素影响下，2023 年进口量也难有明显增长。此外，在我国电煤长协覆盖度不断提升下，部分电厂采购进口煤的必要性或将下降，因此预计 2023 年进口量仍将接近 3 亿吨水平，与 2022 年相差不多。

中国煤炭能源消费总量近三年持续增长。2010-2022 年，中国煤炭能源消费规模总体呈现上升趋势，自 2016 年煤炭行业转型调整后，对煤炭能源消费量开始逐渐上升，2022 年全国煤炭能源消费量增长至 30.3 亿吨标准煤，同比增长 3.3%。分行业表现看，四大行业煤炭消费分化，电力行业用煤占煤消费总量的比重最高，约 55%;其次为行业用煤，钢铁行业煤炭消费占比约 18%。建材和化工行业煤炭消费规模基本稳定，占比分别为 12%和 8%，其他行业占比 7%。

煤炭需求小幅增长。从煤炭消费看，一是我国经济发展的韧性强、潜力大，宏观经济长期向好的趋势没有发生改变；随着进入后疫情时代，经济存在恢复性反弹的预期，这将进一步拉动煤炭需求增长。二是煤头化工产能快速增长。截至 2022 年底，现代煤化工四大主要产业一煤制油、煤（甲醇）制烯烃、煤制气、煤（合成气）制乙二醇产能均创新高，随着原料用煤不再纳入能源控制，化工煤消费将持续提速；预计 2023 年，煤化工行业煤炭消费量仍将明显增长。三是虽然房地产市场支撑偏弱，但是在基建明显增长的支撑下，短期内钢铁、建材等行业的产能规模不会大幅缩减，因此钢铁、建材行业的能源消费仍将保持平稳。综合测算，预计 2023 年全社会煤炭消费量将达到 45.5 亿吨，同比增长 4%左右。从补库需求看，目前港口、终端等重要环节的煤炭库存均处于合理水平，多数用煤企业只需要维持刚性采购即可，在煤炭市场供需关系已经由偏紧开始走向适度宽松的趋势下，2023 年再度发生大规模集中补库的可能性极小。

随着进入后疫情时代，经济有望迎来恢复性反弹，煤炭消费将获得较强支撑，但是在煤炭先进产能持续释放、进口煤补充以及全社会库存已经处于合理水平的保障下，煤炭供给能力将继续增强，因此，2023 年煤炭市场供需关系有望持续改善，煤炭价格中枢或将稳定在合理区间。

三、价格现状与预测

自 2016 年以来，在推动煤炭行业化解过剩产能实现脱困发展综合政策措施指导下，煤炭价格小幅回升，少数大型现代化煤矿经营状况开始出现好转迹象。

从供需两方面的比较来看，全球煤炭市场资源供应 2018 年已显偏紧，与此同时，国家发改委等全力统筹做好煤炭去产能、保供应、稳价格等重点工作，较好处理了政府和市场、短期和长期、供给和需求的关系，更加注重运用市场化法治化办法去产能，采取综合措施促进煤炭价格回归合理区间，科学把握去产能力度和节奏，大力促进清洁能源多发满发，以更大力度和更配套的措施促进煤炭企业兼并重组转型升级，进一步严格安全生产要求，大力推进诚信体系建设等。

随着各地去产能步伐加快和安全、环保检查力度不断升级，煤炭供给存在一定收紧预期，国内动力煤市场将趋向活跃，煤价有望实现收窄企稳并逐步回暖。但我们也要看到，当前煤炭向好发展的态势仍不稳固，去产能工作依然严峻，产量反弹、价格下行、企业亏损面扩大的压力依然存在，煤炭工业健康发展仍然任重道远。

永城矿区地处中原腹地，紧邻华东，距主要煤炭消费地区较近，地理优势明显，交通方便，运输成本低。陈四楼煤矿属永煤集团下属企业，与华润电厂（永城）签订有长期合作协议，客户市场稳定。总结以上国民经济形式，结合本矿所在经济、地理位置，以及煤质和工业用途看，陈四楼煤矿二₂煤层为低灰分，特低硫、磷，高热量的优质无烟煤，作为钢铁工业、水泥工业、火力发电、高炉喷吹、化工原料及民用燃料外。三煤组各可采煤层虽然灰分较高，发热量较二₂煤低，但仍可以用作工业及民用燃料。由于煤灰中的镓可回收利用，经济效益可进一步提高。根据近三年煤炭销售价格的统计，平均取 732 元/吨（不含税）。

第二章 矿产资源概况

第一节 矿区总体概况

一、矿区总体规划与矿产资源概况

陈四楼属永夏煤田一部分。永夏矿区位于河南省东部商丘市，地处苏、鲁、豫、皖四省结合部，坐标范围为东经 * ~ * ，北纬 * ~ * ，行政区涉及永城、夏邑两市（县）。

矿区西部以胡桥断层、三₄煤层-1200m 等高线、新桥断层为界，北以北岭镇断层、三₄煤层-1200m 等高线、永城市芒山禁止开采区为界，东部及南部以安徽省界为界，东西宽 28.6~36.8km，南北长 26.1~48.7km，面积 1377km²。矿区内含煤面积 943.14km²，矿区内达勘探程度的面积 404.16km²，达详查勘查程度的面积 182.30km²，详查以上勘查面积为 586.46km²，占矿区含煤面积的 62.2%。

二、本方案与矿区总体开发的关系

本项目属永夏煤田，含煤地层自下而上为上石炭统太原组，下二叠统山西组、下石盒子组，上二叠统上石盒子组，含煤情况差异甚大。上石炭统太原组含煤 1~6 层，称一煤组，未见可采点，煤层总厚 2.06m，含煤系数 1.4%。下二迭统山西组含煤三层，称二煤组，编号二₁~二₃，其中二₂煤为矿井主采煤层，赋存稳定，结构单一，平均厚度 2.45m；下石盒子组含煤七层，称三煤组，编号为三₁~三₇，三₁煤厚度 1.30m，为不稳定煤层；三₂煤厚度为 1.50m，为较稳定煤层；三₄煤厚度为 1.60m，为不稳定煤层；三₅煤平均厚度分别为 0.96m，为不稳定的局部可采煤层。二叠系上统上石盒子组含四煤组和五煤组，一般为煤线和炭质泥岩，不可采。下二叠统山西组、下石盒子组这两组含煤地层平均总厚 181.35m，含煤性好，平均煤层总厚 10.42m，含煤系数 5.8%，是井田主要含煤地层。

本井田可采煤层为二₂、三₁、三₂²、三₄、三₅煤层，现分述如下：

（1）二₂煤层

二₂煤层赋存于山西组中部，下距 K₃ 标志层约 51.10m，上距 K₄ 砂岩约 51.94m。

据钻探及实际揭露情况可知二₂煤层赋存稳定，结构简单；从矿井钻探及采区实际揭露情况看，区内岩浆活动主要侵入中西部及北部，导致局部发育大片岩浆岩侵入区及天然焦，4、5、8、12 采区煤层均受到不同程度的影响，1113 孔甚至出现了无煤现象。探采工程揭露二₂煤层可采厚度 0.80~3.85m，平均 2.45m，属中厚煤层。

探采工程揭露，二₂煤层直接顶主要是砂质泥岩、泥岩，基本顶是中细粒砂岩，局部相变为砂质泥岩。个别地段直接顶不发育，基本顶直接压煤。局部有伪顶，岩性为泥岩、炭质泥岩，单层厚度 0~2.88m，易垮落。直接底主要是砂质泥岩、泥岩、炭质泥岩，局部相变为粉砂岩，基本底是细粒砂岩，稳定性较好。

二₂煤层结构较简单。煤层含矸 0~1 层，夹矸平均厚 0.58m，岩性为泥岩和中细砂岩。21011 中间巷切眼附近证实煤层局部有夹矸，夹矸为中细粒砂岩，但影响不大。

据采掘揭露可知，二₂煤层厚度在走向、倾向均变化小，大部区段煤厚均位于中厚煤区，其间点缀零星的厚煤区（4 孔）、薄煤区（15 孔），生产地质亦揭露证实二₂煤层厚度变化较小。由此可知，本区煤层厚度稳定，没有较大起伏，仅个别地段出现煤层变薄或无煤的主要原因为：1、在 08 线、09 线、10 线、11 线、13 线等附近，由于受岩浆侵入导致煤层变薄或者无煤；2、受断层牵引影响导致出现薄煤带或不可采带，如：0906 孔以北 400m 处因受 F13-1 及几组同类断层牵引影响导致 0.06km² 的不可采带。

该煤层稳定的原因是二₂煤层形成于广阔平坦的潮坪之上，所以煤层厚度和结构都具有较好的稳定性。

图 2-1-1 二₂煤层厚度分区示意图

(2) 三₁煤层

赋存于下石盒子组下部，上距三₂煤层约 4.10m，下距二₂煤层 75～113.70m，平均 82.05m。三₁煤层可采厚度 0.80～2.03m，平均 1.30m，属薄煤层。

矿井范围内自南向北由含 1 层夹矸逐渐变为 2～3 层夹矸，夹矸岩性为泥岩。

据钻孔揭露，井田 08 勘探线以南三₁煤层大部分可采，08 勘探线以北不可采。区内可采面积 18.41km²，占全区面积的 30%。总体上三₁煤层属不稳定的局部可采煤层。煤层直接顶板以泥岩、砂质泥岩为主；直接底以砂岩为主，局部为粉砂岩。

(3) 三₂煤层

赋存于下石盒子组中下部，上距三₄煤层约 7.02m，下距二₂煤层 86.15m。据钻孔揭露煤层可采厚度 0.80～2.66m，平均 1.50m，属中厚煤层。

煤层结构较简单，大部分含 0～2 层夹矸，夹矸厚度 0.05～0.74m，平均 0.35m，夹矸岩性以泥岩和炭质泥岩为主。区内三₂煤层可采面积 32.26km²，占全区面积的 52%，为大部分可采的较稳定煤层。

煤层底板以泥岩、砂质泥岩为主，次为细砂岩；顶板亦以泥岩、砂质泥岩为主，次为细、中粒砂岩。

(4) 三₄煤层

赋存于下石盒子组中上部，层位稳定，上距三₅煤层约 6.17m，下距二₂煤层 93.17m。据钻孔揭露煤层可采厚度 0.80～2.31m，平均 1.60m，属中厚煤层。

煤层结构简单，局部含矸 1～2 层。煤分层表现为上薄下厚，夹矸为泥岩或炭质泥岩，平均厚 0.32m。区内三₄煤层可采面积 27.51km²，占全区面积的 45%，为局部可采的不稳定煤层。

煤层底板为泥岩、砂质泥岩，偶见细粒砂岩。顶板以泥岩、砂质泥岩为主，次为细粒砂岩及粉砂岩。

(5) 三₅煤层

赋存于下石盒子组中上部，下距三₄煤层 0.78～11.50m，平均 6.17m。可采范围内厚度 0.80～1.30m，平均 0.96m，属薄煤层。

煤层结构简单，个别点见含矸 1 层；可采性指数 0.55，煤厚变异系数为

38.9%，为极不稳定煤层。夹矸为泥岩或炭质泥岩，不稳定，厚度 0.25~0.33m，平均厚 0.27m。三₅煤层有被岩浆破坏的现象，天然焦主要分布在北部。可采面积 7.68km²，占全区面积的 12%，确定三₅煤层为局部可采的极不稳定煤层。

三₅煤底板为泥岩，偶见炭质泥岩及粉砂岩。煤层顶板以泥岩、砂质泥岩为主，个别处见细砂岩。

由于河南省地质矿产勘查开发局测绘地理信息院编制的《河南龙宇能源股份有限公司陈四楼煤矿矿山地质环境保护与土地复垦方案》（2019 年）即将过期。根据《河南省自然资源厅关于开展矿产资源开采与生态修复方案编制评审有关工作的通知》（豫自然资发【2020】61 号）文件要求，需重新编制《河南龙宇能源股份有限公司陈四楼煤矿矿山矿产资源开采与生态修复方案》。河南龙宇能源股份有限公司陈四楼煤矿于 2023 年 5 月委托中赞国际工程有限公司编制《河南龙宇能源股份有限公司陈四楼煤矿矿山矿产资源开采与生态修复方案》。

第二节 本项目的资源概况

一、矿床地质及构造特征

1. 地层

全区被新生界覆盖。据钻孔揭露，矿井内发育地层由老至新为：古生界奥陶系中统马家沟组（O_{2m}），石炭系上统本溪组（C_{2b}），太原组（C_{2t}），二叠系下统山西组（P_{1s}）、下石盒子组（P_{1x}），上统上石盒子组（P_{2s}）、石千峰组（P_{2sh}）和新生界新近系（N），第四系（Q）。现分述如下：

1) 奥陶系中统马家沟组（O_{2m}）

岩性为灰色中厚~厚层灰岩，发育豹皮状白云质灰岩与硅质结核灰岩，致密，节理、裂隙及岩溶发育，与下伏地层呈整合接触。矿井内揭露最大厚度 45.20m。

2) 石炭系（C）

区内仅见上统地层，下统地层缺失，平均厚度 155.94m。石炭系上统含本溪组（C_{2b}）、太原组（C_{2t}）。

(1) 本溪组 (C_{2b})

主要由灰、浅灰绿色铝质泥岩和豆状、鲕状铝质泥岩组成，厚 2~22m，平均 8.78m，称为 K₁ 标志层。下部具紫红色斑块，底部含赤铁矿团块和条带。局部夹深灰色泥岩，细砂岩及薄层透镜状灰岩。这一层位即通常称“铁铝层”。该组与下伏奥陶系中统马家沟组 (O_{2m}) 地层呈平行不整合接触。

本组产蜓科化石，主要种类有：

Eostaffella kashirica rhomboides 近斜方卡什尔始史塔夫蜓

Ozawainella vozhgalica 伏芝加尔小泽蜓

(2) 太原组 (C_{2t})

自 K₁ 标志层顶至 L₁₁ 灰岩 (K₃) 顶界，厚 93.00~164.00m，平均 147.16m。由较稳定的薄~中厚层状灰岩及灰、黑色泥岩、砂质泥岩、粉细砂岩组成，局部夹鲕状铝质泥岩。本组含薄煤 3~5 层，均不可采，含灰岩 9~11 层，自下而上编号为 L₁-L₁₁。分为上、中、下三段：

① 下部灰岩段：自 K₁ 标志层顶至 L₃ 灰岩顶界，平均厚度 40.49m。主要由灰~深灰色石灰岩 (L₁~L₃)、泥岩、灰色粉砂岩、灰黑色砂质泥岩组成，灰岩常夹透镜状薄煤层 2 层 (一₂、一₃)。中下部 L₂ 灰岩为厚层状，以富含燧石结核为特征，层位稳定，称为 K₂ 标志层，厚 6.20~14.10m，平均 11.61m。L₂ 底部常见一₂ 煤层，厚度不稳定，不可采。

② 中部灰岩段：自 L₃ 灰岩顶界至 L₇ 灰岩顶界，平均厚度 57.46m。由灰~深灰色石灰岩 (L₄~L₇)、灰黑色泥岩、灰色~浅灰色砂岩、薄层灰黑色炭质泥岩组成，常见透镜状的薄煤层 2 层 (一₄、一₅)。其中砂岩成分以长石为主，胶结物均为粘土质和钙质。层面产少量植物化石碎片。

③ 上部灰岩段：自 L₇ 灰岩顶界至 L₁₁ 灰岩 (K₃ 标志层) 顶界，平均厚度 49.21m。岩性主要由灰色石灰岩 (L₈~L₁₁)，生物碎屑灰岩，夹深灰色泥岩、细粒砂岩及砂质泥岩组成，偶见煤线。其中顶部 L₁₁ 灰岩以富含生物碎屑为特征，全区层位稳定，称为 K₃ 标志层，厚 0.85~4.98m，平均 1.95m，为划分石炭系和二叠系的主要标志层。下部的 L₈ 灰岩含燧石结核，层位稳定，厚 4.70~14.40m，平均 12.76m，可作为辅助标志层。

本组产较丰富的生物化石，主要有：

Quasifusulina longissima 长似纺锤蜓

Pseudoschwagerina sp. 假希瓦格蜓（未定种）

Pseudofusulina sp. 假纺锤蜓（未定种）

Antiguatonia sp. 古长身贝（未定种）

Dictyoclostus sp. 网格长身贝（未定种）

Cordaites principalis 带苛达

Calamites sp. 芦木（未定种）

3) 二叠系 (P)

矿井内自 L₁₁ 灰岩 (K₃ 标志层) 顶界至新生界底部, 平均厚度 952.02m。自下而上为二叠系下统山西组 (P_{1s})、下石盒子组 (P_{1x}), 二叠系中统上石盒子组 (P_{2s}) 和二叠系上统石千峰组 (P_{2sh})。区内各区段自 K₆ 标志层以上地层不同程度被风化剥蚀, 保留厚度不一, K₉ 标志层 (平顶山砂岩) 及其以上地层仅在曹楼断陷内 (F₉ 断层上盘) 见到。现分述如下:

(1) 山西组 (P_{1s})

自 L₁₁ 灰岩 (K₃ 标志层) 顶界至下石盒子组底部鲕状铝质泥岩 (K₄ 标志层) 底, 厚 89.94~131.78m, 平均 105.49m。本组是矿井主要含煤地层之一, 含煤 3 层, 其中二₂煤层为矿井主要可采煤层。本组与下伏太原组整合接触。

二₂煤层赋存于山西组中部, 二₂煤层可采厚度 0.80~3.85m, 平均 2.45m。

二₂煤层以上由砂岩、砂质泥岩、泥岩组成, 夹极不稳定的二₃煤层。岩性总体下粗上细, 上部为砂质泥岩, 夹 1~2 层不稳定的薄层铝质泥岩, 偶见 0.10~0.30m 厚的菱铁矿层; 中部发育厚层中、粗粒长石石英砂岩, 胶结疏松, 厚 0~7.00m, 俗称“豆腐渣”砂岩。

二₂煤层以下: 以常见不可采的二₁煤层为界, 其上以粉砂岩、细粒砂岩、泥岩为主。砂岩中多含泥岩条带, 水平层理发育, 称为“叶片状砂岩”, 泥岩中产丰富的植物化石; 其下为厚层黑色泥岩或砂质泥岩, 常夹 1~3 层厚 0.10~0.30m 的菱铁质硅质泥岩。

本组产较丰富的生物化石, 主要有:

Pecopteris arborescens 小羽栉羊齿

Emplectopteridium alatum 翅编羊齿

Asterophyllites longifolius 长星叶

Lepidodendron incertum 华夏鳞木

Cordaites principalis 带苛达

(2) 下石盒子组 (P_{1x})

自 K₄ 标志层底至 K₅ 标志层之底，由深灰，灰黑色泥岩，砂质泥岩和浅灰色砂岩，鲕状铝质泥岩及煤层组成，厚度 48.63~112.27m，平均 77.03m。本组是矿井主要含煤地层之一，含煤 7 层（三₁、~三₇），其中三₁、三₂²、三₄、三₅ 煤 4 层可采。与山西组呈整合接触关系。

本组上部为泥岩、砂岩与薄煤层交替出现，所夹的三₆、三₇ 煤均不可采；中部赋存有三₁、三₂²、三₄、三₅ 煤 4 层可采煤层，仅三₃ 煤不可采。煤层顶、底板泥岩中可见丰富的植物化石；下部为砂泥岩段，砂岩广泛发育，具斜层理，泥岩中产有丰富的植物化石碎片。底部 K₄ 标志层岩性为灰~浅灰绿色鲕状铝质泥岩，含大量菱铁质鲕粒，局部夹紫红色斑块及黑灰色斑点，厚 3.04~22.63m，平均 9.50m，层位稳定，广泛发育，易于辨别。

本组产植物化石有：

Sphenopteris tenuis 纤弱楔羊齿

Pecopteris sp. 栉羊齿（未定种）

Stigmaria sp. 根座（未定种）

Stigmaria ficoides 脐根座种

Taeniopteris sp. 带羊齿（未定种）

(3) 上石盒子组 (P_{2s})

自 K₅ 标志层底至 K₉ 标志层之底，井田内本组平均厚度 718.63m，与下石盒子组呈整合接触关系。据岩性组合特征划分为四段，每一段底部均由一层砂岩（标志层）分界。自下而上叙述如下：

第一段 (P_{2s}¹) 自 K₅ 标志层底至 K₆ 标志层底，由灰、灰黑色砂质泥岩、铝质泥岩、粉砂岩、细粒砂岩及炭质泥岩组成，常夹煤线，厚度 81.65~150.68m，平均 124.08m。底界砂岩（K₅ 标志层）浅灰~灰色，硅质、泥质胶结，细、中粒结构，局部为粗粒结构，成分以石英为主，次为长石，含菱铁质颗粒，偶见钙质胶结，具大型斜层理，层面含炭质，下部含泥质团块，走向上局部地带可

相变为砂质泥岩或泥岩，厚 1.05~25.03m，平均 7.92m。本段上、下部均夹有厚层鲕状铝质泥岩，具紫红色斑块，鲕粒粒径较 K₄ 大，含菱铁质。中部夹三层煤线，局部夹 1~2 层不稳定的中、细粒砂岩。

本段产较丰富的生物化石，主要有：

Neuropteridium Coreanicum 朝鲜羽羊齿（未定种）

Pecopteris orienealis 东方栉羊齿

Pecopteris latirensa 厚脉栉羊齿

Sphenophyllum koboense 脊楔叶

Pecopteris echinata 刺栉羊齿

Lepidodendron oculus—felis 猫眼鳞木

Lingula sp. 舌形贝（未定种）

第二段（P_{2s}²）自 K₆ 标志层底至 K₇ 标志层底，岩性以灰~深灰色砂质泥岩，紫斑泥岩为主，次为浅灰色、灰绿色砂岩、黑色泥岩，夹 2 层极不稳定薄煤层，平均厚度 233m 左右。本段普遍见厚层紫斑泥岩，尤以中部最为发育，厚度通常大于 50m。中下部含少量菱铁质鲕粒，夹 2 层透镜状的薄煤，煤层常相变为炭质泥岩或黑色泥岩，均不可采。底部 K₆ 标志层为中、粗粒石英砂岩，钙质及泥质胶结，矿物成分中石英含量达 90% 以上，常含石英和燧石砾石，局部见菱铁质颗粒，层位稳定，但厚度变化颇大（厚度 1.00~23.22m），平均厚度 10.35m。

本段产较丰富的生物化石，主要有：

Lingula sp. 舌形贝（未定种）

Danaeites saraeponeanus 舌形囊蕨

Pecopteris orcuata 弧曲栉羊齿

Lobatannularia ensifolia 弧束羊齿

Neuropteridium Coreanicum 朝鲜准脉羊齿

第三段（P_{2s}³）自 K₇ 标志层底至 K₈ 标志层底，由灰~灰绿色泥岩、砂质泥岩、中细粒砂岩及紫斑泥岩组成。钻孔揭穿厚度 199.79m。底部为 K₇ 标志层，岩性为浅灰~深灰色的中粗粒砂岩，硅质胶结，矿物成分以石英为主（含量 80%），次为长石，有少量岩屑，分选中等，磨圆度较差，平均厚度 8.86m。

本段产生物化石有：

Taeniopteris lingii 线带羊齿

Fasciopsis sp. 束羊齿（未定种）

Pecopteris sp. 栉羊齿（未定种）

Neuropteridium Coreanicum 朝鲜准脉羊齿

Pecopteris orcuata 弧曲栉羊齿

第四段（ P_{2s}^4 ）自 K_8 标志层底至 K_9 标志层底，由灰白色砂岩、砂质泥岩、泥岩及紫斑泥岩组成，钻孔穿见最大厚度 171.76m。中上部及顶部的砂岩粒度自下而上由中、细粒变为粗粒，夹紫斑泥岩。底部 K_8 标志层，岩性为灰白色中厚层石英砂岩，硅质胶结，中粗粒结构，矿物成分中石英含量 90% 左右，其余为长石及岩屑，底部含有石英细砾，分选中等～差，磨圆度中等，平均厚度 9.55m。

本段所含砂岩，粒度及石英含量比其下两段粗、高，泥岩、砂质泥岩及粉砂岩都具紫色斑块。

本段产生物化石有：

Psymphyllum multipartium 多裂掌叶

Cladophlebis aff. ozakii 少叉枝脉蕨（亲近种）

Compsopteris wongii 延蕉羊齿

Taeniopteris of hallei 赫勒带羊齿（相似种）

（4）石千峰组（ P_{2sh} ）

区内仅 6408 孔穿见本组底部标志层 K_9 砂岩 50.87m，位于曹楼断陷（ F_9 断层上盘）内，其上地层遭受剥蚀，直接与新近系不整合接触。 K_9 砂岩以灰白色为主，向下渐变为浅灰绿色，厚层状，中粗粒结构，石英含量 90% 以上，分选性差，磨圆度差～中等，硅质胶结，是良好的区域性对比标志层。与下伏上石盒子组呈平行不整合接触关系。

4）新近系（N）

矿井内新近系分为中新统、上新统，平均总厚 258.73m。

（1）中新统（ N_1 ）

本统平均厚度 88.73m。上部为砖红色及灰绿色粘土、亚粘土与细砂、中砂

互层，局部有粗砂，呈半固结状。中下部均为杂色粘土、亚粘土和少量亚砂土。底部常夹次生碳酸盐岩（陆相灰岩），厚度变化大，具溶蚀现象。

所产化石有：

Ilyocypris gibba (Romdorh) 隆起土星介

Hornichara sp.nov.2 栾青轮藻（未定种，新种 2 号）

Tectochara sp.nov 有盖轮藻（未定种，新种）

Ulmus sp. 榆属（未定种）

（2）上新统（N₂）

本统平均厚度 170.00m。上部褐色、灰绿色粘土、亚粘土及亚砂土互层，粘土中富含钙质、铁锰质结核。下部为黄褐色中细砂岩，厚度 110m 左右，层位稳定。

所产生物化石有：

Cypris sp. 金星介（未定种）

Ilyocypris manasensis 玛纳斯土星介

Tectochara sp.nov 有盖轮藻（未定种，新种）

5）第四系（Q）

矿井内第四系分为更新统、全新统，广泛覆盖于新近系之上，厚度 90m 左右。与下伏地层呈角度不整合接触。

（1）更新统（Q_p）

厚度 60m 左右，由黄色及灰褐色中、细砂、粉砂组成，间夹有褐黄色和少量灰绿色粘土、亚粘土或亚砂土。粘土中主要含钙质结核，少量为铁锰质结核。

所产生物化石有：

Candoniella albicans (Brady) 纯净小玻璃介

Charites molassica (straub) 磨拉石似轮藻

（2）全新统（Q_h）

厚度 30m 左右，以粉砂、黄色亚砂土为主，夹黄色、杂色粘土、亚粘土，局部含钙质结核，并具铁、锰浸染现象。顶部为耕植土。

所产生物化石有：

Ilyocypris kaifengensis 开封土星介

Ulmus sp.榆属（未定种）

Artemisia sp.蒿属（未定种）

Quercus sp. 栎属（未定种）

2. 构造

矿井位于永城背斜的西翼，地层倾角一般为 $5\sim 15^\circ$ ，仅在部分褶皱倾伏翼及断层附近煤层倾角较大，可达 26° 。受永城背斜影响，区内发育有次级褶曲及断层。由于受多期构造运动影响，矿井内部地层有宽缓的波状起伏，中小断层较发育，局部有岩浆活动。

矿井内主要构造形迹以近东西向以断层表现为主，褶曲次之。褶曲轴向以近南北向为主。矿井地质构造形态见图 2-2-1 所示。

燕山早期受区域近南北的永城背斜形成的地应力牵引作用影响，井田内岩层物性存在差异而产生次级变形，发育了与永城背斜同轴向的褶曲（6 条向斜及 2 条背斜）。由于区内不同区段所受地应力存在差异，局部发育 2 条轴向近东西向的次级向斜。次级褶曲轴向随地层变形而发生转向，导致井田内地层产状沿走向、倾向受有一定向度变化。燕山晚期在区域东西向地应力挤压作用下，在井田脆性地段发育了近南北向的断层。这一时期地层活动相当活跃，区域热事件普遍。本井田煤系中的岩浆岩体侵入主要发生于此时期。燕山末期到喜山早期，在南北挤压应力作用下，本区域处于伸展活动变形环境中。由于强烈的断块差异活动，井田中产生大小不一的近东西向的断层。后生成的近东西向的断层切割并改造前期生成的近南北向断层及褶曲。各期形成的主要断层（落差 $\geq 20\text{m}$ ）两侧常伴生有一定数量的小断层，小断层走向一般与主体断层斜交。夹于同期生成的两条平行断层之间的断块内通常发育有与两侧断层同走向数量不等的小断层。井田内主要构造特征分述如下。

1) 褶曲

受永城背斜构造影响，矿井次级褶皱发育，次级褶皱轴迹与永城复背斜轴向平行或大致平行，一般较为宽缓。褶曲按其走向分为近南北向和近东西向两组，井田内共发育 10 条较大的褶皱构造，其中近南北向褶皱构造有 7 条，近东西向褶皱构造有 2 条。

图 2-2-1 矿井地质构造纲要图

(1) 近南北向褶曲

高六湾向斜：位于井田西北部向北仰起，两翼近对称，延展长约 4200m。东翼倾角 20° ，西翼倾角 19° 。该向斜起自 1309 钻孔北端，向南部延伸，轴部最深处位于 6905 钻孔附近，中间被 F18、F13 断层所截，向斜轴消失于 1005 钻孔西南端。该向斜已于十六采区采掘过程中揭露验证。

李古同背斜：位于矿井东北部，高六湾向斜之东侧。背斜轴部较为宽缓，轴部最高处位于 21003 工作面 1204 与 7203 钻孔之间，西翼倾角 7° ，东翼倾角 3° ，向南西倾伏，延展长约 2100m，该背斜起自 7203 钻孔北，向西南部延伸，于 7005 钻孔北消失，该背斜已在 10 采区多个工作面采掘过程中揭露验证。

周庄向斜：位于井田东北隅，东翼倾角平均 19° ，西翼为李古同背斜东翼，倾角平均 11° ，延展长约 3300m。该向斜起自 7202 钻孔东北，向东南部延伸，轴部最深处位于 6904 孔附近，中部被 F18 断层断开，于 6701 钻孔北消失。该向斜 F18 断层以北部分已经十四采区采掘揭露验证。

高庄背斜：位于井田中北部，两翼倾角 7° ，基本上为一对称的背斜，轴线长约 1300m。北起 F18 断层，南至 F13 断层，1106 钻孔与 1002 钻孔一带。

高后口向斜：位于井田中西部，高六湾向斜之东南侧，西翼倾角 10° ，东翼倾角 13° ，轴线长约 1500m。该向斜北起 F13-1 断层，向东南部延伸，向斜轴过 0907 钻孔后转向，向西南部消失于 0810 孔西端，中段已被四采区下部集中轨道巷揭露证实。

陈关庄向斜：位于井田东南部，西翼倾角较缓，平均 10° ，东翼倾角较大，平均 24° ，延展长约 1200m。该向斜北起 6403 孔南端，向东南部延伸，向斜轴过 0607 钻孔后转向，向南部消失于 F28 断层，已在七采区揭露证实。

陈四楼向斜：位于井田西南部，向北仰起，两翼不对称，东翼倾角 15° ，西翼倾角 20° ，延展长约 1500m。该向斜北起 0410 钻孔，向南部延伸至 0312 钻孔附近后向东南仰起，消失于 6012 钻孔。该向斜控制着南部煤层的展布形态。

吕庄向斜：位于矿井南部，走向西北，延展长约 600m。东西两翼深部倾角 25° ，浅部倾角 12° 。该向斜西北起 DF8 断层，经 6012 孔向东南方向延伸至 6004 孔和 0210 孔之间消失。该向斜已在 13 采区采掘揭露验证。

(2) 近东西向褶曲

小陈庄向斜：位于井田中部，北翼倾角 15° ，南翼倾角 28° ，延展长约 1600m。该向斜构造贯穿二采区，二采区轨道下山底车场揭露向斜最低点，向斜轴过 2206 工作面切眼后转向 2204、2202 工作面，向北消失于 F13 断层，北翼被 F13 断层所切割。

八里庙向斜：位于井田南部，南翼倾角 14° ，北翼倾角 10° ，延展长约 1600m。该向斜西起 0322 钻孔附近，经南翼集中轨下、21109 工作面转向近南北向，西翼倾角 10° ，东翼倾角 20° ，为弯曲不对称向斜，向斜轴最低点位于 21109 下顺槽中部，向西与陈四楼向斜轴近于直交，转向后向南仰起，向南消失于 6013 钻孔与 6010 钻孔之间。

2) 断层

井田内已发现断层 1400 余条，其中落差 $H \geq 30\text{m}$ 的 24 条， $30\text{m} > H \geq 20\text{m}$ 的 14 条， $20\text{m} > H \geq 10\text{m}$ 的 82 条， $H < 10\text{m}$ 的 1200 余条。决定矿井边界及采区划分的大中型断层共计 34 条，井田内主体断裂构造以近东西向构造为主，断层把矿井划分为六个块段，自北向南块段间的划分边界分别为：F₁₈、F₁₃、F₃₉~F₃₈ 断层带、F₃₀~F₂₉ 断层带、F_{S1}~F_{S2} 断层带。

现将井田内主要大中型断层叙述如下：

(1) 边界断层：矿井内的边界断层有 6 条，北西向的 F6 断层，F9 环形断层，近南北向的 F2 断层及北东向的 F11 断层，其他还有 F26 正断层及 F25 正断层。

(2) 矿井内部断层：矿井内部断层发育有两个方向，近南北向和近东西向断层，现分述如下：

①近东西向断层：该方向断层比较集中，落差较大，对煤层连续性以及以后的煤炭资源开发都有较大影响。现自南往北分别为 DF7 正断层、Fs1 正断层、Fd1 正断层、Fs2 正断层、F33 正断层、F34 正断层、F29 正断层、F30 正断层、DF20 正断层、D5F6 正断层、D5F2 正断层、F38 正断层、F39 正断层、F39-1 正断层、F40 正断层、F13 正断层、F13-1 正断层、F18 正断层、DNF2 正断层、DNF5 正断层。

②近南北向断层：该组断层，在矿井内发育密度小，断层走向延伸短，落差也较小，现自西往东分别为 D5F14 正断层、DNF11 正断层、DNF13 正断层、

F13-2 正断层、DF18-1 正断层、DNF53 正断层、D8F11 正断层、D8F12 正断层、D8F14 正断层、D8F26 正断层和 D8F28 正断层。矿井内控制可靠。

表 2-2-1 矿井大中型断层统计表

序号	编号	性质	产状			落差 (m)	控制长度 (m)	可靠程度	备注
			走向 (°)	倾向 (°)	倾角 (°)				
1	F6	正	143	53	70	130	4000	可靠	井田南界
2	F9	正	环形	内侧	70	600	2600	较可靠	中西部边界
3	F26	正	6	276	70	40	1600	较可靠	与环形断层相连
4	F2	正	15	285	70	80	6300	较可靠	井田西界
5	F11	正	70	160	70	87	5100	较可靠	井田北界
6	F25	正	3	273	70	37	700	较可靠	井田东界露头处
7	Fd1	正	90	0	60	27	1500	可靠	七采区与十一采区分界
8	Fs1	正	14	284	70	30	1700	可靠	
9	Fs2	正断	78	348	60	45	1400	可靠	五采区与十五采区分界
10	DF7	正	70	340	83	62	420	较可靠	F6 断层的分叉
11	DF29	正	110	20	57~	30	2000	可靠	一采区与七采区分界
12	F29	正	95	185	53	33	1900	可靠	
13	F30	正	95	5	53	29	1900	可靠	
14	F34	正	80	170	45	20	450	较可靠	
15	F33	正	68	158	70	20	400	较可靠	
16	D5F2	正	80	170	70	30	1000	可靠	五采区
17	D5F6	正	75	345	70	20	700	可靠	
18	D5F14	正	10	100	70	20	900	可靠	
19	DF20	正	95	185	70	20	750	可靠	
20	F38	正	105	15	65	37	2200	可靠	工广与二、四采区分界
21	F39-1	正	100	190	55	32	800	可靠	
22	F39	正	100	190	55	89	2800	可靠	
23	F13	正	118	28	70	91	4300	可靠	二、四采区与六、八、十八采区分界
24	F13-1	正	95	5	65	65	2200	可靠	
25	F13-2	正	10	100	26	31	850	可靠	二采区
26	F40	正	110	20	45	54	1200	较可靠	二采区
27	F18	正断层	121	211	70	160	11500	可靠	六、十六、二十与十、十二、十四、十六采区分界
28	DF18-	正	0	90	70	35	1190	可靠	六、十六采区分界
29	DNF2	正	94	124	70	22	1500	可靠	十二采区
30	DNF5	正	315	225	70	22	1600	可靠	十二采区
31	DNF11	正	315	225	70	22	1600	可靠	十二采区
32	DNF13	正	45	135	65	27	510	较可靠	十二采区
33	D8F11	正	170	260	70	24	1020	可靠	井田西北部
34	D8F12	正	2	92	70	35	1600	可靠	
35	D8F14	正	8	98	70	25	1400	可靠	

表 2-2-1 矿井大中型断层统计表

序号	编号	性质	产状			落差 (m)	控制长度 (m)	可靠程度	备注
			走向 (°)	倾向 (°)	倾角 (°)				
37	D8F26	正	24	114	70	40	2900	可靠	
37	D8F28	正	0	90	70	125	2800	可靠	
38	D8F29	正断	99	189	70	45	1600	可靠	

3. 岩浆岩

(1) 岩浆岩发育情况

矿井内岩浆活动频繁，有 59% 的钻孔穿见岩浆岩体。钻孔揭露最大厚度 31.57m，平均厚度 2.59m，岩浆活动有二个期次：辉绿岩偏老，为华力西晚期的产物；花岗斑岩较新，为燕山早—晚期的产物。矿井内岩浆岩一般顺煤层及底板侵入，产状多为岩床或岩墙，除三₁煤外，其余各可采煤层均受到不同程度的影响，变质为天然焦或局部被侵蚀。

矿井内岩浆岩主要发育在 1006、0716、6406 等 3 孔附近。在开采过程中，二采区 2212、2216 工作面发育一条 700m 长的条带状天然焦，天然焦沿煤层顶、底板侵入煤层，使该处煤层被吞蚀殆尽；五采区 2513 工作面施工过程中，在工作面轨道顺槽揭露岩浆岩体多处，火成岩呈岩株侵入，侵入范围较大，对掘进施工影响很大，巷道已改造，但火成岩对附近煤层煤质影响较小；七采区东部，2704、2707、2708、2709、2713、2715、2719 等七个工作面以及 2708 与井田边界处，均受到不同程度的岩墙和岩床的侵入，使煤层遭受破坏并变质为天然焦，对工作面回采以及煤质均产生了较大影响；八采区 2802 工作面切眼揭露岩浆岩，由此判断井田西部岩浆岩侵入范围较预计扩大，八采区其他工作面在掘进过程中将进一步对岩浆岩侵入范围进行探测；十采区 21006 皮带顺槽掘进过程中，临近 DNF53 断层时见火成岩侵入，使附近煤层变质为天然焦，对工作面煤质产生一定的影响。21009 轨道顺槽掘进过程中，揭露 F1401G3 断层时，在断层周围见条带状火成岩侵入，使断层周围局部煤层变质为天然焦，影响范围不大；十一采区 21109 工作面，火成岩沿煤层底板侵入，使煤层局部变质为天然焦，对煤层影响较小；十二采区 21203 工作面掘进过程中揭露岩浆岩，岩浆岩大面积侵入，工作面外部煤层均变质为天然焦，影响范围较大。

三₂煤层岩浆岩侵入区主要在 04、62、05、63 勘探线的西部和 06 勘探线的中部以及井田的东南部大部分区域，受岩浆岩侵入面积约占控制面积的十分之一；三₄煤层多被岩浆岩顺层侵蚀或变质为天然焦，仅在 06 勘探线以南井田东部及 04 勘探线以北井田西部煤层未变质为天然焦，岩浆岩侵入面积约占本煤层的三分之一。

（2）岩浆岩分布

岩浆岩的种类较多，现以分布广，穿见层次多，具有代表性的岩类分述如下：

辉绿岩类：该类岩石分布最为广泛，穿见钻孔占井田总钻孔数的 47%，占穿见岩浆岩钻孔总数的 80%，占各类岩浆岩穿见层次的 76%。穿见的最大厚度为 9.04m（0428 孔）。岩石呈浅灰绿或暗绿灰色，辉绿结构，块状构造，主要矿物基性长石约占 65%，次为单斜辉石。含微量的方解石、石英、磁铁矿等。斜长石呈自形一半自形的板条状组成格架，单斜辉石呈粒状充填其中，形成辉绿结构。辉石因蚀变作用被纤闪石、方解石、菱铁矿等矿物所替代，但外形仍可辨认。在岩石中常见到被方解石细脉（0.5~3mm）所充填的不规则裂隙。主要集中在井田的中部，60~12 勘探线一带，在 67~69 线的东部亦有所发育。一般顺煤层侵入，尤以三₄煤层为多，呈岩脉（岩席）状产出。

闪长岩类：该类岩石有 23 个钻孔穿见，占穿见岩浆岩孔数及穿见层次的 17%，穿见最大厚度为 9.55m（0805 孔），以闪长岩为例叙述之：岩石呈浅灰绿色，半自形粒状结构，块状构造。主要矿物为中性长石，约占 70%，含少量的角闪石、方解石等。并含微量磁铁矿、黄铁矿、绿帘石、沸石等。主要分布在 F9 断层东侧及 F26 断层的北端，在井田中东部亦有零星分布。总体呈南北向不连续的线状分布。

煌斑岩类：该类岩石分布范围小，仅在北部的 4 个钻孔中穿见 4 层次，最大厚度 3.45m（1507 孔）。岩石呈淡灰黄—灰色，斑状结构，基质呈显微粒状结构，块状构造。主要矿物为黑云母、方解石、长石，次要矿物为磷灰石、黄铁矿等，含微量榍石，常具碳酸盐化。主要分布在井田北部边界 F11 断层的南侧。为近东西向的岩脉。

细晶岩类：该岩类仅有两孔穿见，最大厚度为 13.26m（0720 孔）。岩石呈

浅灰绿色，细粒状结构，块状构造。主要矿物为酸性斜长石，约占 75%，次为绿泥石、白云母、石英、钾长石，微量矿物是磷灰石、锆石、黄铁矿、方解石等。仅在井田西部 6909 及 0720 孔中见到。

花岗岩类：该类岩石仅有 6 孔穿见 14 层。最大厚度 31.57m（1006 孔花岗岩斑岩 7 层），平均厚度 5.40m，大于井田内岩浆岩的平均厚度。岩石一般呈浅灰—灰白色，斑状或残斑状结构，块状构造。主要矿物为石英（占 80~85%）、钾长石、斜长石，次为黑云母；还含微量菱铁矿、磷灰石、白钛矿等。

二、矿体地质特征

1. 煤层

(1) 含煤性

矿井含煤地层自下而上为石炭系上统太原组，二叠系下统山西组、下石盒子组，二叠系上统上石盒子组，平均厚 1058.31m，煤层总厚 13.58m，含煤系数 1.28%。其中石炭系太原组含煤 1~6 层，未见可采点；二叠系下统山西组含煤 3 层；下石盒子组含煤 7 层，其中三₁煤厚度 1.30m，08 线以南较稳定；三₂²煤厚度为 1.50m，较稳定；三₄煤厚度为 1.60m，为不稳定煤层；三₅煤平均厚度为 0.96m，为不稳定的局部可采煤层；上石盒子组含煤 4 层，一般为煤线和炭质泥岩，不可采，详见表 2-2-2。

表 2-2-2 含煤地层含煤情况一览表

地层单位		平均厚度 (m)	含煤情况				稳定程度	可采性
系	组		总层数	总厚度 (m)	可采层数	可采煤层		
二叠系	上石盒子组	233.00	2	0.75	0	无	不稳定	不可采
		124.08	2	0.36	0	无	不稳定	不可采
	下石盒子组	77.03	7	6.68	4	三 ₅	极不稳定	局部可采
						三 ₄	不稳定	局部可采
						三 ₂ ²	较稳定	大部分可采
						三 ₁	不稳定	大致 08 勘查线以南可采
	山西组	105.49	3	3.73	1	二 ₂	稳定	大部分可采
石炭系	太原组	147.16	1~6	2.06	0	无	不稳定	不可采

(2) 可采煤层

井田内二煤组中的二₂煤层以及三煤组中的三₁、三₂²、三₄、三₅煤层为可

采煤层，各可采煤层具体特征见表 2-2-3。

①二₂煤层

赋存于山西组中部，与上部 K₄ 标志层间距 51.94m，与下部 K₃ 标志层间距 51.10m，赋存稳定，结构单一，可采厚度 0.8~3.85m，平均厚度 2.45m，可采性指数为 0.96，煤厚变异系数为 24.8%，为稳定煤层；煤层大面积内表现为单层结构，零星分布一些具双层结构的煤层。后期构造运动和岩浆侵入对煤层原生厚度、结构有不同程度的影响。

二₂煤层底板多为中、细粒砂岩，局部为黑色泥岩及砂质泥岩；顶板以泥岩、砂质泥岩为主，次为中、粗粒砂岩。

②三₁煤层

位于三煤组下部，下距 K₄ 标志层间距 18.66m，可采厚度 0.85~2.03m，平均 1.3m，可采性指数 0.80，煤厚变异系数为 53.4%，08 线以南煤层较稳定，为局部可采较稳定煤层。单层结构为主，04 线向北渐变为双层结构，夹矸厚度也逐渐增大，以泥岩、炭质泥岩为主，分布较稳定，08 线以北不稳定。

全井田内自南向北由单层结构逐渐变为双层、三层结构，；煤层直接顶板以泥岩、砂质泥岩为主；底板以砂岩为主，局部为粉砂岩。

③三₂²煤层

赋存于三煤组中下部，层位较稳定，下距三₁煤层 5.03m，煤层结构简单，大部分为单层结构，可采厚度 0.81~2.66m，平均 1.5m，可采性指数 0.86，煤厚变异系数为 40%，为较稳定煤层。

三₂煤层结构较简单，大部分表现为单层结构，双层结构仅占 36%。夹矸厚度 0.05~0.74m，平均 0.35m，以泥岩、炭质泥岩为主，层位稳定，分布于煤层上部。在底部常与三₁煤层发生合并，合并的原因与三₂煤层底板厚度（三₁~三₂煤层间距）的大小及岩性有很大关系。

底板以泥岩、砂质泥岩为主，次为细砂岩；顶板亦以泥岩、砂质泥岩为主，次为细、中粒砂岩。

④三₄煤层

位于三煤组中上部，层位稳定，上距 K₅ 标志层底界 27.15m，下距三₂煤层顶 7.85m。可采厚度 0.82~2.31m，平均 1.60m，可采性指数 0.49，煤厚变异

系数为 33.5%，为不稳定煤层。

结构简单，单层和双层结构比例相当。双层结构表现为上薄下厚，夹矸为泥岩或炭质泥岩，平均厚 0.32m；平面上双层结构仅分布于井田西侧及北部中间地带；单层结构沿 04 勘探线以南发育。

煤层底板为泥岩、砂质泥岩，偶见细粒砂岩。顶板以泥岩、砂质泥岩为主，次为细粒砂岩及粉砂岩。

表 2-2-3 可采煤层特征一览表

煤层	煤可采厚度 (m)	焦全层厚度 (m)	层 间 距 (m)	夹 矸			煤层结构	稳定程度	可采情况	顶板岩性	底板岩性
				层数	平均厚度 (m)	岩性					
三 ₅	$\frac{0.80 \sim 1.30}{0.96}$	$\frac{0.16 \sim 1.10}{0.45}$	$\frac{\text{最大} \sim \text{最小}}{\text{平均}}$ $\frac{0.78 \sim 11.5}{6.17}$	0~1	0.27	泥岩、炭质泥岩	简单	极不稳定	局部可采	泥岩、砂质泥岩、细砂岩	泥岩、炭质泥岩、粉砂岩
三 ₄	$\frac{0.80 \sim 2.31}{1.60}$	$\frac{0.22 \sim 2.50}{1.23}$	$\frac{1.55 \sim 18.47}{7.02}$	0~2	0.28	泥岩	较简单	不稳定	局部可采	泥岩、砂质泥岩、细砂岩	泥岩、砂质泥岩、炭质泥岩
三 ₂	$\frac{0.80 \sim 2.66}{1.50}$	$\frac{0.20 \sim 3.502}{1.41}$	$\frac{0.60 \sim 14.54}{4.10}$	0~2	0.37	泥岩、炭质泥岩	较简单	较稳定	大部分可采	泥岩、砂质泥岩、中~细砂岩	泥岩、砂质泥岩、细~粉砂岩
三 ₁	$\frac{0.80 \sim 2.03}{1.30}$		$\frac{75 \sim 113.70}{82.05}$	0~2	0.35	泥岩	较简单	不稳定	局部可采,可采区分布在08线以南	泥岩、砂质泥岩、细粒砂岩	砂岩
二 ₂	$\frac{0.80 \sim 3.85}{2.45}$	$\frac{0.30 \sim 3.05}{1.51}$		0~1	0.58	泥岩	简单	稳定	全区大部分可采	泥岩、砂质泥岩、中~粗粒砂岩	泥岩、砂质泥岩、细砂岩

图 2-2-2 二₂煤层厚度等值线图

⑤三₅煤层

为局部可采煤层，层位较稳定，可采范围内厚度 0.80~1.30m，平均 0.96m，结构简单，个别点见双层结构，可采性指数为 0.55，煤厚变异系数为 38.9%，为不稳定煤层。夹矸为泥岩或炭质泥岩，不稳定，厚度 0.25~0.33m，平均厚 0.27m。三₅煤亦有被岩浆破坏的现象，天然焦主要分布在北部。下距三₄煤层 0.78~11.50m，平均 5.90m，上距 K₅砂岩一般 21m 左右。

2.煤质

(1) 煤的物理性质

各无烟煤层均为黑—灰黑色，以灰黑色为主，少量呈铅灰色。似金属光泽或金刚光泽。条痕为灰黑—黑色。内生裂隙不甚发育。有机质含量占 74.88%~90.11%，无机质含量以粘土矿物为主，硫化物、碳酸盐氧化硅类含量较少。

二₂煤层为块状或层状构造，脆度较小；中下部常为块状及碎块状，脆度较大，易碎，煤质较差。断口为贝壳状。

三煤组以粉煤为主，块煤较少，容重比二₂煤层大。

由二₂煤层生产大样分析：原煤散煤重 0.947t/m³，静止角 30.5°，摩擦角 22.7°，比重 1.495g/cm³，容重 1.43t/m³。

天然焦为钢灰色—灰黑色，多数为块状，少数为粒状。裂隙常由方解石充填。无焰、燃点高，燃烧时常有热爆性，并伴有响声。

(2) 煤岩特征

① 宏观煤岩类型

二₂煤层主要由亮煤、镜煤次之，丝炭少量。属半亮—光亮型煤。镜煤呈薄层状或透镜状分布于亮煤之中，形成条带状结构。

三煤组各煤层主要由亮煤、暗煤组成，镜煤、丝炭少量，属半亮型—半暗型煤。

天然焦已不具有煤的结构、构造特征，煤岩组分模糊不清。

煤和焦中常见到的矿物质有：星点状、薄膜状黄铁矿，细脉状方解石，线理状或粉末状粘土矿物等。

② 显微煤岩特征

无烟煤中有机质含量占 74.88%~90.11%，其中以凝胶化物质为主，占有机

质含量的 83.25%~90.46%，丝炭化组分次之。凝胶化组分主要为无结构镜煤和灰白色的凝胶化基质，有的凝胶化物质充填在薄壁丝炭的腔孔中，也有的和泥质混杂在一起，形成透镜状。可见到菌核体和菌核集合体及氧化树脂体。各煤层镜煤最大平均反射率二₂煤层 2.51%~6.78%，三₁煤层 2.5%，三₂煤层 2.6%~2.7%，三₄煤层 2.46%，无机质以粘土矿物为主，占无机质含量的 84.90~92.58%，硫化物类、碳酸岩类、氧化硅类含量较少。粘土矿物显微形态多样，有的呈小透镜状，有的呈条带状，有的和有机质混杂在一起，组成较厚的条带，也有的充填在腔体中。黄铁矿呈星点状、裂隙状和草莓状。碳酸岩呈块状，包裹着黄铁矿、有机质或充填在有质之间。氧化硅呈不规则状。

天然焦有机质显微镜下形态各异，呈粒状、片状、似羽片状、似羽毛状、似波状、条带状等。

天然焦无机质组分中的粘土矿物呈透镜状、条带状或充填在腔体中。黄铁矿充填在裂隙内呈细脉状、星点状。

（3）煤的化学性质

①工业分析

i. 水分（Mad）

井田内各可采煤层的原煤水份一般在 0.5%~2%之间，少数点大于 2%，属低水份无烟煤。煤层露头附近由于风化作用，煤的结构变的疏松，致使煤的水份增加，一般可达 2%~4%，各煤层中天然焦的水份含量不一，二₂煤层中天然焦的水份含量普遍高于煤。三煤组天然焦所含水份与煤相比则高低不一。

ii. 灰分（Ad）

二₂煤灰分产率在 6.29~31.14%（详见表 2-2-4），平均 13.74%，依据 GB/T15224.1-2010《煤炭质量分级》评价标准（以下简称“现行标准”），二₂煤层以低灰为主，中灰分带主要分布在 F₂ 断层附近。

三₁煤灰分产率为 20.95~39.96%，平均 30.21%，依据现行标准，三₁煤以中高灰为主，总体表现为北高南低的特征。

三₂煤灰分产率为 15.91~38.90%，平均 25.76%，依据现行标准，三₂煤以中灰为主。

三₄煤灰分产率为 11.46~31.50%，平均 22.27%，依据现行标准，三₄煤以

中灰为主，在北部的 6904 孔附近因焦化作用而出现一块高灰分区。

三₅煤层灰分产率为 17.03~33.64%，平均 26.74%，依据现行标准，三₅煤以中灰为主。

天然焦的灰分产率与同层煤相比略高，平均高出 0.93~6.90%，依据现行标准，除二₂煤层天然焦为低灰外，三₂²、三₄及三₅煤层天然焦均为中灰煤。

灰分变化规律：垂向上三煤组灰分普遍高于二₂煤层，三煤组中三₁至三₅煤层灰分有逐渐降低的趋势。

iii. 挥发分 (V_{daf})

二₂煤：精煤挥发分为 3.93~9.17%，平均 7.57%，详见表 2-2-4；

三₁煤：精煤挥发分为 7.00~10.07%，平均 8.57%；

三₂²煤：精煤挥发分为 6.13~10.01%，平均 8.33%；

三₄煤：精煤挥发分为 5.46~9.55%，平均 8.30%；

三₅煤：精煤挥发分为 2.88~8.23%，平均 5.83%。

可采煤层的精煤干燥无灰基挥发分产率均<10%，依据 MT/T849-2000《煤的挥发分产率分级》挥发分分级标准，属特低挥发分煤。煤层露头附近由于风氧化作用挥发分产率有所增高。在垂向上三煤组煤层挥发分普遍高于二₂煤层，而三₁煤层挥发分产率高于三₂²、三₄煤层，与岩浆侵入三₂²、三₄煤层有关。

iv. 硫分 (S_{td})

二₂煤层原煤硫分含量 0.20~0.81%平均 0.46%，依据 GB/T15224.2-2010《煤炭质量分级》评价标准（以下简称“现行标准”），属特低硫煤；

三₁煤层原煤硫分为 0.42~0.94%，平均 0.67%，依据现行标准属低硫煤；

三₂²煤层原煤硫分为 0.36~1.60%，平均 0.60%，依据现行标准属低硫煤；

三₄煤层原煤硫分为 0.40~1.85%，平均 0.66%，依据现行标准属低硫煤；

三₅煤层原煤硫分为 0.29~1.36%，平均 0.90%，依据现行标准属低硫煤。

天然焦的硫分比同煤层硫分普遍略低。

②元素分析

i. 常量元素

可采煤层的元素组成较接近，以碳元素为主，碳含量一般在 91~93%，变化幅度较小。氢含量普遍在 3~4%之间，氮元素含量多在 1~1.4%之间，氧化

硫的含量普遍小于 4%。天然焦由于变质含量高，碳含量相对增加，大部分在 93%以上，氢含量普遍小于 2%。

ii. 有害元素

磷：二₂煤层原煤磷含量 0.0003~0.014%平均 0.0044%，依据 MT/T562-1996《煤中磷分级》评价标准（以下简称“现行标准”），属特低磷煤；

三₁煤层原煤磷含量 0.0013~0.033%，平均 0.0107%，依据现行标准属低磷煤；

三₂煤层原煤磷含量 0.002~0.015%，平均 0.0067%，依据现行标准属特低磷煤；

三₄煤层原煤磷含量 0.0019~0.009%，平均 0.0054%，依据现行标准属特低磷煤。

表 2-2-4 可采煤层煤质特征表

煤层名称	项 目 煤 种	原煤分析					精煤分析 (%)				灰成分 (%)		灰熔点 (T2) (°C)
		A _d (%)	S _{t,d} (%)	P _d (%)	Q _{gr,d} (MJ/kg)	Q _{net,d} (MJ/kg)	A _d	V _{daf}	C _{daf}	H _{daf}	SiO ₂	Al ₂ O ₃	
二 2	WY	6.29-31.14 13.74 (128)	0.20-0.81 0.46 (70)	0.0003-0.014 0.0044 (32)	23.09-32.95 29.78 (108)	26.30-36.07 34.76 (119)	3.04-10.69 6.40 (105)	3.93-9.17 7.57 (102)	90.32-93.77 91.51 (59)	3.13-4.15 3.73 (59)	30.25-56.80 44.40 (50)	17.48-37.54 29.64 (64)	1285-1500 1362 (43)
	TR	10.48-18.00 14.67 (11)	0.17-0.35 0.24 (3)	0.007 (1)	23.99-28.71 26.85 (7)	31.39-35.31 33.20 (9)	4.29-6.98 5.65 (3)	2.15-7.36 5.44 (3)	88.49-96.39 94.16* (7)	1.20-2.41 1.61* (7)	42.05-47.77 44.45 (4)	22.39-32.02 25.71 (4)	1275-1400 1322 (3)
三 1	WY	20.95-39.96 30.21 (38)	0.42-0.94 0.67 (19)	0.0013-0.0033 0.0107 (12)	19.39-27.37 23.88 (28)	32.75-35.61 34.13 (32)	4.40-15.0 9.42 (35)	7.00-10.07 8.57 (38)	87.55-93.12 91.81 (19)	3.21-4.22 3.94 (19)	46.25-61.24 53.72 (16)	21.76-32.39 29.16 (16)	1340-1500 1425 (8)
	WY	15.91-38.90 25.76 (57)	0.36-1.60 0.60 (26)	0.002-0.015 0.0067 (15)	17.83-29.43 25.33 (53)	31.78-35.78 34.39 (54)	3.88-17.33 9.31 (48)	6.13-10.01 8.33 (4)	88.99-93.46 91.60 (27)	3.23-4.10 3.78 (27)	44.04-59.09 51.93 (18)	18.82-34.21 28.65 (18)	1135-1450 1380 (12)
三 2	TR	20.01-36.69 28.15 (12)	0.05-0.27 0.18 (3)	0.0067-0.014 0.0104 (2)	18.53-25.13 22.26 (10)	29.51-32.45 31.17 (11)			92.6-94.73 93.47* (7)	0.70-1.41 1.16* (7)	41.79-54.37 48.56 (6)	18.82-29.12 24.92 (6)	1135-1400 1298 (3)
	WY	11.46-31.50 22.27 (41)	0.40-1.85 0.66 (22)	0.0019-0.009 0.0054 (9)	22.11-31.00 26.56 (34)	31.30-36.59 34.65 (35)	2.56-11.81 8.02 (32)	5.46-9.55 8.30 (31)	91.07-92.80 91.97 (20)	3.00-4.16 3.85 (20)	15.54-52.19 42.46 (15)	11.57-35.23 29.56 (15)	1140-1500 1390 (13)
三 4	TR	22.19-39.07 29.17 (21)	0.06-0.46 0.25 (9)	0.005-0.015 0.0086 (5)	18.74-25.02 22.06 (21)	23.66-32.96 31.03 (21)			90.07-95.51 92.98* (8)	0.73-1.97 1.33* (8)	44.23-53.96 50.31 (4)	13.42-28.33 24.03	1180-1420 1335 (4)
	WY	17.03-33.64 26.74 (5)	0.29-1.36 0.90 (3)		21.69-28.16 24.12 (5)	31.14-35.07 33.36 (5)		2.88-8.23 5.83 (3)	92.05 (1)	3.95 (1)			
三 5	TR	29.58 (1)	0.21 (1)		21.13 (1)	32.71 (1)							

砷：各可采煤层 As_2O_3 含量普遍较低，除三₄煤接近 2ppm 外，其余均在 1ppm 以下。

③煤的工艺性能

i. 发热量

区内各可采煤层原煤发热量均较高。

井田内各可采煤层原煤分析及发热量均较高。

二₂煤在 23.09-32.95MJ/kg 之间，平均为 29.78MJ/kg。

三₁煤在 19.39~27.37MJ/kg 之间，平均为 23.88MJ/kg。

三₂煤在 17.83~29.43MJ/kg 之间，平均 25.33MJ/kg。

三₄煤在 22.11~31MJ/kg 之间，平均 26.56MJ/kg。

三₅煤在 21.69~28.16MJ/kg 之间。天然焦分析基发热量的平均值仍在 20.9MJ/kg 以上，干燥无灰基发热量的平均值均在 30.9MJ/kg 以上，故天然焦仍不失为一种有利价值的能源。

ii. 煤对 CO₂ 的反应性

从对不同煤层的 21 个貌样进行煤对 CO₂ 的反应性测定看：在 1100℃时，二₂煤层对 CO₂ 还原率为 59.40%~74.60%，平均 70.09%；三₁煤为 47.99%~70.8%，平均 60.52%；三₂煤为 49.0%~52.5%，平均为 50.8%；三₄煤为 53.6%~58.6%，平均 56.1%；二₂煤层的气化反应性较好，三组煤稍差。天然焦由于灰分产率高，焦化过程中毛细管遭到破坏，和 CO₂ 反应的表面积减小，故气化反应性较煤层有所降低。

iii. 煤的热稳定性

二₂煤层的热稳定性在井田的中深部及 07 勘探线以北为“中等”——“好”，而浅部较差。三₁煤除 0517 钻孔热稳定性“好”外，其余三个样品的热稳定性均属“差”。三₄煤层煤的热稳定性“中等”。三₅煤层热稳定性“好”。

天然焦的热稳定性变化较大，二₂煤层之天然焦普遍“差”，而三₄煤之天然焦则普遍好。

iv. 煤的可磨性

二₂煤哈氏可磨性指数 (Khg) 在 44.13~104 之间，大部分在 70 以下。三煤组各煤层的可磨性大致相同，哈氏指数三₁煤为 67~76，三₂煤为 65~77，

三₄煤为 58~70。天然焦的哈氏指数为 46，可磨性较煤层较差。

v. 结渣性、抗碎强度及硬度

在炉栅截面流速为 0.2m/s 时，二₂煤的结渣率为 50.1%~53.3%，三₂煤为 35.04%，三₄煤为 30.07%，均属强结渣煤。三₂、三₂煤层的抗碎强度分别为 53.6%、52%，属中等强度。三₄煤抗碎强度为 44%，属低强度。据永城煤矿对二₂煤层强度测定结果，自然状态下抗压强度在 3.9~7Mpa 之间，坚固系数为 0.92，属软煤。

各可采煤层的煤类变化及空间分布特征：本矿煤的变化作用以深成变质作用为主，岩浆接触变质作用次之。深成变质作用煤种的垂向分带比较明显。二₂煤与三煤组各煤层平均间距 80~90m，挥发份（Vr）值由二₂煤的 7.61%增至三煤组的 8.27%~8.57%，递变梯度为 1.2%/100m。煤种在同一煤层中随埋深增加而精煤 Vr 值也相应降低。

矿井内各煤层岩浆变质作用较强，凡在岩体侵入的部位及其周围，均被吞蚀或变质为天然焦、天然半焦。三₄、三₂煤层中岩体广泛发育，故此两层煤的天然焦广泛分布。

vi. 煤的可选性

二₂煤层：6201、6304 孔各粒级的（±）0.1 含量在 4.5%以下，精煤产率在 96%以上，灰分在 10%以下，浮选后灰分降低 2%，属极易选煤。0429、6301 孔（±）0.1 含量在 13%~20%之间变动，浮煤产率在 75%以上，浮选后灰分可降低 8~10%，属易选煤。故二₂属易选至极易选煤。

三₁煤层：（±）0.1 含量在 6.83%~24.6%，浮煤产率在 80%以上，浮选后灰分可降低 5%~10%，属极易选至中等可选。

三₂煤层：（±）0.1 含量在 14%~25%之间，浮煤产率大于 60%，浮选后灰分可降低 9%~19%，属易选至中等可选。

三₄煤层：井田内大面积为天然焦，而焦的比重在 1.8 以上，且呈致密坚硬的块状，一般难以洗选。

（4）煤类

矿井可采煤层的精煤挥发分产率平均值均小于 10%，根据中国煤炭分类标准（GB/T 5751—2009），各可采煤层为无烟煤（WY），局部为天然焦。详见

表 2-2-5。

表 2-2-5 陈四楼煤矿煤类统计表

矿产名称	煤层号	精煤挥发分两极值 平均（点数）	煤类
煤炭	二 ₂	3.93 - 9.17	无烟煤
		7.57（102）	
		2.17-7.36	天然焦
		5.44（3）	
	三 ₁	7.00-10.07	无烟煤
		8.57（38）	
	三 ₂ ²	6.13-10.01	无烟煤
		8.33（4）	
			天然焦
	三 ₄	5.46-9.55	无烟煤
		8.30（31）	
			天然焦
	三 ₅	2.88-8.23	无烟煤
		5.83(3)	
			天然焦

（5）煤的工业用途

二₂煤为低灰分，特低硫、磷，高热量的优质无烟煤，易选，热稳定性中等，煤对 CO₂ 的反应性较好，灰熔点高，并且有一定数量的块煤。三₁煤为中灰分、低硫、特低磷，具中发热量的无烟煤。三₂煤为中灰分、低硫、特低磷，具中高发热量的无烟煤。三₄煤为中灰分、低硫、特低磷，具中高发热量的无烟煤。三₅煤以中灰分、低硫、特低磷的无烟煤。

二₂煤可用于化工用煤，包括气化用煤及化肥用煤，其次用作动力和民用燃料等。三₁、三₂、三₄和三₅煤可用于发电、水泥工业及民用燃料。

天然焦一般呈坚硬的块状，比重大、灰分高，且洗选困难，对 CO₂ 的反应性差，因此影响了它的利用价值。但其发热较高，一般在 20.9MJ/Kg 以上，除可作民用燃料及发电外，还可用来烧水泥、石灰等，热稳定好的还可以用于固定床式发生炉作气化原料。

三、矿床开采技术条件

1.水文地质

(1) 概述

陈四楼煤矿东部及南部、北部部分区域以二₂煤层露头为界，灰岩露头多被厚层粘土覆盖，在区域上大气降水及浅层水对灰岩含水层侧向补给受到一定限制。西部及南部、北部部分区域以断层和岩浆岩为界，自北向南有 F₁₁ 正断层、F₂ 正断层、F₉ 环形断层和 F₆ 正断层；F₆ 正断层落差 130m，断层上盘太原组灰岩与断层下盘奥陶系灰岩对接，形成补给边界。矿井总体上是一个半封闭的亚水文地质单元，有利于矿床的开采。

矿井东、西部有两条人工开挖的近南北向的排洪泄涝沟渠，平水期有排泄浅层地下水的作用，旱季断流。南部的沱河，实测最高洪水位+34.79m（1963 年 8 月 9 日），河面开阔，坡度平缓，河床及坡岸由粘土组成，与浅层地下水有一定的联系。地表水体下距主要可采煤层垂深大于 320m，对矿床开采无影响。

(2) 含水层

井田西部和南部基本以正断层为界，形成相对隔水边界。东部二₂煤层露头外灰岩分布面积不大，又被厚层粘土覆盖，在区域上灰岩水侧向补给井田的途径受到一定限制；只有北部 F₁₁ 断层以北局部地段石炭系地层与含煤地层接触，水力联系微弱，为弱补给边界。总体上矿井是一个半封闭的水文地质单元，有利于矿床的开采。

根据含水层和隔水层在垂向的沉积层序和岩性，井田自上而下划分为四个含水组，现简述如下：

① 新近系、第四系孔隙含水组（I）

本含水组分为四段。

i. 第四系全新统孔隙潜水含水段（I₁）

第四系全新统松散孔隙含水段（I₁）浅层水赋存于冲积层中，埋深 0~30m，岩性为砂层，具上细下粗的二元结构。厚度变化大，厚者 23.8m，薄者仅为 1.3m，平均厚度为 7.36m。原始水位标高为+30.3~31.98m，渗透系数为 16.3~198.92m/d，水质类型属 HCO₃~Ca·Mg 型，单位涌水量为 0.265~5.526L/s·m，

矿化度为 0.172~1.03g/L，水温为 15℃，大气降雨入渗为其主要补给水源，其次为河渠的入渗补给。底部粘土、亚粘土隔水层厚 1.9~58.9m，平均厚度为 21.6m。

ii. 第四系更新统孔隙承压含水段（I₂）

第四系更新统孔隙承压含水段（I₂）赋存于冲、湖积层中，埋深 30~90m。岩性为细、中粒砂组成，厚度 2.4~23.51m，平均厚度为 11.36m。原始水位标高为+30.54m，渗透系数 1.3m/d，单位涌水量为 0.28L/s·m，水温 20℃，水质类型为 HCO₃·SO₄·Cl-Na·Ca·Mg 型，矿化度 1.20g/L。含水层以侧向补给为主，次为上部浅层水的局部补给。

iii. 新近系上新统孔隙承压含水段（I₃）

新近系上新统孔隙承压含水段（I₃）赋存于冲、湖积层中，埋深为 90~260m，岩性以细、中粒砂为主，局部偶见粉沙和粗沙，其间夹有粘土、亚粘土。砂层厚度 10.62~86.91m，平均厚度 62.92m。原始水位标高+28.8~30.9m，据新 1 孔水文观测孔资料，水位标高-43.54m（2022 年 12 月）；渗透系数 2.43m/d，单位涌水量 1.15L/s·m，水质类型为 HCO₃·SO₄-Na 型，矿化度 0.922~1.262g/L，水温 19℃。补给、排泄均以侧向为主。底部发育有厚 1.6~75.3m，平均厚度 32.8m 的粘土层与底部中新统含水层相隔。

iv. 新近系中新统孔隙承压含水段（I₄）

新近系中新统孔隙承压含水段（I₄）赋存于中新统冲、湖积层中。埋深 260m 到基岩面，厚度 0~56.74m，平均 11.45m。岩性以粘土、亚粘土为主，局部为亚沙土。原始水位标高+31.93~35.08m，渗透系数 1.720~3.592m/d，单位涌水量 0.146~0.558L/s·m，水质类型 SO₄-Na 型，水温 22~25℃。底部为厚层粘土与下伏基岩接触，粘土层厚度 17.72~112.39m，平均厚度为 46.04m。局部地段砂层与基岩风化带直接接触，导致垂向水力联系。本段含水性弱，补给水源不足，以消耗静储量为主。

在浅部露头煤层开采过程中，通过对上部松散含水层的探测，松散层底部发育一层厚度为 46.04m 的粘土层。粘土层形成了天然隔水屏障，隔断了新生界含水层与下伏煤系地层之间的水力联系，阻断了新生界含水层向煤系地层充水。因此正常情况下松散层对煤层的开采影响不大

② 二叠系裂隙承压含水层 (II)

本组分为三段：

i. 上石盒子组裂隙承压含水段 (II₁)

上石盒子组砂岩裂隙承压含水段 (II₁) 岩性以细、中粒砂岩为主，局部见粗砂岩，间夹泥岩和砂质泥岩。砂岩层厚度 1.2~104.2m，平均厚度 30.55m。中部 K₆ 标志层为中、粗粒石英砂岩，层位稳定，但厚度变化颇大 (1~23.22m)，平均 10.35m；裂隙发育，裂隙长 20~30cm，宽 0.5~2.5cm，充填钙质薄膜。矿井北轨大巷沿 K₆ 砂岩底掘进，最大涌水量为 40m³/h，稳定流量为 30m³/h，目前已基本无水。北风井检查孔在孔深 451m 处揭露 K₆ 砂岩段，冲洗液出现全泵量漏失，最大漏失量为 6m³/h。采用注水试验的方法取得水文地质参数，单位吸水量为 0.0139~0.0208L/s·m，平均 0.0167L/s·m，渗透系数 0.099m/d，属于富水性弱的含水层。底部 K₅ 砂岩厚 1.05~25.03m，平均 7.92m。砂岩水径流滞缓，主要消耗静储量。

据相关资料，本含水段水位标高 +12.3~14.71m，渗透系数 0.568~2.330m/d，单位涌水量 0.1213~0.687L/s·m，矿化度 1.54g/L。含水段间被泥岩、砂质泥岩相隔。与下部含水层水力联系较弱，一般富水性较差。另外距下部二₂ 煤层平均厚约 128.97m，对采煤影响不大。

ii. 下石盒子组砂岩裂隙承压弱含水段 (II₂)

下石盒子组砂岩裂隙承压弱含水段 (II₂)：含砂岩 1~12 层，以细砂岩为主，局部见中、粗粒砂岩，厚度 2.43~58.73m，平均厚度 20.52m。原始水位标高 +26.61m，渗透系数 0.331m/d，单位涌水量 0.0526L/s·m，矿化度 3.248g/L，水质 SO₄-Na 型，水温 23℃。本含水段在开采三煤组时，为矿床直接充水水源，但因以消耗静储量为主，沿裂隙水平侧向补给不足，迳流滞缓，对矿床排水很不利，易于疏干。

iii. 山西组砂岩裂隙承压弱含水段 (II₃)

山西组砂岩裂隙承压弱含水段 (II₃) 岩性以细粒砂岩、粉砂岩为主，间夹泥岩、砂质泥岩。见砂岩 1~12 层，厚度为 0.60~65.09m，平均厚度 25.55m。原始水位标高 +28.55~30.15m，渗透系数 0.0027~0.0363m/d，单位涌水量 0.000925~0.0163L/s·m，水质类型为 SO₄-Na 型，矿化度 1.978~4.273g/L，水

温 19~26℃。

该含水段是开采二₂煤的直接充水水源。砂岩裂隙不发育，原始状态下，补给、排泄均以侧向水平渗透为主。矿井各采区巷道首次揭露该含水段时，均有出水现象，最大涌水量达到 30m³/h，以静储量为主。但随着采掘时间的延续，巷道疏放三个月后，涌水量逐渐减小，变为滴水或无水状态。该充水岩层富水性极弱，径流几乎处于停滞状态，随着矿山开采排水而大量消耗静储量，易于疏干。

③ 石炭系太原组灰岩岩溶承压含水组（Ⅲ）

本含水组共含灰岩 11 层，自下而上编号为 L₁~L₁₁。依据灰岩对开采影响程度及灰岩层序可划分三段：上段（L₁₁~L₈）、中段（L₇~L₄）及下段（L₃~L₁）。岩性以灰岩、砂岩为主，间夹泥岩、砂质泥岩。上段灰岩是二₂煤底板主要间接充水含水层。

L₁₁ 灰岩（K₃ 标志层）：生物碎屑灰岩，全区稳定，厚度 0.85~4.98m，平均厚度 1.95m，上距二₂煤底板 32.14~72.58m，平均距离 51.10m，一般情况下对二₂煤层威胁不大，但当受断裂构造、垂向裂隙较发育地段，发生突水的可能性是存在的，对这些部位应在开采中给以注意，防止突水。该层灰岩在底板注浆钻孔揭露时，大部分钻孔涌水量较小，一般在 15m³/h 左右。构造发育处，钻孔涌水量大于正常地段，水量最大可达 80m³/h。说明在构造发育处 L₁₁ 含水层岩溶发育，溶隙连通性较好，富水性中等。

L₈ 灰岩：稳定，厚度为 4.70~14.68m，平均厚度 12.76m，L₈ 灰岩顶界距 L₁₁ 灰岩（K₃）13.5~34.5m，平均 28.2m，其间为泥岩、砂质泥岩和灰岩相隔。底板注浆钻孔揭露时，大多数钻孔出水量较大，一般在 60m³/h 左右，联通性好，说明溶洞裂隙发育，富水性强，L₈ 灰岩为太原组上段灰岩含水组的主要含水层。

L₂ 灰岩（K₂ 标志层）：位于本组下部，层位稳定，厚度 6.20~14.10m，平均厚度 11.61m，富含燧石结核。

本组上段（L₁₁~L₈）：原始水位标高+28.52~30.14m，至 2022 年 12 月，水位标高 -49.64~-285.1m。渗透系数 0.39~1.67m/d，单位涌水量 0.113~0.361L/s·m，水质为 SO₄-Na 型，矿化度 2.128~2.404g/L，水温 27~31℃。本含水层组对矿井安全生产有一定影响，是矿井涌水的主要直接充水水源，富水

性中等。

本组中上段（ $L_{11} \sim L_4$ ）：原始水位标高+29.42m，渗透系数 3.43m/d，单位涌水量 1.205L/s·m，水质为 SO_4 -Na 型，矿化度 2.633g/L，水温 25~28℃。

本组全段（ $L_{11} \sim L_1$ ）：水位标高+29.74~30.29m，渗透系数 2.48~4.332m/d，单位涌水量 1.568~2.868L/s·m，水质为 SO_4 -Na 型，矿化度 2.206~2.429g/L，水温 25~28℃。该组灰岩与泥岩、砂质泥岩均为互层沉积，以 L_{10} 、 L_8 、 L_4 、 L_2 灰岩沉积稳定、厚度大，岩溶裂隙发育不均一，裂隙多为 40°~70°，随深度增加而减弱，且多被方解石脉充填或半充填，部分钻孔揭露各层灰岩不同程度都有漏水现象。富水性受岩溶裂隙发育程度、地下水运动、可溶盐成份等因素所控制。

本组为承压含水层，受区域地质构造的控制，地下水水平运移较滞缓，补给不足，交替性不佳，水质变差。

④ 奥陶系灰岩岩溶强含水组（IV）

奥陶系灰岩为厚层状灰岩，溶洞裂隙比较发育，但各部位不均，故赋水性强弱差异悬殊。该含水层原始水位标高+28.5m，据地面观 5 孔（孔口标高+38.53m）水文观测，水位标高-73.35m（2022 年 12 月）；含水层单位涌水量 1.929L/s·m，渗透系数 4.618m/d，水质为 SO_4 -Ca·Na 型，矿化度 3.668g/L，水温 32℃。奥陶系灰岩顶界面距二₂煤层底板 210m 左右，其间为灰岩、砂岩、砂质泥岩、泥岩相隔，正常情况下对坑道无充水影响。当有断层沟通，使奥陶系灰岩水与太原组灰岩上段水发生水力联系时，间接对矿坑充水也是有右能的。

3. 隔水层

矿井内各含水层之间赋存有良好的相对隔水层，正常情况下，可起到隔水作用。现就对隔水层简述如下：

（1）新生界底部隔水层（I）

新生界底部大部分以厚层粘土与下伏基岩不整合接触，厚度为 17.72~112.39m，平均厚度为 46.04m。粘土层形成了天然隔水屏障，隔断了新生界含水层与下伏地层之间的水力联系，阻断了新生界含水层向含煤地层充水。

（2）二叠系山西组以上砂泥岩隔水层（II）

由二叠系上和下石盒子组的泥岩、砂质泥岩、粉砂岩、铝质泥岩及少量炭

质泥岩组成。该层岩性致密，层位较稳定，厚度约 480m，隔水性能良好，可以阻止上、下含水层的水力联系，能够起到良好的隔水作用。

(3) 二₂煤层顶板砂泥岩隔水层 (III)

主要指山西组二₂煤层顶板至下石盒子组底之间的泥岩、砂质泥岩及少量的粉砂岩、炭质泥岩，厚度约 32m。该层厚度较大，层位稳定，全区分布，但其厚度有差异。一般情况下，开采二₂煤时可阻隔下石盒子组砂岩含水层水进入矿井，但在遇断层破碎带时，将失去隔水作用，使下石盒子组砂岩含水层水进入矿井。

(4) 山西组底部隔水层 (IV)

山西组可采煤层为二₂煤。该煤层与太原组 L₁₁ 灰间距 32.14~72.58m，一般 51m 左右，层位稳定。其间岩层以泥岩、砂质泥岩为主，次为砂岩，平均抗拉强度 21.2MPa。泥岩与砂质泥岩累计平均厚度 26.5m，直接或间接与 L₁₁ 接触，形成了良好的隔水层，在无构造破坏条件下，可以避免发生太原组灰岩突水。

(5) 石炭系本溪组铝质岩及铝质泥岩隔水层 (V)

该层岩性为泥岩和铝质泥岩，本区仅少数孔揭露该地层，厚 2.00~22.00m，平均 8.78m。其岩性致密，裂隙不发育，透水性差，正常情况下，可阻隔奥陶系灰岩含水层与太原组灰岩含水层间的水力联系，当在其厚度变薄地段或在构造破碎带附近，将会弱化或失去隔水性能。

4. 地表水及地下水的补给、径流、排泄

煤田浅层水位于新生界松散孔隙含水层中，其循环交替条件良好，动态变化较大，幅度值 1~4m，自西北向东南方向径流；大气降水垂直下渗是浅层水的主要补给来源，丰水期河流抬高水位后，地表水也可补给地下水；平水期、枯水季节地下水补给河水为主要排泄途径，其次由于大面积蒸发，也可越流补给上部含水层。深层地下水的分布、埋藏条件与古地形、地貌形态和新构造运动沉降幅度有关。深层地下水径流方向总体上表现为由北东向南西。但地下水在运移过程中，一部分受地质构造、地形及岩性差异等条件制约，地下水径流方向有所差异。深层水受上覆隔水层的阻挡，大气降水、地表水及浅层水下渗补给不易，但主要含水层露头与新生界地层直接接触时，接受补给条件较好。其补给来源主要有两个方面，其一，冲积平原分布面积大，区域地下水可能侧

向补给区内；其二，局部地段隔水层透镜体尖灭后，也可能造成上部含水层补给下部。

砂岩裂隙水在裸露地区直接受大气降水、潜水，地表水补给，在覆盖层掩盖区，底部松散孔隙承压水可能沿风氧化带裂隙带或采煤后期塌陷带补给地下水，生产矿井长期排水是裂隙水主要泄水通道。被覆盖层掩盖的永城矿区灰岩岩溶水补给、径流、排泄条件与安徽淮北、肖县灰岩区有明显的差异性，表明永城矿区属于独立的水文地质单元。

本井田主要开采山西组二₂煤层，构造特点是次级褶皱发育，断层发育中等。煤层位于侵蚀基准面以下，为巨厚的松散沉积物覆盖。受回采及掘进破坏和影响的含水层为山西组二₂煤顶底板砂岩含水层及太原组底板灰岩含水层，顶底板砂岩含水层富水性较弱，含水以静储量为主，补给条件较差，单位涌水量为 0.000925~0.0163L/s·m；灰岩含水层富水性中等，受外界降雨及其他含水层补给较少，补给方式主要是灰岩含水层侧向补给，层间越流补给较少，风氧化带灰岩露头处大气降雨对其有一定的补给，由于运输距离远，补给量有限，单位涌水量为 0.113~0.361L/s·m。将来矿井开采三煤组时，受采掘影响的含水段为下石盒子组裂隙承压弱含水段。该含水段含砂岩 1~12 层，以细砂岩为主，局部见中、粗粒砂岩，厚度 2.43~58.73m，平均厚度 20.52m。渗透系数 0.331m/d，单位涌水量 0.0526L/s·m，赋水性弱，迳流滞缓，对开采将影响甚微。矿井地下水用于灌溉及水源。

5. 充水因素分析

（1）充水水源

① 大气降水及地表水

矿井内没有天然地表水体，但地表在采掘中造成形成塌陷造成部分积水区，故修建有两条人工开挖的排洪沟渠韩沟和小白河。据矿方提供的河流渗漏台账，韩沟和小白河河流宽阔，河内水流畅通，大堤完好，无渗漏危险。由于巨厚层新生界松散沉积层的阻隔作用，大气降水及地表水对矿床开采基本无充水影响。

② 新生界底部砂岩孔隙水

新生界底部砂岩孔隙含水层受粘土隔水层阻隔，正常情况下阻隔了地下水垂直下渗，使该砂岩孔隙水对矿床影响甚微，但在煤层露头附近，局部发育有

“天窗”的地段、底部砂岩局部与基岩直接接触或底部粘土层较薄而砂层增厚的地段，含水层可向煤系地层充水或砂层水沿导水裂隙带渗入矿井，对浅部煤层开采产生一定影响。目前矿井二₂煤层开采范围内仅剩 18 采区位于煤层露头附近，预计对该采区的开采有影响。

③ 煤层顶、底板砂岩裂隙水

煤层顶、底板砂岩裂隙承压水是煤层开采时的主要直接充水水源。该含水段砂岩富水性弱，径流滞缓，以静储量为主，易于疏干。矿井开采二₂煤层实际揭露时，砂岩裂隙承压水以股状涓流、不规则散流、串珠状滴流等方式进入巷道，并随开采面积的增大而增大。但随着采掘时间的延续，掘进巷道三个月后水量逐渐变小，变为滴水或无水状态。在正常地层块段内砂岩裂隙水基本不影响矿井安全生产，但在褶曲、断层等构造发育处，掘进巷道和回采工作面有顶板滴、淋水及底板渗水现象，对采掘有一定影响，但易于疏排，对矿井安全生产影响较小。

矿井各采区巷道首次揭露二₂煤层顶底板时，一般会有出水现象，例如，矿井内外水仓在 1996 年 8 月施工中揭露二₂煤顶板砂岩涌水量 14.4~37.4m³/h。工作面巷道施工过程中，在褶曲发育处均有出水现象，例如十二采区 21201、21204、21206 工作面掘进期间，在褶曲两翼及轴部普遍出现顶板淋水、底板渗水现象，单个巷道涌水量可达到 25m³/h。另外，在深部开采区域，如五采区 2513 工作面，巷道掘进过程中受顶板砂岩水影响较大，该工作面为五采区深部首个工作面，周围均为实体煤，且埋深较深，顶底板砂岩水未经疏放，在断层发育处、褶曲轴部及岩浆岩侵入区附近等顶板较破碎区域顶板砂岩淋水严重，巷道掘进期间工作面涌水量达到 30 m³/h。但随着时间的推移顶板砂岩水逐渐减小成滴水，最后无水。

工作面回采结束后，随着顶板的垮落，会有少量顶、底板砂岩裂隙水释放，水量一般在 5~10m³/h，但是在五采区深部如 2513 工作面回采过程中，顶板垮落后工作面顶底板砂岩裂隙水水量达到 60m³/h。一般情况下，随着时间推移，水量会逐渐减小。

将来矿井开采三煤组时，受采掘影响的含水段为下石盒子组裂隙承压弱含水段。该含水段含砂岩 1~12 层，以细砂岩为主，局部见中、粗粒砂岩，厚度

2.43~58.73m，平均厚度 20.52m。渗透系数 0.331m/d，单位涌水量 0.0526L/s·m，赋水性弱，迳流滞缓，对开采将影响甚微。

④ 太原组上段灰岩岩溶裂隙承压水

太原组上段灰岩岩溶裂隙水是开采山西组二₂煤的主要直接充水水源。由于二₂煤与 L₁₁ 灰岩（K₃ 标志层）一般间距 51m 左右，又有导水性较弱的泥岩、砂质泥岩相隔，并夹有抗拉强度大的砂岩，所以在正常地层块段内，突水系数小于 0.1MPa/m 时不存在突水的可能性。若遇落差大于 30m 的断层，灰岩水可能通过断层溃入采场，造成突水。其次，在小断层密集区，地层完整性受到破坏，煤层底板抗水压能力降低，也可导致太原组上段灰岩水突出，影响工作面生产。如 2007 年 9 月 29 日，21301 工作面涌水，涌水量最大 190m³/h，后稳定在 20m³/h。

⑤ 奥陶系灰岩岩溶承压水

奥陶系灰岩与二₂煤层距离 210m，且奥灰顶界面有厚层铝质泥岩和太原组灰岩、砂岩、砂质泥岩、泥岩相隔。正常情况下该含水层水很难导入矿井。若有断层导通该含水层或使二₂煤层与奥灰含水层间距变小，该含水层水亦可能导入矿井。

⑥ 老空区积水

区内受构造影响造成地层起伏，工作面回采结束后，采空区低洼处往往有一定量的积水，采空区积水对后期巷道施工有较大影响，若不进行疏放容易引起透水事故。截至 2022 年 12 月，矿井内共有积水区 33 处（其中南翼 18 处，北翼 15 处，积水水压变化范围 0.018MPa~2.56MPa，积水量变化范围 552m³~485964m³）。

北翼 2 采区目前已回采完毕，采区封闭，该采区整体为一向斜构造，老空区内形成积水。4 采区下部至 -435m 水平均为老空积水区，目前 4 采区已回采完毕，采区封闭，老空区周围无采掘活动，矿井不受该老空区积水威胁。8 采区有 4 个老空积水区，其中 2801 老空区内有三处，2802 老空区内有一处，对今后采掘活动均无影响。10 采区有 3 个老空积水区，分别位于 21006 老空区、21007 老空区和 21009 老空区，这三个工作面周围无采掘活动，一般矿井不受老空区积水威胁。12 采区有 5 个老空积水区，除 21208 老空区积水对 21209 上

顺槽掘进有影响外，其他老空区积水对今后采掘活动均无影响。

南翼 1、3、7、11、13 采区均已回采结束，老空区内积水对采掘活动无影响。5 采区分布有积水区 5 个，其中 2517 老空区积水对 9 采区工作面掘进有影响，且该积水区有动水约 $40\text{m}^3/\text{h}$ 。15 采区仅 21503 工作面两处低洼处有少量积水，其中积水区动水约 $30\text{m}^3/\text{h}$ ，对 21504 工作面掘进及回采均有一定影响。

本矿西南部与城郊煤矿 4 采区、6 采区及 10 采区相邻，据调查资料 4、6、10 采区共有积水区 4 处，其中 6 采区有两处（2602 和 2603 工作面），水压 $0.08\sim 1.20\text{MPa}$ ，积水量范围 $14142\sim 58381\text{m}^3$ 。目前 4 采区、6 采区及 10 采区均已关闭，无采掘活动，根据城郊矿资料，陈四楼煤矿边界距城郊煤矿采空积水区最近距离约 191m，矿井留设边界煤柱 40m，一般情况下城郊煤矿采空区积水对陈四楼煤矿无影响。

矿井范围内及周边矿井老空区积水情况较为清楚，积水区外围均划定有警戒线和探水线，采掘活动临近积水区时需对老空区积水进行探放，消除老采空区积水影响。

（2）充水通道

① 断裂带及构造裂隙带通道

井田内已发现断层 1321 条，其中落差 $H\geq 30\text{m}$ 的 24 条， $30\text{m}>H\geq 20\text{m}$ 的 15 条， $20\text{m}>H\geq 10\text{m}$ 的 82 条， $H<10\text{m}$ 的 1200 条。勘探期间揭露的断层绝大多数无漏水现象，受断层影响漏水的钻孔仅有 7 个，9 次漏水，占穿见断点钻孔的 20%，占漏水次数的 11%。矿井生产中，巷道正常掘进期间所揭露断层均不导水，仅个别巷道由于揭露落差较大断层，导致巷道对接含水层而发生突水。矿井出现太原组上段（ $L_{11}\text{—}L_8$ ）灰岩水涌入工作面的情况多出现在工作面回采过程中，由于工作面实际揭露的小断层密度大，单个工作面断层个数在 3~64 条不等，回采过程中受采动、矿压和水压叠加影响，断层影响带内隔水层阻水作用弱化，断层及裂隙可能会形成导水通道而引发突水。

经过对边界断层 F_6 （6003 孔）及 F_{13} 断层（6705 孔）进行抽水试验，测得水位标高 $27.57\sim 28.51\text{m}$ ，单位涌水量 $0.00005\sim 0.00018\text{L/s}\cdot\text{m}$ ，渗透系数 $0.0001398\sim 0.000298\text{m/d}$ ，水质 $\text{HCO}_3\cdot\text{SO}_4\text{-Na}$ 型，矿化度 $0.446\sim 1.23\text{g/L}$ ，水温 $30\sim 31^\circ\text{C}$ 。

图 2-2-3 矿井及周边采空区内积水区分布图

②工作面采掘引发的裂隙通道

a、顶板冒落通道

根据本矿井实际，按照《建筑物、水体、铁路及主要井巷煤柱留设与压煤开采规范》（2017年5月）附表4-1、4-2中垮落带和导水裂缝带最大高度计算如下：

垮落带最大高度 H_m

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

导水裂缝带高度 H_L

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

式中， H_m 、 H_L ——垮落带最大高度、导水裂缝带高度； $\sum M$ ——煤层累计采厚，单位为米（m）。

据目前经济技术条件，陈四楼煤矿开采二₂煤层最低厚度 0.80m，赋存最大厚度 3.85m。将采厚最大值代入公式计算得：垮落带最大高度 12.58m；导水裂缝带最大高度 45.10m。

矿井回采二₂煤层后形成的导水裂缝带发育最大高度 45.10m。顶板导水裂缝带构成矿井顶板充水通道。

b、底板扰动通道

二₂煤层底板以下有石炭系太原组灰岩岩溶含水层（上、中、下三段）和奥陶系灰岩岩溶含水层，其中石炭系太原组上段灰岩岩溶含水层对矿井生产影响最大。随着矿井开采深度增大，地应力失衡后重新分布，导致底板发育新的裂隙。

近年来矿井通过底板注浆改造工程的实施和排水系统的完善，底板水害治理效果显著，矿井水害对采掘工作面的影响正在逐渐减少。

③ 陷落柱

岩溶陷落柱是地下溶洞的顶部岩层及覆盖层在荷载或其他动力作用下，失去支撑发生坍塌和剥落后形成的上小下大的锥状塌陷体。陷落柱突水是矿井岩溶突水的重要类型之一。

矿井自生产以来已经揭露三个陷落柱，分别位于一采区 2101 与 2102 工作面、十三采区 21301 工作面和二采区 2209 工作面。

2101 与 2102 工作面揭露的陷落柱，长轴长 92m，短轴长 28m，巷道揭露后陷落柱无水，对掘进无影响。

21301 工作面推进到通尺点 140m 处揭露一陷落柱。陷落柱在平面上近椭圆形，长轴近东西向，长 30m，短轴近南北向，长 25m。柱体内岩块排列杂乱无章，岩性多样，无规律组合。岩块颜色丰富，形状不一。柱体内岩石具有风化现象，水浸痕迹。岩块间泥质胶结，柱体内岩块密实，工作面揭露的陷落柱体为不富水、不导水的陷落柱体，对掘进无影响。

2209 工作面上顺槽掘进到 G10 点前 18m 处揭露一揭露陷落柱：陷落柱在平面上近椭圆形，长轴近北西向，长度 100m，短轴近北东向，长度 60m。柱体内岩块胶结松散，在边缘处有滴水现象，不富水，对掘进无影响。

矿井现已揭露的陷落柱均已处于发育的后期阶段，柱体内岩块胶结程度较差，在工作面巷道掘进时局部有滴水现象。由于十三采区的陷落柱在工作面回采过程中揭露，经过工作面底板注浆改造及综合治理，21301 工作面安全回采通过陷落柱。其他两个陷落柱经采掘揭露后，工作面均绕过陷落柱回采。

④天窗

井田内大部分地区新生界地层对矿床无影响，局部地段发育有“天窗”造成底部砂岩局部与基岩直接接触处，或底部粘土层较薄而砂层增厚的地段，含水层可直接向含煤地层充水或砂层水沿导水裂隙带渗入矿井，对煤层开采产生一定影响。

⑤封闭不良钻孔

陈四楼井田在勘探阶段共有 91 个封孔不良地质勘探孔，封孔不良钻孔可能成为导水通道，在掘进及回采中揭露及邻近此类钻孔时均需根据封孔实际情况及终孔层位，对勘探孔进行超前探测，确保安全通过钻孔。

(3) 充水强度分析

矿井开采至今，影响矿井正常开采的主要为太原组上段灰岩水。

① 含水层出露和接受补给的条件

永夏煤田除在芒山及南部柏山出露零星的寒武系、奥陶系灰岩，可接受大气降水补给，其余全被第四系厚层松散沉积物所覆盖，受外界补给微弱。

② 矿区的边界条件

二₂煤层矿床侧向边界条件：井田西部和南部基本以正断层为界，对盘均为隔水地层，形成相对隔水边界；东部二₂煤层露头外灰岩分布面积不大，又被厚层粘土覆盖，在区域上灰岩水侧向补给井田的途径受到一定限制；只有北部 F11 断层以北局部地段石炭系地层与含煤地层接触，水力联系微弱，为弱补给边界。总体上矿井是一个半封闭的水文地质单元，有利于矿床的开采。

二₂煤层顶底板的隔水或透水条件：本区二₂煤层顶板以泥岩、砂质泥岩及中细粒砂岩为主，底板岩性以泥岩、砂质泥岩为主。其顶底板泥岩及砂质泥岩隔水层厚且稳定，岩性致密，隔水能力好，若遇构造或顶板冒落造成岩石破碎透水能力增强，或隔水层变薄、缺失而失去隔水能力，造成矿井涌水量的增加。

③充水强度

从矿井实际生产情况分析，受太原组上段灰岩水影响较大的区域为矿井南翼深部采区。通过底板注浆钻孔施工情况看，矿井南翼深部采区太原组上段灰岩含水层水压高，富水性较强，在断层、褶曲发育地段及二₂煤层底板裂隙发育处易发生太原组上段灰岩水涌入工作面，影响矿井生产。

（4）主要水文地质问题

截止到 2022 年，矿井共有较大突水共 5 次，其中掘进工作面 1 次，回采工作面 4 次。北轨大巷在掘进中揭露 F₃₉ 正断层，导致巷道与断层下盘太原组灰岩含水层临近，在断层裂隙发育处高压灰岩水导通发生突水。工作面在回采中发生突水的有 4 次，根据水质化验结果显示，水源均为太原组上段灰岩水，通过分析，确定造成工作面突水的原因因为受采动影响，工作面底板裂隙重新活化变大导通灰岩含水层所致。

根据历年矿井突水发生的实际情况分析，可以得到以下规律：

① 分采区：南翼 5 采区发生突水两次（2501 和 2507 工作面），最大突水量 175m³/h。说明该采区底板岩性较其它采区完整性差；南翼 3 采区（2301 工作面）和 13 采区（21301 工作面）各发生突水 1 次，突水量最大分别为 200m³/h 和 190m³/h，后稳定在 10m³/h 和 20m³/h。以上采区经过井下打钻注浆治理均已安全回采。综上所述，南翼采区共突水 4 次，占突水比例 80%，北翼采区共突水 1 次，占突水比例 20%。反映出矿井南北两翼采区含水层富水性强弱不均一。

② 发生突水的时间：以上突水主要发生在矿井生产建设初期，由于防治水技术及手段还不成熟，导致突水。

现今，陈四楼矿已经建立起了专门的防治水施工队伍，配备了防治水专业设备和地质、水文地质专业人员，在与水患作斗争的过程中，公司根据本部矿井水文地质特点制定了防治水 24 字方针“立足采面、物探先行、以堵为主、疏堵结合、分类治理、综合防治”，陈四楼矿的防治水工作得到顺利开展，水害影响生产事故大大减少。

（5）水文地质勘查类型

二₂煤层的顶板直接充水含水层为山西组中粗粒砂岩含水层，含水性相对较弱，底板直接充水含水层为太原组上段灰岩含水层，含水性相对较强，根据本矿实际二₂煤层属于底板岩溶裂隙水充水为主、顶板孔隙裂隙充水为辅的矿床。而且本矿区底板隔水层不稳定，水头压力大，断层导水性强。根据《矿产地质勘查规范 煤》（DZ/T 0215-2020），二₂煤层水文地质勘查类型属第三类第二亚类二型。即以底板岩溶水充水为主的水文地质条件中等的煤矿床类型。

(6) 矿井涌水量

矿井未来正常涌水量 $570\text{m}^3/\text{h}$ ，最大涌水量 $1050\text{m}^3/\text{h}$ 。

(7) 矿井水文地质类型划分

按上述矿井水文地质类型划分分类依据标准，陈四楼煤矿水文地质类型划分分类评价结果如下：

① 井田受采掘破坏或影响的含水层（水体）

目前及将来一段时间内矿井主采二₂煤层，受回采及掘进破坏和影响的含水层为山西组二₂煤顶底板砂岩含水层及太原组底板灰岩含水层，顶底板砂岩含水层富水性较弱，含水以静储量为主，补给条件较差，单位涌水量为 $0.000925\sim 0.0163\text{L/s}\cdot\text{m}$ ；灰岩含水层富水性中等，受外界降雨及其他含水层补给较少，补给方式主要是灰岩含水层侧向补给，层间越流补给较少，风氧化带灰岩露头处大气降雨对其有一定的补给，由于运输距离远，补给量有限，单位涌水量为 $0.113\sim 0.361\text{L/s}\cdot\text{m}$ 。将来矿井开采三煤组时，受采掘影响的含水段为下石盒子组裂隙承压弱含水段。该含水段含砂岩1~12层，以细砂岩为主，局部见中、粗粒砂岩，厚度 $2.43\sim 58.73\text{m}$ ，平均厚度 20.52m 。渗透系数 0.331m/d ，单位涌水量 $0.0526\text{L/s}\cdot\text{m}$ ，赋水性弱，迳流滞缓，对开采将影响甚微。符合《煤矿防治水细则》中水文地质条件中等类型的要求。

② 矿井及周边老空水分布情况

截止2022年12月，井田内共有积水区33个，积水水压变化范围 $0.018\text{Mpa}\sim 2.56\text{Mpa}$ ，积水量变化范围 $552\text{m}^3\sim 485964\text{m}^3$ 。老空积水区的位置、范围、积水量、水位都已清楚，采掘活动临近老空积水区时均进行超前探放水，消除老空水威胁。对已经探放的老空区及时修改台帐，确保水文地质资料准确。井田内老空积水区数量有限，且相关参数掌握清楚，符合《煤矿防治水细则》中水文地质条件中等类型要求。

③ 矿井涌水量

预计矿井正常涌水量为 $570\text{m}^3/\text{h}$ ，最大涌水量 $1050\text{m}^3/\text{h}$ 。符合《煤矿防治水细则》中的水文地质条件中等类型的要求。

④ 矿井突水

矿井近3年（2017~2020年）未发生过突水，符合中等类型要求。

⑤开采受水害影响程度

矿井发生突水较少，共发生突水 5 次，从 05 年到现在突水发生仅 2 次，从 07 年 21301 工作面突水至今，矿井未发生突水事故。突水水源均为太原组上段灰岩水，发生突水时突水量最大为 200m³/h，经过治理后可恢复正常生产。矿井采掘活动受水害影响，治理后基本不威胁矿井安全，符合《煤矿防治水细则》中水文地质条件中等类型的要求。

综上所述，根据《煤矿防治水细则》，按照分类表中对水文地质类型划分原则，矿井水文地质类型应为中等类型。

2. 工程地质条件

据勘查钻孔地质资料与生产井巷地质资料（详见表 2-2-6）统计显示：二₂煤层直接顶岩性一般是层状砂质泥岩、泥岩，基本顶是砂岩，局部相变发育砂质泥岩。个别地段直接顶不发育，局部发育泥岩、炭质泥岩伪顶，单层厚度 0~2.88m，易垮落。直接底是层状砂质泥岩、泥岩、炭质泥岩，局部相变发育粉砂岩，基本底是砂岩。三维地震勘探及生产揭露，井田小断裂较多，井巷工程揭露岩层裂隙不很发育，多为闭合型，且多被方解石或粘土充填。

表 2-2-6 2015~2020 年生产工程揭露顶底板岩性统计表

工作面名称	顶板岩性		底板岩性		普氏系数 (f, 直接/基本)
	直接顶	基本顶	直接底	基本底	
MZ201	泥岩	细粒砂岩	泥岩	中细粒砂岩	2~3/5~7.5
2515	砂质泥岩	中细粒砂岩	泥岩	细粒砂岩	2~3/4~6
2509	砂质泥岩	细粒砂岩	炭质泥岩	细粒砂岩	1~3/3~4
2801	砂质泥岩	砂质泥岩	泥岩	中粒砂岩	3~5
2802	泥岩	中粒砂岩	泥岩	细粒砂岩	3~5
2803	泥岩	中粒砂岩	泥岩	细粒砂岩	3~5
21008	砂质泥岩	中粒砂岩	砂质泥岩	细粒砂岩	局部沉积泥岩伪顶， 2~3/4~6
21011	砂质泥岩	中细粒砂岩	砂质泥岩，	中细粒砂岩	局部沉积炭质泥岩
21012	泥岩	细粒砂岩	砂质泥岩	细粒砂岩	2~3/4~6
21015	砂质泥岩	中细粒砂岩	砂质泥岩	中细粒砂岩	局部直接顶不发育， 2~3/4~6
21212	砂质泥岩	细粒砂岩	砂质泥岩	细粒砂岩	2~3/5~7.5
21214	砂质泥岩	中粗粒砂岩	砂质泥岩	细粒砂岩	2~3/5~7.5
21702	砂质泥岩	细粒砂岩	泥岩	细粒砂岩	2~3/4~6
21703	泥岩	中细粒砂岩	泥岩	细粒砂岩	2~3/4~6

据地勘时期钻孔及煤矿运营期井下钻孔的物理力学性质试验结果（详见表

2-2-11、2-2-12），砂岩类极限抗压强度一般大于 60MPa，泥岩类一般大于 30MPa，普氏系数 2~6（个别地段砂岩可达 14），岩石等级 2~6 级，属于强度中等~弱的顶、底板。

依《煤矿床水文地质、工程及环境地质勘查评价标准》（MT/T 1091—2008），工程地质条件为中等。以二₂煤层顶、底板岩性组合、层理性质、裂隙发育程度、岩石极限抗压强度等主要因素，并结合岩心完整性、岩心采取率等次要因素。可将二₂煤层顶底板 5m 内及巷道围岩 10m 内的岩石稳定程度分为四个区，其特征如下：

（1）坚硬完整岩石类稳定区（I）

本区无此区。

（2）半坚硬岩石类稳定区（II）

分布在 00~05 线、07~65 线、10~67 线之间，占全区面积的 43%。直接顶板岩性以粉、细砂岩为主，岩芯一般完整呈柱状，见斜层理及缓波状层理，多为高角度闭合型，极限抗压强度 51.0~99.5MPa，平均 63.3MPa。

表 2-2-7 煤层顶底板物理力学试验成果表

煤层名称		三 ₄		三 ₂ ²		二 ₂		
		顶	底	顶	底	顶	底	底
顶底板岩石名称		泥岩	泥岩	细砂岩	砂质泥岩	泥岩	中砂岩	泥岩
物理 性质	含水量 (%)	2.1	2	1.12	1.8	1.78	0.82	1.43
	容重	2.59	2.6	2.67	2.59	2.54	2.59	2.58
	比重	2.68	2.74	2.73	2.69	2.68	2.73	2.67
	孔隙率 (%)	5.6	6.9	3.55	5.45	6.45	6	4.7
	吸水率 (%)			0.3				1.88
抗剪 强度 (MPa)	正应力	2.5		9.1			4.25	4.25
	剪应力	4.3		15.7			7.3	7.3
	正应力	7.2		31.4	25.4	22	10.6	22.2
	剪应力	7.2		31.4	25.4	22	10.6	22.2
	正应力			31.2	16.4	15.5		14.9
	剪应力			37.2	19.5	18.5		17.7
	正应力			18.9	8.8	9.2		9.9
	剪应力			27	12.5	13.1		14.2
内摩擦角		32°		28°22'	38°17'	35°	35°	32°28'
凝聚力系数		28		138	60	72	31	80
抗压强度 (MPa)	平均	38.7	40.1	97.8	430	36.7	75	26.1
(自然状态)	变异范围	32.1~41.0	32.4~45.8	41.9~197.9	30.6~65.7	35.9~37.5	28.9~128.0	20.7~40.2
普氏硬度系数		3	4	4.5	2.8	3.7	5.75	2.6
抗拉强度	平均		14	34.1	17.3	13	36.1	17.4
(MPa)	变异范围		18~24	36.8~40	15.9~18.6	5~16	14~58.8	11.3~21.20
								15~40

表 2-2-8 二₂煤及顶板岩石物理力学参数测试成果表

岩石名称	2707 工作面 二 ₂ 煤		直接顶 炭质泥岩		直接顶 细砂岩		底板 砂质泥岩		基本顶 粗粒砂岩	
测试项目	最小 ~ 最大	均值	最小 ~ 最大	均值	最小 ~ 最大	均值	最小 ~ 最大	均值	最小 ~ 最大	均值
波速 (m/s)	1260 ~ 2053	1683	1489 ~ 3713	2730	4088 ~ 4792	4414	3592 ~ 3787	3694	3258 ~ 3735	3521
视密度 (kg/m ³)	1342 ~ 1685	1463	2365 ~ 2704	2530	2596 ~ 2734	2655	2630 ~ 2795	2705	2724 ~ 2783	2746
抗拉强度 (MPa)			0.035 ~ 0.70	0.425	0.79 ~ 1.727	1.288	0.19 ~ 0.925	0.788	0.94 ~ 2.06	1.367
抗压强度 (MPa)	3.67 ~ 16.26	10.71	7.965 ~ 71.45	34.67	41.33 ~ 82.86	57.91	26.93 ~ 46.01	34.30	49.4 ~ 139.68	92.0
弹性模量 (GPa)	1.70 ~ 2.96	2.39	1.54 ~ 21.64	6.22	19.98 ~ 40.93	28.23	3.021 ~ 19.097	11.95	13.9 ~ 42.16	23.5
变形模量 (GPa)	0.87 ~ 2.30	1.98	0.925 ~ 10.75	4.01	9.26 ~ 21.76	14.60	3.430 ~ 12.00	8.17	8.21 ~ 24.01	14.5
泊松比	0.20 ~ 0.368	0.274	0.189 ~ 0.382	0.250	0.22 ~ 0.327	0.247	0.153 ~ 0.347	0.245	0.21 ~ 0.292	0.26
普氏系数	0.4 ~ 1.6	1.1	0.8 ~ 7.1	3.47	4.1 ~ 8.3	5.79	2.7 ~ 4.6	3.43	4.9 ~ 14.0	9.2
坚固系数	0.67 ~ 0.88	0.775								
粘结力 (MPa)					16.747		11.104		24.656	
内摩擦角 (°)					40.8		33.7		36.7	

(3) 半坚硬岩石类较稳定区 (III)

分布在 04~64 线、09~67 线、71~12 线之间，占全区面积的 40%。矿井直接顶板岩性以砂质泥岩、泥岩为主，岩芯较完整呈柱状，水平层理发育，含植物化石碎片，裂隙发育，并被方解石脉充填。岩石极限抗压强度 76.4~

44.5MPa，平均 59.5MPa。

(4) 松散松软岩石类不稳定区 (IV-1)

分布在 08~67 线之间，占全区的 7%。直接顶以泥岩为主，局部出现伪顶炭质泥岩。水平层理发育，岩芯破碎，以短柱状、块状为主，裂隙发育，多被方解石脉充填。岩石极限抗压强度 70.0~33.0MPa，平均 53.8MPa。

(5) 风氧化带极不稳定区 (IV-2)

呈条带状分布在二₂煤露头附近，约占全区面积的 7%。以泥岩、砂质泥岩、砂岩为主，遭受强烈 00 风化，很破碎，多以块状为主，风化裂隙发育，且呈网状，裂隙面含炭质。

(6) 断层影响带极不稳定区 (IV-3)

分布在断层带（主要是 F₁₃、F₁₈ 断层）的两侧，占井田面积 3%，以泥岩、砂岩、断层泥及角砾岩为主，岩芯极为破碎，脉状、网状裂隙发育。

综上所述，结合矿井实际采掘情况，矿井二₂煤层顶底板较平整，顶板裂隙不很发育，岩石以砂岩为主，完整性和稳定性较好，易于管理，仅个别区段（如伪顶发育、受断层破坏影响）顶板岩石破碎。

3. 其他开采技术条件

(1) 瓦斯

① 勘查钻孔瓦斯参数

勘查阶段，在区内共取得 29 个合格瓦斯样品，分别采自二₂、三₁、三₂²、三₃、三₄五个煤层，二₂煤（20 个）占总数的 69%，其余各煤层样品较少，井田内瓦斯含量一般较低，仅在个别区段有富集现象，最高达到 6.56m³/t。现就二₂煤层的瓦斯分布情况叙述如下：

i. -550m 水平以上，瓦斯含量一般小于 1m³/t，仅 7204 孔、6707 孔、6120 孔分别为 1.10m³/t、6.56m³/t、1.42m³/t，其 CH₄ 成分一般为微~12.39%，仅 6707 孔、6102 孔分别为 81.59%、33.61%。

ii. -550m 水平以下，瓦斯含量小于 2m³/t，其 CH₄ 成分 0.72~33.61%。

iii. 6707 孔瓦斯含量 6.56m³/t，其 CH₄ 成分 81.59%；6919 孔瓦斯含量 3.49m³/t，其 CH₄ 成分 81.87%，分别形成两个瓦斯富集带。

综上，从全部瓦斯样品分析结果得知，二₂煤层瓦斯构成中 CH₄ 成分普遍

小于 80%，仅有三个样品 CH_4 成分大于 80%，表明矿井二₂煤层处于氮气-沼气带中，区内零星点缀沼气点（6102 孔、6707 孔、6919 孔）。同时可知，二₂煤层瓦斯含量一般小于 $2\text{m}^3/\text{t}$ ，零星出现瓦斯含量大于 $2\text{m}^3/\text{t}$ 、小于 $8\text{m}^3/\text{t}$ 区段，表明区内二₂煤层瓦斯赋存具有不均衡特征。

② 矿井生产中测定二₂煤层瓦斯参数

矿井在生产过程中，瓦斯涌出量低，各采区和工作面基本测不到的瓦斯数据。

2010 年后矿井生产中进行了较系统的二₂煤层瓦斯参数测定，较全面的测定了二₂煤层瓦斯参数，测定结果：煤的坚固性系数（ f ） $0.58\sim 1.58$ ，煤的破坏类型属 II～III 型；煤与瓦斯放散初速度（ ΔP ） $5.1\sim 15.9$ ，吸附常数（ a ） $23.2\sim 38.02$ ，吸附常数（ b ） $0.65\sim 1.126$ ，透气性系数 $1.24\text{m}^2/(\text{MPa}^2 \cdot \text{d})$ ，钻孔瓦斯流量衰减系数（ d^{-1} ） 0.014 ，排放半径 $1.97\sim 2.62$ 。

矿井 12 采区实测瓦斯压力最大值为 0.65MPa ，8 采区实测瓦斯压力最大值为 0.08MPa ，6、10、5、17 等采区煤层瓦斯压力值测定均为零。

从近几年（2015～2020 年）采掘的 5 采区、8 采区、10 采区、12 采区、17 采区工作面二₂煤层瓦斯含量实测台帐统计资料（见表 2-2-9）分析，二₂煤层瓦斯含量 $0.22\sim 11.79\text{m}^3/\text{t}$ ，表明矿井二₂煤层瓦斯含量变化较大，12 采区二₂煤层瓦斯含量变化最大，测到的二₂煤层原始瓦斯含量最大值 $11.79\text{m}^3/\text{t}$ 的测点就位于 12 采区 21210 工作面底板抽放巷测得。在该采区发现 3 个瓦斯富集异常条带，处于曾发生过煤与瓦斯突出掘进联络巷周边，表明 12 采区 21210 工作面底板抽放巷两侧包括 21210、21209 工作面瓦斯富集异常。

从上表瓦斯测定结果来看，矿井南翼采区煤层赋存瓦斯含量较小，瓦斯压力很小，甚至未测出数值，煤层煤体结构正常，煤层赋存瓦斯对采区生产影响较轻；矿井北翼 12 采区存在瓦斯含量超 $6\text{m}^3/\text{t}$ 、压力超 0.6MPa 的瓦斯富集异常区域，表明 12 采区局部瓦斯含量和瓦斯压力较大，亦说明矿井二₂煤层瓦斯赋存具有不均衡特征。

表 2-2-9 矿井近年回采工作面煤层瓦斯含量实测表

采区	工作面名称	开采时间	煤层标高 (m)	煤层原始瓦斯含量 (m³/t)	备注
5 采区	2515	2015.3-10	-685.6~-750.4	1.65~2.70	
	2509	2019.3-2020.4	-560.3~-681.3	1.40~2.80	
8 采区	2801	2017.6-12	-540~-579	3.5~5.5	
	2802	2017.6-2018.5	-594.35~-698	1.5~5.6	
	2803	2019.9-2020.4	-586.1~-708	1.69~5.78	
10 采区	21007	2015.3-2016.4	-401~-503	1.635~2.2247	
	21008	2017.11-2018.10	-434~-526	1.5437~2.9511	
	21011	2016.12-2019.3	-371~-565	1.8065~3.5959	
	21012	2018.11-2019.3	-493~-590	1.65~4.58	
	21015	2019.7~11-2020.2	-321~-440	1.95~2.73	
	21016	2016.1-2016.7	-396~-481	3.327~5.7275	
	MZ201	2020 规划	-452~-520	1.60~3.86	
12 采区	21209	未开采	-440~-490	4.5546~10.3063	21210 上顺槽两个探测点，发现瓦斯赋存异常条带存在
	21210	未开采	-467~-532	3.16~11.79	发现有瓦斯赋存异常条带，2015 年 4 月 10 日，掘进联络巷-492.5m 处突出：煤炭 121t，瓦斯 7623m³
	21211	2014.1-2015.9	-504~-520	2.06~3.49	
	21212	2018.4-2019.5	-486.9~-640	1.67~4.11	
	21214	2016.5-2017.3	-500~-566	2.03~5.6404	
17 采区	21701	2016.4-2016.11	-521~-706.4	2.5428~3.853	
	21702	2017.2-2017.9	-505.397~-679	0.22~1.53	
	21703	2017.9-2018.4	-509.5~-677.6	0.22~1.53	

图 2-2-4 矿井瓦斯含量异常区分布图

③ 矿井瓦斯等级

据历年矿井瓦斯等级和二氧化碳涌出量测定结果（见表 2-2-10）分析，陈四楼煤矿生产以来除 2015 年外，其余年份全矿井瓦斯涌出量均不高。据 2019 年矿井瓦斯测定结果：全矿井绝对瓦斯涌出量 $3.18\text{m}^3/\text{min}$ ，相对瓦斯涌出量 $0.62\text{m}^3/\text{t}$ ；矿井绝对二氧化碳涌出量 $11.21\text{m}^3/\text{min}$ ，相对二氧化碳涌出量 $2.19\text{m}^3/\text{t}$ 。

矿井 2015 年前历年瓦斯等级鉴定均为瓦斯矿井。由于矿井 2015 年 4 月 10 日 21210 掘进联络巷发生煤与瓦斯突出事故，由瓦斯矿井升级为煤与瓦斯突出矿井。河南省工业和信息化厅 2015 年 4 月 24 日以“豫工信煤[2015]113 号”认定：河南能源集团永煤公司陈四楼煤矿属煤与瓦斯突出矿井。

表 2-2-10 矿井瓦斯等级和二氧化碳涌出量历年鉴定等级表

鉴定年份	全矿井瓦斯			全矿井二氧化碳		省批瓦斯等级	
	相对涌出量 m^3/t	绝对涌出量 m^3/min	鉴定等级	相对涌出量 m^3/t	绝对涌出量 m^3/min	等级	文号
2019 年	0.62	3.18	突出	2.19	11.21	突出	河南省工信厅煤矿瓦斯等级公告（2020.3.2）
2018 年	0.73	2.38	突出	6.79	22.2		
2017 年	1.36	6.80	突出	4.63	23.20	突出	河南省工信厅煤矿瓦斯等级公告（2018.2.6）
2016 年	2.26	12.46	突出	3.73	20.56		
2015 年	/	11.04	突出	/	21.08	突出	豫工信煤[2015]113 号
2013 年	1.76	11.49	瓦斯	2.65	17.33	瓦斯	豫工信煤〔2014〕7 号
2011 年	1.26	10.07	瓦斯	2.01	16.07	瓦斯	豫工信煤〔2013〕59 号
2010 年	1.42	8.98	低	2.49	15.77	低	豫工信煤〔2012〕153 号
2009 年	1.43	9.16	低	2.04	13.06	低	豫工信煤〔2011〕202 号
2008 年	1.45	9.80	低	1.85	12.47	低	
2007 年	1.78	10.31	低	1.99	11.56	低	
2006 年	1.94	12.53	低	2.45	15.78	低	

(2) 煤尘爆炸及自燃

在地勘阶段各可采煤层均进行了煤尘爆炸性试验煤的自燃测试。根据试验结果：除 0427 孔（5 采区）和 6303 孔（1 采区）二₂煤层火星多，有弱爆炸性

外，其余均无爆炸性。区内二₂煤层和三煤组各煤层煤尘均无爆炸性。二₂煤层除 1301 孔 ΔT 为 29℃外，其余全低于 25℃，属于不易自燃的煤层。

近年来实际生产过程中，于 2016 年采取二₂煤层生产煤样并送中国矿业大学安全检验中心进行煤尘爆炸性试验煤的自燃测试鉴定。由于鉴定报告得知：6 个生产煤样在试验中，煤尘云均未产生火焰，确定无煤尘爆炸性；8 个生产煤样在试验是，吸氧量 0.74~0.87cm³/g·干煤，煤样干燥无灰基挥发分小于 18%，确定自燃倾向Ⅲ类，属二₂煤层不易自燃煤层。鉴定结果见表 2-2-11、表 2-2-12。

表 2-2-11 煤尘爆炸性鉴定结果表

地点	工业分析(%)				爆炸性试验			检测单位	检测时间
	M _{ad}	A _{ad}	V _{ad}	V _{daf}	火焰长度(mm)	最低岩粉量(%)	结论		
16 采区皮带下山 (现十二采区)	1.28	22.44	8.57	11.23	0	-	无	中国矿业大学 安全检验中心	2013.3.4
8 采区	2.05	22.36	11.94	15.80	0	-	无		
21302 工作面	1.46	23.36	11.35	15.10	0	-	无		
14 采区 (现十采区)	2.24	18.39	12.67	15.96	0	-	无		
-470 辅助水平	2.61	19.50	8.62	11.07	0	-	无		
-720 辅助水平	2.47	16.27	8.40	10.34	0	-	无		

表 2-2-12 二₂煤层的自燃倾向性鉴定结果表

采样地点	工业分析(%)				真密度 (t/m ³)	吸氧量 (cm ³ /g· 干煤)	自燃 倾向 分类	检测时间
	M _{ad}	V _{ad}	S _{t,d}	V _{daf}				
21703 下顺槽	2.68	7.92	0.63	8.88	1.53	0.83	Ⅲ类	2016.12.16
2517 下顺槽	2.95	8.50	0.44	10.49	1.61	0.87	Ⅲ类	2016.12.16
9 采区皮带下山	2.84	7.58	0.60	8.54	1.54	0.79	Ⅲ类	2016.12.15
12 采区轨道巷	2.40	9.46	0.42	11.47	1.60	0.77	Ⅲ类	2016.12.15
12 采区辅助轨道巷	2.12	8.18	0.39	10.47	1.60	0.84	Ⅲ类	2016.12.14
-640 辅助水平 东翼轨道巷	2.58	9.55	0.37	11.74	1.57	0.77	Ⅲ类	2016.12.14
2802 下顺槽	2.13	8.15	0.36	10.50	1.62	0.74	Ⅲ类	2016.12.13
21008 下顺槽	2.74	8.40	0.37	10.35	1.63	0.92	Ⅲ类	2016.12.13

(3) 地温

据地勘测温资料，恒温带深度确定为 23m，恒温带温度为 16.5℃。二叠系

与新生界地温梯度基本相近。测温孔全孔平均地温梯度为 $2\sim 2.8^{\circ}\text{C}/100\text{m}$ ，平均 $2.25^{\circ}\text{C}/100\text{m}$ 。深部地温梯度较小，为 $2^{\circ}\text{C}/100\text{m}$ 以下；而浅部地温梯度较高，为 $2.5\sim 3.1^{\circ}\text{C}/100\text{m}$ 。有三个钻孔（6009、7104、7204）平均地温梯度达 $3.1^{\circ}\text{C}/100\text{m}$ 。引起热异常的原因可能是浅部接近永城背斜轴部，有利于地热聚积。

对穿见断层的钻孔测温后发现，测温曲线无异常变化，断层附近也未见地温明显畸变；在岩浆岩侵入的地段及其附近，地温正常。这可能是在漫长的地质历史发展时期，井田内的岩性、构造、水文地质条件等均不易于热的封存，导致岩浆岩热量散失殆尽；加之区内岩浆岩放射性元素含量不高，衰变热不足以形成新的热源，致使地温无明显增高。目前矿井回采工作面最大开采标高为-760m，工作面采掘活动过程中无热害。

（4）陷落柱

矿井煤系基底为厚层奥陶系灰岩，具备陷落柱的发育条件。陷落柱对矿井开采不利主要有三个体现：首先是陷落柱沟通了各含水层水，易出现透水；其次是出现陷落柱地段煤层顶板受到破坏，不利支护，易引发冒顶；再次是破坏可采煤层，减少煤炭储量，降低采掘效率，提高生产成本。

矿井在钻探及三维地震工程中皆无发现，近 5 年采掘亦没有遇到陷落柱，仅在 2000-2001、2007、2008 年生产采掘中揭露有 3 个陷落柱。陷落柱分别位于 1 采区 2101 与 2102 工作面（2000-2001 年揭露）、13 采区 21301 工作面（2007 年 4-5 月揭露）和 2 采区 2209 与 2211 工作面之间（2008 年揭露）。

从已揭露的三个陷落柱分析，矿井内陷落柱有以下特征：

①每一个陷落柱其长轴方向以近东西向为主，短轴方向以近南北向为主。

②柱内岩石破碎，多具棱角状，充填物岩性多样，有中、细粒砂岩、砂质泥岩、煤等，并相互杂乱排列。

综上所述，区内陷落柱发育较少，陷落柱范围发育小，对工作面的布置及回采影响较小。

（5）冲击地压

据 2004 年河南理工大学对矿井二₂煤及直接顶、基本顶进行了较系统地冲击倾向指标测定，鉴定冲击地压倾向指标见 2-2-13，弹性能指标参数测定结果见表 2-2-14。对煤、岩破坏动态时间测定试验，破坏时间测定见表 2-2-15。由

试验数据可以看出，矿井二₂煤顶底板弹性能量指标均小于2，动态破坏时间均大于500ms，根据《中华人民共和国煤炭工业部标准》MT174-87的规定，矿井开采二₂煤无冲击地压倾向。

表 2-2-13 煤岩冲击倾向鉴定指标值

指标	界限值		
弹性能指数 (W_{ET})	≥ 5	$5 > W_{ET} \geq 2$	< 2
动态破坏时间DT (ms)	≤ 50	$50 < DT \leq 500$	> 500
鉴定结果	强烈	中等	无

表 2-2-14 煤、岩样弹性能指数试验数据表

采样地点	煤、岩样名称	煤、岩样编号	总应变能 φ_r	弹性能 φ_{sp}	塑性能 φ_{st}	弹性能量 指标 W_{ET}	平均弹性 能量 指标 W_{ET}
2707 工作面	上位煤	A-1-A	5.918	3.441	2.477	1.389	1.801
		A-3-A	4.186	2.235	1.951	1.145	
		A-4-A	4.443	3.295	1.148	2.870	
二 ₂ 煤 直接顶	下位炭质 泥岩	1-10-A	6.925	4.221	2.704	1.561	1.192
		1-11-B	6.120	3.213	3.907	0.822	
	上位 细砂岩	1-18-4-B	10.858	7.086	3.773	1.877	1.758
		1-19-2-B	5.504	3.418	2.086	1.638	
二 ₂ 煤 基本顶	下位炭质 泥岩	1-43-1-B	4.236	2.909	1.327	2.192	1.698
		1-60-B	4.314	2.356	1.956	1.203	
	上位 粗砂岩	1-52-B	7.329	5.132	2.197	2.336	1.734
		1-53-B	10.248	6.264	3.984	1.572	
		1-54-B	7.478	5.698	1.780	3.201	
		1-83-B	18.873	8.503	10.370	0.820	
		1-88-B	29.759	16.451	13.308	1.236	
		1-92-3-B	29.174	16.076	13.098	1.227	

表 2-2-15 煤、岩样动态破坏时间测定结果

采样地点	煤、岩样名称	煤、岩样编号	DT	DT 平均 (ms)
2707 工作面	上位煤	A-1-A	452	588
		A-3-A	698	
		A-4-A	615	
二 ₂ 煤直接顶	下位炭质泥岩	1-10-A	1866	1434
		1-11-B	1187	
		1-43-1A	1617	
		1-44-1-A	1069	
	上位细砂岩	1-18-4-B	767	607
		1-19-2-B	447	
二 ₂ 煤基本顶	下位炭质泥岩	1-43-1-B	982	1018
		1-60-B	1055	

表 2-2-15 煤、岩样动态破坏时间测定结果

采样地点	煤、岩样名称	煤、岩样编号	DT	DT 平均 (ms)
	上位粗砂岩	1-52-B	610	626
		1-53-B	893	
		1-54-B	420	
		1-83-B	514	
		1-88-B	975	
		1-92-3-B	345	

矿井开采至今，采掘工作面并没有地压冲击现象，仅在断层附近地压较大，应力集中，对采掘活动不构成威胁。

(6) 地热

据地勘测温资料，恒温带深度确定为 23m，恒温带温度为 16.5℃。二叠系与新生界地温梯度基本相近。测温孔全孔平均地温梯度为 2~2.8℃/100m，平均 2.25℃/100m。深部地温梯度较小，为 2℃/100m 以下；而浅部地温梯度较高，为 2.5~3.1℃/100m。有三个钻孔（6009、7104、7204）平均地温梯度达 3.1℃/100m。引起热异常的原因可能是浅部接近永城背斜轴部，有利于地热聚积。

对穿见断层的钻孔测温后发现，测温曲线无异常变化，断层附近也未见地温明显畸变；在岩浆岩侵入的地段及其附近，地温正常。这可能是在漫长的地质历史发展时期，井田内的岩性、构造、水文地质条件等均不易于热的封存，导致岩浆岩热量散失殆尽；加之区内岩浆岩放射性元素含量不高，衰变热不足以形成新的热源，致使地温无明显增高。

目前矿井回采工作面最大开采标高为-760m，工作面采掘活动过程中无热害。

(7) 天窗

矿井大部分区域新生界地层对矿床无影响，仅局部地段发育有“天窗”造成新生界底部砂砾层局部与基岩接触，或底部粘土层较薄而砂层增厚，新生界底部含水层可向煤系地层充水或沿导水裂隙带渗入矿井，对煤层开采产生一定影响。

通过对地质钻孔资料进行分析，在二₂煤层露头附近局部可能发育有小天窗。例如 6907 孔（10 采区）新生界底部发育有 21.5m 的砂砾含水层，6905 孔（12 采区）新生界底部发育有 18.46m 的砂砾含水层，1015 孔（18 采区）新生

界底部发育有 7.84m 的砾石含水层，1023 孔（18 采区）新生界底部发育有 7.58m 的次生碳酸盐，并见有溶洞。其中 1015 孔和 1023 孔均位于 18 采区二₂煤层露头附近，1023 孔二₂煤样水分 4.88%，附近 6805 孔二₂煤样水分 6.78%，明显高于其他二₂煤样水分。上述地质现象目前对矿井充水影响不大，但不排除未揭露区域存在其他天窗，矿井今后在二₂煤层露头附近开展采掘活动时需加强顶板水防治。

四、备案的矿产资源储量

1. 备案的资源储量

① 资源储量

根据《河南省永城市河南龙宇能源股份有限公司陈四楼煤矿煤炭资源储量核实报告》（豫储评字[2023]79 号）可知，截止到 2022 年 12 月 31 日，陈四楼煤矿采矿证许可证范围内煤炭查明矿产资源 30518.30 万吨，保有资源量 22891.30 万吨，其中探明资源量 3435.50 万吨，控制资源量 5728.30 万吨，推断资源量 13727.50 万吨，动用矿产资源 7627.00 万吨，另有天然焦推断资源量 4111.6 万吨。详见表 2-2-16 所示。

表 2-2-16 2007 年陈四楼煤矿资源储量核实报告资源储量汇总表

项目	保有资源量（万吨）				动用资源量 （万吨）	累计查明资源 量（万吨）	天然焦 （万 吨）
	探明	控制	推断	合计			
二 ₂	2655.50	2466.30	3825.50	8947.30	7627.00	16574.30	1141.60
三 ₁		1294.00	2213.00	3507.00		3507.00	0
三 ₂	780.00	1968.00	3106.00	5854.00		5854.00	654.00
三 ₄			3306.00	3306.00		3306.00	2316.00
三 ₅			1277.00	1277.00		1277.00	
合计	3435.50	5728.30	13727.50	22891.30	7627.00	30518.30	4111.6

（1）二₂煤层资源量 16574.30 万吨，其中动用资源量 7627.00 万吨，探明资源量 2655.50 万吨，控制资源量 2466.30 万吨，推断资源量 3825.50 万吨。另有天然焦推断资源量 1141.60 万吨。

（2）三₁煤层资源量 3507.00 万吨，其中探明资源量 0 万吨，控制资源量 1294.00 万吨，推断资源量 2213.00 万吨。

（3）三₂煤层资源量 5854.00 万吨，其中探明资源量 780.00 万吨，控制资

源量 1968.00 万吨，推断资源量 3106.00 万吨。另有推断天然焦资源量 654.00 万吨。

(4) 三₄煤层资源量 3306 万吨，均为保有探明资源量，其中探明资源量 0 万吨，控制资源量 0 万吨，推断资源量 3306 万吨。另有推断天然焦资源量 2316 万吨。

(5) 三₅煤层资源量 1277 万吨，均为保有探明资源量，其中探明资源量 0 万吨，控制资源量 0 万吨，推断资源量 1277 万吨。

2. 储量年度报告

根据《河南龙宇能源股份有限公司陈四楼煤矿二〇二二年储量年度报告》可知：截止 2022 年 12 月 31 日底，矿区开采标高范围内共获得查明资源量 31385.88 万吨，保有资源量 23163.98 万吨，其中探明资源量 1725.5 万吨，控制资源量 4548.62 万吨，推断资源量 16889.8 万吨，另含天然焦 4166.41 万吨。详见表 2-2-17 所示。

表 2-2-17 河南龙宇能源股份有限公司陈四楼煤矿二〇二二年储量年度报告

煤层 编号	保有资源量 (10 ⁴ t)				动用矿 产资源 (10 ⁴ t)	查明资源 储量 (10 ⁴ t)	天然焦 (10 ⁴ t)
	TM	KZ	TD	TM+KZ +TD			
二 ₂	1725.56	1998.62	5341.8	9065.98	8221.9	17287.88	1195.41
三 ₁	0	1294	2213	3507		3507	
三 ₂ ²	0	808	5200	6008		6008	654
三 ₄	0	448	2858	3306		3306	2317
三 ₅	0	0	1277	1277		1277	
合计	1725.56	4548.62	16889.8	23163.98	8221.9	31385.88	4166.41

五、对地质报告的评述

(1) 地质报告的评述

核实报告工作自 2022 年 10 月开始，经过野外和室内工作，完成了陈四楼煤矿煤炭资源储量核实任务，主要工作有：对地面建筑、新建道路、高压线路实测、矿井井巷实测、核实部分井下煤层厚度、全面复核以往钻孔资料、绘制二₂、三₁、三₂²、三₄、三₅各煤层资源储量估算平面图及剖面图、各项地质资料及井巷工程资料。采用的工作方法和路线主要是对以往地质资料特别是矿山开采资料全面深入分析研究，并进行矿山井下的实地调查访问，矿山企业

提供的有关资料，达到了煤炭资源储量核实的目的。

核实报告工作，收集了陈四楼煤矿及该矿以往地质勘查与生产阶段部分地质、水文地质等报告，核对了大量钻孔资料等基础资料。该矿部分地质资料因年代久远，技术要求与现今不一致，工作较为粗略。以上客观情况给本次储量核实报告的编制带来一定的困难，大部分工作时间都用在了基础资料的收集、核对查证与分析整理。收集钻孔原始台账，提取本次报告可利用的数据，与矿方提供的近几年的地质报告进行了比对与修正。

核实报告工作对地表地形地物、井下见煤点厚度、采空区及水工环等进行了复核，主、副井坐标与矿方提供测量结果基本一致，矿区内没有新建公路、高压线路，地形地物变化不大。在工作面中复核煤层厚度，对二₂煤 35 个煤层点进行了实测。并对井下水仓、涌水量台账、突水点进行了核实，满足规范规程要求。对于采空区的勘定主要采用资料分析和实地调查验证的方法，依据采掘图、储量年报等资料摸清采空区分布情况，并进入 2901、2804 回采工作面进行实地测量，核测 35 个点，并将实测坐标绘于采掘图上，经比较，采掘图上位置与实测坐标位置基本一致。本次工作仅核实了以上几个工作面的边界，对于其他采空区边界并未进行实地核实，而是通过所收集的采掘资料以及上一个储量核实报告确定了采空区的边界。

在资料收集整理与现场调查的基础上，进行了本次储量核实报告编制的室内工作，即分析研究与文字报告及相关图件的编制。

本次储量核实报告，对收集到的矿区以往各种地质、水文地质、工程地质和环境地质资料，进行了系统的比对和分析。评价并预测了矿井涌水量，对工程地质、环境地质进行了梳理和完善。综合分析了煤炭资源储量空间分布、质量、数量的变化及控制程度、可靠程度、开采技术条件的变化，总结了 2006 年 11 月至今的煤矿开采地质资料。

该报告经评审，并经永城市自然资源和规划局备案，提供的储量可靠，可作为本报告的编制依据。

（2）储量核实报告与年度报告对比

核实报告对陈四楼煤矿二₂煤层截至 2022 年 12 月 31 日动用工作面圈定了采空区，并估算出二₂煤动用矿产资源为动用储量 7627.0 万吨，与 2022 年储量

年度报告对比，查明矿产资源减少 867.58 万吨，动用矿产资源减少 594.9 万吨，保有资源量减少 272.6 万吨，其中探明资源量增加 1709.94 万吨，控制资源量减少 1179.68 万吨，推断资源量减少 3162.3 万吨。

其原因如下：

（1）查明矿产资源减少的主要原因是构造、露头、天然焦等地质因素变化。其一是由于岩浆岩、天然焦范围变大，陷落柱和不可采边界范围增大，造成查明矿产资源减少 299.0 万吨；其二是断层变化，断层间无煤区范围增大，造成查明矿产资源减少 209.0 万吨；其三是由于 2012 年年报查明矿产资源数据误差 306.7 万吨；其四是本次核实重新划分块段，采用煤厚数据变化，导致查明矿产资源减少 52.88 万吨。

（2）动用矿产资源减少 288.2 万吨，主要原因其一，根据陈四楼煤矿历年储量报告，2011 年 12 月之前矿井摊销永久煤柱资源量 319.8 万吨，本次核实进行资源储量估算时，释放了摊销面积，重新进行了资源量估算。其二，本次动用矿产资源是根据采空区面积计算，而储量年报是根据采出量与损失量计算出来的，因而存在一定的误差，使动用矿产资源增加 31.6 万吨。

第三章 主要建设方案的确定

第一节 开采方案

一、建设规模及产品方案

1.建设规模的确定

根据 2020 年 9 月 11 日河南省工业和信息化厅公示的《全省正常生产“两类”煤矿重新核定生产能力结果的公示》以及矿山生产系统现状，结合矿井资源储量条件、开采技术条件、现有各生产系统能力、经济效益分析以及生产管理技术水平等方面确定矿山建设规模为 450 万 t/a。

2.产品方案

本次方案仍采用矿井配套建设同等规模的选煤车间，采用全入洗、分级入洗、混合入洗、直接浮选、浓缩浮选和半直接浮选相结合的灵活的跳汰浮选生产工艺，原煤形成商品煤后进行销售。

二、可采储量

1. 河南省永城市河南龙宇能源股份有限公司陈四楼煤矿煤炭资源储量核实报告估算结果

根据《河南省永城市河南龙宇能源股份有限公司陈四楼煤矿煤炭资源储量核实报告》（豫储评字[2023]79 号）可知，截止 2022 年 12 月 31 日底，矿区开采标高范围内共获得查明资源储量 30518.30 万吨，保有资源储量 22891.30 万吨（探明资源量 3435.50 万吨，控制资源量 5728.30 万吨，推断资源量 13727.50 万吨），动用矿产资源储量 7627.00 万吨，另有天然焦推断资源储量 4111.6 万吨，具体见表 3-1-1。

二₂煤层获得动用矿产资源 7627.00 万吨，保有资源量为 8947.30 万吨，探明资源量 2655.50 万吨，控制资源量 2466.30 万吨，推断资源量 3825.50 万吨。另有估算天然焦资源量 1141.60 万吨。

三₁煤层获得探明资源量 0 万吨，控制资源量 1294.00 万吨，推断资源量

2213.00 万吨。

三₂煤层获得探明资源量 780.00 万吨，控制资源量 1968.00 万吨，推断资源量 3106.00 万吨。另有估算天然焦资源量 654.00 万吨。

三₄煤层获得探明资源量 0 万吨，控制资源量 0 万吨，推断资源量 3306.00 万吨。另有估算天然焦资源量 2316.00 万吨。

三₅煤层获得探明资源量 0 万吨，控制资源量 0 万吨，推断资源量 1277.00 万吨。

表 3-1-1 资源/储量估算汇总表（万吨）

煤层	保有资源量				动用矿产 资源	查明资源储 量	天然焦
	TM	KZ	TD	小计			
二 ₂	2655.5	2466.3	3825.5	8947.3	7627.0	16574.3	1141.6
三 ₁	0	1294.0	2213.0	3507.0		3507.0	0
三 ₂	780.0	1968.0	3106.0	5854.0		5854.0	654.0
三 ₄	0		3306.0	3306.0		3306.0	2316.0
三 ₅	0	0	1277.0	1277.0		1277.0	0
合计	3435.5	5728.3	13727.5	22891.3	7627.0	30518.3	4111.6

三₅煤层为局部可采煤层，层位较稳定，可采范围内厚度 0.80~1.30m，平均 0.96m，结构简单，个别点见双层结构，夹矸为泥岩或炭质泥岩，不稳定，厚度 0.25~0.33m，平均厚 0.27m。三₅煤亦有被岩浆破坏的现象，天然焦主要分布在北部。因三₅煤层为仅个别点达临界可采厚度的不稳定煤层，设计暂不考虑三₅煤层的开采。

二₂煤层、三₂煤层、三₄煤层天然焦分布于天然焦过渡带，一方面，天然焦分布为狭长状，难以布置正规工作面，另一方面，目前天然焦资源开采工艺不成熟，市场利用价值较低。综合考虑以上因素，二₂煤层、三₂煤层、三₄煤层天然焦开采技术条件差，市场利用价值较低，销路不明确，暂不具备开采价值，故本方案暂不考虑二₂煤层、三₂煤层、三₄煤层天然焦的开采，设计留设天然焦保护煤柱，待开采工艺成熟、市场价值明确后再进行开采。

2. 矿井工业资源量

（1）资源储量估算的工业指标

根据中华人民共和国自然资源部发布的《矿产地质勘查规范煤》（DZ/T

0215—2020) 标准, 陈四楼煤矿为井下开采, 煤炭资源储量估算的主要工业指标为:

- 1) 煤层最低可采厚度: 0.8m;
- 2) 最高灰分 (A_d): 40%;
- 3) 最高硫分 ($S_{t,d}$): 3%;
- 4) 最低发热量 ($Q_{net,d}$): 22.1MJ/kg。

本次资源量估算工业指标与最近一次核实报告资源/储量估算工业指标一致。

(2) 矿井资源储量

本次方案开采二₂、三₁、三₂²、三₄煤层。据核实报告, , 截止 2022 年 12 月 31 日底, 矿区开采标高范围内共获得查明资源储量 30518.30 万吨, 保有资源储量 22891.30 万吨 (探明资源量 3435.50 万吨, 控制资源量 5728.30 万吨, 推断资源量 13727.50 万吨), 动用矿产资源储量 7627.00 万吨, 另有天然焦推断资源储量 4111.6 万吨。见表 3-1-2。

表 3-1-2 二₂、三₁、三₂²、三₄资源量估算结果表 (万吨)

煤层编号	保有资源量				动用矿产资源	查明资源储量	天然焦
	TM	KZ	TD	TM+KZ+TD			
二 ₂	2655.50	2466.30	3825.50	8947.30	7627.00	16574.3	1141.6
三 ₁		1294.00	2213.00	3507.00		3507	0
三 ₂ ²	780.00	1968.00	3106.00	5854.00		5854	654
三 ₄			3306.00	3306.00		3306	2316
合计	3435.5	5728.3	12450.5	21614.3	7627	29241.3	4111.6

(3) 保有工业资源储量

矿井保有工业资源量是指保有地质资源量中探明资源量、控制资源量、推断资源量的大部, 归类为矿井工业资源/储量。

矿井保有工业资源/储量按下式计算:

保有工业资源储量=探明资源量+控制资源量+推断资源量 $\times k$

式中: k —可信度系数。根据《煤炭工业矿井设计规范》(GB50215-2015) 的规定, k 值取 0.8。

则矿井保有工业资源量为:

$$\begin{aligned} & \text{探明资源量} + \text{控制资源量} + \text{推断资源量} \times k \\ & = 3435.5 + 5728.3 + 2450.5 \times 0.8 = 19124.2 \text{ 万吨} \end{aligned}$$

(4) 各类煤柱损失

各种永久煤柱的位置、范围是按核实报告中二₂、三₁、三₂²、三₄煤层底板等高线及矿井资源量储量计算图（1:5000）（以下简称“二₂、三₁、三₂²、三₄煤层资源量估算图”）和采掘工程平面图确定的，包括井田境界煤柱、露头防水煤柱、村庄、断层保护煤柱、水源井保护煤柱以及井筒、工业场地煤柱。采动影响范围内的其他地面村庄设计搬迁，不留设保护煤柱。

1) 井田境界煤柱

本井田水文地质条件属中等类型，依据《煤矿防治水细则》规定，可按照边界煤柱不小于 40m 留设，本井田-700m 以浅井田内一侧按照 20m 留设，-700m 以深井田内一侧按照 25m 留设，井田境界煤柱与断层煤柱重合的，以断层煤柱为准。

井田境界煤柱损失量在资源量估算图中储量块段圈定计算，计算得：

①二₂煤层

经计算可得：井田境界保护煤柱为 100.53 万 t。

②三₁煤层

经计算可得：井田境界保护煤柱为 5.34 万 t。

③三₂²煤层

经计算可得：井田境界保护煤柱为 11.65 万 t。

④三₄煤层

经计算可得：井田境界保护煤柱为 12.68 万 t。

2) 露头防水煤柱

矿井二₂、三₁、三₂²、三₄煤层在地表均有煤层出露，故需对浅部煤层露头留设煤柱进行保护。本次参照《建筑物、水体、铁路及主要井巷煤柱留设与压煤开采规程》附录六中“近水体采煤的安全煤岩柱设计方法”进行计算，计算方法公式如下：

$$H_{sh} \geq H_{li} + H_b$$

式中： H_{sh} —防水安全煤岩柱高度，m；

H_{li} —导水裂隙带高度，m；

H_b —保护层高度，m。

导水裂隙带高度计算如下：

$$H_{li} = \frac{100\Sigma M}{1.6\Sigma M + 3.6} + 5.6$$

式中： ΣM —累计采厚，设计取各煤层浅部煤层露头处煤厚；

H_b —保护层厚度计算（按松散层底部粘土层厚度小于累计采厚），

本次设计保护层厚度按照 6A 计算，即 $H_b = 6A$ 。

根据《河南省永城市河南龙宇能源股份有限公司陈四楼煤矿 2022 年储量年度报告》及资源量估算图可知，二₂、三₁、三₂²、三₄煤层露头风化带附近区域储量块段煤层厚度分别为 0.20~3.53m、0.40~2.08m、0.30~3.50m、0.15~2.30m，可计算得到导水裂隙带高度分别为 31.19~42.76m、25.62~27.57m、23.88~32.41m、22.59~33.12m，经计算煤层露头防水煤柱留设宽度分别为 190~285m、165~190m、165~215m、165~215m。在资源量估算图中圈定露头防水煤柱，计算得：

①二₂煤层

经计算可得：露头防水保护煤柱为 589.66 万 t。

②三₁煤层

经计算可得：露头防水保护煤柱为 171.25 万 t。

③三₂²煤层

经计算可得：露头防水保护煤柱为 474.05 万 t。

④三₄煤层

经计算可得：露头防水保护煤柱为 348.04 万 t。

3) 断层防（隔）水煤柱

根据《河南省永城市河南龙宇能源股份有限公司陈四楼煤矿 2022 年储量年度报告》及陈四楼煤矿开采地质资料，矿井内探采中发现断层 1300 余条，其中落差 $H \geq 30m$ 的 26 条，落差 $30m > H \geq 20m$ 的 9 条，落差 $20m > H \geq 10m$ 的 82 条，落差 $H < 10m$ 的 1200 余条。矿区内落差 $H \geq 20m$ 的共有 35 条，共计 35 条断层

需要留设断层阻隔水煤柱，断层防水煤柱宽度计算依据《煤矿防治水细则》中公式（图 3-1-1）：

$$L = 0.5KM \sqrt{\frac{3P}{K_p}} \geq 20m$$

式中：L—所需隔水煤柱宽度，（m）；

K—安全系数，一般 2~5，取 3；

M—煤层厚度或采高，（m）；

P—煤层底板强含水层水头压力，（MPa），根据煤层底板等高线和静止水位标高计算；

K_p —二₂煤层抗拉强度，取 0.2MPa。

按照上述公式，矿井二₂、三₁、三₂²、三₄煤层含水或导水断层防水煤柱宽度分别为 25m~115m、25m~35m、25m~35m、25~35m。在资源量估算图中圈定断层保护煤柱。

图 3-1-1 含水或者导水断层阻隔水煤（岩）柱留设图

计算得：

①二₂煤层

经计算可得：断层防（隔）水煤柱为 1891.72 万 t。

②三₁煤层

经计算可得：断层防（隔）水煤柱为 63.91 万 t。

③三₂²煤层

经计算可得：断层防（隔）水煤柱为 163.7 万 t。

④三₄煤层

经计算可得：断层防（隔）水煤柱为 64.6 万 t。

4) 水源井保护煤柱

根据《河南省人民政府关于划定调整取消部分集中式饮用水水源保护区的通知》（豫政文[2020]56号）文件内容，划定永城市新城第二水厂白阁地下水井群饮用水水源保护区，其中一级保护区为1~23号、浅2号、浅4号、浅8号、浅9号、浅12号、浅16号、浅17号、浅19号、浅22号、浅23号取水井外围30米的区域；二级保护区为浅2号、浅4号、浅8号、浅9号、浅12号、浅16号、浅17号、浅19号、浅22号、浅23号取水井外围330米的区域。除1井、7井、13井、14井、15井位于陈四楼煤矿井田边界外，其余水源井均位于陈四楼煤矿矿区08线~61线等区域，本次方案对该区域水源井留设保护煤柱。结合矿方意见及矿井三煤组开采、采区划分，将三煤组31采区、33采区等区域留设为水源井保护煤柱。待后续水源井重新划定调整，再开采31采区、33采区。在资源量估算图中圈定水源井保护煤柱，计算得：

①二₂煤层

经计算可得：水源井保护煤柱为449.58万t。

②三₁煤层

经计算可得：水源井保护煤柱为869.82万t。

③三₂煤层

经计算可得：水源井保护煤柱为347.26万t。

④三₄煤层

经计算可得：水源井保护煤柱为457.54万t。

4) 井筒、工业广场

陈四楼煤矿工业广场位于采矿区中部，北风井位于井田北部，南风井位于井田南部。

根据《建筑物、水体、铁路及主要井巷煤柱留设与压煤开采规范》中关于对立井与工业场地保护煤柱的留设的规定：留设工业场地受护范围应当包括受护对象和围护带，工业场地受护对象是指工业场地内为煤炭生产直接服务的工业厂房和服务设施，工业场地围护带宽度为15m。规范规定深度大于和等于400m或者穿过煤层群的主、副井，保护煤柱按边界角设计；岩层边界角参数选取如下：

表土、冲积层移动角 $\phi=45^{\circ}$ ，基岩段沿煤层走向和煤柱下方移动角 $\delta=\gamma=72^{\circ}$ ，煤柱上方向岩层移动角 $\beta=\delta-0.7\alpha$ ， α 为煤层倾角。

在资源量估算图中圈定工业场地的保护煤柱，计算得到：

①二₂煤层

经计算可得：工业场地保护煤柱为 957.83 万 t。

②三₁煤层

经计算可得：工业场地保护煤柱为 23.84 万 t。

③三₂²煤层

经计算可得：工业场地保护煤柱为 393.39 万 t。

④三₄煤层

经计算可得：工业场地保护煤柱为 0 万 t。

国土资源部关于煤炭资源合理开发利用“三率”指标要求，中厚煤层（1.3~3.5m）采区回采率不低于 80%；按《特殊和稀缺煤类开发利用管理暂行规定》，永夏矿区无烟煤属稀缺煤种，中厚煤层采区回采率不低于 83%。设计取 83%，则矿井开采损失量为：

矿井开采损失量=（工业资源储量-各类煤柱-工业广场）×（1-83%）

井田范围内开采损失为：

①二₂煤层

$(8182.2-3076.73-957.83) \times (1-0.83) = 705.10$ 万吨

②三₁煤层

$(3064.4-1110.32-23.84) \times (1-0.83) = 328.14$ 万吨

③三₂²煤层

$(5253.8-996.66-393.39) \times (1-0.83) = 653.27$ 万吨

④三₄煤层

$(2644.8-882.86-0) \times (1-0.83) = 299.53$ 万吨

（6）矿井设计可采储量

矿井设计可采储量=（工业资源储量-各类煤柱-开采损失）*0.83

井田范围内设计可采储量为：

①二₂煤层

$(8182.2-3076.73-957.83) \times 0.83=3442.54$ 万吨

②三₁煤层

$(3064.4-1110.32-23.84) \times 0.83=1602.10$ 万吨

③三₂²煤层

$(5253.8-996.66-393.39) \times 0.83=3189.48$ 万吨

④三₄煤层

$(2644.8-882.86-0) \times 0.83=1462.41$ 万吨

综上所述：二₂、三₁、三₂²、三₄煤层设计可采储量共计 9696.53 万吨。

(7) 证实储量、可信储量

通过以上计算共获得证实储量 1711.04 万吨，可信储量 3621.44 万吨。其中二₂煤层获得证实储量 1147.54 万吨，可信储量 1730.22 万吨；三₁煤层获得可信储量 595.64 万吨；三₂²煤层获得证实储量 563.5 万吨，可信储量 1295.58 万吨。具体如下表：

表 3-1-3 证实储量、可信储量统计表

煤层	证实储量（万吨）	可信储量（万吨）
二 ₂	1147.54	1730.22
三 ₁	0	595.64
三 ₂ ²	563.5	1295.58
三 ₄	0	0
合计	1711.04	3621.44

(8) 与原初步设计储量对比

1987 年 3 月河南省煤矿设计研究院编制《河南省永城矿区陈四楼矿井初步设计说明书》中各类煤柱损失量为 3914.8 万吨，其中永久保护煤柱损失资源量为 3136 万吨，工业场地保护煤柱资源量为 778.8 万吨。具体如下表：

表 3-1-4 原初步设计各类煤柱损失表

煤层	永久煤柱损失				工业场地煤柱	合计
	露头	断层	井田边界	小计		
二 ₂	685	823	14	1522	660.1	2182.1
三 ₁	169	185	11	365	25	390
三 ₂ ²	292	434	12	738	93.7	831.7
三 ₄	311	188	12	511	0	511
总计	1457	1630	49	3136	778.8	3914.8

本次方案依据 2023 年编制的《河南省永城市河南龙宇能源股份有限公司陈

四楼煤矿煤炭资源储量核实报告》中二₂、三₁、三₂、三₄煤层储量计算图计算而成，各类煤柱损失量为 7441.63 万吨。

表 3-1-5 本次方案各类煤柱损失表

煤层	永久煤柱损失						工业广场	合计
	井田边界	断层	露头	村庄	水源井	小计		
二 ₂	100.53	1891.72	589.66	45.24	449.58	3076.73	957.83	4034.56
三 ₁	5.34	63.91	171.25	0	869.82	1110.32	23.84	1134.16
三 ₂₂	11.65	163.7	474.05	0	347.26	996.66	393.39	1390.05
三 ₄	12.68	64.6	348.04	0	457.54	882.86	0	882.86
总计	130.2	2183.93	1583	45.24	2124.2	6066.57	1375.06	7441.63

本次方案与原初步设计储量相差 3526.83 万吨。原因如下：其一，由于本次方案采用 2023 年编制的《河南省永城市河南龙宇能源股份有限公司陈四楼煤矿煤炭资源储量核实报告》，各煤层块段、断层、露头信息均发生变化，井田边界、断层、露头保护煤柱新增 761.13 万吨；其二，陈四楼北部井田边界外新建的居民楼需要留设保护煤柱，新增村庄煤柱 45.24 万吨；其三，根据《河南省人民政府关于划定调整取消部分集中式饮用水水源保护区的通知》（豫政文[2020]56 号），陈四楼煤矿南部部分区域划分为水源井保护煤柱，新增水源井保护煤柱 2124.2 万吨；其四，各煤层块段信息均发生变化，工业场地资源量也发生变化，在初步设计后矿井陆续新建北风井、南风井，工业场地保护煤柱新增 596.26 万吨。

表 3-1-6 二₂、三₁、三₂、三₄边界保护煤柱留设表

煤层	位置	静止水位标高 (m)	底板等高线 (m)	水头压力 (MPa)	煤层厚度 (m)	抗张强度 (MPa)	安全系 数 K	计算煤柱 宽度(m)	采用煤柱 宽度(m)	备注
二 ₂	TD-20	-35.53	-420	3.77	1.81	0.2	5	34.02	35	
	TD-90	-35.53	-700	6.51	2.75	0.2	5	67.95	70	
	TD-94	-35.53	-860	8.08	2.86	0.2	5	78.71	80	采用采矿登记边界（国土资源部 1999 年 11 月）
	TD-96	-35.53	-860	8.08	2.38	0.2	5	65.50	70	
	TD-98	-35.53	-480	4.36	2.7	0.2	5	54.56	55	
三 ₁	TD-103	-35.53	-420	3.77	2.41	0.2	5	45.29	50	
	TD-5	26.61	-800	8.10	0.85	0.2	5	23.42	25	
	TD-1	26.61	-400	4.18	1.22	0.2	5	24.15	20	
	KZ-1	26.61	-450	4.67	1.32	0.2	5	27.62	20	
	TD-9	26.61	-800	8.10	1.34	0.2	5	36.93	20	
三 ₂	TD-3	26.61	-600	6.14	1.28	0.2	5	30.71	20	
	TD-6	26.61	-600	6.14	1.23	0.2	5	29.51	20	
三 ₄	TD-7	26.61	-600	6.14	1.07	0.2	5	25.67	20	

表 3-1-7 二₂、三₁、三₂、三₄露头保护煤柱留设表

煤层	位置	导水裂隙带(m)	保护层(m)	煤厚	倾角	计算煤柱宽度(m)	煤柱留设(m)	备注
二 ₂	TD-3	35.17	6.06	2.02	12	211.71	80	永煤股份（2019）23 号
	TD-6	38.74	7.62	2.54	12	235.23	240	
	TD-11	39.98	8.25	2.75	12	258.75	260	
	TD-20	33.46	5.43	1.81	12	211.71	215	
	TD-38	35.92	6.36	2.12	12	235.23	80	永煤股份（2019）23 号
	TD-65	41.86	9.33	3.11	12	258.75	72	永煤股份（2019）23 号
	TD-75	38.80	7.65	2.55	12	235.23	55	永煤股份（2019）23 号
	TD-79	40.79	8.7	2.9	12	258.75	55	永煤股份（2019）23 号
	TD-83	40.69	8.64	2.88	12	258.75	260	
	TD-84	39.34	7.92	2.64	12	258.75	260	
三 ₁	TD-86	35.24	6.09	2.03	12	211.71	215	
	TD-1	27.57	3.66	1.22	12	188.19	190	
三 ₂	TD-2	25.62	3.18	1.06	12	164.66	165	
	TD-1	23.88	2.79	0.93	12	188.19	190	

表 3-1-7 二₂、三₁、三₂、三₄露头保护煤柱留设表

煤层	位置	导水裂隙带(m)	保护层(m)	煤厚	倾角	计算煤柱宽度(m)	煤柱留设(m)	备注
	TD-2	26.86	3.48	1.16	12	211.71	215	
	TD-3	28.26	3.84	1.28	12	188.19	190	
	TD-4	28.49	3.90	1.30	12	211.71	215	
	TD-7	31.19	4.68	1.56	12	188.19	190	
	TD-8	29.25	4.11	1.37	12	188.19	190	
	TD-10	29.89	4.29	1.43	12	188.19	190	
	TD-11	30.50	4.47	1.49	12	188.19	190	
	TD-1	32.77	5.19	1.73	12	211.71	215	
三 ₄	TD-2	33.12	5.31	1.77	12	211.71	215	
	TD-4	26.86	3.48	1.16	12	188.19	190	
	TD-5	27.22	3.57	1.19	12	188.19	190	

表 3-1-8 二₂、三₁、三₂、三₄断层保护煤柱留设表

煤层	序号	断层编号	静止水位标高(m)	底板等高线(m)	水头压力(MPa)	煤层厚度(m)	抗张强度(MPa)	安全系数 K	计算煤柱宽度(m)	采用煤柱宽度(m)	备注
二 ₂	1	F18	-35.53	/	/	/	0.2	5	/	80/115	永煤股份（2019）23 号
	2	D8F29	-35.53	-600	5.53	2.73	0.2	5	62.17	65	永煤股份（2019）25 号
	3	F13	-35.53	-700	6.51	2.59	0.2	5	63.99	65	永煤股份（2019）26 号
	4	F13-2	-35.53	-460	4.16	3.35	0.2	5	66.16	70	永煤股份（2019）27 号
	5	D5F16	-35.53	-720	6.71	2.72	0.2	5	68.21	70	永煤股份（2019）28 号
	6	F33	-35.53	-400	3.57	2.51	0.2	5	45.93	50	永煤股份（2019）23 号 留 30m
	7	F29	-35.53	-600	5.53	2.1	0.2	5	47.82	50	永煤股份（2019）23 号 留 50m
	8	DF29	-35.53	-900	8.47	2.5	0.2	5	70.46	75	永煤股份（2019）23 号 留 70m
	9	F39	-35.53	-700	6.51	2.67	0.2	5	65.97	70	煤炭部郑州研究院（1997 年 8 月）留 80m
	10	F39-1	-35.53	-600	5.53	2.67	0.2	5	60.80	65	煤炭部郑州研究院（1997 年 8 月）留 80m
	11	F40	-35.53	-380	3.38	3.14	0.2	5	55.86	60	煤炭部郑州研究院（1997 年 8 月）留 60m
	12	D5F2	-35.53	-680	6.32	2.14	0.2	5	52.07	55	煤炭部郑州研究院（1997 年 8 月）留 55m
	13	F30	-35.53	-540	4.94	2.34	0.2	5	50.38	55	煤炭部郑州研究院（1997 年 8 月）留 40m
	14	F34	-35.53	-400	3.57	2.51	0.2	5	45.93	50	煤炭部郑州研究院（1997 年 8 月）留 35m

表 3-1-8 二₂、三₁、三₂、三₄断层保护煤柱留设表

煤层	序号	断层编号	静止水位标高(m)	底板等高线(m)	水头压力(MPa)	煤层厚度(m)	抗张强度(MPa)	安全系数 K	计算煤柱宽度(m)	采用煤柱宽度(m)	备注
二 ₂	15	F13-1	-35.53	-600	5.53	1.95	0.2	5	44.41	45	煤炭部郑州研究院（1997 年 8 月）留 80m
	16	Fs1	-35.53	-560	5.14	2.64	0.2	5	57.95	60	煤炭部郑州研究院（1997 年 8 月）留 40
	17	F38	-35.53	-640	5.92	2.27	0.2	5	53.49	55	采用矿上留设 60m
	18	F11	-35.53	-500	4.55	2.9	0.2	5	59.91	60	采用矿上留设 85m
	19	D8F14	-35.53	-480	4.36	1.55	0.2	5	31.32	35	采用矿上留设，一侧 45m，另一侧 30m
	20	D8F26	-35.53	-560	5.14	2.05	0.2	5	45.00	45	采用矿上留设，其中 F26 留 25m，F28 留 95m
	21	D8F28	-35.53	-680	6.32	2.05	0.2	5	49.88	50	
	22	DNF5	-35.53	-500	4.55	2.63	0.2	5	54.33	55	采用矿上留设 50m
	23	DNF2	-35.53	-520	4.75	2.9	0.2	5	61.18	60	采用矿上留设 40m
	24	DNF11	-35.53	-460	4.16	2.21	0.2	5	43.64	45	采用矿上留设 45m
	25	F6	-35.53	-840	7.88	2.5	0.2	5	67.97	70	
	26	DF33	-35.53	-820	7.69	2.5	0.2	5	67.12	70	
	27	Fs2	-35.53	-780	7.30	2.64	0.2	5	69.04	70	
	28	DNF11	-35.53	-420	3.77	2.19	0.2	5	41.16	45	
	29	D8F12	-35.53	-420	3.77	1.7	0.2	5	31.95	35	采用矿上留设，其中 D8F12 留 35m，D8F11 留 45m
	30	D8F11	-35.53	-420	3.77	2.23	0.2	5	41.91	45	
三 ₁	31	D5F6	-35.53	-680	6.32	1.8	0.2	5	43.80	50	
	32	Fd1	-35.53	-400	2.51	2.48	0.2	5	38.04	40	
	33	DF7	-35.53	-640	5.92	2.71	0.2	5	63.86	65	
	34	DF20	-35.53	-880	8.28	2.6	0.2	5	72.42	75	

表 3-1-8 二₂、三₁、三₂₁、三₄断层保护煤柱留设表

煤层	序号	断层编号	静止水位标高(m)	底板等高线(m)	水头压力(MPa)	煤层厚度(m)	抗张强度(MPa)	安全系数 K	计算煤柱宽度(m)	采用煤柱宽度(m)	备注
	35	D8F92	-35.53	-640	5.92	2.42	0.2	5	57.03	55	采用矿上留设 25m
	36	DNF53	-35.53	-560	5.14	1.95	0.2	5	42.80	45	采用矿上留设 40m
	37	Fs5	-35.53	-720	6.71	2.49	0.2	5	62.44	65	采用矿上留设 30m
	38	Fn2	-35.53	-600	5.53	2.98	0.2	5	67.86	45	采用矿上留设 40
三 ₁	1	F6	26.61	-750	7.61	1.37	0.2	5	36.59	40	
	2	F24	26.61	-350	3.69	1.41	0.2	5	26.23	30	
	3	F26	26.61	-800	8.10	1.01	0.2	5	27.83	30	
	4	F2	26.61	-700	7.12	0.85	0.2	5	21.96	25	
	5	F9	26.61	-800	8.10	0.85	0.2	5	23.42	25	
	6	F10	26.61	-750	7.61	0.85	0.2	5	22.70	25	
三 ₂ ₂	1	F18	26.61	-550	5.65	1.3	0.2	5	29.92	30	
	2	F23	26.61	-500	5.16	1.28	0.2	5	28.15	25	
	3	F13	26.61	-500	5.16	1.3	0.2	5	28.59	30	
	4	F22	26.61	-600	6.14	1.28	0.2	5	30.71	35	
	5	F2	26.61	-600	6.14	1.28	0.2	5	30.71	35	
	6	F15	26.61	-450	4.67	1.53	0.2	5	32.02	35	
	7	F10	26.61	-700	7.12	1.34	0.2	5	34.62	35	
	8	F26	26.61	-750	7.61	1.34	0.2	5	35.79	40	
	9	F24	26.61	-350	3.69	1.6	0.2	5	29.76	30	
	10	F6	26.61	-750	7.61	1.43	0.2	5	38.20	40	
	11	F9	26.61	-800	8.10	1.34	0.2	5	36.93	40	
三 ₄	1	F24	26.61	-350	3.69	1.77	0.2	5	32.92	35	
	2	F6	26.61	-650	6.63	1.4	0.2	5	34.91	35	

表 3-1-8 二₂、三₁、三₂²、三₄断层保护煤柱留设表

煤层	序号	断层编号	静止水位标高(m)	底板等高线(m)	水头压力(MPa)	煤层厚度(m)	抗张强度(MPa)	安全系数 K	计算煤柱宽度(m)	采用煤柱宽度(m)	备注
	3	F9	26.61	-800	8.10	1.07	0.2	5	29.49	30	
	4	F18	26.61	-550	5.65	1.19	0.2	5	27.39	30	
	5	F22	26.61	-600	6.14	1.23	0.2	5	29.51	30	
	6	F2	26.61	-650	6.63	1.23	0.2	5	30.67	35	
	7	F10	26.61	-700	7.12	1.07	0.2	5	27.65	30	
	8	F26	26.61	-650	6.63	1.4	0.2	5	34.91	35	

表 3-1-9 二₂煤层储量计算表

二 ₂ 煤资源量（10 ⁴ t）	储量类别	保有资源量				动用	查明资源量								
	TM	KZ	TD	合计		7627	TM	KZ	TD	合计					
	2655.5	2466.3	3825.5	8947.3			2655.5	2466.3	3825.5	16574.3					
二 ₂ 煤工业资源量（10 ⁴ t）	TM+KZ+TD×0.8=2655.5+2466.3+3825.5×0.8=8182.2														
资源损失量	煤柱类别	煤柱块段	储量类别	平面积（10 ⁴ m ² ）	倾角（°）	斜面积（10 ⁴ m ² ）	煤厚（m）	视密度（t/m ³ ）	(TM)	(KZ)	损失量（104t）				
	边界保护煤柱	TD-20--边界	TD	2.96	0	0	1.81	1.43				(TD)	小计	(TD)k	合计
		TD-90--边界	TD	4.7	0	0	2.75	1.43				7.66	7.66	0.8	6.13
		TD-94-边界	TD	6.2	0	0	2.86	1.43				18.40	18.40	0.8	14.72
		TD-96-边界	TD	4.2	0	0	2.38	1.43				25.50	25.50	0.8	20.40
		TD-98-边界	TD	2.8	0	0	2.7	1.43				14.40	14.40	0.8	11.52
		TD-99-边界	TD	1.3	0	0	2.63	1.43				11.00	11.00	0.8	8.80
	露头保护煤柱	TD-103-边界	TD	2.2	0	0	2.41	1.43				4.90	4.90	0.8	3.92
		TD-106-边界	TD	9.2	0	0	2.75	1.43				7.60	7.60	0.8	6.08
		小计										36.20	36.20	0.8	28.96
		TM-11-露头	TM	6.82	0	0	2.89	1.43	28.19						100.53
	露头保护煤柱	TD-2-露头	TD	19.5	0	0	1.31	1.43				28.19	1	28.19	
		TD-3-露头	TD	14.8	0	0	2.02	1.43				36.50	36.50	0.8	29.20
		TD-5-露头	TD	3.2	0	0	2.11	1.43				42.50	42.50	0.8	34.00
											9.70	9.70	0.8	7.76	

表 3-1-9 二₂煤层储量计算表[illegible]

表 3-1-9 二₂煤层储量计算表

断层 保护 煤柱	TM-10-断层	TM	3.17	0	0	2.59	1.43	11.74				11.74	1	11.74
	TM-26-断层	TM	1.37	0	0	2.27	1.43	4.45				4.45	1	4.45
	TM-26-断层	TM	2.1	0	0	2.27	1.43	6.82				6.82	1	6.82
	TM-27-断层	TM	1.34	0	0	2.24	1.43	4.29				4.29	1	4.29
	TM-27-断层	TM	19.86	0	0	2.24	1.43	63.61				63.61	1	63.61
	TM-29-断层	TM	0.34	0	0	2.73	1.43	1.33				1.33	1	1.33
	TM-29-断层	TM	1.9	0	0	2.73	1.43	7.42				7.42	1	7.42
	TM-30-断层	TM	2.08	0	0	3.02	1.43	8.98				8.98	1	8.98
	TM-31-断层	TM	2.56	0	0	2.68	1.43	9.81				9.81	1	9.81
	TM-32-断层	TM	2.2	0	0	2.61	1.43	8.21				8.21	1	8.21
	TM-32-断层	TM	2.45	0	0	2.61	1.43	9.14				9.14	1	9.14
	TM-33-断层	TM	1.2	0	0	2.47	1.43	4.24				4.24	1	4.24
	TM-34-断层	TM	0.9	0	0	2.42	1.43	3.11				3.11	1	3.11
	KZ-3-断层	KZ	4.49	0	0	2.42	1.43		15.54			15.54	1	15.54
	KZ-11-断层	KZ	3.27	0	0	2.36	1.43		11.04			11.04	1	11.04
	KZ-11-断层	KZ	3.83	0	0	2.36	1.43		12.93			12.93	1	12.93
	KZ-19-断层	KZ	6.65	0	0	2.61	1.43		24.82			24.82	1	24.82
	KZ-20-断层	KZ	1.68	0	0	2.52	1.43		6.05			6.05	1	6.05
	KZ-21-断层	KZ	2.39	0	0	2.67	1.43		9.13			9.13	1	9.13
	TD-4-断层	TD	10.7	0	0	2.38	1.43			36.20		36.20	0.8	28.96
	TD-13-断层	TD	2.4	0	0	2.63	1.43			8.90		8.90	0.8	7.12

表 3-1-9 二₂煤层储量计算表

[illegible]

表 3-1-9 二₂煤层储量计算表

		TD-41-断层	TD	1.1	0	0	2.99	1.43			4.80	4.80	0.8	3.84
		TD-42-断层	TD	3.6	0	0	2.99	1.43			15.40	15.40	0.8	12.32
		TD-43-断层	TD	2	0	0	2.99	1.43			8.50	8.50	0.8	6.80
		TD-44-断层	TD	4.3	0	0	2.49	1.43			15.30	15.30	0.8	12.24
		TD-45-断层	TD	15.4	0	0	2.91	1.43			64.00	64.00	0.8	51.20
		TD-46-断层	TD	8.6	0	0	2.65	1.43			32.60	32.60	0.8	26.08
		TD-47-断层	TD	12	0	0	2.28	1.43			39.30	39.30	0.8	31.44
		TD-48-断层	TD	20	0	0	2.45	1.43			70.10	70.10	0.8	54.68
		TD-49-断层	TD	7.6	0	0	2.71	1.43			29.30	29.30	0.8	23.44
		TD-50-断层	TD	2.21	0	0	2.58	1.43			8.15	8.15	0.8	6.52
		TD-51-断层	TD	14.5	0	0	2.2	1.43			45.80	45.80	0.8	36.64
		TD-52-断层	TD	11.5	0	0	2.02	1.43			33.30	33.30	0.8	26.64
		TD-53-断层	TD	8.5	0	0	2.02	1.43			24.60	24.60	0.8	19.68
		TD-54-断层	TD	10.6	0	0	2.02	1.43			30.70	30.70	0.8	24.56
		TD-55-断层	TD	5.6	0	0	1.95	1.43			15.80	15.80	0.8	12.64
		TD-56-断层	TD	16.5	0	0	2.28	1.43			53.80	53.80	0.8	43.04
TD-57-断层	TD	0.3	0	0	2.65	1.43			1.30	1.30	0.8	1.04		
TD-58-断层	TD	13.2	0	0	2.48	1.43			46.60	46.60	0.8	37.28		
TD-59-断层	TD	2.4	0	0	2.54	1.43			8.60	8.60	0.8	6.88		
TD-60-断层	TD	3.2	0	0	2.88	1.43			13.30	13.30	0.8	10.64		
TD-61-断层	TD	2.3	0	0	3.12	1.43			10.20	10.20	0.8	8.16		

表 3-1-9 二₂煤层储量计算表

[illegible]

表 3-1-9 二₂煤层储量计算表

		TD-92-断层	TD	13.3	0	0	2.56	1.43		48.80	48.80	0.8	39.04
		TD-93-断层	TD	4.3	0	0	2.72	1.43		16.50	16.50	0.8	13.20
		TD-95-断层	TD	17.1	0	0	2.5	1.43		61.20	61.20	0.8	48.96
		TD-97-断层	TD	4.4	0	0	2.71	1.43		17.10	17.10	0.8	13.68
		TD-100-断层	TD	2.4	0	0	2.63	1.43		8.80	8.80	0.8	7.04
		TD-101-断层	TD	1	0	0	2.63	1.43		3.80	3.80	0.8	3.04
		TD-102-断层	TD	5.2	0	0	2.58	1.43		19.30	19.30	0.8	15.44
		TD-104-断层	TD	1.1	0	0	2.34	1.43		3.70	3.70	0.8	2.96
		TD-105-断层	TD	2.7	0	0	2.79	1.43		10.70	10.70	0.8	8.56
		TD-107-断层	TD	3.7	0	0	2.9	1.43		15.30	15.30	0.8	12.24
		TD-108-断层	TD	6.3	0	0	2.91	1.43		26.20	26.20	0.8	20.66
		TD-109-断层	TD	7.7	0	0	2.7	1.43		29.80	29.80	0.8	23.84
		小计											1891.7 2
居民 区保 护煤 柱		TD-10-居民区	TD	15.09	0	0	2.64	1.43		56.55	56.55	0.8	45.24
		小计											45.24
	水源 井保 护煤 柱	TM-20-水源井	TM	13.77	0	0	2.68	1.43	52.77		52.77	1	52.77
		TM-21-水源井	TM	18	0	0	2.45	1.43	63.10		63.10	1	63.10
		TM-22-水源井	TM	3.8	0	0	2.39	1.43	13.00		13.00	1	13.00
		TM-23-水源井	TM	15.03	0	0	2.26	1.43	48.57		48.57	1	48.57

表 3-1-9 二₂煤层储量计算表

																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																					</
--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	----

表 3-1-9 二₂煤层储量计算表

	井	TD-85-南风井	TD	1.85	0	0	1.71	1.43		4.52	4.52	0.8	3.62
		小计											79.42
	总计												957.83
采区开采损失 (10 ⁴ t)	(设计资源量-工厂煤柱-大巷煤柱) * (1-采出率) = (5105.48-957.83) * (1-0.83) =705.10												
二 ₂ 煤可采储 (10 ⁴ t)	(设计资源量-工厂煤柱-大巷煤柱) *采出率= (5105.48-957.83) *0.83=3442.55												

表 3-1-10 三₁煤层储量计算表

三 ₁ 煤资源量 (10 ⁴ t)		储量类别	保有资源量				动用	查明资源量							
			TM	KZ	TD	合计		TM	KZ	TD	合计				
合计			0.00	1294.00	2213.00	3507.00	0.00	0.00	1294.00	2213.00	3507.00				
三 ₁ 煤工业资源量 (10 ⁴ t)		TM+KZ+TD×0.8=0+1294+2213×0.8=3064.4													
资源损失量	各种永久煤柱损失量	煤柱类别	煤柱块段	储量类别	平面积 (10 ⁴ m ²)	倾角 (°)	斜面积 (10 ⁴ m ²)	煤厚 (m)	视密度 (t/m ³)	损失量 (104t)					
										(TM)	(KZ)	(TD)	小计	(TD)k	合计
		边界保护煤柱	TD-5-边界	TD	2.80	/	2.80	0.85	1.63			3.78	3.78	0.80	3.02
			TD-1-边界	TD	0.90	/	0.90	1.22	1.63			1.79	1.79	0.80	1.43
			KZ-1-边界	KZ	0.40	/	0.40	1.32	1.63		0.89		0.89	1.00	0.89
		露头保护煤柱	小计									0.89	5.57	6.46	5.34
			TD-1-露头	TD	71.10	/	71.10	1.22	1.63			141.41	141.41	0.80	113.13
			TD-2-露头	TD	41.90	/	41.90	1.06	1.63			72.64	72.64	0.80	58.12
		断层保护煤柱	小计								0.00	214.06	214.06		171.25
			TD-3-断层	TD	16.80	/	16.80	1.37	1.63			36.77	36.77	0.80	29.42
TD-4-断层	TD		7.30	/	7.30	1.01	1.63			11.76	11.76	0.80	9.41		
TD-5-断层	TD		13.60	/	13.60	0.85	1.63			18.35	18.35	0.80	14.68		
		TD-6-断层	TD	5.80	/	5.80	1.41	1.63			13.00	13.00	0.80	10.40	

表 3-1-10 三₁煤层储量计算表[illegible]

表 3-1-11 三₂²煤层储量计算表

三 ₂ ² 煤资源量（10 ⁴ t）		储量类别	保有资源量				动用	查明资源量								
			TM	KZ	TD	合计		TM	KZ	TD	合计					
合计			780.00	1968.00	3106.00	5854.00	0.00	780.00	1968.00	3106.00	5854.00					
三 ₂ ² 煤工业资源量（10 ⁴ t）		TM+KZ+TD×0.8=780+1968+3106×0.8=5232.8														
资源损失量	各种永久煤柱损失量	煤柱类别	煤柱块段	储量类别	平面积 (10 ⁴ m ²)	倾角 (°)	斜面积 (10 ⁴ m ²)	煤厚 (m)	视密度 (t/m ³)	(TM)	(KZ)	损失量（10 ⁴ t）				
												(TD)	小计	(TD)k	合计	
		边界保护煤柱	TD-3-边界	TD	4.28	/	4.28	1.28	1.51				8.31	8.31	0.80	6.64
			TD-9-边界	TD	3.10	/	3.10	1.34	1.51				6.26	6.26	0.80	5.01
			小计								14.57	14.57			11.65	
		露头保护煤柱	TM-2-露头	TM	2.34	/	2.34	1.64	1.51	5.82				5.82	1.00	5.82
			KZ-5-露头	KZ	16.75	/	16.75	1.53	1.51		38.62			38.62	1.00	38.62
			TD-1-露头	TD	11.90	/	11.90	0.93	1.51				16.62	16.62	0.80	13.30
			TD-2-露头	TD	28.50	/	28.50	1.16	1.51				49.91	49.91	0.80	39.93
			TD-3-露头	TD	24.30	/	24.30	1.28	1.51				47.16	47.16	0.80	37.73
		TD-4-露头	TD	23.40	/	23.40	1.30	1.51				46.06	46.06	0.80	36.85	
		TD-7-露头	TD	40.20	/	40.20	1.56	1.51				94.85	94.85	0.80	75.88	

表 3-1-11 三₂²煤层储量计算表

三 ₂ ² 煤资源量（10 ⁴ t）		储量类别	保有资源量				动用	查明资源量					
			TM	KZ	TD	合计		TM	KZ	TD	合计		
		合计	780.00	1968.00	3106.00	5854.00	0.00	780.00	1968.00	3106.00	5854.00		
三 ₂ ² 煤工业资源量（10 ⁴ t）		TM+KZ+TD×0.8=780+1968+3106×0.8=5232.8											
			TD-8 露头	34.20	/	34.20	1.37	1.51			70.71	0.80	56.57
			TD-10-露头	44.90	/	44.90	1.43	1.51			96.83	0.80	77.47
			TD-11-露头	51.00	/	51.00	1.49	1.51			114.88	0.80	91.90
			小计						5.82	38.62	537.02	581.46	474.05
	断层 保护 煤柱	TD-1-断层	3.60	/	3.60	0.93	1.51				5.03	0.80	4.02
		TD-2-断层	2.90	/	2.90	1.16	1.51				5.08	0.80	4.06
		TD-3-断层	26.47	/	26.47	1.28	1.51				51.37	0.80	41.10
		TD-4-断层	28.00	/	28.00	1.30	1.51				55.11	0.80	44.09
		TD-9-断层	27.10	/	27.10	1.34	1.51				54.72	0.80	43.77
		TD-10-断层	6.20	/	6.20	1.43	1.51				13.37	0.80	10.70
		TD-13-断层	9.70	/	8.70	1.53	1.51				20.00	0.80	16.00
		小计								204.68	204.68	163.70	

表 3-1-11 三₂²煤层储量计算表

三 ² 煤资源量（10 ⁴ t）		储量类别	保有资源量				动用	查明资源量							
			TM	KZ	TD	合计		TM	KZ	TD	合计				
		合计	780.00	1968.00	3106.00	5854.00	0.00	780.00	1968.00	3106.00	5854.00				
三 ² 煤工业资源量（10 ⁴ t）		TM+KZ+TD×0.8=780+1968+3106×0.8=5232.8													
		水源井	TM-2-水源井	TM	36.80	/	36.80	1.64	1.51	91.52		91.52	1.00	91.52	
			KZ-6-水源井	KZ	20.00	/	20.00	1.72	1.51		52.05		52.05	1.00	52.05
			TD-8-水源井	TD	5.39	/	5.39	1.37	1.51			11.16	11.16	0.80	8.93
			TD-10-水源井	TD	91.90	/	91.90	1.43	1.51			198.20	198.20	0.80	158.56
			TD-11-水源井	TD	16.30	/	16.30	1.49	1.51			36.72	36.72	0.80	29.37
			TD-12-水源井	TD	4.88	/	4.88	1.15	1.51			8.54	8.54	0.80	6.83
		小计								91.52	52.05	398.18		347.26	
		合计							97.34	90.67	1010.88	1198.88		996.66	
矿井设计资源量（104t）		工业储量 - 永久煤柱损失量 = 5232.8 - 996.58=4236.14													
各类保安煤柱	工业广场	TM-1-工业广场	TM	1.56	/	1.56	1.59	1.51	3.74			3.74	1.00	3.74	

表 3-1-11 三₂²煤层储量计算表

三 ₂ ² 煤资源量（10 ⁴ t）	储量类别	保有资源量				动用	查明资源量			
		TM	KZ	TD	合计		TM	KZ	TD	合计
	合计	780.00	1968.00	3106.00	5854.00	0.00	780.00	1968.00	3106.00	5854.00
三 ₂ ² 煤工业资源量（10 ⁴ t）		TM+KZ+TD×0.8=780+1968+3106×0.8=5232.8								
		KZ-4-工业广场	61.50	/	61.50	1.51	147.39		147.39	147.39
		TD-7-工业广场	2.00	/	2.00	1.51		4.72	4.72	3.78
		TD-8-工业广场	8.10	/	8.10	1.51		16.75	16.75	13.40
		TD-9-工业广场	5.56	/	5.56	1.51		11.23	11.23	8.98
		小计					3.74	32.69	183.83	177.30
	北风井	KZ-1-北风井	84.50	/	84.50	1.51	169.00		169.00	169.00
		TD-3-北风井	6.30	/	6.30	1.51		12.23	12.23	9.78
		TD-4-北风井	22.50	/	22.50	1.51		44.29	44.29	35.43
		TD-5-北风井	2.00	/	2.00	1.51		2.35	2.35	1.88
		小计					169.00	58.87	227.87	216.09

表 3-1-11 三₂煤层储量计算表

三 ₂ 煤资源量（10 ⁴ t）	储量类别	保有资源量				动用	查明资源量			
		TM	KZ	TD	合计		TM	KZ	TD	合计
	合计	780.00	1968.00	3106.00	5854.00	0.00	780.00	1968.00	3106.00	5854.00
三 ₂ 煤工业资源量（10 ⁴ t）		TM+KZ+TD×0.8=780+1968+3106×0.8=5232.8								
	合计					3.74	316.39	91.56	411.70	393.39
采区开采损失（104t）		（设计资源量-工厂煤柱-水源井）*（1-采出率）=（4236.14-393.39）*（1-0.83）=								
三 ₂₂ 煤可采储量（104t）		（设计资源量-工厂煤柱-水源井）*采出率=（4236.14-393.39）*0.83=								

表 3-1-12 三4煤层储量计算表

三4煤资源量 (10 ⁴ t)		储量类别		保有资源量			动用		查明资源量						
		TM	KZ	TD	合计	0.00	TM	KZ			TD	动用	合计		
合计		0.00	0.00	2858.00	2858.00	2858.00								0.00	2858.00
三4煤工业资源量 (10 ⁴ t)		TM+KZ+TD×0.8=2858×0.8=2286.4													
各种永久煤柱损失量 资源损失量	煤柱类别	煤柱块段	储量类别	平面积 (10 ⁴ m ²)	倾角 (°)	斜面积 (10 ⁴ m ²)	煤厚 (m)	视密度 (t/m ³)	损失量 (10 ⁴ t)						
	边界保护煤柱	TD-6	TD	3.20	/	3.20	1.23	1.58	(TM)	(KZ)	(TD)	小计	(TD)k	合计	
		TD-7	TD	5.70	/	5.70	1.07	1.58			6.21	9.64	0.80	4.97	
		小计									15.85	15.85		7.71	
	露头保护煤柱	TD-1-露头	TD	51.20	/	51.20	1.73	1.58			140.14	140.14	0.80	112.12	
		TD-2-露头	TD	32.10	/	32.10	1.77	1.58			89.67	89.67	0.80	71.74	
		TD-3-露头	TD	4.60	/	4.60	1.40	1.58			10.18	10.18	0.80	8.15	
		TD-4-露头	TD	42.00	/	42.00	1.16	1.58			77.44	77.44	0.80	61.96	
TD-5-露头		TD	54.30	/	54.30	1.19	1.58			102.14	102.14	0.80	81.71		
	TD-18-露头	TD	6.00	/	6.00	1.63	1.58			15.47	15.47	0.80	12.37		

表 3-1-12 三₄煤层储量计算表

三 ₄ 煤资源量 (10 ⁴ t)		储量 类别	保有资源量				动用	查明资源量						
			TM	KZ	TD	合计		TM	KZ	TD	合计			
合计		0.00	0.00	2858.00	2858.00	0.00	0.00	0.00	2858.00	0.00	2858.00			
三 ₄ 煤工业资 源量 (10 ⁴ t)		TM+KZ+TD×0.8=2858×0.8=2286.4												
		小计									435.05	435.05		348.04
	断层 保护 煤柱	TD-2-断层	TD	0.90	/	0.90	1.77	1.58			2.51	2.51	0.80	2.01
		TD-3-断层	TD	1.90	/	1.90	1.40	1.58			4.21	4.21	0.80	3.36
		TD-5-断层	TD	8.80	/	8.80	1.19	1.58			16.55	16.55	0.80	13.24
		TD-6-断层	TD	7.30	/	7.30	1.23	1.58			14.18	14.18	0.80	11.34
		TD-7-断层	TD	11.60	/	11.60	1.07	1.58			19.61	19.61	0.80	15.69
	TD-8-断层	TD	9.90	/	9.90	1.40	1.58			21.88	21.88	0.80	17.51	
	TD-18-断 层	TD	0.70	/	0.70	1.63	1.58			1.80	1.80	0.80	1.44	
	小计									80.75	80.75		64.60	
	水源 井保 护煤 柱	TD-2-水源 井	TD	14.30	/	14.30	1.77	1.58			39.95	39.95	0.80	31.96
		TD-3-水源 井	TD	94.70	/	94.70	1.40	1.58			209.61	209.61	0.80	167.69

表 3-1-12 三 4 煤层储量计算表

三 4 煤资源量 (10 ⁴ t)	储量 类别	保有资源量			动用	查明资源量				
		TM	KZ	TD		TM	KZ	TD	动用	合计
	合计	0.00	0.00	2858.00	0.00	0.00	0.00		0.00	2858.00
三 4 煤工业资 源量 (10 ⁴ t)										
TM+KZ+TD×0.8=2858×0.8=2286.4										
	TD-4-水源 井		TD	60.20	/	60.20	1.16	1.58		88.80
			TD-18-水 源井	82.00	/	82.00	1.63	1.58		169.10
			小计							457.54
	合计									882.86
矿井设计资源量 (10 ⁴ t)		工业储量 - 永久煤柱损失量 = 2286.4 - 882.86=1761.94								
采区开采损 失 (10 ⁴ t)		(设计资源量-工厂煤柱-大巷煤柱) * (1-采出率) =				(1761.94-0) * (1-0.83) =				
三 4 煤可采储 量 (10 ⁴ t)		(设计资源量-工厂煤柱-大巷煤柱) * 采出率=				(1761.94-0) * 0.83=				

表 3-1-13 设计可采储量汇总情况表（万吨）

煤层	工业资源量	永久煤柱损失					设计资源量	保护煤柱				开采损失	设计可采储量
		井田边界	断层	露头	村庄	水源井		工业广场	北风井	南风井	小计		
二 ₂	8182.2	100.53	1891.72	589.66	45.24	449.58	3076.73	522.9	355.51	79.42	957.83	705.10	3442.54
三 ₁	3064.4	5.34	63.91	171.25	0	869.82	1110.32	23.84	0	0	23.84	328.14	1602.10
三 ₂	5232.8	11.65	163.7	474.05	0	347.26	996.66	177.3	216.09	0	393.39	653.27	3189.48
三 ₄	2644.8	12.68	64.6	348.04	0	457.54	882.86	0	0	0	0	299.53	1462.41
合计	19124.20	130.20	2183.93	1583.00	45.24	2124.20	6066.57	724.04	571.60	79.42	1375.06	1986.04	9696.53
备注：二 ₂ 、三 ₁ 、三 ₂ 、三 ₄ 煤层设计可采储量共计 9696.53 万吨。另有天然焦 4111.6 万吨。													

三、建设规模以及设计服务年限

1.建设规模

根据 2020 年 9 月 11 日河南省工业和信息化厅公示的《全省正常生产“两类”煤矿重新核定生产能力结果的公示》以及矿山生产系统现状，结合矿井资源储量条件、开采技术条件、现有各生产系统能力、经济效益分析以及生产管理技术水平等方面确定矿山建设规模为 450 万 t/a。

2. 服务年限

根据可采储量和推荐的生产能力，考虑 1.4 的储量备用系数，矿井服务年限计算如下：

$$T = \frac{Z}{A \times k}$$

式中：T—矿井服务年限，a；

Z—矿井可采储量，9696.53 万 t；

A—矿井生产能力，450 万 t/a；

k—储量备用系数，取 1.4。

根据上式计算，矿井服务年限为 15.39a。基准期为 2023 年 01 月，则剩余服务年限为 15.39a。

四、矿床开采方式

陈四楼煤矿井田内二₂、三₁、三₂²、三₄煤层为可采煤层。

二₂煤层赋存于山西组中部，下距 K₃ 标志层约 51.10m，上距 K₄ 砂岩约 51.94m。据钻探及实际揭露情况可知二₂煤层赋存稳定，结构简单；区内岩浆活动主要侵入中西部及北部，导致局部发育大片岩浆岩侵入区及天然焦，4、5、8、12 采区煤层均受到不同程度的影响，1113 孔甚至出现了无煤现象。二₂煤层可采厚度 0.80~3.85m，平均 2.45m，属中厚煤层。二₂煤层直接顶主要是砂质泥岩、泥岩，基本顶是中细粒砂岩，局部相变为砂质泥岩。个别地段直接顶不发育，基本顶直接压煤。局部有伪顶，岩性为泥岩、炭质泥岩，单层厚度 0~2.88m，易垮落。直接底主要是砂质泥岩、泥岩、炭质泥岩，局部相变为粉

砂岩，基本底是细粒砂岩，稳定性较好。二₂煤层含矸 0~1 层，夹矸平均厚 0.58m，岩性为泥岩和中细砂岩。二₂煤层厚度在走向、倾向均变化小，大部区段煤厚均位于中厚煤区，其间点缀零星的厚煤区（4 孔）、薄煤区（15 孔），生产地质亦揭露证实二₂煤层厚度变化较小。

三₁煤层赋存于下石盒子组下部，上距三₂煤层约 4.10m，下距二₂煤层 75~113.70m，平均 82.05m。三₁煤层可采厚度 0.80~2.03m，平均 1.30m，属薄煤层。矿井范围内自南向北由含 1 层夹矸逐渐变为 2~3 层夹矸，夹矸岩性为泥岩。据钻孔揭露，井田 08 勘探线以南三₁煤层大部分可采，08 勘探线以北不可采。区内可采面积 18.41km²，占全区面积的 30%。总体上三₁煤层属不稳定的局部可采煤层。煤层直接顶板以泥岩、砂质泥岩为主；直接底以砂岩为主，局部为粉砂岩。

三₂煤层赋存于下石盒子组中下部，上距三₄煤层约 7.02m，下距二₂煤层 86.15m。据钻孔揭露煤层可采厚度 0.80~2.66m，平均 1.50m，属中厚煤层。煤层结构较简单，大部分含 0~2 层夹矸，夹矸厚度 0.05~0.74m，平均 0.35m，夹矸岩性以泥岩和炭质泥岩为主。区内三₂煤层可采面积 32.26km²，占全区面积的 52%，为大部分可采的较稳定煤层。煤层底板以泥岩、砂质泥岩为主，次为细砂岩；顶板亦以泥岩、砂质泥岩为主，次为细、中粒砂岩。

三₄煤层赋存于下石盒子组中上部，层位稳定，上距三₅煤层约 6.17m，下距二₂煤层 93.17m。据钻孔揭露煤层可采厚度 0.80~2.31m，平均 1.60m，属中厚煤层。煤层结构简单，局部含矸 1~2 层。煤分层表现为上薄下厚，夹矸为泥岩或炭质泥岩，平均厚 0.32m。区内三₄煤层可采面积 27.51km²，占全区面积的 45%，为局部可采的不稳定煤层。煤层底板为泥岩、砂质泥岩，偶见细粒砂岩。顶板以泥岩、砂质泥岩为主，次为细粒砂岩及粉砂岩。确定三₄煤层为局部可采的不稳定煤层。

本区煤层深部埋藏较深，且经过陈四楼煤矿多年的二₂煤层实际生产和河南龙宇能源股份有限公司车集煤矿三煤组的试采经验，证明了该开采方式经济合理。因此，本次依旧选择地下开采的开采方式。

五、井田开拓（方案）

1. 井田开拓

矿井采用立井单水平上下山开拓方式，水平标高-440m。两翼对角式通风方式，通风方法为抽出式，主井、副井、中央风井进风，南风井、北风井回风。

井下井底车场通过-440m 水平大巷与各个采区沟通。采区开采顺序本着先浅部后深部，先近后远的原则，全井田二₂煤层共划分 17 个采区，南翼 9 个采区，分别为南 1 采区、南 3 采区、南 5 采区、南 7 采区、南 9 采区、南 11 采区、南 13 采区、南 15 采区、南 17 采区；北翼 8 个采区，分别为北 2 采区、北 4 采区、北 6 采区、北 8 采区、北 10 采区、北 12 采区、北 18 采区、北 20 采区。采区开采顺序本着先浅部后深部，先近后远的原则，目前矿井南翼南 1 采区、南 3 采区、南 5、南 7 采区、南 11 采区、南 13 采区、南 15 采区、南 17 采区基本已经回采完毕，生产采区为 9 采区；北翼北 2 采区、北 4 采区、北 10 采区、北 12 采区基本已经回采完毕，生产采区为 8 采区、北 12 采区，接替采区为北 6 采区和北 20 采区，井下布置两个综采工作面保证矿井生产能力保证矿井核定生产能力。

根据区内二₂煤层、三煤组资源赋存情况、水文地质条件以及现有大巷布置情况，本项目现对三煤组开采提出以下三种方案，简述如下：

（1）方案一

南翼方案：

考虑到南翼可采煤层分布相对集中，且南翼受断裂构造影响较小，设计在井田南翼设置大巷，即首先利用二₂煤层已有的-560m 轨道巷及胶带巷施工-560m 水平大巷、采区上山及三煤南翼辅助回风巷，构筑生产系统；其次在-720m 集中轨道、胶带暗斜井合适位置处开口向西掘进三煤南翼集中胶带、轨道、回风石门至三煤组，布置-560m 水平大巷，并与先期开工的-560m 水平大巷贯通，总计开拓(准备)工程量 56569m。

结合开拓巷道布置和煤层赋存情况，将南翼划分为 4 个采区，分别为 31、33、35 及 37 采区，其中 31、33 及 35 采区为单翼采区，37 采区为双翼采区。矿井南翼采区开拓(准备)工程量 18692m。各采区开拓准备巷道布置如下：

31 采区：位于-720m 暗斜井以南，东至煤层风氧化带，西部与 37 采区相邻，南部与 33 采区相邻；在-720m 暗斜井合适位置施工三煤南翼集中石门至三煤组底板-560m 标高，向南施工-560m 大巷与 35 采区三条上山相连，构成完整的通风运输系统，采用倾斜长壁开采。

33 采区：西起-560m 水平大巷，东至煤层风氧化带，北部与 31 采区相邻，南部与 35 采区相邻；利用-560m 大巷为采区准备巷道，向南与 35 采区三条上山相连，构成完整的通风运输系统，采用倾斜长壁开采。

35 采区：初期为尽快投产，从二煤-560 水平轨道巷末端沿着原巷道方位布置联络巷，通过联络巷向南掘进 35 采区轨道上山、胶带上山、回风上山至采区边界，形成单翼采区，采用倾向长壁开采，采区准备工程量 2932m，煤层厚度 0.97~2.31m，平均厚度 1.74m，工作面顺槽长度 1390~1720m。

37 采区：在-560m 大巷中部向西沿三煤倾向施工三条采区下山，形成双翼下山采区，工作面基本沿煤层倾向推进。

北翼方案：

井田北翼由于构造的影响，煤层可采区域比较分散，不具备设置水平大巷的条件，根据三煤组可采区域分布情况和断层切割影响，将北翼划分为 8 个采区，分别为 32、34、36、38、310、312、314 及 316 采区，北翼采区开拓(准备)工程量 32286m。由于北翼三₂煤层基本全区可采，三₄煤层可采区域较分散，各采区巷道布置按照三₂煤层开采考虑，兼顾三₄煤层开采。为了满足通风要求，在-430m 水平掘一条北翼回风大巷，与现有的回风大巷连通，北翼总回风巷工程量 2125m。各采区开拓准备巷道布置如下：

32 采区：在北翼大巷的南部，通过北翼大巷向西掘 32 采区轨道、胶带、回风下山，落底于-660m 水平，32 采区布置在北翼集中下山的南侧，为双翼采区，采区准备工程量 4707m，采用走向长壁开采。

34 采区：位于北翼大巷东部，F13 断层以南。主要通过北翼大巷向东做上山至煤层底板，然后在向北做采区准备巷道，形成单翼采区，采区准备工程量 2889m，采用走向长壁开采。

36 采区：布置在 32 采区西侧，受褶曲影响，煤层走向发生变化，设计通过北翼集中轨道、胶带、回风下山做 36 采区下山巷道，形成双翼下山采区，采

区准备工程量 4352m，走向长壁布置回采工作面。

38 采区：位于 F_{13-1} 断层以北， F_{18} 断层以南。在北翼-605 集中下山底部开口向西布置 36 采区准备巷道，至 11 补 1 钻孔附近折向南掘进至采区边界(F_{13-1} 断层)，形成双翼采区，采区准备工程量 5686m，采用倾斜长壁开采。

310 采区：位于北翼大巷东部、 F_{13} 断层以北， F_{18} 断层以南，通过北翼-640 集中下山中部开口，向西做三条准备巷道至三₂煤层底板，采区准备工程量 1475m，由于褶曲的影响，煤层产状变化较大，根据产状布置走向或倾斜长壁工作面。

312 采区：位于 DF_{18-1} 断层以东，312 采区东侧，靠近煤层露头，在北翼-640 东翼运输巷道下部开口向煤层露头方向掘三条石门至 1105 钻孔附近，折向南掘进三条采区上山至采区边界(F_{13} 断层)，采区准备工程量 4307m，采用走向长壁开采。

314 采区：位于 F_{18} 断层以北，至井田北部边界。自北部西翼-470m 水平巷道开口向西掘进三条上山至三₂煤层底板，采区准备工程量 2356m，采用走向长壁开采。

316 采区：自北翼采区下山巷道底部沿三₄煤层区域北部掘进 1 组上山巷道，兼顾断层上、下盘和边角煤的开采，形成单翼采区。由于构造影响，在断层上盘采用倾斜长壁开采，断层下盘采用走向长壁开采。

(2) 方案二

南翼方案：

南翼三煤开拓首先利用二₂煤层已有的-560m 轨道巷及胶带巷施工-560m 水平大巷、采区上山及三煤南翼辅助回风巷，构筑生产系统；其次利用二煤-440m 水平巷道，在 6205 钻孔附近掘-560m 暗斜井进入三煤组底板，至-560m 标高后向南布置-560m 大巷，并与先期开工的-560m 水平大巷贯通，共划分为 4 个采区，分别为 31、33、35、37 采区，总计开拓(准备)工程量 54737m。

各采区开拓准备巷道布置如下：

31 采区：位于-720m 暗斜井南侧，-560m 暗斜井北侧，紧邻 33 采区南侧，利用-560m 暗斜井作为采区准备巷道，形成单翼采区，采区准备工程量 2985m，采用走向长壁开采。

33 采区：位于 31 采区南侧，-560m 大巷以东。利用-560m 大巷作为采区准备巷道，形成单翼采区，采区准备工程量 3791m，采用倾斜长壁开采。

35 采区：初期为尽快投产，从二煤-560m 大巷末端沿着原巷道方位布置 35 采区轨道、回风石门，通过石门向南掘进 35 采区轨道上山、皮带上山、回风上山至采区边界，形成单翼采区，采用倾向长壁开采，采区准备工程量 2932m，煤层厚度 0.97~2.31m，平均厚度 1.76m，工作面顺槽长度 1390~1720m。

37 采区：沿-560m 暗斜井方位向西沿三煤倾向掘三条采区下山，形成双翼下山采区，采区准备工程量 6675m，工作面顺槽沿煤层倾向或走向布置。

北翼方案：

北翼受 F_{18} 、 F_{13} 及 F_{13-1} 等断层切断，导致三煤组分布不连续，区域相对独立，北翼在方案一的基础上进行进一步优化，其中 32、34、38、310、312、314 及 316 采区布置方案维持不变，北翼采区开拓(准备)工程量 31150m。

考虑 36 及 38 采区煤层分布较为连续，将 36 采区布置进行适当优化，即从 36 采区巷道开口，穿过 F_{13-1} 断层向下施工，布置 38 采区三条巷道，形成双翼采区，采区准备工程量 4550m，采用倾斜长壁开采，其余采区方案划分同方案一。

(3) 方案三

南翼方案：

南翼三煤开拓利用二煤-440 水平巷道，在南七煤仓附近掘石门，沿三煤倾向布置上、下山，下山至-560m 水平后向西延伸至井田西部边界；利用南翼集中下山布置采区石门，至-460m 水平后折向南布置采区准备巷道至井田南部边界，共划分为 3 个采区，分别为 31、33 及 35 采区，均为双翼采区，总计开拓(准备)工程量 54400m。

各采区开拓准备巷道布置如下：

31 采区：位于南翼集中下山开口位置以南，布置三条准备巷道，形成双翼采区，采区准备工程量 5830m。

33 采区：位于 31 采区北侧，主副井工业场地保护煤柱以南。南七煤仓附近掘石门后沿三煤布置上、下山，形成上下山双翼采区，采区准备工程量 4672m，采用走向长壁开采。

35 采区：位于 31 采区的北侧、33 采区西侧，主副井工业场地保护煤柱以南。利用 33 采区准备巷道向西延伸，形成采区准备巷道，采区准备工程量 5780m，采用长壁开采。

北翼方案：

井田北翼三煤组开拓开采与方案一相同。

(4) 方案对比

表 3-1-14 方案对比表

方案	方案一	方案二	方案三	方案二-方案一	方案三-方案一
开拓准备工程量 (m)	56569	54737	54400	-1832	-2169
首采区投产工程量 (m)	2932	2932	5830	0	+1578
投产工期 (月)	32	32	46	0	+14
优点	1、生产系统简单，运输环节少； 2、初期利用二煤南翼部分巷道，投产工期短； 3、有利于-720 大巷、南翼-440 水平大巷、南翼集中下山及南翼总回风巷保护煤柱的回收，延长二煤的服务期，稳定矿井产量，提高经济效益。	1、利用部分二煤巷道，工程量较小； 2、初期利用二煤南翼部分巷道，投产工期短； 3、对现有生产系统影响较小。	1、利用部分二煤巷道，总体工程量小，投资少； 2、对现有生产系统影响小。		
缺点	1、工程量较大，投资较高； 2、配采期利用南翼-720 暗斜井，对南翼二煤生产有一定的影响。	1、转运环节较多运输系统较为复杂，大部分巷道为斜巷，施工难度较大，不利于采掘接替； 2、投产时开拓、准备工程量较少，需及时进行新采区准备工作； 3、利用-440 水平大巷时间较长，不利于大巷煤柱的回收。	1、运输系统复杂，巷道为斜巷，施工难度较大，不利于采掘接替； 2、初期工程量较大，投产工期长； 3、为保证正常接替，需及时进行新采区准备工作； 4、利用-440 水平大巷、集中下山时间较长，不利于保护煤柱的回收。		
设计综合分析，暂推荐方案一					

图 3-3-1 三煤组开拓方式布置图(方案一)

图 3-3-2 三煤组开拓方式布置图(方案二)

图 3-3-3 三煤组开拓方式布置图(方案三)

2. 井筒及其功能

(1) 主井

主井坐标：X=*****, Y=*****, 井口标高+36.48，主井井筒净直径 5.0m，井深 499m，装备一对 23t 箕斗，担负全矿井的煤炭提升任务，兼进风任务，井筒内敷设有供水管、压风管、动力电缆、信号电缆。

(2) 副井

副井坐标：X=*****, Y=*****, 井口标高+36.350，副井井筒净直径 6.5m，井深 501m，装备一对 1.5t 双层 4 车多绳罐笼（一宽一窄），担负人员、设备、进风及其他辅助提升。井筒内布置有排水管、压风管、洒水管、动力电缆和信号电缆，安设梯子间，兼做矿井安全出口。

(3) 中央风井

中央风井坐标：X=*****, Y=*****, 井口标高+38.55，中央风井井筒净直径 5.0m，井深 408m，装备有梯子间，初期用于矿井中央采区回风，目前主要担负矿井进风任务，兼做安全出口。

(4) 南风井

南风井坐标：X=*****, Y=*****, 井口标高+35.000，南风井井筒净直径 5.0m，井深 366.5m，装备有梯子间、压风管、注浆管，主要担负矿井南翼采区回风任务，兼做安全出口。

(5) 北风井

北风井坐标：X=*****, Y=*****, 井口标高+37.000，北风井井筒净直径 5.0m，井深 462m，装备有梯子间、压风管、注浆管、瓦斯管，主要担负矿井北翼采区回风任务，兼做安全出口。

3. 水平划分

(1) 二₂煤层开采

陈四楼煤矿目前采用立井单水平上、下山开拓方式，矿井分南、北两翼开采，北翼运输大巷、南翼运输大巷均布置在二₂煤层底板岩层中，局部穿层布置。本次方案水平仍采用原矿井水平划分，即全井田划分为一个水平，水平标高为-440m，另外南翼设有-720 辅助水平。采区开采顺序本着先浅部后深部，先近后远的原则，目前矿井南翼南 1 采区、南 3 采区、南 5、南 7 采区、南 11

采区、南 13 采区、南 15 采区、南 17 采区基本已经回采完毕，生产采区为 9 采区；北翼北 2 采区、北 4 采区、北 10 采区、北 12 采区基本已经回采完毕，生产采区为 8 采区、北 12 采区，接替采区为北 6 采区和北 20 采区。

(2) 三煤组开采

本次方案设计采用立井单水平上下山开拓方式，矿井分南、北两翼开采。

南翼开采利用现有的-440m 水平，同时设有-560m 辅助水平，南翼划分为 4 个采区，分别为 31、33、35 及 37 采区；北翼开采利用现有的-440m 水平，划分为 8 个采区，分别为 32、34、36、38、310、312、314 及 316 采区。

4. 井下开采

井下采用走向长壁后退式采煤法，综合机械化采煤工艺，全部垮落法管理顶板。井下布置两个综合机械化采煤工作面和四个煤巷掘进工作面保证矿井的生产能力。

5. 采区划分及开采顺序

(1) 二₂煤层

现采矿权范围内-440 水平内以主、副井工业场地划分南、北两翼开采目前矿井南翼南 1 采区、南 3 采区、南 5、南 7 采区、南 11 采区、南 13 采区、南 15 采区、南 17 采区基本已经回采完毕，生产采区为 9 采区；北翼北 2 采区、北 4 采区、北 10 采区、北 12 采区基本已经回采完毕，生产采区为 8 采区、北 12 采区，接替采区为北 6 采区和北 20 采区。

(2) 三煤组

三煤组采用煤层群联合开采，前期与二煤配采，后期分南北两翼开采，南翼按照 35 采区→37 采区→三煤南翼煤柱顺序开采；北翼按照 32 采区→34 采区→36 采区→38 采区→310 采区→312 采区→314 采区→316 采区→三煤北翼煤柱顺序开采。

6. 井底车场及硐室

(1) 井底车场

本次方案仍利用现有的主副井井底车场，用于矿井矸石、材料、设备及人员等提升。

(2) 主要硐室

井下设有井下中央泵房、中央变电所、采区变电所、采区泵房等、永久避难硐室。

7. 矿井各系统情况

(1) 提升系统

① 主井提升设备

本方案利用原有主井，主井坐标：X=*****, Y=*****, 井口标高+36.48，主井井筒净直径 5.0m，井深 499m，装备一对 JDG-24 型箕斗，提升机为德国西玛格公司生产的内装式摩擦提升机，提升高度 483.96 米，提煤速度 10m/s，电气控制系统采用徐州中矿大传动与自动化有限公司的全数字调速电控系统。担负全矿井的煤炭提升任务，兼进风任务，井筒内敷设有供水管、压风管、动力电缆、信号电缆。

② 副井提升设备

本方案利用原有副井，副井坐标：X=*****, Y=*****, 井口标高+36.350，副井井筒净直径 6.5m，井深 501m，装备一对 1.5t 双层 4 车多绳罐笼（一宽一窄），提升机为洛阳矿山机械厂生产的落地式四绳摩擦提升机，提升高度 486.3 米，电气控制系统采用徐州中矿大传动与自动化有限公司的全数字控制系统，担负人员、设备、进风及其他辅助提升。井筒内布置有排水管、压风管、洒水管、动力电缆和信号电缆，安设梯子间，兼做矿井安全出口。

(2) 排水系统

本方案仍采用陈四楼煤矿现有的中央泵房集中排水方式，采区泵房将采区涌水排至井底水仓，再由井底泵房直接排至地面。其中主排水泵房有三个水仓，1 号水仓容量为 4505m³、2 号水仓容量为 3567m³、3 号水仓容量为 2628m³，水仓总容量为 10700m³，中央泵房安装 9 台 MD580-60×9 型水泵、三趟 Φ426×14mm 无缝钢管排水管路，其中两趟由中央泵房管子道、副井井筒敷设至地面，另一趟经钻孔敷设至地面，最大排水能力为 3692.5m³/h；-470 泵房安装 4 台 MD580-57×2 型水泵、三趟 Φ325×11mm 无缝钢管排水管路，水仓容量为 2900m³；北翼-605 泵房安装 5 台 MD580-60×4 型水泵、两趟 Φ426×14mm 无缝钢管排水管路，水仓容量为 3100m³；北翼-640 泵房安装 5 台 MD450-60×5 型水泵、两趟 Φ426×11mm 无缝钢管排水管路，水仓容量为 2673.5m³；-720 泵

房安装 3 台 MD580-60×6 型水泵、3 台 MD450-60×7 型水泵、两趟 Φ325×11mm、一趟 Φ426×14mm 无缝钢管排水管路，水仓容量为 3007m³；九采区泵房安装 3 台 MD450-60×4 型水泵、两趟 Φ426×10mm 无缝钢管排水管路，水仓容量为 3512m³；二十采区泵房安装 3 台 MD580-60×4 型水泵、两趟 Φ325×12mm 无缝钢管排水管路，水仓容量为 2520m³；-560 泵房安装 4 台 MD450-60×4 型水泵、两趟 Φ325×12mm 无缝钢管排水管路，水仓容量为 2900m³；-600 泵房安装 4 台 MD450-60×4 型水泵、两趟 Φ325×11mm 无缝钢管排水管路，水仓容量为 2930m³。

（3）运输系统

1) 主运输系统

本方案井下主运输系统仍采用带式输送机运输方式。

① 南翼主煤流带式输送机

南翼主煤流带式输送机共有两部：南一部为 DTL120/100/4×280 型钢丝绳芯带式输送机，运输能力为 1000t/h。南二部为 DTL120/100/3×160 型钢丝绳芯带式输送机，运输能力为 1000t/h。

② 北翼主煤流带式输送机

北翼主煤流带式输送机共有四部：北一部为 DTL120/80/3×250 型钢丝绳芯带式输送机，运输能力为 800t/h。北二部为 DTL120/100/3×160S 型普通带式输送机，运输能力为 1000t/h。北三部为 DTL120/100/3×160S 型钢丝绳芯带式输送机，运输能力为 1000t/h。北四部为 DTL120/100/3×250S 型钢丝绳芯带式输送机，运输能力为 1000t/h。

2) 辅助运输系统

辅助运输采用防爆蓄电池电机车牵引运输。其中运输设备为 CTL12/6GP(YC)、CTL8/6P、CTY5/6GB 型蓄电池电机车等，斜巷运人方式采用架空乘人装置，全矿共有架空乘人装置 8 部，主要采用液压驱动方式。

（4）供电系统

本方案仍采用现有的供电系统，矿井地面设一座 110kV 变电站，其中两回路 LJ-150mm² 架空线路均来自矿区中心 110kV 变电站，另一回路 LJ-150mm² 架空线路来自顺和 110kV 变电站。经两台 SF10-16000/110/6.3 型和一台 SF10-

20000/110/6.3 型主变压器降为 6kV，供全矿井上、下用电。井下供电从 110kV 变电站引出 14 趟 6kV 供电电缆，5 趟电缆由副井引入，电缆型号为 MYJV42-3 $\times$ 150，专供副井底中央变电所，其中 4 趟作为主排水电源，1 趟作为北翼局部通风机专用线路；另 5 趟电缆由主井引入，其中 2 趟 MYJV42-3 $\times$ 150 型电缆至南翼 1#变电所，向南翼采区供电，1 趟 MYJV42-3 $\times$ 150 型电缆至-370 变电所，2 趟 MYJV42-3 $\times$ 150 型电缆至北翼 2#变电所，向北翼采区供电；另 4 趟电缆由中央风井引入，其中 2 趟 MYJV42-3 $\times$ 150 型电缆至北翼 1#变电所，2 趟 MYJV42-3 $\times$ 150 型电缆至-720 变电所。

（5）压风系统

本方案仍采用现有的压风系统。目前陈四楼煤矿主副井工广和北风井工业场地地面各有一套压风系统。其中中央压风机房现有螺杆空气压缩机 4 套，容积流量 60.5m³/min；北风井压风机房现有上螺杆空气压缩机 4 台，容积流量 60.2m³/min。压风主管分别通过中央风井和北风井井筒送达井下，并通过井下大巷 Φ 159 $\times$ 6 型主供风管路互相联通，可以互补互用，井下所有采掘作业地点均安装有压风自救装置，安装地点和数量均能满足安全需要。

（6）通风系统

本方案通风方式为两翼对角式，机械式通风，其中主井、副井、中央风井进风，南风井、北风井回风，通风方法为机械抽出式。南、北风井均配备两台 FBCDZ№28/2 $\times$ 355 型轴流通风机，一用一备。矿井北翼总进风 10861m³/min，北风井风机排风量 11448m³/min，负压 2380Pa，等积孔 4.65m²；矿井南翼总进风 9873m³/min，南风井风机排风量 10165m³/min，负压 2100Pa，等积孔 4.51m²。矿井通风难易程度为容易。南、北风井主通风机电机由高压配电柜供电，采用工频运行。

六、运输方案及场址选择

1. 地面运输

陈四楼煤矿位于河南省永城市区北西 13km，行政隶属陈集镇管辖，隶属于河南龙宇能源股份有限公司。陈四楼煤矿北距陇海铁路商丘站 95km，东距京沪铁路徐州站 97km，矿井内部有专用运煤铁路与青町铁路相接。矿井南有 G1516

盐洛高速、东有 G0321 德上高速、西有 G35 济广高速、北有 G30 连霍高速通过，东面有 S201 省级公路通过，连接 G311、G343 国道。区内县乡公路纵横交错，并连通周边省道、国道、高速公路，周边高速公路较发达，形成环状高速路网。陈四楼煤矿所在地交通便利。

2. 工业场地

陈四楼煤矿工业场地共有 3 个，分别为主副井工业场地、南风井工业场地、北风井工业场地。

主副井工业广场总占地面积 42.21hm^2 ，位于矿区中部，韩松园村北，紧邻省道 S201 公路。工业场地西部布置有采区办公楼、公寓楼、设备库、污水处理站、救护队训练场地、材料供应站及综合仓库等；中部和北部布置有主井、副井、井口房，提升机房，空气加热室，变电所，井下水处理站，生产消防给水系统，生活给水系统，水源井，110kV 变电站以及机修材料区，东部布置有风机、锅炉房、灌浆泵、污水处理站、矸石转载场地、后期煤仓及选煤厂等建筑物；北部布置有运煤铁路专用线、煤仓、洗选煤厂等建筑物。

南风井场地占地面积 1.0hm^2 ，位于矿区南部边界处。场地内设置有风压机房，南风井房，值班室等；北风井场地占地面积 0.72hm^2 ，位于矿区北部张楼以北，工业广场西南方向。场地内设置有北风井房，瓦斯抽放站，操作室等。

七、主要设备

1. 提升设备

主井担负全矿井的煤炭提升任务，井口标高为+36.48m，为立井提升方式，提升高度 483.96m，提升速度 10m/s，提升机为德国西玛格公司生产的内装式摩擦提升机，电气控制系统采用徐州中矿大传动与自动化有限公司的全数字调速电控系统，提升容器为一对 JDG-24 型箕斗，箕斗提升量为 23 吨/斗。

副井担负全矿井的矸石提升、材料下放、人员升降等任务，并兼作进风井和安全出口。副井井口标高为+36.35m，井底车场标高为-440.00m，提升高度 486.30m，提升机为洛阳矿山机械厂生产的落地式四绳摩擦提升机，电气控制系统采用徐州中矿大传动与自动化有限公司的全数字控制系统，提升容器为双层四车宽窄式罐笼，大罐上下两层最大提人数 74 人，小罐上下两层最大提人数

52 人，并提升最大载重 14 吨，最大载重差 8 吨。

2. 运输设备

(1) 煤炭运输

矿井煤炭运输方式为带式输送机运输。

2901 综采工作面运输线路：2901 综采工作面→2901 工作面下巷→九采区皮带下山→-720 皮带运输巷→-720 集中皮带下山→南翼皮带运输大巷→2#煤层→主井→地面。

2804 综采工作面运输线路：2804 综采工作面→2804 工作面下巷→八采区皮带巷→北翼-605 集中皮带下山→北翼皮带运输大巷→2#煤层→主井→地面。

(2) 辅助运输

矿井辅助运输采用防爆蓄电池电机车牵引运输。其中运输设备为 CTL12/6GP(YC)、CTL8/6P、CTY5/6GB 型蓄电池电机车等，斜巷运人方式采用架空乘人装置，全矿共有架空乘人装置 8 部，主要采用液压驱动方式。

3. 通风设备

矿井通风方式为两翼对角式，机械式通风，其中主井、副井、中央风井进风，南风井、北风井回风，通风方法为机械抽出式。南、北风井均配备两台 FBCDZ№28/2×355 型轴流通风机，一用一备。矿井北翼总进风 10861m³/min，北风井风机排风量 11448m³/min，负压 2380Pa，等积孔 4.65m²；矿井南翼总进风 9873m³/min，南风井风机排风量 10165m³/min，负压 2100Pa，等积孔 4.51m²。矿井通风难易程度为容易。南、北风井主通风机电机由高压配电柜供电，采用工频运行。

4. 排水设备

矿井采用中央泵房集中排水方式，采区泵房将采区涌水排至井底水仓，再由井底泵房直接排至地面。其中主排水泵房有三个水仓，1 号水仓容量为 4505m³、2 号水仓容量为 3567m³、3 号水仓容量为 2628m³，水仓总容量为 10700m³，中央泵房安装 9 台 MD580-60×9 型水泵、三趟 Φ426×14mm 无缝钢管排水管路，其中两趟由中央泵房管子道、副井井筒敷设至地面，另一趟经钻孔敷设至地面，最大排水能力为 3692.5m³/h；-470 泵房安装 4 台 MD580-57×2 型水泵、三趟 Φ325×11mm 无缝钢管排水管路，水仓容量为 2900m³；北翼-605

泵房安装 5 台 MD580-60×4 型水泵、两趟 Φ426×14mm 无缝钢管排水管路，水仓容量为 3100m³；北翼-640 泵房安装 5 台 MD450-60×5 型水泵、两趟 Φ426×11mm 无缝钢管排水管路，水仓容量为 2673.5m³；-720 泵房安装 3 台 MD580-60×6 型水泵、3 台 MD450-60×7 型水泵、两趟 Φ325×11mm、一趟 Φ426×14mm 无缝钢管排水管路，水仓容量为 3007m³；九采区泵房安装 3 台 MD450-60×4 型水泵、两趟 Φ426×10mm 无缝钢管排水管路，水仓容量为 3512m³；二十采区泵房安装 3 台 MD580-60×4 型水泵、两趟 Φ325×12mm 无缝钢管排水管路，水仓容量为 2520m³；-560 泵房安装 4 台 MD450-60×4 型水泵、两趟 Φ325×12mm 无缝钢管排水管路，水仓容量为 2900m³；-600 泵房安装 4 台 MD450-60×4 型水泵、两趟 Φ325×11mm 无缝钢管排水管路，水仓容量为 2930m³。

5. 压风设备

目前陈四楼煤矿主副井工广和北风井工业场地地面各有一套压风系统。其中中央压风机房现有螺杆空气压缩机 4 套，容积流量 60.5m³/min；北风井压风机房现有上螺杆空气压缩机 4 台，容积流量 60.2m³/min。压风主管分别通过中央风井和北风井井筒送达井下，并通过井下大巷 Φ159×6 型主供风管路互相联通，可以互补互用，井下所有采掘作业地点均安装有压风自救装置，安装地点和数量均能满足安全需要。

6. 供电系统

矿井地面设一座 110kV 变电站，其中两回路 LJ-150mm² 架空线路均来自矿区中心 110kV 变电站，另一回路 LJ-150mm² 架空线路来自顺和 110kV 变电站。经两台 SF10-16000/110/6.3 型和一台 SF10-20000/110/6.3 型主变压器降为 6kV，供全矿井上、下用电。井下供电从 110kV 变电站引出 14 趟 6kV 供电电缆，5 趟电缆由副井引入，电缆型号为 MYJV42-3×150，专供副井底中央变电所，其中 4 趟作为主排水电源，1 趟作为北翼局部通风机专用线路；另 5 趟电缆由主井引入，其中 2 趟 MYJV42-3×150 型电缆至南翼 1#变电所，向南翼采区供电，1 趟 MYJV42-3×150 型电缆至-370 变电所，2 趟 MYJV42-3×150 型电缆至北翼 2#变电所，向北翼采区供电；另 4 趟电缆由中央风井引入，其中 2 趟 MYJV42-3×150 型电缆至北翼 1#变电所，2 趟 MYJV42-3×150 型电缆至-720

变电所。

第二节 防治水方案

一、水患类型及威胁程度

1.水患类型

根据《河南龙宇能源股份有限公司陈四楼煤矿水文地质报告》及《河南省永城市河南龙宇能源股份有限公司陈四楼煤矿三煤地质报告》可知，矿井现开采二₂煤层，主要受太原组上段灰岩岩溶水及老采空区积水影响；矿井开采三煤层时受采掘破坏或影响的含水层主要有煤层顶底板下石盒子组砂岩裂隙含水层。

2. 主要威胁程度

(1) 太原组上段灰岩岩溶水

太原组上段灰岩岩溶水原始水位标高+28.52~30.14m，至2020年9月，水位标高-293.2~-508.5m。渗透系数0.39~1.672m/d，单位涌水量0.113~0.361L/s·m，水质为SO₄-Na型，矿化度2.128~2.404g/L，水温25~28℃。本含水层组是矿井涌水的主要间接充水水源，富水性中等。

(2) 老采空区积水

截止2020年9月，矿井内共有积水区33个，积水水压变化范围0.018MPa~2.56MPa，积水量变化范围552m³~485964m³。

北翼2采区目前已回采完毕，采区封闭，该采区整体为一向斜构造，老空区内形成积水。4采区下部至-435m水平均为老空积水区，目前4采区已回采完毕，采区封闭，老空区周围无采掘活动，矿井不受该老空区积水威胁。8采区有4个老空积水区，其中2801老空区内有三处，2802老空区内有一处，对今后采掘活动均无影响。10采区有3个老空积水区，分别位于21006老空区、21007老空区和21009老空区，这三个工作面周围无采掘活动，一般矿井不受老空区积水威胁。12采区有5个老空积水区，除21208老空区积水对21209上顺槽掘进有影响外，其他老空区积水对今后采掘活动均无影响。

南翼1、3、7、11、13采区均已回采结束，老空区内积水对采掘活动无影

响。5 采区分布有积水区 5 个，其中 2517 老空区积水对 9 采区工作面掘进有影响，且该积水区有动水约 $40\text{m}^3/\text{h}$ 。15 采区仅 21503 工作面两处低洼处有少量积水，其中积水区动水约 $30\text{m}^3/\text{h}$ ，对 21504 工作面掘进及回采均有一定影响。

陈四楼煤矿边界西南紧邻城郊煤矿，城郊煤矿与陈四楼煤矿相邻的 4 采区、6 采区和 10 采区均已回采结束，采空区积水情况清楚，其中距陈四楼矿井最近的积水区为 6 采区老采空区积水，距矿井边界约 191m。矿井边界已留设保护煤柱，城郊井田内老空区积水对本矿井不构成威胁。

（3）煤层顶底板下石盒子组砂岩裂隙含水层

煤层顶、底板砂岩裂隙承压水是煤层开采时的主要直接充水水源。矿井三煤组煤层顶、底板砂岩富水性弱，径流滞缓，以静储量为主，易于疏干。根据车集矿 2006-2007 年采掘过程中实际揭露时，煤层顶底板砂岩裂隙承压水以股状涓流、不规则散流、串珠状滴流等方式进入巷道，并随开采面积的增大而增大。但随着采掘时间的延续，掘进巷道三个月后水量逐渐变小，变为淋水或滴水状态。

但是 K_6 、 K_5 砂岩裂隙含水层垂直裂隙较发育，在三煤开采时主要受 K_5 砂岩裂隙含水层的影响。2008 年，邻近新庄煤矿三₂煤层 21071 回采工作面大顶垮落后，顶板破坏深度较大，连通上部顶板 K_5 砂岩裂隙含水层发生突水，最大突水量达到 $485\text{m}^3/\text{h}$ ，出水原因是 21071 回采工作面为 -500 水平东翼初采面，顶板砂岩水未得到有效疏放。

3. 煤层含水层突水系数分析

（1）二₂煤层含水层突水系数分析

① 石炭系太原组灰岩岩溶承压含水组（III）

本含水组共含灰岩 11 层，自下而上编号为 $L_1 \sim L_{11}$ 。依据灰岩对开采影响程度及灰岩层序可划分三段：上段（ $L_{11} \sim L_8$ ）、中段（ $L_7 \sim L_4$ ）及下段（ $L_3 \sim L_1$ ）。岩性以灰岩、砂岩为主，间夹泥岩、砂质泥岩。上段灰岩是二₂煤底板主要间接充水含水层。

L_{11} 灰岩（ K_3 标志层）：生物碎屑灰岩，全区稳定，厚度 $0.85 \sim 4.98\text{m}$ ，平均厚度 1.95m ，上距二₂煤底板 $32.14 \sim 72.58\text{m}$ ，平均距离 51.10m 。底板注浆钻孔揭露该含水层时，大部分钻孔涌水量较小，但在构造发育处 L_{11} 含水层岩溶

发育，溶隙连通性较好。

L₈灰岩：稳定，厚度为 4.70~14.68m，平均厚度 12.76m，L₈灰岩顶界距 L₁₁灰岩（K₃）13.5~34.5m，平均 28.2m，其间为泥岩、砂质泥岩和灰岩相隔。L₈灰岩为太原组上段灰岩含水组的主要含水层。

L₂灰岩（K₂标志层）：位于本组下部，层位稳定，厚度 6.20~14.10m，平均厚度 11.61m，富含燧石结核。

本组上段（L₁₁~L₈）：原始水位标高+28.52~30.14m，至 2020 年 9 月，水位标高 -293.2~-508.5m。渗透系数 0.39~1.672m/d，单位涌水量 0.113~0.361L/s·m，水质为 SO₄-Na 型，矿化度 2.128~2.404g/L，水温 25~28℃。本含水层组是矿井涌水的主要间接充水水源，富水性中等。

本组中上段（L₁₁~L₄）：原始水位标高+29.42m，渗透系数 3.43m/d，单位涌水量 1.205L/s·m，水质为 SO₄-Na 型，矿化度 2.633g/L，水温 25~28℃。

本组全段（L₁₁~L₁）：水位标高+29.74~30.29m，渗透系数 2.48~4.332m/d，单位涌水量 1.568~2.868L/s·m，水质为 SO₄-Na 型，矿化度 2.206~2.429g/L，水温 25~28℃。

该含水层属承压含水层，岩溶水自东部露头区接受补给，径流方向自北东向南西，在区内径流滞缓。

根据我国承压水上采煤的时间经验，底板突水系数采用《煤矿防治水细则》中的计算公式：

$$T=P/M$$

式中：

P—实际水头压力，水位标高为 30.29m，二₂煤层底板标高为：-300~-900m，水头压力为 3.3~9.3MPa；

M—隔水层厚度，根据地质报告，K₃距二₂煤层平均 51.10m。

通过上式计算可知，陈四楼煤矿太灰上段突水系数为 0.064~0.18MPa/m，均大于《煤矿防治水细则》突水系数临界值（Ts=0.06MPa/m），具有突水危险性。目前矿方通过底板注浆改造工程的实施和排水系统的完善，矿井太原组上段灰岩岩溶承压水治理工作已取得一定成果，底板水害矿井安全高效生产的影响也在不断减小。

②奥陶系灰岩岩溶强含水组（IV）

奥陶系灰岩为厚层状灰岩，溶洞比较发育，但各部位不均，故富水性强弱差异悬殊。该含水层原始水位标高+28.5m，据地面观 5 孔（孔口标高+38.53m）水文观测，水位标高-73.96m（2020 年 9 月）；单位涌水量 1.929L/s·m，渗透系数 4.618m/d，水质为 SO₄-Ca·Na 型，矿化度 3.668g/L，水温 32℃。奥陶系灰岩岩溶含水层顶界面距二₂煤层底板 210m，其间为灰岩、砂岩、砂质泥岩、泥岩相隔，若无断层、陷落柱垂向通道等因素，对煤矿充水影响小。

通过上式计算可知，陈四楼煤矿山西组太灰下段突水系数为 0.016~0.044MPa/m，小于《煤矿防治水细则》突水系数临界值（Ts=0.06MPa/m），正常情况下，无突水危险性。

（2）三煤组煤层含水层突水系数分析

石炭系太原组灰岩岩溶承压含水组（III）共含灰岩 11 层，自下而上编号为 L₁~L₁₁。依据灰岩对开采影响程度及灰岩层序可划分三段：上段（L₁₁~L₈）、中段（L₇~L₄）及下段（L₃~L₁）。岩性以灰岩、砂岩为主，间夹泥岩、砂质泥岩。三₁煤层赋存于下石盒子组下部，下距二₂煤层 75~113.70m，平均 82.05m，距石炭系太原组灰岩岩溶承压含水组（III）约为 133.15m。

通过上式计算可知，陈四楼煤矿三煤组煤层突水系数为 0~0.002MPa/m，小于《煤矿防治水细则》突水系数临界值（Ts=0.06MPa/m），正常情况下，无突水危险性。

二、矿井水害防治措施

1. 地表防治水措施

（1）地表水防治设计依据

陈四楼煤矿位于黄淮平原的东部，地势较为平坦，地面标高+32~+35m，相对高差 3m 左右，微向南倾斜。区内村庄密集，农业发达。地表第四系、新近系松散层全覆盖，平均厚度 348.73m。

陈四楼煤矿主、副井，南风井、北风井工业场地内地势平缓，无其他水体，矿区内仅有韩沟、薛沟等人工排涝沟渠及水塘，矿区南侧边界与沱河毗邻。陈四楼煤矿主井、副井、中央风井、南风井、北风井井口标高分别为 36.48m、

36.35m、38.55m、35.00m 及 37.00m，据永城市水利局提供数据，沱河历史最高洪水位+33m，年平均水位标高+30.39m，工业场地均高于历年最高洪峰水位标高，现有防洪条件好，不受洪水威胁。

（2）地表水防治

本区属温带大陆性季风气候。据永城市气象站资料，年平均气温 14.3℃，日最低气温-23.4℃（1969 年 2 月 5 日），日最高气温 41.9℃（1966 年 7 月 19 日）。年最高年降水量为 1518.6mm，最低年降水量为 556.2mm，多年平均降水量 871.3mm，多集中在 6~8 月份。约占全年降雨量的 50%。最大蒸发量为 2087.0mm（1968 年），最小蒸发量 1603.5mm（1965 年），平均蒸发量为 1807.1mm。年平均最大绝对湿度 14.8 毫巴（1964 年），年平均最小绝对湿度 12.9 毫巴（1966 年）。夏季多东南风，冬季多北—西北风，最大风速 18.3m/s。常年冻结期及降雪期分别从十一月中旬至次年三月中旬，最大冻土深度 20cm 左右，日积雪最厚达 18cm（1964 年 2 月 9 日）。

区内地表水系不发育，仅有纵横交错的人工排涝沟渠，最大河流为沱河，在矿井南部 2km 处由西向东流过。沱河发源于商丘市东北侧之响河，向东南注入安徽省的新汴河，该河流为季节性河流，雨季流量增大，最大流量达 384m³/s（1963 年 8 月 9 日），旱季流量剧减，平均流量 1~2m³/s。实测最高洪水位 +34.79m（1963 年 8 月 9 日）。

本矿工业场地标高均高于历年最高洪水位，洪水期间对地下水有短暂的补给。为了作好雨季防洪排涝工作，矿井应采取以下措施：

- 1) 掌握当地历史降水量和最大洪水位资料，结合本矿具体条件建立疏水、防水和排水系统。
- 2) 井口和工业广场内主要建筑物的标高，必须高于当地历史最高水位。
- 3) 地面裂缝和塌陷地点必须填塞严实。填塞工作必须有安全措施，防止人员陷入塌陷区。
- 4) 雨季每次降雨时和降雨后，必须派专人检查矿区及其附近的地面有无裂缝、老窑陷落和岩溶塌陷等现象，发现漏水情况及时处理。
- 5) 定期检查泄洪沟、排水沟等设施完好情况，发现淤积排水通道时，及时进行清理，保证地表水通畅下泄。

6) 对于容易积水的地方应修筑沟渠, 排泄积水。修筑沟渠时, 应避免煤层露头、沟缝和透水岩层。特别低洼地点不能修筑沟渠排水时, 应填平压实。

7) 矿井在雨季前必须对防洪防水工作进行全面检查, 组织抢险队伍, 储备足够的抢险物资。

8) 定期检查地面废弃井筒及塌陷裂隙及时充填轧实, 必要时浇注一个大于井筒断面的坚实的钢筋混凝土盖板或开挖排水沟减少大气对地面岩层的补给。

9) 及时检查监测关闭井筒情况, 防止洪水通过封闭不良的井筒灌入井下造成事故。

10) 观测井田及周边废弃井筒的积水情况, 必要时在废弃井筒安装排水设备, 排水降压。

(3) 地面水防治工程

本矿工业场地内的地面雨水可以通过场地内设置的雨水沟排出场外, 不受内涝危害。

1) 掌握当地历史降水量和最高洪水位资料, 结合本矿具体条件建立疏水、防水和排水系统。

2) 重点加强雨季三防工作, 若出现暴雨或洪水时, 及时巡查并撤出井下人员, 必须制定相应的防洪措施并严格执行, 防止地表水渗入到井下发生淹井事故。

3) 定期检查泄洪沟、排水沟等设施完好情况, 发现淤积排水通道时, 及时进行清理, 保证地表水通畅下泄。

4) 定期检查地面废弃井筒及塌陷裂隙并应及时充填轧实, 对于废弃的井筒, 必须进行密闭, 浇注一个大于井筒断面的坚实的钢筋混凝土盖板减少大气降水对矿坑的补给。

5) 对于容易积水的地方应修筑沟渠, 排泄积水。修筑沟渠时, 应避免煤层露头、沟缝和透水岩层。特别低洼地点不能修筑沟渠排水时, 应填平压实。

6) 组织检修供电线路、备用机组、避雷装置、机电设备, 保证其畅通、完好、灵敏可靠。

7) 清挖井下水仓及排水沟, 检修排水设备、排水管路, 保证其完好可靠、安全运行、储水系统畅通。

8) 调度室必须坚持 24 小时值班，及时收听天气预报，天气异常时，立即汇报防汛领导小组，采取有效措施，预防事故发生。

2.地下水防治措施

(1) 矿井开拓开采所采取的安全保证措施

1) 矿井开拓工程位置及层位

针对矿井开拓、开采时的主要水患威胁，设计坚持“预测预报、有疑必探、先探后掘，先治后采”的原则，采取探、防、堵、疏、排、截、监综合治理措施。在采掘工程之前，必须按照《煤矿防治水细则》，采用钻探和物探等方法查明水文地质条件。

矿井采用立井单水平上下山开拓方式。矿井开采二₂煤层，主要受太原组上段灰岩岩溶水及老采空区积水影响。矿井开拓工程尽可能远离强含水层，老采空区积水疏干并确认后方可进行采掘活动，并在上部留设防水隔离煤柱。

2) 采掘工程所采取的防治水措施

矿井所采取的防治水措施中，必须坚持执行“预测预报、有疑必探，先探后掘、先治后采”的原则，根据不同水文地质条件，采取探、防、堵、疏、排、截、监等综合防治措施。

A、矿井设立有防治水专门机构，配备满足工作需要的防治水专业技术人员，专职水害防治人员要具备相关专业学历或经专业培训，熟悉地质与水文地质专业技术工作；配齐专用的探放水设备，建立专门的探放水作业队伍，储备必要的水害抢险救灾设备和物资。

B、煤炭企业、煤矿应当结合本单位实际情况建立健全水害防治岗位责任制、水害防治技术管理制度、水害预测预报制度、水害隐患排查治理制度、探放水制度、重大水患停产撤人制度以及应急处理制度等。煤炭企业、煤矿应当编制本单位防治水中长期规划（5 年）和年度计划，并组织实施。煤矿防治水应当做到“一矿一策、一面一策”，确保安全技术措施的科学性、针对性和有效性。

C、矿井雨季前必须进行水泵排水联合试运转，并编制联合试运转报告。

D、当开拓到设计水平，只有在建成防、排水系统后，方可开始向有突水危险地区开拓掘进。

E、应当观测“三带”发育高度，当导水裂隙带范围内的含水层或老空区积水影响安全开采时，必须超前探放水并建立疏排水系统。

F、严禁在各类防隔水煤（岩）柱中进行采掘活动。

G、矿井必须定期收集、调查和核对相邻矿井及废弃老窑积水情况，掌握本矿采空区范围和积水情况。将矿界以外至少 200m 范围内临近矿井的井田位置、开采范围、积水情况标绘在井上下对照图上。

H、必须密切观察矿井内的淋水、涌水情况，必须坚持“预测预报、有疑必探，先探后掘、先治后采”的原则。

I、井巷在掘进过程中必须先探后掘，掌握前方水文情况，若发现有水患时，应及时采取措施，待确认安全后才向前掘进，并将出水点位置标于井上下对照图及采掘工程图上。井巷揭露的主要出水点或地段，必须进行水温、水量、水质等地下水动态和松散含水层涌水含砂量综合观测和分析，防止滞后突水。

J、采掘工作面或其他地点发现有煤层变湿、挂红、挂汗，空气变冷、出现雾气、顶板来压、片帮、淋水加大、底板鼓起或者裂隙渗水、钻孔喷水、煤壁溃水、水色发浑，有臭味等透水预兆时，应当立即停止工作，撤出所有受水害威胁地点的人员，报告调度室，并发出警报。在原因未查清、隐患未排除之前，不得进行任何采掘活动。

K、井下和地面排水设施保证完好，所设沉淀池、水沟要及时进行清理，每年雨季前必须清理一次。每年雨季前对矿井防治水工作进行一次全面检查，成立防洪抢险队伍，并储备足够的防洪抢险物资。

L、对于巷道破碎和淋水段特别加强支护，并采取导水等措施以免淋水直接淋至电缆上腐蚀电缆，巷道排水沟按规定设置并及时清理，巷道要保证排水坡度，对于巷道局部地段低洼积水段要设潜水泵或泥浆泵及时排水。

M、开拓、准备巷道的设置，应根据井下地层情况选择稳定、淋水小的岩层，尽量避免穿过断层等构造带。

N、必须密切观察矿井内的淋水、涌水情况，必须坚持“预测预报、有疑必探，先探后掘、先治后采”的原则。

a、全面整理已有的勘探、生产资料，分析研究含水层的含水特征和已采掘区的突水规律，并在采掘地质说明书中，对可能发生的水害及其预防提出建议。

- b、编制隔水层或相对隔水层的等厚线图（包括水文地质实际材料）。
- c、预测有突水可能的危险区域。
- d、预计最大涌水量，并建议相应扩大排水能力。
- f、在可能岩溶泥石流突出的地段采掘时，应加强前兆观察的探放，如有异常，应及时采取有效措施。
- O、对可疑断层及因采动影响而可能导水的断层留设断层防水煤柱。
- P、井下设排水泵房、水仓、水沟、排水管路等排水系统，并保证足够的排水能力。
- Q、对巷道开拓及回采所可能遇到的断层提前进行探放水，查明断层的导水性、位置等水文地质要素，据此经技术经济比较采取留设防水煤柱、注浆堵水或疏放水等措施。
- R、对封闭不良的钻孔根据具体情况采取重封、留设防水煤柱、探放钻孔水等措施。
- S、对于影响采掘的老窑水采取探放或避让的措施。
- T、配备足够数量的探放水设备及注浆堵水设备。
- U、主要巷道尽量布置在隔水层或弱含水层中。
- V、对矿井采掘工程所影响到的各含水层、断层，必须作出水文地质评价，进行提前预报，以便采取相应的防治水措施。
- W、进行钻孔抽水试验，掌握各含水层之间、断层与含水层之间的水力联系。

根据《煤矿防治水细则》第 39 条规定：严格执行井下探放水“三专”要求。由专业技术人员编制探放水设计，采用专用钻机进行探放水，由专职探放水队伍施工。

严禁使用非专用钻机探放水。严格执行井下探放水“两探”要求。采掘工作面超前探放水应当同时采用钻探、物探两种方法，做到相互验证，查清采掘工作面及周边老空水、含水层富水性以及地质构造等情况。有条件的矿井，钻探可采用定向钻机，开展长距离、大规模探放水。

根据《煤矿防治水细则》第 41 条规定：工作面回采前，应当查清采煤工作面及周边老空水、含水层富水性和断层、陷落柱含（导）水性等情况。地测部

门应当提出专门水文地质情况评价报告和水害隐患治理情况分析报告，经煤矿总工程师组织生产、安检、地测等有关单位审批后，方可回采。发现断层、裂隙或者陷落柱等构造充水的，应当采取注浆加固或者留设防隔水煤（岩）柱等安全措施；否则，不得回采。

根据《煤矿防治水细则》第 42 条规定：采掘工作面探水前，应当编制探放水设计和施工安全技术措施，确定探水线和警戒线，并绘制在采掘工程平面图和矿井充水性图上。探放水钻孔的布置和超前距、帮距，应当根据水头值高低、煤（岩）层厚度、强度及安全技术措施等确定，明确测斜钻孔及要求。探放水设计由地测部门提出，探放水设计和施工安全技术措施经煤矿总工程师组织审批，按设计和措施进行探放水。

矿井有下列情形之一的，应当开展水文地质补充勘探工作：

- a、矿井主要勘探目的层未开展过水文地质勘探工作的；
- b、矿井原勘探工作量不足，水文地质条件尚未查清的；
- c、矿井经采掘揭露煤岩层后，水文地质条件比原勘探报告复杂的；
- d、矿井水文地质条件发生较大变化，原有勘探成果资料难以满足生产建设需要的；
- e、矿井开拓延深、开采新煤系（组）或者扩大井田范围设计需要的；
- f、矿井采掘工程处于特殊地质条件部位，强富水松散含水层下提高煤层开采上限或者强富水含水层上带压开采，专门防治水工程设计、施工需要的；
- g、矿井井巷工程穿过强含水层或者地质构造异常带，防治水工程设计、施工需要的。

（2）防隔水煤柱

本矿井二₂煤层水文地质条件中等，构造复杂程度复杂，设计针对本矿井安全条件，对需要留设的各类煤（岩）柱都按有关规定留设，防水煤（岩）柱主要有以下几种：

- 1) 井田边界防水煤（岩）柱；
- 2) 主要断层防水煤（岩）柱；
- 3) 露头防水煤（岩）柱；

详见可采储量计算中煤柱的留设。

(3) 区域、局部探放水措施及设备

根据《河南龙宇能源股份有限公司陈四楼煤矿水文地质报告》，本矿井水文地质条件为中等，矿井施工和生产时必须坚持“预测预报、有疑必探，先探后掘，先治后采”的防治水原则，加强探放水工作。本矿井防治水工作的重点是太原组上段灰岩岩溶水及老采空区积水影响。

1) 探放水原则

①必须作好水害分析预报，坚持“预测预报，有疑必探，先探后掘，先治后采”的探放水原则接近积水地区掘进前或排放被淹井巷和积水前，必须编制探放水设计，并采取防止瓦斯和其他有害气体危害等安全措施。

探水眼的布置和超前距离，应根据水头高低、煤(岩)层厚度和硬度以及安全措施等在探放水设计中具体规定。

②采掘工作面遇到下列情况之一时，必须确定探水线进行探水遇下列情况之一，必须制定和采取探放水措施：

- a、接近水淹或者可能积水的井巷、老空区或者相邻煤矿时。
- b、接近含水层、导水断层、溶洞和导水陷落柱时。
- c、打开隔离煤柱放水时。
- d、接近可能与河流、湖泊、水库、蓄水池、水井等相通的导水通道时。
- e、接近有出水可能的钻孔时。
- f、接近水文地质条件不清的区域时。
- g、接近有积水的灌浆区时。
- h、接近其他可能突(透)水的区域时。

2) 探放水方法

探放水方法按《煤矿防治水细则》和《煤矿井下探放水技术规范》执行。

3) 探放水注意事项

①检查排水系统，准备好水沟，水仓及排水管路；检查排水泵及电动机，使之正常运转，达到设计的最大排水能力。

②准备堵水材料。在探水地点应备用一定数量的坑木、麻袋、木塞、木板、黄泥、棉线、锯、斧等，以便出水或来压时及时处理。

③检查瓦斯。瓦斯浓度超过安全规定时应停止工作，及时加强通风。

④检查支架情况。有松动或破损的支架要及时修整或更换。帮顶是否背好，都要一一检查。

⑤检查煤壁。煤壁有松软或膨胀等现象时，要及时处理，闭紧填实，必要时可打上木垛，防止水流冲垮煤壁，造成事故。

⑥检查水沟。巷道水沟中的浮煤、碎石等杂物，应随时清理干净。若水沟被冒顶或片帮堵塞时，应立即修复。

⑦检查安全退路。即避灾路线内不许有煤炭、木料、矿车等阻塞，要时刻保证畅通无阻。

4) 探放水的安全措施

①探水巷道掘进的安全措施

a、探放水的巷道，中间不得有低洼积水段。

b、探水巷道必须在探水钻孔有效控制范围内掘进，探水孔的超前距、帮距及孔间距必须符合设计要求。每次探水后、掘进前，应在起点处设置标志，并建立挂牌制度。

c、巷道支护必须牢固，使巷道有较强的抗水流冲击能力。

d、按设计钻孔的预计流量修建水沟，并将流水巷道内的沉渣等障碍物清理干净，巷道通风必须良好。

e、巷道与积水区间距小于探水规定的超前距，或有突水征兆时，应将掘进头正前和两帮加固。

f、探水巷道须加强出水征兆的观察，一旦发现异常应立即停掘处理。情况紧急时必须立即发出警报，撤出受水威胁地点的全部人员。

g、严格执行“三不放（炮）”制度：掘进工作面或炮眼有突水征兆时；探水孔超前距离不够时；掘进工作面空顶距离超过规定时。

h、掘进班长必须在现场交接班，交接允许掘进剩余长度和巷道中线与允许前进方位关系问题。

②钻探的安全措施

a、检查巷道的支护和通风情况，安全情况好，方可安装钻机。

b、注意检查观测周围有无出水征兆，如发现安钻地点距积水地点很近、探水不安全时，应在采取加固措施后，另找安全地点探水。

c、钻机安装必须平稳牢固；安好钻机接电时，要严格执行停送电制度，电缆吊挂要整齐。

d、严格按设计标定钻孔方位、倾角，每班开钻前先检查立柱、孔口安全装置、周围支护和报警信号，如有问题，先处理后开钻。

e、钻进中发现有害或有毒气体喷出时，应在加强通风的同时，用木塞（预先备好）封堵孔口。如无法处理，应立即停止工作，切断电源，将人员撤到新鲜风流地点。

f、钻进中发现孔内显著变软或沿钻杆流水，都是钻孔接近或进入积水区的象征，此时应立即停钻检查，如孔内水压很大，应将钻杆固定并记录其深度。在提出钻杆前，必须重新检查和加固有关设备和支护，并打开三通泄水阀，边钻进边推入钻具，使钻头超过原孔深 1m 以上，先把附近积存的淤泥碎石冲出孔外，而后再提出钻杆，以利安全放水。

g、钻进时，发现煤岩松软、片帮、来压或钻孔中的水压、水量突然增大，以及有顶钻等异状时，必须停止钻进，但不得拔出钻杆，现场负责人员应立即向矿调度室报告，并派人监测水情。如果发现情况危急时，必须立即撤出所有受水威胁地区的人员，然后采取措施，进行处理。

③放水及放水后掘进的安全措施

a、设堰板，派专人监视放水情况，记录放水量，发现异常及时处理。

b、加强放水地点的通风，增加有害气体的检测次数，或设瓦斯警报器。

c、掘透老空区时，两侧应有掩扩孔，并在有风流进出的钻孔透老空点标高以上掘进，以防由于淤泥、碎石收缩堵孔，造成积水已被“放净”的假象和防止放水点标高以下残留积水突出的危险。

④其它安全措施

a、预先规定好报警联络信号、涌（充）水时的对策及人员避灾路线等。

b、放水工作应尽量避免在雨季进行。

c、探放水人员必须按照批准的设计施工，未经审批单位允许，不得擅自改变设计。

5) 探放水设备选择

探放水设备利用矿井现有的 6 台探水钻，其中 2 台备用。探放水设备选用

ZDY4000S、ZDY4000L 型多功能钻机，电机功率为 55kW。

6) 探放水队伍、人员编制

矿井成立防治水领导小组，由矿长任组长。并成立有专业化探放水队伍。

(4) 疏水降压

根据《河南龙宇能源股份有限公司陈四楼煤矿水文地质类型报告》，本矿井主要含水层为二₂煤层底板太原组上段灰岩水。

疏水降压前应编制矿井疏水降压方案，经煤矿总工程师批准后执行。

1) 疏水降压地点、方法和降压水头值的确定。

疏水降压地点：太原组上段灰岩是开采二₂煤层底板的主要间接含水层，为防止开采时突水影响生产，采取了疏水降压措施。在上山每隔 30m 布置一个钻场，每个钻场沿煤层走向向底板灰岩打两个钻孔探水，估算钻孔斜长 40m；

疏水方法：采用井下钻孔疏干方式；

降压水头值：降压水头值根据要求降到太原组隔水层能承受的安全水头值以下。

2) 排水

太原组上段灰岩水通过上山巷道流到中央水仓，由副立井排至地面。

3) 疏水降压设备选择

根据《河南龙宇能源股份有限公司陈四楼煤矿水文地质报告》提供的矿井正常涌水量和最大涌水量可知：

预测预计矿井正常涌水量为 570m³/h，最大涌水量 1050m³/h；三煤组井下正常涌水量为 490m³/h，最大涌水量为 735m³/h。

疏水降压设备选择的依据是根据矿井的正常涌水量（570m³/h）和最大出水量（1050m³/h），并留有一定的富裕能力。

钻孔设备利用矿井现有的 6 台 ZDY4000S 和 ZDY4000L 型探水钻，排水设备利用现有中央水泵房中 6 台 MD580-60×10 型水泵。

4) 疏水降压的措施

在工作面适当位置施工疏水降压钻孔。钻孔应贯穿整个含水层，钻孔施工完毕后即可对承压含水层进行疏水降压，同时定期进行涌水量、水压的观测，检查验证疏水降压效果。

①矿井地测部门必须认真收集、调查、实测水文地质资料，要认真分析并进行年、季、月灾害预报，编绘《矿井综合水文地质图》、《矿井充水性图》等基础图纸，为水害防治工作提供详实、可靠的技术依据。对矿井周边小煤矿的开采技术资料地测部门要妥善保管，存档备查。

②按设计要求合理留设各类防水煤柱，严禁任何人乱挖滥采。容易积水的地点应修筑沟渠，排泄积水。

③注浆封堵具有突水威胁的隐伏陷落柱和导水断层，疏放老采空区积水和顶板水，减小顶板来压。

④完善排水系统，加强地表水截流治理，增加抗灾能力。钻孔放水前，必须估计积水量，根据矿井排水能力和水仓容量，清理好水沟，控制放水流量。放水时，必须是在加强支护，确保安全的前提下进行，如遇排水突然变大时，要立即向矿长汇报，并立即启动井下备用水泵，加强井下排水。

⑤现场管理人员在进班时，必须指挥工人带其各种探放水用具及防护用品，如果现场管理人员发现煤岩壁有发潮发暗、巷道挂红、挂汗、空气变冷、发生雾罩、水叫、吱吱声、顶板来压、淋水加大、底鼓、水色发浑、发臭等现象时，必须立即撤出人员并向矿长汇报，矿长得知后，立即会同矿部技术人员，并编制出安全技术措施后，方可指定专业人员进行处理。

⑥井下的积水必须按规定在 20 小时内将矿井 24 小时的涌水排出井外，井下的工作泵、备用泵必须保持完好。

（5）井下排水

主、副井井底车场附近设置有中央水泵房，中央水泵房有三个水仓，1 号水仓容量为 4505m³、2 号水仓容量为 3567m³、3 号水仓容量为 2628m³，水仓总容量为 10700m³。中央泵房安装 9 台 MD580-60×9 型水泵、三趟 Φ426×14mm 无缝钢管排水管路，其中两趟由中央泵房管子道、副井井筒敷设至地面，另一趟经钻孔敷设至地面，最大排水能力为 3692.5m³/h。

3. 小窑、老窑水防治

自投产以来，各采区均有部分工作面回采后存在不同程度的积水现象，依据生产布局与老采空区积水分布特征，对矿井安全生产的影响程度，主要采取了以下防治措施：

（1）对针对采空区积水影响，组织有专门的技术人员对采空区积水空间位置、积水范围和积水量等资料做了详细的统计整理，并填绘至采掘图及充水性图纸上，资料清楚可靠。

（2）对已查明，且受影响的工作面坚持“先放后掘”的原则实施放水工程（放水前编制放水设计和措施经审批后严格贯彻执行），通过多年的经验积累，在放水工程中能够做到资料清楚、设计精准、措施到位以及放水效果的可靠，能够保证工作面的正常采掘活动。

（3）在工作面上下巷掘进期间采取无煤柱沿空掘进的方式，改“探放水”为“疏排水”，通过“可视化”疏放老采空区积水，极大的提高了施工安全系数，避免了迎头停掘探放水的情况出现，极大的提高了掘进效率（2604 工作面掘进前已实施该项措施，效果十分理想）。

（4）为防止特殊情况下意外透水现象的发生，以及在不影响正常生产的情况下能够及时排水或疏放水，配置完善的排水设施。

第四章 矿床开采

第一节 生产采区特征

一、煤层开采顺序

本矿井采用上行开采，先开采二₂，再开采三煤组，三煤组采用煤层群联合开采，矿井现开采二₂煤层。

二、采区接替顺序

(1) 二₂煤层

现采矿权范围内-440 水平内以主、副井工业场地划分南、北两翼开采，目前矿井南翼南 1 采区、南 3 采区、南 5、南 7 采区、南 11 采区、南 13 采区、南 15 采区、南 17 采区基本已经回采完毕，生产采区为 9 采区；北翼北 2 采区、北 4 采区、北 10 采区、北 12 采区基本已经回采完毕，生产采区为 8 采区、北 12 采区，接替采区为北 6 采区和北 20 采区。

表 4-1-1 陈四楼煤矿采区接替表

(2) 三煤组

三煤组采用煤层群联合开采，前期与二煤配采，后期分南北两翼开采，南翼按照 35 采区→37 采区顺序开采；北翼按照 32 采区→34 采区→36 采区→38 采区→310 采区→312 采区→314 采区→316 采区顺序开采。

图 4-1-1 陈四楼煤矿二₁煤层采区开采布置图

图 4-1-2 陈四楼煤矿三煤组煤层采区开采布置图

第二节 矿山生产规模的验证及论证

一、推荐矿井生产规模

根据 2020 年 9 月 11 日河南省工业和信息化厅公示的《全省正常生产“两类”煤矿重新核定生产能力结果的公示》以及矿山生产系统现状，结合矿井资源储量条件、开采技术条件、现有各生产系统能力、经济效益分析以及生产管理技术水平等方面确定矿山建设规模为 450 万 t/a。

二、矿井生产能力验证

1. 工作面个数

本方案以二个综采工作面和 4 个煤巷掘进工作面保证 450 万吨/年的设计生产能力。

2. 工作面位置

设计 2901 综采工作面位于井田的南翼西部，南至九采区下山，北至 25 采区边界，西至陈四楼向斜，北至-720 大巷。

设计 2804 综采工作面位于井田北翼西部，南至 2803 工作面采空区，北至二十采区上山，西为天然焦，东至八采区准备巷道。

3. 工作面生产能力验算

根据 29 采区及 28 采区内钻孔及储量块段图分析，该区域内二₂煤层平均厚度分别为 2.04m、2.48m，平均煤层倾角 10°、12°。

生产能力如下：

$$x = LMhKr$$

式中：A—工作面年生产能力，万 t/a；

L—工作面长度，2901、2804 综采工作面长度分别取 165m、300m；

M—工作面年推进度，取 2900m；

h—工作面采高，2903、2611 综采工作面采高分别取 2.04m、2.48m；

K—工作面回采率，取 95%；

r—煤的容重，1.45t/m³。

$$A = (165 \times 2.04 + 300 \times 2.48) \times 0.95 \times 1.45 \times 2900 = 4.31 \text{ Mt/a}$$

两个综采工作面生产能力为 431 万 t/a，加上 5%掘进出煤，矿井生产能力为 453 万 t/a。经验算，本矿以两个回采工作面和四个煤巷掘进工作面，即能满足矿井年生产能力 450 万吨/年的要求。

4.提升运输系统验算

主井担负全矿井的煤炭提升任务，井口标高为+36.48m，为立井提升方式，提升高度 483.96m，提升速度 10m/s，提升机为德国西玛格公司生产的内装式摩擦提升机，电气控制系统采用徐州中矿大传动与自动化有限公司的全数字调速电控系统，提升容器为一对 JDG-24 型箕斗，箕斗提升量为 23 吨/斗。

副井担负全矿井的矸石提升、材料下放、人员升降等任务，并兼作进风井和安全出口。副井井口标高为+36.35m，井底车场标高为-440.00m，提升高度 486.30m，提升机为洛阳矿山机械厂生产的落地式四绳摩擦提升机，电气控制系统采用徐州中矿大传动与自动化有限公司的全数字控制系统，提升容器为双层四车宽窄式罐笼，大罐上下两层最大提人数 74 人，小罐上下两层最大提人数 52 人，井提升最大载重 14 吨，最大载重差 8 吨。

南翼主煤流带式输送机共有两部：南一部为 DTL120/100/4×280 型钢丝绳芯带式输送机，运输能力为 1000t/h。南二部为 DTL120/100/3×160 型钢丝绳芯带式输送机，运输能力为 1000t/h；北翼主煤流带式输送机共有四部：北一部为 DTL120/80/3×250 型钢丝绳芯带式输送机，运输能力为 800t/h。北二部为 DTL120/100/3×160S 型普通带式输送机，运输能力为 1000t/h。北三部为 DTL120/100/3×160S 型钢丝绳芯带式输送机，运输能力为 1000t/h。北四部为 DTL120/100/3×250S 型钢丝绳芯带式输送机，运输能力为 1000t/h。

经核算提升运输能力和作业时间均能满足 450 万吨/年要求。

5. 通风系统验算

矿井通风方式为两翼对角式，机械式通风，其中主井、副井、中央风井进风，南风井、北风井回风，通风方法为机械抽出式。南、北风井均配备两台 FBCDZN₂₈/2×355 型轴流通风机，一用一备。矿井北翼总进风 10861m³/min，北风井风机排风量 11448m³/min，负压 2380Pa，等积孔 4.65m²；矿井南翼总进

风 9873m³/min,南风井风机排风量 10165m³/min, 负压 2100Pa,等积孔 4.51m²。

矿井通风难易程度为容易。南、北风井主通风机电机由高压配电柜供电,采用工频运行。经核实均能满足通风要求。

6. 排水设备

矿井采用中央泵房集中排水方式,采区泵房将采区涌水排至井底水仓,再由井底泵房直接排至地面。其中主排水泵房有三个水仓,1号水仓容量为 4505m³、2号水仓容量为 3567m³、3号水仓容量为 2628m³,水仓总容量为 10700m³,中央泵房安装 9 台 MD580-60×9 型水泵、三趟Φ426×14mm 无缝钢管排水管路,其中两趟由中央泵房管子道、副井井筒敷设至地面,另一趟经钻孔敷设至地面,最大排水能力为 3692.5m³/h;-470 泵房安装 4 台 MD580-57×2 型水泵、三趟Φ325×11mm 无缝钢管排水管路,水仓容量为 2900m³;北翼-605 泵房安装 5 台 MD580-60×4 型水泵、两趟Φ426×14mm 无缝钢管排水管路,水仓容量为 3100m³;北翼-640 泵房安装 5 台 MD450-60×5 型水泵、两趟Φ426×11mm 无缝钢管排水管路,水仓容量为 2673.5m³;-720 泵房安装 3 台 MD580-60×6 型水泵、3 台 MD450-60×7 型水泵、两趟Φ325×11mm、一趟Φ426×14mm 无缝钢管排水管路,水仓容量为 3007m³;九采区泵房安装 3 台 MD450-60×4 型水泵、两趟Φ426×10mm 无缝钢管排水管路,水仓容量为 3512m³;二十采区泵房安装 3 台 MD580-60×4 型水泵、两趟Φ325×12mm 无缝钢管排水管路,水仓容量为 2520m³;-560 泵房安装 4 台 MD450-60×4 型水泵、两趟Φ325×12mm 无缝钢管排水管路,水仓容量为 2900m³;-600 泵房安装 4 台 MD450-60×4 型水泵、两趟Φ325×11mm 无缝钢管排水管路,水仓容量为 2930m³。经核实均能满足通风要求。

7. 供电系统

矿井地面设一座 110kV 变电站,其中两回路 LJ-150mm² 架空线路均来自矿区中心 110kV 变电站,另一回路 LJ-150mm² 架空线路来自顺和 110kV 变电站。经两台 SF10-16000/110/6.3 型和一台 SF10-20000/110/6.3 型主变压器降为 6kV,供全矿井上、下用电。井下供电从 110kV 变电站引出 14 趟 6kV 供电电缆,5 趟电缆由副井引入,电缆型号为 MYJV42-3×150,专供副井底中央变电所,其中 4 趟作为主排水电源,1 趟作为北翼局部通风机专用线路;另 5 趟电缆由主

井引入，其中 2 趟 MYJV42-3×150 型电缆至南翼 1#变电所，向南翼采区供电，1 趟 MYJV42-3×150 型电缆至-370 变电所，2 趟 MYJV42-3×150 型电缆至北翼 2#变电所，向北翼采区供电；另 4 趟电缆由中央风井引入，其中 2 趟 MYJV42-3×150 型电缆至北翼 1#变电所，2 趟 MYJV42-3×150 型电缆至-720 变电所。矿井生产能力不变，经核实均能满足通风要求。

三、采煤方法

陈四楼煤矿为生产矿井，结合多年的开采经验和生产实践，采用综合机械化采煤工艺，一次采全高，后退式长壁采煤法，全部跨落法及充填法管理采空区顶板。矿井主要采掘设备见表 4-2-1。

表 4-2-1 采煤工作面设备配备表

工作面	序号	设备名称	型号	功率(kW)	单位	数量
2901 工作面	1	采煤机	MG500/1130-WD3	1130	部	1
	2	液压支架	ZY6800/16/35D		架	211
	3	端头液压支架	ZYT6800/16/35		架	2
	4	过渡支架	ZYG6800/16/35		架	8
	5	刮板运输机	SGZ800/1400	1400	台	1
	6	转载机	SZZ800/315	315	台	1
	7	破碎机	PLM-2000	200	台	1
	8	乳化液泵	BRW500/31.5	315	套	1
	9	喷雾泵泵	BRW315/31.5	315	套	1
2804 工作面	1	采煤机	MG300/700-QWD	700	部	1
	2	液压支架	ZY3800-16/35		架	121
	3	端头液压支架	ZYT6800/16/35		架	2
	4	过渡支架	ZYG6800/16/35		架	8
	5	刮板运输机	SGZ764/800	800	台	1
	6	转载机	SZZ764/200	200	台	1
	7	破碎机	PLM-1000	110	台	1
	8	乳化液泵	BRW315/31.5	250	套	1
	9	喷雾泵泵	BRW400/10	125	套	1
掘进工作面	1	EBZ-318(H)综掘机	EBZ-318(H)		部	1
	2	蓄电池单轨吊	DX120/264Y		台	1
	3	局部通风机	FBDND6.3-2*30		台	2
	4	带式输送机	DSJ100/63/2*90		部	1
	5	除尘风机	KCG-3000		台	1
	6	防爆排沙潜水泵	BQS80-80-37/N		台	4
	7	防爆履带式柴油机搬运车	WCL3Y		辆	1
	8	喷浆机	PS6Y-J		台	1
	9	混凝土搅拌机	PD-100		台	1

表 4-2-1 采煤工作面设备配备表

工作面	序号	设备名称	型号	功率 (kW)	单位	数量
	10	双臂锚杆钻车	CMM2-25		辆	1
	11	移动变压器	KBSGZY-T-1600		台	2
	12	双速绞车	JYB-5*1.40		部	1

四、回采率

根据自然资源部“关于煤炭资源合理开发利用“三率”指标要求（试行）的公告”（2012 年第 23 号），井工煤矿中厚煤层（1.3~3.5m）采区回采率不低于 80%；按《特殊和稀缺煤类开发利用管理暂行规定》，永夏矿区无烟煤属稀缺煤种，中厚煤层采区回采率不低于 83%。

陈四楼煤矿二₂、三₁、三₂²、三₄煤层为中厚煤层，根据《河南省永城市河南龙宇能源股份有限公司陈四楼煤矿二〇二二年储量年度报告》，采区回采率 91.4%，工作面回采率 99.1%，满足自然资源部的相关要求。

五、地表陷落范围的确定

矿井构造复杂程度属复杂。属较稳定煤层。矿区的工程地质复杂类型属中等型。当采煤形成采空区，可能引发滑坡、崩塌、地面塌陷、地裂缝等地质灾害，随着采空区范围增大，变形加剧，也可造成地下水位下降，地表水源干枯。

矿井在采掘过程中，由于井下开采，需加强对采空区而引起的地表塌陷灾害的防治。

本方案在第七章第三节对陈四楼煤矿方案服务期内开采引起的地面塌陷范围进行了预测，参照《建筑物、水体、铁路及主要井巷煤柱留设与压煤开采规范》（2017 年）中采空塌陷计算原理，采用概率积分法进行地面塌陷变形预测。陈四楼煤矿采煤塌陷区的仿真计算在电脑上进行，采用中国矿业大学开采损害及防护研究所开发的矿区沉陷预计（MSPS）软件包，该软件包的岩移计算采用概率积分法，可对任意形状不规则采区及多层重复开采时的地表移动和变形值进行叠加计算。

截止陈四楼煤矿现采矿许可证有效期，预测矿井采空塌陷影响范围为 43.1421km²，其中 4.1652km² 位于矿区范围外。

六、共伴生资源及综合利用措施

（1）煤层气

矿井可采煤层属无烟煤，二₂煤层瓦斯含量 0.22~11.79m³/t，瓦斯含量大于 8m³/t 的区域仅在 21209 和 21210 工作面局部，其余可采煤层煤层气含量均小于 8m³/t。依据《煤层气资源/储量规范》（DZ/T0216-2010）相关要求，无烟煤煤层气储量计算下限 8m³/t。因此，矿井总体可采煤层煤层气含量未达资源量计算下限值，煤层气不具备开采价值。

（2）菱铁矿

矿井内有 58 个钻孔穿见菱铁矿层，穿见厚度 0.50~15.35m。其中 49 个孔共采集了 110 个样品，获得化学分析结果 104 个，全铁（TFe）品位 21.75~38.03%。全铁（TFe）品位及厚度达到工业要求的有 28 个，其中富矿 15 个，贫矿 13 个。

菱铁矿层主要赋存于下石盒子组、K₄标志层及其附近以及二₂煤层上部。下石盒子组中的菱铁矿多见于泥质岩及部分砂岩中，似层状、透镜状，厚度普遍较小，最大厚度 2.8m；K₄标志层及其附近的菱铁矿多赋存于鲕状铝土泥岩中，最大厚度 15.35m，但厚度不稳定，矿体连续性差，多数达不到工业要求；二₂煤层上部之菱铁矿多产于粉砂、细砂岩中，厚度普遍不可采。

由此可见矿井内菱铁矿层数多，分布广泛，但厚度变化大，且多偏薄，品位低，赋存层位不稳定，矿体连续性差，对比困难，难以成为有工业价值的矿床。

（3）铝质泥岩

区内上、下石盒子组地层中伴生有多层厚薄不一的铝质泥岩，其中鲕状铝质泥岩（K₄标志层）含 Al₂O₃ 较高，层位也较稳定，钻孔穿见厚度在 3.04~22.67m 之间，平均厚度达 9.50m。从 19 个钻孔中所采集的 40 个化学样分析结果看，Al₂O₃ 含量为 22.39~39.24%，SiO₂ 含量为 31.15~57.24%，铝硅比值小于 1，有害杂质 Fe₂O₃ 均大于 3.05%，CaO+MgO 含量除 5 个样在 3.23%以上外，其余均小于 1.06%，烧失量在 6.99~19.85%之间。

由此可见，区内铝质泥岩的 Al₂O₃ 含量低，铝硅比值小，达不到铝土矿的

要求，同时 Fe_2O_3 含量高，耐火度低，也不适宜作耐火粘土使用。但是根据 X 衍射结果，铝质泥岩中粘土矿物以高岭土为主，其次为蒙脱石。根据以往化学分析结果， Al_2O_3 的含量与高岭石的理论值相近，所以区内的铝质泥岩可能是以高岭石为主的粘土岩。另外，第四纪沉积层中广布可塑性粘土，可用来烧制砖瓦。

（4）分散元素

通过对矿井内各可采煤层进行了 108 个样的分散、放射性元素分析，绝大部分样品的稀散放射性元素含量均未达工业要求，仅 6009 孔二₂ 煤层中镓及 0709 孔三₂ 煤层的铀含量达到工业品位。

各煤层顶、底板夹矸岩石中的镓元素比较富集，根据为数不多的样品测定结果，含量在 30ppm 以上的占 50~60%。各可采煤层的煤灰中镓含量大幅度增加，从 15 个样品煤灰分析结果看，有 14 个达到工业要求，镓含量最高达 76ppm。由于赋存比较分散，目前没有回收利用价值。建议今后重视利用新技术从煤灰中回收镓资源。

七、延长矿山服务年限的可能性

1. 扩界扩大生产规模或延长矿山生产年限的可能性

本矿井西部与李大庄详查区毗邻，矿井可考虑向详查区、顺和西井田延伸扩界以扩大生产规模或者延长矿井服务年限。详见图 4-2-1 所示。

图 4-2-1 陈四楼煤矿及周边煤矿、勘查区位置关系图

2.增层扩大生产规模或延长矿井生产年限的可能性

根据《河南龙宇能源股份有限公司陈四楼煤矿二〇二二动检报告》可知，陈四楼煤矿区井田内二₂、三₁、三₂²、三₄煤层为设计可采煤层，陈四楼煤矿无增层扩大生产规模可能性。

根据《河南省永城市河南龙宇能源股份有限公司陈四楼煤矿煤炭资源储量核实报告》可知，陈四楼煤矿估算天然焦资源量共计 4111.6 万吨，开发天然焦附加利用价值及拓宽其销售市场，可增加矿井服务年限约为 6.52a，陈四楼煤矿有延长矿井生产年限的可能性。

第五章 选矿及尾矿设施

第一节 选矿方案

一、煤质特征及可选性

1.煤的物理、化学性质

可采煤层均为黑～灰黑色，以灰黑色为主，少量呈铅灰色，似金属光泽或金刚光泽，条痕为灰黑～黑色，内生裂隙不甚发育。有机质含量占 74.88%～90.11%，无机质含量以粘土矿物为主，硫化物、碳酸盐氧化硅类含量较少。

二₂煤层为块状或层状构造，脆度较小；中下部常为块状及碎屑状，脆度较大，易碎，煤质较差，断口为贝壳状。

三煤组煤层以粉煤为主，块煤较少，视密度比二₂煤层大。

天然焦为钢灰色～灰黑色，多数为块状，少数为粒状。裂隙常由方解石充填。无焰，燃点高，燃烧时常有热爆性，并伴有响声。

(1) 物理性质

①宏观煤岩类型

二₂煤层主要由亮煤、镜煤组成，暗煤次之，丝炭少量，属半亮型～光亮型煤。镜煤呈薄层状或透镜状分布于亮煤之中，形成条带状结构。

三煤组各煤层主要由亮煤、暗煤组成，镜煤、丝炭少量，属半亮型～半暗型煤。

天然焦已不具有煤的结构、构造特征，煤岩组分模糊不清。

煤和焦中常见的矿物质有：星点状、薄膜状黄铁矿，细脉状方解石，线理状或粉末状粘土矿物等。

②显微煤岩特征

无烟煤中有机质含量占 74.88～90.11%，其中以凝胶化物质为主，占有机质含量的 83.25～90.46%，丝炭化组分次之。各煤层的有机质均以凝胶化物质为主，凝胶化组分主要为无结构镜煤和灰白色的凝胶化基质，有的凝胶化物质充填在薄壁丝炭的腔孔中，也有的和泥质混杂在一起，形成透镜状。可见菌核体和菌

核集合体及氧化树脂体。各煤层镜煤最大平均反射率：二₂煤层 2.51~6.78%，三₁煤层 2.5%，三₂煤层 2.6~2.7%，三₄煤层 2.46%；无机质以粘土矿物为主，占无机质含量的 84.90~92.58%，硫化物类、碳酸岩类、氧化硅类含量较少。粘土矿物显微形态多样，有的呈小透镜状，有的呈条带状，有的和有机质混杂在一起，组成较厚的条带，也有的充填在腔体中。黄铁矿呈星点状、裂隙状和草莓状。碳酸岩呈块状，包裹着黄铁矿、有机质或充填在有质之间。氧化硅呈不规则状。

天然焦中的有机质含量占 80.53~91.51%，无机质中以粘土类矿物为主。天然焦中有机质显微镜下形态各异，呈粒状、片状、似羽片状、似羽毛状、似波状、条带状等。天然焦无机质组分中的粘土矿物呈透镜状、条带状或充填在腔体中。黄铁矿充填在裂隙内呈细脉状、星点状。

（2）化学性质

①水分（Mad）

矿井内各可采煤层的原煤水分一般在 0.5~2%之间，少数点大于 2%，总体属特低水分煤。煤层露头附近由于风化作用，煤的结构变疏松，致使煤层水分增加，一般可达 2~4%，各煤层中天然焦的水分含量不一，二₂煤层中天然焦的水分含量普遍高于煤层水分含量，三煤组天然焦所含水分与煤层相比高低不一。

②灰分（Ad）

二₂煤灰分产率在 6.29~31.14%（详见表 4.2-2），平均 13.74%，依据 GB/T15224.1-2010《煤炭质量分级》评价标准（以下简称“现行标准”），二₂煤层以低灰为主，中灰分带主要分布在 F₂ 断层附近。

三₁煤灰分产率为 20.95~39.96%，平均 30.21%，依据现行标准，三₁煤以中高灰为主，总体表现为北高南低的特征。

三₂煤灰分产率为 15.91~38.90%，平均 25.76%，依据现行标准，三₂煤以中灰为主。

三₄煤灰分产率为 11.46~31.50%，平均 22.27%，依据现行标准，三₄煤以中灰为主，在北部的 6904 孔附近因焦化作用而出现一块高灰分区。

三₅煤层灰分产率为 17.03~33.64%，平均 26.74%，依据现行标准，三₅煤

以中灰为主。

天然焦的灰分产率与同层煤相比略高，平均高出 0.93~6.90%，依据现行标准，除二₂煤层天然焦为低灰外，三₂²、三₄及三₅煤层天然焦均为中灰煤。

灰分变化规律：垂向上三煤组灰分普遍高于二₂煤层，三煤组中三₁至三₅煤层灰分有逐渐降低的趋势。

③挥发分（V_{daf}）

二₂煤：精煤挥发分为 3.93~9.17%，平均 7.57%，详见表 4.2-2；

三₁煤：精煤挥发分为 7.00~10.07%，平均 8.57%；

三₂²煤：精煤挥发分为 6.13~10.01%，平均 8.33%；

三₄煤：精煤挥发分为 5.46~9.55%，平均 8.30%；

三₅煤：精煤挥发分为 2.88~8.23%，平均 5.83%。

可采煤层的精煤干燥无灰基挥发分产率均<10%，依据 MT/T849-2000《煤的挥发分产率分级》挥发分分级标准，属特低挥发分煤。煤层露头附近，由于风氧化作用挥发分产率有所增高。在垂向上三煤组煤层的挥发分普遍高于二₂煤层，而三₁煤层挥发分产率高于三₂²、三₄煤层，与岩浆侵入三₂²、三₄煤层有关。

④硫分（S_{td}）

二₂煤层原煤硫分含量 0.20~0.81%平均 0.46%，依据 GB/T15224.2-2010《煤炭质量分级》评价标准（以下简称“现行标准”），属特低硫煤；

三₁煤层原煤硫分为 0.42~0.94%，平均 0.67%，依据现行标准属低硫煤；

三₂²煤层原煤硫分为 0.36~1.60%，平均 0.60%，依据现行标准属低硫煤；

三₄煤层原煤硫分为 0.40~1.85%，平均 0.66%，依据现行标准属低硫煤；

三₅煤层原煤硫分为 0.29~1.36%，平均 0.90%，依据现行标准属低硫煤。

天然焦的硫分比同煤层硫分普遍略低。

⑤常量元素

可采煤层的元素组成较接近，以碳元素为主，碳含量一般在 91~93%，变化幅度较小。氢含量普遍在 3~4%之间，氮元素含量多在 1~1.4%之间，氧化硫的含量普遍小于 4%。天然焦由于变质含量高，碳含量相对增加，大部分在 93%以上，氢含量普遍小于 2%。

二、选矿工艺流程及主要设备

陈四楼矿选煤厂为矿井型动力煤选煤厂，于 1997 年 11 月 7 日正式投产，原设计能力 240 万吨/年，经过二期工程改造后，处理能力可达 450 万吨/年，采用全入洗、分级入洗、混合入洗、直接浮选、浓缩浮选和半直接浮选相结合的灵活的跳汰浮选生产工艺，主要产品有中块（100-45mm），小块（25-45mm）、粒煤（10-25mm）、末原煤（0-13mm）、末精煤（0-13mm）等。

（1）原煤准备

来自矿井的毛煤首先经永磁滚筒去除铁器，然后经过 $\phi 120\text{mm}$ 圆振动筛进行预先筛分，筛上物通过检查性手选，拣出木头等杂物，然后进入破碎作业。破碎后的物料（ $<80\text{ mm}$ ）与分级筛筛下物合并进行除铁器去除铁器，部分再进行分级作业，分级粒度为 $\phi 13\text{mm}$ ，筛上物及部分原煤直接进入跳汰作业系统，筛下物成为末原煤产品。

主要工艺设备有：K-4 往复式给煤机 2 台、ACS1842 圆振动筛 1 台、YAH1842 圆振动筛 1 台、2DSKP65100 分级破碎机 2 台、XZG1532 振动给料机 10 台、GLD1500/7.5/B 带式给煤机 2 台、各类皮带运输机 10 台、刮板运输机 1 台等。

（2）跳汰分选

原煤经缓冲仓进入过跳汰机，第一段排出矸石，经斗式提升机运输、脱水，成为矸石产品入仓；第二段排出中煤，由斗式提升机运输、脱水后，经由分级筛分级（13mm）后，筛上块中煤破碎，筛下末中煤脱水之后混合进入中煤仓（2021 年 1 月 1 日改造之前，第二段中煤返回缓冲仓循环入洗）；同时精煤产品溢流随跳汰机溢流进入下一环节。

主要工艺设备有：YT14 跳汰机 2 台、YT18 跳汰机 1 台、带式给料机 3 台、各类斗式提升机 6 台、ABS1894 等厚筛 2 台、皮带运输机 3 台等。

（3）产品分级、脱水及脱泥

跳汰机溢流精煤进入 $\phi 13\text{mm}$ 或 $\phi 10\text{mm}$ 分级脱水筛进行筛分脱水，筛上物成为块煤产品，并通过双层筛进行再次分级，最终产出中块（100-45mm），小块（45-25mm）、粒煤（10-25mm）三种产品；分级脱水筛筛下物进入角锥

池，角锥池的溢流进入浓缩池进行沉降，底流经渣浆泵打入旋流器，而旋流器的底流经过筛分筛上物及筛下水进入离心脱水形成粗煤泥掺配入末精煤或者末原煤中，离心液直接进入角锥池，而旋流器的溢流直接进行浮选作业。

主要工艺设备有：各类鼓风机 3 台、TLL-1150A 离心脱水机 3 台、各类直线振动筛 7 台、圆振动筛 1 台、皮带运输机 11 台、刮板运输机 3 台等。

(4) 煤泥水系统

跳汰精煤经脱水筛脱水后的筛下煤泥水进入水力分级旋流器，水力旋流器的溢流进浮选系统，底流泥离心机脱水，煤泥离心机脱水后的粗煤泥产品进入末原煤。角锥池溢流进入耙式浓缩机经过一段浓缩，浓缩机溢流作为跳汰用水返回循环水箱；浓缩机底流可进入浓缩浮选作业或压滤机回收煤泥，经过浮选系统处理后精矿进入加压过滤机脱水形成浮精煤掺配入末精煤中，而尾矿进入二段浓缩，浓缩底流返回压滤机回收细粒煤泥；压滤机滤液水返回二段浓缩机，回收的煤泥可直接落地销售，二段浓缩溢流可直接作为循环用水进入循环水箱（即可作为生产清洁用水）。

厂房内分别设两个集中水池用于清洁地板废水、非正常情况下的跑冒滴漏的缓冲与回收。其中主厂房一楼集中水池煤泥水打回角锥池进行分级回收，压滤厂房集中水池煤泥水打入二级浓缩池，并进入压滤机回收煤泥，而且厂房内跑冒滴漏的水包括清洁地面冲水通过地沟潜水泵打回二级浓缩池进行回收，从根本上实现全厂洗水一级闭路循环。

(5) 产品装车

陈四楼矿选煤厂各类产品经皮带转载运输至产品仓，主要通过火车装载外运销售，根据市场需求可部分由汽车装载销售。

主要工艺设备有：GCS-150T 轨道衡 2 台、4JDM-40 调车绞车、各类振动给料机 11 台、气动闸板 15 台、皮带运输机 7 台、分级筛 3 台等。

(6) 尾矿综合利用

陈四楼矿选煤厂尾矿主要分为水洗末矸、水洗块矸和煤泥，均作为副产品直接销售。

(7) 主要建筑物

陈四楼矿选煤厂主要建筑物为主 3 层局部 6 层原煤准备厂房 1 座；8 层主

厂房 1 座；2 层压滤厂房 1 座原煤仓 3 座；块煤仓 1 座；精煤仓 1 座；新精煤仓 1 座；末原煤仓 1 座；中煤仓 1 座；水洗矸石仓 1 座；水洗末矸仓 1 座；浓缩池 4 座及附属皮带走廊栈桥等。

2. 主要工艺设备

主要工艺设备有 XJX-TA12 浮选机 3 台、GPJ-120 加压过滤机 1 台、KZG350/1600-U 隔膜压滤机 3、XMZ750/2000 压滤机 3 台、2SG48-60W-5STK 高频叠筛 2 台、AML1200 煤泥离心机 3 台、FX-500-GT*8 旋流器组 2 台、螺杆压缩机 5 台、各类泵 38 台、NG-24 浓缩机 2 台、NZF-20 浓缩机 2 台等。选煤工艺流程图见图 5-1-1 所示。

3. 选煤产品产率及指标

2023 年陈四楼煤矿选煤厂选煤产品主要分为末原煤、末精煤、中煤和块煤。各选煤产品产率及指标如表 5-1-1 所示。

表 5-1-1 陈四楼矿商品煤结构

项目 品种	产 率(%)
末 原	22.06
末 精	32.35
中 煤	0.00
中 块	0.74
小 块	0.00
小 粒	5.56
煤 泥	5.07
商品煤合计	65.78

4. 选煤回收率、综合利用率

陈四楼煤矿选煤厂 2023 年原煤入选率 100%，商品煤回收率为 65.78%，其中末原煤回收率 22.06%，末精煤回收率 32.35%，洗中煤回收率 0%，洗中块回收率 0.74%，洗小块回收率 0%，洗小粒回收率 5.56%，煤泥回收率 5.07%。煤泥、矸石产品通过销售综合利用率为 100%，满足相关要求。

图 5-1-1 选煤工艺流程图

5. 选矿厂平面布置

(1) 选煤厂平面布置

陈四楼选煤厂位于主副井工业广场内，选煤厂内布置见图 5-1-2 所示。

图 5-1-2 选煤厂布置图

(2) 厂内道路、排水及绿化

陈四楼选煤厂厂内主干道宽 9.0m，辅助道路及消防道路 3.8m。道路为城市型，采用混凝上面层。

煤场建有雨水管网系统，雨水经水路系统进入雨水收集池收集进行初期沉淀，雨水沉淀池上层清水用作储煤场道路冲水、洒水、洗车用。若雨水较大时，经初期沉淀后上层清水排出矿外。

陈四楼选煤厂致力打造生态煤场，厂区建有煤厂绿化场地，道路两边建有绿化带。

第二节尾矿设施

陈四楼矿选煤厂尾矿主要分为水洗末矸、水洗块矸和煤泥，均作为副产品直接销售。

第六章 矿山安全设施及措施

第一节 主要安全因素分析

一、矿井水文地质条件

1. 井田受采掘破坏或影响的含水层（水体）

目前矿井主采二₂煤层，受回采及掘进破坏和影响的含水层为山西组二₂煤顶底板砂岩含水层及太原组底板灰岩含水层，顶底板砂岩含水层富水性较弱，含水以静储量为主，补给条件较差，单位涌水量为 0.000925~0.0163L/s·m；灰岩含水层富水性中等，受外界降雨及其他含水层补给较少，补给方式主要是灰岩含水层侧向补给，层间越流补给较少，风氧化带灰岩露头处大气降雨对其有一定的补给，由于运输距离远，补给量有限，单位涌水量为 0.113~0.361L/s·m。将来矿井开采三煤组时，受采掘影响的含水段为下石盒子组裂隙承压弱含水段。该含水段含砂岩 1~12 层，以细砂岩为主，局部见中、粗粒砂岩，厚度 2.43~58.73m，平均厚度 20.52m。渗透系数 0.331m/d，单位涌水量 0.0526L/s·m，赋水性弱，迳流滞缓，对开采将影响甚微。

2. 矿井及周边老空水分布情况

截止 2022 年 12 月，井田内共有积水区 33 个，积水水压变化范围 0.018Mpa~2.56 Mpa，积水量变化范围 552m³~485964m³。老空积水区的位置、范围、积水量、水位都已清楚，采掘活动临近老空积水区时均进行超前探放水，消除老空水威胁。对已经探放的老空区及时修改台帐，确保水文地质资料准确。井田内老空积水区数量有限，且相关参数掌握清楚，符合《煤矿防治水细则》中水文地质条件中等类型要求。

3. 矿井涌水量

预计矿井正常涌水量为 570m³/h，最大涌水量 1050m³/h，此项评定为中等。

4. 矿井突水

矿井近 3 年（2017~2020 年）未发生过突水，此项评定为简单。

5. 开采受水害影响程度

矿井 2007 年之前发生突水 5 次，2007 年之后未发生突水。矿井采掘活动受水害影响，治理后基本不威胁矿井安全，此项类别划分为中等。

6. 防治水工作难易程度

对矿井生产影响较大的主要是太原组上段灰岩岩溶水，通过底板注浆改造工程的实施和排水系统的完善，矿井水害对采掘工作面的影响正在逐渐减小，近 3 年矿井未发生突水。采空区位置、范围及积水情况已基本查明。

从管理抓手，机构及制度健全，技术上比较成熟，经济上资金投入大，使用情况监管到位，防治水工作易于开展。此项类别划分为中等。

综上所述，根据就高不就低的原则，确定陈四楼煤矿矿井水文地质类型划分为中等。

二、矿井瓦斯

据历年矿井瓦斯等级和二氧化碳涌出量测定结果分析，陈四楼煤矿生产以来除 2015 年外，其余年份全矿井瓦斯涌出量均不高。据 2019 年矿井瓦斯测定结果：全矿井绝对瓦斯涌出量 $3.18\text{m}^3/\text{min}$ ，相对瓦斯涌出量 $0.62\text{m}^3/\text{t}$ ；矿井绝对二氧化碳涌出量 $11.21\text{m}^3/\text{min}$ ，相对二氧化碳涌出量 $2.19\text{m}^3/\text{t}$ 。

矿井 2015 年前历年瓦斯等级鉴定均为瓦斯矿井。由于矿井 2015 年 4 月 10 日 21210 掘进联络巷发生煤与瓦斯突出事故，由瓦斯矿井升级为煤与瓦斯突出矿井。河南省工业和信息化厅 2015 年 4 月 24 日以“豫工信煤[2015]113 号”认定：河南能源化工集团永煤公司陈四楼煤矿属煤与瓦斯突出矿井。

三、煤层顶底板

1. 煤层顶底板岩性及岩石物理力学性质

据勘查钻孔地质资料与生产井巷地质资料（详见表 6-1-1）统计显示：二₂煤层直接顶岩性一般是层状砂质泥岩、泥岩，基本顶是砂岩，局部相变发育砂质泥岩。个别地段直接顶不发育，局部发育泥岩、炭质泥岩伪顶，单层厚度 0~2.88m，易垮落。直接底是层状砂质泥岩、泥岩、炭质泥岩，局部相变发育粉砂岩，基本底是砂岩。三维地震勘探及生产揭露，井田小断裂较多，井巷工程揭露岩层裂隙不很发育，多为闭合型，且多被方解石或粘土充填。

表 6-1-1 2015~2020 年生产工程揭露顶底板岩性统计表

工作面 名称	顶板岩性		底板岩性		普氏系数 (f, 直接/基本)
	直接顶	基本顶	直接底	基本底	
MZ201	泥岩	细粒砂岩	泥岩	中细粒砂岩	2~3/5~7.5
2515	砂质泥岩	中细粒砂岩	泥岩	细粒砂岩	2~3/4~6
2509	砂质泥岩	细粒砂岩	炭质泥岩	细粒砂岩	1~3/3~4
2801	砂质泥岩	砂质泥岩	泥岩	中粒砂岩	3~5
2802	泥岩	中粒砂岩	泥岩	细粒砂岩	3~5
2803	泥岩	中粒砂岩	泥岩	细粒砂岩	3~5
21008	砂质泥岩	中粒砂岩	砂质泥岩	细粒砂岩	局部沉积泥岩伪顶, 2~3/4~6
21011	砂质泥岩	中细粒砂岩	砂质泥	中细粒砂岩	局部沉积炭质泥岩
21012	泥岩	细粒砂岩	砂质泥岩	细粒砂岩	2~3/4~6
21015	砂质泥岩	中细粒砂岩	砂质泥岩	中细粒砂岩	局部直接顶不发育, 2~3/4~6
21212	砂质泥岩	细粒砂岩	砂质泥岩	细粒砂岩	2~3/5~7.5
21214	砂质泥岩	中粗粒砂岩	砂质泥岩	细粒砂岩	2~3/5~7.5
21702	砂质泥岩	细粒砂岩	泥岩	细粒砂岩	2~3/4~6
21703	泥岩	中细粒砂岩	泥岩	细粒砂岩	2~3/4~6

据地勘时期钻孔及煤矿运营期井下钻孔的物理力学性质试验结果，砂岩类极限抗压强度一般大于 60MPa，泥岩类一般大于 30MPa，普氏系数 2~6（个别地段砂岩可达 14），岩石等级 2~6 级，属于强度中等~弱的顶、底板。

2. 二₂煤层顶底板工程地质分布特征

依《煤矿床水文地质、工程及环境地质勘查评价标准》（MT/T 1091—2008），以二₂煤层顶、底板岩性组合、层理性质、裂隙发育程度、岩石极限抗压强度等主要因素，并结合岩心完整性、岩心采取率等次要因素，可将二₂煤层顶底板 5m 内及巷道围岩 10m 内的岩石稳定程度分为四个区，其特征如下：

（1）坚硬完整岩石类稳定区（I）

本区无此区。

（2）半坚硬岩石类稳定区（II）

分布在 00~05 线、07~65 线、10~67 线之间，占全区面积的 43%。直接顶板岩性以粉、细砂岩为主，岩芯一般完整呈柱状，见斜层理及缓波状层理，多为高角度闭合型，极限抗压强度 51.0~99.5MPa，平均 63.3MPa。

（3）半坚硬岩石类较稳定区（III）

分布在 04~64 线、09~67 线、71~12 线之间，占全区面积的 40%。矿井直接顶板岩性以砂质泥岩、泥岩为主，岩芯较完整呈柱状，水平层理发育，含

植物化石碎片，裂隙发育，并被方解石脉充填。岩石极限抗压强度 76.4～44.5MPa，平均 59.5MPa。

（4）松散松软岩石类不稳定区（IV-1）

分布在 08～67 线之间，占全区的 7%。直接顶以泥岩为主，局部出现伪顶炭质泥岩。水平层理发育，岩芯破碎，以短柱状、块状为主，裂隙发育，多被方解石脉充填。岩石极限抗压强度 70.0～33.0MPa，平均 53.8MPa。

（5）风氧化带极不稳定区（IV-2）

呈条带状分布在二₂煤露头附近，约占全区面积的 7%。以泥岩、砂质泥岩、砂岩为主，遭受强烈 00 风化，很破碎，多以块状为主，风化裂隙发育，且呈网状，裂隙面含炭质。

（6）断层影响带极不稳定区（IV-3）

分布在断层带（主要是 F₁₃、F₁₈ 断层）的两侧，占井田面积 3%，以泥岩、砂岩、断层泥及角砾岩为主，岩芯极为破碎，脉状、网状裂隙发育。

综上所述，结合矿井实际采掘情况，矿井二₂煤层顶底板较平整，顶板裂隙不很发育，岩石以砂岩为主，完整性和稳定性较好，易于管理，仅个别区段（如伪顶发育、受断层破坏影响）顶板岩石破碎。

四、煤尘爆炸性

在地勘阶段各可采煤层均进行了煤尘爆炸性试验煤的自燃测试。根据试验结果：除 0427 孔（5 采区）和 6303 孔（1 采区）二₂煤层火星多，有弱爆炸性外，其余均无爆炸性。区内二₂煤层和三煤组各煤层煤尘均无爆炸性。二₂煤层除 1301 孔ΔT 为 29℃外，其余全低于 25℃，属于不易自燃的煤层。三煤组暂无鉴定材料。

近年来实际生产过程中，于 2016 年采取二₂煤层生产煤样并送中国矿业大学安全检验中心进行煤尘爆炸性试验煤的自燃测试鉴定。由于鉴定报告得知：6 个生产煤样在试验中，煤尘云均未产生火焰，确定无煤尘爆炸性。

五、煤的自燃倾向性

8 个生产煤样在试验时，吸氧量 0.74～0.87cm³/g·干煤，煤样干燥无灰基挥

发分小于 18%，确定自燃倾向Ⅲ类，属二₂煤层不易自燃煤层。三煤组暂无鉴定材料。

六、地温

据地勘测温资料，恒温带深度确定为 23m，恒温带温度为 16.5℃。二叠系与新生界地温梯度基本相近。测温孔全孔平均地温梯度为 2~2.8℃/100m，平均 2.25℃/100m。深部地温梯度较小，为 2℃/100m 以下；而浅部地温梯度较高，为 2.5~3.1℃/100m。有三个钻孔（6009、7104、7204）平均地温梯度达 3.1℃/100m。引起热异常的原因可能是浅部接近永城背斜轴部，有利于地热聚积。

对穿见断层的钻孔测温后发现，测温曲线无异常变化，断层附近也未见地温明显畸变；在岩浆岩侵入的地段及其附近，地温正常。这可能是在漫长的地质历史发展时期，井田内的岩性、构造、水文地质条件等均不易于热的封存，导致岩浆岩热量散失殆尽；加之区内岩浆岩放射性元素含量不高，衰变热不足以形成新的热源，致使地温无明显增高。

目前矿井回采工作面最大开采标高为-760m，工作面采掘活动过程中无热害。

七、冲击地压

据 2004 年河南理工大学对矿井二₂煤及直接顶、基本顶进行了较系统地冲击倾向指标测定，鉴定冲击地压倾向指标见表 6-1-2，弹性能指标参数测定结果见表 6-1-3。对煤、岩破坏动态时间测定试验，破坏时间测定见表 6-1-4。由试验数据可以看出，矿井二₂煤顶底板弹性能量指标均小于 2，动态破坏时间均大于 500ms，根据《中华人民共和国煤炭工业部标准》MT174-87 的规定，矿井开采二₂煤无冲击地压倾向。

表 6-1-2 煤岩冲击倾向鉴定指标值

指标	界限值		
弹性能指数（W _{ET} ）	≥5	5>W _{ET} ≥2	<2
动态破坏时间DT（ms）	≤50	50<DT≤500	>500
鉴定结果	强烈	中等	无

表 6-1-3 煤、岩样弹性能指数试验数据表

采样地点	煤、岩样名称	煤、岩样编号	总应变能 ϕ_r	弹性能 ϕ_{sp}	塑性能 ϕ_{st}	弹性能量指标 W_{ET}	平均弹性能量指标
2707工作面	上位煤	A-1-A	5.918	3.441	2.477	1.389	1.801
		A-3-A	4.186	2.235	1.951	1.145	
		A-4-A	4.443	3.295	1.148	2.870	
二 ₂ 煤直接顶	下位炭质泥岩	1-10-A	6.925	4.221	2.704	1.561	1.192
		1-11-B	6.120	3.213	3.907	0.822	
	上位细砂岩	1-18-4-B	10.858	7.086	3.773	1.877	1.758
		1-19-2-B	5.504	3.418	2.086	1.638	
二 ₂ 煤基本顶	下位炭质泥岩	1-43-1-B	4.236	2.909	1.327	2.192	1.698
		1-60-B	4.314	2.356	1.956	1.203	
	上位粗砂岩	1-52-B	7.329	5.132	2.197	2.336	1.734
		1-53-B	10.248	6.264	3.984	1.572	
		1-54-B	7.478	5.698	1.780	3.201	
		1-83-B	18.873	8.503	10.370	0.820	
		1-88-B	29.759	16.451	13.308	1.236	
		1-92-3-B	29.174	16.076	13.098	1.227	

表 6-1-4 煤、岩样动态破坏时间测定结果

采样地点	煤、岩样名称	煤、岩样编号	DT	DT平均（ms）
2707工作面	上位煤	A-1-A	452	588
		A-3-A	698	
		A-4-A	615	
二 ₂ 煤直接顶	下位炭质泥岩	1-10-A	1866	1434
		1-11-B	1187	
		1-43-1A	1617	
		1-44-1-A	1069	
	上位细砂岩	1-18-4-B	767	607
		1-19-2-B	447	
二 ₂ 煤基本顶	下位炭质泥岩	1-43-1-B	982	1018
		1-60-B	1055	
	上位粗砂岩	1-52-B	610	626
		1-53-B	893	
		1-54-B	420	
		1-83-B	514	
		1-88-B	975	
		1-92-3-B	345	

矿井开采至今，采掘工作面并没有地压冲击现象，仅在断层附近地压较大，应力集中，对采掘活动不构成威胁。

八、陷落柱和天窗

矿井煤系基底为厚层奥陶系灰岩，具备陷落柱的发育条件。陷落柱对矿井

开采不利主要有三个体现：首先是陷落柱沟通了各含水层水，易出现透水；其次是出现陷落柱地段煤层顶板受到破坏，不利支护，易引发冒顶；再次是破坏可采煤层，减少煤炭储量，降低采掘效率，提高生产成本。

矿井在钻探及三维地震工程中皆无发现，近 5 年采掘亦没有遇到陷落柱，仅在 2000-2001、2007、2008 年生产采掘中揭露有 3 个陷落柱。陷落柱分别位于 1 采区 2101 与 2102 工作面（2000-2001 年揭露）、13 采区 21301 工作面（2007 年 4-5 月揭露）和 2 采区 2209 与 2211 工作面之间（2008 年揭露）。

从已揭露的三个陷落柱分析，矿井内陷落柱有以下特征：

- （1）每一个陷落柱其长轴方向以近东西向为主，短轴方向以近南北向为主。
- （2）柱内岩石破碎，多具棱角状，充填物岩性多样，有中、细粒砂岩、砂质泥岩、煤等，并相互杂乱排列。

综上所述，区内陷落柱发育较少，陷落柱范围发育小，对工作面的布置及回采影响较小。

九、选矿加工及矸石

经过二期工程改造后，陈四楼矿选煤厂处理能力可达 450 万吨/年，采用全入洗、分级入洗、混合入洗、直接浮选、浓缩浮选和半直接浮选相结合的灵活的跳汰浮选生产工艺，主要产品有中块（100-45mm），小块（25-45mm）、粒煤（10-25mm）、末原煤（0-13mm）、末精煤（0-13mm）等。

陈四楼矿选煤厂尾矿主要分为水洗末矸、水洗块矸和煤泥，均作为副产品直接销售。

第二节 配套的安全设施及措施

一、矿井水害防治

1. 矿井开拓开采所采取的安全保证措施

（1）矿井开拓工程位置及层位

针对矿井开拓、开采时的主要水患威胁，设计坚持“预测预报、有疑必探、先探后掘，先治后采”的原则，采取探、防、堵、疏、排、截、监综合治理措

施。在采掘工程之前，必须按照《煤矿防治水细则》，采用钻探和物探等方法查明水文地质条件。

矿井采用立井单水平上、下山开拓方式。矿井开采二₂煤层，主要受顶板灰岩水和老窑老采空区积水威胁。矿井开拓工程尽可能远离强含水层，老采空区积水疏干并确认后方可进行采掘活动，并在上部留设防水隔离煤柱。

（2）采掘工程所采取的防治水措施

矿井所采取的防治水措施中，必须坚持执行“预测预报、有疑必探，先探后掘、先治后采”的原则，根据不同水文地质条件，采取探、防、堵、疏、排、截、监等综合防治措施。

1) 矿井设立有防治水专门机构，配备满足工作需要的防治水专业技术人员，专职水害防治人员要具备相关专业学历或经专业培训，熟悉地质与水文地质专业技术工作；配齐专用的探放水设备，建立专门的探放水作业队伍，储备必要的水害抢险救灾设备和物资。

2) 煤炭企业、煤矿应当结合本单位实际情况建立健全水害防治岗位责任制、水害防治技术管理制度、水害预测预报制度、水害隐患排查治理制度、探放水制度、重大水患停产撤人制度以及应急处理制度等。

煤炭企业、煤矿应当编制本单位防治水中长期规划（5年）和年度计划，并组织实施。煤矿防治水应当做到“一矿一策、一面一策”，确保安全技术措施的科学性、针对性和有效性。

3) 矿井雨季前必须进行水泵排水联合试运转，并编制联合试运转报告。

4) 当开拓到设计水平，只有在建成防、排水系统后，方可开始向有突水危险地区开拓掘进。

5) 应当观测“三带”发育高度，当导水裂隙带范围内的含水层或老空区积水影响安全开采时，必须超前探放水并建立疏排水系统。

6) 严禁在各类防隔水煤（岩）柱中进行采掘活动。

7) 矿井必须定期收集、调查和核对相邻矿井及废弃老窑积水情况，掌握本矿采空区范围和积水情况。将矿界以外至少 200m 范围内临近矿井的井田位置、开采范围、积水情况标绘在井上下对照图上。

8) 必须密切观察矿井内的淋水、涌水情况，必须坚持“预测预报、有疑必

探，先探后掘、先治后采”的原则。

9) 井巷在掘进过程中必须先探后掘，掌握前方水文情况，若发现有水患时，应及时采取措施，待确认安全后才向前掘进，并将出水点位置标于井上下对照图及采掘工程图上。井巷揭露的主要出水点或地段，必须进行水温、水量、水质等地下水动态和松散含水层涌水含砂量综合观测和分析，防止滞后突水。

10) 采掘工作面或其他地点发现有煤层变湿、挂红、挂汗，空气变冷、出现雾气、顶板来压、片帮、淋水加大、底板鼓起或者裂隙渗水、钻孔喷水、煤壁溃水、水色发浑，有臭味等透水预兆时，应当立即停止工作，撤出所有受水害威胁地点的人员，报告调度室，并发出警报。在原因未查清、隐患未排除之前，不得进行任何采掘活动。

11) 井下和地面排水设施保证完好，所设沉淀池、水沟要及时进行清理，每年雨季前必须清理一次。每年雨季前对矿井防治水工作进行一次全面检查，成立防洪抢险队伍，并储备足够的防洪抢险物资。

12) 对于巷道破碎和淋水段特别加强支护，并采取导水等措施以免淋水直接淋至电缆上腐蚀电缆，巷道排水沟按规定设置并及时清理，巷道要保证排水坡度，对于巷道局部地段低洼积水段要设潜水泵或泥浆泵及时排水。

13) 开拓、准备巷道的设置，应根据井下地层情况选择稳定、淋水小的岩层，尽量避免穿过断层等构造带。

14) 在接近相邻矿井边界前，在工作面掘进时需遵循“预测预报、有疑必探、先探后掘、先治后采”的探放水原则，防止突发透水事故。

15) 必须定期收集、调查和核对相邻煤矿和废弃的老窑情况，并在采掘工程平面图或井上下对照图上标出其井田位置、开采范围、开采年限、积水情况。

16) 必须密切观察矿井内的淋水、涌水情况，必须坚持“预测预报、有疑必探，先探后掘、先治后采”的原则。

① 全面整理已有的勘探、生产资料，分析研究含水层的含水特征和已采掘区的突水规律，并在采掘地质说明书中，对可能发生的水害及其预防提出建议。

② 编制隔水层或相对隔水层的等厚线图（包括水文地质实际材料）。

③ 预测有突水可能的危险区域。

④ 预计最大涌水量，并建议相应扩大排水能力。

⑤ 在可能岩溶泥石流突出的地段采掘时，应加强前兆观察的探放，如有异常，应及时采取有效措施。

17) 对可疑断层及因采动影响而可能导水的断层留设断层防水煤柱。

18) 井下设排水泵房、水仓、水沟、排水管路等排水系统，并保证足够的排水能力。

19) 对巷道开拓及回采所可能遇到的断层提前进行探放水，查明断层的导水性、位置等水文地质要素，据此经技术经济比较采取留设防水煤柱、注浆堵水或疏放水等措施。

20) 对封闭不良的钻孔根据具体情况采取重封、留设防水煤柱、探放钻孔水等措施。

21) 对于影响采掘的老窑水采取探放或避让的措施。

22) 配备足够数量的探放水设备及注浆堵水设备。

23) 主要巷道尽量布置在隔水层或弱含水层中。

24) 对矿井采掘工程所影响到的各含水层、断层，必须作出水文地质评价，进行提前预报，以便采取相应的防治水措施。

25) 进行钻孔抽水试验，掌握各含水层之间、断层与含水层之间的水力联系。

26) 根据《煤矿防治水细则》第 39 条规定：严格执行井下探放水“三专”要求。由专业技术人员编制探放水设计，采用专用钻机进行探放水，由专职探放水队伍施工。严禁使用非专用钻机探放水。

严格执行井下探放水“两探”要求。采掘工作面超前探放水应当同时采用钻探、物探两种方法，做到相互验证，查清采掘工作面及周边老空水、含水层富水性以及地质构造等情况。有条件的矿井，钻探可采用定向钻机，开展长距离、大规模探放水。

27) 根据《煤矿防治水细则》第 41 条规定：工作面回采前，应当查清采煤工作面及周边老采空区积水、含水层富水性和断层、陷落柱含（导）水性等情况。地测部门应当提出专门水文地质情况评价报告和水害隐患治理情况分析报告，经煤矿总工程师组织生产、安检、地测等有关单位审批后，方可回采。发现断层、裂隙或者陷落柱等构造充水的，应当采取注浆加固或者留设防水煤

（岩）柱等安全措施；否则，不得回采。

28) 根据《煤矿防治水细则》第 42 条规定：采掘工作面探水前，应当编制探放水设计和施工安全技术措施，确定探水线和警戒线，并绘制在采掘工程平面图和矿井充水性图上。探放水钻孔的布置和超前距、帮距，应当根据水头值高低、煤（岩）层厚度、强度及安全技术措施等确定，明确测斜钻孔及要求。探放水设计由地测部门提出，探放水设计和施工安全技术措施经煤矿总工程师组织审批，按设计和措施进行探放水。

29) 矿井有下列情形之一的，应当开展水文地质补充勘探工作：

- ① 矿井主要勘探目的层未开展过水文地质勘探工作的；
- ② 矿井原勘探工作量不足，水文地质条件尚未查清的；
- ③ 矿井经采掘揭露煤岩层后，水文地质条件比原勘探报告复杂的；
- ④ 矿井水文地质条件发生较大变化，原有勘探成果资料难以满足生产建设需要的；
- ⑤ 矿井开拓延深、开采新煤系（组）或者扩大井田范围设计需要的；
- ⑥ 矿井采掘工程处于特殊地质条件部位，强富水松散含水层下提高煤层开采上限或者强富水含水层上带压开采，专门防治水工程设计、施工需要的；
- ⑦ 矿井井巷工程穿过强含水层或者地质构造异常带，防治水工程设计、施工需要的。

2. 防隔水煤柱

本矿井二₂煤层水文地质条件中等，构造复杂程度复杂，设计针对本矿井安全条件，对需要留设的各类煤（岩）柱都按有关规定留设，防水煤（岩）柱主要有以下几种：

- （1）井田边界防水煤（岩）柱；
- （2）主要断层防水煤（岩）柱；
- （3）露头防水煤（岩）柱；

详见可采储量计算中煤柱的留设。

3. 钻孔水的防治

（1）对于掘进或回采即将揭露的封闭不良的钻孔时，矿井防治水中心要提前发放水害通知单，要求生产区队编写有针对性的措施，施工探查钻孔，边探

边掘（采）；对于钻孔封孔情况不详或没有封闭的钻孔，要重新启封，在进行注浆封孔。

（2）揭露太原组及其它灰岩含水层的钻孔，提前对灰岩含水层进行注浆充填。

（3）底板改造钻孔要按照技术规范要求进行施工，做好钻孔孔口管的加固、钻孔预注浆、钻孔封孔等工作，防止钻孔成为突水通道导致矿井水害事故的发生。

4. 断层水的防治

本矿区断层较多，但断层多为不导水或弱导水断层。断层一定程度上破坏了顶底板隔水层的连续性，使煤层上下各含水层间产生了一定的水力联系，是地下水向矿坑充水的主要通道。生产中当井巷采掘工程接近断层时，应通过物探确定断层位置，然后打超前探、放水钻或施工注浆孔封堵导水通道，并按规定留设足够的防水煤柱。

5. 灰岩岩溶裂隙水的防治

（1）根据防治水规定要求，结合矿井实际情况对井田内大于 30m 的断层留设防水煤柱，并建立各类防水煤柱台账。

（2）工作面回采之前进行瞬变电磁物探（初探和复探）工作，探明工作面底板异常富水区。编制专门防治水设计，实施工作面底板注浆改造工程，底板注浆加固目的层为太原组上段灰岩含水层，提高二₂煤层底板地层的抗剪切能力。

（3）太原组下段灰岩及奥陶系灰岩岩溶裂隙承压水，正常情况下对矿床开采没有直接影响，但在断层的切割部位具有侧向补给条件，通过直接充水含水层而间接对太灰上段含水层充水，对浅部边界断层，要留有足够的防水煤柱。

（4）建立健全水文观测台帐，太原组上段灰岩、太原组下段灰岩及奥陶系灰岩水文长观孔，要定期进行水位观测。

（5）所有采区开拓之前要全部进行三维高分辨地震勘探，查明落差大于或等于 5m 的断层，解释落差 3-5m 的断点及陷落柱、褶曲、薄煤区、岩浆侵入体等的范围。对井田内大中型断层，重新计算断层保护煤柱的尺寸，并进行审批。

（6）完善矿井排水系统，对井底泵房排水系统进行了升级改造，实现了泵

房的无人值守和远程控制，提高了矿井抗风险能力。

(7) 加强对矿井防治水工作的管理，提高矿井防治水工作管理水平，有效控制灰岩岩溶裂隙水对生产造成的不利影响，消除采掘工作面底板灰岩突水隐患，实现矿井长治久安。

二、瓦斯灾害防治

1. 防治瓦斯积聚措施

矿井必须从采掘工作、生产管理上采取措施，防止瓦斯积存，瓦斯积存时必须及时处理。通风异常与瓦斯涌出异常是造成瓦斯积存的根本原因。因此，防止瓦斯积存的根本措施是避免这些异常的发生，或者一旦出现异常，必须及时采取措施，在未造成事故或灾害之前，使其恢复正常；如果经处理仍不能恢复正常，应将其控制在局部地点，使异常局部化，并在异常区采取措施杜绝一切可能产生的火源或撤人，以策安全。

(1) 开拓、开采的保障措施

矿井开拓、开采的巷道布置和巷道断面的选择均考虑到矿井通风安全、有利瓦斯排放和防止瓦斯聚积等布置形式，开拓、开采接替上要求在本煤层由上而下逐步开采，先采上山，后采下山。采煤工作面回采结束后，必须在 45 天内对工作面进行封闭。

(2) 矿井通风系统的保障措施

1) 矿井采用两翼对角式通风系统，通风方式为抽出式，对于煤与瓦斯突出矿井，有利于瓦斯排放和矿井通风的管理。

2) 保证矿井有稳定、可靠的通风系统，风流要稳定连续，且通风系统尽量简单，保证各作业点有足够的风量和合理的风速，矿井南、北翼均布置有轨道大巷和皮带大巷，生产采区采用分区通风，各采区构成完整的通风系统后进行采掘作业。采区内通风方式为下顺槽进风，上顺槽回风。回采工作面采用“U”型通风，掘进工作面为局部通风机压入式通风。矿井南北风井各配备两套同型号同等能力的轴流式主要通风机，其中一台运转，负担全矿井通风任务，另一台备用。

3) 井上、下通风设施齐全，在主要进、回风巷的联络巷中设置两道联锁的

正向、反向风门，确保通风系统的可靠性。矿井爆破材料库等机电硐室设置了调节风窗，通过各种通风设施可保证井下各作业点有足够的风量和合适的风速。

4) 加强通风管理，健全通风管理制度，通风设施和设备做到完好无损，保证各作业点的风量和风速，防止局部聚积瓦斯，做到临时停止工地点不得停风或切断电源，撤出人员，外面设立警标。

(3) 及时安全地处理积存瓦斯

矿井必须从采掘生产管理上采取措施，防止瓦斯积存；当发生瓦斯积存时，必须及时处理。处理积存的瓦斯采取的措施有：

1) 在生产过程中，巷道连同采空区的风眼应做到随采随闭，杜绝漏风。采区结束后，至多不超过一个月必须把所有通向采空区的巷道封闭起来。所有通风构筑物严格按质量标准筑好，维护好。

2) 局部通风机因故停止运转，引起其供风的掘进头无风，可能会造成瓦斯积存。在恢复通风前，必须检查瓦斯浓度，证实停风区中瓦斯浓度不超过 1%或 CO_2 不超过 1.5%，且局部通风机及开关附近 10m 内瓦斯浓度不超过 0.5%时，方可人工开动局部通风机，恢复正常通风。当巷道内瓦斯浓度超过 1%，但不超过 3%时，由矿制定安全措施，实施瓦斯排放，可采用风筒增阻排放法：可用绳子把柔性风筒捆结，缩小其断面或在风机的吸风口用木板阻挡部分通风断面进行增阻，随着混入矿井主通风风流的瓦斯浓度的下降逐渐增大风筒断面，直到全断面通风。当巷道内瓦斯浓度超过 3%时，必须由专职救护队实施瓦斯排放。

3) 独头巷道排放瓦斯可采用逐段通风排放法：排放由外向内逐段分段进行，先准备一节 5m 长的短风筒，先冲淡独头巷道最外边瓦斯。冲淡时应控制风筒的排风量，使冲淡后的瓦斯浓度低于 1.5%，正常后再分段接长风筒逐段排放巷道积存瓦斯，直到全独头积存瓦斯排放完转入正常通风时止。

4) 矿井回风巷井中瓦斯或 CO_2 浓度超过 0.75%时，必须立即查明原因，进行处理。采区回风巷、采掘工作面回风巷风流中瓦斯浓度超过 1.0%时或 CO_2 浓度超过 1.5%时，必须停止工作，撤出人员，采取措施，进行处理。

5) 切实加强瓦斯排放、巷道贯通和盲巷管理工作，排放瓦斯和巷道贯通要认真编制安全措施并执行有关规定，井下盲巷和临时停风地点必须设置密封和

栅栏，定期检测瓦斯和氧气浓度，并严禁任何人违章进入。

6) 在生产中，要组织专职人员及时封闭废弃的盲巷及采空区，对暂不利用巷道应封闭或挂危险牌，加强对这些地方的瓦斯监测，防止瓦斯聚集。

7) 井下严禁出现瓦斯超限作业现象。

(4) 严格瓦斯检查制度

1) 矿井必须建立严格的瓦斯及其它有害气体的检查制度，配齐瓦检员和配足瓦检器。瓦检员必须经过煤矿安全监察机构授权的有资质的单位培训合格，取得资格证，持证上岗。

2) 矿井必须建立安全仪表计量检验制度。建立矿井安全监测监控系统，按照要求在采掘工作面配备瓦斯探头、瓦斯断电仪和悬挂便携式瓦斯仪。

3) 矿长、矿技术负责人、爆破工、采掘区队长、通风区队长、工程技术人员、班长、流动电钳工、安全监测工下井时，必须携带便携式甲烷检测报警仪或数字式瓦斯检测报警矿灯。瓦斯检查工必须携带便携式甲烷检测报警仪和光学甲烷检测仪。

4) 建立完备的通风设施和通风系统的检查制度。配备足够数量的通风安全检测仪表，仪表必须由国家授权的安全仪表计量检验单位进行检验。

5) 所有采掘工作面、硐室、使用中的机电设备的设置地点、有人员作业的地点都应纳入检查范围。

6) 瓦斯检查人员执行瓦斯巡回检查制度和请示报告制度，并认真填写瓦斯检查班报。每次检查结果必须记入瓦斯检查班报手册和检查地点的记录牌上，并通知现场工作人员。瓦斯浓度超过《煤矿安全规程》有关条文的规定时，瓦斯检查工有权责令现场人员停止工作，并撤到安全地点。通风值班人员必须审阅瓦斯班报，掌握瓦斯变化情况，发现问题，及时处理，并向矿调度室汇报。通风瓦斯日报必须送矿长、矿技术负责人审查并签字。

7) 采、掘工作面当班班长必须携带便携式瓦斯监测报警仪，将其悬挂在采煤工作面回风上隅角或掘进迎头不大于 5m 处，一旦出现瓦斯涌出现象，立即停止作业、撤出人员、切断电源，汇报矿领导，制定专门措施处理。(8) 井下停风地点栅栏外风流中的瓦斯浓度每天至少检查 1 次，挡风墙外的瓦斯浓度每周至少检查 1 次。采掘工作面定期检查一氧化碳浓度，气体温度的变化等。

8) 采掘工作面二氧化碳浓度应每班至少检查 2 次；有煤（岩）与二氧化碳突出危险的采掘工作面，二氧化碳涌出量较大、变化异常的采掘工作面，必须有专人经常检查二氧化碳浓度。本班未进行工作的采掘工作面，瓦斯和二氧化碳应每班至少检查 1 次；可能涌出或积聚瓦斯或二氧化碳的硐室和巷道的瓦斯或二氧化碳应每班至少检查 1 次。

9) 井下所有地点的爆破都必须实行“一炮三检”（装药前、爆破前和爆破后）和“三人连锁”（爆破员、班组长、瓦斯检查员或安全员）爆破制度。

（5）排除瓦斯的措施及方法

1) 排除瓦斯的措施

①掘进工作面因停风、停电，巷道内瓦斯浓度不超过 1% 时，可由矿制定专人立即启动局部通风机，恢复正常通风；

②掘进工作面因停风、停电，巷道内瓦斯浓度超过 1%，但不超过 3% 时，由矿制定安全措施，实施瓦斯排放；

③掘进工作面因停风、停电，巷道内瓦斯浓度超过 3% 时，必须由专职救护队实施瓦斯排放；

④启封密闭的工作，必须专职救护队实施。

2) 排除瓦斯的方法

排放瓦斯前，凡是排出瓦斯流经的巷道和被排放瓦斯风流切断安全出口的采掘工作面、硐室等地点必须切断电源，撤出人员，并设专人进行警戒。

①排除盲巷积聚瓦斯方法

I. 盲巷外断开风筒接头调节法

排瓦斯时在盲巷口外全风压供风的新鲜风流中，把风筒接头断开，利用改变风筒对合面的间隙大小，调节送入盲巷的风量，以达到有节制地排放巷道积聚瓦斯之目的。在缓缓排放瓦斯过程中，随着两个风筒接头由错开而逐渐对合，直至全部接合，送入盲巷的风量亦由小到大，直至局部通风机排出的全部风量。最后经检查确认安全可靠时即可恢复送电送风。

II. 利用风筒预留的三通调节法

该调风方法是在风机出口与导风筒之间接一段三通风筒短节，此短节是在原风筒上选一合适位置，开一圆口，把另外的短节风筒缝在开口的风筒上，用

胶水粘好接口。掘进巷道正常通风时，先把三通风筒转几圈，再用绳子捆死出风口，此时风机的全部风量都送入掘进工作面。当需排除巷道积聚的瓦斯时，提前打开三通的出风口，同时用绳子捆住导风筒，捆的程度要根据巷道内积聚的瓦斯浓度来确定，然后启动风机，这时风机的大部分风量经三通出风口排至巷道，来稀释排出的高浓度瓦斯，少量风进入盲巷。

III. 开启局部通风机附近的风门调节法

局部通风机大都安设在采区进风巷内，风筒（掘进面）回风直接进入采区回风巷中，两巷之间留有通车、行人的风门。掘进巷道正常通风时，风门全部处于关闭状态，当需排放巷道中积聚的瓦斯时，通过门扇的开启状态（半开或全开）调节风量，稀释盲巷内排出的高浓度瓦斯，使其在回风口处不超限，并逐步关住门扇，直至全关。

IV. 利用煤矿智能型瓦斯排放器法

利用变频调速原理，调节风机转速和风量，改变盲巷口高浓度甲烷的混合风流流量，使之与全风压巷道混合处的甲烷浓度按排瓦斯措施所规定的限值进行排放。为实现自动控制排放瓦斯，依靠甲烷传感器监测，自动检测排放瓦斯巷出口、回风口处和风机进风口附近的甲烷浓度，并经模糊控制器调节，控制变频器工作，实现自动、可靠、高效地排放瓦斯。

V. 稀释筒调节法

该稀释筒是用钢板焊制的三通风筒，其上有两套阀门及控制把手。稀释筒安装在掘进巷道里口外全风压通风巷道中，甲烷传感器用来测定排出并经稀释的甲烷浓度，根据该浓度的大小来控制调节稀释筒阀门的开度。

VI. 自控排瓦斯装置

自控排瓦斯装置主要由控制主机、稀释筒和液压泵站组成。控制主机和液压泵站均安设在进风巷内的风机附近，稀释筒则安装在独头巷道口内 10m—15m 处，其两端均用柔性导风筒相连，液压泵站与稀释风筒用高压胶管连接。在稀释筒附近，掘进巷口下风侧面 10m~15m 处，风机附近，分别安装 3 台瓦斯探头。排瓦斯原理：上述系统中的探头把检测到的瓦斯浓度信号传输给控制主机，主机经判断后，指令三位四通电磁阀左导通或右导通，油路导通后，使油缸活塞伸或缩，驱动稀释筒的调节门转动，根据调节风门的开闭程度进行风量

分配，一部分通过风筒送至掘进工作面排出高浓度瓦斯，另一部分由稀释筒的风门排至巷道，稀释排出的高浓度瓦斯，使之混合均匀且不限，达到自动安全排放瓦斯的目的。

2. 防治瓦斯爆炸措施

(1) 防止爆破引燃瓦斯事故

井下爆破作业，必须使用煤矿许用炸药和煤矿许用电雷管。煤矿许用炸药的选用应遵守下列规定：

煤与瓦斯突出矿井必须使用安全等级不低于三级的煤矿许用炸药。

严禁使用黑火药和冻结或半冻结的硝化甘油类炸药。同一工作面不得使用 2 种不同品种的炸药。

在采掘工作面，必须使用煤矿许用瞬发电雷管或煤矿许用毫秒延期电雷管。使用煤矿许用毫秒延期电雷管时，最后一段的延期时间不得超过 130ms。不同厂家生产的或不同品种的电雷管，不得掺混使用。不得使用导爆管或普通导爆索，严禁使用火雷管。

在有瓦斯爆炸危险的采掘工作面，应采用毫秒爆破。在掘进工作面应全断面一次起爆，不能全断面一次起爆的，必须采取安全措施；在采煤工作面，可分组装药，但一组装药必须一次起爆。严禁在 1 个采煤工作面使用 2 台发爆器同时进行爆破。

爆破工必须把炸药、电雷管分开存放在专用的爆炸材料箱内，并加锁；严禁乱扔、乱放。爆炸材料箱必须放在顶板完好、支架完整，避开机械、电气设备的地点。爆破时必须把爆炸材料箱放到警戒线以外的安全地点。

采掘工作面及其他作业地点风流中甲烷浓度达到 1.0% 时，必须停止用电钻打眼；爆破地点附近 20m 以内风流甲烷浓度达到 1.0% 时，严禁爆破。

矿井在建设和生产期间必须严格执行《煤矿安全规程》有关瓦斯浓度的要求，矿井总回风巷或一翼回风巷中甲烷浓度超过 0.75% 时，必须立即查明原因，进行处理；采煤工作面及其它作业地点风流甲烷浓度达到 1.0% 时，必须停止工作，采取措施进行处理；爆破地点附近 20m 以内风流中甲烷浓度达到 1.0% 时，严禁爆破；采掘工作面和其它作业地点风流中，电动机和其它开关安设地点附近 20m 以内风流中甲烷浓度达到 1.5% 时，必须停止工作，切断电源，撤出人

员，进行处理。矿井配备有安全监测系统和多种检测和报警设备，配有专职瓦斯检查员，一旦瓦斯超限能够及时监测和发现，做到及时处理。

（2）防治自燃措施

矿井所采煤层为不易自燃煤层，开采过程中要加强管理，提高回采率，减少老塘丢煤。及时封闭采空区，根据《煤矿安全规程》要求，采煤工作面回采结束后，必须在 45 天内进行永久性封闭。

（3）电气防爆措施

1) 全矿井下所有电气设备的选择均符合《煤矿安全规程》的规定。

2) 防止电火花事故的措施

矿井为了预防电火花一方面正确选择和安装使用电气设备及供电线路，严格遵守《煤矿安全规程》的规定，并在运行中加强维护、检修，防止短路故障和过负荷情况发生。另一方面，装设了必要的继电保护装置，（短路保护、过负荷保护、断相保护等）进行合理整定，起到应有的保护作用。采煤及掘进工作面均配备有甲烷断电传感器。采煤机及掘进机均配有一台车载式瓦斯断电仪。掘进工作面局部通风机按《煤矿安全规程》专用变压器、专用线路、专用开关、风电闭锁、甲烷电闭锁方式供电。所有开关设备的分断能力和动、热稳定性、电缆的热稳定性均能满足最大三相短路的要求。井下照明和信号装置，由具有短路、过载和漏电保护的照明信号综保装置配电。

3) 防止井下电气着火事故

井下电缆选用阻燃电缆，电缆着火后，分解出氯化氢气体使火焰与空气隔绝，达到阻燃的目的；同时在对采掘设备供电时选用屏蔽电缆，当其受到机械损伤或砸压时，在短路发生之前，首先出现导线与地线之间的绝缘降低，使漏电继电器在短路发生之前动作，切断电源，防止短路电弧的发生与外露，提高供电的安全性。为防止火灾，井下电气设备均选用矿用一般型及隔爆型。采区变电所及工作面变压器选用干式隔爆变压器。另外，在可能发生火灾的地点，采取相应的防火措施。

（4）防止撞击产生火花的措施

井下运输设备、辅助设备及配套设备在选型时，按有关规程、规范、规定执行，选型合理、正确。

(5) 防止火源进入井下、控制瓦斯浓度的措施

瓦斯爆炸的基本条件是瓦斯浓度在爆炸的界限内（5~16%），低于下限浓度，瓦斯只能燃烧，不能爆炸，高于上限浓度也不会爆炸。另外必须有火源，因此，防止瓦斯爆炸，就要控制瓦斯浓度，并严禁火源。设计在副井井口设置了防火门，打开时不妨碍提升、通风和运输，井口和风机房附近 20m 内，不得有烟火或火炉取暖，在井下和井口房严禁采用可燃性材料设临时操作间和休息间，井下和井口房附近一般不得从事焊接作业，以上这些措施，可防止地面各种火源进入井下。矿井生产时应制定严格的管理制度和采掘工作面的作业规程，严禁地面各种火种进入井下，严格控制火源的产生。井下严禁使用可产生静电的材料，消除放炮时产生的火焰和电气火焰，消除其它火源，机电设备采用各种控制和保护措施，防止各种原因引起的电火花等。

设计要求矿井在建设和掘进期间必须执行《煤矿安全规程》有关瓦斯的要求，及时监测并控制采掘工作面、放炮地点、电机附近 20m 内及回风巷中的瓦斯浓度，使其保持在安全浓度范围之内。

(6) 瓦斯超限的预防措施

1) 设计按煤与瓦斯突出矿井的安全装备标准配备有各种瓦斯监测设备和安全监测仪表，同时矿井设有安全生产监测监控系统，矿井建立瓦斯个体巡回检测和连续监测的双重监测系统，对采掘工作面、主要机电硐室和主要进回风巷道等地点的瓦斯和有害气体进行检查和监测（矿井有害气体最高允许浓度见表 6-2-1），可靠地预测和控制爆炸事故的发生，一旦发现局部超限，能做到及时发现及时处理，消除瓦斯爆炸的一切条件。

6-2-1 矿井有害气体最高允许浓度

名称	一氧化碳 (CO)	二氧化氮 (NO ₂)	二氧化硫 (SO ₂)	硫化氢 (H ₂ S)	氨 (NH ₃)
最高允许浓度 (%)	0.0024	0.00025	0.0005	0.00066	0.004

坚持瓦斯综合治理的基本思想，贯彻“先抽后采、监控管理、以风定产”的瓦斯治理方针。

2) 生产期间严格掌握风量分配，保证各作业地点和硐室有足够的新鲜风流。

3) 在采掘工作面及主要工作地点和回风流等处设置甲烷报警断电仪，掘进

工作面配备有风电甲烷闭锁装置，采煤机配备有甲烷断电报警仪或便携式甲烷检测报警仪，当工作面瓦斯超限时，能及时自动报警并自动切断电源，及时采取措施，确保安全生产。

4) 为了预防瓦斯爆炸事故，设计要求所有下井人员，严格执行《煤矿安全规程》规定，特别是瓦斯检查员，通风检查员以及监测监控的技术维修人员，必须进行上岗前的安全培训，熟悉掌握各种仪器仪表的性能及使用方法，作好检测预报工作。能具备对各种事故发生前征兆的判断能力及处理事故的办法，并及时报告。

5) 总回风巷甲烷浓度不大于 0.75%，如果超限应增加新鲜空气。

6) 加强通风管理、防止瓦斯积聚的主要措施是加强矿井通风，矿井必须做到机械通风，风流要稳定连续，通风系统尽量简单，有足够的风流和风速，避免循环风，掘进巷道局部通风风筒末端要靠近工作面，放炮时不能停止通风等。处理局部瓦斯积聚应根据实际情况采用稀释排出、封闭隔绝和抽采瓦斯等方法。

盲巷积聚瓦斯排放方法采用三通风筒调节法或稀释筒调风法及自控局部通风机排放瓦斯。

三通风筒调节法是在局部通风机出口与导风筒之间接一段三通风筒短节，此短节用胶布风筒缝制而成。稀释筒调风法是用钢板焊制的三通风筒，其上有两套阀门及控制把手，利用调节稀释筒阀门的开启程度来调节风量。自控局部通风机排放瓦斯通过监测甲烷浓度，对通风机及电气设备发出控制指令。

密封巷道积聚瓦斯采用分段排放法，排放巷道排放瓦斯后，应全面检查瓦斯浓度，如仍有瓦斯超限，可采用断开风筒接头的排放方法。

顶板冒落空洞积聚瓦斯可采用充填法、风流吹散法及封闭抽采法。

工作面上隅角积聚瓦斯采用插管抽采法，设风障引导风流稀释排放法。

顶板附近瓦斯层状积聚采用导风板或康达风筒处理法。

防止瓦斯爆炸主要是防止火源进入井下，控制瓦斯浓度。

(7) 加强瓦斯监测监控管理，建立通风安全监测队和完善的监测系统。每年必须对矿井进行瓦斯等级和二氧化碳涌出量鉴定，报有关部门备案。

3. 防治煤与瓦斯突出措施

(1) 设计中的防突措施

1) 煤层开采顺序

主要可采煤层自上而下有三煤组和二₂煤层，煤层开采顺序为“上行式”开采，先采下部二₂煤层。

2) 矿井开拓方式和主要巷道层位

矿井开拓方式为立井单水平上下山开拓方式。矿井主、副井、中央风井进风，南风井、北风井回风，通风方式为两翼对角式，通风方法为抽出式。

3) 设计采用混合式通风系统。矿井南、北翼均布置有轨道大巷和皮带大巷，生产采区采用分区通风，各采区构成完整的通风系统后进行采掘作业。采区内通风方式为下顺槽进风，上顺槽回风。回采工作面采用“U”型通风，掘进工作面为局部通风机压入式通风。矿井南北风井各配备两套同型号同等能力的轴流式主要通风机，其中一台运转，负担全矿井通风任务，另一台备用。

4) 设计地面设置高负压瓦斯抽采系统，井下采用移动瓦斯抽采泵进行抽采，并采用底板瓦斯抽采巷进行瓦斯预抽，有利于煤层解突和降低煤体瓦斯压力。

5) 设计选用所有机电设备均为矿井防爆型。

6) 设计中在具有瓦斯突出危险煤层采掘工作面附近、爆破时撤离人员集中地点设有直通矿调度室的电话，并设置有供给压缩空气设施的避难硐室或压风自救系统。工作面回风系统中有人作业的地点，也设置了压风自救系统。

综上所述，矿井开拓方式、煤层开采顺序、主要巷道层位、矿井通风系统等方面设计均充分考虑了防突的要求。

(2) 区域综合防突措施

根据《防治煤与瓦斯突出细则》第5条规定，矿井为煤与瓦斯突出矿井，在进行采掘作业前，必须采取区域综合防突措施。

区域综合防突措施包括下列内容：

- ① 区域突出危险性预测；
- ② 区域防突措施；
- ③ 区域措施效果检验；
- ④ 区域验证。

1) 区域突出危险性预测

根据《防治煤与瓦斯突出细则》和河南省的有关要求，区域预测一般根据

煤层瓦斯参数结合井下实测资料、瓦斯地质分析的方法进行，也可以用其他经试验证实有效的方法。

根据《河南省人民政府关于印发河南省强化煤矿安全生产暂行规定的通知》（豫政〔2014〕63号）及《河南省人民政府办公厅关于转发河南省煤矿防治煤与瓦斯突出十项措施的通知》（豫政办〔2014〕126号），煤与瓦斯突出矿井严禁划分非突出危险区；区域突出危险性预测必须以实测数据为准，测点间距按煤层走向不得大于100m。区域突出危险性预测应由矿长和总工程师组织实施，预测结果必须由煤炭企业主要负责人和总工程师确认。

区域预测新方法的研究试验应当由具有煤与瓦斯突出鉴定资质的机构进行，并在试验前由煤矿企业技术负责人批准。

根据煤层瓦斯参数结合瓦斯地质分析的区域预测方法应当按照下列要求进行：

①煤层瓦斯风化带为无突出危险区；

②根据已开采区域确切掌握的煤层赋存特征、地质构造条件、突出分布的规律和对预测区域煤层地质构造的探测、预测结果，采用瓦斯地质分析的方法划分出突出危险区。当突出点或者具有明显突出预兆的位置分布与构造带有直接关系时，则该构造的延伸位置及其两侧一定范围的煤层为突出危险区；否则，在同一地质单元内，突出点和具有明显突出预兆的位置以上20m（垂深）及以下的范围为突出危险区。详见图6-2-1。

图 6-2-1 区域突出危险性预测点

③在第一项划分出的无突出危险区和第二项划分的突出危险区以外的范围，应当根据煤层瓦斯压力 P 和煤层瓦斯含量 W 进行预测。预测所依据的临界值应当根据试验考察确定，在确定前可暂按表 6-2-2 预测。

表 6-2-2 根据煤层瓦斯压力和瓦斯含量进行区域预测的邻界值

瓦斯压力 P (MPa)	瓦斯含量 W (m^3/t)	区域类别
$P < 0.74$	$W < 8$ (构造带 $W < 6$)	无突出危险区
除上述情况以外的其他情况		突出危险区

区域预测所依据的主要瓦斯参数测定应当符合下列要求：

I. 煤层瓦斯压力、瓦斯含量等参数应当为井下实测数据，用直接法测定瓦斯含量时应当定点取样；

II. 测定煤层瓦斯压力、瓦斯含量等参数的测试点在不同地质单元内根据其范围、地质复杂程度等实际情况和条件分别布置；同一地质单元内沿煤层走向布置测试点不少于 2 个，沿倾向不少于 3 个，并确保在预测范围内埋深最大及标高最低的部位有测试点。

根据本矿井实际情况，设计采用煤层瓦斯含量 W 、瓦斯压力 P 等作为区域预测指标，根据河南省瓦斯防治的相关要求，瓦斯含量临界值为 $6m^3/t$ 、瓦斯压力临界值为 $0.6MPa$ 。瓦斯含量、瓦斯压力任一指标超标或打钻过程中出现喷孔、顶钻等动力现象的，认定为有突出危险。

2) 区域防突措施

按照《防治煤与瓦斯突出细则》的要求，陈四楼煤矿煤巷掘进工作面均采取穿层钻孔或定向长钻孔预抽煤巷条带煤层瓦斯区域防突措施。

底板瓦斯抽采巷一般布置在距煤层底板不低于 10m 的岩石中，具体层位及位置根据采掘工作面范围内的煤岩层赋存情况和配套钻机性能特点而定，底板巷道断面设计应满足打钻及瓦斯抽采需求。

①穿层钻孔预抽煤巷条带煤层瓦斯区域防突措施

穿层钻孔预抽煤巷条带煤层瓦斯区域防突措施的钻孔采用普通钻孔施工工艺进行施工，控制范围满足下列原则：整条煤层巷道及其两侧倾斜、急倾斜煤

层巷道上帮轮廓线外至少 20m，下帮至少 10m；其他煤层为巷道两侧轮廓线外至少各 15m。

图 6-2-2 穿层钻孔预抽煤巷条带煤层瓦斯钻孔布置示意图

钻孔间距应根据实际考察的不同抽采时间下的穿层钻孔或水力扩孔钻孔有效抽采半径确定，具体参数及要求需在《采掘工作面区域综合防突措施》中明确，穿层钻孔应穿过煤层进入岩石不低于 0.5m，可采用水力扩孔、水力致裂等增透措施以增加煤层透气性，提高瓦斯治理效果，确保区域防突措施抽采效果达标，严禁出现空白带。如图 6-2-2 所示。

②定向长钻孔预抽煤巷条带煤层瓦斯区域防突措施

定向长钻孔预抽煤巷条带煤层瓦斯区域防突措施的钻孔采用定向钻进工艺进行施工，钻孔应当控制煤巷条带煤层前方长度不小于 300m 和煤巷两侧如下范围内的煤层：倾斜、急倾斜煤层巷道上帮轮廓线外至少 20m，下帮至少 10m；其他煤层为巷道两侧轮廓线外至少各 15m。

钻孔间距应根据实际考察的不同抽采时间下的定向长钻孔有效抽采半径确定，具体参数及要求需在《采掘工作面区域综合防突措施》中明确，可探索新型定向长钻孔增透措施以增加煤层透气性，提高瓦斯治理效果，确保区域防突措施抽采效果达标，严禁出现空白带。如图 6-2-3 所示。

图 6-2-3 定向长钻孔预抽煤巷条带煤层瓦斯钻孔布置示意图

③穿层钻孔预抽区段或回采区域煤层瓦斯区域防突措施

穿层钻孔预抽区段或回采区域煤层瓦斯区域防突措施的钻孔采用普通钻孔施工工艺进行施工，钻孔控制范围应覆盖整个区段或回采区域。

钻孔间距应根据实际考察的不同抽采时间下的穿层钻孔或水力扩孔钻孔有效抽采半径确定，具体参数及要求需在《采掘工作面区域综合防突措施》中明确，穿层钻孔应穿过煤层进入岩石不低于 0.5m，可采用水力扩孔、水力致裂等增透措施以增加煤层透气性，提高瓦斯治理效果，确保区域防突措施抽采效果达标，严禁出现空白带。如图 6-2-4 所示。

图 6-2-4 穿层钻孔预抽区段或回采区域煤层瓦斯钻孔布置示意图

④定向长钻孔预抽区段或回采区域煤层瓦斯区域防突措施

定向长钻孔预抽区段或回采区域煤层瓦斯区域防突措施的钻孔采用定向钻进工艺进行施工，钻孔控制范围应覆盖整个区段或回采区域。

钻孔间距应根据实际考察的不同抽采时间下的定向长钻孔有效抽采半径确定，具体参数及要求需在《采掘工作面区域综合防突措施》中明确，可探索新型定向长钻孔增透措施以增加煤层透气性，提高瓦斯治理效果，确保区域防突措施抽采效果达标，严禁出现空白带。

3) 区域措施效果检验

依据《防治煤与瓦斯突出细则》第六十九条：采用预抽煤层瓦斯区域防突措施的，必须对区域防突措施效果进行检验，检验指标优先采用残余瓦斯含量指标，根据现场条件也可采用残余瓦斯压力或者其他经试验证实有效的指标和方法进行检验。

采用残余瓦斯含量或者残余瓦斯压力检验指标时，应当首先根据检验单元内瓦斯抽采及排放量等计算煤层的残余瓦斯含量或者残余瓦斯压力，达到了要求指标后再现场直接测定残余瓦斯含量或者残余瓦斯压力指标，并根据直接测定指标判断防突效果。

①穿层钻孔预抽煤巷条带煤层瓦斯区域防突措施检验测试点布置

对穿层钻孔预抽煤巷条带煤层瓦斯区域防突措施进行检验时，沿煤巷条带每间隔 30~50m 至少布置 1 个检验测试点，如图 6-2-5 所示。

图 6-2-5 穿层钻孔预抽煤巷条带煤层瓦斯措施检验孔测试点布置图

②定向长钻孔预抽煤巷条带煤层瓦斯区域防突措施检验测试点布置

对定向长钻孔预抽煤巷条带煤层瓦斯区域防突措施进行检验时，沿煤巷条带每隔 20~30m 至少布置 1 个检验测试点。也可以分段检验，但每段检验的煤巷条带长度不得小于 80m，且每段不得少于 5 个检验测试点。如图 6-2-6 所示。

图 6-2-6 定向长钻孔预抽煤巷条带煤层瓦斯区域防突措施检验测试点布置示意图

③预抽区段煤层瓦斯区域防突措施检验测试点布置

对预抽区段煤层瓦斯区域防突措施进行检验时，若区段宽度（两侧回采巷道间距加回采巷道外侧控制范围）或者回采区域宽度未超过 120m，则沿采煤工作面推进方向每间隔 30~50m 至少布置 2 个检验测试点；否则，应当沿采煤工作面推进方向每间隔 30~50m 至少布置 3 个检验测试点，且检验测试点距离回采巷道两帮大于 20m，检验测试点布置见图 6-2-7。采用残余瓦斯压力或残余瓦斯含量进行效果检验。

图 6-2-7 预抽区段煤层瓦斯区域防突措施检验测试点布置

对预抽区段和回采区域煤层瓦斯区域防突措施效果及穿层钻孔预抽煤巷条带煤层瓦斯区域防突措施效果进行检验时，可以沿采煤工作面推进方向或者巷道掘进方向分段进行检验，但每段的长度不得小于200m。

4) 区域验证

区域预测为无突出危险区或者区域措施效果检验有效时，采掘过程中还应当对无突出危险区进行区域验证，并保留完整的工程设计、施工和验证的原始资料。

对井巷揭煤区域进行的区域验证，应当采用《防治煤与瓦斯突出细则》第八十七条所列的井巷揭煤工作面突出危险性预测方法进行。

在煤巷掘进工作面和采煤工作面应当分别采用《防治煤与瓦斯突出细则》第八十九条、第九十三条所列的工作面预测方法结合工作面瓦斯涌出动态变化等对无突出危险区进行区域验证，并按照下列要求进行：

- ① 在工作面进入验证区域时，立即连续进行至少 2 此区域验证；
- ② 工作面每推进 10~50m（在地质构造复杂区域或采取了预抽煤层瓦斯区域防突措施以及其他必要情况时宜取小值）至少进行两次区域验证；
- ③ 在构造破坏带连续进行区域验证；
- ④ 在煤巷掘进工作面还应当至少打 1 个超前距不小于 10m 的超前钻孔或

者采取超前物探措施，探测地质构造和观察突出预兆。

当区域验证为无突出危险时，应当采取安全防护措施后进行采掘作业。但若为采掘工作面在该区域进行的首次区域验证时，采掘前还应保留足够的突出预测超前距。

只要有一次区域验证为有突出危险或超前钻孔发现了突出预兆，则该区域以后的采掘作业均应当继续执行区域综合防突措施。

I. 煤巷掘进工作面区域验证

在煤巷掘进工作面对无突出危险区进行的区域验证采用复合指标法。

复合指标法验证煤巷掘进工作面突出危险性时，在煤层工作面应向前方煤体至少施工 3 个直径 42mm、孔深 8~10m 的钻孔，从第 2m 深度开始，钻孔每钻进 1m 测定一次该 1m 段的全部钻屑量 S 值和钻孔瓦斯涌出初速度 q 值，并取其最大值作为验证最终指标值。测定钻孔瓦斯涌出初速度 q 值时，测量室长度为 1.0m。煤巷掘进工作面区域验证钻孔布置图见图 6-2-8。

图 6-2-8 煤巷掘进工作面区域验证钻孔布置示意图

钻孔应尽可能布置在软分层中，一个钻孔位于掘进巷道断面中部，并平行于掘进方向，其他钻孔的终孔点应位于巷道断面两侧轮廓线外 2~4m 处。

煤层采用复合指标法预测煤巷掘进工作面突出危险性的指标临界值应根据试验考察确定，本矿按下表 6-2-3 所列的指标临界值预测突出危险性。

表 6-2-3 复合指标法预测煤巷掘进工作面突出危险性的临界值

钻孔瓦斯涌出初速度 q (L•min ⁻¹)	钻屑量 S (kg•m ⁻¹)
4.5	5.5

如果实测 S 值和 q 值等所有测定值均小于临界值，并且未发现其他异常情况，则该工作面预测为无突出危险工作面；否则，为突出危险工作面。

II. 采煤工作面区域验证

本设计采用复合指标法。工作面经抽采评价达标后，工作面每推进 10-50m（在地质构造复杂区域需采取小值）至少进行 2 次区域验证。验证孔分别从工作面两帮 15m 开始布孔，钻孔间距 12~15m，孔深 7m，钻孔每钻进 1m 测定一次该 1m 段的全部钻屑量 S 值和钻孔瓦斯涌出初速度 q 值，并取其最大值作为验证最终指标，在确定前可参照煤巷掘进工作面突出危险性预测的临界值，详见上表 6-2-3。

如果实测 S 值或 q 值的所有测定值均小于临界值，并且未发现其他异常情况，则该工作面预测为无突出危险工作面，应当在采取安全防护措施后进行回采作业；否则，该工作面有突出危险性，必须继续实施区域防突措施或继续进行抽放直至工作面抽采达标。

（3）石门揭煤综合防突措施

矿井为煤与瓦斯突出矿井，在矿井建设和生产期间，对于石门揭煤，必须严格按《煤矿安全规程》、《防治煤与瓦斯突出细则》等有关规程、规范的规定执行，编制专门的安全措施，以确保安全，具体流程如下：

1) 距煤层法距 10m（地质条件复杂、岩石破碎区域，距煤层法距 20m）。

距煤层法距 10m 处，施工不少于 3 个有效探煤孔，准确探明煤层赋存和地质构造情况，同时可以利用 3 个探煤孔测定煤层瓦斯含量和瓦斯压力。

①探煤孔布置

当巷道掘进到距煤层顶（底）板法距 10m 处时，停止施工，分别在巷道中打不少于 3 个探煤孔，探煤孔一次穿透煤层进入底板 0.5m，石门揭煤探煤孔布置在石门顶（底）部及两侧，井筒揭煤探煤孔位于井筒最外侧，控制到井筒轮廓线外 15m 处。为了提前探明煤层产状及瓦斯赋存状况，在条件许可的情况下，利用邻近巷道提前施工探煤孔和瓦斯压力测定孔。

②根据煤体瓦斯含量或瓦斯压力进行煤层区域突出危险性预测，若瓦斯含量小于 $6\text{m}^3/\text{t}$ 且瓦斯压力小于 0.6MPa，且在钻孔施工过程中无喷孔、钉钻的其他突出动力现象，则煤层为无突出危险性，巷道掘进至距煤层法线距离 5m，然后直接进行区域验证；否则，煤层具有突出危险性，必须在距离煤层法线 7m 时采取防治煤与瓦斯突出区域措施。

③从工作面距煤层法线距离 10m 开始，必须边探边掘，探煤孔超前距不得小于 5m。探孔数量根据实际情况确定，但不得少于 3 个。应准确探测出突出煤层层位，保证与煤层的最小法线距离不小于 7m。

2) 距煤层法距 7m

①预测具有突出危险的煤层，在距煤层法距 7m 时，必须采取防治煤与瓦斯突出区域措施：

石门揭煤区域防突措施采用穿层钻孔预抽石门揭煤区域煤层瓦斯区域防突。穿层钻孔预抽石门（井筒）揭煤区域煤层瓦斯区域防突措施应当在揭煤工作面距煤层的最小法向距离 7m 以前实施（在构造破坏带应适当加大距离），石门（立井）揭煤钻孔的最小控制范围为揭煤处巷道轮廓线外 12m（急倾斜煤层底部或下帮 6m），同时还应当保证控制范围的外边缘到巷道轮廓线（包括预计前方揭煤段巷道的轮廓线）的最小距离不小于 5m，且当钻孔不能一次穿透煤层全厚时，应当保持最小超前距 15m，穿层钻孔的封孔长度不得小于 5m，石门揭煤见图 6-2-9。

图 6-2-9 石门揭煤区域防突措施施工图

②根据《防治煤与瓦斯突出细则》第六十九条规定：采用预抽煤层区域防突措施时，必须对区域防突措施效果进行检验，检验指标优先采用残余瓦斯含量指标，根据现场条件也可采用残余瓦斯压力或者其他经试验（应当符合本细则第五十七条的要求）证实有效的指标和方法进行检验。

对穿层钻孔预抽井巷揭煤区域煤层瓦斯区域防突措施进行检验时，至少布置 4 个检验测试点，分别位于井巷中部和井巷轮廓线外的上部和两侧。

当分段实施区域防突措施时，揭煤工作面与煤层最小法向距离小于 7m 后的各段都必须进行区域防突措施效果检验，且每一段布置的检验测试点不得少于 4 个。检验测试点见图 6-2-10。

自煤层底板揭煤对实施的防突措施效果进行检验时，应当至少增加 1 个位于巷道轮廓线下部的检验测试点。

揭煤巷道全部或者部分在煤层中掘进期间，还应当按照煤巷掘进工作面的要求连续进行工作面预测，并且根据煤层赋存状况分别在位于巷道轮廓线上方和下方的煤层中至少增加 1 个预测钻孔，当预测有突出危险时应当按照煤巷掘进工作面的要求实施局部综合防突措施。

图 6-2-10 石门揭煤预抽煤层瓦斯措施检验试点布置示意图

穿层钻孔预抽井巷揭煤区域煤层瓦斯区域防突措施效果检验，检验指标优先采用残余瓦斯含量指标，根据现场条件也可采用残余瓦斯压力或采用钻屑瓦斯解吸指标法进行辅助措施效果检验。

采用直接测定法或对穿层钻孔预抽石门（井筒）揭煤区域煤层瓦斯区域防突措施进行检验，残余瓦斯含量小于 $6\text{m}^3/\text{t}$ 且残余瓦斯压力小于 0.6MPa ，且在钻孔施工过程中无喷孔、钉钻的其他突出动力现象则预抽区域为无突出危险区；否则，即为突出危险区，预抽防突措施无效。

采用钻屑瓦斯解吸指标对穿层钻孔预抽石门（井筒）揭煤区域煤层瓦斯区域防突措施进行检验，石门揭煤工作面钻屑瓦斯解吸指标的临界值应根据试验考察确定，无实测，可参照表 6-2-4 中所列的指标临界值预测突出危险性。

表 6-2-4 钻屑瓦斯解吸指标法预测石门揭煤工作面突出危险性的参考临界值

煤样	Δh_2 指标临界值 Pa	K1 指标临界值 mL ($\text{g} \cdot \text{min}^{1/2}$) ⁻¹
干煤样	200	0.5
湿煤样	160	0.4

检验期间在煤层中进行钻孔等作业时发生了喷孔、顶钻及其它明显突出预兆时，发生了明显突出预兆的位置周围半径 100m 内的预抽区域判定为措施无效，所在区域煤层仍属突出危险区。

3) 距离煤层法距 5m

①石门（井筒）揭煤工作面根据矿井实际情况，采用钻屑瓦斯解吸指标法进行区域验证和工作面预测。

在距突出煤层最小法线距离 5m（地质构造复杂、岩石破碎的区域，应适当加大法向距离），由工作面向煤层的适当位置至少打 3 个钻孔，在钻孔钻进到煤层时每钻进 1m 采集一次孔口排出的粒径 1~3mm 的煤钻屑，测定其瓦斯解吸指标 K1 或 Δh_2 。各煤层石门揭煤工作面钻屑瓦斯解吸指标法的临界值暂按表 6-2-4 中所列的指标临界值预测突出危险性。预测钻孔见图 6-2-11。

图 6-2-11 钻屑瓦斯解吸指标法预测孔施工示意图

如果所有实测的指标值均小于临界值，并未发现其他异常情况，则该工作面为无突出危险工作面；否则，为突出危险工作面。

②当区域验证或工作面预测为突出危险工作面时，必须继续实施区域防突措施，并再次进行措施效果检验，直到措施有效。

③石门和其他揭煤工作面措施效果检验

对石门和其他揭煤工作面进行防突措施效果检验时，应当选择本设计推荐的钻屑瓦斯解吸指标法或其他经试验证实有效的方法，但所有用钻孔方式检验

的方法中检验孔数均不得少于 5 个，分别位于石门的上部、中部、下部和两侧。

如检验结果的各项指标都在该煤层突出危险临界值以下，且未发现其他异常情况，则措施有效；反之，判定为措施无效。

4) 距煤层法线距 2m

石门和其他揭煤工作面在经工作面措施效果检验为无突出危险工作面，可掘进至远距离爆破揭穿煤层前的工作面位置（距煤层法线距 2m），在掘进期间必须采用物探或钻探手段边探边掘，保证工作面到煤层的最小法向距离不小于远距离爆破揭开突出煤层前要求的最小距离，然后再进行最后的验证。若经验证仍为无突出危险工作面时，则在采取安全防护措施的条件下采用远距离爆破揭穿煤层；否则，必须继续实施区域防突措施，并再次进行措施效果检验，直到措施有效。

经效果检验防突措施有效，并采取相应的安全防护措施后，实施远距离爆破揭开煤层。

（4）局部综合防突措施

1) 根据“河南省人民政府办公厅关于转发河南省煤矿防治煤与瓦斯突出十项措施的通知”（豫政办〔2014〕126 号）等相关规定，经连续区域验证，当验证指标小于临界值时，必须在采取安全防护措施并保留足够的突出预测超前距或防突措施超前距的条件下进行采掘作业。

若区域验证期间出现喷孔、顶钻及其他突出预兆或者区域验证指标达到或超过临界值时，不再采取局部防突措施，必须继续采用穿层钻孔抽采被保护层卸压瓦斯的区域防突措施，并再次进行措施效果检验，直到措施有效。

2) 安全防护措施

按照《防治煤与瓦斯突出细则》的有关条款，在突出煤层中进行采掘作业时，都必须采取安全防护措施。安全防护措施包括设置挡栏、远距离爆破、反向风门、避难硐室、压风自救系统和自救器等安全防护措施。在突出煤层中进行采掘作业时，必须采取安全防护措施。

①设置挡栏

为降低放炮诱发突出的强度，可根据情况在炮掘工作面安设挡栏。挡栏可以用金属、矸石或木垛等构成。金属挡栏一般是由槽钢排列成的方格框架，框

架中槽钢的间隔为 0.4m，槽钢彼此用卡环固定，使用时在迎工作面的框架上再铺上金属网，然后用木支柱将框架撑成 45° 的斜面。一组挡栏通常由两架组成，间距为 6~8m。可根据预计的突出强度在设计中确定挡栏距工作面的距离。

②远距离爆破

I. 井巷揭穿突出煤层和突出煤层的炮掘、炮采工作面必须采取远距离爆破安全防护措施。

煤巷掘进工作面采用远距离爆破时，爆破地点必须设在进风侧反向风门之外的全压通风的新鲜风流中或临时避难硐室内，爆破地点距工作面的距离由矿技术负责人根据曾经发生的最大突出强度等具体情况确定，但不得小于 300m；采煤工作面爆破地点到工作面的距离由矿技术负责人根据具体情况确定，但不得小于 100m。远距离爆破时，回风系统必须停电、撤人。爆破后进入工作面检查的时间由矿技术负责人根据情况确定，但不得少于 30min。

II. 采、掘工作面应采用毫秒爆破。在掘进工作面必须全断面起爆，在采煤工作面，严禁使用两台放炮器同时进行放炮。工作面必须使用安全等级不低于三级的煤矿许用含水炸药和煤矿许用雷管；使用煤矿许用毫秒延期电雷管时，最后一段的延期时间不得超过 130ms。

③设置反向风门

突出危险区设置防突风门时，必须遵守下列规定：

I. 在突出煤层的石门揭煤和煤巷掘进工作面进风侧，必须设置至少 2 道牢固可靠的反向风门。风门之间的距离不得小于 4m。

II. 反向风门距工作面的距离和反向风门的组数，应根据掘进工作面的通风系统和预计的突出强度确定，但反向风门距工作面回风巷不得小于 10m，与工作面的最近距离一般不得小于 70m，如小于 70m 时应设置至少 3 道反向风门。

III. 反向风门墙垛可用砖、料石或混凝土砌筑，嵌入巷道周边岩石的深度可根据岩石的性质确定，但不得小于 0.2m；墙垛厚度不得小于 0.8m。在煤巷构筑反向风门时，风门墙体四周必须掏槽，掏槽深度见硬帮底后再进入实体煤不小于 0.5m。通过反向风门墙垛的风筒、水沟、刮板运输机道等，必须设有逆向隔断装置。

IV. 人员进入工作面时必须把反向风门打开、顶牢。工作面爆破和无人时，

反向风门必须关闭。

反向风门设置见图 6-2-12 所示。

图 6-2-12 反向风门和防逆风装置图

备注：1-木质带铁皮的风门；2-砖墙；3-铁风筒；4-胶皮风筒；5-防止瓦斯逆流铁板；6-防止瓦斯逆流铁板立轴；7-定位圈；8-局部通风机；B1-正常通风时防止瓦斯逆流铁板位置；B2-突然逆风时防止瓦斯逆流铁板位置。

④设置避难硐室

根据采区巷道布置，设计利用现有的一处容量 100 人永久避难硐室，可满足避险需要。

⑤隔离式自救器

设计井下人员每人配备一台不低于 30 分钟压缩氧自救器，备用数量按总量的 10%考虑。主要在矿井环境发生有毒气体污染或缺氧窒息性灾害时，供井人员及时佩戴，保护人员正常呼吸并逃离灾区。

⑥压风自救系统

根据《煤矿井下安全避险“六大系统”建设完善基本规范》的要求，设计在采面、掘进工作面、避难硐室内、采区避灾路线上均应设置压风自救系统，压风自救装置如下示意图 6-2-13。

图 6-2-13 压风自救系统布置示意图

压风自救系统应当达到下列要求：

I. 按规定在地面安设空压机，所有矿井避灾路线上均应敷设压风管路，并设置供气阀门，间隔不大于 200m。

II. 压风自救装置安装在掘进工作面巷道和回采工作面巷道内的压缩空气管道上；每组压风自救装置应可供 5~8 个人使用，平均每人的压缩空气供给量不得少于 $0.1\sim0.15\text{m}^3/\text{min}$ 。

III. 在距采掘工作面 25~40m 的巷道内、爆破地点、撤离人员与警戒人员所在的位置以及回风巷有人作业处等地点至少设置一组压风自救装置；在长距离的掘进巷道中，应根据实际情况增加压风自救装置的设置组数。每组压风自救装置应可供 5~8 人使用。

IV. 采区避灾路线上应敷设压风管路，并设置供气阀门，间隔不大于 200m。

V. 使用压风自救时，其他耗风设备应该停止使用，确保压风自救系统风量。

VI. 压风管路应接入避难硐室，并设置供气阀门，接入的矿井压风管路应设减压、消音、过滤装置和控制阀，压风出口压力在 $0.1\sim0.3\text{MPa}$ 之间，供风量不低于 $0.3\text{m}^3/\text{min}\cdot\text{人}$ ，连续噪声不大于 70db。

⑦其它安全防护措施

I. 矿井入井人员，必须随身携带自救器。

II. 必须派专职瓦检员跟班作业，加强瓦斯检查，严格执行瓦斯检查制度，严禁瓦斯超限作业。

III. 突出的煤必须及时清理。清理突出的煤时，必须制定防煤尘、片帮、冒顶以及瓦斯超限、出现火源、再次发生事故的安全措施。

IV. 巷道揭穿或揭开煤层后，在石门附近 50m 范围内掘进煤巷时，必须加强支护。

V. 巷道揭煤采用远距离爆破时，必须制定包括爆破地点、避灾路线及停电、撤人和警戒范围等的专门措施。煤巷掘进工作面采用远距离爆破时，爆破地点必须设在进风侧反向风门之外的全风压通风的新鲜风流中或避难硐室内，爆破地点距工作面的距离必须在措施中明确规定。远距离爆破时，回风系统必须停电撤人。爆破后，进入工作面检查的时间应在措施中明确规定，但不得小于 30min。

VI. 在采掘工作面附近、爆破时撤离人员集中地点必须设有直通矿调度室的电话。

VII. 机电部门必须经常检查电器设备的完好情况，确保井下“三大保护”正常运行，严禁电器设备有失爆现象。

VIII. 专职安全员在现场实施监察，严格执行防突措施及效果检验，严防弄虚作假，确保防突各环节的质量。

IX. 必须按允许推进距离组织施工，严格正规循环作业，加强采面支护工作，安全员现场监督，严禁超推，确保预留的超前保护距离。

X. 布置在突出危险性煤层顶底板的巷道施工及石门掘进在距突出危险性煤层法距 20m 时，矿井应循环打钻施工地质探测孔控制层位，防止误穿突出煤层或构造。

XI. 设计对防突所需仪器、仪表进行了装备。

XII. 严格按有关操作规程进行操作，严禁违章指挥、违章作业。

XIII. 所有入井人员必须携带自救器。所有下井人员必须熟悉井下避灾路线。

XIV. 矿井必须设立以主要技术负责人为首的防突机构，配齐采矿工程、安全工程、地质工程专业人才。

XV. 防突反向风门必须设置在掘进工作面进风侧的合理位置，尽可能增大与掘进工作面的距离，距工作面回风口不小于 10m。风门前后 5m 范围内巷道支护完好，无片帮、冒顶现象，无杂物、积水、淤泥。

三、顶底板灾害防治措施

1. 一般顶板冒落管理措施及设备

(1) 回采工作面顶板管理方式的选择

矿井为单水平南、北两翼开采，大巷基本沿二₂煤层布置，矿井先开采位于三煤组下部的二₂煤层。

综合机械化采煤，一次采全高。采煤方法为倾斜长壁后退式采煤法和走向长壁后退式采煤法。

二₂煤层顶板以泥岩、砂质泥岩为主、局部中细砂岩，其中砂岩抗压强度 35.7~16.3MPa，平均 99.3MPa，泥岩为 28~97.5MPa，平均 51.7MPa；底板多为泥岩、砂质泥岩，兼有粉细砂岩，底板砂岩抗压强度 46.9~12.63MPa，平均 78.6MPa，泥岩 42.3~93.1MPa，平均 64.7MPa。全部跨落法及充填法管理采空区顶、底板，煤层顶、底板岩石力学强度较高，采用 ZY5200/12/28 型综采液压支架，该支架支撑高度 1.2~2.8m，适应煤层厚度为中厚煤层，支架工作阻力 5200kN，支护强度 0.707MPa。

(2) 回采工作面支架

回采工作面采用双柱掩护式液压支架支护，全部垮落法管理顶板。矿井二₂煤综采工作面选用 ZY6800/16/D35 型掩护式液压支架，端头液压支架选用 ZT6800/17/35 型，过渡支架选用 ZYG6800/17/28 型，工作面顺槽超前支护选用 ZQL2×4000/17/35 型液压支架支护。

采煤工作面回采前必须编制作业规程。情况发生变化时，必须及时修改作业规程或补充安全措施。

采煤工作面必须保持至少 2 个畅通的安全出口，一个通到回风巷道，另一个通到进风巷道。

采煤工作面所有安全出口与巷道连接处超前压力影响范围内必须加强支护，且加强支护的巷道长度不得小于 20m，且此范围内的巷道高度不得低于 1.8m。安全出口和与之相连接的巷道必须设专人维护，发生支架断梁折柱、巷道底鼓变形时，必须及时更换、清挖。

采煤工作面必须按作业规程的规定及时支护，严禁空顶作业。所有支架必

须架设牢固，并有防倒柱措施。严禁在浮煤或浮矸上架设支架。对于软岩条件下初撑力确实达不到要求的，在制定措施、满足安全的条件下，必须经矿总工程师审批。

移动输送机机头、机尾需要拆除附近的支架时，必须先架好临时支架。采煤工作面遇顶底板松软或破碎、过老空、过煤柱或冒顶区以及托伪顶开采时，必须制定安全措施。

2. 矿山压力观测设备

为有效控制和管理顶板，矿井在生产过程中，应进行地质工作和矿压观测，进行地质（构造、岩性）的预测、预报，为巷道的合理支护、科学管理顶底板提供充分的依据。

3. 其它措施

（1）加强对工作面的顶板压力的观测

工作面配备了矿山压力观测仪器、仪表。定期对工作面的顶板压力进行观测，并对每次观测数据进行分析 and 归档留存。

回采工作面设顶板管理安全员，对液压支架的压力进行观测，检查液压支架的工作阻力、初撑力是否达到要求，一旦发现问题及时向矿调度中心汇报，由矿调度中心下达相应的指令，进行处理。

（2）回采时，对工作面上、下顺槽超前回采巷道（一般为工作面前方 20~30m 左右）进行加强支护，使用单体液压支柱配合金属铰接顶梁加强支护，单体液压支柱初撑力不得小于 100kN，软岩应穿铁鞋。

（3）采区布置设计时，避免采掘应力集中和相互影响。

（4）加强科学研究力度，认真总结开采过程中矿山压力显现的规律，为矿井安全回采提供依据。

（5）采煤工作面必须按作业规程的规定及时支护，严禁空顶作业。所有支架必须架设牢固，并有防倒柱措施。严禁在浮煤或浮矸上架设支架。

（6）保证液压支架足够的初撑力，初撑力不得小于额定初撑力的 95%；在液压系统中设有初撑力保证阀；提高泵站工作阻力。

（7）建议工作面两巷超前支护推广使用超前支架。

四、粉尘防治

1. 粉尘爆炸指数及煤尘的爆炸性

本井田无烟煤（除风氧化煤样外）浮煤的可燃基挥发分均小于 10%。自详、精查以来对各可采煤层的无烟煤（包括天然焦）均进行了煤层爆炸性试验，结果可以看出二₂煤层除 0213 孔因风化作用具火星外，其余全无火，属无煤尘爆炸性。三煤组全属无煤尘爆炸性。

2014 年 5 月二₂煤样经煤科集团沈阳研究院有限公司鉴定，二₂煤层无煤尘爆炸性。另外据豫工信煤[2012]153 号附件“2011 年度全省煤矿瓦斯等级和二氧化碳涌出量鉴定审批结果汇总表”、豫工信煤[2014]7 号附件“2013 年度全省煤矿矿井瓦斯等级和二氧化碳涌出量鉴定审批汇总表”、和豫煤行[2016]32 号附件“2015 年度全省煤矿瓦斯等级和二氧化碳涌出量鉴定审批结果汇总表”，二₂煤层无煤尘爆炸性。

2. 防尘措施

（1）矿井综合性防尘措施

①通风防尘

加强通风管理，严格控制风速，风速的大小是影响空气中煤尘浓度的一个重要因素。风速过大，会将堆积煤尘吹起；风速过小，会影响工作面的风量。因此在工作面投产初期，利用通风设施对工作面的风速、风量进行调节，达到合理的风量和风速。

②喷雾洒水降尘

在胶带输送机、刮板输送机、转载机等各转载点、煤仓及溜煤眼上下口等均配备自动喷雾洒水等防尘装置进行喷雾洒水降尘。作业时自动开启降尘装置。

③水幕净化

在采煤工作面进回风顺槽靠近上下出口 30m 内；掘进工作面距迎头 50m 内；装煤点下风方向 15~25m 处；胶带输送机巷道、采区回风巷及承担运煤的进风巷等处设置一道风流净化水幕。

（2）采、掘工作面防尘措施

设计采掘工作面的除尘措施主要有：

①煤层注水：对回采工作面进行煤体注水，即在轨道顺槽采用浅孔注水，使煤体均匀湿润，减少煤尘的产生，抑制煤尘飞扬。

②喷雾洒水：采煤机在割煤过程中配有符合规定的喷雾压力和流量的机载内、外喷雾装置，随采随喷，同时，在运煤、溜煤、各个转载点设有喷雾洒水设备，无水或喷雾装置损坏时必须停机。

采煤机内喷雾装置的使用水压不得小于 2.0MPa，外喷雾装置的使用水压不得小于 4.0MPa，内、外喷雾装置的总流量 200~250L/min，内喷雾降尘率一般 30~50%。

液压支架安装有喷雾装置，降柱移架时同时喷雾。可消除工作面的粉尘，改善工作面的环境。

掘进工作面采用压入式通风，煤巷掘进机设有内外喷雾装置，可以随掘随喷，不仅能够减少截割时的粉尘产生量，而且能预先湿润煤、岩体以减少装运产尘。同时也能消除截割时产生的火花。掘进机外喷雾使用水压不得小于 1.5MPa，耗水量为 30~50L/t，内喷雾装置水压不得小于 3MPa。

③湿式作业：井下风钻均采用湿式打眼，水炮泥封孔，同时，在掘进巷道和硐室时，必须采取巷帮冲洗、爆破喷雾、装岩（煤）洒水和净化风流等综合防尘措施。

④设计要求在采、掘工作面进、回风巷安设风流净化水幕，水幕设置要灵敏可靠，使用正常，封闭全断面。

⑤加强个体防护，设计为掘进工人配备了压风呼吸器，为采煤工人配备了防尘口罩。

通过以上综合防尘措施的实施，可以保证采掘工作面的粉尘浓度满足规程、规范要求。

2. 防爆措施

（1）日常防爆措施

1) 认真执行《煤矿安全规程》等有关规程、规范、政策。

2) 加强对通风设备、设施的管理，经常检查维修，保证矿井通风系统的正常可靠。

3) 经常进行各用风地点风量、风速、瓦斯、粉尘等参数的测定，使之符合

《煤矿安全规程》要求。

4) 配备足够的安全检测仪器仪表, 培训相应人员, 提高安全检测人员素质。

5) 装备有煤矿综合监控系统, 完成本矿井的集中连续安全监测和生产监控。

加强通风管理, 保证各工作点有足够的新鲜风量, 设专职瓦斯及粉尘检查员, 对工作地点经常进行各种有害气体、粉尘、风量的检测, 建立个体巡回检测和集中连续双重检测体系。

6) 回采工作面及掘进工作面均设有完善的风电闭锁瓦斯断电报警系统。

7) 采取各种有效措施, 防止瓦斯局部积聚。

8) 扩散通风距离不超过 6m; 扩散通风巷道不得有瓦斯涌出, 巷道宽度不少于 1.5m。

9) 在风井口安装防爆门。

10) 及时对采空区及废弃巷道进行封闭。

11) 经常对巷道中积聚的煤尘进行清扫, 对易产生煤尘的巷道如胶带输送机巷等进行洒水及喷雾降尘。胶带输送机巷每 50m 设一个防尘三通。

12) 对转载点等易产生煤尘处实行洒水喷雾降尘及集尘器捕捉两种方式降尘。

13) 对浮游煤尘主要采取喷雾降尘加人工清理的方式。

14) 在所有巷道均铺设消防洒水管路, 经常检查巷道煤尘积聚情况, 冲洗巷道, 防止煤尘积聚。

15) 矿井每星期至少检查 1 次煤尘隔爆设施的安装地点、数量、水量及安装质量是否符合要求, 发现问题, 应立即改正。

(2) 消除引燃煤尘爆炸火源的措施

1) 井下主要电动机、电器、变压器等机电设备均采用防爆型, 弱电设施为本安型。生产中应加强机械及电器设备的管理, 防止机械摩擦火花和电火花引燃瓦斯和煤尘。

2) 必须使用安全炸药, 采用水炮泥, 在放炮前后按《煤矿安全规程》要求仔细检测瓦斯、粉尘浓度, 放炮前后在距爆破地点前后 20m 巷道内, 喷雾洒水降尘, 严禁违章作业。

3) 各工种必须严格遵守各自有关规定。严禁在井下开启和修理矿灯。

4) 加强职工井下防火安全教育, 加强井下电气设备的维护管理, 以免发生火灾。

5) 爆破作业应严格遵守有关安全爆破的规定。严禁使用不安全的爆破器材; 不允许放连珠炮、放浮炮、违章使用延期雷管等; 合理地布置炮眼, 放炮前应采取安全措施, 避免放炮引燃瓦斯或煤尘。

6) 遵守瓦斯管理的各项规定, 防止局部积聚和瓦斯爆炸事故。

7) 完善电气三大保护, 防止电气火花。

8) 采用阻燃抗静电的运输胶带、电缆和风筒。

9) 避免斜巷跑车事故造成的高速磨擦火花和撞击电气设备。

10) 下井人员不得穿化纤服装下井。

五、火灾防治

1. 煤层的自燃倾向性等级

在地勘阶段各可采煤层均进行了煤尘爆炸性试验煤的自燃测试。根据试验结果: 除 0427 孔 (5 采区) 和 6303 孔 (1 采区) 二₂煤层火星多, 有弱爆炸性外, 其余均无爆炸性。区内二₂煤层和三煤组各煤层煤尘均无爆炸性。二₂煤层除 1301 孔 ΔT 为 29℃外, 其余全低于 25℃, 属于不易自燃的煤层。8 个生产煤样在试验时, 吸氧量 0.74~0.87cm³/g·干煤, 煤样干燥无灰基挥发分小于 18%, 确定自燃倾向Ⅲ类, 属二₂煤层不易自燃煤层。

2. 外因火灾防治措施

矿井目前开采煤层为不易自燃煤层, 因此火灾防治主要是外因火灾的防治。

(1) 各机电硐室等火灾防治措施

井下所有机电设备硐室及通道均采用砼等不燃性材料支护, 长度超过 6m 的硐室均有两个以上通道出口。

采区排水泵房硐室采用砌碇支护并用砼铺底, 通道采用锚喷支护, 均为不燃性材料, 硐室内还设有手提式灭火器。

井下采区变电所硐室采用砌碇支护并用砼铺底, 配电室与主排水泵房相连处及配电室与变压器室间分别设有防火栅栏两用门各 1 座, 通道采用锚喷支护, 各硐室还按规定配备有手提式灭火器。

其它机电设备硐室均按照有关规程、规范要求设置消防设施。

机电设备硐室的管理维护均应依据有关规程、规范制定相应的制度。并必须按照有关规程规范要求严格进行管理。严禁携带火源或易燃易爆品进入机电硐室，严禁非相关人员进入机电硐室内，机电硐室内确需存放易燃物品时必须严格按照有关规定，将其存放入不燃性容器内并密封严实，严禁乱堆放；机电硐室内工作人员必须进行防灭火的安全培训。如井下发生火灾，必须遵照有关规程、规范要求进行灭火救灾。

（2）井下电气事故火灾防治措施

1) 井下电气设备的防火措施

井下电气设备均采用矿用防爆型。电气设备和供电线路均设有漏电保护、保护接地等。

向井下供电的变压器以及井下配电变压器严禁中性点直接接地。

井下供电电压等级分为：高压 6kV，低压为 1140V 和 660V，照明和电钻电压为 127V。

井底车场及其附近的照明电源引自井下中央变电所，采区照明电源就近引自照明线网。井下保护接地应遵照《煤矿安全规程》有关规定设置。主接地极应在主副水仓中各埋设 1 块面积不小于 0.75m²、厚度不小于 5mm 耐腐蚀钢板制成的主接地极。

装有电气设备的硐室和单独装设的高压电气设备、每个低压配电点、移动变电站、连接高压动力电缆的金属连接装置等地点，均应安装局部接地极。所有电气设备的保护接地装置（包括电缆铠装、铅皮、接地芯线）和局部接地极装置，应与主接地极连接成一个总接地网，接地网上任一保护接地点的总接地电阻值不得超过 2 欧姆。每一移动式 and 手持式电气设备至局部接地极之间的保护接地用的电缆芯线和接地连接导线的电阻值，不得超过 1 欧姆。

2) 井下电缆

井下电缆均采用取得煤矿矿用产品标志的阻燃电缆。电缆的选择、敷设、连接等均按《煤矿安全规程》的规定和要求进行。电缆的选择：根据中华人民共和国煤炭行业标准《煤矿用阻燃电缆》（MT818.1~818.14-1999），电缆全部按新标准设计。

电缆的敷设：下井电缆在立井井筒用卡箍固定敷设在预埋的电缆支架上，在倾角 30° 及其以上的井巷中用夹子或其他夹持装置进行敷设。在水平巷道或倾角 30° 以下的井巷中，沿巷道壁吊钩悬挂。电缆应悬挂在人行道的另一侧，应尽可能在距离轨道远的一侧。电缆悬挂点间距，在水平巷道或倾斜井巷内不超过 3m，在立井井筒内不超过 6m。井下巷道内的电缆，沿线每隔一定距离、拐弯或分支点以及连接不同直径电缆的接线盒两端，均设置标有编号、用途、电压和截面的标志牌。在总回风巷和专用回风巷中不应敷设电缆。电缆穿过墙壁部分用套管保护，并严密封堵管口。

电缆的连接：电缆同电气设备的连接，使用与电气设备性能相符的接线盒，电缆线芯用齿型压线板或线鼻子与电气设备进行连接；不同型电缆之间通过接线盒、连接器或母线盒进行连接；同型电缆之间直接连接时，橡套电缆的修补连接采用阻燃材料进行硫化热补或与热补有同等效能的冷补，在地面热补或冷补后的橡套电缆，经浸水耐压试验，合格后方可下井使用，在井下冷补的电缆必须定期升井试验，塑料电缆连接处的机械强度以及电气、防潮密封、老化等性能，应符合该型矿用电缆的技术标准。

3) 井下电气设备的各种保护

井下高压电动机、移动变电站、动力变压器的高压控制设备，均具有短路、过负荷和欠压释放保护。由井下各变电所、移动变电站和配电点引出的馈电线上，均具有短路、过负荷保护。低压电动机采用真空电磁启动器控制设备，并具有短路、过负荷、单相断线、漏电闭锁保护及远方控制装置的功能。

为保证人身安全，所有电气设备的金属外壳，室内外配电装置的金属构架、钢筋、以及靠近带电部分的金属围栏和金属门、电力电缆接线盒和终端盒、电缆金属外皮及穿线钢管、电力架空线路杆塔等均应接地。

井下电气设备需按有关规定定期检查、维护、修理和调整并设有保护接地、短路、过流、过负荷、断相、漏电等保护。按照《煤矿安全规程》的规定，井下不得带电检修、搬迁电气设备、电缆等。

(3) 胶带输送机着火的防止措施及装备

矿井原煤输送系统采用胶带输送机，为消除火灾隐患，预防胶带输送机发生火灾事故，主要采取以下防治措施及装备：

- 1) 胶带输送机供货厂商必须具有国家规定的有关资质。
- 2) 胶带输送机采用阻燃输送带。
- 3) 胶带输送机托辊非金属零部件和滚筒包胶（铸胶）的阻燃性、抗静电性应符合 MT113 规定。
- 4) 为防止张力下降造成输送带与驱动滚筒发生打滑，胶带输送机设有恒张力拉紧装置，并在驱动滚筒装设打滑保护装置。
- 5) 胶带输送机液力耦合器采用阻燃传动介质。
- 6) 胶带输送机采用矿用防爆型电动机，符合 GB3836.1 标准规定。
- 7) 胶带输送机装设轴承座温度保护、烟雾保护、出入料堆煤保护和自动洒水装置。
- 8) 为防止输送带跑偏，输送机设有调心托辊，并设防跑偏装置。
- 9) 输送机设置张紧力下降保护装置和防撕裂保护装置。
- 10) 胶带输送机机头及机尾硐室设火灾报警及自动喷水灭火系统，并装设监测监控装置与矿井监测监控系统联接。对于成套采用的固定灭火装置必须是经过相关部门鉴定的标准设备。

井下带式输送机微机控制装置主要由矿用本质安全型操作台、控制箱以及各种保护传感器等组成。它与液粘软起动、软制动装置构成带式输送机机电液一体化可控起动与制动系统。控制装置具有：防跑偏、急停、打滑、堆煤、纵撕、温度、烟雾、自动洒水及沿线通讯等功能，具有启动声、光预告警信号。胶带机滚筒温度超高或其下风侧烟雾超限时，通过烟温电源箱自动启动洒水电磁阀。当电控系统在出现以下故障时，进入紧急停车程序：主电机、润滑泵、推杆制动器、控制泵、冷却风扇失电故障；软起动超温，软起动控制欠压，润滑油欠压；输送机综保故障（打滑、沿停、堆煤、跑偏、撕带、烟温）。另外，胶带机电控硐室温度传感器及胶带机滚筒下风侧接入矿井安全生产监测系统。

（4）井下消防洒水系统

井下消防及洒水除尘水源采用净化后的矿井排水，由设在地面工业场地的日用及井下消防洒水水池靠静压供给。

井下消防管道与井下洒水管道采用同一供水管道系统。井下消防洒水管道经副井和采区巷道至各采掘工作面。消防洒水管沿巷道侧壁敷设。

在井底车场；煤层大巷；机电硐室；材料库；采区各上、下山口；掘进巷道入口；采区运输顺槽及轨道顺槽等处设置消防供水阀门。

井下消防总流量为 7.5L/S，每个消火栓流量为 2.5L/S，火灾延续时间为 6 小时。

井下消防供水阀门规格 DN25，由带阀门的三通支管及水管接口组成。

在井下采、掘工作面、煤仓、溜煤眼、以及胶带输送机、刮板输送机、转机等的转载点上均设置喷雾防尘装置。在回风顺槽靠近出口及距工作面 50m 内；装煤点下风方向 15~25m 处；胶带输送机巷道、刮板输送机顺槽及巷道；采区回风巷及承担运煤的进风巷；回风大巷、承担运煤的进风大巷等设置一道风流净化水幕。掘进工作面放炮时必须在工作面 10~15 米地点设空气喷雾器或高压喷雾降尘系统，实行放炮喷雾。

井下消防洒水管道采用无缝钢管，快速接头连接。井下消火栓全部采用减压、稳压消火栓。

(5) 井下消防构筑物及防灭火装备

1) 井下防火门

井下机电硐室如井下主变电所、采区变电所等均设有防火门或防火栅栏两用门，与主要胶带运输巷联通的联络巷风门也为防火门或采用阻燃风门。

2) 井下消防材料库

矿井井底车场设有消防材料库。消防材料配备参照《矿井防灭火规范》有关规定确定。库房内的消防材料和工具非因处理事故不得使用，因处理事故所消耗的材料，必须及时补齐。

六、热害防治

据地勘测温资料，恒温带深度确定为 23m，恒温带温度为 16.5℃。二叠系与新生界地温梯度基本相近。测温孔全孔平均地温梯度为 2~2.8℃/100m，平均 2.25℃/100m。深部地温梯度较小，为 2℃/100m 以下；而浅部地温梯度较高，为 2.5~3.1℃/100m。有三个钻孔（6009、7104、7204）平均地温梯度达 3.1℃/100m。引起热异常的原因可能是浅部接近永城背斜轴部，有利于地热聚积。

对穿见断层的钻孔测温后发现，测温曲线无异常变化，断层附近也未见地

温明显畸变；在岩浆岩侵入的地段及其附近，地温正常。这可能是在漫长的地质历史发展时期，井田内的岩性、构造、水文地质条件等均不易于热的封存，导致岩浆岩热量散失殆尽；加之区内岩浆岩放射性元素含量不高，衰变热不足以形成新的热源，致使地温无明显增高。目前矿井回采工作面最大开采标高为-760m，工作面采掘活动过程中无热害。

在开采过程中，矿井需采用以下几种防治措施：

（1）加大通风强度

实践证明加大采掘工作面风量对改善气象条件是有效的。

（2）部分隔绝热源

为减少煤巷氧化热，可采用隔热材料喷涂工作面顺槽煤壁，目前国内常用的隔热材料有聚乙烯泡沫，硬质氨基甲酸泡沫，膨胀珍珠岩等。

（3）预冷煤层

煤层注水时采用低温水源，使回采工作面煤体预先受到冷却。预冷煤层要比制冷设备更为经济有效，并可兼收降尘之利。

（4）进风井喷水

在进风井处，用冷水喷雾降低矿井进风温度，从而达到改善主要作业地点气象条件的目的。

（5）在采掘工作面进风口放置冰块。

（6）后期采用加大风量等非人工制冷降温措施后，矿内主要作业地点的气象条件仍不能达到现行规程规定的要求时，应采用人工制冷降温措施，安装矿井空调降温系统。

预计采用上述若干种非人工制冷综合降温措施后，采掘工作面温度会降低 $3\sim 5^{\circ}$ 。

七、井下安全避险“六大系统”建设

1. 安全监测监控系统

陈四楼煤矿安全监测监控系统型号为 KJ70X，系统中心站设在调度室，有两台主机，实现双机热备，主信号通过光缆传输之地面，地面中心机房设有双路供电专线，并安装了大容量 UPS 电源及各类防雷器。监控系统可实现对煤矿

井下瓦斯、一氧化碳浓度、温度、风速、负压等的动态监控，为煤矿安全管理提供决策依据。该系统设 87 个监控分站，共安装各类传感器 906 个。系统具有安全监测、断电控制、显示统计、报表打印等功能。矿井监测监控系统中心站实行 24 小时值班制度，当系统发出报警、断电、馈电异常信息时，能够迅速采取断电、撤人、停工等应急处置措施，充分发挥其安全避险的预警作用。

2. 压风自救系统

矿井在采掘工作面及作业地点设置压风自救装置，在供气管路与自救装置连接处，加装有控制阀和汽水分离器，压风自救装置具有“减压、消音、过滤及带有阀门控制的呼吸嘴”等功能。压风系统及压风自救系统共用一套管路，但不同时使用。正常使用时只供压气系统供风，但需要压风自救时，开启压风自救系统，风动工具全部停止作业。

压风自救系统由地面压风机站和井下供风管路构成，中央压风机房现有螺杆空气压缩机 4 套，排气量 $60.5\text{m}^3/\text{min}$ ；北风井压风机房现有上螺杆空气压缩机 4 台，排气量 $60.2\text{m}^3/\text{min}$ 。两个风源分别通过中央风井和北风井井筒送达井下，并通过井下大巷 $\Phi 159\times 6$ 型主供风管路互相联通，可以互补互用，井下所有采掘作业地点均安装有压风自救装置。同时为满足井下所有采掘作业地点在灾变期间能够提供压缩空气，压风管路还必须接至各永久避难硐室或临时避难硐室。并在管路尽头安装供气阀门，由现场根据需要及时连接。井下压风管路要采取保护措施，防止灾变破坏。

3. 井下紧急避险系统

该矿瓦斯等级为煤与瓦斯突出矿井，可采煤层属Ⅲ类不易自燃，无烟煤煤尘一般无爆炸危险性。

根据《国务院于进一步加强企业安全生产工作的通知》（国发〔2010〕23 号）、《国家安全监管总局国家煤矿安监局关于建设完善煤矿井下安全避险“六大系统”的通知》（安监总煤装〔2010〕146 号）、《国家安全监管总局国家煤矿安监局关于印发煤矿井下紧急避险系统建设管理暂行规定的通知》（安监总煤装〔2011〕15 号）、《煤矿井下紧急避险系统建设管理暂行规定》等通知和规定，所有井工煤矿应按照规定要求建设完善煤矿井下紧急避险系统，并符合“系统可靠、设施完善、管理到位、运转有序”的要求，矿井目前已建

立有符合要求的井下紧急避险系统。

(1) 自救器

设计井下人员每人配备一台 ZYX-45 型隔离式自救器，备用数量按总量的 10% 考虑。主要在矿井环境发生有毒气体污染或缺氧窒息性灾害时，供井人员及时佩戴，保护人员正常呼吸并逃离灾区。

(2) 紧急避险设施

1) 永久避难硐室设置

本矿井属煤与瓦斯突出矿井，按照通知和规定的要求，本矿井必须在井下建设完善煤矿井下紧急避险系统。根据本矿井开拓部署以及《煤矿井下紧急避险系统建设管理暂行规定》有关要求，矿井在各个生产采区均设有 100 人的永久避难硐室。

按规定，避难硐室均布置在稳定的岩层中，避开地质构造带、高温带、应力异常区以及透水危险区。前后 20 米范围内巷道应采用不燃性材料支护，且顶板完整、支护完好，符合安全出口的要求。特殊情况下确需布置在煤层中时，应有控制瓦斯涌出和防止瓦斯积聚、煤层自燃的措施。永久避难硐室应确保在服务期间不受采动影响，临时避难硐室应在服务期间避免受采动损害。

本矿井紧急避险设施应与矿井安全监测监控、人员定位、压风自救、供水施救、通信联络等系统相连接，形成井下整体性的安全避险系统。矿井安全监测监控系统应对紧急避险设施外和避难硐室内的甲烷、一氧化碳等环境参数进行实时监测；矿井人员定位系统应能实时监测井下人员分布和进出紧急避险设施的情况；矿井压风自救系统应能为紧急避险设施供给足量氧气，接入的矿井压风管路应设减压、消音、过滤装置和控制阀，压风出口压力在 0.1~0.3MPa 之间，供风量不低于 0.3m³/分钟·人，连续噪声不大于 70dB；矿井供水施救系统应能在紧急情况下为避险人员供水，并为在紧急情况下输送液态营养物质创造条件。接入的矿井供水管路应有专用接口和供水阀门；矿井通信联络系统应延伸至井下紧急避险设施，紧急避险设施内应设置直通矿调度室的电话。

2) 临时避难硐室

矿井按照煤与瓦斯突出设计，矿井已按照根据规定，在采掘工作面 500m 范围内设置临时避难硐室，在各个生产采区的回采工作面上下顺槽均设有 1 个

30 人的临时避难硐室。

(3) 本矿井制定有相对完善的救灾应急预案，组织机构由应急领导小组和应急抢险指挥部组成。领导小组职责：当事故发生后，由领导小组根据事故性质，共同制定抢险救灾应急方案，统一组织指挥事故应急抢险工作。指挥部职责：负责上传下达事故应急抢险领导小组的指示，统一调度指挥抢险救灾工作。

4. 供水施救系统

井下供水水源分为地面水源和井下水源两部分。地面设置有两座 600m³ 的消防与生产生活共用水池，地面水源经副井敷设的一趟 Φ108mm 供水管路并入井下供水网络作为备用水源。井下主要利用供水钻孔向井下各工作场所提供生产用水。井下南、北轨道巷、各水平轨道巷、采区轨道上下山分别铺设 Φ108mm 供水管路一趟。皮带运输大巷、采区皮带上下山分别铺设 Φ108mm 供水管路一趟。各采掘巷道均铺设 Φ89mm 供水管路，轨道巷每 100m 设置一个三通阀门，回风巷及皮带巷均每隔 50m 设置一个三通阀门，供水管路通达井下各作业场所。矿井供水施救系统能在紧急情况下为避险人员供水，并具备在紧急情况下输送液态营养物质的条件。

在所有采掘工作面和其他人员较集中的地点、井下各作业地点及避灾硐室（场所）处设置供水阀门，保证各采掘作业地点在灾变期间能够实现提供应急供水。

在避难硐室内放置井下应急避难专用水净化设备，为避难人员提供不少于 96 小时的饮用水，饮用水质符合《饮用净水水质标准》CJ94-2005，饮用水量不少于 1.5 升/天·人。

5. 通讯联络系统

矿井通讯联络系统是由 SOPHO IS 3000 型数字程控交换机与 KT214(A)型数字程控交换机组成，前者为行政交换机，后者为调度交换机。系统实际容量 512 门，当前已使用 320 余门，行政电话装机用户覆盖全矿区所有办公室；调度交换机为 KT214(A)型数字程控交换机，系统实际容量 512 门，当前井下已经安装电话 260 余部。系统具有选呼、急呼、全呼、强插、强拆、监听、录音等功能，井下电话至调度通讯交换机无中继器通信距离大于 10km；外界通信是通过行政程控数字交换机以光纤为传播媒介和集团公司通讯中心交换机组网，实

行点对点通信方式。矿调度室还配置有两部专用手机，作为光缆通信故障时使用。井筒通讯电缆选用 MHYVR 型阻燃通讯电缆，井下选用 KTH-15 型本质安全型自动电话机。调度通讯系统具有选呼、急呼、全呼、强插、强拆、监听、录音等功能，井下电话至调度通讯交换机无中继器通信距离大于 10km。调度通讯系统功能符合《煤矿安全规程》的要求。矿井装备有 KT130 型矿用无线通讯系统及 KTK113 型煤矿全数字广播系统，实现井下重要场所及工作面巷道语音全覆盖，现场工作人员可清晰听到调度应急指令。调度电话系统担负着全矿井地面及井下各生产部门的调度通信联络，可实现生产调度总机与分机之间直呼、组呼、强插、强拆等功能，通过设置用户权限，高级别用户可强拆低级别用户。用户单元接至地面矿井主要负责人办公室、提升机房、通风机房、压风机房、瓦斯抽采站、变电所等重要场所的固定用户话机；井下各变电所、排水泵房、采区及水平最高点、带式输送机头部、采煤机、工作面及顺槽、掘进面及局扇安装处、爆破时撤离人员集中地点、各避难硐室内等本安型电话分机。

6. 井下人员定位系统

本矿井现有一套 KJ69J(A)型井下人员定位系统。人员位置监测系统 24 小时运行，系统主机和热备机设在调度中心，系统数据通过河南能源安全生产智慧管控平台上传至煤矿复合灾害监测预警系统，读卡分站信号覆盖了地面主井、副井、南风井、北风井、中央风井井口、各采区主要巷道、采掘工作面、人员集中地点、避难场所及其他重点区域、限制区域等。所有下井人员必须携带编码发射器，每人持有各自的编码，监测分站能够自动判断出井下人员的行进方向和前往区域。并在矿井发生事故和出现紧急状况时，系统地面管控指挥中心能与应急预案联动，为抢险指挥部提供可靠的援救信息。

(1) 矿建有人员定位系统，并按规定设置井下分站和基站，能准确掌握井下人员动态分布情况和采掘工作面人员数量。

(2) 矿井各个人员出入井口、重点区域出入口、限制区域等地点均应设置分站，并能满足监测持卡人员出入井、出入重点区域、出入限制区域的要求；巷道分支处设置有分站，并能满足监测持卡人员出入方向的要求。

(3) 煤矿紧急避险设施入口和出口分别设置有人定位系统分站，对出入紧急避险设施的人员进行实时监测。

八、选矿加工及矸石安全管理措施

1. 选煤加工

陈四楼矿选煤厂为矿井型动力煤选煤厂，于 1997 年 11 月 7 日正式投产，原设计能力 240 万吨/年，经过二期工程改造后，处理能力可达 450 万吨/年，采用全入洗、分级入洗、混合入洗、直接浮选、浓缩浮选和半直接浮选相结合的灵活的跳汰浮选生产工艺，主要产品有中块（100-45mm），小块（25-45mm）、粒煤（10-25mm）、末原煤（0-13mm）、末精煤（0-13mm）等。陈四楼矿选煤厂工艺灵活，技术设备先进，自动化程度高，能够根据市场需要和原煤性质灵活调整工艺技术参数及产品结构，适应不同用户的需求。主要防治自然灾害、防火、防爆、防机械伤害和人身安全防护措施等。

（1）预防自然灾害的措施

1) 厂区建（构）筑物按不低于本地区的地震烈度进行设防，以使其在地震时不被损坏。

2) 根据历史洪水位，设计中确定合理的平场及主要建（构）筑物标高，使建筑物不受洪水威胁。

3) 主要建（构）筑物在场区内合理布局，避免主导风向的不利影响。

4) 生产厂房、转载站、选后产品输送机栈桥及辅助厂房等建筑物均采用集中采暖，以防止冬季严寒的侵袭。

5) 对于高度在 15m 以上的建（构）筑物，均采取避雷带防雷接地保护措施。

（2）防火、防爆措施

1) 火灾隐患

选煤厂的工作场所较多，各种设施、设备较多，可能引起火灾的因素也较多，如明火点燃易燃物、静电聚集放电、电缆电线不良接触产生电火花、设备超负荷运转、机电设备误操作等都可能引起火灾。另外，电器设备的线路老化、漏电等也可能导致火灾的发生。

2) 耐火等级

根据生产或储存物品类别的性质以及《建筑设计防火规范》（GB50016-

2014)的规定,正确选择建(构)筑物的耐火等级,使建筑构件的燃烧性能和耐火极限满足规范要求,控制其层数和占地面积,满足建(构)筑物之间的防火间距,是防止火灾发生和蔓延扩大的有效措施之一。

单体建筑防火分区的面积、层数、长度满足《建筑设计防火规范》(GB50016-2014)的要求。各单体建筑根据使用功能的不同,办公楼设一个安全出口和疏散楼梯,其余每幢建筑均设计两个或两个以上的安全出入口和疏散楼梯,安全疏散距离、门、过道、走廊、楼梯的疏散宽度均满足规范要求。

建(构)筑物的承重构件及外墙材料均为非燃烧体。钢筋混凝土梁、板、柱的混凝土保护层厚度均应满足《混凝土结构设计规范》的规定。房间内隔墙、楼梯间隔墙、楼板及屋面等构件和墙体耐火极限均满足相应建(构)筑物耐火等级要求。

3) 建筑安全措施

根据《民用建筑设计通则》(GB50352-2005)和其它相关建筑设计规范、规程的要求行政福利建筑还采取以下措施:

建筑物的底层外窗均设置防盗网。当建筑物走廊内开设低于 2.0m 的窗时,该窗亦设置防盗网。

建筑外窗的窗台高度小于 0.8m 时,设置窗内护栏。护栏距地高度大于 1.1m,满足规范要求。

建筑物阳台、楼梯、上人屋面等临空面的栏杆、栏板距地高度大于 1.1m,满足规范要求。

(3) 防机械伤害和人身安全防护措施

1) 运用技术先进、运转可靠、自动化程度较高的设备,减轻繁重体力劳动强度,保证安全生产。

2) 各设备的转动部分都设置了可靠的防护装置(如防护栏杆或防护罩)并作到轻巧稳固、易于装卸。

3) 所有电气设备均采取可靠的保护措施,低压用电设备采用 660V 供电,所有用电设备采用接地保护。低压配电设备均选用具有过载、短路等保护功能的低压配电柜。

4) 对高于地面 15m 的建(构)筑物设置防雷保护装置,采用避雷带或避

雷针作为接闪器。全厂防雷接地、保护接地和工作接地采用共用接地装置，利用主厂房建筑物基础作为接地装置，接地电阻不大于 $1\ \Omega$ （与弱电系统共用）。

2. 矸石管理

矸石被用于塌陷区的复垦、修路，也可用于窑厂做内燃，另外煤泥和矸石可用于发电厂发电，成为连接煤电的有力保证。本次设计主要面临粉尘危害、噪声危害、振动危害、高温危害等防治。

（1）危害因素

1) 粉尘危害：主要来自矿石在进行破碎、筛分和运转过程中产生的粉尘，影响作业环境，危害作业人员健康。

2) 噪声危害：矿石破碎、筛分等设备在运转工程中产生的机械性噪声，影响作业环境，危害作业人员健康。

3) 振动危害：破碎机、筛分机等设备在运转时产生的机械性振动，影响作业环境，危害作业人员健康。

4) 高低温伤害：由于季节变化，个体防护及设施缺陷，夏季易造成中暑。在干燥、包装车间等，由于降温措施及个体防护缺陷将造成高温伤害。

（2）防治措施

1) 防尘措施

为了减少矸石运输系统在运输及生产过程中产生的粉尘，保障操作人员的身体健康，在转运栈桥、转载站等处，用机械除尘机组及屋顶风机除尘通风，道路考虑采用洒水除尘。

2) 减振、降噪措施

①在设计上选用性能好、运转平稳、质量可靠的低噪声设备。

②治理噪声的主要措施为隔声、吸声、消声、阻尼等。对于设备的电动机、减速机、各种泵类及电机均设置不同形式的隔声罩。对于高噪声设备集中、混响严重，而有不易采用隔声措施的场合，采用平顶及墙体吸声处理，以有效降低作业场所的噪声级。

③高噪声车间设置隔音间。

④对高噪岗位的操作人员配带防护耳罩。

3) 通风及防暑降温措施

在产生有害气体或余热的场所均设自然通风及机械通风装置。

4) 其他防护措施

①接触有害、有毒及腐蚀性物品的工作人员，配备必要的工作服、手套、胶靴、眼镜、口罩等劳动保护用品。

②有关岗位操作工、检修维修工配备必要的工作服、安全帽、绝缘手套、靴子等。

③在个别噪声较高地点的操作人员配备消音耳塞等保护用品。

第七章 矿山地质环境影响与土地损毁评估

根据《矿山地质环境保护与土地复垦方案编制指南》：生产矿山的方案适用年限原则上根据采矿许可证的有效期确定。陈四楼煤矿采矿许可证有效期为自 2004 年 7 月 12 日至 2034 年 7 月 31 日，以 2023 年 1 月为起点开始计算，采矿证的剩余许可年限约为 11.60a。

本方案以采矿许可年限为基础，考虑地下开采系统沉稳期 4.30 年，治理复垦 1.1 年，管护期 3 年，确定本方案服务年限为 20 年（2023 年 1 月-2042 年 12 月）。方案编制基准年为 2022 年。方案适用年限为 5 年，即 2023 年 1 月-2027 年 12 月。

由于方案服务年限长达 20 年，因此本方案的工程部署和费用估算过程分期进行，其中近期 5 年（2023 年 1 月-2027 年 12 月），工程部署较为详细，远期为 15 年（2028 年 1 月-2042 年 12 月），工程部署相对较粗。考虑到开采方式、位置、规模可能发生的变化及物价变化的不确定性，本方案在近期时限执行结束后，宜进行方案修编。

第一节 评估范围与级别

一、评估范围

依据《矿山地质环境保护与恢复治理方案编制规范》（DZ/T0223-2011）有关规定，矿山地质环境影响评估的范围除矿山用地范围外，还应包括矿业活动影响范围。因此，需要综合考虑矿山相关资料及矿山地质环境调查结果、矿山地质环境问题影响范围，并结合采矿工程布置，确定本次评估范围。

根据矿山地质环境调查范围内地质构造分布情况、煤层赋存情况、煤层已开采现状、矿山地质环境已恢复治理情况和矿山开发利用方案，结合矿井地面建设工程和周边矿山分布情况，同时根据陈四楼煤矿矿证服务期限内开采后地表移动变形预测范围，综合确定评估区范围为陈四楼煤矿采矿权范围井下开采影响范围地面建设用地范围和矿井抽排地下水影响范围的叠加边界。具体确定如下：

- 1、陈四楼煤矿现采矿许可证范围面积 61.6854km^2 ;
- 2、截止陈四楼煤矿现采矿许可证有效期，预测矿井采空塌陷影响范围为 43.1421km^2 ;

图 7-1-1 陈四楼煤矿矿区及评估范围图

3、矿井抽排地下水影响范围的确定：依据矿井地质构造分布，结合陈四楼煤矿周边矿山分布情况和区域水文地质构造，陈四楼煤矿矿山开采对煤层顶板山西组砂岩裂隙承压含水层水水位和煤层底板太原组灰岩溶洞裂隙承压含水层水水位影响严重，矿山开采未破坏第四系含水层，其水位变化不明显。井田内地表水系多为人工排涝沟渠，沱河在井田南部 2km 处由西向东流过，沱河近些年水位变化不大，说明煤层开采未造成沱河水漏失。因此，陈四楼煤矿开采对浅层地下水和地表水体的影响不大。

综上所述，综合确定本方案评估区面积 64.4155km²。

二、评估级别

根据《矿山地质环境保护与恢复治理方案编制规范》（DZ/T0223-2011）7.1.2 条规定，矿山地质环境影响评估级别应根据评估区重要程度、矿山生产建设规模和矿山地质环境条件复杂程度综合确定。

（1）评估区重要程度分级

根据《规范》7.1.3 条规定，评估区重要程度应属于重要区（表 7-1-1）。

表 7-1-1 评估区重要程度分级表

重要区	较重要区	一般区
1、分布有 500 人以上的居民集中居住区。	1、分布有 200-500 人的居民集中居住区。	1、居民居住分散，居民集中居住区人口在 200 人以下。
2、分布有高速公路、一级公路、铁路、中型以上水利、电力工程或其他重要建筑设施。	2、分布有二级公路、小型水利、电力工程或其他较重要建筑设施。	2、无重要交通要道或建筑设施。
3、矿区紧邻国家级自然保护区（含地质公园、风景名胜区等）或重要旅游景区）。	3、紧邻省级、县级自然保护区或重要旅游景区。	3、远离各级自然保护区及旅游景区。
4、有重要水源地。	4、有较重要水源地。	4、无较重要水源地。
5、破坏耕地、园地。	5、破坏林地、草地。	5、破坏其他类型土地。
注：重要程度分区确定采取上一级别优先的原则，只要有一条符合者即为该级别。		

1) 评估区内行政区共波及到 3 个乡镇，涉及 35 个行政村、124 个自然村、人口 4.2 万人，其中集中居住区人口 500 人以上的自然村 27 个，属于重要区；

2) 评估区内有省道 S515 和 S201 两条二级公路穿过井田东部和北部，无二

级以上公路，无较重要建筑设施，属于较重要区；

3) 远离各级自然保护区及旅游景区（点），属于一般区；

4) 井田及周边居民用水均为普通机井，无重要水源地；

5) 评估区内内耕地面积 4286.88hm²，园地面积 36.03hm²，将来开采将会破坏耕地、园地资源，属于重要区。

综上所述，评估区重要程度为重要区。

(2) 生产建设规模分类

河南龙宇能源股份有限公司陈四楼煤矿开采矿种为煤，开采方式为地下开采，设计矿山生产规模为 450 万吨/年。根据《矿山地质环境保护与恢复治理方案编制规范》（DZ/T223-2011）附录 D“矿山生产建设规模分类一览表”，矿山生产建设规模属“大型”。

(3) 矿山地质环境条件复杂程度分级

河南龙宇能源股份有限公司陈四楼煤矿采用地下开采，依据《矿山地质环境保护与恢复治理方案编制规范》（DZ/T 0223-2011）附录表 C.1 地下开采矿山地质环境条件复杂程度分级表对该矿山进行分级，依据区内水文地质、工程地质、地质构造、环境地质、开采情况、地形地貌划分，评估区范围内矿山地质环境条件复杂程度为复杂，评估区矿山地质环境条件复杂程度分为三级（表 7-1-2）。

1) 水文地质条件：井田西部和南部基本以正断层为界，形成相对隔水边界，东部二₂煤层露头外灰岩水侧向补给井田的途径受到一定限制；北部为弱补给边界，总体上矿井是一个半封闭的水文地质单元，基岩地下水补给、径流条件较差，与区域地表水联系微弱；矿山正常涌水量 552m³/h，最大正常涌水量 1034m³/h。

2) 工程地质条件：各可采煤层顶、底板均由硬度 3~5 级的层状砂岩、砂质泥岩、泥岩组成。岩层裂隙发育，为闭合型，多被方解石或粘土充填。三煤组各煤层顶、底板完整性差，极限抗压强度一般比二₂煤层低。据物理力学性质试验，砂岩类极限抗压强度一般大于 60MPa，泥岩类一般大于 30MPa，属于强度中等~弱的顶、底板；

3) 陈四楼井田地处冲积平原区，地貌类型单一，主要含煤地层为石炭~二叠系。矿区地处永城隐伏背斜西翼，共发育 9 处褶曲、较大构造断裂 34 条，矿床地质构造条件较复杂；

4) 矿山处于生产期，井田范围内已形成大范围地下采空区和地面塌陷，地面塌陷特征明显，部分地段伴生规模不等的地裂缝。因此，现状条件下，矿山地质环境问题类型以地面塌陷地裂缝为主，其危害较大；

5) 陈四楼煤矿现状条件矿井采空区面积和空间大，由于采用全部垮落法管理顶板，已造成矿区大面积的采空塌陷，采动影响较强烈。

6) 井田区地貌单元类型单一，微地貌形态简单，地形起伏变化平缓，有利于自然排水，地形坡度一般小于 20° ，相对高差小。

综上所述，按上一级别优先的原则，确定评估区矿山地质环境条件复杂程度为复杂类型。

表 7-1-2 地下开采矿山地质环境条件复杂程度分级表

复杂	中等	简单
1.主要矿层（体）位于地下水位以下，矿坑进水边界条件复杂，充水水源多，充水含水层和构造破碎带、岩溶裂隙发育带等富水性强，补给条件好，与区域强含水层、地下水集中径流带或地表水联系密切，老窿(窑)水威胁大，矿坑正常涌水量大于 $10000\text{m}^3/\text{d}$ ，地下采矿和疏干排水容易造成区域含水层破坏。	1.主要矿层（体）位于地下水位附近或以下，矿坑进水边界条件中等，充水含水层和构造破碎带、岩溶裂隙发育带等富水性中等，补给条件较好，与区域强含水层、地下水集中径流带或地表水有一定联系，老窿(窑)水威胁中等，矿坑正常涌水量 $3000-10000\text{m}^3/\text{d}$ ，地下采矿和疏干排水较容易造成矿区周围主要充水含水层破坏。	1.主要矿层（体）位于地下水位以上，矿坑进水边界条件简单，充水含水层富水性差，补给条件差，与区域强含水层、地下水集中径流带或地表水联系不密切，矿坑正常涌水量小于 $3000\text{m}^3/\text{d}$ ，地下采矿和疏干排水导致矿区周围主要充水含水层破坏可能性小。
2.矿床围岩岩体结构以碎裂结构、散体结构为主，软弱岩层或松散岩层发育，蚀变带、岩溶裂隙带发育，岩石风化强烈，地表残坡积层、基岩风化破碎带厚度大于 10m ，矿层（体）顶底板和矿床围岩稳固性差，矿山工程场地地基稳定性差。	2.矿床围岩岩体以薄-厚层状结构为主，蚀变带、岩溶裂隙带发育中等，局部有软弱岩层，岩石风化中等，地表残坡积层、基岩风化破碎带厚度 $5-10\text{m}$ ，矿层（体）顶底板和矿床围岩稳固性中等，矿山工程场地地基稳定性中等。	2.矿床围岩岩体以巨厚层状-块状整体结构为主，蚀变作用弱，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 ，矿层（体）顶底板和矿床围岩稳固性好，矿山工程场地地基稳定性好。
3.地质构造复杂，矿层(体)和矿床围岩岩层产状变化大，断裂构造发育或有活动断裂，导水断裂带切割矿层(体)围岩、覆岩和主要含水层（带），导水性强，对井下采矿安全影响巨大。	3.地质构造较复杂，矿层(体)和矿床围岩岩层产状变化较大，断裂构造较发育，并切割矿层（体）围岩、覆岩和主要含水层（带），导水断裂带的导水性较差，对井下采矿安全影响较大。	3.地质构造简单，矿层(体)和矿床围岩岩层产状变化小，断裂构造不发育，断裂未切割矿层（体）和围岩覆岩，断裂带对采矿活动影响小。
4.现状条件下原生地质灾害发育，或矿山地质环境问题的类型多，危害较大。	4.现状条件下矿山地质环境问题的类型较多，危害较大。	4.现状条件下矿山地质环境问题的类型少，危害小。

表 7-1-2 地下开采矿山地质环境条件复杂程度分级表

复杂	中等	简单
型多，危害大。	大。	小。
5.采空区面积和空间大，多次重复开采及残采，采空区未得到有效处理，采动影响强烈。	5.采空区面积和空间较大，重复开采较少，采空区部分得到处理，采动影响较强烈。	5.采空区面积和空间小，无重复开采，采空区得到有效处理，采动影响较轻。
6.地貌单元类型多，微地貌形态复杂，地形起伏变化大，不利于自然排水，地形坡度一般大于 35° ，相对高差大，地面倾向与岩层倾向基本一致。	6.地貌单元类型较多，微地貌形态较复杂，地形起伏变化中等，不利于自然排水，地形坡度一般为 20° - 35° ，相对高差较大，地面倾向与岩层倾向多为斜交。	6.地貌单元类型单一，微地貌形态简单，地形起伏变化平缓，有利于自然排水，地形坡度一般小于 20° ，相对高差小，地面倾向与岩层倾向多为反交。
注：采取就上原则。前 6 条中只要有一条满足某一级别，应定为该级别。		

(4) 评估级别确定

综上所述，根据矿山地质环境保护与恢复治理方案编制规范附录 A，评估区重要程度为重要区，矿山生产建设规模为大型，矿山地质环境条件复杂程度为复杂，确定矿山地质环境影响评估分级为一级（见表 7-1-3）。

表 7-1-3 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

(5) 地质灾害危险性评估级别

根据《地质灾害危险性评估规范》（GB/T 40112-2021），评估级别由建设项目的重要性和地质环境条件复杂程度综合确定。

① 建设项目的重要性

河南龙宇能源股份有限公司陈四楼煤矿，生产规模 450 万吨/年，为大型矿山，项目属于重要建设项目。

表 7-1-4 建设项目重要性分类表

项目类型	项目类别
重要建设项目	城市总体规划区、村庄集镇规划区、放射性设施、军事和防空设施、核电、高速公路、二级（含）以上公路、铁路、城市轨道交通、机场、大型水利工程、电力工程、港口码头、矿山、集中供水水源地、跨度 $>30\text{m}$ 或高度 $>50\text{m}$ 的建设工程、垃圾处理场、水处理厂、油气管道工程、储油气库、学校、医院、剧院、体育场馆、娱乐场所等
较重要建设项目	新建村庄集镇、三级（含）以下公路，中型水利工程、电力工程、港口码头、矿山、集中供水水源地、跨度 $>24\text{--}30\text{m}$ 或高度 $>24\text{--}50\text{m}$ 的建设工程、垃圾处理场、水处理厂等
一般建设项目	小型水利工程、电力工程、港口码头、矿山、集中供水水源地、跨度 $\leq 24\text{m}$ 或高度 $\leq 24\text{m}$ 的建设工程、垃圾处理场、水处理厂等

②地质环境条件复杂程度

根据《地质灾害危险性评估规范》（GB/T40112-2021）表 2（地质环境条件复杂程度分类表），依据区内水文地质、工程地质、地质构造、环境地质、开采情况、地形地貌划分，确定评估区内矿山地质环境条件复杂程度（表 7-1-5）。

表 7-1-5 地质环境条件复杂程度分类表

条件	类别		
	复杂	中等	简单
区域地质背景	区域地质构造条件复杂，建设场地有全新世活动断裂，地震基本烈度大于Ⅷ度，地震动峰值加速度大于 0.20g	区域地质构造条件复杂，建设场地附近有全新世活动断裂，地震基本烈度Ⅶ度至Ⅷ度，地震动峰值加速度 $0.10\text{g}\sim 0.20\text{g}$	区域地质构造条件简单，建设场地附近无全新世活动断裂，地震基本烈度小于或等于Ⅵ度，地震动峰值加速度小于 0.10g
地形地貌	地形复杂，相对高差 $>200\text{m}$ ，地面坡度以大于 25° 为主，地貌类型多样	地形较简单，相对高差 $50\text{m}\sim 200\text{m}$ ，地面坡度以大于 $8^\circ\sim 25^\circ$ 为主，地貌类型较单一	地形简单，相对高差小于 50m ，地面坡度以小于 8° 为主，地貌类型单一
地层岩性和岩土工程地质性质	岩性岩相复杂多样，岩土体结构复杂，工程地质性质差	岩性岩相变化较大，岩土体结构较复杂，工程地质性质较差	岩性岩相变化小，岩土体结构简单，工程地质性质良好
地质构造	地质构造复杂，褶皱断裂发育，岩体破碎	地质构造较复杂，有褶皱、断裂分布，岩体较破碎	地质构造较简单，无褶皱、断裂，裂隙发育
水文地质条件	具多层含水层，水位年际变化大于 20m ，水文地质条件不良	有二至三层含水层，水位年际变化 $5\text{m}\sim 20\text{m}$ ，水文地质条件较差	单层含水层，水位年际变化小于 5m ，水文地质条件良好
地质灾害及不良地质现象	发育强烈，危害较大	发育中等，危害中等	发育弱或不发育，危害小
人类活动对地质环境的影响	人类活动强烈，对地质环境的影响、破坏严重	人类活动较强烈，对地质环境的影响、破坏较严重	人类活动一般，对地质环境的影响，破坏小

注：每类条件中，地质环境条件复杂程度按“就高不就低”的原则，有一条符合即为该类。

③评估级别确定

综上所述，评估区地质环境条件复杂程度为复杂，建设项目重要性属重要建设项目，综合确定矿山地质灾害危险性评估级别为一级，详见表 7-1-6 地质灾害危险性评估分级表。

表 7-1-6 地质灾害危险性评估分级表

建设项目重要性	地质环境条件复杂程度		
	复杂	中等	简单
重要	一级	一级	二级
较重要	一级	二级	三级
一般	二级	三级	三级

第二节 矿山地质环境保护与土地复垦现状

按照“谁开发，谁保护、谁破坏，谁治理”的原则，陈四楼煤矿于 2019 年 2 月编制了矿山地质环境保护与土地复垦方案。

一、矿山地质环境现状评估

1. 地质灾害危险性现状评估

按照《地质灾害危险性评估规范》，结合陈四楼煤矿多年开采经验，矿区为井工采煤且处于平原，主副井工业场地内原有的矸石堆场的矸石目前正在逐步进行清运，用于制砖，场地已平整等，矸石山顶端有防尘网覆盖，并进行了生态恢复。建设有封闭临时矸石堆场，新产生矸石全部堆放在临时矸石堆场，评估区发生崩塌、滑坡、泥石流、岩溶塌陷及地面沉降的地质环境条件不充分，但存在发生采空塌陷及其伴生地裂缝的可能性。因此，确定本次评估矿山地质灾害现状评估灾种主要为采空区地面塌陷及其伴生地裂缝。

陈四楼煤矿为已采矿山，自投产以来主采二₂煤层，目前存在大面积采空区，且矿方已经对沉陷稳定的塌陷区进行治理。根据现场调查及企业提供的资料，沉陷影响范围 3308.52hm²。在矿区内有 3 处整体塌陷区域，均位于矿区已有采空区上部，局部塌陷深度最大 3.0m，重度损毁区已由矿方治理，复垦面积 849.28hm²，共 6 个区域。

表 7-2-1 现状地面塌陷区治理特征一览表

塌陷编号	位置	沉陷区长度 (m)	沉陷区宽度 (m)	最大塌陷 深度 (m)	塌陷面积 (hm ²)	稳定性	备注
TX1	北 4 采区	700-910	630-800	3.0	62.29	稳定	已由矿方治理
TX2	北 2 采区	330-1800	160-1100	3.0	129.10	稳定	已由矿方治理
TX3	南 1、南 7	1660-3200	460-1800	3.0	449.20	稳定	已由矿方治理
TX4	南 11	350-1300	210-1200	3.0	107.69	稳定	已由矿方治理
TX5		220-420	120-300	3.0	10.29	稳定	已由矿方治理
TX6	南 13 采区	130-1350	20-1140	3.0	90.71	稳定	已由矿方治理
合计					849.28		

道路裂缝

道路裂缝治理

农田积水区

复垦验收后的坑塘

图 7-2-1 现状地面塌陷区治理

矿区内往年开采的采区上存大面积的轻度塌陷现象，下沉深度 0.5~3.0m 不等，现场调查时塌陷处肉眼可见，局部呈波浪状（高差 0.3~0.5m），受永城市高潜水位的地理条件影响，造成采煤后形成地表塌陷，部分沉陷区出现季节性积水。受平原条件影响，只能采用“挖深垫浅”的方式获取土源，以最大限度恢复耕地。陈四楼煤矿土地复垦形成坑塘面积约占治理区面积的 31%。

自矿山开采以来，受地面塌陷影响的村庄有练楼、韩松园、张大庄、冯寨等 8 个行政村庄，已完成搬迁工作 4442 户，受影响的村民约 15000 余人。现以上村民已安置到陈集镇中心社区、高练楼新村、矿北村、张大庄新村、阳光一、二、三期，但废弃房屋尚未拆除完，受地面塌陷灾害危险性大。区内的 S201 部分路段、农村道路已遭受到破坏，现已铺设煤矸石加高加固，仍能维持正常通行。

据上述，矿区内主要地质灾害为地面塌陷及地裂缝，威胁对象是村民和房屋，目前地面塌陷地质灾害影响范围内，受影响村庄已搬迁，无重要工程建筑设施，造成的危害程度中等，地质灾害规模中等。依据 DZ/T0223-2011 附录 E 表 E-1，现状条件下已塌陷区遭受地面塌陷危害为较严重，其地质灾害危险性较严重；工业广场因留设保护煤柱，遭受地面塌陷危害小，其地质灾害危险性较轻；其它区塌陷已经治理，且处于稳定状态，遭受地面塌陷危害小，其地质灾害危险性较轻。

2. 含水层破坏现状评估

依据 2014 年以来统计结果，矿井正常涌水量无明显变化，趋势较平稳。近 5 年矿井正常涌水量 $563\text{m}^3/\text{h}$ 。

(1) 建矿至今，矿山开采主要煤层为二₂煤层，二₂煤层导水裂隙带高度 $21.99\sim 44.82\text{m}$ ，平均 34.37m 。二₂煤层顶板砂岩裂隙水富水性较弱，以静储量为主，对施工影响较小。矿井生产主要抽排底板灰岩水及老空区动水。

(2) 已开采区二₂煤层所在的二叠系下统山西组 (P₁ sh) 厚度 $89.94\sim 131.78\text{m}$ ，平均厚度 105.47m 。二₂煤层位于该组地层中部，已开采区开采厚度 $0.80\sim 3.85\text{m}$ ，平均 2.45m ，由上述垮落带高度数据，可确定已开采区二₂煤层顶板山西组砂岩已破坏高度 $5.71\sim 12.85\text{m}$ ，根据水文地质剖面图，破坏高度尚未达到 K4 标志层位置，因此，现状条件下，含水层破坏对 K4 标志层以上基岩含水层、松散层含水层结构不会造成影响。

(4) 矿山开采对含水层影响综述

结合上述分析，现状条件下，二₂煤层顶板砂岩裂隙水

富水性较弱，矿井主要抽排底板灰岩水及老空区动水。陈四楼煤矿矿山大规模疏干排水已造成煤层底板太原组灰岩岩溶裂隙承压含水层水水位下降。煤层开采在疏干排水区对含水层影响程度为较严重；据现场调查，矿区及周围地

表水体漏失较少，矿区及周围浅层地下水位无明显变化，对矿区及周边居民影响较大的主要供水含水层（浅层地下水）水位下降幅度不明显，水质质量较好，对周围生产、生活用水影响较轻。

3.对地下水水位的影响

通过野外调查发现并结合陈四楼煤矿布设的观井资料，目前第四系浅层孔隙地下水水位埋深一般在 1.5~3.5m 之间，通过矿山布设的水文观测点数据，第四系含水层水位埋深在 1.5m 左右，采矿疏干并没有引起第四系地下水水位下降，其对第四系孔隙地下水水位的影响较轻。该煤矿开采煤层为开采二煤，必须对二煤顶底板砂岩裂隙水采取疏干排水措施，水位已降至工作面顶底板上下，因此矿山开采对二煤层顶底板砂岩含水层水位的影响严重。由于煤矿下组煤尚未开采，对石炭系层间灰岩岩溶裂隙含水层、奥灰含水层水位影响较轻。综上所述，矿山活动对二煤层顶底板砂岩含水层水位的影响严重，对第四系孔隙水含水层、石炭系层间灰岩岩溶裂隙含水层、奥灰含水层水位的影响严重。

表 7-2-2 陈四楼煤矿矿区及周边浅层地下水观测资料统计汇总表

位置	项目	观测结果		
		观测时间(最低水位)	观测数据	水位变化量
沱河	水位	2000 年 7 月 14 日	27.9m	/
		2005 年 7 月 19 日	27.9m	0
		2010 年 7 月 15 日	28.4m	+0.5
		2015 年 12 月 4 日	27.8m	-0.1
		2020 年 1 月 10 日	28.4m	+0.5
		2022 年 6 月 23 日	28.3m	+0.4

4. 地形地貌景观破坏现状评估

(1) 工业广场建设对地形地貌景观影响和破坏评估

经现状调查，矿区内工业广场压占面积 32.21hm²（其中主副井工业场地 30.15hm²、南风井场地 0.76hm²、北风井场地 1.3hm²），地类为工矿用地，工业广场内构筑物、矸石堆场及煤场改变了原有的地形地貌景观，评估认为工业广场建设对地形地貌景观影响程度为较严重。

(2) 道路对地形地貌景观影响和破坏评估

现状条件下，矿山道路为运煤专用铁路及运输道路，面积共 36.73hm²（其中其中运煤铁路专线面积 31.91 hm²，运输公路面积 4.82hm²），公路、铁路的修建破坏了原有地形，改变了周边地貌的一致性和协调性，对原生地形地貌景

观影响和破坏程度较严重。

（3）采煤塌陷区对地形地貌景观影响和破坏评估

现状条件下，陈四楼煤矿为已采矿山，自投产以来主采二₂煤层，目前存在大面积采空区，且矿方已经对沉陷稳定的塌陷区进行治理。根据现场调查及企业提供的资料，沉陷影响范围 3308.52hm²，均位于矿区已有采空区上部，已治理面积 849.28hm²，李古同塌陷区 197.23hm² 因治理后形成池塘不符合基本农田保护政策，工程处于停工状态，目前正对基本农田进行调整，划为本方案中已塌陷未治理区域。其余均为轻、中度塌陷区域，面积 2262.01hm²，塌陷区上方以耕地及村庄为主。该区域塌陷深度 0.3~0.8m，伴有季节性的积水，现场查看地裂缝已自然闭合或被农耕掩盖，对地形地貌景观的影响程度为较轻。

（4）评估区其他区

评估区其他区对地形地貌景观没有破坏，对地形地貌景观的影响程度为较轻。

（5）矿山开采对地形地貌破坏影响现状小结

评估区内无名胜古迹、自然保护区、风景旅游区等地质遗迹和人文景观。现状条件下，陈四楼煤矿矿业生产对生活对地形地貌的影响主要表现为地面塌陷和工业广场、风井场地及道路占压。工业广场、风井场地及道路建设对地形地貌景观影响程度为较严重；现有沉陷已治理面积 849.28hm²，李古同塌陷区 197.23hm² 因治理后形成池塘不符合基本农田保护政策，工程处于停工状态，目前正对基本农田进行调整，划为本方案中已塌陷未治理区域。其余均为轻度、中度塌陷区域，面积 2262.01hm²，该区域塌陷深度 0.3~0.8m，伴有季节性的积水，现场查看地裂缝已自然闭合或被农耕掩盖，现有沉陷对地形地貌景观影响程度为较轻。

4. 水土环境污染现状评估

（1）扬尘

矿山在开采时在大风气象条件下的风蚀扬尘，建筑材料及煤炭的运输、装卸、车辆行驶等均会产生扬尘，由于施工扬尘颗粒较大，沉降快，影响范围一般较小，一般局限在工业广场范围内。现场调查，矿区内洒水车定时的进行洒水，对减小空气中的 TSP 含量非常有效，有效抑制扬尘产生，对水土污染较小。

根据 2023 年 6 月 30 日河南名科检测技术有限公司对河南龙宇能源股份有限公司陈四楼煤矿的储煤场上下风向及煤矸石堆场上下风向的监测结果，监控点与参照点 1h 浓度差值最大值均小于《煤炭工业污染物排放标准》（GB20426-2006）标准要求。

表 7-2-3 废气无组织排放检测结果表

监测点位		颗粒物（ $\mu\text{g}/\text{m}^3$ ）		二氧化硫（ $\mu\text{g}/\text{m}^3$ ）	
		监测浓度	浓度差值	监测浓度	浓度差值
煤炭工业 所属装卸 场所和煤 炭贮存场 所	上风向	184-200	197-215	0.041-0.044	0.048-0.051
	下风向 1#	347-379		0.088-0.097	
	下风向 2#	377-409		0.089-0.103	
	下风向 3#	358-397		0.081-0.094	
煤矸石堆 场	上风向	179-198	192-223	0.043-0.047	0.054-0.058
	下风向 1#	384-409		0.094-0.109	
	下风向 2#	357-399		0.097-0.115	
	下风向 3#	348-390		0.092-0.108	

(2) 废污水排放

矿井建有完善的矿井水及生活污水处理系统，处理达标后供生产生活使用，多额外排。陈四楼煤矿处理后的矿井排水及生活污水对水土环境影响较轻。

① 矿井排水

工业场地矿井涌水经混凝斜管沉淀+石英砂过滤工艺处理后部分回用于井下生产、储煤场洒水、辅助车间用水和地面洒水等，剩余部分外排。

矿井涌水主要污染物为 SS 和 COD。根据 2023 年 6 月 30 日河南名科检测技术有限公司对河南龙宇能源股份有限公司陈四楼煤矿矿井水处理系统排放口的监测结果，见表 7-2-4。

表 7-2-4 矿井排水检测结果一览表（单位：mg/L）

检测项目	PH	COD	SS	石油类	总铁	总锰	总锌
检测结果	7.85	28	22	0.70	未检出	未检出	未检出
GB20426-2006 标准	6~9	50	50	5	6	4	2.0
达标情况	达标	达标	达标	达标	达标	达标	达标
检测项目	总汞	总镉	总铬	六价铬	总铅	总砷	氟化物
检测结果	未检出	未检出	未检出	未检出	未检出	未检出	0.87
GB20426-2006 标准	0.05	0.1	/	0.5	0.5	0.5	10
达标情况	达标	达标		达标	达标	达标	达标

②生活污水

矿井涌水主要污染物为氨氮和 COD。根据 2023 年 6 月 30 日河南名科检测技术有限公司对河南龙宇能源股份有限公司陈四楼煤矿生活污水处理系统排放口的监测结果，见表 7-2-5

表 7-2-5 生活污水检测结果一览表（单位：mg/L）

检测项目	PH	COD	BOD	氨氮	SS	磷酸盐
检测结果	7.7	34	8.2	1.33	8	未检出
GB8978-1996 标准	6~9	100	20	15	70	0.5
达标情况	达标	达标	达标	达标	达标	达标

陈四楼煤矿废水主要为矿井排水及工业广场生活污水。针对矿井水，建有矿井水处理站，对于生活污水，在工业广场建有污水处理站。矿井排水、生活污水经处理后均能达到排放标准，处理后的中水大部分用作井下生产用水、选煤厂用水和工业广场区绿化用水，多余部分外排。根据对污水排放口综合污水水质检测结果，水质完全满足《煤炭工业污染物排放标准》（GB20426—2006）和《污水综合排放标准》（GB8978-1996）表 4 一级标准限值。预测评估矿山排水对区内地下水水质的影响较轻。

（3）固体废弃物

矿区主要固体废弃物有采矿过程产生的煤矸石（第 I 类一般工业固体废物，详见表 7-2-6）及生产人员生活过程中产生的有机废物及灰渣，废弃物不含有毒、有害成分，经大气降水淋滤后，对矿区水土环境影响较轻。根据 2019 年洛阳嘉清检测技术有限公司的对陈四楼煤矿产生的煤矸石进行的浸出毒性试验，该矿煤矸石属于一般工业固体废弃物。

表 7-2-6 矸石浸出液监测结果一览表

项目类别	pH	F- mg/L	汞 mg/L	Cr6+ mg/L	镉 mg/L	砷 mg/L	铅 mg/L	铜 mg/L	锌 mg/L
矸石浸出液	8.75	0.42	未检出	未检出	未检出	未检出	未检出	未检出	未检出
GB5085.3-2007 最高允许浓度	/	100	0.1	5	1	5	5	100	100
GB8978-1996	6-9	10	0.05	1.5	0.1	0.5	1.0	0.5	2.0

5. 地表水及地下水

根据商丘市生态环境局 2021 年度报告中水环境监测结果显示，地表水环境质量全面达标，根据陈四楼煤矿 2023 年 2 月 18 日对区域地下水监测结果，地

下水环境符合《地下水质量标准》GB/T14848-2017 中III类标准的要求。

陈四楼煤矿经处理后的矿井水及生活污水满足相应的排放标准和环境质量标准，对地表水及地下水影响较轻。

6. 土壤

本次治理方案编制工作期间，对陈四楼煤矿（戴王庄、张庄，陈楼，张楼）3处采煤沉陷区，共4个复垦地块，总面积约1911.47亩共采取土壤样48个，并对其镉、汞、砷、铅、铬、铜、镍、锌、六六六、滴滴涕、苯并芘、有机质、全氮、有效磷、速效钾、PH值共16项因子等指标进行评价，根据《土壤环境质量建设用地土壤污染风险管控标准（试行）》（GB15618-2018）和《土壤环境质量建设用地土壤污染风险管控标准》（GB36600-2018）第一类筛选值，被调查区域土壤各监测因子均未超过《土壤环境质量农用地土壤污染风险管控标准（试行）》（GB15618-2018）和《土壤环境质量建设用地土壤污染风险管控标准》（GB36600-2018）第一类用地筛选值，根据该标准筛选值使用规则，目标地块土壤样本化验指标均低于农用地土壤污染风险筛选值，不存在土壤污染的情况。

综上所述，现状开采技术条件下，陈四楼煤矿采矿活动对水土环境影响较轻。

二、土地损毁现状评估

本项目为生产矿山，已经对矿区土地形成损毁。现状调查陈四楼煤矿采矿活动目前已损毁土地主要为工业广场、运矿道路的压占损毁和煤矿生产导致的塌陷损毁。

1. 已损毁土地位置

（1）压占

矿山生产建设过程中，工业广场、排矸场、选煤厂、矿区道路等不可避免的要覆盖原地表，造成土地压占损毁，对土地资源的损毁是毁灭性的。目前陈四楼煤矿对土地的压占主要表现为工业广场、矸石堆及对外运输道路的压占。

（2）塌陷

根据调查，陈四楼煤矿为已采矿山，自投产以来主采二₂煤层，目前存在大

面积采空区，且矿方已经对沉陷稳定的塌陷区进行治理。根据现场调查及企业提供的资料，沉陷影响范围 3308.52hm²，均位于矿区已有采空区上部，已治理面积 849.28hm²，李古同塌陷区 197.23hm² 因治理后形成池塘不符合基本农田保护政策，工程处于停工状态，目前正对基本农田进行调整，划为本方案中已塌陷未治理区域。其余均为轻、中度塌陷区域，面积 2262.01hm²，塌陷区上方以耕地及村庄为主。

2. 已损毁土地面积、现状形态

（1）压占损毁

矿山生产期内，各工业广场相关工程设施和运矿铁路专用线对土地资源的占用将持续存在。目前陈四楼煤矿对土地的压占主要表现为工业广场、矸石堆场及对外运输道路的压占，占用土地面积合计为 68.94hm²，其中工业广场（含矸石堆场，地面均已硬化）压占面积 32.21hm²、铁路专用线及运输道路占地 36.73hm²，占用土地类型为工矿用地、铁路用地及公路用地。

（2）塌陷损毁

根据本次矿山地质环境调查，结合矿山基础数据、煤层开采资料，现状条件下，矿区内塌陷区域已复垦面积 849.28hm²，李古同塌陷区 197.23hm² 因治理后形成池塘不符合基本农田保护政策，工程处于停工状态，目前正对基本农田进行调整，其余均为轻、中度塌陷区域，面积 2262.01hm²，该区域塌陷深度 0.3~0.8m，现场查看，地裂缝已自然闭合或被农耕掩盖。

项目区内灌溉主要依靠机井和坑塘，农民自行利用水泵经软管输水至田间。

地表塌陷导致部分原有机井井管破损，未影响提水灌溉的功能。原有排水沟多为土质沟，地表塌陷的产生影响了排水沟的坡度，导致局部区域排水不畅，影响了正常的耕作。

3. 已损毁土地损毁程度分析

（1）塌陷损毁等级标准

根据《土地复垦方案编制规程》和《国土资源调查》，及《耕地破坏鉴定技术规范》（DB41/T 1982-2020），《方案》损毁类型为塌陷损毁，损毁程度根据土地类型，分为 3 个级别（轻度、中度、重度）。根据本矿山实际情况所选取不同损毁方式评价因子等级标准，见表 7-2-7。

表 7-2-7 煤矿井工开采林地、草地、耕地损毁程度分级表

土地类型	评价指标					损毁等级
	水平变形 (mm/m)	附加倾斜 (mm/m)	下沉值 (m)	沉陷后潜水位埋深 m	生产力下降 %	
林地、草地	≤8.0	≤20.0	≤2.0	≥1.0	≤20.0	轻度
	8.0~20.0	20.0~50.0	2.0~6.0	0.3~1.0	20.0~60.0	中度
	>20.0	>50.0	>6.0	<0.3	>60.0	重度
耕地	评价指标					损毁等级
	塌陷后田面坡度 (°)	积水情况	塌陷深度 (m)	沉陷后潜水位埋深 m	生产力下降 %	
	<15	能自流排水	<2.0	>0.8	<40.0	一般破坏
	≥15	无法自流排水	≥2.0	≤0.8	≥40.0	严重破坏
注：附加倾斜指受采煤沉陷影响而增加的倾斜（斜度）；任何一项指标达到相应标准即认为土地损毁达到该损毁等级。						

表 7-2-8 其他地类占压损毁程度分级表

损毁类型	评价因子	评价等级		
		轻度	中度	重度
占压	建筑或地表硬化程度	未硬化	砂石硬化	完全硬化
	土壤容重（%）	最大幅度<5	最大幅度（5,30）	最大幅度>30
	固体侵入物（%）	<2	（2,5）	≥5

（2）塌陷已损毁区对土地损毁程度分析

对照表 7-2-7，已塌陷区按照塌陷预测和实际调查相结合的方式确定损毁程度。根据现场调查，采空区现有塌陷损毁总面积 3308.52hm²，李古同塌陷区 197.23hm² 因治理后形成池塘不符合基本农田保护政策，工程处于停工状态，目前正对基本农田进行调整，划为本方案中已塌陷未治理区域。其余均为轻、中度塌陷区域，面积 2262.01hm²，塌陷深度最大为 0.80m，小于 1.00m，塌陷已损毁土地分布见图 7-2-2。由于采矿证到 2034 年 7 月 31 日到期，工业广场等将留续使用，故不进行复垦。

由于主副井工业场地及风井等场地土地利用现状为工矿用地，且在基建期均进行了地面固化，严重损毁了地表土壤和植被，改变了原始地貌形态和地表结构，建筑或地表完全硬化，参照表 7.2-8 的评价标准，确定占压对土壤损毁程度为重度损毁。

表 7-2-8 现状已损毁土地破坏程度分析表单位：hm²

损毁单元	耕地 01		园地 02	林地 03		草地 04	商业服务业用地 05		工矿用地 06		住宅用地 07	公共管理与公共服务用地 08					损毁类型	损毁程度
	水浇地 0102	旱地 0103	果园 0201	乔木林地 0301	其他林地 0307	其他草地 0404	物流仓储用地 0508	商业服务业设施用地 05H1	工业用地 0601	采矿用地 0602	农村宅基地 0702	公用设施用地 0809	公园与绿地 0810	广场用地 0810A	机关团体新闻出版用地 08H1	科教文卫用地 08H2		
现有塌陷区	532.03	1764.46	24.06	71.92	22.25	4.32	3.98	3.28	26.62	12.32	208.66	0.86	0.71	0.33	532.03	4.47	轻度	
工矿等																	占压	重度
合计	532.03	1764.46	24.06	71.92	22.25	4.32	3.98	3.28	26.62	12.32	208.66	0.86	0.71	0.33	532.03	4.47		
损毁单元	特殊用地 09	交通运输用地 10						水域及水利设施用地 11				其他用地 12		损毁类型	损毁程度	小计		
		铁路用地 1001	公路用地 1003	城镇村道路用地 1004	交通服务场站用地 1005	农村道路 1006	河流水面 1101	坑塘水面 1104	养殖坑塘 1104A	沟渠 1107	水工建筑用地 1108	空闲地 1201	设施农用地 1202					
现有塌陷区	3.49	5.81	13.16	11.79	7.75	61.89	20.93	189.28	172.10	62.02	35.48		43.67	塌陷	轻度	3308.52		
工矿等														占压	重度			
合计	3.49	5.81	13.16	11.79	7.75	61.89	20.93	189.28	172.10	62.02	35.48		43.67			3308.52		

表 7-2-9 现状已损毁土地破坏权属统计表单位：hm²

权属	水浇地	旱地	果园	乔木林地	其他林地	其他草地	物流仓储用地	商业服务业设施用地	工业用地	采矿用地	农村宅基地	公用设施用地	公园与绿地	广场用地	机关团体新闻出版用地
	0102	0103	0201	0301	0307	0404	0508	05H1	0601	0602	0702	0809	0810	0810A	08H1
八里庙村	0.04	111.31		3.27	0.05				0.27		16.45				0.06
北郝村		62.8		2.17					0.32		5.3	0.03			0.04
陈双楼村	4.23	0.05		0.05					0.50						0.04
戴井村	1.59	115.09	0.21	4.03	3.97	0.09	0.06	0.05	4.12		28.27				
冯寨村	25.61	85.78	11.7	0.29	1.53	0.02	0.34	2.49	0.49		0.83	0.09		0.33	
高口村	20.88	21.57	0.09	0.63					0.39		0.14				
高双庙村	25.07	0.34		0.64							3.16	0.02			
高新庄村	83.67	11.83		3.74	0.51		0.29		4.22		7.95				
韩沟	0.39	0.34		3.22											
韩松园村	77.01	1.31	0.12	2.75	0.59	0.07	0.06		0.04	0.01	9.22				0.04
韩庄村	38.79	16.12	1.02	2.87			0.04		1.51		2.89				
汉臣村	1.04	113.01	0.15	2.16	0.12	0.05	0.11		0.80		13.85				0.04
胡井村	0.93	90.01		3.90	0.22			0.04	1.69		13.38				
李古同村	0.30	171.87		2.17	0.14				1.18		14.77				0.07
李香庄村	0.9	109.20		6.68	0.12						6.06				0.06
李庄村	13.32	224.45	0.94	7.17	1.82				0.33		21.62	0.13			0.15
练花园村		30.58													
练楼村	31.88	0.8		0.45	0.24	0.2	0.04	0.38	0.41	6.67	6.55	0.04			0.05
练油坊村	80.76	7.16		1.06	0.28		0.01		1.77		3.87	0.30			
芦庄村	49.07	0.34		3.18	1.11	0.05			0.19		0.32				
马古同村		1.04		0.06					0.96						

平房村	54.67	9.22	0.23	2.88			0.14	4.61	4.18											
任楼村		6.80	3.19					0.45	0.10											
天齐村																				
王庄村	10.42																			
武庄村		1.57			6.31		2.41	0.14	0.13	0.05										
余庙村	0.25	89.02		0.38	1044	3.54	0.27			12.25										0.08
张大庄村	0.22	137.11	6.25	5.30	0.33	0.29	0.10	0.42	0.35	19.14	0.07	0.71								0.15
张楼村		170.46	0.08	6.22	2.06			0.08	5.29	4.58	0.13									
赵楼村	10.98	160.69	0.09	5.62			0.12	1.46		13.12										0.10
朱小庄村		0.05						0.16		0.07										
朱寨村		14.55		1.03	0.30			0.02	0.43	0.47										
合计	532.03	1764.46	24.06	71.92	22.25	4.32	3.98	3.28	26.62	208.66	0.86	0.71	0.33							0.90
权属	科教文卫用地	特殊用地	铁路用地	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	养殖坑塘	沟渠	水工建筑用地	设施农用地	总计						
八里庙村	08H2	09	1001	1003	1004	1005	1006	1101	1104	1104A	1107	1109	1202	185.36						
	0.07	0.09			0.59		2.86	3.29	38.80		5.51	2.18	0.51							
北郝村	0.58	0.04		0.39	0.30		2.58	0.78	9.84		3.43	2.04		90.68						
陈双楼村				0.11			0.06			0.12				5.11						
戴井村	0.17	0.04	2.72	0.33	1.89		2.57		4.87		0.33		1.06	171.49						
冯寨村		0.62		0.78		0.15	4.29	1.38	5.12	63.40	2.96	0.93	17.45	226.56						
高口村		0.04		0.14			0.74		0.37		1.04			46.03						
高双庙村	0.11				0.13		0.28		1.04					30.80						
高新庄村		0.03			0.04		1.82		2.45		1.90		0.60	119.05						
韩沟								5.69				11.38		21.02						
韩松园村				0.20	0.57		2.04		8.51	2.77	4.82		2.7	112.83						
韩庄村	0.05	0.15		2.10	0.24		1.24		1.09		1.33		0.31	69.76						
汉臣村	0.23	0.06			0.62		3.53	2.13	4.70		2.58	7.56	1.87	154.61						

胡井村	0.08	0.4	3.09	0.85	0.96		2.3		3.11		1.26		0.44	122.68
李古同村		0.51			0.93		4.79		3.66		3.97		1.16	205.52
李香庄村		0.26			0.49		2.66		14.6	15.33	1.88		3.10	161.33
李庄村	0.47	0.22		0.91	0.78		5.65		5.70	1.40	7.47		2.28	294.83
练花园村							0.51				0.71			31.80
练楼村	0.23	0.16		2.11	0.58	7.60	0.68		20.45		1.01		0.25	80.78
练油坊村		0.10		0.58	0.09		2.17		4.16	18.21	3.47		4.30	128.31
芦庄村				0.44			0.93		3.92		0.75			60.29
马古同村							0.07		0.16		0.02			2.29
平房村		0.07			0.08		1.37		0.30		0.67		0.91	79.32
任楼村					0.01		0.69			5.30	0.56		0.39	17.50
天齐村				0.01				0.31						0.32
王庄村							0.15				0.26			10.83
武庄村				1.97			0.19	3.20					0.02	15.99
余庙村	0.64				0.49		2.66		15.53	5.74	1.23		0.69	135.34
张大庄村	1.36			0.21	1.98		4.53		2.60	26.64	2.98		1.82	212.57
张楼村		0.31		0.79			5.14	0.32	25.83	33.31	2.52	0.38	2.56	260.06
赵楼村	0.44	0.39		0.73	1.00		5.16	3.15	12.36		9.05	11.01	1.21	236.69
朱小庄村				0.39				0.68						1.35
朱寨村	0.03			0.11	0.02		0.23		0.10		0.13		0.001	17.42
合计	4.47	3.49	5.81	13.16	11.79	7.75	61.89	20.93	189.28	172.10	62.02	35.48	43.67	3308.52

图 7-2-2 陈四楼煤矿塌陷已损毁土地分布图

三、义务履行情况

1. 报告编制情况

陈四楼煤矿于 2018 年 10 月委托河南省地质矿产勘查开发局测绘地理信息院编制了《河南龙宇能源股份有限公司陈四楼煤矿矿山地质环境保护与土地复垦方案》，通过了专家评审和主管部门审查。《方案》服务年限确定为 25 年，即 2018 年 01 月~2042 年 12 月，方案编制基准年为 2018 年。方案适用年限为 5 年，即 2018 年 1 月-2022 年 12 月。方案估算矿山地质环境保护与土地复垦方案总费用合计 107317.12 万元，其中矿山地质环境保护与恢复治理工程费用包括工程施工费、监测工程费、其他费用和不可预见费，总投资为 17594.56 万元；土地复垦工程动态总投资为 89772.56 万元，静态投资为 41429.87 万元。单位面积动态总投资为 25.48 万元/hm²（1.6987 万元/亩），单位面积静态投资为 11.77 万元/hm²（0.7847 万元/亩）。根据方案确定的土地复垦动态资金计提计划表，2018 年 1 月-2022 年 12 月复垦费用预存金额为 30002.41 万元。

2. 环境治理与土地复垦工程情况

方案服务期前 5 年开采后形成地面塌陷面积 1297.06hm²，方案服务期終了形成地面塌陷面积 2064.30hm²，划定已损毁土地总面积 1767.09hm²，重复损毁区面积 169.60hm²，矿共损毁土地面积 3661.79hm²。

陈四楼煤矿复垦公司依据《方案》要求和采掘规划编制了陈四楼煤矿土地复垦计划和地质环境保护治理计划，2018 年-2022 年计划复垦面积 225.96hm²，方案约定的戴王庄、张庄治理地块已竣工并完成验收评审，验收面积 42.11hm²，其中恢复耕地 33.09hm²，恢复坑塘 8.13hm²；方案内约定的张楼、白阁治理地块已竣工但未进行验收评审，治理面积 44.97hm²；方案内约定的李古同塌陷区治理工程完成治理面积 197.23hm²，因恢复的坑塘与基本农田保护政策相矛盾，工程陷入停工，待基本农田调整后继续施工，划为本方案中已塌陷未治理区域。方案外陈楼复垦工程竣工完成验收评审面积 62.29hm²。

由于现有未治理沉陷区均位于三煤组开采范围，后续土地复垦工程将在三煤组开采后实施。

3. 基金缴纳与提取情况

2018 年 12 月至 2023 年 7 月，陈四楼煤矿累计已缴基金 24342.66 万元（附件 15），原账户结余 9864.98 万元转入基金账户，基金账户缴存 34208.64 万元；依据上年度方案累计使用基金 3332.57 万元，目前基金账户剩余金额 30875.07 万元。

第三节 预测评估

一、矿山地质环境影响预测评估

（一）地质灾害危险性预测评估

1. 矿山工程建设引发或加剧地质灾害危险性预测评估

预测评估是在现状评估的基础上，根据陈四楼煤矿开采规划及采矿地质环境条件特征，预测评估采矿活动可能引起或加剧的地质环境问题及其危害。

1) 煤矿开采引起的地面塌陷预测

（1）地面塌陷预测计算方法与模型

国内外采矿经验认为，当煤层采深采厚比小于 30 时，煤采出一定面积后，会引起岩层移动并波及地表，地面塌陷和变形在空间和时间上都有明显的不连续性，地表变形剧烈，煤矿采空区上方会形成较大裂缝和塌陷坑；当采深采厚比大于 30 时，地层中没有较大地质破坏情况下，煤采出一定面积后，会引起岩层移动并波及地表，地面塌陷和变形在空间上和时间上都有明显的连续性和一定分布规律，常表现为地表移动盆地。陈四楼煤矿已开采运行多年，煤层采厚比远大于 30，评估区大部分区域地面塌陷特征将表现为地表移动盆地。

陈四楼煤矿采煤塌陷区的仿真计算在电脑上进行，采用中国矿业大学开采损害及防护研究所开发的矿区沉陷预计（MSPS）软件包，该软件包的岩移计算采用概率积分法，可对任意形状不规则采区及多层重复开采时的地表移动和变形值进行叠加计算。

MSPS 预测软件根据矿区地质、煤层赋存条件、采煤方法等，参照《建筑物、水体、铁路及主要井巷煤柱留设与压煤开采规范》（2017 年）中采空塌陷计算原理，采用概率积分法进行地面塌陷变形预测。具体模型如下：

下沉：

$$W(x, y) = W_{cm} \cdot \iint_D \frac{1}{r^2} \cdot e^{-\pi \frac{(\eta-x)^2 + (\xi-y)^2}{r^2}} d\eta d\xi$$

倾斜:

$$i_x(x, y) = \frac{\partial W(x, y)}{\partial x} = W_{cm} \cdot \iint_D \frac{2\pi(\eta-x)}{r^4} \cdot e^{-\pi \frac{(\eta-x)^2 + (\xi-y)^2}{r^2}} d\eta d\xi$$

$$i_y(x, y) = \frac{\partial W(x, y)}{\partial y} = W_{cm} \cdot \iint_D \frac{2\pi(\xi-y)}{r^4} \cdot e^{-\pi \frac{(\eta-x)^2 + (\xi-y)^2}{r^2}} d\eta d\xi$$

曲率:

$$k_x(x, y) = \frac{\partial i_x(x, y)}{\partial x} = W_{cm} \cdot \iint_D \frac{2\pi}{r^4} \left(\frac{2\pi(\eta-x)^2}{r^2} - 1 \right) \cdot e^{-\pi \frac{(\eta-x)^2 + (\xi-y)^2}{r^2}} d\eta d\xi$$

$$k_y(x, y) = \frac{\partial i_y(x, y)}{\partial y} = W_{cm} \cdot \iint_D \frac{2\pi}{r^4} \left(\frac{2\pi(\xi-y)^2}{r^2} - 1 \right) \cdot e^{-\pi \frac{(\eta-x)^2 + (\xi-y)^2}{r^2}} d\eta d\xi$$

水平移动:

$$U_x(x, y) = U_{cm} \cdot \iint_D \frac{2\pi(\eta-x)}{r^3} \cdot e^{-\pi \frac{(\eta-x)^2 + (\xi-y)^2}{r^2}} d\eta d\xi$$

$$U_y(x, y) = U_{cm} \cdot \iint_D \frac{2\pi(\xi-y)}{r^3} \cdot e^{-\pi \frac{(\eta-x)^2 + (\xi-y)^2}{r^2}} d\eta d\xi + W(x, y) \operatorname{ctg} \theta_0$$

水平变形:

$$\varepsilon_x(x, y) = U_{cm} \cdot \iint_D \frac{2\pi}{r^3} \left(\frac{2\pi(\eta-x)^2}{r^2} - 1 \right) \cdot e^{-\pi \frac{(\eta-x)^2 + (\xi-y)^2}{r^2}} d\eta d\xi$$

$$\varepsilon_y(x, y) = U_{cm} \cdot \iint_D \frac{2\pi}{r^3} \left(\frac{2\pi(\xi-y)^2}{r^2} - 1 \right) \cdot e^{-\pi \frac{(\eta-x)^2 + (\xi-y)^2}{r^2}} d\eta d\xi + i_y(x, y) \operatorname{ctg} \theta_0$$

本次计算煤层充分采动，地表最大移动、变形值估算公式如下:

地表最大下沉值: $w_{cm} = Mq \cos \alpha$ ，单位 mm;

最大倾斜值: $i_{cm} = \frac{w_{cm}}{r}$ ，单位 mm/m;

最大曲率值: $K_{cm} = \mp 1.52 \frac{w_{cm}}{r^2}$ ，单位 $10^{-3}/m$;

最大水平移动: $U_{cm} = bw_{cm}$ ，单位 mm;

最大水平变形值: $\varepsilon_{cm} = \mp 1.52bw_{cm}/r$ ，单位 mm/m;

主要影响半径: $r = \frac{H}{\tan \beta}$

式中: q—下沉系数;

- m—煤层开采厚度；
- r—主要影响半径；
- a—煤层倾角；
- b—水平移动系数。

(2) 主要参数选取

本次预测参数选取参照陈四楼煤矿生产沉陷观测数据和《河南龙宇能源股份有限公司陈四楼煤矿矿山地质环境保护与土地复垦方案》（2019.02），具体如下：

- 煤层开采厚度（M）：各采区煤层开采厚度取值见表 7-3-1。
- 煤层倾角（α）：煤层倾角 5°~15°，各采区煤层开采厚度取值见表 7-3-1；
- 主要影响半径（r）：煤层采深见表 7-3-1，影响角正切值 $\tan\beta$ 取经验值 2.5；
- 下沉系数（q）：开采二₂煤取 0.78，开采三煤取 0.90；
- 水平移动系数（b）：经验值，取 0.29。

表 7-3-1 方案服务期采区特征值表

时段	采区编号	平均埋深（m）	平均采厚（m）	下沉系数	水平移动系数	主要影响正切值
方案适用期第一时段【5a】（2023.01~2027.12）	南 9	735	2.55	0.78	0.29	2.5
	北 6	617	2.44	0.78	0.29	2.5
	北 12	553	2.48	0.78	0.29	2.5
	北 18	715	2.46	0.78	0.29	2.5
	北 20	687	2.47	0.78	0.29	2.5
	南翼大巷	712	2.42	0.78	0.29	2.5
	35	416	1.6	0.90	0.29	2.5
方案服务期第二阶段【6.6a】（2028.01~2034.07）	南翼大巷	731	2.41	0.78	0.29	2.5
	32	435	1.45	0.90	0.29	2.5
	34	426	3.11	0.90	0.29	2.5
	36	422	2.84	0.90	0.29	2.5
	37	484	2.95	0.90	0.29	2.5
	38	441	1.49	0.90	0.29	2.5

(3) 预测计算结果

本次陈四楼煤矿沉陷预测采用中国矿业大学开采损害及防护研究所开发的矿区沉陷预计（MSPS）软件，按上述公式及计算参数，各采区地表产生最大变形值见表 7-3-2，方案适用期采区及方案服务期采区开采结束后地面下沉预测分别见图 7-3-1、图 7-3-2。

① 方案适用期（2023.01~2027.12）地表变形预测结果

方案适用期（2023.01~2027.12）开采二₂煤层、三煤组，涉及采区为南 9 采区、北 6 采区、北 12 采区、北 18 采区、北 20 采区和南翼大巷、35 采区，根据计算结果绘制的图 7-3-1 地面变形下沉等值线图，方案适用期地裂缝和地面塌陷面积 1756.47hm²。塌陷中心最大下沉值 2327mm，最大倾斜值 -11.2~12.7mm，最大曲率 -0.16~0.15（10⁻³/m），最大水平移动值 -567~522mm，最大水平变形值 -6.62~6.54mm/m。

表 7-3-2 各采区地表最大变形值预测统计表

分期	采区	最大下沉值 (mm)	最大倾斜值 (mm)	最大曲率值 (mm/m)	最大水平移动值 (m)	最大水平变形值 (mm/m)
方案适用期	南 9	1712	5.6	0.02	458	1.9
	北 6	1777	10.4	0.05	413	3.8
	北 12	1620	6.4	0.05	470	2.7
	北 18	1754	10.4	0.11	470	3.8
	北 20	1779	6.4	0.08	458	4.4
	南翼大巷	1633	3.2	0.02	132	1.4
	35	2327	8.2	0.07	413	3.9
第二阶段	南翼大巷	2156	3.7	0.02	-356	7.2
	32	2629	10.5	0.06	-679	4.4
	34	2251	16.9	0.26	705	11.4
	36	2529	11.2	0.06	714	5.4
	37	4684	14.8	0.1	-1217	8.4
	38	4051	10.8	0.16	-797	7.6

注：各采区煤层厚度取各块段的平均值。

② 方案服务期（2028.01~2034.07）结束后地面变形预测结果

方案服务期（2028.01~2034.07）开采二₂煤层和三煤组，涉及采区为北 20 采区、31 采区和 33 采区，根据计算结果绘制的图 7-3-2 地面变形下沉等值线图，方案适用期地裂缝和地面塌陷面积 4314.21hm²。塌陷中心最大下沉值 4684mm，最大倾斜值 -16.9~15.8mm，最大曲率 -0.26~0.16（10⁻³/m），最大水平移动值 -1217~916mm，最大水平变形值 -11.04~7.61mm/m。

图 7-3-1 方案适用期采区地面变形下沉等值线图

图 7-3-2 方案服务期结束采区地面变形下沉等值线图

③ 采空塌陷时间分析

依据《建筑物、水体、铁路及主要井巷煤柱留设与压煤开采指南》，地表移动的延续时间 T ，在无实测资料时，地表移动的延续时间（ T ）可根据下式计算：

$$T=2.5H_0 \text{（当 } H_0 \leq 400\text{m 时）}$$

$$T=1000\exp \left(1-400/H_0 \right) \text{（当 } H_0 > 400\text{m 时）}$$

式中： H_0 —工作面平均采深（m）。

T —地表移动延续时间（d）

根据表 7-3-1 陈四楼煤矿服务期限内采区内煤层埋深为 416~735m，根据上述公式，计算求得各时段地表移动延续的时间见表 7-3-3。

表 7-3-3 各时段开采时地表变形最大延续时间

时段	采区编号	平均埋深（m）	地表移动最大延续时间（d）
方案适用期第一时段【5a】 （2023.01~2027.12）	南 9	735	1577
	北 6	617	1421
	北 12	553	1319
	北 18	715	1553
	北 20	687	1518
	南翼大巷	712	1550
	35	416	1039
方案服务期第二阶段【6.6a】 （2028.01~2034.07）	南翼大巷	731	1573
	32	435	1084
	34	426	1063
	36	422	1054
	37	484	1189
	38	441	1097

地表移动变形延续时间 T 为 900~1800 天，即区内开采二₂煤引起的地表常规移动延续时间约 2.5~4.9 年。

矿区采区工作面停采后地表沉降总延续时间在时间段分配上，初期剧烈变形，中期缓慢变形，晚期相对稳定。但在出现地表变形较大和出现沉陷坑的部位，变形期相对较长，影响程度相对严重。由于本矿井主采煤层厚度较大，总的下沉较大，正常开采区域总的下沉及移动变形值较大，对地表影响较大。

2) 工业场地建设引发崩塌或滑坡地质灾害危险性预测评估

经野外实地调查，评估区未发现崩塌、滑坡等地质灾害。陈四楼煤矿属于生产矿山，工业场地目前已经形成规模，根据矿山规划，工业场地后期不再进行大的工程建设，工程建设位于崩塌、滑坡影响范围外，故工业场地引发崩塌、滑坡可能性小，发育程度弱。根据《地质灾害危险性评估规范》（GB / T40112-2021）表 4、表 5 可知，工业场地引发崩塌、滑坡的危险性小。

2. 建设、生产中可能加剧地质灾害危险性预测评估

陈四楼煤矿地处豫东平原，平原土层较厚，开采煤层会引发地面塌陷、地裂缝地质灾害，可能会引发其它崩塌、滑坡、泥石流等地质灾害。

(1) 已采区域采矿活动加剧地质灾害危险性预测评估

据现状调查，评估区内沉陷影响范围 3308.52hm²，均位于矿区已有采空区上部，塌陷区上方以耕地及村庄为主，已治理面积 849.28hm²，李古同塌陷区 197.23hm² 因基本农田保护政策影响，工程目前停工状态，计入本次方案恢复治理面积。其余均为轻、中度塌陷区域，未形成稳定塌陷区，面积 2262.01hm²，该区域塌陷深度 0.3~0.8m，伴有季节性的积水，现场查看地裂缝已自然闭合或被农耕掩盖，加剧地质灾害的可能性小。

（2）矿山生产中可能加剧地质灾害危险性预测评估

① 近五年期内矿山生产中加剧地质灾害危险性预测评估

煤矿开采区引发的地质灾害主要是地下煤层开采后形成的采空区导致地面塌陷和地裂缝。根据前述计算，方案适用期内（2023.01-2027.12）地表下沉将产生新的地面塌陷，总塌陷面积达到 1756.47hm²，扣除塌陷重叠区，新增塌陷面积，陈四楼煤矿近五年开采后地表最大下沉值 2327mm，水平变形最大值将达到 10.64mm/m，地表将产生地裂缝灾害，根据开采方式及工作面走向，地裂缝将沿工作面长轴方向分布。预测方案近 5 年期内地表塌陷损毁面积 1756.47hm²，其中轻度塌陷损毁填充裂缝面积 826hm²、中度塌陷损毁填充裂缝面积 179hm²。根据《地质灾害危险性评估规范》（GB/T40112-2021）表 2，地面塌陷及伴生地裂缝发育程度强。

因陈四楼煤矿井田范围内的各村庄地面建筑物的结构形式基本为单层或二层砖混结构，层高 3~6m，在不同的地表变形作用下，建筑物受到的影响不同，当地表均匀下沉时，一般来说对建筑物的影响不大；而地表的水平变形、倾斜变形、地表曲率变化可使建筑物受附加应力的作用，当建筑物受到的附加应力过大，超过结构极限时，建筑物就会遭到破坏。

② 方案服务期结束（2028.1-2034.7）矿山生产中加剧地质灾害危险性预测评估

根据前述计算，陈四楼煤矿方案服务期（2028.1-2034.7）预计开采二₂煤和三煤组，方案服务期结束后地表变形最大下沉值 4684mm，全区地面塌陷面积将达到 4314.21hm²，最大水平变形值 10.63mm/m，地表将产生地裂缝灾害，根据开采方式及工作面走向，地裂缝将沿工作面长轴方向分布。根据《地质灾害危险性评估规范》（GB/T40112-2021），地面塌陷及伴生地裂缝发育程度强。

综上，预测地面塌陷区引发地面塌陷及伴生地裂缝的可能性大、危害程度大，地面塌陷发育程度强，由地面塌陷及伴生地裂缝危险性预测评估分级表可知，预测地面塌陷区引发地面塌陷及伴生地裂缝的危险性大。

2. 工程自身可能遭受地质灾害危险性预测评估

(1) 工业场地遭受地质灾害危险性预测评估

根据开发利用方案，工业场地包括主副井工业广场（含矸石堆场）、风井场地及运矿铁路，均已留设保护煤柱，也位于地面塌陷、地裂缝影响范围外，遭受地面塌陷、地裂缝地质灾害可能性小；地表无变形及地裂缝，地表建（构）筑物无开裂现象，未见裂缝，地面塌陷、地裂缝地质灾害发育程度弱，其危害程度小。故遭受地面塌陷、地裂缝地质灾害危险性小。

(2) 矿区道路遭受地面塌陷、地裂缝地质灾害危险性预测评估

矿区内以 S₅₁₅ 和 S201、村村通公路及农耕路为主，预测塌陷区范围与部分田间道重叠，这些路段的损毁形式主要为路基不均匀下沉，改变原有坡度或引起道路的起伏变形、开裂，从而影响当地群众通行安全。损坏后修复措施简单，修复难度小，经济损失相对较小，因此道路、等公共设施遭受地质灾害危险性小。

(3) 村庄遭受地质灾害危险性预测评估

陈四楼煤矿井田范围内的各村庄地面建筑物的结构形式基本为单层或二层砖混结构，层高 3~6m，在不同的地表变形作用下，建筑物受到的影响不同，当地表均匀下沉时，一般来说对建筑物的影响不大；而地表的水平变形、倾斜变形、地表曲率变化可使建筑物受附加应力的作用，当建筑物受到的附加应力过大，超过结构极限时，建筑物就会遭到破坏。

根据前文预测结果可知，方案服务期前 5 年内最大下沉深度为 2327m，地表移动变形影响范围为 1756.47hm²，位于塌陷范围内 26 个自然村，约 8760 人的生命财产安全受到威胁，方案服务期前 5 年预测地面塌陷区内村庄遭受地面塌陷及地裂缝的可能性大，危害程度大。

综上所述，方案服务期结束后预测地面塌陷区内村庄遭受地面塌陷及地裂缝的危险性大，其他区域村庄遭受地面塌陷地裂缝危险性小。

表 7-3-7 塌陷发育程度分级表

发育程度	参考指标							发育特征
	地表变形值				开采深厚比	采空区及其影响带占建设场地面积/%	治理工程面积占建设场地面积	
	下沉量 (mm/a)	倾斜 (mm/m)	水平变形 (mm/m)	地形曲率 (mm/m ²)				
强	>60	>6	>4	>0.3	<80	>10	>10	地表存在塌陷和裂缝；地表建筑物变形开裂明显
中等	20-60	3-6	2-4	0.2-0.3	80-120	3-10	3-10	地表存在塌陷和裂缝；地表建筑物有开裂明显
弱	<20	<3	<2	<0.2	>120	<3	<3	地表无变形及地裂缝，地表建筑无开裂现象

根据前述预测分析，预测塌陷区引发地面塌陷、地裂缝灾害的可能性大，预测塌陷区内主要樊村的民房，危害程度大，发育程度大，矿山开采引发地面塌陷、伴生地裂缝地质灾害危险性大。

(4) 区其他工程设施遭受矿山地质灾害的危险性预测评估

①方案服务期限内影响的地表水系多为人工排涝沟渠，沱河在井田南部2km处由西向东流过，不受地表塌陷影响，但煤层开采将造成沟渠下沉，需对沟渠下沉部分实施修补及加高。人工沟渠遭受采空地面塌陷、地裂缝灾害的危险性小。

②矿区其它区域内不存在采矿活动及工程建设，遭受地质灾害的可能性小，其危害性小。

4. 评估结论

方案服务期前5年开采后形成地面塌陷面积1756.47hm²，方案服务期结束形成地面塌陷面积4314.21hm²，地面塌陷和变形量均较大。预测方案服务期前5年开采后和方案服务期开采结束后矿山开采引发地面塌陷和地裂缝危险性为大；工业广场、风井场地及运矿铁路引发崩塌、滑坡的可能性小，危险性为小；矸石堆引发泥石流的可能性小，危险性小；工业场地、矿区道路等公共设施遭受地面塌陷、地裂缝的可能性小、危险性小；人工沟渠遭受采空地面塌陷、地裂缝灾害的可能性小，危险性小。见表7-3-8~7.3-9。

表 7-3-8 工程建设引发的地质灾害危险性预测评估分级表

引发的地质灾害	工程建设	危害程度	发育程度	危险性等级
地面塌陷及裂缝	煤矿开采	大	强	大
崩塌、滑坡	主副井工业广场	小	弱	小
	风井场地			
	运矿铁路			
泥石流	矸石堆场	小	弱	小

表 7-3-9 工程遭受的地质灾害危险性预测评估分级表

遭受的地质灾害	工程建设	危害程度	发育程度	危险性等级
地面塌陷及裂缝	主副井工业广场	小	弱	小
	风井场地	小	弱	小
	运矿铁路	小	弱	小
	矸石堆场	小	弱	小
	矿区道路	小	弱	小
	村庄	大	强	大
	人工沟渠	小	弱	小
	其他区域	小	弱	小

(二) 含水层破坏预测评估

1. 垮落带最大高度和导水裂隙带最大高度计算

覆岩移动变形对含水层的影响主要受垮落带、导水裂隙带控制，根据《建筑物、水体、铁路及主要井巷煤柱留设与压煤开采规范》中推荐的公式，垮落带、导水裂隙带及防水煤岩柱高度以下式计算：

(1) 垮落带高度公式（中硬岩性）：

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

式中：H_m—垮落带高度（m）

M—煤层的开采厚度（m）

(2) 导水裂隙带高度计算公式（中硬岩性）：

$$H_{li} = \frac{100 \sum m}{1.6 \sum m + 3.6} + 5.6$$

式中：H_{Li}—导水裂隙带高度（m）

依据上述公式计算可知，陈四楼煤矿二₂煤层和三煤组一次采全高开采时，二₂煤层产生的垮落带高度最大为 12.1m，导水裂隙带高度最大为 43.9m。三煤

组产生的垮落带高度最大为 16.3m，导水裂隙带高度最大为 54.2m。

2. 采矿活动对含水层的影响和破坏预测评估

根据该区所处地质条件和煤层的埋藏深度，矿井三煤组、二₂煤层顶板裂隙砂岩为直接充水含水层，裂隙不发育，富水性弱，矿区内间接充水水源为石炭系岩溶裂隙水。由前述地层资料可知，二₂煤层所在的二叠系下统山西组（P₁sh）厚度 82~120m，平均厚度 105.49m。根据前述计算，二₂煤层位于该地层下部，上距煤层顶板裂隙砂岩含水层 30~55m，大于预测的垮落带高度数据；根据矿井设计要求，二₂、三₁、三₂²、三₄煤层分别留有 25m~115m、25m~35m、25m~35m、25~35m 的防水安全煤岩柱。煤矿开采对第四系孔隙含水层、基岩风化带裂隙含水层和深部奥陶系灰岩含水层的影响不大。

陈四楼煤矿煤层开采对煤层顶板山西组砂岩裂隙承压含水层水水位和煤层底板太原组灰岩岩溶裂隙承压含水层水位影响大，矿井排水影响范围约为采空区外 1859m。矿山开采对地下水的影响是局部的，煤层顶板山西组砂岩裂隙承压含水层水水位和煤层底板太原组灰岩岩溶裂隙承压含水层不是区内主要供水层，矿山开采对区内居民的生产生活用水造成影响较轻。

3. 对地下水水质的影响

① 矿山开采对地下水质的影响

陈四楼煤矿废水主要为矿井涌水及工业广场生活污水。在工业场地建有矿井水处理站和生活污水处理站。矿井涌水经处理后达到《煤炭工业污染物排放标准》（GB20426-2006）和《地表水环境质量标准》（GB3838-2002）Ⅲ类、生活污水经处理后达到《污水综合排放标准》（GB8978-1996）一级标准限值，处理后的中水大部分用作井下生产用水、选煤厂用水和工业广场区绿化用水，多余部分外排至工业广场外水沟，农灌期农灌。预测评估矿山排水对区内地下水水质的影响较轻。

② 矸石堆放对地下水影响

矿山生产过程中会产生一定数量的矸石并堆放在矸石堆场，这些矸石长期暴露于空气中受到大气降水的冲洗和淋滤，在受降水淋溶过程中有可能将矸石中赋存的污染物淋溶出来，通过地表下渗或直接经包气带渗入地下含水层中。根据 2019 年洛阳嘉清检测技术有限公司的对陈四楼煤矿产生的煤矸石进行的浸

出毒性试验（见表 7-2-6），在陈四楼煤矿矸石浸出液中，其有毒元素的含量很低，均未超过《危险废物鉴别标准浸出毒性鉴别》（GB5085.3-2007）标准的要求，因此矸石为不具有危险特性的工业固体废物。另外矸石浸出液中任何一种污染物浓度均未超过 GB8978-1996 最高允许排放浓度，且 PH 值在 6~9 之间，按照《一般工业固体废物贮存和填埋污染控制标准》（GB18599-2020），矸石为第 I 类一般工业固体废物，其堆场应为 I 类场地。因此矸石堆放对地下水的影响较轻。

综上所述，矿山生产活动对含水层影响较轻。

4. 评估结论

方案服务期前 5 年生产结束后和方案服务期开采结束，矿业开发对第四系冲、洪积相砂、卵石孔隙潜水含水层及奥陶系灰岩岩溶裂隙承压含水层影响较轻，对下山西组砂岩裂隙承压含水层、太原组灰岩裂隙岩溶承压含水层影响严重。矿山开采及矸石堆放对矿区及其周边地下水水质影响程度较轻。

（三）地形地貌景观破坏预测评估

1. 工业广场持续影响地形地貌景观

陈四楼煤矿生产期各种场地将持续占用土地，按前述现状评估，矿区内工业广场压占面积 32.21hm²（其中主副井工业场地 30.15hm²、南风井场地 0.76hm²、北风井场地 1.3hm²），其中工业广场内矸石堆占地 1.5hm²，表面生态恢复及裸露山体混凝土喷浆加固覆盖，新建全封闭矸石棚，占地面积为 1500m²，并对周边地面进行硬化，对地形地貌景观影响为较严重。

2. 道路持续影响地形地貌景观

陈四楼煤矿已修成的运矿铁路将持续影响地貌景观，面积为 31.91hm²。据现状评估，道路为线性工程，预测道路对地形地貌景观影响较严重。

3. 地下开采破坏地形与地貌景观

根据前述地面塌陷预测，方案服务年限开采结束后，陈四楼煤矿采空塌陷中心最大下沉值 4684mm，下沉面积为 4314.21hm²，最大倾斜值-23.5mm，最大曲率-0.24（10⁻³/m），最大水平移动值 1158mm，最大水平变形值 10.63mm/m。该区域浅层地下水多年水位埋深浅，塌陷严重区可能会造成积水地貌景观，预测评估该区域地形地貌景观影响程度为严重，总面积为 68.94hm²；地面塌陷深

度大于 1.0m 小于 2.0m 的区域会由原来的平地变为低洼的缓坡地，但仍保持原来的陆地地貌景观，预测评估该区域地形地貌景观影响程度为较严重，总面积为 2757.88hm²；对于下沉值小于 1.0m 的区域，地面相对较平坦，地形略有起伏，因此预测评估开采对该区域地形地貌景观影响程度为较轻，总面积为 971.85hm²。

（四）水土环境污染预测评估

根据前述水土环境污染现状分析，矿山生产对水土污染现状较轻，矿山下步开采与当前开采方式相同，未引入新的污染源；因此，预测陈四楼煤矿中远期水土环境污染程度为较轻。

二、土地损毁分析与预测

（一）土地损毁环节与时序

1. 开拓方式和采煤方法

本矿为生产矿山，采用倾斜长壁式采煤方法，综放开采工艺，全部垮落法管理顶板，矿井采用立井分煤层开拓方式。

2. 采区布置与开采时序

本矿井采用上行开采，先开采二₂，再开采三煤组，三煤组采用煤层群联合开采，矿井现开采二₂煤层。二₂煤层

现采矿权范围内-440 水平内以主、副井工业场地划分南、北两翼开采，目前矿井南翼南 1 采区、南 3 采区、南 7 采区、南 11 采区、南 13 采区、南 15 采区、南 17 采区基本已经回采完毕，生产采区为 5 采区，接替采区为 9 采区；北翼北 2 采区、北 4 采区、北 10 采区、北 12 采区基本已经回采完毕，生产采区为 8 采区，接替采区为 6 采区。三煤组采用煤层群联合开采，前期与二煤配采，后期分南北两翼开采，南翼按照 35 采区→33 采区→31 采区→37 采区→三煤南翼煤柱顺序开采；北翼按照 34 采区→310 采区→312 采区→38 采区→314 采区→316 采区→32 采区→36 采区→三煤北翼煤柱顺序开采。采区接替见表 4-1-1。因此在方案服务期内开采过程中首先是南 5 采区、北 6 采区、北 12 采区不断塌陷，伴生地表裂缝、倾斜等土地损毁现象，接着是其他采区也出现类似土地塌陷情况。

陈四楼煤矿在建设生产过程中对土地的主要损毁方式为塌陷、压占。井下开采会形成采空区，使得地表出现不同塌陷程度的下沉盆地。地表塌陷使土地受损，并加剧水土流失，导致农田减产甚至绝产。项目内没有国家重点保护文化遗址及濒危野生动物，因占地造成的土地减少不会对本区生态系统造成大的影响，但项目主副井、配套的生产系统以及矸石堆积场长期压占使土地功能改变。

（二）地面塌陷对土地的损毁预测

根据项目区地质、煤层赋存条件、采煤方法等，参照《建筑物、水体、铁路及主要井巷煤柱留设与压煤开采规范》（2017）中采空塌陷计算原理，采用概率积分法进行地面塌陷变形预测。预测方法、范围、参数的选取、结果和地表变形时间预测见第七章第三节“一、地质灾害危险性预测评估”。

1. 拟损毁土地面积

根据前述计算，方案服务期内，陈四楼煤矿土地拟损毁面积共计4314.21hm²，具体统计见表7-3-10。

表 7-3-10 方案服务期内损毁土地面积统计表

一级地类		二级地类		面积 (hm ²)	占总面积比例	
01	耕地	0102	水浇地	1059.09	24.55	69.5
		0103	旱地	1939.14	44.95	
02	园地	0201	果园	25.02	0.58	0.58
03	林地	0301	乔木林地	100.52	2.33	3.29
		0307	其他林地	41.41	0.96	
04	草地	0404	其他草地	4.31	0.10	0.10
05	商业服务业用地	0508	物流仓储用地	3.02	0.07	0.19
		05H1	商业服务业设施	5.18	0.12	
06	工矿用地	0601	工业用地	74.3	1.72	2.58
		0602	采矿用地	1.98	0.05	
07	住宅用地	0702	农村宅基地	373.45	8.65	8.65
08	公共管理与公共服务用地	0809	公用设施用地	0.89	0.02	0.29
		0810	公园与绿地	0.83	0.02	
		0810A	广场用地	0.96	0.02	
		08H1	机关团体新闻出版用地	1.97	0.05	
		08H2	科教文卫用地	7.76	0.18	
09	特殊用地	09	特殊用地	5.04	0.12	0.12
10	交通运输用地	1001	铁路用地	5.19	0.12	2.81
		1003	公路用地	18.55	0.43	

表 7-3-10 方案服务期内损毁土地面积统计表

一级地类		二级地类		面积 (hm ²)	占总面积比例	
		1004	城镇村道路用地	17.68	0.41	
		1005	交通服务场站用地	1.29	0.03	
		1006	农村道路	78.51	1.82	
11	水域及水利设施用地	1101	河流水面	29.34	0.68	11.7
		1104	坑塘水面	194.56	4.51	
		1104A	养殖坑塘	117.34	2.72	
		1107	沟渠	93.61	2.17	
		1109	水工建筑用地	69.89	1.62	
12	其他土地	1201	空闲地	0.04	0.001	1.0
		1202	设施农用地	43.34	1.00	
总计				4314.21	100	

2. 拟损毁土地损毁程度分析

损毁程度参照土地损毁程度分级标准，利用地表变形的预测数据与土地利用现状图进行叠加，得出塌陷区损毁程度的相关数据，拟损毁土地破坏程度分析见表 7-3-11。

图 7-3-6 方案服务期内项目范围拟损毁单元及损毁程度图

表 7-3-11 项目范围损毁单元面积、地类及损毁程度统计表单位: hm^2

损毁单元	损毁方式	一级地类	二级地类		面积			
					轻	中	重	合计
					971.85	2757.88	584.48	4314.21
拟塌陷区	塌陷	耕地	0102	水浇地	238.57	677.03	143.49	1059.09
			0103	旱地	436.81	1239.6	252.71	1939.14
		园地	0201	果园	5.64	15.99	3.39	25.02
		林地	0301	乔木林地	22.64	64.26	13.62	100.52
			0307	其他林地	9.33	26.47	5.61	41.41
		草地	0404	其他草地	0.97	2.76	0.58	4.31
		商业服务业用地	0508	物流仓储用地	0.42	1.93	0.67	3.02
			05H1	商业服务业设施	1.17	3.31	0.7	5.18
		工矿用地	0601	工业用地	16.71	47.43	10.06	74.2
			0602	采矿用地	9.23	26.2	5.55	40.98
		住宅用地	0702	农村宅基地	75.31	213.73	45.3	334.34
		公共管理与公共服务用地	0809	公用设施用地	0.2	0.57	0.12	0.89
			0810	公园与绿地	0.19	0.53	0.11	0.83
			0810A	广场用地	0.22	0.61	0.13	0.96
			08H1	机关团体新闻出版用地	0.44	1.26	0.27	1.97
			08H2	科教文卫用地	1.75	4.96	1.05	7.76
		特殊用地			1.12	3.22	0.7	5.04
		交通运输用地	1001	铁路用地	1.17	3.32	0.68	5.19
			1003	公路用地	4.18	11.86	2.51	18.55
			1004	城镇村道路用地	3.98	11.4	2.39	17.68
			1005	交通服务场站用地	0.29	0.83	0.17	1.29
			1006	农村道路	17.69	50.19	10.63	78.51
		水域及水利设施用地	1101	河流水面	6.61	18.76	3.97	29.34
			1104	坑塘水面	43.83	124.38	26.35	194.56
			1104A	养殖坑塘	26.43	75.02	15.89	117.34
			1107	沟渠	21.09	59.84	12.68	93.61
			1109	水工建筑用地	15.74	44.69	9.46	69.89
		其他土地	1201	空闲地	0.01	0.03	0	0.04
			1202	设施农用地	9.76	27.71	5.87	43.34
		合计					971.85	2757.88

(3) 塌陷区内重复损毁土地

区内已损毁土地主要为工业广场、运矿道路占压和和已开采塌陷损毁区域。工业广场及铁路专用线占压损失面积为 68.94hm²，根据现场调查及企业提供的资料，已开采沉陷影响范围 3308.52hm²，已复垦 849.28hm²，现有沉陷区域为 3308.52hm²，李古同塌陷区 197.23hm²因基本农田保护政策影响，工程目前停工状态，划为本方案中已塌陷未治理区域，剩余面积 2262.01hm²，均为轻中度损毁。

采空区上方以旱地、村庄、有林地为主。拟损毁土地主要是地下采矿引起塌陷损毁，拟损毁土地面积共计 4314.21hm²，全部为塌陷损毁方式。经预测分析，拟损毁部分与已损毁部分存在重复损毁情况，重复损毁面积为 1977.27hm²。

(4) 土地损毁汇总

结合项目区拟损毁与已损毁的土地，扣除重复损毁的土地，得出最终损毁土地的情况。已损毁土地面积 3308.52hm²，拟损毁土地面积 4314.21hm²，重复损毁土地面积 1977.27hm²，最终损毁土地 4865.02hm²。具体统计见表 7-3-12 和图 7-3-7。

表 7-3-12 方案服务期内土地毁坏面积汇总表

一级地类		二级地类		面积 (hm ²)	占总面积比例	
01	耕地	0102	水浇地	1210.72	24.89	68.81
		0103	旱地	2137.16	43.93	
02	园地	0201	果园	26.15	0.54	0.54
03	林地	0301	乔木林地	115.78	2.38	3.32
		0307	其他林地	45.62	0.94	
04	草地	0404	其他草地	4.31	0.09	0.09
05	商业服务业用地	0508	物流仓储用地	3.02	0.06	0.17
		05H1	商业服务业设施	5.2	0.11	
06	工矿用地	0601	工业用地	84.3	1.73	2.42
		0602	采矿用地	33.33	0.69	
07	住宅用地	0702	农村宅基地	392.61	8.07	8.07
08	公共管理与公共服务用地	0809	公用设施用地	0.89	0.02	0.27
		0810	公园与绿地	0.84	0.02	
		0810A	广场用地	1.02	0.02	
		08H1	机关团体新闻出版用地	2.63	0.05	
		08H2	科教文卫用地	7.95	0.16	
09	特殊用地			6.04	0.12	0.12
10	交通运输用地	1001	铁路用地	34.55	0.71	3.30

表 7-3-12 方案服务期内土地毁坏面积汇总表

一级地类		二级地类		面积（hm ² ）	占总面积比例	
		1003	公路用地	18.54	0.38	
		1004	城镇村道路用地	19.36	0.40	
		1005	交通服务场站用地	1.29	0.03	
		1006	农村道路	87.05	1.79	
11	水域及水利设施用地	1101	河流水面	29.68	0.61	11.79
		1104	坑塘水面	219.38	4.51	
		1104A	养殖坑塘	136.52	2.81	
		1107	沟渠	108.24	2.22	
		1108	水工建筑用地	79.96	1.64	
12	其他土地	1201	空闲地	0.04	0.00	1.09
		1202	设施农用地	52.94	1.09	
总计				4865.02	100	

图 7-3-7 方案服务期内土地损毁汇总示意图

第四节 地质灾害综合分区评估

根据地质灾害危险性现状评估及预测评估，对评估区进行地质灾害综合分区评估，将评估区划分为三个区分别为危害大、中等和危害小。地质灾害危险性综合评估分区见表 7-4-1。

地质灾害危险性大：分布在拟塌陷区的村庄。

地质灾害危险性中等：分布在未治理的已塌陷区。

地质灾害危险性小：分布在已治理的已塌陷区、工业广场、拟塌陷区的矿区道路及其他区域。

表 7-4-1 地质灾害危险性综合性分区评估表

分区	分布范围	面积 (hm ²)	地质灾害危险性评估			
			灾种	现状评估	预测评估	综合分区评估
已塌陷区	已治理	849.28	塌陷、裂缝	小		小区
	未治理	2459.24		中等		中等区
工业广场	主副井工业场地	30.15	塌陷、裂缝	小	小	小区
	矸石堆场	计入主副井工业场地				
	风井场地	2.06				
运矿道路	运矿铁路及公路	36.73	塌陷、裂缝	小	小	小区
拟塌陷区	村庄	353.76	塌陷、裂缝		大	大区
	矿区道路	111.61			小	小区
	河流沟渠	26.82			小	小区
	其他区域	3822.02			小	小区

第五节 综合评估

一、矿山地质环境影响现状评估

根据地质灾害危险性现状评估、含水层影响和破坏现状评估、地形地貌景观影响和破坏现状评估、水土污染现状评估，对评估区进行矿山地质环境影响现状评估分区，将评估区划分为三个区分别为严重区、较严重区和较轻区。矿山地质环境影响预测评估分区见表 7-4-1。

矿山地质环境影响严重区：分布在已塌陷区。

矿山地质环境影响较严重区：分布主副井工业场地（含矸石堆场）、北风井场地、南风井场地和运矿铁路。

矿山地质环境影响较轻区：分布在评估区内其他未受损区域。

表 7-5-1 矿山地质环境影响现状评估分区表

代号	分布位置	分布面积 (hm ²)	矿山地质环境问题及影响程度				影响程度分区	备注
			地质灾害危险性	含水层	地形地貌景观	水土环境污染		
I	已塌陷区	849.28	小区	严重	较轻	较轻	严重区	已治理
		2459.24	中等区	严重	较轻	较轻	严重区	未治理
II	主副井工业场地	30.15	小区	较轻	较严重	较轻	较严重区	含矸石堆场
	北风井场地	1.3	小区	较轻	较严重	较轻		
	南风井场地	0.76	小区	较轻	较严重	较轻		
	运矿铁路	31.91	小区	较轻	较严重	较轻		
III	评估区内其它未受损区域	3064.09	小区	较轻	较轻	较轻	较轻区	

二、矿山地质环境影响预测评估

根据地质灾害危险性预测评估、含水层影响和破坏预测评估、地形地貌景观影响和破坏预测评估、水土污染预测评估，综合确定评估区内有预测评估严重区、较严重区和较轻区。预测评估严重区 2 处，预测塌陷区、已塌陷区；较严重区 4 处，分别为主副井工业场地（含矸石堆场）、北风井场地、南风井场地及运矿铁路；评估区其他区域为现状评估较轻区。矿山地质环境影响预测评估分区见表 7-5-2

表 7-5-2 矿山地质环境影响预测评估分区表

代号	分布位置	分布面积 (hm ²)	矿山地质环境问题及影响程度				影响程度分区	备注
			地质灾害危险性	含水层	地形地貌景观	水土环境污染		
I	已塌陷区	2459.24	中等区	严重	较轻	较轻	严重区	未治理
	拟塌陷区	4314.21	大区	严重	较严重	较轻	严重区	与未治理的已塌陷区重复损毁土地面积 1977.37hm ²
II	主副井工业场地	30.15	小区	较轻	较严重	较轻	较严重区	含矸石堆场
	北风井	1.3	小区	较轻	较严重	较轻		

表 7-5-2 矿山地质环境影响预测评估分区表

	场地							
	南风井 场地	0.76	小区	较轻	较严重	较轻		
	运矿道 路及铁 路	36.73	小区	较轻	较严重	较轻		
III	评估区 内其它 未受损 区域	1576.53	小区	较轻	较轻	较轻	较轻区	

三、土地复垦综合评估

依据《土地复垦方案编制规程》（TD/T1031.1-2011），复垦区面积为陈四楼煤矿生产项目损毁土地范围构成，包括塌陷损毁范围以及压占损毁范围。目前，矿山前期生产活动已损毁土地 3377.46hm²，其中已塌陷区面积 3308.52hm²，压占损毁 68.94hm²（工业广场压占损毁土地 30.15hm²，风井场地损毁土地面积 2.06hm²，运矿铁路占地面积 31.91hm²）；已塌陷区治理面积 849.28hm²，现有沉陷区域为 2459.24hm²（已复垦但未验收区域计入未复垦区）；拟损毁土地面积为 4314.21hm²，全部为塌陷损毁。重复损毁土地面积 1977.27hm²。经计算陈四楼煤矿复垦区面积为 4865.02hm²。

土地复垦责任范围为陈四楼煤矿生产过程中损毁土地面积减去可不计入复垦责任范围的面积。采矿证到 2034 年到期，矿方后期会延续采矿证，将继续利用工业广场的附属设施，故本方案不再对工业广场进行土地复垦工作。因此本方案复垦责任范围为 4796.08hm²。复垦责任范围损毁程度及占地面积详见汇总于表 7-5-3。

表 7-5-3 项目区土地损毁单元面积、地类及损毁程度汇总表单位：hm²

损毁单元	耕地 01		园地 02	林地 03		草地 04	商业服务业用地 05		工矿用地 06		住宅用地 07	公共管理与公共服务用地 08				损毁类型	损毁程度
	水浇地 0102	旱地 0103	果园 0201	乔木林地 0301	其他林地 0307	其他草地 0404	物流仓储用地 0508	商业服务业设施用地 05H1	工业用地 0601	采矿用地 0602	农村宅基地 0702	公用设施用地 0809	公园与绿地 0810	广场用地 0810A	机关团体新闻出版用地 08H1	科教文卫用地 08H2	
已损毁单元	现有塌陷区		14.99	65.68	25.89	2.45	1.64	3.00	47.99	1.09	222.95	0.44	0.48	0.70	1.36	4.63	轻度
	工厂等									32.21							占压
	小计	687.92	1214.21	14.99	65.68	25.89	1.64	3.00	47.99	33.3	222.95	0.44	0.48	0.70	1.36	4.63	
拟损毁单元	塌陷区	246.09	434.37	5.36	23.49	9.26	0.58	1.07	17.16	0.11	79.76	0.16	0.18	0.25	0.49	1.65	轻度
		695.63	1227.83	15.16	66.14	26.18	1.65	3.03	48.51	0.74	225.48	0.50	0.48	0.62	1.38	4.69	中度
		149.70	264.23	3.26	14.30	5.63	0.36	0.65	10.44	0.04	48.52	0.08	0.09	0.16	0.30	1.01	重度
重叠区	小计	1091.42	1926.43	23.78	103.93	41.07	2.59	4.75	76.11	0.89	353.76	0.74	0.75	1.03	2.17	7.35	
	塌陷	540.84	954.61	11.79	51.64	20.36	1.29	2.36	37.71	0.86	175.28	0.38	0.41	0.47	1.07	3.64	轻度
复垦区范围		1210.72	2137.16	26.15	115.78	45.62	3.02	5.20	84.3	33.33	392.61	0.89	0.84	1.02	2.63	7.95	
复垦责任区范围		1210.72	2137.16	26.15	115.78	45.62	3.02	5.20	84.3	1.12	392.61	0.89	0.84	1.02	2.63	7.95	

表 7-5-3 项目区土地损毁单元面积、地类及损毁程度汇总表单位：hm²

损毁单元	特殊用地 09	交通运输用地 10					水域及水利设施用地 11					其他用地 12		损毁类型	损毁程度	小计		
		铁路用地 1001	公路用地 1003	城镇村 道路用地 1004	交通服 务场站 用地 1005	农村道 路 1006	河流水 面 1101	坑塘水 面 1104	养殖坑 塘 1104A	沟渠 1107	水工建 筑用地 1108	空闲 地 1201	设施农 用地 1202					
已损毁单元	现有塌陷区	3.54	7.90	10.90	0.82	49.33	16.90	124.55	77.68	61.59	45.52	0.04	29.98	轻度	2414.99			
	工厂等		31.91	4.82										重度	68.94			
	小计	3.54	33.37	12.72	10.90	49.33	16.90	124.55	77.68	61.59	45.52	0.04	29.98		2483.91			
	拟损毁单元	塌陷区	1.27	2.83	3.90	0.29	17.65	6.05	44.56	27.79	22.03	16.28	0	10.73	轻度	975.01		
3.59			8.01	11.02	0.83	49.89	17.09	125.96	78.55	62.29	46.03	0	30.32	中度	2756.08			
0.77			0.29	1.72	0.18	10.75	3.68	27.11	16.90	13.40	9.91	0	6.52	重度	583.12			
重叠区	小计	5.63	12.56	17.3	1.3	78.29	26.82	197.63	123.24	97.72	72.22	0	47.57		4314.21			
	重度塌陷区	2.79	0.98	6.21	0.83	38.78	13.28	97.92	61.07	48.43	35.78	0	23.57	轻度	1977.37			
复垦区范围		6.04	34.55	18.54	1.29	87.05	29.68	219.38	136.52	108.24	79.96	0.04	52.94		4865.02			
复垦责任区范围		6.04	2.54	13.72	1.29	87.05	29.68	219.38	136.52	108.24	79.96	0.04	52.94		4796.08			

第六节 矿山地质环境治理与土地复垦责任范围

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

1) 坚持“以人为本”原则，充分考虑矿山地质环境问题对矿区人居环境的影响程度。

2) 坚持“统筹规划，突出重点，具有可操作性”原则，在保持矿山运营安全及正常生产的同时，努力降低或消除矿山开采对地质环境的不良影响。

3) 根据矿产资源开发利用方案及开采规划、矿山地质环境问题的类型、分布特征及其危害性、矿山地质环境影响评估结果，进行矿山地质环境保护与治理恢复分区。

4) 坚持“区内相似，区际相异”原则来开展矿山地质环境保护与治理恢复分区，根据区内地质环境问题类型及重点防治对象的不同，细分为相应的亚区。

(2) 分区方法

在对地质灾害、含水层、地形地貌景观、水土污染影响的现状和预测评估的基础上，选取 4 个方面的评估结果作为预测指标，利用叠加法进行矿山地质环境保护与治理恢复分区。分区标准见表 7-6-1。

表 7-6-1 矿山地质环境保护与治理恢复分区表

现状评估	预测评估		
	严重	较严重	较轻
严重	重点区	重点区	重点区
较严重	重点区	次重点区	次重点区
较轻	重点区	次重点区	一般区
注：现状评估与预测评估结果不一致的采取就上原则进行分区			

2. 分区评述

按照重点防治区、次重点防治区和一般防治区的顺序，分别阐明防治区的面积，区内存在或可能引发的矿山地质环境问题的类型、特征及其危害，以及矿山地质环境问题的防治措施等，见表 7-6-2。

表 7-6-2 矿山地质环境保护与治理恢复分区表

矿山地质环境防治分区		矿山地质环境影响程度 综合分区	分布范围	面积 (hm ²)	矿山地质环境评估		
分区	亚区				评估内容	现状评估	预测评估
重点防治区 (I)	I1	严重区	拟塌陷区	4314.21	地质灾害		大区
					含水层破坏		严重
					地形地貌景观破坏		较严重
					水土环境污染		较轻
	I2	严重区	已有塌陷区	2459.24	地质灾害	中等区	中等区
					含水层破坏	严重	严重
					地形地貌景观破坏	较轻	较轻
					水土环境污染	较轻	较轻
次重点防治区 (II)	II1	较严重区	主副井工业场地（含矸石堆场）	30.15	地质灾害	小区	小区
					含水层破坏	较轻	较轻
					地形地貌景观破坏	较严重	较严重
					水土环境污染	较轻	较轻
	II2	较严重区	北风井场地	1.3	地质灾害	小区	小区
					含水层破坏	较轻	较轻
					地形地貌景观破坏	较严重	较严重
					水土环境污染	较轻	较轻
	II3	较严重区	南风井场地	0.76	地质灾害	小区	小区
					含水层破坏	较轻	较轻
					地形地貌景观破坏	较严重	较严重
					水土环境污染	较轻	较轻
	II4	较严重区	运矿铁路及道路	36.73	地质灾害	小区	小区
					含水层破坏	较轻	较轻
					地形地貌景观破坏	较严重	较严重
					水土环境污染	较轻	较轻
一般防治区 (III)	III1	较轻区	评估区内其它未受损区域	1576.53	地质灾害	小区	小区
					含水层破坏	较轻	较轻
					地形地貌景观破坏	较轻	较轻
					水土环境污染	较轻	较轻
面积合计			塌陷区重叠 1977.37hm ²	4865.02			

(1) 重点防治区 (I1、I2)

评估区内共划分了 2 个重点防治区，包括拟塌陷区和已有塌陷区，面积约 4865.02 hm^2 ，占评估区总面积的 75.53%。

区内的主要地质环境问题是：

①采空区引起的地面塌陷和地裂缝。

防治措施：针对地质灾害，在本区建立地表移动变形监测预警系统，利用监测资料对地面塌陷、地裂缝灾害及时进行预报，在采空区和地裂缝周边 50m

范围内须树立警示标志，采矿权人须委派监测和巡查人员，避免地面塌陷地裂缝造成人员受伤和财产损失。对采矿活动影响范围内的村庄，分采区分期进行搬迁避让；对损毁道路加固维修；当塌陷及地裂缝稳定后，根据实际条件，采取科学合理的方案，对塌陷裂缝区进行回填，植树种草，修复生态；应做好井下水文地质观测等措施；对遭受破损的道路、林地进行修复，使原生的地形地貌尽快恢复；对于采矿沉陷区，待地表沉陷稳定后，应采取土地恢复、修复生态环境等措施。根据区内地貌特征，采煤厚度来预测塌陷情况，拟采取土地平整方式解决地质灾害问题。

未稳沉的塌陷地还处于变形期间，所以对其采用基本的工程措施使其平整，能够保证进行一定的农业生产或林草生长即可，待其稳定后再采区适当的复垦措施。已稳沉的塌陷地适用于塌陷深度 $\leq 1\text{m}$ ，本身坡度不大的地块。这些地块的损毁程度不大，对农业生产影响有限，因此采用机械或人工挖方取土，按照不同的机耕条件个灌排条件确定合适的标高和坡度，进行填挖平衡，使各地块的地面坡度保持在规定的标准内。

由于塌陷区复垦方向为耕地，复垦单元坡度均满足田块平整技术复垦标准，土地进行平整后即可耕种，无需修筑梯田，平整土地主要是消除开采塌陷产生的附加坡度。依据复垦区地质环境特征、设计挖方工程的面积与深度、设计地面标高，采用方格网法进行土方计算与平衡分析，以此来求得工程设计挖填方量，当挖填土方量差异较大时，修改设计开挖坑深度，重新进行土方计算，直至达到土方平衡之目的。根据上述方法对积水深的区域进行挖方工程，所取得土源作为填方使用，开挖土方以满足填方量为准。取土坑（坑塘）开挖：根据国家《土地复垦技术标准（试行）》结合治理区现状，开挖取土坑（坑塘）用于渔业养殖。具体措施见第九章第七小节。

②含水层破坏

a.现状条件下：矿山大规模疏干排水已造成煤层底板太原组灰岩岩溶裂隙承压含水层水水位下降，未影响村居民的饮用水层，现状评估含水层受采矿影响破坏程度较严重。

b.预测评估：由于后期矿井疏排地下水，开采过程中将使煤层顶、底板含水层水位下降，预测评估含水层受采矿影响破坏程度较严重。

防治措施：及时开展含水层水位、水质、排水量监测；开采过程中注意防水，减少矿坑水渗漏；采取保护性开采技术，优化开采方案，采用“限高开采”、“条带开采”等保水采煤技术，合理设计开采参数，降低导水裂隙高度，同时，设计和优化最佳的顶板管理方案，加强顶板管理，搞好采空区处理减少对含水层结构破坏，延缓水位下降速度。

（2）次重点防治区（II1、II2、II3、II4）

评估区内共划分了 4 个次重点防治亚区（II1~II4）包括主副井工业场地（含矸石堆场）、北风井场地、南风井场地和运矿道路（含铁路和公路），面积约 68.94hm²，占评估区总面积的 1.07%。

区内主要矿山地质环境问题为：

①现状条件下：煤矸石的堆放改变原有平坦的地形地貌，现状评估采矿活动对地形地貌景观影响较严重。

②预测评估：工业广场利用原有。

破坏地貌景观：工业广场改变了原有地貌形态，造成生态景观系统在空间上的不协调性，同时，矸石排放对地貌景观及周边环境产生不良影响，而场外道路为线性工程，占地较少，对景观影响较严重。

固体废弃物破坏地貌景观：陈四楼煤矿排放矸石、生活垃圾等，如排放不当，将对矿山生态环境造成污染。

防治措施：周边按规定布设保安煤柱；矸石堆场原有矸石山已进行生态整治，新建了处设置全封闭矸石棚占地面积为 1500m²，可堆存 5000m³，矸石临时周转后装汽车外运，外售于企业用于制砖，矸石排放其对地形地貌景观影响程度较轻。

（3）一般防治区（III）

评估区内其它未受损区域，面积为 1576.53hm²。现状条件下，含水层破坏较轻，地质灾害、原生地形地貌景观破坏、水土环境污染均为较轻，为矿山地质环境影响较轻区。预测条件下、含水层破坏较轻，地质灾害、原生地形地貌景观破坏、水土环境污染均为较轻，为矿山地质环境影响较轻区。综合评定为矿山地质环境较轻区。

主要矿山地质环境问题：

该区尚未受到采煤影响，但可能受矿井疏干排水影响，深部地下水位可能小幅度下降。

防治措施：做好地质灾害巡查工作和含水层监测等保护工作。

二、土地复垦分区与复垦责任范围

根据土地损毁分析、预测结果和《土地复垦方案编制规程》（TD/T1031.1-2011）要求，复垦区面积为生产建设项目损毁土地和永久性建设用地构成的区域，土地复垦责任范围是复垦区中损毁土地及不再留续使用的永久性建设用地构成的区域。

1. 复垦区

项目区已损毁土地主要为工业广场、风井、运矿道路压占和采区塌陷所致，面积分别为 68.94hm^2 和 2459.24hm^2 ；拟损毁土地为煤矿开采塌陷，面积为 4314.21hm^2 ；重复损毁面积 1977.37hm^2 ，则复垦区面积为 4865.02hm^2 。详见表 7-5-3。

2. 复垦责任区

土地复垦责任范围为陈四楼煤矿生产过程中损毁土地面积减去可不计入复垦责任范围的面积。采矿证到 2034 年到期，矿方后期会延续采矿证，将继续利用工业广场及运煤道路等附属设施，故本方案不再对工业广场进行土地复垦工作。因此本方案复垦责任范围为 4796.08hm^2 。占地情况详见表 7-6-3。

依据 Mapgis、Section、Excel 软件导出各复垦区、复垦责任范围的拐点坐标（2000 国家大地坐标），见表 7-6-3。

表 7-6-3 复垦区拐点坐标表（2000 国家大地坐标）

表 7-6-3 复垦区拐点坐标表（2000 国家大地坐标）

表 7-6-3 复垦区拐点坐标表（2000 国家大地坐标）

表 7-6-3 复垦区拐点坐标表（2000 国家大地坐标）

表 7-6-3 复垦区拐点坐标表（2000 国家大地坐标）

表 7-6-3 复垦区拐点坐标表（2000 国家大地坐标）

表 7-6-3 复垦区拐点坐标表（2000 国家大地坐标）

表 7-6-4 复垦区扣除拐点坐标表（2000 国家大地坐标）

表 7-6-4 复垦区扣除拐点坐标表（2000 国家大地坐标）

表 7-6-4 复垦区扣除拐点坐标表（2000 国家大地坐标）

表 7-6-4 复垦区扣除拐点坐标表（2000 国家大地坐标）

第七节 复垦区、复垦责任区土地利用类型及权属情况

一、土地利用类型

根据永城市土地利用现状图（三调图），与复垦区范围及复垦责任范围进行叠加得到复垦区、复垦责任范围的土地利用现状情况。复垦责任范围内土地总面积为 4796.08hm²，其中耕地 3347.88hm²，所占比重最大，为 69.80%，主要种植小麦、玉米、大豆，受地形地貌，灌溉条件，土壤理化性质等的影响，小麦产量约为 497kg/亩，玉米产量约为 530kg/亩，大豆产量约为 140kg/hm²；村庄面积为 392.61hm²，占总面积的 8.19%；另外还有园地、林地、草地、交通运

输用地、水域、其他土地、城镇村及工矿用地等。

工业广场及运煤铁路等留续使用不在复垦责任范围内，则复垦责任范围面积为 4796.08hm²，土地利用结构以耕地及村庄为主，复垦责任范围权属及土地利用现状详见表 7-7-1 所示。

表 7-7-1 复垦责任范围土地利用结构现状表

一级地类		二级地类		面积（hm ² ）	占总面积比例	
01	耕地	0102	水浇地	1210.72	25.24	69.80
		0103	旱地	2137.16	44.56	
02	园地	0201	果园	26.15	0.55	0.54
03	林地	0301	乔木林地	115.78	2.41	3.37
		0307	其他林地	45.62	0.95	
04	草地	0404	其他草地	4.31	0.09	0.09
05	商业服务业用地	0508	物流仓储用地	3.02	0.06	0.17
		05H1	商业服务业设施	5.2	0.11	
06	工矿用地	0601	工业用地	84.3	1.76	1.78
		0602	采矿用地	1.12	0.02	
07	住宅用地	0702	农村宅基地	392.61	8.19	8.19
08	公共管理与公共服务用地	0809	公用设施用地	0.89	0.02	0.28
		0810	公园与绿地	0.84	0.02	
		0810A	广场用地	1.02	0.02	
		08H1	机关团体新闻出版用地	2.63	0.05	
		08H2	科教文卫用地	7.95	0.17	
09	特殊用地			6.04	0.13	0.13
10	交通运输用地	1001	铁路用地	2.54	0.05	2.58
		1003	公路用地	13.72	0.29	
		1004	城镇村道路用地	19.36	0.40	
		1005	交通服务场站用地	1.29	0.03	
		1006	农村道路	87.05	1.82	
11	水域及水利设施用地	1101	河流水面	29.68	0.62	11.96
		1104	坑塘水面	219.38	4.57	
		1104A	养殖坑塘	136.52	2.85	
		1107	沟渠	108.24	2.26	
		1108	水工建筑用地	79.96	1.67	
12	其他土地	1201	空闲地	0.04	0.00	1.10
		1202	设施农用地	52.94	1.10	
总计				4796.08	100	

二、土地权属情况

复垦责任范围主要涉及顺和镇、陈集镇、薛湖镇、演集街道、沱滨街道、

崇街道法寺街道，损毁土地权属清晰、权属无争议。

表 7-7-2 复垦责任范围土地权属表单位：hm²

权属		耕地 01		园地 02		林地 03		草地 04	商业服务业用地 05		工矿用地 06		住宅用地 07	公共管理与公共服务用地 08				
		水浇地 0102	旱地 0103	果园 0201	其它园地 0204	乔木林 地 0301	其他林 地 0307	其他草 地 0404	物流仓 储用地 0508	商业服务业设 施用地 05H1	工业用 地 0601	采矿用 地 0602	农村宅基 地 0702	公用设施 用地 0809	公园与绿地 0810	广场用地 0810A	机关团体 新闻出版 用地 08H1	科教文卫 用地 08H2
县市 乡镇	行政村	班寨村	0.77	118.83	0	0	0.75	0	0	0.03	0.27	0	10.66	0	0	0	0	0.10
		董阁村	0	4.17	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
		薛沟	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
		张白元	0.38	38.34	0	0	0.97	0	0	0.27	0	0	5.72	0	0	0	0	0
陈集 镇		朱寨村	0	16.47	0	0	1.15	0.30	0	0	0.02	0	0.66	0	0	0	0	0.03
		陈集村	0.99	5.6	0	0	1.38	5.78	0.07	0	1.75	0	16.35	0.39	0	1.12	0.28	2.36
		陈双楼村	105.16	0.58	0.52	0	0.55	0	0.11	0	1.82	0	16.62	0	0	0	0.42	0.25
		大朱庄村	0.20	0	0	0	0	0.13	0	0	0.42	0	0	0	0	0	0	0
		戴井村	6.27	154.16	0.21	0	4.51	4.07	0.09	0.06	0.11	0	32.61	0	0	0	0.04	0.17
		高口村	136.60	58.81	1.06	0	9.59	1.50	0	0.06	0	0	25.38	0.02	0	0	0.12	0.51
		韩松园	131.03	4.56	0.12	0	4.99	0.88	0.37	0.06	1.77	0	26.53	0	0	0.39	0.19	1.24
		汉臣村	3.36	184.74	0.28	0.03	2.87	0.22	0.05	0.11	0.53	0.23	27.37	0.04	0	0.17	0.09	0.23
		胡井村	0.93	96.54	0	0	3.90	0.22	0	0	0.04	0	13.86	0	0	0	0	0.08
		李古同村	0.30	174.91	0	0	2.29	0.14	0	0	0	0	14.88	0	0	0	0.07	0.39
		李香村	0.90	119.65	0	0	7.88	0.12	0	0	0	0	6.18	0	0	0	0.06	0
		练花园村	13.19	83.17	0.16	0	1.35	0.01	0	0	0	0.98	7.38	0	0	0	0	0
		练楼村	34.61	1.09	0	0	0.51	0.63	0.24	0.04	0.38	0.11	7.27	0.04	0	0	0.07	0.24
		练油坊村	89.05	18.68	0	0	1.49	0.28	0	0.01	0	2.09	5.95	0.30	0	0	0	0.05
	芦庄村	221.48	10.91	5.97	0	10.45	1.18	0.09	0.35	0.15	0.76	23.82	0.01	0	0	0.33	0.02	
演集 街道		马古同村	4.52	47.21	0.09	0	0.98	0.15	0	0.55	29.06	10.23	0.02	0	0.026	0.25	0.06	
		赵楼	10.98	198.54	0.26	0	12.44	14.52	0	0.12	1.90	21.28	0.02	0	0	0.10	0.44	
		朱小庄村	0	1.21	0	0	0	0	0	0.62	0.12	0.19	0	0	0	0	0	
		武庄村	0	4.51	0.06	0	1.38	2.04	0.04	5.42	4.02	1.64	0.05	0	0	0.51	0	

	天齐村	0	0.27	0	0	0	0	1.23	0	0	0.07	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
	戚庄村	0	17.73	0.17	0	0.22	0.36	0	0	0	0.67	0.03	2.49	1.54	0	0	0	0	0	0.19	
沱 滨、 崇法 寺街 道	八里庙村	0.0	130.62	0	0	4.77	0.05	0	1.40	0.29	3.84	0	19.12	0	0	0	0	0.06	0.07		
	北郝村	0	237.7	0.48	0	5.24	0.87	0	0	0	0	0.32	0.19	18.42	0.05	0	0	0.04	0.58		
	程楼村	0	5.5	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0.03	0	0	0	0	0.00		
	冯寨村	25.76	90.83	12.24	0	0.29	1.55	0.13	0.34	2.67	0.49	0	0	0.95	0.12	0	0.33	0	0.001		
	高玉楼村	0.17	145.09	0	0	2.09	0.2	0	0	0	0	0	0	12.26	0	0.22	0.18	0.17	0		
	李林村	0	0.81	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0		
	李庄村	13.32	266.96	0.94	0	7.50	2.08	0	0	0	0	0.33	0	24.71	0.13	0	0	0.15	0.47		
	任楼村	0	6.65	3.18	0	0	0	0	0	0	0	0.45	0	0.08	0	0	0	0	0		
	余庙	0.25	113.46	0.84	0	0.38	4.77	3.71	0.27	0	0	0.91	0	12.74	0.02	0	0	0.08	0.64		
	张大庄	0.22	162.47	6.25	0	5.42	0.33	1.62	0.10	0	0	0.44	0.35	19.18	0.07	0.71	0	0.15	1.36		
	张楼	0	172.68	0.08	0	6.22	2.14	0	0	0	0	0.08	5.29	5.90	0.13	0	0	0	0		
	韩沟	0.76	0.34	0	0	3.67	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0		
	高余庄村	0	64.67	0	0	0.59	0	0	0	0	0	0	0	5.05	0	0	0	0	0		
	东街村	0.31	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0		
	高双庙	85.76	1.23	0.88	0	2.37	0.19	0	0.06	0.09	0.09	3.03	0	10.26	0.02	0	0	0	0.14		
	高双庙村	18.14	1.60	0	0	0.04	0	0	0	0	0	0	0	3.78	0	0	0	0	0.05		
高新庄村	174.00	35.18	0.34	0	14.01	0.68	0	0.34	0.10	0.10	6.00	0	28.59	0	0	0	0.13	0.42			
韩庄村	61.52	31.60	1.07	0	9.21	0	0	0	0.04	0.06	2.21	0	10.49	0	0	0	0.15	0.05			
姬庄村	118.46	20.31	0.43	0	7.22	0.49	0	0.12	0.15	0.15	3.10	0	18.75	0	0	0	0.19	0.05			
梁庄村	75.12	7.84	2.21	0	3.19	0	0	0	0	0	0.78	0	6.28	0	0	0	0	0			
平房村	122.54	41.23	0.91	0	8.23	0.20	0	0.20	1.06	0	20.64	0	32.88	0	0	0	0	1.81			
王庄村	68.22	5.70	0.20	0	1.13	0	0	0	0	0.01	0	0	8.68	0	0	0	0	0			
西街村	4.42	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0			
张庄	2.50	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0			
赵洼村	0.26	0.22	0	0	0.07	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0			
赵营村	48.31	2.00	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0			
赵庄埠村	16.64	12.36	0	0	1.34	6.53	0	0	0	0.10	1.78	0	10.40	0	0	0	0.14	0			
合计	1597.40	2919.25	38.94	0.03	152.65	73.83	6.52	9.99	13.30	110.53	62.58	524.96	1.43	0.93	2.46	3.81	11.99				

续表 7-7-2 复垦责任范围土地权属单位：hm²

权属		特殊用地 09	交通运输用地 10				水域及水利设施用地 11					其他用地 12			合计	
县市乡镇	行政村		铁路用地 1001	公路用地 1003	城镇村道路用地 1004	交通服务场站用地 1005	农村道路 1006	河流水面 1101	坑塘水面 1104	养殖坑塘 1104A	沟渠 1107	水工建筑用地 1109	空闲地 1201	设施农用地 1202		裸土地 1206
薛湖镇	班寨村	0.1	0	1.52	0.13	0	2.21		0.99	0	5.52	0	0	1.07	0	142.81
	董阁村	0	0	0.02	0	0	0.02	0	0	0	0.06	0	0	0	0	4.27
	薛沟	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1.34	0	0	0	0	1.34
	张白元	0	0	0.48	0.16	0	0.63	0	0.86	0	1.84	0	0	0.06	0	49.70
	陈集村	0	0	0.83	1.78	0.17	0.89	0	0	0	0	0	0	0.05	0.67	41.99
陈集镇	陈双楼村	0.19	1.71	2.00	0.79	0	3.01	5.10	3.48	0	1.19	0	0	0.45	0	147.92
	大朱庄村	0	0	0	0.13	0.16	0.01	0	0	0	0	0	0	0	0	1.61
	戴井村	0.04	2.93	1.94	2.15	0	3.84	4.81	05.11	0	0.98	0	0	1.31	0	234.16
	高双庙村	0.04	0.66	0.34	0.62	0	1.58	0	2.70	0	0.01	0	0	0.20	0	110.17
	韩松园	0	0	1.08	2.98	0.35	4.20	0	9.89	2.77	13.14	0	0	3.91	0	246.27
	汉臣村	0.44	0	1.21	1.42	0	5.29	3.68	1.42	7.77	6.92	14.22	0	2.03	0	269.53
	胡井村	0.33	3.01	0.85	0.99	0	2.70	0	3.28	0	1.33	0	0	0.46	0	130.26
	李古同村	0.61	0	0	0.93	0	4.83	0	3.73	0	4.06	0	0	1.16	0	209.49
	李香庄	0.26	0	0	0.49	0	3.01	0	14.60	15.33	1.88	0	0	3.14	0	173.93
	练花园村	0	0	0	0.31	0	2.40	0	2.66	0	2.74	0	0	1.18	0	117.40
演集街道	练楼村	0.16	0	2.31	0.65	8.25	0.70	0	20.80	0	1.10	0	0	0.21	0	96.70
	练油坊村	0.10	0	0.58	0.21	0	2.56	0	4.77	18.71	3.69	0	0	4.37	0	152.89
	芦庄村	0.38	0	0.91	1.54	0	5.96	2.57	11.00	0	4.21	11.64	0	6.33	0	320.07
	马古同村	0.22	0	1.11	0.64	0	2.01	0	1.78	0	1.12	0	0	0.71	0	100.99
	赵楼	0.39	0	0.73	1.39	0	6.86	3.72	13.52	0	10.68	13.82	0	1.33	0	313.06
	朱寨村	0	0	0.11	0.05	0	0.30	0	0.10	0	0.13	0	0	0.02	0	19.95
	朱小庄村	0	0	0.52	0	0	0	0.76	0	0	0	0	0	0.08	0	3.51
	武庄村	0	0	3.87	0.03	0	0.98	5.11	0.24	0	0.09	0	0	0.08	0	50.45
	天齐村	0	0	1.39	0	0	0.01	3.12	0	0	0.24	0	0	0	0	6.32
	咸庄村	0	0	0	0.05	0	0.62	0	12.21	0	0.71	0	0	0	0	37.01

沁滨、崇法寺街道	八里庙村	0.09	0	0	1.03	0	3.45	4.12	38.98	0	5.74	3.54	0	0.56	0	217.77
	北郝村	0.12	0	0.46	0.51	0	8.45	4.99	21.81	0	9.57	16.62	0	0.58	0	328.57
	程楼村	0	0	0	0	0	0.09	0.51	1.27	0	0.75	1.00	0	0.13	0	9.28
	冯寨村	0.62	0	0.86	0	0.15	4.36	3.70	5.24	63.77	3.03	2.01	0	17.51	0	236.93
	高余庄村	0.09	0	0.11	0.52	0	0.82	2.12	1.09	0	1.59	5.92	0	0	0	82.59
	高玉楼村	0.08	0	0	0.74	0	2.69	3.26	2.44	0	2.55	10.51	0	0.2	0	182.82
	李林村	0	0	0	0	0	0	0.45	0	0	0	0.79	0	0	0	2.06
	李庄	0.22	0	0.91	0.91	0	6.91	0	6.94	1.4	9.87	0	0	2.28	0	346.02
	任楼村	0	0	0	0.01	0	0.70	0	0	4.50	0.67	0	0	0.39	0	16.63
	余庙	0	0	0	0.49	0	3.85	0	33.56	9.82	1.79	0	0	3.30	0	190.90
	张大庄	0	0	0.21	1.98	0	4.89	0	16.71	27.10	3.83	0	0	3.14	0	256.54
	张楼	0.31	0	0.79	0	0	5.19	1.71	25.99	33.31	2.52	1.22	0	2.56	0	266.11
	韩沟	0	0	0.05	0	0	0	10.37	0	0	0	25.97	0	0	0	41.17
	赵洼村	0	0	0.01	0	0	0.01	0	0	0	0.02	0	0	0	0	0.59
	赵营村	0.04	0	0	0	1.36	0	0	0	0	1.79	0	0	0.10	0	53.88
	赵庄垌村	0.15	0	0.30	0.31	0	1.30	0	1.76	0	1.67	0	0	1.25	0	56.02
	张庄	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0.07	0	0	0	0	2.56
	西街村	0	0	0.30	0	0	0.04	0	0	0	0	0	0	0	0	4.77
	王庄村	0.22	0	0	0.39	0	1.31	0	0.30	0	2.30	0	0	0.07	0	88.54
顺和镇	平房村	0.24	0	1.73	1.73	0	3.27	0	6.14	0	5.11	0	0	1.62	0	249.35
	梁庄村	0.09	0	0	0.09	0	1.69	0	0.86	0	2.83	0	0	0.01	0	101.00
	姬庄村	0.18	0	3.81	0.72	0	3.09	0	3.94	0	4.02	0	0.04	0.21	0	185.28
	韩庄村	0	0	2.42	0.53	0	2.28	0	1.48	0	2.39	0	0	0.51	0	126.62
	高双庙村	0.20	0	0.07	0.12	0	0.22	0	0.39	0	0.47	0	0	0.03	0	25.10
	高新庄村	0.41	0	0	0.61	0	4.19	0	4.98	0	5.89	0	0	1.55	0	277.43
	高口村	0.22	0	0.66	0.53	0	4.73	0	3.84	0	9.45	0	0	0.36	0	254.43
	东街村	0	0	0	0	0	0.002	0	0	0	0	0	0	0	0	0.31
	合计	7.24	8.32	34.49	28.67	9.08	119.52	60.11	297.20	176.71	140.61	107.27	0.04	64.54	0.67	6585.06

三、复垦区内永久基本农田和水利交通设施情况

1. 复垦区基本农田状况

根据《永城市国土空间总体规划（2021-2035）》公示稿，由图上测量，矿区范围内基本农田面积为 3250.18hm²，已损毁土地含基本农田 1640.33hm²，拟损毁土地基本农田面积 2171.98hm²，复垦区基本农田损毁面积为 2743.54hm²，复垦责任范围基本农田损毁面积为 2743.54hm²，具体分布见图 7-7-1，为塌陷损毁，主要位于南 9 采区、北 6 采区、北 12 采区、北 18 采区、北 20 采区和南翼大巷、35 采区，北 20 采区、31 采区、33 采区，分布在顺和镇、陈集镇、沱滨、崇法寺街道 124 个自然村，损毁程度为轻、中度及重度。现场调查时地表农作物为小麦，地形起伏一般<3°，局部 3~6°，据现场调查及村民访问农作物产量降低约 20%。

复垦区耕地国家利用等指数平均 1749，平均等别为 6~7。土壤质量较好，肥力较高，农作物产量水平较高，小麦约 900kg/亩，玉米约 850kg/亩。

《方案》拟将塌陷区内耕地按照永久基本农田的标准复垦，复垦为原地类土地复垦标准不能降低。

2. 复垦区内水利交通设施状况

复垦区现有农田水利设施主要为灌溉井，地面自然冲沟及修建的水渠，根据现场调查，复垦区灌溉井基本水位 30.54~24.76m，水资源比较丰富，能满足永久基本农田内灌溉需求。

复垦区地处平原，地势平坦，周边主要道路以公路为主，各自然村之间有水泥路相通，除乡道及 S515 和 S201 外，本方案主要涉及田间道路，宽度 2~4m，路面为素土或煤矸石路面，适合小型农用机械通行。

图 7-7-1 复垦区永久基本农田分布图

第八章 矿山地质环境治理与土地复垦可行性分析

第一节 矿山地质环境治理可行性分析

矿区地处淮河冲积平原区，矿山及周边人类工程活动以农业生产活动为主，该项目将来可能产生的矿山地质环境问题主要包括：预测塌陷区的采空塌陷、地裂缝地质灾害等。

矿山地质环境问题的存在，时刻威胁着矿区采矿人员及附近居民的生命财产安全，对当地经济发展、社会治安存在不利影响，制约了当下新农村建设的步伐。对矿山地质环境保护与恢复治理工程的实施是刻不容缓的。

一、技术可行性分析

（一）地质灾害治理的可行性分析

煤矿、铝土矿、石膏矿等沉积性矿产采空塌陷区的形成是一个缓慢的变形过程，变形过程中对地表建筑物的损毁是渐进的，采取有效措施可以预防采空塌陷造成危害。

矿山以治理采矿原因引发的地面塌陷等地质灾害为重点，建立健全矿山地质环境法律体系和管理体系，最大限度的避免或减轻因矿产开发引发的地质灾害危害。在预测塌陷周边设置警示牌，采空塌陷造成地表有裂缝时，采取充填塌陷地裂缝等治理措施，当煤炭开采区上部有村庄时，可以采取搬迁避让的措施；当在建筑物下、铁路下、水体下、承压含水层上开采时，应通过经济和技术分析，采取预留保护矿柱、固体废弃物胶结充填等预防措施。煤矿开采采空塌陷区主要治理技术包括：防采空塌陷引发地表变形的措施有粉煤灰充填技术、矸石石充填法复垦技术；采空塌陷引发地表变形之后的治理技术有土地平整技术、疏排法复垦技术、挖深垫浅法复垦技术。

（二）含水层防治的可行性分析

开采对含水层水质的影响，可以通过定期的水质监测，找出污染源，在开采过程中尽量减少污染，通过地表矿坑水的处理达标排放，既能够提高地下水的利用率也可以减少对地下、地表水的污染，技术上可行。

（三）地形地貌景观治理的可行性分析

地下开采塌陷区改变了原有的地形地貌造成对地形地貌景观的破坏，主要在沉陷稳定后采取工程措施、复绿措施、监测措施等，能够有效预防矿山活动对地形地貌景观的破坏，技术上可行。

工业广场等引发的矿山地质环境问题较多、规模较大，采取截排水废弃物清理、填埋、覆盖、平整，生态恢复等措施，能够有效恢复地形地貌景观，技术上可行。对矿区煤矸石、固体废物采取集中堆放，覆土生态恢复，能够减轻对地形地貌景观的影响。

（四）挖损、塌陷、压占对土壤的影响分析

采空塌陷将引起地表移动、地面塌陷和地裂缝等地表变形，将使部分耕地产生倾斜，改变原有地表形态。耕地起伏不平或支离破碎，水、土、肥流失，耕作难度加大，同时影响地表植被的涵养水源，进而使土地沙化，导致土壤养分的损失。针对地面塌陷的具体情况通过采取土地平整削高填低、挖深林沙等工程治理措施，对塌陷区土地进行复垦治理，技术上可行。

土地压占使土壤更为紧实，相对体积质量及密度增大，土壤原有空隙系统及结构被破坏，协调水、肥、气、热的能力下降，占压区的植被生产力恢复需要定的年限。通过翻耕、施肥等措施对土壤压实区进行治理，技术上可行。

（1）重点工程保护工作

①对受影响的 S515 和 S201 和农用生产道路及时采用煤矸石垫高路基，并碾压密实，确保交通畅通；

②对于塌陷盆地影响范围内的沱河堤坝和农田水利设施进行进行垫高、加固，保证度汛安全；

③对矿区采区上部村庄设置保护煤柱或根据矿山开采计划及时进行搬迁工作，并布设监测工作，防止对其造成影响。

（2）监测工作

在区内布设监测工程，随时掌握地面塌陷地质灾害的发展变化趋势，矿山排水对地表水环境的影响以及矿山开采对地下含水层的影响破坏情况。

二、经济可行性分析

1. 矿山企业治理的可行性

按照“谁开发、谁保护，谁破坏、谁治理”的原则，陈四楼煤矿矿山地质环境保护与恢复治理工程和矿山地质环境监测工程费用由陈四楼煤矿全部承担。

矿山开采企业应将矿山地质环境治理工作列为建设项目的一部分，列支专项经费进行矿山地质环境的保护与恢复治理，对可能出现的矿山地质环境问题进行监测。经费要结合方案实施进度统筹安排，做到专款专用，保证经费足额及时到位，确保达到矿山地质环境恢复治理的防治目标。

2. 矿山企业治理产生经济效益的可行性

通过及时保护与治理，矿山企业可避免和减少矿山地质环境问题的产生，避免耗费大量的人力财力物力来解决历史遗留问题；经过整治，部分土地得以有效利用，部分矿产品还可以重新开发，这类“变废为宝”的治理模式手段可行，经济效益显著。

矿山地质环境综合治理工作是一项投资大、长期收益的工程，是一项利国利民，造福后代的工程，综合效益显著。

三、生态环境协调性分析

(1) 生态环境健康发展生态环境是人类赖以生存，维系健康发展的重要源泉。以破坏生态环境为代价的矿山开采，是对人类生存环境的破坏。矿山地质环境治理工作是在考虑生态环境安全的前提下开展的利国利民的一项国家大计，有助于保护和恢复生态环境的健康发展。

(2) 与地方经济相结合矿山地质环境治理工作的开展解决了发展地方经济和保护生态环境之间的矛盾，使更多的工矿企业可以在履行自身义务的前提下，更好的发展自身潜力，为地方经济贡献力量。

第二节 土地复垦适宜性分析

土地复垦适宜性评价是在全面了解待复垦区土地自然属性、社会经济属性和土地损毁情况等的前提下，从土地利用的要求出发，通过分析不同类型土地

的特点，了解土地各因子在生态环境中相互制约的内在规律，全面衡量复垦前某种用途土地的适宜性及适宜程度，从而为合理复垦利用待复垦土地资源提供科学依据，避免复垦的盲目性、损毁性，增强科学性、现实性，使有限的土地资源得以可持续利用。土地复垦适宜性评价是土地复垦项目投资前期工作的中心环节和项目决策的依据，是土地治理利用方向决策和改良途径选择的基础。

一、土地适宜性评价原则、依据

1. 适宜性评价原则

（1）符合土地利用总体规划，并与其他规划相协调原则

土地利用总体规划是从全局和长远的利益出发，以区域内全部土地为对象，对土地利用、开发、整理、保护等方面所做的统筹安排，土地复垦适宜性评价应符合土地利用总体规划，避免盲目投资、过度超前浪费土地资源。同时应与其他规划（如农业区划、农业生产远景规划、城乡规划等）相协调。

（2）因地制宜，农业用地优先的原则

土地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。根据被损毁前后土地拥有的基础设施，因地制宜，扬长避短，发挥优势，宜农则农、宜林则林、宜牧则牧、宜渔则渔。

（3）自然因素和社会经济因素相结合原则

在进行土地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要综合考虑项目区自然、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。

（4）主导性限制因素与综合平衡原则

影响损毁土地复垦利用的因素很多，如积水、土源、水源、土壤肥力、坡度及灌溉条件等。根据本项目区自然环境、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因素，同时兼顾其他限制因素。

（5）综合效益最佳原则

在确定土地的复垦方向时，应首先考虑其最佳综合效益，选择最佳的利用

方向，根据土地状况是否适宜复垦为某种用途的土地，或以最小的资金投入取得最佳的经济、社会和生态环境效益，同时应注意发挥集体效益，即根据区域土地利用总体规划的要求，合理确定土地复垦方向。

（6）动态和土地可持续利用原则

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

（7）经济可行和技术合理性原则

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。复垦技术应满足复垦工作顺利开展、复垦效果达到复垦标准要求。

（8）提高土地利用水平原则

在确定土地复垦方向时，要注意提高土地的利用水平，挖掘现有土地的内部潜力，改善劣质土地，提高土地肥力。

（9）公众参与原则

在土地复垦适宜性评价过程中，要听取公众对土地复垦方向的意见和建议，确保土地复垦的可行性。只有充分考虑公众的看法和采纳合理的意见，发挥公众监督的作用，才能提高评价的实效性。

2. 适宜性评价依据

土地复垦适宜性评价在详细调研项目区土地损毁前的利用状况、生产水平和损毁后土地自然条件基础上，参考土地损毁预测的结果，依据国家和地方的规划和行业标准，结合本地区的复垦经验，采取切实可行的办法，改善被损毁土地的生态环境，确定复垦利用方向。其主要依据包括：

（1）土地复垦的相关规程和标准

包括《土地复垦质量控制标准》（TD/T 1036-2013）、《土地复垦方案编制规程》（TD/T 1031-2011）、《土地整治项目设计报告编制规程》（TD/T 1038—2013）、《耕地后备资源调查与评价技术规程》（TD/T 1007-2003）、

《耕地地力调查与质量评价技术规程》（NY/T1634-2008）以及地方性的复垦质量要求和实施办法等。

（2）土地利用的相关法规和规划

包括土地管理的法规、项目所在地区的土地利用总体规划等，具体见“0.3 编制依据”。其他包括《基本农田保护条例》（1998 年）、《土地复垦条例》（国务院令第 592 号公布）、《土地复垦条例实施办法》（2013）、永城市土地利用现状图（三调图）以及复垦区损毁土地预测及损毁程度分析结果和项目区土地资源调查资料等。

二、适宜性评价范围和初步复垦方向

1. 评价范围

本次评价范围主要为采空塌陷拟损毁和现状损毁区域，并减去重复损毁区域，根据前面计算，本次方案损毁土地面积为 4865.12hm²，其中工业广场区占压用地（32.21hm²）和运矿铁路公路占压用地（36.73hm²）将持续使用不需复垦，商业服务用地（8.22hm²）、工矿用地（85.42hm²）、公共管理与公共服务用地（13.33hm²）、特殊用地（6.04hm²）、交通运输用地（124.06hm²）、水域及水利设施用地（573.78hm²）均为通过维护继续使用，保持原地类，不参与本次适宜性评价。因此本次适宜性评价面积为 3985.33hm²。

2. 初步复垦方向考虑的因素

根据土地利用总体规划，并与生态环境保护规划相衔接，从矿区的实际出发，通过对矿区自然和社会经济因素、公众意愿、矿山周围安全、环境保障和矿山植被状况等综合分析，初步确定项目区土地复垦方向。

（1）项目区自然因素分析

气候条件：矿区属半湿润，半干旱的大陆性气候，夏季炎热多雨，冬季干燥寒冷，四季分明，年平均气温 14.4℃，最高气温 41.5℃（1966.7.18），最低气温 -23.4℃（1969.2.5），最大冻土深 21cm。

地形条件：本区地貌成因属堆积地形，地貌单元属黄淮冲积平原中部，地势平坦，微有起伏，海拔标高为+32~36m，相对高差 1~4m，地面坡降 1:11000。

土壤条件：矿区内土壤以两合土为主，其中表层褐土土层厚度在 0.5m 左右，土壤较肥沃，土壤养分含量较高，适宜农作物生长。

水源条件：多年平均降水量 887.3mm，年最大降水量 1518.6mm（1963 年），年最小降雨量 556.2mm（1973 年），进入 2021 年以来，区域降水量 906.8mm，7~8 月份降雨量达 447mm（数据来自河南水文信息网，截止到 2021 年 12 月）。矿区内有两条季节性河流（韩沟、小白河），植被灌溉来源丰富。

（2）政策因素分析

从实际出发，应把保护耕地放在土地利用与管理的首位，严格保护永久基本农田，保证粮、棉、油等基本农产品的生产用地，努力实现耕地总量动态平衡；坚持土地利用经济、社会、生态效益的统一。坚持土地开发、利用与整治、保护相结合，防止过度开发和掠夺式利用，加强土地退化的防治，实现土地资源的持续利用与社会、经济、资源、环境协调发展，为现代化建设和社会经济可持续发展服务。按照规划要求，矿区地势较平坦，土壤肥沃，主要复垦方向为耕地，发展农业。

（3）公众意愿分析

通过项目区公众调查分析，受访居民均认为本项目建设对促进当地经济发展将起到重要作用，对项目的建设表示支持。在公众对土地复垦的意愿中，很多人提出保护好耕地，尽量提高土地生产能力，增加土地产出率，另外也希望矿方对损毁的土地予以补偿，在基本不改变原土地功能的前提下，尽量提高植被覆盖度。

（4）当地土地利用总体规划

按照规划要求，坚持矿产资源保护与可持续利用，矿山建设与生态环境恢复治理齐抓共管，在矿山生态脆弱区切实做好土壤改良与培肥措施，加大林草建设力度，因地制宜地恢复与重塑植被。尽量保持复垦后土地与当地土地利用规划保持一致。

（5）初步复垦方向的确定

在详细调查项目区土地资源特性的基础上，结合公众意见和当地的土地利用总体规划，按照土地损毁程度和对土地利用的限制条件，以农用地优先为原则确定了初步复垦方向。

轻度塌陷损毁区：因塌陷损毁程度较小，其中塌陷下沉 10~1500mm 的区域，经土地平整后经过维修排灌设施，复垦方向基本保持原地类不变。初步复垦方向考虑耕地、园地、林地、草地、设施农用地等保持原地类不变。其他林地经过林木补种后复垦为有林地。

中度、重度塌陷损毁区：塌陷下沉 1500~5000mm 的区域内经过挖填平衡后，然后维修排灌设施，复垦方向基本保持原地类不变。初步复垦方向考虑耕地、园地、林地、草地、设施农用地等保持原地类不变。其他林地经过林木补种后复垦为有林地，积水区复垦为坑塘。

3. 划分评价单元

划分评价单元是开展土地适宜性评价的基础，同一单元内土地的基本属性、土地特征、复垦利用方向和改良途径应基本一致，不同单元之间则有较大差异。由于土地复垦适宜性评价是在当前对将来损毁的土地进行评价，评价时段与土地利用现状时段不一致，因此在划分评价单元时不能仅以土地利用现状作为依据；其次，矿山开采对土地原地貌造成了损毁，原有的土壤状况和土地类型等都将发生变化。因此，不可以土壤类型为依据划分评价单元。

因此，本项目的评价单元采用综合划分的方法，即以项目区土地利用现状图为基础，将塌陷预测图、土壤图以及地形图进行叠加后，形成不同性质的斑块，将部分面积较小且性质相近的图斑进行合并，最终形成评价单元 43 个（评价单元 1-96），见表 8-2-1。

表 8-2-1 评价单元划分表

位置	序号	损毁程度	评价单元	面积（hm ² ）
已损毁塌陷区域	1	轻度	水浇地	119.3
	2		旱地	210.73
	3		果园	2.37
	4		乔木林地	11.83
	6		其他林地	4.55
	7		其他草地	0.42
	9		农村宅基地	36.87
	10		设施农用地	5.37
	11		空闲地	0.04
拟损毁塌陷区域	12	轻度	水浇地	246.09
	13		旱地	434.37
	14		果园	5.36
	16		乔木林地	23.49
	18		其他林地	9.26

位置	序号	损毁程度	评价单元	面积（hm ² ）
	19		其他草地	0.88
	21		农村宅基地	79.76
	22		设施农用地	10.73
	24	中度	水浇地	695.63
	25		旱地	1227.83
	26		果园	15.16
	27		乔木林地	66.14
	28		其他林地	26.18
	29		其他草地	2.48
	31		农村宅基地	225.48
	32		设施农用地	30.32
	33	重度	水浇地	149.70
	34		旱地	264.23
	35		果园	3.26
	37		乔木林地	14.30
	39		其他林地	5.63
	40		其他草地	0.53
	42		农村宅基地	48.52
	43		设施农用地	6.52
合计				3985.33

4. 复垦适宜性等级评定

1) 适宜性等级评价方法和体系

(1) 评价方法的确定

根据该项目土地损毁预测分析，评价对象主要为挖损和压占损毁的土地，损毁程度以重度为主，且每个评价单元内部性质相对均一，特征明显，因此宜采用“极限条件法”对拟复垦土地进行适宜性评价，即根据最小因子定律，土地的适宜性及其等级是由选定评价因子中单因子适宜性等级最小（限制性等级最大）的因子所确定的。极限条件法的计算公式为：

$$Y_i = \min(Y_{ij})$$

式中：Y_i—第 i 评价单元的最终分值；

Y_{ij}—i 单元中第 j 参评因子的分值。

(2) 评价体系的建立

根据《土地复垦方案编制规程》和国内外的相关研究成果，本方案的复垦土地的适宜性采用二级划分体系，即土地适宜类和土地质量等。土地适宜类分适宜类、暂不适宜类和不适宜类，类别下面再续分若干土地质量等。土地质量分一等地、二等地和三等地，暂不适宜类和不适宜类一般不续分。适宜类可按

照不同的复垦方向划分成宜耕类、宜林、宜草类（见表 8-2-2）。

表 8-2-2 土地复垦适宜性评价体系

土地适宜类	土地质量等			备注
适宜类	宜耕	宜林	宜草	
	一等地（1）	一等地（1）	一等地（1）	
	二等地（2）	二等地（2）	二等地（2）	
	三等地（3）	三等地（3）	三等地（3）	
暂不适宜类	不续分（N）	不续分（N）	不续分（N）	
不适宜类	不续分（N）	不续分（N）	不续分（N）	

①宜耕类

一等宜耕地：复垦条件好，损毁轻微，质量好，对农业利用无限制或一种限制，且限制程度低。通常这类土地地形平坦，土壤肥力高，适于机耕，易于恢复为耕地，在正常耕作管理措施下可获得不低于甚至高于损毁前耕地的产量，且正常利用不致于发生退化。

二等宜耕地：复垦条件质量中等，损毁程度不深，有一、二种限制因素，限制强度中等，需要采取一定的改良或保护措施才能较好的利用。如利用不发，可能导致水土流失、肥力下降等现象。

三等宜耕地：复垦条件较差，损毁严重，有多种限制因素，且限制程度高，改造困难，需要采取复杂的工程或生物措施。需要采取大整治措施后才能作为耕地使用，或者需要采取重要保护措施防止土地农业利用时发生退化现象，如利用不当，对土地质量和生态环境有较严重的不良影响。

②宜林类

一等宜林地：适用于林木生产，产量高和质量好。无明显限制因素，损毁较轻，采用一般技术造林植树，即可获得较大的产量我经济价值。

二等宜林地：比较适于林林生产，产量和质量中等。地形、土壤、水分等因素对种植树木有一定的限制，损毁程度不深，但是植树造林的技术要求较高，产量我经济价值一般。

三等宜林地：林木生长困难，产量低。地形、土壤和水分等限制因素较多，损毁严重，植树造林技术要求较高，产量和经济价值较低。

③宜草土地

一等地草地：最适于草地发展，无明显限制因素，损毁轻微，地形平坦，

质地好，排灌条件有保证，正常利用不致发生退化。

二等地草地：较适于草地发展，对草地利用有一定的限制，中度损毁，质地中等，排灌条件不稳定，需要经过一定整治才可恢复为草地。

三等地草地：对草地利用有较多限制，地形起伏，土壤质地差，排灌条件有困难，损毁较为严重。

(3) 评价指标及等级的选择

评价指标体系的设置需要遵循一定原则：差异性原则、综合性原则、主导性原则、定量和定性相结合原则和可操作性原则。考虑到陈四楼煤矿的实际情况，宜耕、宜草、宜林适宜性评价指标选取如下：

①耕地复垦方向

影响因素有：土地损毁程度、地面坡度、土壤质地和砾石含量、原土地利用状况、灌溉条件、排水条件、外部条件等。地形起伏等对农业生产限制较大，平整的田地有利于保持土地肥力和农业机械操作，所以平地最适合耕地复垦方向，其次是丘陵；土壤质地和砾石含量包含了有机质含量、土层厚度等因素，这里考虑到影响因素数目过多，只对它进行综合考虑，土壤质地和砾石含量是农作物生长的基础，直接决定了农作物的生长发育状况和生产水平；原土地利用状况是土地在矿业开发之前的利用情况，反映了土地的能力和耕作条件等，如：原土地为耕地，则复垦为耕地方向的适宜性就大，如果原土地本身为难利用的地，说明其本身可能不具备耕地的条件，则复垦为耕地的适宜性就小；灌溉和排水是两个重要方面，它直接影响土地生产力的发挥。外部条件是指复垦地块距村庄的远近和出入是否方便。

表 8-2-3 耕地复垦方向参评因子及等级

评价因子等级	损毁程度	地面坡度	土壤质地和砾石含量	灌溉条件	排水条件	外部条件
一等地(1)	轻度	≤3°	褐土、棕壤土	有灌溉水源	好	离村庄近、出入方便
二等地(2)	中度	3-8°	粘土、砂壤土	特定阶段有稳定灌溉条件	较好	离村庄近、出入不便
三等地(3)	中、重度	7-15°	沙土或石砾含量15%~30%	灌溉水源保证差	一般	离村庄远、出入方便
不适宜类(N)	重度	>15°	石质或石砾含量>30%	灌溉水源保证差	一般或差	离村庄远、出入不便

②林地复垦方向

影响因子有：土地损毁程度、地面坡度、土壤质地和砾石含量、灌溉条件、排水条件、区位条件及其它外部条件等。地面坡度的加大会增加林地复垦工程的难度，土壤质地和砾石含量和灌溉条件的好坏决定了树木的生长情况。区位条件宜是树木种植的重要影响因素，距城市的远近直接影响其生态、经济效益，外部条件包括距城市的远近和交通条件。

表 8-2-4 林地复垦方向参评因子及等级

评价因子等级	损毁程度	地面坡度	土壤质地和砾石含量	灌溉条件	排水条件	外部条件
一等地(1)	轻度	≤15°	土壤厚度大于 30cm 的各种壤土、砂土	有灌溉水源	好	离村庄近、交通条件好
二等地(2)	中度	15-25°	土壤厚度大于 10cm 小于 30cm 的各种壤土、砂土	特定阶段有稳定灌溉条件	较好	离村庄远、交通条件好
三等地(3)	重度	25-35°	沙砾质	灌溉水源保证差	一般	离村庄远、交通条件差
不适宜类(N)	重度	> 35°	砾质	灌溉水源保证差	一般或差	离村庄远、交通条件差

③草地复垦方向

影响因子有：土地损毁程度、地面坡度、灌溉条件及其它外部条件等。草地复垦对土地的适宜性和前面几种土地复垦方向比较，适宜度较宽，对各种影响因子的要求不高。

表 8-2-5 草地复垦方向参评因子及等级

评价因子等级	损毁程度	地面坡度	灌溉条件	排水条件	外部条件
一等地(1)	轻度	≤15°	有灌溉水源	好	离村庄近、交通条件好
二等地(2)	中度	15-25°	灌溉水源保证差	较好	离村庄远、交通条件好
三等地(3)	重度	25-35°	无灌溉水源	一般	离村庄远、交通条件差
不适宜类(N)	重度	>35°	灌溉水源保证差	一般或差	离村庄远、交通条件差

评价等级标准参考《土地复垦质量控制标准》（TD/T 1036-2013）、《耕地后备资源调查与评价技术规程》（TD/T 1007-2003），结合项目区土地资源调查资料，确定了复垦土地适宜性评价的等级评定标准。见表 8-2-6。

表 8-2-6 塌陷损毁区土地复垦适宜性等级评定标准表

限制因子及分级指标		耕地评价	林地评价	草地评价
田面坡度/土地平整度(°)	<3	1	1	1
	3-10	2	1	1
	10-15	3	2	2
	>15	N	3	2
塌陷深度	<1.5	1	1	1
	1.5-5	2	2	2
	>5	N	N	N
土壤质地	壤土、粘壤土	1	1	1
	粘土、	2	1	1
	砂土	N	3	3
有效土层厚度(cm)	≥80	1	1	1
	60-80	2	1	2
	30-60	N	2	2
	<30	N	N	3
是否积水	不积水	1	1	1
	偶渍	2	2	2
	积水	N	3	3
灌溉条件	有稳定灌溉条件	1	1	1
	灌溉水源保证差	2	1	2
	困难	3	3	2
	不具备	N	N	N

注：适宜（1）、较适宜（2）、一般适宜（3）和不适宜（N）。

（3）适宜性等级评价结果及复垦方向分析

根据各参评单元损毁后的土地性质状况，对照土地复垦适宜性分级标准表，得出各评价单元的适宜性评价结果。

依据公众意见，并且考虑到以后管护时方便通行，采区道路予以保留，不再通过适宜性分析评价其适宜类，其余各评价单元性质见表 8-2-7。将参评单元的土地性质分别与复垦土地评价因素各类评价等级标准对比，分析确定该单元的土地适宜性等级及复垦方向，详见表 8-2-8。

表 8-2-7 复垦土地各类参评单元特性表

序号	评价单元		评价因子						
	评价区	损毁地类	地形坡度(°)	土壤质地	土层厚度(cm)	排水条件	灌溉条件	岩土污染	损毁程度
1	已塌陷区	水浇地	< 3	粘壤土	> 80	不积水	灌溉保证好	无	轻度
2		旱地	< 3	粘壤土	> 80	不积水	灌溉保证好	无	
3		果园	< 3	粘壤土	> 80	不积水	灌溉保证好	无	
4		乔木林地	< 3	粘壤土	> 80	不积水	灌溉不稳定	无	
5		其他林地	< 3	粘壤土	> 80	不积水	灌溉不稳定	无	

表 8-2-7 复垦土地各类参评单元特性表

序号	评价单元		评价因子						
	评价区	损毁地类	地形坡度 (°)	土壤质地	土层厚度 (cm)	排水条件	灌溉条件	岩土污染	损毁程度
6		其他草地	< 3	粘壤土	> 80	不积水	灌溉保证好	无	
7		农村宅基地	< 3	粘壤土	> 80	不积水	灌溉保证好	无	
8		设施农用地	< 3	粘壤土	> 80	不积水	灌溉不稳定	无	
9		空闲地	< 3	粘壤土	> 80	不积水	灌溉不稳定	无	
10	拟损毁区	水浇地	< 3	粘壤土	> 80	不积水	灌溉保证好	无	轻度
11		旱地	< 3	粘壤土	> 80	不积水	灌溉保证好	无	
12		果园	< 3	粘壤土	> 80	不积水	灌溉保证好	无	
13		乔木林地	< 3	粘壤土	> 80	不积水	灌溉不稳定	无	
14		其他林地	< 3	粘壤土	> 80	不积水	灌溉不稳定	无	
15		其他草地	< 3	粘壤土	> 80	不积水	灌溉保证好	无	
16		农村宅基地	< 3	粘壤土	> 80	不积水	灌溉保证好	无	
17		设施农用地	< 3	——	> 80	不积水	灌溉不稳定	无	
18		水浇地	< 3	粘壤土	> 80	不积水	灌溉保证好	无	中度
19		旱地	< 3	粘壤土	> 80	不积水	灌溉保证好	无	
20		果园	< 3	粘壤土	> 80	不积水	灌溉保证好	无	
21		乔木林地	< 3	粘壤土	> 80	不积水	灌溉不稳定	无	
22		其他林地	< 3	粘壤土	> 80	不积水	灌溉不稳定	无	
23		其他草地	< 3	粘壤土	> 80	不积水	灌溉保证好	无	
24		农村宅基地	< 3	粘壤土	> 80	不积水	灌溉保证好	无	
25		设施农用地	< 3	——	> 80	不积水	灌溉保证好	无	
26		水浇地	< 3	粘壤土	> 80	不积水	灌溉保证好	无	重度
27		旱地	< 3	粘壤土	> 80	不积水	灌溉保证好	无	
28		果园	< 3	粘壤土	> 80	不积水	灌溉保证好	无	
29		乔木林地	< 3	粘壤土	> 80	不积水	灌溉不稳定	无	
30		其他林地	< 3	粘壤土	> 80	不积水	灌溉不稳定	无	
31		其他草地	< 3	粘壤土	> 80	不积水	灌溉保证好	无	
32		农村宅基地	< 3	粘壤土	> 80	不积水	灌溉保证好	无	
33		设施农用地	< 3	——	> 80	不积水	灌溉不稳定	无	

表 8-2-8 评价单元复垦方向及复垦单元统计表

位置		序号	评价单元	适宜性			复垦方向	面积 (hm2)	复垦单元	
				农业用地	林业用地	牧业用地				
已损毁塌陷区域	轻度	1	水浇地	1	1	1	水浇地	119.3	A1	
		2	旱地	1	1	1	旱地	210.73	B1	
		3	果园	1	1	1	果园	2.37	C1	
		4	乔木林地	2	1	1	乔木林地	11.83	D1	
		5	其他林地	2	1	1	乔木林地	4.55	D1	
		6	其他草地	2	1	1	旱地	0.42	B1	
		7	农村宅基地	2	2	2	旱地	36.87	B1	
		8	设施农用地	2	2	2	设施农用地	5.37	E1	
		9	空闲地	2	2	2	旱地	0.04	B1	
拟损毁塌陷区域	轻度	10	水浇地	1	1	1	水浇地	246.09	A2	
		11	旱地	1	1	1	旱地	434.37	B2	
		12	果园	1	1	1	果园	5.36	C2	
		13	乔木林地	1	1	1	乔木林地	23.49	D2	
		14	其他林地	1	1	1	乔木林地	9.26	D2	
		15	其他草地	1	1	1	旱地	0.88	B2	
		16	农村宅基地	1	1	1	旱地	79.76	B2	
		17	设施农用地	1	1	1	设施农用地	10.73	E2	
	中度	18	水浇地	1	1	1	水浇地	695.63	A2	
		19	旱地	1	1	1	旱地	1227.83	B2	
		20	果园	2	1	1	果园	15.16	C2	
		21	乔木林地	2	1	1	乔木林地	66.14	D2	
		22	其他林地	2	1	1	乔木林地	26.18	D2	
		23	其他草地	2	1	1	旱地	2.48	B2	
		24	农村宅基地	2	2	2	旱地	225.48	B2	
		25	设施农用地	2	2	2	设施农用地	30.32	E2	
	重度	26	水浇地	2	2	2	水浇地	149.70	A2	
		27	旱地	易积水区	N	N	N	坑塘	46.22	F2
				不易积水区	2	2	2	旱地	218.01	B2
		28	果园	N	N	N	果园	3.26	C2	
		29	乔木林地	N	N	N	乔木林地	14.30	D2	
		30	其他林地	N	N	N	乔木林地	5.63	D2	
		31	其他草地	N	N	N	坑塘	0.53	F2	
		32	农村宅基地	N	N	N	坑塘	48.52	F2	
		33	设施农用地	N	N	N	坑塘	6.52	F2	

6. 最终复垦方向的确定和复垦单元的划分

以评价结果为依据,根据可行性和最佳效益及因地制宜原则,结合矿区社会因素情况,当地人口多,人均土地资源少,此外,土地复垦还结合了高庄镇和候岭乡土地利用总体规划,根据“宜耕则耕,宜园则园,宜林则林,耕地优先”的原则进行复垦。针对适宜性评价结果及公众意见作如下说明,最终确定

复垦责任范围土地复垦方向。

(1) 采煤塌陷区废弃村庄为均进行搬迁，根据公众意愿，待建筑物拆除后经过翻耕、平整后复垦为旱地；

(2) 塌陷下沉小于 1500mm 的区域内经过平整，然后维修排灌设施，复垦方向基本保持原地类不变，因此，复垦方向考虑水浇地、旱地、果园、乔木林地、设施农用地等保持原地类，其他林地复垦为乔木林地，其他草地和空闲地恢复为旱地；

(3) 塌陷下沉 1500~3000mm 的区域内经过挖填平衡后，然后维修排灌设施，复垦方向基本保持原地类不变，因此，复垦方向考虑水浇地、旱地、果园、乔木林地、设施农用地等保持原地类，其他林地复垦为乔木林地，其他草地和空闲地恢复为旱地。

(4) 塌陷下沉 3000mm 以上的区域，出现积水，复垦方向为坑塘。

根据评价单元的最终复垦方向，从工程施工和损毁时序角度将采取复垦工程和技术措施一致的评价单元合并为一个复垦单元，本项目共划分为 32 个复垦单元。复垦单元的划分和最终的复垦方向见表 8-2-6。

7. 复垦结构调整情况

本项目复垦责任范围为 4796.08hm²。在《方案》的服务年限内，通过《方案》的实施，复垦面积为 4796.08hm²，复垦率为 100%。复垦前后各地类的面积及土地利用结构变化表见表 8-2-9。

表 8-2-9 复垦责任区复垦前后土地利用结构调整表

一级地类		二级地类		面积 (hm ²)		变幅	
地类代码	地类名称	地类代码	地类名称	复垦前	复垦后	面积 (hm ²)	比例 (%)
01	耕地	0102	水浇地	1210.72	1210.72	0	0
		0103	旱地	2137.16	2438.85	+301.69	+14.1
02	园地	0201	果园	26.15	26.15	0	0
03	林地	0301	乔木林地	115.78	161.40	+45.62	+39.4
		0307	其他林地	45.62	0	-45.62	-100
04	草地	0404	其他草地	4.31	0	-4.31	-100
05	商业服务业用地	0508	物流仓储用地	3.02	3.02	0	0

表 8-2-9 复垦责任区复垦前后土地利用结构调整表

一级地类		二级地类		面积（hm ² ）		变幅	
		05H1	商业服务业设施用地	5.2	5.2	0	0
06	工矿用地	0601	工业用地	84.3	84.3	0	0
		0602	采矿用地	1.12	1.12	0	0
07	住宅用地	0702	农村宅基地	392.61	0	-392.61	-100
08	公共管理与公共服务用地	0809	公用设施用地	0.89	0.89	0	0
		0810	公园与绿地	0.84	0.84	0	0
		0810A	广场用地	1.02	1.02	0	0
		08H1	机关团体新闻出版用地	2.63	2.63	0	0
		08H2	科教文卫用地	7.95	7.95	0	0
09	特殊用地			6.04	6.04	0	0
10	交通运输用地	1001	铁路用地	2.54	2.54	0	0
		1003	公路用地	13.72	13.72	0	0
		1004	城镇村道路用地	19.36	19.36	0	0
		1005	交通服务场站用地	1.29	1.29	0	0
		1006	农村道路	87.05	87.05	0	0
11	水域及水利设施用地	1101	河流水面	29.68	29.68	0	0
		1104	坑塘水面	219.38	219.38	0	0
		1104A	养殖坑塘	136.52	238.31	+101.79	+74.49
		1107	沟渠	108.24	108.24	0	0
		1108	水工建筑用地	79.96	79.96	0	0
12	其他土地	1201	空闲地	0.04	0	-0.04	-100
		1202	设施农用地	52.94	46.42	-6.52	-12.32
总计				4796.08			

第三节 土地复垦可行性分析

一、水土资源平衡分析

（一）水资源供需平衡分析

综合考虑复垦区内水资源的供应能力和需求状况，分析复垦区水资源的充足情况，对本方案中复垦区水资源平衡分析如下：

1. 需水量计算

复垦区内工业较少，采矿场地用水主要依靠矿井排水供给，不列入本次需水量分析中。本次水资源需求主要包括农业用水和生活用水两部分。

（1）农业用水

根据河南省地方标准《农业与农村生活用水定额》（DB41/T 958-2020），永城市属于豫东平原区，农作物灌溉基本用水定额见表 8-3-1。

表 8-3-1 项目区农作物年灌溉水量

作物名称	灌溉保证率	定额单位	灌溉定额	备注
小麦	75%	m ³ /亩	120	冬灌、孕穗、抽穗
	50%	m ³ /亩	88	冬灌、孕穗、抽穗
玉米	75%	m ³ /亩	95	拔节、抽雄
	50%	m ³ /亩	75	拔节、抽雄
大豆	75%	m ³ /亩	85	
	50%	m ³ /亩	65	

复垦区作物种植以小麦、玉米、大豆为主，根据河南省地方标准，农作物灌溉设计保证率 75%。按照目前作物种植比例和今后种植业结构调整的要求，拟定项目区作物种植结构为：小麦 80%，玉米 90%，大豆 10%。

灌溉水利用系数选取 0.8，农作物需水量计算见表 8-3-2。

表 8-3-2 项目区农作物年灌溉水量

作物名称	净灌溉定额 (m ³ /亩)	种植比例	综合净灌溉定额 (m ³ /亩)	灌溉水利用系数	综合毛灌溉定额 (m ³ /亩)
小麦	120	0.8	96	0.8	120.00
玉米	95	0.9	85.5	0.8	106.88
大豆	85	0.1	8.5	0.8	10.63
合计		1.8	190		237.51

根据复垦区规划结果，区内农水浇地种植面积为 1210.72hm²（合 18161 亩），由综合毛灌溉定额 237.51m³/亩，计算农作物的需水量如下：

复垦区农作物需水量=237.51×18161=431.34 万 m³。

(2) 林业和园地用水

林业和园地灌溉区，以栽种树木的数量，每次轮灌期天数，确定浇灌水量。根据当地实际情况，管护期内（3a），林地、园地按照种树株数，每年每株需浇水 7 次，每次 60L，则每株需浇水 $0.42\text{m}^3/\text{a}$ ，园地 26.15hm^2 ，林地 161.40hm^2 ，年需要水量计算如下：

$$(26.15+161.40) \times 60 \times 4 = 4.50 \text{ 万 m}^3$$

(3) 总需水量

农业用水、林业、园地用水及草地用水量之和，即复垦区总的用水量为每年 435.84 万 m^3 。

2. 供水量

项目区内可用水源为地下水。浅层地下水的补给量包括降雨入渗、田间入渗、水体渗漏补给三部分。

①降雨入渗补给量

根据永城市气象局资料（1963-2016 年）历年平均降水量为 868mm ，并结合本复垦区的实际情况，降雨入渗补给量由下列公式计算：

$$W_{\text{降}} = 0.001 \times A \times P \times \alpha$$

式中： $W_{\text{降}}$ ——降雨入渗补给量， 万 m^3 ；

A ——补给区面积， hm^2 ；

P ——多年平均降水量， mm ，多年平均降雨量 $p=868\text{mm}$ ，

α ——入渗补给系数，入渗系数采用 0.22 。根据《机井技术规范》（GB/T50625-2010），多年平均降雨量在 1000mm 以下、砂质粘土时， α 取值范围是 $0.14-0.23$ 。

补给区面积取项目区面积，即 6168.54hm^2 ，项目区所在地年平均降雨量 868mm ，由上式可得多年平均降雨入、渗补给量为 1177.94 万 m^3 。

②灌溉回归水量

$$W_{\text{渗}} = Q_{\text{灌}} \times \beta$$

式中： $W_{\text{渗}}$ ——田间入渗补给地下水量， 万 m^3 ；

$Q_{\text{灌}}$ ——田间灌溉水量， 万 m^3 ；

β ——灌溉回归入渗系数

田间灌溉水量取 1316.04 万 m^3 ，灌溉回归入渗系数取 0.25，由上式可得田间入渗补给地下水水量为 329.01 万 m^3 。

③韩沟、小白河渗漏补给量利用达西公式计算，

$$Q_{\text{侧渗}} = KIML$$

式中： $Q_{\text{侧渗}}$ ——沟渠渗漏补给量(m^3/d)；

K ——含水层渗透系数(m/d)，取 $K=10m/d$ ；

I ——地下水水力坡度，取 $I=1/1000$ ；

M ——含水层厚度，取 $M=8m$ ；

L ——沟渠渗漏补给长度

项目区韩沟渗漏补给长度为 9884m、小白河渗漏补给长度为 3046m，含水层渗透系数取 10m/d，地下水水力坡度取 1/1000，含水层厚度取 9m，由上式可得韩沟渗漏补给量为 444.78 万 m^3 、小白河渗漏补给量为 137.07 万 m^3 。则项目区可供利用的地下水水资源共计 2123.46 万 m^3 。

③ 开采地下水

本项目可开采地下水主要来自耕地灌溉机井来提供。根据现场调查，复垦区耕地范围可使用机井 312 眼。

根据复垦区实际情况，参考《机井技术规范》，单井可供水量按下式概算：

$$W_{\text{机井}} = QT\eta n$$

式中： $W_{\text{机井}}$ ——单机井年供水量；

Q ——单井出水量，取 50 m^3/h ；

T ——每次轮灌期天数，取 8d；

t ——灌溉期水泵每天开机时间，取 12h；

η ——灌溉水利用系数，取 0.95；

n ——每年轮灌次数，取 6。

计算可知，单机井年供水量 $W_{\text{机井}}=2.736$ 万 m^3/a 。按机井 312 眼计算，每年机井可供灌溉水量为 366.62 万 m^3 。

3. 平衡分析

根据上述计算，区内每年灌溉需水量 435.84 万 m^3 ，复垦区内年供水量 3630.41 万 m^3 远远大于需水量，完全可以保证项目区农业灌溉的需要。而且通

过土地复垦，将大大提高项目区水土蓄养水平，进一步保证地下水的有效供给。只要村民自备抽水泵，通过灌溉，可以保证项目区需水的要求。

（二）土资源供需平衡分析

陈四楼煤矿复垦责任范围内土壤层厚度较大，土壤资源充足。本复垦方案设计在各复垦单元内力求保持土资源平衡，不外运土壤，不对复垦单元外土壤环境造成新的损害。复垦责任范围损毁的土地主要为塌陷损毁区。

本方案复垦过程中，复垦方向为水浇地、旱地、果园、乔木林地、设施农用地、坑塘等。需要进行土石方平衡的部分主要为地裂缝充填、塌陷区充填、土地平整。本次土源平衡不计算重复工程量，如熟土挖填回覆、土地平整土方等。

复垦区耕地面积 3347.88hm^2 ，耕地有效土层 $90\sim 130\text{cm}$ ，可供剥离面积 3347.88hm^2 ，可供剥离厚度 $60\sim 110\text{mm}$ 。塌陷下沉值 $\leq 1500\text{mm}$ 塌陷区耕地面积 1010.49hm^2 。该部分土地只需简单的平整，无挖、填方需要。塌陷下沉值 $> 1500\text{mm}$ 塌陷区耕地面积 2337.39hm^2 。该部分土地在挖填方前，先将耕地区的 30cm 耕作层进行剥离。剥离量为 7012170m^3 ，回覆量为 7012170m^3 。遵循复垦进度和开采计划相配合，稳定一块复垦一块的原则，剥离土壤就地堆存，无远距离运输，堆放时间较短，表土基本无损失，剥离量与需求量平衡。

村庄、废弃的采矿用地拟复垦为旱地，由于河南中部平原区地势平坦、耕作层较厚，有效土层 $90\sim 130\text{cm}$ ，扣除农村 $20\sim 30\text{cm}$ 地基或硬化层后，仍有 $60\sim 100\text{cm}$ 有效土层，参照当地村庄复垦情况，村庄搬迁后，就地翻耕，按规定施肥，就能够满足旱地复垦耕种，而且符合土地质量控制标准。由于项目最终需要对塌陷区进行削高填低，平整土地，土方来源为就近挖取，不需要外运土壤。

地裂缝治理设计沿地表裂缝周围剥离表土，剥离土层就近堆放在裂缝两侧，建筑拆除物（或矸石）回填后，再将之前剥离的表土均匀覆盖在已完成整治的地表上。剥离宽度为裂缝周围 0.5m ，剥离厚度为 0.5m 。表土剥离 298659m^3 ，表土回覆 298659m^3 ，剥离量与回覆量平衡，充填裂缝的建筑拆除物来源于村庄建筑物清理工程，煤矸石来源于矿方生产期排矸，陈四楼煤矿虽然签订了矸石利用协议，但可根据矿山地质灾害治理工程需要自用。

通过以上分析可以看出，本项目土方利用基本平衡。

二、土地复垦质量要求

1. 总则

1) 制定依据

根据中华人民共和国国务院《土地复垦条例》（国务院令[2011]592号）、中华人民共和国行业标准《土地复垦质量控制标准》（TD/T 1036-2013），《河南省土地开发整理工程建设标准》（2010年12月），结合陈四楼煤矿自身特点，针对该项目工程土地损毁情况，制定本方案土地复垦标准。

本项目土地复垦方向为水浇地、旱地、园地、乔木林地、设施农用地、坑塘等，并对河流水面、坑塘水面、沟渠、部分采矿用地、道路交通用地及特殊用地等进行修复为原状。

2) 土地复垦技术质量控制基本原则

（1）与国家土地资源保护与利用的相关政策相协调，与市土地利用总体规划、农村发展规划相结合，符合矿区总体规划；

（2）企业应按照发展循环经济的要求，按照环境影响评价要求对矿山排弃物（废渣、废石、废气）进行无害化处理；

（3）重建后的地形地貌、生物群落与当地自然环境、景观相协调；

（4）保护生态环境质量，防止次生地质灾害、水土流失、土壤二次污染等；

（5）兼顾自然、经济社会条件，选择复垦土地的用途，综合治理，宜农则农，宜林则林，宜牧则牧，宜建则建，条件允许的地方，优先复垦为农用地；

（6）经济效益、生态效益和社会效益相统一的原则。

陈四楼煤矿土地复垦区属黄淮海平原区塌陷地复垦类型，复垦中要根据各参评单元适宜性评价结果，开展相应的工程。本次复垦利用的方向有耕地、林地、草地、园地等，复垦时应满足：

① 矿区应做到边开采边复垦；

② 复垦利用类型应与地形、地貌及周围环境相协调；

③复垦场地的稳定性和安全性应有可靠保证；

④ 应充分利用原有地表土作为顶部覆盖层，覆盖后的地表层应规范、平整，

覆盖层的容重应满足复垦利用要求；

⑤ 排水设施、灌溉设施标准符合当地要求；

⑥ 复垦地区的道路交通布置合理。

2. 土地复垦质量控制标准

1) 水浇地复垦质量要求

- (1) 地面坡度小于等于 6° ；
- (2) 有效土层厚度大于等于 80cm；
- (3) 土壤容重小于等于 1.35g/cm^3 ；
- (4) 土壤质地为壤土至壤质粘土；
- (5) 砾石含量小于等于 5%；
- (6) PH 值 6.5~8.5；
- (7) 有机质含量大于等于 1.5%；
- (8) 电导率小于等于 3DS/m；
- (9) 灌溉、排水、道路、林网达到当地同行业工程建设标准要求；
- (10) 土地生产力水平三年后达到周边地区同等土地利用类型水平。

2) 旱地复垦质量要求

- (1) 地面坡度小于等于 15° ；
- (2) 有效土层厚度大于等于 60cm；
- (3) 土壤容重小于等于 1.40g/cm^3 ；
- (4) 土壤质地为壤土至壤质粘土；
- (5) 砾石含量小于等于 5%；
- (6) PH 值 6.0~8.5；
- (7) 有机质含量大于等于 1%；
- (8) 电导率小于等于 2DS/m；
- (9) 排水、道路、林网达到当地同行业工程建设标准要求；
- (10) 土地生产力水平三年后达到周边地区同等土地利用类型水平。

3) 园地复垦质量要求

- (1) 地面坡度小于等于 20° ；
- (2) 有效土层厚度大于等于 40cm；

- (3) 土壤容重小于等于 $1.45\text{g}/\text{cm}^3$,
- (4) 土壤质地为砂土至壤质粘土;
- (5) 砾石含量小于等于 10%;
- (6) PH 值 6.0~8.5;
- (7) 有机质含量大于等于 1%;
- (8) 电导率小于等于 $3\text{DS}/\text{m}$;
- (9) 道路达到当地同行业工程建设标准要求;
- (10) 生产力水平三年后达到周边地区园地水平。

4) 林地复垦质量要求

- (1) 有效土层厚度大于等于 30cm;
- (2) 土壤容重小于等于 $1.50\text{g}/\text{cm}^3$,
- (3) 土壤质地为砂土至壤质粘土;
- (4) 砾石含量小于等于 20%;
- (5) PH 值 6.0~8.5;
- (6) 有机质含量大于等于 1%;
- (7) 道路达到当地同行业工程建设标准要求;
- (8) 定植密度应满足《造林作业设计规程》(LY/T 1607) 的要求。复垦区泡桐种植间距 $2.0\text{m} \times 2.0\text{m}$, 种植密度 $2500 \text{ 株}/\text{hm}^2$ 。
- (9) 3~5 年后, 有林地郁闭度应高于 0.35。

5) 道路要求

(1) 道路标准

项目区应有合理的道路布设, 按照《河南省土地开发整理工程建设标准》, 田间道路按功能与类型划分为田间道和生产路两级。

①田间路

田间道是田间农业生产及农民生活、出行的主干道路, 主要联系居民点与田间耕作区。田间路宽度 4m, 采用水泥混凝土路面, 限制纵坡度 15% (8°), 层厚度按 20cm, 基层材料采用水泥稳定碎石, 厚度 15cm, 路基采用煤矸石压实, 厚度按 15cm 计。

②生产路

生产路宽度设计为 2.0m，采用天然路基，素土压实，路面应高出田面 0.2m，其纵坡与农田纵坡基本一致。

6) 农田水利设计要求

为满足水浇地灌溉需求，需新建机井，另外避免积水对路面、路基、耕地产生不良影响，防止水土流失，在田间道路一侧修筑排水沟。水浇地排涝标准为 10 年一遇，3 日暴雨 5 日排出。旱地排涝标准为 5 年一遇，1 日暴雨，2 日排出。

7) 表土堆放场复垦质量要求

项目区进行耕地平整期间，就近临时堆放表土，堆放期间，在表面铺设防尘网，结束后，按照耕地标准进行复垦。

8) 裂缝带土地复垦工程标准

①充填裂缝复垦可用裂缝周边土源；

②施工前，应将表层土壤剥离贮存，剥离厚度为 0.30m，宽度为裂缝两边共 0.5m 的土壤，将剥离的土壤统一堆放于两侧，堆放高度不应高于 2m，同时注意表层土壤的防护；

③对沉陷地填平补齐，平整土地，注意采取防治水土流失等措施；

④充填后，用剥离表层土壤作填充区顶部覆盖层，覆盖后平整、压实。

9) 管护质量要求

(1) 管护对象：复垦的耕地、园地、林地及配套工程；

(2) 人均管护量：25hm²/人年；

(3) 管护费：2.88 万元/人年；（参照当地劳动力价格）

(4) 植物长势良好，无枯黄现象；病虫害控制在 10%以下，不至成灾；及时清除枯死树木，补栽林木，无超过 200m² 以上的集中裸露地；防火措施得当，全年杜绝发生大的火灾事故，不发生过火面积超过 1000m² 的火灾；维持层次丰富、稳定的植物群落结构，维护良好的自然生态景观；林木间生长空间处理得当，林内无垃圾杂物，整体观赏效果好。

第九章 矿山地质环境保护与土地复垦工程

第一节 矿山地质环境保护与土地复垦目标任务

（一）主要目标

1. 总体目标

根据各级部门对矿山地质环境恢复治理与土地复垦的各项法律、法规，以及相关部门对矿山地质环境恢复治理与土地复垦的相关要求，建立矿山地质环境恢复治理与土地复垦管理机制，规范矿业活动，促进矿山生态环境与矿业活动协调发展。

2. 分类目标

（1）消除矿山地质灾害隐患，确保矿山及周边安全。随着矿山不断开采，评估范围内地面塌陷、地裂缝等地质灾害影响会进一步加重，开采过程中采用边开采边治理的措施方法，经矿山保护与治理后，已开采区进行分阶段的治理，正在开采区采取各项技术措施，最终达到减少、减轻、直至消除地质灾害的目的。

（2）建立绿色生态矿山，要求矿山破坏植被全部恢复。矿区生产区、生活办公区两旁及周围等可以绿化的区域（绿化点）都要求进行绿化，提高矿山绿化率。

3. 管理目标

（1）明确矿山地质环境恢复治理与土地复垦责任范围，责任到人，措施到位、层层把关；矿山地质环境恢复治理与土地复垦的责任人为河南龙宇能源股份有限公司陈四楼煤矿。

（2）落实矿山地质环境恢复治理与土地复垦经费，做到专款专用。

（3）完善验收制度，治理工程须经有关部门验收合格，该补则补、该返工就返工。

（4）坚持“三同时原则”，完善矿山开采设计，确保矿山地质环境恢复治理与土地复垦顺利实施。

（二）主要任务

1. 矿山地质环境恢复治理任务

- (1) 以矿山环境影响评估为基础，根据矿山具体情况，在进行充分技术经济论证的基础上，提出保护措施，制定经济、合理防治方案；
- (2) 学习和引进矿山环境保护的先进技术和经验，提高矿山环境保护水平；
- (3) 整治被破坏或废弃的土地，使之恢复到适宜植物生长或其他可供利用状态，并实施绿化；
- (4) 处置矿山开采活动中产生的各类废弃物达到国家规定的标准，保证工程活动影响区内地下水和地表水水质不受污染；
- (5) 对预测可能产生的矿山环境问题制订预防性环境保护措施；
- (6) 开展矿山环境监测，制定矿山环境问题监测方案，监测矿山环境问题的变化情况，做到防范于未然。

2. 矿山土地复垦任务

通过矿区综合整治，使该矿开采活动引起的生态环境损毁得到有效的控制和恢复，使矿山开发和生态环境建设同步，实现资源的可持续利用和经济的可持续发展。

依据土地复垦适宜性评价结果，确定了本项目土地复垦的目标任务：复垦责任范围为 4796.08hm²，对复垦责任范围的损毁土地全部采取措施进行复垦。

本次复垦方案中复垦的方向主要为旱地、水浇地、林地等，复垦率为 100%，旱地、水浇地复垦时要增施肥料来培肥地力，实现改土培肥。林地复垦时要间接撒播草籽，以保持土壤肥力和水土保持。

第二节 矿山地质环境保护

一、技术措施

1. 矿山地质灾害预防措施

- (1) 留设保护煤柱：村庄、工业广场、井下巷道、公路、河流、矿区边界等需要留设保护煤柱的均要按规范要求留设足够的保护煤柱；
- (2) 建立地表变形和土地资源监测系统：在生产期间加强地表移动变形观测工作。在重要地物下采矿时，设置开采沉陷损坏观测站，以观测敏感目标变

形损坏程度及其发展特征。同时，对留设保护煤柱区域进行监测，以确保留设的保护煤柱可靠。在矿区范围内侧设立地面观测站，开采时加强对地面的监测，随时掌握道路及地面建筑物破坏情况，及时维修，如出现较大破坏时及时调整开采方案，必要时考虑加宽留设保护煤柱

（3）采空区和地裂缝周边 50m 范围内须树立警示标志，采矿权人须委派监测和巡查人员，避免地面塌陷地裂缝造成人员受伤和财产损失。

2. 含水层保护预防措施

矿山开采主要影响煤系地层中的碎屑岩类裂隙含水层，由于这些含水层厚度较薄，富水性较差，且水质较差，不具有供水意义。为防止矿山开采对地下含水层造成破坏，应采取以下防治措施：

（1）矿井建设和生产过程中自始至终都要认真做好水文地质工作，切实掌握水文地质情况，保证矿井安全施工和生产。

（2）本矿井水文地质条件为中等复杂类型，必须建立地下水观测系统，进行地下水动态观测，并做好监测记录，利用监测资料对评估区内地下水量、地下水水质等进行观测，采取防水、止水预防措施，减缓主要含水层地下水位下降和水量减少。

（3）为了防止钻孔沟通第四系含水层，井下工程涉及到的钻孔，应严格检查封孔质量，不合乎要求的必须重新启封。

（4）留设防水安全煤（岩）柱：根据本井田的实际情况，需留设防水煤（岩）柱的地方必须按设计要求留设足够的防水安全煤（岩）柱。

（5）采取帷幕注浆隔水、灌浆堵漏、防渗墙等工程措施，最大限度阻止地下水进入矿坑，减少矿坑排水量，保护地下水资源。

3. 地形地貌景观预防措施

（1）优化开采方案，尽量避免或减少破坏耕地；

（2）合理堆放矸石，加大矸石综合利用量，减少对地形地貌的破坏；

（3）边开采边治理，及时恢复植被。

（4）根据矿山开拓方案，应提前完成采区上部村庄的搬迁计划，村庄搬迁后要对原址积极开展治理工程。

4. 水土环境污染预防措施

(1) 提高矿山废水综合利用率，减少有毒有害废水排放，防止水土环境污染。生产过程中产生的废水及生活污水净化处理达标后方可外排，避免对当地居民生产生活用浅层地下水造成污染。

(2) 煤矸石堆放场地面做防水硬化处理，防止煤矸石淋滤液污染水土环境。煤矸石堆覆盖防尘网，防止扬尘污染水土环境。煤矸石应及时运走进行综合利用。防止固体废弃物淋滤液污染地表水、地下水和土壤。

二、主要工程量

方案服务期结束后拟塌陷面积 4796.08hm²，本方案设计在采空区和地裂缝周边 50m 范围内须树立警示标志 1 块。采矿权人须委派监测和巡查人员，避免地面塌陷地裂缝造成人员受伤和财产损失。

根据上述目标任务和工程措施，矿山地质环境环境保护与预防主要工程包括保护煤柱留设、开采方式的优化、地表形变和地下水、土地资源监测系统、防水止水工程等。其中煤柱留设、开采方式优化、防水止水工程属于生产范畴，纳入企业生产成本，本方案不单独说明，监测工程在本章第八节予以说明。

第三节 地质灾害防治

一、工程设计

陈四楼煤矿地质灾害治理主要为地面塌陷、地裂缝治理，地面塌陷治理主要为土地平整，其具体工作量归入土地复垦章节，本节仅设计地裂缝治理。

沉陷裂缝是煤矿地表变形的主要形式，沉陷裂缝发生在不同沉陷阶段的各种土地利用类型中，主要集中在煤柱、采区边界的边缘地带，以及不同沉陷深度的边缘带上。治理过程中要对裂缝进行填堵与整治，以恢复土地功能、防治水土流失。

因塌陷损毁造成的裂缝一般分为两种：

(1) 动态裂缝。动态裂缝由于随着井下工作面的推进而不断发生变化，具有不可预测性，而且部分可能自动愈合。本方案不对此类裂缝进行专门设计。建议在复垦过程中，对沉陷区进行监测，并对未自动闭合的裂缝进行简单处理。

(2) 永久性裂缝。开采结束后，在地表水平变形较大的区域出现永久裂缝。此类裂缝随着开采强度的不断扩大而增大，地表移动稳定后裂缝并不完全闭合。

对此类永久性裂缝，在开采时裂缝一出现就应采取充填平整措施。裂缝在采动期间较宽，对农田耕作会造成影响。塌陷区内裂缝宽度较小的区域（宽度小于 100mm），即人工直接就地挖土，填补裂缝，填土夯实后进行平整。对于宽度较大的裂缝（宽度大于 100mm），需剥离裂缝两侧的表土，剥离宽度为裂缝周围 0.5m，剥离土层就近堆放在裂缝两侧，然后填入煤矸石，每填 0.3~0.5m 夯实一次，直至略低于原地表。再将之前剥离的表土均匀覆盖在已完成整治的地表上。

不同塌陷损毁程度的裂缝，其填充土方量不同。设塌陷裂缝宽度为 a (单位：m)，则塌陷裂缝的可见深度 W 可按下列经验公式计算：

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

设塌陷裂缝的间距为 C ，每公顷的裂缝条数为 n ，则每公顷塌陷裂缝的长度 U 可按下列经验公式计算：

$$U=\frac{10000}{C}\times n \text{ , (m)}$$

每公顷塌陷地裂缝充填土方量可按下列经验公式计算：

$$V=\frac{1}{2}a\cdot U\cdot W \text{ , (m}^3\text{/hm}^2\text{)}$$

以轻、中、重度塌陷地损毁程度相应的裂缝宽度(a)，以及裂缝的间距(C)和条数(n)等数据代入式中，计算可得不同塌陷损毁程度每公顷塌陷裂缝充填所需土方量如表 9-3-1。每一图斑塌陷裂缝充填土方量(M_{vi})可按下列公式计算：

$$M_{vi}=V\cdot F \text{ , (m}^3\text{)}$$

式中 F 为图斑面积(公顷)。填充裂缝示意图见图 9-3-1。

表 9-3-1 每公顷塌陷地裂缝充填土方量计算表

损毁程度	裂缝宽度 a (m)	裂缝间距 C (m)	裂缝条数 n (条/hm ²)	裂缝深度 W (m)	裂缝长度 U (m/hm ²)	充填裂缝每公顷土方量 V (m ³) (矸石)
轻度	0.06	75	1.5	2.45	200	14.7
中度	0.2	40	2	4.47	500	223.5
重度	0.3	30	2.5	5.48	833.33	685.00

图 9-3-1 裂缝填充示意图

二、技术措施

1. 地裂缝治理技术措施

根据地面塌陷破坏程度，适用不同的裂缝处理方案。对于轻度破坏，裂缝宽度 $<20\text{cm}$ ，延伸长度 $<5\text{m}$ ，对这种类型采用填堵法，即将裂缝挖开，填土夯实。裂缝回填夯实后，要求容重达到 1.4t/m^3 以上；对于破坏程度严重，裂缝宽度 $>20\text{cm}$ ，延伸长度 $>5\text{m}$ 的，这类裂缝变形严重并极易造成水土流失。考虑采用矸石填充裂缝，然后覆盖表土。

(2) 施工前，应将表层土壤剥离贮存，剥离厚度为 0.5m ，宽度为裂缝两边共 0.5m 的土壤，将剥离的土壤统一堆放于两侧，堆放高度不应高于 2m ，同时注意表层土壤的防护；

(3) 对沉陷地填平补齐，平整土地，注意采取防治水土流失等措施；

(4) 充填后，用剥离表层土壤作填充区顶部覆盖层，覆盖后平整、压实。

2. 塌陷区道路治理技术措施

S515 和 S201 两条二级公路分别位于北 10、北 12 采区和北 18 采区上部，根据矿山开采损毁时序，考虑采空塌陷的稳沉期，由于采空塌陷是一个缓慢的过程，因此建议矿山在采空塌陷稳定后再对 S515 和 S201 两条公路进行全面治理。

三、主要工程量

1. 塌陷区地裂缝治理工程

将矿井煤炭开采引起的地表变形等值线与矿区土地利用现状图等进行叠加得到陈四楼煤矿煤炭开采后土地的损毁情况，开采结束后地面塌陷损毁面积 4796.08hm²，其中轻度面积 1453.72hm²、中度面积 2757.88hm²、重度面积 584.48hm²。

(1) 表土剥离土方量计算

裂缝填充前需先进行表土剥离裂缝两侧的表土，设剥离表土量 V（m³），剥离表土面积 S（m²），剥离表土厚度 h（m），则 V 的计算方法如下：

$$V=S \times h$$

项目设计裂缝两侧各剥离 50cm，剥离厚度 50cm，不同损毁程度单位面积产生裂缝长度见表 9-3-1。

(2) 裂缝填充土方量计算

不同损毁程度单位面积裂缝填充土方量参见表 9-3-2。

(3) 表土回填土方量计算

当填充物略低于原地表 30cm 时，将之前剥离的表土覆盖于其上，表土回覆的土方量与表土剥离的土方量相同。裂缝治理工程量见表 9-3-2。

表 9-3-2 地裂缝治理工程量统计表

损毁程度	损毁面积	裂缝面积	表土剥离	表土回填	裂缝填充
	(hm ²)	(亩)	(100m ³)	(100m ³)	(100m ³)
轻度	1453.72	23301.97	388.37	388.37	245.44
中度	2757.88	41368.20	1723.68	1723.68	5049.19
重度	584.48	8767.20	876.72	876.72	6197.83
合计	4796.08	73437.37	2988.76	2988.76	11492.46

2. 塌陷区道路治理工程量计算

塌陷损毁道路仍修复为道路，公路、农村道路路面、路基宽度分别与原道路保持一致。轻度、中度塌陷范围内道路通过维修即可，不影响通行，重度塌陷区公路占地面积 2.51hm²，城镇村道路占地面积 2.39hm²，农村道路占地面积 10.63hm²，设计采用水泥混凝土路面，面层厚度按 20cm，基层材料采用水泥稳定碎石，厚度 15cm，路基采用煤矸石压实，厚度 15cm。工程量见表 9-3-3。

表 9-3-3 道路工程量表

工程类型	公路	城镇村道路	农村道路	合计
水泥混凝土路面（100m ² ）	251	239	1063	1553
水泥稳定碎石基层（100m ² ）	376.5	358.5	1594.5	2329.5
煤矸石路基（100m ² ）	376.5	358.5	1594.5	2329.5

3、塌陷区村庄治理工程

根据矿山开拓方案，在村庄搬迁后要对原址积极开展治理工程，将已搬迁的李古同庄盘治理列入方案近期工作计划。

搬迁后的村庄建筑物主要为砖瓦、砖混、楼板和钢结构，按照 0.3 的建筑容积率计算，砟地面挖除面积按房屋拆除面积的 0.2 计算，挖除深度 0.3m，按照《建筑物固体废弃物排放估算方法》，废渣率按照 0.40m³/m² 计算，砟地面挖除工作量按 0.12 万 m³/hm² 计算。建筑垃圾清运距离为 0.5km，采用采用 2m³ 挖掘机、74kw 推土机及载重 5t 的自卸卡车进行清运。适应期塌陷区村庄治理工程量见表 9-3-4。

表 9-3-4 适应期塌陷区村庄治理工程量统计表

类别	面积 (hm ²)	工程量			
		拆除面积 (100m ²)	房屋拆除 (100m ³)	砟地面挖除 (100m ³)	垃圾清运 (100m ³)
李古同村	10.62	318.6	127.44	7.64	135.08

服务期塌陷区村庄面积 353.76hm²，塌陷区村庄全部实施搬迁。具体工作量见表 9-3-5。

表 9-3-5 服务期塌陷区村庄治理工程量统计表

类别	面积 (hm^2)	工程量			
		拆除面积 (100m^2)	房屋拆除 (100m^3)	硷地面挖除 (100m^3)	垃圾清运 (100m^3)
现有沉陷区村庄	47.72	1431.77	572.64	34.36	606.02
拟塌陷区	353.76	10612.8	4245.12	254.71	4499.83
合计	401.48	12044.57	4817.76	289.07	5105.85

第四节 含水层破坏防治

一、工程设计

陈四楼煤矿全部跨落法管理顶板采矿法对含水层破坏不可避免，结合矿井实际，未来主要采取预防工程措施，不采取治理工程对含水层破坏进行修复。

二、技术措施

1. 留设防水煤柱

严格按照“开采规程”和相关规范留设矿井防水煤柱和断层阻隔水煤柱，依法开采，严禁越界开采。

2. 保护性开采

为最大限度的保护地下水资源，陈四楼煤矿应积极提倡采用“条带开采”、“充填开采”等开采技术，合理设计开采参数，精心组织生产，降低导水裂隙带高度，以减缓对含水层的影响程度。

3. 含水层监测

布设含水层监测点，加强区内地表水、孔隙潜水承压含水层组、孔隙裂隙承压含水层组、岩溶裂隙承压水含水层组的动态跟踪监测。通过定期对各含水层水位、水量、水质进行监测，及时了解和掌握各含水层受采矿活动影响情况，发现问题及时采取应对措施进行处理。

4. 及时封堵各种不用的钻孔

对于封闭不良或未封孔等各种不用钻孔，根据不同情况，在与采掘工作面相遇前，分别采取重新启封孔，留设防水煤柱等措施进行处理。

三、主要工程量

含水层监测工作归入矿山地质环境监测，含水层的破坏修复主要采取预防措施，尽可能的降低对含水层的破坏，本方案对本节不安排具体工作量。

第五节 地形地貌景观修复与生态恢复

一、工程设计

依据开发设计和开采规划方案，陈四楼煤矿生产过程中塌陷区村庄受塌陷影响，根据统一规划，需进行搬迁（搬迁列入生产成本，不计入矿山地质环境治理投资范畴），村庄主要为砖瓦、砖混、楼板和钢结构，搬迁后村庄废弃建筑物需进行治理。

煤矿固体废物主要为矸石，在场地内暂存后采用综合利用措施。

二、技术措施

1. 建（构）筑物拆除

工业场地、废弃村庄建（构）筑物主要为砖瓦、砖混、混凝土和钢结构，建议矿山找当地专业建筑物拆除公司进行拆除，建筑物地基的拆除深度 0.3m，工业场地拆除后的建筑垃圾可二次利用于回填井筒。本次复垦的设施农用地主要为在耕地基础上建造的家畜饲养圈和少量简易房，直接拆除上部建筑物。拆除面积按照 0.3 的建筑容积率计算，矸地面挖除面积按拆除面积的 0.2 计算，挖除深度 0.3m。

2. 垃圾清运工程

按照《建筑物固体废物排放估算方法》，拆除建筑物废渣率按照 $0.40\text{m}^3/\text{m}^2$ 计算，矸地面挖除工作量按 0.12 万 m^3/hm^2 计算，建筑物拆除后，采用采用 2m^3 挖掘机、74kw 推土机及载重 5t 的自卸卡车等机械对拆除产生的建筑垃圾进行清运，清运距离为 0.5km，将废弃村庄拆除的建筑垃圾，统一运至矿区外建筑垃圾收购厂，用作再循环材料。

3. 固体废弃物清运工程

（1）煤矸石

固体废弃物主要是煤矸石，生产期内矿山就近堆放于工业广场的西侧的煤矸石堆放场地，场地建有喷淋系统、雨水排水系统等设施，符合固体废弃物堆放要求。矿区的煤矸石用于煤矸石电厂做燃料、道路垫层、制砖等进行综合利用，若有剩余可用于填充塌陷区进行土地复垦。因此，至生产服务期结束，所产生煤矸石利用率可达到 100%。

煤矸石堆放要有序，合理使用土地资源，杜绝乱堆乱放，堆放坡角不宜大于 30°，堆放高度小于 10m。及时将固体废物外运，避免堆高后产生滑塌。

（2）生活垃圾

除矸石外，矿井生产过程中还产生少量生活垃圾，生活垃圾运往垃圾处理场统一处理。

4. 矿山工业场建筑物构筑物工程

工业广场包括工业广场、风井、排矸场、场外道路等工程设施，工业广场的存在将持续整个生产期直至矿山闭坑，场地建设破坏土地面积将达 32.21hm²。

由于采矿证到 2034 年到期，矿方后期会开拓矿界，将继续利用工业广场的附属设施，故不在本方案内对工业广场进行地质环境保护治理工作安排。

第六节 水土环境污染修复

一、工程设计

陈四楼煤矿未来产生的固体废弃物和污水（废水）按现有方式经综合利用和净化处理后，引发水土环境污染的可能性小，矿井未来主要采取监测和预防工程措施。

二、技术措施

1. 加强矿井产生的固体废弃物和污水（废水）管理

（1）固体废弃物的处理

陈四楼煤矿所排固体废弃物主要是矸石和少量生活垃圾等，生产期的矸石全部经矸石周转场外运综合利用，应采取定时人工洒水的方式，同时在矸石临时周转场围设围墙、喷淋及绿化措施，以减轻扬尘对周围环境的影响。生活垃

圾产生量相对较少。可由矿区环卫部门收集送至市垃圾处理场处置。

（2）污水（废水）的处理

陈四楼煤矿废污水主要来源为矿井排水与地面生产、生活污水。其中矿井排水经斜管沉淀池处理后，除一部分作为矿井生产用水水源外，多余部分外排至附近河沟或灌溉农田。生产生活污水经过一体化地埋式生活污水综合处理设备处理，处理后外排矿井水和生活污水水质满足《煤炭工业污染物排放标准》（GB20426-2006）表 1 和表 2 中污染物排放限值及《农田灌溉水质标准》（GB5084-2021）旱作类标准。

2. 水环境监测

布设监测点，加强对矿井污水（废水）排放口、地表水、孔隙潜水承压含水层组、孔隙裂隙承压含水层组、岩溶裂隙承压水含水层组、矸石场、煤矸石回填区域水环境的动态跟踪监测。通过定期进行水质检测，及时了解和掌握其中有害成分的含量，发现超标时应及时采取应对措施进行处理。

3. 土壤环境监测

布设监测点，加强对矸石周转场、煤矸石回填区域土壤环境的动态跟踪监测。通过定期检测，及时了解和掌握其中有害成分的含量，发现超标时应及时采取应对措施进行处理。

三、主要工程量

水土环境污染监测工作归入矿山地质环境监测，陈四楼煤矿水土环境污染修复主要采取预防措施，通过定期进行水土环境污染调查，监测矿区及周边水土环境污染情况。

第七节 矿区土地复垦

一、工程设计

1. 土地复垦工程复垦责任范围

工程设计范围为复垦责任范围 4796.08hm²，通过复垦工程实现全部复垦，复垦率 100%。通过本方案的实施，复垦前后各地类面积及土地利用结构变化见

表 9-7-1。

表 9-7-1 复垦地类划分情况表

序号	复垦单元	复垦前面积 (hm^2)	复垦单元	复垦后面积 (hm^2)
1	水浇地	1210.72	水浇地	1210.72
2	旱地	2137.16	旱地	2438.85
3	果园	26.15	果园	26.15
4	乔木林地	115.78	乔木林地	161.40
5	其他林地	45.62	其他林地	0
6	其他草地	4.31	其他草地	0
7	物流仓储用地	3.02	物流仓储用地	3.02
8	商业服务业设施用地	5.2	商业服务业设施用地	5.2
9	工业用地	84.3	工业用地	84.3
10	采矿用地	1.12	采矿用地	1.12
11	农村宅基地	392.61	农村宅基地	0
12	公用设施用地	0.89	公用设施用地	0.89
13	公园与绿地	0.84	公园与绿地	0.84
14	广场用地	1.02	广场用地	1.02
15	机关团体新闻出版用地	2.63	机关团体新闻出版用地	2.63
16	科教文卫用地	7.95	科教文卫用地	7.95
17	特殊用地	6.04	特殊用地	6.04
18	铁路用地	2.54	铁路用地	2.54
19	公路用地	13.72	公路用地	13.72
20	城镇村道路用地	19.36	城镇村道路用地	19.36
21	交通服务场站用地	1.29	交通服务场站用地	1.29
22	农村道路	87.05	农村道路	87.05
23	河流水面	29.68	河流水面	29.68
24	坑塘水面	219.38	坑塘水面	219.38
25	养殖坑塘	136.52	养殖坑塘	238.31
26	沟渠	108.24	沟渠	108.24
27	水工建筑用地	79.96	水工建筑用地	79.96
28	空闲地	0.04	空闲地	0
29	设施农用地	52.94	设施农用地	46.42
合计		4796.08		4796.08

塌陷区内商业服务用地 8.22hm^2 、公共管理与公共服务用地 13.33hm^2 等复垦类型为原地类，工程量布置见环境治理部分。工程设计首先以复垦单元为设计基础，然后根据单元内复垦工序逐一按照分项工程进行设计安排。

1. 塌陷区耕地复垦工程设计

项目区塌陷耕地面积 3347.88hm^2 ，其中水浇地面积 1210.72hm^2 ，旱地面积 2137.16hm^2 ，均在永城市范围内。

(1) 表土剥覆工程设计

塌陷区耕地在平整土地之前应均匀剥离表面耕层熟土，主要工作内容有推松表层土，运送、卸除等，采用推土机进行施工，剥离厚度 0.3m，剥离的表土就近堆放。待土地平整后，将剥离的耕植土均匀覆盖在平整后的土地上。

(2) 土地平整工程设计

由于塌陷区复垦方向为耕地的复垦单元坡度均满足田块平整技术复垦标准，土地进行平整后即可耕种，无需修筑梯田，平整土地主要是消除开采塌陷产生的附加坡度。根据塌陷地不同损毁程度产生倾斜变形的附加坡度平均值，可按下列经验公式计算：

$$P = \frac{10000}{2} \cdot \text{tg}(\Delta\alpha) = 5000\text{tg}(\Delta\alpha)$$

式中： P—每公顷平整土方量(m³/公顷)；

$\Delta\alpha$ —地面塌陷附加倾角。

按式(公式 9.7.1)算出不同损毁程度塌陷地平整土地每公顷挖填土方量见表 9-7-1。则每田块的土方量可按下式计算：

$$M_p = P \cdot F$$

式中： F—田块面积(亩)。

表 9-7-2 塌陷地平整土地每公顷挖填土方量

塌陷附加倾角 (°)	每公顷挖填土方量 (m ³)	塌陷附加倾角 (°)	每公顷挖填土方量 (m ³)
1	87	4	349
2	175	5	437
3	262	6	525

本复垦单元主要工程量为土方平衡计算，土方平衡是土方运输量和运输成本最低的情况下，确定挖填区土方的调配数量和方向。依据复垦区地质环境特征、设计挖方工程的面积与深度、设计地面标高，采用方格网法进行土方计算与平衡分析，以此来求得工程设计挖填方量，当挖填土方量差异较大时，修改设计开挖坑深度，重新进行土方计算，直至达到土方平衡之目的。

1) 土方平衡计算方法

第一步：按设计整理施工参数

根据治理区地形图划分方格网，方格网原点要求与治理区坐标网重合，根据采区面积与地形，每个方格大小设定为 40m*40m。按设计要求，从图上量测

各角点自然地面标高，参照设计要求，整理出各角点设计地面标高，并由此计算出各角点需要施工的高度值。

第二步：部分方格网及标注各角点属性

根据设计的地面标高，每个网格的角点规定位置上标注自然地面标高（ H ）、设计地面标高（ H_n ）、施工高度（ h_n ），为便于计算机识别计算，各角点还须标注角点编号（图 9-7-1），其中施工高度按下式计算：

$$h_n = H_n - H$$

式中： h_n —施工高度，即填挖高度，填方为“+”，挖方为“-”，单位：m

H_n —设计地面标高，单位：m

H —自然地面标高，单位：m

n —方格网角点编号，为自然数列 1、2、3、...

图 9-7-1 角点标注示意图

第二步：划定“零线”位置

所谓零线位置，即不挖方与不填方的界线位置，根据以往治理经验，各取土坑边缘即为零线位置，可按工程平面布置图中取土坑边线直接确定。

第三步：计算各方格挖（填）土方量

根据各方格底面图形，采用不同公式，逐格计算挖（填）方量，不同图形计算公式如下：

①当方格一个角点为挖（填）方时，公式为：

$$V = \frac{1}{2}bc \frac{\sum h}{3}$$

②当方格三个角点为挖（填）方时，公式为：

$$V = (a^2 - \frac{bc}{2}) \frac{\sum h}{5}$$

③当方格四个角点全为挖（填）方时，公式为：

$$V = \frac{a^2}{4} \sum h$$

式中：a—方格网的边长，单位：m

b、c—零点至一角的边长，单位：m。挖方或填方高程的总和，用绝对值代入，单位为m。注意挖填方不可混和求和，如当三个角点为挖方时，只统计3个挖方高程的绝对值总和。

V—挖方或填方的体积，单位： m^3 。

第四步：计算结果汇总

按上述方法，对各个方格逐一计算，经过对取土坑深度修正计算，最终得出总挖方量与总填方量，最终达到挖填平衡。

2) 挖方工程

根据上述方法对积水深的区域进行挖方工程，所取得土源作为填方使用，开挖土方以满足填方量为准。

取土坑（坑塘）开挖：根据国家《土地复垦技术标准（试行）》结合治理区现状，取土坑（坑塘）工程设计遵从以下标准：

- ①水源充足，水质符合渔业标准；
- ②具排水功能，能满足当地防洪标准；
- ③设计水深、水面积适宜渔业养殖。

(3) 土壤培肥及翻耕

复垦成耕地后，耕地肥力欠佳，所以复垦后前期必须进行土壤改良，改良应从增施有机肥入手，通过增施农家肥，合理进行粮草轮作、间套种植苜蓿、紫云英等绿肥和秸秆还田、压青、客土堆垫等种养结合办法来培肥地力，提高土壤有机质含量，改善土壤结构和理化性状，从而达到改土培肥、提高地力，使土地资源能够可持续利用。根据当地经验，有机肥的使用量 $3000kg/hm^2$ 左右，在有机肥施用的基础上，配合施用化肥，结合当地化肥施用的经验，可按每公顷用氮磷钾复合肥 $750kg$ 的标准施肥。土壤培肥面积为 $3347.88hm^2$ 。培肥后对

土地进行翻耕，翻耕面积为 3347.88hm²。

(4) 耕地配套设施

1) 道路工程

①田间路

结合当地使用要求和自然条件，田间路设计宽度路面 4m，路基宽 5m，路应高出地面 30cm 以上，采用水泥混凝土路面，面层厚度按 20cm，基层材料采用水泥稳定碎石，厚度 15cm，路基采用煤矸石压实，厚度按 15cm 计，混凝土使用 C25 1 级配比。田间路断面设计见图 9-7-1。

图 9-7-1 田间路路面结构设计

②生产路

生产路宽度设计为 2.0m，采用天然路基，素土压实，厚度 20cm，高出田面 0.2m，其纵坡与农田纵坡基本一致，断面设计见图 9-7-2。

5)) 2))) 5))

图 9-7-2 生产路路面结构设计

2) 行道树

结合当地情况，本方案规划在田间路两侧栽植行道树，呈两侧单行种植，株距 3m。树种选择侧柏，苗木选择 3 年生一级苗，穴状整地，规格 0.5×0.5×0.6m。断面设计见图 9-7-3。

抚育管理：三年三次，每年人工穴内松土、除草一次，松土深度 5~10cm。

第二年冬季开始平茬，以后每隔四年修剪一次，隔带交替进行。

图 9-7-3 道路造林断面图

3) 灌溉工程

农田水利设计原则是在项目区原有条件基础上进行改进、完善。灌溉水源主要来自第四系地下水及矿井排水。本项目主要是修缮受损的机井。

4) 排水沟工程

项目区为平原区，地势平坦，主要种植作物为小麦、玉米。项目区土地以水浇地为主，现有灌排设施主要以泥质沟渠，沿田间道路两侧分布。开采结束后地表下沉，为防止雨季田间积水，根据项目区农作物种类、土壤特性及当地社会经济条件，确定项目区主要农田水利为农田灌溉及排涝，排涝标准选择十年一遇 24 小时暴雨值。根据预测后项目区地形，规划布置排水沟，并与复垦区外沟渠相连，复垦区排水方向为区内塌陷后形成的坑塘水面、沱河和主干沟渠。

根据本项目区地形及项目区 10 年一遇一日暴雨形成的径流深度，结合当地其他土地治理项目修建排水沟经验，项目区内排水沟采用 M7.5 强度砂浆，分两种类型进行修筑，在田间道路一侧修筑的排水沟下底宽 0.5m，上底宽 2.3m，深 0.9m，边坡比为 1:1；在生产道路一侧修筑的排水沟下底宽 0.3m，上底宽 1.2m，深 0.45m，边坡比为 1:1。

排水斗沟

排水农沟

图 9-7-4 排水沟断面设计图

2. 塌陷园地复垦工程设计

塌陷区园地的主要类型为果园，以梨树为主。为了方便管理和有利于果树生长，果园应划分为若干作业区。作业区的划分主要根据园地实际情况来确定，必须兼顾“园、林、路、管、渠”进行综合规划。作业区的大小因当地的地形、地势、土壤及气候等自然条件而定，通常以长方形为宜，长宽比可为 2:1 或 5:3~5:2，其长边应与防护林的走向一致，可减轻风害。

果树的栽植密度 1667 株/hm²，复垦之前做好果园的规划和设计，平整地面。在测好的定植点上挖长宽深 0.6×0.6×0.8m 的坑穴，挖穴时表土与心土分开堆放，填土时将表土和山皮土放穴底，然后分层压埋有机物，一层草料一层土。具体种植标准见表 9-7-2。

梨树苗要求品种纯正，根系完整、发达，2-3 个分枝，枝粗节短，芽饱满，嫁接口愈合完好，苗高达到规格要求，无简易性病虫害的健壮树苗。

3. 塌陷区林地复垦工程设计

(1) 林地复垦工程

林地生态复垦时，需对受损的树木及时扶正，保证正常生长，补栽损毁苗木，选择适宜品种，植树种草，增加植被覆盖率。另外对因塌陷导致死亡的树种和空白地及时补种，补栽树种与损毁树种一致。塌陷区林地复垦工程按照《造林技术规程》（GB/T 15776—2023）要求实施。

原利用类型为乔木林地的土地，仍复垦为乔木林地。其他林地也复垦为乔木林地。树种以泡桐为主，对因塌陷造成缺苗和死苗的地方进行补栽，并保证补种树种与原周围树种保持一致；根据当地的复垦经验及专家意见，栽植树种选择乔木泡桐，株行距 4×4m，栽植密度 625 株/hm²，根据损毁程度，确定补栽面积。具体种植标准见表 9-7-3。

表 9-7-3 损毁区园地、林地种（补）植树种标准

土地类型	树种	补栽面积 (原面积的比例%)			株行距 (m)	苗木 规格	密度 (株 /hm ²)
		轻度	中度	重度			
果园	梨树	5%	10%	20%	3×3	株高 1-2m	1677
乔木林地	泡桐	5%	10%	20%	4×4	胸径 4cm	625
其他林地	泡桐	5%	10%	20%	4×4	胸径 4cm	625

(2) 造林技术模式

1) 选苗：遵循良种壮苗的原则，按立地条件选配的树种，从育苗单位选购良种壮苗，确保造林质量。

2) 植苗：苗木要随起随栽，防治风吹日晒，做到起苗不伤根，运苗有包装，苗根不离水。

3) 浇水：苗木栽植后要立即浇水，保证成活率。

4) 林地穴坑规格：0.6m×0.6m×0.6m

林地复垦典型设计图见图 9-7-5 所示。

图 9-7-5 塌陷区林地复垦典型设计图

4. 塌陷区坑塘水面复垦工程设计

根据适宜性评价分析结果，塌陷区内养殖坑塘复垦方向保持变，重度塌陷区内塌陷深度超过 3m 的区域形成的大范围积水区，也复垦成养殖坑塘。

(1) 原有坑塘修复

塌陷下沉 10-15000m 区域坑塘损毁程度为轻度，塌陷下沉对坑塘水面功能影响较小。

塌陷下沉 1500-2000m 区域坑塘水面损毁程度为中度，塌陷下沉对坑塘水面、河流水面功能影响较大。按照设计开采顺序和时间，待塌陷稳定后，设计对坑塘边坡进行整修、绿化。

(2) 重度损毁区坑塘设计

对于塌陷重度损毁区土地，将其复垦为养殖坑塘，按照设计开采顺序和时间，待塌陷稳定后，设计建造坑塘养殖区 170 个，规划坑塘大小规格为长 100m，宽 60m。根据塌陷区地形条件及塌陷变形状况不同，坑塘的长度和宽度适当调整。不同塘面之间设有间堤，堤高需高出坑塘最高水位 50cm 左右；内部间堤的堤面净宽设计为 3m，边坡 1:0.7，素土压实；外周塘堤的堤面净宽设计为 4m，边坡 1:0.7，素土路面，两侧单行植树，株距 2m。修建的坑塘最高水位低于塘堤岸 0.5m。对不同采区分阶段集中开挖坑塘，按平均深度 5.0m 进行先期开挖，可采用拖式铲运机挖深，修筑塘堤，并对坑塘边坡进行整修、绿化。实践经验证明，在采矿塌陷区开挖坑塘、进行渔业养殖是行之有效的举措。

5. 塌陷区村庄复垦工程设计

塌陷区废弃村庄受塌陷影响，根据统一规划，需进行搬迁（搬迁列入生产成本，不计入土地复垦投资范畴），废弃村庄拆除和垃圾清运工作归入矿山地质灾害治理，本节仅设计复垦。因当地后备资源比较缺少，根据当地群众及政府意见，本方案对此类用地优先复垦为耕地。为使旱地规模扩大，连片，复垦为旱地。建筑物拆除、垃圾统一清运后，就地翻耕，按规定施肥，其他设施按照旱地标准进行建设，完善配套设施。

6. 塌陷区草地复垦工程设计

草地用地主要包括塌陷区损毁其他草地。根据适宜性评价，优先复垦为旱地。复垦工程主要为施肥、土地翻耕。塌陷区其他草地复垦为水浇地工程思路思路和旱地复垦基本一致。

7. 塌陷区道路复垦工程设计

塌陷损毁道路仍修复为道路，公路与农村道路路面、路基宽度分别与原道路保持一致。采用水泥混凝土路面，面层厚度按 20cm，基层材料采用水泥稳定碎石，厚度 15cm，路基采用煤矸石压实，厚度 15cm。

二、技术措施

1. 工程技术措施

土地复垦的工程技术措施即通过一定的工程措施进行造地、整地的过程，同时在造地、整地过程中通过水土保持工程建设减少土地流失发生的可能性，增强再造地地貌的稳定性，为生态重建创造有利的条件。复垦要采取的工程措施主要是塌陷区土地的平整、表土剥离、土壤翻耕、复垦区的配套工程如道路和排灌工程等。

（1）就地填充、平整土地法

适用于已稳沉和未稳沉两种情况。未稳沉的塌陷地还处于变形期间，所以对其采用基本的工程措施使其平整，能够保证进行一定的农业生产或林草生长即可，待其稳定后再采区适当的复垦措施。已稳沉的塌陷地适用于塌陷深度 $\leq 1\text{m}$ ，本身坡度不大的地块。这些地块的损毁程度不大，对农业生产影响有限，因此采用机械或人工挖方取土，按照不同的机耕条件个灌排条件确定合适的标

高和坡度，进行填挖平衡，使各地块的地面坡度保持在规定的标准内。

(2) 表土剥离与堆存

土地复垦过程中对表土进行剥离是十分关键的一点。耕作层土壤和表层土壤是经过多年耕作和植物作用而形成的熟化土壤，对于种子萌发和幼苗的生长有着重要的作用。因此在进行土地复垦时，要保护和利用好表层的熟化土壤（0~60cm 的土层）。首先要把表土的熟化土壤尽可能地剥离后，在合适的地方储存并加以养护和妥善管理以保持其肥力，待土地整形结束后，再平铺于地表，使其得到充分、有效、科学的。

(3) 土壤翻耕

翻耕的目的在于提高新复垦土地土壤的松散性，利于地上植被的生长，一般翻耕 30cm。对塌陷区内耕地、村庄进行翻耕。

(4) 植被恢复

塌陷区内局部会对原有林地进行零星损毁，修复时对其进行补植；塌陷区未进行表土剥离的草地因塌陷而造成零星损毁，修复时对其进行补种。

(5) 农田水利工程

避免积水对路面、路基、耕地产生不良影响，防止水土流失，设计在田间道路一侧修筑排水沟。

(6) 道路工程

地面塌陷过程中，必将对项目区内的道路系统造成破坏，为不影响道路的正常使用，保证其功能，必须对道路进行维修。井田范围内的道路主要有田间道、生产路等。在地表稳沉前，对道路治理最好的工程措施就是对其进行维护，对破坏的道路进行铺垫、压实，同时对两边有边坡的道路进行护坡，田间道和生产路的维护可随耕地的复垦同步进行。待地表稳沉后，应按照复垦工程中设计的道路进行标准化施工。

2. 生物和化学措施

生物复垦是利用生物措施，恢复土壤肥力与生物生产能力的活动，它是实现土地农业复垦的关键环节，是在土地复垦利用类型、土壤、当地气候和水文等的前提下进行的，在新恢复的土地上选种适宜植物，形成景观好、稳定性高和具有经济价值的植被区。

(1) 土壤改良与培肥措施

受煤矿开采影响，矿区土壤贫瘠，土壤有机质含量低，缺乏必要的营养元素和有机质；对于耕地区，尤其是采用机械作业进行复垦的耕地区，由于土地复垦工程对表层土壤的扰动，一定程度上损毁了土壤结构，使土壤可能发生一定的退化。因此，必须采取一系列的措施进行土壤改良与培肥，土壤培肥时间一般为 3a。

1) 土壤物理性状改良

土壤物理性状改良的目标是提高土壤孔隙度、降低土壤容重、改善土壤结构。短期内可采用犁地和施用农家肥、复合肥等方法，但植被覆盖才是解决这个问题的永久性方法。此外，粉煤灰可以变重土和轻沙土为中间结构土壤，增加土层保水能力和孔隙度；降雨能有效地淋浸出土壤中的盐分，覆盖有机物肥料以增加淋漓效果；深耕则能有效解除土壤压实，对容重和水分入渗率的影响比穿透阻力和土壤水分含量要大。

2) 施无机化肥

矿区虽然覆盖有良好的土层，但因其养分贫瘠，尤其缺少氮素和有机质，故必须进行施肥。根据矿区的实际情况，无法大量施用有机肥料，故只能施无机肥料来增加土壤养分，以化学肥料为启动，使植物生长良好，提高土壤有机质含量，改良土壤的理化性质。

3) 有效利用污泥

矿区和生活区内污水处理过程中形成的污泥，含有较多的养分和微生物，施在复垦场地上会有较好的效果，同时也可以采取堆肥发酵的方式，作为土壤改良于培肥的有机肥料。

(2) 植物的筛选

1) 耕地农作物选择

待复垦工程完工之后，耕地交由原土地承包权人或在必要时进行权属调整，由农民耕种，耕作的作物主要根据当地的气候条件、地形坡度、农民意愿等选择，选择的作典型作物为小麦、玉米及花生等。

2) 林地重建植被选择

对于林地，多位于地表坡度较大地区，为尽快提高地表的植被盖度，防止

水土流失，在复垦初期首先通过先锋植物对复垦土地进行改良，在此基础上逐步提高生态系统的自我维持能力。采煤结束后，原地表遭到较大损毁，为了加快恢复植被与土地生产能力，首先筛选先锋植物的引入改善矿区复垦植物的生存环境，为适生植物和目的树种的生长、人工耕作和重建生态提供条件。

依据《水土保持综合治理技术规范》，结合立地条件及植被特点，根据成活率、生长量和适应性的综合分析，复垦耕地种植农作物依然为玉米、小麦。
乔木选择：泡桐，果树选择：梨树。

表 9-7-4 种植植物生态学特性表

植物	植物特性	种植时间方式	种植密度	功能
泡桐	品质优良，生长快，适应性强，抗寒及抗病虫害能力强	春、秋季， 植苗	株行距 2.0×2.0m	改善生态保持水土
小麦	喜光、喜温、对土壤适应能力较强	秋季 10~11 月 播种	10kg 种子/亩	保持水土农业价值
玉米	喜光、喜温、对土壤适应能力较强	5 月份 播种	2.5kg 种子/亩	保持水土农业价值
梨树	喜光、喜低温干燥	秋种和春种	株行距 3.0×3.0m	保持水土经济价值

(3) 种植技术

1) 直播技术

直接播种生命力强，根系扎入土层较深，地下部根系的生长经常高于地上部的生长量。可以考虑在某些情况下如复垦费用较少等，逐渐以直播来代替移栽。

2) 移栽技术

移栽时可把苗圃地内的有益菌带到新复垦地内，促使植株健壮生长。外地购买来的苗木，不能长期堆放，要迅速假植起来，随栽随挖取，栽植时幼苗根部蘸泥浆以减少根部在干燥空气中的暴露时间，增加根部土壤含水量。栽植时一定要除去树苗周围快速生长的杂草，以免与树木争夺水分。

三、主要工程量

1. 塌陷区耕地复垦工程量计算

(1) 表土剥覆土方工程量计算

塌陷下沉值≤1500mm 塌陷区耕地面积 1010.49hm²。该部分土地只需简单的平整，无挖、填方需要。塌陷下沉值>1500mm 塌陷区耕地面积 2337.39hm²。

该部分土地在挖填方前，先将耕地区的 30cm 耕作层进行剥离。

设剥离表土量为 V_1 (m^3)，剥离表土面积为 S (m^2)，剥离表土厚度为 h (m)， V_1 的计算方法如下： $V_1=S \times h$ ，(m^3)，表土回覆的土方量 V_2 与表土剥离的土方量相同。剥覆工程量见表 9-7-5。

表 9-7-5 土壤剥覆工程量表

面积 (hm^2)	表土剥离厚度 (m)	表土剥离量 (m^3)	土方回覆量 (m^3)	回覆量 (m^3)
2337.39	0.30	7012170	7012170	9349560

(2) 土地平整土方量计算

项目区塌陷耕地土地平整面积 $3347.88hm^2$ ，塌陷区地处平原地区，以轻度及中度塌陷为主。

(3) 土壤培肥

本方案以使用有机肥料和无机化肥来提高土壤的有机物含量，根据当地经验，有机肥的使用量 $3000kg/hm^2$ ，可按每公顷用氮磷钾复合肥 $750kg$ 的标准施肥。拟对土地进行翻耕，土地翻耕面积 $3347.88hm^2$ ，土壤培肥面积 $3347.88hm^2$ 。

(4) 配套设施

1) 道路工程

根据规划图测量，复垦责任区内共布设田间路 $77968m$ ，生产路 $38033m$ ，需要维修的田间路 $51600m$ ，生产路 $32433m$ 。结合项目区地貌情况，设计田间路为路面宽 $4m$ ， $0.2m$ 水泥混凝土路面；路基宽 $5m$ ，采用 $0.3m$ 素土夯实；设计生产路宽 $3m$ ，厚 $0.2m$ ，采用天然路基，素土压实。田间路、生产路的工程量统计见表 9-7-4。

2) 行道树

在项目区的田间道路种植行道树，每侧一行，树选择 3 年生泡桐，规格为 $0.5m \times 0.5m \times 0.6m$ ，株距 $2m$ ，植树 151600 株。

表 9-7-6 道路工程量表

工程类型	田间路	生产路	合计
长度 (m)	51600	32433	84033
面积 (m ²)	206400	97300	303700
旧路面拆除 (100m ³)	412.8	0	412.8
垃圾清运 (100m ³)	412.8	0	412.8
20cm 水泥混凝土路面 (1000m ²)	206.4	0	206.4
30cm 素土路基 (1000m ²)	206.4	0	206.4
20cm 素土路基 (1000m ²)	0	97.3	97.3
路床压实 (1000m ²)	206.4	97.3	303.7
行道树 (100 株)	516	0	516

3) 农田水利设施

项目区内灌溉设施主要是农灌机井，当地农灌除进行地表灌溉外，一般采用机井方式抽取浅层地下水进行灌溉，机井一般埋深较浅。矿区内塌陷深度大于 1.5m 的地方对机井影响较大，对机井进行修复。经调查统计，位于塌陷深度大于 1.5m 区域的机井共 312 眼，井深按 25m/眼计算，井径 400-450mm。

塌陷耕地区沟渠较完善，维修排水沟斗沟长度为 51908m，新建排水沟斗沟长度 22334m。具体工程量见表 9-7-7。

表 9-7-7 排水沟工程量统计表

序号	工程要素	维修	新修	合计
		工程量	工程量	
1	机井	312	0	312
2	斗沟长度 (m)	51908	22334	74242
	挖方量 (100m ³)	654.04	281.4	935.44
	浆砌石量 (100m ³)	327.02	140.7	467.72
3	农沟长度 (m)	9041	43051	52092
	挖方量 (100m ³)	30.74	146.37	177.11
	浆砌石量 (100m ³)	70.52	335.80	406.32

2. 塌陷区园地复垦工程量计算

塌陷区园地主要栽植梨树，梨树的栽植密度 1667 株/hm²，根据工程设计内容，对于损毁的果树，只需要进行补种即可。合计总补种 45227 株。林地补植工程量见表 9-7-8。

表 9-7-8 园地果树补栽工程量统计表

复垦单元	土地类型		补种比例	树种	密度（株/hm2）	面积（hm²）	工程量（100株）
已塌陷区	果园	轻度损毁	40%	梨树	1677	3.2	53.64
拟塌陷区	果园	轻度损毁	40%	梨树	1677	5.36	89.85
		中度损毁	50%	梨树	1677	15.16	254.13
		重度损毁	60%	梨树	1677	3.26	54.65
合计						26.98	452.27

3. 塌陷区林地复垦工程量计算

根据设计，泡桐株行距为 2.0m×2.0m，根据工程设计内容，对于损毁的林地，只需要进行补种即可。合计总补种 138060 株。林地补植工程量见表 9-7-9。

表 9-7-9 损毁区林地种（补）植树工作量

复垦单元	土地类型		补种比例	树种	密度（株/hm ² ）	面积（hm ² ）	工程量（100株）
已塌陷区	乔木林地	轻度损毁	40%	泡桐	2500	14.02	140.2
拟塌陷区	乔木林地	轻度损毁	40%	泡桐	2500	23.49	234.9
		中度损毁	50%	泡桐	2500	66.14	826.75
		重度损毁	50%	泡桐	2500	14.30	178.75
合计						117.95	1380.6

4. 塌陷区养殖坑塘复垦工程量计算

(1) 塌陷区养殖坑塘（原有）修复工程量测算

根据坑塘受塌陷损毁预测结果，损毁面积 123.24hm²。原有坑塘重度损毁坑塘列入开挖工程量，原有坑塘中度和轻度损毁复垦工程量见下表 9-7-10。

表 9-7-10 原有养殖坑塘复垦挖方工程统计表

复垦单元	面积(hm ²)	土方开挖 (100m ³)	边坡修整 (100m ³)
已塌陷区	16.59	597.24	331.8
拟塌陷区	123.24	4436.64	2464.8
合计	139.83	5033.88	2796.6

(2) 塌陷重度损毁区坑塘开挖工程量测量

设计将塌陷 3 米以上的积水区域挖成坑塘，用于中度塌陷区的土方回填，在保证耕地和基本农田数量不减少的情况下，根据治理方向进行调整。

复垦区内因采空塌陷重度损毁共 3 个区段，坑塘设计水深 4m，开挖生土 408.44 万 m³，用于中度损毁区的塌陷耕地和塌陷村庄用地的复垦及原有坑塘水

面的修复，根据各阶段塌陷耕和塌陷村庄复垦进度，各采区重度损毁区开挖坑塘获取生土土方量见下表 9-7-11。

表 9-7-11 塌陷积水区土地复垦挖方工程统计表

复垦单元	损毁程度	面积(hm ²)	土方开挖 (100m ³)	边坡修整 (100m ³)	栽植泡桐 (100 株)
拟塌陷区	重度	102.11	40844	5780.64	137.16
合计		102.11	40844	5780.64	137.16

5. 塌陷区村庄复垦工程量计算

塌陷区农村宅基地和面积 392.61hm²，建筑物拆除并垃圾统一清运后，就地土地平整和翻耕，其他设施按照耕地标准进行建设，房屋拆除和垃圾清运工作计入矿山地质灾害治理，本节仅计算复垦工程量。由于面积分散、较小且紧邻旱地，田间路、生产路和灌溉设施利用旱地即可。复垦各项工程量见表 9-7-12。

表 9-7-12 废弃村庄复垦工程量表

复垦单元	面积 (hm ²)	工程量		
		土地平整 (100m ²)	土地翻耕 (hm ²)	土壤培肥 (hm ²)
已塌陷区	38.85	3885	38.85	38.85
拟塌陷区	353.76	35376	353.76	353.76
合计	392.61	39261	392.61	392.61

第八节 地质环境与土地监测

一、地质环境工程

1. 矿山地质灾害监测工程

(1) 监测内容

主要是地面塌陷、地裂缝监测，主要监测内容为地表下沉量、水平移动量、塌陷面积、深度及速度，地裂缝宽度、深度、走向与长度、两侧相对位移等方面的变化等，并分析其发展趋势。

同时还应对地面工程设施与土地破坏情况开展监测，其内容主要包括村庄民房、道路、河堤、土地的变形破坏情况等。

(2) 监测方法

监测采取专业监测与简易监测相结合方式开展。首先在矿区及周边设立水准基点网，利用全站仪、GPS 等仪器及钢卷尺、木桩、贴纸等简易方法，对地

面塌陷和地裂缝相关要素的变化情况进行定期监测。

（3）监测网点布设

地面塌陷监测网点布设原则上以达到基本控制塌陷区形态，较准确测量塌陷区面积和下沉深度为宜，根据矿区地面塌陷特点，监测点主要布于拟受塌陷影响的村庄、道路、塌陷区边缘、河流等处。设计监测工作主要沿东西和南北面两个方向布置；原则上监测线距按 400m 布设，观测线两端设置为控制点，监测点平均按点距 50m 布设监测工作量，根据现场实际情况，监测线尽量沿道路布设。监测时间为 2023 年 1 月~2039 年 12 月。

根据开采进度，方案适用期内对未搬迁的可能遭受采矿影响的居民地及周边区域布设长期固定监测点，设计布设 32 处，由矿山企业专人或委托有资质的单位定时监测。

（4）监测频率

监测频率每季度 1 次，每年 4 次，并做好记录，对测量结果及时整理，分析前后变化及发展趋势。

2. 水土环境监测工程

（1）监测内容

主要监测矿区各含水层的地下水位、疏干排水量及地下水水质变化。

（2）监测对象

主要监测矿区内二叠系下石盒子组砂岩裂隙承压水含水层、二叠系下统山西组二₂煤层顶板砂岩孔隙裂隙承压水含水层及太原组上段灰岩含水层水位、疏干排水量及地下水水质变化。

①地表水水质监测

在矿井水处理站、工业广场、风井场地污水排放口处各布置 1 个监测点。根据污水排放去向，结合地表水系流向及纳污水体的有关功能要求，在所排入的韩沟、小白河布设 2 个监测断面。监测频率为每年丰平枯水期各一次。总计布设地表水水质监测点 7 点，每年监测 3 次。

① 地下水水位及水质监测

为及时了解掌握矿井排水对工业场地及附近孔隙地下水环境的影响，矿山开采是否会导致区内孔隙水地下水位下降，利用矿山勘探钻孔、村庄供水井和

已有的农业灌溉井。设计在评估区范围内共布设监测点 33 个，分别为观测第四系潜水含水层监测孔、二叠系下石盒子组砂岩裂隙承压水含水层监测孔、二₂煤层顶板山西组砂岩裂隙水承压含水层监测孔、太原组灰岩裂隙岩溶承压含水层监测孔和奥灰水含水层观测孔。

水位监测频率为每月一次，水质监测频率为每年丰平枯水期各一次。监测工作由矿山企业进行监测或委托有资质单位的专业人员进行监测。技术要求做好各类观测点的保管工作，水位观测点应做标记，使观测位置在同一个点上。地下水监测的方法和精度应满足《地下水动态监测规程》（DZ/T0133—1994）的要求。

按《地表水环境质量标准》（GB3838-2002）和《地下水质量标准》（GB/T14848-2017）分别对地表水和地下水采样分析，重点对排放污水的污染组分进行检测。

③ 水土污染监测措施

在区内布设水土污染监测点 6 个，分别位于矸石堆场、预测塌陷区域，并在矿山生产活动影响范围之外布设一监测点作为当地水土污染情况的背景。每年取土壤测试样 1 件。测试项目为 Cr、Cu、Zn、Pb、As、Cd、Hg 等 7 种。

方案服务期内，本次工作矿山环境监测总工作量见表 9-8-1。

表 9-8-1 矿山地质环境监测工程工程量汇总表

项目类型	监测类型	监测项目	测点数		总工程量		合计
			近期	远期	近期	远期	
监测工程	矿山地质环境监测工程	地面变形岩移监测	810	540	16200	43200	59400
		建筑物变形监测	14	18	360	1120	1480
		监测井	2	3	2	2	4
		地表水水质监测	7	7	105	420	525
		地下水水位监测	16	17	960	4080	5040
		地下水水质监测	16	17	240	1020	1260
		水土污染监测	6	6	30	120	150

二、复垦效果监测

1. 监测设计

（1）土地损毁监测

主要对损毁土地的情况进行监测。

(2) 复垦效果监测设计

复垦效果进行监测包含土壤质量监测、复垦植被监测和复垦配套设施监测。

2. 技术措施

(1) 土地损毁监测

通过布设水准基点、地表变形监测线、地表变形监测点对地面移动进行监测，监测频率两个月一次。

(2) 复垦效果监测

随着复垦工程的进行，为了保证工程达标，对已完成复垦工程的区域需要进行复垦效果监测，重点监测复垦后耕地、林地的土壤质量、植被和配套设施情况。监测时间在复垦工程完成后进行初次监测，每年检测两次，每个复垦单元连续监测 3 年。

1) 土壤质量监测

土地质量监测的目的是为观察复垦后土地经过长期使用后的动态变化。是否有退化病、虫害及缺少营养成份等现象。是否具备植物正常生长的基本条件。复垦为农、林、牧业用地的土地自然特征，监测内容为复垦区地形坡度、有效土层厚度、土壤有效水分、土壤容重、酸碱度（pH）、有机质含量、有效磷含量、全氮含量、土壤侵蚀模数等；其监测方法以《土地复垦质量控制标准》（TD/T1036-2013）为准，监测频率为每年一次。复垦单元内，林地按复垦后面积布设监测点，其检测方法以《矿山土地复垦土壤环境调查技术规范》（DB41/T1981-2020）为准。

表 9-8-2 复垦土壤质量监测方案表

监测内容	监测频次 (次/年)	耕地监测点个数 (个)	样点持续监测时间 (年)
地形坡度	1	134	3
覆土厚度	1	134	3
PH	1	134	3
GB15168-2018 必测项目及其他项目	1	134	3
有效土层厚度	1	134	3
土壤质地	1	134	3
土壤砾石含量	1	134	3
土壤容重（压实）	1	134	3
有机质	1	134	3
全氮	1	134	3

表 9-8-2 复垦土壤质量监测方案表

监测内容	监测频次 (次/年)	耕地监测点个数 (个)	样点持续监测时间 (年)
有效磷	1	134	3
速效钾	1	134	3
土壤盐分含量	1	134	3
土壤侵蚀	1	134	3

2) 复垦植被监测

复垦为林地、园地的植被监测内容为植物生长势、高度、种植密度、成活率、郁闭度、生长量等。监测方法为样方随机调查法，复垦工程竣工后每年监测一次。按 1hm² 不少于 3 个监测点位，每增加 1hm² 新增布设 2 个监测点，样点持续监测时间为 3 年。

3) 复垦配套设施监测

土地复垦的辅助设施，包括水利工程设施和交通设施两个方面。水利工程设施主要为排水沟，交通设施包括各级田间道和生产路。配套设施监测以土地复垦方案设计标准为准，监测主要内容是各项新建配套设施是否齐全、能否保证有效利用，以及已损毁的辅助设施是否修复，能否满足当地居民的生产生活需求等。配套设施监测为每年一次。

3. 主要工程量

(1) 土地损毁监测

土地损毁监测中的地面变形监测工程量与矿山地质环境监测中的地面变形监测相同，土地复垦部分不再重复统计工程量。

(2) 土地复垦效果监测

① 土壤质量监测：复垦区内耕地按复垦后面积布设土壤质量监测点，按 1hm² 不少于 3 个监测点位，每增加 1hm² 新增布设 2 个监测点。每年检测 1 次。检测次数为：每年检测次数*检测持续时间*采样点数。根据设计复垦责任范围布置 134 个采样点，测点数为 402 点次。

② 复垦植被监测：复垦区内林地按复垦后面积布设土壤质量监测点，平均每 25hm² 布设 1 个采样点。每年检测 4 次。检测次数为：每年检测次数*检测持续时间*采样点数。根据设计复垦责任范围布置 7 个采样点，监测点数为 84 点次。

③ 复垦配套设施监测：根据复垦单元面积大小布设监测点，平均每 25hm² 布设 1 个监测点，每年检测一次。总检测次数为：每年检测次数*检测持续时间*采样点数。总监测点数为 432 点次。

复垦效果监测点数及监测工作量见表 9-8-3。

表 9-8-3 复垦效果监测工作量统计表

土壤质量监测 (点次)	复垦植被监测 (点次)	复垦配套设施监测 (点次) 损毁区域
402	84	432

第九节 管理维护

一、技术措施

本方案管护对象为复垦的耕地、园地和林地、坑塘。植被措施的后期养护主要包括对土壤质量进行改善，对配套设施进行修复、喷水养护、防除有害草种与培土补植等，由于井工矿区的特殊性，需要对塌陷区域进行长期管护，本方案确定管护期为 3 年。管护措施如下：

1. 抚育管理

林地抚育管理 3 年进行 6 次，每年两次，穴内松土、除草，深 5~10cm。草地出苗后雨季可适当施肥，为防止杂草侵入，苗期要进行除草，以利于苗粗苗壮，安全过冬，对缺苗地块进行补播。

2. 浇水养护

分前、中、后期水分管理，前期浇水养护 60 天，播后第一次浇透水，以后根据天气情况，保持土壤湿润。中期依靠自然降水。后期喷水频率和水量以使土壤保持湿润为宜。

3. 病虫害防治

当杂草种子高出主草丛时，采用人工拔除。

4. 培土补植

对坡度大、土壤易受冲刷的坡面，暴雨后要认真检查，尽快恢复原有平整的坡面，培土后要压实以保证根系与土壤紧密结合。由于干旱、雨水冲刷等客

观原因，导致部分植物死亡，应及时补植。

5. 加强对监测结果分析

主要是针对监测结果，对已经复垦的配套设施又出现损毁的情况下，对其进行修复；对土壤质量没有达到标准的土壤进行改善，使土地肥力恢复到原状态。

二、主要工程量

管护主要是对复垦后的一些重要的工程措施、植被和复垦区域土地等进行有针对性的巡查、补植、除草、施肥浇水、修枝、喷药等管护工作。耕地、园地的管护内容主要是针对监测结果，对土壤质量进行改善，对配套设施进行修复；园地、林地管护内容主要是浇地、施肥、平茬及补种，其中补种已纳入复垦工程，工程量不再重复计算。《方案》设计每个管护期为 3a。

(1) 防护林管护中，按每人每天 100 株测算，则每株树管护一次时间为 0.01d，平均每年管护 4 次，管护期 3 年，则每株树平均管护天数为 0.12d，则树苗管护天数为株数×0.12。

防护林管护需 $51600 \times 0.12 = 6192$ 工日；

(2) 林地和园地按每人管护 60 亩测算，每人每月工作日数为：(365-11-104) / 12 = 20.83d，管护 3a，则林地和园地的管护天数为面积÷60×20.83×36。

林地管护需 $161.40 \div 60 \times 20.83 \times 36 = 2017$ 工日，园地管护需 $26.98 \div 60 \times 20.83 \times 36 = 337$ 工日。

管护工程量汇总见表 9-9-1。

表 9-9-1 管护工程量统计表

管护对象	管护内容	单位	工程量
耕地复垦区防护林	泡桐	株	51600
	管护工日	工日	6192
林地管护	面积	hm ²	161.4
	管护工日	工日	2017
园地管护	面积	hm ²	26.98
	管护工日	工日	337

第十章 矿山地质环境保护与土地复垦工程总体部署

第一节 工程部署

按照“谁引发、谁治理”、“谁损毁、谁复垦”的原则，陈四楼煤矿的矿山地质环境保护治理与土地复垦工作由河南龙宇能源股份有限公司陈四楼煤矿全权负责并组织实施。该公司应成立专门机构，加强对本方案实施的组织管理。

一、矿山地质环境治理工程部署

实施综合治理矿山地质环境，控制或消除矿山存在的地质灾害隐患，恢复矿山建设、生产等活动对地质环境的破坏。结合本矿实际，陈四楼煤矿矿山地质环境保护与治理总体工作部署情况如下：

（1）预防工程先行，开采方法的设计和保护煤柱的留设需在开采之前完成，依法开采，严禁越界开采。受地面塌陷危及村庄须及时搬迁，不能实施搬迁时开采应预留保护煤柱；采空区和地裂缝周边 50m 范围内须树立警示标志，警示标志牌布设 206 个。

（2）分期开展地面塌陷地裂缝治理工程，消除矿区地质灾害威胁，方案服务期完成已损毁塌陷区域、南 9、35、37 采区、南翼大巷、北 6 采区、北 12 采区、北 18 采区、北 20 采区、32 采区、34 采区、36 采区和 38 采区地面塌陷地裂缝综合治理工程，完成治理面积 4796.08hm²。

（3）受地面塌陷危及村庄搬迁后，村庄废弃建筑物需进行治理，方案服务期内搬迁村庄 392.61hm²。

（4）塌陷损毁道路仍修复为道路，方案服务期内道路修复面积为 124.95hm²。

（5）留设防水煤柱，保护性开采。建立含水层破坏监测系统，加强含水层水位、水量、水质监测。

（6）加强对采空塌陷地质灾害、矿区含水层、矿区地形地貌和矿区水土环境污染的监测，重点加强对采空塌陷地质灾害和矿区含水层的监测。矿山地质环境监测工作从 2023 年 01 月开始，2039 年 12 月结束。

二、土地复垦工程部署

1. 土地复垦原则

复垦进度和开采计划相配合，原则上随着开采的进行，稳定一块复垦一块，复垦时序安排不追求完全连续，结合损毁时序进行复垦。考虑煤矿生产现状，遵循主体工程进度计划安排复垦方案和主体工程同步实施。

2. 土地复垦目标任务

本项目复垦责任范围为 4796.08hm²，在《方案》的服务年限内，通过《方案》的实施，复垦面积为 4796.08hm²，复垦率为 100%。

3. 土地复垦总体工程部署

陈四楼煤矿土地复垦主要是对损毁耕地进行土地平整、土地翻耕、土壤培肥，修建田间路、生产路和排水沟，对损毁林地、园地进行补种、补栽。同时监测复垦后的土壤质量和植物生长情况，并对复垦后的耕地、园林地进行管护。

(1) 土地复垦：方案服务期内规划复垦面积 4796.08hm²，包括：水浇地 1210.72hm²、旱地 2137.16hm²、果园 26.15hm²、乔木林地 115.78hm²、其他林地 45.62 hm²、其他草地 4.31 hm²、商业服务业设施用地 5.2hm²、物流仓储用地 3.02hm²、工业用地 84.3hm²、采矿用地 1.12hm²、机关团体新闻出版用地 2.63hm²、科教文卫用地 7.95hm²、公用设施用地 0.89hm²、公园与绿地 0.84hm²、特殊用地 6.04hm²、铁路用地 2.54hm²、公路用地 13.72hm²、城镇村道路用地 19.36hm²、交通服务场站用地 1.29hm²、农村道路 87.05hm²、河流水面 29.68hm²、坑塘水面 219.38hm²、养殖坑塘 136.52hm²、沟渠 108.24hm²、水工建筑用地 79.96hm²、设施农用地 52.94hm²。

(2) 复垦效果监测：复垦为耕地的土壤质量监测布设 134 个监测点，复垦为园地的植被监测布设 7 个监测点，复垦为林地的植被监测布设 7 个监测点，土地复垦的配套设施监测布设 141 个监测点。

(3) 土地复垦管护：布设土地复垦管护工作量。《方案》设计每个管护期为 3a。拟安排 12 人进行管护，共 6192 个管护工日。

第二节 分期、分区实施方案

根据本方案关于方案适用年限的说明，陈四楼煤矿矿山地质环境保护与土地复垦方案适用年限为 20 年（2023-2042），其中矿山采矿许可证剩余许可年限（2023-2034）11.6 年、稳沉期 4.3 年、复垦期 1.1 年、管护期 3 年。以此为基础，将矿山地质环境保护与恢复治理总体部署共分为 2 期、土地复垦方案实施工作计划划分为 4 个阶段进行。

表 10-2-1 管护工程量统计表

恢复治理分期	土地复垦阶段划分	时段	年限（a）
近期（2023-2027）	第 1 阶段	2023.01---2027.12	5
远期（2028-2042）	第 2 阶段	2028.01---2032.12	5
	第 3 阶段	2033.01---2037.12	5
	第 4 阶段	2038.01---2042.12	5

一、矿山地质环境治理分期分区实施方案

按照前述矿山地质环境治理目标、任务和工程设计、总体工作部署，结合区内矿山地质环境破坏程度，依据陈四楼煤矿开发利用方案和地表移动变形预测，按照轻重缓急、分阶段实施的原则，将陈四楼煤矿矿山地质环境治理工作共计划分两个阶段进行实施：近期阶段 5 年（2023 年～2027 年）、远期规划期阶段 15 年（2028 年～2042 年）。

（1）近期阶段实施计划（2023 年 1 月～2027 年 12 月）

本方案近期为 5 年，近期内主要是针对该段时间内将产生的矿山地质环境问题进行工程部署：①竖立警示牌；②进行预测塌陷区地裂缝治理；③塌陷道路治理；④塌陷区废弃村庄治理；⑤前 5 年采矿活动区域地质灾害、含水层、土壤污染监测工程布设与监测。具体工程量见表 10-2-2。

（2）远期规划期阶段实施计划（2028 年 01 月-2042 年 12 月）

对远期内的开采区域进行地质灾害、含水层、土壤进行监测，完成预测塌陷区地裂缝治理、塌陷区村庄治理和塌陷道路治理，继续竖立警示牌。

阶段矿山地质环境治理实施计划安排总表见表 10-2-2。

表 10-2-2 阶段矿山地质环境治理实施计划安排总表

防治阶段	防治工程类别	项目		单位	点数	工程量
近期 (2023-2027)	矿山地质灾害预防	塌陷区警示牌		块		158
	矿山地质灾害治理	地裂缝治理工程	表土剥离	100m ³		2179.11
			表土回填	100m ³		2179.11
			裂缝充填	100m ³		8381.53
		塌陷公路治理	水泥混凝土路面	100m ²		1170.31
			水泥稳定碎石基层	100m ²		1755.46
			煤矸石路基	100m ²		2108.66
	地形地貌景观修复	建筑物清理工程	房屋拆除	100m ³		3576.22
			砼地面挖除	100m ³		214.58
			垃圾清运	100m ³		3790.07
	矿山地质环境监测	地质灾害监测 地表水水位监测 水质监测	地面变形岩移监测	点次	810	16200
			建筑物变形监测	点次	14	360
			监测井	个	2	2
			地表水水质监测	点次	7	105
			地下水水位监测	点次	16	960
			地下水水质监测	点次	16	240
			水土污染监测	点次	6	30
远期 (2028-2042)	矿山地质灾害预防	警示牌		块		48
	矿山地质灾害治理	地裂缝治理工程	表土剥离	100m ³		809.65
			表土回填	100m ³		809.65
			裂缝充填	100m ³		3110.93
		塌陷公路治理	水泥混凝土路面	100m ²		382.69
			水泥稳定碎石基层	100m ²		382.64
			煤矸石路基	100m ²		220.84
	地形地貌景观修复	建筑物清理工程	房屋拆除	100m ³		1241.54
			砼地面挖除	100m ³		74.49
			垃圾清运	100m ³		1315.78
	矿山地质环境监测	地质灾害监测 地表水水位监测 水质监测	地面变形岩移监测	点次	540	43200
			建筑物变形监测	点次	18	1120
			监测井	个	3	2
			地表水水质监测	点次	7	420
			地下水水位监测	点次	17	4080
			地下水水质监测	点次	17	1020
			水土污染监测	点次	6	120

二、土地复垦阶段分期分区实施方案

通过对各用地单元损毁面积采取工程、生物、化学、监测和管护措施，保障复垦目标面积 4796.08hm²。根据土地复垦方案服务年限，以及原则上以 5 年为一阶段进行土地复垦工作安排的要求进行土地复垦阶段划分。本矿土地复垦

方案服务年限总共为 20 年，按 4 个阶段制定土地复垦方案实施工作计划，并按煤矿开采、土地损毁和土地复垦时序进行编排。

第一阶段（2023 年 1 月～2027 年 12 月）：开采南 9、北 6、北 12、北 18、北 20 采区、南 35 采区和南翼大巷煤柱。这段时期主要为矿山剩余服务年限内的头 5 年，主要开展李古同现有塌陷区未完成治理工程区域的复垦，耕地复垦、植被重建等工程。各采区在 5 年内尚未形成稳定的沉陷区，不布置复垦工程。

第二阶段（2028 年 1 月～2032 年 12 月）：开采南翼大巷煤柱、南 32、34、36、37 和 38 采区。根据煤矿开采时序，矿山第一阶段开采造成的土地塌陷开始逐步稳定，可以陆续开展预测塌陷区耕地复垦工程、塌陷区林地复垦工程、同步开展土地复垦效果监测、复垦耕地配套设施监测、复垦植被监测和土地复垦管护工程。

第三阶段（2033 年 1 月-2037 年 12 月）：第三阶段继续开采南翼大巷、32 和 38 采区，尚未形成稳定的沉陷区，不布置复垦工程；第二阶段开采的 34、36、37 采区开采造成的土地塌陷开始逐步稳定，可以在本阶段进行复垦，同时本阶段还需进行对第二阶段复垦土地监测和管护。

第四阶段（2038 年 1 月-2042 年 12 月）：本阶段不开采，剩余采空区全部复垦，同时进行为期 3 年全面管护期。对第三阶段和本阶段复垦的土地进行复垦土地监测和管护。

第三节 近期年度工作安排

一、矿山地质环境治理近期年度工作安排

《方案》服务年限为 20 年，矿山地质环境治理计划安排为 2 个治理阶段，因中后期不可预见因素多，《方案》现对第一阶段（2023 年 1 月-2027 年 12 月）的治理目标、任务、主要措施、分部工程量进行安排。

第一年度（2023 年 1 月-2023 年 12 月）：在陈四楼老采空区树立危险警示牌，指定监测人员和巡查人，开展已开采区地质灾害预警工程，逐步完善陈四楼煤矿矿山地质环境监测系统，实施矿山地质环境监测工作，完善地下水监测体系，开展采空塌陷地质灾害、矿区含水层、水土环境污染等的监测工作；开

展陈四楼煤矿老采空区地裂缝治理工程、塌陷区村庄废弃建筑物清理工程和塌陷公路治理工程。

第二年度（2024 年 1 月-2024 年 12 月）：继续开展地质灾害预警工程；继续实施地面塌陷、地裂缝、含水层、水土环境污染监测、矿山地质环境监测等监测工程；开展陈四楼煤矿老采空区地裂缝治理工程和塌陷区村庄废弃建筑物清理工程。

第三年度（2025 年 1 月-2025 年 12 月）：继续开展地质灾害预警工程；继续实施地面塌陷、地裂缝、含水层、水土环境污染等监测工程；继续开展陈四楼煤矿老开采区地裂缝治理工程。

第四年度（2026 年 1 月-2026 年 12 月）：继续开展地质灾害预警工程；继续实施地面塌陷、地裂缝、含水层、水土环境污染等监测工程；开始开展已开采区地裂缝治理工程、塌陷区村庄废弃建筑物清理工程和塌陷公路治理工程。

第五年度（2027 年 1 月-2027 年 12 月）：继续开展地质灾害预警工程；继续实施地面塌陷、地裂缝、含水层、水土环境污染等监测工程；继续开展陈四楼煤矿已开采区地裂缝治理工程和塌陷区村庄废弃建筑物清理工程。

通过分析第一阶段总体矿山地质环境治理工作计划安排见表 10-3-1。

表 10-3-1 第一阶段矿山地质环境治理实施计划

防治年度	防治工程类别	项目		单位	工程量
2023.01- 2023.12	矿山地质灾害预防	警示工程	标志牌	个	80
	矿山地质灾害治理	地裂缝治理工程	表土回填	100m ³	435.82
			表土剥离	100m ³	435.82
			地裂缝填充	100m ³	1676.31
		塌陷公路治理	水泥混凝土路面	100m ²	258.83
			水泥稳定碎石基层	100m ²	388.25
			煤矸石路基	100m ²	388.25
	地形地貌景观修复	建筑物清理工程	房屋拆除	100m ²	1430.88
			砟地面挖除	100m ³	85.82
			垃圾清理	100m ³	1516.03
	矿山地质环境监测	监测工程	地面变形岩移监测	次	3240
			建筑物变形监测	次	56
			地表水水质监测	次	21
			地下水水位监测	次	192
			地下水水质监测	次	48
			水土污染监测	次	6
2024.01-	矿山地质灾害预防	警示工程	标志牌	个	20

表 10-3-1 第一阶段矿山地质环境治理实施计划

防治年度	防治工程类别	项目		单位	工程量
2024.12	防				
	矿山地质灾害治理	地裂缝治理工程	表土回填	100m³	435.82
			表土剥离	100m³	435.82
			地裂缝填充	100m³	2298.49
	地形地貌景观修复	建筑物清理工程	房屋拆除	100m²	715.44
			砟地面挖除	100m³	42.91
			垃圾清理	100m³	758.01
	矿山地质环境监测	监测工程	地面变形岩移监测	次	3240
			建筑物变形监测	次	56
			地表水水质监测	次	21
			地下水水位监测	次	192
			地下水水质监测	次	48
			水土污染监测	次	6
2025.01-2025.12	矿山地质灾害预防	警示工程	标志牌	个	20
	矿山地质灾害治理	地裂缝治理工程	表土回填	100m³	435.82
			表土剥离	100m³	435.82
			地裂缝填充	100m³	2298.49
	矿山地质环境监测	监测工程	地面变形岩移监测	次	3240
			建筑物变形监测	次	56
			地表水水质监测	次	21
			地下水水位监测	次	192
			地下水水质监测	次	48
			水土污染监测	次	6
2026.01-2026.12	矿山地质灾害预防	警示工程	标志牌	个	19
	矿山地质灾害治理	地裂缝治理工程	表土回填	100m³	435.82
			表土剥离	100m³	435.82
			地裂缝填充	100m³	2298.49
		塌陷公路治理	水泥混凝土路面	100m²	258.83
			水泥稳定碎石基层	100m²	388.25
			煤矸石路基	100m²	388.25
	地形地貌景观修复	建筑物清理工程	房屋拆除	100m²	715.44
			砟地面挖除	100m³	42.92
			垃圾清理	100m³	758.02
	矿山地质环境监测	监测工程	地面变形岩移监测	次	3240
			建筑物变形监测	次	56
			地表水水质监测	次	21
			地下水水位监测	次	192
			地下水水质监测	次	48
			水土污染监测	次	6
2027.01-2027.12	矿山地质灾害预防	警示工程	标志牌	个	19
	矿山地质灾害治理	地裂缝治理工程	表土回填	100m³	435.82
			表土剥离	100m³	435.82

表 10-3-1 第一阶段矿山地质环境治理实施计划

防治年度	防治工程类别	项目		单位	工程量
	地形地貌景观修复	建筑物清理工程	地裂缝填充	100m ³	2298.49
			房屋拆除	100m ²	715.44
			砟地面挖除	100m ³	42.92
			垃圾清理	100m ³	758.01
	矿山地质环境监测	监测工程	地面变形岩移监测	次	3240
			建筑物变形监测	次	56
			地表水水质监测	次	21
			地下水水位监测	次	192
			地下水水质监测	次	48
			水土污染监测	次	6

二、土地复垦近期年度工作安排

《方案》服务年限为 20 年，复垦工作计划安排为 4 个复垦阶段，因中后期不可预见因素多，《方案》需对第一阶段（2023 年 1 月-2027 年 12 月）的复垦目标、任务、主要措施、分部工程量进行安排。根据煤矿开采时序，对现有塌陷区进行复垦。本阶段复垦目标 519.26hm²。

表 10-3-2 第一阶段土地复垦工程实施计划

实施时间	单元	工程类别	项目	单位	工程量
2023.01-2023.12	B1	土地平整	土地平整	hm ²	65.75
			土地翻耕	hm ²	65.75
			土壤培肥	hm ²	65.75
2024.01-2024.12	B1	土地平整	土地平整	hm ²	65.10
			土地翻耕	hm ²	65.10
			土壤培肥	hm ²	65.10
2025.01-2025.12	B1	土地平整	土地平整	hm ²	65.01
			土地翻耕	hm ²	65.01
			土壤培肥	hm ²	65.01
2026.01-2026.12	B1	土地平整	土地平整	hm ²	93.21
			土地翻耕	hm ²	93.21
			土壤培肥	hm ²	93.21
2027.01-2027.12	B1	土地平整	土地平整	hm ²	101.14
			土地翻耕	hm ²	101.14
			土壤培肥	hm ²	101.14

第十一章 矿山地质环境保护与土地复垦工程量及投资估算

第一节 投资估算编制说明

（一）经费估算编制原则与依据

1. 估算编制原则

（1）合法性原则

概算编制严格遵循国家法律法规，工程内容和费用构成齐全，计算合理，概算中的各项费用必须按照国家规定取值，不重复计算或者漏项少算，不提高或者降低概算标准。

（2）一致性原则

概算范围与项目建设方案年涉及的范围，所确定的各项工程内容相一致。

（3）真实性原则

项目概算的编制应当实事求是，根据真实可靠的工程量、人材机价格信息进行概算，计算过程要正确，概算结果力求真实准确。

（4）时效性原则

项目概算采用的材料价格、人工费用标准、设备采购价格等尽可能采用项目所在地工程造价管理部门公布的价格信息。

（5）变动性原则

项目概算总投资是以编制时的技术水平和价格水平为标准确定的，而土地复垦方案实施周期长，跨度一般在几年到十几年，在如此长时间的跨度内，土地复垦技术政策和标准、复垦施工技术水平和装备、人、材、机价格水平可能会发生变化，因此土地复垦概算应以当时的标准和水平编制，并计入涨价预备费。

（6）科学性原则

进行项目概算前应当充分了解项目区的情况，熟悉项目设计方案，科学合理地选择编制依据和标准。当具体工程指标与所选指标存在标准差或者条件差异时，应进行必要的换算或者调整。

（7）行业差别性原则

土地复垦有其自身的特点和具体要求，因此项目概算的编制不能完全照搬其他行业的做法，选用的计算标准及定额应当相对合理和准确。

2. 估算依据

(1) “河南龙宇能源股份有限公司陈四楼煤矿矿山矿产资源开采与生态修复方案”确定的工作量；

(2) 《河南省建筑工程标准定额站发布 2020 年 7—12 月人工价格指数、各工种信息价、实物工程量人工成本信息价的通知》（豫建标定〔2020〕42 号）；

(3) 河南省财政厅、国土资源厅《河南省土地开发整理项目预算定额标准》（豫财综〔2014〕80 号文）；

(4) 《工程勘察设计收费标准》（2002）；

(5) 河南省住房和城乡建设厅关于《我省征收河南省地方教育附加后相关建筑安装工程税金变化的通知》（豫建设标〔2011〕16 号）；

(6) 当地材料市场价格；

(7) 财政部税务总局海关总署关于《深化增值税改革有关政策的公告》（财政部税务总局海关总署公告 2019 年第 39 号）；

(8) 《河南省人民政府关于调整河南省最低工资标准的通知》（豫政〔2023〕43 号）；

(9) 河南省住房和城乡建设厅关于《调增房屋建筑和市政基础设施工程施工现场扬尘污染防治费的通知(试行)》（豫建设标〔2016〕47 号）；

(10) 自然资源部办公厅《关于印发土地整治工程营业税改增值税计价依据调整过渡实施方案的通知》（国土资厅发〔2017〕19 号）；

(11) 住房和城乡建设部办公厅关于《重新调整建设工程计价依据增值税税率的通知》（建办标函〔2019〕193 号）；

(12) 《地质调查项目预算标准（2010 年试用）》，中国地质调查局，2009.10；

(13) 商丘市 2023 年第 6 期《造价信息》。

(二) 矿山地质环境保护治理与土地复垦的经费构成

1. 矿山地质环境保护治理工程费用构成

矿山地质环境保护治理静态总投资由工程施工费、设备购置费、其他费用（前期工作费、工程监理费、竣工验收费、业主管理费）、工程监测费以及预备费（基本预备费、风险金）组成；矿山地质环境保护治理动态总投资由静态总投资+价差预备费组成。

（2）其他费用包括前期工作费（包含项目可行性研究费、项目勘测费、项目设计与预算编制费、招标代理费）、工程监理费、竣工验收费（工程复核费、项目工程验收费、项目决算编制与审计费、标识设定费）及业主管理费。

具体构成见图 11-1-1。

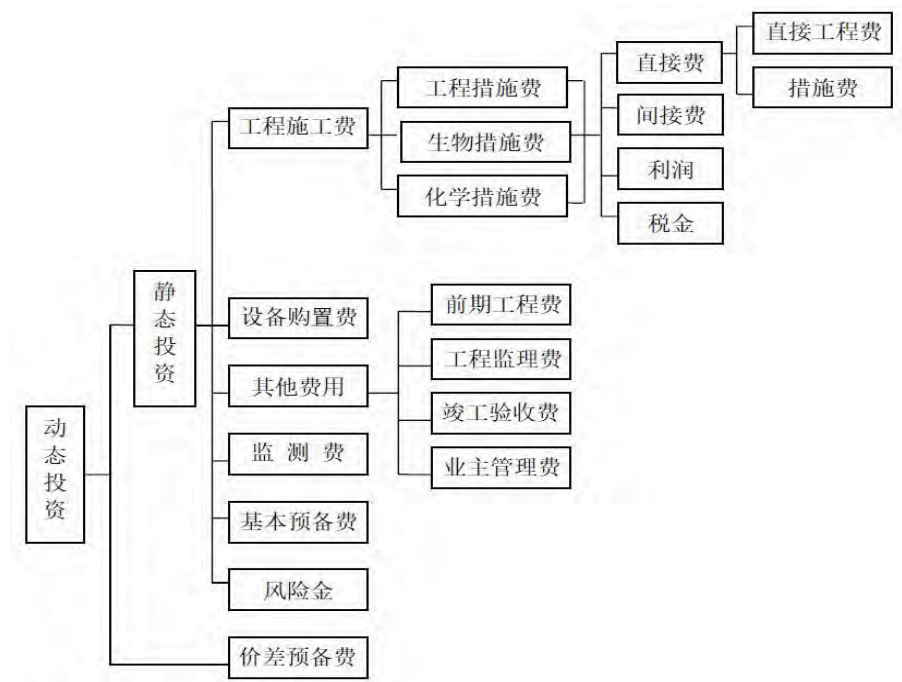


图 11-1-1 矿山地质环境保护治理费用构成

2. 土地复垦费用构成

（1）土地复垦静态投资费用包括工程施工费、设备购置费、其他费用、监测与管护费、基本预备费、风险金；土地复垦动态投资费用为静态投资费用+价差预备费。具体构成见图 11-1-2。

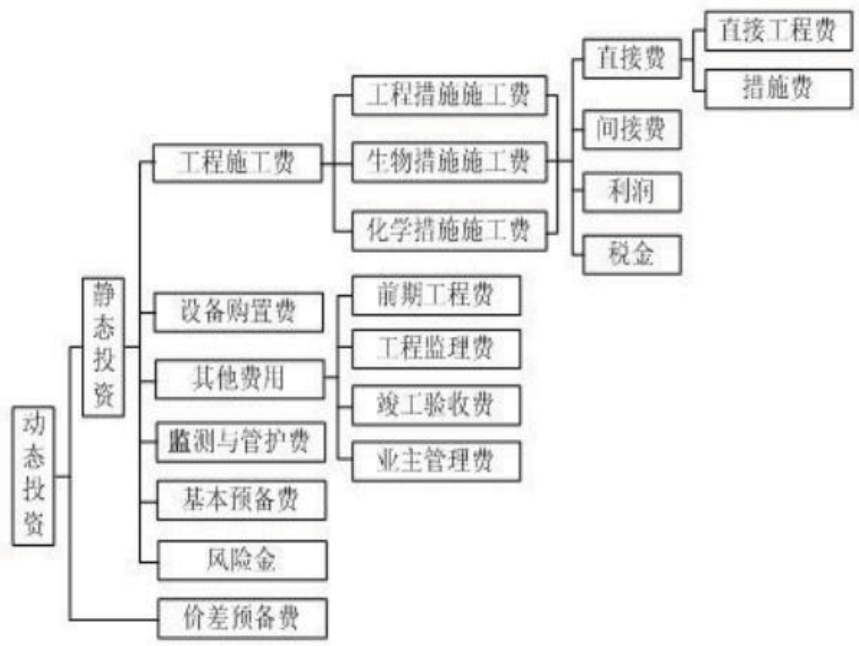


图 11-1-2 矿山土地复垦费用构成

(2) 其他费用包括前期工作费（土地清查费、项目可行性研究费、项目勘测费、项目设计与预算编制费、招标代理费）、工程监理费、竣工验收费（工程复核费、项目工程验收费、项目决算编制与审计费、整理后土地评估与登记费、标识设定费）、业主管理费。

(三) 经费估算编制方法说明

1. 工程施工费

根据河南省财政厅、河南省国土资源厅《土地开发整理项目预算编制暂行规定》有关规定计算，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、机械使用费组成。

人工费=工程量×人工预算单价

材料费=工程量×材料预算单价

机械使用费=工程量×机械台班使用费预算单价

人工费、材料费、机械使用费预算单价的确定如下：

人工费预算单价：

根据《河南省建筑工程标准定额站发布 2020 年 7~12 月人工费指导价、各

工种信息价、实物工程量人工成本信息价的通知》（豫建标定[2020]42号），选定甲类工 163 元/工日，乙类工 106 元/工日，绿色建筑工程人工费指数 1.094，机械人工费指数 1.157。根据《河南省建设工程消防技术中心关于发布 2023 年 7 月至 12 月人工费、机械人工费、管理费指数的通知》（豫建消技〔2023〕35 号），绿色建筑工程人工费指数 1.194，机械人工费指数 1.239。经计算，甲类工费用为 177.90 元/工日、乙类工费用为 115.69 元/工日，机械人工费用为 174.55 元/工日。

材料费=Σ分项工程量×分项工程定额材料费。

材料概算价格按《河南省商丘市 2023 年建设工程材料价格信息（2023 年第 6 期）》信息价及当地市场价格计算。

施工机械使用费=Σ分项工程量×分项工程定额机械费。

2) 措施费

措施费是包括临时设施费、冬雨季施工增加费、夜间施工增加费、施工辅助费和安全文明施工措施费。根据该项目工程实际情况，不存在夜间施工，因此本次不考虑夜间施工费。参照《河南省土地开发整理项目预算定额标准》（豫财综〔2014〕80 号）和《河南省住房和城乡建设厅关于调增房屋建筑和市政基础设施工程施工现场扬尘污染防治费的通知（试行）》（豫建设标〔2016〕47 号），计算基础除安装工程的临时措施费为人工费外，其余的措施费均为直接工程费。措施费指为完成工程施工，发生于该工程施工前和施工过程中非工程实体的费用。主要包括：临时设施费、冬雨季施工增加费、夜间施工增加费、施工辅助费和安全及文明施工费。措施费费率见表 11-1-1。

表 11-1-1 措施费费率

序号	工程类别	临时设施费 (%)	冬雨季施工增加费 (%)	施工辅助费 (%)	安全文明施工费 (%)	措施费费率 (%)
1	土方工程	2	1.00	0.70	2.03	5.73
2	石方工程	2	1.00	0.70	2.03	5.73
3	砌体工程	2	1.00	0.70	2.03	5.73
4	C25 混凝土工程	3	1.00	0.70	2.03	6.73
5	农用井工程	3	1.00	0.70	2.03	6.73
6	其他工程	2	1.00	0.70	2.03	5.73
7	安装工程	20	1.00	1.0	1.52	23.52

(2) 间接费

由规费和企业管理费组成。根据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（2019 年第 39 号）要求，将“城市建设维护费”、“教育费附加”及“地方教育费附加”调整到企业管理费中。根据工程性质不同，间接费费率见表 11-1-2。

表 11-1-2 间接费费率表

序号	工程类别	计算基数	间接费费率（%）
1	土方工程	直接费	5.45
2	石方工程	直接费	6.45
3	砌体工程	直接费	5.45
4	C25 混凝土工程	直接费	6.45
5	农用井工程	直接费	8.45
6	其他工程	直接费	5.45
7	安装工程	人工费	65.45

(3) 利润

按直接费与间接费之和的 3%计算。

(4) 税金

税金=（直接费+间接费+利润）×综合税率，包含营业税、城市维护建设税和教育附加税，根据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（2019 年第 39 号），税率按 9%计列。

2. 设备购置费

以租赁为主，不单独购置。租用设备购置费用已包含在直接工程费用中，不再另外单列。

3. 其他费用

其他费用包括前期工作费、工程监理费、竣工资收费、业主管理费等。

(1) 前期工作费

前期工作费包括：土地清查费、项目可行性研究费、项目勘测费、项目设计与预算编制费、项目招标代理费等。

①土地清查费，以工程施工费计费基数，按不超过工程施工费的 0.5%计算，

本项目取 0.5%。土地复垦部分预算计土地清查费，环境治理部分预算不计土地清查费。

②项目可行性研究费，以工程施工费为计费基数，采用分档定额计费方式计算，见表 11-1-3，各区间按内插法确定。

表 11-1-3 项目可行性研究费计费标准

序号	计费基数（万元）	项目可行性研究费（万元）
1	≤500	5
2	1000	6.5
3	3000	13
4	5000	18
5	8000	26
6	10000	31
7	20000	44
8	40000	69
9	60000	90
10	80000	106

③项目勘测费按不超过工程施工费的 1.5% 计算（项目地貌类型为丘陵/山区的可乘以 1.1 的调整系数）。

④项目设计及预算编制费，以工程施工费为计费基数，采用分档定额计费方式计算（项目地貌类型为丘陵/山区的可乘以 1.1 调整系数），见表 11-1-4，各区间按内插法确定。

表 11-1-4 项目设计及预算编制费计费标准

序号	计费基数（万元）	项目设计及预算编制费（万元）
1	≤500	14
2	1000	27
3	3000	51
4	5000	76
5	8000	115
6	10000	141
7	20000	262
8	40000	487
9	60000	701
10	80000	906

⑤项目招标代理费，以工程施工费为计费基数，采用差额定率累进法计算，见表 11-1-5。

表 11-1-5 项目招标代理费计费标准

序号	计费基数（万元）	费率（%）	算例（万元）	
			计费基数	项目招标代理费
1	≤1000	0.5	1000	$1000 \times 0.5\% = 5$
2	1000~3000	0.3	3000	$5 + (3000 - 1000) \times 0.3\% = 11$
3	3000~5000	0.2	5000	$11 + (5000 - 3000) \times 0.2\% = 15$
4	5000~10000	0.1	10000	$15 + (10000 - 5000) \times 0.1\% = 20$
5	10000~100000	0.05	100000	$20 + (100000 - 10000) \times 0.05\% = 65$

（2）工程监理费

工程监理费费率见表 11-1-6，各区间按内插法确定，计算基数为工程施工费。

表 11-1-6 工程监理费费率标准表

序号	计费基数（万元）	工程监理费（万元）
1	≤500	12
2	1000	22
3	3000	56
4	5000	87
5	8000	130
6	10000	157
7	20000	283
8	40000	510
9	60000	714

3）竣工验收费

竣工验收费主要包括工程复核费、项目工程验收费、项目决算编制与审计费，整理后土地重估与登记费，标识设定费等。

①工程复核费，以工程施工费为计费基数，采用差额定率累进法计算，见表 11-1-7。

表 11-1-7 工程复核费计费标准

序号	计费基数（万元）	费率（%）	算例（万元）	
			计费基数	工程复核费
1	≤500	0.70	500	$500 \times 0.7\% = 3.5$
2	500~1000	0.65	1000	$3.5 + (1000 - 500) \times 0.65\% = 6.75$
3	1000~3000	0.60	3000	$6.75 + (3000 - 1000) \times 0.60\% = 18.75$
4	3000~5000	0.55	5000	$18.75 + (5000 - 3000) \times 0.55\% = 29.75$
5	5000~10000	0.50	10000	$29.75 + (10000 - 5000) \times 0.50\% = 54.75$
6	10000~50000	0.45	50000	$54.75 + (50000 - 10000) \times 0.45\% = 234.75$
7	50000~100000	0.40	100000	$234.75 + (100000 - 50000) \times 0.4\% = 434.75$
8	>100000	0.35	150000	$434.75 + (150000 - 100000) \times 0.35\% = 609.75$

②项目工程验收费，以工程施工费与设备购置费之和为计费基数，采用差额定率累进法计算，见表 11-1-8。

表 11-1-8 项目工程验收费计费标准

序号	计费基数（万元）	费率（%）	算例（万元）	
			计费基数	工程复核费
1	≤500	1.4	500	$500 \times 1.4\% = 7$
2	500~1000	1.3	1000	$7 + (1000 - 500) \times 1.3\% = 13.5$
3	1000~3000	1.2	3000	$13.5 + (3000 - 1000) \times 1.2\% = 37.5$
4	3000~5000	1.1	5000	$37.5 + (5000 - 3000) \times 1.1\% = 59.5$
5	5000~10000	1.0	10000	$59.5 + (10000 - 5000) \times 1.0\% = 109.5$
6	10000~50000	0.9	50000	$109.5 + (50000 - 10000) \times 0.9\% = 469.5$
7	50000~100000	0.8	100000	$469.5 + (100000 - 50000) \times 0.8\% = 869.5$

③项目决算编制与审计费，以工程施工费为计费基数，采用差额定率累进法计算，见表 11-1-9。

表 11-1-9 项目决算编制与审计费计费标准

序号	计费基数（万元）	费率（%）	算例（万元）	
			计费基数	项目决算编制与审计费
1	≤500	1.0	500	$500 \times 1.0\% = 5$
2	500~1000	0.9	1000	$5 + (1000 - 500) \times 0.9\% = 9.5$
3	1000~3000	0.8	3000	$9.5 + (3000 - 1000) \times 0.8\% = 25.5$
4	3000~5000	0.7	5000	$25.5 + (5000 - 3000) \times 0.7\% = 39.5$
5	5000~10000	0.6	10000	$39.5 + (10000 - 5000) \times 0.6\% = 69.5$
6	10000~50000	0.5	50000	$69.5 + (50000 - 10000) \times 0.5\% = 269.5$

④整理后土地重估、登记和评价费，以工程施工费为计费基数，采用差额定率累进法计算，见表 11-1-10。（本项目环境治理不计此项费用，土地复垦记此项费用）

表 11-1-10 整理后土地重估、登记和评价费计费标准

序号	计费基数(万元)	费率(%)	算例(万元)	
			计费基数	整理后土地重估、登记和评价费
1	≤500	0.65	500	$500 \times 0.65\% = 3.25$
2	500~1000	0.60	1000	$3.25 + (1000 - 500) \times 0.60\% = 6.25$
3	1000~3000	0.55	3000	$6.25 + (3000 - 1000) \times 0.55\% = 17.25$
4	3000~5000	0.50	5000	$17.25 + (5000 - 3000) \times 0.50\% = 27.25$
5	5000~10000	0.45	10000	$27.25 + (10000 - 5000) \times 0.45\% = 49.75$
6	10000~50000	0.40	50000	$49.75 + (50000 - 10000) \times 0.40\% = 209.75$

⑤标识设定费，以工程施工费为计费基数，采用差额定率累进法计算，见表 11-1-11。土地复垦部分预算计土地清查费，环境治理部分预算不计土地清查费。

表 11-1-11 标识设定费计费标准

序号	计费基数(万元)	费率(%)	算例(万元)	
			计费基数	标识设定费
1	≤500	0.11	500	$500 \times 0.11\% = 0.55$
2	500~1000	0.10	1000	$0.55 + (1000 - 500) \times 0.10\% = 1.05$
3	1000~3000	0.09	3000	$1.05 + (3000 - 1000) \times 0.09\% = 2.85$
4	3000~5000	0.08	5000	$2.85 + (5000 - 3000) \times 0.08\% = 4.45$
5	5000~10000	0.07	10000	$4.45 + (10000 - 5000) \times 0.07\% = 7.95$
6	10000~50000	0.06	50000	$7.95 + (50000 - 10000) \times 0.06\% = 31.95$

(4) 拆迁补偿费

拆迁补偿费中拆迁工程量应本着实事求是的原则，根据实际情况如实计算；补偿标准确定应结合项目所在地实际情况，采取适量、象征性一次补偿方式编制预算。根据本方案实际，本预算不计算拆迁补偿费。

(5) 业主管理费

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。根据《河南省土地开发整理项目预算定额标准》，以工程施工费、设备购置费、前期工作费、工程监理费和竣工验收费之和作为计费基数，采用差额累进法计算，业主管理费费率标准见表 11-1-12。

表 11-1-12 业主管理费计费标准

序号	计费基数 (万元)	费率 (%)	算例 (万元)	
			计费基数	业主管理费
1	≤500	2.8	500	$500 \times 2.8\% = 14$
2	500~1000	2.6	1000	$14 + (1000 - 500) \times 2.6\% = 27$
3	1000~3000	2.4	3000	$27 + (3000 - 1000) \times 2.4\% = 75$
4	3000~5000	2.2	5000	$75 + (5000 - 3000) \times 2.2\% = 119$
5	5000~10000	1.9	10000	$119 + (10000 - 5000) \times 1.9\% = 214$
6	10000~50000	1.6	50000	$214 + (50000 - 10000) \times 1.6\% = 854$

4. 复垦监测与管护费

(1) 矿山地质环境保护治理工程监测费

地质灾害监测及土地复垦监测费用按监测工程量计算，其监测单价参考《工程勘察设计收费标准》（国家计委、建设部，2002 年修订本）中相关标准来取费，管护费用按照管护工程量及相应的单价进行计算。

矿山地质环境保护治理工程监测费主要指地质灾害监测费用，见表 11-1-13。

表 11-1-13 地质环境保护治理工程监测费单价表

工程名称	计算单位	单价
地面变形岩移监测	元/次	53
建筑物变形监测	元/次	610
地表水水质监测	元/次	380
地下水水位监测	元/次	100
地下水水质监测	元/次	380
水土污染监测	元/次	500

(2) 土地复垦监测与管护费

复垦监测费是指在矿山开采过程中，由于其开采的破坏程度难以预测，为了能及时掌握实际情况，调整并采取及时、有效、正确的复垦措施而布设监测点，用来监测塌陷的破坏程度，确保复垦工作顺利进行所发生的费用。管护工程量与最短管护时间随项目区位条件、植被种类差异较大，对于一般地区管护时间为 3 年。管护费主要为材料费、人工费，根据市场价确定。

表 11-1-14 监测费单价汇总表

监测名称	计量单位	单价 (元)
植被管护	hm ²	4425.72
复垦效果监测	元/次	500

5. 基本预备费

基本预备费指在施工过程中因自然灾害、设计变更及不可预测因素的变化而增加的费用。本方案基本预备费均按工程施工费、设备购置费与其他费用之和的3%计取。

6. 风险金

风险金是可预见而目前技术上无法完全避免的矿山地质环境保护治理和土地复垦过程中可能发生风险的备用金。根据《国土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）文件，风险金按工程施工费的3%计取。

7. 价差预备费

考虑投资的动态性，综合考虑银行存款利率、物价上涨指数等因素，本方案确定计算动态投资的折现率为5.5%，对分时间段的动态投资分布进行计算，动态投资计算公式为：动态投资=静态投资 $\times (1+5.5\%)^{n-1}$ ，其中n代表第n年复垦。

8. 矿山地质环境保护治理与土地复垦经费估算通用表

- (1) 混凝土及砂浆单价计算表 11-1-15;
- (2) 材料预算价格见表 11-1-16;
- (3) 机械台班预算单价计算见表 11-1-17;
- (4) 单价分析表 11-1-18;
- (5) 工程施工费单价汇总表 11-1-19。

表 11-1-15 混凝土及砂浆单价计算表

编号	强度等级	32.5 水泥		砂		碎石		水		单价（元/m ³ ）
		kg	金额（元）	m ³	金额（元）	m ³	金额（元）	m ³	金额（元）	
1	M7.5 砂浆	261	0.3	1.11	70	0	60	0.16	4.27	156.68
2	C25 混凝土	388.3	0.3	0.55	70	0.77	60	0.187	4.27	201.99

表 11-1-16 主要材料价格预算表

序号	名称及规格	单位	预算价格 (元)	限价 (元)	价差 (元)	备注
1	水泥 (PC32.5)	kg	0.288	0.3	0.054	预算价格 来自商丘 市 2023 年 建设工程 材料价格 信息 (2023 年 第 6 期)
2	中 (粗) 砂	m³	165.05	70	153.3	
3	碎石	m³	155.34	60	143.88	
4	锯材	m³	2123.89	1500	535.4	
5	白灰	t	495.15			
6	电	kwh	0.62			市场价
7	水	m³	4.27			
8	风	m³	0.16			
9	汽油 (92#)	kg	7.98	4	5.4	
10	柴油 (0#)	kg	7.59	4	3.85	
11	块石	m³	70	60		
12	警示牌	个	500			
13	粘土	m³	10.00	5	5	
14	有机肥	kg	0.7			
15	复合肥	kg	5			
16	农药	kg	58			
17	煤矸石	m³	61			
18	泡桐 (胸径 4cm)	株	10	5	5	
19	梨树 (胸径 4cm)	株	8	5	3	
20	刺槐 (胸径 4cm)	株	25	5	20	

表 11-1-17 机械台班预算单价计算表

定额编号	机械名称及规格	台班费（元）	一类费用（元）	二类费用（元）							
				人工		油		电		风	
				数量（工日）	金额（元）	数量（kg）	金额（元）	数量（kwh）	金额（元）	数量（m³）	金额（元）
1004	挖掘机油动 1m³	1007.12	363.32	2	355.8	72	288				
1009	液压挖掘机 0.6m³	884.75	287.35	2	355.8	60.4	241.6				
1010	液压挖掘机 1.0m³	1077.56	433.76	2	355.8	72	288				
1018	推土机 59kw	620.84	89.04	2	355.8	44	176				
1019	推土机 74kw	799.88	224.08	2	355.8	55	220				
1044	内燃压路机 10t	535.23	71.43	2	355.8	27	108				
1046	蛙式打夯机 2.8kw	374.06	7.10	2	355.8			18	11.16		
1059	风镐	57.35	6.15							320	51.2
3002	混凝土搅拌机 0.4m³	449.53	62.73	2	355.8			50	31		
4003	载重汽车汽油型 4t	362.62	76.72	1	177.9	27	108				
4004	载重汽车 汽油型 5t	385.74	87.84	1	177.9	30	120				
4011	自卸汽车 5t	492.85	100.24	1.33	236.607	39	156				
4012	自卸汽车 8t	752.84	209.04	2	355.8	47	188				
4013	自卸汽车 10t	804.61	236.81	2	355.8	53	212				
6001	电动空气压缩机 3m³/min	272.12	30.36	1	177.9			103	63.86		

表 11-1-18 工程施工费单价汇总表

序号	定额编号	单项名称	单位	直接工程费	措施费	间接费	利润	材料价差	税金	综合单价
	-1	-2	-3	-4	-5	-6	-7	-8	-9	-1
一		矿山地质灾害预防工程								
1	补 001	塌陷区警示牌	10 个	5926.27	1393.86	41.73	197.31	53.73	614.53	7442.65
二		矿山地质灾害治理工程								
1		地裂缝治理工程								
-1	10211	表土剥离	100m3	1256.66	72.01	72.41	42.03	262.62	153.52	1859.25
-2	10305	表土回填	100m3	251.07	14.39	14.47	8.4	53.31	30.75	372.39
-3	10340	裂缝充填	100m3	4136.13	237	238.34	138.34	0	427.48	5177.29
2		塌陷公路治理工程								
-1	80044	水泥混凝土路面	1000m2	85128.57	5729.15	5860.32	2901.54	33778.33	12005.81	145403.72
-2	80011	水泥稳定碎石基层	1000m2	25333.84	1451.63	1459.81	847.36	8215.33	3357.72	40665.69
-3	80019	煤矸石路基	1000m2	21511.25	1232.59	1239.54	719.5	184.17	2239.83	27126.88
三		地形地貌景观修复工程								
-1	100119	房屋拆除	100m3	2082.47	119.33	120	69.65	294.88	241.77	2928.1
-2	40253	混凝土路面挖除	100m3	36608.68	2463.76	2520.17	1247.78	0	3855.64	46696.03
-3	20306	垃圾清运	100m3	1569.45	89.93	107.03	52.99	278.84	188.84	2287.08
四		土壤剥离工程								
1	10211	表土剥离	100m3	1256.66	72.01	72.41	42.03	262.62	153.52	1859.25
2	补 003	防尘网安装	100m2	508.2	119.53	277.51	27.16	0	83.92	1016.32

3	10305	表土回覆	100m3	251.07	14.39	14.47	8.4	53.31	30.75	372.39
4	10305	土方回填	100m3	251.07	14.39	14.47	8.4	53.31	30.75	372.39
五		土地平整								
1	10328	土地平整	hm2	498.96	28.59	28.75	16.69		51.57	624.56
2	10089	土地翻耕	hm2	1947.19	111.57	112.2	65.13	169.81	216.53	2622.43
3	90030 换	土壤培肥	hm2	819.6	46.96	47.23	27.41	0	84.71	1025.91
六		道路修复工程								
1	80001	田间路修复工程	1000m2	1901.91	108.98	109.59	63.61	322.39	225.58	2732.06
2	80001	生产路修复工程	1000m2	1901.91	108.98	109.59	63.61	322.39	225.58	2732.06
3	90007	行道树（刺槐）	100 株	736.44	42.2	42.44	24.63	2040	259.71	3145.42
七		排水工程								
1	10211	排水沟挖方量	100m3	1256.66	72.01	72.41	42.03	262.62	153.52	1859.25
2	30049	排水沟浆砌石量	100m3	32438.66	1858.74	1869.21	1085	1150	3456.14	41857.75
八		植被恢复工程								
1	90007 换 1	栽种泡桐	100 株	736.44	42.2	42.44	24.63	510	122.01	1477.72
2	90007 换 2	栽种梨树	100 株	736.44	42.2	42.44	24.63	306	103.65	1255.36
3	补 002	植被管护	hm2	3102.58	177.78	178.78	103.77	214.92	340	4117.83
九		坑塘工程								
1	10212	坑塘开挖	100m3	1863.17	106.76	107.36	62.32	40.5	196.21	2376.32
2	10328	坑塘边坡整修	100m3	498.96	28.59	28.75	16.69		51.57	624.56
3	90007	坑塘护堤林（刺槐）	100 株	736.44	42.2	42.44	24.63	2040	259.71	3145.42

11-1-19 单价分析表

定额编号: 补 001

定额单位: 10 块

工作内容: 警示牌安装

编号	名称及规格	单位	数量	单价	合计
一	直接费	元			6274.20
(一)	直接工程费	元			5926.27
1	人工费	元			462.76
	乙类工	工日	4	115.69	462.76
2	材料费	元			5000.00
	警示牌	个	10	500	5000.00
3	施工机械使用费	元			181.31
	载重汽车汽油型载重量 4t	台班	0.5	362.62	181.31
4	其他费	元			282.20
	其他费用	%	5	5644.07	282.20
(二)	措施费	%	23.52	5926.27	1393.86
二	间接费(按人工)	%	65.45	302.87642	302.88
三	利润	%	3	6577.08	197.31
四	价差	元			53.73
	汽油	kg	13.5	3.98	53.73
五	税金	%	9	6828.12	614.53
	合计	元			7442.65

1m³挖掘机挖装自卸汽车运土（运距 1km）

定额编号：10211

定额单位：100m³

工作内容：挖装、运输、卸除、空回

序号	项目名称	单位	数量	单价（元）	合价（元）
一	直接费	元			1328.67
（一）	直接工程费	元			1256.66
1	人工费	元			121.91
	甲类工	工日	0.10	177.90	17.79
	乙类工	工日	0.90	115.69	104.12
2	机械使用费	元			1086.42
	挖掘机油动 1m ³	台班	0.22	1007.12	221.57
	推土机 59kw	台班	0.11	620.84	68.29
	自卸汽车 10t	台班	0.99	804.61	796.56
3	其他费用	%	4.00	1208.33	48.33
（二）	措施费	%	5.73	1256.66	72.01
二	间接费	%	5.45	1328.67	72.41
三	利润	%	3.00	1401.08	42.03
四	材料价差	元			262.62
	柴油（挖掘机）	kg	15.84	3.59	56.87
	柴油（推土机）	kg	4.84	3.59	17.38
	柴油（自卸汽车）	kg	52.47	3.59	188.37
五	税金	%	9%	1705.73	153.52
	合计	元			1859.25

1m³挖掘机挖装自卸汽车运土（运距 2km）

定额编号：10212

定额单位：100m³

工作内容：挖装、运输、卸除、空回

序号	项目名称	单位	数量	单价（元）	合价（元）
一	直接费	元			1356.67
（一）	直接工程费	元			1283.15
1	人工费	元			121.91
	甲类工	工日	0.10	177.90	17.79
	乙类工	工日	0.90	115.69	104.12
2	机械使用费	元			1117.85
	挖掘机 油动 1m ³	台班	0.22	1007.12	221.57
	推土机 59kw	台班	0.11	620.84	68.29
	自卸汽车 5t	台班	1.68	492.85	827.99
3	其他费用	%	3.50	1239.76	43.39
（二）	措施费	%	5.73	1283.15	73.52
二	间接费	%	5.45	1356.67	73.94
三	利润	%	3.00	1430.61	42.92
四	材料价差	元			309.47
	柴油 （挖掘机）	kg	15.84	3.59	56.87
	柴油 （推土机）	kg	4.84	3.59	17.38
	柴油 （自卸汽车）	kg	65.52	3.59	235.22
五	税金	%	9.000	1783.00	160.47
	合 计	元			1943.47

表土回覆工程单价分析表

定额编号：10305

定额单位：100m³

工作内容：推松、运送、卸除、拖平、空回。

序号	项目名称	单位	数量	单价（元）	合价（元）
一	直接费				265.46
（一）	直接工程费				251.07
1	人工费				23.14
	乙类工	工日	0.2	115.69	23.14
2	材料费				
3	机械费				215.97
	推土机功率 74kw	台班	0.27	799.88	215.97
4	其他费用	%	5	239.11	11.96
（二）	措施费	%	5.73	251.07	14.39
二	间接费	%	5.45	265.46	14.47
三	利润	%	3	279.93	8.40
四	材料价差				53.31
	柴油	kg	14.85	3.59	53.31
五	未计价材料 费				0.00
六	税金	%	9	341.64	30.75
合计					372.39

裂缝充填工程

定额编号：10340
100m³
定额单位：

工作内容：	1.松填不夯实包括 5m 以内取土回填。 2.夯填土包括 5m 内取土、倒土、平土、洒水、夯实（干密度 1.6 以下）。				
序号	项目名称	单位	数量	单价（元）	合价（元）
一	直接费				4373.13
(一)	直接工程费				4136.13
1	人工费				3135.09
	甲类工	工日	1.3	177.9	231.27
	乙类工	工日	25.1	115.69	2903.82
2	材料费				
3	机械费				822.93
	蛙式打夯机功率 2.8kw	台班	2.2	374.06	822.93
4	其他费用	%	4.5	3958.02	178.11
(二)	措施费	%	5.73	4136.13	237.00
二	间接费	%	5.45	4373.13	238.34
三	利润	%	3	4611.47	138.34
四	材料价差				
五	未计价材料费				
六	税金	%	9	4749.81	427.48
合计					5177.29

路面（水泥混凝土 20cm）

定额编号：80044

定额单位：1000m²

工作内容：模板安装、混凝土配料、拌和、运输、浇筑、振捣、养护、切缝等。

序号	项目名称	单位	数量	单价（元）	合价（元）
一	直接费	元			90857.72
(一)	直接工程费	元			85128.57
1	人工费	元			31309.30
	甲类工	工日	20.70	177.90	3682.53
	乙类工	工日	238.80	115.69	27626.77
2	材料费	元			41625.96
	混凝土	m ³	204.00	201.99	41205.96
	锯材	m ³	0.28	1500.00	420.00
3	机械使用费	元			9314.57
	搅拌机 0.4m ³	台班	9.50	449.53	4270.54
	自卸汽车 8t	台班	6.70	752.84	5044.03
4	其他费用	%	3.50	82249.83	2878.74
(二)	措施费	%	6.73	85128.57	5729.15
二	间接费	%	6.45	90857.72	5860.32
三	利润	%	3.00	96718.04	2901.54
四	材料价差	元			33778.33
	柴油（自卸汽车）	kg	314.90	3.59	1130.49
	锯材	m ³	0.28	623.89	174.69
	水泥	kg	79213.20	(0.01)	(792.13)
	粗砂	m ³	112.200	95.05	10664.61
	碎石	m ³	157.08	143.88	22600.67
五	税金	%	9.00	133397.91	12005.81
合计					145403.72

水泥稳定碎石基层（15cm）

定额编号：80011 定额单位：1000m²工作内容：放样、清理路床、取料、运料、上料、摊铺、洒水、找平、碾压。定额单位：1000m²

序号	项目名称	单位	数量	单价 (元)	合价 (元)
一	直接费				26785.47
(一)	直接工程费				25333.84
1	人工费				13681.87
	甲类工	工日	8.3	177.9	1476.57
	乙类工	工日	105.5	115.69	12205.30
2	材料费				10501.50
	水泥	t	17.1	300	5130.00
	白灰	t	26.5	0	0.00
	黏土	m ³	86.7	5	433.50
	碎石	m ³	82.3	60	4938.00
3	机械费				776.08
	压路机内燃重量 10t	台班	1.45	535.23	776.08
4	其他费用	%	1.5	24959.45	374.39
(二)	措施费	%	5.73	25333.84	1451.63
二	间接费	%	5.45	26785.47	1459.81
三	利润	%	3	28245.28	847.36
四	材料价差				8215.33
	水泥	t	17.1	-12	-205.20
	黏土	m ³	86.7	5	433.50
	碎石	m ³	82.3	95.34	7846.48
	柴油	kg	39.15	3.59	140.55
五	未计价材料费				
六	税金	%	9	37307.97	3357.72
合计					40665.69

煤矸石路基（15cm）工程单价分析表 80019

定额编号：80019

定额单位：1000m²

工作内容：放样、清理路床、取料、运料、上料、摊铺、洒水、找平、碾压。

序号	项目名称	单位	数量	单价 (元)	合价 (元)
一	直接费				22743.84
(一)	直接工程费				21511.25
1	人工费				9050.01
	甲类工	工日	6	177.9	1067.40
	乙类工	工日	69	115.69	7982.61
2	材料费				11126.40
	煤矸石（矿渣）	m ³	182.4	61	11126.40
3	机械费				1016.94
	压路机内燃重量 10t	台班	1.9	535.23	1016.94
4	其他费用	%	1.5	21193.35	317.90
(二)	措施费	%	5.73	21511.25	1232.59
二	间接费	%	5.45	22743.84	1239.54
三	利润	%	3	23983.38	719.50
四	材料价差				184.17
	柴油	kg	51.3	3.59	184.17
五	未计价材料费				
六	税金	%	9	24887.05	2239.83
合计					27126.88

房屋拆除（机械）

定额编号：100119

定额单位：100m²

适用范围：村镇平房、瓦房、井房等建筑物

序号	项目名称	单位	数量	单价（元）	合价（元）
一	直接费	元			2201.80
（一）	直接工程费	元			2082.47
1	人工费	元			818.56
	甲类工	工日	2.00	177.90	355.80
	乙类工	工日	4.00	115.69	462.76
2	机械使用费	元			1203.26
	液压挖掘机（0.6m ³ ）	台班	1.36	884.75	1203.26
	液压挖掘机（1.0m ³ ）	台班	0.98	1077.56	
3	其他费用	%	3.00	2021.82	60.65
（二）	措施费	%	5.73	2082.47	119.33
二	间接费	%	5.45	2201.80	120.00
三	利润	%	3.00	2321.80	69.65
四	材料价差	元			294.88
	液压挖掘机（0.6m ³ ）	kg	82.14	3.59	294.88
	液压挖掘机（1.0m ³ ）	kg	70.560	3.59	0.00
五	税金	%	9	2686.33	241.77
	合计				2928.10

砟地面挖除工程单价分析表

定额编号：40253

定额单位：100m³

工作内容：拆除、清渣、转移等。

序号	项目名称	单位	数量	单价（元）	合价（元）
一	直接费				39072.44
(一)	直接工程费				36608.68
1	人工费				20939.89
	乙类工	工日	181	115.69	20939.89
2	材料费				
3	机械费				13925.52
	电动空气压缩机 3m ³ /min	台班	36	272.12	9796.32
	风镐	台班	72	57.35	4129.20
4	其他费用	%	5	34865.41	1743.27
(二)	措施费	%	6.73	36608.68	2463.76
二	间接费	%	6.45	39072.44	2520.17
三	利润	%	3	41592.61	1247.78
四	材料价差				0.00
五	未计价材料费		0	0	0.00
六	税金	%			
合计			9	42840.39	3855.64

建筑垃圾清运工程单价分析表 20306

定额编号: 20306

定额单位: 100m³

工作内容: 挖装、运输、卸除、空回。

序号	项目名称	单位	数量	单价 (元)	合价 (元)
一	直接费				1659.38
(一)	直接工程费				1569.45
1	人工费				179.76
	甲类工	工日	0.1	177.90	17.79
	乙类工	工日	1.4	115.69	161.97
2	机械费				1348.43
	挖掘机电动 2m ³	台班	0.3	1170.59	351.18
	推土机 74kW	台班	0.15	799.88	119.98
	自卸汽车柴 油型载重量 5t	台班	1.78	492.85	877.27
3	其他费用	%	2.7	1528.19	41.26
(二)	措施费	%	5.73	1569.45	89.93
二	间接费	%	6.45	1659.38	107.03
三	利润	%	3	1766.41	52.99
四	材料价差				278.84
	推土机 74kW	kg	8.25	3.59	29.62
	自卸汽车柴 油型载重量 5t	kg	69.42	3.59	249.22
五	税金	%	9.000	2098.24	188.84
	合计	元			2287.08
备注: 清运距离 0.5km, 采用载重 5t 的自卸卡车					

人工平土（Ⅲ类土）

定额编号：10328

定额单位：100m²

工作内容：人工挖、填、平整。

序号	项目名称	单位	数量	单价（元）	合价（元）
一	直接费	元			527.55
（一）	直接工程费	元			498.96
1	人工费	元			475.20
	甲类工	工日	0.2	177.9	35.58
	乙类工	工日	3.8	115.69	439.62
2	机械使用费	元			0.00
3	其他费用	%	5	475.20	23.76
（二）	措施费	%	5.73	498.96	28.59
二	间接费	%	5.45	527.55	28.75
三	利润	%	3	556.30	16.69
四	材料价差	元			
五	税金	%	9	572.99	51.57
	合计	元			624.56

土地整理

定额编号:10089 定额单位: hm²

工作内容: 松土、清除杂物

序号	项目名称	单位	数量	单价(元)	合价(元)
一	直接费				1910.10
(一)	直接工程费				1947.19
1	人工费				1356.19
	甲类工	工日	0.6	177.9	106.74
	乙类工	工日	10.8	115.69	1249.45
2	机械费				571.72
	履带式拖拉机功率 59kw	台班	0.86	653.54	562.04
	三铧犁	台班	0.86	11.26	9.68
3	其他费用	%	1	1927.91	19.28
(二)	措施费	%	5.73	1947.19	111.57
二	间接费	%	5.45	2058.76	112.20
三	利润	%	3	2170.96	65.13
四	材料价差				169.81
	履带式拖拉机功率 59kw	kg	47.3	3.59	169.81
五	税金	%	9	2405.9	216.53
	合计				2622.43

土壤培肥工程

定额编号：90030 换定额单位：hm²

工作内容：种子处理、人工撒播化肥、不覆土或用耙、耢、石碾子碾等方法覆土。

序号	项目名称	单位	数量	单价（元）	合价（元）
一	直接费				866.56
(一)	直接工程费				819.60
1	人工费				278.53
	甲类工	工日	0.2	177.90	35.58
	乙类工	工日	2.1	115.69	242.95
2	材料费				525.00
	化肥	kg	750	0.70	525.00
3	机械费				
4	其他费用	%	2	803.53	16.07
(二)	措施费	%	5.73	819.60	46.96
二	间接费	%	5.45	866.56	47.23
三	利润	%	3	913.79	27.41
四	材料价差				
五	未计价材料费				
六	税金	%	9	941.20	84.71
合计					1025.91

路床（槽）压实

定额编号：80001

定额单位：1000m²

工作内容：放样、挖高填低、推土机推平、找平、碾压、检验、人机配合处理机械碾压不到之处

序号	项目名称	单位	数量	单价（元）	合价（元）
一	直接费	元			2010.89
(一)	直接工程费	元			1901.91
1	人工费	元			435.15
	甲类工	工日	0.30	177.90	53.37
	乙类工	工日	3.30	115.69	381.78
2	机械使用费	元			1447.93
	内燃压路机 12t	台班	1.30	560.03	728.04
	推土机 74kw	台班	0.90	799.88	719.89
3	其他费用	%	1.00	1883.08	18.83
(二)	措施费	%	5.73	1901.91	108.98
二	间接费	%	5.45	2010.89	109.59
三	利润	%	3.00	2120.48	63.61
四	材料价差	元			322.39
	柴油 0 号（压路机）	kg	40.30	3.59	144.68
	柴油 0 号（推土机）	kg	49.50	3.59	177.71
五	税金	%	9%	2506.48	225.58
	合计	元			2732.06

栽植乔木（刺槐，裸根，胸径 40mm）

定额编号：90007

定额单位：100 株

工作内容：准备、放线、挖坑、栽植、浇水、覆土保墒、整形、清理等

序号	项目名称	单位	数量	单价（元）	合价（元）
一	直接费	元			778.64
(一)	直接工程费	元			736.44
1	人工费	元			209.12
	甲类工	工日	0.20	177.90	35.58
	乙类工	工日	1.50	115.69	173.54
2	材料费	元			523.66
	树苗	株	102.00	5.00	510.00
	水	m ³	3.20	4.27	13.66
3	其他费用	%	0.50	732.78	3.66
(二)	措施费	%	5.73	736.44	42.20
二	间接费	%	5.45	778.64	42.44
三	利润	%	3.00	821.08	24.63
四	材料价差	元			2040.00
	树苗	株	102.00	20.00	2040.00
五	税金	%	9%	2885.71	259.71
	合计	元			3145.42

浆砌渠（非岩石地基块石渠底宽度 $\leq 1\text{m}$ ）

定额编号：30049

定额单位：100m³

工作内容：选修石、冲洗、砌筑、勾缝

序号	项目名称	单位	数量	单价（元）	合价（元）
一	直接费	元			34297.40
（一）	直接工程费	元			32438.66
1	人工费	元			15860.66
	甲类工	工日	5.20	177.90	925.08
	乙类工	工日	129.10	115.69	14935.58
2	材料费	元			12430.80
	块石	m ³	115.00	60.00	6900.00
	M7.5 砂浆	m ³	35.30	156.68	5530.80
3	其他费用	%	1.00	28291.46	282.91
4	砂浆拌制	m ³	35.30	109.47	3864.29
（二）	措施费	%	5.73	32438.66	1858.74
二	间接费	%	5.45	34297.40	1869.21
三	利润	%	3.00	36166.61	1085.00
四	材料价差	元			1150.00
	块石	m ³	115.00	10.00	1150.00
五	税金	%	9.00	38401.61	3456.14
	合计	元			41857.75

栽植乔木（泡桐，裸根，胸径 40mm）

定额编号：90007 换 1

定额单位：100 株

工作内容：准备、放线、挖坑、栽植、浇水、覆土保墒、整形、清理等

序号	项目名称	单位	数量	单价（元）	合价（元）
一	直接费	元			778.64
(一)	直接工程费	元			736.44
1	人工费	元			209.12
	甲类工	工日	0.20	177.90	35.58
	乙类工	工日	1.50	115.69	173.54
2	材料费	元			523.66
	树苗	株	102.00	5.00	510.00
	水	m ³	3.20	4.27	13.66
3	其他费用	%	0.50	732.78	3.66
(二)	措施费	%	5.73	736.44	42.20
二	间接费	%	5.45	778.64	42.44
三	利润	%	3.00	821.08	24.63
四	材料价差	元			510.00
	树苗	株	102.00	5.00	510.00
五	税金	%	9	1355.71	122.01
	合计	元			1477.72

栽植乔木（梨树，裸根，胸径 40mm）

定额编号：90007 换 2

定额单位：100 株

工作内容：准备、放线、挖坑、栽植、浇水、覆土保墒、整形、清理等

序号	项目名称	单位	数量	单价（元）	合价（元）
一	直接费	元			778.64
(一)	直接工程费	元			736.44
1	人工费	元			209.12
	甲类工	工日	0.20	177.90	35.58
	乙类工	工日	1.50	115.69	173.54
2	材料费	元			523.66
	树苗	株	102.00	5.00	510.00
	水	m ³	3.20	4.27	13.66
3	其他费用	%	0.50	732.78	3.66
(二)	措施费	%	5.73	736.44	42.20
二	间接费	%	5.45	778.64	42.44
三	利润	%	3.00	821.08	24.63
四	材料价差	元			306.00
	树苗	株	102.00	3.00	306.00
五	税金	%	9	1151.71	103.65
	合计	元			1255.36

植被管护工程

定额编号: 补 002

定额单位:hm²

工作内容: 植被管护

编号	名称及规格	单位	数量	单价	合计
一	直接费	元			3280.36
(一)	直接工程费	元			3102.58
1	人工费	元			318.00
	乙类工	工日	3	115.69	347.07
2	材料费	元			1911.60
	有机肥	t	0.3	700	210.00
	复合肥	kg	40	5	200.00
	农药	kg	20	58	1160.00
	水	m ³	80	4.27	341.60
3	施工机械使用费	元			725.24
	载重汽车汽油型 载重量 4t	台班	2	362.62	725.24
4	其他费用	%	5	2954.84	147.74
(二)	措施费	%	5.73	3102.58	177.78
二	间接费	%	5.45	3280.36	178.78
三	利润	%	3	3459.14	103.77
四	价差	元			214.92
	汽油	kg	54	3.98	214.92
五	税金	%	9	3777.83	340.00
合计		元			4117.83

定额编号: 补 003

定额单位:100m²

工作内容: 防尘网安装

编 号	名称及规格	单位	数 量	单 价	合 计
一	直接费	元			627.73
(一)	直接工程费	元			508.20
1	人工费	元			424.00
	乙类工	工日	4	106	424.00
2	材料费	元			60.00
	防尘网	m ²	15	4	60.00
3	其他费	元			24.20
	其他费用	%	5	484	24.20
(二)	措施费	%	23.52	508.2	119.53
二	间接费(按人工)	%	65.45	424	277.51
三	利润	%	3	905.24	27.16
四	税金	%	9	932.4	83.92
合计		元			1016.32

第二节 工程量测算结果

1.矿山地质环境保护治理工程量具体见表 11-2-1, 表 11-2-2。

表 11-2-1 矿山质环境保护治理工程量表

序号	定额编号	工程名称	单位	工程量
一		矿山地质灾害预防工程		
1	补 001	塌陷区警示牌	个	206
二		矿山地质灾害治理工程		
1		地裂缝治理工程		
(1)	10211	表土剥离	100m ³	2988.76
(2)	10305	表土回填	100m ³	2988.76
(3)	10340	裂缝充填	100m ³	11492.46
2		塌陷公路治理工程		
(1)	80044	水泥混凝土路面	100m ²	1553
(2)	80011	水泥稳定碎石基层	100m ²	2329.5
(3)	80019	煤矸石路基	100m ²	2329.5
三		地形地貌景观修复工程		
1		建筑物清理工程		
(1)	100119	房屋拆除	100m ³	4817.76
(2)	40253	混凝土路面挖除	100m ³	289.07
(3)	20305	垃圾清运	100m ³	5105.85

11-2-2 环境监测工程量

工程名称	计量单位	工程量	备注
地面变形岩移监测	点·次	42120	近期 810 个监测点, 4 次/a, 5 年; 远期 540 个监测点, 4 次/a, 12 年;
建筑物变形监测	点·次	1144	近期 14 个监测点, 4 次/a, 5 年; 远 期 18 个监测点, 4 次/a, 12 年;
地表水水质监测	点·次	357	7 个监测点, 3 次/a, 17 年;
地下水水位监测	点·次	3408	近期 16 个监测点, 12 次/a, 5 年; 远期 17 个监测点, 12 次/a, 12 年;
地下水水质监测	点·次	852	近期 16 个监测点, 3 次/a, 5 年; 远 期 17 个监测点, 3 次/a, 12 年;
水土污染监测	点·次	102	6 个监测点, 1 次/a, 17 年

2. 土地复垦工程量

具体见表 11-2-3 和 11-2-4。

表 11-2-3 土地复垦工程量表

序号	定额编号	工程名称	单位	工程量
一		土壤剥离工程		
1	10211	表土剥离	100m ³	70121.7
2	补 003	防尘网安装	100m ²	35060.85
3	10305	表土回覆	100m ³	70121.7
4	10305	土方回填	100m ³	93495.6
二		土地平整		
1	10328	土地平整	hm ²	2337.39
2	10089	土地翻耕	hm ²	2337.39
3	90030 换	土壤培肥	hm ²	2337.39
三		道路修复工程		
1	80001	田间路修复工程	m ²	206400
2	80001	生产路修复工程	m ²	97300
3	90007	行道树（刺槐）	100 株	516
四		排水工程		
1	10211	排水沟挖方量	100m ³	1112.55
2	30049	排水沟浆砌石量	100m ³	874.04
五		植被恢复工程		
1	90007 换 1	栽种泡桐	100 株	1380.6
2	90007 换 2	栽种梨树	100 株	452.27
六		坑塘工程		
1	10212	坑塘开挖	100m ³	45877.88
2	10328	坑塘边坡整修	100m ³	8577.24
3	90007	坑塘护堤林（刺槐）	100 株	137.16

11-2-4 土地复垦监测工程量

序号	工程名称	计算单位	工程量	备注
(一)	复垦效果监测			
1	土壤质量监测	次	402	设置 134 个点位，每年 1 次，连续 3 年
2	复垦植被监测	次	84	设置 7 个点位，每年 4 次，连续 3 年
3	复垦配套设施监测	次	432	设置 144 个点位，每年 1 次，连续 3 年
(二)	管护工程			
1	管护面积	hm ²	188.38	连续 3 年

第三节 投资估算结果

一、矿山地质环境保护治理工程投资

经估算，本方案矿山地质环境保护治理动态投资 23777.63 万元，静态投资为 18083.45 万元，其中价差预备费 5694.18 万元，工程施工费 14397.93 万元，其他费用 1226.64 万元，监测费 378.15 万元，矿山地质环境保护治理投资估算见表 11-3-1~11-3-8。

表 11-3-1 矿山地质环境保护治理投资估算总表

序号	工程或费用名称	预算金额（万元）	各项费用占总费用的比例(%)
1	工程施工费	14397.93	63.71
2	其他费用	1226.64	5.43
2.1	前期工作费	473.06	2.09
2.2	工程监理费	212.41	0.94
2.3	竣工验收费	319.51	1.41
2.4	业主管理费	221.66	0.98
3	监测费用	378.15	1.67
3.1	监测费	378.15	1.67
4	预备费	6594.86	29.18
4.1	基本预备费	468.74	2.07
4.2	风险金	431.94	1.91
4.3	价差预备费	5694.18	25.20
静态总投资		18083.45	74.80
动态总投资		23777.63	100.00

表 11-3-2 工程施工费预算汇总表单位：万元

序号	工程或费用名称	预算金额	各项费用占工程施工费的比例(%)
	(1)	(2)	(3)
一	矿山地质灾害预防工程	15.33	0.11
二	矿山地质灾害治理工程	10454.32	72.61
三	地形地貌景观修复工程	3928.28	27.28
总计			14397.93

表 11-3-3 矿山地质环境保护治理工程施工费估算表

序号	定额编号	工程名称	单位	工程量	综合单价	合计 (万元)
一		矿山地质灾害预防工程				15.33
1	补 001	塌陷区警示牌	个	206	744.27	15.33
二		矿山地质灾害治理工程				10454.32
1		地裂缝治理工程				6616.97
(1)	10211	表土剥离	100m ³	2988.76	1859.25	555.69
(2)	10305	表土回填	100m ³	2988.76	372.39	111.30
(3)	10340	裂缝充填	100m ³	11492.46	5177.29	5949.98
2		塌陷公路治理工程				3837.35
(1)	80044	水泥混凝土路面	100m ²	1553	14540.37	2258.12
(2)	80011	水泥稳定碎石基层	100m ²	2329.5	4066.57	947.31
(3)	80019	煤矸石路基	100m ²	2329.5	2712.69	631.92
三		地形地貌景观修复工程				3928.28
1		建筑物清理工程				3928.28
(1)	100119	房屋拆除	100m ³	4817.76	2928.10	1410.69
(2)	40253	混凝土路面挖除	100m ³	289.07	46696.03	1349.84
(3)	20306	垃圾清运	100m ³	5105.85	2287.08	1167.75
总计						14397.93

表 11-3-4 环境治理其他费用估算表单位：万元

序号	费用名称	计算式	估算金额	各项费用占其他费用的比例 (%)
	(1)	(2)	(3)	(4)
1	前期工作费		473.06	38.57
1.1	项目可行性研究费	$31 + (44 - 31) \times (14397.93 - 10000) / (20000 - 10000)$	36.72	2.99
1.2	项目勘测费	$14397.93 \times 1.5\%$	215.97	17.61
1.3	项目设计及预算编制费	$141 + (262 - 141) \times (13318.33 - 10000) / (20000 - 10000)$	198.17	16.16
1.4	项目招标代理费	$20 + 0.05\% \times (14397.93 - 10000)$	22.20	1.81
2	工程监理费	$157 + (283 - 157) \times (14397.93 - 10000) / (20000 - 10000)$	212.41	17.32

表 11-3-4 环境治理其他费用估算表单位：万元

序号	费用名称	计算式	估算金额	各项费用占其他费用的比例（%）
		$10000 / (20000 - 10000)$		
3	竣工验收费		319.51	26.05
3.1	工程复核费	$54.75 + 0.45\% \times (14397.93 - 10000)$	74.54	6.08
3.2	工程验收费	$109.5 + 0.9\% \times (14397.93 - 10000)$	149.08	12.15
3.3	项目决算编制与审计费	$69.5 + (14397.93 - 10000) \times 0.5\%$	95.89	7.82
4	业主管理费	$214 + (14397.93 + 437.06 + 212.41 + 319.51 - 10000) \times 1.9\%$	221.66	18.07
总计			1226.64	100

表 11-3-5 地质环境保护治理基本预备费单位：万元

序号	工程施工费	其他费用	计费基数（=工程施工费+其他费用）	费率（%）	基本预备费金额
1	14397.93	1226.64	15624.57	3.00	468.74

表 11-3-6 地质环境保护治理风险金单位：万元

序号	工程施工费	计费基数（工程施工费）	费率（%）	风险金金额
1	14397.93	14397.93	3.00	431.94

表 11-3-7 地质环境监测费估算表

工程名称	计量单位	工程量	综合单价（元）	合计（万元）	备注
地面变形岩移监测	点·次	42120	53	223.24	工程勘察设计收费标准
建筑物变形监测	点·次	1144	610	69.78	
地表水水质监测	点·次	357	380	13.57	
地下水水位监测	点·次	3408	100	34.08	
地下水水质监测	点·次	852	380	32.38	
水土污染监测	点·次	102	500	5.10	
合计				378.15	

表 11-3-8 环境治理动态投资估算表

第 n 年	静态投资 (万元)	计算式 ($1.055^{n-1}-1$)	价差预备 费 (万 元)	动态投资 (万元)	阶段动态投资
					(万元)
1	2927.66	0.000	0.00	2927.66	12294.53
2	2022.53	0.055	111.24	2133.77	
3	1439.31	0.113	162.64	1601.95	
4	2662.06	0.174	463.20	3125.26	
5	2022.51	0.239	483.38	2505.89	
6	372.53	0.307	114.37	486.90	11483.10
7	1349.47	0.379	511.45	1860.92	
8	709.57	0.455	322.85	1032.42	
9	958.78	0.535	512.95	1471.73	
10	319.23	0.619	197.60	516.83	
11	1289.68	0.708	913.09	2202.77	
12	952.35	0.802	763.78	1716.13	
13	291.35	0.901	262.51	553.86	
14	291.35	1.006	293.10	584.45	
15	182.97	1.116	204.19	387.16	
16	146.05	1.232	179.93	325.98	
17	146.05	1.355	197.90	343.95	
合计	18083.45	10.00	5694.18	23777.63	23777.63

二、土地复垦工程经费估算

本项目复垦责任范围为 4796.08hm²，土地复垦静态投资为 46671.78 万元，土地复垦动态投资为 85037.05 万元；土地复垦单位面积静态投资 6487.49 元/亩，单位面积动态投资 11820.35 元/亩。复垦费用计算见表 11-3-9 至 11-3-15。

表 11-3-9 土地复垦投资估算总表

序号	工程或费用名称	预算金额（万元）	各项费用占总费用的比例(%)
1	工程施工费	39544.63	46.49
2	其他费用	4496.11	5.29
2.1	前期工作费	1821.82	2.14
2.2	工程监理费	953.66	1.12
2.3	竣工验收费	973.93	1.14
2.4	业主管理费	746.7	0.88
3	监测和管护费用	147.82	0.17
3.1	监测费	45.9	0.05
3.2	管护费	101.92	0.12
4	预备费	40872.83	48.05
4.1	基本预备费	1321.22	1.55
4.2	风险金	1186.34	1.39
4.3	价差预备费	38365.27	45.10
静态总投资		46671.78	54.90
动态总投资		85037.05	100.00

表 11-3-10 工程施工费预算汇总表单位：万元

序号	工程或费用名称	预算金额	各项费用占工程施工费的比例(%)
一	土壤剥覆工程	22693.62	57.39
二	土地平整	998.74	2.53
三	道路修复工程	245.21	0.62
四	排水工程	3865.38	9.77
五	植被恢复工程	260.79	0.66
六	坑塘工程	11480.89	29.03
总计		39544.63	100.00

表 11-3-11 土地复垦工程施工费预算表

序号	定额编号	工程名称	单位	工程量	综合单价	合计(万元)
一		土壤剥离工程				22693.62
1	10211	表土剥离	100m ³	70121.7	1859.25	13037.38
2	补 003	防尘网安装	100m ²	35060.85	1016.32	3563.30
3	10305	表土回覆	100m ³	70121.7	372.39	2611.26
4	10305	土方回填	100m ³	93495.6	372.39	3481.68
二		土地平整				998.74
1	10328	土地平整	hm ²	2337.39	624.56	145.98
2	10089	土地翻耕	hm ²	2337.39	2622.43	612.96
3	90030 换	土壤培肥	hm ²	2337.39	1025.91	239.80
三		道路修复工程				245.21
1	80001	田间路修复工程	m ²	206400	2.73	56.35
2	80001	生产路修复工程	m ²	97300	2.73	26.56
3	90007	行道树(刺槐)	100 株	516	3145.42	162.30
四		排水工程				3865.38
1	10211	排水沟挖方量	100m ³	1112.55	1859.25	206.85
2	30049	排水沟浆砌石量	100m ³	874.04	41857.75	3658.53
五		植被恢复工程				260.79
1	90007 换 1	栽种泡桐	100 株	1380.6	1477.72	204.01
2	90007 换 2	栽种梨树	100 株	452.27	1255.36	56.78
六		坑塘工程				11480.89
1	10212	坑塘开挖	100m ³	45877.88	2376.32	10902.05
2	10328	坑塘边坡整修	100m ³	8577.24	624.56	535.70
3	90007	坑塘护堤林(刺槐)	100 株	137.16	3145.42	43.14
总计						39544.63

表 11-3-12 土地复垦监测和植被管护费用估算表

序号	工程名称	计算单位	工程量	单价(元)	合计(万元)
(一)	复垦效果监测				45.9
1	土壤质量监测	次	402	500	20.1
2	复垦植被监测	次	84	500	4.2
3	复垦配套设施监测	次	432	500	21.6
(二)	管护工程				101.92
1	管护面积	hm ²	188.38	4162.25	101.92
总计					147.82

表 11-3-13 土地复垦工程其他费用估算表单位：万元

序号	费用名称	计算式	估算金额 (万元)	各项费用占其他 费用的比例 (%)
1	前期工作费		1821.82	40.52
1.1	土地清查费	$39544.63 \times 0.5\%$	197.72	4.40
1.2	项目可行性研究费	$44 + (69 - 44) \times (39544.63 - 10000) / (20000 - 10000)$	69.41	1.54
1.3	项目勘测费	$39544.63 \times 1.5\%$	593.17	13.19
1.4	项目设计及预算编制费	$262 + (487 - 262) \times (39544.63 - 10000) / (20000 - 10000)$	926.75	20.61
1.5	项目招标代理费	$20 + 0.05\% \times (39544.63 - 10000)$	34.77	0.77
2	工程监理费	$283 + (510 - 283) \times (39544.63 - 10000) / (20000 - 10000)$	953.66	21.21
3	竣工验收费		973.93	21.66
3.1	工程复核费	$54.75 + 0.45\% \times (39544.63 - 10000)$	187.70	4.17
3.2	工程验收费	$109.5 + 0.9\% \times (39544.63 - 10000)$	375.40	8.35
3.3	项目决算编制与审计费	$69.5 + 0.5\% \times (39544.63 - 10000)$	217.22	4.83
3.4	整理后土地重估、等级和评价	$49.75 + 0.4\% \times (39544.63 - 10000)$	167.93	3.74
3.5	标识设定费	$7.95 + 0.06\% \times (39544.63 - 10000)$	25.68	0.57
4	业主管理费	$214 + (39544.63 + 1821.82 + 953.66 + 973.93 - 10000) \times 1.6\%$	746.70	16.61
总计			4496.11	100.00

表 11-3-14 基本预备费估算表单位：万元

序号	工程施工费	其他费用	计费基数 (=工程施工费+其他费用)	费率 (%)	基本预备费金额
1	39544.63	4496.11	44040.74	3.00	1321.22

表 11-3-15 风险金估算表单位：万元

序号	工程施工费	计费基数 (工程施工费)	费率 (%)	风险金金额
1	39544.63	39544.63	3	1186.34

表 11-3-16 土地复垦工程动态投资预算表

第 n 年	静态投资 (万元)	计算式 ($1.05^{5n-1}-1$)	价差预备费 (万元)	动态投资 (万元)	阶段动态投资 (万元)
1	378.28	0.000	0.00	378.28	2143.03
2	378.00	0.055	20.79	398.79	
3	377.90	0.113	42.71	420.67	
4	390.01	0.174	67.86	457.87	
5	393.40	0.239	94.02	487.42	
6	2782.09	0.307	854.10	3636.19	82894.02
7	2819.33	0.379	1068.53	3887.86	
8	2049.57	0.455	1205.55	3855.12	
9	3080.95	0.535	1969.31	5650.26	
10	3955.01	0.619	2448.77	6404.78	
11	3441.51	0.708	2436.59	5878.10	
12	3048.84	0.802	2926.37	6575.21	
13	3707.89	0.901	3340.81	7048.70	
14	4008.53	1.006	4032.68	8041.31	
15	4077.55	1.116	4550.67	8628.33	
16	4345.07	1.232	5353.13	9698.20	
17	4422.55	1.355	6046.77	10509.33	
18	391.34	1.485	581.14	972.48	
19	391.34	1.621	634.36	1025.70	
20	391.34	1.766	691.11	1082.45	
合计	40071.78	14.808	38355.27	85037.05	85037.05

第四节 经济可行性分析

一、矿山地质环境保护与恢复治理方案实施经济可行性分析

矿山地质环境保护与恢复治理方案实施后，将形成综合防护体系，显著降低因煤矿开采产生的地面塌陷等矿山地质灾害所造成的经济损失，有效地治理土地资源破坏，遏制矿山生态环境的日趋恶化，改善矿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。

矿山地质环境保护与恢复治理效益包括环境效益、社会效益和经济效益三个方面。

1. 社会效益

矿山开采过程中不可避免的对矿山地质环境造成的一定的影响或破坏，同时压占部分土地资源，因此本方案实施后具有明显的社会效益。

降低了因资源开采引发的矿山地质环境问题所造成的人民群众生命财产损失，恢复原来遭到破坏的土地和生态资源，促进了矿区和谐稳定发展；保证了矿山开发的可持续性，对当地生态环境及经济效益提供保障。

通过矿山地质环境治理、监测等一系列工程措施，使农业生产条件明显改善，改善了矿区生态环境，提高了矿区人民生存质量。

同时矿山地质环境保护与恢复治理工程实施过程中，可以解决当地部分群众的就业问题，促进了当地经济的发展。

2. 环境效益

开采过程中，必将给矿区及周边生态环境带来一定的影响和危害，采矿活动造成地表裸露，原有的地表植物可能退化，造成区域植被覆盖率降低，对矿区生态环境产生较大的影响。矿山地质环境保护与恢复治理工程通过植被重建，防止生态系统退化。

矿山地质环境保护与恢复治理项目实施之后较实施之前植被覆盖率得到明显提高，将有效遏制项目区及周边环境的恶化。

方案中的工程措施、植物措施将通过改变微地形、增加地表植被，使植被生长的环境条件不断得到改善，可减轻项目区的矿山地质环境问题，使受损植

被得到恢复，区内的地形地貌景观破坏得到抑制，改善农业生产环境和矿区地质环境和生态环境，并提高当地居民的生存环境质量，降低矿山地质灾害所造成的人民生命财产损失，有利于人民群众安居乐业和社会稳定。矿山地质环境保护与恢复治理方案实施过程中基于可持续发展的理念，坚持“在保护中开发，以开发促保护”的建设方针，将为矿产资源的合理开发利用与生态环境保护提供有利条件，对维护生态平衡具有重要的意义，由此所产生的环境效益是显而易见的。

3. 经济效益

矿山地质环境保护与恢复治理经济效益包括本方案实施后减少矿山地质环境造成人民生命财产损失、保护土地资源、改善生态环境等方面的效益和作用。

矿山地质环境恢复治理工程是防灾工程，防灾工程是以防止和减轻正在或可能发生的各种灾害以及各种环境问题为主要目的的工程。防灾工程的经济效益主要由减灾效益和增值效益两部分组成，并以减灾效益为主，增值效益为辅，或只有减灾效益而没有增值效益。

实施矿山地质环境保护与恢复治理，会避免重大矿山地质灾害的发生，会取得显著的减灾效益。

通过治理，可以减少地质灾害对人员和财产的威胁，恢复地形地貌景观，恢复土地资源，增加林木数量与林业收益；增加收入。

二、土地复垦经济可行性分析

土地复垦效益包括环境效益、社会效益和经济效益三个方面。

1. 经济效益分析

本方案复垦责任范围面积 4796.08hm²，其中水浇地 1210.72hm²，旱地 2438.85hm²、乔木林地 161.40hm²。这些林地的恢复在一定程度上也可间接增加复垦区的经济效益。水浇地和旱地产值为每年 1.5 万元/hm²，林地生产新增经济效益平均按 0.9 万元/hm² 计算，则每年产生总收益为 5619.62 万元/年。总之，本方案实施后，将在一定程度上促进当地经济发展，有利于当地居民经济收入水平和生活水平的提高。

表 11-4-1 经济效益表

地类	单位 hm ²	每公顷每年经济效益（万元）	经济效益小计（万元）
水浇地	1210.72	1.5	1816.08
旱地	2438.85	1.5	3658.28
乔木林地	161.40	0.9	145.26
合计			5619.62

2. 生态效益分析

农民生产条件改善

通过土地复垦，项目区土地得到了平整。路、林进行了统一规划，配套建设，极大的改善了项目区农业生产条件，为农民收入的提高奠定了基础基础设施逐步完善、环境质量逐渐优化。

通过土地复垦各项措施的实施，项目区配套设施逐渐完善，搭建了环境质量优良的灌溉平台，为项目区农业向生态型，持续型转变奠定了基础。不仅增强了农业生产的竞争力，而且降低了农民的生产风险。

3. 社会效益分析

农业各个生态系统之间是一个相互依赖、相互制约、相互促进的整体，只有保护各个农业生态系统之间的良性循环与平衡发展，才能实现一定的效益。可以说，土地复垦过程同时也是实施水土保持方案，进行生态环境整治，保护和建设的过程，是对土地生态系统的改善，有利于促进整个自然生态系统的融洽与协调。项目区土地复垦方案编制始终坚持以改善生态环境为前提，方案实施过程中，路、田、林将配套农林防护网，可缓解风速，涵养水源，促进农田生态系统小气候的重建及改良，生态效益十分明显。土地生态系统的改善也将显著的辐射周边地区的生态系统，极大的改善项目区及周边的环境质量。

第五节 经费预提方案与年度使用计划

一、总费用构成与汇总

矿山地质环境治理与土地复垦动态总投资费用 104415.06 万元，其中矿山地质环境治理工程动态总投资为 20839.82 万元，土地复垦工程动态总投资为 83575.24 万元。矿山地质环境治理与土地复垦静态总投资费用 61922.91 万元，其中矿山地质环境治理工程静态总投资为 16077.46 万元，土地复垦工程静态总投资为 45845.45 万元。本项目复垦责任范围为 4796.94 hm²，土地复垦单位面积静态投资 6241.37 元/亩，单位面积动态投资 11377.88 元/亩。

表 11-5-1 矿山地质环境治理与土地复垦总费用构成及投资估算总表

序号	工程或费用名称	环境治理预算 金额（万元）	土地复垦预算 金额（万元）	合计（万元）
1	工程施工费	14397.93	39544.63	53942.56
2	其他费用	1226.64	4496.11	5722.75
2.1	前期工作费	473.06	1821.82	2294.88
2.2	工程监理费	212.41	953.66	1166.07
2.3	竣工验收费	319.51	973.93	1293.44
2.4	业主管理费	221.66	746.7	968.36
3	监测和管护费用	378.15	147.82	525.97
3.1	监测费	378.15	45.9	424.05
3.2	管护费		101.92	101.92
4	预备费	6594.86	40872.83	47467.69
4.1	基本预备费	468.74	1321.22	1789.96
4.2	风险金	431.94	1186.34	1618.28
4.3	价差预备费	5694.18	38365.27	44059.45
静态总投资		18083.45	46671.78	64755.23
动态总投资		23777.63	85037.05	108814.68

二、年度经费使用计划

1. 矿山地质环境保护与恢复治理

本方案的适用年限为 5a，即 2023 年 1 月—2028 年 1 月，本方案服务年限自 2023 年 1 月至 2042 年 12 月。本方案自 2023 年 1 月至 2042 年 12 月，划为 3 个阶段，分别是近期（适用期）2023 年 1 月-2027 年 12 月（对应表中防治年度 1-5），中远期 2028 年 1 月-2039 年 12 月（对应表中防治年度 6-17）。矿山地质环境治理使用计划见表 11-5-2。

表 11-5-2 矿山地质环境治理年度计划表

防治年度	防治工程类别	项目	单位	工程量	综合单价 (元)	防治费用（元）	年度防治费 用（万元）	动态投资 （万元）
1	矿山地质灾害 预防	警示工程	个	80	744.27	59541.60	2927.66	2927.66
	矿山地质灾害 治理	地裂缝治 理工程	表土回填	100m³	372.39	162295.01		
			表土剥离	100m³	1859.25	810298.34		
			地裂缝填充	100m³	5177.29	8678743.00		
			水泥混凝土路面	100m²	14540.37	3763483.97		
		塌陷公路 治理	水泥稳定碎石基 层	100m²	4066.57	1578845.80		
			煤矸石路基	100m²	2712.69	1053201.89		
			房屋拆除	100m²	2928.1	4189759.73		
	地形地貌景观 修复	建筑物清 理工程	砼地面挖除	100m³	46696.03	4007453.29		
			垃圾清理	100m³	2287.08	3467281.89		
	矿山地质环境 监测	监测工程	地面变形岩移监 测	次	53	171720.00		
			建筑物变形监测	次	610	34160.00		
			地表水水质监测	次	380	7980.00		
			地下水水位监测	次	100	19200.00		
			地下水水质监测	次	380	18240.00		
			水土污染监测	次	500	3000.00		
			基本预备费					
	其他费用				721552.94			
	风险金				254082.35			

表 11-5-2 矿山地质环境治理年度计划表

防治年度	防治工程类别	项目	单位	工程量	综合单价 (元)	防治费用（元）	年度防治费用 (万元)	动态投资 (万元)
2	矿山地质灾害 预防	警示工程	个	20	744.27	14885.40	2022.53	2133.77
	矿山地质灾害 治理	地裂缝治理工程	100m³	435.82	372.39	162295.01		
			100m³	435.82	1859.25	810298.34		
			100m³	2298.49	5177.29	11899949.29		
	地形地貌景观 修复	建筑物清理工程	100m²	715.44	2928.1	2094879.86		
			100m³	42.91	46696.03	2003726.65		
			100m³	758.01	2287.08	1733629.51		
	矿山地质环境 监测	监测工程	次	3240	53	171720.00		
			次	56	610	34160.00		
			次	21	380	7980.00		
			次	192	100	19200.00		
			次	48	380	18240.00		
			次	6	500	3000.00		
			基本预备费					
	其他费用					721552.94		
	风险金					254082.35		
3	矿山地质灾害 预防	警示工程	个	20	744.27	14885.40	1439.31	1601.95
	矿山地质灾害 治理	地裂缝治理工程	100m³	435.82	372.39	162295.01		
			100m³	435.82	1859.25	810298.34		

表 11-5-2 矿山地质环境治理年度计划表

防治年度	防治工程类别	项目	单位	工程量	综合单价 (元)	防治费用 (元)	年度防治费 用 (万元)	动态投资 (万元)
4	矿山地质环境 监测	监测工程	地裂缝填充	100m ³	5177.29	11899949.29	2662.06	3125.26
			地面变形岩移监测	次	53	171720.00		
			建筑物变形监测	次	610	34160.00		
			地表水水质监测	次	380	7980.00		
			地下水水位监测	次	100	19200.00		
			地下水水质监测	次	380	18240.00		
			水土污染监测	次	500	3000.00		
			基本预备费			275729.41		
			其他费用			721552.94		
			风险金			254082.35		
	矿山地质灾害 预防	警示工程	标志牌	个	19	744.27	14141.13	3125.26
	矿山地质灾害 治理	地裂缝治理工程	表土回填	100m ³	435.82	372.39	162295.01	
			表土剥离	100m ³	435.82	1859.25	810298.34	
			地裂缝填充	100m ³	2298.49	5177.29	11899949.29	
		塌陷公路治理	水泥混凝土路面	100m ²	14540.37	3763483.97	3763483.97	
			水泥稳定碎石基层	100m ²	4066.57	1578845.80	1578845.80	
			煤矸石路基	100m ²	388.25	2712.69	1053201.89	
	地形地貌景观 修复	建筑物清理工程	房屋拆除	100m ²	2928.1	2094879.86	2094879.86	
			砼地面挖除	100m ³	46696.03	2004193.61	2004193.61	

表 11-5-2 矿山地质环境治理年度计划表

防治年度	防治工程类别	项目	单位	工程量	综合单价 (元)	防治费用 (元)	年度防治费 用 (万元)	动态投资 (万元)
	矿山地质环境 监测	监测工程	垃圾清理	100m³	2287.08	1733652.38		
			地面变形岩移监测	次	53	171720.00		
			建筑物变形监测	次	610	34160.00		
			地表水水质监测	次	380	7980.00		
			地下水水位监测	次	100	19200.00		
			地下水水质监测	次	380	18240.00		
			水土污染监测	次	500	3000.00		
			基本预备费			275729.41		
			其他费用			721552.94		
			风险金			254082.35		
	矿山地质灾害 预防	警示工程	标志牌	个	19	744.27	2022.51	2505.89
	矿山地质灾害 治理	地裂缝治理工程	表土回填	100m³	435.82	162295.01		
			表土剥离	100m³	435.82	810298.34		
			地裂缝填充	100m³	2298.49	11899949.29		
	地形地貌景观 修复	建筑物清理工程	房屋拆除	100m²	715.44	2094879.86		
			砼地面挖除	100m³	42.92	46696.03		
			垃圾清理	100m³	758.01	1733629.51		
	矿山地质环境 监测	监测工程	地面变形岩移监测	次	53	171720.00		
			建筑物变形监测	次	610	34160.00		

表 11-5-2 矿山地质环境治理年度计划表

防治年度	防治工程类别	项目	单位	工程量	综合单价 (元)	防治费用（元）	年度防治费 用（万元）	动态投资 （万元）					
6			地表水水质监测	次	380	7980.00							
			地下水水位监测	次	100	19200.00							
			地下水水质监测	次	380	18240.00							
			水土污染监测	次	500	3000.00							
			基本预备费						275729.41				
			其他费用					721552.94	372.53	486.90			
			风险金					254082.35					
			矿山地质灾害 预防	警示工程	标志牌	个	8	744.27			5954.16		
					矿山地质灾害 治理	地裂缝治 理工程	表土回填	100m³			102.10	372.39	38021.02
							表土剥离	100m³			102.10	1859.25	189829.43
			地裂缝填充	100m³			392.29	5177.29			2030999.09		
			矿山地质环境 监测	监测工程	地面变形岩移监 测	次	2160	53			114480.00		
					建筑物变形监测	次	72	610			43920.00		
					地表水水质监测	次	21	380			7980.00		
					地下水水位监测	次	204	100			20400.00		
					地下水水质监测	次	51	380			19380.00		
					水土污染监测	次	6	500			3000.00		
			基本预备费					275729.41					
			其他费用					721552.94					

表 11-5-2 矿山地质环境治理年度计划表

防治年度	防治工程类别	项目	单位	工程量	综合单价 (元)	防治费用（元）	年度防治费 用（万元）	动态投资 （万元）	
	风险金						254082.35		
7	矿山地质灾害 预防	警示工程	个	8	744.27	5954.16	1349.47	1860.92	
	矿山地质灾害 治理	地裂缝治 理工程	100m³	102.1	372.39	38021.02			
			100m³	102.1	1859.25	189829.43			
			100m³	392.29	5177.29	2030999.09			
		塌陷公路 治理	100m²	258.83	14540.37	3763483.97			
			100m²	388.25	4066.57	1578845.80			
	地形地貌景观 修复	建筑物清 理工程	100m²	388.25	2712.69	1053201.89			
			100m²	413.52	2928.1	1210827.91			
			100m³	24.84	46696.03	1159929.39			
			100m³	438.6	2287.08	1003113.29			
			次	2160	53	114480.00			
	矿山地质环境 监测	监测工程	次	72	610	43920.00			
			次	21	380	7980.00			
			次	204	100	20400.00			
			次	51	380	19380.00			
			次	6	500	3000.00			
						275729.41			
	基本预备费								721552.94
	其他费用								

表 11-5-2 矿山地质环境治理年度计划表

防治年度	防治工程类别	项目	单位	工程量	综合单价 (元)	防治费用（元）	年度防治费 用（万元）	动态投资 （万元）
	风险金					254082.35		
8	矿山地质灾害 预防	警示工程	个	4	744.27	2977.08	709.57	1032.42
	矿山地质灾害 治理	地裂缝治 理工程	100m³	102.1	372.39	38021.02		
			100m³	102.1	1859.25	189829.43		
			100m³	392.29	5177.29	2030999.09		
	地形地貌景观 修复	建筑物清 理工程	100m²	413.52	2928.1	1210827.91		
			100m³	24.83	46696.03	1159462.42		
			100m³	438.59	2287.08	1003090.42		
	矿山地质环境 监测	监测工程	次	2160	53	114480.00		
			次	72	610	43920.00		
			次	21	380	7980.00		
			次	204	100	20400.00		
			次	51	380	19380.00		
			次	6	500	3000.00		
			基本预备费			275729.41		
其他费用			721552.94					
风险金					254082.35			
9	矿山地质灾害 预防	警示工程	个	4	744.27	2977.08	958.78	1471.73
	矿山地质灾害	地裂缝治	100m³	78.14	372.39	29098.55		

表 11-5-2 矿山地质环境治理年度计划表

防治年度	防治工程类别	项目	单位	工程量	综合单价 (元)	防治费用 (元)	年度防治费 用 (万元)	动态投资 (万元)
	治理	理工程	100m³	78.14	1859.25	145281.80		
			100m³	300.24	5177.29	1554429.55		
		塌陷公路 治理	100m²	258.83	14540.37	3763483.97		
			100m²	388.25	4066.57	1578845.80		
	矿山地质环境 监测		100m²	388.25	2712.69	1053201.89		
			次	2160	53	114480.00		
			次	72	610	43920.00		
			次	21	380	7980.00		
			次	204	100	20400.00		
		监测工程	次	51	380	19380.00		
			次	6	500	3000.00		
			基本预备费			275729.41		
			其他费用			721552.94		
			风险金			254082.35		
	矿山地质灾害 预防	警示工程	个	4	744.27	2977.08	319.23	516.83
	矿山地质灾害 治理	地裂缝治 理工程	100m³	78.13	372.39	29094.83		
			100m³	78.13	1859.25	145263.20		
			100m³	300.24	5177.29	1554429.55		
	矿山地质环境	监测工程	次	2160	53	114480.00		

表 11-5-2 矿山地质环境治理年度计划表

防治年度	防治工程类别	项目	单位	工程量	综合单价 (元)	防治费用（元）	年度防治费用 (万元)	动态投资 (万元)							
	监测		测												
			建筑物变形监测	次	72	610	43920.00								
			地表水水质监测	次	21	380	7980.00								
			地下水水位监测	次	204	100	20400.00								
			地下水水质监测	次	51	380	19380.00								
			水土污染监测	次	6	500	3000.00								
	基本预备费					275729.41									
	其他费用					721552.94									
	风险金					254082.35									
	11	矿山地质灾害 预防	警示工程	标志牌	个	4	744.27	2977.08	1289.68	2202.77					
											地裂缝治理工程	表土回填	100m³	75.23	372.39
表土剥离												100m³	75.23	1859.25	139871.38
地裂缝填充		100m³	289.06	5177.29	1496547.45										
矿山地质灾害 治理		塌陷公路治理	水泥混凝土路面	100m²	258.83	14540.37	3763483.97								
			水泥稳定碎石基层	100m²	388.25	4066.57	1578845.80								
			煤矸石路基	100m²	388.25	2712.69	1053201.89								
地形地貌景观 修复		建筑物清理工程	房屋拆除	100m²	413.52	2928.1	1210827.91								
			砟地面挖除	100m³	24.83	46696.03	1159462.42								
			垃圾清理	100m³	438.59	2287.08	1003090.42								

表 11-5-2 矿山地质环境治理年度计划表

防治年度	防治工程类别	项目	单位	工程量	综合单价 (元)	防治费用（元）	年度防治费 用（万元）	动态投资 （万元）		
	矿山地质环境 监测	监测工程	地面变形岩移监 测	次	53	114480.00				
			建筑物变形监测	次	72	43920.00				
			地表水水质监测	次	21	7980.00				
			地下水水位监测	次	204	20400.00				
			地下水水质监测	次	51	19380.00				
			水土污染监测	次	6	3000.00				
			基本预备费			275729.41				
			其他费用			721552.94				
			风险金			254082.35				
	12	矿山地质灾害 预防	警示工程	标志牌	个	4	744.27	2977.08	952.35	1716.13
		矿山地质灾害 治理	地裂缝治 理工程	表土回填	100m³	75.23	372.39	28014.90		
				表土剥离	100m³	75.23	1859.25	139871.38		
				地裂缝填充	100m³	289.06	5177.29	1496547.45		
			塌陷公路 治理	水泥混凝土路面	100m²	258.83	14540.37	3763483.97		
				水泥稳定碎石基 层	100m²	388.25	4066.57	1578845.80		
				煤矸石路基	100m²	388.25	2712.69	1053201.89		
矿山地质环境 监测	监测工程	地面变形岩移监 测	次	53	114480.00					
		建筑物变形监测	次	72	610			43920.00		

表 11-5-2 矿山地质环境治理年度计划表

防治年度	防治工程类别	项目	单位	工程量	综合单价 (元)	防治费用（元）	年度防治费 用（万元）	动态投资 （万元）				
13			地表水水质监测	次	380	7980.00						
			地下水水位监测	次	100	20400.00						
			地下水水质监测	次	380	19380.00						
			水土污染监测	次	500	3000.00						
			基本预备费						275729.41			
			其他费用					721552.94	291.35	553.86		
			风险金					254082.35				
			警示工程	标志牌	个	4	744.27	2977.08				
			地裂缝治理工程	表土回填	100m³	65.54	372.39	24406.44				
				表土剥离	100m³	65.54	1859.25	121855.25				
				地裂缝填充	100m³	251.82	5177.29	1303745.17				
			矿山地质环境监测	地面变形岩移监测	次	2160	53	114480.00				
				建筑物变形监测	次	72	610	43920.00				
				地表水水质监测	次	21	380	7980.00				
				地下水水位监测	次	204	100	20400.00				
				地下水水质监测	次	51	380	19380.00				
				水土污染监测	次	6	500	3000.00				
			基本预备费					275729.41				
			其他费用					721552.94				

表 11-5-2 矿山地质环境治理年度计划表

防治年度	防治工程类别	项目	单位	工程量	综合单价 (元)	防治费用（元）	年度防治费 用（万元）	动态投资 （万元）		
	风险金						254082.35			
14	矿山地质灾害 预防	警示工程	个	4	744.27	2977.08	291.35	584.45		
						矿山地质灾害 治理			地裂缝治 理工程	表土回填
	表土剥离	100m³	121855.25							
	地裂缝填充	100m³	1303745.17							
	矿山地质环境 监测	监测工程	地面变形岩移监 测	次	53	114480.00				
			建筑物变形监测	次	610	43920.00				
			地表水水质监测	次	380	7980.00				
			地下水水位监测	次	100	20400.00				
			地下水水质监测	次	380	19380.00				
			水土污染监测	次	500	3000.00				
	基本预备费					275729.41				
	其他费用					721552.94				
	风险金								254082.35	
	15	矿山地质灾害 预防	警示工程	个	4	744.27			2977.08	182.97
矿山地质灾害 治理							地裂缝治 理工程	表土回填	100m³	
		表土剥离	100m³	121855.25						
		地裂缝填充	100m³	1303745.17						
矿山地质环境		监测工程	地面变形岩移监	次	53	114480.00				

表 11-5-2 矿山地质环境治理年度计划表

防治年度	防治工程类别	项目	单位	工程量	综合单价 (元)	防治费用（元）	年度防治费用 (万元)	动态投资 (万元)	
	监测		测						
			建筑物变形监测	72	610	43920.00			
			地表水水质监测	21	380	7980.00			
			地下水水位监测	204	100	20400.00			
			地下水水质监测	51	380	19380.00			
			水土污染监测	6	500	3000.00			
			基本预备费						275729.41
	其他费用					721552.94			
	风险金					254082.35			
	16	矿山地质环境 监测	监测工程	地面变形岩移监测	2160	53	114480.00	146.05	325.98
				建筑物变形监测	72	610	43920.00		
				地表水水质监测	21	380	7980.00		
				地下水水位监测	204	100	20400.00		
				地下水水质监测	51	380	19380.00		
水土污染监测				6	500	3000.00			
基本预备费					275729.41				
其他费用					721552.94				
风险金					254082.35				
17	矿山地质环境 监测	监测工程	地面变形岩移监测	2160	53	114480.00	146.05	343.95	

表 11-5-2 矿山地质环境治理年度计划表

防治年度	防治工程类别	项目	单位	工程量	综合单价 (元)	防治费用（元）	年度防治费 用（万元）	动态投资 （万元）
			建筑物变形监测	次	72	610	43920.00	
			地表水水质监测	次	21	380	7980.00	
			地下水水位监测	次	204	100	20400.00	
			地下水水质监测	次	51	380	19380.00	
			水土污染监测	次	6	500	3000.00	
	基本预备费					275729.41		
	其他费用					721552.94		
	风险金					254082.35		
	总计						18083.45	23777.63

2. 土地复垦

本方案的适用年限为 5a，即 2023 年 1 月—2028 年 1 月，本方案服务年限自 2023 年 1 月至 2042 年 12 月。本方案自 2023 年 1 月至 2042 年 12 月，划为 3 个阶段，分别是近期（适用期）2023 年 1 月-2027 年 12 月（对应表中防治年度 1-5），中远期 2028 年 1 月-2042 年 12 月（对应表中防治年度 6-20）。土地复垦年度使用计划见表 11-5-3。

表 11-5-3 矿山土地复垦年度计划表

防治年度	防治工程类别	项目	单位	工程量	综合单价 (元)	防治费用 (元)	年度防治费用 (万元)	动态投资 (万元)
1	土地平整	土地平整	hm ²	65.75	624.56	41064.82	378.28	378.28
		土地翻耕	hm ²	65.75	2622.43	172424.77		
		土壤培肥	hm ²	65.75	1025.91	67453.58		
	基本预备费					660610.00		
	其他费用					2248055.00		
2	风险金					593170.00	378.00	398.79
	土地平整	土地平整	hm ²	65.1	624.56	40658.86		
		土地翻耕	hm ²	65.1	2622.43	170720.19		
		土壤培肥	hm ²	65.1	1025.91	66786.74		
	基本预备费					660610.00		
	其他费用					2248055.00		
	风险金					593170.00		
3	土地平整	土地平整	hm ²	65.01	624.56	40602.65	377.96	420.67
		土地翻耕	hm ²	65.01	2622.43	170484.17		
		土壤培肥	hm ²	65.01	1025.91	66694.41		
	基本预备费					660610.00		
	其他费用					2248055.00		
4	风险金					593170.00	390.01	457.87
	土地平整		hm ²	93.21	624.56	58215.24		
	土地翻耕		hm ²	93.21	2622.43	244436.70		

表 11-5-3 矿山土地复垦年度计划表

防治年度	防治工程类别	项目	单位	工程量	综合单价 (元)	防治费用 (元)	年度防治费用 (万元)	动态投资 (万元)
5	土地平整	土壤培肥	hm ²	93.21	1025.91	95625.07		
		基本预备费				660610.00		
		其他费用				2248055.00		
		风险金				593170.00		
	土地平整	土地平整	hm ²	101.14	624.56	63168.00	393.40	487.42
		土地翻耕	hm ²	101.14	2622.43	265232.57		
		土壤培肥	hm ²	101.14	1025.91	103760.54		
	基本预备费					660610.00		
	其他费用					2248055.00		
	风险金					593170.00		
6	土壤剥离工程	表土剥离	100m ³	7436.94	1859.25	13827130.70		
		表土回覆	100m ³	7436.94	372.39	2769442.09		
		土方回填	100m ³	8940.62	372.39	3329397.48		
		防尘网安装	m ²	3476.15	1016.32	3532880.77		
	土地平整	土地平整	hm ²	201.33	624.56	125742.66	2782.09	3636.19
		土地翻耕	hm ²	201.33	2622.43	527973.83		
		土壤培肥	hm ²	201.33	1025.91	206546.46		
	基本预备费					660610.00		
	其他费用					2248055.00		
	风险金					593170.00		

表 11-5-3 矿山土地复垦年度计划表

防治年度	防治工程类别	项目	单位	工程量	综合单价 (元)	防治费用 (元)	年度防治费用 (万元)	动态投资 (万元)
7	土壤剥离工程	表土剥离	100m ³	7436.94	1859.25	13827130.70	2819.33	3887.86
		表土回覆	100m ³	7436.94	372.39	2769442.09		
		土方回填	100m ³	9940.62	372.39	3701787.48		
		防尘网安装	m ²	3476.16	1016.32	3532890.93		
	土地平整	土地平整	hm ²	201.33	624.56	125742.66		
		土地翻耕	hm ²	201.33	2622.43	527973.83		
		土壤培肥	hm ²	201.33	1025.91	206546.46		
				基本预备费		660610.00	2649.57	3855.12
				其他费用		2248055.00		
				风险金		593170.00		
	土壤剥离工程	表土剥离	100m ³	6736.88	1859.25	12525544.14		
		表土回覆	100m ³	6736.88	372.39	2508746.74		
		土方回填	100m ³	9940.62	372.39	3701787.48		
		防尘网安装	m ²	3392.49	1016.32	3447855.44		
		土地平整	hm ²	189.54	624.56	118379.10		
	土地平整	土地翻耕	hm ²	189.54	2622.43	497055.38		
		土壤培肥	hm ²	189.54	1025.91	194450.98		
				基本预备费		660610.00		
				其他费用		2248055.00		
9				风险金		593170.00	3680.95	5650.26
	土壤剥离工程	表土剥离	100m ³	6736.88	1859.25	12525544.14		

表 11-5-3 矿山土地复垦年度计划表

防治年度	防治工程类别	项目	单位	工程量	综合单价 (元)	防治费用 (元)	年度防治费用 (万元)	动态投资 (万元)
10		表土回覆	100m ³	6736.88	372.39	2508746.74		
		土方回填	100m ³	8573.14	372.39	3192551.60		
		防尘网安装	m ²	3392.49	1016.32	3447855.44		
	土地平整	土地平整	hm ²	189.54	624.56	118379.10		
		土地翻耕	hm ²	189.54	2622.43	497055.38		
		土壤施肥	hm ²	189.54	1025.91	194450.98		
	道路修复工程	田间路修复工程	m ²	30591	2.73	83513.43		
		生产路修复工程	m ²	14981.1	2.73	40898.40		
		行道树（刺槐）	100 株	79.93	3145.42	251413.42		
	排水工程	排水沟挖方量	100m ³	170.62	1859.25	317225.24		
		排水沟浆砌石量	100m ³	139.12	41857.75	5823250.18		
	植被恢复工程	栽种泡桐	100 株	74.71	1477.72	110400.46		
		栽种梨树	100 株	23.14	1255.36	29049.03		
	坑塘工程	坑塘开挖	100m ³	1656.2	2376.32	3935661.18		
		坑塘边坡整修	100m ³	350.46	624.56	218883.30		
		坑塘护堤林（刺槐）	100 株	4.07	3145.42	12801.86		
	基本预备费				660610.00	12525544.14	3956.01	6404.78
	其他费用				2248055.00			
	风险金				593170.00			
10	土壤剥离工程	表土剥离	100m ³	6736.88	1859.25	12525544.14	3956.01	6404.78

表 11-5-3 矿山土地复垦年度计划表

防治年度	防治工程类别	项目	单位	工程量	综合单价 (元)	防治费用（元）	年度防治费用 (万元)	动态投资 (万元)
	土地平整	表土回覆	100m³	6736.88	372.39	2508746.74		
		土方回填	100m³	8573.14	372.39	3192551.60		
		防尘网安装	m²	3392.49	1016.32	3447855.44		
		土地平整	hm²	189.54	624.56	118379.10		
		土地翻耕	hm²	189.54	2622.43	497055.38		
		土壤培肥	hm²	189.54	1025.91	194450.98		
	道路修复工程	田间路修复工程	m²	30591	2.73	83513.43		
		生产路修复工程	m²	14981.11	2.73	40898.43		
		行道树（刺槐）	100 株	79.92	3145.42	251381.97		
	排水工程	排水沟挖方量	100m³	170.62	1859.25	317225.24		
		排水沟浆砌石量	100m³	137.13	41857.75	5739953.26		
	植被恢复工程	栽种泡桐	100 株	74.72	1477.72	110415.24		
		栽种梨树	100 株	22.95	1255.36	28810.51		
	坑塘工程	坑塘开挖	100m³	2792.32	2376.32	6635445.86		
		坑塘边坡整修	100m³	565.62	624.56	353263.63		
		坑塘护堤林（刺槐）	100 株	4.06	3145.42	12770.41		
		基本预备费				660610.00		
	其他费用					2248055.00		
	风险金					593170.00		
	11	土壤剥离工程	表土剥离	100m³	5412.62	1859.25		

表 11-5-3 矿山土地复垦年度计划表

防治年度	防治工程类别	项目	单位	工程量	综合单价 (元)	防治费用 (元)	年度防治费用 (万元)	动态投资 (万元)
		表土回覆	100m ³	5412.62	372.39	2015605.56		
		土方回填	100m ³	7612.59	372.39	2834852.39		
		防尘网安装	m ²	2700.49	1016.32	2744562.00		
		土地平整	hm ²	167.32	624.56	104501.38		
	土地平整	土地翻耕	hm ²	167.32	2622.43	438784.99		
		土壤培肥	hm ²	167.32	1025.91	171655.26		
		田间路修复工程	m ²	23772.24	2.73	64898.22		
	道路修复工程	生产路修复工程	m ²	11544.69	2.73	31517.00		
		行道树（刺槐）	100 株	56.33	3145.42	177181.51		
		排水沟挖方量	100m ³	131.32	1859.25	244156.71		
	排水工程	排水沟浆砌石量	100m ³	101.21	41857.75	4236422.88		
		栽种泡桐	100 株	74.73	1477.72	110430.02		
		栽种梨树	100 株	38.08	1255.36	47804.11		
	坑塘工程	坑塘开挖	100m ³	3018.65	2376.32	7173278.37		
		坑塘边坡整修	100m ³	688.72	624.56	430146.96		
		坑塘护堤林（刺槐）	100 株	7.65	3145.42	24062.46		
		基本预备费				660610.00		
	其他费用					2248055.00		
	风险金					593170.00		
12	土壤剥离工程	表土剥离	100m ³	5412.62	1859.25	10063413.74	3648.84	6575.21

表 11-5-3 矿山土地复垦年度计划表

防治年度	防治工程类别	项目	单位	工程量	综合单价 (元)	防治费用 (元)	年度防治费用 (万元)	动态投资 (万元)
13		表土回覆	100m ³	5412.62	372.39	2015605.56		
		土方回填	100m ³	7612.59	372.39	2834852.39		
		防尘网安装	m ²	2700.49	1016.32	2744562.00		
	土地平整	土地平整	hm ²	167.32	624.56	104501.38		
		土地翻耕	hm ²	167.32	2622.43	438784.99		
		土壤施肥	hm ²	167.32	1025.91	171655.26		
	道路修复工程	田间路修复工程	m ²	23772.24	2.73	64898.22		
		生产路修复工程	m ²	11544.69	2.73	31517.00		
		行道树（刺槐）	100 株	56.33	3145.42	177181.51		
	排水工程	排水沟挖方量	100m ³	132.35	1859.25	246071.74		
		排水沟浆砌石量	100m ³	101.21	41857.75	4236422.88		
	植被恢复工程	栽种泡桐	100 株	74.72	1477.72	110415.24		
		栽种梨树	100 株	36.21	1255.36	45456.59		
	坑塘工程	坑塘开挖	100m ³	3891.33	2376.32	9247045.31		
		坑塘边坡整修	100m ³	688.65	624.56	430103.24		
		坑塘护堤林（刺槐）	100 株	7.65	3145.42	24062.46		
	基本预备费					660610.00		
	其他费用					2248055.00		
	风险金					593170.00		
13	土壤剥离工程	表土剥离	100m ³	5412.62	1859.25	10063413.74	3707.89	7048.70

表 11-5-3 矿山土地复垦年度计划表

防治年度	防治工程类别	项目	单位	工程量	综合单价 (元)	防治费用 (元)	年度防治费用 (万元)	动态投资 (万元)
		表土回覆	100m ³	5412.62	372.39	2015605.56		
		土方回填	100m ³	7612.59	372.39	2834852.39		
		防尘网安装	m ²	2700.49	1016.32	2744562.00		
	土地平整	土地平整	hm ²	167.32	624.56	104501.38		
		土地翻耕	hm ²	167.32	2622.43	438784.99		
		土壤培肥	hm ²	167.32	1025.91	171655.26		
	道路修复工程	田间路修复工程	m ²	23772.24	2.73	64898.22		
		生产路修复工程	m ²	11544.69	2.73	31517.00		
		行道树（刺槐）	100 株	56.33	3145.42	177181.51		
	排水工程	排水沟挖方量	100m ³	141.35	1859.25	262804.99		
		排水沟浆砌石量	100m ³	101.32	41857.75	4241027.23		
	植被恢复工程	栽种泡桐	100 株	149.51	1477.72	220933.92		
		栽种梨树	100 株	59.22	1255.36	74342.42		
		坑塘开挖	100m ³	3985.12	2376.32	9469920.36		
	坑塘工程	坑塘边坡整修	100m ³	984.54	624.56	614904.30		
		坑塘护堤林（刺槐）	100 株	14.66	3145.42	46111.86		
	基本预备费					660610.00		
	其他费用					2248055.00		
	风险金					593170.00		
14	土壤剥离工程	表土剥离	100m ³	4699.83	1859.25	8738158.93	4008.63	8041.31

表 11-5-3 矿山土地复垦年度计划表

防治年度	防治工程类别	项目	单位	工程量	综合单价 (元)	防治费用 (元)	年度防治费用 (万元)	动态投资 (万元)
15		表土回覆	100m ³	4699.83	372.39	1750169.69		
		土方回填	100m ³	6172.43	372.39	2298551.21		
		防尘网安装	m ²	2457.4	1016.32	2497504.77		
	土地平整	土地平整	hm ²	118.49	624.56	74004.11		
		土地翻耕	hm ²	118.49	2622.43	310731.73		
		土壤培肥	hm ²	118.49	1025.91	121560.08		
	道路修复工程	田间路修复工程	m ²	18475.32	2.73	50437.62		
		生产路修复工程	m ²	8175.93	2.73	22320.29		
		行道树（刺槐）	100 株	46.79	3145.42	147174.20		
	排水工程	排水沟挖方量	100m ³	91.51	1859.25	170139.97		
		排水沟浆砌石量	100m ³	71.32	41857.75	2985294.73		
	植被恢复工程	栽种泡桐	100 株	220.66	1477.72	326073.70		
		栽种梨树	100 株	63.25	1255.36	79401.52		
	坑塘工程	坑塘开挖	100m ³	6794.16	2376.32	16145098.29		
		坑塘边坡整修	100m ³	1321.26	624.56	825206.15		
		坑塘护堤林（刺槐）	100 株	13.56	3145.42	42651.90		
		基本预备费				660610.00		
	其他费用					2248055.00		
	风险金					593170.00		
15	土壤剥离工程	表土剥离	100m ³	4699.83	1859.25	8738158.93	4077.66	8628.33

表 11-5-3 矿山土地复垦年度计划表

防治年度	防治工程类别	项目	单位	工程量	综合单价 (元)	防治费用（元）	年度防治费用 (万元)	动态投资 (万元)	
		表土回覆	100m³	4699.83	372.39	1750169.69			
		土方回填	100m³	6172.42	372.39	2298547.48			
		防尘网安装	m²	2457.4	1016.32	2497504.77			
	土地平整	土地平整	hm²	118.49	624.56	74004.11			
		土地翻耕	hm²	118.49	2622.43	310731.73			
		土壤培肥	hm²	118.49	1025.91	121560.08			
	道路修复工程	田间路修复工程	m²	18475.32	2.73	50437.62			
		生产路修复工程	m²	8175.93	2.73	22320.29			
		行道树（刺槐）	100 株	46.79	3145.42	147174.20			
	排水工程	排水沟挖方量	100m³	91.51	1859.25	170139.97			
		排水沟浆砌石量	100m³	75.32	41857.75	3152725.73			
	植被恢复工程	栽种泡桐	100 株	227.66	1477.72	336417.74			
		栽种梨树	100 株	61.26	1255.36	76903.35			
	坑塘工程	坑塘开挖	100m³	6987.46	2376.32	16604440.95			
		坑塘边坡整修	100m³	1359.65	624.56	849183.00			
		坑塘护堤林（刺槐）	100 株	23.65	3145.42	74389.18			
	基本预备费					660610.00			
	其他费用					2248055.00			
	风险金					593170.00			
	16	土壤剥离工程	表土剥离	100m³	4699.83	1859.25			8738158.93

表 11-5-3 矿山土地复垦年度计划表

防治年度	防治工程类别	项目	单位	工程量	综合单价 (元)	防治费用 (元)	年度防治费用 (万元)	动态投资 (万元)
17		表土回覆	100m ³	4699.83	372.39	1750169.69		
		土方回填	100m ³	6172.42	372.39	2298547.48		
		防尘网安装	m ²	2457.4	1016.32	2497504.77		
	土地平整	土地平整	hm ²	118.48	624.56	73997.87		
		土地翻耕	hm ²	118.48	2622.43	310705.51		
		土壤施肥	hm ²	118.48	1025.91	121549.82		
	道路修复工程	田间路修复工程	m ²	18475.32	2.73	50437.62		
		生产路修复工程	m ²	8175.93	2.73	22320.29		
		行道树（刺槐）	100 株	46.79	3145.42	147174.20		
	排水工程	排水沟挖方量	100m ³	91.51	1859.25	170139.97		
		排水沟浆砌石量	100m ³	75.02	41857.75	3140168.41		
	植被恢复工程	栽种泡桐	100 株	241.91	1477.72	357475.25		
		栽种梨树	100 株	74.08	1255.36	92997.07		
	坑塘工程	坑塘开挖	100m ³	8126.32	2376.32	19310736.74		
		坑塘边坡整修	100m ³	1258.76	624.56	786171.15		
		坑塘护堤林（刺槐）	100 株	25.64	3145.42	80648.57		
	基本预备费					660610.00		
	其他费用					2248055.00		
	风险金					593170.00		
17	土壤剥离工程	表土剥离	100m ³	4699.83	1859.25	8738158.93	4462.56	10509.33

表 11-5-3 矿山土地复垦年度计划表

防治年度	防治工程类别	项目	单位	工程量	综合单价 (元)	防治费用 (元)	年度防治费用 (万元)	动态投资 (万元)
		表土回覆	100m ³	4699.83	372.39	1750169.69		
		土方回填	100m ³	6172.42	372.39	2298547.48		
		防尘网安装	m ²	2457.4	1016.32	2497504.77		
	土地平整	土地平整	hm ²	118.48	624.56	73997.87		
		土地翻耕	hm ²	118.48	2622.43	310705.51		
		土壤培肥	hm ²	118.48	1025.91	121549.82		
	道路修复工程	田间路修复工程	m ²	18475.32	2.73	50437.62		
		生产路修复工程	m ²	8175.93	2.73	22320.29		
		行道树（刺槐）	100 株	46.79	3145.42	147174.20		
	排水工程	排水沟挖方量	100m ³	91.76	1859.25	170604.78		
		排水沟浆砌石量	100m ³	72.39	41857.75	3030082.52		
	植被恢复工程	栽种泡桐	100 株	241.98	1477.72	357578.69		
		栽种梨树	100 株	74.08	1255.36	92997.07		
	坑塘工程	坑塘开挖	100m ³	8626.32	2376.32	20498896.74		
		坑塘边坡整修	100m ³	1359.58	624.56	849139.28		
		坑塘护堤林（刺槐）	100 株	36.22	3145.42	113927.11		
	基本预备费					660610.00		
	其他费用					2248055.00		
	风险金					593170.00		
18	植被管护工程	植被管护	hm ²	62.79	4117.83	258558.55	391.34	972.48

表 11-5-3 矿山土地复垦年度计划表

防治年度	防治工程类别	项目	单位	工程量	综合单价 (元)	防治费用 (元)	年度防治费用 (万元)	动态投资 (万元)
	监测工程	复垦效果监测	点·次	306.00	500	153000.00		
	基本预备费					660610.00		
	其他费用					2248055.00		
	风险金					593170.00		
19	植被管护工程	植被管护	hm ²	62.79	4117.83	258558.55	391.34	1025.70
	监测工程	复垦效果监测	点·次	306.00	500	153000.00		
	基本预备费					660610.00		
	其他费用					2248055.00		
20	风险金					593170.00	391.34	1082.45
	植被管护工程	植被管护	hm ²	62.8	4117.83	258599.72		
	监测工程	复垦效果监测	点·次	306.00	500	153000.00		
	基本预备费					660610.00		
	其他费用					2248055.00	46671.78	85037.05
	风险金					593170.00		
	总计					466717957.39		

3. 生态修复基金安排

依据印发的《河南省矿山地质环境治理恢复基金管理办法》之第二章第 7、8 条，在预计开采年限内根据产量比例等进行摊销。矿山企业应于每半年和年度终了后 10 日内根据摊销金额（开采资源量与吨矿投资乘积）提取基金，缴存至基金账户，根据有关规定，基金要在矿山闭坑前一年提取完毕。

截止目前 2023 年 7 月，陈四楼煤矿基金账户剩余金额为 30875.07 万元（附件 15）。本次基金费用提取计划按照先减少预存再按规定对生态修复费用进行计提。

本项目矿山地质环境保护与土地复垦方案动态总投资为 108814.68 万元，在闭坑前一年提取完毕。矿山环境治理与土地复垦基金提取计划详见表 11-5-4。

表 11-5-4 基金费用提取计划安排表

阶段	年度	阶段投资总额 (元)	年度环境治理费用 (万元)	年度土地复垦费用 (万元)	年产量 (万吨)	吨矿提取 (元/t)	年度预存额 (万元)	阶段资金预存额 (万元)
前期结余								30875.07
2023.1-2027.12	1	10125	2927.66	378.28	450	4.50	2025	10125
	2		2133.77	398.79	450	4.50	2025	
	3		1601.95	420.67	450	4.50	2025	
	4		3125.26	457.87	450	4.50	2025	
	5		2505.89	487.42	450	4.50	2025	
2028.1-2042.12	6	67815	486.90	3636.19	450	12.50	5625	67815
	7		1860.92	3887.86	450	12.50	5625	
	8		1032.42	3855.12	450	12.50	5625	
	9		1471.73	5650.26	450	12.50	5625	
	10		516.83	6404.78	450	12.50	5625	
	11		2202.77	5878.10	450	12.60	5670	
	12		1716.13	6575.21	450	12.60	5670	
	13		553.86	7048.70	450	12.60	5670	
	14		584.45	8041.31	450	12.60	5670	
	15		387.16	8628.33	450	12.60	5670	
	16		325.98	9698.20	450	12.60	5670	
	17		343.95	10509.33	450	12.60	5670	
	18		0	972.48				
	19		0	1025.70				
	20		0	1082.45				
合计		77940	23777.63	85307.05				108815.07

陈四楼煤矿 2023-2027 年矿山地质环境治理恢复及土地复垦资金预存计划见表 11-5-5。

表 11-5-5 陈四楼煤矿 2023-2027 年矿山地质环境治理恢复及土地复垦
资金预存计划明细表

阶段	年度	地质环境治理恢复 费用 (万元)	土地复垦费用 (万元)	资金预存金额 (万元)
近期	2023	225	1800	2025
	2024	225	1800	2025
	2025	225	1800	2025
	2026	225	1800	2025
	2027	225	1800	2025
合计		1125	9000	10125

第十二章 矿山地质环境保护与土地复垦方案实施的保障措施

一、组织保障措施

（一）组织机构

按照“谁开发，谁保护、谁破坏，谁治理”和“谁损毁，谁复垦”的原则，陈四楼煤矿的矿山地质环境保护与土地复垦方案的执行工作由河南龙宇能源股份有限公司负责并组织实施。该公司应成立专门机构，加强对本方案实施的组织管理，县（市）国土资源局对项目的实施情况进行监督检查。

建立健全组织领导机构，由河南龙宇能源股份有限公司分管领导组成矿山地质环境保护与土地复垦方案实施工作领导小组，统一协调和领导本矿区矿山地质环境保护与土地复垦工作。本煤矿下设办公室，负责项目工程施工、监理、资金和物资使用、项目资金审计、以及项目组织协调等日常管理工作。矿山地质环境保护与土地复垦领导小组在项目涉及的乡镇成立项目管理工作小组，由矿长任组长，选调责任心强，政策水平高，懂专业的得力人员为成员，负责相关问题的处理。

为了开展和做好矿山地质环境保护与土地复垦工作，矿方应设立由分管领导负责的矿山地质环境保护与土地复垦办公室，负责并积极开展矿山地质环境保护与土地复垦工作，主要职责如下：

（1）明确分工，责任落实到人，做好有关各方的联系与协调工作。

（2）根据矿山地质环境保护与土地复垦方案进度安排，落实各项措施，及时安排各分项工作。

（3）负责矿山地质环境保护与土地复垦设计。委托有相应资质的设计单位编制矿山地质环境保护与土地复垦规划，并报管理部门审批，审批后负责实施。

（4）制定矿山地质环境保护与土地复垦工作计划。依据矿井生产计划安排情况，对区内地质灾害和受影响土地进行调查土地使用现状，并登记造册。结合实际制定矿山地质环境保护与土地复垦计划。

（5）负责配合上级部门矿山地质环境保护与土地复垦工程竣工验收工作。

（二）管理制度措施

为加强对矿山地质环境保护与土地复垦的管理，严格执行本方案相关措施，按照方案确定的阶段逐地块落实，对矿山地质环境保护与土地复垦实行统一管理。坚持全面规划，综合治理，要治理一片见效一片，不搞半截子工程。在工程建设中严格项目法人责任制、项目工程建设招标投标制、项目施工监理制、项目合同管理制、项目公告制。按照公开、公正、公平的原则，择优选择工程队伍以确保工程质量，降低工程成本，加快工程进度。

（1）实行项目法人负责制

项目实施将涉及到县政府众多相关部门，以及项目区所在乡、村人员的组织和配合协调问题，牵涉面广，是一项复杂的社会工程。因此，必须在矿山地质环境保护与土地复垦领导小组的统一领导下，由煤矿牵头，实行项目法人负责制，以煤矿为项目主体单位，落实任期目标责任制，对项目策划、建设、实施全过程负责，并承担投资风险；负责人牵头组建施工技术指导小组、工作小组、政策处理小组；负责组织项目工程的实施；负责项目工程阶段验收和参与最终验收，并把环境保护与土地复垦作为政绩考核的重要内容。

（2）实行项目工程建设招标投标制

为防止暗箱操作，保证工程质量，由矿山地质环境保护与土地复垦领导小组对工程内容逐一分解，进行招标公告，根据《招标投标法》分标段向社会公开招投标，公开、公正、公平地选用环境保护与土地复垦施工单位。

（3）实行项目施工监理制

通过招投标方式选择监理单位，监理单位制定出具体的工作细则，明确监理程序，监理单位资质要求等，对所有工程的建设内容、施工进度、工程质量进行监理。

（4）实行项目合同管理制

按照《合同法》等有关规定，制定有关工作组织，河南龙宇能源有限公司作为项目实施单位与施工单位、监理单位签订施工监理合同，明确相互各方的权责利。合同由专人管理，专设项目合同管理专用章，签发工程承建合同和设备购置合同必须由项目法人签章；合同纠纷调解处理按《合同法》规定程序进行。

（5）实行项目公告制

将整个项目区的范围、面积、工程数量以及项目实施的各项管理制度等进行公告，以接受社会监督。

二、技术保障措施

针对项目区内矿山地质环境保护与土地复垦的方法，达到保护环境和合理高效利用土地的标准，项目一经批准，项目实施单位必须严格按照总体规划执行，并确保资金、人员、机械、技术服务到位，设立专门办公室，具体负责矿山地质环境保护与土地复垦工程的规划指导、监督、检查、组织协调和工程实施，并对其实行目标管理，确保规划设计目标的实现。

为保证施工单位在实施过程中能严格按照本方案施工，对施工单位做了一下几点要求：

（1）进行矿山地质环境保护与土地复垦人员配备及培训

强化施工单位人员自身的环境意识和环境管理，各施工单位应配备必要专职或兼职环境保护与土地复垦监管人员，这些人员应是经过培训、具备一定能力和资质的工程技术人员，并赋予相关的职责和权利，使其充分发挥一线环境保护与土地复垦监管职责。

（2）编制矿山地质环境保护与土地复垦施工组织设计，制定矿山地质环境保护与土地复垦作业计划。

矿山地质环境保护与土地复垦工程应与主体工程同时施工，并严格按照本方案提出的各项矿山地质环境保护与土地复垦措施和建议，以及各项矿山地质环境保护与土地复垦工程设计技术要求，开展本项目矿山地质环境保护与土地复垦工程施工和主体工程施工组织计划，根据主体工程施工进度，合理安排各项矿山地质环境保护与土地复垦措施的施工，确保各项矿山地质环境保护与土地复垦工程能长期、高效地发挥作用。

施工应结合环境特征和工程特点，筛选出对矿山地质环境保护与土地复垦可能产生较大影响的临时工程重点施工，编制详细的施工组织设计和作业计划，包括施工工序、施工工艺、减缓措施及恢复措施的详细记录并及时上报监理工程师，该方案经建设单位工程指挥部审核同意后，方可实施。

（3）及时处理施工中的问题

施工单位要及时掌握施工动态，当出现重大问题时，积极组织有关力量解决。

（4）开展试验示范研究

施工单位应开展试验示范研究，引进先进技术，跟踪监测，追踪绩效。通过科

技进步和技术创新，提高矿产资源开发利用和矿山地质环境保护与土地复垦水平，树立矿山地质环境保护与土地复垦典型示范工程，提高综合防治能力。

三、资金保障措施

根据“谁破坏，谁治理”的原则，矿方承担该矿山地质环境保护与土地复垦工程的所有费用。通过制定资金预存、存放、管理、使用和审计的保障措施，确保所需资金及时足额筹措，安全存放，专款专用。

依据河南省财政厅河南省自然资源厅河南省生态环境厅关于印发《河南省矿山地质环境治理恢复基金管理办法的通知》（豫财环资〔2020〕80号），矿山企业应按照满足实际需求的原则，根据自然资源主管部门审查通过的《方案》，将矿山地质环境恢复治理费用按照会计准则相关规定预计弃置费用，计入相关资产的入账成本，在预计开采年限内根据产量比例等方法按月摊销，计入当月生产成本，依据税法相关规定在所得税前列支。矿山企业应于每半年和年度终了后10日内，按照弃置费用已摊销金额提取基金，缴存至基金账户，专项用于矿山地质环境保护和矿区土地的恢复治理和监测等。一旦出现资金不足情况，矿山企业需及时调拨资金补足。

矿山企业的基金提取、使用及矿山地生态修复工程的执行情况须列入矿业权人勘查开采信息公共系统，建立动态监管机制。地方各级自然资源主管部门会同环境保护主管部门应建立动态化的监管机制，加强对企业矿山地质环境治理恢复的监督检查，以保障项目保质保量的顺利实施和如期完成。

四、监管保障措施

本项目矿山地质环境保护与土地复垦义务人即业主单位，承诺将严格按计

划和阶段实施计划开展工作，每年定期向当地县、市自然资源局报告当年复垦情况，并将相关情况通过当地电视、报纸、网络向公众公开，接受政府相关职能部门和公众的监督。本项目工程的实施，由业主单位负责。

参与项目勘查、设计、施工及管理的单位，必须具备国家规定的资质条件，取得相应的资质证书；项目质量管理必须严格按照有关规范、规程执行，做到责任明确，奖罚分明，施工所需材料须经质检部门验收合格方可使用；工程竣工后，应及时报请财政及自然资源行政主管部门组织专家验收。

由永城市自然资源和规划局与审计局对项目区矿山地质环境保护与土地复垦专项资金进行监督和审计。自然资源和规划局相关人员将定期对复垦资金进行检查验收，确保每笔复垦资金落到实处，真正用在矿山地质环境保护与土地复垦工程上。对滥用、挪用资金的，坚决追究当事人、相关责任人的责任，并给予相应的行政、经济以及刑事处罚。

五、公众参与

（一）目的

公众参与做到全程参与、全面参与。

矿山地质环境保护与土地复垦工作是一项庞大的系统工程，公众参与是其中一项重要的工作，是河南龙宇能源股份有限公司陈四楼煤矿与公众之间的一种双向交流，其目的是为了全面了解复垦范围内公众及相关团体对项目的认识态度，让公众对复垦项目实施过程中和实施后可能带来的问题提出意见和建议，保障项目在建设决策中的科学化、民主化，通过公众参与调查使复垦项目的规划、设计、施工和运行更加合理、完善，调动公众参与复垦的积极性和主要性，从而最大限度的发挥本土地复垦项目带来的社会效益、经济效益、环境效益。

（二）公众参与的原则

为了使公众参与的工作能客观、公正地反映民众对该项目的认识和建议、意见，使公众参与的调查对象具有充分的代表性，本次调查工作采用了代表性和随机性相结合的原则。

（三）项目实施前的公众参与

方案编制前的公众参与采取问卷调查的方式，本次调查共向公众发放公众

参与调查表 32 份，收回有效问卷 35 份，回收率 100%（见附件）。

从公众调查表上看，公众对河南龙宇能源股份有限公司陈四楼煤矿的开发认同度较高，大部分公众对环境问题的看法关心，大多数公众认为河南龙宇能源股份有限公司陈四楼煤矿土地复垦项目对环境的影响很大，公众认为该项目的实施对当地经济的发展具有促进作用，而对矿山土地复垦措施、复垦目标和效果尚缺乏足够的认识。在了解了煤矿土地复垦的方向和措施后，大多数公众认为河南龙宇能源股份有限公司陈四楼煤矿土地复垦能够有效的恢复当地生态环境，对于保护生物多样性，维护生态平衡，具有极其重要的意义，对河南龙宇能源股份有限公司陈四楼煤矿的生产建设表示支持。

（四）方案编制中公众参与

方案编制过程中，方案初稿完成之际，公众参与方式为征求相关部门意见。编制组成员代表首先对土地复垦方案中的损毁预测结果、主要措施、投资估算（概）算结果以及土地复垦资金计提方式等进行了汇报，相关人员与编制组成员就共同关心的问题进行了深入讨论。最后，对矿区开采过程中对土地造成局部损毁需进行的土地复垦等工作表示理解，并支持该项工作。并认为该项目方案科学合理、符合当地实际。

（五）项目实施过程中公众参与计划

土地复垦工作涉及面广，任务艰巨，在实施过程中需要社会各界和广大市民积极参与，充分调动和发挥公众参与的积极性，拓展公众参与渠道，营造有利于土地的舆论和社会氛围。促进当地和谐社会的建立。在复垦方案实施过程中，主要通过以下几种方式，让社会各界人士、相关部门参与到土地复垦工作中：

1. 建立治理复垦的进度、资金使用公示制度

河南龙宇能源股份有限公司通过网站，设立土地复垦专栏，介绍土地复垦的进展、资金使用、新技术应用等情况。同时通过网站的互动平台，搜集群众的意见和建议，及时处理复垦工程实施过程中可能遇到的问题。

河南龙宇能源股份有限公司定期向公众发布复垦项目公告，公示项目的基本情况、土地复垦工作的主要内容及公众提出意见的方式等。公告主要粘贴在项目区敏感点的人流集中处和施工现场。

2. 建立工程咨询制度

治理与土地复垦工作内容复杂，政策性强。河南龙宇能源股份有限公司定期开展土地复垦工作会议，组织当地相关行业的主管部门以及技术人员，讨论复垦工作所遇到的政策性和技术性问题。

3. 参与实施制度

河南龙宇能源股份有限公司将治理与复垦工作中的一部分工作岗位面向社会，让群众参与到具体的事务中，保证治理与复垦工作的顺利开展。

4. 参与验收制度

土地复垦质量的高低，最终的用户应当是当地的群众。因此在土地复垦验收时，应当邀请群众代表参与验收。

5. 建立公众服务办公室

治理与土地复垦工作内容复杂，涉及面广，河南龙宇能源股份有限公司将建立专门办公室，对外协调，听取群众意见。

（六）项目后期公众参与计划

河南龙宇能源股份有限公司环境治理与土地复垦工程时间长，情况复杂，每一阶段项目完成后，要对治理与复垦的工作进行总结，对治理复垦后的土地情况要进行跟踪调查，发现问题，总结经验，指导后续工作的开展。后期公共参与的形式主要有：

1. 建立跟踪调查制度

对复垦后的每一块土地，建立信息卡，搜集复垦后土地的质量变化情况，村民在使用过程中所遇到的问题。

2. 加强宣传，增强复垦意识

通过样本工程，优质工程向公众介绍土地复垦的相关知识，要深入开展土地基本国情和国策教育，加强土地复垦法规和政策宣传，增强公众参与和监督意识。

六、土地权属调整方案

复垦责任范围主要涉及高庄镇、侯岭乡，损毁土地权属清晰、权属无争议。

第十三章 矿山经济可行性分析

陈四楼煤矿二₂煤层为特低水分、低灰分、特低挥发分、特低硫、磷、高发热量的无烟煤。三煤组为中灰、特低挥发分、低硫、特低磷、中高发热量、较高软化温度灰、中等热稳定性、中等可磨的无烟煤。

该矿二₂煤层可用作动力和民用燃料，还可用于固定床式气化生产煤气，作为合成化工产品的原料，粉状的无烟煤还可用于高炉喷吹等。

陈四楼煤矿近三年主要经济技术指标见表 13-1-1。

表 13-2-1 2020~2022 年煤矿利润表

项目		单位	2019 年	2020 年	2021 年
原煤生产	原煤产量	10 ⁴ t	266.67	281.67	273.67
	销售商品煤	10 ⁴ t	200.18	183.35	175.03
	产销率	%	75.1	65.1	64.0
实现收入	销售收入	亿元	11.75	16.95	19.90
吨煤成本与吨煤销售	成本	元/t	533.61	736.65	727.42
	售价	元/t	587.13	924.53	1137.14
税前利润		万元	306.80	17175.11	38624.60

矿井地处豫东工业重地永城市，素有“豫东门户”之称，区域煤炭需求量大，矿区交通运输方便，原煤还可以通过公路、铁路远销外省，其市场十分广阔。本井田保有地质资源储量 22891.30 万 t，资源储量较丰富，煤质优良，虽然近几年受国内外大环境影响，煤价较低，经济效益受到一定影响，但是随着国家化解煤炭过剩产能、稳定煤价等多措并举，市场供大于求矛盾得到了缓解，煤炭价格近几年大幅回升，预测矿井今后将有良好的经济效益。

第十四章 结论与建议

第一节 结论

一、方案确定的矿产资源利用情况、生产规模、服务年限

根据《河南省永城市河南龙宇能源股份有限公司陈四楼煤矿煤炭资源储量核实报告》可知，截止 2022 年 12 月 31 日底，矿区开采标高范围内共获得查明资源储量 30518.30 万吨，保有资源储量 22891.30 万吨（探明资源量 3435.50 万吨，控制资源量 5728.30 万吨，推断资源量 13727.50 万吨），动用矿产资源储量 7627.00 万吨，另有天然焦推断资源储量 4111.6 万吨。

陈四楼煤矿可采煤层为山西组二₂煤层和下石盒子组三₁、三₂²、三₄、三₅煤，本次方案将三₅煤列为不可采煤层。全矿井（二₂、三₂²、三₃、三₄）工业资源量为 19124.2 万吨，设计资源量为 13057.63 万吨，设计可采储量为 9696.53 万吨。生产规模 450 万吨/年，考虑 1.4 的储量备用系数和矿山的采掘接替规划，矿井剩余服务年限 15.39a（基准期为 2023 年 01 月）。

本方案以采矿许可年限为基础，考虑地下开采系统沉稳期 4.30 年，治理复垦 1.1 年，管护期 3 年，确定本方案服务年限为 20 年（2023 年 1 月-2042 年 12 月）。方案编制基准年为 2022 年。方案适用年限为 5 年，即 2023 年 1 月-2027 年 12 月。

二、方案确定的开拓方案、开采方案及主要开采工艺

开拓方式：立井单水平上、下山开拓；

采煤方法：长壁后退式采煤法；

采煤工艺：综合机械化采煤工艺。

三、选矿工艺、尾矿及设施

1. 选矿工艺

陈四楼煤矿选煤厂主要生产工艺采用跳汰——浮选联合工艺流程。

2. 产品方案

本矿将原煤运输至陈四楼煤矿选煤厂，采用全入洗及部分分级入洗加工方式，形成商品煤进行销售。

3. 尾矿及设施

陈四楼煤矿不设永久排矸场。副井出井矸石仍然排放到原有临时矸石中转场地，由汽车外运。南二风井只提升一部分矸石，出井矸石由液压高位翻车机翻到场地内，然后由装载机装汽车外运。

四、矿山地质环境保护与土地复垦范围

1. 矿山地质环境治理责任范围

责任范围为整个采煤沉陷区中地表沉陷较深的积水地段及地裂缝地段，全矿区沉陷区面积 4796.08hm^2 ，其中积水区 46.22hm^2 。

2. 土地复垦责任范围确定

项目区已损毁土地主要为工业广场、风井、矿区道路压占和采区塌陷所致，面积分别为 68.94hm^2 和 3308.52hm^2 ；拟损毁土地为煤矿开采塌陷，面积为 4314.21hm^2 ；重复损毁面积 1977.37hm^2 ，则复垦区面积为 4848.34hm^2 。

复垦责任范围内土地总面积为 4865.12hm^2 ，其中耕地 3347.88hm^2 ，所占比重最大，为 69.80%，主要种植小麦、玉米、大豆，受地形地貌，灌溉条件，土壤理化性质等的影响，小麦产量约为 $497\text{kg}/\text{亩}$ ，玉米产量约为 $530\text{kg}/\text{亩}$ ，大豆产量约为 $140\text{kg}/\text{hm}^2$ ；村庄面积为 392.61hm^2 ，占总面积的 7.93%；另外还有园地、林地、草地、交通运输用地、水域、其他土地、城镇村及工矿用地等。工业广场留续使用不在复垦责任范围内，则复垦责任范围面积为 4796.94hm^2 。

五、矿山地质环境保护与土地复垦目标任务

1. 矿山地质环境保护目标任务

根据各级部门对矿山地质环境保护与治理恢复的各项法律、法规，以及相关部门对矿山地质环境保护与治理恢复的要求，矿方需要建立矿山地质环境保护与治理恢复管理机制，规范矿业活动，促进矿山地质环境与矿业活动协调发展，在建设及开采过程中，矿方需要达到以下目标：

（1）矿山地质环境保护目标

矿山闭坑后，对煤矸石进行资源化利用，不能全部利用的，按照相应规范进行填埋，防止因风化、淋滤作用易引发水土污染。矿区的煤矸石用于煤矸石电厂做燃料、道路垫层、制砖等进行综合利用，若有剩余可用于填充塌陷区进行土地复垦。因此，至生产服务期结束，所产生煤矸石利用率可达到 100%。

最大限度减少矿山地质环境问题的发生，避免和减缓地面塌陷、地裂缝等地质灾害造成的损失，有效遏制主要含水层、地形地貌景观、土地资源的影响和破坏，实现矿山地质环境保护与资源开发利用协调发展，实现矿区经济可持续发展。

（2）矿山地质环境治理恢复目标

综合治理矿山地质环境，地面塌陷、地裂缝等地质灾害得到有效治理，避免造成不必要的经济损失和人员伤亡，矿山闭坑期结束后，地面塌陷和地裂缝治理率达到 100%。

采取防水、止水、监测预防措施，减缓主要含水层地下水位下降和水量减少，保证当地居民生产、生活用水不受开采活动的影响。

及时开展治理工程，减缓矿山开发对地形地貌景观的影响，综合治理矿山环境，矿山闭坑后矿山地质环境与周边生态环境相协调，达到与区位条件相适应的环境功能。

采取工程措施恢复土地原貌或适宜用途。

（3）矿山地质环境保护与治理恢复任务

矿山地质环境保护与治理恢复方案的实施旨在综合治理矿山地质环境，控制或消除矿山存在的地质灾害隐患，恢复矿山建设、生产等活动对地质环境的破坏。结合本矿实际，矿山地质环境保护与治理恢复任务主要有以下几点：

- 1) 开展地质灾害预警监测工程，包括灾害隐患点的监测、已采区的地表变形监测、地下水水环境的动态监测等内容。
- 2) 根据开采规划为受影响的建（构）筑物（工业广场）留设保护煤柱；
- 3) 对采动破坏引起的地表地面塌陷、地裂缝进行治理恢复；
- 4) 对已迁出的原居民房屋进行拆除，并进行土地资源生态恢复工程；
- 5) 受开采活动影响的道路要进行及时的修复。

- 6) 加强废石综合利用的研究, 减少矸石堆放量;
- 7) 煤矿进入闭坑期, 对工业广场进行土地资源恢复工程;

2. 土地复垦目标任务

根据土地适宜性评价结果, 在充分考虑复垦区自然条件、社会条件和村民意愿的基础上, 确定土地复垦目标。通过采取工程和生物措施, 对损毁的土地进行复垦, 使复垦后的土地质量和利用水平不低于损毁前的水平, 保护土地资源和生态环境, 促进矿业经济和当地社会经济协调发展。

在复垦责任范围内, 通过工程和生物措施, 使复垦率达到 100%。

六、工程量、投资估算及预提使用方案

矿山地质环境治理与土地复垦动态总投资费用 104415.06 万元, 其中矿山地质环境治理工程动态总投资为 20839.82 万元, 土地复垦工程动态总投资为 83575.24 万元。本项目复垦责任范围为 4796.94 hm², 土地复垦单位面积静态投资 6241.37 元/亩, 单位面积动态投资 11377.88 元/亩。

该项目地质环境治理工程投资估算为 20839.82 万元, 静态投资为 16077.46 万元, 其中工程施工费 13318.33 万元, 占总投资的 69.81%; 其他费用 1387.57 万元, 占总投资的 7.27%; 监测费 530.83 万元, 占总投资的 2.78%; 基本预备费 441.18 万元, 占总投资的 2.31%; 风险金 399.55 万元, 占总投资的 2.09%。

土地复垦投资估算动态总费用为 83575.24 万元, 包含静态投资费用 45845.45 万元和价差预备费 37729.79 万元。其中工程施工费 38795.6 万元, 占总投资的 46.42%; 其他费用 4463.89 万元, 占总投资的 5.34%; 监测与管护费 124.31 万元, 占总投资的 0.15%; 基本预备费 1297.789 万元, 占总投资的 1.55%; 风险金 1163.87 万元, 占总投资的 1.39%。

矿方将从 2023 年开始预存矿山地质环境治理恢复基金, 逐年预存, 将基金列入当年生产成本。各阶段预存额度富余, 在完成阶段生态修复目标后, 账户中资金有剩余的, 充抵下一阶段应预存额度。同时在阶段预存和使用时, 因物价上涨或在实际工作中不可预见因素而导致矿山地质环境治理恢复基金不足时, 采矿权人应及时修改投资估算, 增加投资, 保证矿山生态修复工作的顺利完成。若本方案适用期内国家提出资金的具体金额要求, 则根据国家要求进行调整。

七、矿山地质环境保护与土地复垦工程措施

矿山地质环境保护治理采取的主要工程措施：塌陷区警示牌、地裂缝治理、建筑物清理、井筒回填、采空塌陷监测、含水层监测、地形地貌监测和水土环境污染监测等。

土地复垦主要工程措施：表土剥覆、土地平整、土地翻耕、土壤培肥、植被重建、道路、灌溉、排水、复垦效果监测和管护等。

八、工程部署及进度安排

陈四楼煤矿矿山地质环境治理部署的工程主要有警示牌设置，地裂缝治理、建筑物清理、采空塌陷监测、含水层监测、地形地貌监测和水土环境污染监测；土地复垦工程部署的工程主要有表土剥覆、土地平整、土地翻耕、土壤培肥、修田间路、生产路、种植行道树、修排水沟、果园、林地补植以及草地混合撒播草籽、灌木树籽等。矿山地质环境治理工程和土地复垦工程在时间安排上以开发利用方案中的采区开采时序为基础，结合各采区塌陷沉稳期，共计划分三个阶段进行实施。

九、保障措施

为保障《方案》的顺利实施，采取的主要保障措施有：组织保障措施、技术保障措施、资金保障措施、监管保障措施。矿山企业应按照满足矿山地质环境保护与土地复垦方案资金需求提取矿山环境治理恢复基金。

十、土地权属调整方案

通过调查咨询及公众参与，该矿山所占用的土地权属清楚，无土地权属纠纷，不涉及土地权属调整。

第二节 建议

一、对资源储量进一步勘查的建议

本矿井推断资源量 13727.50 万吨，占保有资源量的 59.97%，建议矿井今后

加强对资源的勘查，以增加控制的资源量，从而可以延长矿井服务年限或提高生产能力。

二、对开采安全方面的建议

(1) 区内构造较发育，断层较多，随着矿井开采的进一步延伸，煤层埋藏深度的增加，开采技术条件也相对较复杂。在一些构造较复杂地段，煤层局部受岩浆岩侵蚀变质为天然焦或被吞蚀，因此，在实际生产中应加强矿井地质工作，提高对矿区内构造、煤层厚度变化、水文地质条件、瓦斯等的研究程度，以便更好地指导生产。

(2) 区内断层较发育，部分巷道可能会穿过断层，对矿井防治水工作造成一定影响，建议生产中加强对断层的探测。

三、对地质环境保护

(1) 建议矿山长期进行地质环境监测，在施工中应注意可能出现的地质环境改变对环境、采矿的影响，尽量避免人为灾害的发生；

(2) 本方案是实施保护、监测和恢复治理矿山地质环境的技术依据之一，本方案不代替相关工程勘查、治理设计。工程实施前，应按要求进行相关项目的勘查设计。

(3) 由于矿山开采过程中的地质环境条件复杂多样，因此既要设计详细周密，面面俱到，又要在施工时，严格按照设计方案施工，同时又不能完全拘泥于设计方案的每一个细节，只要是符合实际的科学合理修订方案，经质量监管组与设计部门协商统一后，可以对设计中某些不完善的部分进行修改，鼓励在施工中不断的创新。

四、土地复垦方面的建议

(1) 建议设立专人管理，对土地复垦工作及资金使用进行监管及任务落实。

(2) 按照方案确定的年度复垦方案逐地块落实，对土地复垦实行计划管理。

(3) 保护土地复垦单位的利益，调动土地复垦的积极性。

(4) 坚持全面规划，综合治理，要治理一片见效一片，不搞半截子工程。

(5) 工程施工中实施项目监理制。坚持“初检、复检、终检”的三检制。即单项施工负责人初检，质检工程师复检，复检不合格就立即进行返工，复检合格后报项目技术负责人终检，终检合格后再报请监理工程师审批。

(6) 加强复垦后的土地利用与保护、巩固工作。

(7) 实施本方案时，应按照设计完成相应的工程，对设计内容如有扩能，应按有关规定、程序实施报批。

附表 1 矿山地质环境现状调查表

矿山基本情况	企业名称	河南龙宇能源股份有限公司陈四楼煤矿			通讯地址	永城市		邮编	476600	法人代表	张文康	
	电话	*****	坐标	东经*****~*****，北纬*****~*****								
	企业规模	大型	设计生产能力/10 ⁴ t/a		450	设计服务年限	15.39 年					
	经济类型	有限责任公司	实际生产能力/10 ⁴ t/a			已服务年限	26	开采深度/m	-300m~-900m			
	矿山面积/km ²	61.6854	生产现状		生产矿山	采空区面积/m ²	二 ₂ 煤层、三煤组（三 ₁ 、三 ₂ ² 、三 ₄ 、三 ₅ 煤层）					
建矿时间	1997 年	采矿方式		地下开采	开采层位							
采矿破坏土地	工业广场		固体废物堆场		塌陷区		矿山道路		总计	已治理面积/m ²		
	数量/个	面积/m ²	数量/个	面积/m ²	数量/个	面积/m ²	数量/个	面积/m ²	面积/m ²			
	3	322100	0	0	2	33085200	2	367300	33774600	8939600		
	破坏土地情况/m ²		破坏土地情况/m ²		破坏土地情况/m ²		破坏土地情况/m ²					
	耕地	永久基本农田	0	耕地	耕地	永久基本农田	16403349	耕地	耕地	永久基本农田	0	16403349
		其他耕地	0			其他耕地	6561566			其他耕地	0	6561566
		小计/m ²	0			小计/m ²	22964915			小计/m ²	0	22964915
	林地		0	林地	0	林地	941642	林地		0	941642	
	其他土地		0	其他土地	0	其他土地	9178643	其他土地		0	9178643	
	合计/m ²	0	合计/m ²	0	合计/m ²	33085200	合计/m ²	合计/m ²	0	33085200		

类型		年排放量/10 ⁴ t		年综合利用量/10 ⁴ t		累计积存量/10 ⁴ t		主要利用方式							
废石（土）															
煤矸石		50.47		50.47		16		充填塌陷区、制砖、建材							
合计		50.47		50.47		16		充填塌陷区、制砖、建材							
影响含水层的类型		区域含水层遭受影响或破坏的面积/km ²		地下水位最大下降幅度/m		含水层被疏干的面积/m ²		受影响的对象							
孔、裂隙含水层		-		-		-		老空水、顶板砂岩水							
破坏的地形地貌景观类型		被破坏的面积/m ²		破坏程度				修复的难易程度							
塌陷、压占		689400		严重				中等							
采矿引起的崩塌、滑坡、泥石流等情况		种类	发生地点	规模	影响范围/m ²	体积/m ³	危害			发生原因	防治情况	治理面积/m ²			
							死亡人数/人	受伤人数/人	破坏房屋/间				破坏土地/m ²	直接经济损失/万元	
无															
采矿引起的地面塌陷情况		发生时间	发生地点	规模	影响范围/hm ²	最大长度/m	最大深度/m	危害			发生原因	防治情况	治理面积/m ²		
								死亡人数/人	受伤人数/人	破坏房屋/间				破坏土地/m ²	直接经济损失/万元
	较小	1	62.29	700-910	3.0	0	0	0	622900	-	采空塌陷	已复垦	849.28		
	较小	1	129.10	330-1800	3.0	0	0	0	1291000	-	采空塌陷				
	较小	1	449.20	1660-3200	3.0	0	0	0	4492000	-	采空塌陷				
	较小	1	107.69	350-	3.0	0	0	0	1076900	-	采空塌陷				

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	危害					发生原因	防治情况	治理面积/m ²	
								死亡人数/人	受伤人数/人	破坏房屋/间	毁坏土地/m ²	直接经济损失/万元				
		矿区	小			1300										
		矿区	较小	1	10.29	220-420	3.0	0	0	0	102900	-	采空塌陷			
		矿区	较小	1	90.71	130-1350	3.0				907100		采空塌陷			
	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	0	0	

矿山企业：河南龙宇能源股份有限公司陈四楼煤矿 填表单位：中赞国际工程有限公司 填表人：黄贞宇 时间：2024年3月10日



附表 2 综合技术经济指标表

顺序	指标名称	单位	指标	备注
1	矿井设计生产能力			
(1)	年产量	Mt	2.4/4.8	设计/核定
(2)	日产量	t	7272/14545	
2	矿井服务年限	a	15.39	
3	矿井设计工作制度			
(1)	年工作天数	天	330	
(2)	日工作班数	班	4	
4	煤质			
(1)	牌号		无烟煤	主要
(2)	灰分 A	%	13.74/30.21/25.76/22.27/26.74	二 ₂ /三 ₁ /三 ₂ ² / 三 ₄ /三 ₅
(3)	挥发分 Vr	%	7.57/8.57/8.33/8.30/8.30	二 ₂ /三 ₁ /三 ₂ ² / 三 ₄ /三 ₅
(4)	硫分 SDT	%	0.46/0.67/0.60/0.66/0.9	二 ₂ /三 ₁ /三 ₂ ² / 三 ₄ /三 ₅
(5)	发热量 QDT	MJ/kg	29.78/23.88/25.33/26.56/24.12	二 ₂ /三 ₁ /三 ₂ ² / 三 ₄ /三 ₅
5	储量(标高内)			
(1)	地质资源/储量	万 t	30518.30	全矿井
(2)	保有工业资源/储量	万 t	22891.30	全矿井
(3)	设计可采储量	万 t	9696.53	全矿井
6	煤层情况			
(1)	可采煤层	层	4	二 ₂ /三 ₁ /三 ₂ ² / 三 ₄
(2)	可采煤层厚度	m	2.45/1.30/1.50/1.60	二 ₂ /三 ₁ /三 ₂ ² / 三 ₄
(3)	煤的容重	t/m ³	1.45/1.50/1.50/1.50/1.50	二 ₂ /三 ₁ /三 ₂ ² / 三 ₄
7	井田范围			
(1)	南北长度	km	12.5	
(2)	东西宽度	km	5.9	
(3)	井田面积	km ²	61.6854	
8	开拓方式		立井单水平上、下山开拓	

顺序	指标名称	单位	指标	备注
9	水平数目	个	1	
	标高	m	-440m	
10	井筒类型及长度			
(1)	主井	m/m ²	499/19.625	
(2)	副立井	m/m ²	501/33.17	
(3)	中央风井	m/m ²	408/19.625	
(4)	南风井	m/m ²	366.5/19.625	
(5)	北风井	m/m ²	462/19.625	
11	投产采区个数	个	2	
12	回采工作面个数及长度	个/m	2/165、300	
13	回采工作面年进度	m	1550	
14	采煤方法		走向长壁后退式采煤法	
15	采煤工艺		综合机械化	
16	顶板管理方法		全部垮落法	
17	采煤机械化设备			
(1)	采煤机		MG500/1130-WD3	
(2)	工作面支架		ZY6800/16/35D	
(3)	工作面运煤机械		SGZ800/1400	
(4)	转载机		SZZ800/315	
(5)	破碎机		PLM-2000	
18	掘进工作面个数	个	4	4 煤
19	井下辅助运输			
(1)	运输方式		电机车牵引	
(2)	电机型号及数量	型号	CTL12/6P、CTL8/6P、CTL12/6GP-YC	
(3)	矿车类型		1t 固定式矿车	
20	提升			
(1)	主井提升设备		德国西玛格公司生产的内装式摩擦提升机	
(2)	主井提升容器		JDG-24 箕斗	
(3)	副立井提升设备		洛阳矿山机械厂生产的落地式四绳摩擦提升机	
(4)	副立井提升容器		1.5t 矿车双层四车	

顺序	指标名称	单位	指标	备注
			罐笼	
21	通风			
(1)	瓦斯（或二氧化碳）等级		煤与瓦斯突出	
(2)	通风方式		抽出式	
(3)	通风机型号及数量	型号/ 台	FBCDZ№28/2×355 型/2	南风井
			FBCDZ№28/2×355 型/2	北风井
22	排水			
(1)	涌水量：正常	m³/h	562	矿井水文地质类型报告
	涌水量：最大	m³/h	1034	
(2)	井底水泵型号及数量	型号/ 台	MD580-60×9 型/9	
23	压缩空气			
(1)	空气压缩机型号及数量	型号/ 台	60.5m³/min 型/4 60.2m³/min 型/4	中央压风机 北风井压风机
24	地面生产系统			
(1)	矸石处理方式		汽车外运	
25	供电			
(1)	变压器	型号/ 台	SF10-16000/110/6.3 型/2 SF10—20000/110/6.3 型/1	主副井
26	供水			
(1)	水源		矿井水	