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

河南龙宇能源股份有限公司

2019年2月

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

项目单位：河南龙宇能源股份有限公司

法定代表人：李　飞

总工程师：　范子毅

编制单位：河南省地质矿产勘查开发局测绘地理信息院

法定代表人：马远新

总工程师：　远顺立

项目负责人：徐　伟

编写人员：　朱立杰　陈　奎　李再兴　胡　婧　张　恒

任雪娇　杨　扬　刘毅飞　许圣强　黄　亮

侯坤颉

制图人员：胡　婧　任雪娇

审 查 人：庞　良

目　录

前　言 1
一、任务的由来 1
二、编制目的 1
三、编制依据 2
四 方案适用年限 7
五 编制工作概况 8
第一章 矿山基本情况 12
一 矿山简介 12
二 矿区范围及拐点坐标 13
三 矿山开发利用方案概述 15
四 矿山开采历史及现状 28
第二章 矿区基础信息 34
一 矿区自然地理 34
二 矿区地质环境背景 36
三 矿区社会经济概况 64
四 矿区土地利用现状 66
五 矿山及周边其他人类重大工程活动 71
六 上期方案执行情况 73
七 矿山及周边矿山地质环境治理与土地复垦案例分析 78
第三章 矿山地质环境影响和土地损毁评估 84
一 矿山地质环境与土地资源调查概述 84
二 矿山地质环境影响评估 84
三 矿山土地损毁预测与评估 126
四 矿山地质环境治理分区与土地复垦范围 159
第四章 矿山地质环境治理与土地复垦可行性分析 178
一 矿山地质环境治理可行性分析 178
二 矿区土地复垦可行性分析 181
第五章 矿山地质环境治理与土地复垦工程 215

一 矿山地质环境保护与土地复垦预防 215
二 矿山地质灾害治理 218
三 矿区土地复垦 223
四 含水层破坏修复 250
五 水土环境污染修复 251
六 矿山地质环境监测 252
七 矿区土地复垦监测和管护 259
第六章 矿山地质环境治理与土地复垦工作部署 270
一 总体工作部署 270
二 阶段实施计划 270
三 近期年度工作安排 280
第七章 经费估算与进度安排 288
一 经费估算依据 288
二 矿山地质环境保护与恢复治理工程经费估算 297
三 土地复垦工程经费估算 300
四 总费用汇总与年度安排 308
第八章 保障措施与效益分析 310
一 组织保障 310
二 技术保障 311
三 资金保障 312
四 监管保障 314
五 效益分析 315
六 公众参与 317
第九章 结论与建议 328
一 结论 328
二 建议 330

前　言

一、任务的由来

河南龙宇能源股份有限公司陈四楼煤矿为生产矿山，该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1990年7月26日开工建设，1997年11月6日正式生产，截至2017年底陈四楼煤矿已开采了20年。矿区位于豫、皖两省交界的河南省永城市城区西北13km，行政区划属永城市城厢、陈集、顺和乡管辖。矿山于2004年7月由国土资源部核发了采矿许可证，2013年换发了新采矿许可证，编号为***，有效期自2004年7月12日至2034年7月31日。采矿权人为河南龙宇能源股份有限公司，经济类型为股份有限公司，地下开采二$_2$煤层和三煤组，矿山生产能力***万吨/年，批准开采标高-300m～-900m，矿区面积61.6854km^2。根据陈四楼煤矿2017年动检报告检测结果，确定矿山剩余可采储量***万t，剩余生产服务年限50.38a。

2012年4月，《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恢复治理方案》由国土资源部地质环境司评审备案，因备案的矿山地质环境保护与恢复治理方案包含土地复垦工程，矿山未单独编制土地复垦方案。2015年12月，陈四楼煤矿矿山地质环境保护与治理恢复方案适用期结束，根据中华人民共和国国土资源部《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）、《矿山地质环境保护规定》、《土地复垦条例》等有关法规和规定要求，河南省地质矿产勘查开发局测绘地理信息院受河南龙宇能源股份有限公司委托承担了《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》的编制工作。并根据国土资源部《矿山地质环境保护与土地复垦方案编制指南》（2016年12月）技术要求，编制完成本方案。

二、编制目的

河南龙宇能源股份有限公司陈四楼煤矿在开采过程中，因场地建设、矿山开采、矸石堆场地矸石堆放等行为改变了地表形态，破坏了地表植被，造成地面塌陷、地

裂缝等地质灾害，破坏了地下含水层和地貌景观，造成土地损毁、水土流水和土壤理化性状改变，致使可利用土地减少、矿山地质环境及生态不同程度遭受破坏，对矿区人民群众及当地经济发展带来不利影响。为贯彻实施《矿山地质环境保护规定》（国土资源部令第44号）、《土地复垦条例》（国务院令第592号），通过方案的编制和实施，实现以下目的：

1、指导矿山地质环境保护与恢复治理工作，减少采矿活动对矿区地质环境扰动和破坏，促进矿产资源合理开发，保护人民生命和财产安全，构建绿色和谐矿山，实现矿产资源开发与地质环境保护协调发展；

2、指导矿区土地复垦工作，促使土地复垦工作制度化和规范化，明确土地复垦责任，落实土地复垦资金，保障土地复垦工作的实施，实现合理利用土地，保护耕地，防止矿区水土流失，恢复矿区土地生态环境，促进矿区土地资源可持续利用，保障矿区社会经济协调发展。

三、编制依据

（一）法律法规

1、《中华人民共和国矿产资源法》（全国人民代表大会常务委员会，1996 年 8 月 29 日施行）；

2、《中华人民共和国基本农田保护条例》（1998 年 12 月 24 日中华人民共和国国务院令第 257 号）；

3、《河南省〈土地管理法〉实施办法》（河南省人民代表大会常务委员会，1999 年 12 月 1 日施行）；

4、《地质灾害防治条例》（中华人民共和国国务院令第 394 号，2004 年 3 月 1 日施行）；

5、《中华人民共和国土地管理法》（全国人民代表大会常务委员会，2004 年 8 月 28 日施行）；

6、《矿山地质环境保护规定》（中华人民共和国国土资源部，2009 年 5 月 1 日施行）；

7、《中华人民共和国水土保持法》（全国人民代表大会常务委员会，2011 年 3

月 1 日施行）；

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

9、《河南省地质环境保护条例》（河南省人民代表大会常务委员会，2012 年 7 月 1 日是施行）；

10、《土地复垦条例实施办法》（中华人民共和国国土资源部令第 56 号，2013 年 3 月 1 日施行）；

11、《中华人民共和国土地管理法实施条例》（中华人民共和国国务院，2014 年 7 月 29 日修订）；

12、《中华人民共和国环境保护法》（全国人民代表大会常务委员会，2015 年 1 月 1 日施行）；

13、《中华人民共和国环境影响评价法》（全国人民代表大会常务委员会，2016 年 9 月 1 日施行）；

14、《中华人民共和国固体废物污染环境防治法》（全国人民代表大会常务委员会，2016 年 11 月 7 日修订）；

15、《中华人民共和国水污染防治法》（全国人民代表大会常务委员会，2017 年 6 月 27 日修订）；

16、《中华人民共和国大气污染防治法》（全国人民代表大会常务委员会，2015年08月29日修订）；

17、《河南省土地复垦实施办法》（河南省人民政府发布，1993年11月27日）；

18、《河南省基本农田保护条例》（河南省第八届人民代表大会常务委员会第十次会议通过，1994年11月1日）；

19、《河南省地质环境保护条例》（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，2012年3月29日）。

（二）政策性文件

1、《土地复垦条例实施办法》（国土资发［2013］56 号）；

2、《河南省国土资源厅关于进一步加强地质灾害危险性评估工作的通知》（豫

国土资发〔2014〕79 号）；

3、《关于矿山土地复垦方案和地质环境保护与恢复治理方案合并编制有关问题的通知》（豫国土资规[2015]4 号文件）；

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问题的通知》（国土资规[2016]21 号）；

5、《河南省国土资源厅关于印发河南省生产建设项目土地复垦管理暂行办法的通知》（豫国土资规[2016]16 号）；

6、《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）；

7、《国土资源部办公厅关于印发土地整治工程营业税改征增值税计价依据调整过渡实施方案的通知》（国土资厅发[2017]19 号）；

8、《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）；

9、《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）；

10、《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）。

11、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）。

（三）技术标准与规范

1、《土地复垦方案编制规程，第1部分：通则》（TD/T 1031.1-2011）；

2、《土地复垦方案编制规程，第3部分：井工煤矿》（TD/T 1031.3-2011）；

3、《矿山地质环境保护与恢复治理方案编制规范》（DZ/T 223-2011）；

4、《土地整治项目设计报告编制规程》（TD/T 1038-2013）；

5、《地质灾害危险性评估规范》（DZ/0286-2015）；

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

7、《建筑物、水体、铁路及主要井巷煤柱留设与压煤开采规程》（2017 年 5

月）；

8、《土地利用现状分类》(GB/T 21010-2007）；

9、《河南省土地开发整理工程建设标准》（河南省国土资源厅，2010年）；

10、《河南省土地开发整理项目制图标准》（河南省国土资源厅，2010年）；

11、《河南省土地开发整理项目预算定额标准》（豫财综[2014]80号）；

12、《水土保持工程概（估）算编制规定》（水利部水总[2003]67号文）；

13、《土地复垦质量控制标准》（TD/T 1036-2013）；

14、《用水定额：河南省地方标准》（DB41/T385-2014）；

15、《公路技术状况评定标准》（JTG H20-2007）；

16、《造林技术规程》（GB/T 15776-2006）；

17、《矿区水文地质工程地质勘探规范》（GB12719-1991)；

18、《建筑边坡工程技术规范》（GB50330-2013)；

19、《岩土工程勘察规范》（GB50021-2011)；

20、《滑坡防治工程勘查规范》（DZ/T0218-2006）；

21、《滑坡防治工程设计与施工技术规范》（DZ/T0219-2006）；

22、《泥石流灾害防治工程勘查规范》（DZ/T0220-2006）；

23、《崩塌、滑坡、泥石流监测规范》（DZ/T0221-2006）；

24、《地下水监测规范》（SL/T183-2005）；

25、《土地整治项目规划设计规范》（TD/T 1012-2016）；

26、《造林作业设计规程》（LY/T 1607-2003）；

27、《地表水环境质量标准》（GB 3838-2002）；

28、《土壤环境质量标准》（GB 15618-2008）；

29、《地下水质量标准》（GB/T 14848-2017）；

30、《开发建设项目水土保持技术规范》（GB 50433-2008）；

31、《矿山地质环境监测技术规程》（DZ/T 0287-2015）；

32、《耕作层土壤剥离利用技术规范》（TD/T 1048-2016）；

33、《矿山土地复垦基础信息调查规程》（TD/T 1049-2016）。

34、《1:5000地质图地理底图编绘规范》（DZ/T0157-1995）；

35、《地质图用色标准及用色原则》（1:50000）（DZ/T0179-1997）。

（四）地方专项规划

1、《永城市土地利用总体规划》（2010～2020 年）；

2、《永城市土地整治规划》（2011～2020 年）；

3、《永城市陈集镇土地利用总体规划》（2010-2020 年）；

4、《永城市城厢乡土地利用总体规划》（2010-2020 年）；

5、《永城市顺和乡土地利用总体规划》（2010-2020 年）；

6、《永城市演集镇土地利用总体规划》（2010-2020 年）；

7、《永城市薛湖镇土地利用总体规划》（2010-2020 年）；

8、《永城市地质灾害防治规划》（2010-2020 年）；

9、《永城市矿山地质环境保护规划》（2010-2020 年）；

10、《永城市采煤塌陷区矿山地质环境治理“十三五”规划》（2016-2020 年）；

11、《永城市城乡总体规划（2015-2030 年）》。

（五）其他资料

1、《河南省永城矿区陈四楼矿井初步设计说明书》（河南省煤炭设计研究院，1987 年 3 月）；

2、《河南省永夏矿区陈四楼矿井初步设计修改补充》（煤炭工业部郑州设计研究院，1994 年 11 月）；

3、《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治理恢复方案》（河南省地质环境监测院，2012 年 3 月）；

4、《河南省永城煤田陈四楼井田精查地质报告》（河南省地质矿产局地质十一队，1986 年 4 月）；

5、《河南龙宇能源股份有限公司陈四楼煤矿矿井 2013-2018 年防治水中长期规划》（2013 年 7 月）；

6、《河南龙宇能源股份有限公司陈四楼煤矿 2015 年度煤炭资源储量动态检测报告》（永城市矿产开发技术服务处、2016 年 1 月 5 日）；

7、《河南龙宇能源股份有限公司陈四楼煤矿 2016 年度煤炭资源储量动态检测报告》（永城市矿产开发技术服务处、2017 年 1 月 5 日）；

8、《河南龙宇能源股份有限公司陈四楼煤矿 2017 年度煤炭资源储量动态检测报告》（永城市矿产开发技术服务处、2018 年 1 月 5 日）；

9、《河南省永城煤田陈四楼煤矿资源储量核实报告》（中国煤炭地质总局一二九勘探队、2007 年元月）；

10、项目区 2016 年度土地变更调查现状图，图幅号：***、***、***、***、***、***、***、***、***、***、***；

11、项目区 1:1 万地形图；

12、《永城市土地志》，永城市土地房产管理局；

13、《永城市社会经济统计年鉴》，永城市统计局。

四 方案适用年限

1、矿山剩余服务年限

根据《河南龙宇能源股份有限公司陈四楼煤矿 2017 年资源储量动态检测报告》，截至 2017 年 12 月底，矿山剩余可采储量***万 t，矿井生产能力***万 t/a，按 1.4 的储量备用系数，确定陈四楼煤矿剩余生产服务年限为 50.38 年。

2、方案适用年限

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 2018 年 1 月为起点开始计算，采矿证的剩余许可年限为 16.60a。

本方案以采矿许可年限为基础，考虑地下开采系统沉稳期 4.4 年，治理复垦 1.0 年，管护期 3 年，确定本方案服务年限限为 25 年（2018 年 1 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。

3、方案分期的说明

由于方案适用年限长达 25 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（2018 年 1 月-2022 年 12 月），工程部署较为详细，远期为 20 年（2023 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。

五 编制工作概况

1、编制背景

陈四楼煤矿建矿后，于2012年4月首次编制矿山地质环境保护与恢复治理方案，并通过国土资源部环境司组织的审查、备案，因备案的矿山地质环境保护与治理恢复方案包含土地复垦工程，矿山未单独编制土地复垦方案。2015年12月，陈四楼煤矿矿山地质环境保护与恢复治理方案适用期结束，河南省地质矿产勘查开发局测绘地理信息院受河南龙宇能源股份有限公司委托承担了《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》的编制工作。

2、编制过程

（1）工作程序

河南省地质矿产勘查开发局测绘地理信息院为隶属于河南省地矿局，是综合性地质勘查事业单位。我院技术力量雄厚，持有测绘甲级，地质勘查、地球物探、遥感地质甲级，地质灾害治理工程设计、地质灾害危险性评估、地质灾害治理工程勘查甲级，水工环地质调查、环境影响评价乙级等18项顶级资质，获得国土资源部、省科技厅和省国土资源厅颁发的各类科技成果奖百余项。

接受陈四楼煤矿委托后，河南省地质矿产勘查开发局测绘地理信息院针对该项目成立了项目组，本方案编制工作投入高级工程师4人，工程师5人，助理工程师3人。其中3人参加了中国矿区环境治理与修复产业联盟及中国老科协国土资源分会主办的“矿山地质环境保护与治理恢复方案和土地复垦方案合并编报”的培训课程。主要投入人员见表0-1。

方案中所用原始数据一部分来源于现场调查，一部分由矿山企业提供。引用数据来源于各种技术资料，引用资料均为评审通过的各类报告。我院承诺报告中调查数据真实，引用资料可靠。

表 0-1 项目组人员分工责任表

序号	项目	职称	主要职责
1	徐伟	高级工程师	项目负责，负责人员调度，参与野外调查、报告编写
2	朱立杰	高级工程师	主要编写人、制图
3	陈奎	工程师	辅助报告编写，参与野外调查
4	李再兴	高级工程师	参与报告编写，资料收集和野外调查工作
5	胡婧	工程师	参与报告编写，资料收集和野外调查工作
6	张恒	助理工程师	参与报告编写，资料收集和野外调查工作
7	任雪娇	工程师	辅助报告编写，专业制图
8	杨扬	高级工程师	辅助报告编写，参与野外调查
9	刘毅飞	助理工程师	辅助报告编写，参与野外调查
10	许圣强	助理工程师	辅助报告编写，参与野外调
11	黄亮	工程师	辅助报告编写，辅助制图
12	侯坤颉	工程师	辅助报告编写，辅助制图

本方案的编制严格按照《矿山地质环境保护与恢复治理方案编制规范》（DZ/T 223-2011）、《土地复垦方案编制规程》（TD/T 1031.1-2011）进行。工作程序是：接受业主委托后，在收集和利用已有资料及现场踏勘的基础上，进行矿山地质环境现状调查，结合现场调查建设工程区的地质环境条件、社会环境条件、现状地质灾害类型、分布规模、稳定程度、活动特点等因素，经过综合分析，确定评估范围并划分评估级别，对陈四楼煤矿工程区进行矿山地质环境影响现状评估和预测评估、确定复垦区，作出土地复垦适宜性评价，进行矿山地质环境保护与恢复治理分区以及土地复垦，提出矿山地质环境防治和土地复垦工程，以及所需经费估（概）算和进度安排，并提出矿山地质环境保护与恢复治理措施、建议等（方案编制的工作程序框图见下图 0-1）。

（2）工作方法

本方案采用的工作方法包括资料收集和分析研究、问卷走访（公众调查）、野外调查与信息提取（水、土、矸石样品）、综合研究等。

①资料收集：广泛收集了矿区及周边自然地理、生态环境、社会经济、土地利用现状与权属、土壤和项目基本情况等相关资料；对矿区地质环境条件的基本特征进行综合分析，找出与矿区开采活动密切相关的矿山地质环境问题，确定评估区范围和评估级别。

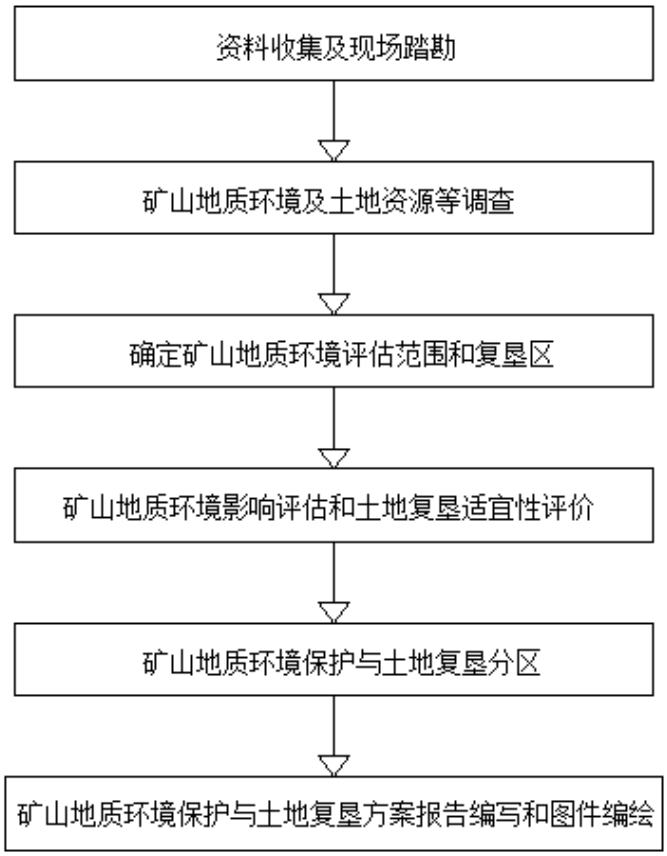

图 0-1 工作程序框图

②野外调查：实地调查了评估区地质灾害发育情况、地下水水位水质、地形地貌景观，土壤、水文、水资源、生物多样性、土地利用情况、土地损毁情况等，并针对区域内耕地及林地等主要地类进行土壤剖面挖掘，实地拍摄影像、图片等相关资料，并做文字记录，采取了地下水水样、土壤样并送检；采用座谈会、调查走访等方式，调查公众对土地复垦方向的意愿，征求对复垦标准及复垦措施的意见；对各类矿山地质环境问题及规模进行详细描述及拍照。

③综合研究：选定矿山地质环境保护与土地复垦的标准、措施，明确矿山地质环境保护与土地复垦的目标，确定矿山地质环境保护与土地复垦经费的来源，研究评估区现状条件下及预测矿山建设中土地损毁与矿山地质环境及问题类型、分布、成因及变化规律，针对各类土地损毁与矿山地质环境问题，初步拟定矿山地质环境保护与土地复垦方案，广泛征询各方意见，从各方面进行可行性论证；依据方案协调论证结果确定矿山地质环境保护与土地复垦标准，进一步优化工程设计，完善了工程量测算及经费估算，细化了土地复垦与地质环境保护治理工程的实施计划安排以及费用、技术和组织管理保障措施。根据《矿山地质环境保护与恢复治理方案编

制规范》（DZ/T 223-2011）、《土地复垦方案编制规程》（TD/T 1031.1-2011）及《矿山地质环境保护与土地复垦方案编制指南》（中华人民共和国国土资源部，2016 年 12 月），编制完成本方案及相关附图、附件。

（3）工作质量评述

本次调查比例尺 1:10000，以矿方提供实测 1:10000 地形图做为工作底图，GPS 手持机采用台湾国际航电股份有限公司生产的 G72 型号，调查前首先做误差校正，实际工作精度 2m，可满足 1:10000 调查精度。调查中，对矿区及周边每一个村庄、集中居民区进行实地调查访问，调查内容为地面塌陷、土壤、植被、地下水水位埋深等；同时，采用追踪法与穿插法详细调查工作区地貌、地质，对特征性的地貌、地质界线进行了细致描述，并记录了途经的地表水体。单位总工办对项目野外资料进行了抽查，抽查率 30%，质量评定为合格。方案编制中，单位总工办不定期检查方案编制工作，对出现的问题及时提出修改意见，方案初稿完成后，组织单位专家进行了内审工作，方案经审定质量合格。

第一章 矿山基本情况

一 矿山简介

（一）项目名称、建设地点、建设性质等

陈四楼煤矿位于河南省永城市，是永城煤电（集团）有限责任公司开发建设的矿井，2004 年集团公司改制后，划属于河南龙宇能源股份有限公司。主要企业特征如下：

1、项目名称：河南龙宇能源股份有限公司陈四楼煤矿

2、建设地点：河南省永城市城厢乡、陈集镇一带

3、隶属关系：隶属河南龙宇能源股份有限公司

4、企业性质：股份有限公司

5、项目类型：生产类项目

6、开采方式：地下开采

7、建设规模：***万 t/a

8、开采矿种：煤

9、可采储量：截至2017年底，矿山剩余可采储量***万吨

10、生产服务年限：自2018年起，矿山剩余生产服务年限为50.38年

（二）矿山地理位置及交通

矿区位置：位于豫、皖两省交界的河南省永城市城区西北 13km，为城厢、陈集、顺和乡所辖（见图 1-1），地理坐标东径***，北纬***。矿区北距陇海铁路商丘站 95km，东距京沪铁路徐州站 97km，矿区内部有专用运煤铁路与青町铁路相接；区内公路四通八达，陈四楼矿经过永城至芒山公路与连霍高速公路相连，交通十分方便。

图1-1 矿区地理位置图

二 矿区范围及拐点坐标

矿区现持有采矿许可证为国土资源部颁发，采矿许可证号为：***。采矿权人河南龙宇能源股份有限公司，生产规模***万吨/年，有效期限自2004年7月12日至2034年7月31日，矿区面积61.6854km^2，矿区范围由25个拐点圈定（见下表1-2，矿区范围图见下图1-2），开采深度由-300m～-900m，井巷工程标高至地表。

表1-1 采矿权范围拐点坐标一览表

序号	2000国家大地坐标		序号	2000国家大地坐标	
	X	Y		X	X
1	********	********	14	********	********
2	********	********	15	********	********
3	********	********	16	********	********
4	********	********	17	********	********
5	********	********	18	********	********
6	********	********	19	********	********
7	********	********	20	********	********
8	********	********	21	********	********
9	********	********	22	********	********
10	********	********	23	********	********
11	********	********	24	********	********
12	********	********	25	********	********
13	********	********			

图 1-2 矿区范围示意图

三 矿山开发利用方案概述

（一）采矿用地组成

陈四楼为地下开采的生产矿山，矿山地面工程用地组成主要为工业场地、洗选煤场、矸石堆场、北风井、南风井、运输公路和运煤铁路专线。根据现场测量，矿山地面工程用地面积共51.40hm^2，各项用地情况见表1-2矿山地面工程用地构成表。

表 1-2 矿山地面工程用地构成表

名称	单位	数量	建设情况	用地性质	备注
工业广场	hm^2	22.42	已建	永久用地	
矸石堆场	hm^2	12.65	已建	临时	
洗选煤场	hm^2	7.14	已建	临时	
运输公路	hm^2	4.82	已建	永久用地	
运煤铁路专用线	hm^2	2.65	已建	永久用地	
北风井场地	hm^2	1.0	已建	永久用地	
南风井场地	hm^2	0.72	已建	永久用地	
合计		**51.40**			

1、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。工业场地总平面布置见图 1-3，各场地现状见图 1-6 至图 1-23。

2、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。平面布置见图 1-4。

3、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。平面布置见图 1-5。

4、矿山道路：矿山道路分运输公路和运煤铁路专线，其中运煤铁路专线面积 2.65hm^2，该铁路直通矿山工业广场煤仓。运输公路面积 4.82hm^2，为工业广场连通外部道路。

图 1-3 工业场地总平面布置图

图 1-4 南风井场地布置图

图 1-5 北风井场地布置图

图 1-6 行政大楼

图 1-7 公寓楼

图 1-8 主　井

图 1-9 副井

图 1-10 水塔

图 1-11 污水处理厂

图 1-12 洗煤仓

图 1-13 洗煤厂

图 1-14 变电站

图 1-15 煤矸石山

图 1-16 设备库

图 1-17 训练基地

图 1-18 救护训练场地

图 1-19 污水处理厂

图 1-20 南风井

图 1-21 北风井

图 1-22 运输公路　　图 1-23 运煤铁路专线

（二）矿山生产规模及剩余服务年限

1、矿山资源储量

本矿井设计生产能力***t/a。

根据 2018 年 1 月 5 日提交的《河南龙宇能源股份有限公司陈四楼煤矿 2017 年度煤炭资源储量动态检测报告》，截止到 2017 年 12 月 31 日，核实煤炭资源储量（111b）+（112b）+（333）类***万吨。其中（111b）类***万吨，（122b）类***万吨，（333）类***万吨。其中各煤层资源储量详见表 1-3。

表 1-3 陈四楼煤矿资源储量汇总表

煤层	无烟煤				天然焦	备注
	111b+122b+333	111b	122b	333	333	
二$_2$	***	***	***	***	***	
三$_1$	***		***	***	***	
三$_2^2$	***		***	***	***	
三$_4$	***		***	***	***	
三$_5$	***		***	***	***	
全矿合计	***	***	***	***	***	

矿井生产能力为***万 t/a，属大型矿山规模。根据 2007 年元月提交《河南省永城煤田陈四楼煤矿资源储量核实报告》，基础储量可信度系数为 1，生产矿山（333）资源量可信度系数为 0.8，核实区设计利用保有资源储量用如下公式计算：

设计利用保有资源量=基础储量+资源量×资源量可信度系数

设计利用保有资源量=***+***+***×0.8=***万吨

矿井保有可采储量=设计可利用资源储量×可采系数（中厚煤层）

保有可采储量=***×0.8=***万吨

2、矿山生产服务年限

陈四楼煤矿剩余可采储量为***万吨，矿井生产规模为***万 t/a。则矿井生产服务年限为：

$$T=Z\div(A\times K) \quad (1\text{-}1)$$

$$=***6\div(***\times 1.4)$$

$$=50.38a$$

式中：T—矿井生产服务年限，年；

Z—矿井可采储量，万 t；

A—矿井设计生产能力，万 t/a；

K—备用系数，取 1.4。

矿山生产规模为***万 t/a。根据矿山生产能力，考虑 1.4 的储量备用系数，确定矿山剩余生产服务年限为 50.38 年。

（三）开采水平及采区划分

全井田采用单一水平、上下山开拓方式。水平标高-450m，局部地段的-650m 设置辅助水平（煤矿开拓系统平面布置见图 1-24）。

据陈四楼煤矿开发利用方案，全井田划分为北翼北 2、北 4、北 6、北 8、北 10、北 12、北 14、北 16、北 18、北 20、北 22 和南翼南 1、南 3、南 5、南 7、南 9、南 11、南 13、南 15、南 17、南 19 共 22 个采区，目前已完成回采的有南 1、南 3、南 7 采区（各采区布置见图 1-26，开采接替顺序见表 1-4）。井田内实行“上行”式开采顺序，即先采二$_2$煤层，然后通过与三煤组之间的采区石门配采三煤组。各采区之间按先近后远的的顺序开采。

（四）现开采采区及开采总顺序

目前矿井正在开采二$_2$煤，目前井田主要生产采区有北八、十、十二，南五、十七采区。开采的工作面有 21007 工作面、21016 工作面、21011 工作面、21208 工作面、21214 工作面、2801 工作面、2517 工作面、21701 工作面等。

方案服务期限内矿山设计开采二$_2$煤，矿山开采计划共划分为三个开采时段，各时段开采时间及开采煤层情况见表 1-4。

表 1-4 煤矿生产接续表

顺序	回采年份	回采工作面	开采时段
1	2018	2515、21212、21703、2802、21008、21011、21012	第一时段
2	2019	21015、2803、2509、22002	
3	2020	2506、2804、21210	
4	2021	22006、2805、21209	
5	2022	22001、22003、22004	
6	2023	2901、2905、2903	第二时段
7	2024	2601、2603、21504	
8	2025	2907、2604、2602	
9	2026	2907、2605	
10	2027	2902、2904、2606	
11	2028	2906	
12	2029	21802、21801	第三时段
13	2030	21803	
14	2031	21804	
15	2032	21805	
16	2033	21806	
17	2034	21807	

（五）采煤方法及工艺

矿井开拓系统平面图及剖面图见图 1-24、图 1-25。以下对开拓系统详述。

矿井采用立井、单水平上、下山开拓方式。水平标高-450m。主井净直径 5.0m，装备一对 20 吨标准同侧装卸箕斗，担负全矿井的煤炭提升任务，兼作回风和矿井的安全出口。副井净直径 6.5m，担负全矿井的升降人员、提矸下料、进风等任务，兼作矿井的安全出口。矿井两条运输大巷均布置在二$_2$煤层顶板岩层中，其中轨道运输大巷运送物料、矸石兼进风，胶带运输大巷回风运煤。煤层开采顺序为“上行式”开采，先采下部二$_2$煤层；采区开采顺序按照先近后远的原则，前进式开采。

采煤工艺：陈四楼煤矿现采煤方法采用倾斜长壁后退式采煤法和走向长壁后退式采煤法，用双滚筒采煤机破煤和装煤、刮板输送机和胶带输送机运煤、液压支架支护顶板、全部垮落法处理采空区。采用综合机械化采煤工艺，其回采工艺为：采用 MG200/500-QWD 型采煤机破煤、装煤，工作面采用 SGZ730/200×2 型刮板输送机运煤，胶带运输顺槽采用 1 部 SZZ730/160 型转载机和 1 部 DSJl00/63/160~2 型胶带输送机运煤，工作面采用 ZY4000/17.5/38 型掩护式液压支架支护顶板-端头支护采用单体柱配合 4m 的 n 型梁支护顶板，超前支护采用单体柱配合 4.0m 或超前支架。

图 1-24　煤矿开拓系统平面布置图

图 1-25　陈四楼煤矿开拓系统剖面示意图

图 1-26　陈四楼煤矿采区规划图

（六）煤柱的留设

1、工业广场及风井场地

工业广场、风井场地及地面其它建（构）筑物要按《煤炭工业矿井设计规范》规定的等级留设安全煤柱。其中工业场地、风井场地等级为二级，地面围护带宽度为15m。计算安全煤柱时，根据储量核实报告，表土层移动角41°，基岩移动角70°。

2、防水煤柱

基岩面以上普遍发育着一层隔水性能良好的、灰白及灰绿色钙质粘土、粘土、砂质粘土，厚约 30m 左右。煤层露头部分的顶板岩性一般为砂质泥岩、中细粒砂岩、泥岩、粉砂岩，或是被风化和弱风化的砂质泥岩、中细粒砂岩、泥岩、粉砂岩。陈四楼煤矿各煤层防水煤柱见表 1-4 防水煤岩柱计算一览表。

3、断层煤柱

根据断层落差大小、埋深、水头压力及水文地质条件的复杂程度，沿断层两侧一般各留 30~60 m 的断层煤柱。

在-550m 水平以上，一般情况下断层落差大于 50m 时，两侧各留 50~60m 煤柱；落差大于 30m 时，两侧各留 30~40m 煤柱；落差小于 30m 时，两侧各留 30m 煤柱。-550m 水平以下，在-500m 水平以上留设煤柱的基础上，开采深度增加 100m，断层两侧煤柱各增加 10m。

4、边界煤柱

以断层为边界按断层煤柱留设原则，省界及人为边界内推40m作为边界煤柱。

5、村庄

井田内大小村庄，而且潜水位较高，为充分开发煤炭资源，设计确定不留设村庄煤柱，采用长壁冒落法进行迁村采煤。

表 1-5　防水煤岩柱计算一览表

煤层	序号	隔水层描述	构造描述	岩石硬度	累计采厚（m）	分层数	煤层倾角	采用公式及计算结果（m）	保护带取值（m）	防水煤柱高度（m）
$三_3$	1	隔水层厚 30—50m，局部隔水层发育有一层粘土质砂		中硬	2.96	2	15°	H=4M=11.84	15	26.84
	2	隔水层分叉变薄，出现“天窗”	有 F_{1-2} 断层切割	中硬	3.49	2	20°	$H=\frac{100M}{3.3n\times3.8}+5.1=33.86$	20	58.66
$三_2^2$	3	隔水层厚 20—25m	有 F_{1-2} 走向切割	中硬	3.21	2	24°	H=4M=12.84	15	27.84
	4	隔水层厚 30m 左右，中间发育 10m 左右的弱含水砂层		中硬	3.09	2	24°	$H=\frac{100M}{3.3n\times3.8}+5.1=34.84$	0	34.81
$二_2$	1	隔水层厚 30—50m，局部隔水层发育有一层粘土质砂		中硬	2.94	1	17°	H=4M=11.76	15	26.76
	2	隔水层分叉变薄，出现“天窗”		中硬	3.09	1	22°	H=48.62	20	68.62
	3	隔水层厚 20—25m		中硬	3.20	1	21°	H=12.80	15	27.80
	4	隔水层厚 30m 左右，中间发育 10m 左右的弱含水砂层		中硬	2.86	1	24°	$H=\frac{100M}{3.3n\times3.8}+5.1=45.38$	0	45.38

（七）固体废弃物和废水排放及处置

1、固体废弃物排放

陈四楼煤矿固体废弃物主要是矸石、锅炉灰渣和少量生活垃圾。矿井生产期排矸石量为 24.0×10^4t/a，洗煤厂排放矸石量 26.5×10^4t/a，锅炉灰渣排放量为 2.36×10^4t/a，生活垃圾排放量 0.415×10^4t/a，设计将矸石及锅炉灰渣运至矸石堆场地堆放，经周转后运往电厂综合利用，生活垃圾则集中运至垃圾处理厂统一处置。

图 1-27 陈四楼煤矿工业广场东部矸石山

2、废水处理及利用

（1）矿井水处理

陈四楼矿井正常涌水量 951m^3/h，最大涌水量 1873m^3/a，设计采用网络反应迷宫斜板沉淀池对矿井排水进行处理，经处理后矿井排水一部分供工业场地的生产用水、井下消防及地面除尘、绿化用水，设计利用 521.0m^3/h，多余部分用于永煤集团煤化工项目。

（2）废污水处理

废污水主要是工业场地生活污水。生活污水排放量为 350m^3/d，经处理后达标后排入附近农灌沟渠。

四 矿山开采历史及现状

（一）矿山开采历史

永城煤电（集团）有限责任公司为国有大型煤炭企业，1997 年 10 月注册成立，原隶属于煤炭部管理，1999 年 8 月开始隶属河南省人民政府管理。陈四楼煤矿原直属于永城煤电（集团）有限责任公司，是集团公司开发建设的第二对现代

化矿井，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1990年7月26日开工建设，1997年11月6日正式生产，截至2017年底陈四楼煤矿已开采了20年。2004年国土资源部颁发陈四楼煤矿采矿许可证，2013年国土资源部更换了采矿许可证，编号为****（1980西安坐标系）。

陈四楼煤矿采煤方法以走向长壁采煤法为主，局部采用倾斜或伪斜长壁采煤法，回采工艺采用综采形式，冒落法管理顶板。矿井设计生产能力为***万 t/a，开采深度为-300m至-900m，采用地下开采方式。

截止2017年12月31日，自1997年投产，经过多年的开采，形成了大片采空区，1采区、11采区、5采区、10采区、12采区、7采区、13采区、2采区、3采区、4采区、15采区；2015年形成采空区北10采区21007工作面。北12采区21208工作面、21211工作面、南5采区2517工作面、南12采区21502工作面。北14采区21406工作面；2016年采空区，北10采区21007工作面、21016工作面、21011工作面，北8采区2801工作面。南5采区2517工作面、南17采区21701工作面、北12采区21208工作面、21214工作面。

矿山历年资源量动用情况见表1-6，陈四楼煤矿开采现状见图1-28。

表1-6　历年资源储量动用情况统计表（单位：万吨）

年度	年初查明资源储量	年初保有资源储量	动用资源储量	查明资源储量增+减-	年末查明资源储量	年末保有资源储量	备注
1997-2006年			***			***	开采
2007年		***	***			***	开采
2008年		***	***			***	开采
2009年	***	***	***		***	***	开采
2010年	***	***	***	***	***	***	开采
2011年	***	***	***	***	***	***	开采
2012年	***	***	***	***	***	***	开采
2013年	***	***	***	***	***	***	开采
2014年	***	***	***	***	***	***	开采
2015年	***	***	***	***	***	***	开采
2016年	***	***	***	***	***	***	开采
2017年	***	***	***	***	***	***	开采

图 1-28 陈四楼煤矿开采现状图（比例尺 1:60000）

（二）矿山开采现状

根据河南龙宇矿业勘查有限公司、永城市矿产开发技术服务处2018年1月编制备案的《河南龙宇能源股份有限公司陈四楼煤矿2017年资源储量动态检测报告》，至2017年底，陈四楼煤矿井田范围内剩余可采储量为***万t，矿井生产能力***万t/a，按1.4的储量备用系数，确定陈四楼煤矿剩余生产服务年限为50.38年。

根据陈四楼煤矿采矿许可证（证号：***）可知，矿山生产规模为***万 t/a，开采方式为地下开采，矿区面积为 61.6854km²，开采深度-300m 至-900m，采矿许可证有效期为30.0a，自2004年7月12日至2034年7月31日，以2018年01月算起，矿山采矿许可证剩余有效期约为16.60a。

目前陈四楼煤矿处于生产状态，矿证有效期内主采二叠系下统山西组的二$_2$煤层，采煤方法以走向长壁采煤法为主，局部采用倾斜或伪倾斜长壁采煤法。目前陈四楼煤矿主采二$_2$煤，该煤组南翼1、7、11、13采区和北翼2、4采区已回采结束，尚在开采的采区有北翼10、12、14、18及南翼3、5、9、15、17共8个采区，至2018年底，已形成地面塌陷区面积15.52km^2。

（三）相邻矿山开采与分布情况

陈四楼井田南临城郊井田，北接顺和井田，其中城郊煤矿为生产矿山，顺和煤矿为新建矿山。矿山相邻位置见图1-29。

顺和井田面积34.3831km^2，为全隐蔽式煤田，设计采用立井开拓方式，走向长壁式采煤法分层开采，全部冒落法管理顶板。井田范围内工业储量***t，可采储量***t。

城郊井田：矿山采用立井两水平上下山联合开采方式，现开采二$_2$煤，规划开采-495m和-800m水平，现开采-495m水平，该水平分为北翼和东翼采区，北翼现生产采区为2采区、4采区、6采区、8采区、10采区，东翼现生产采区为1采区、一采区辅助采区和三采区。至2009年底，该矿山已开采储量***t。

图 1-29 陈四楼煤矿相邻矿山分布示意图

城郊煤矿现阶段主采二$_2$煤，煤层埋深－280m～－900m 之间，其北翼 4 采区、6 采区靠近井田边界的 2415、2417、2608 工作面与本矿相接，工作面平均煤层厚

2.96m，开采后已形成地面塌陷，现场调查本井田李楼村发现地裂缝1条，走向310°，倾向220°，倾角近90°，走向长度240m，李楼村西南部数间民房可见“之”字形裂缝，说明城郊井田地面塌陷已对本井田地表产生影响。按该采区工作面所在煤层最大埋深900m、覆盖层最大埋深230m、最大塌陷角45°、基岩最大塌陷角70°计算，城郊煤矿采煤塌陷影响范围最大为井田边界外760m，现场调查结合井上下对照图，城郊煤矿开采对本矿边界影响宽度1200m，影响面积约$90\times10^4m^2$。

城郊煤矿北翼4、6采区处在F_6、F_{14}、F_3形成的封闭区域内，其中F_6断层为城郊井田和陈四楼井田分界断层，该断层长3.8km，走向北西，倾向北东，倾角70°，为北盘下降正断层，落差135m。其中F_{14}控制长度4.3km，走向NE80°，倾向北，倾角70°，为北盘下降正断层，最大落差65m；F_3断层走向北东10-25°，倾向北西西，倾角70°，为一西盘下降正断层，最大落差200m。三处断层带内多为泥岩，裂隙不发育，导水性差，为阻水断层。因此，城郊井田矿坑排水对陈四楼井田含水层影响较小。

第二章 矿区基础信息

一 矿区自然地理

（一）气象

陈四楼井田所在区域属于半湿润、半干旱的暖温带大陆性季风气候，冬长寒冷而少雨雪，春短干旱而多风，夏季炎热而多雨，秋季晴朗而日照长，四季分明。年平均气温为+14.6℃，极端最高气温为+41.5℃，极端最低气温为-23.4℃，多年月平均最高气温为+20.2℃，多年月平均最低气温为+9.9℃。夏秋两季降水较多，冬春干旱，由于受季风环流和南北暖湿干冷气流交汇和摆动的影响，降水量年际变幅大，年内分配不均，暴雨及连阴雨较多，年平均降水量为 868mm，年最大降水量为 1518.6mm，年最小降水量为 537.7mm，降水量多集中与 6～8 月，占全年降水量的 50%。年平均蒸发量为 1541.2mm，年最大蒸发量为 2290.4mm。年均日照时数为 2049 小时，≥10℃的年平均积温为 5289℃，无霜期为 209 天，全年相对湿度为 70%。结冰期一般在 11 月至次年 3 月，最大冻土深度为 21cm。夏季多东南风～南风，冬季多西北风~北风，年平均风速为 3.4m/s，最大风速为 20m/s。

（二）水文

井田内地表水系多为纵横交错的人工排涝沟渠，永城市境内最大河流沱河在井田南部 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 384m^3/s（1963 年 8 月 9 日），旱季流量剧减。实测最高洪水位 34.79m（1963 年 8 月 9 日），平均洪水位 30.39m，平均流量 1～2m^3/s。

（三）地形地貌

井田位于黄淮平原的东部，地势较为平坦，村庄密集，地面标高 32～35m，相对高差 3m 左右，微向南倾斜。第四系广布，松散沉积物厚度 350m 左右（图 2-1、图 2-2）。

图 2-1　井田地貌

图 2-2　井田地貌

（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，项目区植被类型有木本植物，包括泡桐、柳、榆、槐杨等用材类植物 30 余种；草本植物包括：农作物主要有小麦、玉米、花生、大豆、红薯等，瓜菜类如大白菜、花菜、葱、萝卜等；水生植物类如莲藕、芦苇等。见照片（图 2-3、图 2-4）。

图 2-3 项目区植被一（小麦）

图 2-4 项目区植被二（杨树）

（五）土壤

井田范围内土壤类型以两合土为主。受气候、地形地貌和成土母质影响，井田范围内土主要以两合土、淤土为主，两合土为矿区内主要的土壤类型，多发育在洪积—冲积母质上，由大小河流多次泛滥决口和洪水冲积，经耕种熟化而成，因河流较多，且决口时流速及流向各异，形成该地区复杂的土壤质地差异性及剖面土壤质地层次多样性。颜色多呈灰黄色，土质疏松，地下水丰富，且有夜潮现象。该土类长期耕种，土壤肥力高，适合种植小麦、玉米、棉花、大豆等作物，

有机质 0.1-1.3%，全氮 0.03-0.09%，全磷 0.08-0.15%，PH 值 8.0-8.3。

二 矿区地质环境背景

（一）地层岩性

永城煤田属华北地层区，鲁西分区徐州小区。除芒山及南部柏山出露零星的寒武系、奥陶系外，其余全被第三、第四系厚层松散沉积物所覆盖。井田内钻孔穿见地层自下而上为：中奥陶统（O_2）、中、上石炭统（C_2、C_3）和二叠系（P）。其中石炭～二叠系为主要含煤地层（图 2-5 综合柱状图、图 2-6：陈四楼井田地质构造图、图 2-7：地层与煤层地质剖面图）。

1、奥陶系

在井田内见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，岩石致密，质较纯，节理、裂隙及岩溶发育，与上覆地层呈平行不整合接触，井田范围内揭露最大厚度 45.20m。

2、石炭系（C）

井田内仅见中、上统，下统缺失，平均厚度 155.94m，石炭系中统与下伏奥陶系中统平行不整合接触。

（1）中统本溪组（C_2b）

由灰、浅灰绿色铝质泥岩和豆状、鲕状铝质泥岩组成。厚度 2～22m，平均 8.78m。与下伏中奥陶统（O_2）呈平行不整合接触。

（2）上统太原组（C_3t）

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，含煤 3～5 层，均不可采，厚度 93.00～164.00m，平均 147.16m。本组地层与下伏本溪组呈整合接触。

3、二叠系（P）

平均厚度 952m。

（1）下统山西组（P_1sh）

由泥岩、砂质泥岩、砂岩及煤层组成，含煤 3～4 层，其中，赋存于该组中部的二 $_2$ 煤层为主要可采煤层。本组厚度 89.94～131.78m，平均 105.47m。

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

体表现为下粗上细的特征，上部为砂质泥岩，并具 1～2 层不稳定的薄层铝质泥岩；中部发育厚层中、粗粒长石石英砂岩，胶结疏松，厚 0～7m。

二 $_2$ 煤层以下，上部以粉砂岩、细砂岩、泥岩为主。砂岩中多含泥岩条带，水平层理发育；下部为厚层黑色泥岩或砂质泥岩，层位稳定。本组与下伏太原组整合接触。

（2）下统下石盒子组（P_1x）

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，是井田内又一重要含煤地层。厚度 48.63～112.27m，平均 77.03m。

本组上部为薄煤层与泥岩、砂岩多旋回交替出现；中部为含煤段，赋存有三层可采煤层；下部为砂泥岩段，砂岩广泛发育，具大量斜层理。本组地层与下伏山西组整合接触。

（3）上统上石盒子组（P_2S）

穿见平均厚度 718.63m，分 4 段。

第一段（P_{2S}^{1}），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，煤线组成，厚度 81.65～150.68m，平均 124.08m。

第二段（P_{2S}^{2}），由灰～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 2～3 层极不稳定薄煤层组成，全段厚度 233m 左右。

第三段（P_{2S}^{3}），灰～灰绿色泥岩、砂质泥岩、中细粒砂岩及紫斑泥岩组成，不含煤。揭穿厚度 199.79m。

第四段（P_{2S}^{4}），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。

（4）上统石千峰组（P_2sh）

井田内仅穿见厚度 50.87m。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。底界面与下伏地层整合接触。

图 2-5 地层综合柱状图(1)

图 2-5 地层综合柱状图(2)

图 2-6　陈四楼井田地质构造图

图 2-7　陈四楼井田地层与煤层地质剖面图

4、新近系（N）

（1）中新统（N_1）

钻孔穿见平均厚度 88.73m。上部为砖红色及灰绿色粘土、亚粘土与细砂、中砂交替成层，局部有粗砂，呈半固结状，具微细层理。中下部均为杂色粘土、亚粘土和少量亚砂土。底部常具次生碳酸盐岩，分布面积较大，厚度变化大，具溶蚀现象。

（2）上新统（N_2）

平均厚度 170m。上部褐色、灰绿色粘土、亚粘土及亚砂土相互交替成层，粘土中富含钙质、铁锰质结核。下部为黄褐色中细砂岩，厚度约 110m 左右。

5、第四系（Q）

广泛覆盖于新近系之上，厚度 90m 左右。与下伏上新统整合接触。

（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。

（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。

（二）地质构造

井田内部构造近东西向以断层表现为主，褶曲次之；近南北向构造以褶曲表现为主，断层表现次之（见图2-6）。

1、褶曲

（1）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 4000m。东翼倾角 14°，西翼倾角 16°。

（2）李古同背斜：位于井田东北隅，高六湾向斜之东侧。西翼倾角 14°，东翼倾角 11°，向南倾伏，延展长约 1200m。

（3）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。

（4）高庄背斜：位于井田北部，两翼倾角 7°，基本上为一对称的背斜，轴线长约 1300m。

（5）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。

（6）练关庄向斜：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。

（7）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 13°，西翼倾角 8°，延展长约 1300m。

（8）小陈庄向斜

位于井田中部，北翼倾角 15°，南翼倾角 30°，轴线长约 1600m。该向斜构造贯穿北二采区，北二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 F_{13} 断层，北翼被 F_{13} 断层所切割。

（9）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。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。

2、断层

决定井田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。

（1）F_6 正断层：为井田南部边界断层。控制长度 4km，走向北西 37°，倾向北东，最大落差 130m，向北西逐渐减小。

（2）F_9 环形断层：位于井田中西部，其北东段均为井田边界，控制长度 2.6km，最大落差 420m。

（3）F_{26} 正断层：位于 F_9 环形断层东、北两的交汇处，向北延伸，控制长度 1.6km，走向北北东，倾向西，最大落差 40m。

（4）F_2 正断层：为井田西部边界断层。走向近南北，倾向西，在井田内控制长度 6.3km，最大落差 80m，北延逐渐减小，至井田外趋于消失。北段被 F_{11} 和 F_{22} 断层错断成三段。

（5）F_{25} 正断层：位于二 $_2$ 煤层露头附近。走向南北，倾向西，最大落差 37m，控制长度 0.7km。该断层向北趋于消失，往南被 F_{18} 断层所截。

（6）F_{11} 正断层：为井田北部边界断层，走向北东，倾向南东，最大落差 87 m，向南西逐渐减小。

（7）DF_7 正断层：位于井田西南部，走向近东西向，倾向北西西，最大落差

62m，控制长度 420m。该断层属于边界断层 F_6 的分叉断层。

（8）Fs_1 正断层：走向东西，倾向北，为一南升北降的正断层，区内最大落差 30m，控制长度 2.0km。

（9）Fd_1 正断层：位于 Fs_1 断层南部，与其基本平行，走向近东西，倾向北，为一南升北降的正断层，区内最大落差达 30m，控制长度 2.0km，西部近尖灭处在南翼辅助皮带下山揭露。

（10）Fs_2 正断层：与 Fs_1 断层基本平行。走向近东西，倾向近北方向，最大落差 19m，控制长度 780m。

（11）F_{33} 正断层：位于二 $_2$ 煤层露头附近，走向近东西，倾向近南，最大落差 20m，控制长度 400m。

（12）F_{34} 正断层：位于二 $_2$ 煤层露头附近，与 F_{33} 断层基本平行，走向近东西，倾向近南，最大落差 20m，控制长度 400m。

（13）F_{29} 正断层：走向近东西向，倾向近南，最大落差 33m，控制长度 1.9km。

（14）F_{30} 正断层：与 F_{29} 断层基本平行，走向近东西向，倾向近北，最大落差 29m，控制长度 1.9km。

（15）DF_{20} 正断层：走向近东西向，倾向近南，最大落差 20m，控制长度 750m。

（16）D_5F6 正断层：位于井田中部。走向北西西，倾向北西，最大落差 20m，控制长度 700m。

（17）D_5F_2 正断层：走向近东西向，倾向近南，最大落差 30m，控制长度 1.0km。

（18）F_{38} 正断层：走向东西，倾向北，最大落差 37m，控制长度 2.2km。

（19）F_{39} 正断层：走向近东西向，倾向南，最大落差 94m，延展长度约 1.6 km。向东延伸出本井田。

（20）$F_{39\text{-}1}$ 正断层：该断层为 F_{39} 断层的分支，与 F_{39} 基本平行。走向近东西向，倾向南，最大落差 32m，延展长度约 800m。

（21）F_{40} 正断层：走向北西西，倾向北东东，最大落差 54m，延展长度约 1.2km，西端被 Fn_5 断层截断。

（22）F_{13} 正断层：走向近东西（北西西），倾向北，最大落差 90m，控制长度 4.5km。该断层向南东延伸出本井田。

（23）$F_{13\text{-}1}$ 正断层：F_{13} 断层的分支。走向东西，倾向北，最大落差 65m，控制长度 2.2km。该断层向西延至天然焦边界之外。

（24）F_{23} 正断层：走向近东西，略呈弧形，倾向北，控制长度 1.6km，最大落差 50m。

（25）F_{18} 正断层：位于井田北部，走向北西西，倾向南南西，控制长度 6.6km，最大落差 160m，为井田内落差最大的断层，该断层向南东东方向延伸出本井田。

（26）F_{22} 正断层：位于井田西北隅，走向北西，倾向南西，最大落差 170m 左右。井田内落差小于 80m，控制长度 1.7km。

（27）DNF_2 正断层：走向东西，倾向南，最大落差 22m，控制长度 1.5km 左右。该断层与 DNF_5、DNF_{11}、DNF_{14} 三条断层相交。

（28）DNF_5 正断层：走向北西西～东西，倾向南西～南，最大落差 22m，控制长度 1.6km 左右。该断层与 DNF_{11}、DNF_{14} 两条断层相交。

（29）D_5F_{14} 正断层：位于井田西南部。走向南北，倾向东，最大落差 20m，控制长度 900m，向南延出井田边界。

（30）DNF_{11} 正断层：位于井田北部。走向北西西，倾向南西，最大落差 22m，控制长度为 1.6km。该断层与 DNF_5、DNF_6、DNF_{14}、DNF_9 四条断层相交。

（31）DNF_{13} 正断层：位于井田北部。走向北东东，倾向南东东，最大落差 27m，控制长度 510m。

（32）F_{13-2} 正断层：为 F_{13} 断层的分支。走向南北，倾向东，最大落差 31m，控制长度约 850m。

（33）DF_{18-1} 正断层：位于井田东部。走向近南北，倾向东，最大落差 35m，控制长度 1.2km，往北被 F_{18} 断层所截。

（34）DNF_{53} 正断层：位于井田东北隅。走向南北，倾向东，最大落差 20m，控制长度 2.0km。该断层向北消失于二 $_2$ 煤层露头处。

3、地震烈度

永城地区属郯城－庐江地震带影响范围，据历史记载永城地区仅有几次轻微地震，如 1549 年 8 月发生三次地震，1639 年 2 月发生一次地震，1643 年 9 月发生一次地震，1646 年冬发生一次地震，1652 年 2 月发生一次地震，1851 年 11 月，1937 年 7 月发生一次地震，本区地震烈度小于 6 度。而相邻的安徽省肖县、宿县一带历史记载的强烈地震竟有 38 次之多，1668 年山东郯城发生 8.5 级大地震，本区受其影响仅有不同程度的震感，未造成破坏。

该区地震动峰值加速度 Am=0.05g，地震反应谱特征周期 Tg=0.35s。根据国家地震局《中国地震参数区划图》（GB18306-2015）的规定，本区地震动峰值加速度为 0.05g，地震基本烈度为 6 度，矿区地震基本烈度为Ⅵ度，设计地震分组为第一组。参照《工程地质调查规范》（ZDB14002-89）第 8.5.2 规定，矿区及附近地区区域地壳属稳定型（详见下表 2-1 地震烈度分级表）。

表 2-1 地震烈度分级表

地震基本烈度	**≤Ⅵ**	Ⅶ	Ⅷ	≥Ⅸ
区域地壳稳定性	**稳定**	较稳定	较不稳定	不稳定

4、岩浆岩

井田内岩浆岩数量较少，多呈岩墙或岩床状发育。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。本井田基性、酸性岩类均有发现。

（三）水文地质

1、区域水文地质

（1）水文地质概况

永城矿区位于华北冲积平原东南边缘，淮河冲积平原的北部。东北部芒砀山、鱼山、邵山、僖山、马山、王山、周山及南部柏山一带，有寒武系、奥陶系地层及燕山期岩浆岩直接出露地表，形成剥蚀孤山残丘地貌。石炭二叠系地层则为新生界松散沉积物所覆盖。矿区在燕山运动形成古地形的基础上，随华北平原大幅度下降，沉积了较厚的新生界松散沉积物，矿区覆盖层厚度 51.30～545.70m，平均厚度 312.97m，厚度变化规律受古地形、新构造运动的强度与沉降幅度制约，同时也控制上各含水层中地下水补给、径流与排泄条件。

永城矿区北部八里庄正断层以北沉积了新生界新近系地层，组成北部隔水边界；济阳～亳县断裂构成西部隔水边界，北西盘下降，基底深度达 1500m，南东盘上升，东侧永城古隆起相对抬高，白垩系、侏罗系、新近系地层与二叠系地层接触；张大屯断层为东部隔水边界，东盘下降、西盘上升，北段二叠系石盒子组与石千峰组互相接触；宿北正断层北盘上升、南盘下降，大部分地段寒武系、奥陶系、二叠系地层与新地层接触，成为隔水边界。因此，永城矿区成为一个封闭～

半封闭的独立水文地质单元（图 2-8：永城矿区基岩水文地质图、图 2-9：区域水文地质剖面图）。

（2）地下水补径排条件

①永城矿区大气降水是潜水主要补给源，另外，丰水期河水等地表水补给地下水。区域上潜水径流方向自西北流向东南，以蒸发、越流补给下部含水层、平枯水期补给河水为主要排泄途径；深层地下水水补给来源主要有两个方面，一是矿区冲积平原分布面积大，区域地下水侧向补给区内，二是局部地段上层水越流补给。其径流方向为北向—南东向，以开采及径流区外为排泄方式。

②砂岩裂隙水在裸露区接受大气降水、潜水、地表水补给，在新生界地层掩盖区，底部松散孔隙承压水局部沿风化裂隙带或采煤后期塌陷带补给基岩地下水，生产矿井长期排水是主要泄水通道。

③灰岩岩溶裂隙水，永城煤田受区域边界断层切割，使煤田形成地垒，构成封闭—半封闭的独立水文地质单元，区域含水层之间水力联系不密切，侧向补给困难，加之厚达 51.30—545.70m 的新生界松散沉积物的掩盖，难以接受大气降水和地表水直接补给，仅局部接受上部越流补给，故地下水径流条件差，富水性中等，地下水年变幅很小。

（3）矿区煤田水文地质类型

永城矿区各生产矿井开采下石盒子组和山西组煤层，水文地质条件简单，煤田水文地质类型属以裂隙岩层为主的水文地质条件简单—中等类型。

2、井田水文地质条件

（1）地下水类型

矿区内地下水类型按其性质可分为 3 大类，即新生界松散岩类孔隙水、二叠系砂岩裂隙水和灰岩岩溶裂隙水（图 2-11：矿区水文地质图）。

①新生界松散岩类孔隙水

矿区内新生界沉积厚度 51.3～545.7m，岩性以细砂、粉砂为主，按其空间分布及特征不同，又可分为全新统孔隙水、更新统孔隙承压水、新近系孔隙承压水 3 类。

图 2-8　永城矿区基岩水文地质图

图 2-9　永城矿区区域水文地质剖面图

新生界松散岩类孔隙水各含水组间一般都发育有较稳定的粘土隔水层，尤其新生界底部亦常发育一组粘土类良好隔水层，使得新生界各含水组与下伏基岩含水层间一般无水力联系。

②二叠系砂岩裂隙水

包括下石盒子组三煤顶板砂岩裂隙水、山西组二 $_2$ 煤顶板砂岩裂隙承压水。含水层由细—粗粒砂岩组成，富水性中等偏强。

③灰岩岩溶裂隙水

包括太原组灰岩岩溶裂隙承压水、奥陶系灰岩岩溶裂隙承压水。其中石炭系上统太原组灰岩岩溶裂隙水由 6 层灰岩组成，构造裂隙发育，岩溶不发育，富水性较强但不均一。太原组中部主要为砂、泥岩隔水段，局部夹两层富水微弱的 2 层灰岩透镜体；奥陶系中统马家沟组灰岩岩溶裂隙水主要由灰岩、白云质灰岩组成，岩溶裂隙发育但不均一，富水性强而不均一。

（2）含水层和隔水层特征

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 F_{11} 断层以北局部地段石炭系地层与煤系地层接触，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。

①含水层

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 4 个含水组（图 2-12：矿区水文地质剖面图）。

1）新生界松散孔隙水含水层

分为 4 个含水段。

第四系全新统孔隙含水段：岩性为砂层，具上细下粗的二元结构。厚度 1.3～23.8m。水位标高为 30.3～31.98m，渗透系数为 16.3～198.92m/d，单位涌水量 0.265～5.526L/s·m。

据现场调查，项目区浅部地下水水位埋深在 4～6m，正常水位 4.5m（见图 2-10）。项目区内用于灌溉的农用机井成井深度一般 20-30m，利用目的层为浅部含水层。

图 2-10 矿区地下水位调查

中段更新统孔隙承压中等含水段：埋深 30～90m。岩性为细、中粒砂组成，厚度 2.4～23.51m。水位标高为 30.54m，渗透系数 1.3m/d，单位涌水量为 0.28L/s·m。

下段上新统孔隙承压强含水段：埋深 90～260m，岩性以细、中粒砂为主，砂层厚度 10.62～86.91m。水位标高 28.8～30.9m，渗透系数 2.43m/d，单位涌水量 1.15L/s·m。底部发育有厚 1.6～75.3m 的粘土层与底部中新统含水层相隔。

底部中新统孔隙承压弱含水段：埋深 260m 到基岩面，厚度 0～56.74m。岩性以粘土、亚粘土为主，局部为亚沙土。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。

2）二叠系砂岩裂隙承压水含水层

上石盒子组裂隙承压含水段：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 K_6 标志层为中、粗粒石英砂岩。裂隙发育，单位涌水量为 0.0139～0.0208L/s·m，渗透系数 0.099m/d，属于富水性弱的含水层。

下石盒子组裂隙承压弱含水段（$Ⅱ_2$）：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。初始水位标高26.61m，渗透系数0.331m/d，单位涌水量0.0526L/s·m。

山西组裂隙承压弱含水段（$Ⅱ_3$）：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。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SO_4-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。

图 2-11　陈四楼煤矿矿井水文地质图（比例尺 1:60000）

图 2-12　陈四楼矿井水文地质剖面图（水平比例尺：1：20000，垂直比例尺：1:2000）

3）石炭系太原组溶洞裂隙承压含水层

本含水组共含灰岩11层，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0.85～4.98m，平均厚度1.95m，上距二$_2$煤底板32.14～72.58m，平均距离51.10m。涌水量较小，一般在15 m^3/h左右。

L_8灰岩：厚度为4.70～14.68m，平均厚度12.76m，L_8灰岩顶界距L_{11}灰岩（K_3）13.5～34.5m，平均28.2m，其间为泥岩、砂质泥岩和灰岩相隔。涌水量60m^3/h左右，为太原组上段灰岩含水组的主要含水层。

L_2灰岩（K_2标志层）：位于本组下部，厚度6.20～14.10m，平均厚度11.61m。原始水位标高28.52～30.14m，到2007年12月26日水位标高-25.62～-119.57m。渗透系数0.39～1.67m/d，单位涌水量0.113～0.361L/s·m，水质为SO_4-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。

4）灰岩岩溶裂隙承压水含水层

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，到2009年12月26日，水位标高－67.06m；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。其间为灰岩、砂岩、砂质泥岩、泥岩相隔。

②隔水层

矿区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。

1）新生界底部隔水层

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。

2）山西组底部隔水层

山西组可采煤层为二$_2$煤。该煤层与太原组灰岩间距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L_{11}接触，形成了良好的隔水层。

（3）地下水补给、迳流及排泄条件

本区浅层水循环交替条件良好，自西北向东南方向径流。大气降水垂直下渗是潜水主要补给来源，洪水期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，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。

永夏煤田一方面由于水文地质单元的封闭独立性而与区域含水层失去了正常的水力联系，区域地下水侧向补给可能性减小；另一方面灰岩含水层因厚层松散沉积物掩盖，难以直接受地表水与大气降水的补给，唯一可能补给来源为上覆含水体越流补给。在这样的地质环境中，灰岩水循环交替较为困难，径流缓慢，富水性减弱，水文地质条件相对简单。

（4）断层的水文地质性质

井田内决定井田边界及采区划分的大中型断层共计34条。断层破碎带多被泥质碎块等物质充填，固结程度差。

地震勘探工程发现在新生代继承性活动的断层有15条。新生代继承性活动断层可能是重要的导水通道，一旦巷道或工作面揭露断层，有可能使下部太原组灰岩水急剧向上运移而突水，而且也可使新生界含水层的水沿断层流入煤巷或工作面。

矿井在巷道掘进与工作面回采过程中有部分断层发生涌水，涌水断层落差1.5～95m不等，最大涌水量35～860m^3/h；涌水水源主要是太原组上段灰岩水；断层涌水点附近一般裂隙小断层断层发育，煤层底板完整性受到破坏、抗压强度低，因此在高压太原组灰岩水的作用下易发生涌水，从而使太灰含水层水位下降。

（5）矿床充水因素分析

①地表水体对矿井充水的影响

井田内没有天然地表水体，仅有两条人工开挖的排洪沟渠韩沟和小白河，在开采过程中地表形成塌陷造成部分积水区，由于巨厚层新生界松散沉积层的阻隔作用，地表水对矿床开采无充水影响。

②新生界底部砂岩层对矿井充水的影响

新生界底部粘土隔水层分布稳定，厚度30m～112.39m，因而使地下水垂直下渗受到阻隔，新生界地层不会对矿床充水产生影响。

③煤层顶、底板砂岩裂隙水对矿井充水的影响

主要可采煤层顶、底板砂岩裂隙承压水，是煤层开采时的主要直接充水水源。矿井各主要可采煤层顶、底砂岩富水性弱，径流滞缓，以静储量为主，易于疏干。矿井实际揭露时，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。

矿井各采区巷道首次揭露煤层顶底板时，一般会有出水现象，工作面巷道施工过程中，在褶区发育处均有出水现象，单个巷道涌水量可达到25m^3/h，但涌水随着时间的推移逐渐减小成滴水，最后无水。在褶曲发育处工作面顶、底板砂岩多数出水，水量可达到35m^3/h，工作面采后在短期内水量变化一般在5～40m^3/h。

④太原组上段灰岩岩溶裂隙承压水对矿井充水的影响

太原组灰岩岩溶裂隙水是开采山西组二$_2$煤的主要间接充水水源。由于二$_2$煤与灰岩一般间距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断层，则灰岩水可能通过断层溃入采场，造成突水从而导致灰岩含水层水位下降。

（6）矿井涌水量

据建井地质报告，陈四楼煤矿矿井正常涌水量为 951m^3/h，最大涌水量为1873m^3/h。

（7）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和奥灰系灰岩含水层，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《煤、泥炭地质勘查规范》（DZ/T 0215-2002），二 $_2$ 煤层水文地质勘查类型属第三类第二亚类三型。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。

（四）工程地质

项目区位于黄淮平原的东部，地貌类型单一，地势平坦开阔，地面原始标高一般为+32.0～+35.0m，相对高差为3m左右。新生界地层遍布全区，松散沉积物厚350m左右。区内新生界下伏地层为二叠系、石炭系和奥陶系地层，埋藏较深。根据调查，矿区地质环境保护和土地复垦工程实施区域主要集中在新生界第四系全新统，该部分土层主要由人工填土、粘性土、粉土及砂性土组成，为河流相沉积（Q_4），据其工程地质性质，可划分为7个工程地质单元层，现自上而下分述如下：

①层：人工填土及耕植土

本场区局部有人工填土分布，其中部分分布杂填土，色杂，结构松散，成份混杂，其成份主要为建筑生活垃圾，混以粘性土体组成；耕植土分布较广泛，结构松散，其成份主要由粉土组成，偶含碎砖瓦块。该层层厚0.4~1.8m，平均厚度0.6m，层底标高+28.19~+34.10m。

②层：粉质粘土

棕黄色~灰褐色，可塑，夹灰色泥质网纹，含钙质结核，结核呈“姜”状，粒径0.5~2.0cm，含量 2%~5%，无振摇反应，韧性及干强度中等，局部夹薄层粉土。该层层厚 1.0~3.0m，平均厚度 1.75m，层底标高+25.68~+29.54m。土承载力特征值为110kPa，压缩模量5.1Mpa。

③层：粉质粘土

灰黄色-褐黄色，可塑-硬塑，夹灰色泥质网纹，含钙质结核，粒径 1.0~3.0cm，含量3%~5%，无振摇反应，韧性及干强度中等，局部夹薄层粉土、粉砂。该层层厚

0.5~4.2m，平均厚度 1.95m，层底标高+25.39~+30.70m。土承载力特征值为 160kPa，压缩模量 6.8Mpa。

④层：粉砂

褐黄色，饱和，中密至密实，砂颗粒呈次棱角状，分选性一般，矿物质成份主要以长石、石英为主，暗色矿物次之。该层层厚 1.2~10.0m，平均厚度 4.26m，层底标高+13.94~+25.83m。土承载力特征值为 210kPa，压缩模量 21.0Mpa。

⑤层：粉土

黄褐色，湿，中密，无光泽反应，干强度低，韧度低，摇震反应中等，局部夹有薄层粉质粘土、粉砂。该层层厚 0.8~8.0m（局部未揭穿），平均厚度 3.7m，层底标高+11.75~+22.69m。土承载力特征值为 160kPa，压缩模量 11.2Mpa。

⑥层：粉砂

黄灰色，饱和，中密至密实，砂颗粒呈次棱角状，分选性一般，矿物质成份主要以长石、石英为主，暗色矿物次之。该层层厚 0.6~6.4m，平均厚度 3.29m，层底标高+11.39~+17.40m。土承载力特征值为 230kPa，压缩模量 25.0Mpa。

⑦层：粉质粘土

棕红色，硬塑，含有铁锰质斑点，含钙质结核，粒径 2.0~3.0cm，无振摇反应，韧性及干强度中等，局部夹薄层粉土。该层最大揭露深度为 20.30m。土承载力特征值为 250kPa，压缩模量 10.2MPa。

根据区域地质资料，本区无全新活动性断裂存在，因而该场地在区域地质上是基本上稳定的。但本勘查区属采煤塌陷影响区，应注意土体竖向变形。

根据《建筑抗震设计规范》（GB50011-2010）第 4.1.3 条，确定该场地土类型为中软土，场地覆盖层厚度大于 50.0m，其建筑场地类别为III类。

图 2-13 第四系全新统土体工程地质剖面图

（五）矿体地质特征

一、含煤地层

本井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，煤层总厚 2.06m，含煤系数 1.4%。下二叠统山西组含煤三层，称二煤组，编号二 $_1$～二 $_3$，其中二 $_2$ 煤为矿井主采煤层，平均厚 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 $_2^2$ 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。一、四、五煤组所含煤层不具工业价值，可采煤层均赋存在二、三煤组之中（表 2-2）。

表 2-2 煤系地层含煤情况一览表

含煤地层		煤组名称	含煤段平均厚度（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	五煤组	233.35	2	0.75		无	不稳定	不可采
		四煤组	124.08	2	0.36		无	不稳定	不可采
	下石盒子组	三煤组	74.92	7	6.68	4	$三_5$	不稳定	局部可采
							$三_4$	较稳定～不稳定	局部可采
							$三_2^2$	较稳定～不稳定	大部可采
							$三_1$	较稳定	部分可采
	山西组	二煤组	106.43	3	3.73	1	$二_2$	稳定～较稳定	基本可采
							$二_1$	不稳定	偶尔可采
上石炭系	太原组	一煤组	149.17	6	2.06		无	不稳定	不可采

二、可采煤层特征

本矿区发育的主要可采煤层为山西组的$二_2$煤和下石盒子组三煤段的$三_1$煤、$三_2^2$煤和$三_4$煤。

（1）$二_2$煤层

赋存于山西组中部，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 96%，为稳定煤层；$二_2$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；为矿井主采煤层。$二_2$煤层底板等高线图见图 2-14。

（2）$三_1$煤层

位于三煤组下部，可采厚度 0.85～2.03m，平均 1.3m，可采性指数 76%；全井田内自南向北由单层结构逐渐变为双层、三层结构，为不稳定煤层；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。$三_1$煤层底板等高线图见图 2-15。

图 2-14　陈四楼煤矿二 $_2$ 煤层底板等高线图

图 2-15　陈四楼煤矿三 $_1$ 煤层底板等高线图

图 2-16　陈四楼煤矿三 $_2^2$ 煤层底板等高线图

图 2-17　陈四楼煤矿三 $_4$ 煤层底板等高线图

（3）三$_2^2$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，厚度 0.81～2.66m，平均 1.5m，可采性指数 86%，为较稳定煤层；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$_2^2$煤层底板等高线图见图 1-16。

（4）三$_4$煤层

位于三煤组中上部，层位稳定。可采厚度 0.82～2.31m，平均 1.60m，可采性指数 49%，为不稳定煤层。结构简单，夹矸为泥岩或炭质泥岩，平均厚 0.32m；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。三$_4$煤层底板等高线图见图 1-17。

三 矿区社会经济概况

河南龙宇能源股份有限公司陈四楼煤矿位于永城市东南部，矿区坐落于永城市城厢乡、陈集乡、顺和乡境内，现将矿区所涉及各乡镇社会经济概况分述如下。

（一）城厢乡社会经济概况

城厢乡地处永城市西城区，居永城市郊区，乡政府驻张桥闸西北复垦搬迁综合开发区。全乡面积 58km^2，境内有 19 个行政村，耕地 4.6 万亩，总人口 4.1 万人。地理环境优越，全乡八条柏油路贯穿城厢东西南北，也构成了与新老城相衔接的城乡交通网络，311 国道，郑永省道穿乡而过，有着独特的交通优越性。

近年来，城厢乡党委、政府按照“人才为本、超时谋划、创造优势、协作共赢”的全新理念，确立了“依托近城、壮大私营、劳务输出、瓜菜称雄、良种繁育、塌陷复耕”的发展思路，喊响“人人都是招商环境，事事关系招商大局”的口号，放开手脚，放宽政策，鼓励外来投资者来城厢赚钱，赚大钱。目前，在我乡投资 30 万元以上的企业项目达 82 家。城厢乡近三年经济概况见表 2-3。

表2-3 永城市城厢乡近三年经济概况

乡镇	年份	总人口	耕地面积	人均耕地	生产总值	农民人均纯收入
城厢乡	2015	4.1 万人	4.2 万亩	1.31 亩	145503 万元	10130 元
	2016	4.1 万人	4.2 万亩	1.31 亩	185451 万元	11524 元
	2017	4.1 万人	4.2 万亩	1.31 亩	190491 万元	13325 元

注：以上数据来源于《永城市城厢乡统计年鉴（2015）》、《永城市城厢乡统计年鉴（2016）》、《永城市城厢乡统计年鉴（2017）》。

（二）陈集乡社会经济概况

陈集镇位于永城市北部，总面积 72.7km^2，辖 34 个行政村，5.6 万人，6 万亩耕地。陈集南距永城新城区 5km，北离国家 AAAAA 级景区---芒砀山 10km。永青铁路横贯境内，连接连霍高速公路出口的永芒公路纵穿镇中，地理位置十分优越。

陈集素有"古陈集，金银地"之美誉，物华天宝，人杰地灵。土地肥沃，盛产小麦、玉米、大豆、蔬菜等农作物。地下矿产资源十分丰富。优质、高热量的无烟煤已探明储量达 31.9 亿吨，年产 240 万吨的国家统配煤矿陈四楼煤矿坐落境内。地下水充足，水质优良。全镇经济综合实力位居永城前列，获得永城市招商引资工作创业杯。

表2-4 永城市陈集镇近三年经济概况

乡镇	年份	总人口	耕地面积	人均耕地	生产总值	农民人均纯收入
陈集镇	2015	5.60 万人	6.0 万亩	1.07 亩	126247 万元	10340 元
	2016	5.60 万人	6.0 万亩	1.07 亩	165351 万元	12524 元
	2017	5.60 万人	6.0 万亩	1.07 亩	190591 万元	14235 元

注：以上数据来源于《永城市陈集乡统计年鉴（2015）》、《永城市陈集乡统计年鉴（2016）》、《永城市陈集乡统计年鉴（2017）》。

（三）顺和乡社会经济概况

该乡位于永城市西北 15km 处，永商公路北侧，全乡辖 29 个行政村、123 个自然村、245 个村民组。人口 4.2 万，耕地 5.2 万亩。境内地势平坦，土壤肥沃，盛产小麦、棉花、瓜果蔬菜，畜牧养殖业成绩显著。

顺和物华天宝，人杰地灵，原国家铁道部副部长蔡庆华、原兰州军区司令员赵先顺将军均系顺和籍人，改革开放以来，顺和人民在党和政府的领导下励精图治，艰苦创业，取得了两个文明建设的巨大成就。目前，屠宰业和木材加工业较为发达，被誉为"屠宰之乡"、"板材加工之乡"。被评为商丘市"六好乡镇党委"、"信访工作三无乡镇"、"治安模范乡"和"河南省林业生产十佳乡镇"。

表2-5 永城市顺和乡近三年经济概况

乡镇	年份	总人口	耕地面积	人均耕地	生产总值	农民人均纯收入
顺和乡	2015	4.2 万人	5.2 万亩	1.24 亩	136524 万元	10530 元
	2016	4.2 万人	5.2 万亩	1.24 亩	183681 万元	12224 元
	2017	4.2 万人	5.2 万亩	1.24 亩	200547 万元	15224 元

注：以上数据来源于《永城市顺和乡统计年鉴（2015）》、《永城市顺和乡统计年鉴（2016）》、《永城市顺和乡统计年鉴（2017）》。

四 矿区土地利用现状

根据收集的土地利用现状图（图幅号：***、***、***、***、***、***、***、***、***、***），并向永城市国土资源局陈四楼煤矿咨询，按照《土地利用现状分类》（GB/T 21010-2007）标准，制作了本项目的土地利用现状图。

陈四楼矿区面积为6168.54hm^2，区内土地类型主要为耕地、园地、林地、草地、交通运输用地、水域及水利设施用地、其他土地和城镇村及工矿用地。其中耕地面积3620.44hm^2，占58.69%；园地面积9.37hm^2，占0.15%；林地面积567.03hm^2，占9.19%；草地面积19.99hm^2，占0.32%；交通运输用地面积560.18hm^2，占3.59%；水域及水利设施用地面积38.68hm^2，占9.08%；其他土地面积38.68hm^2，占0.63%；城镇村及工矿用地面积1131.24hm^2，占18.34%。矿区土地利用现状见图2-18。

矿区共有基本农田面积***hm^2，占矿区区耕地总面积的***%，占矿区总面积的***%。矿区基本农田分布范围见图 2-19。

表2-6 矿区土地利用现状表

一级类		二级类		面积（hm^2）	占总面积比例（%）	
01	耕地	013	旱地	3620.44	58.69%	58.69%
02	园地	021	果园	9.37	0.15%	0.15%
03	林地	031	有林地	533.46	8.65%	9.19%
		033	其他林地	33.58	0.54%	
04	草地	043	其它草地	19.99	0.32%	0.32%
10	交通运输用地	101	铁路用地	5.34	0.09%	3.59%
		102	公路用地	50.62	0.82%	
		104	农村道路	165.64	2.69%	
11	水域及水利设施用地	111	河流水面	46.31	0.75%	9.08%
		114	坑塘水面	289.43	4.69%	
		117	沟渠	124.41	2.02%	
		118	水工建筑用地	100.03	1.62%	
12	其他土地	122	设施农用地	36.73	0.60%	0.63%
		123	田坎	0.12	0.00%	
		127	裸地	1.83	0.03%	
20	城镇村及工矿用地	203	村庄	1002.55	16.25%	18.34%
		202	建制镇	1.59	0.03%	
		204	采矿用地	119.54	1.94%	
		205	风景名胜及特殊用地	7.56	0.12%	
总计				**6168.54**	100.00%	100.00%

图2-18　矿区土地利用现状图

图2-19 项目区基本农田分布图

（一）项目区耕地利用现状

项目区内耕地3620.44hm^2，占整个项目面积的58.69%。

项目区内土壤是在黄淮冲洪积松散母质基础上发育而成的，土壤类型简单，以潮土为主。潮土是河流沉积物受地下水影响，经不断耕种熟化而成的一类土壤，剖面质地层次分明，土壤反应中性~微碱，土壤有机质含量较高，土质肥沃。耕作层厚度20cm，土层深厚。

项目区内土壤有机质含量为10.4g/kg，全氮含量为1.0g/kg，碱解氮含量为105.50mg/kg，有效磷含量为19.22mg/kg，速效钾含量为112mg/kg，土壤pH值为7～7.5。耕地土壤剖面见图2-20。

图2-20 耕地土壤剖面图

图2-21 园林土壤剖面

（二）项目区园地利用现状

项目区范围内共有园地9.37hm^2，占整个项目面积的0.15%，项目区园地土壤类型为潮土，土层深厚，土壤质地为壤土。适宜栽植苹果、桃等。园地土壤剖面见图2-21。

（三）项目区林地利用现状

项目区范围内共有林地567.03hm^2，占整个项目面积的9.19%，其中有林地533.46hm^2，其它林地33.58hm^2。项目区林地土壤类型为潮土，土层深厚，土壤质地

为壤土。适宜栽植杨树、柳树等。林地土壤剖面见图2-22。

图2-22　林地土壤剖面图

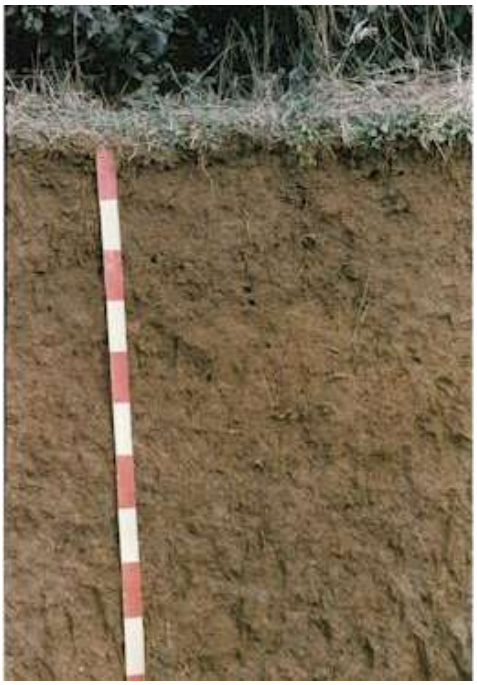

图2-23 草地土壤剖面

（四）项目区草地利用现状

项目区范围内共有草地19.99hm^2，占整个项目面积的0.32%，全部为其他草地。项目区草地土壤类型为潮土，土层深厚，土壤质地为壤土。草地土壤剖面见图2-23。

（五）项目区农田配套设施现状

经过现场调查，复垦区北部耕地主要采用渠道灌溉，复垦区南部耕地主要利用机井灌溉，机井取水深度15m左右。区内耕地配有田间道路和生产路，田间道路面宽4m，泥结碎石路面；生产路路面宽2m，素土路面。部分生产路旁栽有防护林，为单行栽植，种植间距约2-3m不等。见下与2-24。

图2-24　井房和灌溉用水井

五 矿山及周边其他人类重大工程活动

除矿山开采外，矿区内其它人类工程活动较为简单，主要有农业生产、村镇及道路建设等。

1、农业生产

如前所述，陈四楼煤矿位于城厢乡、陈集乡、顺和乡境内，矿区及周边村民主要农业生产活动以农业耕作为主，矿区范围内共有耕地 47175 亩，农业耕植分春秋两季，主要农产品有小麦、大豆、玉米、棉花等。与农业耕植相关的人类活动还有地下水开采、沟渠开挖、塌陷区渔业养殖等。

2、村镇建设

矿区内分布有 124 个自然村（村民组），城镇及村庄建设以砖混结构房屋为主，矿区内共有房屋 46447 间。

3、道路建设

矿区及周边主要道路有永煤集团自用铁路、进矿公路，矿区东部为永城至芒山三级公路。除此之外，行政村之间还有“村村通”公路相连，各自然村之间有生产路相通，路网密布，四通八达。

矿区及周边人类工程活动见图 2-25。

图2-25　矿区及周边人类工程活动图

六 上期方案执行情况

1、上期方案概述

陈四楼煤矿首次矿山地质环境保护与治理恢复方案于2012年4月通过国土资源部地质环境司审查并备案。方案服务年限为69年，即2011年1月～2080年12月。方案适用年限5年，自2011年1月至2015年12月。

方案适用期矿山地质环境防治工程针对2南1、南3、南7、南11、南13、北2、北4、北10共8个采区进行，规划的主要工作量为：矸石堆放场地防渗处理及围护37.5亩，地面塌陷治理挖土方2211.2万m^3，填土方2211.2万m^3，积水区抽排水114万m^3，土地平整2682亩，地裂缝填埋176.93万m^3，道路63.4km，排水沟76.1km，暗管68个，土地翻耕12.578km^2，植树（速生杨）63762株，设计布设采空塌陷及地裂缝监测点5880点次，地表水监测点40点次。

方案防治工程总费用56812.7万元：方案适用期防治费用16507.3万元，远期防治费用40305.4万元。其中适用期内矿山地质环境防治工程第一年至第五年防治费用分别为2124.5万元、2256.6万元、3193.7万元、4046.1万元、4886.4万元。上期方案适用期部署工程量及费用安排见表2-7。

表2-7 首次矿山恢复治理方案适用期内工程综合治理费用估算表

防治工程类别	项目		单位	工程量
含水层保护	矸石堆放场地防渗处理及围护		亩	37.5
地面塌陷地裂缝治理工程	挖土方	开挖面积	亩	4938.0
		取土坑开挖土方	10^4m^3	1647.5
		熟土开挖面积	亩	21123.0
		熟土开挖土方	10^4m^3	563.7
	填土方	回填面积	亩	16185.0
		土方回填	10^4m^3	1647.5
		耕植层回填	10^4m^3	563.7
	抽排水		10^4m^3	114.0
	土地平整		亩	2682.0
	地裂缝填埋（外运土方）		10^4m^3	176.93
	道路	条数	条	40
		里程	km	63.4
	排水系统	排水沟条数	条	55
		排水沟长度	km	76.1
		暗管	个	68

续表 2-7 首次矿山恢复治理方案适用期内工程综合治理费用估算表

防治工程类别	项目		单位	工程量
土地资源恢复工程	土地翻耕		km^2	12.578
地貌景观恢复工程	植树（速生杨）		棵	63762
监测工程	地面塌陷监测点		点数/点次	98/5880
	地裂缝监测点		点数/点次	48/2880
	多层监测孔施工		眼	12
	含水层监测点	水位	点数/点次	124/44640
		水量	点数/点次	18/3240
		水质	点数/点次	54/3240
		地表水质	点数/点次	4/40
	地形地貌监测		点数/点次	8/40
	土地资源监测		点数/点次	29/29

2、上期治理方案执行情况

陈四楼煤矿自上期恢复治理方案备案，多年来积极履行矿山治理义务，对受塌陷影响的村庄及时进行了搬迁、补偿，积极开展相应的矿山地质环境综合治理工程，同时对采煤塌陷区进行矿山地质环境监测。

（1）在恢复治理保证金缴存方面，根据备案的恢复治理方案，陈四楼煤矿及时缴纳矿山地质环境恢复治理保证金。截止 2018 年 2 月，陈四楼煤矿累计缴存恢复治理保证金***万元，通过治理、监测验收返还***万元，剩余***万元（恢复治理保证金缴存及返还凭证见附件）。

（2）在搬迁、补偿方面，陈四楼煤矿已组织完成了 34 个村民组的搬迁安置工作。矿区受塌陷影响已搬迁的村庄情况见表 2-8。搬迁安置社区情况见图 2-26、2-27，搬迁安置费用列入矿山生产成本。

表 2-8 陈四楼矿区受采煤塌陷影响村庄搬迁情况统计表

序号	乡镇	行政村	村民组	户数	人口	社区名称	搬迁时间
1	陈集镇	练楼	练楼	112	392	练楼新村	09 年以前搬迁
2			张小庄	56	179		
3			练牛庙	97	195		
4			胡庄	60	140		
5			王林堂	73	227		
6			练土楼	82	286		
7		韩松园	张陈庄	308	1076	矿北村	
8			刘大庄				
9			邵庄				
10			李庄				
11		卢庄村	万庄	85	313	卢庄南	
12	城厢乡	张大庄	练新庄	69	241	张大庄新村	
13			练瓦房	74	259		
14			练关庄	62	217		
15			李庵	73	256		
16			魏庄	40	140		
17			张大庄	96	336		
18		冯寨	姚庄	232	815	阳光一、二期	一期2012年搬迁二期2013 年搬迁
19			冯寨	141	639		
20		张楼	吴花园	80	296		
21			代王庄	208	735		
22		李庄	白阁	67	235		
23	城厢	冯寨	石黄庄	98	363	阳光三期	2015 年搬迁
24			曹庄	84	478		
25			王楼	122	422		
26			陈海	61	215		
27			练庄	81	357		
28		张楼	小张庄	44	155		
29			张楼	101	429		
30			高楼	124	500		
31			赵庄	100	350		
32			胡庄	96	345		
33		李庄	练庄	133	299		
34	演集	天齐	天齐	166	581		
合计				**3225**	**11471**		

图 2-26　阳光花园一期搬迁安置社区　　图 2-27　阳光花园三期搬迁安置社区

（3）在监测、治理方面，通过使用恢复治理保证金，陈四楼煤矿委托专业复垦公司，开展了矿区塌陷区治理和监测工作，陈四楼煤矿采用“挖深垫浅、搬迁村庄”的治理方法，截至目前，陈四楼煤矿已治理采煤塌陷区土地共计 13554.88 亩，其中耕地 7669.28 亩，林地 734.77 亩，建设用地 2431.38 亩，其他地类 2719.45 亩。并通过了永城市地矿局组织的评审验收。已治理区域见图 2-28、2-29。治理区域见图 2-30。

图2-28　地面塌陷区治理前

图2-29　地面塌陷区治理后的鱼塘

图2-30　矿山地质环境治理工程分布图

七 矿山及周边矿山地质环境治理与土地复垦案例分析

（一）矿山范围内矿山地质环境治理与土地复垦情况及效果

2005 年完成了永煤集团陈四楼矿陈集镇刘大庄地质环境治理项目，项目资金338 万元，其中财政部、国土资源部探矿权采矿权使用费及价款补助资金 200 万元，企业匹配资金 138 万元，治理面积 41.46hm^2，恢复耕地 34.53hm^2，形成精养鱼塘6.93hm^2。

2006 年完成了永城煤电集团陈四楼矿张大庄—练庄塌陷区综合治理项目，项目资金 916.89 万元，其中财政部、国土资源部探矿权采矿权使用费及价款补助资金 300 万元，企业匹配资金 616.89 万元。涉及到韩松园村、张大庄、练瓦房、练关庄、练新庄、魏庄、李庄、练庄、白阁、冯寨村衬海、石黄庄三个行政村 9 个自然村，治理面积 66.11hm^2。

2008 年完成了陈四楼矿练庄塌陷区综合治理项目，工程投资 686.65 万元，其财政部、国土资源部探矿权采矿权使用费及价款补助资金 110 万元，企业自筹资金576.65 万元。涉及到张小庄、王林堂村南、练土楼等 3 个村庄，形成复耕地 35.79hm^2，人工湖面 17.29hm^2。

2010年完成了陈四楼矿黄小阁复垦工程、李香庄村马小阁组治理区，企业自筹资金545万元，涉及到黄小阁、马小阁等2个村庄，黄小阁形成耕地16.33hm^2，人工鱼塘5.18hm^2；马小阁形成耕地5.29hm^2，人工鱼塘5.14hm^2。

2012年～2015年间，河南龙宇能源股份有限公司陈四楼煤矿对其矿区范围内李香庄村大李庄组塌陷区等13个塌陷区完成了矿山地质环境治理工程，并通过了由永城市地质矿产局组织的评审。

1、2012 年完成了李香庄村大李庄组、冯寨村石黄庄组、冯寨村姚庄组、张楼村吴花园组、张楼村戴王庄组 5 个塌陷区的矿山地质环境治理工程，治理面积共计107.12hm^2。

2、2013 年完成了冯寨村陈海组、八里庙村韩庄组、八里庙村八里庙组 3 个塌陷区的矿山地质环境治理工程，治理面积共计 89.56hm^2。

3、2014 年完成了冯寨村石黄庄西、张楼村张庄组、八里庙村大余庄组 3 个塌

陷区的矿山地质环境治理工程，治理面积共计 76.98hm^2。

4、2015 年完成了冯寨村王楼组、八里庙村任庄 2 个塌陷区的矿山地质环境治理工程，治理面积共计 57.60hm^2。

（二）矿山地质环境破坏情况

治理前，陈四楼煤矿矿区范围内因开采活动而形成的地面塌陷区面积共 19.72km^2，由于水平大巷位置、采区布置不同，井田已开采形成的地面塌陷区被分割成北翼和南翼 2 处较大塌陷段，其中南翼塌陷段面积 10.33km^2，最大塌陷深度 5.85m：北翼塌陷段面积 9.39km^2，最大塌陷深度 4.75m，塌陷区中心地段形成长年积水区 1.19km^2。矿业活动造成土地破坏与水土流失，破坏土地面积共 19.72km^2，其中破坏耕地 9.02km^2、破坏住宅用地 2.05km^2、交通用地 0.02km^2。遭受影响和破坏的村庄共 52 个，涉及人口 7816 人，房屋 9953 间，破坏耕地 13530 亩，直接经济损失 10044 万元。

（三）项目工程布置

针对塌陷区及其周围地质环境现状，工程设计主要以土地恢复、挖塘养鱼为主。根据各村组协调，为便于工程实施和治理结束后的土地交接，在治理区内开挖取土坑，将取土坑改造成为鱼塘，取土坑所取土方回填至低洼区，将土地平整，改造成为耕地。

1、鱼塘工程

（1）鱼塘开挖（取土）深度

参照项目区未塌陷地高程和地下水位标高，设计塘底高程在+24.5～+26.6m 之间，设计回填高程在+33.2～+34.1m 之间。

（2）鱼塘位置设置

鱼塘的设置要满足以下条件：

①尽可能在本行政村内规划，便于土地调整；

②临近村取土坑尽可能集中布置，便于管理；

③设计在治理区内共开挖的鱼塘，根据当地施工经验及治理区土质类别，鱼塘边坡比取 1∶1.5；

（3）工程量

鱼塘工程量分为两个部分：

第一部分为挖运土方，即从现状标高向下开挖指定深度，边坡按照 1:1.5 进行放坡，得出本次治理工程全部开挖土方量；第二部分，为边坡回填，即从现状标高向上回填至设计标高，并按照边坡比 1:1.5 向上进行边坡修整。

治理工程共开挖形成鱼塘 54 个，鱼塘总面积达 156.81hm^2，合计挖方量为 676.83×10^{4}m^3，鱼塘边坡填方量 13.59×10^{4}m^3。

2、土地平整工程

（1）恢复标高的确定

根据以往塌陷区治理的经验，确定恢复标高主要考虑以下方面问题：

①确定恢复标高，不能完全以目前青苗补偿边界为准，第一，目前的补偿边界与塌陷范围不一致，主要原因是塌陷盆地中央下沉值较大，在雨季起到蓄水作用，恢复后蓄水能力减少；第二，补偿边界随降雨量不同而变化；

②确定恢复标高，要结合临近采区统筹考虑；

③确定恢复标高，要根据塌陷地所处地理位置而定。

根据对塌陷区进行的环境地质测量工程，由于近年干旱，治理区内积水多为季节性积水，深度最大约 1m，地表水面标高平均约为 30.0m，而据区域水文地质资料，地下水位标高+28.8-+30.0m。据以上条件及当地土地恢复经验，设计治理区恢复平均标高为+33.2～+34.1m，能够满足农作物的生长，以达到恢复要求。

（2）项目区挖、填平衡设计

各治理区作为独立的治理单元，均采用方格网法计算各治理区内的挖填方工作量，在治理单元内达到挖填方平衡。经计算，项目区需从坑塘挖运土方量合计为 676.83×10^{4}m^3，用于填充田块。

（3）表土剥离及回填工程

为防止治理后对土壤结构造成更大的破坏，使治理后的土地尽可能的保持原有的土壤剖面和较好的肥力。对每块地的熟土进行剥离和堆存，堆存厚度以每块地的耕植土覆盖厚度为准，一般为 40cm。在对塌陷坑回填完毕后，根据每块地表层耕植土堆存方量，填土高度距离设计回填高度一定高差时，进行表层耕植土摊平，耕植

土摊平后地块标高达到设计标高。

（4）工程量

土地平整工程包括分为表土剥离、表土回填和机械平土三个分项。

土地平整工程完成表土剥离及表土回填工程量各为 $134.41\times10^4m^3$，总填方量 $670.87\times10^4m^3$，机械平土面积为 $349.62hm^2$。

3、项目投资

治理工程共治理塌陷区土地 $506.43hm^2$，项目实施后，形成耕地 $349.62hm^2$，鱼塘 $156.81hm^2$，亩均投资 1.08 万元。

4、治理成果

治理后土地田面平整，耕作层质地和土体构型能满足作物正常生长要求。复垦后的土地与周边土地成方连片，其地形地貌与当地自然环境相协调，生态环境有所改善。复垦后田块地面标高为+33.20m～+34.10m，鱼塘塘底标高为+24.50～+26.80m。

根据矿区环境特点，采用“挖深垫浅”方式治理地面塌陷，同时采用生产路工程、排水工程、土壤培肥实施土地复垦，即解决了土源问题，又开发了渔业资源，提高了农民收入，受到了矿区居民的普遍欢迎（图 2-28、2-29），这种矿山地质环境治理与土地复垦方式在永城矿区得到了推广，永煤集团股份有限公司新桥煤矿曹沟寺丁楼南采煤塌陷区使用治理资金 456.63 万元，就是以这种治理方式，最终治理鱼塘 96.74 亩，耕地 285.29 亩。治理前后照片见图 2-31 至图 2-33。

图 2-31 新桥煤矿曹沟寺丁楼南采煤塌陷区治理前照片

图 2-32 治理后耕地

图 2-33 治理后坑塘

结合上述矿山设计思路与治理经验，本方案对于矿山地质环境恢复治理与土地复垦工程设计的总体思路是：采用“挖深垫浅”方式治理地面塌陷，以最少的“挖深”来尽可能减少耕地损失。同时，充分利用塌陷区村庄全部搬迁这一政策，将废弃村庄恢复为旱地，尽可能增加耕地数量。

5、项目收益分析

河南龙宇能源股份有限公司陈四楼煤矿包括冯寨村石黄庄组塌陷区在内的 13 个塌陷区的矿山地质环境治理工程属公益性、社会性项目，工程效益主要表现在社会效益、环境效益和经济效益三方面：

①社会效益

矿山地质环境治理工程是国土资源管理部门“以人为本”、践行党的十七大提出的“贯彻全面、协调、可持续发展观”的具体行为，是政府为民办实事的民心工程。

长期以来，由于待治理区发生地面塌陷，直接威胁当地居民的生命财产安全。该治理项目的实施，可恢复和扩大矿区土地资源，有效提高土地利用价值，有利于该地区的社会稳定和工农关系的改善，改善矿区生态环境，有力支援地方经济的发展，有利于实现安定团结，安居乐业的政治局面，有利于新农村建设，有利于和谐社会发展，能充分体现党和政府“以人为本”的治国理念，对人民生命财产安全的关心，是国家对矿山地质环境恢复治理政策的生动体现。

②环境效益

治理工程共治理塌陷区土地 506.43hm^2，有效消除了地面塌陷的安全隐患，形成高产高效农田和鱼塘，有效防止水土流失，提高土壤质量，改善矿区生态环境，促

进和保持当地生态系统的良性循环，为人民生产、生活提供良好的空间。项目实施后，能基本恢复矿区及周边的生态环境，生态环境效益显著。

③经济效益

项目实施后，形成耕地 349.62hm^2，鱼塘 156.81hm^2，根据永城地区实际情况，耕地每公顷年收益约 2.4 万元，鱼塘每公顷年收益约 1.80 元，每年可创造经济效益约 282.258 万元。

总之，该项目实施后给企业和社会带来显著的经济、社会、生态效益，恶化的生态环境将得到改善，农业、渔业、矿业协调共同发展。

第三章 矿山地质环境影响和土地损毁评估

一 矿山地质环境与土地资源调查概述

编制单位接受委托后，组建了由 12 名技术人员组成的项目组。项目组于 2017 年 4 月 8 日—4 月 15 日进行现场踏勘和资料收集，2017 年 5 月 16 日—2017 年 5 月 13 日多次组织工作人员进行矿山地质环境调查和土地复垦调查等工作，2017 年 11 月 12 日—2018 年 3 月 20 日进行资料整理和报告编制。

按照成员分工的不同着手收集评估区内气象水文、地质、水文地质、工程地质、环境地质、土地利用现状、土地利用总体规划、矿山土地复垦方案、矿山开发利用方案及矿山开采技术条件等相关资料，调查访问当地政府部门和村民，采取路线穿越和地质环境追索相结合的方法进行，采用 1:10000 地形图地质图为底图，同时参考相关资料展开调查，对地质环境问题点进行观察描述，重点查明区内矿山地质灾害，含水层破坏、地形地貌景观破坏及其他矿山地质环境问题的规模、分布和危害、土地资源利用现状和土地占用损毁情况等。

本次工作严格按照《矿山地质环境保护与土地复垦方案编制指南（2016 年 12 月）》进行，并在充分收集和利用区内已有资料的基础上，开展了矿山地质环境现状、土地资源情况调查工作。野外调查工作以 1:10000、1:2000 地形地质图为底图，采用点线结合，以点上观察、测量和访问为主，利用手持 GPS 定点并拍照记录，配合路线调查追索，并采集土样、水样进行检测分析，基本查明了区内存在的矿山地质环境问题、土地资源利用现状。本次工作完成调查区面积 74.49km^3。

表3-1 现场调查完成实物工作量

序号	工作内容	单位	完成工作量	序号	工作内容	单位	完成工作量
1	资料收集	份	12	7	复垦土源调查	个	8
2	野外地质调查	km^2	74.49	8	当地植被调查	样方	15
3	地质调查点	个	25	9	土壤质量	个场地	5
4	水文地质调查点	个	32	10	地下水	期	1
5	现场占地调查	hm^2	45	11	地下水为监测	眼	25
6	区域土地利用调查	km^2	100	12	照片	组	40

二 矿山地质环境影响评估

（一）评估范围和评估级别

1、评估范围

（1）评估范围的确定方法

根据陈四楼井田资料及矿山地质环境调查结果，考虑到矿山地质环境问题（地面塌陷、含水层破坏）影响，结合采矿工程平面布置，确定评估范围。

（2）评估范围

根据预测的含水层破坏影响范围，确定评估范围：北至顺和乡南部，西至蒋口乡及十八里乡，东至陈集乡中部，南与城郊煤矿漏斗区相接，面积 74.49km^2。

2、评估级别

矿山地质环境影响评估级别确定由评估区重要程度、矿山生产建设规模和地质环境条件复杂程度决定。

（1）评估区重要程度

陈四楼井田所在行政区内共有 3 个乡镇，涉及 124 个自然村、人口 41786 人，其中集中居住区人口 500 人以上的自然村庄 27 个；井田范围内耕地面积 47175 亩；进矿公路及铁路穿过井田中部；矿区及周边无旅游景区或自然保护区，无重要厂矿企业；井田及周边居民用水均为普通机井，无重要水源地；根据《矿山地质环境保护与恢复治理方案编制规范》（DZ/T0223-2011）附录 B（表 3-2），**确定评估区重要程度确定为“重要区”。**

表3-2 评估区重要程度分级表

重要区	较重要区	一般区
分布有 500 人以上的居民集中居住区	分布有 200～500 人的居民集中居住区	居民居住分散，居民集中居住区人口在 200 人以下
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	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	**无重要交通要道或建筑设施**
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(点)	紧邻省级、县级自然保护区或较重要旅游景区(点)	**远离各级自然保护区及旅游景区(点)**
有重要水源地	有较重要水源地	**无较重要水源地**
破坏耕地、园地	破坏林地、草地	破坏其它类型土地

注：评估区重要程度分级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。

（2）矿山生产建设规模

陈四楼煤矿井工开采煤炭，矿山生产能力为 240 万 t/a，依据《矿山地质环境保

护与恢复治理方案编制规范》（DZT0223-2011）附录 D 中煤矿矿山生产建设规模分类（表 3-3），**确定矿山生产建设规模为“大型”。**

表3-3　矿山生产建设规模分类一览表

矿种类别	计量单位	年生产量			备注
		大型	中型	小型	
煤（地下开采）	万吨	**≥120**	120-45	<45	原煤

（3）矿山地质环境条件复杂程度

①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 951m^3/h，最大正常涌水量 1873m^3/h；

②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现状条件下矿山地质环境问题主要为地面塌陷，危害较大；

⑤该矿井未来采空区面积和空间大，多次重复开采，采空区未得到有效处理，采动影响强烈；

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。

综合以上各因素，根据《矿山地质环境保护与治理恢复方案编制规范》附录 C“矿山地质环境条件复杂程度分级表”（见表 3-4），确定该矿山地质环境条件复杂程度为复杂。

表 3-4　矿山地质环境影响程度分级表

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

注：若综合评估，分级确定采取上一级别优先原则，只要有一项要素符合某一级别，就定为该级别。

（4）评估级别的确定

由上所述，评估区重要程度分级属重要区，矿山生产建设规模为大型，根据《矿山地质环境保护与治理恢复方案编制规范》附录 A“矿山地质环境影响评估精度分级”（见表 3-5），故确定本次矿山地质环境影响评估级别为一级。

表 3-5 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）矿山地质灾害危险性评估级别

根据《地质灾害危险性规范》DZ/T 0286-2015，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 240 万吨/年，为大型矿山，项目属于**重要建设项目**。

表 3-6 建设项目重要性分类表

项目类型	项目类别
重要建设项目	**城市和村镇规划区、放射性设施、军事和防空设施、核电、二级（含）以上公路、铁路、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、工业建筑（跨度＞30m）、民用建筑（高度＞50m）、垃圾处理厂、水处理厂、油（气）管道和储油（气）库、学校、医院、剧院、体育场馆等**
较重要建设项目	新建村镇、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、工业建筑（24-30m）、民用建筑（24-50m）、垃圾处理厂、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、工业建筑（≤24m）、民用建筑（≤24）、垃圾处理厂、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》（DZ/T0286-2015）附录 B.1（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。

1）区域地质背景

区域地质构造条件复杂，建设场地无全新世活动断裂，抗震设防烈度最大为 6 度，地震动峰值加速度为 0.05g，地震动峰值加速度＜0.10g，区域地质背景复杂程度为**复杂**。

2）地形地貌

陈四楼煤矿矿区属于淮河冲积平原北部和谷地，地貌类型单一，自然地形坡度为 0.05%。地面原始标高一般为+31.0～+34.0m，相对高差为 2～3m。地形地貌复杂程度为**简单**。

3）地层岩性和岩土工程地质性质

井田内二$_2$煤层顶板多为砂质泥岩及中细粒砂岩，底板多为砂质泥岩及细砂岩。岩性岩相变化小。区内新生界松散沉积物广泛分布，为第四系全新统之粉土及粉质粘土所覆盖，工程地质性质较差。地层岩性和岩土工程地质性质复杂程度为**中等**。

4）地质构造

地质构造较复杂，有断裂分布，矿井范围内断层多为高角度压扭性正断层，岩

体较破碎。地质构造复杂程度为**复杂**。

5）水文地质条件

矿区含水层自上而下有 11 层，水位年际变化 5m-20m，水文地质条件良好。水文地质条件复杂程度为**复杂**。

6）地质灾害及不良地质现象

矿山处于生产期，目前主采二 $_2$ 煤，井田范围内已形成大范围采空区和地面塌陷，地面塌陷特征明显，部分地段伴生规模不等的地裂缝。地质灾害及不良地质现象复杂程度为**中等**。

7）人类活动对地质环境的影响

评估区内人类活动主要为农业耕作，对地质环境影响、破坏小。故其复杂程度为**简单**。

综上，矿山的地质环境条件复杂程度为**复杂**。

表 3-7 地质环境条件复杂程度分类表

条件	类型		
	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＞Ⅷ度，地震动峰值加速度＞0.20g**	区域地质构造条件较复杂，建设场地附近有全新世活动断裂，地震基本烈度Ⅶ-Ⅷ度，地震动峰值加速度 0.10g-0.20g	区域地质构造条件简单，建设场地无全新世活动断裂，地震基本烈度≤Ⅵ度，地震动峰值加速度＜0.10g
地形地貌	地形复杂，相差高差＞200m，地面坡度以＞25°为主，地貌类型多样	地形较简单，相差高差 50m-200m，地面坡度以 8°-25°为主，地貌类型较单一	**地形简单，相差高差＜50m，地面坡度以＜8°，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＞20m，水文地质条件不良**	具二层至三层含水层，水位年际变化 5m-20m，水文地质条件较差	单层含水层，水位年际变化＜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，危害较中等**	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，地质环境中，地质环境条件复杂程度按“就高不就低”的为原则，有一条符合条件者即为该类复杂类型			

③评估级别确定

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3-8地质灾害危险性评估分级表。

表 3-8 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

（二）矿山地质灾害现状分析与预测

1、地质灾害类型的确定

根据《矿山地质环境保护与恢复治理方案编制规范》（DZ/T 0223-2011），地质灾害类型主要有滑坡、崩塌、泥石流、地面塌陷（岩溶塌陷和地面塌陷）、地裂缝、地面沉降等。

根据评估区地质环境条件对以往地质资料分析研究和现场实地调查，对上述地质灾害类型的致灾条件及致灾可能性作如下分析：

（1）崩塌、滑坡及泥石流

评估区属于淮河冲积平原北部和谷地，地貌类型单一，地质环境条件相对简单，地势平坦开阔，地面原始标高一般为+32～+35m，相对高差为 2～3m。本次调查未发现崩塌、滑坡及泥石流地质灾害的历史记载。因此，评估区发生崩塌、滑坡及泥石流地质灾害的地质环境条件不充分。

（2）地面沉降

区内新近系、第四系地层厚度 350m 左右。据调查，区内没有以开采第四系孔隙水为供水水源的水源地，评估区内用水主要为农业用水和村民生活饮用水，开采量较小。因此，评估区产生地面沉降地质灾害的地质环境条件不充分。

（3）岩溶塌陷

评估区新近系和第四系地层遍布全区，厚度350m左右。评估区第四系下伏地层为石炭、二叠系和奥陶系地层，奥陶系灰岩埋藏较深，岩溶不甚发育，富水性较差，将来开采岩溶地下水的可能性小，因此，评估区产生岩溶塌陷地质灾害的地质环境条件不充分。

（4）地面塌陷及伴生地裂缝

评估区内隐伏有石炭—二叠纪含煤地层，目前开采煤层为二$_2$煤层。矿山地下采矿已形成了一定范围的采空区，使上方岩体失去支撑，向下陷落，具备产生地面塌陷及伴生地裂缝的地质环境条件。因此，评估区存在产生地面塌陷及伴生地裂缝地质灾害的可能性。

综上所述，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，确定本次评估的主要灾种为采空塌陷及伴生地裂缝。

2、矿山地质灾害现状分析

经过现状分析是在现场实地调查的基础上，对矿业活动产生的各类地质环境问题进行直观分析评价。

（1）矿山地质灾害类型及特征

本次矿山地质灾害危险性现状分析是在矿山地质环境现状调查基础上，结合矿山基础数据、开采资料、矿山建设情况进行的。煤矿主要地质灾害类型为地面塌陷及其伴生地裂缝。

调查过程中采用 1:5000 比例尺地形测绘，结合原始地形图，通过矿方提供的采空区资料，来综合确定地面塌陷范围及塌陷深度。

1）地面塌陷

目前陈四楼煤矿主采二 $_2$ 煤，该煤组南翼 1、7、11、13 采区和北翼 2、4 采区已回采结束，尚在开采的采区有北翼 10、12、14、18 及南翼 3、5、9、15、17 共 8 个采区，至 2018 年底，已形成地面塌陷区面积 15.52km^2（图 3-1）。

表 3-9 地面塌陷现状统计表

下沉值（mm）	0-1.0m	1.0-2.0m	＞2.0m
塌陷面积（km^2）	12.03	2.77	0.72

2005 年-2016 年期间对地面塌陷区稳沉区进行了 18 次的矿山地质环境治理工作，治理面积为 13554.88 亩，已搬迁 34 个村庄、3225 户和 11471 人，土地田面平整，满足作物正常生长要求。

图 3-1 已形的塌陷区现状

2）地裂缝

各塌陷沿塌陷盆地边缘可见与工作面走向相同的地裂缝，历史上共发现较大地裂缝 11 条，规模均为大型，多以群缝出现，地裂缝总体走向以 SE 向及近 S 向为主，倾向近 90°，单缝长 550～1700m，单缝影响宽度 20～25m，实测最深 2.50m，经调查，受当地农田开垦地裂缝已经弥合，基本不影响农田耕种。

（2）矿山地质灾害危险性现状评估

现状条件下井田范围内已形成较大范围采空区和地面塌陷区，对居民影响较大。据本次调查统计：地面塌陷造成影响和破坏的村庄共 71 个，涉及 17705 户，63010 人。因此，现状条件下所处地表遭受地面塌陷及地裂缝危害，其危险性为大。

3、矿山地质灾害预测

（1）采矿活动引发地质灾害危险性预测评估

①煤矿开采引起地表移动变形预测

井下开采引起的地表移动变形受很多因素的影响，如煤层的采厚、采深、倾角、上覆岩层的岩性、地质条件、工作面推进速度、是否分层开采以及顶板管理方法等都直接影响到地表的移动变形，本次预测只进行稳态预测，对二 $_2$ 煤层开采区的地表变形进行分析。

（a）预测方法及有关参数的确定

我国目前实际应用的地表移动计算理论和方法主要有典型曲线法、负指数函数法和概率积分法。其中概率积分法更全面考虑了影响地表移动变形的各项主要因素，因此采用概率积分法计算本矿井的地表移动变形是较准确的。为定量评估煤矿二 $_2$ 煤层开采后地表变形特征，下面依据国家煤炭工业局制定的《建筑物、水体、铁路

及主要井巷煤柱留设与压煤开采规程》中的经验公式，对煤层开采后地表最大移动、变形和倾斜值进行预测。

对于开采倾斜煤层，根据下沉迭加原理，开采面积的水平投影内各开采单元开采对地表任意点造成的下沉影响之和即为该点的下沉值。

计算任意点 P（X，Y）的下沉时，表达式为：

$$W(x,y)=\iint_F f(x,y)dsdt \qquad (3\text{-}1)$$

$$f(x,y)=\frac{W_0}{r^2}e^{-\pi\frac{(x-s)^2+(y-t)^2}{r^2}} \qquad (3\text{-}2)$$

式中：W_0——完全充分采动时的最大下沉值；

r——主要影响半径，r=H/tgβ；

H——P（x，y）点开采深度；

tgβ——主要影响角正切值。

其中：tanβ＝（1-0.0038α）（P+0.0032H） （3-3）

式中：P——岩性综合评价系数；

H——煤层埋深，m；

α——煤层倾角，°。

在煤层的倾斜方向上，由于煤层覆岩的倾斜，煤层采空后，开采影响的传播产生了偏移，克诺特影响函数变为：

$$f(x,y)=\frac{W_0}{r^2}e^{-\pi\frac{(x-s-d)^2+(y-t)^2}{r^2}} \qquad (3\text{-}4)$$

式中：d=H/tgθ；

θ——开采影响传播角；θ=90º-Ka；

K——开采影响传播系数；

a——煤层倾角。

设某一微元的上山方位角为 ϕ，坐标系沿 ϕ 方向旋转后的坐标轴 x’，y’，其中 x’轴与微元的倾向平行，y’轴与微元的走向平行，则沿 x、y 轴的倾斜值为：

$$I(x,y)_x = \iint_F (\frac{\partial f}{\partial x'}\cos\phi\frac{\partial f}{\partial y'}\sin\phi)dsdt \quad (3\text{-}5)$$

$$I(x,y)_y = \iint_F (\frac{\partial f}{\partial x'}\sin\phi\frac{\partial f}{\partial y'}\cos\phi)dsdt \quad (3\text{-}6)$$

曲率为：

$$K(x,y)_x = \iint_F (\frac{\partial^2 f}{\partial x'^2}\cos^2\phi + \frac{\partial^2 f}{\partial y'^2}\sin^2\phi - \frac{\partial^2 f}{\partial x'\partial y'}\sin^2\phi)dsdt \quad (3\text{-}7)$$

$$K(x,y)_y = \iint_F (\frac{\partial^2 f}{\partial x'^2}\sin^2\phi + \frac{\partial^2 f}{\partial y'^2}\cos^2\phi - \frac{\partial^2 f}{\partial x'\partial y'}\sin^2\phi)dsdt \quad (3\text{-}8)$$

式中：$I(x,y)_x$ ——沿 x 方向倾斜值；

$I(x,y)_y$ ——沿 y 方向倾斜值；

$K(x,y)_x$ ——沿 x 方向曲率值；

$K(x,y)_y$ ——沿 y 方向曲率值；

水平移动公式：

$$U(x,y)_x = \iint_F ((br\frac{\partial f}{\partial x'} + \frac{f}{tg\theta})\cos\phi - br\frac{\partial f}{\partial y'}\sin\phi)dsdt \quad (3\text{-}9)$$

$$U(x,y)_y = \iint_F ((br\frac{\partial f}{\partial x'} + \frac{f}{tg\theta})\sin\phi + br\frac{\partial f}{\partial y'}\cos\phi)dsdt \quad (3\text{-}10)$$

水平变形值为水平移动的一阶导数，其计算公式为：

$$E(x,y)_x = \iint_F \left[(br\frac{\partial^2 f}{\partial x'^2} + \frac{\partial f}{\partial x'}/tg\theta)\cos^2\phi + br\frac{\partial^2 f}{\partial y'^2}\sin^2\phi - (br\frac{\partial^2 f}{\partial x'\partial y'} + \frac{\partial f}{\partial y'}/tg\theta)\sin^2\phi\right]dsdt$$

（3-11）

$$E(x,y)_y = \iint_F \left[(br\frac{\partial^2 f}{\partial x'^2} + \frac{\partial f}{\partial x'}/tg\theta)\cos^2\phi + br\frac{\partial^2 f}{\partial y'^2}\sin^2\phi + (br\frac{\partial^2 f}{\partial x'\partial y'} + \frac{\partial f}{2\partial y'}/tg\theta)\sin^2\phi\right]dsdt$$

（3-12）

式中：$U(x,y)_x$ ——沿 x 轴方向水平移动；

$U(x,y)_y$ ——沿 y 轴方向水平移动；

$E(x,y)_x$ ——沿 x 轴方向水平变形；

$E(x,y)_y$ ——沿 y 轴方向水平变形；

B——水平移动系数。

公式如下：

①最大下沉值：$W_{max}=Mq\cos\alpha$ ……（3-13）

②最大曲率值：$K_{max}=\pm1.52\frac{W\max}{r^2}$ ……（3-14）

③最大倾斜值：$I_{max}=\frac{W\max}{r}$ ……（3-15）

④最大水平移动值：$U_{max}=bW_{max}$ ……（3-16）

⑤最大水平变形值：$\varepsilon_{max}=\pm1.52b\frac{W\max}{r}$ ……（3-17）

⑥影响半径：$r=H/tg\beta$ ……（3-18）

式中：q——下沉系数；

M——煤层开采厚度（m）；

H——煤层埋藏深度（m）；

α——煤层倾角（°）；

b——水平移动系数；

tgβ——主要影响角正切。

计算参数的确定方法如下：

①下沉系数 q

下沉系数主要取决于顶板管理方法、覆岩性质、煤层厚度、煤层埋深及重复采动次数等。但对于缺少实测资料的新建矿井，可采用上覆岩层综合评价系数 P 及地

质、开采技术条件等来确定地表移动计算参数。P 取决于上覆岩层岩性及其厚度，可用下式表示：

式中：mi——上覆岩层 i 分层法线厚度，m；

Qi——上覆岩层 i 分层的岩性评价系数，由表 3-7 可以查得。

结合陈四楼煤矿综合柱状图及上覆岩层情况，经计算得出覆岩综合评价系数 P=0.96。

所以，全部跨落法处理顶板时下沉系数 q 可以由下式得出：

q=0.5(0.9+P) =0.5×(0.9+0.96) =0.93……（3-19）

根据上述计算和分析该井田上覆岩层的实际情况，设计取煤层全采时下沉系数 0.93，重采为 0.95。

②主要影响角正切 tgβ

主要影响角正切为开采工作面深度与主要影响半径之比。该值与上覆岩层的岩性、开采深度及煤层倾角有关。tgβ 值随采深的增加而加大，随煤层倾角的加大而减小，煤层倾角和主要影响角正切的经验公式为：

tgβ=（D-0.0032H）（1-0.0038α）……（3-20）

式中：D—岩性影响系数，其值与岩性综合评价系数 P 有关；

H—采深，m；

α—煤层倾角，（°）。

根据公式计算及以往经验得出 tanβ=2.5，重采 2.8。

③水平移动系数 b

水平移动系数指充分采动条件下，走向主断面上地表的最大水平移动值与最大下沉值之比。开采水平煤层的水平移动系数 b 变化较小，一般 b=0.3，变化范围大致在 0.2～0.4，开采倾斜煤层的水平移动系数 b_c 为：b_c=b（1+0.0086α）……（3-21）

式中：α——煤层倾角，（°）。

本矿山结合以往的水平移动测量数据得出 b=0.29。

④拐点偏距

地表下沉曲线拐点在地表水平线上的投影点，按开采影响传播角作直线和煤层相交，该交点与采空区边界沿煤层方向的距离即为拐点偏距。拐点偏距一般应使用

实测资料确定，所以该矿井正规开采时的拐点偏距参数取 0.03H。

⑤开采影响传播系数

开采影响传播角 θ=90°-Kα，K 为开采影响传播系数，部分矿区的观测值多在 0.4～0.7 之间，参考临近矿区实际观测数据，同时考虑本矿井实际地质和开采情况，本矿井正规开采时开采影响传播系数取 0.6。

综上所述该矿全部垮落法开采时沉陷预测参数见表 3-10。

表3-10 开采沉陷预测参数汇总表

序号	参数	符号	参数值	备注
1	下沉系数	q	0.93	重采0.95
2	主要影响角正切	tanβ	2.3	重采2.5
3	水平移动系数	b	0.29	
4	拐点偏移距	S	0.03H	
5	影响传播角	θ	90-0.6α	α 为煤层倾角(°)

（b）地表变形预计结果

根据煤层开采厚度、采深及有关预计参数，计算出矿井第一时段开采完毕后产生的地表移动变形最大值见表3-11，开采沉陷影响面积约2064.30hm^2，开采地表沉陷及变形等值线图见图3-2～图3-13。

表3-11 开采完毕后地表变形最大值

开采时序	下沉（mm）	倾斜（mm/m）	曲率（10^{-3}/m）	水平移动（mm）	水平变形（mm/m）	沉陷影响面积
第一时段	2169.51	6.91	0.06	841.79	6.06	1297.06
第二时段	2400.36	8.75	0.05	601.83	4.99	559.08
第三时段	2495.16	11.94	0.12	967	6.31	208.16

①由表 3-11 可知，陈四楼煤矿近期五年开采结束后，采空塌陷中心最大下沉值 2169.51mm，最大倾斜值 6.91mm/m，最大曲率 0.06mm/m，最大水平移动值 0.84m，最大水平变形值 6.06mm/m，地面塌陷和变形量较大。使用矿山开采塌陷预计与制图软件（MSPAS）绘制地面塌陷等值线图，第一时段地面塌陷地表移动变形影响范围 1297.06hm^2，第一时段（近期五年）塌陷等值线图见图 3-2、3-3、3-4。

②由表 3-11 可知，陈四楼煤矿第二时段开采结束后，塌陷中心最大下沉值 2400.36mm，最大倾斜值 8.75mm/m，最大曲率 0.05mm/m，最大水平移动值 0.60m，最大水平变形值 4.99mm/m，地面塌陷和变形量较大。使用矿山开采塌陷预计与制图软件（MSPAS）绘制地面塌陷等值线图，第二时段地面塌陷地表移动变形影响范围 559.08hm^2，第二时段塌陷等值线图见图 3-5、3-6、3-7。

③由表 3-11 可知，陈四楼煤矿第三时段开采结束后，塌陷中心最大下沉值2495.16mm，最大倾斜值 11.94mm/m，最大曲率 0.12mm/m，最大水平移动值 0.97m，最大水平变形值 6.31mm/m，地面塌陷和变形量较大。使用矿山开采塌陷预计与制图软件（MSPAS）绘制地面塌陷等值线图，第三时段地面塌陷地表移动变形影响范围 208.16hm^2，第三时段塌陷等值线图见图 3-8、3-9、3-10。

④由表 3-11 可知，陈四楼煤矿 3 个时段开采结束后，采空塌陷中心最大下沉值2495.16mm，最大倾斜值 11.94mm/m，最大曲率 0.12mm/m，最大水平移动值 0.97m，最大水平变形值 6.31mm/m，地面塌陷和变形量较大。使用矿山开采塌陷预计与制图软件（MSPAS）绘制地面塌陷等值线图，3 个时段地面塌陷地表移动变形影响范围 2064.30hm^2，方案服务期结束后塌陷等值线图见图 3-11、3-12、3-13。

（a）地表移动持续时间的预测及地表最大下沉速度

井下开采引起地表发生移动变形，到最终形成稳定的沉陷盆地，这一过程是渐进而相对缓慢的，采煤工作面回采时，上覆岩层移动不会立即波及地表。地表的移动是在工作面推进一定距离后才发生的。随着采煤工作面的推进，在上覆岩层中依次形成冒落带，裂隙带、弯曲下沉带并传递到地表，使地表产生移动变形。

地表移动延续时间：$T= t_1+t_2+t_3$……（3-22）

式中：t_1 - - -移动初始期时间；

t_2 - - -移动活跃期时间；

t_3 - - -移动衰退期时间；

在无实测资料的情况下，地表移动的延续时间（T）可根据下式计算：

T=2.5×H（d）……（3-23）

式中：H——工作面平均采深（m）；

根据上述公式，计算求得各时段地表移动延续的时间见表 3-12。

表3-12 各时段开采时地表移动最大延续时间

序号	时段	地表移动最大延续时间（月）
1	第一时段	66
2	第二时段	61
3	第三时段	75

基本稳沉时间=最大延续时间×0.7=75×0.7=52.5，即 4.4 年。

图3-2 第一时段（近期五年）开采后地表沉陷等值线图

图3-3 第一时段（近期五年）开采后地表倾斜变形等值线图

图3-4 第一时段（近期五年）开采后地表水平变形等值线图

图3-5 第二时段开采后地表沉陷等值线图

图3-6 第二时段开采后地表倾斜变形等值线图

图3-7 第二时段开采后地表水平变形等值线图

图3-8 第三时段开采后地表沉陷等值线图

图3-9 第三时段开采后地表倾斜变形等值线图

图3-10 第三时段开采后地表水平变形等值线图

图3-11 方案服务期结束后地表下沉等值线图

图3-12 方案服务期结束后地表倾斜变形等值线图

图3-13 方案服务期结束后地表水平变形等值线图

（2）煤矿开采引发地面塌陷、地裂缝灾害危险性预测评估

①5 年内地表变形引发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。本矿方案前五年预测地面塌陷区面积 1297.06hm^2，塌陷范围边界平行于工作面推进方向会形成地裂缝，工程建设位于地面塌陷及伴生地裂缝影响范围内，引发地面塌陷及伴生地裂缝的可能性大。

根据前述计算，本矿方案前五年预测塌陷中心最大下沉值 2169mm，最大倾斜值 6.91mm/m，最大曲率 0.06mm/m，最大水平移动值 0.84m，最大水平变形值 6.06mm/m，地面塌陷和变形量较大。最大倾斜值 6.91mm/m，大于 6mm/m；最大水平变形值 6.06mm/m，大于 4mm/m；预测方案服务期二$_2$煤层开采后，塌陷范围边界平行于工作面推进方向会形成地裂缝，根据《地质灾害危险性评估规范》（DZ/T 0286-2015）附录 D 表 D.8，地面塌陷及伴生地裂缝发育程度强。

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。经统计，5 年开采期结束后，预测塌陷范围内有 26 个自然村，受地面塌陷危害 1535 人、12509 亩耕地、9893 间房屋，5 年开采期内村村通公路及农耕路为主，矿区自用铁路及进场公路均设有保安煤柱，地面塌陷对主要道路影响较小。预测直接经济损失将达 9083 万元。根据《地质灾害危险性评估规范》（DZ/T0286-2015）表 2 可知，其危害程度大。

②全井田地表变形引发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。方案服务期开采结束后预测地面塌陷区面积 2064.30hm^2，塌陷范围边界平行于工作面推进方向会形成地裂缝，工程建设位于地面塌陷及伴生地裂缝影响范围内，引发地面塌陷及伴生地裂缝的可能性大。

根据前述计算，方案服务期开采结束后预测地面塌陷中心最大下沉值 2495mm，地面塌陷和变形量较大。另外，开采后最大倾斜值 11.94mm/m，大于 6mm/m；最大水平变形值 6.31mm/m，大于 4mm/m；地表将新增地裂缝灾害。预

测方案服务期二$_2$煤层开采后，塌陷范围边界平行于工作面推进方向会形成地裂缝，根据《地质灾害危险性评估规范》（DZ/T 0286-2015）附录 D 表 D.8，地面塌陷及伴生地裂缝发育程度强。

根据本次地质环境调查对井田范围内村庄及其它社会经济数据的统计，方案服务期开采结束后，井田范围内将有耕地 18640 亩、房屋 14156 间遭受不同程度损坏，可能直接经济损失将达 27292 万元。根据《地质灾害危险性评估规范》（DZ/T0286-2015）表 2 可知，其危害程度大。

综上所述，本方案前五年及方案服务期结束后引发地面塌陷及伴生地裂缝地质灾害的可能性大，影响到 41 个自然村、受地面塌陷危害 2434 人、14156 间房屋，耕地 18640 亩，地表河流主要为季节性沟渠韩沟及小白河，开采后将造成部分河道地段变形，影响长度分别为 4.4km、1.2km，可能造成直接经济损毁达 27292 万元，受威胁人数大于 100 人，危害程度大，地面塌陷发育程度强，由表 3-13 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。**

表 3-13 地面塌陷及伴生地裂缝危险性预测评估分级表

工程建设引发或加剧地面塌陷发生的可能性	危害程度	发育程度	危险性等级
工程建设位于采空区及地面塌陷影响范围内，引发或加剧地面塌陷的可能性大	**大**	**强**	**大**
		中等	大
		弱	大
工程建设位于采空区范围内，引发或加剧地面塌陷的可能性中等	中等	强	大
		中等	中等
		弱	中等
工程建设临近采空区及其影响范围，引发或加剧地面塌陷的可能性小	小	强	中等
		中等	中等
		弱	小

（3）工业场地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、滑坡地质灾害。陈四楼煤矿属于生产矿山，工业场地包括工业广场、各风井场地和矿山道路，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，工业广场东北角设置有矿山矸石堆场，目前矸石堆表面为砼结构，后期矸石堆场的矸石运至工业广场西北侧的砖厂，用作制矸石砖的原料，故工业场地引发崩塌、滑坡可能性小，不会造成经济损失，不会对工矿人员造成威胁。根据《地质灾害危险性评估规范》（DZ/T

0286-2015）表 4、表 5 可知，**工业场地引发崩塌、滑坡的危险性小。**

（4）煤矿开采加剧地面塌陷、地裂缝灾害危险性预测评估

将预测塌陷区、已塌陷区和压占区进行叠加得到，重复塌陷面积共 169.60hm^2，后期矿山开采将会加剧已发生地面塌陷的危险性，加剧地面塌陷、地裂缝灾地质灾害的可能性大。

经统计，重复塌陷区耕地 1706 亩，房屋 1056 间将遭受不同程度损坏，可能直接经济损失将达 1052 万元。根据《地质灾害危险性评估规范》（DZ/T0286-2015）表 2 可知，其危害程度打。因此，**陈四楼煤矿未来采矿活动加剧地面塌陷灾害的危险性大。**

（5）评估区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（包括工业广场和风井场地）周围布置有保护煤柱，工业广场和风井场地，在按开采方案预留保安煤柱的前提下，工业广场和风井场地位于地面塌陷、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。**故工业场地遭受地面塌陷、地裂缝地质灾害危险性小。**

②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2.17m，地表移动变形影响范围为1297.06hm^2，对比表3-14，方案服务期前5年开采后受采动损害影响程度见表3-15，由表可知，范围内26个自然村，1535户共计6305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。

表 3-14 砖混结构建（构）筑物损坏等级表

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

表 3-15 采动对建筑物影响程度一览表

序号		地点	户数	人口（人）	破坏等级
1		韩庄	79	395	Ⅲ
2		高井	56	224	Ⅱ
3		高平房村	113	565	Ⅱ
4		小陈庄	87	261	Ⅲ
5		高六湾	24	120	Ⅲ
6		李小庄	36	180	Ⅲ
7		高五园	94	376	Ⅲ
8		李大庄	87	348	Ⅳ
9		高新庄村	116	464	Ⅲ
10		屈庄埠	23	92	Ⅲ
11		胡楼	78	312	Ⅳ
12		陈庄	56	224	Ⅳ
13		瓦房村	41	164	Ⅲ
14		代井村	23	92	Ⅱ
15		刘庄	74	296	Ⅳ
16		周庄	67	268	Ⅲ
17		罗楼	56	224	Ⅲ
18		张小庄	33	132	Ⅲ
19		刘庄	48	192	Ⅳ
20		邱黄庄	46	184	Ⅳ
21		崔庄	56	224	Ⅲ
22		代楼	43	172	Ⅲ
23		李庄村	44	176	Ⅲ
24		王庄	56	224	Ⅳ
25		北郝村	23	92	Ⅳ
26		练老家	76	304	Ⅲ

5年内受影响村庄房屋总计			**1535**	**6305**	
1	5年后	李庄村	34	170	III
2		马古同村	56	280	Ⅳ
3		高庄	48	240	III
4		赵化子庙	89	445	Ⅳ
5		李庄	34	170	Ⅳ
6		陈庄	73	365	III
7		前陈双楼	34	170	III
8		陈小楼	83	415	III
9		后双楼	43	215	III
10		姚路口	87	435	III
11		周庄	136	680	III
12		陈四楼	108	540	III
13		郑庄	32	160	Ⅳ
14		余庙村	29	145	Ⅳ
15		李庄	13	65	I
方案服务期受影响村庄房屋总计			**2434**	**10800**	

方案服务期内预测塌陷最大下沉深度为2.5m，地表移动变形影响范围为2064.30hm^2。位于塌陷范围内41个自然村，2434户共计10800人的生命财产安全受到威胁（见表3-15）。方案服务期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。**

③评估区道路、输电线路等公共设施遭受地质灾害危险性预测评估

方案服务期预测塌陷区范围内道路多为农村道路，采空区地面塌陷引发的地表塌陷变形和地裂缝，可能造成道路不均匀塌陷或错断，电杆倾斜或歪倒，从而影响当地群众通行、用电安全。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、输电线路等公共设施遭受地质灾害危险性小。**

3、评估结论

方案服务期前 5 年开采后形成地面塌陷面积 1297.06hm^2，方案服务期终了形成地面塌陷面积 2064.30hm^2，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；加剧地面塌陷和地裂缝危险性为大；工业广场、风井场地遭受地面塌陷和地裂缝可能性小，危险性为小；预测塌陷区村庄遭受地面塌陷和地裂缝可能性大，危险性大；道路、输电线路等公共设施遭受地质灾害危险性小。

（三）矿区含水层破坏现状分析与预测

对含水层破坏现状分析主要基于本次地下水现状调查、矿方提供的长期观测资料及基础水文地质数据进行。分析内容主要有含水层结构破坏、水位下降、水量减少、水质恶化、饮水安全等方面。

一）含水层破坏现状分析

1、覆岩移动变形三带高度计算

覆岩移动变形对含水层的影响主要受垮落带、导水裂隙带控制，根据《建筑物、水体、铁路及主要井巷煤柱留设与压煤开采规程》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：

$$H_{\mathrm{m}}=\frac{100\sum M}{4.7\sum M+19}+2.2 \qquad (3\text{-}12)$$

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：

$$H_{\mathrm{Li}}=\frac{100\sum M}{1.6\sum M+3.6}+5.6 \qquad (3\text{-}13)$$

式中：H_{Li}：导水裂隙带高度（m）

③ 防水煤岩柱高度计算公式：

$$H_{sh}=H_{Li}+H_b \qquad (3\text{-}14)$$

式中：H_{sh}：防水煤岩柱高度（m）

H_{Li}：导水裂隙带高度（m）

H_b：保护层厚度（m）

陈四楼煤矿现开采二$_2$煤层，已回采结束采区为南 1、南 3、南 7 采区，对各开采煤层的三带高度计算结果见下表 3-16。

表3-16　已开采区导水裂隙带、垮落带及防水煤岩柱高度计算统计表

煤层	采区	参数	累计开采厚度（m）	垮落带高度（m）	导水裂隙带高度（m）	保护层厚度（m）	防水煤岩柱高度(m)
二$_2$煤	南 1	最大	3.79	12.50	44.82	11.37	56.19
		最小	0.80	5.71	21.99	2.40	24.39

煤层	采区	参数	累计开采厚度（m）	垮落带高度（m）	导水裂隙带高度（m）	保护层厚度（m）	防水煤岩柱高度(m)
		平均	2.40	10.13	37.86	7.20	45.06
	南 3	最大	3.04	11.33	41.52	9.12	50.64
		最小	1.17	6.99	26.98	3.51	30.49
		平均	2.38	10.08	32.13	7.14	39.27
	南 7	最大	3.85	12.58	45.05	11.55	56.60
		最小	0.85	5.90	22.74	2.55	25.29
		平均	2.45	8.03	32.58	7.35	39.93
二$_2$煤平均			2.43				

2、含水层结构破坏分析

根据上表计算，至 2017 年底，评估区内二$_2$煤层形成垮落带高度 5.71～12.85m，平均 9.53m。

由前述地层和煤层资料可知，已开采区二$_2$煤层所在的二叠系下统山西组（P_1sh）厚度 89.94～131.78m，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 0.80～3.85m，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 5.71～12.85m，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。

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。

4、对地下水水质的影响

第四系孔隙地下水是评估区内居民主要生活生产水源，第四系孔隙水与煤系地层内各含水层水力联系弱，煤矿开采对第四系孔隙水水质影响较轻。陈四楼煤矿建有完善的污水处理设施，对矿井下排水和生活污水均进行了净化处理，处理后的中水可达到地表水III类标准，现状煤矿污废水排放对地下水水质的影响较小。

分别在马古同、李古同、高平房村取浅层孔隙地下水水质全分析样各 3 件，选取 pH 值、总硬度、溶解性总固体(TDS)、铁(Fe^{3+})、硫酸盐(SO_4^{2-})、氯化物(Cl^-)、硝酸盐(NO^{3-})、亚硝酸盐(NO^{2-})、氨氮(NH_3-N)、氟化物(F^-)等共 10 项常量元素指标进行评价。水质分析结果见表 3-17。

表3-17 地下水水质评价取样点分析项目一览表

取样位置	分析项目									
	PH值	Fe^{3+} (mg/L)	NH_4^+ (mg/L)	Cl^- (mg/L)	SO_4^{2-} (mg/L)	F^- (mg/L)	NO_2^- (mg/L)	NO_3^- (mg/L)	TDS (mg/L)	总硬度 (mg/L)
马古同	7.71	<0.01	0.040	16.07	30.07	0.95	0.062	6.58	453	340.2
李古同	7.80	<0.01	0.16	36.43	31.46	0.62	<0.002	14.10	519	358.0
高平房村	7.48	<0.01	<0.02	33.68	121.7	0.68	<0.002	5.2	535	417.04

本次工作评价方法与步骤如下：

根据《地下水质量标准》（GB/T14848 -93），运用综合评价法对地下水质量进行评价。

①首先进行各单项组分评价，按地下水质量分类指标，划分组分所属质量类别，不同类别标准相同时，从优不从劣，按表 3-18 分别确定单项组分评价分值 Fi。

表3-18 各类别评价分值表

类别	Ⅰ	Ⅱ	Ⅲ	Ⅳ	Ⅴ
Fi	0	1	3	6	10

②按下列公式计算综合评价分值F

$$\overline{F} = \frac{1}{n}\sum_{i=1}^{n} F_i$$

$$F = \sqrt{\frac{\overline{F}^2 + F_{max}^2}{2}} \qquad (3\text{-}23)$$

式中：F——为各单项组分评分值Fi的平均值；

Fmax——单项组分评价值Fi中的最大值；n—项数。

③根据计算的F值，按表3-19规定划分地下水质量级别，评价结果见表3-20。

表3-19 地下水质量级别表

地下水质量级别	Ⅰ	Ⅱ	Ⅲ	Ⅳ	Ⅴ
综合评价质量级别	优良	良好	较好	较差	极差
综合评价分值（F）	<0.8	0.8～2.5	2.5～4.25	4.25～7.20	>7.20

从表 3-18 中可以看出，二个取样点水质状况良好，水质符合《地下水质量标准》（GB/T14848 -93）Ⅲ类标准，地下水环境质量综合评价结果为良好（Ⅱ），说明陈四楼煤矿开采对区内浅层孔隙地下水水质影响较轻。

表3-20 矿区浅层孔隙地下水环境质量现状评价结果表

检测项目	单位	地下水Ⅲ类标准	检测结果		
			马古同	李古同	高平房村
pH		6.5-8.5	7.71	7.8	7.48
Fe^{3+}	mg/L	≤0.3	<0.01	<0.01	<0.01
NH^{4+}	mg/L	≤0.2	0.04	0.16	<0.02
Cl^-	mg/L	≤250	16.07	36.43	33.68
SO_4^{2-}	mg/L	≤250	30.07	31.46	121.7
F^-	mg/L	≤1.0	0.9	0.62	0.68
NO_2^-	mg/L	≤0.02	0.062	<0.002	<0.002
NO_3^-	mg/L	≤20	6.58	14.1	5.2
TDS	mg/L	≤1000	453	519	535
总硬度 mg/L		≤450	340.2	358	417.04
综合评价分值 F			2.44	2.34	2.34

二）含水层破坏预测评估

本井田区主要含水层组有第四系孔隙水第一、二、三含水层（组）、二煤层顶底板砂岩裂隙含水层（段）、太原组三灰岩溶裂隙含水层、十下灰岩溶裂隙含水层和奥陶系灰岩岩溶裂隙含水层等。其中具供水意义的含水层为第四系孔隙水，第一、二、三含水层（组）和奥陶系灰岩岩溶裂隙含水层。

1、对含水层结构破坏预测评估

矿山开采是否对开采矿层之上的含水层结构造成破坏，主要取决于地下矿层采空后，覆岩破坏的导水裂缝带高度是否能达到上部含水层。地下采空区放顶后，在开采矿层之上将形成变形程度不同的三个带，即垮落带、导水裂缝带、弯曲带。垮落带是指采矿工作面放顶后引起的直接垮落破坏带。导水裂缝带是指垮落带之上，大量出现的切层、离层和断裂隙或裂隙发育带。弯曲带是指导水裂缝带以上至地表的整个范围内岩体发生弯曲下沉的整体变形和沉降移动区。垮落带和导水裂缝带统称冒裂带，该带能透水；弯曲带一般不具备导水能力。因此，冒裂带的高度决定矿层开采后是否影响到上部含水层。（图 3-14）

根据前述覆岩移动三带变形高度计算公式，通过计算全井田开采后导水裂隙带、垮落带及防水煤岩柱高度来预测含水层结构破坏情况。

在表 3-15 中，已经对已开采结束的南 1、南 3、南 7 采区二$_2$煤开采后的三带高度进行了计算；表 3-21 中对二$_2$煤其它采区开采形成垮落带高度进行计算。

1、垮落带2、导水裂缝带3、弯曲带

图3-14 上覆岩层移动、变形和破坏分带示意图

表3-21 导水裂隙带、垮落带及防水煤岩柱高度计算统计表

煤层	采区	参数	累计开采厚度（m）	垮落带高度（m）	导水裂隙带高度（m）	保护层厚度（m）	防水煤岩柱高度(m)
二$_2$煤	北 2	最大	3.60	12.22	44.06	10.80	54.86
		最小	1.27	7.29	28.15	3.81	31.96
		平均	2.23	9.76	36.71	6.69	43.40
	北 4	最大	3.55	12.13	43.85	10.65	54.50
		最小	2.12	9.51	35.92	6.36	42.28
		平均	2.58	10.48	38.99	7.74	46.73
	北 6	最大	3.21	9.90	42.34	9.63	51.97
		最小	1.57	8.14	31.29	4.71	36.00
		平均	2.26	9.82	36.92	6.78	43.70
	北 8	最大	2.00	9.23	35.01	6.00	41.01
		最小	0.87	5.97	23.02	2.61	25.63
		平均	1.49	7.92	30.50	4.47	34.97
	北 10	最大	2.97	11.21	41.16	8.91	50.07
		最小	0.80	5.71	21.99	2.40	24.39
		平均	2.16	9.61	30.61	6.48	37.09
	北 12	最大	3.03	11.31	41.47	9.09	50.56
		最小	1.45	7.82	30.09	4.35	34.44
		平均	2.19	9.68	36.43	6.57	43.00
	北 14	最大	1.50	7.95	30.60	4.50	35.10
		最小	0.80	5.71	21.99	2.40	24.39
		平均	1.13	6.84	26.49	3.39	29.88
	北 16	最大	1.82	8.80	33.55	5.46	39.01
		最小	0.80	5.71	21.99	2.40	24.39
		平均	1.25	7.22	27.92	3.75	31.67
	北 18	最大	2.55	10.41	38.80	7.65	46.45
		最小	1.08	6.68	25.87	3.24	29.11
		平均	1.94	9.09	34.54	5.82	40.36
	北 20	最大	3.15	11.50	42.06	9.45	51.51
		最小	1.20	7.07	27.34	3.60	30.94
		平均	2.39	10.09	37.79	7.17	44.96

煤层	采区	参数	累计开采厚度（m）	垮落带高度（m）	导水裂隙带高度（m）	保护层厚度（m）	防水煤岩柱高度(m)
	北 22	最大	3.27	11.70	42.62	9.81	52.43
		最小	1.16	6.94	26.86	3.48	30.34
		平均	2.03	9.30	35.24	6.09	41.33
	南 5	最大	2.68	10.68	39.58	8.04	47.62
		最小	1.20	7.07	27.34	3.60	40.94
		平均	2.02	9.29	35.17	6.06	41.23
	南 9	最大	3.80	12.49	44.86	11.40	56.26
		最小	1.56	8.12	31.19	4.68	35.87
		平均	2.24	9.77	36.78	6.72	43.50
	南 11	最大	3.40	11.92	43.21	10.20	53.41
		最小	1.54	8.07	30.99	4.62	35.61
		平均	2.37	10.06	37.66	7.11	44.77
二$_2$煤	南 13	最大	2.56	10.45	38.86	7.68	46.54
		最小	0.80	5.71	21.99	2.40	24.39
		平均	1.95	9.12	34.62	5.85	40.47
	南 15	最大	2.85	10.98	40.53	8.55	49.08
		最小	1.09	6.71	26.00	3.27	29.27
		平均	2.22	9.73	36.64	6.66	43.30
	南 17	最大	2.69	10.69	39.63	8.07	47.70
		最小	1.37	7.58	29.25	4.11	33.36
		平均	1.99	9.21	34.93	5.97	40.90
	南 19	最大	2.41	10.13	37.92	7.23	45.15
		最小	0.96	6.28	24.29	2.88	27.17
		平均	1.51	7.98	30.70	4.53	35.23
二$_2$煤平均			2.00	9.17	34.37	5.99	40.36

据前表 3-14、3-19 计算，全井田开采结束后，二$_2$煤层形成垮落带高度 5.71～12.49m，平均 9.17m。由前述地层资料可知，二$_2$煤层位于二叠系下统山西组（P_1sh）中部，距最近的 K4 含水层 25～50m，远低于垮落带高度数据，可确定 K4 含水层结构未受到破坏。

2、对含水层水位影响预测评估

对照矿区地层综合柱状图，二叠系下统山西组地层厚 89.94～131.78m，平均厚 105.47m，评估区煤层开采后二$_2$煤层导水裂隙带高度 21.99～44.06m，平均 40.09m，而二$_2$煤上距 K4 含水层 25～50m，平均 35.45m，开采势必对 K4 含水层水位产生影响。

根据陈四楼煤矿水文类型划分报告，矿山未来开采煤层顶板砂岩涌水量 96m^3/h，日疏干量为 1873m^3，据陈四楼煤矿对 K4 含水层监测数据，该含水层最低水位由 2008 年的+20m 至 2016 年的-198.66m，年平均下降速率 21.2m，据此推算，方案适用期结束后，最低水位高程将达到-234.61m，因此矿坑排水对煤层顶板砂岩含水层水位影响严重。矿山未来开采底板砂岩涌水量为 50m^3/h，日疏干量为 1200m^3，因此矿坑排水对煤层底板砂岩含水层水位影响严重。

3、对地下水水质的影响

（1）矿山废水对地下水水质影响预测

陈四楼煤矿废水主要为矿坑排水及工业广场生活污水。针对矿坑水，在井下建有矿坑水处理站，对于生活污水，在工业广场东北部建有污水处理站。矿井排水、生活污水经处理后均能达到地表水Ⅲ类水标准，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，多余部分外排至工业广场西部的排水沟。根据2010年5月对污水排放口综合污水水质检测结果（见表3-22），PH值8.0、悬浮物含量<8mg/l、化学需氧量<10mg/l、五日生化需氧量2.2mg/l、硫化物0.012mg/l，水质完全满足《污水综合排放标准》（GB8978-2015）一级标准限值和《煤炭工业污染物排放标准》（GB20426－2006）标准限值，因此，预测评估矿山排水对区内地下水水质的影响较轻。

表3-22 陈四楼煤矿矿井水处理后监测结果表

监测项目	PH	悬浮物（mg/l）	CODcr（mg/l）	BOD_5（mg/l）	SS（mg/l）
监测结果	8.0	<8	<10	2.2	0.012
GB8978-2015一级标准	6-9	70	100	20	1.0
GB20426-2006标准	6-9	50	50	20	1.0

（2）矿山固体废物排放对地下水水质影响预测

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。根据陈四楼煤矿矸石、灰渣浸出分析试验结果表 3-22 可知，在矸石、灰渣浸出液中，有毒有害元素的含量均很低，矸石浸出液中各种有害物质含量均低于《危险废物鉴别标准-浸出毒性鉴别》（GB5085.3-2007）标准的限值要求，因此矸石淋溶水下渗进入地下水体不会对地下水构成污染。一般情况下，矸石堆场不会有雨水渗出，矸石淋溶水对地下水水质的影响很小。

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质影响程度较轻。

（四）矿区地形地貌景观破坏现状评估与预测

1、地形地貌景观破坏现状评估

评估区处于黄淮冲积平原区，矿区周边原为农田或村庄居住地，无风景名胜区、自然保护区和其它地形地貌景观和地质遗迹分布。陈四楼煤矿矿业生产活动对地形地貌景观的影响主要表现为地面塌陷对地形地貌景观的影响。由于前期煤炭开采造成地面塌陷 15.52km^2，改变了原来的陆地平原地貌景观，变为缓平坡地微地貌景观。其中塌陷深度大于 2.0m 的区域有季节性积水，地貌变化最大，影响和破坏程度严重，面积约 0.72km^2。塌陷深度 1.0m-2.0m 的区域由原来的平坦地形变为低洼的缓坡地，对原生的地形地貌景观影响和破坏程度较大，影响程度为较严重，面积约 2.77km^2。其余地段对原生的地形地貌景观影响为较轻，面积约 12.03km^2。

2、地形地貌景观影响预测评估

本矿区无重要地质地貌景观保护区和地质遗迹、人文景观分布区。本矿山开采后，可能对地形地貌景观、地质遗迹、人文景观等产生影响的主要因素有两方面，一是地面塌陷，二是煤矸石堆存。

今后矿山生产对矿层的开采不断加大，形成采空区的面积将不断扩大，地面塌陷的范围也将不断扩大，地表下沉造成原生的地形地貌发生了改变。根据地表变形预测结果，矿井二煤全部开采完毕后地表最大下沉值 2495.16mm，下沉面积 20.64km^2，最大倾斜值为 11.94mm/m，最大曲率值为 0.12×10^{-3}/m，最大水平变形值为 6.31mm/m，最大水平移动值为 967mm。该区域浅层地下水多年水位埋深在 1.5-3.5 之间，最高水位埋深按 1.5m 考虑。

预测在矿井主巷道东、西两侧地面塌陷深度大于 2.0m 的区域会形成季节性积水地貌景观，地貌类型由平地变为积水洼地，因此预测评估该区域地形地貌景观影响程度为严重，总面积约 1.57km^2；工业广场、矸石碓堆放场、洗煤场、矿区道路、铁路专用线、南风井、北风井区改变了原有地形地貌，对地形地貌景观影响严重，总面积约 48.595km^2。预测在韩庄村、代井楼、赵化子庙、李大庄、胡楼、赵小庄、崔庄、代楼、郑庄附近，下沉值在 1.0-2.0m 之间的区域，矿山开采后地形起伏变化较大，由原来的平地变为低洼的缓坡地，但仍保持陆地地貌景观，面积约 4.87km^2。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，不会积水。其它未受地面塌陷影响的区域仍保持原始地形地貌形态，因此预测评估开采对该区域地形地貌景观影响为较轻，面积约 14.21km^2。

矿井投产后，地面不设置永久性煤矸石山，矸石能得到及时充分的综合利用，主要用于生产煤矸石砖。因此，预测评估煤矸石堆存对区内地形地貌景观的影响较轻。

（五）矿区水土环境污染现状评估与预测

1、水土污染现状评估

陈四楼矿现有煤矸石临时堆放场一处，位于工业广场东侧，面积 12.48hm^2，占地类型为采矿用地、耕地。矸石主要是页岩、泥岩和砂岩，发热量较低。为了防止煤矸石在大风天气扬尘污染环境，在煤矸石运送至地面向煤矸石山翻倒前喷洒清水。

露天堆放的矸石经降雨淋溶后，可溶解性元素随雨水迁移进入水体，可能会对水环境产生一定的影响，其影响程度取决于淋溶液中污染物的排放情况及所在地的环境性质。矿山于 2016 年 4 月对煤矸石回填张大庄村塌陷区取样进行了浸出毒性鉴别实验。实验结果见表 3-24 及附件 10。

从表 3-23 数据分析，煤矸石浸出液中各项指标均满足《危险废物鉴别标准-浸出毒性鉴别》（GB 5085.3-2007）标准的要求，表明该煤矸石不属危险废物。矸石淋溶水量较小，只会影响矸石堆场小范围的土壤透气性和透水性。因此矸石淋溶水对土壤资源的影响较轻。

表3-23 煤矸石浸出毒性鉴别结果一览表

项目	平行样 1 (XY048)	平行样 2 (XY050)	平行样 3 (XY027)	平行样 4 (XY054)	平行样 5 (XY028)	浸出液中危害成分浓度限值
pH	7	7.37	7.58	7.23	7.85	
Cu	0.01	0.01	<0.01	0.01	<0.01	100
Zn	＜0.01	＜0.01	<0.01	＜0.01	<0.01	100
Cd	＜0.0005	＜0.0005	<0.0001	＜0.0005	<0.0001	
Pb	＜0.0025	＜0.0025	<0.001	＜0.0025	<0.001	5
Cr^{6+}	＜0.004	＜0.004	<0.01	＜0.004	<0.01	5
Ni			<0.001		<0.001	5
F^-	1.04	1.82	0.86	0.9	1.07	100
As	0.001	＜0.0001	0.0003	＜0.0001	0.0005	5
Hg	0.0003	0.0002	0.00004	0.0002	0.00002	0.1

本次治理方案编制工作期间，对煤矸石回填张大庄塌陷区、拟塌陷区共采取土壤样7个，并对其镉、汞、砷、铜、铅、铬、锌、镍等指标进行评价，根据《中

华人民共和国土壤环境质量标准》（GB15618-1995），除煤矸石临时堆放场附近镍元素稍高一些（Ⅲ级），其他土样均符合I级土壤环境质量标准（表3-23）。矿山生产对水土环境污染情况较轻。

表3-24 土壤质量评价取样点分析项目一览表

监测项目		ω(Cr) 10^{-6}	ω(Cd) 10^{-6}	ω(Cu) 10^{-6}	ω(Ni) 10^{-6}	ω(Pb) 10^{-6}	ω(Zn) 10^{-6}	ω(As) 10^{-6}	ω(Hg) 10^{-6}
Ⅰ级质量标准		90	0.2	35	40	35	100	15	150
Ⅱ级质量标准		250	0.3	50	40	250	200	30	300
监测结果	李香庄村(TY121)	71.5	0.15	29.3	35	24.3	71.4	12.9	0.08
	代井村(TY123)	54.2	0.1	22.2	26.9	21.2	62.3	10.1	0.07
	张大庄(TY134-1)	64.4	0.11	25.3	40.3	22	59.3	10.5	0.03
	张大庄(TY151-1)	52.1	0.2	23	23.7	27.6	53.9	10.2	0.11
	高柿园村(TY164)	57.7	0.1	22.8	35.2	19.3	55	10.2	0.05
	郝楼村(TY163)	53.6	0.14	21.2	24.9	18.3	49.9	8.15	0.07
	练楼村(TY199-1)	64.2	0.09	24.3	36.3	19.2	55.7	7.82	0.04

2、水土污染预测评估

陈四楼煤矿已开采20年，矿山生产对水土污染现状较轻，矿山下一步开采与当前开采方式相同，未引入新的污染源；矿山生产的煤矸石及时外运，不长期积存；煤矸石临时堆放场地面已硬化，不利于淋滤液的下渗。预测评估矿山生产对水土污染影响较轻。

小结

矿山地质环境现状评价：地面塌陷及伴生地裂缝地质灾害危险性大。矿山开采对含水层破坏影响较轻。塌陷深度1.0m以下的区域，矿山开采对地形地貌景观破坏影响较轻，面积约12.03km^2；塌陷深度1.0m-2.0m的区域，矿山开采对地形地貌景观破坏影响较严重，面积约2.77km^2；塌陷深度2.0m以上的区域，矿山开采对地形地貌景观破坏影响严重，面积约0.72km^2；工业场地压占的范围对地形地貌景观破坏影响严重，总面积0.49km^2。矿山开采对水土污染影响较轻。

矿山地质环境预测评价：地面塌陷及伴生地裂缝地质灾害危险性大。矿山开采对含水层破坏影响较轻。塌陷深度1.0m以下的区域，矿山开采对地形地貌景观破坏影响较轻，面积约14.21km^2；塌陷深度1.0m～2.0m的区域，矿山开采对地形地貌景观破坏影响较严重，面积约4.87km^2；塌陷深度2.0m以上的区域，矿山开采对地形地貌景观破坏影响严重，总面积约1.57km^2；工业场地压占的范围对地形地貌景观破坏影响严重，总面积0.49km^2。矿山开采对水土污染影响较轻。

三 矿山土地损毁预测与评估

（一）土地损毁环节与时序

1、损毁土地的环节

本矿为生产矿山，采用走向长壁式采煤方法，综放开采工艺，全部垮落法管理顶板，此种开采方法会使采空区上方地表产生塌陷。生产工艺流程图见图 3-15。

图3-15 生产工艺流程图

（1）煤炭井下开采会出现地表移动变形、塌陷，造成表土层松动，损毁植物的生存环境；塌陷还加大了地表坡度，局部季节性积水使原有土地功能改变，如果不加治理容易加剧水土流失，侵蚀加剧。

（2）矿山生产过程中产生的固体废物包括煤矸石、生活垃圾、锅炉灰渣，如果不能及时处理的话，将会压占一定数量的土地。

（3）矿井水及生活污水的外排会对项目周边的地表水产生影响，如果未达标排放的话，会污染地表水，进而污染项目周边的土壤，对农业生产造成较大影响。

2、损毁土地的时序及方式

（1）土地损毁时序

根据矿方工作面接续计划，采矿证到期前主要开采二煤层，按开采时间结合开采区域划分开采时段，分别按照前 5 年、6 年、6 年划分为三个开采时段，即

第一时段（近期五年），约 2018 年 1 月～2022 年 12 月开采；第二时段，约 2023 年 1 月～2028 年 12 月开采;第三时段,约 2029 年 1 月～2034 年 7 月 31 日开采。三煤层剩余工作面开采将在本方案服务期后生产。

（2）土地损毁方式

陈四楼煤矿在建设和生产过程中对土地的主要损毁方式为塌陷、压占（见表 3-25）。

表3-25 项目区土地损毁方式一览表

损毁方式	特征	产生原因	损毁环节	范围	危害
下沉盆地	沉陷区域、坡地，季节或常年性积水	地下物采空，地表连续变形	井下开采	采空区上方	降低甚至丧失土地生产力，水土资源流失，农田减产甚至绝产，建筑物或道路遭损毁
压占	成片	工程建设	基础建设	工业广场矸石堆积场	改变土地用途

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）已损毁各类土地现状

1、已损毁土地情况

本项目对土地造成的损毁主要是由于开采地下煤层产生的采空塌陷对土地造成的塌陷损毁，以及井口场地及配套设施压占土地造成的损毁。

（1）已塌陷损毁土地概况

陈四楼煤矿始建于 1990 年 7 月 26 日，1997 年 11 月 6 日建成投产，至今已经开采 20 余年。矿山设计开采二 $_2$、三 $_1$、三 $_2^2$、三 $_4$ 和三 $_5$ 共 5 层煤。现开采二 $_2$ 层煤。采空塌陷是地下采矿造成一定范围的采空区，使上方岩土体失去支撑，向下陷落，形成采空塌陷的一种地质现象。地裂缝是与采空塌陷相伴生，在地面形成一定长度和宽度裂缝的一种地质现象。在以往开采过程中发生过采空塌陷，塌陷最大深度为 2.35m。

根据实际勘测结果，圈定了已塌陷损毁的范围面积 1715.69hm^2。其中已塌

陷区Ⅰ面积491.54hm^2，已塌陷区Ⅱ面积468.35hm^2，已塌陷区Ⅲ面积755.80hm^2。

由采空塌陷对土地造成的塌陷损毁使地表形成了一些相对的坡地、洼地，造成许多地方土壤养分短缺，影响了农作物的生长，导致耕地减产。陈四楼煤矿在以往开采过程中发生过采空塌陷，塌陷最大深度为2.35m，未形成塌陷积水区。

图3-16 项目区耕地现状

图3-17 项目区道路损毁情况

陈四楼煤矿生产运营对道路的损毁主要是塌陷导致的地面变形使道路发生损毁。根据现场勘查结果，现项目区内原有硬化路出现路面下沉、路面裂缝等现象；项目区内生产路多为土路，采煤塌陷后道路凹凸不平，特别是下雨天，道路更加泥泞难行，影响了其使用功能。

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。

（2）已压占损毁情况

陈四楼煤矿属生产矿山，根据实际调查结果，项目区内压占损毁主要由工业场地、洗煤车间、矸石堆场、北风井、南风井、运输公路和运煤专用铁路，压占损毁土地共51.40hm^2。

①工业广场

陈四楼煤矿工业广场，占地面积共22.42hm^2，由于矿山基建较早，表土未进行剥离。所损毁的土地均被压实，由于房屋构筑物、主、副井等建筑物的基建，损毁土体厚度约为30cm，根据编制人员对项目区土壤剖面的测量，陈四楼煤矿工业广场残留土体厚度大于80cm。砾石含量约5%～10%，场地内大部分面积为水泥硬化路面，硬化厚度约为10cm。

②风井场地

陈四楼煤矿风井场地，占地面积共1.72hm^2，其中北风井场地0.72hm^2，南风井场地1.0hm^2。场地内建设有风压机房，风井房，高压电室、值班室等设施。由于矿山基建较早，表土未进行剥离。根据编制人员对项目区土壤剖面的测量，陈四楼煤矿风井场地残留土体厚度大于80cm。砾石含量约5%～10%，场地内大部分面积为水泥硬化路面，硬化厚度约为10cm。

③矿山道路

陈四楼煤矿矿山道路包括运输公路和运煤铁路专线，占地面积共7.49hm^2。其中运输公路占地面积4.82hm^2，运煤铁路专线占地面积2.65hm^2。场地内建设有铁路道轨、配电室及值班室等设施。由于铁路基建较早，表土未进行剥离。根据编制人员对项目区土壤剖面的测量，场地残留土体厚度大于80cm。砾石含量约5%～10%。

④矸石堆场和洗选煤场

矸石堆场位于工业广场内南部，占地面积 12.65hm^2。矸石堆放量较大，场内已全部压实，表土未剥离，损毁土地类型为采矿用地。洗选煤场占地面积7.14hm^2。场地被压实，损毁土地厚度约 30cm，根据编制人员对项目区土壤剖面的测量，矸石堆场残留土体厚度大于 80cm。堆积煤矸石堆产生的淋溶水经过土壤的吸附、过滤和分解，对土壤的影响很小。

2、已损毁土地的地类

根据现场测量的情况，对照土地利用现状图，划定已损毁土地总面积1767.09hm^2，其中塌陷损毁的地类以耕地、林地、水域及水利设施用地、城镇村及工矿用地为主，面积1715.69hm^2，压占损毁的地类以城镇村及工矿用地为主，面积51.40hm^2。已损毁地类数据见表3-26

表3-26 陈四楼煤矿已损毁土地地类统计表（单位：hm^2）

损毁单元	面积	损毁地类																	
		01 耕地	02 园地	03 林地		04 草地	10 交通运输用地			11 水域及水利设施用地				12 其他土地			20 城镇村及工矿用地		
		013 旱地	021 果园	031 有林地	033 其他林地	043 其他草地	101 铁路用地	102 公路用地	104 农村道路	111 河流水面	114 坑塘水面	117 沟渠	118 水工建筑用地	122 设施农用地	123 田坎	127 裸地	203 村庄	204 采矿用地	205 风景名胜及特殊用地
已塌陷区Ⅰ	491.54	309.77	2.09	48.15	10.94	0.51	0.26	4.33	8.55	0	8.21	15.98	0	5.33	0	0	76.51	0	0.91
已塌陷区Ⅱ	468.35	189.13	0.59	108.14	0	14.54	0	1.26	10.24	1.93	59.85	10.46	5.51	2.8	0	0.06	61.93	1.02	0.89
已塌陷区Ⅲ	755.8	439.71	0	1.46	1.84	1.23	0	3.37	25.92	2.89	71.71	8.75	7.94	3.84	0.09	1.38	165.91	18.84	0.92
工业广场	22.42	0	0	0	0	0	0	0.42	0	0	0	0	0	0	0	0	13.75	8.25	0
矸石堆放场	12.65	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	5.34	0	0	0	0	0.2	7.11	0
北风井场地	0.72	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0.72	0	0
南风井场地	1.00	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1.00	0
洗选煤场	7.14	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1.29	5.85	0
运输公路	4.82	0	0	0	0	0	0	4.82	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
运煤铁路专线	2.65	0	0	0	0	0	0	2.65	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
合计	**1767.09**	**938.61**	**2.68**	**157.75**	**12.78**	**16.28**	**0.26**	**16.85**	**44.71**	**4.82**	**139.77**	**40.53**	**13.45**	**11.97**	**0.09**	**1.44**	**320.31**	**42.07**	**2.72**

3、已损毁土地损毁程度分析

（1）塌陷土地损毁程度分析

矿山以往开采形成的塌陷区总面积 1715.69hm^2。均位于矿区范围内。塌陷损毁的地类以耕地、林地、园地、城镇村及工矿用地为主，依据《土地复垦方案编制规程 第 3 部分：井工煤矿》（TD/T 1031.3-2011）中的采煤沉陷土地损毁程度分级参考标准，并结合陈四楼煤矿已塌陷损毁情况，建立地面塌陷损毁程度评价指标体系，塌陷区各类土地损毁等级标准如下列表所示。

表3-27 煤矿井工开采旱地土地塌陷损毁程度分级表

损毁等级	评价指标				
	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（%）
轻度	≤8.0	≤6.0	≤2.0	≥1.5	≤20.0
中度	8.0~16.0	20.0~40.0	2.0~5.0	0.5~1.5	20.0~60.0
重度	>16.0	>40.0	>5.0	<0.5	>60.0

表3-28 煤矿井工开采林地、园地土地塌陷损毁程度分级表

损毁等级	评价指标				
	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%
轻度	≤8.0	≤20.0	≤2.0	≥1.0	≤20.0
中度	8.0~20.0	20.0~50.0	2.0~6.0	0.3~1.0	20.0~60.0
重度	>20.0	>50.0	>6.0	<0.3	>60.0

表3-29 农村道路用地土地损毁程度分级表

土地类型	评价等级		
	轻 度	中 度	重 度
农村道路用地	裂缝处未剥落，裂缝宽度小于 10mm，一般为未贯通裂缝，无错台裂缝。	边缘有碎裂，裂缝宽度在 10～25mm 之间，错台小于 13mm	边缘有碎裂并伴有错台出现，裂缝宽度大于 25mm，错台大于 13mm
注：本标准按水泥混凝土路面的农村道路考虑，其他路面参照此标准			

表3-30 城镇村及工矿用地土地损毁程度分级表

损毁等级	评价指标			原损坏等级
	水平变形 ε（mm/m）	曲率 K（10^{-3}/m）	倾斜 i（mm/m）	
轻度	≤2.0	≤0.2	≤3.0	Ⅰ
中度	≤6.0	≤0.6	≤10.0	Ⅱ、Ⅲ
重度	＞6.0	＞0.6	＞10.0	Ⅳ

已塌陷区对各地类损毁的程度根据现状调查损毁情况及陈四楼煤矿最新的塌陷变形监测数据，对照表 3-27 至表 3-31 进行损毁程度定级，定级时就高不就低。塌陷区各地类损毁程度等级见表 3-32。

表3-31　已塌陷损毁土地损毁程度统计表（单位：hm^2）

一级地类		二级地类		损毁程度			合计
				轻度	中度	重度	
01	耕地	013	旱地	822.12	80.37	36.12	938.61
02	园地	021	果园	1.84	0.29	0.55	2.68
03	林地	031	有林地	69.7	67.09	20.96	157.75
		033	其他林地	6.32	6.46	0	12.78
04	草地	043	其他草地	13.07	3.21	0	16.28
10	交通运输用地	101	铁路用地	0.26	0	0	0.26
		102	公路用地	6.95	2.01	0	8.96
		104	农村道路	38.37	5.56	0.78	44.71
11	水域及水利设施用地	111	河流水面	4.82	0	0	4.82
		114	坑塘水面	102.21	37.42	0.14	139.77
		117	沟渠	26.13	7.96	1.1	35.19
		118	水工建筑用地	13.45	0	0	13.45
12	其他土地	122	设施农用地	10.55	1.04	0.38	11.97
		123	田坎	0.09	0	0	0.09
		127	裸地	1.44	0	0	1.44
20	城镇村及工矿用地	203	村庄	242.23	62.12	0	304.35
		204	采矿用地	18.84	1.02	0	19.86
		205	风景名胜及特殊用地	2.5	0.17	0.05	2.72
合计				**1380.89**	**274.72**	**60.08**	**1715.69**

（2）压占土地损毁程度分析

陈四楼煤矿现状压占土地面积共 51.40hm^2。压占损毁的地类以采矿用地为主，根据《中华人民共和图土地管理法》和国务院颁布的《土地复垦条例》，根据河南省类似工程的土地损毁因素调查情况，采用主导因素法进行评价及划分等级。具体指标见表 3-32 压占土地损毁程度评价因素及等级标准表。

表3-32 压占土地损毁程度分析因素及等级标准表

损毁方式	分析因素	分析等级		
		Ⅰ级（轻度损毁）	Ⅱ级（中度损毁）	Ⅲ级（重度损毁）
压占	表土是否剥离	未剥离	部分剥离	全部剥离
	砾石侵入量	<10%	10%～30%	>30%
	压实情况	未压实	部分压实	全部压实
	损毁土层厚度	<10cm	10-30cm	>30cm
	土壤肥力下降	<10%	10%～60%	>60%

根据损毁区实际情况，对压占区内各损毁单元进行分析，损毁单元分析如下：

（1）工业广场土地损毁程度分析

陈四楼煤矿工业广场压占损毁面积22.42hm^2，损毁土体厚度约30cm，残留土

体厚度大于80cm。由于房屋建筑物等的长期压占损毁，已将土地全部压实，使其失去原来的功能，土地的肥力下降大于60%。砾石含量约5%～10%，场地内大部分面积为水泥硬化路面，硬化厚度约为10cm。压占地类为村庄、采矿用地和公路用地。对照表3-31，且采用就重不就轻的原则，工业广场损毁程度为重度损毁。

（2）风井场地土地损毁程度分析

陈四楼煤矿风井场地压占损毁面积共1.72hm^2，其中南风井场地0.72 hm^2，北风井场地1.00hm^2。场地内建设有风压机房，风井房，高压电室、值班室等设施。由于矿山基建较早，表土未进行剥离。根据编制人员对项目区土壤剖面的测量，陈四楼煤矿风井场地残留土体厚度大于80cm。砾石含量约5%～10%，场地内大部分面积为水泥硬化路面，硬化厚度约为10cm。风井场地损毁程度为重度损毁。

（3）矿山道路土地损毁程度分析

陈四楼煤矿矿山道路压占损毁面积共7.47hm^2，损毁土体厚度约30cm，残留土体厚度大于80cm。由于铁路道轨等的长期压占损毁，已将土地全部压实，使其失去原来的功能，土地的肥力下降大于60%。砾石含量约5%～10%，压占地类为公路用地、铁路用地。对照表3-31，且采用就重不就轻的原则，矿山道路损毁程度为重度损毁。

（4）洗选煤场

陈四楼煤矿洗选煤场压占损毁面积共7.14hm^2。矸石堆放量较大，场内已全部压实，表土未剥离，损毁土地类型为村庄、采矿用地。由于矸石的多年压占，土地被压实，损毁土地厚度约30cm，根据编制人员对项目区土壤剖面的测量，矸石堆场残留土体厚度大于80cm。压占地类为村庄、采矿用地。对照表3-31，且采用就重不就轻的原则，洗选煤场损毁程度为重度损毁。

（5）矸石堆场

陈四楼煤矿矸石堆场压占损毁面积共12.65hm^2。矸石堆放量较大，场内已全部压实，表土未剥离，损毁土地类型为沟渠、村庄和采矿用地。由于矸石的多年压占，土地被压实，损毁土地厚度约30cm，根据编制人员对项目区土壤剖面的测量，矸石堆场残留土体厚度大于80cm。压占地类为沟渠、村庄、采矿用地。对照表3-32，且采用就重不就轻的原则，矸石堆场地损毁程度为重度损毁。

4、已损毁情况汇总

综上分析，陈四楼煤矿已损毁土地面积共计 1767.09m^2。

根据损毁方式分：塌陷损毁 1715.69hm^2，压占损毁 51.40hm^2。

根据损毁单元分：已塌陷区Ⅰ面积为 491.54hm^2，已塌陷区Ⅱ面积为 468.35hm^2，已塌陷区Ⅲ面积为 755.80hm^2；工业广场面积 22.42hm^2，南风井场地面积 1.00hm^2，北风井场地面积 0.72hm^2，运输公路面积 4.82hm^2；运煤铁路专线面积 2.65hm^2；矸石堆场面积 12.65hm^2，洗选煤场面积 7.14hm^2；

根据损毁程度分：轻度损毁土地面积 1380.89hm^2，中度损毁土地面积 274.72hm^2，重度损毁土地面积 111.48hm^2；

根据损毁地类分：损毁旱地面积 938.61hm^2，损毁果园面积 2.68hm^2，损毁有林地面积 157.75hm^2，损毁其他林地面积 12.78hm^2，损毁其他草地面积 16.28hm^2，损毁铁路用地面积 0.26hm^2，损毁公路用地面积 16.85hm^2，损毁农村道路面积 44.71hm^2，损毁河流水面面积 4.82hm^2，损毁坑塘水面面积 139.77hm^2，损毁沟渠面积 40.53hm^2，损毁水工建筑用地面积 13.45hm^2，损毁设施农用地面积 11.97hm^2，损毁田坎面积 0.09hm^2，损毁裸地面积 1.44hm^2，损毁村庄面积 320.31hm^2，损毁采矿用地面积 42.07hm^2，损毁风景名胜及特殊用地面积 2.72hm^2。

矿山生产拟损毁总地类、面积以及损毁程度数据详见表 3-33，不同损毁单元地类、面积及损毁程度数据表 3-34。

图3-18 已损毁土地范围示意图

图3-19 已损毁土地损毁程度分布图

表3-33 已损毁土地损毁程度汇总表（单位：hm^2）

一级地类		二级地类		损毁程度			合计
				轻度	中度	重度	
01	耕地	013	旱地	822.12	80.37	36.12	938.61
02	园地	021	果园	1.84	0.29	0.55	2.68
03	林地	031	有林地	69.7	67.09	20.96	157.75
		033	其他林地	6.32	6.46	0	12.78
04	草地	043	其他草地	13.07	3.21	0	16.28
10	交通运输用地	101	铁路用地	0.26	0	0	0.26
		102	公路用地	6.95	2.01	7.89	16.85
		104	农村道路	38.37	5.56	0.78	44.71
11	水域及水利设施用地	111	河流水面	4.82	0	0	4.82
		114	坑塘水面	102.21	37.42	0.14	139.77
		117	沟渠	26.13	7.96	6.44	40.53
		118	水工建筑用地	13.45	0	0	13.45
12	其他土地	122	设施农用地	10.55	1.04	0.38	11.97
		123	田坎	0.09	0	0	0.09
		127	裸地	1.44	0	0	1.44
20	城镇村及工矿用地	203	村庄	242.23	62.12	15.96	320.31
		204	采矿用地	18.84	1.02	22.21	42.07
		205	风景名胜及特殊用地	2.5	0.17	0.05	2.72
小计				**1380.89**	**274.72**	**111.48**	**1767.09**

表3-34 已损毁土地情况汇总表（单位：hm^2）

损毁单元	面积	损毁地类																	损毁程度			损毁方式	
		01 耕地	02 园地	03 林地		04 草地	10 交通运输用地			11 水域及水利设施用地				12 其他土地			20 城镇村及工矿用地							
		013 旱地	021 果园	031 有林地	033 其他林地	043 其他草地	101 铁路用地	102 公路用地	104 农村道路	111 河流水面	114 坑塘水面	117 沟渠	118 水工建筑用地	122 设施农用地	123 田坎	127 裸地	203 村庄	204 采矿用地	205 风景名胜及特殊用地	轻度	中度	重度	塌陷	压占
已塌陷区Ⅰ	491.54	309.77	2.09	48.15	10.94	0.51	0.26	4.33	8.55	0	8.21	15.98	0	5.33	0	0	76.51	0	0.91	389.81	76.85	24.88	491.54	0
已塌陷区Ⅱ	468.35	189.13	0.59	108.14	0	14.54	0	1.26	10.24	1.93	59.85	10.46	5.51	2.8	0	0.06	61.93	1.02	0.89	291.42	157.55	19.38	468.35	0
已塌陷区Ⅲ	755.8	439.71	0	1.46	1.84	1.23	0	3.37	25.92	2.89	71.71	8.75	7.94	3.84	0.09	1.38	165.91	18.84	0.92	699.66	40.32	15.82	755.80	0
工业广场	22.42	0	0	0	0	0	0	0.42	0	0	0	0	0	0	0	0	13.75	8.25	0	0	0	22.42	0	22.42
矸石堆放场	12.65	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	5.34	0	0	0	0	0.2	7.11	0	0	0	12.65	0	12.65
北风井场地	0.72	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0.72	0	0	0	0	0.72	0	0.72
南风井场地	1.00	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1.00	0	0		1	0	1.00
洗选煤场	7.14	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1.29	5.85	0	0	0	7.14	0	7.14
运输公路	4.82	0	0	0	0	0	0	4.82	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	4.82	0	4.82
运煤铁路专线	2.65	0	0	0	0	0	0	2.65	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	2.65	0	2.65
合计	**1767.09**	**938.61**	**2.68**	**157.75**	**12.78**	**16.28**	**0.26**	**16.85**	**44.71**	**4.82**	**139.77**	**40.53**	**13.45**	**11.97**	**0.09**	**1.44**	**320.31**	**42.07**	**2.72**	**1380.89**	**274.72**	**111.48**	**1715.69**	**51.40**

（三）拟损毁土地预测与评估

1、土地损毁预测依据

（1）土地损毁的成因分析

一般矿井建设与生产过程中对土地的损毁可分为直接损毁和间接损毁两种。直接损毁主要发生在基建期，其表现形式为土地直接压占，地面大规模开挖与碾压，地表形态和功能发生根本改变，如矿井工业场地建设区和排矸场区。损毁范围可以通过现场勘测及征地协议对其进行确定。

间接损毁主要发生在生产期，其表现形式主要为地表因井下开采产生移动变形，形成开采沉陷区，而且影响面积也较大，不可预见因素较多。开采沉陷对土地的损毁是随着采煤工作面的推进而逐渐发生的，因而在时间上是一个动态的过程，在空间上也有一定的影响范围。当开采活动停止后，地表的移动、变形、沉陷和损毁亦将在一定时间逐渐终止于一定范围之内。这个范围可以通过现场勘测和预计的方法确定。

本矿井为生产矿井，地面压占基本已经确定，在已损毁土地现状分析中已阐述，未来矿井对土地的损毁，主要是随着开采范围的扩大，其生产引起的地表沉陷将发生并且随着开采范围的扩大而不断扩大。

（2）土地损毁的影响分析

煤炭井下开采对土地的损毁主要是因采空引起的地表沉陷，这将对所影响区域的土地造成损毁。影响采煤沉陷范围内土地损毁程度的主要因素有下沉、水平移动、倾斜、曲率和水平变形等。

①下沉和水平移动。采煤沉陷可使沉陷范围内的地表发生垂直沉降，一般最大沉降可达到开采厚度的60%～90%。地表在同一瞬间发生相同的整体性下沉或平移对土地是不会产生有害影响的。但开采沉陷可能导致坡度较陡的坡体瞬间发生大面积的整体性滑动或坍塌，即发生采动滑坡，从而造成土地大面积灾害性损毁。由于本矿井处于地形平坦地区，所以不会产生整体性滑动或坍塌现象。

②倾斜和曲率。倾斜和曲率是采煤沉陷引起的竖直面上的变形，是由于地面相邻点间下沉不均衡所致。它可使地表形态发生裂缝、倾斜、弯曲、滑坡和崩塌，

使土地本身可利用性及附着物受到损毁。如耕地变得起伏不平，造成水、土、肥流失，土地耕作难度加大；地面建筑物、构筑物、水利、交通、电力等工农业生产设施因采煤沉陷而遭受不同程度的损毁。

③水平拉伸和压缩变形。水平变形是采煤沉陷区地表相邻点水平移动不平衡所致。当地表水平变形超过一定数值时，沉陷区的土地将产生不同程度的裂缝，裂缝一般平行于采空区边界发展。水平变形愈大，地表裂缝就愈严重。地表的沉降和裂缝一定程度上改变地表径流方向和汇水条件，使部分地表水沿裂缝渗入地下，同时也可使地下水沿上覆岩层采动裂缝渗入采空区或深部岩层，从而使矿区地表水减少，潜水干涸，同时使地下水位降低，甚至是上覆岩层中的含水层遭到损毁。

④开采沉陷规律

（ｉ）覆岩损毁和地表塌陷的一般过程：

地下煤层采用长壁垮落法开采时，原有煤层将出现大面积的采空区，破坏了围岩原有的应力平衡状态，发生了指向采空区的移动和变形。在采空区的上方，随着直接顶和老顶岩层的冒落，其上覆岩层也将产生移动、裂缝或冒落，形成冒落带。

当岩层冒落发展到一定高度，冒落的松散岩块逐渐充填采空区，达到一定程度时，岩块冒落就逐渐停止，而上面的岩层就出现离层和裂缝，形成裂缝带。

当离层和裂缝发展到一定高度后，其上覆岩层不再发生离层和裂缝，只产生整体移动和沉陷，即发生指向采空区的弯曲变形，形成弯曲带。

当岩层的移动、沉陷和弯曲变形继续向上发展达到地表时，地表就会出现沉陷、移动和变形，形成移动盆地。在移动盆地内，还会出现台阶、裂缝甚至塌陷坑等不连续变形。

显然，塌陷和地表的上述移动、变形、塌陷和破坏是随着采煤工作面的推进而逐渐发生的，因而在时间上是一个动态过程，在空间也有一定的影响范围。当开采活动停止后，覆岩和地表的移动、变形、塌陷和破坏亦将在一定时间逐渐终止于一定范围之内。见图3-20。

1-冒落带　2-裂缝带　3-弯曲带

图3-20 岩层损毁示意图

（ii）非充分采动时主断面内地表移动和变形规律：

非充分采动是指采空区尺寸（长度和宽度）小于该地质采矿条件下的临界开采尺寸时，地表最大下沉值未达到该地质采矿条件下应有的最大下沉值。该状态下主断面内地表移动和变形分布规律见图3-21。

1-下沉曲线　2-倾斜曲线　3-曲率曲线　4-水平移动曲线　5-水平变形曲线

图3-21 非充分采动时主断面内地表移动和变形分布曲线

①下沉曲线W（x）下沉曲线的特征点：O为最大下沉点；A、B为盆地边界点；E1、E2为拐点（下沉曲线凹凸分界点）。

下沉曲线的分布规律：O点有最大下沉值，盆地中心至边缘下沉值逐渐减少，在盆地边缘处下沉为O。

②倾斜曲线i（x）

分布规律：盆地边界点至拐点间倾斜渐增，拐点E1、E2至最大下沉点O间倾斜渐减，最大下沉点处倾斜为O。

③曲率K（x）

曲线特点：两个相等正极值，一个负极值。盆地边缘及拐点处K=0。中央为负曲率，边缘为正曲率。

④水平移动u（x）规律：盆地边界点至拐点间水平移动渐增，拐点至最大下沉点间水平移动渐减。O点处u=0，拐点处u最大。（有两个最大值，但方向相反）

⑤水平变形ε（x）

规律：3个极值，两正（拉伸，位于边界点和拐点之间）、一负（压缩，位于最大下沉点）；边界点及拐点处水平变形为O；盆地边缘区为拉伸区，中部为压缩区。i（x）与u（x）、ε与K之间具有相似性取：

$$u(x)=Bi(x)\quad \varepsilon(x)=BK(x)\quad B=0.13\sim0.18\quad H=br$$

（iii）充分采动时主断面内地表移动和变形规律：

充分采动是指地表有多个点的下沉值达到最大下沉值的采动情况。该状态下主断面内地表移动和变形分布规律见图3-22。

1-下沉曲线　2-倾斜曲线　3-曲率曲线　4-水平移动曲线　5-水平变形曲线

图3-22 水平煤层超充分采动时主断面内移动和变形分布规律

当用ψ_3角画的两条直线在地表交于O_1、O_2两点，O_1和O_2两点间出现平底时，地表达到充分采动。地表达到充分采动时和非充分采动时相比，有以下几点不同：

①下沉曲线中部平底上各点下沉值相等，并达到该采矿地质条件下的最大值；

②在平底部分内，倾斜、曲率、水平变形均为零或接近零；各种变形主要分

布在采空区边界上方附近；

③最大倾斜和最大水平移动位于拐点处；最大正曲率、最大拉伸变形位于拐点和盆地边界点之间；最大负曲率、最大压缩变形位于拐点和最大下沉点O之间。

（ⅳ）地表沉陷的预测方法、模式及参数选取

根据我国煤矿的实际情况，目前可以采用的地表岩移计算方法有典型曲线法、负指数函数法、数值计算法（有限单元法、边界单元法和离散单元法等）和概率积分法等。其中，概率积分法比较全面地考虑了影响地表移动变形的各主要因素，可有效地计算出受开采影响地表的移动变形值，也可用于没有实测资料的矿区或矿井，适用于常规的地表移动与变形计算。故本矿井沉陷预测采用原国家煤炭工业局制定的《建筑物、水体、铁路及主要井巷煤柱留设与压煤开采规程》中推荐的概率积分法。根据有关经验公式计算，并以此计算出未来矿山采空区的地表塌陷范围，详见第三章第二节“矿山地质灾害预测”。

（3）预测时段的划分

本井田主要含煤地层为石炭二迭系地层。井田范围内剩余可采煤层为二$_2$、三$_1$、三$_2^2$、三$_4$、三$_5$煤层，本方案期间内，矿山主要开采二$_2$煤层。

根据开发利用方案，截至2017年底，设计可采储量为16929.06万t，矿井设计生产能力240万t/a；储量备用系数取1.4，剩余服务年限50.38年。根据开采接续计划，由于矿井投产多年，开拓巷道基本已开拓了井田大部分区域，井田各采区接续较为方便，但剩余服务年限较长，矿山采矿许可证有效期为16.60a，本方案取生产服务期16.60a。

因此，根据矿方工作面接续计划，按开采时间结合开采区域划分开采时段，分别划分为三个时段，即第一时段，约2018年1月～2022年12月开采；第二时段，约2023年1月～2028年12月开采；第三时段，约2029年1月～2034年7月开采。三煤层工作面开采将在本方案服务期后生产。最后将全部剩余储量开采完毕后的沉陷预计情况进行预计，以科学指导土地复垦工作。综上所述，本方案主要预测以上三个时段和矿井剩余服务年限的地表沉陷范围并绘制地表下沉及变形等值线图，以此分析对土地、地面建构筑物和生态的影响。

2、开采区土地损毁预测

（1）地表移动变形预测

根据开采接续计划，由于矿井投产多年，开拓巷道基本已开拓了井田大部分区域，井田各采区接续较为方便，但剩余服务年限较长，因此，根据矿方工作面接续计划，按开采时间结合开采区域划分开采时段，分别划分为三个时段，即第一时段，约 2018 年 1 月～2022 年 12 月开采；第二时段，约 2023 年 1 月～2028 年 12 月开采；第三时段，约 2029 年 1 月～2034 年 7 月开采。三煤层工作面开采将在本方案服务期后生产。

（2）地表移动变形与土地损毁程度的相关分析

井田内地势平坦，为冲积平原，地面标高为+32.49～+36.50m，平均在+34.0m 左右，自然地形坡度为 0.05%。

本次报告开采沉陷影响范围内，除设计中已考虑留设的工业场地、井筒、专用铁路留保护煤柱。村庄、乡间道路、矿区公路及其他河流下正常开采，不留永久保护煤柱，采后维修。

本区域正常潜水位埋藏深度约 4.5m，雨季潜水位埋藏深度约 2.5m。矿井二煤层开采后造成的地表最大沉陷约 2.5m，因此，地表会因开采沉陷形成季节性积水区。本井田开采地表下沉是逐步形成的，但由于煤层埋藏浅，总移动时间较短，经历约 1～5 年的时间；开采下沉造成地形坡度变化一般发生在采空区边界上方，只是局部区域，由于本矿井煤层厚度大，总的下沉较大，正常开采区域总的下沉及移动变形值较大。

（3）地表下沉与本地区潜水位的相关分析

本矿井区域地下水潜水位标高 30.0-33.5m，距离地表 1.5-3.5m，经预计，矿井二煤开采后最大沉陷深度约 2.5m，塌陷区深度大于 2.0m，会出现季节性积水区。

3、拟损毁土地预测结果

通过以上分析，陈四楼煤矿拟损毁土地全部为塌陷损毁，最大塌陷深度约为 2.49m。其中，塌陷深度为 0-1.0m 的损毁区域占地面积 1428.83hm^2，占拟损毁土地 69%；塌陷深度为 1.0-2.0m 的损毁区域占地面积 479.63hm^2，占拟损毁土地 23%；塌陷深度为＞2.0m 的损毁区域占地面积 155.84hm^2，占拟损毁土地 8%。各塌陷

深度损毁情况见表 3-35。

陈四楼煤矿拟损毁土地共 2064.30hm^2，损毁的地类为：旱地 1242.67hm^2，果园 5.39hm^2，有林地 172.40hm^2，其他林地 9.94hm^2，其他草地 0.29hm^2，铁路用地 4.28hm^2，公路用地 8.90hm^2，农村道路 67.64hm^2，河流水面 10.39hm^2，坑塘水面 83.79hm^2，沟渠 37.73hm^2，水工建筑用地 35.97hm^2，设施农用地 19.67hm^2，田坎 0.03hm^2，村庄 294.63hm^2，采矿用地 68.19hm^2，风景名胜及特殊用地 2.39hm^2，拟损毁区域各地类损毁情况见表 3-36。

表3-35 拟塌陷损毁土地不同塌陷深度情况

一级地类		二级地类		各塌陷深度面积			面积
				0-1.0m	1.0-2.0m	＞2.0m	（hm^2）
01	耕地	013	旱地	858.29	290.87	93.51	1242.67
02	园地	021	果园	2.16	1.54	1.69	5.39
03	林地	31	有林地	118.90	45.78	7.72	172.40
	林地	033	其他林地	1.63	3.06	5.25	9.94
04	草地	043	其他草地	0.29	0	0	0.29
10	交通运输用地	101	铁路用地	2.92	0.85	0.51	4.28
		102	公路用地	6.34	1.39	1.17	8.90
		104	农村道路	47.21	16.19	4.24	67.64
11	水域及水利设施用地	111	河流水面	8.17	2.22	0	10.39
		114	坑塘水面	58.77	21.96	3.06	83.79
		117	沟渠	26.60	9.42	1.71	37.73
		118	水工建筑用地	27.06	8.57	0.34	35.97
12	其他土地	122	设施农用地	5.50	2.20	11.97	19.67
		123	田坎	0.03	0	0	0.03
20	城镇村及工矿用地	203	村庄	205.53	64.53	24.57	294.63
		204	采矿用地	57.38	10.81	0	68.19
		205	风景名胜及特殊用地	2.05	0.24	0.10	2.39
合计				**1428.83**	**479.63**	**155.84**	**2064.30**

图 3-23 拟损毁下沉深度分布图

表3-36 拟塌陷损毁土地各地类损毁情况

一级地类		二级地类		面积（hm^2）	小计（hm^2）	占总面积比例（%）	
01	耕地	013	旱地	1242.67	1242.67	60.20	60.20
02	园地	021	果园	5.39	5.39	0.26	0.26
03	林地	031	有林地	172.40	182.34	8.35	8.83
	林地	033	其他林地	9.94		0.48	
04	草地	043	其他草地	0.29	0.29	0.01	0.01
10	交通运输用地	101	铁路用地	4.28	80.82	0.21	3.92
		102	公路用地	8.90		0.43	
		104	农村道路	67.64		3.28	
11	水域及水利设施用地	111	河流水面	10.39	10.39	0.50	8.13
		114	坑塘水面	83.79		4.06	
		117	沟渠	37.73		1.83	
		118	水工建筑用地	35.97		1.74	
12	其他土地	122	设施农用地	19.67	19.7	0.95	0.95
		123	田坎	0.03		0	
20	城镇村及工矿用地	203	村庄	294.63	365.23	14.27	17.69
		204	采矿用地	68.19		3.30	
		205	风景名胜及特殊用地	2.39		0.12	
合计				**2064.30**	**2064.30**	**100**	**100**

4、拟压占损毁土地预测结果

陈四楼煤矿属于生产矿山，工业广场和风井场地目前已经形成规模，根据矿山规划，方案服务期内工业广场、风井场地和矿山道路能够满足矿山使用需求，后期不再进行大的工程建设，只在原基础上改造修建，不再新增压占土地。因此，项目区无拟压占损毁土地。

5、土地损毁程度评估

矿区土地损毁程度分析应是矿区开发活动引起的矿区土地质量变化程度的分析，所以在选择矿山土地损毁程度分析因素时就要选择矿区开发引起的与原始背景比较有显著变化的因素，且能显示土地质量的变化。本方案参评因素的选择限制在一定的矿区损毁土地类型的影响因子之内，矿区土地损毁程度分析是为土地复垦提供基础数据、确定矿区土地复垦的利用方向等。

（1）地表移动变形与土地损毁程度的相关分析

煤层的开采造成了地表的沉陷，对影响区域的土地造成损毁。影响采煤沉陷

范围内土地损毁程度的主要因素有下沉、水平变形、倾斜、下沉后潜水位埋深等。

在沉陷区地表移动盆地的边缘部分，除因地表下沉形成沉陷台阶外，在沉陷的10mm线和最大沉陷线之间，还会形成平移、倾斜、曲率、拉伸、压缩等综合影响，是地表沉陷影响较严重的区域，同时在下沉10mm线和最大沉陷线之间会形成地表附加倾角。这种综合影响会使边缘地段土层交错倾覆、土质变松、结构损毁进而影响不同地段上农作物和树木的生长。

①下沉和水平移动。从理论上讲，如果地表在同一瞬间发生相同的整体性下沉或平移对土地是不会产出有害影响的。对土地的有害影响主要是下沉或平移的不同时和不均衡，即表现为倾斜、曲率和拉伸、压缩等变形。

②倾斜和曲率。倾斜和曲率是采煤塌陷引起的竖直面上的变形，是由于地面相邻点间下沉不均衡所致。它可使地表形态发生裂缝、倾斜、弯曲、滑坡和崩塌，使土地本身可利用性及其附着物受到损毁。如耕地变得起伏不平或支离破碎，造成水、土、肥流失，促使土地沙化，耕作难度加大；地面建筑物、构筑物、水利、交通、电力等工农业生产设施因采煤沉陷而遭受不同程度的损毁。

③水平拉伸和压缩变形。水平变形是采煤塌陷区地表相邻点水平移动不均衡所致。对本矿区来说，当地表水平变形超过6～10mm/m时，沉陷区的土地将产生不同程度的裂缝，裂缝一般平行于采空塌陷区边界发展。水平变形愈大，地表裂缝就愈严重。地表的沉降和裂缝在一定程度上改变地表径流方向和汇水条件，使部分地表水沿裂缝渗入地下，同时也可使地下水沿上覆岩层采动裂缝渗入采空塌陷区或深部岩层，从而使矿区地表水减少，潜水干涸，同时使地下水位降低，甚至使上覆岩层中的含水层遭到损毁。

（2）地下潜水位埋深分析

根据现场提供资料，本区第四系正常潜水位埋藏2.5-5.0m左右，预测矿井开采后造成的地表最大沉陷深度约2.49m，沉陷后潜水位埋深大于2m，会形成季节性积水区。

（3）塌陷土地损毁程度分析

根据《土地复垦条例》和《土地复垦方案编制规程》，土地损毁程度预测等级数确定为3级标准，分别定为：一级（轻度损毁）、二级（中度损毁）、三

级（重度损毁）。

本方案服务年限内预测地面塌陷区总面积 2064.30hm^2。依据《土地复垦方案编制规程 第 3 部分：井工煤矿》（TD/T 1031.3-2011）中的采煤沉陷土地损毁程度分级参考标准，并结合陈四楼煤矿塌陷预计变形情况，建立地面塌陷损毁程度评价指标体系对应。

①耕地

矿区预测地面塌陷区内耕地为旱地，总面积 1242.67hm^2。利用地表变形预测数据与土地利用现状图进行叠加，得到旱地的损毁程度相关数据，同时对比表 3-27 和表 3-28，旱地受轻度损毁的面积为 858.29hm^2，受中度损毁的面积为 289.87hm^2，受中度损毁的面积为 94.51hm^2。

②林地、园地、草地

受塌陷损毁的有林地面积 172.40hm^2、其他林地面积 9.94hm^2、果园 5.39hm^2 和草地 0.29hm^2。

利用地表变形预测数据与土地利用现状图进行叠加，得到林地和园地的损毁程度相关数据，同时对比表 3-29，得到：果园轻度损毁面积 2.16hm^2，中度损毁面积 1.54hm^2，重度损毁面积 1.69hm^2；有林地轻度损毁面积 118.90hm^2，中度损毁面积 45.78hm^2，重度损毁面积 7.72hm^2；其他林地轻度损毁面积 1.63hm^2，中度损毁面积 3.06hm^2，重度损毁面积 5.25hm^2；草地轻度损毁面积 0.29hm^2。

③交通运输用地

据现场调查，塌陷区内道路为铁路、公路和农村道路，面积分别为 4.28hm^2、8.90hm^2 和 67.64hm^2。地面塌陷引发的地表沉陷变形和地裂缝，可能造成道路不均匀沉陷或错断，本方案对因塌陷引起的已有农村道路损毁程度的分级标准，参考《公路技术状况评定标准》（JTG H20—2007）的内容制定，具体见表 3-30。

利用地表变形预测数据与土地利用现状图进行叠加，得到铁路、公路和农村道路的损毁程度相关数据，同时对比表 3-28，得到：铁路轻度损毁面积 2.92hm^2，中度损毁面积 0.85hm^2，重度损毁面积 0.51hm^2；公路轻度损毁面积 6.34hm^2，中度损毁面积 1.39hm^2，重度损毁面积 1.17hm^2；农村道路轻度损毁面积 47.21hm^2，中度损毁面积 16.19hm^2，重度损毁面积 4.24hm^2。

④水域及水利设施用地

受塌陷损毁的水域及水利设施用地分别为：河流水面面积 10.39hm^2、坑塘水面面积 83.79hm^2、沟渠面积 37.73hm^2 和水工建筑用地 35.97hm^2。利用地表变形预测数据与土地利用现状图进行叠加，得到水域及水利设施用地的损毁程度相关数据。损毁程度参考交通运输用地的分级标准，得到：河流水面轻度损毁面积 8.17hm^2，中度损毁面积 2.22hm^2；坑塘水面轻度损毁面积 58.77hm^2，中度损毁面积 21.96hm^2，重度损毁面积 3.06hm^2；沟渠轻度损毁面积 26.60hm^2，中度损毁面积 9.42hm^2，重度损毁面积 1.71hm^2；水工建筑用地轻度损毁面积 27.06hm^2，中度损毁面积 8.57hm^2，重度损毁面积 0.34hm^2。

⑤其他土地

项目区内受塌陷影响的其他土地为设施农用地和田坎，面积为 19.67hm^2 和 0.03hm^2，损毁程度参考耕地的分级标准。得到设施农用地受塌陷损毁轻度损毁面积 5.50hm^2，中度损毁面积 2.20hm^2，重度损毁面积 11.97hm^2；田坎中度损毁面积 0.03hm^2。

⑥城镇村及工矿用地

受塌陷影响的城镇村及工矿用地主要为村庄、采矿用地和风景名胜及特殊用地，总面积为 365.21hm^2。村民居住的房屋基本上为单层或双层砖混结构，层高在 5m 以内。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，对建筑物影响不大；而地表的水平变形、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，建筑物就会遭到损毁。我国已对长度或变形缝区段内长度小于 20m 的砖石结构建筑物破坏等级的标准作出统一规定，详见表 3-31 城镇村及工矿用地土地损毁程度分级表。

预测塌陷区内村庄主要为顺和乡的王庄村、平房村、高新庄村、高口村、陈集镇赵楼村、胡井村、李胡同村、练花园村、汉陈村、马胡同村、代井村、李香庄村、高双庙村、陈双楼村、练油坊村、芦庄村、韩松园村、演集镇武庄村等农村宅基地，根据地表变形预测数据，受塌陷影响的村庄水平变形大于 6mm/m，倾斜大于 10mm/m，自然间砖墙上可能出现宽度 0-30mm 的裂缝，多条裂缝总宽度小于 50mm。对比表 3-31，得到村庄轻度损毁面积 205.53hm^2，中度损毁面积

58.23hm^2，重度损毁面积30.57hm^2；采矿用地轻度损毁面积57.38hm^2，中度损毁面积 10.81hm^2；风景名胜及特殊用地轻度损毁面积 2.05hm^2，中度损毁面积0.24hm^2，重度损毁面积0.10hm^2。

6、拟损毁土地情况汇总

综上分析，陈四楼煤矿拟损毁土地面积共计2064.30m^2，损毁方式为塌陷，其中轻度损毁1428.83hm^2，中度损毁473.33hm^2，重度损毁162.14hm^2。

拟塌陷区Ⅰ-1面积为620.60hm^2，拟塌陷区Ⅰ-2面积为225.93hm^2，拟塌陷区Ⅰ-3面积为158.76hm^2，拟塌陷区Ⅰ-4面积为291.77hm^2；拟塌陷区Ⅱ-1面积为214.18hm^2，拟塌陷区Ⅱ-2面积为344.90hm^2；拟塌陷区Ⅲ面积为208.16hm^2。拟损毁区的面积为3个预测时段不重复损毁的统计面积，后文不再重复说明。

矿山生产损毁地类、面积以及损毁程度汇总详见表3-37。各损毁单元相对位置见图3-24，各损毁单元地类、面积及损毁程度数据3-38。

表3-37 拟塌陷土地损毁程度汇总表

一级地类		二级地类		损毁程度			面积
				轻度	中度	重度	（hm^2）
01	耕地	013	旱地	858.29	290.87	93.51	1242.67
02	园地	021	果园	2.16	1.54	1.69	5.39
03	林地	031	有林地	118.90	45.78	7.72	172.40
	林地	033	其他林地	1.63	3.06	5.25	9.94
04	草地	043	其他草地	0.29	0	0	0.29
10	交通运输用地	101	铁路用地	2.92	0.85	0.51	4.28
		102	公路用地	6.34	1.39	1.17	8.90
		104	农村道路	47.21	16.19	4.24	67.64
11	水域及水利设施用地	111	河流水面	8.17	2.22	0.00	10.39
		114	坑塘水面	58.77	21.96	3.06	83.79
		117	沟渠	26.60	9.42	1.71	37.73
		118	水工建筑用地	27.06	8.57	0.34	35.97
12	其他土地	122	设施农用地	5.50	2.20	11.97	19.67
		123	田坎	0.03	0	0	0.03
20	城镇村及工矿用地	203	村庄	205.53	58.23	30.87	294.63
		204	采矿用地	57.38	10.81	0.00	68.19
		205	风景名胜及特殊用地	2.05	0.24	0.10	2.39
合计				**1428.83**	**473.33**	**162.14**	**2064.30**

图 3-24 拟损毁分时段土地范围图

图 3-25 拟损毁土地损毁程度分布图

表3-38 项目区拟损毁土地汇总表（单位：hm^2）

损毁单元	面积	损毁地类																损毁程度			损毁方式
		01 耕地	02 园地	03 林地		04 草地	10 交通运输用地			11 水域及水利设施用地				12 其他土地		20 城镇村及工矿用地					
		13 旱地	21 果园	31 有林地	33 其他林地	43 其他草地	101 铁路用地	102 公路用地	104 农村道路	111 河流水面	114 坑塘水面	117 沟渠	118 水工建筑用地	122 设施农用地	123 田坎	203 村庄	204 采矿用地	205 风景名胜及特殊用地	轻度	中度	重度	塌陷
拟塌陷区Ⅰ-1	**620.6**	362.16	0	92.41	9.71	0	0	4.1	15.76	7.4	7.13	6.93	29.11	0.35	0	84.53	0	1.01	414.02	146.42	60.16	620.6
拟塌陷区Ⅰ-2	**225.93**	151.48	0	12.76	0	0	3.03	0.67	5.44	0	4.11	1.62	0	1.05	0	43.99	1.28	0.5	170.74	39.37	15.82	225.93
拟塌陷区Ⅰ-3	**158.76**	117.58	0	11.22	0	0	0	0	10.06	0	1.62	5.25	0	0.06	0.03	12.94	0	0	131.06	27.7	0	158.76
拟塌陷区Ⅰ-4	**291.77**	202.7	0	9.5	0	0	0	0	11.81	1.03	10.51	10.89	2.07	0	0	42.83	0.24	0.19	216.09	68.39	7.29	291.77
拟塌陷区Ⅱ-1	**214.18**	112.04	5.39	31.54	0.23	0.29	0	2.14	7.91	0	4.57	1.73	0	16.73	0	31.21	0	0.4	119.42	41.69	53.07	214.18
拟塌陷区Ⅱ-2	**344.9**	160.57	0	2.37	0	0	0	0	11.57	1.96	51.94	10.01	4.79	0	0	34.87	66.67	0.15	261.81	83.09	0	344.9
拟塌陷区Ⅲ	**208.16**	136.14	0	12.6	0	0	1.25	1.99	5.09	0	3.91	1.3	0	1.48	0	44.26	0	0.14	115.69	66.67	25.8	208.16
合计	**2064.30**	**1242.7**	**5.39**	**172.4**	**9.94**	**0.29**	**4.28**	**8.9**	**67.64**	**10.39**	**83.79**	**37.73**	**35.97**	**19.67**	**0.03**	**294.63**	**68.19**	**2.39**	**1428.83**	**473.33**	**162.14**	**2064.30**

（四）重复损毁土地汇总

项目区已塌陷区、拟塌陷区存在重复损毁，将已塌陷区、拟塌陷区进行叠加得到重复损毁区，面积共169.60hm^2，其中：已塌陷区Ⅰ与拟塌陷区Ⅰ-1重复损毁面积9.73hm^2，已塌陷区Ⅰ与拟塌陷区Ⅰ-2重复损毁面积34.99hm^2，已塌陷区Ⅱ与拟塌陷区Ⅰ-1重复损毁面积12.15hm^2，已塌陷区Ⅱ与拟塌陷区Ⅰ-2重复损毁面积30.99hm^2，已塌陷区Ⅲ与拟塌陷区Ⅰ-3重复损毁面积14.51hm^2，已塌陷区Ⅲ与拟塌陷区Ⅱ-2重复损毁面积19.39hm^2，已塌陷区Ⅲ与拟塌陷区Ⅰ-3重复损毁面积14.51hm^2。重复损毁的位置见图3-26。

将重复损毁区与项目区土地利用现状图及地面塌陷变形数据相叠加，得到重复损毁区损毁的地类为：旱地113.75hm^2，有林地11.73hm^2，其他草地0.30hm^2，农村道路6.58hm^2，河流水面0.39hm^2，坑塘水面5.73hm^2，沟渠2.82hm^2，水工建筑用地1.83hm^2，设施农用地0.16hm^2，村庄21.49hm^2，采矿用地4.43hm^2，风景名胜及特殊用地0.39hm^2。原土地轻度损毁166.09hm^2，中度损毁3.51hm^2；叠加后土地轻度损毁160.01hm^2，中度损毁9.62hm^2。

重复损毁区的土地根据损毁程度就上进行统计，塌陷损毁归并到压占损毁土地中进行统计，已塌陷损毁归并到拟塌陷损毁土地中进行统计，后文不再不说明。重复损毁土地具体情况见表3-39。

表3-39 重复损毁区土地情况统计表（面积单位：hm^2）

一级地类		二级地类		面积（hm^2）	原损毁程度		叠加后损毁程度	
					轻度	中度	轻度	中度
01	耕地	013	旱地	113.75	111.06	2.69	109.19	4.56
03	林地	031	有林地	11.73	11.73	0	11.73	0
04	草地	043	其他草地	0.3	0.3	0	0.3	0
10	交通运输用地	104	农村道路	6.58	5.87	0.71	5.5	1.08
11	水域及水利设施用地	111	河流水面	0.39	0.39	0	0.39	0
		114	坑塘水面	5.73	5.73	0	4.45	1.28
		117	沟渠	2.82	2.71	0.11	2.48	0.34
		118	水工建筑用地	1.83	1.83	0	1.83	0
12	其他土地	122	设施农用地	0.16	0.16	0	0.16	0
20	城镇村及工矿用地	203	村庄	21.49	21.49	0	19.16	2.36
		204	采矿用地	4.43	4.43	0	4.43	0
		205	风景名胜及特殊用地	0.39	0.39	0	0.39	0
合计				**169.60**	**166.09**	**3.51**	**160.01**	**9.62**

图 3-26 重复损毁土地示意图

（五）土地损毁汇总

陈四楼煤矿项目区已损毁土地面积1767.09hm^2，拟损毁土地面积2064.30hm^2，重复损毁土地面积169.60hm^2，经计算得陈四楼煤矿共损毁土地面积3661.79hm^2。下文均为扣除重复损毁土地面积后的数据，不再赘述。

根据损毁方式分：压占损毁51.40hm^2，塌陷损毁3610.39hm^2；

根据损毁程度分：轻度损毁2637.55hm^2，中度损毁750.63hm^2，重度损毁273.61hm^2；

根据损毁地类分：旱地2067.53hm^2，果园8.07hm^2，有林地318.42hm^2，其他林地22.72hm^2，其他草地16.27hm^2，铁路用地4.54hm^2，公路用地25.75hm^2，农村道路105.77hm^2，河流水面14.82hm^2，坑塘水面217.83hm^2，沟渠75.44hm^2，水工建筑用地47.59hm^2，设施农用地31.48hm^2，田坎0.12hm^2，裸地1.44hm^2，村庄593.45hm^2，采矿用地105.83hm^2，风景名胜及特殊用地4.72hm^2；

根据损毁单元分：工业广场面积22.42hm^2，风井场地面积1.72hm^2，洗煤厂7.14hm^2，矸石堆场12.65hm^2，运煤铁路专线2.65hm^2，运输公路4.82hm^2；已塌陷区Ⅰ面积446.82hm^2，已塌陷区Ⅱ面积425.21hm^2，已塌陷区Ⅲ面积674.06hm^2；拟塌陷区Ⅰ-1面积为620.60hm^2，拟塌陷区Ⅰ-2面积为225.93hm^2，拟塌陷区Ⅰ-3面积为158.76hm^2，拟塌陷区Ⅰ-4面积为291.77hm^2；拟塌陷区Ⅱ-1面积为214.18hm^2，拟塌陷区Ⅱ-2面积为344.90hm^2；拟塌陷区Ⅲ面积为208.16hm^2。

矿山生产损毁地类、面积以及损毁程度汇总详见表3-40。各损毁单元相对位置见图3-27。

图 3-27 土地损毁汇总范围图

表 3-40 陈四楼煤矿项目区土地损毁情况汇总表

损毁时序	损毁单元	面积	损毁地类																	损毁程度			损毁方式	
			01 耕地	02 园地	03 林地		04 草地	10 交通运输用地			11 水域及水利设施用地				12 其他土地			20 城镇村及工矿用地							
			13 旱地	21 果园	31 有林地	33 其他林地	43 其他草地	101 铁路用地	102 公路用地	104 农村道路	111 河流水面	114 坑塘水面	117 沟渠	118 水工建筑用地	122 设施农用地	123 田坎	127 裸地	203 村庄	204 采矿用地	205 风景名胜及特殊用地	轻度	中度	重度	塌陷	压占
已损毁	已塌陷区Ⅰ	446.82	281.45	2.09	43.99	10.94	0.51	0.26	4.33	6.46	0	7.68	14.89	0	5.17	0	0	68.36	0	0.69	345.09	76.85	24.88	446.82	0
	已塌陷区Ⅱ	425.21	168.73	0.59	100.92	0	14.24	0	1.26	9.88	1.54	58.57	10.08	3.68	2.8	0	0.06	50.99	1.02	0.85	248.28	157.55	19.38	425.21	0
	已塌陷区Ⅲ	674.06	374.68	0	1.11	1.84	1.23	0	3.37	21.79	2.89	67.79	7.4	7.94	3.84	0.09	1.38	163.51	14.41	0.79	621.43	36.81	15.82	674.06	0
	工业广场	22.42	0	0	0	0	0	0	0.42	0	0	0	0	0	0	0	0	13.75	8.25	0	0	0	22.42	0	22.42
	矸石堆场	12.65	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	5.34	0	0	0	0	0.2	7.11	0	0	0	12.65	0	12.65
	北风井场地	0.72	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0.72	0	0	0	0	0.72	0	0.72
	南风井场地	1.00	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1.00	0	0	0	1.00	0	1.00
	洗煤厂	7.14	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1.29	5.85	0	0	0	7.14	0	7.14
	运输道路	4.82	0	0	0	0	0	0	4.82	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	4.82	0	4.82
	运煤铁路专线	2.65	0	0	0	0	0	0	2.65	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	2.65	0	2.65
小计		**1597.49**	824.86	2.68	146.02	12.78	15.98	0.26	16.85	38.13	4.43	134.04	37.71	11.62	11.81	0.09	1.44	298.82	37.64	2.33	1214.8	271.21	111.48	1546.09	51.40
拟损毁	拟塌陷区Ⅰ-1	620.6	362.16	0	92.41	9.71	0	0	4.1	15.76	7.4	7.13	6.93	29.11	0.35	0	0	84.53	0	1.01	414.02	146.42	60.16	620.6	0
	拟塌陷区Ⅰ-2	225.93	151.48	0	12.76	0	0	3.03	0.67	5.44	0	4.11	1.62	0	1.05	0	0	43.99	1.28	0.5	170.74	39.37	15.82	225.93	0
	拟塌陷区Ⅰ-3	158.76	117.58	0	11.22	0	0	0	0	10.06	0	1.62	5.25	0	0.06	0.03	0	12.94	0	0	131.06	27.7	0	158.76	0
	拟塌陷区Ⅰ-4	291.77	202.7	0	9.5	0	0	0	0	11.81	1.03	10.51	10.89	2.07	0	0	0	42.83	0.24	0.19	212.82	71.66	7.29	291.77	0
	拟塌陷区Ⅱ-1	214.18	112.04	5.39	31.54	0.23	0.29	0	2.14	7.91	0	4.57	1.73	0	16.73	0	0	31.21	0	0.4	119.42	41.69	53.07	214.18	0
	拟塌陷区Ⅱ-2	344.9	160.57	0	2.37	0	0	0	0	11.57	1.96	51.94	10.01	4.79	0	0	0	34.87	66.67	0.15	259	85.9	0	344.9	0
	拟塌陷区Ⅲ	208.16	136.14	0	12.6	0	0	1.25	1.99	5.09	0	3.91	1.3	0	1.48	0	0	44.26	0	0.14	115.69	66.67	25.8	208.16	0
小计		**2064.30**	1242.67	5.39	172.4	9.94	0.29	4.28	8.9	67.64	10.39	83.79	37.73	35.97	19.67	0.03	0	294.63	68.19	2.39	1422.75	479.41	162.14	2064.3	0
合计		**3661.79**	2067.53	8.07	318.42	22.72	16.27	4.54	25.75	105.77	14.82	217.83	75.44	47.59	31.48	0.12	1.44	593.45	105.83	4.72	2637.55	750.62	273.62	3610.39	51.4

四 矿山地质环境治理分区与土地复垦范围

（一）矿山地质环境保护与恢复治理分区

1、分区原则

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

2、分区方法

分区方法在对地质灾害、含水层、地形地貌景观、土地资源影响和破坏现状评估与预测评估的基础上，根据可能造成的损失大小和防治难易程度，对矿山地质环境保护与治理恢复进行分区。选取地质灾害、含水层、地形地貌景观、土地资源现状与预测评估结果作为分区指标，利用叠加法进行分区，分区标准按《矿山地质环境保护与治理恢复方案编制规范》附录 F：“矿山地质环境保护与治理恢复分区表”之规定进行（见表 3-41）。

表3-41 矿山地质环境保护与治理恢复分区表

分区级别	矿山地质环境影响程度	
	现状评估	预测评估
重点	严重	严重
次重点	较严重	较严重
一般	较轻	较轻
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。		

3、分区评述

根据上述原则和方法，根据矿山地质环境问题现状评估和预测评估结果，充分考虑区内主要建设工程的重要性，矿山地质环境保护与治理恢复分区划分为重点防治区和一般防治区两个区。

表3-42 矿山地质环境保护与恢复治理分区说明简表

矿山地质环境保护与治理恢复分区			面积(km^2)	矿山地质环境影响程度	分区范围	损失和治理难度	主要地质环境问题
分区级别	亚区分区	分区编号					
重点防治区	采区重点防治亚区	$I_{1采已}$	4.47	严重	矿山开采影响范围	损失大，治理困难	采空塌陷及伴生地裂缝，含水层破坏，土地资源破坏，地形地貌破坏
		$I_{1采已2}$	4.25	严重	矿山开采影响范围	损失大，治理困难	采空塌陷及伴生地裂缝，含水层破坏，土地资源破坏，地形地貌破坏
		$I_{1采已3}$	6.74	严重	矿山开采影响范围	损失大，治理困难	采空塌陷及伴生地裂缝，含水层破坏，土地资源破坏，地形地貌破坏
		$I_{1采拟1-1}$	6.21	严重	矿山开采影响范围	损失大，治理困难	采空塌陷及伴生地裂缝，含水层破坏，土地资源破坏，地形地貌破坏
		$I_{1采拟1-2}$	2.26	严重	矿山开采影响范围	损失大，治理困难	采空塌陷及伴生地裂缝，含水层破坏，土地资源破坏，地形地貌破坏
		$I_{1采拟1-3}$	1.59	严重	矿山开采影响范围	损失大，治理困难	采空塌陷及伴生地裂缝，含水层破坏，土地资源破坏，地形地貌破坏
		$I_{1采拟1-4}$	2.92	严重	矿山开采影响范围	损失大，治理困难	采空塌陷及伴生地裂缝，含水层破坏，土地资源破坏，地形地貌破坏
		$I_{1采拟2-1}$	2.14	严重	矿山开采影响范围	损失大，治理困难	采空塌陷及伴生地裂缝，含水层破坏，土地资源破坏，地形地貌破坏
		$I_{1采拟2-2}$	3.45	严重	矿山开采影响范围	损失大，治理困难	采空塌陷及伴生地裂缝，含水层破坏，土地资源破坏，地形地貌破坏
		$I_{1采拟3}$	2.08	严重	矿山开采影响范围	损失大，治理困难	采空塌陷及伴生地裂缝，含水层破坏，土地资源破坏，地形地貌破坏
	工业广场重点防治亚区	$I_{1工}$	0.42	严重	工业场地、洗煤厂，矸石堆场	损失大，治理困难	含水层破坏，土地资源破坏，地形地貌破坏
	风井重点防治亚区	$I_{1风1}$	0.017	严重	南北风井	损失大，治理困难	含水层破坏，土地资源破坏，地形地貌破坏
	运输道路重点防治亚区	$I_{1路1}$	0.075	严重	运输公路、专业铁路线	损失大，治理困难	含水层破坏，土地资源破坏，地形地貌破坏
一般防治区		III	19.47	较轻	未受采空影响范围。	损失小，治理较容易	加强含水层监测；矿山开采时采取措施减少含水层渗漏。

（1）重点防治区（Ⅰ）

总面积约 36.53km^2，为矿山地质环境影响评估严重区。综合考虑到矿山地质环境问题类型差异、危害对象不同、防治难易程度与防治方法不同，将重点防治区细分为 4 个重点防治亚区—$I_{1采}$、$I_{1工}$、$I_{1风}$、$I_{1路}$。各区分述如下：

1）采区重点防治亚区（$I_{1采}$）

I_1区为采空塌陷区，总面积约 3652.60hm^2，其中已塌陷（包括$I_{1已1}$、$I_{1已2}$、$I_{1已3}$）面积为 1546.104hm^2，拟塌陷（包括$I_{1采拟1\text{-}1}$、$I_{1采拟1\text{-}2}$、$I_{1采拟1\text{-}3}$、$I_{1采拟1\text{-}4}$、$I_{1采拟2\text{-}1}$、$I_{1采拟2\text{-}2}$、$I_{1采拟3}$）面积为 2064.30 hm^2。预测矿山开采对区内矿山地质环境的影响严重，造成的损失大，治理困难。

①该区主要地质环境问题：

a.采矿活动引发的地面塌陷，地质灾害危险性大。

b.矿山生产活动对区域地下水位影响幅度较小，不会影响矿区及周边生产生活供水。对二$_2$煤层顶底板砂岩裂隙含水层（段）的影响严重，对第四系孔隙水含水层结构破坏影响较轻，对具供水意义的含水层结构影响破坏程度较轻；

c.地面塌陷对区内地形地貌景观的影响程度严重。

d.地面塌陷下沉值大，容易造成积水，破坏土地资源和植被，毁损土地类型以耕地为主，且难以恢复，对土地资源的影响程度严重。

②威胁对象

本区地处平原区，村庄稠密，破坏耕地 3652.60hm^2，直接经济损失 5265.15 万元；地面塌陷及地裂缝威胁 15424 人，威胁房屋及其它设施，预测直接经济损失 9542.09 万元。

③主要防治措施

a.加强对区内地质环境的监测工作。主要包括定期进行地面变形测量，随时掌握地面塌陷的发展变化趋势；对开采可能影响到的村村通公路等交通设施，在开采过程应加强巡查，采用填垫路基等措施来维护，以保证交通工程的正常使用；对土壤环境质量进行监测；

b.开采过程中应对村庄临时预留安全保护煤柱，回采煤柱时须及时规划搬迁，以确保居民生命安全；当回采结束后地表出现裂缝时，须对地面裂缝及时填埋；

对于地面塌陷区，地表稳定之后，及时安排地面塌陷治理及生态恢复工程。及时开展地面塌陷地裂缝治理工程来恢复地表高程，适时布置绿化工程，恢复矿区植被；

c.对塌陷区遭受破坏的土地资源进行土地恢复治理，对塌陷深度较大易造成积水地段可开发为鱼塘发展渔业经济；

d.根据现有开采条件，矿山生产过程中，建立起相对完善的含水层保护体系：

a）设立长期观测点对含水层进行水位、水质和排水量监测，避免含水层遭受破坏；开采过程中注意防水，减少矿坑水渗漏；

b）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；

c）对可能产生涌水的含水层进行采前抽排，此举将大大降低采煤进程中涌出的矿井水量，而且，此种方法抽出的矿井水是未经采煤污染的清洁地下水，对于防止矿坑排水造成水质污染，有利于保护地下水质；

d）优化矿山开发利用方案中地下水处理方式，尽可能做到矿井水资源化和零排放，以减少其它含水层的用水量；

e）对矿坑排水及工业场地的生活污水进行储量后会用或达标排放。

2）工业场地重点防治区亚区（$Ⅰ_{1工}$）

$Ⅰ_2$区为工业场地占用区，包括工业广场和排矸场地，总面积0.23km^2。区内有保证煤矿生产、安全的重要工程建筑设施，属于重点工程项目，占用破坏土地资源，现状评估对区内土地资源的影响严重，改变原生地形地貌景观，对地形地貌景观影响较严重。

①主要矿山地质环境问题

煤矿生产期场地将持续占用土地。工业广场占地22.42hm^2，广场建设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，对地形地貌景观破坏较严重。预测该区含水层破坏较轻。排矸场及洗煤厂占地 19.79hm^2，矸石堆放改变了原生地貌景观，对地形地貌景观破坏较严重。现状条件下，矸石、锅炉灰渣

对水土环境污染程度较轻，预测较轻。该区对二$_2$煤层顶底板砂岩裂隙含水层（段）的影响严重，对第四系孔隙水含水层结构破坏影响较轻，对具供水意义的含水层结构影响破坏程度较轻。

②威胁对象

含水层。

③主要防治措施

a.对工业场地必须按照矿井开发利用方案留设足够的安全保护煤柱；

b.及时运转工业场地存放的矸石渣，减少对地貌景观的破坏。排矸场地煤矸石及时利用。矸石堆积量较大时，及时开展绿化、场地防护、排水等措施；

c.加强临近开采区地段的地面沉降变形监测，确保区内房屋及其它构建物安全；

d.工业场地的生活污水进行储量后会用或达标排放。

e.由于陈四楼煤矿处于开采前期，本方案服务期结束后工业场地仍留续使用，因此本方案仅对工业场地防治分区内的地质环境问题布置监测工程，不布置治理工程，待矿山闭坑后再对该防治区进行恢复治理。

3）风井场地次重点防治亚区（Ⅰ$_{1风}$）

Ⅱ$_2$区为风井场地场地占用区，包括西风井和北风井，总面积0.0172km^2。区内有保证煤矿生产、安全的重要工程建筑设施，属于重点工程项目，占用破坏土地资源，现状评估对区内土地资源的影响较严重，改变原生地形地貌景观，对地形地貌景观影响较严重。

①主要矿山地质环境问题

煤矿生产期场地将持续占用土地。北风井场地占地0.72hm^2，南风井场地占地 1.0hm^2，地建设使地表形态发生有限改变，造成生态景观系统在空间上的不协调性，对地形地貌景观破坏较严重。该区对二$_2$煤层顶底板砂岩裂隙含水层（段）的影响严重，对第四系孔隙水含水层结构破坏影响较轻，对具供水意义的含水层结构影响破坏程度较轻。

②威胁对象：含水层。

③主要防治措施

a.对风井场地必须按照矿井开发利用方案留设足够的安全保护煤柱；

b.场地内煤矸石及时利用。矸石堆积量较大时，及时开展绿化、场地防护、排水等措施；

c.加强临近开采区地段的地面沉降变形监测，确保区内房屋及其它构建物安全；

d.场地的生活污水进行储量后会用或达标排放。

e.由于陈四楼煤矿处于开采前期，本方案服务期结束后风井场地仍留续使用，因此本方案仅对工业场地防治分区内的地质环境问题布置监测工程，不布置治理工程，待矿山闭坑后再对该防治区进行恢复治理。

4）运输道路次重点防治亚区（$Ⅰ_{1路1}$）

$Ⅰ_{1路1}$区为运输道路及铁路场地占用区，总面积 0.0747km^2，属于重点工程项目，占用破坏土地资源，现状评估对区内土地资源的影响较严重，改变原生地形地貌景观，对地形地貌景观影响较严重。

①主要矿山地质环境问题

煤矿生产期场地将持续占用土地。运输道路占地 0.0482km^2，铁路专业线占地 0.0265km^2，占地建设使地表形态发生有限改变，对地形地貌景观破坏较严重。

②主要防治措施

a.对运输道路必须按照矿井开发利用方案留设足够的安全保护煤柱；

b.加强临近开采区地段的地面沉降变形监测，确保区内房屋及其它构建物安全；

c.由于陈四楼煤矿处于开采前期，本方案服务期结束后运输道路仍留续使用，因此本方案仅对运输道路防治分区内的地质环境问题布置监测工程，不布置治理工程，待矿山闭坑后再对该防治区进行恢复治理。

（2）一般防治区（Ⅲ）

面积约 19.47km^2，为评估区内除重点防治区以外的区域。该区域位于矿山开采影响范围外，主要防治措施为做好地质灾害巡查工作和含水层监测等保护工作。

（二）土地复垦区与复垦责任范围

复垦区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（图 3-27）。

目前，矿山前期生产活动已损毁土地 1767.09hm^2，其中塌陷损毁 1715.69hm^2，压占损毁面积为 51.40hm^2（工业广场压占损毁土地 22.42hm^2，矸石堆积场压占损毁 12.65hm^2，运输公路压占损毁面积 4.82hm^2，风井压占损毁土地 1.72hm^2，洗选煤场压占损毁土地 7.14hm^2，运煤铁路专线压占损毁面积 2.65hm^2）；拟损毁土地面积为 2064.30hm^2，全部为塌陷损毁；重复损毁面积为 169.60hm^2；经计算陈四楼煤矿复垦区面积为 3661.79hm^2。

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（包括三部分：1、永久性建设用地，2、本方案服务期后留续的压占单元；3、其他可有单独治理措施的区域，例如河流、村庄、公路、风景名胜及特殊用地等）。经计算，陈四楼煤矿复垦责任范围面积为 3520.86hm^2。

（1）永久性建设用地

工业广场、风井场地、运输道路及矿山铁路运煤专线占用土地面积31.61hm^2，为永久性建设用地，不纳入复垦责任范围。

（2）本方案服务期后留续的压占单元

洗选煤场和矸石堆场压占损毁土地 19.79hm^2，压占地类为沟渠、村庄和采矿用地，为临时用地，但在本方案生产服务期（16.60a）结束后，留续使用。因此不纳入复垦责任范围。

（3）其他可不计算在复垦责任范围内的区域

塌陷损毁范围内的公路用地25.75hm^2，河流水面14.82hm^2，水工建筑用地47.59hm^2，风景名胜及特殊用地4.72hm^2，铁路用地4.54hm^2，共占地面积97.42hm^2。该区域将由永城市公路局、铁路局、河务局和景区及特殊用地单位等专业的管理主体进行规划设计，由于采煤塌陷对该部分土地造成了损毁，矿方企业根据相应的规定，对责任主体进行赔偿，因此不纳入复垦责任范围。具体数据见表3-43。

复垦区与复垦责任范围位置示意图见图3-28，复垦区及复垦责任范围损毁土地程度汇总见表3-44、3-45，复垦责任范围各损毁单元拐点见表3-46。

表3-43 单独治理措施地类责任主体表

地类	面积（hm^2）	复垦责任主体
公路用地	25.75	永城市公路局
铁路用地	4.54	永城市铁路局
河流水面	14.82	永城市河务局
水工建筑用地	47.59	
风景名胜及特殊用地	4.72	景区及特殊用地单位
合计	**97.42**	——

表3-44 复垦区土地损毁程度汇总表（单位：hm^2）

一级地类		二级地类		损毁程度			面积（hm^2）
				轻度	中度	重度	
01	耕地	013	旱地	1567.48	370.42	129.63	2067.53
02	园地	021	果园	4.00	1.83	2.24	8.07
03	林地	031	有林地	176.87	112.87	28.68	318.42
	林地	033	其他林地	7.95	9.52	5.25	22.72
04	草地	043	其他草地	13.06	3.21	0.00	16.27
10	交通运输用地	101	铁路用地	3.18	0.85	0.51	4.54
		102	公路用地	13.29	3.40	9.06	25.75
		104	农村道路	79.34	21.41	5.02	105.77
11	水域及水利设施用地	111	河流水面	12.60	2.22	0.00	14.82
		114	坑塘水面	153.97	60.66	3.20	217.83
		117	沟渠	49.79	17.50	8.15	75.44
		118	水工建筑用地	38.68	8.57	0.34	47.59
12	其他土地	122	设施农用地	15.89	3.24	12.35	31.48
		123	田坎	0.12	0.00	0.00	0.12
		127	裸地	1.44	0	0	1.44
20	城镇村及工矿用地	203	村庄	423.94	122.68	46.83	593.45
		204	采矿用地	71.79	11.83	22.21	105.83
		205	风景名胜及特殊用地	4.16	0.41	0.15	4.72
合计				**2637.55**	**750.62**	**273.62**	**3661.79**

表3-45 复垦责任范围损毁程度汇总表（单位：hm^2）

一级地类		二级地类		损毁程度			面积
				轻度	中度	重度	（hm^2）
01	耕地	013	旱地	1567.48	370.42	129.63	2067.53
02	园地	021	果园	4.00	1.83	2.24	8.07
03	林地	031	有林地	176.87	112.87	28.68	318.42
	林地	033	其他林地	7.95	9.52	5.25	22.72
04	草地	043	其他草地	13.06	3.21	0.00	16.27
10	交通运输用地	104	农村道路	79.34	21.41	5.02	105.77
11	水域及水利设施用地	114	坑塘水面	153.97	60.66	3.20	217.83
		117	沟渠	49.79	17.50	2.81	70.10
12	其他土地	122	设施农用地	15.89	3.24	12.35	31.48
		123	田坎	0.12	0.00	0.00	0.12
		127	裸地	1.44	0	0	1.44
20	城镇村及工矿用地	203	村庄	423.94	122.68	30.87	577.49
		204	采矿用地	71.79	11.83	0.00	83.62
合计				**2565.64**	**735.17**	**220.05**	**3520.86**

图3-28 复垦区与复垦责任范围位置图

表3-46　复垦责任范围各损毁单元拐点坐标表（2000国家大地坐标）

损毁单元	拐点号	X	Y	拐点号	X	Y
已塌陷区Ⅰ	1	********	********	13	********	********
	2	********	********	14	********	********
	3	********	********	15	********	********
	4	********	********	16	********	********
	5	********	********	17	********	********
	6	********	********	18	********	********
	7	********	********	19	********	********
	8	********	********	20	********	********
	9	********	********	21	********	********
	10	********	********	22	********	********
	11	********	********	23	********	********
	12	********	********	24	********	********
已塌陷区Ⅱ	1	********	********	22	********	********
	2	********	********	23	********	********
	3	********	********	24	********	********
	4	********	********	25	********	********
	5	********	********	26	********	********
	6	********	********	27	********	********
	7	********	********	28	********	********
	8	********	********	29	********	********
	9	********	********	30	********	********
	10	********	********	31	********	********
	11	********	********	32	********	********
	12	********	********	33	********	********
	13	********	********	34	********	********
	14	********	********	35	********	********
	15	********	********	36	********	********
	16	********	********	37	********	********
	17	********	********	38	********	********
	18	********	********	39	********	********
	19	********	********	40	********	********
	20	********	********	41	********	********
	21	********	********	42	********	********
已塌陷区Ⅲ	1	********	********	20	********	********
	2	********	********	21	********	********
	3	********	********	22	********	********
	4	********	********	23	********	********
	5	********	********	24	********	********

损毁单元	拐点号	X	Y	拐点号	X	Y
	6	********	********	25	********	********
	7	********	********	26	********	********
	8	********	********	27	********	********
	9	********	********	28	********	********
	10	********	********	29	********	********
	11	********	********	30	********	********
	12	********	********	31	********	********
	13	********	********	32	********	********
	14	********	********	33	********	********
	15	********	********	34	********	********
	16	********	********	35	********	********
	17	********	********	36	********	********
	18	********	********	37	********	********
	19	********	********	38	********	********
拟塌陷区Ⅰ-1	1	********	********	16	********	********
	2	********	********	17	********	********
	3	********	********	18	********	********
	4	********	********	19	********	********
	5	********	********	20	********	********
	6	********	********	21	********	********
	7	********	********	22	********	********
	8	********	********	23	********	********
	9	********	********	24	********	********
	10	********	********	25	********	********
	11	********	********	26	********	********
	12	********	********	27	********	********
	13	********	********	28	********	********
	14	********	********	29	********	********
	15	********	********	30	********	********
拟塌陷区Ⅰ-2	1	********	********	12	********	********
	2	********	********	13	********	********
	3	********	********	14	********	********
	4	********	********	15	********	********
	5	********	********	16	********	********
	6	********	********	17	********	********
	7	********	********	18	********	********
	8	********	********	19	********	********
	9	********	********	20	********	********
	10	********	********	21	********	********

损毁单元	拐点号	X	Y	拐点号	X	Y
	11	********	********	22	********	********
拟塌陷区Ⅰ-3	1	********	********	9	********	********
	2	********	********	10	********	********
	3	********	********	11	********	********
	4	********	********	12	********	********
	5	********	********	13	********	********
	6	********	********	14	********	********
	7	********	********	15	********	********
	8	********	********	16	********	********
拟塌陷区Ⅰ-4	1	********	********	12	********	********
	2	********	********	13	********	********
	3	********	********	14	********	********
	4	********	********	15	********	********
	5	********	********	16	********	********
	6	********	********	17	********	********
	7	********	********	18	********	********
	8	********	********	19	********	********
	9	********	********	20	********	********
	10	********	********	21	********	********
	11	********	********	22	********	********
拟塌陷区Ⅱ-1	1	********	********	14	********	********
	2	********	********	15	********	********
	3	********	********	16	********	********
	4	********	********	17	********	********
	5	********	********	18	********	********
	6	********	********	19	********	********
	7	********	********	20	********	********
	8	********	********	21	********	********
	9	********	********	22	********	********
	10	********	********	23	********	********
	11	********	********	24	********	********
	12	********	********	25	********	********
	13	********	********	26	********	********
拟塌陷区Ⅱ-2	1	********	********	11	********	********
	2	********	********	12	********	********
	3	********	********	13	********	********
	4	********	********	14	********	********
	5	********	********	15	********	********
	6	********	********	16	********	********

损毁单元	拐点号	X	Y	拐点号	X	Y
	7	********	********	17	********	********
	8	********	********	18	********	********
	9	********	********	19	********	********
	10	********	********	20	********	********
拟塌陷区Ⅲ	1	********	********	13	********	********
	2	********	********	14	********	********
	3	********	********	15	********	********
	4	********	********	16	********	********
	5	********	********	17	********	********
	6	********	********	18	********	********
	7	********	********	19	********	********
	8	********	********	20	********	********
	9	********	********	21	********	********
	10	********	********	22	********	********
	11	********	********	23	********	********
	12	********	********	24	********	********

（三）土地类型与权属

1、土地利用类型

本项目复垦区面积为 3661.79hm^2，复垦责任范围面积为 3520.86hm^2，根据土地利用现状图，图幅号为***、***、***、***、***、***、***、***、***、***。复垦区土地利用类型为旱地、果园、有林地、其他林地、其他草地、公路用地、农村道路、河流水面、坑塘水面、沟渠、水工建筑用地、设施农用地、村庄、采矿用地、风景名胜及特殊用地。经现场查勘，复垦区设有灌排设施，承载复垦区内农作物的灌溉及排除雨季洪水、田间水。复垦区内农作物以小麦、玉米、大豆为主，小麦年亩产量 550kg/亩，玉米年亩产量 500kg/亩。复垦区土地利用现状详见表 3-47，复垦责任范围土地利用现状见表 3-48。

表3-47 复垦区土地利用现状表

一级地类		二级地类		面积（hm^2）	小计（hm^2）	占总面积比例（%）	
01	耕地	013	旱地	2067.53	2067.53	56.46	56.46
02	园地	021	果园	8.07	8.07	0.22	0.22
03	林地	031	有林地	318.42	341.14	8.7	9.32
	林地	033	其他林地	22.72		0.62	
04	草地	043	其他草地	16.27	16.27	0.44	0.44
10	交通运输用地	101	铁路用地	4.54	136.06	0.12	3.71
		102	公路用地	25.75		0.7	
		104	农村道路	105.77		2.89	
11	水域及水利设施用地	111	河流水面	14.82	355.68	0.4	9.71
		114	坑塘水面	217.83		5.95	
		117	沟渠	75.44		2.06	
		118	水工建筑用地	47.59		1.3	
12	其他土地	122	设施农用地	31.48	33.04	0.86	0.903
		123	田坎	0.12		0.003	
		127	裸地	1.44		0.04	
20	城镇村及工矿用地	203	村庄	593.45	704	16.21	22.12
		204	采矿用地	105.83		2.89	
		205	风景名胜及特殊用地	4.72		0.13	
合计				**3661.79**	**3661.79**	100	100

表3-48 复垦责任范围土地利用现状表

一级地类		二级地类		面积（hm^2）	小计（hm^2）	占总面积比例（%）	
01	耕地	013	旱地	2067.53	2067.53	58.72	58.72
02	园地	021	果园	8.07	8.07	0.23	0.23
03	林地	031	有林地	318.42	341.14	9.04	9.69
	林地	033	其他林地	22.72		0.65	
04	草地	043	其他草地	16.27	16.27	0.46	0.46
10	交通运输用地	104	农村道路	105.77	105.77	3	3
11	水域及水利设施用地	114	坑塘水面	217.83	287.93	6.19	12.38
		117	沟渠	70.1		1.99	
12	其他土地	122	设施农用地	31.48	33.04	0.89	0.933
		123	田坎	0.12		0.003	
		127	裸地	1.44		0.04	
20	城镇村及工矿用地	203	村庄	577.49	661.11	16.4	21.14
		204	采矿用地	83.62		2.37	
合计				**3520.86**	**3520.86**	100	100

2、基本农田及基础设施情况

（1）复垦区基本农田

利用基本农田保护图与土地利用现状图套合计算得出，复垦区基本农田面积***hm^2，占复垦区损毁耕地总面积（***hm^2）的***%，其中轻度损毁***hm^2，中度损毁***hm^2，重度损毁***hm^2。具体数据见表 3-49。

表3-49 复垦区基本农田统计表

土地权属			耕地（hm^2）	基本农田损毁程度（hm^2）				基本农田占耕地比例（%）
				轻度	中度	重度	合计	
河南省永城市	陈集镇	汉陈村	92.33	***	***	***	***	***
		赵楼村	145.84	***	***	***	***	***
		代井村	128.19	***	***	***	***	***
		胡井村	87.26	***	***	***	***	***
		李胡同村	114.83	***	***	***	***	***
		朱寨村	6.34	***	***	***	***	***
		韩松园村	50.27	***	***	***	***	***
		芦庄村	31.58	***	***	***	***	***
		高双庙村	52.58	***	***	***	***	***
		李香庄村	30.09	***	***	***	***	***
		练花园村	12.38	***	***	***	***	***
		马胡同村	47.31	***	***	***	***	***
		陈双楼村	87.93	***	***	***	***	***
		练油坊村	51.12	***	***	***	***	***
		练楼村	8.14	***	***	***	***	***
	顺和乡	高口村	27.91	***	***	***	***	***
		高新庄村	146.05	***	***	***	***	***
		韩庄村	52.87	***	***	***	***	***
		姬庄村	0.11	***	***	***	***	***
		平房村	94.43	***	***	***	***	***
		王庄村	1.82	***	***	***	***	***
	城厢乡	北郝村	108.76	***	***	***	***	***
		李庄村	240.53	***	***	***	***	***
		张大庄村	103.87	***	***	***	***	***
		冯寨村	66.75	***	***	***	***	***
		张楼村	101.49	***	***	***	***	***
		戚庄村	14.92	***	***	***	***	***
		余庙村	76.33	***	***	***	***	***
		八里庙村	74.26	***	***	***	***	***
		任楼村	1.76	***	***	***	***	***
	薛湖镇	班寨村	0.04	***	***	***	***	***
	演集镇	武庄村	9.44	***	***	***	***	***
合计			**2067.53**	***	***	***	***	***

（2）农田基本设施情况

①农村道路

复垦区地处平原，地形平坦，周边主要道路以公路为主，各自然村之间还有水泥路或柏油路相通，但本方案主要涉及农田周边生产路多为土路。现有土路路面一般宽 2m、路面以粘土压实为主，适合小型农用机械通行，但随着地表沉陷的发生，土路路面与周边地形一同出现裂缝、倾斜现象，目前部分裂缝已被充填。

②农田水利设施

复垦区现有主要农田水利设施有灌溉井、集水坑塘、灌溉渠、排水沟等。

灌溉井是复垦区主要灌溉设备，复垦区地下水位埋深 4.5m 左右，灌溉井成井深度 20-30m，复垦区内灌溉井约 312 眼，随着沉陷的发生整体下沉，造成地下水位相对上升，但不影响使用。损毁集水坑塘 217.83hm^2，损毁灌溉和排水渠 70.1hm^2。

复垦区田块间或道路边侧修建有排水沟，复垦区整体地势由西北向东南倾斜，地面坡降 0.3%左右，排水多为田间依地势自流排水。区内灌溉主要利用坑塘水面及灌溉井取水，通过引水渠或农民使用家用自备浇灌机灌溉。

③电力设施

复垦区内电力设施较完善，380V 和 220V 电力系统到达区内各村庄、居民点。

3、土地权属状况

（1）复垦区面积共 3661.79hm^2，除永久性建设用地（工业场地）面积 31.61hm^2 外，其余 3630.18hm^2 土地按权属划分，复垦区内土地权属涉及河南省永城市陈集镇、顺和乡、城厢乡、薛湖镇和演集镇的土地。其中涉及永城市陈集镇的汉陈村、赵楼村、代井村、胡井村、李胡同村、朱寨村、韩松园村、芦庄村、高双庙村、李香庄村、练花园村、马胡同村、陈双楼村、练油坊村、练楼村等 15 个行政村，各个行政村的土地面积分别为：137.14hm^2、242.09hm^2、199.12hm^2、121.75hm^2、186.62hm^2、6.67hm^2、113.87hm^2、70.69hm^2、95.54hm^2、122.83hm^2、36.56hm^2、102.01hm^2、123.69hm^2、119.11hm^2、58.95hm^2；顺和乡的高口村、高新庄村、韩庄村、姬庄村、平房村、王庄村等 6 个自然村，各个行政村的土地面

积分别为：43.68hm^2、234.49hm^2、92.75hm^2、0.21hm^2、175.86hm^2、2.57hm^2；城厢乡的北郝村、李庄村、张大庄村、冯寨村、张楼村、程楼村、李林村、戚庄村、余庙村、八里庙村、任楼村、冯寨村等 11 个行政村，各个行政村的土地面积分别为：185.85hm^2、355.66hm^2、196.45hm^2、90.48hm^2、170.36hm^2、1.42hm^2、0.04hm^2、33.25hm^2、161.73hm^2、131.72hm^2、2.13hm^2、1.05hm^2；薛湖镇的班寨村 1 个行政村，土地面积为：0.04hm^2；演集镇的武庄村 1 个行政村，土地面积为：13.81hm^2。复垦区土地权属见表 3-51。

（2）复垦责任范围面积 3520.86hm^2，区内土地权属涉及河南省永城市陈集镇、顺和乡、城厢乡、薛湖镇和演集镇的土地。其中涉及永城市陈集镇的汉陈村、赵楼村、代井村、胡井村、李胡同村、朱寨村、韩松园村、芦庄村、高双庙村、李香庄村、练花园村、马胡同村、陈双楼村、练油坊村、练楼村等 15 个自然村，各个行政村的土地面积分别为：121.02hm^2、231.04hm^2、195.18hm^2、118.29hm^2、186.13hm^2、6.67hm^2、92.85hm^2、69.98hm^2、94.08hm^2、122.37hm^2、36.52hm^2、101.09hm^2、122.37hm^2、118.39hm^2、56.40hm^2；顺和乡的高口村、高新庄村、韩庄村、姬庄村、平房村、王庄村等 6 个自然村，各个行政村的土地面积分别为：40.28hm^2、224.84hm^2、90.94hm^2、0.21hm^2、169.91hm^2、2.23hm^2；城厢乡的北郝村、李庄村、张大庄村、冯寨村、张楼村、程楼村、李林村、戚庄村、余庙村、八里庙村、任楼村等 11 个自然村，各个行政村的土地面积分别为：178.98hm^2、353.81hm^2、196.33hm^2、87.59hm^2、168.50hm^2、33.25hm^2、162.31hm^2、125.27hm^2、2.13hm^2；薛湖的镇班寨村 1 个行政村，土地面积为：0.04hm^2；演集镇的武庄村 1 个行政村，土地面积为：11.89hm^2。复垦区土地权属见表 3-51。

表3-50 复垦区土地利用权属表（单位：hm^2）

土地权属			原地类																		合计
			01 耕地	02 园地	03 林地		04 草地	10 交通运输用地			11 水域及水利设施用地				12 其他土地			20 城镇村及工矿用地			
			013	021	031	033	043	101	102	104	111	114	117	118	122	123	127	203	204	205 风景名胜及特殊用地	
			旱地	果园	有林地	其他林地	其他草地	铁路用地	公路用地	农村道路	河流水面	坑塘水面	沟渠	水工建筑用地	设施农用地	田坎	裸地	村庄	采矿用地		
河南省商丘市永城市	陈集镇	汉陈村	92.33	0.4	15.9	0	0.29	0	0.28	3.03	3.97	0.02	1.48	11.44	0.44	0	0	7.13	0	0.43	**137.14**
		赵楼村	145.84	0.9	27.59	2.83	0	0	1.71	3.28	1.41	2.44	11.59	7.35	2.44	0	0	34.13	0	0.58	**242.09**
		代井村	128.19	0	12.78	0	0	2.49	1.18	4.5	0	4.53	1.95	0	1.07	0	0	41.57	0.59	0.27	**199.12**
		胡井村	87.26	0	6.83	0	0	1.21	2.13	2.1	0	2.71	0	0	1.41	0	0	17.98	0	0.12	**121.75**
		李胡同村	114.83	1.22	19.93	8.1	0.51	0	0	3.51	0	3.28	3.13	0	2.29	0	0	28.63	0.7	0.49	**186.62**
		朱寨村	6.34	0	0.01	0	0	0	0	0.17	0	0	0.15	0	0	0	0	0	0	0	**6.67**
		韩松园村	50.27	0	8.87	0	1.53	0	1.18	3.85	0	10.68	9.16	0	0.09	0.03	0	14.18	13.98	0.05	**113.87**
		芦庄村	31.58	0	10.36	0	6.94	0	0.71	2.41	0	10.45	2.04	0	0.06	0	0	6.14	0	0	**70.69**
		高双庙村	52.58	0	13.13	0	0	0.57	0.85	1.87	0	10.17	0.73	0	1.38	0	0	14.22	0	0.04	**95.54**
		李香庄村	30.09	0	47.09	0	2.55	0	0	3.85	0	11.28	2.43	0	0.3	0	0.06	24.71	0	0.47	**122.83**
		练花园村	12.38	0.48	12.77	0	0	0	0	1.38	0	1.94	0.33	0	0	0	0	7.24	0	0.04	**36.56**
		马胡同村	47.31	4.89	11.32	0.23	0	0	0.92	3.93	0	1.98	0.8	0	15.1	0	0	15.53	0	0	**102.01**
		陈双楼村	87.93	0	0.52	0	0	0.27	0.98	3.43	0	2	0.99	0	0	0	0	27.47	0	0.1	**123.69**
		练油坊村	51.12	0.18	21.4	0	3.22	0	0.47	2.61	0	18.63	3.42	0	2.7	0	0	15.11	0	0.25	**119.11**
		练楼村	8.14	0	0.23	1.84	1.23	0	2.32	0.92	0	23.14	0.28	0	0	0	1.38	16.7	2.54	0.23	**58.95**
	顺和乡	高口村	27.91	0	9.09	0	0	0	0	1.64	1.13	0.1	0.69	2.27	0	0	0	0.85	0	0	**43.68**
		高新庄村	146.05	0	18.8	9.51	0	0	1.57	7.49	1.24	2.93	2.5	6.75	0	0	0	37.56	0	0.09	**234.49**
		韩庄村	52.87	0	23.21	0	0	0	0	2.85	0.43	1.4	1.33	1.3	0	0	0	9.28	0	0.08	**92.75**
		姬庄村	0.11	0	0.06	0	0	0	0	0.04	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	**0.21**
		平房村	94.43	0	38.43	0.21	0	0	1.28	3.32	0.72	2.78	1.7	3.39	0.35	0	0	28.69	0	0.56	**175.86**
		王庄村	1.82	0	0	0	0	0	0	0	0.05	0	0.41	0.29	0	0	0	0	0	0	**2.57**
	城厢乡	北郝村	108.76	0	7.82	0	0	0	0	10.15	1.85	7.85	9.75	4.94	0	0	0	12.63	22.03	0.07	**185.85**
		李庄村	240.53	0	2.46	0	0	0	0	13.44	0.52	9.91	9.17	1.08	1.02	0	0	68.86	8.42	0.25	**355.66**
		张大庄村	103.87	0	6.97	0	0	0	0	5.81	0	48.65	2.68	0	0	0	0	23	5.35	0.12	**196.45**
		冯寨村	66.75	0	0.13	0	0	0	0	3.77	0.28	5.58	1	2.62	2.83	0.09	0	7.43	0	0	**90.48**
		张楼村	101.49	0	0	0	0	0	0	4.16	0.39	5.62	1.44	1.46	0	0	0	43.76	12.04	0	**170.36**
		程楼村	0	0	0	0	0	0	0	0	0.58	0	0	0.84	0	0	0	0	0	0	**1.42**
		李林村	0	0	0	0	0	0	0	0	0.04	0	0	0	0	0	0	0	0	0	**0.04**
		戚庄村	14.92	0	0	0	0	0	0	0.62	0	0.86	2.17	0	0	0	0	8.44	6.24	0	**33.25**
		余庙村	76.33	0	2.37	0	0	0	0	6.12	0	26.17	0.62	0	0	0	0	25.32	24.65	0.15	**161.73**
		八里庙村	74.26	0	0.13	0	0	0	0	3.85	1.52	2.6	3.42	3.86	0	0	0	41.74	0	0.33	**131.71**
		任楼村	1.76	0	0	0	0	0	0	0.12	0	0.13	0.08	0	0	0	0	0	0.04	0	**2.13**
		冯寨村	0	0	0	0	0	0	1.05	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	**1.05**
	薛湖镇	班寨村	0.04	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	**0.04**
	演集镇	武庄村	9.44	0	0.22	0	0	0	1.23	1.55	0.69	0	0	0	0	0	0	0.68	0	0	**13.81**
合计			2067.53	8.07	318.42	22.72	16.27	4.54	17.86	105.77	14.82	217.83	75.44	47.59	31.48	0.12	1.44	578.98	96.58	4.72	**3630.18**

表3-51 复垦责任范围土地利用权属表（单位：hm^2）

土地权属			损毁地类													合计
			01 耕地	02 园地	03 林地		04 草地	10 交通运输用地	11 水域及水利设施用地		12 其他土地			20 城镇村及工矿用地		
			013 旱地	021 果园	031 有林地	033 其他林地	043 其他草地	10.4 农村道路	114 坑塘水面	117 沟渠	122 设施农用地	123 田坎	127 裸地	203 村庄	204 采矿用地	
河南省商丘市永城市	陈集镇	汉陈村	92.33	0.4	15.9	0	0.29	3.03	0.02	1.48	0.44	0	0	7.13	0	**121.02**
		赵楼村	145.84	0.9	27.59	2.83	0	3.28	2.44	11.59	2.44	0	0	34.13	0	**231.04**
		代井村	128.19	0	12.78	0	0	4.5	4.53	1.95	1.07	0	0	41.57	0.59	**195.18**
		胡井村	87.26	0	6.83	0	0	2.1	2.71	0	1.41	0	0	17.98	0	**118.29**
		李胡同村	114.83	1.22	19.93	8.1	0.51	3.51	3.28	3.13	2.29	0	0	28.63	0.7	**186.13**
		朱寨村	6.34	0	0.01	0	0	0.17	0	0.15	0	0	0	0	0	**6.67**
		韩松园村	50.27	0	8.87	0	1.53	3.85	10.68	3.82	0.09	0.03	0	12.69	1.02	**92.85**
		芦庄村	31.58	0	10.36	0	6.94	2.41	10.45	2.04	0.06	0	0	6.14	0	**69.98**
		高双庙村	52.58	0	13.13	0	0	1.87	10.17	0.73	1.38	0	0	14.22	0	**94.08**
		李香庄村	30.09	0	47.09	0	2.55	3.85	11.28	2.44	0.3	0	0.06	24.71	0	**122.37**
		练花园村	12.38	0.48	12.77	0	0	1.38	1.94	0.33	0	0	0	7.24	0	**36.52**
		马胡同村	47.31	4.89	11.32	0.23	0	3.93	1.98	0.8	15.1	0	0	15.53	0	**101.09**
		陈双楼村	87.93	0	0.52	0	0	3.43	2	0.99	0	0	0	27.47	0	**122.34**
		练油坊村	51.12	0.18	21.4	0	3.22	2.61	18.63	3.42	2.7	0	0	15.11	0	**118.39**
		练楼村	8.14	0	0.23	1.84	1.23	0.92	23.14	0.28	0	0	1.38	16.7	2.54	**56.4**
	顺和乡	高口村	27.91	0	9.09	0	0	1.64	0.1	0.69	0	0	0	0.85	0	**40.28**
		高新庄村	146.05	0	18.8	9.51	0	7.49	2.93	2.5	0	0	0	37.56	0	**224.84**
		韩庄村	52.87	0	23.21	0	0	2.85	1.4	1.33	0	0	0	9.28	0	**90.94**
		姬庄村	0.11	0	0.06	0	0	0.04	0	0	0	0	0	0	0	**0.21**
		平房村	94.43	0	38.43	0.21	0	3.32	2.78	1.7	0.35	0	0	28.69	0	**169.91**
		王庄村	1.82	0	0	0	0	0	0	0.41	0	0	0	0	0	**2.23**
	城厢乡	北郝村	108.76	0	7.82	0	0	10.15	7.85	9.74	0	0	0	12.63	22.03	**178.98**
		李庄村	240.53	0	2.46	0	0	13.44	9.91	9.17	1.02	0	0	68.86	8.42	**353.81**
		张大庄村	103.87	0	6.97	0	0	5.81	48.65	2.68	0	0	0	23	5.35	**196.33**
		冯寨村	66.75	0	0.13	0	0	3.77	5.58	1	2.83	0.09	0	7.44	0	**87.59**
		张楼村	101.49	0	0	0	0	4.16	5.61	1.44	0	0	0	43.76	12.04	**168.5**
		戚庄村	14.92	0	0	0	0	0.62	0.86	2.17	0	0	0	8.44	6.24	**33.25**
		余庙村	76.33	0	2.37	0	0	6.12	26.18	0.62	0	0	0	26.04	24.65	**162.31**
		八里庙村	74.26	0	0.13	0	0	3.85	2.6	3.42	0	0	0	41.01	0	**125.27**
		任楼村	1.76	0	0	0	0	0.12	0.13	0.08	0	0	0	0	0.04	**2.13**
	薛湖镇	班寨村	0.04	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	**0.04**
	演集镇	武庄村	9.44	0	0.22	0	0	1.55	0	0	0	0	0	0.68	0	**11.89**
合计			2067.53	8.07	318.42	22.72	16.27	105.77	217.83	70.1	31.48	0.12	1.44	577.49	83.62	**3520.86**

第四章 矿山地质环境治理与土地复垦可行性分析

一 矿山地质环境治理可行性分析

（一）技术可行性分析

1、矿山地质环境保护与治理恢复任务

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。矿山生产活动对当地地质环境主要造成以下破坏：

（1）地面塌陷及伴生地裂缝地质灾害造成的损失；

（2）地面塌陷及伴生地裂缝对地形地貌景观的影响；

（3）地面塌陷对土地资源的影响和破坏；工业场地压占土地资源，改变了原有地貌及土地用途；

（4）煤层开采对其顶底板砂岩含水层水位影响严重。

2、主要防治措施及可行性分析

（1）塌陷地治理工作

评估区内经济发展以农业为主，按照《矿山地质环境保护规定》第二条“开采矿产资源涉及土地复垦的，依照国家有关土地复垦的法律法规执行”及国家《土地复垦规定》对土地复垦的有关规定要求，结合区内地表变形塌陷情况，将塌陷区的土地及时复垦。本次工作根据地面塌陷对土地资源破坏的预测评估结果，针对地面塌陷的具体情况，分别采取土地平整、削高填低、挖深垫浅等工程治理措施对塌陷区土地进行复垦治理。

（2）含水层破坏防治工作

陈四楼煤矿在井田内施工有奥灰水水文地质孔。可有效帮助矿山了解煤系含水层与奥灰含水层之间的水力联系，及时掌握奥灰水水位动态和煤矿开采可能对下部奥灰含水层的影响和破坏，确保煤矿安全生产和防止突水事故的发生。

（3）对地形地貌景观保护与治理工作

根据具体情况对地面塌陷区域进行复垦；对规划道路、沟渠两侧采用植树绿化、补种培肥等生物措施，建设农田防护林网；对矿区煤矸石、固体废物集中堆放，覆盖防尘网避免扬尘，减轻对地形地貌景观的影响。

（4）重点工程保护工作

①对受影响的运煤公路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韩沟、小白河堤防和农田水利设施进行进行垫高、加固，保证度汛安全。

③对矿区运煤专用线铁路设置保护煤柱，并布设监测工作，防止对其造成影响。

（5）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、矿山地质环境治理恢复基金

矿山地质环境治理恢复基金是指专项用于因矿产资源勘查开采活动造成的矿区地面塌陷、地裂缝、地形地貌景观破坏，地下含水层破坏、地表植被损毁预防和修复治理以及矿产地质环境监测等方面（不含土地复垦）的费用。

陈四楼煤矿目前处于开采初期，矿山至采矿证有效期（2034年7月到期）结束，矿山地质环境治理以地裂缝充填、塌陷村庄拆除、地面塌陷地裂缝监测、地面建筑物变形监测、含水层监测及水土污染监测工程为主。经概算矿山地质环境治理费用为17594.56万元。方案服务年限内矿山剩余可采储量为24423.21万吨。矿山治理费用均摊到矿山开采成本为4.42元/吨。

2、企业治理能力分析

根据开发利用方案，煤矿正常生产年销售收入52800万元，年销售利润总额15889.29万元，矿山地质环境保护与土地复垦工程近期（2018-2022年）共需投入资金4740.43万元，按5年分摊，每年只需投入约948.09万元，相当于年利润的5.90%；综上所述，矿山地质环境治理与土地复垦工程的投入所占企业年利润比重不大，不会对企业总体利润构成太大影响，地质环境保护与治理方案经济上可行。

3、矿山地质环境治理恢复资金保障

为了保证本方案的顺利实施，除了在组织上和技术上严格把关外，还必须加强对资金的管理。

根据“谁开发谁保护，谁破坏谁治理，谁投资谁受益”的原则，矿山地质环境保护与治理恢复资金来源为企业自筹。建设单位应将治理费从生产费用中列支，防止挤占、挪用或截留，要做到资金及时足额到位，合理使用，确保专款专用，确保经费投资额度、资金流向和使用情况的真实性和有效性。

（三）生态环境协调性分析

1、生态环境背景

矿山及周边为农业生产活动区，土地类型以农田为主，少量林地、草地及坑塘水面。区内主要植物为玉米、小麦等农作物，根据季节变化主要植物群落相应变化，生态结构单一。由于人类生产活动频繁，区内无珍贵动物栖息地，无动物迁徙路线途经本区。

2、矿山生产对生态环境的破坏

（1）矿山生产造成地面塌陷，部分塌陷严重的地区有积水现象，原生植物群落消失。

（2）工业广场压占土地，被压占部分原生植物群落消失。

（3）矿区生活用水外排，可能引起当地水土污染，进而影响当地动植物生长。

3、防治措施及适宜性评价

（1）复垦工程

对于采空塌陷区域及工业广场压占的土地进行复垦，使土地恢复耕种功能。复垦后的土地与矿山活动之前的植物群落一致，与周边以农作物为主的植物群落一致。塌陷深度超过 2.0m 的区域复垦为水塘，改变了原土地利用类型，植物群落相应改变；水塘周边土地以旱地为主，水塘可作为周边农田的水源，也可以引入鱼苗增加当地动物群落多样性。

（2）水污染防治工程

矿山分别设有矿井水处理站和生活污水处理站，矿井水和生活污水处理达标

之后重复利用或外排。其中矿井水经处理后，一部分用于洗煤补充用水、一部分用于井下消防洒水和防尘、注浆用水，其余经排水沟排到永砀公路边沟再排入韩沟流入沱河；生活污水经处理后，部分用作生产区降尘、洒水机绿化用水，其余经沟渠排至韩沟，用于农田灌溉。外排水不会污染当地生态环境。

二 矿区土地复垦可行性分析

（一）复垦区土地利用现状

根据收集的土地利用现状图（图幅号：***、***、***、***、***、***、***、***、***、***），并向永城市国土资源局、陈四楼煤矿咨询，按照《土地利用现状分类》（GB/T 21010-2007）标准，制作了本项目的土地利用现状图（变更日期为2017年12日）。详见附图。

1、复垦区土地利用现状

陈四楼煤矿复垦区面积为3661.79hm^2，其中耕地所占比例最大，其次是林地和城镇村及工矿用地。具体数据见表4-1。

表4-1 复垦区土地利用现状表

一级地类		二级地类		面积（hm^2）	小计（hm^2）	占总面积比例（%）	
01	耕地	013	旱地	2067.53	2067.53	56.46	56.46
02	园地	021	果园	8.07	8.07	0.22	0.22
03	林地	031	有林地	318.42	341.14	8.7	9.32
	林地	033	其他林地	22.72		0.62	
04	草地	043	其他草地	16.27	16.27	0.44	0.44
10	交通运输用地	101	铁路用地	4.54	136.06	0.12	3.71
		102	公路用地	25.75		0.7	
		104	农村道路	105.77		2.89	
11	水域及水利设施用地	111	河流水面	14.82	355.68	0.4	9.71
		114	坑塘水面	217.83		5.95	
		117	沟渠	75.44		2.06	
		118	水工建筑用地	47.59		1.3	
12	其他土地	122	设施农用地	31.48	33.04	0.86	0.903
		123	田坎	0.12		0.003	
		127	裸地	1.44		0.04	
20	城镇村及工矿用地	203	村庄	593.45	704	16.21	22.12
		204	采矿用地	105.83		2.89	
		205	风景名胜及特殊用地	4.72		0.13	
合计				**3661.79**	**3661.79**	100	100

2、复垦责任范围土地利用现状

本项目复垦责任范围面积为3520.86hm^2，其中耕地所占比例最大，其次是林地和城镇村及工矿用地。具体数据见表4-2。

表4-2 复垦责任范围土地利用现状表

一级地类		二级地类		面积（hm^2）	小计（hm^2）	占总面积比例（%）	
01	耕地	013	旱地	2067.53	2067.53	58.72	58.72
02	园地	021	果园	8.07	8.07	0.23	0.23
03	林地	031	有林地	318.42	341.14	9.04	9.69
	林地	033	其他林地	22.72		0.65	
04	草地	043	其他草地	16.27	16.27	0.46	0.46
10	交通运输用地	104	农村道路	105.77	105.77	3	3
11	水域及水利设施用地	114	坑塘水面	217.83	287.93	6.19	12.38
		117	沟渠	70.1		1.99	
12	其他土地	122	设施农用地	31.48	33.04	0.89	0.933
		123	田坎	0.12		0.003	
		127	裸地	1.44		0.04	
20	城镇村及工矿用地	203	村庄	577.49	661.11	16.4	21.14
		204	采矿用地	83.62		2.37	
合计				**3520.86**	**3520.86**	100	100

（二）土地复垦适宜性评价

1、适宜性评价原则

对于生产建设项目损毁土地的复垦方向，最高标准应该是不留生产建设的痕迹，也就是完全复垦原地形地貌和土地利用类型和水平。具体复垦规划与实践中，土地复垦方向尽可能与原（或周边）土地利用方式（或土地利用总体规划）保持一致。但对于无法完全恢复的损毁土地，应该根据一定的原则进行土地复垦适宜性评价。这些原则包括：

（1）服从地区土地利用总体规划，与其他规划相协调的原则

在确定待复垦土地适宜性时，不仅要考虑被评价土地的自然条件和损毁状况，还要考虑区域性土地利用总体规划，着眼地区社会经济和项目生产建设的发展，避免盲目投资、过度超前浪费土地资源。

（2）因地制宜原则

矿井开采将进一步恶化土地利用的条件，土地复垦应因地制宜，宜农则农、宜林则林、宜牧则牧、宜渔则渔。项目区内拟损毁的土地中大部分属于农业用地，同时，项目区内土地的利用条件相对优越，复垦方向应以农业用地为主，尽量复垦为耕地。

（3）土地复垦耕地优先和综合效益最佳原则

在确定被损毁土地复垦利用方向时，应首先考虑其可垦性和综合效益，根据被损毁土地状况是否适宜复垦为某种用途的耕地，选择最佳利用方向，在充分考虑陈四楼煤矿承受能力的基础上，以最小的复垦投入从待复垦土地中获取最佳的经济效益、生态效益和社会效益。

（4）因素与综合平衡原则

影响待复垦土地利用方向的因素很多，包括土壤、气候、原有土地类型、损毁程度、交通和社会需求等多方面，但各种因素对土地利用方向的影响程度不同，在确定待复垦土地的利用方向时，除了综合分析对比各种影响因素之外，还有选择其中的主导因素作为评价的主要依据，按照主导因素确定其适宜的利用方向。本项目区待复垦土地的主导限制因素为矿产开采带来的损毁，如低洼积水、坡度、土壤质地、排灌条件等。

（5）动态和土地可持续利用原则

待复垦土地的损毁是一个动态过程，复垦土地的适宜性也随损毁等级与损毁过程而变化，具有动态性，在进行复垦土地的适宜性评价时，应考虑矿井工农业发展的前景、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。从土地利用历史过程看，土地复垦必须着眼于可持续发展原则，应保证所选土地利用方向具有持续生产能力、防止掠夺式利用农业资源或二次污染等问题。

（6）经济可行、技术合理性原则。

评价的目的是提出合理的复垦措施与工程设计，以技术方法简易、便于操作、容易实施为原则才能使复垦方案切实可行。通过方案实施可有效地消除或减轻矿山生产引发的土地损毁问题，恢复和改善生态环境，社会、经济、环境效益较明显。

（7）社会因素和经济因素相结合原则

在确定待复垦土地适宜性时，被评价土地的自然条件和损毁状况是基础，国家政策、地方法规等是指导，要考虑地区的经济发展，更要考虑土地资源的合理利用和生态保护，将社会因素和经济因素相结合，确定合适的复垦方向，才能创造最大的综合效益。

（8）定性分析与定量分析相结合原则

对评价单元通过定性及定量分析确定复垦方向，能够确定最终复垦方向的可以明确，如建设用地、道路、水面、渔业养殖、生态保护等。不能确定最终复垦方向的要进一步分析评价，主要为农用地宜耕、宜林、宜草的最终确定。对此适宜类实行二级评价体系，最后确定最终复垦方向。

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、生产力水平和损毁后土地的自然条件基础上，参考土地损毁预测和程度分析的结果，依据国家和地方的规划和行业标准，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）、《土地复垦条例实施办法》（2013）、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“2.3 编制依据”。

（3）其他

包括《基本农田保护条例》（1998 年）、《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）、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。

3、适宜性评价范围和初步复垦方向的确定

（1）评价范围

根据方案服务期内土地损毁分析及预测结果，评价范围复垦责任范围，其中农村道路、沟渠和田坎不做定量分析，经计算评价区面积 3344.87hm^2。

（2）初步复垦方向的确定

根据土地利用总体规划，并与生态环境保护规划相衔接，从该项目区实际出发，通过对项目区自然社会因素、政策因素和公众意愿的分析，初步确定复垦区土地复垦方向。

①相关因素分析

a.自然经济条件

项目所在区域为北温带半湿润季风区，属大陆与海洋间过渡性气候，四季分明，夏季炎热，冬季寒冷。矿区内土壤是在黄河、淮河的冲洪积松散母质基础上发育而成的，土壤类型简单，以潮土为主。土壤有机质含量较高，土质肥沃。由于开采煤炭资源造成地表变形，损毁了原有的排灌条件，导致土地减产，因此需采取一定的工程措施恢复土地的正常使用功能。

b.社会经济条件及相关政策

煤炭的开采促进了永城市的经济发展，但是地表塌陷损毁了耕地，使本已紧张的人地矛盾更加突出。为贯彻落实“十分珍惜，合理利用和切实保护耕地”的基本国策，实现耕地总量动态平衡目标，保护好当地农民赖以生存的自然资源，恢复和改善项目环境，促使当地经济的可持续发展，三县区人民政府和国土资源局提出：应用当今煤炭开采沉陷和生态农业复垦最新技术，进行煤矿塌陷地的治理、复垦，恢复被采煤塌陷损毁的土地。

c.公众建议

本项目复垦设计过程中，陈四楼煤矿邀请当地国土资源局及部分村民代表参加了陈四楼煤矿复垦项目座谈会，并做了公众参与问卷调查，作为确定复垦方向的参考。

其中永城市国土资源局等部门一致强调，项目区确定的土地复垦用途一定要符合永城市土地利用总体规划，并且要坚持农用地优先的原则。各位村民代表作为土地的使用人，一致认为在尽可能恢复本区原有地貌的同时，重点加强采煤塌陷地的治理，争取恢复土地原有的耕种职能，原本是耕地的尽量复垦成耕地，原

本是果园的尽量复垦成果园。

本方案也对这些公众参与意见进行了采纳，认为其比较符合实际。复垦区复垦利用应综合考虑和因地制宜，合理利用、农用地优先。

②土地复垦初步方向的确定

在详细调查项目区土地资源特性的基础上，结合公众意见和当地的土地利用总体规划，按照土地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 10~1000mm 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、农村道路、沟渠、坑塘水面等保持原地类不变。其他林地经过林木补种后复垦为有林地。

中度塌陷损毁区：塌陷下沉 1000~2000mm 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、农村道路、沟渠、坑塘水面等保持原地类不变。其他林地经过林木补种后复垦为有林地。

重度塌陷损毁区：初步复垦方向考虑耕地、园地、林地、农村道路、沟渠、坑塘水面等保持原地类。项目区内塌陷损毁的设施农用地和采矿用地土壤类型为潮土且土层厚，因此经过翻耕平整复垦为旱地。由于塌陷下沉较大，对地表影响较大，本方案主要考虑重度塌陷区汇水因素及地下潜水位，塌陷下沉≥2000 的区域，通过挖填平衡，进行鱼塘开挖和平整回填。设施农用地和采矿用地经过翻耕平整复垦为旱地；耕地根据占卜平衡、土方平衡情况，复垦为旱地坑塘水面（鱼塘）。林地经过数目补种后恢复。

压占损毁场地初步复垦方向的确定：根据《陈四楼矿井初步设计说明书》，采矿许可证 2034 年 7 月到期后，压占土地还要留续使用。暂不列入本次复垦范围。

4、适宜性评价单元的划分

由于本项目土地适宜性评价的对象为复垦责任范围内的损毁土地，主要为拟损毁土地。以陈四楼煤矿土地损毁类型、损毁程度、损毁时序等因素对陈四楼煤

矿复垦责任范围进行土地复垦适宜性评价单元划分。农村道路和沟渠通过维护继续使用，复垦为原地类，不做定量分析。

本方案按照以下原则划分评价单元：

（1）损毁前的土地利用类型：旱地、果园、有林地、其他林地、坑塘水面、采矿用地、设施农用地和村庄。

（2）土地损毁程度：分为轻度、中度和重度。

（3）损毁类型：分为塌陷

（4）损毁单元：已损毁区Ⅰ面积446.82hm^2，已损毁区Ⅱ面积425.21hm^2，已损毁区Ⅲ面积674.06hm^2；拟损毁区Ⅰ-1面积为620.60hm^2，拟损毁区Ⅰ-2面积为225.93hm^2，拟损毁区Ⅰ-3面积为158.76hm^2，拟损毁区Ⅰ-4面积为291.77hm^2；拟损毁区Ⅱ-1面积为214.18hm^2，拟损毁区Ⅱ-2面积为344.90hm^2；拟损毁区Ⅲ面积为208.16hm^2。损毁单元位置示意图见图4-1。

根据以上原则，共划分出评价单元 149 个，见表 4-3。

图 4-1 项目区损毁单元分布图

表 4-3 复垦责任范围评价单元的划分

序号	评价单元划分			评价单元面积（hm^2）
	评价区	损毁程度	损毁地类	
1	已损毁区Ⅰ	轻度	旱地	245.22
2			果园	1.41
3			有林地	21.29
4			其他林地	4.66
5			其他草地	0.51
6			坑塘水面	6.07
7			设施农用地	4.81
8			村庄	48.96
9		中度	旱地	20.56
10			果园	0.13
11			有林地	15.76
12			其他林地	6.28
13			坑塘水面	1.54
14			村庄	19.40
15		重度	旱地	15.67
16			果园	0.55
17			有林地	6.94
18			坑塘水面	0.07
19			设施农用地	0.36
20	已损毁区Ⅱ	轻度	旱地	127.39
21			果园	0.43
22			有林地	36.39
23			其他草地	11.03
24			坑塘水面	24.34
25			设施农用地	1.76
26			裸地	0.06
27			村庄	25.52
28		中度	旱地	36.56
29			果园	0.16
30			有林地	50.57
31			其他草地	3.21
32			坑塘水面	34.23
33			设施农用地	1.04
34			村庄	25.47
35			采矿用地	1.02
36		重度	旱地	4.78
37			有林地	13.96
38	已损毁区Ⅲ	轻度	旱地	338.45
39			有林地	0.29
40			其他林地	1.66
41			其他草地	1.23
42			坑塘水面	66.07
43			设施农用地	3.82

序号	评价单元划分			评价单元面积（hm^2）
	评价区	损毁程度	损毁地类	
44			裸地	1.38
45			村庄	146.26
46			采矿用地	14.41
47		中度	旱地	20.56
48			有林地	0.76
49			其他林地	0.18
50			坑塘水面	1.65
51			村庄	17.25
52		重度	旱地	15.67
53			有林地	0.06
54			坑塘水面	0.07
55			设施农用地	0.02
56	拟损毁区Ⅰ-1	轻度	旱地	227.46
57			有林地	69.58
58			其他林地	1.63
59			坑塘水面	5.61
60			设施农用地	0.35
61			村庄	73.95
62		中度	旱地	90.95
63			有林地	22.02
64			其他林地	3.06
65			坑塘水面	1.52
66		重度	旱地	43.75
67			有林地	0.81
68			其他林地	5.02
69			村庄	10.58
70	拟损毁区Ⅰ-2	轻度	旱地	111.56
71			有林地	8.23
72			坑塘水面	3.11
73			设施农用地	1.05
74			村庄	36.34
75			采矿用地	1.28
76		中度	旱地	33.20
77			有林地	4.03
78			坑塘水面	0.98
79			村庄	6.91
80		重度	旱地	6.72
81			有林地	0.50
82			坑塘水面	0.02
83			村庄	0.74
84	拟损毁区Ⅰ-3	轻度	旱地	97.57
85			有林地	9.21
86			坑塘水面	1.38
87			设施农用地	0.06

序号	评价单元划分			评价单元面积（hm^2）
	评价区	损毁程度	损毁地类	
88			村庄	10.62
89		中度	旱地	20.01
90			有林地	2.01
91			坑塘水面	0.24
92			村庄	2.32
93	拟损毁区Ⅰ-4	轻度	旱地	153.05
94			有林地	7.91
95			坑塘水面	5.86
96			村庄	25.88
97			采矿用地	0.24
98		中度	旱地	44.99
99			有林地	1.13
100			坑塘水面	4.52
101			村庄	14.84
102		重度	旱地	4.66
103			有林地	0.46
104			坑塘水面	0.13
105			村庄	2.11
106	拟损毁区Ⅱ-1	轻度	旱地	72.99
107			果园	2.16
108			有林地	18.60
109			其他草地	0.29
110			坑塘水面	1.26
111			设施农用地	2.97
112			村庄	10.75
113		中度	旱地	23.51
114			果园	1.54
115			有林地	7.31
116			坑塘水面	0.79
117			设施农用地	1.79
118			村庄	5.16
119		重度	旱地	15.54
120			果园	1.69
121			有林地	5.63
122			其他林地	0.23
123			坑塘水面	2.52
124			设施农用地	11.97
125			村庄	15.30
126	拟损毁区Ⅱ-2	轻度	旱地	119.83
127			有林地	1.01
128			坑塘水面	37.69
129			村庄	18.08
130			采矿用地	55.86
131		中度	旱地	40.74

序号	评价单元划分			评价单元面积（hm^2）
	评价区	损毁程度	损毁地类	
132			有林地	1.36
133			坑塘水面	14.25
134			村庄	16.79
135			采矿用地	10.81
136	拟损毁区III	轻度	旱地	73.96
137			有林地	4.36
138			坑塘水面	2.58
139			设施农用地	1.07
140			村庄	27.58
141		中度	旱地	39.34
142			有林地	7.92
143			坑塘水面	0.94
144			设施农用地	0.41
145			村庄	14.54
146		重度	旱地	22.84
147			有林地	0.32
148			坑塘水面	0.39
149			村庄	2.14

5、适宜性等级评价体系和评价方法

（1）评价体系

本方案采用土地适宜类和土地质量等两级分类体系。适宜类分适宜和不适宜。在适宜类范围内，按照土地对耕地、园地、林地的适宜程度、生产潜力大小、限制性因素及其强度大小划分为三等：

①宜耕土地

A、一等地：对农业利用无限制或少限制，地形平坦，质地好，肥力高，排灌条件有保证，适于机耕，损毁轻微，易于恢复为耕地，在正常耕作管理措施下可获得较高产量，且正常利用不致发生退化。

B、二等地：对农业利用有一定的限制，质地中等，中度损毁，排灌条件不稳定，需要经过一定整治才可恢复为耕地，如利用不当，可导致土地退化。

C、三等地：对农业利用有较多限制，质地差，排灌条件有困难，损毁较为严重，需要大力整治方可恢复为耕地。

②宜园土地

A、一等地：最适于园地发展，无明显限制因素，损毁轻微，地形平坦，质地好，质地好，肥力较高，排灌条件有保证，在正常管理措施下可获得较高产量，

且正常利用不致发生退化。

B、二等地：较适于园地发展，对园地利用有一定的限制，中度损毁，质地中等，质地中等，排灌条件不稳定，需要经过一定整治才可恢复为园地，质量和产量中等。

C、三等地：对园地利用有较多限制，地形起伏，土壤质地差，排灌条件有困难，损毁较为严重，种植果树技术要求高，质量和产量低。

③宜林土地

A、一等地：最适于林木生产，无明显限制因素，损毁轻微，排水条件良好、无渍涝，采用一般技术造林、植树或更新，可获得较高的产量和质量。

B、二等地：较适于林木生产，地形、土壤和水分等因素有一定限制，排水条件中度、偶渍，中度损毁，造林、植树时技术要求较高，质量和产量中等。

C、三等地：林木生长困难，地形、土壤和和水分等限制因素较多，排水条件不良，损毁严重，造林、植树时技术要求较高，质量和产量低。

（2）评价方法

土地适宜性评价方法颇多，矿区损毁土地适宜性评价属于预测性适宜性评价，常用的方法有极限条件法、类比分析法、指数和法与极限条件法结合等。本方案采用极限条件法，即在有关评价指标的分级中，以分级最低评价因子的分级作为该评价单元的等级。

6、适宜性等级评价指标的选择和标准的建立

（1）评价指标选择

在特定的土地用途或土地利用方式中，选择影响土地适宜性最主要的几项因素作为评价的项目，称为参评因子。参评因素的选择是土地适宜性评价的核心内容之一，直接关系到土地适宜性评价的科学性及评价精度的高低。影响适宜性的要素众多，且其间的关系错综，需要在众多的因素中选择出最灵敏、便于度量且内涵丰富的主导性因子作为评价指标。

塌陷损毁区评价指标：损毁土地的情况，尤其是塌陷深度是土地复垦的重要限制性因素，而由于土地塌陷导致了水利设施的损毁，排灌条件也是影响土地利用的限制因素。土层厚度、地面坡度、土壤质地是土地利用的基础条件，经综合

考虑分析，塌陷损毁区评价指标确定为：田面坡度/土地平整度（°）、是否积水、塌陷深度/m、土壤质地、土层厚度/cm、灌排条件。

评价等级标准参考《土地复垦质量控制标准》（TD/T1036-2013）、《耕地后备资源调查与评价技术规程》（TD/T 1007-2003），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4-4。

表4-4 塌陷损毁区土地复垦适宜性等级评定标准表

限制因素及分级指标		耕地评价	园地评价	林地评价
田面坡度/土地平整度（°）	<3	1 等	1 等	1 等
	3～10	2 等	1 等	1 等
	10～15	3 等	2 等	2 等
	>15	N	2 等	3 等
塌陷深度/m	<1.5	1 等	1 等	1 等
	1.5～5	2 等	2 等	2 等
	>5	N	N	N
土壤质地	壤土、粘壤土	1 等	1 等	1 等
	粘土	2 等	1 等	1 等
	砂土	N	3 等	3 等
土层厚度/cm	≥80	1 等	1 等	1 等
	60～80	2 等	2 等	1 等
	30～60	N	2 等	2 等
	<30	N	3 等	N
灌排条件	有保证	1 等	1 等	1 等
	不稳定	2 等	2 等	1 等
	困难	3 等	2 等	3 等
	不具备	N	N	N
是否积水	不积水	1 等	1 等	1 等
	偶渍	2 等	2 等	2 等
	积水	N	3 等	3 等

7、适宜性等级评定结果

在项目区土地质量调查的基础上，将参评单元的土地质量与复垦土地主要限制因素的农林牧等级标准对比，以限制最大、适宜性等级最低的土地质量参评项目决定该单元的土地适宜性等级。其中农村道路和沟渠经维护复垦为原地类不做定量分析。

塌陷损毁区适宜性等级评定

（1）轻度塌陷区（10~1000mm塌陷区）

耕地：下沉值≤1500mm 轻度塌陷范围内的耕地经简单平整后地面坡度小于3°，无积水区，有效土层厚度大于80cm，灌排条件良好，不影响现有耕种状态，适宜农作物的耕种；根据表4-4，耕地复垦方向为宜耕1等。

园地：下沉值≤1500mm轻度塌陷范围内的园地地面坡度小于3°，无积水区，有效土层厚度大于80cm，灌排条件良好，不影响现有林木状态，适宜树木生长；根据表4-4，果园复垦方向为宜园1等。

林地：下沉值≤1500mm轻度塌陷范围内的林地地面坡度小于3°，无积水区，有效土层厚度大于80cm，不影响现有林木状态，适宜树木生长；根据表4-2，林地复垦方向为宜林1等。

坑塘水面：下沉值≤1500mm轻度塌陷范围内的坑塘水面经过维护后满足要求，继续使用。

设施农用地及采矿用地：下沉值≤1500mm轻度塌陷范围内设施农用地及采矿用地地面坡度小于3°，无积水区，经过翻耕平整后地面坡度小于3°，无积水区，有效土层厚度大于80cm，新建灌排设施，适宜农作物的耕种；根据表4-2，耕地复垦方向为宜耕2等。

村庄：下沉值≤1500mm轻度塌陷范围内村庄地面坡度小于3°，无积水区，经过翻耕平整后地面坡度小于3°，无积水区，有效土层厚度大于80cm，新建灌排设施，适宜农作物的耕种；根据表4-4，耕地复垦方向为宜耕1等。

（2）中度塌陷区1500mm~3000mm塌陷区

耕地：下沉1500mm~3000mm塌陷范围内的耕地需要经过局部挖填、平整后，地面坡度小于3°，土层厚度大于80，无积水区，维修排灌设施后，能够保证排水和灌溉条件，适宜农作物的耕种；根据表4-4，耕地复垦方向为宜耕2等。

园地：下沉值1500mm~3000mm塌陷范围内的园地，不积水，地面坡度小于3°，有效土层厚度大于80cm，灌排条件良好，不影响现有林木状态，适宜树木生长；根据表4-4，果园复垦方向为宜园2等。

林地：根据塌陷预测，下沉1500mm~3000mm塌陷范围内的林地，不积水，地面坡度小于3°，土层厚度大于80cm，适宜树木生长；根据表4-2，林地复垦方向为宜林2等。

坑塘水面：下沉值1500mm~3000mm塌陷范围内的河流水面、坑塘水面经过开挖、维护后仍满足要求，继续使用。

设施农用地及采矿用地：下沉值1500mm~3000mm塌陷范围内设施农用地及采矿用地地面坡度小于3°，无积水区，经过翻耕和挖填平整后地面坡度小于3°，无积水区，有效土层厚度大于80cm，新建灌排设施，适宜农作物的耕种；根据表4-4，耕地复垦方向为宜耕2等。

村庄：下沉值1500mm~3000mm塌陷范围内村庄地面坡度小于3°，无积水区，经过翻耕和挖填平整后地面坡度小于3°，无积水区，有效土层厚度大于80cm，新建灌排设施，适宜农作物的耕种；根据表4-4，耕地复垦方向为宜耕2等。

（3）重度塌陷区2000mm~3000mm塌陷区

耕地：根据塌陷预测，下沉 2000mm-300mm 耕地，在保证耕地占补平衡、 土方挖填平衡的前提下，对耕地进行适宜性等级进行评价。不易积水区，需要经过挖深垫浅、平整后，地面坡度小于 3°，土层厚度大于 80cm，新建排灌设施后，能够保证排水和灌溉条件，适宜农作物的耕种；根据表 4-2，耕地复垦方向为宜耕 2 等。易积水区，对地表影响较大，所以本方案主要考虑重度塌陷区汇水因素，将重度塌陷区中易积水区域复垦为坑塘水面(鱼塘)。地下水水质较好，水化学 类型为 HCO-Ca 型，水质达灌溉标准，符合《农田灌溉水质标准》(GB5084200 水源补给条件好，涌水主要来源于大气降水和第四系砂砾含水层。 综上所述，重度塌陷区中易积水区复垦为坑塘水面较为适宜，不易积水区复垦为耕地为宜。

园地：根据塌陷预测，下沉 2000mm-3000mm 园地，地面坡度 3°-10°，偶渍,，土层厚度大于 80cm，对现有林木生长有一定限制；根据表 4-4，果园复垦方向为宜园 2 等。

林地：根据塌陷预测，下沉 20000mm-3000mm 林地，地面坡度 3°-10°，偶渍土层厚度大于 80cm，对现有林木生长有一定限制；根据表 4-4，林地复垦方向为宜林 2 等。

其他草地、采矿用地和设施农用地：下沉值 2000mm-30000mm 塌陷范围内的其他草地、采矿用地和设施农用地经过挖深垫浅、平整后地面坡度小于 3°，土层厚度大于 80cm，无积水区，新建排灌设施；根据表 4-4，耕地复垦方向为宜

耕 2 等。

坑塘水面：下沉值 2000mm-3000mm 塌陷范围内的坑塘水面经过维护后满足鱼塘要求，继续使用。

村庄：下沉值 2000mm-3000mm 重度塌陷范围内村庄，无积水区，经过翻耕和挖填平整后地面坡度小于 3°，无积水区，有效土层厚度大于 80cm，新建灌排设施，适宜农作物的耕种；根据表 4-4，耕地复垦方向为宜耕 2 等。塌陷损毁区土地复垦适宜性等级评价结果见表 4-5。

表4-5 土地复垦适宜性评价等级结果表

评价单元编码	评价区	损毁程度	损毁地类	评价因子					适宜性评价结果					
									宜耕		宜园		宜林	
				地面坡度/°	塌陷深度/m	土壤质地	土层厚度/cm	灌排条件	等级	主要限制因素	等级	主要限制因素	等级	主要限制因素
1	已损毁区Ⅰ	轻度	旱地	<3	<1.0	粘壤土	>80	有保证	1 等		1 等		1 等	
2			果园	<3	<1.0	粘壤土	>80	有保证	2 等		1 等		1 等	
3			有林地	<3	<1.0	粘壤土	>80	不稳定	2 等	灌排条件	1 等		1 等	
4			其他林地	<3	<1.0	粘壤土	>80	不稳定	2 等	灌排条件	1 等		1 等	
5			其他草地	<3	<1.0	粘壤土	>80	有保证			1 等		1 等	
6			坑塘水面	—	—	—	—	—	N		N		N	
7			设施农用地	<3	<1.0	粘壤土	>80	有保证	N		1 等		1 等	
8			裸地	<3	<1.0	粘壤土	>80	有保证	N		1 等		1 等	
9			村庄	<3	<1.0	粘壤土	>80	有保证	1 等		1 等		1 等	
10		中度	旱地	<3	1.0-2.0	粘壤土	>80	有保证	2 等	塌陷深度	2 等	塌陷深度	2 等	塌陷深度
11			有林地	<3	1.0-2.0	粘壤土	>80	不稳定	2 等	塌陷深度	2 等	塌陷深度	2 等	塌陷深度
12			其他林地	<3	1.0-2.0	粘壤土	>80	不稳定	2 等	塌陷深度	2 等	塌陷深度	2 等	塌陷深度
13			坑塘水面	—	—	—	—	—	N		N		N	
14			村庄	<3	1.0-2.0	粘壤土	>80	有保证	2 等	塌陷深度	2 等	塌陷深度	2 等	塌陷深度
15		重度	旱地	<3	>2.0	粘壤土	>80	有保证	2 等	塌陷深度	1 等	塌陷深度	2 等	塌陷深度
16			果园	<3	>2.0	粘壤土	>80	有保证	2 等	塌陷深度	1 等	塌陷深度	2 等	塌陷深度
17			有林地	<3	>2.0	粘壤土	>80	不稳定	2 等	塌陷深度	2 等	塌陷深度	2 等	塌陷深度
18			坑塘水面	—	—	—	—	—	N		N		N	
19			设施农用地	<3	>2.0	粘壤土	>80	有保证	2 等	塌陷深度	2 等	塌陷深度	2 等	塌陷深度
20	已损毁区Ⅱ	轻度	旱地	<3	<1.0	粘壤土	>80	有保证	1 等		1 等		1 等	
21			果园	<3	<1.0	粘壤土	>80	不稳定	2 等	灌排条件	1 等		1 等	
22			有林地	<3	<1.0	粘壤土	>80	不稳定	2 等	灌排条件	1 等		1 等	
23			其他草地	<3	<1.0	粘壤土	>80	有保证	1 等		1 等		1 等	
24			坑塘水面	—	—	—	—	—	N		N		N	
25			设施农用地	<3	<1.0	粘壤土	>80	有保证	1 等		1 等		1 等	
26			裸地	<3	<1.0	粘壤土	>80	有保证	1 等		1 等		1 等	

评价单元编码	评价区	损毁程度	损毁地类	评价因子					适宜性评价结果					
									宜耕		宜园		宜林	
				地面坡度/°	塌陷深度/m	土壤质地	土层厚度/cm	灌排条件	等级	主要限制因素	等级	主要限制因素	等级	主要限制因素
27			村庄	<3	<1.0	粘壤土	>80	有保证	1 等		1 等		1 等	
28		中度	旱地	<3	1.0-2.0	粘壤土	>80	有保证	2 等	塌陷深度	2 等	塌陷深度	2 等	塌陷深度
29			果园	<3	1.0-2.0	粘壤土	>80	不稳定	2 等	塌陷深度	2 等	塌陷深度	2 等	塌陷深度
30			有林地	<3	1.0-2.0	粘壤土	>80	不稳定	2 等	塌陷深度	2 等	塌陷深度	2 等	塌陷深度
31			其他草地	<3	1.0-2.0	粘壤土	>80	有保证	2 等	塌陷深度	2 等	塌陷深度	2 等	塌陷深度
32			坑塘水面	—	—	—	—	—	N		N		N	
33			设施农用地	<3	1.0-2.0	粘壤土	>80	有保证	2 等	塌陷深度	2 等	塌陷深度	2 等	塌陷深度
34			村庄	<3	1.0-2.0	粘壤土	>80	有保证	2 等	塌陷深度	2 等	塌陷深度	2 等	塌陷深度
35			采矿用地	<3	1.0-2.0	粘壤土	>80	有保证	2 等	塌陷深度	2 等	塌陷深度	2 等	塌陷深度
36		重度	旱地	<3	>2.0	粘壤土	>80	有保证	2 等	塌陷深度	2 等	塌陷深度	2 等	塌陷深度
37			有林地	<3	>2.0	粘壤土	>80	不稳定	2 等	塌陷深度	2 等	塌陷深度	2 等	塌陷深度
38	已损毁区Ⅲ	轻度	旱地	<3	<1.0	粘壤土	>80	有保证	1 等		1 等		1 等	
39			有林地	<3	<1.0	粘壤土	>80	不稳定	2 等	灌排条件	1 等		1 等	
40			其他林地	<3	<1.0	粘壤土	>80	不稳定	2 等	灌排条件	1 等		1 等	
41			其他草地	<3	<1.0	粘壤土	>80	有保证	1 等		1 等		1 等	
42			坑塘水面	—	—	—	—	—	N		N		N	
43			设施农用地	<3	<1.0	粘壤土	>80	有保证	1 等		1 等		1 等	
44			裸地	<3	<1.0	粘壤土	>80	有保证	1 等		1 等		1 等	
45			村庄	<3	<1.0	粘壤土	>80	有保证	1 等		1 等		1 等	
46			采矿用地	<3	<1.0	粘壤土	>80	有保证	1 等		1 等		1 等	
47		中度	旱地	<3	1.0-2.0	粘壤土	>80	有保证	2 等	塌陷深度	2 等	塌陷深度	2 等	塌陷深度
48			有林地	<3	1.0-2.0	粘壤土	>80	不稳定	2 等	塌陷深度	2 等	塌陷深度	2 等	塌陷深度
49			其他林地	<3	1.0-2.0	粘壤土	>80	不稳定	2 等	塌陷深度	2 等	塌陷深度	2 等	塌陷深度
50			坑塘水面	—	—	—	—	—	N		N		N	
51		中度	村庄	<3	1.0-2.0	粘壤土	>80	有保证	2 等	塌陷深度	2 等	塌陷深度	2 等	塌陷深度
52		重度	旱地	<3	>2.0	粘壤土	>80	有保证	2 等	塌陷深度	2 等	塌陷深度	2 等	塌陷深度
53			有林地	<3	>2.0	粘壤土	>80	不稳定	2 等	塌陷深度	2 等	塌陷深度	2 等	塌陷深度

评价单元编码	评价区	损毁程度	损毁地类	评价因子					适宜性评价结果					
									宜耕		宜园		宜林	
				地面坡度/°	塌陷深度/m	土壤质地	土层厚度/cm	灌排条件	等级	主要限制因素	等级	主要限制因素	等级	主要限制因素
54			坑塘水面	—	—	—	—	—	N		N		N	
55			设施农用地	<3	>2.0	粘壤土	>80	有保证	2 等	塌陷深度	2 等	塌陷深度	2 等	塌陷深度
56	拟损毁区Ⅰ-1	轻度	旱地	<3	<1.0	粘壤土	>80	有保证	1 等		1 等		1 等	
57			有林地	<3	<1.0	粘壤土	>80	不稳定	2 等	灌排条件	1 等		1 等	
58			其他林地	<3	<1.0	粘壤土	>80	不稳定	2 等	灌排条件	1 等		1 等	
59			坑塘水面	—	—	—	—	—	N		N		N	
60			设施农用地	<3	<1.0	粘壤土	>80	有保证	N		1 等		1 等	
61			村庄	<3	<1.0	粘壤土	>80	有保证	1 等		1 等		1 等	
62		中度	旱地	<3	1.0-2.0	粘壤土	>80	有保证	2 等	塌陷深度	2 等	塌陷深度	2 等	塌陷深度
63			有林地	<3	1.0-2.0	粘壤土	>80	不稳定	2 等	塌陷深度	2 等	塌陷深度	2 等	塌陷深度
64			其他林地	<3	1.0-2.0	粘壤土	>80	不稳定	2 等	塌陷深度	2 等	塌陷深度	2 等	塌陷深度
65			坑塘水面	—	—	—	—	—	N		N		N	
66		重度	旱地	<3	>2.0	粘壤土	>80	有保证	2 等	塌陷深度	2 等	塌陷深度	2 等	塌陷深度
67			有林地	<3	>2.0	粘壤土	>80	不稳定	2 等	塌陷深度	2 等	塌陷深度	2 等	塌陷深度
68			其他林地	<3	>2.0	粘壤土	>80	不稳定	2 等	塌陷深度	2 等	塌陷深度	2 等	塌陷深度
69			村庄	<3	>2.0	粘壤土	>80	有保证	2 等	塌陷深度	2 等	塌陷深度	2 等	塌陷深度
70	拟损毁区Ⅰ-2	轻度	旱地	<3	<1.0	粘壤土	>80	有保证	1 等		1 等		1 等	
71			有林地	<3	<1.0	粘壤土	>80	不稳定	2 等	灌排条件	1 等		1 等	
72			坑塘水面	—	—	—	—	—	N		N		N	
73			设施农用地	<3	<1.0	粘壤土	>80	有保证	N		1 等		1 等	
74			村庄	<3	<1.0	粘壤土	>80	有保证	1 等		1 等		1 等	
75			采矿用地	<3	<1.0	粘壤土	>80	有保证	N		1 等		1 等	
76		中度	旱地	<3	1.0-2.0	粘壤土	>80	有保证	2 等	塌陷深度	2 等	塌陷深度	2 等	塌陷深度
77			有林地	<3	1.0-2.0	粘壤土	>80	不稳定	2 等	塌陷深度	2 等	塌陷深度	2 等	塌陷深度
78			坑塘水面	—	—	—	—	—	N		N		N	
79			村庄	<3	1.0-2.0	粘壤土	>80	有保证	2 等	塌陷深度	2 等	塌陷深度	2 等	塌陷深度
80		重度	旱地	<3	>2.0	粘壤土	>80	有保证	2 等	塌陷深度	2 等	塌陷深度	2 等	塌陷深度

评价单元编码	评价区	损毁程度	损毁地类	评价因子					适宜性评价结果					
									宜耕		宜园		宜林	
				地面坡度/°	塌陷深度/m	土壤质地	土层厚度/cm	灌排条件	等级	主要限制因素	等级	主要限制因素	等级	主要限制因素
81			有林地	<3	>2.0	粘壤土	>80	不稳定	2 等	塌陷深度	2 等	塌陷深度	2 等	塌陷深度
82			坑塘水面	—	—	—	—	—	N		N		N	
83			村庄	<3	>2.0	粘壤土	>80	有保证	2 等	塌陷深度	2 等	塌陷深度	2 等	塌陷深度
84	拟损毁区Ⅰ-3	轻度	旱地	<3	<1.0	粘壤土	>80	有保证	1 等		1 等		1 等	
85			有林地	<3	<1.0	粘壤土	>80	不稳定	2 等	灌排条件	1 等		1 等	
86			坑塘水面	—	—	—	—	—	N		N		N	
87			设施农用地	<3	<1.0	粘壤土	>80	有保证	N		N		N	
88			村庄	<3	<1.0	粘壤土	>80	有保证	1 等		1 等		1 等	
89		中度	旱地	<3	1.0-2.0	粘壤土	>80	有保证	2 等	塌陷深度	2 等	塌陷深度	2 等	塌陷深度
90			有林地	<3	1.0-2.0	粘壤土	>80	不稳定	2 等	塌陷深度	2 等	塌陷深度	2 等	塌陷深度
91			坑塘水面	—	—	—	—	—	N		N		N	
92			村庄	<3	1.0-2.0	粘壤土	>80	有保证	2 等	塌陷深度	2 等	塌陷深度	2 等	塌陷深度
93	拟损毁区Ⅰ-4	轻度	旱地	<3	<1.0	粘壤土	>80	有保证	1 等		1 等		1 等	
94			有林地	<3	<1.0	粘壤土	>80	不稳定	2 等	灌排条件	1 等		1 等	
95			坑塘水面	—	—	—	—	—	N		N		N	
96			村庄	<3	<1.0	粘壤土	>80	有保证	1 等		1 等		1 等	
97			采矿用地	<3	<1.0	粘壤土	>80	有保证	N		N		N	
98		中度	旱地	<3	1.0-2.0	粘壤土	>80	有保证	2 等	塌陷深度	2 等	塌陷深度	2 等	塌陷深度
99			有林地	<3	1.0-2.0	粘壤土	>80	不稳定	2 等	塌陷深度	2 等	塌陷深度	2 等	塌陷深度
100			坑塘水面	—	—	—	—	—	N		N		N	
101		中度	村庄	<3	1.0-2.0	粘壤土	>80	有保证	2 等	塌陷深度	2 等	塌陷深度	2 等	塌陷深度
102		重度	旱地	<3	>2.0	粘壤土	>80	有保证	2 等		2 等	塌陷深度	2 等	塌陷深度
103			有林地	<3	>2.0	粘壤土	>80	不稳定	2 等	塌陷深度	2 等	塌陷深度	2 等	塌陷深度
104			坑塘水面	—	—	—	—	—	N		N		N	
105			村庄	<3	>2.0	粘壤土	>80	有保证	2 等		2 等	塌陷深度	2 等	塌陷深度
106	拟损毁区Ⅱ-1	轻度	旱地	<3	<1.0	粘壤土	>80	有保证	1 等		1 等		1 等	
107			果园	<3	<1.0	粘壤土	>80	不稳定	2 等	灌排条件	1 等		1 等	

评价单元编码	评价区	损毁程度	损毁地类	评价因子					适宜性评价结果					
									宜耕		宜园		宜林	
				地面坡度/°	塌陷深度/m	土壤质地	土层厚度/cm	灌排条件	等级	主要限制因素	等级	主要限制因素	等级	主要限制因素
108			有林地	<3	<1.0	粘壤土	>80	不稳定	2 等	灌排条件	1 等		1 等	
109			其他草地	<3	<1.0	粘壤土	>80	有保证	N		N		N	
110			坑塘水面	—	—	—	—	—	N		N		N	
111			设施农用地	<3	<1.0	粘壤土	>80	有保证	N		N		N	
112			村庄	<3	<1.0	粘壤土	>80	有保证	1 等		1 等		1 等	
113		中度	旱地	<3	1.0-2.0	粘壤土	>80	有保证	2 等	塌陷深度	2 等	塌陷深度	2 等	塌陷深度
114			果园	<3	1.0-2.0	粘壤土	>80	不稳定	2 等	塌陷深度	2 等	塌陷深度	2 等	塌陷深度
115			有林地	<3	1.0-2.0	粘壤土	>80	不稳定	2 等	塌陷深度	2 等	塌陷深度	2 等	塌陷深度
116			坑塘水面	—	—	—	—	—	N		N		N	
117			设施农用地	<3	1.0-2.0	粘壤土	>80	有保证	2 等	塌陷深度	2 等	塌陷深度	2 等	塌陷深度
118			村庄	<3	1.0-2.0	粘壤土	>80	有保证	2 等	塌陷深度	2 等	塌陷深度	2 等	塌陷深度
119		重度	旱地	<3	>2.0	粘壤土	>80	有保证	1 等	塌陷深度	2 等	塌陷深度	2 等	塌陷深度
120			果园	<3	>2.0	粘壤土	>80	不稳定	2 等	塌陷深度	2 等	塌陷深度	2 等	塌陷深度
121			有林地	<3	>2.0	粘壤土	>80	不稳定	2 等	塌陷深度	2 等	塌陷深度	2 等	塌陷深度
122			其他林地	<3	>2.0	粘壤土	>80	不稳定	2 等	塌陷深度	2 等	塌陷深度	2 等	塌陷深度
123			坑塘水面	—	—	—	—	—	N		N		N	
124			设施农用地	<3	>2.0	粘壤土	>80	有保证	2 等	塌陷深度	2 等	塌陷深度	2 等	塌陷深度
125			村庄	<3	>2.0	粘壤土	>80	有保证	2 等	塌陷深度	2 等	塌陷深度	2 等	塌陷深度
126	拟损毁区Ⅱ-2	轻度	旱地	<3	<1.0	粘壤土	>80	有保证	1 等		1 等		1 等	
127			有林地	<3	<1.0	粘壤土	>80	不稳定	2 等	灌排条件	1 等		1 等	
128			坑塘水面	—	—	—	—	—	N		N		N	
129			村庄	<3	<1.0	粘壤土	>80	有保证	1 等		1 等		1 等	
130			采矿用地	<3	<1.0	粘壤土	>80	有保证	N		N		N	
131		中度	旱地	<3	1.0-2.0	粘壤土	>80	有保证	2 等	塌陷深度	2 等	塌陷深度	2 等	塌陷深度
132			有林地	<3	1.0-2.0	粘壤土	>80	不稳定	2 等	塌陷深度	2 等	塌陷深度	2 等	塌陷深度
133			坑塘水面	—	—	—	—	—	N		N		N	
134			村庄	<3	1.0-2.0	粘壤土	>80	有保证	2 等	塌陷深度	2 等	塌陷深度	2 等	塌陷深度

评价单元编码	评价区	损毁程度	损毁地类	评价因子					适宜性评价结果					
									宜耕		宜园		宜林	
				地面坡度/°	塌陷深度/m	土壤质地	土层厚度/cm	灌排条件	等级	主要限制因素	等级	主要限制因素	等级	主要限制因素
135			采矿用地	<3	1.0-2.0	粘壤土	>80	有保证	N	塌陷深度	2 等	塌陷深度	2 等	塌陷深度
136	拟损毁区Ⅲ	轻度	旱地	<3	<1.0	粘壤土	>80	有保证	1 等		1 等		1 等	
137			有林地	<3	<1.0	粘壤土	>80	不稳定	2 等	灌排条件	1 等		1 等	
138			坑塘水面	—	—	—	—	—	N		N		N	
139			设施农用地	<3	<1.0	粘壤土	>80	有保证	N		N		N	
140			村庄	<3	<1.0	粘壤土	>80	有保证	1 等		1 等		1 等	
141		中度	旱地	<3	1.0-2.0	粘壤土	>80	有保证	1 等	塌陷深度	2 等	塌陷深度	2 等	塌陷深度
142			有林地	<3	1.0-2.0	粘壤土	>80	不稳定	2 等	塌陷深度	2 等	塌陷深度	2 等	塌陷深度
143			坑塘水面	—	—	—	—	—	N		N		N	
144			设施农用地	<3	1.0-2.0	粘壤土	>80	有保证	N	塌陷深度	2 等	塌陷深度	2 等	塌陷深度
145			村庄	<3	1.0-2.0	粘壤土	>80	有保证	1 等	塌陷深度	2 等	塌陷深度	2 等	塌陷深度
146		重度	旱地	<3	>2.0	粘壤土	>80	有保证	1 等	塌陷深度	2 等	塌陷深度	2 等	塌陷深度
147			有林地	<3	>2.0	粘壤土	>80	不稳定	2 等	塌陷深度	2 等	塌陷深度	2 等	塌陷深度
148			坑塘水面	—	—	—	—	—	N		N		N	
149			村庄	<3	>2.0	粘壤土	>80	有保证	1 等	塌陷深度	2 等	塌陷深度	2 等	塌陷深度

8、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，土地复垦还结合了市土地利用总体规划，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。

（1）轻度塌陷损毁区：因塌陷损毁程度较小，塌陷下沉 10~1000mm 的区域经土地平整后维修排灌设施，复垦方向基本保持原地类不变，因此，复垦方向考虑耕地、园地、林地、农村道路、沟渠、坑塘水面等保持原地类，其他林地复垦为有林地，设施农用地、草地、采矿用地经过翻耕平整复垦为旱地。

（2）中度塌陷损毁区：塌陷下沉 1000~2000mm 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，复垦方向考虑耕地、园地、林地、农村道路、沟渠、坑塘水面等保持原地类，其他林地复垦为有林地，设施农用地、草地、采矿用地经过翻耕平整复垦为旱地。

（3）重度塌陷损毁区：由于塌陷下沉较大，对地表影响较大，本方案主要考虑重度塌陷区汇水因素及地下潜水位，复垦为坑塘水面（鱼塘）。

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，例如评价单元B1和评价单元A1，都是采用土地平整及维修灌排设施复垦为旱地，因此划分为同一个复垦单元。本项目共划分为30个复垦单元。

复垦单元的划分和最终的复垦方向见表4-6。

表4-6　复垦责任范围内土地适宜性等级评价结果表

评价单元编号码	评价区	损毁程度	损毁地类	适宜性评价结果						复垦利用方向	复垦面积（hm^2）	复垦单元
				宜耕		宜园		宜林				
				等级	主要限制因素	等级	主要限制因素	等级	主要限制因素			
1	已损毁区Ⅰ	轻度	旱地	1 等		1 等		1 等		旱地	245.22	A1
2			果园	2 等		2 等		2 等		果园	1.41	B1
3			有林地	2 等	灌排条件	1 等		1 等		有林地	21.29	
4			其他林地	2 等	灌排条件	1 等		1 等		有林地	4.66	
5			其他草地			1 等		1 等		旱地	0.51	A1
6			坑塘水面	N		N		N		坑塘水面	6.07	C1
7			设施农用地	N		1 等		1 等		旱地	4.81	A1
8			村庄	1 等		1 等		1 等		旱地	48.96	
9		中度	旱地	2 等	塌陷深度	2 等	塌陷深度	2 等	塌陷深度	旱地	20.56	
10			果园							果园	0.13	B1
11			有林地	2 等	塌陷深度	2 等	塌陷深度	2 等	塌陷深度	有林地	15.76	
12			其他林地	2 等	塌陷深度	2 等	塌陷深度	2 等	塌陷深度	有林地	6.28	
13			坑塘水面	N		N		N		坑塘水面	1.54	C1
14			村庄	2 等	塌陷深度	2 等	塌陷深度	2 等	塌陷深度	旱地	19.4	A1
15		重度	旱地	2 等	塌陷深度	1 等	塌陷深度	2 等	塌陷深度	坑塘水面	15.67	C1
16			果园	N	塌陷深度	2 等	塌陷深度	2 等	塌陷深度	坑塘水面	0.55	
17			有林地	2 等	塌陷深度	2 等	塌陷深度	2 等	塌陷深度	坑塘水面	6.94	
18			坑塘水面	N		N		N		坑塘水面	0.07	
19			设施农用地	2 等	塌陷深度	2 等	塌陷深度	2 等	塌陷深度	坑塘水面	0.36	
20	已损毁区Ⅱ	轻度	旱地	1 等		1 等		1 等		旱地	127.39	A2
21			果园	2 等	灌排条件	1 等		1 等		果园	0.43	B2
22			有林地	2 等	灌排条件	1 等		1 等		有林地	36.39	
23			其他草地	1 等		1 等		1 等		旱地	11.03	A2
24			坑塘水面	N		N		N		坑塘水面	24.34	C2
25			设施农用地	1 等		1 等		1 等		旱地	1.76	A2
26			裸地	1 等		1 等		1 等		旱地	0.06	
27			村庄	1 等		1 等		1 等		旱地	25.52	
28		中度	旱地	2 等	塌陷深度	2 等	塌陷深度	2 等	塌陷深度	旱地	36.56	
29			果园	2 等	塌陷深度	2 等	塌陷深度	2 等	塌陷深度	果园	0.16	B2
30			有林地	2 等	塌陷深度	2 等	塌陷深度	2 等	塌陷深度	有林地	50.57	
31			其他草地	2 等	塌陷深度	2 等	塌陷深度	2 等	塌陷深度	旱地	3.21	A2
32			坑塘水面	N		N		N		坑塘水面	34.23	C2
33			设施农用地	2 等	塌陷深度	2 等	塌陷深度	2 等	塌陷深度	旱地	1.04	A2
34			村庄	2 等	塌陷深度	2 等	塌陷深度	2 等	塌陷深度	旱地	25.47	
35			采矿用地	2 等	塌陷深度	2 等	塌陷深度	2 等	塌陷深度	旱地	1.02	
36		重度	旱地	2 等	塌陷深度	2 等	塌陷深度	2 等	塌陷深度	坑塘水面	4.78	C2
37			有林地	2 等	塌陷深度	2 等	塌陷深度	2 等	塌陷深度	坑塘水面	13.96	
38	已损毁区Ⅲ	轻度	旱地	1 等		1 等		1 等		旱地	338.45	A3
39			有林地	2 等	灌排条件	1 等		1 等		有林地	0.29	B3
40			其他林地	2 等	灌排条件	1 等		1 等		有林地	1.66	
41			其他草地	1 等		1 等		1 等		旱地	1.23	A3

评价单元编号码	评价区	损毁程度	损毁地类	适宜性评价结果						复垦利用方向	复垦面积（hm^2）	复垦单元
				宜耕		宜园		宜林				
				等级	主要限制因素	等级	主要限制因素	等级	主要限制因素			
42			坑塘水面	N		N		N		坑塘水面	66.07	C3
43			设施农用地	1 等		1 等		1 等		旱地	3.82	A3
44			裸地	1 等		1 等		1 等		旱地	1.38	
45			村庄	1 等		1 等		1 等		旱地	146.26	
46			采矿用地	1 等		1 等		1 等		旱地	14.41	
47		中度	旱地	2 等	塌陷深度	2 等	塌陷深度	2 等	塌陷深度	旱地	20.56	
48			有林地	2 等	塌陷深度	2 等	塌陷深度	2 等	塌陷深度	有林地	0.76	B3
49			其他林地	2 等	塌陷深度	2 等	塌陷深度	2 等	塌陷深度	有林地	0.18	
50			坑塘水面	N		N		N		坑塘水面	1.65	C3
51			村庄	2 等	塌陷深度	2 等	塌陷深度	2 等	塌陷深度	旱地	17.25	A3
52		重度	旱地	2 等	塌陷深度	2 等	塌陷深度	2 等	塌陷深度	坑塘水面	15.67	C3
53			有林地	2 等	塌陷深度	2 等	塌陷深度	2 等	塌陷深度	坑塘水面	0.06	
54			坑塘水面	N		N		N		坑塘水面	0.07	
55			设施农用地	2 等	塌陷深度	2 等	塌陷深度	2 等	塌陷深度	坑塘水面	0.02	
56		轻度	旱地	1 等		1 等		1 等		旱地	227.46	A4
57			有林地	2 等	灌排条件	1 等		1 等		有林地	69.58	B4
58			其他林地	2 等	灌排条件	1 等		1 等		有林地	1.63	
59			坑塘水面	N		N		N		坑塘水面	5.61	C4
60			设施农用地	1 等		1 等		1 等		旱地	0.35	A4
61			村庄	1 等		1 等		1 等		旱地	73.95	
62	拟损毁区Ⅰ-1	中度	旱地	2 等	塌陷深度	2 等	塌陷深度	2 等	塌陷深度	旱地	90.95	
63			有林地	2 等	塌陷深度	2 等	塌陷深度	2 等	塌陷深度	有林地	22.02	B4
64			其他林地	2 等	塌陷深度	2 等	塌陷深度	2 等	塌陷深度	有林地	3.06	
65			坑塘水面	N		N		N		坑塘水面	1.52	C4
66		重度	旱地	2 等	塌陷深度	2 等	塌陷深度	2 等	塌陷深度	坑塘水面	43.75	
67			有林地	2 等	塌陷深度	2 等	塌陷深度	2 等	塌陷深度	坑塘水面	0.81	
68			其他林地	2 等	塌陷深度	2 等	塌陷深度	2 等	塌陷深度	坑塘水面	5.02	
69			村庄	2 等	塌陷深度	2 等	塌陷深度	2 等	塌陷深度	旱地	10.58	A4
70	拟损毁区Ⅰ-2	轻度	旱地	1 等		1 等		1 等		旱地	111.56	A5
71			有林地	2 等	灌排条件	1 等		1 等		有林地	8.23	B5
72			坑塘水面	N		N		N		坑塘水面	3.11	C5
73			设施农用地	1 等		1 等		1 等		旱地	1.05	A5
74			村庄	1 等		1 等		1 等		旱地	36.34	
75			采矿用地	1 等		1 等		1 等		旱地	1.28	
76		中度	旱地	2 等	塌陷深度	2 等	塌陷深度	2 等	塌陷深度	旱地	33.2	
77			有林地	2 等	塌陷深度	2 等	塌陷深度	2 等	塌陷深度	有林地	4.03	B5
78			坑塘水面	N		N		N		坑塘水面	0.98	C5
79			村庄	2 等	塌陷深度	2 等	塌陷深度	2 等	塌陷深度	旱地	6.91	A5
80		重度	旱地	2 等	塌陷深度	2 等	塌陷深度	2 等	塌陷深度	坑塘水面	6.72	C5
81			有林地	2 等	塌陷深度	2 等	塌陷深度	2 等	塌陷深度	坑塘水面	0.5	
82			坑塘水面	N		N		N		坑塘水面	0.02	
83			村庄	2 等	塌陷深度	2 等	塌陷深度	2 等	塌陷深度	坑塘水面	0.74	

评价单元编号码	评价区	损毁程度	损毁地类	适宜性评价结果						复垦利用方向	复垦面积（hm^2）	复垦单元
				宜耕		宜园		宜林				
				等级	主要限制因素	等级	主要限制因素	等级	主要限制因素			
84	拟损毁区Ⅰ-3	轻度	旱地	1 等		1 等		1 等		旱地	97.57	A6
85			有林地	2 等	灌排条件	1 等		1 等		有林地	9.21	B6
86			坑塘水面	N		N		N		坑塘水面	1.38	C6
87			设施农用地	1 等		1 等		1 等		旱地	0.06	A6
88			村庄	1 等		1 等		1 等		旱地	10.62	
89		中度	旱地	2 等	塌陷深度	2 等	塌陷深度	2 等	塌陷深度	旱地	20.01	
90			有林地	2 等	塌陷深度	2 等	塌陷深度	2 等	塌陷深度	有林地	2.01	B6
91			坑塘水面	N		N		N		坑塘水面	0.24	C6
92			村庄	2 等	塌陷深度	2 等	塌陷深度	2 等	塌陷深度	旱地	2.32	A6
93	拟损毁区Ⅰ-4	轻度	旱地	1 等		1 等		1 等		旱地	153.05	A7
94			有林地	2 等	灌排条件	1 等		1 等		有林地	7.91	B7
95			坑塘水面	N		N		N		坑塘水面	5.86	C7
96			村庄	1 等		1 等		1 等		旱地	25.88	A7
97			采矿用地	1 等		1 等		1 等		旱地	0.24	
98		中度	旱地	2 等	塌陷深度	2 等	塌陷深度	2 等	塌陷深度	旱地	44.99	
99			有林地	2 等	塌陷深度	2 等	塌陷深度	2 等	塌陷深度	有林地	1.13	B7
100			坑塘水面	N		N		N		坑塘水面	4.52	C7
101			村庄	2 等	塌陷深度	2 等	塌陷深度	2 等	塌陷深度	旱地	14.84	A7
102		重度	旱地	2 等		2 等	塌陷深度	2 等	塌陷深度	坑塘水面	4.66	C7
103			有林地	2 等	塌陷深度	2 等	塌陷深度	2 等	塌陷深度	坑塘水面	0.46	
104			坑塘水面	N		N		N		坑塘水面	0.13	
105			村庄	2 等		2 等	塌陷深度	2 等	塌陷深度	坑塘水面	2.11	
106	拟损毁区Ⅱ-1	轻度	旱地	1 等		1 等		1 等		旱地	72.99	A8
107			果园	2 等	灌排条件	1 等		1 等		果园	2.16	B8
108			有林地	2 等	灌排条件	1 等		1 等		有林地	18.6	
109			其他草地	1 等		1 等		1 等		旱地	0.29	A8
110			坑塘水面	N		N		N		坑塘水面	1.26	C8
111			设施农用地	1 等		1 等		1 等		旱地	2.97	A8
112			村庄	1 等		1 等		1 等		旱地	10.75	
113		中度	旱地	2 等	塌陷深度	2 等	塌陷深度	2 等	塌陷深度	旱地	23.51	
114			果园	2 等	塌陷深度	2 等	塌陷深度	2 等	塌陷深度	果园	1.54	B8
115			有林地	2 等	塌陷深度	2 等	塌陷深度	2 等	塌陷深度	有林地	7.31	
116			坑塘水面	N		N		N		坑塘水面	0.79	C8
117			设施农用地	2 等	塌陷深度	2 等	塌陷深度	2 等	塌陷深度	旱地	1.79	A8
118			村庄	2 等	塌陷深度	2 等	塌陷深度	2 等	塌陷深度	旱地	5.16	
119		重度	旱地	1 等	塌陷深度	2 等	塌陷深度	2 等	塌陷深度	坑塘水面	15.54	C8
120			果园	2 等	塌陷深度	2 等	塌陷深度	2 等	塌陷深度	坑塘水面	1.69	
121			有林地	2 等	塌陷深度	2 等	塌陷深度	2 等	塌陷深度	坑塘水面	5.63	
122			其他林地	2 等	塌陷深度	2 等	塌陷深度	2 等	塌陷深度	坑塘水面	0.23	
123			坑塘水面	N		N		N		坑塘水面	2.52	
124			设施农用地	2 等	塌陷深度	2 等	塌陷深度	2 等	塌陷深度	坑塘水面	11.97	
125			村庄	2 等	塌陷深度	2 等	塌陷深度	2 等	塌陷深度	坑塘水面	15.3	

评价单元编号码	评价区	损毁程度	损毁地类	适宜性评价结果						复垦利用方向	复垦面积（hm^2）	复垦单元
				宜耕		宜园		宜林				
				等级	主要限制因素	等级	主要限制因素	等级	主要限制因素			
126	拟损毁区Ⅱ-2	轻度	旱地	1 等		1 等		1 等		旱地	119.83	A9
127			有林地	2 等	灌排条件	1 等		1 等		有林地	1.01	B9
128			坑塘水面	N		N		N		坑塘水面	37.69	C9
129			村庄	1 等		1 等		1 等		旱地	18.08	A9
130			采矿用地	1 等		1 等		1 等		旱地	55.86	
131		中度	旱地	2 等	塌陷深度	2 等	塌陷深度	2 等	塌陷深度	旱地	40.74	
132			有林地	2 等	塌陷深度	2 等	塌陷深度	2 等	塌陷深度	有林地	1.36	B9
133			坑塘水面	N		N		N		坑塘水面	14.25	C9
134			村庄	2 等	塌陷深度	2 等	塌陷深度	2 等	塌陷深度	旱地	16.79	A9
135			采矿用地	2 等	塌陷深度	2 等	塌陷深度	2 等	塌陷深度	旱地	10.81	
136	拟损毁区Ⅲ	轻度	旱地	1 等		1 等		1 等		旱地	73.96	A10
137			有林地	2 等	灌排条件	1 等		1 等		有林地	4.36	B10
138			坑塘水面	N		N		N		坑塘水面	2.58	C10
139			设施农用地	1 等		1 等		1 等		旱地	1.07	A10
140			村庄	1 等		1 等		1 等		旱地	27.58	
141		中度	旱地	1 等	塌陷深度	2 等	塌陷深度	2 等	塌陷深度	旱地	39.34	
142			有林地	2 等	塌陷深度	2 等	塌陷深度	2 等	塌陷深度	有林地	7.92	B10
143			坑塘水面	N		N		N		坑塘水面	0.94	C10
144			设施农用地	N	塌陷深度	2 等	塌陷深度	2 等	塌陷深度	旱地	0.41	A10
145			村庄	1 等	塌陷深度	2 等	塌陷深度	2 等	塌陷深度	旱地	14.54	
146		重度	旱地	1 等	塌陷深度	2 等	塌陷深度	2 等	塌陷深度	坑塘水面	22.84	C10
147			有林地	2 等	塌陷深度	2 等	塌陷深度	2 等	塌陷深度	坑塘水面	0.32	
148			坑塘水面	N		N		N		坑塘水面	0.39	
149			村庄	1 等	塌陷深度	2 等	塌陷深度	2 等	塌陷深度	坑塘水面	2.14	

（三）水土资源平衡分析

1、水源平衡分析

（1）供水量分析

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：

$W_{降}=0.001\times A\times P\times\alpha$

式中：$W_{降}$——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=868mm，

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，a 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

$W_{渗}=Q_{灌}\times\beta$（4-25）

式中：$W_{渗}$——田间入渗补给地下水量，万 m^3；

$Q_{灌}$——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 1454.67 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量为 363.67 万 m^3。

③韩沟、小白河渗漏补给量利用达西公式计算，

Q 侧渗=KIML

式中：Q 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=9m；

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。

（2）需水量分析

复垦责任范围需要灌溉对象包括复垦后果园 5.83hm^2、有林地 307.21hm^2。

按照当地调查，需要复垦的有林地面积为307.21hm^2，果园面积5.83hm^2。其中，复垦为林地时，种植乔木需要浇水，根据《土地开发整理项目预算定额标准》，浇水量为0.1m^3/株，预计复垦林地补种乔木30.3825万株，栽植防护乔木22.3842万株，补植果树0.4192万株，共需浇水5.32万m^3，复垦期分为5个阶段，共25年，平均补种乔木年需浇水量0.21万m^3。

复垦后每年每公顷林地需浇水7次，每次浇水300m^3，管护期3年，所以，复垦区林地管护需水量为27.65万m^3。复垦期分为5个阶段，共25年，平均管护年需浇水量1.26万m^3。

村庄宅基地复垦为旱地的过程中，涉及到建筑物拆迁和垃圾清运引起的扬尘，污染大气，预计洒水降尘。预计复垦区内建筑物拆除和垃圾清运总时间为265天，每天上午、中午、下午各洒水一次，每车每次洒水量15m^3，共用2辆洒水车，洒水需水量为2.385万m^3。

（3）水资源供需平衡分析

据上述分析，复垦区林地补种年需水量0.21万m^3，林地管护年需水量1.26万m^3，洒水需水量为2.385万m^3。每年共需水量为3.855万m^3。项目区可供水量2123.46万m^3。因此，复垦区供水量远大于需求量，只要水利设施配套齐全，通过节水灌溉，完全可以保证项目区农业灌溉的需要。

2、土源平衡分析

（1）需土量计算

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，复垦方向为旱地、园地和有林地，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。

1）地裂缝充填

复垦区裂缝充填采取就近挖取高处土体和清运的矸石用于充填裂缝。挖土和裂缝充填前先剥离并就近堆存表层耕植土，剥离厚度均为0.50m。裂缝充填夯实至地表0.5m，回覆原剥离的表层耕植土，取土区亦经平整后回覆原剥离的表层耕植土。预计剥离表土总量11.3492万m^3，回覆表土总量11.3492万m^3；挖取、充填物料来自矸石山的矸石（目前矸石山堆存量约为38万吨）需19.2074万m^3，可以满足回填的需要；地裂缝充填区块土体供需平衡，剩余矸石矿方计划予以销售。

2）塌陷区回填

设计对塌陷易积水区以外至土地平整区域采取“垫浅”方式，即土方回填至设计高程，达到平整土地，改善耕作条件、提高产量的目的。塌陷区“垫浅”回填工序：剥离表土—回填生土—压实整理—回填表土。

塌陷区塌陷下沉值 0mm~1000mm 的区域，只需简单的平整，无挖、填需要。塌陷区塌陷下沉值 1000mm~2000mm 的区域，在区内原基础上进行土方回填、修建塘堤。塌陷区塌陷下沉值 2000mm~3000mm 的区域进行挖深垫浅治理，塌陷稳沉后不易积水区进行土方回填、修建塘堤；易积水区域的土壤进行开挖，部分土方用来修建塘堤和充填地裂缝，剩余土方填到周边塌陷区的田块。具体如下：

a.需土量计算

生土回填至耕地中度损毁区域，采矿证剩余有效时间（2018-2034）内，回填面积 370.42hm^2，根据塌陷后等高线，利用 Cass 软件计算，需要土方量 746.72 万 m^3，其中耕地回填和村庄回填分别为 592.672 万 m^3、130.284 万 m^3。

b.供土量计算

设计对重度损毁区域（易积水区），采取“挖深”方式修建鱼塘，以获取土源和降低治理成本。

根据地面塌陷损毁土地现状分析与预测，复垦区内因采空塌陷重度损毁共 8 个区段，分别位于不同采区，通过调查，复垦区地表高程 29.0～32.0m，地下水位埋深平均 2.5m，鱼塘水深 5.0m 左右为宜，结合土地损毁现状与预测成果，通过 CASS 软件计算，计算得开挖鱼塘共获取生土 618.2129 万 m^3。耕地重度损毁区可获取表土 150.015 万 m^3。

3）土资源平衡计算

复垦区土方量平衡汇总见下表 4-7。

表4-7 土方量平衡汇总表

项目	单位	需土量	供土量
村庄回填方量	万 m^3	130.284	—
采矿用地回填方量	万 m^3	15.379	—
设施农用地回填方量	万 m^3	4.212	—
其他草地回填方量	万 m^3	4.173	
耕地回填方量	万 m^3	592.672	150.015
鱼塘开挖总方量	万 m^3	0	597.6675
土资源平衡结果	万 m^3	746.72	747.6825

综上所述，复垦责任范围内总需土量746.72万m^3，总供土量747.6825万m^3，土资源量供需平衡，可供土（石）量超出需求量。

（四）土地复垦质量要求

通过本项目土地复垦可行性分析的结果，确定矿山破坏土地复垦最终土地利用方向为耕地、园地和林地。根据《土地复垦条例》（2011）、《土地复垦质量控制标准》（TD/T-1036-2013），结合本项目自身特点，制定本方案土地复垦质量标准。

1、土地复垦质量控制原则

（1）与国家土地资源保护与利用的相关政策相协调，与永城市、永城市陈集镇、顺和乡、城厢乡、薛湖镇和演集镇土地利用总体规划相结合；

（2）按照环评要求对矿山排弃物（废渣、矸石）进行无害化处理；

（3）重建后的地形地貌与生物群落与当地自然环境和景观相协调；

（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，条件允许的地方，优先复垦为农用地；

（6）坚持经济效益、生态效益和社会效益相统一的原则。

2、基本要求

矿山在土地复垦中根据各参评单元适宜性评价的结果，实施相应的工程。本次复垦利用的方向有耕地、园地、林地，复垦时要满足：

（1）做到边开采边复垦；

（2）复垦利用类型与地形、地貌及周围环境相协调；

（3）复垦场地的稳定性和安全性有可靠保证；

（4）充分利用原有地表土作为顶部覆盖层，覆盖后的表层应规范、平整，覆盖层的容重应满足复垦利用要求；

（5）复垦区的灌溉设施和防洪标准符合当地要求，复垦区道路交通布置合理。

3、土地复垦标准

本复垦区属于黄淮海平原复垦类型区。

（1）旱地复垦标准

①根据复垦区土层情况，将表土层单独剥离后，对土地进行塌陷充填、地裂缝充填或局部平整，平整后恢复回覆原表土层，回覆表土厚度不低于 30cm（有效土层厚度不低于 60cm）。平整场地后，田块地面坡度不超过 5°；

②土壤结构适中，容重不大于 1.4g/cm^3，无大的裂隙；

③覆土层内不含障碍层，土体内砾石含量不大于 5%；

④耕作层土壤 pH 值在 6.0～8.5 之间，土体内不含有毒有害物质；

⑤耕作层土壤有机质含量在 1%以上，三年后土壤有机质含量不低于原土壤测定值；

⑥3 年后该场地单位面积产量达到周边地区同种土地类型中等产量水平（小麦亩产 350kg 以上，玉米亩产 460g 以上），粮食及作物中有害成份含量符合《粮食卫生标准》（GB 2715）；

⑦排涝标准达到 5 年一遇、1 日暴雨 2 日排出的排涝标准；

⑧田间路达到 4m 宽砼路面、生产路达到 2m 宽素土路面，能满足当地生产要求。

（2）林（园）地复垦标准

①有效土层厚度不低于 40cm，土壤容重不超过 1.45g/cm^3，砾石含量小于 10%；

②选择适宜树种，拟选择适宜本地生长的乡土树种泡桐；补植地区与原植被种类相同，果树的树种与原来一致；

③坑栽树苗，坑内客土种植，土体中无大的石砾（粒径大于 6cm），树坑不宜挖成锅底形及不规则形；

④复垦 3a 后种植成活率高于 85%；复垦 3a 后林地郁闭度达 35%以上，5a 后林木生产量逐步达到本地相当地块的生长水平；

⑤土壤 PH 值在 6.0～8.5 之间；

⑥平均种植密度 2500 株/hm^2。

（3）道路标准

项目区内的农村道路按照当地道路建设标准，复垦为农村道路。田间路、生产路的设计标准详见表 4-8。

表 4-8　道路设计标准

序号	道路类型	联系范围	路面宽度(m)	路基宽度(m)	面层结构	面层厚度(cm)	基层厚度(cm)
1	田间道	村-村、地块	4	5	C20 混凝土	20	20
2	生产道	地块-地块	2	2	素土	0	20

（4）排水沟标准

①旱地排涝标准为 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；

②排水沟有足够的流水承载能力，断面积不小于 0.60m^2；

③排水沟有足够的抗冲刷能力。

（5）造林密度标准

复垦区泡桐种植间距 2.0m*2.0m，种植密度 2500 株/hm^2。

（6）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。

（7）后期管护标准

①管护对象：复垦的耕地、林地及配套工程；

②管护质量标准：植物长势良好，无枯黄现象；病虫害控制在 10%以下，不至成灾；及时清除枯死树木和补栽林木；防火措施得当，全年杜绝发生大的火灾事故；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。

第五章 矿山地质环境治理与土地复垦工程

一 矿山地质环境保护与土地复垦预防

（一）目标任务

1、避免和减轻地面塌陷及伴生地裂缝地质灾害造成的损失，对受损村庄屋进行大修或重建，或采取搬迁避让措施。

2、避免对主要含水层的破坏，防止地下水水位下降。

3、避免和减缓对地形地貌景观的影响。

4、避免和减缓对土地资源的影响和破坏，减少后期的土地复垦工程量。

5、避免和减缓对水土环境的影响和破坏。

（二）主要技术措施

1、矿山地质灾害预防措施

为了减轻地面塌陷地质灾害对地表建筑设施的危害，结合本矿区地质环境条件和煤矿开采条件，建议采取如下防治措施：

（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）协调开采

各煤层开采时，合理设计工作面的开采间距、相互位置与开采顺序，是开采一个煤层（工作面）所产生的地表变形和开采另一个煤层（工作面）所产生的地表变形相互抵消或抵消部分，以减少采动引起的地表变形，保护地面建（构）筑物和土地。

（3）建立地表形变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。

2、含水层保护措施

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。

（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、地形地貌景观保护措施

（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

为了减轻矿山外排水及煤矸石淋滤液对水土环境的污染，建议采取如下防治措施：

（1）建立污水处理站，生活污水、矿井水经管道收集后，分别进入生活污水处理站、矿井水处理站进行处理。

（2）提高矿井排水、生活污水的综合利用率，经一级处理达标后的水用于矿区消防洒水、黄泥灌浆、锅炉用水等矿井工业用水和选煤厂补充水，减少外排

水量。

（3）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。

5、基本农田保护措施

（1）矿山在生产过程中各种生产建设活动应严格控制在规划区域内，矿山矸石、弃渣不得随意弃置或增大排放范围，尽量减少压占土地，禁止占用基本农田。

（2）开采过程中必然形成地下采空区，矿山应及时回填采空区，避免或减少地面塌陷地裂缝的发生，以减小和控制地表塌陷损毁基本农田范围。

（3）在矿山生产过程中应不断探索和应用“绿色开采技术”，开采过程中应优化开采方案，合理布置工作面及留设保护煤柱，以减小和控制地表塌陷损毁基本农田范围。

6、土地复垦预防控制措施

（1）合理规划生产布局，减少破坏范围。建设和生产过程中应加强规划和施工管理，尽量缩小对土地的影响范围，各种生产建设活动应严格控制在规划区域内，将临时占地面积控制在最低限度，尽可能地避免造成土壤与植被大面积破坏，而使本来就脆弱的生态系统受到威胁。煤矸石的运输及利用，应尽量减少原地表植被的破坏，各种运输车辆规定固定路线，道路规划布置应因地制宜、尽量减少压占土地。生产过程中产生的生产、生活垃圾严禁乱堆、乱扔，应规划设置制定的处理地点，以免占用土地，污染环境。

（2）表土剥离。项目区生态环境较为脆弱，表土层土壤经过多年植物作用而形成熟化土壤，具有庞大的种子库及适合植物生长的理化性状，是深层生土所不能替代的，对于植物种子的萌发和幼苗的生长有着重要作用。因此在进行矿井建设以及土地复垦时，要保护和利用好表层的熟化土壤。首先要把表层的熟化土壤尽可能的剥离后在合适的地方贮存并加以养护以保持其肥力；待复垦结束后，再覆于地表地裂缝填充地表面，使其得到充分、有效的利用。

（3）各施工场地尽量减少施工占地，减少地表植被破坏面积。各施工区域、临时占地区域挖方首先用于回填，对于挖方不能立即回填的，其堆放场所要做好

临时防护措施。

（4）对堆积物产生粉尘的场点，加设降尘、吸尘装置，对车流量大的路段及时洒水降尘，减轻风蚀对场区及其周边环境的影响。

（5）在开采时需要采取以下预防控制措施以减小塌陷发生的几率：

①地下工程建设及生产中，对软弱岩组及破碎地带应加强支护措施，避免冒落、垮塌。

②采取合理完善的监测措施，对采区地面进行监测，了解开采对地面的影响程度，以便及时采取防范措施。把监测措施落实到复垦工作中去，建立完善监测制度，确保实施。为给监测措施提供资金保障，把监测费作为复垦工程费的组成部分做出合理预算。

③开采工作应严格按照有关规定、规程和开发利用方案进行，留足保护煤柱，减轻地质灾害的发生率。回采保护煤柱时应合理布置工作面位置协调开采、干净开采不残留煤柱，避免对地表产生叠加影响使变形增大；并且提高回采速度，达到充分采动，使地表移动盆地尽快出现减小动态变形。从而使塌陷的破坏区域尽快确定，塌陷对地表的变形破坏降到最小。

（三）主要工程量

根据上述目标任务和工程措施，矿山地质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、开采方式优化属于生产范畴，本方案不单独说明，监测工程在本章第六节予以说明。

二 矿山地质灾害治理

（一）目标任务

1、综合治理矿山地质环境，地质灾害及隐患得到有效防治，避免造成不必要的经济损失和人员伤亡。评估区内地质灾害的防治率达到 100%，使评估区内不存在地质灾害的隐患；

2、地裂缝、地面塌陷及时填埋、治理，地表不存在大的开裂、塌陷现象，破坏土地得到整治；

3、固体废弃物堆放合理，不造成次生地质灾害；

4、开采后矿区植被覆盖率不低于原有的植被覆盖率水平。矿山地质环境保护目标是指在一定期限内矿山地质环境保护管理工作所达到的预期效果。矿山地质环境保护目标总的要求是建立健全矿山地质环境法律体系和管理体系，有效遏制和治理矿山地质环境问题，使矿区人民群众的生产生活环境得到明显改善，实现矿产资源开发利用和环境保护协调发展。

（二）工程设计

1、地裂缝填充工程设计

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。土地复垦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l00mm），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 l00mm），需剥离裂缝两侧的表土，填入煤矸石，再将剥离表土填入。

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 α（m）。则地表沉陷裂缝的可见深度 W 按下列经验公式计算：

$$W = 10 \times \sqrt{a}(m) \qquad (5\text{-}1)$$

设塌陷裂缝的间距为 C（m），每公顷的裂缝系数为 n，则每公顷面积塌陷裂

缝的长度 U 可按下列经验公式进行计算：

$$U = \frac{10000}{C} \times n(m) \quad (5\text{-}2)$$

不同塌陷损毁程度每公顷地裂缝充填土方量可按下列经验公式计算：

$$V = \frac{1}{2} \times a \times U \times W(m^3 / hm^2) \quad (5\text{-}3)$$

每一单元塌陷裂缝充填土方量（M）可按下列公式计算：

$$M = V \times F(m^3) \quad (5\text{-}4)$$

式中 F 为塌陷区面积（hm^2）。

不同塌陷损毁程度的C、n值见表5-1每公顷塌陷地裂缝充填土方量计算表。以轻、中、重度塌陷地损毁程度相应的裂缝宽度（α），以及裂缝的间距（C）和系数（n）等数据代入式（5-1）～式（5-3），可得到不同损毁程度每公顷塌陷裂缝所产生的裂缝长度（U）和填充所需土方量（V），见每公顷塌陷地裂缝充填土方量计算表。示意图见图 5-1 裂缝填充示意图。

图5-1 裂缝充填示意图

表 5-1 每公顷塌陷地裂缝充填土方量（V）计算表

损毁程度	裂缝平均宽度	裂缝间距	裂缝系数	裂缝深度	裂缝长度	每公顷充填裂缝方量 V（m^3）	
	α（m）	C（m）	n（条/hm^2）	W（m）	U（m/hm^2）	黄土	矸石
轻度	0.1	40	2	3.16	500	79	
中度	0.3	30	2.5	5.48	833.33		685
重度	0.5	20	3	7.07	1500		2651

2、塌陷区村庄治理设计

预测塌陷区内共涉及 4 个乡镇 27 个行政村的农村宅基地，村庄主要为顺和乡的王庄村、平房村、高新庄村、高口村、陈集镇赵楼村、胡井村、李胡同村、练花园村、汉陈村、马胡同村、代井村、李香庄村、高双庙村、陈双楼村、练油坊村、芦庄村、韩松园村、演集镇武庄村等，治理面积共计 577.49hm^2。根据村庄的分布位置以及矿山开拓方案，本方案设计在开采块段临近村庄时对村庄进行防治工程。

（三）技术措施

1、地裂缝充填工程技术措施

轻度、中度损毁的裂缝可直接用土填充，采用人工作业方式处理。作业过程：在垂直于裂缝走向的自然地势上坡方向，地表熟土（厚 0.30cm）向后堆放→就近取土填缝逐步后退→预先堆放的熟土，均匀回填，基本摊平。裂缝需先填充生土，再将裂缝两侧表层熟土填入，填充裂缝具体步骤如下：表土剥离沿着地表裂缝剥离表土，剥离宽度为裂缝周围 0.50m，剥离土层就近堆放在裂缝两侧，剥离厚度略大于表层土壤厚度，平均为 0.3m。填充裂缝可用小平车向裂缝中倒入生土，每充填 30cm 用捣实一次，直到离地表 30cm 时，将之前剥离的表土覆于其上，因沉陷造成的动态裂缝由于其具有不可预测性，在复垦过程中应对预测塌陷区进行不定期监测，并对产生的裂缝进行及时处理。

2、废弃村庄治理措施

废弃村庄用地主要为砖瓦、砖混、楼板和钢结构，复垦前需要将废弃地的地上建筑物进行拆除和清运。建议矿山找当地施工经验丰富的建筑物拆除公司进行施工。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。

（四）主要工程量

1、塌陷区地裂缝治理工程

（1）表土剥离土方量计算：裂缝充填前需先剥离裂缝两侧的表土，设剥离表土量为 V（m^3），剥离表土面积为 S（m^2），剥离表土厚度为 h（m），则 V 的计算方法如下：

$$V=S\cdot h \qquad (5\text{-}1)$$

项目设计裂缝两侧各剥离 50cm，剥离厚度 50cm。

（2）裂缝充填：需运输的裂缝充填物为矸石，运输距离平均按 1.5-2km 计算。详细数据见表 5-2 地裂缝防治工程量统计表。

表5-2　塌陷区地裂缝治理工程量统计表

损毁程度	损毁面积（hm^2）	裂缝面积（亩）	表土剥离（$100m^3$）	表土回覆（$100m^3$）	裂缝充填（$100m^3$）
轻度	1422.75	4268.25	441.34	441.34	131.04
中度	479.41	2157.345	223.07	223.07	66.23
重度	162.14	972.84	100.59	100.59	29.87
合计	**2064.3**	**7398.435**	**765**	**765**	**227.14**

3、塌陷区村庄治理工程

根据预测损毁分析和现状调查，塌陷区内村庄总面积为577.49hm^2。村庄建筑物地表建筑容积率按0.5计算，即每1hm^2建筑面积5000m^2，建筑物基底拆除平均0.8m。治理工程量参见表5-3。

表5-3　塌陷区村庄治理工程量统计表

行政村		面积（hm^2）	房屋拆除（$100m^2$）	垃圾清运($100m^3$)
陈集镇	汉陈村	7.13	356.5	285.2
	赵楼村	34.13	1706.5	1365.2
	代井村	41.57	2078.5	1662.8
	胡井村	17.98	899	719.2
	李胡同村	28.63	1431.5	1145.2
	韩松园村	12.69	634.5	507.6
	芦庄村	6.14	307	245.6
	高双庙村	14.22	711	568.8
	李香庄村	24.71	1235.5	988.4
	练花园村	7.24	362	289.6
	马胡同村	15.53	776.5	621.2
	陈双楼村	27.47	1373.5	1098.8
	练油坊村	15.11	755.5	604.4
	练楼村	16.7	835	668

续表5-3　塌陷区村庄治理工程量统计表

行政村		面积（hm^2）	房屋拆除（$100m^2$）	垃圾清运($100m^3$)
顺和乡	高口村	0.85	42.5	34
	高新庄村	37.56	1878	1502.4
	韩庄村	9.28	464	371.2
	平房村	28.69	1434.5	1147.6
城厢乡	北郝村	12.63	631.5	505.2
	李庄村	68.86	3443	2754.4
	张大庄村	23	1150	920
	冯寨村	7.44	372	297.6
	张楼村	43.76	2188	1750.4
	戚庄村	8.44	422	337.6
	余庙村	26.04	1302	1041.6
	八里庙村	41.01	2050.5	1640.4
演集镇	武庄村	0.68	34	27.2
合计		**577.49**	**28874.5**	**23099.6**

（五）矿山地质灾害治理工程量汇总

具体工作量见表5-4矿山地质灾害治理工程量汇总表。

表5-4 矿山地质灾害治理工程量汇总表

序号	工程名称	单位	工程量
1	**塌陷区地裂缝治理工程**		
（1）	表土剥离	$100m^3$	765
（2）	表土回填	$100m^3$	765
（3）	裂缝填充	$100m^3$	227.14
2	**塌陷区村庄治理工程**		
（1）	建筑物拆除	$100m^2$	28874.5
（2）	建筑垃圾清运	$100m^3$	23099.6

三 矿区土地复垦

（一）目标任务

根据土地复垦适宜性评价结果，结合复垦区实际情况，确定了复垦区各复垦单元的复垦方向。复垦责任范围面积3520.86hm^2，通过复垦工程实现全部复垦，复垦率100%。通过本方案的实施，复垦旱地2605.37hm^2，果园5.83hm^2，有林地307.21hm^2，农村道路112.64hm^2，坑塘水面416.27hm^2，沟渠73.54hm^2。复垦前后各地类面积及土地利用结构变化见表5-5复垦前后土地利用结构调整表。

复垦责任范围复垦后耕地 2605.37hm^2，基本农田面积***hm^2，复垦责任范围内原有的基本农田损毁后的复垦率***%。

复垦责任范围***hm^{2}基本农田受塌陷重度损毁不能复垦为原地类，本方案设计通过在其范围内开挖鱼塘，从而获得土方对老庄盘（塌陷区搬迁村庄旧址）进行复耕，并修建耕地配套设施，确保耕地数量不减少，保证按照法律法规办理调整补划，使基本农田总数得以保障不变。

表5-5　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）		结构变化	
				复垦前	复垦后	增减值（hm^2）	变幅（%）
01	耕地	013	旱地	2067.53	2605.37	537.84	15.28
02	园地	021	果园	8.07	5.83	-2.24	-0.06
03	林地	031	有林地	318.42	307.21	-11.21	-0.32
		033	其他林地	22.72	0	-22.72	-0.65
04	草地	043	其他草地	16.27	0	-16.27	-0.46
10	交通运输用地	101	农村道路	105.77	112.64	6.87	0.2
11	水域及水利设施用地	114	坑塘水面	217.83	416.27	198.44	5.64
		117	沟渠	70.1	73.54	3.44	0.1
12	其他土地	122	设施农用地	31.48	0	-31.48	-0.89
		123	田坎	0.12	0	-0.12	0
		127	裸地	1.44	0	-1.44	-0.04
20	城镇村及工矿用地	203	村庄	577.49	0	-577.49	-16.4
		204	采矿用地	83.62	0	-83.62	-2.37
合计				**3520.86**	**3520.86**	0	0

（二）工程设计

由于本方案服务期结束后，工业广场、风井场地和矿山道路等将留续使用，因此，矿山土地复垦工程设计只涉及塌陷区土地工程设计。

1、总体布局设计

（1）根据塌陷区的塌陷深度及自认地理条件并结合该地区农业发展的方向进行土地利用布局规划，总的原则是在做到“田成方、路成框、沟成网、林成行”的高效农业区的前提下，以恢复耕地为主，尽可能多的增加耕地。

（2）为了固沙防风，改善农田生态系统，在田间路两侧设置农田防护林带，树种以泡桐为主，株距2m，以利于防风和改善生态环境，形成良好的农田小气候。

2、表层土剥离、回填设计

（1）塌陷区表层土剥离

为便于安排熟土剥离及上方挖填，首先进行田块划分，耕作出块大小的确定应综考虑地形起伏情况、田间工程难易程度、是否使于耕作和排灌等方面的情况，大小和形状受田间渠系和道路的走向控制。根据目前耕地、道路及地形坡度情况，拟确定出块长度为 400m 左右，宽度 200m，块内再划分为格出，格出长 200m，宽 40m，作为熟上剥离的最小单元（图 5-2）。

采用两侧堆土法实施熟土剥离，只体工艺是：在划定区域（格田）用挖掘机械挖取耕地表土层，剥离厚度为 30cm 左右，将熟土向两侧格田堆土（综合运距 15m），待格田完成生土回填平整后，再将两侧表层熟土回堆摊平（图 5-2）。

图5-2　两侧弃土法实施熟土剥离施工工艺流程图

（2）塌陷区表土回覆

在生土回填完成之后，将原剥离表土覆盖至生土之上，覆盖厚度 30cm，压实并整平（机械整平后人工精平）后达到设计标高。各层均按平均坡度 2-3°（反坡向）进行整平，最后进行土壤改良、培肥。

3、塌陷区耕地复垦工程设计

复垦责任范围需要复垦的损毁耕地为旱地，面积共 2067.53hm^2。其中旱地重度损毁 129.63hm^2，中度损毁 370.42hm^2，轻度损毁 1567.48hm^2。

耕地复垦原则：重度损毁中易积水区，该区塌陷深度较大，地表凹凸变化大，易积水，对农田的正常耕作影响严重。根据尽量减少耕地、保持占补平衡的原则，采联挖深垫浅的治理措施，利用挖掘机械将塌陷大于 2.3m 地段的易积水地段，

泥上挖出垫到塌陷 1000-2000mm 的区域及大于 2000mm 的不易积水区域。根据上方平衡及占补平衡情况，因地制宜开挖鱼塘，用于水产养殖亚、1000-2000mm 区域和大于 2000mm 的不易积水区域回垫继续作为农田耕种。

塌陷耕地复垦设计包括田块设计、土地平整分区与设计、表层土剥离与回填设计生土挖运填设计、土壤改良设计、配套工程设计等。

（1）田块设计

田块形状以长方形为主，按照楫作机械工作效率、农作物生长对田块平整度、灌溉、均匀程度以及排水畅通度和防止风害等要求，以生产路、H 间道和排水沟进行方田划分，确定耕作田块长度为 400m 左石，宽度 200m 左右，同部地区因地形、地势的变化而有适当的调整。

根据复垦区实际交通及总体布局要求，便于复垦区实施后农业规模经营的需要，通过本项目的规划实施使区内的农田道路网络与复垦区外的田间道路共同构成比较完善的交通网络。依托农田道路网，考虑下沉≤1000mm 的轻度塌陷损毁区对现有耕种影响较轻，因此下沉≤1000mm 的轻度塌陷损毁区可以经过简单平整后继续利用原有的田块布置进行正常的农田生产。本方案对塌陷下沉 1000mm-2000mm 的塌陷损毁区进行田块的划分，将其分成 50 个田块。

（2）土地平整分区与设计

将重度损毁区域挖深。形成水域，用于养鱼或湖，再用挖出的泥土垫高开采下深较小区域（中度损毁区、重度损毁不易积水区），达到设计标高，经适当平整后作为耕，从而实现水产养殖和农业种植并举的目的，这种方式特别适合陈四楼煤矿这种塌陷较深、存在局部或季节性积水、潜水位较高的塌陷区。

①轻度损毁区域

该区地面略显凸凹不平，但变化不大，且土层并未发生较大改变，上壤养分状态无变化，只需稍作平整即可耕种。沿用原来的灌排设施和道路。

②中度和重度损毁区域

该区地表凹凸变化较大，对农田的正常耕作影响较严重。采取挖高填低整理，田块大小按 400m×200m 考虑。土地平整前，首先将地表 30cm 的耕植土剥离，就近堆放，然后再挖取下部上从地势高处运至地势低处推土整平，之后再将剥离

耕植土覆土整平便可恢复土地原有使用功能。

（3）表土剥覆

治理前，先将地表 30cm 的耕植土剥离，选择地势较高的地方暂时存放，挖垫后将表土回填。

（4）土方回填设计

对于重度损毁中易积水区，使用挖掘机挖出重度损毁区上方（挖方至潜水位以下时随时排除积水），配合自卸卡车、四轮翻斗车等运输机械相结合进行土地复垦。具体施工时可以把挖深区和垫浅区依地形和土方量各划分为若干区块，并对垫浅区划分的区块边界设立小田埂以利于回填。在施工中，需采用“分层剥离、交错回填”的土壤重构方法，使复垦后的土层厚度增大而优于原土地。生土回填至复垦高程以下 0.3m，回填时分层平整压实，分层厚度不大于 30cm；操作步骤为排矸、整平、测量、振压、检测，要求厚度误差不超过 5cm。

（5）土壤培肥设计

复垦初期，平整后的土地土壤养分贫瘠，理化性状差，有机质含量少，土壤板结，可耕性差。需采取综合施肥措施，以增加土壤有机质含量，提高土壤生产力。

本方案以施用有机肥料和无机化肥来提高土壤的有机物含量，改良土壤结构，消除土壤的不良理化特性。根据当地经验，有机肥的施用量 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，在测定土壤基本性能的基础上，因地制宜施用化肥。氮肥按照每公顷 375kg、磷肥每公顷 450kg 进行施用。在施肥的基础上，对土壤进行深耕，调整种植结构，从而提高土壤肥力，增加土壤熟化程度。

（6）耕地配套设施

①道路工程

（ⅰ）田间道

结合当地使用要求和当地的自然条件，田间道为 C20 水泥混凝土路面，最大纵坡 8～10%，道路基宽为 5m，路面宽为 4m，高出地面 50cm，素土夯实路基 30cm，泥结碎石路面 20cm。设计在田间路两侧种行道树，单侧修建排水沟。田间路断

面设计见图 5-3。

注：图中单位为 mm。

图 5-3 田间道路面结构设计图

（ii）生产路

生产路为人畜下田作业和收获农产品服务。生产路为素土夯实路面，厚度20cm，路面宽度为 2m，高出地面 20cm，断面设计见图 5-4。

注：图中单位为 mm。

图 5-4 生产路路面结构设计图

②农田防护林

结合当地情况，本方案规划在田间路两侧栽植行道树，每侧一行，树种选择泡桐，间距2m，苗木选择3年生一级苗，穴状整地，规格为0.6*0.6*0.6m。

抚育管理：三年三次，每年人工穴内松土、除草一次，松土深度为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。

③农田水利工程设计

（ⅰ）灌溉

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。

根据项目区基本资料，根据区域地质资料和陈四楼煤矿矿井资料，项目区机井较多，位于村庄、田间地头附近，井深 20-30m，井管内径为 400mm，外径为

450mm，单井出水量 20-80m^3/h，则单井控制面积为：

$$A=\eta QtT/m \qquad (5\text{-}12)$$

式中：A——可灌面积：亩；

Q——可供流量，m^3/h；取 50m^3/h；

T——设计灌溉周期，15d；

m ——设计灌水定额，120m^3/亩；

t——水源每日供水时数，取 15h/d；

η——灌溉水利用系数，取 0.90；

计算得 A=84 亩

考虑到项目区地下水资源的可持续利用以及当地的实际灌溉情况，为方便管理，故最后确定每眼机井的实际控制面积84亩左右。恢复旱地面积2067.53hm^2，合31012.95亩，需335眼机井。复垦区耕地灌溉设施主要是农灌机井，经调查机井共312眼。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。因此除需要修复耕地周边机井外，还需要新修23眼机井。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。

（8）排水沟设计

本项目采用明沟排水，排水沟主要用来承担项目区内涝水的排出任务，并汇流在项目区外安全地带，有效的降低地下水位，控制地面径流。

根据田块分布和排水要求，该项目区设计农沟和斗沟两级排水模式，排水方法为明沟自流排水。复垦区复垦后排水方向图见图 5-5。

A、排水沟设计流量

根据《土地开发整理项目规划设计规范》，排涝设计流量计算公式为：

$$Q_{涝}=q_{涝}\cdot F$$

式中，Q 涝——排涝设计流量，m^3/s；

$q_{涝}$——排涝模数，$m^3/s/km^2$；

F——排涝面积，km^2。

复垦区处于倾斜平原，排涝模数按下列公式计算：

$$qd=R/3.6T\cdot t$$

式中：q_d——排涝模数，$m^3/s/km^2$；

R——设计径流深，mm；

T——排涝历时，取 3 日；

t——每天排水时数，按自流排水取 t＝24h。

查《河南省中小流域水文计算图集》，项目区 10 年一遇一日暴雨形成的径流深为 120mm，则项目区排涝模数为 $0.694m^3/s.km^2$。

B、排水沟横断面设计

排水沟采用自流排水方式，其横断面计算公式为：

$$Q=\omega \cdot C \cdot \sqrt{Ri}$$

式中：

Q—设计排水流量（m^3/s）

ω—排水沟过水断面面积，m^2；

对于梯形断面排水沟，ω=（b+mh）h；

b——沟道底宽，m；

m——沟道边坡系数；

h—沟道水深，M；

R—水力半径（m）；

C—谢才系数，$C=R^{1/6}/n$；

n—糙率系数，对土沟，设计取 0.0275；

i—沟底比降，设计支沟采用 i=1/4000，斗、农沟采用 i=1/2000。

根据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。

图5-5　复垦区复垦后排水方向示意图

图5-6　排水斗沟设计图（单位:cm）

图5-7　排水农沟设计图（单位:cm）

4、园地复垦工程设计

园地生态复垦时，需对受损的果树及时扶正树体，保证正常生长，补栽损毁苗木，选择适宜品种，植树种草，增加植被覆盖度。另外对因塌陷导致死亡的树种和空白地及时补栽，补栽树种要与损毁树种一致。

复垦区园地为果园，根据适宜性评价结果仍复垦为果园，按照园地标准复垦。树种以苹果树为主，对因塌陷造成缺苗和死苗的地方进行补植，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，栽植果树树种选择株高 1-2m 苹果树，苹果树株行距 3*3m，栽植密度为 1667 株/hm^2，根据预测损毁程度，确定补栽面积。具体种植标准见表 5-6。

表 5-6 损毁区园地种（补）植树种标准

土地类型	树种	补植面积（原面积的比例%）			株行距（m）	苗木规格	密度（株/hm^2）
		轻度损毁	中度损毁	重度损毁			
果园	苹果树	40%	50%	60%	3*3	株高 1-2m	1667

5、林地复垦工程设计

林地生态复垦时，需对受损的树木及时扶正树体，保证正常生长，补栽损毁苗木，选择适宜品种，植树种草，增加植被覆盖度。另外对因塌陷导致死亡的树种和空白地及时补栽，补栽树种要与损毁树种一致。

原利用类型为有林地的土地，仍复垦为有林地，原利用类型为其他林地的土地，按照有林地标准复垦。树种以泡桐为主，对因塌陷造成缺苗和死苗的地方进行补植，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，栽植树种选择株径 4cm 泡桐，泡桐株行距 2*2m，栽植密度为 2500 株/hm^2，根据预测损毁程度，确定补栽面积。具体种植标准见表 5-7。

表 5-7 损毁区林地种（补）植树种标准

土地类型	树种	补植面积（原面积的比例%）			株行距（m）	苗木规格	密度（株/hm^2）
		轻度损毁	中度损毁	重度损毁			
有林地	泡桐	40%	50%	60%	2*2	株径 4cm	2500
其他林地	泡桐	70%			2*2	株径 4cm	2500

（1）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，防止风吹日晒，做到起苗不伤根，运苗有包装，苗根不离水。当天不能栽植的苗木，应在阴凉背风处开沟，按疏排、埋实的方法，进行假植。

③浇水：苗木栽植后要立即浇水，保证苗木成活。

④林地采用穴坑整地，整地规格为0.6m*0.6m*0.6m。

图5-8　塌陷区林地树木补植设计图

6、塌陷区坑塘复垦工程设计

复垦坑塘复垦设计包括 2 部分，一是原有坑塘修复设计，二是重度损毁区鱼塘设计。

（1）原有坑塘修复设计

根据前述土地损毁预测，项目区塌陷损毁坑塘 217.83hm^2，按损毁程度分析，重度损毁 3.20hm^2、中度损毁 60.66hm^2、轻度损毁 153.97hm^2。

塌陷损毁坑塘周边为倾斜平原，设计利用挖深区域的生土实施坑塘边线覆填，结合周边耕地复垦高程，恢复坑塘原始边线标高。由塌陷损毁深度计算填方工程量。坑塘复垦工艺为：外运生土——回填压实——边坡修整。

（2）重度损毁区鱼塘设计

对于塌陷下沉大于 2000mm 的土地，将其复垦为坑塘水面（鱼塘），按照设计开采顺序和时间，待塌陷稳定后，设计建造普通鱼塘，鱼塘养殖区 330 个，规划鱼塘大小规格为长 100m，宽 60m。根据塌陷区地形条件及塌陷变形状况不同，鱼塘的长度和宽度适当调整。不同塘面之间设有间堤，堤高需高出鱼塘最高水位

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。修建的鱼塘最高水位低于塘堤岸 0.5m。对不同采区分阶段集中开挖鱼塘，按平均深度 1.0m 进行先期开挖，可采用拖式铲运机挖深，修筑塘堤，并对鱼塘边坡进行整修、绿化。实践经验证明，在采矿塌陷区开挖鱼塘、进行渔业养殖是行之有效的举措。

7、塌陷区草地复垦工程设计

复垦区损毁区其他草地面积为 16.27hm^2，其他草地重度损毁为 12.05hm^2，中度损毁为 3.21hm^2，轻度损毁为 0.51hm^2。复垦期对损毁区进行土地平整，复垦为旱地。塌陷区草地地复垦工艺参照村庄废弃地复垦工艺。

8、塌陷区其他土地复垦工程设计

复垦区其他土地为设施农用地、田坎和裸地。面积共 33.04hm^2，复垦期对损毁区进行土地平整，复垦为旱地。塌陷区草地地复垦工艺参照村庄废弃地复垦工艺。

9、塌陷区城镇村及工矿用地复垦工程设计

（1）废弃村庄土地复垦工程设计

根据公司规划，拟对损毁村庄按开采进度适时实施整体搬迁，本方案对未来搬迁后遗留土地提出复垦方案，预测搬迁后废弃土地面积为 577.49hm^2。

受塌陷的影响，复垦区内村庄将进行搬迁（搬迁列入生产成本，不计入土地复垦投资的范畴），这会遗留下大量零散的闲置地。村庄搬迁后要对原址积极开展恢复重建工程。因当地后备资源比较缺少，根据土地适宜性评价结果以及当地群众的意见，本方案对此类用地全部复垦为旱地。

废弃村庄用地主要为砖瓦、砖混、楼板和钢结构，建议矿山找当地专业建筑物拆除公司进行拆除，并对垃圾进行统一清运。对拆除后的场地进行平整，在土地平整范围内实现土方量的填挖平衡，根据当地经验，参照同类土、岩体的稳定性边坡度值确定，坡度一般不超过 3°，同时采用人工和机械相结合的方式对平整后的表土进行必要的碾压，使其达到天然土壤的干密度。由于该区域内的村庄周边基本上是旱地（周边地类见土地利用现状插图），地基下边有丰富有土源，

村庄宅基地原始地基为壤土，土层较厚，复垦时不需要覆土，仅需要进行翻耕、培肥即可。

损毁村庄复垦方向为旱地，需配套设计农田水利设施（机井、管灌设备）、生产路、沿生产路的农田防护林及排水沟。其参数设计及技术要求参照“塌陷区耕地复垦工程设计”标准。

（2）塌陷区采矿用地土地复垦工程设计

复垦区损毁区采矿用地面积为 83.62hm^2，其中中度损毁为 11.83hm^2，轻度损毁为 71.79hm^2。复垦期对损毁区进行土地平整，复垦为旱地。塌陷区采矿用地复垦工艺参照村庄废弃地复垦工艺。

（三）技术措施

1、不同损毁程度区的工程复垦技术措施

陈四楼煤矿采煤导致项目区内出现不同程度的损毁，方案对不同损毁程度的土地采取不同的工程措施进行复垦。

塌陷深度 0-1.0m 的塌陷损毁区的土地，损毁程度较小，拟通过土地平整措施、表土剥离、堆放与回覆以及相应的配套措施进行复垦。

塌陷深度 1.0-2.0m 的塌陷损毁区的土地，实施挖高填低工艺，经过田面平整及相应的配套措施进行复垦。

塌陷深度大于 2m 的塌陷损毁区的土地，在保持耕地占补平衡、尽量增加耕地面积的原则下，因地制宜继续深挖形成鱼塘或复垦为耕地。

2、土方回填工程措施

对塌陷区域使用机械挖方取出表土，尔后覆填生土，按照设计标高和坡度，进行回填平整，使各地块的地面坡度保持在规定的标准内。而后将小块田地平整为大块田地，扩大田块面积，提高机械耕作条件。同时通过道路、绿化、农田水利等工程，改善农田基础设施条件，提高土地综合生产能力和土地利用率。

矸石充填工程措施是：（1）开挖 0.4m 厚的表土堆存；（2）分层回填土方，并逐层夯实，每层回填厚度不得超过 0.5m；（3）回填生土至设计标高；（4）回填熟土 0.35m 并整平。

3、表土剥离工程措施

工程实施过程中需特别保护和利用好表层熟土（0～0.35m 的土层）。首先要把表层的熟土尽可能地剥离后在合适的地方贮存并加以养护和妥善管理以保持其肥力；待土地平整结束后，再平铺于土地表面，使其得到充分、有效、科学的利用。

4、土地平整工程措施

土地平整工程主要用于轻度损毁的地面塌陷区，目的是消除轻微塌陷造成的地表附加坡度。采用机械或人工挖方取土，按照不同的耕作条件，进行填挖平衡，使各地块的地面坡度保持在前述规定的标准内。

5、农田水利工程

复垦区内有一定的用于农田排涝的土沟，但不完善，标准也较低，随着矿山的开采，将受到一定程度的损坏，需对其进行修补或重建。根据当地地形、地貌等合理设置排水沟，满足排水需要。

6、道路修复工程措施

复垦区范围内的道路主要为乡村公路、田间路、生产路等。在地表塌陷过程中，会对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。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，田间路和生产路的维护可随耕地的复垦同步进行。待地表下沉稳定后，按照复垦工程中设计的道路应达到的标准进行施工修复。

7、生物化学措施

生物复垦的基本原则是通过生物改良措施，改善土壤环境，培肥地力。利用生物措施恢复土壤有机肥力及生物生产能力的技术措施，包括利用微生物活化剂或者微生物与有机物的混合剂，对复垦后的贫瘠土地进行熟化，以恢复和增加土地的肥力和活性，便于农业生产。

（1）土壤改良

项目区内土壤改良的主要对象是塌陷区损毁的土地。这些土地存在的最大的问题是土地贫瘠。结合项目的土壤特点，分析工程复垦后土壤的理化特性和肥力，同时分析复垦地土壤对植物的限制性因素，从最适合植物生长的肥沃土壤标准着

手，利用生物措施对土壤进行改良。

①增加有机肥料，提高有机质含量

（ⅰ）增施优质农肥：在尽可能多渠道的积造农肥的同时，采取粪草高温堆肥、沤制绿肥等措施，着重提高农肥质量和使用水平。一般亩施优质腐熟的农肥量应该保持在3000kg以上。

（ⅱ）秸秆还田：对于大多数使用畜禽粪肥和化肥的土壤，容易造成土壤酸化，土壤板结，透气性不良，影响作物生长。可以通过使用小麦、玉米等职务秸秆，对秸秆进行堆沤发酵，直接沟施等方法，增加土壤的有机质和微量元素，培养肥力。项目区内农用地多种植小麦以及玉米，秸秆资源丰富，可以利用该方法进行土壤改良。

②改良土壤的理化性状

项目区内废弃村庄的土地复垦为耕地，因此，对该部分土地如何改良土壤的理化性状尤为重要。拟对容量偏高、空隙行差、土体结构不良、土壤PH值呈微碱性以及砾石含量较高的土壤们进行深翻、深松改良以上不良因素。

③利用生物方式改良土壤

能够改良土壤的动物主要有：蚯蚓、蜗牛以及甲壳虫。蚯蚓挖掘土壤，使土壤变松，并使得空气以及水分容易抵达植物根部。蚯蚓挖掘的洞穴和通道有力与土壤迅速排水。蚯蚓粪便中的蚯蚓酶可以杀死土壤中的病菌、有害菌。蚯蚓粪便是一种理想的天然生物肥。蚯蚓还能讲解、疏散土壤中去染污。

用作肥料的植物绿色体称为绿肥，绿肥一般多为豆科植物，也有少数十字花科、禾本科和薯类植物。绿肥一般含有15～25%的有机质和0.3～0.6%的氮素，能增加土壤有机质和有效肥分。绿肥植物的根部具有较强的穿透能力，能促进土壤水稳性团粒结构的形成，从而改善覆盖土分的理化性质。大多数土地复垦种植时，一般都要采用绿肥植物作为先锋栽种植物，来进行覆盖土的培肥熟化与稳定。同时，绿肥植物提供昆虫、微生物等生物生存的环境和丰富的饵料，促使复垦土地上生物的迅速增加。

（2）植物品种的筛选

按照复垦计划，对计划植被的作物、树木品种进行的选择工作，是项目植被

恢复成败的关键因素之一。根据项目的气候和土壤条件，植被筛选应着眼于植被品种的近期表现，兼顾其长期优势，通过现场种植试验、经验类比等过程筛选确定。选择植被必须考虑下列因素：土地再利用方向、所需植被的种类、气候与微气候以及土壤条件等。一般筛选的原则是：速生能力好、适应性强、根系发达、抗逆性好；优先选择固氮植物，当地优良的乡土品种优于外来速生品种；树种选择宜突出生态功能，弱化经济价值。

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：苹果树。主要植物的生态学特性见表5-8所示。

表5-8 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
苹果树	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

（四）主要工程量

1、塌陷区表层土剥离及回覆工程量测算

按工序要求，塌陷地回填前先进行表土剥离，待回填后回填表土。剥离（回填）厚度 0.3m，则表土剥离工程量计算公式为：

$M_b=0.3F$ （5-3）

式中：F——图斑面积（hm^2）

熟土剥离配合塌陷地充填工程，针对重度和中度损毁区进行，轻度损毁区仅进行土地平整工程（见后面章节测算）。重度损毁区后期开挖坑塘，剥离表土不回覆，用于回填其他田块。表土剥离和回覆工程量见下表 5-9。

表5-9　表土剥离（回覆）土方量统计表

复垦单元	复垦单元编号	损毁程度	面积(hm^2)	表土剥离（$100m^3$）	表土回覆（$100m^3$）
已塌陷区Ⅰ	A1	中度	20.56	616.8	616.8
		重度	15.67	470.1	0
已塌陷区Ⅱ	A2	中度	36.56	1096.8	1096.8
		重度	4.78	143.4	0
已塌陷区Ⅲ	A3	中度	20.56	616.8	616.8
		重度	15.67	470.1	0
拟塌陷区Ⅰ-1	A4	中度	90.95	2728.5	2728.5
		重度	43.75	1312.5	0
拟塌陷区Ⅰ-2	A5	中度	33.2	996	996
		重度	6.72	201.6	0
拟塌陷区Ⅰ-3	A6	中度	20.01	600.3	600.3
拟塌陷区Ⅰ-4	A7	中度	44.99	1349.7	1349.7
		重度	4.66	139.8	0
拟塌陷区Ⅱ-1	A8	中度	23.51	705.3	705.3
		重度	15.54	466.2	0
拟塌陷区Ⅱ-2	A9	中度	40.74	1222.2	1222.2
拟塌陷区Ⅲ	A10	中度	39.34	1180.2	1180.2
		重度	22.84	685.2	0

2、塌陷区耕地复垦工程量测算

（1）塌陷耕地土方回填工程量测量

对中度损毁区的塌陷耕地进行土方回填，面积 370.42hm^2。回填位置在剥离的熟土（30cm 厚）以下。土方回填量与开挖方量见前述土方平衡部分，土方回填量共 481.54 万 m^3，土方回填量分配见下表 5-11。

（2）土方平整工程量测算

土地平整针对耕地轻度、中度损毁区域进行，面积共 1937.90hm^2。具体工程量见表 5-11。

（3）土壤培肥工程量测算

根据当地经验，有机肥的施用量 3000kg/hm^2 左右，氮肥按照每公顷 375kg、磷肥每公顷 450kg 进行施用。工程量统计见表 5-10。

表 5-10 耕地区复垦工程量统计表

复垦单元	复垦单元编号	损毁程度	面积(hm^2)	土地平整（$100m^2$）	土壤培肥（hm^2）	土方回填（$100m^3$）
已塌陷区Ⅰ	A1	轻度	245.22	24522	245.22	0
		中度	20.56	2056	20.56	2672.8
已塌陷区Ⅱ	A2	轻度	127.39	12739	127.39	0
		中度	36.56	3656	36.56	4752.8
已塌陷区Ⅲ	A3	轻度	338.45	33845	338.45	0
		中度	20.56	2056	20.56	2672.8
拟塌陷区Ⅰ-1	A4	轻度	227.46	22746	227.46	0
		中度	90.95	9095	90.95	11823.5
拟塌陷区Ⅰ-2	A5	轻度	111.56	11156	111.56	0
		中度	33.2	3320	33.2	4316
拟塌陷区Ⅰ-3	A6	轻度	97.57	9757	97.57	0
		中度	20.01	2001	20.01	2601.3
拟塌陷区Ⅰ-4	A7	轻度	153.05	15305	153.05	0
		中度	44.99	4499	44.99	5848.7
拟塌陷区Ⅱ-1	A8	轻度	72.99	7299	72.99	0
		中度	23.51	2351	23.51	3056.3
拟塌陷区Ⅱ-2	A9	轻度	119.83	11983	119.83	0
		中度	40.74	4074	40.74	5296.2
拟塌陷区Ⅲ	A10	轻度	73.96	7396	73.96	0
		中度	39.34	3934	39.34	5114.2
合计			**1937.9**	**193790**	**1937.9**	**48154.6**

（4）道路工程量测算

①田间道：根据附图6的道路布设结果，塌陷耕地区田间道较完善，方案只对耕地区田间道进行维修。塌陷区农村道路中田间道长度为158655m，需维修田间道长度为95193m，路面宽4m，0.2m水泥混凝土路面；路基宽5m，0.3m素土夯实；工程量统计见表5-12。

②生产路：根据附图6的道路布设结果，塌陷耕地区生产路较完善，方案只对耕地区生产路进行修复。塌陷区农村道路中生产路105770m，需维修生产路长度为63462m，路面宽3m，0.2m素土夯实。工程量统计见表5-12。

③农田防护林工程量测算

耕地区田间道长度共158655m，两侧各栽植一行泡桐，间距2m，共需栽植泡桐15.8655万株。工程量统计见表5-11。

表 5-11 耕地区道路复垦工程量统计表

工程类型	田间路	生产路	合计
长度(m)	87260.25	58173.5	145433.75
20cm 混凝土路面(1000m^2)	436.3	0	436.3
30cm 素土路基(1000m^2)	349.04	0	349.04
20cm 素土路基(1000m^2)	0	174.52	174.52
路床压实（1000m^2）	349.04	174.52	523.56
行道树（100 株）	1586.55	0	1586.55
旧路面拆除	43.63	0	43.63
建筑垃圾清运	43.63	0	43.63

（5）灌排设施工程量测算

①灌溉工程

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。

②排水工程

根据附图6的道路布设结果，塌陷耕地区沟渠较完善，方案只对耕地区沟渠进行维修。维修斗沟长度为105150m，每米长斗沟需开挖土方1.26m^3；维修农沟长度为8934m，新修农沟长度为42060m，每米长农沟需开挖土方0.34m^3。

灌溉排水工程量见表5-12。

表 5-12 耕地区灌排设施复垦工程量统计表

序号	工程要素	工程量
1	维修机井（眼）	312
	农用井井管安装（10m）	280.8
	农用井洗井（10m）	280.8
2	斗沟长度（m）	105150
	斗沟挖方量（100m^3）	1324.89
3	农沟长度（m）	42060
	农沟挖方量（100m^3）	143

4、塌陷区园地复垦工程量测算

复垦责任范围内损毁园地共 5.83hm^2。塌陷并不会影响树木的栽种，针对轻度、中度损毁区林木受损苗木进行补栽。地裂缝对植株生长影响较小，主要工程

措施是进行填充，地裂缝充填设计同前述，塌陷区园地地裂缝治理纳入裂缝工程设计及工程量测算。果园果树补栽数量见表 5-13。

表5-13　塌陷区果园补栽工程量统计表

复垦单元	复垦单元编号	土地类型		补植面积	树种	密度（株/hm^2）	面积（hm^2）	工程量（100株）
已塌陷区Ⅰ	B2	果园	轻度损毁	现有面积40%	苹果树	1667	1.41	9.4
			中度损毁	现有面积50%	苹果树	1667	0.13	1.08
已塌陷区Ⅱ	B2	果园	轻度损毁	现有面积40%	苹果树	1667	0.43	2.87
			中度损毁	现有面积50%	苹果树	1667	0.16	1.33
已塌陷区Ⅱ-1	B2	果园	轻度损毁	现有面积40%	苹果树	1667	2.16	14.4
			中度损毁	现有面积50%	苹果树	1667	1.54	12.84
合计							**5.83**	**41.92**

3、塌陷林地复垦工程量测算

复垦责任范围内，针对轻度、中度损毁区林木进行苗木补栽。另外，塌陷区林地地裂缝整治纳入裂缝工程设计及工程量测算，这里不单独测算。各阶段苗木补栽数量见表 5-14。

表5-14　各阶段苗木补栽工程量测算表

复垦单元	复垦单元编号	土地类型		补植面积	树种	密度（株/hm^2）	面积（hm^2）	工程量（100 株）
已塌陷区Ⅰ	B1	有林地	轻度损毁	现有面积40%	泡桐	2500	21.29	212.90
		其他林地	轻度损毁	现有面积70%	泡桐	2500	4.66	81.55
		有林地	中度损毁	现有面积50%	泡桐	2500	15.76	197.00
		其他林地	中度损毁	现有面积70%	泡桐	2500	6.28	109.90
已塌陷区Ⅱ	B2	有林地	轻度损毁	现有面积40%	泡桐	2500	36.39	363.90
		有林地	中度损毁	现有面积50%	泡桐	2500	50.57	632.13
已塌陷区Ⅲ	B3	有林地	轻度损毁	现有面积40%	泡桐	2500	0.29	2.90
		其他林地	轻度损毁	现有面积70%	泡桐	2500	1.66	29.05
		有林地	中度损毁	现有面积50%	泡桐	2500	0.76	9.50
		其他林地	中度损毁	现有面积70%	泡桐	2500	0.18	3.15

续表5-14　各阶段苗木补栽工程量测算表

复垦单元	复垦单元编号	土地类型		补植面积	树种	密度（株/hm^2）	面积（hm^2）	工程量（100 株）
拟塌陷区Ⅰ-1	B4	有林地	轻度损毁	现有面积40%	泡桐	2500	69.58	695.80
		其他林地	轻度损毁	现有面积70%	泡桐	2500	1.63	28.53
		有林地	中度损毁	现有面积50%	泡桐	2500	22.02	275.25
		其他林地	中度损毁	现有面积70%	泡桐	2500	3.06	53.55
拟塌陷区Ⅰ-2	B5	有林地	轻度损毁	现有面积40%	泡桐	2500	8.23	82.30
		有林地	中度损毁	现有面积50%	泡桐	2500	4.03	50.38
拟塌陷区Ⅰ-3	B6	有林地	轻度损毁	现有面积40%	泡桐	2500	9.21	92.10
		有林地	中度损毁	现有面积50%	泡桐	2500	2.01	25.13
拟塌陷区Ⅰ-4	B7	有林地	轻度损毁	现有面积40%	泡桐	2500	7.91	79.10
		有林地	中度损毁	现有面积50%	泡桐	2500	1.13	14.13
拟塌陷区Ⅱ-1	B8	有林地	轻度损毁	现有面积40%	泡桐	2500	18.6	186.00
		有林地	中度损毁	现有面积50%	泡桐	2500	7.31	91.38
拟塌陷区Ⅱ-2	B9	有林地	轻度损毁	现有面积40%	泡桐	2500	1.01	10.10
		其他林地	轻度损毁	现有面积70%	泡桐	2500	1.36	23.80
拟塌陷区Ⅲ	B10	有林地	轻度损毁	现有面积40%	泡桐	2500	4.36	43.60
		有林地	中度损毁	现有面积50%	泡桐	2500	7.92	99.00
合计							**307.21**	**3038.25**

5、塌陷区坑塘水面复垦工程量测算

（1）塌陷区坑塘（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217.81hm^2，其中重度损毁3.99hm^2、中度损毁58.78hm^2、轻度损毁155.04hm^2。原有坑塘复垦工程量见下表5-15。

表5-15　原有坑塘修复工程方量统计表

复垦单元	复垦单元编号	面积（hm^2）	土方开挖($100m^3$)	边坡修整($100m^3$)	栽植泡桐（100 株）
已塌陷区Ⅰ	C1	7.61	159.81	7.61	11.42
已塌陷区Ⅱ	C2	58.57	1229.97	58.57	87.86
已塌陷区Ⅲ	C3	67.72	1422.12	67.72	101.58
拟塌陷区Ⅰ-1	C4	7.13	149.73	7.13	10.70
拟塌陷区Ⅰ-2	C5	4.09	85.89	4.09	6.14
拟塌陷区Ⅰ-3	C6	1.62	34.02	1.62	2.43
拟塌陷区Ⅰ-4	C7	10.38	217.98	10.38	15.57
拟塌陷区Ⅱ-1	C8	2.05	43.05	2.05	3.08
拟塌陷区Ⅱ-2	C9	51.94	1090.74	51.94	77.91
拟塌陷区Ⅲ	C10	3.52	73.92	3.52	5.28
合计		**214.63**	**4507.23**	**214.63**	**321.97**

（2）塌陷重度损毁区坑塘（鱼塘）开挖工程量测量

设计对塌陷区中心区域（即重度损毁区域），采取“挖深”方式修建鱼塘，以获取土源和降低治理成本。

复垦区内因采空塌陷重度损毁共 12 个区段，分别位于 2、4、6、8、10、12、20、22 北采区和 9、13、15、17 采区，鱼塘设计水深 4.5m，开挖生土 746.35 万 m^3，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鱼塘获取生土土方量见下表 5-16。

表5-16　新修坑塘工程方量统计表

复垦单元	复垦单元编号	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）
已塌陷区Ⅰ	C1	重度	23.59	6416.48	23.59	35.39
已塌陷区Ⅱ	C2	重度	18.74	5097.28	18.74	28.11
已塌陷区Ⅲ	C3	重度	15.82	4303.04	15.82	23.73
拟塌陷区Ⅰ-1	C4	重度	51.1	13899.2	51.1	76.65
拟塌陷区Ⅰ-2	C5	重度	7.98	2170.56	7.98	11.97
拟塌陷区Ⅰ-4	C7	重度	7.36	2001.92	7.36	11.04
拟塌陷区Ⅱ-1	C8	重度	52.88	14383.36	52.88	79.32
拟塌陷区Ⅲ	C10	重度	25.69	6987.68	25.69	38.54
合计			**203.16**	**55259.52**	**203.16**	**304.75**

6、塌陷区草地复垦工程设计

复垦区损毁区，其他草地面积 16.27hm^2，损毁区需先进行平整，复垦为旱

地。相应道路，水利设施防护林等配套，已计入后文塌陷区村庄复垦工程。这里不再重复测算。具体整理工程量见下表 5-17。

表 5-17 塌陷区草地复垦工程量统计表

复垦单元	复垦单元编号	损毁程度	面积(hm^2)	土地平整（$100m^2$）	土壤培肥（hm^2）	土方回填（$100m^3$）	土地翻耕（hm^2）
已塌陷区Ⅰ	A1	轻度	0.51	51	0.51	0	0.51
已塌陷区Ⅱ	A2	轻度	11.03	1103	11.03	0	11.03
		中度	3.21	321	3.21	417.3	0
已塌陷区Ⅲ	A3	轻度	1.23	123	1.23	0	1.23
拟塌陷区Ⅱ-1	A4	轻度	0.29	29	0.29	0	0.29
合计			**16.27**	**1627**	**16.27**	**417.3**	**13.06**

6、塌陷其他土地复垦工程量测算

复垦区损毁区，其他土地共计 33.04hm^2，其中设施农用地面积 31.48hm^2，田坎面积 0.12hm^2，裸地面积 1.44hm^2。损毁区需先在进行平整，复垦为旱地。相应道路，水利设施防护林等配套，已计入后文塌陷区村庄复垦工程。这里不再重复测算。具体复垦工程量见下表 5-18、5-19。

表 5-18 塌陷区设施农用地复垦工程量统计表

复垦单元	复垦单元编号	损毁程度	面积(hm^2)	土地平整（$100m^2$）	土壤培肥（hm^2）	土方回填（$100m^3$）	土地翻耕（hm^2）
已塌陷区Ⅰ	A1	轻度	4.81	481	4.81	0	4.81
已塌陷区Ⅱ	A2	轻度	1.76	176	1.76	0	1.76
		中度	1.04	104	1.04	135.2	0
已塌陷区Ⅲ	A3	轻度	3.82	382	3.82	0	3.82
拟塌陷区Ⅰ-1	A4	轻度	0.35	35	0.35	0	0.35
拟塌陷区Ⅰ-2	A5	轻度	1.05	105	1.05	0	1.05
拟塌陷区Ⅰ-3	A6	轻度	0.06	6	0.06	0	0.06
拟塌陷区Ⅱ-1	A8	轻度	2.97	297	2.97	0	2.97
		中度	1.79	179	1.79	232.7	0
拟塌陷区Ⅲ	A10	轻度	1.07	107	1.07	0	1.07
		中度	0.41	41	0.41	53.3	0
合计			**19.13**	**1913**	**19.13**	**421.2**	**15.89**

表 5-19 塌陷区田坎及裸地复垦工程量统计表

复垦单元	复垦单元编号	损毁程度	面积(hm^2)	土地平整（$100m^2$）	土壤培肥（hm^2）	土地翻耕（hm^2）
已塌陷区Ⅱ	A2	轻度	0.06	6	0.06	0.06
已塌陷区Ⅲ	A3	轻度	1.38	138	1.38	1.38
		轻度	0.09	9	0.09	0.09
拟塌陷区Ⅰ-3	A6	轻度	0.03	3	0.03	0.03
合计			**1.56**	**156**	**1.56**	**1.56**

6、塌陷城镇村及工矿用地复垦工程量测算

（1）塌陷区废弃村庄复垦工程量测算

1）土地平整：塌陷下沉值≤1500mm塌陷区村庄只需简单的平整，无挖、填方需要；工程量统计表见表5-21。

2）土方开挖与回填：塌陷下沉值1500mm～3000mm村庄，根据耕地土方开挖与回填的测算方法，对废弃村庄进行测算；工程量统计表见表5-21。

3）土壤培肥工程量测算

根据当地经验，有机肥的施用量 3000kg/hm^2 左右，氮肥按照每公顷 375kg、磷肥每公顷 450kg 进行施用，面积共 532.08hm^2。工程量统计表见表 5-20。

表5-20　塌陷区废弃村庄复垦工程方量统计表

复垦单元	复垦单元编号	损毁程度	面积（hm^2）	土地平整（$100m^2$）	土方回填（$100m^3$）	土地翻耕（hm^2）	土壤培肥（hm^2）
已塌陷区Ⅰ	A1	轻度	48.96	4896	0	48.96	48.96
		中度	19.4	1940	2328	0	19.4
已塌陷区Ⅱ	A2	轻度	25.52	2552	0	25.52	25.52
		中度	25.47	2547	3056.4	0	25.47
已塌陷区Ⅲ	A3	轻度	146.26	14626	0	146.26	146.26
		中度	17.25	1725	2070	0	17.25
拟塌陷区Ⅰ-1	A4	轻度	73.95	7395	0	73.95	73.95
拟塌陷区Ⅰ-2	A5	轻度	36.34	3634	0	36.34	36.34
		中度	6.91	691	829.2	0	6.91
拟塌陷区Ⅰ-3	A6	轻度	10.62	1062	0	10.62	10.62
		中度	2.32	232	278.4	0	2.32
拟塌陷区Ⅰ-4	A7	轻度	25.88	2588	0	25.88	25.88
		中度	14.84	1484	1780.8	0	14.84
拟塌陷区Ⅱ-1	A8	轻度	10.75	1075	0	10.75	10.75
		中度	5.16	516	670.8	0	5.16
拟塌陷区Ⅱ-2	A9	轻度	18.08	1808	0	18.08	18.08
		中度	16.79	1679	2014.8	0	16.79
拟塌陷区Ⅲ	A10	轻度	27.58	2758	0	27.58	27.58
		中度	14.54	1454	1890.2	0	14.54
合计			**532.08**	**53208**	**13028.4**	**423.94**	**532.08**

4）耕地配套设施：

①道路工程

田间道：根据附图 6 的道路布设结果，设计在塌陷村庄区新修田间道。设计农村道路中田间道长度为 2514.8m，路面宽 4m，0.2m 水泥混凝土路面；路基宽 85m，0.3m 素土夯实；

生产路：根据附图 6 的道路布设结果，设计塌陷村庄区新修生产路。设计农村道路中生产路 3772.2m，路面宽 3m，0.2m 素土夯实；

农田防护林：设计在田间道两侧栽植一行毛白杨，间距2m，共需栽植毛白杨2515株。

道路工程量统计表见表5-21。

表 5-21 废弃村庄复垦区道路工程量统计表

序号	工程类型	田间路	生产路	合计
1	长度(m)	8029	18312	**26341**
2	20cm 混凝土路面(1000m^2)	32.12	0	**32.12**
3	30cm 素土路基(1000m^2)	40.15	0	**40.15**
4	20cm 素土路基(1000m^2)	0	54.94	**54.94**
5	路床压实（1000m^2）	40.15	54.94	**95.09**
6	行道树（100 株）	25.15	0	**25.15**

②灌排设施

根据附图 6 的道路布设结果，设计在塌陷村庄区新修沟渠和机井。根据废弃村庄面积，设计新修机井 23 眼；新修斗沟长度 8029m，每米长斗沟需开挖土方 1.26m^3；新修农沟长度为 18312m，每米长农沟需开挖土方 0.34m^3。

主要工程量见下表5-22灌排水工程量统计表。

表 5-22 废弃村庄复垦区灌排水工程量统计表

序号	工程要素	工程量
1	新修机井（眼）	**23**
	农用井井管安装	**34.5**
	农用井洗井	**34.5**
1	斗沟长度（m）	**8029**
	斗沟挖方量（m^3）	**101.17**
2	农沟长度（m）	**18312**
	农沟挖方量（m^3）	**62.26**

（2）塌陷区采矿用地复垦工程量测算

复垦区损毁区，针对轻度和中度损毁采矿用地进行复垦，面积共计 83.62hm^2，轻度损毁区先在进行平整，在翻耕、培肥复垦为旱地。中度损毁区需先进行土方回填，再平整、培肥复垦为旱地。相应道路，水利设施防护林等配套，已计入前文塌陷区村庄复垦工程。这里不再重复测算。具体复垦工程量见下表 5-23。

表5-23 塌陷区采矿用地工程量统计表

复垦单元	复垦单元编号	损毁程度	面积（hm^2）	土地平整（100m^2）	土地翻耕（hm^2）	土壤培肥（hm^2）	土方回填（100m^3）
已塌陷区Ⅱ	A2	中度	1.02	102	0	1.02	132.6
已塌陷区Ⅲ	A3	轻度	14.41	1441	14.41	14.41	0
拟塌陷区Ⅰ-2	A5	轻度	1.28	128	1.28	1.28	0
拟塌陷区Ⅰ-4	A7	轻度	0.24	24	0.24	0.24	0
拟塌陷区Ⅱ-2	A9	轻度	55.86	5586	55.86	55.86	0
		中度	10.81	1081	0	10.81	1405.3
合计			**83.62**	**8362**	**71.79**	**83.62**	**1537.9**

（五）矿山土地复垦工程量汇总

主要工程量见表5-24矿山土地复垦工程量汇总表。

表5-24 矿山土地复垦工程量汇总表

序号	工程名称	计量单位	工程量
一	**土壤重构工程**		
1	土壤剥覆工程		
(1)	表土剥离	100m^3	15001.5
(2)	表土回覆	100m^3	11112.6
(3)	土方回填	100m^3	63559.4
2	平整工程		
(1)	土地平整	100m²	259056
(2)	土地翻耕	hm²	526.24
4	生物化学工程		
(1)	土壤培肥	hm²	2605.37
二	**植被重建工程**		
1	林草恢复工程		
(1)	栽植泡桐	100 株	3038.25
(2)	栽植苹果树	100 株	41.92
2	农田防护工程		
(1)	栽植行道树	100 株	1611.7
(2)	栽植坑塘护堤林	100 株	626.72
三	**配套工程**		

序号	工程名称	计量单位	工程量
1	道路工程		
(1)	田间道		
	旧路面拆除	100m^3	43.63
	垃圾清运	100m^3	43.63
	20cm 水泥混凝土路面	1000m^2	468.42
	30cm 素土路基	1000m^2	389.19
	路床压实	1000m^2	389.19
(2)	生产路		
	20cm 素土路基	1000m^2	229.46
	路床压实	1000m^2	229.46
2	机井工程		
（1）	井管安装	10m	315.3
(2)	农用井洗井	10m	315.3
3	疏排水工程		
（1）	新修坑塘水面		
	土方开挖	100m^3	55259.52
	边坡修整	100m^2	203.16
（2）	坑塘水面修复		
	土方开挖	100m^3	4507.23
	边坡修整	100m^2	214.63
(3)	沟渠修复		
	排水斗沟土方开挖	100m^3	101.17
	排水农沟土方开挖	100m^3	205.26

四 含水层破坏修复

（一）目标任务

现阶段矿山为生产安全，不可避免要采取疏排水措施，主要疏排对象为煤层顶板山西组砂岩水以及为降压疏排的煤层底板太原组灰岩含水层，水位下降不可避免。对含水层破坏的防治，未来应根据矿区水文地质条件，减少以疏水排放为主的治水方式，尽可能多考虑采取止水措施，减少对煤层底板含水层破坏。同时，由于疏排水的客观存在，还要考虑矿坑水的综合利用。因此，整个矿山生产期间对含水层保护目标是：

1、加强防水、止水措施，降低煤层底板灰岩含水层破坏；

2、加强对矿坑排水的利用，近期（2018年1月-2022年12月）矿井排水利用

率达到75%，远期（2023年1月-2042年12月）规划矿井排水利用率达到100%；

3、矿井水处理达标后回用或排放，确保水质不受污染；

4、采空塌陷影响区不出现用水困难问题，村庄及工业场地用水得到保障。

（二）工程设计

1、顶板砂岩含水层破坏防治设计

（1）按照水体采动等级合理留设煤（岩）柱尺寸，严格控制采高。

（2）探基岩钻必须严格按以下要求执行：若钻孔出水量大于 5m^3/h 且发现含砂量较大则立即进行注浆封堵；若钻孔出水量大于 5m^3/h 且无砂则当作放水孔进行放水；若钻孔出水量小于 5m^3/h 则当作水文观测孔；放水孔和观测孔均应在工作面回采距离该钻孔 300m 范围内时提前进行高压灌浆封闭，封孔灌浆压力不低于 8MPa，并扫孔验证封孔质量。

（3）有顶板水害威胁区域回采时，须在工作面至少每 100m 设置一道挡砂墙，并在每处放置 100 袋防水沙袋，工作面一旦出现突水溃砂情况，立即增加排水能力和启动挡砂墙。

2、底板灰岩含水层破坏防治设计

采用底板注浆加固工艺防治底板含水层破坏。

（三）技术措施

根据集煤矿水文地质条件、地质构造条件及开发利用方案，矿区含水层破坏防治采取探基岩、底板加固、超前钻探、帷幕注浆隔水等工程措施，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。

（四）主要工程量

防治含水层破坏进行的探基岩、底板加固、超前钻探、注浆、防治水设备购置等工程不计入本方案，应纳入企业生产成本，本方案不再计算工程量。

五 水土环境污染修复

根据矿山地质环境现状及预测，未来煤矿的生产对当地水土环境污染较轻，本方案不设含水层破坏修复工程。

（一）目标任务

1、避免矸石堆放、锅炉灰渣、矿井排水、生活污水对矿区居民饮用水、农灌用水主要含水层浅层孔隙水及韩沟、小白河造成水质污染。

2、避免矸石堆放、锅炉灰渣、矿井排水、生活污水对矿区及周边土壤造成污染。

（二）工程设计和技术措施

1、对矸石山实施绿化、淋水；

2、每年枯、丰水期分两次对矿坑排水、矸石入渗场地及影响区域取样监测；

3、提高矿井水利用率，减少矿井水外排；

4、严格执行矿井排水、生活污水处理标准；

5、提高矸石、锅炉灰渣利用率。

（三）主要工程量

矸石影响区、矿井水影响区水、土监测工程量见下述第六节矿山地质环境监测安排。

六 矿山地质环境监测

根据矿山地质环境现状及预测，陈四楼煤矿的生产将引发采空塌陷及伴生地裂缝地质灾害，从而对地下含水层、水土环境等产生影响，因而，矿山环境监测包括地质灾害监测、含水层监测、水土污染的监测。监测工作由河南龙宇能源股份有限公司负责并组织实施，并成立专职机构，加强对本方案实施的组织管理和行政管理。矿产资源管理部门负责监督管理。

（一）目标任务

1、及时掌握地面塌陷和地裂缝变形情况。

2、了解地下水水位、水质和疏干情况。

3、了解水土污染情况。

（二）工程设计

1、地面塌陷、地裂缝监测设计

目前矿区内已发生采空塌陷地质灾害，随着矿井开采的进行，地面塌陷范围将进一步增加。主要从地表变形方面落实地质灾害监测，包括对采空区未沉稳地段和采煤工作面范围的地表变形监测。井下采掘的同时对地面建筑物进行监测，随时掌握建筑物受影响程度，以便对遭到破坏的建筑物进行加固、维修，遇到紧急情况，应及时组织受威胁人员安全转移，确保人民生命财产安全。

主要包括地表形变监测及开采影响对象监测。具体内容如下：

地表形变监测内容：地面塌陷主要监测地表下沉量、水平移动量；地裂缝主要监测地裂缝宽度、深度、走向与长度、两侧相对位移等方面的变化等。

开采影响对象监测内容：对地面重要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、道路的变形破坏情况等。

2、含水层破坏监测设计

为防止矿山开采可能对区内主要取水含水层－第四系孔隙水含水层、二$_2$煤层顶板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、奥陶系灰岩岩溶裂隙承压含水层的破坏，应加强对该含水层的监测，监测内容主要为水位和水质、疏干排水量监测。由于第四系地下水补给来源主要为大气降水和地表水体渗漏补给，虽然矿坑排水和煤矸石堆放对水环境的影响较小，但亦应考虑污染元素长期积累的影响。因此，也应针对矿坑排水和煤矸石堆放对水环境的影响来布设地表水监测点。

3、水土污染监测设计

采空塌陷区地下水汇集可能引起污染物富集；工业广场周围土地会因矿山排放废水和废渣的影响可能受到不同程度的污染。为了掌握区内土壤环境治理状况和受污染程度，在区内布设水土污染监测点。

（三）技术措施

1、地面塌陷地裂缝监测措施

（1）监测点布设

①地面塌陷监测点布设地面变形监测网点布设根据采煤工作面展布方向、工作面长度、开采煤层深度等因素综合确定，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2018年1月～2042年12月，地表变形监测线布设见图5-9。

②开采影响对象监测点布设

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，监测频率每季度1次，每年4次。地表建筑物变形监测点布设见图5-9和表5-25。

表 5-25 塌陷区建筑物变形监测点一览表

编号	监测点位置	监测时间	监测项目
DZ1	韩庄村	每季度一次	地面变形、建筑开裂（mm），塌陷下沉值（mm）
DZ2	徐庄		
DZ3	小陈庄		
DZ4	高新庄村		
DZ5	屈庄埠		
DZ6	李大庄		
DZ7	陈庄		
DZ8	韩沟		
DZ9	赵楼村		
DZ10	唐庄		
DZ11	李古同村		
DZ12	乡道和郭庄		
DZ13	乡道和代井村		
DZ14	县道 X041		
DZ15	县道 X041 和马古同村		
DZ16	韩庄		
DZ17	陈庄		
DZ18	赵化子庙		
DZ19	县道 X041 和周庄		
DZ20	后双楼		
DZ21	张小庄		
DZ22	付庄		
DZ23	韩沟支流和刘庄		
DZ24	刘庄		
DZ25	韩沟和王庄		
DZ26	道路 Y019 和崔庄		
DZ27	戚庄		
DZ28	道路 Y01 李庄村		
DZ29	韩沟支流		
DZ30	郑庄		
DZ31	余庙村		
DZ32	韩沟支流和刘酒池子		

图5-9　地表变形监测部署图

（2）监测方法

①地表形变监测方法：地表移动观测的基本内容是：在采动过程中，定期地、重复地测定观测线上各测点在不同时期内空间位置变化。地表移动观测工作包括：观测站的连续测量，全面观测，单独进行水准测量，地表破坏的测定和编录。

a.连续测量

在井下未采动前（或观测点未采动影响前），为了确定观测站与开采工作面之前的相互位置关系，首先需要测量各控制点的坐标。在工作中应连续采用矿区GPS点为起始点与起始方向，用全站仪一次测至工作面开采区域观测线的控制点上，其限差要求见表5-26。

高程连续测量采用III等水准测量，组成闭合水准路线，采用Si水准仪按III等水准测量要求进行测量。

表5-26 连测导线测量观测限差表

等级	测角中误差	测距中误差	相对中误差	测回数	方角闭合差	相对中误差
四等	2.5	18mm	1/80000	6	$5n^{1/2}$	1/35000
一等	5	15mm	1/30000	2	$10n^{1/2}$	1/15000

b.全面观测

为了准确地确定工作测点在地表开始前的空间位置，在连测后，地表开始移动之前，应全面观测。全面观测的内容包括测定各测点的平面位置和高程，各测点的距离，各测点偏离方向的距离，记录地表原有的破坏状况，并作出素描。

高程测量在确认观测站控制点未遭碰动，其高程值没有变化的前提下，可直接从观测站控制点开始进行水准测量。所布设的走向观测线的两端和倾向观测线两端设有控制点，水准测量应符合到两端的控制点上。高程测量S2型水准仪配合红黑面尺按四等水准的测量规范要求采用符合水准路线进行观测的。

平面位置测量水平角观测及距离测量按Ⅰ级导线规范要求，应采用DTM830观测一个测回，允许闭合差$\pm 10n^{1/2}$。倾角观测一测回。

c.日常观测

日常观测，指的是首次和末次全面观测之间适当增加的水准测量工作。首先，为判定地表是否开始移动，在回采工作面推进一定距离后，在预计可能首先移动

的地区内，选择几个测点，在短期的时间间隔内进行多次水准测量，以便及时发现测点下沉的趋势，确定地表开始移动的时间。在开采过程中，仍需要进行日常观测工作，即重复进行水准测量，重复测量的时间间隔视地表下沉的速度而定，一般是每间隔1个月观测一次。

①开采影响对象监测方法：对地裂缝监测和村庄建筑物墙壁开裂监测采用人工巡查、米尺丈量的方法进行。

监测工作由矿山企业派专人或委托有资质的单位定人、定时监测，记录要准确、数据要可靠，并及时整理观测资料，向地质灾害管理部门提交观测报告。地质灾害管理部门负责监督管理。

②开采影响对象监测方法：对地裂缝监测和村庄建筑物墙壁开裂监测采用人工巡查、米尺丈量的方法进行。

监测工作由矿山企业派专人或委托有资质的单位定人、定时监测，记录要准确、数据要可靠，并及时整理观测资料，向地质灾害管理部门提交观测报告。地质灾害管理部门负责监督管理。

2、含水层破坏监测措施

（1）监测点布设

①地表水

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3个监测断面（见附图5和表5-27）。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。

表5-27 地表水环境质量监测点一览表

编号	监测点位置	监测对象	监测内容	监测频率
H1	北风井场地污水排放口	地表水	水质	
H2	矿井水处理站排放口	地表水	水质	1年3次
H3	生活污水处理站排放口	地表水	水质	
H4	韩沟断面	地表水	水质	
H5	韩沟断面	地表水	水质	
H6	小白河断面	地表水	水质	
H7	南风井污水排放口	地表水	水质	

②地下水

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，其中25个为现有民井，作为第四系潜水含水层监测孔；4个为现有的$二_2$煤层顶板山西组砂岩裂隙水承压含水层监测孔，4个为现有太原组灰岩裂隙岩溶承压含水层监测孔。监测点布置见附图5。

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。

（2）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。

取样工作严格按照国家标准《水质采样、样品的保存和管理技术规定（GB12999-91）》和《水质采样技术指导（GB12998-91）》的规定进行。水质分析工作应由取得省级计量认证的单位完成，测试技术和方法应符合有关规范、规程要求。

监测项目分别按《地表水环境质量标准》（GB3838-2002）和地下水质量标准（GB/T14848-93）所列项目进行。监测工作由矿山企业进行监测或委托有资质的单位专业人员进行监测。

4、水土污染监测措施

在区内布设水土污染监测点7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，共7件。测试项目为Cr、Cu、Zn、Pb、As、Cd、Hg等7种。监测点布置见附图5。

（四）主要工程量

1、地面变形监测工作量

本次工作布设工作面监测线总长度为70496m，共布设1350个监测点。其中，

方案近期布设监测线长度为38851m，布设810个监测点，远期布设监测线长度为31645m，布设540个监测点。布设水准基准点3个，分别位于工业广场西北、东北及西南。监测频率每季度1次，每年4次。方案近期监测16200点次，远期监测43200点次，总工作量59400点次。

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，监测频率每季度1次，每年4次。方案近期布设18个监测点，共监测360点次，远期布置14个监测点，共监测1120点次，总工作量1480点次。

2、含水层破坏监测工作量

本次工作布设地表水监测点7处，监测频率每年3次。方案近期布置7个监测点，共监测105点次，远期布置7个监测点，共监测420点次，总工作量525点次。本次工作布设地下水监测点33处，水位测频率每年12次，水质监测频率每年3次。方案近期布置16个监测点，水位监测960点次，水质监测240点次；远期布置17个监测点，水位监测4080点次，水质监测1020点次，总工作量5040点次和1260点次。

3、水土污染监测工作量本次工作布设土壤监测点7处，监测频率每年1次。方案近期布置7个监测点，共监测35点次，远期布置7个监测点，共监测140点次，总工作量175点次。

方案服务期地质环境监测工程量工程量见表5-28。

表5-28 方案服务期地质环境监测工程量统计表

监测项目	测点		数量		合计
	近期	远期	近期	远期	
地面变形岩移监测	810	540	16200	43200	59400
建筑物变形监测	18	14	360	1120	1480
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	7	7	35	140	175

七 矿区土地复垦监测和管护

（一）目标任务

1、及时掌握地面变形情况，为复垦工程的实施进度提供依据。

2、了解复垦工程效果，监测复垦后耕地、林地的土壤质量，植被和配套设施情况。

3、对复垦后的耕地、林地，要进行管护，保障复垦工程质量。

（二）工程设计

1、监测工程设计

（1）地面变形监测

地面变形监测工程设计与矿山地质环境监测内容相同。

（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。

①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。

②土壤质量监测针对复垦后耕地土壤质量的监测内容如下：地面坡度、有效土层厚度、pH值、有机质、全氮、有效磷、速效钾、土壤表层盐分含量。（表5-29）由矿方出资委托有资质的专业土壤化验机构进行，采样监督人员为当地村民。复垦单元内，耕地分别按复垦后面积布设土壤理化指标采样点，平均每25hm^{2}布设1个采样点，样品采集采用等量混合法采集，各个监测点每季度检测一次。

③复垦植被监测复垦为林地和草地的植被监测内容包括：植物生长势、高度、种植密度、成活率、郁闭度、产量（生长量）。（表5-30）监测方法为样方随机调查法，有矿方出资雇佣专职人员（或当地村民）进行监测。

复垦单元内，林地按复垦后面积布设监测点，其检测方法以《土地复垦技术标准》（试行）为准，按每25hm^{2}布设1个监测点，监测频率为每季度一次。

表5-29 土壤质量监测方案表

监测内容	监测频次（次/年）	样点持续监测时间（年）	监测点数量（个）
地面坡度	4	3	各个损毁区平均每25hm^{2}布设1个采样
覆土厚度	4	3	
pH	4	3	
重金属含量	4	3	
有效土层厚度	4	3	
土壤质地	4	3	
土壤砾石含量	4	3	
土壤容重（压实）	4	3	
有机质	4	3	
全氮	4	3	
有效磷	4	3	
有效钾	4	3	
土壤盐分含量	4	3	
土壤侵蚀	4	3	

表5-30 林、草地复垦植被恢复监测方案表

监测内容	监测频次（次/年）	样点持续监测时（年）	监测点数量（个）
成活率	4	3	每25hm^{2}布设1个监测点。
郁闭度	4	3	
单位面积蓄积量	4	3	

④复垦配套设施监测

复垦后的配套设施，主要包括水利工程设施和道路交通设施两个方面。配套设施监测以土地复垦方案设计标准为准，监测内容包括：各项新建配套设施是否齐全、能否保证有效利用，以及已损毁的配套设施是否修复，能否满足当地村民的生产生活需求等。配套设施监测由当地村民和相关部门的工作人员完成。根据复垦单元面积大小布设监测点，平均每25hm^{2}布设1个监测点，各个监测点每季度检测一次。（表5-31）

表5-31 耕地复垦配套设施监测方案表

监测内容	监测频次（次/年）	样点持续监测时（年）	监测点数量（个）
田间道路	2	3	平均每25hm^{2}布设1个监测点
灌排设施	2	3	

2、管护工程设计

复垦后的耕地、林地、农田防护林及坑塘堤岸防护林，要进行管护。

（1）耕地的管护

①增施农家肥，提高农家肥质量农家肥是土壤有机质的主要补充来源，其数量和质量的好坏直接影响土壤有机质的含量。因此，一定要在抓好农家肥的积造工作。在发展畜牧业的同时，要大力积造农家肥，提高农家肥质量，完善农户施肥台帐制度，保持土壤有机质稳定中有所增长。

②加大秸秆根茬还田工作力度，增加还田面积

秸秆、根茬是土壤有机质补充的另一来源，因此，一定要扩大其还田面积，提高作业质量，力争秸秆、根茬全部粉碎还田。

③改善施肥对策，提高施肥水平

从整体施肥上看，向土壤中投入远远低于索取水平，而且比例极不合理，造成土壤养分含量降低，比例失调。因此，在施肥对策上要根据作物需肥规律，依据当地土壤、气候、栽培水平等条件做到科学施肥、合理施肥，在今后一段时间内总的施肥原则应该是增氮。

耕地复垦后移交给土地承包经营人，不可能由他人对其进行管护，故由耕地承包经营人对其进行管护，从土地复垦工程决算及竣工验收后结余资金中安排用于后期管护的资金。

（2）林地管护

①水分管理

主要是通过植树带内植树行间和行内的锄草松土，防止幼树成长期干旱灾害，以促使幼林正常生长和及早郁闭。在有条件的地方可以适当地做一些灌溉，以保护林带苗木酌成活率。

②养分管理

在植被损毁、风沙严重的沙淮、荒地，防护林幼林时期的抚育一般不宜除草松土，应以防旱施肥为主。

③林木修枝

林带刚进入郁闭阶段时，由于灌木或辅佐树种生长茂密产生压迫主要树种的情况，要采取部分灌木（1/2左右）平茬或辅佐树种修枝，以解除主要树种的被压状态，促进主要树种生长并使其在林带中占优势地位。

通过修枝（包括主要树种和辅佐树种的修枝），在保证林木树冠有足够营养

空间的条件下，可提高林木的干材质量和促进林木生长。关于修枝技术，群众有丰富的经验，如“宁低勿高，次多量少，先下后上，茬短口尖”以及修枝高度不超过林木全高的1/3~1/2等（即林冠枝下高，不超过全高的1/3 或1/2）。

④林木密度调控

林带郁闭后，抚育工作的主要任务是通过人为干涉，调节树种间的关系，调节林带的结构，保证主要树种的健康生长。同时，通过这一阶段的抚育修枝间伐，为当地提供相当的经济效益。林带的树种组成与密度基本处于稳定状态，但是仍应隔一定时间对林带进行调节，及时伐掉枯梢木和病腐木等，

⑤林木更新

林带更新主要有植苗更新、埋干更新和萌芽更新3种方法。植苗更新、埋干更新与植苗造林和埋干造林的方法相同；萌芽更新是利用某些树种萌芽力强的特性，采取平茬或断根的措施进行更新的一种方法；这种方法在以杨柳树为主要树种的农田防护林中已见应用。

在一个地区进行林带更新时，应避免一次将林带全部伐光，导致农田失去防护林的防护，造成农作物减产。因此，需要按照一定的顺序，在时间和空间上合理安排，逐步更新。就一条或一段林带而言，可以有全部更新、半带更新、带内更新和带外更新4种方式。

⑥林木病虫害防治

对于林带中出现各类树木的病、虫、害等要及时地进行管护。对于病株要及时砍伐防治扩散，对于虫害要及时地施用药品等控制灾害的发生。

（3）农田防护林和坑塘堤岸防护林

农田防护林和坑塘堤岸防护林管护措施同林地，栽植后及时浇水灌溉，定期施肥、修枝，发现死苗及时补植，管护期为3a，每年管护4次。

（三）技术措施

1、监测措施

（1）土地损毁情况监测

地面变形监测就是定期的测量观测点相对于基准点的位移、高差以求得观测

点的平面坐标及高程，并将不同时期所测得的平面坐标及高程加以比较，得出监测区位移和沉降情况的资料。通过对拟损毁区进行变形观测，可以达到如下目的：

监视采煤区地表的均匀变形与不均匀变形，得出地表在采煤期间在某时刻的瞬时变形值，从而计算绝对位移值、沉降值，平均位移值、沉降值，相对倾斜、平均位移、沉降速度等。

通过在采煤期间对其地表进行观测，分析研究、验证安全煤柱留设的计算方法是否合理，为采煤工程掘进巷道的设计、施工、管理和科学研究提供资料。

监测采煤区地表的状态变化，在发生不正常现象时，及时分析原因，采取措施，防止事故发生。

本次变形监测平面坐标系采用西安1980国家坐标系。由于监测区农田居多，用传统水准仪作业的方式在农忙时节难度较大不能满足观测频率的要求，因此借鉴国内有关单位在该领域高程系统采用大地高程代替传统水准进行沉降观测。使用通过国家检校的符合国家C、D级控制网精度的双频接收机进行静态观测。在监测区域外地层稳定位置布设工作基点。在能够反映监测区变形特征和变形明显的部位布设监测点。从拟损毁区域煤炭开采前一次直至达到稳沉监测结束。

（2）土地复垦效果监测

土地复垦效果监测是对土地复垦区域内复垦前后的土地利用状况的动态变化进行定期或不定期的监测管理，其目的在于获取准确的土地复垦后利用变化情况，检验土地复垦成果以及建设过程中遭到损毁的土地是否得到了“边损毁、边复垦”，是否达到土地复垦方案提出的目标和国家规定的标准，判断项目复垦工程技术合理性，及时对土地复垦工程进行修改或完善。本项目的土地复垦效果监测，指对复垦区的各类用地面积的变化、水利设施等配套工程的建设情况、复垦区土壤属性等的变化情况，重点是土壤质量、植被和配套设施。

①土壤监测

复垦为农、林、牧业用地的土地自然特性监测内容，为复垦区地形坡度、有效土层的厚度、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《土地复垦技术标准》（试行）为准，监测频率为每年两次。

②复垦植被监测

复垦为林地的植被监测内容，为植物生长势、高度、种植密度、成活率、郁闭度、生长量等；复垦为牧草地的植被监测内容，为植物生长势、高度、覆盖度、产草量等。

监测方法为样方随机调查法。在复垦规划的服务年限内，每年监测两次。

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。水利工程设施包括灌溉、排水及其相关电力设施，交通设施包括各级公路和新建田间道路等。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。配套设施监测每年两次。

2、管护措施

在恢复土地上的植被保护管理工作是复垦工程的最后程序，其重要性不亚于规划和植被培育阶段，可是却常为人们所忽略，复垦工程的失败往往是由于放松了必要的管理。

（1）耕地管护措施

复垦的基础上，大力发展种植绿肥，增施农家肥，施用有机肥和配方肥，科学追施氮、磷、钾及中微量元素肥，确保复垦耕地地力提升。同时采取科学培肥，示范推广，农户自愿的原则，建立培肥示范点，采取统一耕种、集中施肥、测土配方施肥等农业综合技术措施，增加土壤有机质含量，切实提高复垦耕地的农业生产能力，辐射带动周边地区农户进行科学培肥。

①土壤培肥标准

旱地每年每亩施用农肥不得少于2000kg，农肥中有机质含量不应低于百分之五。

②土壤培肥措施

1）增施农家肥，提高农家肥质量农家肥是土壤有机质的主要补充来源，其数量和质量的好坏直接影响土壤有机质的含量。因此，一定要在抓好农家肥的积造工作。在发展畜牧业的同时，要大力积造农家肥，提高农家肥质量，完善农户

施肥台帐制度，保持土壤有机质稳定中有所增长。

2）加大秸秆根茬还田工作力度，增加还田面积秸秆、根茬是土壤有机质补充的另一来源，因此，一定要扩大其还田面积，提高作业质量，力争秸秆、根茬全部粉碎还田。

3）改善施肥对策，提高施肥水平从整体施肥上看，向土壤中投入远远低于索取水平，而且比例极不合理，造成土壤养分含量降低，比例失调。因此，在施肥对策上要根据作物需肥规律，依据当地土壤、气候、栽培水平等条件做到科学施肥、合理施肥，在今后一段时间内总的施肥原则应该是增氮。

（2）林地管护措施

①水分管理

主要是通过植树带内植树行间和行内的锄草松土，防止幼树成长期干旱灾害，以促使幼林正常生长和及早郁闭。在有条件的地方可以适当地做一些灌溉，以保护林带苗木酌成活率。

②养分管理

在植被损毁、风沙严重的沙淮、荒地，防护林幼林时期的抚育一般不宜除草松土，应以防旱施肥为主。

③林木修枝

林带刚进入郁闭阶段时，由于灌木或辅佐树种生长茂密产生压迫主要树种的情况，要采取部分灌木（1/2左右）平茬或辅佐树种修枝，以解除主要树种的被压状态，促进主要树种生长并使其在林带中占优势地位。

通过修枝（包括主要树种和辅佐树种的修枝），在保证林木树冠有足够营养空间的条件下，可提高林木的干材质量和促进林木生长。关于修枝技术，群众有丰富的经验，如“宁低勿高，次多量少，先下后上，茬短口尖”以及修枝高度不超过林木全高的1/3~1/2等（即林冠枝下高，不超过全高的1/3或1/2）。

④林木密度调控

林带郁闭后，抚育工作的主要任务是通过人为干涉，调节树种间的关系，调节林带的结构，保证主要树种的健康生长。同时，通过这一阶段的抚育修枝间伐，为当地提供相当的经济效益。林带的树种组成与密度基本处于稳定状态，但是仍

应隔一定时间（5年左右）对林带进行调节，及时伐掉枯梢木和病腐木等。

⑤林木更新

栽种方法：植苗更新、埋干更新与植苗造林和埋干造林的方法相同；萌芽更新是利用某些树种萌芽力强的特性，采取平茬或断根的措施进行更新的一种方法；这种方法在以杨柳树为主要树种的农田防护林中已见应用。

更新方式：在一个地区进行林带更新时，应避免一次将林带全部伐光，导致农田失去防护林的防护，造成农作物减产。因此，需要按照一定的顺序，在时间和空间上合理安排，逐步更新。就一条或一段林带而言，可以有全部更新、半带更新、带内更新和带外更新4种方式。

⑥林木病虫害防治

对于林带中出现各类树木的病、虫、害等要及时地进行管护。对于病株要及时砍伐防治扩散，对于虫害要及时地施用药品等控制灾害的发生。

⑦林地胁迫效应调控技术

在林带遮荫胁地较重的一侧，尽量避免配置高大乔木树种，而以灌木或窄冠型树种为宜，如沟、渠、路为南北走向，林带宜配置在东侧；如为东西走向，宜配置在南侧。尽量使林冠阴影覆盖在沟、渠、路面上，从而减轻林带的遮荫胁地影响。在以林带侧根扩展与附近作物争水争肥为胁地主要因素的地区，在林带两侧距边行0.5~1m处挖断根沟。沟宽随树种不同而定．乔木为1m，灌木为0.5~1m。沟深随林带树种根系深度而定，一般为40~50cm，最深不超过70cm，沟宽30~ 50cm。林、路、排水渠配套的林带、林带两侧的排水沟渠也可以起到断根沟的作用。合理选种胁地范围内的作物种类，如豆类、牧草、薯类等，能在一定程度上减轻胁地影响。选择深根型树种（主根发育，侧根较少），并结合沙漠、道路、沟壕合理配置林带，可减少相对应的胁地距离。

（四）主要工程量

1、监测工程量测算

（1）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，平均每25hm^{2}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104个采样点，测点数为1248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25hm^{2}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12个采样点，监测点数为144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25hm^{2}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312点次。工程量见表5-32。

表5-32 复垦监测工程量

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）
1248	144	312

2、管护工程量测算

（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 223842×0.12=26861 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 307.21÷60×20.83×36=3840 工日，园地管护需 5.83÷60×20.83×36=73 工日。

管护工程量汇总见表 5-33。

表5-33 管护工程量汇总表

管护对象	管护内容	单位	工程量
耕地复垦区防护林	泡桐	株	223842
	管护工日	工日	26861
林地管护	面积	hm^2	307.21
	管护工日	工日	3840
园地管护	面积	hm^2	5.83
	管护工日	工日	73

第六章 矿山地质环境治理与土地复垦工作部署

一 总体工作部署

矿山地质环境治理工程与土地复垦工程同步进行，评估区内经济发展以农业为主，根据区内地表变形塌陷情况，将塌陷区的土地及时复垦成耕地，并大力发展种植、养殖业，使经济效益、社会效益与生态环境保护同步发展。

本次工作根据矿山生产对土地资源破坏的预测评估结果，在技术可行、经济合理的条件下，针对地面塌陷的具体情况，分别采取土地平整、削高填低、挖深垫浅、土地翻耕等工程治理措施对评估区土地进行恢复治理，尽可能多的增加耕地；

为了满足复垦土地的生产需求，在复垦区配套相应的灌溉、排水、道路等工程设施。同时在田间道两侧设置农田防护林带，以利于防风和改善生态环境，形成良好的农田小气候。

布设监测工程，及时掌握评估区内地表变形、地表水水质、地下水水位及水质等情况。

二 阶段实施计划

根据本方案前言部分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25年（2018-2042），其中矿山采矿许可证剩余许可年限（2018-2034）16.6年、稳沉期4.4年、复垦期1.0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5个阶段进行，分期与阶段划分对照关系见下表6-1。

表6-1 矿山地质环境保护与复垦阶段安排表

分期	阶段划分	保护与复垦对象	时段	年限（a）
近期（2018-2022）	第 1 阶段	具备治理条件的现已塌陷	2018～2022	5
远期（2023-2042）	第 2 阶段	未治理的现在已塌陷	2023～2027	5
	第 3 阶段	第一时段开采后不再重复塌陷区	2028～2032	5
	第 4 阶段	第二时段开采后不再重复塌陷区	2033～2037	5
	第 5 阶段	第三时段开采后不再重复塌陷区	2038～2042	5

（一）矿山地质环境保护与恢复治理阶段实施计划

1、治理阶段划分

根据前述工程部署，本方案中矿山地质环境恢复治理工程为地裂缝充填工程、塌陷区村庄治理工程，地面塌陷综合治理合并在土地复垦工程进行，不另部署工程量。根据方案服务年限，将矿山地质环境保护与恢复治理总体部署划分为两个防治阶段；近期矿山地质环境保护与预防阶段实施计划阶段 5 年（2018 年～2022 年）、远期规划期阶段 20 年（2013 年～2042 年）。

2、各阶段治理目标与任务

（1）近期阶段实施计划（2018 年～2022）

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前 5 年采矿活动区地质灾害、含水层、土壤污染监测工程布设与监测；②塌陷区村庄治理工程；③塌陷区地裂缝充填工程。

（2）远期规划期阶段实施计划（2023 年～2042 年）

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，塌陷区村庄治理工程。矿山地质环境保护与恢复治理工程各阶段此处分期段实施计划见表 6-2 和表 6-3。

表6-2 矿山地质环境治理近期计划安排表

分期	保护与恢复治理项目	保护与预防内容	单位	工程量
近期（2018-2022）	地裂缝填充工程	表土剥离	$100m^3$	566
		表土回填	$100m^3$	566
		裂缝填充	$100m^3$	201.1
	废弃村庄治理工程	建筑物拆除	$100m^2$	6548.4
		垃圾清运	$100m^3$	5238.72
	矿山地质环境监测工程	地面变形岩移监测	点次	16200
		建筑物变形监测	点次	360
		地表水水质监测	点次	105
		地下水水位监测	点次	960
		地下水水质监测	点次	240
		水土污染监测	点次	35

表6-3 矿山地质环境治理远期计划安排表

分期	保护与恢复治理项目	保护与预防内容	单位	工程量
远期（2023-2042）	地裂缝填充工程	表土剥离	$100m^3$	199
		表土回填	$100m^3$	199
		裂缝填充	$100m^3$	26.04
	废弃村庄治理工程	建筑物拆除	$100m^2$	22326.1
		垃圾清运	$100m^3$	17860.88
	矿山地质环境监测工程	地面变形岩移监测	点次	43200
		建筑物变形监测	点次	1120
		地表水水质监测	点次	420
		地下水水位监测	点次	4080
		地下水水质监测	点次	1020
		水土污染监测	点次	140

（二）土地复垦阶段实施计划

1、复垦阶段划分

根据前述工程部署，本方案中土地复垦主要涉及土地平整、土方开挖与回填、农田水利、道路工程、植被重建和管护等复垦措施。根据土地复垦方案服务年限，结合煤矿开采时序和土地复垦工作安排的要求，合理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25年，按5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。5个阶段具体为2018年～2022年、2023年～2027年、2028年～2032年，2033年～2037年，2038年～2042年。

2、各阶段土地复垦位置

根据土地复垦阶段划分、土地复垦责任范围、煤矿开采时序和土地复垦适宜性评价结果等，合理确定各阶段、各土地复垦方向的复垦位置。根据矿山开采计划及采区沉陷稳定期，确定矿山第一阶段复垦位置已损毁区Ⅰ、Ⅲ部分，第二阶段复垦位置已损毁区Ⅰ、Ⅲ剩余部分和已损毁区Ⅱ，第三阶段复垦位置拟损毁区Ⅰ-1、Ⅰ-2、Ⅰ-3和Ⅰ-4，第四阶段复垦位置拟损毁区Ⅱ-1和Ⅱ-2，第五阶段复垦位置拟损毁区Ⅲ。各阶段具体土地复垦位置见图6-1。

图6-1 各阶段复垦位置示意图

3、各阶段土地复垦目标与任务

根据土地复垦方向可行性分析部分确定的土地复垦目标与任务，依据土地复垦阶段划分合理分解各阶段的土地复垦目标与任务。本土地复垦方案总的土地复垦目标与任务是3520.86hm^2，其中第一阶段土地复垦目标与任务是225.96hm^2，第二阶段土地复垦目标与任务是1292.53hm^2，第三阶段土地复垦目标与任务是1247.95hm^2，第四阶段土地复垦目标与任务是549.64hm^2，第五阶段土地复垦目标与任务是204.78hm^2。

4、各阶段土地复垦措施与工程量

根据土地复垦质量要求、土地复垦措施布局、各阶段土地复垦位置以及复垦目标任务，合理测算各阶段不同土地复垦措施的工程量，本土地复垦方案主要涉及土地翻耕、土地平整、土方开挖与回填、农田水利、道路工程、植被重建和管护等复垦措施，各阶段土地复垦具体工程量见表6-4。

表 6-4　阶段土地复垦计划安排表

复垦阶段	复垦位置	复垦地类									复垦投资(万元)		主要复垦措施	主要工程量	
		耕地	园地	林地	草地	交通运输用地	水域及水利设施用地	其他土地	城镇村及工矿用地	合计	静态	动态			
第一阶段（2018年01月-2022年12月）	已损毁区Ⅰ、Ⅲ部分区域（A1、A3、B1、B3、C1、C3复垦单元）	162.37	0	8.87	0.51	1.5	7.6	2.22	42.89	**225.96**	4112.1	4740.43	表土剥离	100m^3	488.69
													表土回覆	100m^3	359.86
													土方回填	100m^3	2218.50
													土地平整	100m^2	15873.06
													土地翻耕	100m^3	40.12
													土壤培肥	hm^2	162.76
													栽植泡桐	100 株	218.53
													坑塘开挖	100m^3	2531.01
													坑塘边坡修整	100m^3	33.78
													坑塘护堤林	100 株	50.67
													农田防护林	100 株	8.66
													旧路面拆除	100m^3	1.83
													井管安装	10m	13.24
													农用井洗井	10m	13.24
													垃圾清运	100m^3	1.83
													20cm 水泥混凝土路面	1000m²	19.67
													30cm 素土路基	1000m²	16.35
													20cm 素土路基	1000m²	9.64
													路床压实	100m^2	25.98
													沟渠土方开挖	100m^3	12.87

续表 6-4　阶段土地复垦计划安排表

复垦阶段	复垦位置	复垦地类									复垦投资(万元)		主要复垦措施	主要工程量	
		耕地	园地	林地	草地	交通运输用地	水域及水利设施用地	其他土地	城镇村及工矿用地	合计	静态	动态			
第二阶段（2023年01月-2027年12月）	已损毁区Ⅰ、Ⅲ剩余区域和已损毁区Ⅱ（A1-A3、B1-B3、C1-C3复垦单元）	662.49	2.68	149.93	15.47	36.63	158.81	11.12	255.4	**1292.53**	8564.59	12915.4	表土剥离	100m^3	2925.31
													表土回覆	100m^3	1970.54
													土方回填	100m^3	13346.60
													土地平整	100m^2	93658.94
													土地翻耕	100m^3	205.22
													土壤培肥	hm^2	931.18
													栽植泡桐	100 株	1423.45
													栽植苹果树	100 株	14.68
													坑塘开挖	100m^3	16097.69
													坑塘边坡修整	100m^3	158.27
													坑塘护堤林	100 株	237.42
													农田防护林	100 株	131.03
													井管安装	10m	81.35
													农用井洗井	10m	81.35
													20cm 水泥混凝土路面	1000m²	120.85
													30cm 素土路基	1000m²	100.41
													20cm 素土路基	1000m²	59.20
													路床压实	100m^2	159.62
													沟渠土方开挖	100m^3	79.06

续表 6-4 阶段土地复垦计划安排表

复垦阶段	复垦位置	复垦地类									复垦投资(万元)		主要复垦措施	主要工程量	
		耕地	园地	林地	草地	交通运输用地	水域及水利设施用地	其他土地	城镇村及工矿用地	合计	静态	动态			
第三年阶段（2028年01月-2032年12月）	拟损毁区Ⅰ-1、Ⅰ-2、Ⅰ-3和Ⅰ-4（A4-A7、B4-B7、C4-C7复垦单元）	833.92	0	135.6	0	43.07	48.06	1.49	185.81	**1247.95**	15705.24	31693.18	表土剥离	100m^3	7328.4
													表土回覆	100m^3	5674.5
													土方回填	100m^3	27477.9
													土地平整	100m^2	95263
													土地翻耕	100m^3	149.77
													土壤培肥	hm^2	634.22
													栽植泡桐	100 株	170.86
													坑塘开挖	100m^3	18559.3
													坑塘边坡修整	100m^3	89.66
													坑塘护堤林	100 株	134.5
													农田防护林	100 株	63.12
													井管安装	10m	126.12
													农用井洗井	10m	126.12
													旧路面拆除	100m^3	17.45
													垃圾清运	100m^3	17.45
													30cm 素土路基	1000m²	155.68
													20cm 素土路基	1000m²	91.78
													路床压实	100m^2	247.46
													沟渠土方开挖	100m^3	122.572

续表 6-4　阶段土地复垦计划安排表

复垦阶段	复垦位置	复垦地类									复垦投资(万元)		主要复垦措施	主要工程量	
		耕地	园地	林地	草地	交通运输用地	水域及水利设施用地	其他土地	城镇村及工矿用地	合计	静态	动态			
第四阶段（2033年01月-2037年12月）	拟损毁区Ⅱ-1和Ⅱ-2（A8-A9、B8-B9、C8-C9复垦单元）	272.61	5.39	34.14	0.29	19.48	68.25	16.73	132.75	**549.64**	7448.36	20125.47	表土剥离	$100m^3$	2393.7
													表土回覆	$100m^3$	1927.5
													土方回填	$100m^3$	12676.1
													土地平整	$100m^2$	33883
													土地翻耕	$100m^3$	87.95
													土壤培肥	hm^2	338.83
													栽植泡桐	100 株	311.28
													栽植苹果树	100 株	27.24
													坑塘开挖	$100m^3$	15517.15
													坑塘边坡修整	$100m^3$	106.87
													坑塘护堤林	100 株	160.31
													井管安装	10m	63.06
													农用井洗井	10m	63.06
													旧路面拆除	$100m^3$	8.73
													垃圾清运	$100m^3$	8.73
													20cm 水泥混凝土路面	$1000m^2$	93.68
													30cm 素土路基	$1000m^2$	77.84
													20cm 素土路基	$1000m^2$	45.89
													路床压实	$100m^2$	123.73
													沟渠土方开挖	$100m^3$	61.286

续表 6-4　阶段土地复垦计划安排表

复垦阶段	复垦位置	复垦地类									复垦投资(万元)		主要复垦措施	主要工程量	
		耕地	园地	林地	草地	交通运输用地	水域及水利设施用地	其他土地	城镇村及工矿用地	合计	静态	动态			
第五阶段（2038年01月-2042年12月）	拟损毁区Ⅲ（A10、B10、C10复垦单元）	136.14	0	12.6	0	5.09	5.21	1.48	44.26	**204.78**	5599.57	20248.05	表土剥离	$100m^3$	1865.4
													表土回覆	$100m^3$	1180.2
													土方回填	$100m^3$	7840.3
													土地平整	$100m^2$	20378
													土地翻耕	$100m^3$	43.18
													土壤培肥	hm^2	538.38
													栽植泡桐	100 株	914.13
													坑塘开挖	$100m^3$	7061.6
													坑塘边坡修整	$100m^3$	29.21
													坑塘护堤林	100 株	43.82
													农田防护林	100 株	1321.55
													井管安装	10m	31.53
													农用井洗井	10m	31.53
													旧路面拆除	$100m^3$	4.36
													垃圾清运	$100m^3$	4.36
													20cm 水泥混凝土路面	$1000m^2$	46.85
													30cm 素土路基	$1000m^2$	38.91
													20cm 素土路基	$1000m^2$	22.95
													路床压实	$100m^2$	61.86
													沟渠土方开挖	$100m^3$	30.643

三 近期年度工作安排

（一）矿山地质环境保护与恢复治理工作安排

根据矿山开采计划，矿山地质环境近期治理工作主要为完成前五年设计采区上部预测塌陷区地裂缝的治理，同时对塌陷及含水层进行监测。分年度治理目标分述如下（具体工程量见表6-5）：

1、2018年01月-2018年12月治理目标：

第一年主要对预测塌陷区产生的地裂缝进行填充夯实，对塌陷区废弃村庄进行治理，对地面变形进行监测，对地下水进行监测，并做好统计工作。

2、2019 年 01 月-2019 年 12 月治理目标：

第二年主要对塌陷区产生的地裂缝进行填充夯实，对塌陷区废弃村庄进行治理，对预测地面塌陷地裂缝进行监测，对地下水进行监测，并做好统计工作。

3、2020 年 01 月-2020 年 12 月治理目标：

第三年主要对塌陷区产生的地裂缝进行填充夯实，对预测地面塌陷地裂缝进行监测，对地下水进行监测，并做好统计工作。

4、2021 年 01 月-2021 年 12 月治理目标：

第四年对塌陷区产生的地裂缝进行填充夯实，对塌陷区输电线路进行修复，对预测地面塌陷地裂缝进行监测，对地下水进行监测，并做好统计工作。

5、2022 年 01 月-2022 年 12 月治理目标：

第五年，对塌陷区产生的地裂缝进行填充夯实，对塌陷区废弃村庄进行治理，对预测地面塌陷地裂缝进行监测，对地下水进行监测，并做好统计工作。

表6-5 矿山地质环境保护与恢复治理工作安排表

年度	保护与恢复治理项目	保护与预防内容	单位	工程量
2018年度	地裂缝填充工程	表土剥离	$100m^3$	102
		表土回填	$100m^3$	102
		裂缝填充	$100m^3$	61.2
	废弃村庄治理工程	建筑物拆除	$100m^2$	1717.8
		垃圾清运	$100m^3$	1374.24
	矿山地质环境监测工程	地面变形岩移监测	点次	3240
		建筑物变形监测	点次	72
		地表水水质监测	点次	21
		地下水水位监测	点次	192
		地下水水质监测	点次	48
		水土污染监测	点次	7
2019年度	地裂缝填充工程	表土剥离	$100m^3$	113
		表土回填	$100m^3$	113
		裂缝填充	$100m^3$	22.6
	废弃村庄治理工程	建筑物拆除	$100m^2$	1648.2
		垃圾清运	$100m^3$	1318.56
	矿山地质环境监测工程	地面变形岩移监测	点次	3240
		建筑物变形监测	点次	72
		地表水水质监测	点次	21
		地下水水位监测	点次	192
		地下水水质监测	点次	48
		水土污染监测	点次	7
2020年度	地裂缝填充工程	表土剥离	$100m^3$	135
		表土回填	$100m^3$	135
		裂缝填充	$100m^3$	40.5
	矿山地质环境监测工程	地面变形岩移监测	点次	3240
		建筑物变形监测	点次	72
		地表水水质监测	点次	21
		地下水水位监测	点次	192
		地下水水质监测	点次	48
		水土污染监测	点次	7

续表6-5 矿山地质环境保护与恢复治理工作安排表

年度	保护与恢复治理项目	保护与预防内容	单位	工程量
2021年度	地裂缝填充工程	表土剥离	$100m^3$	112
		表土回填	$100m^3$	112
		裂缝填充	$100m^3$	56
	废弃村庄治理工程	建筑物拆除	$100m^2$	556.8
		垃圾清运	$100m^3$	445.44
	矿山地质环境监测工程	地面变形岩移监测	点次	3240
		建筑物变形监测	点次	72
		地表水水质监测	点次	21
		地下水水位监测	点次	192
		地下水水质监测	点次	48
		水土污染监测	点次	7
2022年度	地裂缝填充工程	表土剥离	$100m^3$	104
		表土回填	$100m^3$	104
		裂缝填充	$100m^3$	20.8
	废弃村庄治理工程	建筑物拆除	$100m^2$	2625.6
		垃圾清运	$100m^3$	2100.48
	矿山地质环境监测工程	地面变形岩移监测	点次	3240
		建筑物变形监测	点次	72
		地表水水质监测	点次	21
		地下水水位监测	点次	192
		地下水水质监测	点次	48
		水土污染监测	点次	7

（二）矿山土地复垦工作安排

根据矿山开采计划，确定本方案服务期第一阶段复垦任务：复垦已塌陷区Ⅰ、Ⅲ部分区域，面积共225.96hm^2。其中第一年复垦面积34.16hm^2，第二年复垦面积42.76hm^2，第三年复垦面积23.85hm^2，第四年复垦面积59.06hm^2，第五年复垦面积66.13hm^2。

土地复垦第一阶段分年度复垦工作安排如下：

1、2018年01月～2018年12月复垦任务：

第一年复垦已损毁区Ⅲ（A3、B3、C3复垦单元）土地34.16hm^2，布置工程有土地平整、土地翻耕、土壤培肥、栽植泡桐、坑塘水面修整、修建耕地配套设施，对塌陷村庄废弃地进行整治等；并对已复垦土地进行管护；

2、2019年01月～2019年12月复垦任务：

第二年复垦已损毁区Ⅲ（A3、B3、C3复垦单元）土地42.76hm^2，布置工程有土地平整、土地翻耕、土壤培肥、栽植泡桐、坑塘水面修整、修建耕地配套设施，对塌陷村庄废弃地进行整治等；并对已复垦土地进行管护；

3、2020年01月～2020年12月复垦任务：

第三年复垦已损毁区Ⅰ（A1、B1、C1复垦单元）土地23.85hm^2，布置工程有土地平整、土地翻耕、土壤培肥、栽植泡桐、坑塘水面修整、修建耕地配套设施，对塌陷村庄废弃地进行整治等；并对已复垦土地进行管护；

4、2021年01月～2021年12月复垦任务：

第四年复垦已损毁区Ⅰ（A1、B1、C1复垦单元）土地59.06hm^2，布置工程有土地平整、土地翻耕、土壤培肥、栽植泡桐、坑塘水面修整、修建耕地配套设施，对塌陷村庄废弃地进行整治等；并对已复垦土地进行管护；

5、2022年01月～2022年12月复垦任务：

第五年复垦已损毁区Ⅰ（A1、B1、C1复垦单元）土地66.13hm^2，布置工程有土地平整、土地翻耕、土壤培肥、栽植泡桐、坑塘水面修整、修建耕地配套设施，对塌陷村庄废弃地进行整治等；并对已复垦土地进行管护。

第一阶段分年度复垦工程安排见表6-6，复垦位置见图6-2。

图6-2 第一阶段分年度土地复垦位置示意图

表 6-6 第一阶段分年度土地复垦计划安排表

复垦年度	复垦位置	复垦地类									复垦投资(万元)		主要复垦措施	主要工程量	
		耕地	园地	林地	草地	交通运输用地	水域及水利设施用地	其他土地	城镇村及工矿用地	合计	静态	动态			
2018 年 1 月 -2018 年 12 月	已损毁区III（A3、B3、C3 复垦单元）	19.52	0	0.22	0	0.13	1.25	0	13.04	**34.16**	616.82	616.82	表土剥离	100m^3	15.39
													表土回覆	100m^3	11.34
													土方回填	100m^3	69.88
													土地平整	100m^2	500
													土地翻耕	100m^3	1.26
													土壤培肥	hm^2	5.13
													栽植泡桐	100 株	6.88
													坑塘开挖	100m^3	79.73
													坑塘边坡修整	100m^3	1.06
													坑塘护堤林	100 株	1.6
													农田防护林	100 株	0.27
													旧路面拆除	100m^3	0.06
													井管安装	10m	0.42
													农用井洗井	10m	0.42
													垃圾清运	100m^3	0.06
													20cm 水泥混凝土路面	1000m²	0.62
													30cm 素土路基	1000m²	0.52
													20cm 素土路基	1000m²	0.3
													路床压实	100m^2	0.82
													沟渠土方开挖	100m^3	0.41
2019 年 1 月 -2019 年 12 月	已损毁区III（A3、B3、C3 复垦单元）	27.65	0	0	0	0.22	2.83	1.04	11.02	**42.76**	740.17	784.58	表土剥离	100m^3	18.47
													表土回覆	100m^3	13.6
													土方回填	100m^3	83.86
													土地平整	100m^2	600
													土地翻耕	100m^3	1.52
													土壤培肥	hm^2	6.15
													栽植泡桐	100 株	8.26
													坑塘开挖	100m^3	95.67
													坑塘边坡修整	100m^3	1.28
													坑塘护堤林	100 株	1.92
													农田防护林	100 株	0.03
													旧路面拆除	100m^3	0.07
													井管安装	10m	0.5
													农用井洗井	10m	0.5
													垃圾清运	100m^3	0.07
													20cm 水泥混凝土路面	1000m²	0.74
													30cm 素土路基	1000m²	0.62
													20cm 素土路基	1000m²	0.36
													路床压实	100m^2	0.98
													沟渠土方开挖	100m^3	0.49

续表 6-6 第一阶段分年度土地复垦计划安排表

复垦年度	复垦位置	复垦地类									复垦投资(万元)		主要复垦措施	主要工程量	
		耕地	园地	林地	草地	交通运输用地	水域及水利设施用地	其他土地	城镇村及工矿用地	合计	静态	动态			
2020 年 1 月 -2020 年 12 月	已损毁区Ⅰ（A1、B1、C1 复垦单元）	14.36	0	0	0	0.12	1.94	0	7.43	23.85	411.2	460.54	表土剥离	100m^3	10.26
													表土回覆	100m^3	7.56
													土方回填	100m^3	46.59
													土地平整	100m^2	333.33
													土地翻耕	100m^3	0.84
													土壤培肥	hm^2	3.42
													栽植泡桐	100 株	4.59
													坑塘开挖	100m^3	53.15
													坑塘边坡修整	100m^3	0.71
													坑塘护堤林	100 株	1.06
													农田防护林	100 株	0.18
													旧路面拆除	100m^3	0.04
													井管安装	10m	0.28
													农用井洗井	10m	0.28
													垃圾清运	100m^3	0.04
													20cm 水泥混凝土路面	1000m²	0.41
													30cm 素土路基	1000m²	0.34
													20cm 素土路基	1000m²	0.2
													路床压实	100m^2	0.55
													沟渠土方开挖	100m^3	0.27
2021 年 01 月 -2021 年 12 月	已损毁区Ⅰ（A1、B1、C1 复垦单元）	41.4	0	3.57	0	1.03	1.55	0.46	11.05	59.06	1069.15	1272.29	表土剥离	100m^3	22.58
													表土回覆	100m^3	16.63
													土方回填	100m^3	102.49
													土地平整	100m^2	733.34
													土地翻耕	100m^3	1.85
													土壤培肥	hm^2	7.52
													栽植泡桐	100 株	10.1
													坑塘开挖	100m^3	116.93
													坑塘边坡修整	100m^3	1.56
													坑塘护堤林	100 株	2.34
													农田防护林	100 株	0.4
													旧路面拆除	100m^3	0.08
													井管安装	10m	0.61
													农用井洗井	10m	0.61
													垃圾清运	100m^3	0.08
													20cm 水泥混凝土路面	1000m²	0.91
													30cm 素土路基	1000m²	0.76
													20cm 素土路基	1000m²	0.45
													路床压实	100m^2	1.2
													沟渠土方开挖	100m^3	0.59

续表 6-6 第一阶段分年度土地复垦计划安排表

复垦年度	复垦位置	复垦地类									复垦投资(万元)		主要复垦措施	主要工程量	
		耕地	园地	林地	草地	交通运输用地	水域及水利设施用地	其他土地	城镇村及工矿用地	合计	静态	动态			
2022 年 1 月 -2022 年 12 月	已损毁区Ⅰ（A1、B1、C1 复垦单元）	59.44	0	5.08	0.51	0	0.03	0.72	0.35	66.13	1274.76	1606.2	表土剥离	100m^3	29.76
													表土回覆	100m^3	21.92
													土方回填	100m^3	135.11
													土地平整	100m^2	966.67
													土地翻耕	100m^3	2.44
													土壤培肥	hm^2	9.91
													栽植泡桐	100 株	13.31
													坑塘开挖	100m^3	154.14
													坑塘边坡修整	100m^3	2.06
													坑塘护堤林	100 株	3.09
													农田防护林	100 株	0.53
													旧路面拆除	100m^3	0.11
													井管安装	10m	0.81
													农用井洗井	10m	0.81
													垃圾清运	100m^3	0.11
													20cm 水泥混凝土路面	1000m²	1.2
													30cm 素土路基	1000m²	1
													20cm 素土路基	1000m²	0.59
													路床压实	100m^2	1.58
													沟渠土方开挖	100m^3	0.78
合计		**162.37**	**0**	**8.87**	**0.51**	**1.5**	**7.6**	**2.22**	**42.89**	**225.96**	**4112.1**	**4740.43**			

第七章 经费估算与进度安排

本方案按照矿山地质环境治理与土地复垦两个方面分别估算经费。矿山地质环境治理工程包括：矿山地质环境保护预防工程、矿山地质灾害治理工程、含水层修复工程、水土环境污染修复工程和矿山地质环境监测工程；土地复垦工程包括矿区土地复垦工程和土地复垦监测和管护工程。

一 经费估算依据

（一）经费估算原则

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，估（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

估（概）算范围与项目建设方案所涉及的范围、所确定的各项工程内容相一致。

3、真实性原则

项目估（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、科学性原则

进行项目估（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或者条件差异时，应进行必要的换算或者调整。

6、行业差别性原则

土地开发整理和复垦有其自身的特点和具体要求，因此项目估（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。

（二）经费估算编制依据

1、“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方案”确定的工作量；

2、《土地复垦方案编制规程》（TD/T1031.1-1—2001）；

3、《矿山地质环境保护与恢复治理方案编制规范》（DZ/T0223-2011）；

4、《土地复垦条例》（中华人民共和国国务院令第 592 号，2011 年 3 月）；

5、《土地复垦条例实施办法》（2012 年 12 月 27 日国土资源部第 56 号令）；

6、河南省财政厅、河南省国土资源厅《河南省土地开发整理项目预算定额标准》（豫财综[2014]80 号）；

7、《土地复垦方案编制实务（上、下册）》（国土资源部土地整理中心，2012年5月）；

8、《工程勘察设计收费标准》计价格[2002]10号，建设部2002年修订本，2002年1月；

9、《水土保持工程概（估）算编制规定》（2003 年）；

10、《永城市建设工程造价信息》（2018 年第 1 期）；

11、《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〔2017〕29 号）；

12、“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）；

13、“河南省财政厅、国土资源厅、环境保护厅关于取消矿山地质环境治理恢复保障金建立矿山地质环境恢复基金的通知”（豫财环[2017]111 号）。

（三）费用构成与计算方法

一）工程施工费

工程施工费由直接费、间接费、利润和税金组成。

1、直接费

直接费由直接工程费和措施费组成。

（1）直接工程费

直接工程费由人工费、材料费、施工机械使用费组成。

①人工费

人工费中人工单价以《河南省土地开发整理项目预算定额标准》（豫财综[2014]80号）为基础，参照《河南省人民政府关于调整河南省最低工资标准的通知》，永城市执行标准：二类行政区域月最低工资标准1570元/月。

经计算得本项目甲类工取131.48元/工日，乙类工取125.19元/工日。人工费单价计算见表7-1。

表7-1 人工费预算单价计算表

序号	项目	甲类工单价（元/工日）	乙类工单价（元/工日）
1	基本工资	1570×1×12÷(250-10)=78.5	1570× 1×12÷(250-10)=78.5
2	辅助工资	8.28	4.13
(1)	地区津贴	0×12÷(250-10)=0	0×12÷(250-10) =0
(2)	施工津贴	3.5×365×0.95÷(250-10)=5.06	2.0×365×0.95÷(250-10) =2.89
(3)	夜餐津贴	(3.5+4.5)÷2×0.2=0.8	(3.5+4.5)÷2×0.05 =0.2
(4)	节日加班津贴	78.5×(3-1)×11÷250×0.35=2.42	78.5×(3-1)×11÷250×0.15=1.04
3	工资附加费	44.7	42.56
(1)	职工福利基金	(78.5＋8.28)×14%=12.15	(78.5＋4.13)×14%=11.57
(2)	工会经费	(78.5＋8.28)×2%=1.74	(78.5＋4.13)×2%=1.65
(3)	养老保险费	(78.5＋8.28)×20%=17.36	(78.5＋4.13)×20%=16.53
(4)	医疗保险费	(78.5＋8.28)×4%=3.47	(78.5＋4.13)×4%=3.31
(5)	工伤、生育保险费	(78.5＋8.28)×1.5%=1.30	(78.5＋4.13)×1.5%=1.24
(6)	职工失业保险基金	(78.5＋8.28)×2%=1.74	(78.5＋4.13)×2%=1.65
(7)	住房公积金	(78.5＋8.28)×8%=6.94	(78.5＋4.13)×8%=6.61
人工工日预算单价		**131.48**	**125.19**

②材料费

1）主要材料价格

依据《永城市建设工程造价信息》2018年第1期材料价格信息（见附件），部分材料采用地方市场价。材料具体价格见表7-2。

表 7-2 材料预算价格表

序号	名称	单位	价格依据	预算价格（元）（不含税价格）
1	（毛石）片石	m^3	永城市造价信息 2018 第 1 期	201
2	块石			430
3	碎石	m^3		151
4	中粗砂	m^3		172
5	水泥（复合硅酸盐水泥 32.5 袋装）	t		365
6	汽油 92#	kg		8.07
7	柴油 0#	kg		5.64
8	锯材	m^3	市场价	1888.4
9	黏土	m^3		5
10	生白灰	t		353
11	电	kwh		0.71
12	水	t		2.67
13	苹果树（株高 1-2m）	株		25
14	泡桐（株径 4cm）	株		10
15	有机肥	kg		0.12
16	氮肥	kg		2.6
17	磷肥	kg		1.8

2）主材限价

表 7-3 主材规定价格表

序号	名称及规格	单位	限价（元）	只计取税金价差（元）
1	汽油 92 号	kg	4	4.07
2	柴油 0 号	kg	4	1.64
3	水泥 32.5 级	t	300	65
4	碎石	m^3	60	91
5	中（粗）砂	m^3	70	102
6	块（片）石	m^3	60	370
7	苹果树（高 1-2m）	株	5	20
8	泡桐（胸径 2cm 易成活）	株	5	5
9	锯材	m^3	1500	388.4

③施工机械使用费

定额施工机械台费按河南省国土资源厅及财政厅颁发的《河南省土地开发整理项目预算定额》（2014 年 9 月）。施工机械台班费见表 7-4。

表 7-4 施工机械台班费

序号	定额编号	机械名称及规格	台班费	一类费用	二类费用													
					小计	人工		汽油		柴油		电		风		水	
						单价	数量（工日）	单价	数量(kg)	单价	数量（kg）	单价	数量（kwh)	单价	数量（m^3）	单价	数量（m^3）
1	1007	挖掘机 液压 0.25m³	**479.36**	134.4	344.96	131.48	2			4	20.5						
2	1010	挖掘机 液压 1.0m^3	**984.72**	433.76	550.96	131.48	2			4	72						
3	1003	挖掘机 油动 0.5m³	**698.97**	244.01	454.96	131.48	2			4	48						
4	1004	挖掘机 油动 1m³	**914.28**	363.32	550.96	131.48	2			4	72						
5	1018	推土机 59kw	**528**	89.04	438.96	131.48	2			4	44						
6	1017	推土机 40-55kw	**501.19**	78.23	422.96	131.48	2			4	40						
7	1019	推土机 74kW	**707.04**	224.08	482.96	131.48	2			4	55						
8	4011	自卸汽车 5t	**431.11**	100.24	330.87	131.48	1.33			4	39						
9	1045	内燃压路机 12t	**467.19**	80.23	386.96	131.48	2			4	31						
10	1043	内燃压路机 8-10t	**442.39**	71.43	370.96	131.48	2				27						
11	1043	内燃压路机 6-8t	**424.3**	65.34	358.96	131.48	2			4	24						
12	1037	自行式平地机 118kw	**979.75**	364.79	614.96	131.48	2			4	88						
13	1026	拖拉机 59kw	**560.7**	77.74	482.96	131.48	2			4	55						
14	1056	三铧犁	**11.26**	11.26	0												
15	1059	风镐	**6.15**	6.15	0										320		
16	6001	电动空气压缩机 3m^3/min	**234.97**	30.36	204.61	131.48	1					0.89	103				
17	4040	双轮胶车	**3.15**	3.15	0												
18	3002	混凝土搅拌机 0.4m³	**361.19**	62.73	298.46	131.48	2					0.89	50				
19	4006	自卸汽车 8t	**660**	209.04	450.96	131.48	2			4	47						
20	2005	地质钻机 300 型	**467.13**	101.14	365.99	131.48	2.33					0.89	84				
21	6020	潜水泵 2.2kw	109.51	14.92	94.59	131.48	0.66					0.89	11				
22	3012	砂浆搅拌机 0.2m³	**168.88**	17.52	151.36	131.48	1					0.89	28				
21	5009	汽车起重机 5t	**545.5**	142.54	402.96	131.48	2	4	35								
22	7001	电焊机 交流 20-25kVA	**189.53**	4.09	185.44	131.48	1					0.89	76				

（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《河南省土地开发整理项目预算定额》（2014 年 9 月），各工程类别费率标准见表 7-5。

表 7-5 措施费率表

序号	工程类别	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	安全文明施工费	合计
1	土方工程	2%	1.10%		0.70%	0.74%	4.54%
2	石方工程	2%	1.10%		0.70%	0.74%	4.54%
3	砌体工程	2%	1.10%		0.70%	2.03%	5.83%
4	混凝土工程	2%	1.10%	0.20%	0.70%	2.03%	6.03%
5	农用井工程	3%	1.10%	0.20%	0.70%	2.03%	7.03%
6	其他工程	1%	1.10%		0.70%	0.74%	3.54%
7	安装工程	20%	1.10%	0.50%	1%	1.52%	24.12%

2、间接费

根据《土地复垦方案编制实务》，间接费费率取 7%。

3、利润

根据《土地复垦方案编制实务》，费率取 7%，计算基础为直接费+间接费。

4、税金

方案材料价格采用为未计税价格，因此税率按现行增值税税率，确定税率为 10%，税金=（直接费+间接费+利润）×10%。

二）设备购置费

设备购置费由设备原价、运杂费、运输保险费、采购及保管费组成。

在编制估（概）算时，设备购置费不参与其他费用计取。安装设备所发生的安装费在直接工程费估（概）算中列出。

三）其他费用

其他费用包括前期工作费、工程监理费、拆迁补偿费、竣工验收费和业主管理费等。

1、前期工作费

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

其中：矿山地质环境保护治理工程前期工作费包括项目勘测费、项目设计与预算编制费。土地复垦工程包括土地清查费、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。

根据《河南省土地开发整理项目预算定额》（2014 年 9 月）计算方式，以工程施工费为计费基数，标准如下表：

表 7-6 前期工作费费率表

序号	费用名称	矿山治理费率（%）	土地复垦费率（%）	备注
1	土地清查费	/	0.5	
2	项目可行性研究费	/	0.13	分档内插计算
3	项目勘测费	1.5	1.5	
4	项目设计与预算编制费	1.2	1.13	分档内插计算
5	项目招标代理费	/	0.05	采用差额定率累进计算

2、工程监理费

工程监理费以工程施工费为计费基数，采用分档定额计费方式计算，各区间按内插法确定。

表 7-7 工程监理费计费标准

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

4、竣工验收费

矿山地质环境保护治理工程竣工验收费包括项目工程复核费、项目工程验收费和项目决算编制与审计费。

土地复垦工程竣工验收费包括工程复核费、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和标识设定费等费用。

根据《河南省土地开发整理项目预算定额》（2014 年 9 月）计算方式，以工程施工费为计费基数，采用差额累进法计算，标准见下表。

表 7-8 竣工验收费费率表

序号	费用名称	矿山治理费率（%）	土地复垦费（%）	备注
1	工程复核费	0.45	0.45	采用差额定率累进计算
2	项目工程验收费	0.9	0.9	
3	项目决算编制与审计费	0.5	0.5	
4	复垦后土地重估、登记和评价费	/	0.4	
5	标识设定费	/	0.06	

5、业主管理费

业主管理费以工程施工费、设备购置费、前期工作费、工程监理费、拆迁补偿费和竣工验收费之和作为计费依据，采用差额定率累进法计算。

表 7-9 业主管理费计费标准

序号	计费基数（万元）	费率（%）	算例（单位：万元）	
			计费基数	业主管理费
1	≤500	2.8	500	500×2.8%=14
2	500~1000	2.6	1000	14+（1000-500）×2.6%=27
3	1000~3000	2.4	3000	27+（3000-1000）×2.4%=75
4	3000~5000	2.2	5000	75+（1000-500）×2.2%=119
5	5000~10000	1.9	10000	119+（3000-1000）×1.9%=214
6	10000~50000	1.6	50000	214+（1000-500）×1.6%=854
7	50000~100000	1.2	100000	854+（3000-1000）×1.2%=1454

四）监测与管护费

1、矿山地质环境保护治理工程监测费

矿山地质环境保护治理工程监测费主要指地质灾害和含水层监测费用。矿山地质环境监测单价见表 7-10。

表 7-10 矿山地质环境监测单价表

序号	监测项目	单位	单价（元）
1	地面变形岩移监测	元/次	120
2	建筑物变形监测	元/次	200
3	地表水水质监测	元/次	80
4	地下水水位监测	元/次	80
5	地下水水质监测	元/次	1200
6	水土污染监测	元/次	1600

2、土地复垦监测与管护费

（1）监测费

复垦监测费主要根据监测指标、监测点数量、监测次数等具体确定。监测费为监测单价与监测次数的乘积，土地复垦效果监测单价见表 7-11。

表 7-11 矿山土地复垦效果监测单价表

序号	监测项目	单位	单价（元）
1	土壤质量监测	元/次	1000
2	植被监测	元/次	120
3	配套设施监测	元/次	50

（2）管护费

按前述工程量测算，本项目针对防护林、林地和草地进行，管护期 3a，每次需要人工费 125.19 元（乙类工）。

每次管护浇水 6m^3，按标准 2.67 元/吨计算，水费 16.02 元/工日。

则复垦管护费每工日单价为 16.02+125.19=141.21 元。

五）预备费

1、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，本次估算按工程施工费、设备费和其它费用之和的 6%计取。

2、风险金

风险金是可预见而目前技术上无法完全避免的土地复垦过程中可能发生风险的备用金。本次估算中风险金按工程施工费、设备费与其它费用之和的 2%计取。

3、价差预备费

考虑到经济发展及物价波动等因素，应根据静态投资及复垦工作安排进行价差预备费计算。

计算方法：根据施工年限，以分年度静态投资为计算基数；按照国家发改委根据物价变动趋势，适时调整和发布的年物价指数计算。

计算公式:

$$E=\sum_{n=1}^{N}[Fn(1+p)^{n-1}] \qquad (7\text{-}1)$$

式中 E ——价差预备费；

N——合理复垦工期；

n——施工年度；

Fn——复垦期间分年度静态投资第 n 年的投资；

P——年物价指数，本项目按 6%计算。

二 矿山地质环境保护与恢复治理工程经费估算

（一）总工程量与投资估算

1、总工程量

根据矿山地质环境保护与恢复治理工程设计，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恢复治理工程量汇总表见表7-12所示。

表7-12 矿山地质环境保护与恢复治理工程量汇总表

序号	工程名称	单位	工程量
一	**矿山地质灾害治理工程**		
1	塌陷区地裂缝治理工程		
（1）	表土剥离	$100m^3$	765
（2）	表土回填	$100m^3$	765
（3）	裂缝填充	$100m^3$	227.14
2	塌陷区村庄治理工程		
（1）	建筑物拆除	$100m^2$	28874.5
（2）	建筑垃圾清运	$100m^3$	23099.6
二	**矿山地质环境监测工程**		
1	地面变形岩移监测	点次	59400
2	建筑物变形监测	点次	1480
4	地表水水质监测	点次	525
5	地下水水位监测	点次	5040
6	地下水水质监测	点次	1260
7	水土污染监测	点次	175

2、投资估算

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恢复治理费用包括工程施工费、监测费、其他费用和不可预见费4部分，总投资估算费用为17594.56万元。见表7-13投资估算表。

表7-13 矿山地质环境保护治理投资估算总表

序号	费用名称	预算金额（万元）	各项费用占总费用比例(%)
	（1）	（2）	（3）
一	工程施工费（含监测费）	15008.33	85.3
二	其他费用	1282.92	7.3
三	预备费	1303.31	7.4
总 计		**17594.56**	100

（二）单项工程量与投资估算

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恢复治理工程单项工程概算表见表7-14，矿山地质环境监测费7-15，单价汇总表见表7-16、矿山地质环境治理工程综合单价估算见表7-17，其他费用见表7-18，预备费用见表7-19。

表7-14 矿山地质环境保护与恢复治理单项工程概算表

序号	工程名称	单位	工程量	单价(元)	合价（万元）	定额编号
一	**矿山地质灾害治理工程**					
1	塌陷区地裂缝治理工程					
（1）	表土剥离	$100m^3$	765	1920.85	146.95	10204
（2）	表土回填	$100m^3$	765	417.98	31.98	10305
（3）	裂缝填充	$100m^3$	227.14	4422.54	100.45	20286
2	塌陷区村庄治理工程					
（1）	建筑物拆除	$100m^2$	28874.5	2449.15	7071.8	100119
（2）	建筑垃圾清运	$100m^3$	23099.6	2896.6	6691.03	20282
二	**矿山地质环境监测工程**					
1	地面变形岩移监测	点次	59400	120	712.8	市场价
2	建筑物变形监测	点次	1480	200	29.6	市场价
4	地表水水质监测	点次	525	80	4.2	市场价
5	地下水水位监测	点次	5040	80	40.32	市场价
6	地下水水质监测	点次	1260	1200	151.2	市场价
7	水土污染监测	点次	175	1600	28	市场价
合计					**15008.33**	

表7-15 矿山地质环境监测费估算表

序号	工程名称	单位	工程量	单价(元)	合价（万元）
1	地面变形岩移监测	点次	59400	120	712.8
2	建筑物变形监测	点次	1480	200	29.6
4	地表水水质监测	点次	525	80	4.2
5	地下水水位监测	点次	5040	80	40.32
6	地下水水质监测	点次	1260	1200	151.2
7	水土污染监测	点次	175	1600	28
合计					**966.12**

表7-16 矿山地质环境治理工程单价汇总表

序号	定额编号	单项名称	单位	综合单价（元）	直接费							间接费	利润	材料价差	税金
					人工费	材料费	机械使用费	其他费用	直接工程费	措施费	合计				
1		塌陷区地裂缝治理工程													
（1）	10204	表土剥离	$100m^3$	1920.85	225.97	0	1066.9	41.37	1334.24	60.57	1394.81	97.64	104.47	149.31	174.62
（2）	10305	表土回填	$100m^3$	417.98	37.56	0.00	240.39	13.90	291.85	13.25	305.1	21.36	22.85	30.67	38
（3）	20286	裂缝填充	$100m^2$	4422.54	326.13	0.00	2659.90	53.75	3039.78	138.01	3177.79	222.45	238.02	382.23	402.05
2		塌陷区村庄治理工程													
（1）	100119	建筑物拆除	$100m^2$	2449.15	763.72	0.00	965.03	51.86	1780.61	63.03	1843.64	129.05	138.09	115.72	222.65
（2）	20282	建筑垃圾清运	$100m^3$	2896.6	326.13	0.00	1629.55	52.80	2008.48	91.18	2099.66	146.98	157.26	229.37	263.33

表7-17 矿山地质环境治理工程综合单价估算表

序号	定额编号	单项名称	单位	数量	直接费（元）	直接工程费（元）	措施费（元）	间接费（元）	利润（元）	材料价差（元）	税金（元）	综合单价（万元）
（1）	10204	表土剥离	$100m^3$	765	1394.81	1334.24	60.57	97.64	104.47	149.31	174.62	146.95
（2）	10305	表土回填	$100m^3$	765	305.1	291.85	13.25	21.36	22.85	30.67	38	31.98
（3）	20286	裂缝填充	$100m^3$	227.14	3177.79	3039.78	138.01	222.45	238.02	382.23	402.05	100.45
2		塌陷区村庄治理工程										
（1）	100119	建筑物拆除	$100m^2$	28874.5	1843.64	1780.61	63.03	129.05	138.09	115.72	222.65	7071.8
（2）	20282	建筑垃圾清运	$100m^3$	23099.6	2099.66	2008.48	91.18	146.98	157.26	229.37	263.33	6691.03

表7-18 其他费用估算表（单位：万元）

序号	费用名称	计算式	预算金额	各项费用占工程施工费的比例(%)
	（1）	（2）	（3）	（4）
1	前期工作费	(1)+(2)	426.72	2.84
(1)	项目勘测费	15008.33×1.5%	225.12	1.5
(2)	项目设计与预算编制费	141+(262-141)/(20000-10000)×（15008.33-10000）	201.6	1.34
2	工程监理费	157+(283-157)/(20000-10000)×（15008.33-10000）	220.1	1.47
3	竣工验收费	(1)+(2)+(3)+(4)	326.4	2.17
(1)	项目工程复核费	54.75+(15008.33-10000)×0.45%	77.29	0.51
(2)	项目工程验收费	109.5+(15008.33-10000)×0.9%	154.57	1.03
(3)	项目决算编制与审计费	69.5+(15008.33-10000)×0.5%	94.54	0.63
4	业主管理费	214+(15008.33+426.72+220.1+326.4-10000)×1.6%	309.7	2.1
总　计			**1282.92**	8.5

表7-19 预备费估算表（单位：万元）

序号	费用名称	计算基础（万元）	费率（%）	金额（万元）
1	基本预备费	16291.25	6.00	977.48
2	风险金	16291.25	2.00	325.83
总计				**1303.31**

三 土地复垦工程经费估算

（一）总工程量与投资估算

1、总工程量

根据矿山土地复垦工程设计，河南龙宇能源股份有限公司陈四楼煤矿土地复垦工程量汇总表见表7-20。

表7-20 土地复垦工程量汇总表

序号	工程名称	计量单位	工程量
一	**土壤重构工程**		
1	土壤剥覆工程		
(1)	表土剥离	100m^3	15001.5
(2)	表土回覆	100m^3	11112.6
(3)	土方回填	100m^3	63559.4
2	平整工程		
(1)	土地平整	100m^2	259056

序号	工程名称	计量单位	工程量
(2)	土地翻耕	hm²	526.24
4	生物化学工程		
(1)	土壤培肥	hm²	2605.37
二	**植被重建工程**		
1	林草恢复工程		
(1)	栽植泡桐	100 株	3038.25
(2)	栽植苹果树	100 株	41.92
2	农田防护工程		
(1)	栽植行道树	100 株	1611.7
(2)	栽植坑塘护堤林	100 株	626.72
三	**配套工程**		
1	道路工程		
(1)	田间道		
	旧路面拆除	$100m^3$	43.63
	垃圾清运	$100m^3$	43.63
	20cm 水泥混凝土路面	$1000m^2$	468.42
	30cm 素土路基	$1000m^2$	389.19
	路床压实	$1000m^2$	389.19
(2)	生产路		
	20cm 素土路基	$1000m^2$	229.46
	路床压实	$1000m^2$	229.46
2	机井工程		
（1）	井管安装	10m	315.3
(2)	农用井洗井	10m	315.3
3	疏排水工程		
（1）	新修坑塘水面		
	土方开挖	$100m^3$	55259.52
	边坡修整	$100m^2$	203.16
（2）	坑塘水面修复		
	土方开挖	$100m^3$	4507.23
	边坡修整	$100m^2$	214.63
(3)	沟渠修复		
	排水斗沟土方开挖	$100m^3$	101.17
	排水农沟土方开挖	$100m^3$	205.26

2、投资估算

表7-21 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）	占静态总投资比例（%）
一	工程施工费	34665.10	83.67
二	设备费	0.00	0.00
三	其他费用	3174.93	7.66
四	监测与管护费	562.64	1.36
（一）	复垦监测费	128.09	0.31
（二）	管护费	434.55	1.05
五	预备费	51319.89	123.87
（一）	基本预备费	2270.40	5.48
（二）	价差预备费	48292.69	116.56
（三）	风险金	756.80	1.83
六	静态总投资	**41429.87**	100.00
七	动态总投资	**89722.56**	——

（1）土地复垦投资静态估算

根据本方案设计工程量计算静态投资 41429.87 万元。复垦单位面积静态投资 11.77 万元/公顷（本次拟复垦土地 3520.86hm^2），合 7847 元/亩。静态总投资构成及比例见表 7-22。

表7-22 土地复垦静态投资估算总表

序号	工程或费用名称	预算金额（万元）	占静态总投资比例（%）
1	工程施工费	34665.10	83.67
2	设备费	0.00	0.00
3	其他费用	3174.93	7.66
4	复垦监测费	128.09	0.31
5	管护费	434.55	1.05
6	基本预备费	2270.40	5.48
7	风险金	756.80	1.83
合计		**41429.87**	100.00

（2）土地复垦投资动态估算

考虑到物价上涨、通货膨胀、国家宏观调控以及地方经济发展等因素，为便于后期土地复垦专项资金的提取、管理，计算土地复垦动态投资。根据目前我国经济发展状况，本方案以 2017 年为价格水平年，在土地复垦静态总投资估算的基础上，考虑时间价值，测算未来资金的投入情况，价差预备费费率以 6%计取。

计算公式：

$$E=\sum_{n=1}^{N}[Fn(1+p)^{n-1}] \qquad (7\text{-}2)$$

式中：E——价差预备费；

N——合理复垦工期；

n——施工年度；

Fn——复垦期间分年度静态投资第n年的投资；

P——年物价指数，本项目按6%计算。

（2）动态投资计算

方案服务期动态总投资共89722.56万元（表7-23）。

表7-23 土地复垦动态投资估算表

阶段	年度	静态投资	价差预备费	动态投资	阶段动态投资总额
第一阶段（5a）	2018年1月-2018年12月	616.82	0.00	616.82	4740.43
	2019年1月-2019年12月	740.17	44.41	784.58	
	2020年1月-2020年12月	411.2	49.34	460.54	
	2021年1月-2021年12月	1069.15	203.14	1272.29	
	2022年1月-2022年12月	1274.76	331.44	1606.20	
第二阶段（5a）	2023年1月-2023年12月	1712.92	582.39	2295.31	12915.40
	2024年1月-2025年12月	1712.92	719.43	2432.35	
	2025年1月-2025年12月	1712.92	856.46	2569.38	
	2026年1月-2026年12月	1712.92	1010.62	2723.54	
	2027年1月-2027年12月	1712.91	1181.91	2894.82	
第三阶段（5a）	2028年1月-2028年12月	3141.05	2481.43	5622.48	31693.18
	2029年1月-2029年12月	3141.05	2826.95	5968.00	
	2030年1月-2030年12月	3141.05	3172.46	6313.51	
	2031年1月-2031年12月	3141.05	3549.39	6690.44	
	2032年1月-2032年12月	3141.04	3957.71	7098.75	
第四阶段（5a）	2033年1月-2033年12月	1489.67	2085.54	3575.21	20125.47
	2034年1月-2034年12月	1489.67	2294.09	3783.76	
	2035年1月-2035年12月	1489.67	2517.54	4007.21	
	2036年1月-2036年12月	1489.67	2755.89	4245.56	
	2037年1月-2037年12月	1489.68	3024.05	4513.73	
第五阶段（5a）	2038年1月-2038年12月	1119.92	2475.02	3594.94	20248.08
	2039年1月-2039年12月	1119.92	2687.81	3807.73	
	2040年1月-2040年12月	1119.92	2911.79	4031.71	
	2041年1月-2041年12月	1119.91	3158.15	4278.06	
	2042年1月-2042年12月	1119.91	3415.73	4535.64	
	合计	**41429.87**	**48292.69**	**89722.56**	

注：自第二阶段以后各阶段年度静态投资按平均值计算。

（二）单项工程量与投资估算

工程实施费估算表见表7-24，工程施工费单价估算表见表7-25、7-26，其他

费用估算表见表7-27，复垦监测与管护费估算表见表7-28预备费估算表见表7-29

表7-24 土地复垦工程施工费估算表

序号	工程名称	计量单位	工程量	综合单价（元）	合计（万元）	综合单价定额编号
一	**土壤重构工程**					
1	土壤剥覆工程					
(1)	表土剥离	$100m^3$	15001.5	1920.85	2881.56	10204
(2)	表土回覆	$100m^3$	11112.6	1654.58	1838.67	10212
(3)	土方回填	$100m^3$	63559.4	1654.58	10516.41	10212
2	平整工程					
(1)	土地平整	$100m^2$	259056	159.32	4127.28	10332
(2)	土地翻耕	hm^2	526.24	2642.17	139.04	10089
4	生物化学工程					
(1)	土壤培肥	hm^2	2605.37	12072.16	3145.24	水保 08042
二	**植被重建工程**					
1	林草恢复工程					
(1)	栽植泡桐	100 株	3038.25	3544.73	1076.98	90002（泡桐）
(2)	栽植苹果树	100 株	41.92	5435.01	22.78	90002（苹果树）
2	农田防护工程					
(1)	栽植行道树	100 株	1611.7	3544.73	571.3	90002（泡桐）
(2)	栽植坑塘护堤林	100 株	626.72	3544.73	222.16	90002（泡桐）
三	**配套工程**					
1	道路工程					
(1)	田间道					
	旧路面拆除	$100m^3$	43.63	44251.77	193.07	40253
	垃圾清运	$100m^3$	43.63	4422.54	19.3	20286
	20cm 水泥混凝土路面	$1000m^2$	468.42	135084.78	6327.64	80043、80044
	30cm 素土路基	$1000m^2$	389.19	12507.72	486.79	80007、80008
	路床压实	$1000m^2$	389.19	2234.57	86.97	80001
(2)	生产路					
	20cm 素土路基	$1000m^2$	229.46	12095.47	277.54	80007
	路床压实	$1000m^2$	229.46	2234.57	51.27	80001
2	机井工程					
（1）	井管安装	10m	315.3	4711.64	148.56	60076
(2)	农用井洗井	10m	315.3	386.49	12.19	60106
3	疏排水工程					
（1）	新修坑塘水面					
	土方开挖	$100m^3$	55259.52	355.98	1967.13	10199
	边坡修整	$100m^2$	203.16	8371.88	170.08	10085
（2）	坑塘水面修复					
	土方开挖	$100m^3$	4507.23	355.98	160.45	10199
	边坡修整	$100m^2$	214.63	8371.88	179.69	10085
(3)	沟渠修复					
	排水斗沟土方开挖	$100m^3$	101.17	1403.11	14.2	10234
	排水农沟土方开挖	$100m^3$	205.26	1403.11	28.8	10234
合计					**34665.10**	

表7-25 土地复垦工程施工费单价汇总表

序号	定额编号	单项名称	计量单位	综合单价（元）	直接费							间接费	利润	材料价差	税金
					人工费	材料费	机械使用费	其他费用	直接工程费	措施费	合计				
一		**土壤重构工程**													
1		土壤剥覆工程													
(1)	10204	表土剥离	100m^3	1920.85	225.97	0	1066.90	41.37	1334.24	60.57	1394.81	97.64	104.47	149.31	174.62
(2)	10212	表土回覆	100m^3	1654.58	125.82	0	970.55	43.85	1140.22	51.77	1191.99	83.44	89.28	139.45	150.42
(3)	10212	土方回填	100m^3	1654.58	125.82	0	970.55	43.85	1140.22	51.77	1191.99	83.44	89.28	139.45	150.42
2		平整工程													
(1)	10332	土地平整	100m²	159.32	25.04	0	90.21	5.76	121.01	5.49	126.5	8.86	9.48	0	14.48
(2)	10089	土地翻耕	hm²	2642.17	1430.94	0	491.88	19.23	1942.05	88.17	2030.22	142.12	152.06	77.57	240.2
3		生物化学工程													
(1)	水保 08042	土壤培肥	hm²	12072.16	5158.45	2146.8	1724.46	319.65	9029.71	319.65	9349.36	654.46	700.27	270.6	1097.47
二		**植被重建工程**													
1		林草恢复工程													
(1)	90002（泡桐）	栽植泡桐	100 株	3544.73	902.63	518.01	0	7.1	1427.74	50.54	1478.28	103.48	110.72	1530	322.25
(2)	90002（苹果树）	栽植苹果树	100 株	5435.01	902.63	21.26	0	7.12	1430.25	50.63	1480.88	103.66	110.92	3570	169.55
2		农田防护工程													
(1)	90002（泡桐）	栽植行道树	100 株	3544.73	902.63	518.01	0	7.1	1427.74	50.54	1478.28	103.48	110.72	1530	322.25
(2)	90002（泡桐）	栽植坑塘护堤林	100 株	3544.73	902.63	518.01	0	7.1	1427.74	50.54	1478.28	103.48	110.72	1530	322.25
		配套工程													
1		道路工程													
（1）		田间道													
	40253	旧路面拆除	100m^3	44251.77	22659.39	0.00	8901.72	1578.06	33139.17	1998.29	35137.46	2459.62	2631.80	0.00	4022.89
	20286	垃圾清运	100m^3	4422.54	326.13	0	2659.9	53.75	3039.78	138.01	3177.79	222.45	238.02	382.23	402.05
	80043	20cm 水泥混凝土路面	1000m^2	104850.78	26269.76	27563.7	5828.33	2088.16	61749.95	2185.95	63935.9	4475.51	4788.8	22118.68	9531.89
	80044			6046.8	275.7	1601.1	405	114.64	3390.19	120.01	3510.2	245.71	262.91	1478.27	549.71
	80007	30cm 素土路基	1000m^2	12095.47	565.87	0	7868.85	0	8434.72	298.59	8733.31	611.33	654.12	997.12	1099.59
	80008			82.45	63.23	0	0	0	63.23	2.24	65.47	4.58	4.9	0	7.5
	80001	路床压实	1000m^2	2234.57	452.57	0	1061.17	75.69	1589.43	56.27	1645.7	115.2	123.26	147.27	203.14
(2)		生产路													
	80007	20cm 素土路基	1000m^2	12095.47	565.87	0	7868.85	0	8434.72	298.59	8733.31	611.33	654.12	997.12	1099.59
	80001	路床压实	1000m^2	2234.57	452.57	0	1061.17	75.69	1589.43	56.27	1645.7	115.2	123.26	147.27	203.14
2		机井工程													
	60076	农用井井管安装	10m	4711.64	422.22	2944.56	242.91	3.61	3613.3	127.91	3741.21	261.88	280.22	0	428.33
	60106	农用井洗井	10m	386.49	51.34	0	240.92	1.46	293.72	10.4	304.12	21.29	22.78	0	38.3
3		疏排水工程													
（1）		坑塘水面修复													
	10199	土方开挖	100m^3	355.98	75.11	0	146.28	33.21	254.6	11.56	266.16	18.63	19.94	18.89	32.36
	10085	边坡修整	100m^2	8371.88	6071.72	0	42.84	305.73	6420.29	227.28	6647.57	465.33	497.9	0	761.08
（2）		坑塘水面修复													
	10199	土方开挖	100m^3	355.98	75.11	0	146.28	33.21	254.6	11.56	266.16	18.63	19.94	18.89	32.36
	10085	边坡修整	100m^2	8371.88	6071.72	0	42.84	305.73	6420.29	227.28	6647.57	465.33	497.9	0	761.08
(3)		沟渠修复													
	10234	排水斗沟土方开挖	100m^3	1403.11	731.134	0	307.42	5.19	1043.74	47.39	1091.13	76.38	81.73	28.95	124.92
	10234	排水农沟土方开挖	100m^3	1403.11	731.134	0	307.42	5.19	1043.74	47.39	1091.13	76.38	81.73	28.95	124.92

表7-26 土地复垦工程施工费综合单价估算表

序号	定额编号	单项名称	单位	数量	直接费(元)	直接工程费（元）	措施费（元）	间接费（元）	利润（元）	材料价差（元）	税金（元）	综合单价（万元）
一		**土壤重构工程**										
1		土壤剥覆工程										
(1)	10204	表土剥离	$100m^3$	15001.5	1394.81	1334.24	60.57	97.64	104.47	149.31	174.62	2881.56
(2)	10212	表土回覆	$100m^3$	11112.6	1191.99	1140.22	51.77	83.44	89.28	139.45	150.42	1838.67
(3)	10212	土方回填	$100m^3$	63559.4	1191.99	1140.22	51.77	83.44	89.28	139.45	150.42	10516.41
2		平整工程										
(1)	10332	土地平整	$100m^2$	259056	126.5	121.01	5.49	8.86	9.48	0.00	14.48	4127.28
(2)	10089	土地翻耕	hm^2	526.24	2030.22	1942.05	88.17	142.12	152.06	77.57	240.20	139.04
3		生物化学工程										
(1)	水保 08042	土壤培肥	hm^2	2605.37	9349.36	9029.71	319.65	654.46	700.27	270.60	1097.47	3145.24
二		**植被重建工程**										
1		林草恢复工程										
(1)	90002（泡桐）	栽植泡桐	100 株	3038.25	1478.28	1427.74	50.54	103.48	110.72	1530.00	322.25	1076.98
(2)	90002（苹果树）	栽植苹果树	100 株	41.92	1480.88	1430.25	50.63	103.66	110.92	3570.00	169.55	22.78
2		农田防护工程										
(1)	90002（泡桐）	道路栽植泡桐	100 株	1611.7	1478.28	1427.74	50.54	103.48	110.72	1530.00	322.25	571.3
(2)	90002（泡桐）	坑塘栽植泡桐	100 株	626.72	1478.28	1427.74	50.54	103.48	110.72	1530.00	322.25	222.16
三		**配套工程**										
1		道路工程										
（1）		田间道										
	20253	硬化路面拆除	$100m^3$	43.63	35137.46	33139.17	1998.29	2459.62	2631.80	0.00	4022.89	193.07
	20286	建筑垃圾清运	$100m^3$	43.63	3177.79	3039.78	138.01	222.45	238.02	382.23	402.05	19.3
	80043	20cm 水泥混凝土路面	$1000m^2$	468.42	63935.9	61749.95	2185.95	4475.51	4788.80	22118.68	9531.89	6327.64
	80044			389.19	3510.2	3390.19	120.01	245.71	262.91	1478.27	549.71	
	80007	30cm 素土路基	$1000m^2$	389.19	8733.31	8434.72	298.59	611.33	654.12	997.12	1099.59	486.79
	80008			389.19	65.47	63.23	2.24	4.58	4.90	0.00	7.50	
	80001	路床压实	$1000m^2$	389.19	1645.7	1589.43	56.27	115.20	123.26	147.27	203.14	86.97
(2)		生产路										
	80007	20cm 素土路基	$1000m^2$	229.46	8733.31	8434.72	298.59	611.33	654.12	997.12	1099.59	277.54
	80001	路床压实	$1000m^2$	229.46	1645.7	1589.43	56.27	115.20	123.26	147.27	203.14	51.27
2		机井工程			0	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	
（1）	60076	农用井井管安装	10m	315.3	3741.21	3613.30	127.91	261.88	280.22	0.00	428.33	148.56
(2)	60106	农用井洗井	10m	315.3	304.12	293.72	10.40	21.29	22.78	0.00	38.30	12.19
3		疏排水工程										
（1）		新修坑塘水面										
	10199	土方开挖	$100m^3$	55259.52	266.16	254.6	11.56	18.63	19.94	18.89	32.36	1967.13
	10085	边坡修整	$100m^2$	214.63	6647.57	6420.29	227.28	465.33	497.9	0	761.08	170.08
(2)		坑塘水面修复										
	10199	土方开挖	$100m^3$	4507.23	266.16	254.60	11.56	18.63	19.94	18.89	32.36	160.45
	10085	边坡修整	$100m^2$	214.63	6647.57	6420.29	227.28	465.33	497.90	0	761.08	179.69
(3)		沟渠修复										
	10234	排水斗沟土方开挖	$100m^3$	101.17	1091.13	1043.74	47.39	76.38	81.73	28.95	124.92	14.2
	10234	排水农沟土方开挖	$100m^3$	205.26	1091.13	1043.74	47.39	76.38	81.73	28.95	124.92	28.8

表7-27 其他费用估算表

序号	费用名称	计算式	预算金额（万元）	各项费用占工程施工费的比例(%)
1	前期工作费	(1)+(2)+(3)+(4)+(5)	1214.95	3.50
（1）	土地清查费	34665.10×0.5%	173.33	0.50
（2）	项目可行性研究费	44+(69-44)/(40000-20000)×(34665.10-20000)	62.33	0.18
（3）	项目勘测费	34665.10×1.5%	519.98	1.50
（4）	项目设计与预算编制费	262+(487-262)/(40000-20000)×(34665.10-20000)	426.98	1.23
（5）	项目招标代理费	20+(34823.88-10000)×0.05%	32.33	0.09
2	工程监理费	283+(510-283)/(40000-20000)×(34665.10-20000)	449.45	1.30
3	竣工验收费	(1)+(2)+(3)+(4)+(5)	861.47	2.49
（1）	项目工程验收费	109.75+(34665.10-10000)×0.9%	331.74	0.96
（2）	项目工程复核费	54.75+(34665.10-10000)×0.45%	165.74	0.48
（3）	项目决算编制与审计费	69.5+(34665.10-10000)×0.5%	192.83	0.56
（4）	整理后土地的测量、重估与登记费	49.75+(34665.10-10000)×0.4%	148.41	0.43
（5）	基本农田重划与标记设定费	7.95+(34665.10-10000)×0.06%	22.75	0.07
4	业主管理费	214+(34665.10+1214.95+449.45+861.47-10000)×1.6%	649.06	1.87
总计			**3174.93**	9.16

表7-28土地复垦监测与管护费估算表

序号	项目名称	计量单位	工程量	单价(元)	合计(万元)
1	**复垦监测费**				**128.09**
（1）	复垦效果监测				128.09
	复垦土壤质量监测	次	1248	1000	124.80
	复垦植被监测	次	144	120	1.73
	复垦耕地配套设施监测	次	312	50	1.56
2	**管护费**				**434.55**
（1）	林地	工日	3840.00	141.21	54.22
（2）	园地	工日	73.00	141.21	1.03
（3）	防护林	工日	26861.00	141.21	379.3

表7-29备费估算表

序号	费用名称	计算基础（万元）	费率（%）	金额（万元）
1	基本预备费	37840.03	6.00	2270.40
2	风险金	37840.03	2.00	756.80
3	价差预备费	——	——	48292.69
总计				**51319.89**

四 总费用汇总与年度安排

（一）总费用构成与汇总

本项目矿山地质环境保护与土地复垦方案总费用合计59024.43万元，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/hm^2（1.6987万元/亩），单位面积静态投资为11.77万元/hm^2（0.7847万元/亩）。

矿山地质环境保护与土地复垦工程总费用及具体工程见表7-30

表7-30 费用估算汇总表

序号	工程或费用名称	预算金额（万元）	占静态总投资比例（%）
一	工程施工费	48707.31	82.52
二	设备费	0.00	0.00
三	其他费用	4457.85	7.55
四	监测与管护费	562.64	0.95
（一）	复垦监测费	128.09	0.22
（二）	管护费	434.55	0.74
五	预备费	52623.20	89.15
（一）	基本预备费	3247.88	5.50
（二）	价差预备费	48292.69	81.82
（三）	风险金	1082.63	1.83
六	矿山地质环境监测费	966.12	1.64
七	静态总投资	**59024.43**	100.00
八	动态总投资	**107317.12**	——

（二）近期年度经费安排

1、矿山地质环境保护与恢复治理

根据前五年工程量测算与工程实施费估算，估算前五年的矿山地质环境保护与恢复治理工程投资见表7-31

表7-31恢复治理近期（前五年）分年度投资估算表（单位：万元）

时间	工程施工费（万元）	其它费用（万元）	不可预见费用（万元）	合计（万元）
2018 年度	918.6	78.52	79.77	1076.89
2019 年度	870.93	74.45	75.63	1021.01
2020 年度	98.39	8.41	8.54	115.34
2021 年度	365.27	31.22	31.72	428.21
2022 年度	1333.92	114.02	115.84	1563.78
合计	**3587.11**	**306.63**	**311.50**	**4205.24**

2、土地复垦

根据前五年土地复垦工程量测算与工程实施费估算，估算前五年的土地复垦投资见表7-32

表7-32土地复垦前五年分年度投资估算表（单位：万元）

工程或费用名称	年度					合计
	2018	2019	2020	2021	2022	
工程施工费	516.1	619.32	344.07	894.58	1066.61	3440.68
设备购置费	0	0	0	0	0	0
其他费用	47.27	56.72	31.51	81.93	97.69	315.12
复垦监测与管护费用	8.38	10.05	5.58	14.52	17.31	55.84
监测费	1.91	2.29	1.27	3.31	3.94	12.72
管护费	6.47	7.76	4.31	11.21	13.37	43.12
预备费	45.07	98.49	79.38	281.26	424.59	928.79
基本预备费	33.8	40.56	22.53	58.59	69.86	225.34
价差预备费	0.00	44.41	49.34	203.14	331.44	628.33
风险金	11.27	13.52	7.51	19.53	23.29	75.12
静态总投资	**616.82**	**740.17**	**411.20**	**1069.15**	**1274.76**	**4112.10**
动态总投资	**616.82**	**784.58**	**460.54**	**1272.29**	**1606.20**	**4740.43**

第八章　保障措施与效益分析

一 组织保障

（一）组织领导措施

本方案由我公司负责组织实施，公司将设立专门机构，监理矿山地质环境恢复治理与土地复垦工作领导小组，选调责任心强、政策水平高，懂专业的得力人员，具体负责恢复治理与土地复垦的各项工作。

作为土地复垦义务人，我公司拟将土地复垦工作纳入生产建设的年度计划，使其成为生产建设的一个环节。制定方案实施的目标责任制、检查、验收和考核的具体方法。在方案实施过程中统一管理，使方案中的工程措施与其它措施的实施同步协调，以节省投资。

（二）管理措施

为加强对矿山地质环境恢复治理与土地复垦的管理，严格执行本方案，我公司将治理与复垦实施采取项目招标、委托复垦的方式，并在项目执行中严格执行以下制度：

1、实行项目法人负责制

项目实施涉及众多相关部门和人员，涉及大量的组织和配合协调问题。因此必须在土地复垦领导小组的统一领导下，由我公司牵头，实行项目法人制，落实目标责任制。对项目涉及、实施、验收全过程负责。

2、实行项目工程招标制

为保证工程质量、由土地复垦领导小组对工程内容逐一解决，根据《招标投标法》进行社会公开招标，公开、公正、公平地选用土地复垦施工单位。

3、实行项目工程监理制度

通过招投标方式选择监理单位，明确监理程序，监理单位资质要求、监理工作细则等，对所有工程的建设内容、施工进度、工程质量进行监理。

4、实行合同管理制度

按照《合同法》等有关规定进行合同管理，明确各方的权责。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；合同纠纷调节处理按合同法规定程序进行。

二 技术保障

（一）技术指导

在本方案实施阶段，对各种复垦措施进行专项技术施工技术，邀请相关专家担任技术顾问，设计人员进入现场进行指导。设立矿山地质环境保护与土地复垦项目技术指导小组，具体负责治理与复垦工程的技术指导、监督和检查，并对项目实行目标管理，确保规划设计目标的实现，使矿山地质环境保护和土地复垦和措施严格受控于质量保证体系。

复垦实施中，根据本方案的总体框架，与相关技术单位合作，编制阶段性实施计划，及时总结阶段性复垦实践经验，修订本方案。加强与相关技术单位的合作，加强对国内外先进复垦技术的学习研究，及时吸取经验，修订恢复治理与土地复垦措施。

建设中尽量采用先进的施工手段和合理的施工工序。对施工单位技术指导人员进行专业培训。技术指导人员负责在施工中严把质量关，确保各项工程按设计要求达到高标准、高质量，按期完成。

（二）技术监督

在本方案工程设计及实施阶段，建立技术监督制，重点监督义务人实施表土剥离及保护、不将有毒有害物用作回填或者充填材料、不将重金属及其他有毒有害物污染的土地用作种植食用农作物等。

1、监督人员：通过认真筛选，选拔具有较高理论和专业技术水平，具有矿山地质环境保护与土地复垦工程设计、施工能力，具有较强责任感和职业道德的监督人员进行监督工作。同时邀请部分公众参与监督。

2、监督协调人员：为保证施工进度和施工质量，矿区建设管理部门和地方土地行政部门各出1-2名技术人员土地工程施工现场的监理协调及技术监督工作，同时协助当地行政主管部门进行监督检查和验收工作，以确保工程按期保质保量完成。

三 资金保障

（一）矿山地质环境保护治理资金保障

根据“谁破坏，谁治理，谁受益，谁出资”的原则，矿山地质环境保护和恢复治理工程的所有费用由我公司负责。按有关规定我公司将通过建立基金的方式，筹集治理恢复资金。按照满足实际需求的原则，根据其矿山地质环境保护与土地复垦方案，将矿山地质环境治理恢复费用按照企业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，在预计开采年限内按照产量比例等方法摊销，并计入生产成本。同时，我公司于 2018 年 12 月底前在公司银行账户中设立基金账户，单独反映基金的提取情况。基金由企业自主使用，根据其矿山地质环境保护与土地复垦方案确定的经费预算、工程实施计划、进度安排等，专项用于因矿产资源勘查开采活动造成的矿区地面塌陷、地裂缝、崩塌、滑坡、地形地貌景观破坏，地下含水层破坏、地表植被损毁预防和修复治理以及矿产地质环境监测等方面（不含土地复垦）。我公司的基金提取、使用及矿山地质环境保护与治理恢复方案的执行情况列入矿业权人勘查开采信息公示系统。

（二）土地复垦资金保障措施

通过制定复垦资金计提、存放、管理、使用和审计的保障措施，确保土地复垦所需资金及时足额筹措，安全存放，专款专用。

1、资金计提

依据《土地复垦条例》，按照“谁破坏、谁复垦”的原则，项目区土地复垦所需资金由土地复垦义务人负责筹措、列入企业生产成本。

本方案服务年限确定为25年，即2018年01月～2042年12月。依据估算结果，估算得河南龙宇能源股份有限公司陈四楼煤矿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/hm^2（1.6987万元/亩），单位面积静态投资为11.77万元/hm^2（0.7847万元/亩）。

企业将从2018年开始预存复垦资金，逐年缴存，将土地复垦资金列入当年生产成本，分阶段缴存资金见表8-1土地复垦动态资金计提计划表。各阶段缴存额度富余，在完成阶段复垦义务后，账户中资金有剩余的，充抵下一阶段应缴存额

度。同时在阶段提取和使用时，注意随着复垦年限的延长而产生的时间价值，如果在复垦工作中发现投资不足的，应及时修改投资估概算，追加投资，保证复垦工作顺利完成。期间若国家提出资金的具体金额要求，则根据国家要求进行调整。

表8-1 土地复垦动态资金计提计划表

阶段	年限	阶段动态投资(万元)	年份	年产量(万吨)	吨矿提取(元/t)	年度复垦费用预存额(万元)	阶段复垦费用预存额（万元）
1	5	4740.43	2018 年 1 月-2018 年 12 月	240	34.52	**8285.98**	30002.41
			2019 年 1 月-2019 年 12 月	240	22.62	5429.11	
			2020 年 1 月-2020 年 12 月	240	22.62	5429.11	
			2021 年 1 月-2021 年 12 月	240	22.62	5429.11	
			2022 年 1 月-2022 年 12 月	240	22.62	5429.11	
2	5	12915.40	2023 年 1 月-2023 年 12 月	240	22.62	5429.11	27145.55
			2024 年 1 月-2025 年 12 月	240	22.62	5429.11	
			2025 年 1 月-2025 年 12 月	240	22.62	5429.11	
			2026 年 1 月-2026 年 12 月	240	22.62	5429.11	
			2027 年 1 月-2027 年 12 月	240	22.62	5429.11	
3	5	31693.18	2028 年 1 月-2028 年 12 月	240	22.62	5429.11	27145.55
			2029 年 1 月-2029 年 12 月	240	22.62	5429.11	
			2030 年 1 月-2030 年 12 月	240	22.62	5429.11	
			2031 年 1 月-2031 年 12 月	240	22.62	5429.11	
			2032 年 1 月-2032 年 12 月	240	22.62	5429.11	
4	5	20125.47	2033 年 1 月-2033 年 12 月	240	22.62	5429.04	5429.05
			2034 年 1 月-2034 年 12 月				
			2035 年 1 月-2035 年 12 月				
			2036 年 1 月-2036 年 12 月				
			2037 年 1 月-2037 年 12 月				
5	5	20248.08	2038 年 1 月-2038 年 12 月				0.00
			2039 年 1 月-2039 年 12 月				
			2040 年 1 月-2040 年 12 月				
			2041 年 1 月-2041 年 12 月				
			2042 年 1 月-2042 年 12 月				
合计	**25**	**89722.56**				**89722.56**	

2、资金存放

县级以上地方人民政府国土资源主管部门负责协调土地复垦义务人和其开户银行间达成协议，在土地复垦义务人开户银行建立土地复垦资金专用帐户，制定约束措施敦促土地复垦义务人在每年的12月31日前将年度应计提土地复垦资金存入建立的土地复垦资金专用帐户，三方达成协议进行约束，土地复垦义务人

若未履行义务，银行可采取冻结土地复垦义务人账户的措施敦促土地复垦义务人履行义务，若账户没有足额资金，开户银行应及时通知国土资源主管部门，若开户银行未履行职责，国土资源主管部门有权要求银行承担相应的经济连带责任，国土资源主管部门责令土地复垦义务人限期缴纳，逾期不缴纳的，处应缴纳土地复垦费1倍以上2倍以下的罚款，不得批准采矿许可证延续、变更、注销等措施敦促土地复垦义务人按时缴纳。

3、资金管理

土地复垦义务人缴纳的土地复垦费专项用于土地复垦，任何单位和个人不得截留、挤占、挪用，县级以上地方人民政府国土资源主管部门有权加强对土地复垦义务人使用土地复垦费用的管理。土地复垦费资金的使用应由业主方向国土资源管理及有关部门提出申请，国土资源管理部门对土地复垦专项资金进行监督和管理，定期或者不定期对专项资金的到位、使用情况进行审查，及时处理和纠正项目经费使用中的问题；同时，督促资金使用单位建立了规范有效的管理和内部控制制度，制定专项资金使用“五专”（专项、专户、专用、专账、专人负责）责任制进行审查和管理，并派出有资质的人员进行施工现场进行踏勘和监督，确保专项资金达到其应有的使用效果。若发现不符合要求使用土地复垦费用的情况，国土资源主管部门有权要求开户银行依法或依照三方协议冻结专项账户资金，督促土地复垦义务人返还截留、挤占、挪用的资金。

4、资金审计

土地复垦义务人应按年度对土地复垦资金使用情况进行内部审计，将审计结果于每年的 12 月 31 日前报送县级以上地方人民政府国土资源主管部门，县级以上地方人民政府国土资源主管部门应依据审计制度安排相关审计人员对土地复垦资金执行情况进行审计或复核。

四 监管保障

企业应当依据批准的土地复垦方案，结合项目生产建设实际进度及土地损毁实际情况，编制具体的“阶段性土地复垦计划”和“年度土地复垦实施计划”。“阶段性计划”应明确阶段土地复垦目标、任务、位置、主要措施和分部工程量、投

资概算及组成；“年度计划”应明确年度土地复垦目标、任务、位置、各种措施的主要结构形式、技术参数和分项工程量、投资预算及组成。企业应当每年12月31日前向永城市国土资源局报告当年的土地损毁情况、土地复垦费使用情况以及复垦工程实施情况，接受永城市国土资源局对复垦实施情况的监督检查，并落实公众参与制度，接受社会对土地复垦实施情况的监督。

五 效益分析

（一）矿山地质环境保护治理效益分析

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

河南龙宇能源股份有限公司陈四楼煤矿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。

（1）降低了因铁矿矿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；

（2）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；

（3）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；

（4）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

煤矿开采过程中，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）土地复垦效益分析

1、经济效益分析

本项目土地复垦的经济效益主要指农用地土地复垦的经济效益。通过本方案

的执行，复垦后耕地面积 2605.37hm^2（其中包括新增耕地面积 537.84hm^2）。引用项目区范围内耕地的调查，以小麦及玉米计，现状损毁状态下，项目区范围内耕地原来年产值约为 4977.58 万元（每亩玉米+小麦年产值 1605 元/亩），通过对田块整治提高产量计算，耕地每亩产值提高 100 元，则原有耕地产值提高 310.13 万元；新增耕地年按照每亩产值 1705 元计算，新增耕地年平均产值约 1375.53 万元，即：本次土地复垦工作完成后，每年可新增经济效益 1685.66 万元。通过对林地区域地裂缝填埋和简易平整，使被损毁的植被得到恢复，增加了有益生物的种群，实现了生物群落的恢复。

2、生态效益分析

（1）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。

（2）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。

六 公众参与

（一）已完成的公众参与情况

1、方案编制前的公众参与

2018年1月，项目编制人员在矿方代表的陪同下，对煤矿的工业广场及周边井田影响区进行了实地调查，调查范围包括业主、项目区村民、村集体和当地市政府相关部门，收集相关资料的同时初步了解公众对复垦项目的要求、意见。

为向公众公告本方案，在涉及村村委会公告栏上于2018年1月21日向公众公告了项目信息。在公示期结束后，即公众对项目有一定了解后，2016年1月21日至2月6日，在陈四楼煤矿有关领导和相关技术人员的支持与配合下，对井田内的土地所有权权属人进行了公众调查。工作人员首先介绍了项目的性质、类型、规模以及国家相关政策，如实向公众阐明本项目可能产生的地表塌陷；本次工作的主要目的和任务；介绍项目投资、复垦工程实施后能给当地村民带来的经济效益以及对促进地方经济发展、保护当地生态环境的情况。根据当地的经济、文化水平，确保被调查人员对及该项目有一定的了解，陈四楼煤矿也以乡镇为单位组织部分村民就方案的具体思想进行了沟通，召开了座谈会，并进行了现场调查。

绝大部分的被调查者对于本项目表示知道或者了解，由此反映出，陈四楼煤矿建设、开采时间长，当地居民对煤矿的开发建设了解程度较高。被调查者最关心的问题是土地功能的丧失，认为项目的开展有利于保护当地耕地资源，对当地经济发展有促进作用，项目实施后将提高当地居民生活水平。

图8-1　深入村民组调查

图8-2　深入村民组调查

图8-3 召开听证会征求意见

2、方案编制期间的公众参与

（1）调查时间和调查范围

本方案草案形成后，项目编制人员再一次到项目区进行走访，组织方案讨论会，广征包括业主、项目区村民、村集体和政府相关职能部门的意见，以对方案进行修订。

（2）调查方式与内容

调查方式主要以走访和发放《村民调查表》的形式进行，内容涉及公众对生产项目的态度、对项目有利影响和不利影响的看法、公众的愿望和要求等。村民调查表如表8-2。

3、公众参与统计

（1）项目区村民和村集体意见在矿方技术人员的陪同和协助下，编制人员采用走访项目影响区域土地权属人的方式，积极听取了项目区人员的意见。问卷调查：方案编制人员对发放问卷调查表298份，收回问卷277份，回收率93.14%，调查结果见表8-3。本次问卷调查人员主要为项目区的农民，通过走访调查，大多数被调查人员对复垦了解或了解一些，绝大多数人对此表示支持，认为该项目的实施对当地经济和生态环境能起到积极作用。当问及对该项目的具体建议和要求时，大部分表示要以恢复耕作为主，在条件许可的前提下，尽可能完善农田水利设施。

（2）政府相关职能部门的意见

在矿方领导的陪同和协助下，邀请地方政府国土、水利、农业、交通、工业等多个部门的相关领导参加了复垦方案的讨论会。相关领导指出，复垦方案的编制要因地制宜，合理规划复垦方向，切实保障农民的利益，对本复垦方案无原则性意见。

（3）业主单位意见

陈四楼煤矿委托河南省地矿局测绘地理信息院编制方案的时候表示，在保证复垦目标完整、复垦效果理想的前提下，兼顾企业生产成本，尽可能减轻企业负担。为此，方案编制人员在编制过程中不断地与矿方交换意见，并在方案初稿编制完成后交于业主单位审阅，业主单位对本复垦方案无原则性意见。

（4）公众参与调查结论与应用

由以上意见可以看出，项目区群众对复垦有一定程度的了解，他们最关心的还是土地问题。因此在今后的生产过程中，业主单位将主要注意耕地保护措施的实施，确保复垦工程落到实处，接受群众监督，从参与机制上保证该地区的可持续发展。

表 8-2 土地复垦方案公众参与调查表

被调查人基本情况	姓名		性别	
	年龄	□18-35 岁以下 □36-50 岁 □50 岁以上		
	职业	□工 人 □农 民 □干 部 □个 体		
	文化程度	□小 学 □初 中 □高 中 □大学及以上		
调查内容	1	对该项目的了解情况	□了解 □一般 □不了解	
	2	对环境问题的看法	□关心 □无所谓 □与我无关	
	3	该项目对环境的影响	□很大 □轻微 □无影响	
	4	该项目对当地经济发展的作用	□促进 □减缓 □无作用	
	5	该项目对居民生活的影响	□较好影响 □有利影响 □不利影响	
	6	您对该项目建设所持态度	□支持 □反对 □不关心	
	7	您认为当前土地利用中存在的问题是	□灌溉保证率不高 □布局不合理 □集约化程度低	
	8	矿区道路是否予以保留	□是 □否	
	9	您认为土地复垦的关键是	□平整土地 □改良土壤 □植被恢复	
	10	您认为主要的复垦方向是	□农业 □林业 □养殖业	
	11	您对该项目建设有何具体建议或要求：		

表 8-3 地复垦方案公众参与调查结论表

被调查人的信息		人数	比例（%）
年龄	18-30 岁	20	6.67%
	31-40 岁	30	10.00%
	40 岁以上	248	83.33%
职业	农民	89	30.00%
	工人	149	50.00%
	其他	60	20.00%
文化程度	大学及以上	10	3.33%
	高中	159	53.33%
	初中	109	36.67%
	小学及以下	20	6.67%
对项目意见汇总		人数	比例（%）
您对陈四楼煤矿的了解程度	了解	209	70.00%
	听说过	70	23.33%
	不知道	20	6.67%
您认为煤矿开采带来的最大不利因素是	水污染加剧	0	0.00%
	空气污染加剧	70	23.33%
	农作物减产	70	23.33%

被调查人的信息		人数	比例（%）
	生态环境破坏	159	53.33%
您认当前土地利用中所存在的主要问题是	灌溉保证率不高	50	16.67%
	布局不合理	70	23.33%
	集约化程度低	129	43.33%
	其他	50	16.67%
您认为土地复垦的关键是	土地平整	60	20.00%
	改良土壤	79	26.67%
	恢复植被	159	53.33%
您认为主要的复垦方向是	耕地	219	73.33%
	林地	79	26.67%
	草地	0	0.00%
您认为土地复垦的主要目标体现在	改善居住条件	109	36.67%
	个人收入增加	50	16.67%
	改善生态环境	139	46.67%
您认为该方案有哪些有利影响	改善农业基础生产设施	30	10.00%
	改善生态环境	179	60.00%
	促进经济发展	70	23.33%
	其他	20	6.67%
您是否支持矿山土地复垦	支持	248	83.33%
	不支持	0	0.00%
	无所谓	50	16.67%

（二）方案实施过程中的全程全面参与计划

上节叙述的方案编制期间的公众参与情况，只是作为本矿山地质环境保护与土地复垦方案在确定复垦方向以及制定相应复垦质量要求等方面的依据，在随后的复垦计划实施、复垦效果监测等方面仍需建立相应的参与机制，同时尽可能扩大参与范围，从现有的土地权属人以及相关职能部门扩大至整个社会，积极采纳合理意见，积极推广先进的科学的复垦技术、积极宣传政策及其深远含义，努力起到模范带头作用。

1、方案评审阶段

在方案评审阶段，通过媒体宣传会、张贴公告、散发传单、走访以及充分利用电视、网络、报纸、电话等多媒体手段征求公众的建议，进一步修改、完善方案。

2、方案实施阶段

在方案实施阶段的公众参与是整个参与环节中比较重要的阶段。在这一阶段计划通过自愿参加的方式组织村民、村集体代表等组成公众代表小组，参与到具体的实施过程中，以更好的监督复垦工作能按方案执行，维护公众利益，同时对复垦方案中出现的问题可直接向复垦义务人提出变更建议。

另外，在方案实施过程中，每年进行一次公众调查，调查对象包括项目区村民、村集体和政府相关部门工作人员，主要是对损毁土地情况、复垦进度、复垦措施落实、资金落实情况进行调查。对已完成的工作，通过村民满意度调查进行评估，对出现的问题及时处理，将合理的建议引入下一步复垦工作中。

3、复垦工作监测与竣工验收

在复垦实施过程中和管护期间，建立有效的第三方参与机制，监督的全过程，引入第三方全过程参与、协调、监督的模式，建立社会中介机构，邀请社会公信力强的人大代表、政协委员、社区工作者和法律界人士参加，同时继续走访方案编制前参与过的职能部门，加大扩大重点职能部门的参与力度，如国土资源局、环保局和审计局等，对复垦义务人和相关管理部门进行监督，防止项目实施过程中违规现象的发生。

复垦监测结果通过当地电视台、网站、报社等媒体的协助，每年向公众公布一次，对公众提出质疑的地方，将及时重新核实并予以说明，同时严肃查处弄虚作假问题。市、县国土资源管理部门进行验收时，除组织相关专家外，也将邀请部分群众代表参加，确保验收工作公平、公正和公开。

（三）方案服务期采煤沉陷区居民搬迁情况

陈四楼煤矿未来5年计划搬迁永城市顺和乡王庄村、平房村、高新庄村及陈集镇赵楼村、胡井村、马胡同村、代井村、李胡同村、陈双楼村、练油坊村、韩松园村11个行政村，26个自然村，共1535户；方案编制期间针对计划搬迁及未来塌陷影响村庄村民进行调查走访，了解村民对村庄搬迁安置的要求、意见。

1、采煤沉陷区居民搬迁的公众参与

2018年11月，项目编制人员在矿方代表的陪同下，对陈四楼煤矿采煤塌陷区受影响村庄进行了实地调查，调查范围包括业主、项目区村民、村集体和当地市政府相关部门，收集相关资料的同时初步了解公众对村庄搬迁安置的要求、意见。

为向公众公告陈四楼煤矿以往的村庄搬迁安置方案，在涉及村村委会公告栏上于2018年11月向公众公告了村庄搬迁安置方案信息。在公示期结束后，即公众对项目有一定了解后，2018年11月21日至11月26日，在陈四楼煤矿有关领导和当地村委的支持与配合下，对沉陷区内的村民进行了公众调查。在确保被调查人员对该项目有一定的了解，陈四楼煤矿以行政村为单位组织村民代表就村庄搬迁安置的具体思想进行了沟通，召开了座谈会，并进行了现场调查。

图8-4 召开采煤村庄搬迁座谈会

图8-5　现场调查照片

2、方案编制期间的公众参与

（1）调查时间和调查范围

2018年11月21日至11月26日，针对计划搬迁和未来塌陷影响村庄村民进行调查走访，了解村民对村庄搬迁安置的要求、意见。

（2）调查方式与内容

调查方式主要以走访和发放《村民调查表》的形式进行，内容涉及公众对沉陷区村庄搬迁安置的态度、对项目有利影响和不利影响的看法、公众的愿望和要求等。村民调查表如表8-4。

表 8-4 沉陷区村庄搬迁安置公众参与调查表

<table>
<tr><td rowspan="4">被调查人基本情况</td><td>姓名</td><td colspan="2"></td><td>性别</td><td></td></tr>
<tr><td>年龄</td><td colspan="4">□18-35 岁以下 □36-50 岁 □50 岁以上</td></tr>
<tr><td>职业</td><td colspan="4">□工 人 □农 民 □干 部 □个 体</td></tr>
<tr><td>文 化程度</td><td colspan="4">□小 学 □初 中 □高 中 □大学及以上</td></tr>
<tr><td rowspan="11">调
查
内
容</td><td>1</td><td colspan="2">您对该矿山以往居民搬迁安置情况是否了解？</td><td colspan="2">□了解 □一般 □不知道</td></tr>
<tr><td>2</td><td colspan="2">您对该矿山将来居民搬迁安置的持什么态度？</td><td colspan="2">□关心 □无所谓 □与我无关</td></tr>
<tr><td>3</td><td colspan="2">塌陷区搬迁工作对塌陷区居民生活的影响。</td><td colspan="2">□较好影响 □有利影响
□不利影响</td></tr>
<tr><td>4</td><td colspan="2">您认为当前塌陷区搬迁安置工作中存在的问题是？</td><td colspan="2">□规模不高 □形式不合理
□搬迁范围不合理 □其他</td></tr>
<tr><td>5</td><td colspan="2">您认为当前塌陷区搬迁安置的关键是什么？</td><td colspan="2">□模式多样 □自主选择
□标准要高 □其他</td></tr>
<tr><td>6</td><td colspan="2">矿山对你家的居所采取什么样的安置方式？</td><td colspan="2">□在住房方面根据家庭总体进行一次性补偿
□免费提供住房
□按照家庭成员每人提供定额付款
□暂时没有安置</td></tr>
<tr><td>7</td><td colspan="2">对于离城市较远的村庄，矿区为塌陷区的群众建房的选址</td><td colspan="2">□城市郊区 □就近现在的村庄
□离现在的村庄较远的非郊区</td></tr>
<tr><td>8</td><td colspan="2">矿区是否会保证你们迁址后的生活水平不低于搬迁之前？</td><td colspan="2">□是 □否 □不知道</td></tr>
<tr><td>9</td><td colspan="2">您对矿山对于塌陷区善后处理群众安置工作的满意度？</td><td colspan="2">□十分满意 □满意 □基本满意
□不满意</td></tr>
<tr><td>10</td><td colspan="4">您对沉陷区居民搬迁有何具体建议或要求。</td></tr>
<tr><td></td><td colspan="4"></td></tr>
</table>

3、公众参与统计

（1）项目区村民和村集体意见在矿方技术人员的陪同和协助下，编制人员

采用走访项目影响区域村民的方式，积极听取村民代表的意见。问卷调查：方案编制人员对发放问卷调查表30份，收回问卷28份，回收率93.33%，调查结果见表8-5。

本次问卷调查人员主要为预测塌陷区村庄居民，通过走访调查，大多数被调查人员对以往村庄搬迁安置模式了解或了解一些，绝大多数人对此表示支持，居民多数希望搬迁建房的选址能在现在的村庄周边，村民对矿山对于塌陷区善后处理群众安置工作也表示满意，当问及对该项目的村庄搬迁安置方案具体建议和要求时，大部分表示希望搬迁安置工作能及时完成，不能影响居民日常生活和工作。

表8-5 土地复垦方案公众参与调查结论表

被调查人的信息		人数	比例（%）
年龄	18-35 岁	6	21.43%
	36-50 岁	8	28.57%
	50 岁以上	14	50.00%
职业	农民	28	100.00%
	工人	0	0.00%
	其他	0	0.00%
文化程度	大学及以上	0	0.00%
	高中	4	14.29%
	初中	5	17.86%
	小学及以下	19	67.86%
对项目意见汇总		人数	比例（%）
您对该矿山以往居民搬迁安置情况是否了解？	了解	18	64.29%
	一般	10	35.71%
	不知道	0	0.00%
您对该矿山将来居民搬迁安置的持什么态度？	关心	28	100.00%
	无所谓	0	0.00%
	与我无关	0	0.00%
您认为当前塌陷区搬迁安置工作中存在的问题是？	规模不高	8	28.57%
	形式不合理	2	7.14%
	搬迁范围不合理	10	35.71%
	其他	8	28.57%
您认为当前塌陷区搬迁安置的关键是什么？	模式多样	28	80.00%
	自主选择	5	14.29%
	标准要高	2	5.71%
	其他	0	0.00%
矿山对你家的居所采取什么样的安置方式？	一次性补偿	5	15.63%
	免费提供住房	3	9.38%
	按照家庭成员每人提供定额付款	20	62.50%
	暂时没有安置	4	12.50%

表8-5 土地复垦方案公众参与调查结论表

被调查人的信息		人数	比例（%）
对于离城市较远的村庄，矿区为塌陷区的群众建房的选址	城市郊区	10	58.82%
	就近现在的村庄	15	88.24%
	离现在的村庄较远的非郊区	3	17.65%
矿区是否会保证你们迁址后的生活水平不低于搬迁之前？	是	10	35.71%
	否	2	7.14%
	不知道	16	57.14%
您对矿山对于塌陷区善后处理群众安置工作的满意度？	十分满意	6	21.43%
	满意	8	28.57%
	基本满意	3	10.71%
	不满意	0	0.00%

（2）政府相关职能部门的意见

在矿方领导的陪同和协助下，邀请地方政府、村委等多个部门的相关领导参加了复垦方案的讨论会。相关领导指出，搬迁安置方案要因地制宜，要广泛征求村民的意见，妥善安置沉陷区村民，让百姓满意。

（3）业主单位意见

在公众调查期间，针对沉陷区村庄搬迁安置工作，企业表示：根据采煤沉陷村庄的实际情况，采取多模式妥善搬迁安置沉陷区村民。同时会议上，企业承诺：根据矿山开采计划，对未来受沉陷影响的村庄制定搬迁计划，提前完成沉陷区村庄搬迁工作。

（4）公众参与调查结论与应用

由以上意见可以看出，项目区群众对以往村庄搬迁安置模式有一定程度的了解，他们最关心的还是企业能否如期完成搬迁安置工作及搬迁期间希望按照家庭成员每人提供住房补贴。因此在今后的沉陷区村庄搬迁安置工作中企业必须按照搬迁计划及时完成沉陷区村庄搬迁工作，同时矿山在生产过程中应尽量预留村庄保护煤柱，减少对村庄的影响。

第九章　结论与建议

一 结论

（一）矿山地质环境影响评估与治理分区

1、按规范和技术要求分析，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复杂，矿山地质环境影响评估级别确定为一级。评估区面积74.49km^2。以2018年为基准年，陈四楼煤矿采矿证有效期内矿山服务年限16.60年，塌陷沉稳期4.4年，增加闭坑后的治理（复垦）期1.0年，再加上林草地所需的后续管护期限3年，确定本方案适用年限为25年，自2018年1月至2042年12月。

2、矿山地质环境现状评价：已塌陷区面积共15.52km^2，地面塌陷及伴生地裂缝地质灾害危险性大，地形地貌景观破坏严重。矿山开采对二$_2$煤层顶底板砂岩裂隙含水层（段）的影响严重，对第四系孔隙水含水层结构破坏影响较轻。场地压占总面积51.40hm^2，工业场地对原生地形地貌景观影响和破坏程度严重，风井场地、运输道路占地面积较小，对原生地形地貌景观影响和破坏程度较严重。矿山开采对水土污染影响较轻。

3、矿山地质环境预测评价：采矿证有效期内（2018-2034），陈四楼煤矿采矿活动将引发地面塌陷面积3661.79hm^2，地面塌陷及伴生地裂缝地质灾害危险性大，对地形地貌景观破坏严重。矿山开采对二$_2$煤层顶底板砂岩裂隙含水层（段）的影响严重，对第四系孔隙水含水层结构破坏影响较轻。矿山开采对水土污染影响较轻。

4、矿山地质环境治理分区：根据矿山地质环境影响现状评估和预测评估结果，充分考虑矿山地质环境问题防治难易程度和建设工程的重要性，矿山地质环境保护与治理恢复分区划分为重点防治区和一般防治区两个区。其中重点防治区划分了13个亚区，总面积约36.622km^2；其它区域为一般保护区，面积约19.47km^2。

（二）矿山土地损毁预测评估与土地复垦范围

1、矿山土地复垦区范围：矿山前期生产活动已损毁土地 1767.09hm^2，其中

塌陷损毁 1715.69hm^2，压占损毁面积为 51.40hm^2（工业广场压占损毁土地 22.42hm^2，矸石堆积场压占损毁 12.65hm^2，运输公路压占损毁面积 4.82hm^2，风井压占损毁土地 1.72hm^2，洗选煤场压占损毁土地 7.14hm^2，运煤铁路专线压占损毁面积 2.65hm^2）；拟损毁土地面积为 2064.30hm^2，全部为塌陷损毁；重复损毁面积为 169.60hm^2；经计算陈四楼煤矿复垦区面积为 3661.79hm^2。

2、矿山土地复垦责任范围：方案服务期内，工业场地、风井场地和运输道路将留续使用，因此不纳入复垦责任范围；公路用地25.75hm^2，河流水面 14.82hm^2，水工建筑用地47.59hm^2，风景名胜及特殊用地4.72hm^2，铁路用地 4.54hm^{2}等地类有单独的治理措施不纳入复垦责任范围。经计算，陈四楼煤矿复垦责任范围面积为3520.86hm^2。

3、土地复垦目标及任务：陈四楼煤矿复垦责任范围面积3520.86hm^2，通过复垦工程实现全部复垦，复垦率100%。通过本方案的实施，复垦旱地2605.37hm^2，果园5.83hm^2，有林地307.21hm^2，农村道路112.64hm^2，坑塘水面416.27hm^2，沟渠73.54hm^2。

（三）矿山地质环境治理与土地复垦工程

1、治理工程：包括地面塌陷地裂缝治理和塌陷区村庄治理等，针对不同工程提出了具体的技术方法和主要治理工作量；

2、复垦工程：根据工作要求，提出了复垦工程的目的、工程设计、技术措施并计算工作量；

3、监测工程：监测工程分为地质环境监测、土地复垦监测和管护，针对不同监测工程，提出了监测工作的目的、内容、监测点的布设、监测方法、监测工作量和主要技术要求。

（四）经费估算与进度安排

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总费用合计59024.43万元，其中：

1、矿山地质环境保护与恢复治理预算金额共17594.56万元，方案前5年费用为4205.24万元，各年度费用分别为：2018年度1076.89万元；2019年度1021.01万

元；2020年度115.34万元；2021年428.31万元；2022年度1563.78万元。

2、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/hm^2（1.6987万元/亩），单位面积静态投资为11.77万元/hm^2（0.7847万元/亩）。方案前5年费用为静态投资4112.10万元，动态投资4740.43万元。

根据《土地复垦条例实施办法》（2012年12月11日通过）第十九条的规定，第一年提取8285.98万元，之后十五年每年提取5429.11万元。

二 建议

1、陈四楼煤矿方案服务期内矿山地质环境问题和土地损毁程度较严重，损失较大，应引起高度重视；严格按照本方案制定的目标、任务分期分批进行矿山地质环境保护与土地复垦；建立矿山地质环境保护与土地复垦年度考核制度。

2、改进开采方法，优化生产工艺，积极建设绿色矿山，尽可能的降低矿山开采对矿区环境的破坏，根本上减轻地质灾害、地形地貌景观破坏；加强对矸石的综合利用研究，提高矿产资源综合利用率。

3、采矿过程中，对潜在的地质灾害及土地损毁，应及时进行处理，尽量减少地质灾害和土地损毁对施工人员及施工设备的危害。

4、建议矿山企业严格按照矿山开发利用方案设计进行开采，对矿山生产期结束后矿山地质环境保护与土地复垦开展综合研究，完善闭坑后矿山生态环境恢复工作。

5、本方案不代替相关工程勘察、治理设计。

6、矿山企业扩大开采规模、变更矿区范围或者开采方式的，应当重新编制矿山地质环境保护与土地复垦方案。