

焦作煤业（集团）新乡能源有限公司

赵固二矿

矿山地质环境保护与土地复垦方案

焦作煤业（集团）新乡能源有限公司

2019年03月

焦作煤业（集团）新乡能源有限公司

赵固二矿

矿山地质环境保护与土地复垦方案

焦作煤业（集团）新乡能源有限公司

2019年03月



焦作煤业（集团）新乡能源有限公司

赵固二矿

矿山地质环境保护与土地复垦方案

申报单位：焦作煤业（集团）新乡能源有限公司

法人代表：张长合

总工程师：李国栋

编制单位：北京淮明科技发展有限公司

法人代表：宋辉

总工程师：赵艳玲

项目负责人：肖武

编写人员：袁冬竹、董国权、赵会顺、曹瑜、

孙杨杨、陈洋、徐岩

制图人员：赵会顺、徐岩、曹瑜

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、方案的适用年限.....	5
五、编制工作概况.....	5
1 矿山基本情况.....	7
1.1 矿山简介.....	7
1.2 矿区范围及拐点坐标.....	8
1.3 矿山开发利用方案概述.....	9
1.4 矿山开采历史及现状.....	18
2 矿区基础信息.....	20
2.1 矿区自然地理.....	20
2.2 矿区地质环境背景.....	24
2.3 矿区社会经济概况.....	35
2.4 矿区土地利用现状.....	37
2.5 矿山及周边其他人类重大工程活动.....	41
2.6 矿山及周边矿山地质环境治理与土地复垦案例分析.....	42
3 矿山地质环境影响和土地损毁评估.....	49
3.1 矿山地质环境与土地资源调查概述.....	49
3.2 矿山地质环境影响评估.....	49
3.3 矿山土地损毁预测与评估.....	69
3.4 矿山地质环境治理分区与土地复垦范围.....	85
4 矿山地质环境治理与土地复垦可行性分析.....	93
4.1 矿山地质环境治理可行性分析.....	93
4.2 矿区土地复垦可行性分析.....	95
5 矿山地质环境治理与土地复垦工程.....	111
5.1 矿山地质环境保护与土地复垦预防.....	111
5.2 矿山地质灾害治理.....	116

5.3 矿区土地复垦.....	117
5.4 含水层破坏修复.....	143
5.5 水土环境污染修复.....	145
5.6 矿山地质环境监测.....	145
5.7 矿区土地复垦监测和管护.....	152
6 矿山地质环境治理与土地复垦工作部署.....	157
6.1 总体工作部署.....	157
6.2 阶段实施计划.....	157
6.3 近期年度工作安排.....	165
7 经费估算与进度安排.....	171
7.1 经费估算依据.....	171
7.2 矿山地质环境治理工程经费估算.....	171
7.3 土地复垦工程经费估算.....	175
7.4 总费用汇总与年度安排.....	187
8 保障措施与效益分析.....	189
8.1 组织保障.....	189
8.2 技术保障.....	189
8.3 资金保障.....	190
8.4 监管保障.....	194
8.5 效益分析.....	195
8.6 公众参与.....	197
9 结论与建议.....	201
9.1 结论.....	201
9.2 建议.....	202

前 言

一、任务的由来

焦作煤业(集团)新乡能源有限公司赵固二矿(以下简称赵固二矿)西距焦作市 55km,东南距新乡市 37km,东北距辉县市 10km 行政区域隶属河南省辉县市管辖。矿井于 2007 年 1 月开工建设,2011 年 4 月正式投产,目前为正常生产阶段。井田东西长约 15km,南北宽 2.0~5.5km,总面积 69.08km²。矿井设计生产能力***万吨/年,服务年限 55.5 年。当前采矿许可证为国土资源部 2010 年 6 月 28 日颁发的《中华人民共和国采矿许可证》(证号*****)有效期为 28 年零 6 个月(2010 年 06 月 28 日至 2038 年 12 月 30 日)。

依据国务院《关于全面整顿和规范矿产资源开发秩序的通知》(国发〔2005〕28 号)、《矿山地质环境保护规定》(国土资源部令第 44 号)、《国土资源部办公厅关于做好矿山地质环境保护与治理恢复方案编制审查及有关工作的通知》(国土资发〔2009〕61 号)、《土地复垦条例》等有关规定的要求以及《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)》,焦作煤业(集团)新乡能源有限公司委托北京淮明科技发展有限公司承担“焦作煤业(集团)新乡能源有限公司赵固二矿矿山地质环境保护与土地复垦方案”编制工作,按有关技术要求编制完成本方案。

二、编制目的

为减少矿山建设及生产活动造成的矿山地质环境问题及地质灾害,改善矿山地质环境和生态环境,保障矿山地质环境治理保证金制度的顺利实施,促进矿山地质环境问题治理工作的规范化;为预防和治理赵固二矿在建设生产过程中产生的土地损毁,保护矿区生态环境,贯彻落实“谁损毁、谁复垦”的土地复垦原则,使赵固二矿生产建设过程中,因挖损、沉陷、压占等造成损毁的土地得到及时复垦,明确建设单位土地复垦的目标、任务、措施和实施步骤,为土地复垦的实施管理、监督检查等提供依据,确保土地复垦工作落到实处,为建设生态文明、有序美丽的绿色矿山服务,特编制本方案。

三、编制依据

（一）法律法规

- 1、《中华人民共和国矿产资源法》（1996年8月29日中华人民共和国主席令第七十四号）；
- 2、《中华人民共和国土地管理法》（2004年8月28日中华人民共和国主席令第二十八号）；
- 3、《中华人民共和国环境保护法》（2014年4月24日中华人民共和国主席令第九号）；
- 4、《中华人民共和国固体废物污染环境防治法》（2016年11月7日中华人民共和国主席令第五十七号）；
- 5、《中华人民共和国水土保持法》（2010年12月25日中华人民共和国主席令第三十九号）；
- 6、《中华人民共和国土地管理法实施条例》（1998年12月27日国务院令第256号）；
- 7、《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）；
- 8、《矿山地质环境保护规定》（2009年3月2日中华人民共和国国土资源部令第44号）；
- 9、《地质灾害防治条例》（2003年11月24日中华人民共和国国务院令第394号）；
- 10、《土地复垦条例》（2011年3月5日中华人民共和国国务院令第592号）。

（二）地方性法规

- 1、河南省财政厅、河南省国土资源厅、河南省环境保护厅关于印发《河南省矿山环境治理恢复保证金管理暂行办法实施细则》的通知（豫财建办〔2009〕162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〔2004〕123号）；
- 3、河南省国土资源厅关于《矿山地质环境保护规定》的实施意见（豫国土资发〔2009〕113号）；

4、《河南省国土资源厅关于进一步规范矿山地质环境保护与治理恢复方案审查工作的通知》（豫国土资发〔2010〕40号）。

（三）国家政策性文件

1、《国土资源部办公厅关于做好矿山地质环境保护与土地复垦编报有关工作的通知》（国土资规〔2016〕21号）；

2、《国土资源部关于加强地质灾害危险性评估工作的通知》（国土资发〔2004〕69号）及附件“地质灾害危险性评估技术要求（试行）”；

3、《中共中央、国务院关于进一步加强对土地管理切实保护耕地的通知》，1999.04；

4、《国务院关于全面整顿和规范矿产资源开发秩序的通知》（国发〔2005〕28号）；

5、《关于加强生产建设项目土地复垦管理工作的通知》（国土资发〔2006〕225号）；

6、《关于组织土地复垦方案编报和审查有关问题的通知》（国土资发〔2007〕81号）；

7、《关于进一步加强土地整理复垦开发工作的通知》（国土资发〔2008〕176号）；

8、《国土资源部关于开展煤炭矿业权审批管理改革试点的通知》（国土资发〔2010〕143号）；

9、《国土资源部关于贯彻实施〈土地复垦条例〉的通知》（国土资发〔2011〕50号）。

（四）技术标准

1、《土地利用现状分类》（GB/21010-2007）；

2、《土地开发整理项目预算定额》（2012年）；

3、《建筑物、水体、铁路及主要井巷煤柱留设与压煤开采规程》（2017）；

4、《造林作业设计规程》（LY/T 1607-2003）；

5、《主要造林树种苗木质量分级》（GB/T6000-99）；

6、《池塘水产养鱼综合实用技术》2010.9.1、中国农业科学技术；

7、《地表水环境质量标准》（GB3838-2002）；

8、《地下水水质标准》（DZ/T0290-2015）；

9、《地下水质量标准》（GB/T 14848-2017）；

- 10、《地下水监测规范》（SL/T183-2005）；
- 11、《土壤环境质量标准-农用地土壤污染风险管控标准(试行)》（GB15618-2018）；
- 12、《地质灾害危险性评估技术要求》（DZ/0286-2015）；
- 13、《矿山土地复垦基础信息调查规程》（TD/T 1049-2016）；
- 14、《土地开发整理项目规划设计规范》（TDV/T1012-2000）；
- 15、《土地整治项目设计报告编制规程》（TD/T 1038—2013）；
- 16、《土地复垦质量控制标准》（TD/T 1036-2013）；
- 17、《土地复垦方案编制规程》（TD/T 1031-2011）；
- 18、《矿山地质环境保护与治理恢复方案编制规范》（DZ/T223-2011）。

（五）有关规划

- 1、《新乡市土地利用总体规划（2006-2020年）》；
- 2、《辉县市土地利用总体规划（2010-2020年）》。

（六）相关基础技术类资料

- 1、《河南省新乡市焦作煤业（集团）新乡能源有限公司赵固二矿 2016 年度资源储量动态检测报告》，新乡市方正测绘服务有限公司，2017.1；
- 2、《焦作煤业（集团）新乡能源有限公司赵固二矿矿山地质环境保护与恢复治理方案》，河南省地球物理工程勘察院，2013.5；
- 3、《焦作煤业（集团）有限责任公司赵固二矿综合开发(矿井部分)土地复垦方案报告书》，中煤国际工程集团武汉设计研究院，2007.6；
- 4、《焦作煤业（集团）有限责任公司赵固二矿矿产资源开发利用方案》，中煤国际工程集团武汉设计研究院，2006.6；
- 5、《焦作煤业（集团）有限责任公司赵固二矿初步设计》，中煤国际工程集团武汉设计研究院，2010.8；
- 6、《焦作煤业（集团）新乡能源有限公司赵固二矿生产地质报告》，2015.9；
- 7、《焦作煤业（集团）新乡能源有限公司赵固二矿建井地质报告》，2016.9；
- 8、《焦作煤业（集团）有限责任公司赵固二矿水文地质类型划分报告》，2015.6；
- 9、《特厚冲积层薄基岩大采高地表沉陷时空分布及岩移参数研究》，2010；

- 10、《焦作煤业（集团）新乡能源有限公司赵固二矿井田区域地形图 1:5000》；
- 11、《焦作煤业（集团）新乡能源有限公司赵固二矿井上下对照图 1: 10000》；
- 12、《焦作煤业（集团）新乡能源有限公司赵固二矿 2018-2022 年采掘接替计划》。

四、方案的适用年限

赵固二矿于 2007 年 1 月开工建设，2011 年 4 月 23 日正式投产。矿井设计生产能力 ***万吨/年，服务年限 55.5 年。当前采矿许可证为国土资源部 2010 年 6 月 28 日颁发的《中华人民共和国采矿许可证》(证号*****)有效期为 28 年零 6 个月(2010 年 06 月 28 日至 2038 年 12 月 30 日)，剩余服务年限 21 年。

根据本矿山的地质采矿条件，地面塌陷的基本稳沉期为 3 年；根据河南省气候条件及林木生长实际规律，管护期定为 3 年。因此，本矿山地质环境保护与土地复垦方案服务年限包括生产期 21 年、基本稳沉期 3 年和管护期 3 年，共计 27 年，即 2018~2044 年。

由于矿山服务年限较长，考虑到煤炭开采计划和土地损毁情况等情况变动，因此本方案应每 5 年对其进行一次修订，本方案的适用年限为 5 年，即 2018 年~2022 年；或者在本方案的总体指导和参考下，在制定阶段性地质环境保护与土地复垦实施方案时，对具体问题可进行修订。本方案服务期满前，焦作煤业（集团）新乡能源有限公司赵固二矿作为义务人应重新规划下一阶段的地质环境治理与复垦工作，继续履行义务人的责任，当采矿权人发生变更时，地质环境保护与复垦责任和义务将随之转移。

五、编制工作概况

根据《国土资源部办公厅关于做好矿山地质环境保护与土地复垦方案编报有关工作的通知》国土资规〔2016〕21 号文件的要求，矿山企业矿山地质环境保护与治理恢复方案和土地复垦方案要合并编报制度，矿山企业不再单独编报矿山地质环境保护与治理恢复方案、土地复垦方案。因此，焦作煤业（集团）新乡能源有限公司于 2017 年 8 月委托北京淮明科技发展有限公司承担焦作煤业（集团）新乡能源有限公司赵固二矿的矿山地质环境保护与土地复垦方案编制工作。在收集整理总结相关资料的基础上，按照国土资规〔2016〕21 号文件的要求，于 2018 年 4 月完成《焦作煤业（集团）新乡能源有限公司赵固二矿矿山地质环境保护与土地复垦方案》编制工作。

方案编制是在进行大量的资料收集以及野外调研的基础上完成的，本方案的编制工

作大致分为以下四个阶段：

1、前期工作（2017年09-10月）

（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。

（2）野外调研。实地调查了矿区的地形地貌景观、地层岩性、地质构造等地质环境背景和地质灾害发育、含水层破坏、地形地貌景观破坏和土地压占损毁等问题，同时调查矿区土壤、水文、水资源、生物多样性、土地利用等情况。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，采集了地下水水样、土壤样并送检。

（3）公众参与。采用座谈会、调查走访等方式，调查赵固二矿、土地使用权人以及国土、林业、水利、农业、环保等部门及相应的权益人，征求对地质环境保护、土地复垦方向、复垦标准及复垦措施的意见，并进行群众走访，了解群众意愿。

2、拟定初步方案（2017年11月）

通过对收集资料的整理，确定方案的服务年限，进行地质环境影响评价、土地损毁预测与土地复垦适宜性评价，确定矿山地质环境治理分区、土地复垦标准及措施，明确矿山地质环境保护与土地复垦的目标，确定主要治理工程措施，测算工程量，估算治理费用，初步确定土地复垦方案。

3、方案协调论证（2017年12月）

对初步拟定的矿山地质环境保护与土地复垦方案广泛征询赵固二矿、政府相关部门和社会公众的意愿，从组织、经济、技术、费用保障、矿山地质环境保护与土地复垦目标以及公众接受程度等方面进行可行性论证。

4、编制方案（2018年01-03月）

根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、优化工程设计、估算工程量以及投资，细化矿山地质环境保护与土地复垦实施计划安排以及费用、技术和组织管理保障措施，编制详细的矿山地质环境保护与土地复垦方案。

方案编制的工作程序框图见图0-1。

图0-1 工作程序框图

1 矿山基本情况

1.1 矿山简介

采矿权人：焦作煤业（集团）新乡能源有限公司

矿山名称：焦作煤业（集团）新乡能源有限公司赵固二矿

经济类型：国有企业

采矿许可证有效期限：2010年06月28日至2038年12月30日

开采矿种：煤

开采方式：地下开采

生产规模：设计生产能力***万吨/年

开采深度：标高-500~-1500m

矿区面积：69.0791km²

建设性质：既有矿权，已投产生产项目

开拓方式：井田采用立井开拓方式

本井田煤系地层上部被巨厚新生界松散沉积层覆盖，松散沉积层一般在500m以上，属全掩盖型煤田。

土地权属：本矿所有土地开采前均为新乡市所有，已征用土地28.04hm²建设工业广场。

地理位置：赵固二矿位于焦作煤田东部，太行山南麓，行政隶属河南省新乡市所辖的辉县市，井田涉及赵固、北云门、占城、冀屯、胡桥五个乡镇。矿区地理位置：东经***~***、北纬***~***，见图1-1。

开采储量：井田区内煤系地层为二叠系下统下石盒子组与山西组及石炭系上统太原组及本溪组，累计厚278.63m，分5个煤段，共含煤19层，煤层总厚10.83m，含煤系数为3.89%，根据《焦作煤业（集团）新乡能源有限公司赵固二矿2016年度资源储量动态监测报告》，经测算截止2016年12月31日，二₁煤层资源储量***t，累计消耗量***t，保有资源储量***t。保有资源储量中（121b）类资源储量***t，（122b）类资源储量***t，（333）类资源储量***t。

矿区交通：赵固二矿井田西南距焦作市55km，东南距新乡市37km，东北距辉县市10km，与新乡市、焦作市、辉县市、获嘉县均有柏油公路相通，经薄壁至山西省也有公

路相连。

井田南约 18km 有新(乡)~焦(作)铁路横贯东西, 距新(乡)~焦(作)铁路获嘉车站 22km, 西南距焦作矿区铁路专用线约 6 km, 井田东距京广铁路 24km 左右, 吴村—辉县—新乡的 762 窄轨铁路从井田北部通过。全区地势平坦, 乡村公路纵横成网, 交通便利, 见图 1-1。

图 1-1 赵固二矿交通位置图

1.2 矿区范围及拐点坐标

赵固二矿位于焦作煤田东部, 太行山南麓, 行政隶属河南省新乡市所辖的辉县市, 井田涉及赵固、北云门、占城、冀屯、胡桥五个乡镇。井田地理坐标东经 **、北纬 **, 井田东西长约 15km, 南北宽 2.0~5.5km, 总面积 69.08km², 西北部与赵固一矿相邻。现井田范围为 2010 年颁发的采矿许可证(证号*****)划定的范围。矿井范围见图 1-2。拐点坐标见表 1-1。

表 1-1 赵固二矿井田边界拐点坐标表

序号	地理坐标		直角坐标(1980 西安坐标系)		2000 国家大地坐标系	
	北纬	东经	X	Y	X	Y
1	*****	*****	*****	*****	*****	*****
2	*****	*****	*****	*****	*****	*****
3	*****	*****	*****	*****	*****	*****
4	*****	*****	*****	*****	*****	*****
5	*****	*****	*****	*****	*****	*****
6	*****	*****	*****	*****	*****	*****
7	*****	*****	*****	*****	*****	*****
8	*****	*****	*****	*****	*****	*****
9	*****	*****	*****	*****	*****	*****
10	*****	*****	*****	*****	*****	*****
11	*****	*****	*****	*****	*****	*****
12	*****	*****	*****	*****	*****	*****
13	*****	*****	*****	*****	*****	*****
14	*****	*****	*****	*****	*****	*****
15	*****	*****	*****	*****	*****	*****
16	*****	*****	*****	*****	*****	*****
17	*****	*****	*****	*****	*****	*****
18	*****	*****	*****	*****	*****	*****
19	*****	*****	*****	*****	*****	*****
20	*****	*****	*****	*****	*****	*****
21	*****	*****	*****	*****	*****	*****
22	*****	*****	*****	*****	*****	*****
23	*****	*****	*****	*****	*****	*****
24	*****	*****	*****	*****	*****	*****
25	*****	*****	*****	*****	*****	*****
26	*****	*****	*****	*****	*****	*****
27	*****	*****	*****	*****	*****	*****
28	*****	*****	*****	*****	*****	*****
29	*****	*****	*****	*****	*****	*****

图 1-2 赵固二矿井田范围示意图

1.3 矿山开发利用方案概述

1.3.1 矿山建设规模及工程布局

1、矿山建设规模

赵固二矿采矿许可证上生产规模为***万 t/a，煤矿设计生产能力***万 t/a。因此赵固二矿矿山建设规模为***万 t/a。根据《矿山地质环境保护与治理恢复方案编制规范》（以下简称“规范”）附录 D “矿山生产建设规模分类”的矿山规模分类标准，属大型采煤矿山。

2、工程布局

1) 工业场地布置

根据《矿山开发利用方案》，矿井设主井、副井及风井各一眼，均分布在工业场地内，工业场地布置按功能的不同分为厂前区、生产区、辅助生产区和风井与瓦斯抽放站场地等。工业广场平面布置图如图 1-3 所示。

生产区布置在主井井口的东面。主要包括准备车间、皮带走廊、精煤仓、原煤仓、储煤场、主厂房、浓缩车间、浮选药剂库、矸石仓、中煤仓等建构筑物。储煤场位于工业场地的西部，远离场前区和村庄。

辅助生产区布置在副井的南边，主要包括机修车间、材料库、坑木场等。辅助生产区通过窄轨铁路与副井相连，能够很好的为矿井生产服务。

场前区布置在工业场地的北部，主要包括综合办公楼、单身宿舍楼、职工食堂、灯房、浴室更衣室等建构筑物。灯房、浴室更衣室联合建筑靠近副井井口房布置。

综合办公楼布置在场前区的中部部分，在综合办公楼的东侧是职工食堂，单身宿舍楼布置在综合办公楼的南边。综合办公楼周围的空地上结合建筑环境进行优美的绿化和环境设计。工业广场平面布局图见图 1-3。

1.3.2 矿山拟开采层位

井田范围内二₁煤层为设计开采煤层，其赋存范围东部以二₁煤层隐状露头为界，南部以南云门断层（F₁₈）和石庄断层（F₁₉）为界，西部以-1100m 煤层等高线为界，北部以百泉断层（F₁₇）为界，东西长约 8.5~11.8km，南北宽 0~6.5km，总面积 37.0km²。二₁煤层等厚线图见图 1-4。

图 1-3 赵固二矿工业广场平面布置图

图 1-4 赵固二矿二₁煤层等厚线图

1.3.3 矿山资源及储量

1、矿井地质资源量

根据《河南省新乡市焦作煤业（集团）新乡能源有限公司赵固二矿 2016 年度资源储量动态检测报告》，经检测分析估算截止 2016 年 12 月 31 日，赵固二矿累计查明资源储量***t，其中累计消耗量***t，保有资源储量***t。保有资源储量中（121b）类资源储量***t，（122b）类资源储量***t，（333）类资源储量***t。

2、矿井工业资源储量

根据《煤炭工业矿井设计规范》（GB50215-2005），矿井工业储量按下式计算：

$$\text{矿井工业储量} = 111b + 122b + 331 + 332 + 333 * k \quad (\text{式 1-1})$$

其中：k 为可信度系数。二 1 煤层地质资源中探明的经济的基础储量（121b）、控制的经济的基础储量（122b）和推断的内蕴经济的资源量（333）乘以可信度系数 0.85，归类为矿井工业资源储量，即***t。

3、矿井设计资源储量

矿井设计储量 = 矿井工业储量 - 断层煤柱 - 防水煤柱 - 井田境界煤柱 - 地面建(构)筑物煤柱。

本井田范围内无大的河流通过，加之表土层深厚，第三系泥、泥质隔水层由一套河湖相沉积的粘土、砂质粘土组成，厚度 500~1180m，呈半固结状态，隔水性良好，可阻隔地表水、浅层水对矿床的影响，故无需留设河流煤柱；井田内村庄大部按搬迁考虑，不留设煤柱。

奥陶系灰岩岩溶裂隙含水层距二 1 煤一般 109.12~126.03m。根据焦作矿区经验，每米隔水层能够承受 0.12MPa 左右的水压，考虑采矿对底板的破坏深度 8m 左右，则底板能够承受的水压为 12.1MPa。因此，一般情况下奥陶系灰岩岩溶裂隙含水层对开采没有影响。太原组下部灰岩含水层（L2、L3）上距二 1 煤层 85.58~104.57m，底板能够承受的水压为 9.2MPa，正常情况对二 1 煤层开采也没有影响。太原组上部灰岩含水层（L9、L8、L7）上距二 1 煤层 9.10~16.22m，为二 1 煤层底板主要充水含水层。设计中考虑开采前疏水降压的措施，含水层水头压力按 150m 水头考虑进行断层防水煤柱计算。

矿井的永久煤柱损失量主要为断层防水煤柱、煤层露头煤柱（包括防水煤柱和防砂煤柱）。断层防水煤柱上下盘经计算按每边 50m 和 100m（EF3 取 120m）留设，煤层露头防水煤柱经计算后按 75m 留设，煤层露头防砂煤柱经计算后按 40m 留设。矿井永久煤柱损失量总计为***Mt。

矿井工业场地井筒及工业广场煤柱：按岩层移动角留取，表土层移动角 $\phi=****^\circ$ ，基岩移动角 $r=\delta=****^\circ$ ， $\beta=****^\circ$ ，主要井巷的保护煤柱量（大巷煤柱按 40m 留设，初期大巷煤柱考虑回收）为***t，开采损失煤量为***t。工业广场保护煤柱留设图见图 1-5。

矿井设计资源储量是指矿井工业资源储量减去设计计算的断层煤柱、防水煤柱、井田境界煤柱和地面建筑物、构筑物等永久保护煤柱损失量后的资源储量。经计算矿井永久煤柱损失量总计为***t，设计资源储量为***t。

4、矿井设计可采储量

经计算矿井工业场地和主要井巷的保护煤柱量为*，截止到 2017 年实际动用量***t，矿井设计可采储量为***t。

1.3.4 矿山服务年限及生产能力

2008 年 12 月取得采矿证（*****），采矿权人为焦作煤业（集团）有限责任公司，矿山名称为焦作煤业（集团）有限责任公司赵固二矿，生产规模***万吨/年，矿区面积 69.0924km²，有效期三十年（2008 年 12 月 30 日至 2038 年 12 月 30 日）。2011 年 10 月变更采矿证（*****），采矿权人变更为焦作煤业（集团）新乡能源有限公司，矿山名称变更为焦作煤业（集团）新乡能源有限公司赵固二矿，生产规模***万吨/年，矿区面积变更为 69.0791km²，有效期二十八年零六月（2010 年 06 月 28 日至 2038 年 12 月 30 日）。

根据《焦作煤业（集团）有限责任公司赵固二矿矿产资源开发利用方案》，矿山设计生产能力为***万吨/年。

根据全井田工业资源/储量，扣除浅部安全煤岩柱、断层煤柱、井田境界煤柱等各永久性煤柱损失量后，矿井设计资源储量***t。矿井设计资源储量减去井筒及工业场地保护煤柱、井下主要巷道保护煤柱后乘以盘区回采率 75%，并考虑回收 50%主要巷道煤柱，矿井可采储量为***t，截止到 2017 年 12 月 31 日，赵固二矿煤炭资源动用量为***t，

赵固二矿剩余可采储量为***t。

按现行《煤炭工业矿井设计规范》的规定，本矿井服务年限为：

$$T = \frac{Z}{A \times K} \quad (\text{式 1-2})$$

式中：T——计算服务年限，a；

Z——可采储量，万吨；

A——备用系数，采用 1.4；

K——矿井设计生产能力，按***万吨/年计算；

$Z = Q_{\text{可采}} - Q_{\text{实际动用}} = \text{***} \text{ (Mt)}$ 。

即赵固二矿剩余服务年限为：

$$T = \frac{Z}{A \times K} \approx \text{***} \text{ (年)}$$

1.3.5 盘区划分及开采顺序

1、盘区划分

2007 年 1 月开工建设，2010 年 11 月竣工投产。现主要在一、二、三、四共四个盘区开采，已开采煤层为二₁。

本矿井设四个盘区，F₁₇ 和 F₁₈ 断层之间设三个盘区，F₁₈ 断层以南设一个盘区，详见图 1-5。

一盘区位于井田中部，东西长 3000m 左右，南北宽 2200m 左右，面积约 5.9km²。一盘区为上下山盘区。

二盘区位于井田东、北部，西部以二₁煤层-600m 水平与一盘区为界，盘区南北长 3500m 左右，东西宽 1300m 左右，面积约 3.6km²。二盘区为上山盘区。

三盘区位于井田西部，东西长 3800m 左右，南北宽 2000m 左右，面积约 7.3km²。三盘区为下山盘区。

四盘区位于井田南部，F₁₈ 断层以南区域，该区域长 3200m 左右，宽 2600m 左右，面积约 10.1km²。

图 1-5 工业广场保护煤柱留设

1.3.6 开采方式

1、开拓现状

赵固二矿于 2007 年 1 月正式开工建设，2011 年 4 月正式竣工投产。目前已采空的工作面为 11011、11021、11030、11041、11050、11071、12012、12021、12031 工作面。已形成采空区面积 0.37km^2 ，随着采煤工作面向前掘进，在采空区上方地表会形成地面塌陷盆地，危及地表建筑和农田。开拓方式平面图、剖面图见图 1-8，图 1-9。

2、采煤方法

赵固二矿采煤方法采用长壁一次采全高采煤法、长壁分层采煤法，回采工艺采用综合机械化采煤，顶板管理方式为全部垮落法。11030 长壁一次采全高综采工作面采用 ZY18000/30/65D 型液压支架支护顶板，MG900/2245-GWD 型采煤机进行割煤装煤，工作面铺设 SGZ1200/2×1000 型刮板输送机运煤；11071 长壁分层综采工作面采用 ZF10000/20/38 型液压支架支护顶板，MG300730-WD2 型采煤机进行割煤装煤，工作面铺设 SGZ800/800 型刮板输送机运煤。

煤巷掘进工艺：采用 EBZ-160 型掘进机割煤，MQT-130 型锚杆钻机和 ZQS-35/1.7S 型手持式钻机打眼、支护，DSJ80/2×55 型胶带输送机运煤，SQ-120/132P 型无极绳绞车运输物料，支护形式主要有：锚网索梁+叉子棚联合支护、锚网索梁+12[#]工字钢棚+喷浆+注浆联合支护两种。

岩巷掘进工艺：采用 YT-28 型气腿式凿岩机打眼，三级煤矿许用乳化炸药和煤矿许用毫秒延期电雷管爆破，MQT-130 型锚杆钻机支护，P-60B 型耙矸机耙矸，JD-4 型绞车排矸和运输物料，支护形式为：锚网索梁+12[#]工字钢棚+喷浆+注浆联合支护。

3、井田开拓方式

本井田煤系地层上部被巨厚新生界松散沉积层覆盖，松散沉积层一般在 500m 以上，属全掩盖型煤田。煤层埋藏深度在 580m 以上，采用立井开拓方式。

4、主副井、风井的技术参数

本矿井设计生产能力为 $***\text{Mt/a}$ ，采用一对立井开拓方式。井底车场水平标高为 -626.0m，主井井口标高为 +81.5m，副井井口标高为 +81.5m。主井井筒净直径为 D5000mm，装备一对立井四绳 20t 箕斗，担负全矿井的煤炭提升任务。副井井筒净直径为 D6900mm，装备一对 1.5t 矿车单层二车四绳罐笼(非标一宽一窄)，担负全矿井提人、矸石、设备及升降材料等任务。主副井技术参数如下：

主井：年产量： $***\text{Mt/a}$ ；主井井口标高：+81.5m；主井井底标高：-626.0 m；

工作制度：330d/a，16h/d；装载位置箕斗底标高：-604.0 m（水平上装）；卸载位置箕斗底标高：+97.5 m。

副井：年产量：***Mt/a；副井井口标高：+81.5m；副井井底标高：-626.0 m；矸石量：按年产煤量的3%计；坑木消耗：1.5 m³/kt；支护材料：6 车/班；运送设备：1 次/班；最大班下井人数：137 人；其它：5 次/班；最大件质量：26000 kg；平板车质量：2500 kg。

本矿井所需风量通风容易期、困难期均为 148m³/s。矿井所需负压通风容易期负压为 1702.8Pa，困难期为 2631.7Pa。结合本矿实际并根据矿井开拓布置，通风系统采用中央并列抽出式通风，主立井、副立井进风，回风立井回风本矿井采用机械通风，设有回风井，其出口处设置通风机。本矿进风主立井井口、副立井井口标高均为+81.5m，回风立井井口标高也为+81.5m。

根据通风机设备选型情况和现行《矿山电力设计规范》、《煤矿安全规程》要求，矿井主通风机为一级负荷。同时考虑到主通风系统的重要性且主通风机电机容量较大，通风机房的高压电源两回，直接引自变电所。

图 1-8 开拓方式平面图

图 1-9 开采方式剖面图

4、顶板管理方法

根据煤层赋存条件和开采技术条件，采用专向长壁采煤法分层开采，全部冒落法管理顶板。

1.3.7 废水排放量及处置情况

项目施工期水环境影响主要源自井巷掘进地下水疏排、施工建筑废水、工人生活污水。水环境影响分析如下

1、矿井生产期水污染

水环境影响来源于矿井水、生产生活污水和选煤厂煤泥水的排放。矿井-950m 水平正常涌水量为 47283m³/d，矿井初期开采排水水平为-690m，-690m 水平以上正常涌水量为 37501 m³/d，服务年限为 13.8 年，矿井水中含悬浮物较多，主要以煤粉为主；生产生活污水产生量为 480m³/d，污染物以 SS、COD 和 BOD₅ 为主；煤泥水中主要污染物是 SS、COD，其它有害物质含量较少。

矿井排水全部进入絮凝反应斜管沉淀池，沉淀后的溢流水流入调节水池，调节水池内的水首先满足工业场地生产生活及选煤厂用水量，供矿井工业场地生活、生产用水及井下消防洒水用水，剩余溢流水量供给电厂。絮凝反应斜管沉淀池排泥排至污泥池，由污泥泵加压送到选煤厂浓缩车间处理。无阀滤池的反洗排水排至反洗水池，由潜污泵加压送到 2#絮凝反应斜管沉淀池。

2、工业场地生产生活废水

矿井生产污废水排水系统独立设置。地面生活、生产污废水量约为 1133 m³/d。生活生产污、废水主要来自浴室、食堂、单身楼、办公楼和洗衣房等生活污水。污、废水经工业场地排水系统收集后排至生活污水处理站调节水池，经 A₂/O 二级生化处理达到《城镇污水处理厂污染物排放标准》（GB18918-2002 一级 A 标准）后输送至注浆站和厂区绿化区，作为井下注浆和绿化用水。地面生产系统的各转载楼、栈桥、煤仓等冲洗地面产生的煤泥废水经废水池收集后用水泵压力输送至选煤厂主厂房。

3、综合利用电厂生产期水污染

定排坑冷却水排水量 8.8 m³/h，工业废水排水量 15 m³/h，含有少量油污，另外还有少量锅炉酸洗废水和除灰地面冲洗水等间断排放污水

1.3.8 固体废弃物

矿井固体废物主要包括井下掘进矸石、选煤厂原煤车间排出的大块矸石、主厂房排出的洗末矸、煤泥，其中矿井正常生产后年排矸石总量为***万 t，锅炉灰渣排放量***t/a，选煤厂洗选矸石***万 t/a，基本不堆存，随时外运出售，剩余部分矸石、锅炉灰渣在沉

陷区形成前运往临时矸石山堆存，沉陷区形成后充填沉陷区。

设计按照资源综合利用的循环经济发展模式，对矿井生产期间排出的掘进矸石用于外售给建材单位和焦煤集团的发电厂进行综合利用；生产期间排出的洗末矸和煤泥用作热电厂燃料，塌陷区形成后的产生的矸石也可用于充填塌陷区。

由于工业场地附近无较大沟谷和荒山作为排矸场地，为减少污染、美化环境及少占良田，本矿不设永久性矸石山。在开采初期塌陷区未形成之前设临时矸石排放场，地点选在工业广场东侧。目前，临时矸石周转场面积为 1050m²，现有临时矸石周转场堆放一堆矸石，堆高 1.5m。

1.4 矿山开采历史及现状

1.4.1 矿山开采历史

赵固二矿于 2007 年 1 月正式开工建设，2010 年 11 月 6 日各生产系统建成并开始联合试运转。2011 年 4 月 23 日通过国家发改委组织的项目竣工验收。

赵固二矿主采煤层为二叠系山西组二₁煤，为单一近水平煤层，矿井初设为四个盘区，为优化矿井设计已将原二盘区与一盘区合并为一盘区，合并后的一盘区以 I 盘区上段回风大巷为分界线，将原二盘区变更为一盘区上段。三盘区与一盘区同在 F₁₈ 断层北侧，以 -850m 二₁煤层顶板标高为界，四盘区位于矿井 F₁₈ 断层以南区域，该区域长 3200m 左右，宽 2600m 左右，面积 10.1km²，地质储量***Mt，可采储量***Mt。F₁₈ 断层为一、三盘区与四盘区分界线，断层走向 NE，倾向 SE，倾角 70°，错断新生界底界面、二₁煤层、L₈ 灰岩和奥灰，在一盘区 -682~-800m 水平段该断层落差大于 705m，从东向西落差有逐渐增大的趋势。受 F₁₈ 断层落差（460~730m）的影响，四盘区开采尚需进行可行性论证。

截至 2017 年，矿井累计动用资源储量***万 t，采出量***万 t，损失量***万 t。矿井平均回采率为***%，具体情况见表 1-4。

表 1-4 赵固二矿历年动用资源储量统计表

单位：万吨

年度	动用量	采出量	损失量
***	***	***	***
***	***	***	***
***	***	***	***
***	***	***	***
***	***	***	***
***	***	***	***
***	***	***	***
***	***	***	***
***	***	***	***
***	***	***	***
***	***	***	***

1.4.2 矿山开采现状

赵固二矿为正常生产矿山，根据采矿许可证可知，生产规模为***万 t/a，矿山目前正在开采二 1 煤层，工作面使用的采煤方法为倾斜分层走向长壁下行垮落采煤法，综合机械化采煤工艺，全部垮落法管理顶板。目前赵固二矿已进行开采盘区主要为一、二、三、四盘区的工作面。近期工作面参数见表 1-6。截止至 2017 年 12 月 31 日，累计动用资源储量***，剩余可采储量为***。

通过实地调查，累计损毁面积达 665.71 hm²，已损毁待复垦土地已出现积水，其中沉陷深度大于 3000mm 区域面积 102.29hm²，出现常年性积水，沉陷深度 1000-3000mm 区域面积 236.73hm²，出现季节性积水。

2018 年赵固二矿仍旧计划动用二 1 煤层共 3 个工作面（11072 、11021、12041 工作面）。

1.4.3 相邻矿山分布与开采情况

与赵固二矿相邻的矿山为焦作煤业集团赵固（新乡）能源有限责任公司赵固一矿（见图 1-8）。赵固一矿于 2005 年 6 月正式开工建设，2009 年 5 月 10 日竣工投产，生产规模***t/a。井田范围内以二 1 煤层为设计开采煤层。设计可采储量***t，剩余服务年限 39.16 年。全井田共划分 7 个盘区，F₁₆ 断层以东 3 个盘区，水平上 2 个，水平下 1 个，分别为东一盘区、东三盘区、西二盘区。F₁₆ 断层以西 4 个盘区，即西四盘区、西六盘区、西八盘区和西十盘区。盘区开采顺序本着先近后远的原则，先投产水平上紧靠工业广场煤柱东侧的东一盘区，接替盘区为西二盘区。具体位置见图 1-10。

图 1-10 相邻矿山分布示意图

2 矿区基础信息

2.1 矿区自然地理

2.1.1 气象

根据辉县市 1955 年~2000 年气象资料进行描述。评估区地处温暖带大陆性季风气候区，多年平均降水量 714mm，年际降水变化较大，最大值达 1127.4mm（1963 年），最小值 450.9mm（1986 年）；降水量四季分配不均，主要集中在 7、8 月份，占全年降水量的 53.6%；多年平均蒸发量 1677.5mm，最高月达 285.6mm，最低月为 52.4mm（图 2-1）。

图 2-1 多年月均降水量分布图

区内多年平均气温 14℃，最低月平均气温为-5.7℃，出现在 1 月份；最高月平均气温 32.5℃，出现在 6 月份。多年平均蒸发量 1750mm，平均相对湿度 6%，平均潮湿系数 0.35。本区全年盛行东北偏东风，年平均风速 2.1m/s。最大风速 16m/s，其风向为西南风，发生在 1978 年 6 月 30 日。本区平均有霜期约 153 天左右，初霜期一般在 10 月 27 日左右，终霜期一般在次年 3 月 29 日左右。冰冻期约 112 天，一般从 11 月中旬开始至次年 3 月上、中旬结束，最大冻土深度约 20cm。

2.1.2 水文

矿区属海河流域卫河水系，区内河流主要有：纸房河、峪河、石门河、百泉河、黄水河、王村河，均为季节性河流。峪河、石门河及黄水河发源于太行山区。区内北部的太行山区岩层裸露，沟壑深切，河谷地带有许多岩溶大泉，径流资源丰富，多数河流上游河段有水，距山口 10~20km 开始漏失和全部漏失，成为煤矿的主要充水水源。为满足农业灌溉需要，还兴修了纵横交错的各种干渠。评估区北部的太行山岩层裸露，河谷地带有许多岩溶大泉，径流资源丰富，多数河流上游河段有水，距山口 10-20km 开始漏失，形成煤矿的主要充水水源。评估区内主要分布的河流为石门河、黄水河、百泉河。

（1）石门河：发源于山西省陵川县东南进头窑，至赞城乡蔡旗营东南与黄水河汇流入卫河，区内全长 40km，流域面积 317.6km²，河宽 20~180m，出山口最大洪峰流量 2762m³/s，其上游建有石门水库。石门河为常年性河流。近期塌陷不会对项目区石门河段造成影响。中远期塌陷过程中将会对项目区石门河段造成影响，影响面积 10.25 hm²。

(2) 黄水河：发源于辉县市黄水乡滴水寨，由河西村出山，向南流至赞城乡蔡旗营东南与石门河汇流入卫河，全长 45km，山区流域面积 72km²，河宽 20~150m，出山口最大洪峰流量 422m³/s。位于评估区中的黄水河长度 6120m，近期塌陷影响总面积约为 32.37hm²。在中远期的塌陷过程中将会对项目区黄水河段造成影响，影响总面积达到 27.41hm²。

(3) 百泉河：季节性河流，发源于百泉湖，经百泉等三乡汇入卫河。季节性河流，发源于百泉湖，经百泉等三乡汇入卫河。经过项目区内主要水系是黄水河，石门河，百泉河部分区段，位于评估区中的百泉河长度 3824m。后期塌陷不会对百泉河造成影响。

上述河流平时无水或水量很小，汛期水量丰富，起泄洪排涝作用，经实地勘察，采煤塌陷对三条河流汇水等无明显影响。地表水系图见图 2-2。

图 2-2 地表水系示意图

2.1.3 地形地貌

赵固二矿位于太行山南麓，焦作煤田东部，区内地形平坦，海拔高程+72m~+85m，坡降4~6%，地形为北高南低。

评估区微地貌类型为有残丘、冲洪积扇、冲沟、河流阶地，河床及河漫滩等。地貌特征为地形平坦。由河流河漫滩向谷坡上方，常出现多级阶地。河流在以侧向侵蚀为主扩展谷底的基础上，转为深向侵蚀为主加深河谷，形成河漫滩。沟渠较多，无大的构筑物，地面海拔标高75~100m，全区呈西北高东南低缓慢倾斜地势，坡降5~8%，地形切割较强；东南部地势平坦，低洼地带易发生洪涝灾害。根据区域地形特征，将评估区及其临近区域划分为山地、丘陵和冲洪积平原3个地貌单元，详见图2-3。

1、山地

分布于赵固矿区外围西北部一带，为侵蚀中低山地形，海拔500-1600m，最高峰十字岭为1732m，由于强烈的构造作用，地形切割较深，相对高差为200-800m，组成岩性为太古界片麻岩、中元古界汝阳群石英砂岩及古生界碳酸盐岩、碎屑岩等。

2、丘陵

分布赵固矿区外围西北部山地和冲洪积平原过渡地带，海拔200-500m，地面坡降30-60%，向南向东倾斜，冲沟发育，切割深度几米到几十米，组成岩性为粉土、棱角状砂砾、卵石块及粉质粘土夹砾卵石等混杂组成。

3、冲洪积平原

广泛部分于矿区及其外围，主要由峪河、石门河、纸坊河、王村河和黄水河冲洪积物所组成，地势较为平坦，整体向东南倾斜，坡降较小，一般在1.2-8.0%之间，地面标高在80-120m之间，近山前地区较高，可达150m，地表岩性主要为砂砾石、粉土、粉质粘土和粘土，由西北向东南颗粒逐渐变细。

图 2-3 区域地形地貌图

2.1.4 土壤

辉县市土地资源类型复杂多样，境内分布有褐土、潮土、棕壤、砂礓黑土、水稻土、风砂土、沼泽土等 7 个土类，续分 13 亚类，29 个土属，62 个土种。其中褐土 208.29 万亩，占全市土地面积（301 万亩）的 69.2%，主要分布在北中部山地和山前倾斜平原。潮土 54.18 万亩，占全市的 18%，主要分布在南部地区；棕壤土 20.05 万亩，占全市的 6.7%，主要分布在境内海拔 1200m 以上的垂直带谱中。砂礓黑土 11.5 万亩，占全市总面积 3.8%，分布在境内南部、西南部和西部。水稻土 1.5 万亩，占 2.2%，主要分布在薄壁镇东部，百泉镇南部，北云门镇和胡桥乡周围，及孟庄镇部分地块；风砂土 0.21 万亩，占 0.1%，主要分布在赵固乡北部和洪州乡境内；沼泽土 0.06 万亩，分布在北云门镇韩小庄，卓水以西地带。潮土分为黄潮土，褐土化潮土两个亚类，续分 4 个土属 8 个土种。黄潮土是潮土中的典型亚类，黄潮土亚类包括沙土，两合土和淤土三个土属。两合土土属是在河流漫流沉积物发育起来的，主要分布在褚丘乡，吴村乡、峪河乡、冀屯乡、占城乡、赵固乡、北云门镇和胡桥镇。

本方案在编制过程中，对项目区内土壤情况进行了现场调查，并挖取了区内典型的土壤剖面，区内表土层较厚，一般能达到 50-70cm，pH 值在 7.0-8.0 之间，呈中性至微碱性，有机质含量多在 1.5-1.8%。

本矿区受开采影响的土壤类型主要为潮土，影响的是潮土中的黄潮土亚类两合土土属小两合土土种。

两合土土属质地轻壤到中壤，物理性粘粒含量 20-45%，砂粒和粘粒的比例适中，大小孔隙比例恰当，通透性较好，保肥能力较强，有机分解慢，增施粗肥多时，有机质也能在土壤中积累，供肥能力较强，土性温和，耕作方便，适耕时间较长，容易整地，达到精耕细作。前期既有速效养分供小苗吸收利用，后期又有充分的养分满足，不至脱肥早衰，水肥气热四大肥力要素比较协调，是农业上理想的土壤类型，适种农作物广泛，小麦、玉米、棉花、红薯等各种作物都能很好生长。但应不断增施有机肥，逐步提高土

壤肥力。

小两合土发育在漫流沉积母质上，表层属轻壤，质地较轻，土体疏松，耕性好，耕层厚，肥力低；剖面中 25-100cm 范围属中壤，土体较紧，呈块状结构，通体有石灰反应，土壤呈微碱性，地下水位高，剖面下部有铁锈斑纹，适种农作物广泛，应注意增施肥料，不断提高土壤肥力。小两合土典型剖面性态和理化性质见表 2-1、表 2-2 和表 2-3。小两合土典型剖面图见图 2-4。

表 2-1 小两合土典型剖面性态

层次 (cm)	剖面性态
0-25	黄褐色，轻壤，粒状结构，松散，大孔隙和植物根系较多，强石灰反应，有炉渣侵入体，PH8.0
25-65	黑褐色，中壤，块状结构，较紧，小孔隙和植物根系较多，强石灰反应，有炉渣侵入体，PH8.2，有蚯蚓洞穴和粪便
65-100	浅灰褐色，中壤，块状结构，较紧，植物根系少，强石灰反应，少量小料姜，大量铁锈斑纹，PH8.0

表 2-2 小两合土物理性质

层次 (cm)		0-25	25-65	65-100
质地		轻壤	中壤	重壤
机械组成粒径 (mm)	1-0.05	36%	30%	36%
	0.05-0.01	36%	38%	34%
	>0.01	72%	68%	70%
	<0.01	28%	32%	30%
	0.01-0.005	8%	8%	7%
	0.005-0.001	7%	12%	11%
	<0.001	13%	12%	12%

表 2-3 小两合土化学性质

层次 (cm)	0-25	25-65	65-100
容重 (g/cm ³)	1.48	1.63	—
PH 值	8.0	8.2	8.0
有机质 (%)	1.000	0.840	0.607
全氮 (%)	0.0622	0.0570	0.0394
全磷 (%)	0.140	0.130	0.125
代换量 (me/100g 土)	9.7	10.2	9.3

图 2-4 小两合土典型剖面

2.1.5 植被

项目区内的主要植被以农业植被群落和栽培的落叶阔叶树种为主。农作物群落在区内分布广泛，占 73.62%，主要作物的轮作方式为小麦~玉米，小麦~蔬菜，小麦~棉花，小麦~大豆等类型。小麦、玉米是当地的主要粮食品种，成为当地的优势作物群落。栽培的落叶阔叶树种主要以杨树群落为主，该群落类型有两类：一类是道路林或农田林网，为主要类型，主要分布于道路两侧或农田四周，其乔木层建群种主要为杨树，沿道路呈条带状分布。其它树种有泡桐、榆树等，其比例不超过 30%。另一类为村落林，树种组成上较为多样，混交树种主要有泡桐、槐树、榆树、椿树等，树龄差异较大。村落中呈片状分布，受村落居民影响，郁闭度约 0.3。

2.2 矿区地质环境背景

2.2.1 地层岩性

评估区为第四系覆盖区，根据钻孔揭露地层由老到新为：奥陶系中统马家沟组、石炭系上统本溪组、石炭系上统太原组、二叠系下统山西组与下石盒子组、新近系和第四系。二叠系上统上石盒子组以上中生界被剥蚀。石炭系上统太原组和二叠系下统山西组为主要含煤地层，矿区地层综合柱状图见图 2-5。从老到新分述如下：

1、奥陶系中统马家沟组（O_{2m}）

以深灰色厚层状隐晶质石灰岩为主，致密坚硬，裂隙发育，多充填方解石。本组实际厚度大于 400m，矿区揭露厚度 6.32~51.85m，平均 15.24m。与下伏地层是假整合接触。

2、石炭系上统本溪组（C_{2b}）

底部为铝质泥岩，中部为灰色砂质泥岩，上部为黑色泥岩和砂质泥岩。本组厚 4.48~12.63m，平均 7.70m。与下伏地层呈平行不整合接触。

3、石炭系上统太原组（C_{3t}）

由石灰岩、砂岩、砂质泥岩、泥岩和煤层组成，为本区主要含煤地层。据其岩性组合特征可分为上、中、下三段。本组下起一₂煤层底，上至太原组 L_q 灰岩顶，地层厚度 79.11m，平均厚度 94.79m。与下伏平缓的地层整合接触。

（1）下段：自一₂煤层底至 L₄ 灰岩顶，平均厚度 28.02m。岩性以石灰岩、煤层为主，夹砂质泥岩、泥岩。含石灰岩 3 层（L₂~L₄），多为煤层顶板，其中 L₂ 石灰岩普遍

发育，平均厚度 12.53m，为本区主要标志层。

(2) 中段：自 L₄ 灰岩顶至 L₈ 灰岩底，平均厚度 51.14m。以砂岩、砂质泥岩、泥岩为主。

(3) 上段：自 L₈ 灰岩顶至 L₉ 灰岩顶，平均厚度 15.63m。以石灰岩、砂质泥岩、泥岩为主。含灰岩 2 层 (L₈、L₉)，其中 L₈ 石灰岩普遍发育，隐晶质结构，含大量燧石结核及腕足类、海百合和蜓类化石，平均厚度 9.31m，为本区主要标志层。

4、二叠系下统山西组 (P_{1sh})

下起二₁煤层底板砂岩底，上至沙锅砂岩底，厚 65.34~96.50m，平均 77.47m，与下伏太原组整合接触。由砂岩、砂质泥岩、泥岩及煤层组成，为本区主要含煤地层。据其岩性特征自下而上分为二₁煤层段、大占砂岩段、香碳砂岩段、小紫泥岩段。

5、二叠系下统下石盒子组 (P_{1x})

下石盒子组直接沉积于下伏山两组之上，下起沙锅砂岩底，上至基岩剥蚀区，受风化剥蚀，该组地层井田内保留不全。井田内 31 个钻孔，有 5 个钻孔在二₁煤层露头外，其余 26 个钻孔仅 15 个钻孔揭露有该地层，保留厚度 22.19~177.83m，平均 89.67m。本组与下伏山西组地层整合接触。

6、新近系 (N)

评估区新近系埋藏于第四纪之下，上覆于二叠系、与其下伏地层呈角度不整合接触。下部主要为泥岩、泥质砂岩，中细砂岩互层，成岩程度较差。上部为角砾状泥灰岩、砾岩等，岩溶裂隙发育，厚度 600m 左右。

7、第四系 (Q)

评估区更新统广泛分布于全新统之下，岩相、岩性变化大，自北向南逐渐增厚。主要岩性为棕红色粘土，泥砾，含大量钙质结核。古土壤黄土状粉质粘土及灰黄色黄土状粘质粉土，粉质粘土。在冲洪积扇部位，主要岩性为中粗砂、砂砾卵石互层。

全新统分布于评估区地表，上部为灰黄色、灰色粉质粘土，下部为细砂、粉砂层，二层结构明显，属冲积相，第四系层厚 50m 左右。

图 2-5 矿区地层综合柱状图

2.2.2 地质构造

评估区位于太行山区南侧，由于山西隆起强烈上升及华北平原强烈下降，表现为区域地壳运动异常活跃。总体为走向北东、倾向南东、倾角一般 <20° 的单斜构造形态，

构造以断裂为主，局部发育次级褶曲。

评估区的东侧为河北平原地震带，西侧为汾渭地震带，属中强地震带，大陆内部仅有 6 级地震发生。

对评估区影响最大的是 1303 年洪洞 8 级地震，影响烈度为 VII 度以及 1578 年淇县 6 级地震，影响烈度为 VI~VII 度。

据历史记载，评估区附近从公元 344 年至今记录到 $MS \geq 4.7$ 级地震 49 次，其中 4.7~4.9 级 13 次，5.0~5.9 级 26 次，6.0~6.9 级 8 次，大于 7 级 2 次。

1970 年以来共记录 $ML \geq 3.0$ 级地震 195 次，其中 $ML \geq 3.0 \sim 3.9$ 级 171 次， $ML 4.0 \sim 4.9$ 级 21 次，5.0~5.9 级 2 次， $ML 6.0$ 级地震 1 次，即 1983 年 11 月 7 日山东菏泽北 $ML 6.2$ 级地震。从历史记录和地质构造来看，评估区周围断裂构造较发育，发生地震的概率较大。

根据中华人民共和国国家标准《建筑抗震设计规范》（GB50011~2001），评估区抗震基本烈度为 VII 度（修武）~VIII 度（辉县），地震动峰值加速度 0.2G，位于地震反应普特征周期分区第二区。评估区区域地壳属较不稳定类型。

地质构造评估区及其附近外围地区总体构造形态为一走向西北，倾向南西的单斜构造，地层倾角普遍较小，一般 4~10°。

较明显的褶曲有 3 个背斜和 1 个向斜，使二₁煤层底板等发生不同程度的扭曲，部分煤层底板等高线表现为马鞍状。受区域构造控制，本区构造特征以断裂为主，发育的断层有 NE 向、NW 向和近 EW 向三组，均为高角度正断层，其中以 NE 向为主（占 72%），近 EW 向次之（20%），局部发育 NW 向断层（占 8%），NW 向和 EW 向断层多被 NE 向断层切割，近 EW 向断层多在 NE 向之间发育。

全井田共发育 47 条断层。其中落差大于等于 500m 的 1 条；落差大于等于 100m、小于 500m 的 3 条；落差大于等于 50m、小于 100m 的 2 条；落差大于等于 10m、小于 50m 的 16 条；落差大于等于 5m、小于 10m 的 9 条；落差小于 5m 的 16 条。受井田内 F₁₇、F₁₈、F₁₉ 断层影响，井田内断层主要为北东向，且大多为这三条断层的次生断层，分布在这三条断层附近，次为北西与近东西走向。

（1）F₁₇ 正断层（百泉正断层）

位于井田北部边界，为区域性主要断裂构造之一，井田内延展长度 8km。整体走向 NE，局部呈近东西，065 地震测线以西转向北西，呈“S”状。该断层倾向 SE~SW，断面呈舒缓波状，倾角 70°，北西盘上升、南东盘下降，落差 130~520m，西南与北东

段落差大，中间落差小，切断二 1 煤层露头，并在中部发育分支 F17-1 断层。

(2) F18 正断层（南云门正断层）

位于井田中南部，将井田分隔为南、北两个断块。断层走向 NE，倾向 SE，倾角 75° ，错断新生界底界面、二 1 煤层、L8 灰岩和奥陶系灰岩，落差 460~730m。至东向西落差有逐渐增大的趋势，区内延展长度约 1720m。共抽取断点 270 个，其中 A 级断点 242 个，B 级断点 23 个，C 级断点 5 个，属可靠断层。

(3) F19 正断层（F19 石庄正断层）

位于井田南部边界，向东向西均伸出区外，区内延展长度 1.2km。整体走向 NE，倾向 SE，倾角 70° ，北西盘上升、南东盘下降，落差 190~210m。

该断层由 4 条地震测线（160、145SS、150SS、155S）控制，断点评级为 3A+1B，在时间剖面上断点显示明显，为可靠断层。与勘探前相比，断层产状变化不大，但位置摆动比较大，在东部向北最大摆动 100m。详见主要断层一览表（表 2-4、图 2-6、图 2-7）。

表 2-4 赵固二矿井田内主要断层一览表

落差级别 (m)	条数	走向	名称及 编号	位置	性质	产 状			落差 (m)	区内延 伸长度 (m)	地震断点评级及控制情况	控 制 程 度
						走向	倾向	倾角				
≥500	1	NE	F ₁₈	北东向横穿井田中南部	正	NE	SE	75°	730	4300	83A+23B+6C	可靠
≥100~ <500	3	NE	F ₁₇	井田北部边界断层	正	NE	SE	70°	280	1300	2B	较可靠
			F ₁₉	井田南部	正	NE	SE	70°	210	1200	2A+1B	可靠
			F ₁₇₋₁	井田西北部	正	NE	SE	70°	0-170	3600	22A+11B+2C	可靠
≥50~ <100	1	NE	FS ₆	井田中部三维区北部	正	NE	SE	70°	0-50	620	12A+3B+1C	可靠
	1	NW	F ₃₀	井田东南部	正	NW	NE	70°	60	3000	37A+10B+3C	可靠
≥10~ <50	15	NE	FS ₃	井田中部三维区北部	正	NE	SE	65°	0-25	2200	13A+6B+2C、7603 钻孔控制	可靠
			FS ₄	井田中部三维区北部	正	NE	SE	65°	0-20	450	8A+3B+1C	可靠
			FS ₁₁	井田中部三维区北部	正	NE	NW	65°	0-47	680	12A+4B+1C、12601 钻孔控制	可靠
			FS ₁₉	井田中部三维区南部	正	NE	NW	70°	0-13	600	9A+4B+2C	可靠
			FS ₂₁	井田中部三维区南部	正	NE	NW	70°	0-15	460	7A+3B+2C	可靠
			FS ₂₅	井田中部三维区南部	正	NE	NW	75°	0-25	600	10A+3B+2C	可靠
			F ₃₀₋₁	井田中部三维区北部	正	NE	NW	70°	0-23	550	10A+2B+1C	可靠
			EF ₁	井田西部	正	NE	SE	64°	0-20	980	2A	可靠
			EF ₂	井田西部	正	NE	NW	71°	0-20	1140	2A	可靠
			EF ₉	井田北部	正	NE	SE	65°	0-15	1500	3A	可靠
			EF ₁₁	井田南部	正	NE	NW	63°	0-40	800	三维南部边缘控制	可靠
			EF ₁₃	井田南部	正	NE	SE	66°	0-30	2100	4A	可靠
			FK ₁	井田南部	正	NE	NW	65°	0-15	700	13602 控制	较可靠
	FS ₇	井田北部	正	NE	NW	70°	0-30	220	4A+1B+1C	可靠		
F ₃₀₋₄	井田中部三维区北部	正	NE	NW	70°	0-21	190	4A+1B	可靠			
	1	NW	EF ₃	井田西部	正	NW	SW	45°	0-20	1200	3A+2B	可靠
≥5~ <10	2	NE	FS ₅	井田中部三维区北部	正	NE	SE	75°	0-8	350	6A+2B+1C	可靠
			FS ₉	井田中部三维区北部	正	NE	SE	70°	0-8	220	4A+2B	可靠

图 2-6 区域地质构造示意图

图 2-7 赵固二矿地质构造纲要图

2.2.3 水文地质

1、区域水文地质特征

煤田地处太行山复背斜隆起带南段东翼，其北部为太行山区，山区出露的寒武系、奥陶系石灰岩面积约 4900km³，岩溶裂隙发育，为接受大气降水补给提供了良好的储水空间和径流通道，岩溶地下水流向总体为自 NW 向 SE 方向，局部流向稍有变化，赵固一带基本上处于径流排泄区内（图 2-8）。水文地质剖面图见图 2-9，图 2-10。

统计资料显示，岩溶地下水动态大致经历了三个阶段，即：五十年代中期到六十年代中期属丰水期的天然状态，六十年代中期到七十年代末期为平水期过量开采状态，七十年代到八十年代初为枯水期超量开采状态，各期数据变化详见表 2-5。

总的来看，区域岩溶地下水平衡状态已被打破，水位呈连年下降趋势。

表 2-5 焦作煤田岩溶地下水变化历时统计表

年代	历时 (年)	降雨量 (mm)	排水量 (m ³ /s)	水位降低 (m)	最低水位 (m)	水位年变幅
52~64	12	826.1	1.501		100	8~16
65~77	13	711.87	4.694	9.0	91	5.8
78~86	8	662.3	9.939	6.0	85	6.2

注：本表数据摘自《焦作煤业（集团）有限责任公司赵固二矿预可行性研究报告》（2006 年 1 月）

图 2-8 焦作煤田区域水文地质略图

图 2-9 126 勘探线（石门河-大西河）主要主要含水层剖面图

图 2-10 水文地质剖面图

2、井田水文边界条件及水文地质勘探类型

本区以断裂构造为主，北东向断层发育，九里山断层（F₁₄）、F₁₅、F₁₆、F₁₇、F₁₈、F₁₉ 等正断层基本上近平行展布，均为导水断层。九里山断层为区域性导水大断裂，是本区北西部的主要来水方向。

百泉断层（F₁₇）为赵固二矿西北部边界导水断层，赵固一井勘探期间提示为导水断层。位于 F₁₇、F₃₇、F₁₇₋₁ 断层束附近的大 1 抽水时 12206 孔水位反映灵敏，并且降幅不大，稳定较快，反映该断层束连通性较好。F₁₇、F₃₇ 断层束在评估区内部岩层下降、一矿上升，使区内煤层底板灰岩含水层与邻区奥陶系对接，可视为一供水边界。

南部峪河断层(F₂₀)落差300~700m,受区内一系列北东向断层切割,尤其是F₁₇、F₁₈断层,使本区煤层底板灰岩含水层与邻区新生界对接,为赵固二井田南、东部对盘阻水、顺断层导水的断层,与F₁₈断层性质相近,可视为一条导水边界。本井田新生界有底砾岩存在,13151孔抽水单位涌水量为0.1351/s.m,属中等强度富水层,但分布不均匀,按整体对二₁煤底板含水层,视为阻水、排水边界都不全面,因此暂可视为自然边界考虑。

东北部、东部为灰岩隐伏露头区,并有断层切割,使得奥陶系、太原组灰岩含水层在此成为一个复杂的含水系统,接受来自北部裸露区岩溶地下水的补给,由于该矿距百泉岩溶水系统补给区较远,应视为一个自然边界。

太原组上段L₈石灰岩为二₁煤层主要充水含水层,校正后的单位涌水量0.0005~0.0591/s.m,综合边界条件和矿区构造控水特点分析,依据DZ/T0215-2002号国标,本区二₁煤层水文地质勘探类型为第三类第二亚类第二型,即以底板进水为主的岩溶充水条件中等型矿床。

3、评估区主要含水层及隔水层

(1) 含水层

①中奥陶统碳酸盐岩岩溶裂隙含水层

由中厚层状石灰岩、泥质灰岩组成,本区有9孔揭露该层,最大揭露厚度67.30m,含水层顶板埋深725.86~991.50m,在古剥蚀面的附近岩溶裂隙发育。13202孔抽水单位涌水量0.001891/s.m。渗透系数0.00333m/d,稳定水位标高82.00m,水化学类型为HCO₃~Ca·Mg型,矿化度0.39g/l。

该层距二₁煤一般109.12~126.03m,正常情况下部影响煤层开采,断裂沟通情况下对矿井威胁大。邻区北部赵固一矿的L₈群孔抽水试验时,12204孔奥陶系含水层水位出现了小幅下降,反映了含水层之间的水力联系。

②太原组下部灰岩含水层

由L₂、L₃灰岩组成,其中L₂灰岩发育较好,厚度由东向西、由浅而深变厚,一般10.01~14.68m,据10个钻孔统计,遇岩溶裂隙涌漏水钻孔4个,涌、漏水钻孔主要分布在断层附近,邻区6002孔抽水单位涌水量1.0901/s.m,渗透系数9.87m/d,为富水性较强的含水层。该含水层直接覆盖于一₂²煤层之上,为一₂²煤层直接充水含水层。上距一₂煤层85.58~104.57m,正常情况对一₂煤层没有影响。

③太原组上部灰岩含水层

主要由 L₉、L₈、L₇ 灰岩组成，其中 L₈ 灰岩发育最好，据揭露该层的 30 孔统计，L₈ 含水层厚度一般 6.77~14.78m，L₉ 灰岩厚度 0.7~2.58m，两层灰岩岩溶裂隙较发育，单位涌水量 0.0005~0.0591/s.m，渗透系数 0.0036~0.648m/d。该含水层水位标高 80.49~84.97m，为富水程度中等含水层。水化学类型较多，有 HCO₃·SO₄~Ca·Mg、HCO₃·SO₄~Mg·Ca、Cl·Ca·HCO₃~Ca·K+Na·Mg 型矿化度为 0.303~0.625g/L，PH 为 7.73~8.46。该含水层上距二₁煤层 9.10~16.22m，为二₁煤层底板主要充水含水层。

④二₁煤层顶板砂岩含水层

主要由二₁煤层顶板大占砂岩和香炭砂岩组成，厚度一般 10m 左右，细粒砂岩以下的厚度 15~40m，所揭露钻孔均未发生涌、漏水现象，据测井资料统计砂岩渗透系数 k<0.12m/d，一般为 k=0.0043~0.078m/d，校正后的渗透系数为 0.021m/d。水位标高 67.78m。水化学类型 HCO₃~K+Na·Ca 型，矿化度 0.425g/L，属弱富水含水层，PH 为 7.94。

⑤风化带含水层

由隐伏出露的各类不同岩层组成，厚度超过 15~50m，一般 20~35m，13151 孔抽水单位涌水量 0.1351/s.m，属中等强度含水层。局部为弱透层（K<1.12m/d）。

⑥新近系中、底部砂、砾石含水层

本井田北部的赵固一矿新近系中部存在 1~3 层中、细砂，含承压水，井检 1 孔抽水单位涌水量 0.3931/s.m，渗透系数 2.082m/d。水位标高 87.61m。水化学类型 HCO₃~Ca·Mg·K+Na 型，矿化度 0.303g/L，属中等富水含水层，PH 为 7.82。但本井田该层不十分明显。底部砾石层为古河床相，该层主要分布在勘探区的西部 12605 孔一带、中部 12603~13152 孔之间、东部 12751 孔以东的近露头部分、F₁₈ 断层东部和以南的 8201 孔等处，部分由砾石、砂砾石组成，13151 孔抽水单位涌水量 0.1351/s.m，富水程度中等。富含泥质或夹有粘土薄层的砾石层，呈半固结状态，渗透率介于含水与弱透水之间，属弱富水含水层，对矿床影响不大。新近系厚度 666.25m。

⑦第四系砾石、细至中砂含水层

主要由冲积砾石和细至中粗砂组成，级配差别大，多位于中上段。含水层埋藏较浅，厚度 5.0~16.1m，富水程度较强，是当地工农业生产、生活用水的主要含水层。砂、砾石含水层，呈多层相间分布，不同含水层埋藏深浅不一，富水性较强。含水层厚度 11.7~35.95m。区内机井简易抽水试验，单井单位涌水量 1~4.381/s.m，统测水位标高 83.64~75.57m。水化学类型为 HCO₃·SO₄~Ca·Mg、HCO₃·SO₄~Mg·Ca 型，矿化度一般<0.5g/L，PH 值呈中性。本次实地调查，实测浅层松散岩类含水层水位埋深为 2.5m 左右。第四系

厚度 34.7m。

(2) 矿区地下水的补给

第四系孔隙含水层直接接受大气降水补给。矿区内二₁煤层之上的石盒子组地层中泥岩占 50%以上,且单层厚度大,发育稳定,隔水性良好,砂岩仅占各组厚的 26%左右,形成相对独立的含水层和水位。因此,矿区地下水的补给主要为侧向径流补给。

(3) 矿区地下水径流

矿区地下水径流基本和区域地下水径流一致,由北向南径流,顺层向东南径流,总体由北向南径流,不论是下部石炭系、奥陶系灰岩岩溶水,还是上部砂岩裂隙水径流都很迟缓,渗透系数均在 0.0033~0.078m/d 之间。

(4) 矿区地下水的排泄

a、向南径流排泄时井田地下水的主要排泄方式。

b、人工排泄:区内居民的人畜饮水均取自地下水,因此人工排泄也是井田地下水不可忽略的排泄方式。

(5) 隔水层

①本溪组铝质泥岩隔水层

系指奥陶系含水层上覆的铝质泥岩层、局部薄层砂岩、砂质泥岩层,全区发育,厚度 4.5~12.63m,分布连续稳定,该层厚度较薄,开采时引起注意。

②太原组中段砂泥岩隔水层

系指 L₄ 顶至 L₇ 底之间的砂、泥岩、薄层灰岩及薄煤等岩层,该层段总厚度 35.22~48.90m,平均厚度 43.00m 以泥质岩层为主体,总体为隔水层,为太原组上下段灰岩含水层之间的主要隔水层。

③二₁煤底板砂泥岩隔水层

系指二₁煤底板至 L₉ 顶板之间的砂泥岩互层段,以泥质类岩层为主,表现为隔水性。该段总厚度为 9.1~17.27,平均厚度 12.84m 左右;分布连续稳定,是良好的隔水层段,但在高压水状态下的隔水性能有待研究。

④第三系泥、泥质隔水层

由一套河湖相沉积的粘土、砂质粘土组成,厚度 500~1180m,呈半固结状态,隔水性良好,可阻隔地表水、浅层水对矿床的影响。

2.2.4 工程地质

1、工业场地工程地质条件

工业场地第四系为山前冲积相沉积，新近系为河湖相沉积，厚度 500~1180m。第四系底部为一套山前冲积卵石层，富水程度较强。新近系大部分为粘土、粉砂质粘土和粘土夹砾石，其次为中、细砂。由于受上覆土层的自重压力影响，部分呈半固结形态，据在 200m 以浅，采取土工样进行的物理力学性质指标分析看，快剪内聚力 0.0097-0.2588Mpa，内摩擦角 9.7-45.4°。岩土体工程地质性质较好。

2、煤层顶底板工程地质特征

二₁煤层伪顶主要为≤0.5m 的泥岩、碳质泥岩，本区仅零星分布，一般随采随落。直接顶板厚度一般 1-6.5m。以泥岩顶板为主，占含煤面积 70%，其砂岩分布面积约占含煤面积 20%，砂质泥岩占含煤面积 15%。岩石质量指标（RQD）砾岩 22.7-95.7%，一般大于 65%，砾质泥岩、泥岩类 33.8~100%，一般大于 80%，属完整性较好的岩石。岩石比重 2.60-3.02，含水量 0.2-1.4%，孔隙率 0.7-19.5，属中等较坚硬类，稳定性较好。老顶多为厚度 0.94-19.85m、平均 7.46m 的粗、中、细粒砂岩（大占砂岩）。岩石坚硬，稳定性好。岩石样品抗压强度为 39.1-161.5Mpa。顶板力学性质指标详见表 2-6、2-7。

表 2-6 二₁煤直接顶板各类岩性岩石力学指标表

岩性	内聚力 (Mpa)	抗压强度(Mpa)	抗拉强度(Mpa)	软化系数
砂岩类(吸水)	8.0-13.5	39.1-161.5	1.8-3.4	0.72-0.91
泥质岩类及粉砂岩(吸水)	2.2-14.8	5.9-118.4	0.3-3.6	0.30-0.84

表 2-7 二₁煤直老顶板各类岩性岩石力学指标表

比重	含水量	抗压强度(吸水) (Mpa)	内聚力 (Mpa)	内摩擦角	软化系数
2.63-2.90	0.4-0.6	39.1-161.5	8.0-13.5	37°53'-40°12'	0.72-0.91

3、二₁煤层底板工程地质特征

二₁煤层底板以泥岩、砂质泥岩为主，到 L₉ 灰岩面之间的岩层组合厚度较薄，为 9.1-17.27m，平均 12.84m。本次统计 RPD 泥岩 4.3-66.8%；砂质泥岩、粉砂岩类为 31.9-100%，老底板岩层完整性较好。各类岩性岩石力学指标见表 2-8。

表 2-8 各类岩石力学指标一览表

岩性	抗压强度 (Mpa)	抗拉强度 (Mpa)	软化系数	内摩擦角	内聚力 (Mpa)
砂岩类	18.1-42.7	1.6-2.4	0.45-0.65	35°10'-36°47'	5.5-8.1
泥质岩类	7.9-20.4	0.8-1.6	0.31-0.54	35°06'-36°07'	4.5-8.5

4、煤层顶底板工程地质特征小结

综上所述，大部分区段二₁煤顶板砂岩类岩石力学强度中等，完整性为中等偏好，泥岩、粉砂岩类中等偏低，因此属管理程度中等偏低的顶板，底板易遇水软化而鼓胀。在断层发育处、基岩保留厚度小于30m的部位，岩石原生结构遭到破坏，裂隙较发育，力学强度降低，容易造成冒顶及片帮，需在采掘生产中加以注意。根据工作面顶底板分类标准(MT554-1996、MT553-1996)，本矿井二₁煤层顶板主要为II类，底板主要为II-III类。

2.2.5 矿体地质特征

井田内含煤地层为石炭系中统本溪组、石炭系上统太原组、二叠系下统山西组和下石盒子组三、四煤段。石炭系中统本溪组含煤1层(O₁)，石炭系上统太原组含煤12层，二叠系下统山西组含煤4层，下石盒子组含煤2层，含煤地层共含煤19层，煤层总厚度10.83m。含煤地层总厚278.63m，分5个煤组段，含煤系数为3.89%。山西组和太原组为主要含煤地层，两组煤层总厚度10.71m，含煤系数为6.22%。山西组下部的二₁煤层主要可采煤层，太原组底部的煤层为大部可采煤层，其余煤层偶尔可采点或不可采，可采煤层总厚8.91m，可采含煤系数为5.17%。该井田主要含煤地层为石炭系太原组，二叠系山西组。含可采煤层3层，主要是二₁煤层。

二₁煤层：赋存于山西组下部，上距砂锅窑砂岩(S₅)45.64~81.25m，平均60.18m；下距L₈石灰岩19.65~45.24m，平均27.01m，层位稳定。煤层直接顶板以砂质泥岩、泥岩为主，间接顶板为细~粗粒砂岩(大占砂岩)；底板多为砂质泥岩和粉砂岩，局部为细粒砂岩，偶见碳质泥岩。煤层厚度4.73~6.77m，平均6.16m，煤层厚度主要集中在6.00m~6.50m之间，二₁煤层稳定程度应属较稳定型。

除二₁煤层外，一₂²，一₂¹也为较为稳定的可采煤层。赵固二矿井田内可采煤层见表2-9。

表 2-9 赵固二矿井田内可采煤层特征表

煤层	煤层厚度 (m)	平均厚度 (m)	稳定性	可采性
***	***	***	***	***
***	***	***	***	***
***	***	***	***	***

2.3 矿区社会经济概况

赵固二矿位于焦作煤田东部，太行山南麓，行政隶属河南省新乡市所辖的辉县市，

井田涉及赵固、北云门、占城、冀屯、胡桥五个乡镇。

1、赵固乡

赵固乡位于辉县市南部，距市区 12.5 千米。辖赵固东、赵固西、南小庄、韩营、板桥、小岗、大罗召、小罗召、园庄、小花木、苗固、武庄、高庙、下官庄、卢庄、小寺、大沙窝、小沙窝、三合店、后田庄、前田庄、小庄、富庄、东耿、聂桥、胡、张庄、毛屯、安庄、胡村店 30 个行政村。乡人民政府曾驻赵固村，于 1992 年迁至板桥，仍用原名。面积 65 平方千米，辖 30 个村民委员会，32 个自然村，9634 户，4.7 万人（含非农业人口）。具体农业经济情况见表 2-10。

表 2-10 赵固乡近三年农业经济情况

年度	人口（人）	农业人口（人）	农业总产值（亿元）	农民人均纯收入（元）
2015	42816	34253	10.6	13624.
2016	45145	36116	11.4	15127
2017	47020	37600	12.9	16327

资料来源：2015 年、2016 年、2017 年赵固乡国民经济和社会发展统计公报

2、北云门镇

北云门镇位于辉县市西南部，距市区 5 公里。全镇总面积 50 平方公里，耕地 5 万亩，4.7 万口人，辖 29 个行政村（30 个自然村）。具体农业经济情况见表 2-11。

表 2-11 北云门镇近三年农业经济情况

年度	人口（人）	农业人口（人）	农业总产值（亿元）	农民人均纯收入（元）
2015	45183	36146	11.2	10459
2016	46217	36973	12.8	12375
2017	47327	37862	13.6	13085

资料来源：2015 年、2016 年、2017 年北云门镇国民经济和社会发展统计公报

3、占城镇

河南省新乡市辉县市占城镇辖 28 个行政村，30 个自然村，全乡 36477 人，其中非农业人口 1169 人。总面积 59 平方公里，镇政府驻大占城村，距市区 15 公里。具体农业经济情况见表 2-12。

表 2-12 兴隆庄镇近三年农业经济情况

年度	人口（人）	农业人口（人）	农业总产值（亿元）	农民人均纯收入（元）
2015	33751	32176	8.3	7812
2016	35413	34156	9.8	9482
2017	36477	35308	10.4	10085

资料来源：2015 年、2016 年、2017 年占城镇国民经济和社会发展统计公报

4、冀屯镇

河南省冀屯乡位于辉县市区西南部 20 公里处，北依太行，南临卫水。东、南、西、

北四邻依次为赵固乡、占城镇、峪河镇、薄壁镇和洪洲乡。乡政府驻冀屯村内，全域 85 平方公里，辖 33 个行政村，6 万口人，总耕地面积 9.2 万亩，土地肥沃，物产丰富；社会稳定、政通人和；发展迅猛，百业俱兴。具体农业经济情况见表 2-13。

表 2-13 冀屯镇近三年农业经济情况

年度	人口（人）	农业人口（人）	农业总产值（亿元）	农民人均纯收入（元）
2015	52832	42265	12.9	11228
2016	58714	46971	13.2	12720
2017	60126	48100	15.1	14623

资料来源：2015 年、2016 年、2017 年冀屯镇国民经济和社会发展统计公报

5、胡桥街道

胡桥街道位于辉县市南部，距市区 3 千米。辖三小营、胡桥、南冀庄、油房头 4 个社区，樊寨、八十亩地、太平庄、所可楼、张湾、段庄、裴闸、请下佛、南观营、南云门、时小庄、刘小庄、董小庄 13 个行政村。辉（县）吴（村）、卫（辉）方（庄）公路过境。具体农业经济情况见表 2-14。

表 2-14 胡桥街道近三年农业经济情况

年度	人口（人）	农业人口（人）	农业总产值（亿元）	农民人均纯收入（元）
2015	40167	32133	9.9	9297
2016	42178	33742	11.6	11293
2017	44215	35372	12.7	12224

资料来源：2015 年、2016 年、2017 年胡桥街道国民经济和社会发展统计公报

2.4 矿区土地利用现状

赵固二矿井田西南距焦作市 55km，东南距新乡市 37km，东北距辉县市 10km，与新乡市、焦作市、辉县市、获嘉县均有柏油公路相通，经薄壁至山西省也有公路相连。

根据收集的矿区土地利用现状图见图 2-11，赵固二矿矿区总面积为 6907.91 hm²，其中主要土地利用类型为耕地 5536.53hm²、城镇村及工矿用地 1082.57 hm²和水域及水利设施用地 106.45 hm²，所占比例达 80.15%、15.67%和 1.54%。其他地类有：园地 5.67hm²、林地 59.79hm²、交通运输用地 66.08hm²和其它土地 48.31hm²，草地 2.50 hm²所占比例依次为 0.08%、0.87%、0.96%、0.70%，0.04%。赵固二矿土地利用现状表见表 2-15。赵固二矿在辉县市面积为 5743.99hm²，其中水浇地 4467.97 hm²、旱地 36.61 hm²。矿区范围内有基本农田 5001.98hm²，占矿区总面积的 72.41%，占矿区耕地面积的 92.59%，基本农田分布见图 2-12。

图 2-11 赵固二矿辉县市范围土地利用现状图

图 2-12 赵固二矿基本农田图

表 2-15 赵固二矿辉县市范围土地土地利用现状表

一级地类		二级地类		二级地类面积 (hm ²)	占总面积 比例%	一级地类面积 (hm ²)	占总面积 比例%
1	耕地	12	水浇地	5499.93	79.62	5536.53	80.15
		13	旱地	36.61	0.53		
2	园地	21	果园	5.67	0.08	5.67	0.08
3	林地	31	有林地	14.50	0.21	59.79	0.87
		32	灌木林地	0.14	0.00		
		33	其他林地	45.15	0.65		
4	草地	43	其他草地	2.50	0.04	2.50	0.04
10	交通运输 用地	102	公路用地	62.90	0.91	66.08	0.96
		104	农村道路	3.17	0.05		
11	水域及水 利设施用 地	111	河流水面	42.27	0.61	106.45	1.54
		114	坑塘水面	19.62	0.28		
		116	内陆滩涂	44.22	0.64		
		118	水工建筑用地	0.34	0.00		
12	其他土地	122	设施农用地	46.94	0.68	48.31	0.70
		127	裸地	1.37	0.02		
20	城镇村及 工矿用地	202	建制镇	68.14	0.99	1082.57	15.67
		203	村庄	973.82	14.10		
		204	采矿用地	25.55	0.37		
		205	风景名胜及特 殊用地	15.06	0.22		
总面积				6907.91	100.00	6907.91	100.00

表 2-12 赵固二矿矿区内各行政村土地利用现状表 (单位: hm²)

县(市、区)名	行政村名	耕地 (01)			园地 (02)	林地 (03)			草地 (04)	交通用地 (10)			水域及水利设施用地 (11)					其他土地 (12)		城镇村及工矿用地 (20)			
		011	012	013	021	031	032	033	043	101	102	104	111	114	116	117	118	122	127	202	203	204	205
辉县市	北马营村	0.00	230.82	0.00	0.00	0.00	0.00	1.48	0.00	0.00	2.13	0.00	0.60	0.48	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	27.58	29.15	1.43	
	北小营村	0.00	230.56	0.00	0.27	0.00	0.00	0.19	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	1.94	0.00	0.00	0.00	1.35	0.00	0.00	24.12	0.00	4.21
	北云门村	0.00	141.21	0.00	0.00	0.71	0.00	0.00	0.00	0.00	3.91	0.07	0.00	0.31	0.00	0.00	0.00	0.67	0.00	43.13	30.64	0.00	0.00
	蔡其营村	0.00	48.16	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	1.38	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
	陈张莫村	0.00	117.81	0.00	0.00	1.75	0.00	0.59	0.00	0.00	2.64	0.00	0.47	0.11	4.66	0.00	0.00	1.16	0.00	0.00	33.65	0.38	0.00
	大花木村	0.00	122.12	1.43	0.00	0.00	0.00	0.00	0.70	0.00	3.20	0.00	0.00	50.56	14.02	8.94	0.00	0.04	0.00	0.56	39.61	3.16	0.00
	大梁椽村	0.00	127.90	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	6.33	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	14.11	0.00	0.25
	大罗召村	0.00	51.28	0.00	0.00	2.85	0.00	2.88	0.00	0.00	1.49	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.46	0.00	0.00	22.20	0.00	0.00
	大古城村	0.00	69.31	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.75	0.00	3.07	4.35	0.00	0.00	0.00	0.93	0.00	10.86	0.00	0.00	0.06
	东北流村	0.00	2.24	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
	东丁庄村	0.00	69.85	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	1.12	0.00	0.00	11.36	0.00	0.00
	董小庄村	0.00	25.73	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	9.27	0.00	0.00
	冯官营村	0.00	90.58	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	2.20	0.00	2.17	0.00	0.00	0.00	0.00	1.92	0.00	0.00	9.45	0.00	0.00
	屹当村	0.00	66.36	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.20	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	2.43	0.00	0.00	10.75	0.00	0.15
	郭村	0.00	19.44	22.14	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	1.93	0.00	0.00	0.75	0.00	0.00	0.00	0.07	0.00	0.00	21.90	0.00	0.00
	何张莫村	0.00	142.06	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	3.76	0.25	0.00	0.00	0.00	0.39	0.00	0.00	15.17	0.00	0.00
	和庄村	0.00	38.66	0.00	0.00	0.00	0.00	0.81	0.00	0.00	0.00	0.00	0.99	0.36	0.41	0.00	0.34	0.00	0.00	0.00	0.98	0.00	1.36
	后凡城村	0.00	162.55	0.00	0.00	0.00	0.00	1.02	0.00	0.00	0.90	0.00	0.00	3.90	0.00	0.00	0.00	2.07	0.00	0.00	39.74	0.61	0.65
	后桥位村	0.00	0.01	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
	姬家寨村	0.00	299.45	0.00	0.00	0.00	1.14	0.00	0.00	0.00	1.13	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	5.44	0.00	0.00	47.70	0.00	0.20
	金华寺原种场	0.00	25.87	0.00	0.00	0.00	0.00	2.52	0.00	0.00	0.34	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	1.14	0.00	0.00
	九圣营村	0.00	21.37	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
	雷店村	0.00	15.65	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.09	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.07	0.00	0.00	9.70	0.00	0.00
	李连屯村	0.00	7.58	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
	刘小庄村	0.00	63.93	4.40	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	4.62	0.00	0.00	0.14	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	20.22	0.00	0.00
	马张莫村	0.00	81.90	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	3.49	0.00	0.00	12.61	0.00	0.58
	马正屯村	0.00	9.62	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
	南观营村	0.00	1.09	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	9.59	0.00	2.05	0.00	0.00	0.00	0.00	0.29	0.00	5.03	37.31	0.00	0.00
	南冀庄村	0.00	38.46	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.36	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
	南流庄村	0.00	132.90	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	1.14	0.00	0.00	0.01	0.00	0.00	0.00	0.89	0.00	0.00	14.28	0.00	0.67
南坦村	0.00	55.40	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.23	0.00	0.00	17.71	0.00	0.55	
南云门村	0.00	321.15	0.00	0.00	0.00	0.00	4.08	0.00	4.22	0.00	2.79	9.20	0.00	0.00	0.00	0.00	1.38	0.00	0.00	51.10	0.45	1.60	
裴闸村	0.00	52.35	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.07	0.00	0.27	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.83	0.00	0.00	
前凡城村	0.00	205.71	0.00	4.83	0.79	0.00	7.91	0.25	0.00	0.00	0.00	0.99	0.55	0.00	0.00	0.00	0.75	0.00	0.00	34.22	0.00	0.16	
请下佛村	0.00	84.56	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	2.93	0.00	1.41	0.00	0.00	0.00	0.00	5.10	0.00	1.46	24.40	0.00	0.00	
任村	0.00	0.20	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	

县(市、区)名	行政村名	耕地 (01)			园地 (02)	林地 (03)			草地 (04)	交通用地 (10)			水域及水利设施用地 (11)					其他土地 (12)		城镇村及工矿用地 (20)			
		011	012	013	021	031	032	033	043	101	102	104	111	114	116	117	118	122	127	202	203	204	205
	时小庄村	0.00	212.19	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	11.48	0.11	0.00	0.00	0.00	0.00	1.00	0.00	6.88	66	0.00	0.00	
	宋坦村	0.00	113.37	0.00	0.00	7.20	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.62	15.30	0.00	2.51	0.00	0.00	23.77	0.00	0.82	
	宋张莫村	0.00	39.07	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	1.05	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.65	0.00	0.00	6.26	0.00	0.00	
	太平庄村	0.00	7.70	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.24	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	
	魏小庄村	0.00	41.80	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	1.57	0.00	0.00	6.13	0.00	0.00	
	西丁庄村	0.00	108.06	0.00	0.00	0.16	0.00	15.17	0.00	0.00	0.21	3.12	0.00	2.33	0.00	0.00	4.26	0.00	0.00	25.60	0.00	0.05	
	西樊村	0.00	8.41	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	
	西木庄村	0.00	173.56	0.00	0.00	0.00	0.00	1.53	0.00	0.00	0.00	0.46	1.18	7.18	0.00	0.00	1.73	0.00	0.00	20.74	0.00	0.00	
	西下峰村	0.00	3.93	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.02	0.00	0.00	
	小花木村	0.00	20.64	0.00	0.00	0.00	0.00	1.12	0.00	0.00	1.07	0.00	0.00	3.59	0.00	0.00	0.77	0.00	0.00	4.78	0.00	0.00	
	小罗召村	0.00	73.28	0.00	0.00	0.92	0.00	1.81	0.00	0.00	0.58	0.00	0.00	3.93	0.00	0.00	0.25	1.37	0.76	35.04	0.00	0.00	
	小马庄村	0.00	52.98	0.00	0.00	0.00	0.00	0.09	0.00	0.00	0.00	0.00	1.30	0.30	0.00	0.00	0.43	0.00	0.00	10.62	0.16	0.00	
	徐村	0.00	7.13	10.08	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	1.65	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	1.73	0.00	0.00	
	园庄村	0.00	30.31	0.00	0.00	0.00	0.00	1.79	0.00	0.00	0.49	0.00	3.12	0.06	0.19	0.00	0.26	0.00	0.00	17.71	24.50	0.00	
	张莫小营村	0.00	44.06	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.11	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.63	0.00	0.00	9.55	0.00	0.08	
	张小庄村	0.00	42.83	0.00	0.00	0.00	0.00	0.14	0.00	0.00	0.00	0.00	0.80	0.00	0.00	0.00	0.71	0.00	0.00	7.11	0.00	0.44	
	中瞳村	0.00	92.77	0.00	0.00	0.00	0.00	1.17	0.00	0.00	0.00	0.00	0.49	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	21.56	0.00	0.64	
	中小营村	0.00	150.02	0.00	0.67	1.12	0.00	1.87	0.00	0.00	1.76	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	1.21	0.00	0.00	37.24	0.00	0.00	
	周屹当村	0.00	42.05	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.50	1.31	0.00	0.00	0.00	0.40	0.00	0.00	8.10	0.00	0.26	
	新乡市	0.00	949.14	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	5.41	0.00	8.71	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	90.11	0.00	0.00	

赵固二矿范围内耕地、林地、草地、园地土壤剖面见图 2-13，复垦区内各类土地利用见图 2-14，赵固二矿土地利用现状表见表 2-15。

图 2-13 复垦区耕地和林地土壤剖面图

图 2-14 复垦区土地利用照片

2.5 矿山及周边其他人类重大工程活动

赵固二矿地处山前倾斜冲洪积平原区，地表为第四季冲洪积覆盖的黄土层，地势平坦，地面坡度 2-5%，村庄星罗棋布，为一个人口稠密、物产丰富的农业区。区内的矿山企业为赵固二矿，相邻矿山为赵固一矿。其他人类工程活动主要为村民农业生产活动，总体上评估区内人类工程活动一般，具体见图 2-10。

(1) 周边矿山企业活动

周边相邻矿山是赵固一矿。赵固一矿于 2005 年 6 月正式开工建设，2009 年 5 月 10 日竣工投产，截止 2017 年 12 月 31 日矿山剩余服务年限 40.4 年。生产规模***万吨/年。赵固一矿矿井可采储量为***t。赵固一矿和赵固二矿矿界间设有保护煤柱，赵固一矿塌陷边界离本矿还有一定距离，由赵固一矿开采造成的地面塌陷赵固二矿暂时没有影响。矿山周边有一家大型企业，厂名为河南省奥博纸业有限公司，位于河南省辉县市赵固乡小岗村，矿区工矿企业活动对地质环境影响程度一般。

(2) 农业生产活动

赵固二矿位于焦作煤田东部，太行山南麓，行政隶属河南省新乡市所辖的辉县市，目前受到影响的村庄主要为宋坦村和大梁冢村，共影响约 801 户，约 3204 人。区内粮食作物主要有小麦、玉米、红薯等，经济作物主要有烟叶、花生、棉花、药材。

(3) 交通及水利设施建设

井田中心西距焦作 55km，东南距新乡 37km，东北距辉县市 10km。与新乡市、焦作市、辉县市、获嘉县均有柏油公路相通，经薄壁镇至山西省也有公路相连。井田南约 18km 有新（乡）～焦（作）铁路横贯东西，距新（乡）～焦（作）铁路获嘉车站 22km，西南距焦作矿区赵固铁路专用线 10km。

全区地势平坦，乡村公路纵横成网，交通十分方便。矿山及周边的交通工程主要为

县乡道路以及矿区铁路专用线的建设，目前主要包括连接赵固一矿和二矿的用于交通运输的铁路以及部分乡土道路。建设占用土地，破坏植被，目前该区的交通还不太发达，破坏地质环境的作用较轻；矿山及周边水利及防洪排涝设施主要为修建桥梁、涵、闸、灌溉河渠，形成水网密布的灌溉河渠系统，改变了区域地下水补径排条件，现状该区水利设施有一定发展，但不密集，故破坏地质环境的作用较轻。煤炭装载站与焦作煤业（集团）有限责任铁路专用线相连。全区地势平坦，乡村公路纵横成网，交通十分便利。

（4）电力及通讯

整个评估区内主要分布的电线和通讯线路主要是服务矿区的民用线路，线路交错布置。现状塌陷区对这些线路影响程度较轻。

（5）河流水域

项目所处地区属海河流域卫河水系，区域内主要河流主要有：百泉河、黄水河、石门河。是为煤矿的主要充水水源。为满足农业灌溉需要，井田范围内还兴修了纵横交错的各种农田水利设施和沟渠。矿区人类工程分布平面图见图 2-15 所示。

（6）城镇建设

城镇建设为评估区内人类工程活动最为剧烈，也是规模最大的地区，其主要表现为对土地资源进行占用以及破坏，居民生产活动中所产生污染物排放。区内次之的人类工程活动为赵固二矿的地面设施建筑，赵固二矿地面主要构筑物主要为工业广场，目前塌陷区内的村镇大部分已经搬迁，主要村庄有宋坦村，以及周边影响到的大梁冢村等部分村庄。其中宋坦村 473 户，人口 1892 人。房屋鉴定为 D 级危房。大梁冢村 328 户，人口 1312 人。房屋鉴定为 D 级危房。

图 2-15 矿区人类工程分布平面图

2.6 矿山及周边矿山地质环境治理与土地复垦案例分析

2.6.1 原地质环境保护与治理恢复方案概述

（1）原方案概述

焦作煤业集团赵固（新乡）能源有限责任公司（原焦作煤业（集团）有限责任公司）于 2012 年委托河南省地球物理工程勘察院编制了《焦作煤业（集团）有限责任公司赵固二矿矿山地质环境保护与治理恢复方案》（下文简称《原治理恢复方案》），于 2012 年 11 月完成了方案编制，并通过了国土资源部地质环境司组织的审查，进行了备案。

原恢复治理方案适用期为 5 年，即 2013 年 1 月到 2017 年 12 月。

方案矿山地质环境影响评估范围为采矿活动影响范围，主要以地表塌陷影响范围为界。根据预测采矿影响区范围，确定评估区面积为 71.68 km²。

现状评估（2012）：矿山地质环境问题主要为采空塌陷地质灾害、含水层破坏、地形地貌破坏及土地资源破坏。评估区内范围内存在的地质灾害主要是地面塌陷；评估区内采矿活动影响范围内地面塌陷和地裂缝地质灾害影响程度较轻；已有采矿活动对地下含水层影响程度较严重；已有采矿活动对地形地貌景观破坏、土地资源影响程度较轻。

预测评估：采矿活动引发或遭受地面塌陷和地裂缝地质灾害危险性大，适用期内最大下沉值 5309mm，地表下沉将产生地面塌陷，面积达到 3.63 km²，另外，开采后地表水平变形最大值将达到 6.65mm/m，地表将产生地裂缝灾害，根据开采方式及工作面走向，预测方案适用期内新增地裂缝 4 条，预测其规模大型 2 条、中型 2 条，地裂缝影响范围将达到 0.12km²。预测矿山开采引发地面塌陷和地裂缝危险性为大。预测采矿活动对含水层破坏影响程度为严重，对地下水水质影响较轻；预测采矿活动对原生地形地貌景观破坏影响程度为严重，在矿山营运期，原有的地貌景观类型变为厂房、选煤场、运煤公路、供电通讯线路以及排水管道等，随着开采活动的持续，矿区出现大面积沉陷，对原生的地形地貌景观造成较大影响；预测采矿活动对土地资源影响程度为严重，采空塌陷影响和破坏土地面积最终可达 23.50km²。

评估区划分为 1 个重点防治区，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，该重点防治区细分为 3 个重点防治亚区，分别为工业广场远期综合治理区（A 区）、近期综合治理区（B 区）、中远期综合治理区（C 区），详见表 2-13。

表 2-13 矿山地质环境保护与综合治理方案说明表

治理分区	分区特征	主要防治措施
工业广场远期综合治理区（A区），面积 0.24km ²	主要在工业广场范围内	矿山闭坑后，对主、副、风井进行回填，除少量建筑保留外，其余全部拆除或综合利用，建筑垃圾清理外运，场地整平复耕
近期综合治理区（B区），面积 2.67km ²	分布在近期开采区	建立监测预警系统，对损毁道路、堤坝进行加固维修，消除安全隐患 利用监测资料对地面塌陷及地裂缝地质灾害的发生进行预报，当塌陷及地裂缝稳定后，根据实际条件，采取科学合理的方案，对塌陷裂缝区进行回填平整，恢复植被，修复生态
中远期综合治理区（C区），面积 66.53km ²	分布在矿区除近期开采区及工业广场以外的区域	针对矿区涌水量大，做好水文地质观测及矿井涌水量的观测、对含水层实施注浆堵漏等措施

根据赵固二矿矿山地质环境综合治理方案设计的工作量，按照有关定额标准估算，赵固二矿矿山地质环境保护与恢复治理工程经费估算总额为 74455.21 万元，方案适用期费用为 4284.32 万元，总费用中：工程施工费 65639.37 万元，占总费用的 88.16%，其它费用 7355.94 万元，占总费用的 9.88%，不可预见费 1459.91 万元，占总费用的 1.96%。

（2）方案工程设计及实施情况

1) 工程设计

①矿山地质环境保护与恢复工程

采空塌陷保护工程（主要对村庄、河堤、农田基础设施等的保护）；地裂缝充填工程，含水层破坏保护工程（主要采取水文地质条件勘探、覆岩破坏探测，灌浆堵漏等工程措施）地形地貌恢复工程（主要采取附属物拆除，矿井回填，土地平整等工程措施）；植被绿化工程；土地资源破坏治理恢复工程（主要是土地平整及覆土和土壤改良）。

②矿山地质环境监测工程

对采空塌陷地质灾害、含水层破坏进行的发展、变化趋势进行长期跟踪观测。

2) 方案实施情况

①搬迁避让工程

截止目前，搬迁 13 个村庄（其中包括首采区 5 个村庄），5478 户，计 21987 口人；其他维修村庄是 4918 户，18893 人。

②受损基础设施维修加固工程

截止目前，已完成的方案中基础设施维修加固工程有：

道路加固：填方 107100m³，路面平整 90800m²，混凝土路面（200mm）71400m²。

水利设施加固：加宽加高河堤，确保其防洪标准，填方 97200m³，护坡砌石 30000m。

③地裂缝回填工程

修复地裂缝，进行回填压实，填方约 135000m³，其中近期内工作量 15000 m³。

④含水层保护

注浆钻孔以斜孔为主，孔深 40m，注浆孔扩散半径 30m，单孔注浆量约 200m³，根据工作面尺寸，统计近期含水层保护预防工程量为：瞬变电磁测点 500 个，注浆钻孔 320 个，注浆量 64000 m³；预估算远期含水层保护预防工程量为：瞬变电磁测点 6500 个，注浆钻孔 2000 个，注浆量 400000 m³。

⑤植被重建方案

土方开挖 4800 m³，河堤植树 3000 株，道路 10085 株，总计 13085 株。

⑥矿山地质环境监测工程

监测网布设：根据地面塌陷现状及 5 年生产期地面塌陷预测，方案适用期内共布设地面塌陷监测点 20 个，地裂缝监测点 16 个。远期布置地面塌陷监测点 116 个，地裂缝监测点 64。

布设专门的水位，水质监测孔。共布设监测点 28 个。水质监测点 5 个，其中，污水排放口 1 个；井下排水口 1 个、村庄生活用水井 3 个。水位监测点 4 个，水量监测点 20 个。

监测实施：地面塌陷及地裂缝监测每月进行监测 1 次，下水位监测每月测量一次，水质监测频率每半年测一次，即枯水期、丰水期各检测一次；地表水水质监测每月监测一次。

2.6.2 原土地复垦方案概述

（1）服务年限

根据盘区划分和盘区接替计划，结合采矿许可证年限，确定本方案服务年限从施工期开始至第二盘区开采结束且地表变形稳定为止，共计 35 年，其中施工期 2.8 年、生产期 29.6 年、稳沉期 2.6 年。

（2）复垦范围及相关面积

本方案地表沉陷影响区土地面积 1930.66hm²，其中矿区内面积 1846.54hm²，矿区外面积 84.12hm²。拟复垦范围面积 1625.75hm²。

(3) 土地损毁情况

赵固二矿拟破坏土地包括地表沉陷引起村庄搬迁形成的搬迁村庄迹地，以及受地表沉陷影响耕地。煤矸石拟综合利用，不会压占破坏土地。拟破坏土地预测结果详见表 2-14，拟破坏土地的破坏时序详见表 2-15。

表 2-14 拟破坏土地预测结果表

破坏类别	破坏前地类	破坏程度	面积(hm ²)	表现形式	是否需复垦
地表沉陷	耕地	轻度破坏	922.75	地表坡度变化、少部分农灌设施受破坏	需复垦
		中度破坏	555.11	出现裂缝、季节性积水、地表坡度变化、部分农灌设施受破坏、耕地生产力下降	需复垦
	住宅用地	形成废弃地	147.89	废弃建筑、硬化地面覆盖	需复垦
压占				煤矸石综合利用，不设矸石处置场	不需复垦
挖损				无	不需复垦

表 2-15 拟破坏土地时序表

破坏区域	破坏面积 (hm ²)	破坏年限 (年)
一盘区搬迁村庄	67.47	2010-2011
二盘区搬迁村庄	80.42	2032-2033
11 区	195.46	2013-2017
12 区	201.06	2018-2022
13 区	160.92	2023-2027
14 区	179.12	2028-2032
15 区	177.80	2033-2035
21 区	167.92	2036-2037
22 区	395.58	2038-2043

(4) 复垦工作计划安排

表 2-16 土地复垦工作计划安排表

年限	面积 (hm ²)	地块	复垦方向	主要复垦内容与措施
2010-2011	67.47	一盘区搬迁村庄迹地	搬迁村庄迹地复垦为耕地、交通运输用地	搬迁村庄迹地废弃建筑拆除，硬化地面、基础挖除，平整、松土与覆土，土壤改良，配套建设田间道路与农田水利设施；一盘区排涝设备及管道
2032-2033	80.42	二盘区搬迁村庄迹地	搬迁村庄迹地复垦为耕地、交通运输用地	搬迁村庄迹地废弃建筑拆除，硬化地面、基础挖除，平整、松土与覆土，土壤改良，配套建设田间道路与农田水利设施；二盘区排涝设备及管道
2013-2017	195.46	11 区	耕地	轻度破坏区耕地翻耕平整；中度破坏区耕地表土剥离、平整土地、表土回填及土壤改良
2018-2022	201.06	12 区	耕地	轻度破坏区耕地翻耕平整；中度破坏区耕地表土剥离、平整土地、表土回填及土壤改良
2023-2027	160.92	13 区	耕地	轻度破坏区耕地翻耕平整；开采边界上部区域耕地表土剥离、平整土地、表土回填及土壤改良
2028-2032	179.12	14 区	耕地	轻度破坏区耕地翻耕平整；开采边界上部区域耕地表土剥离、平整土地、表土回填及土壤改良；14 区底部挖深垫浅、土壤改良、永久排涝设施
2033-2037	345.72	15 区和 21 区	15 和 21 区复垦为耕地、鱼塘	轻度破坏区耕地翻耕平整；开采边界上部区域耕地表土剥离、平整土地、表土回填及土壤改良；21 区底部挖深垫浅、土壤改良、永久排涝设施
2038-2043	395.58	22 区	耕地	轻度破坏区耕地翻耕平整；中度破坏区耕地表土剥离、平整土地、表土回填及土壤改良

(5) 投资情况

根据土地复垦措施实施进度安排，确定本工程土地复垦资金计划安排，其中一盘区搬迁村庄迹地复垦（不含第二次土地深松）、排涝设备和管道动态投资 2916.22 万元（静态投资 2287.01 万元）在施工后期和矿井投产第一年完成。

2.6.3 本方案与原土地复垦方案的衔接

土地的损毁时序取决于地下煤层的开采。由于矿山开采接续计划的变化，地面的损毁情况也将随之改变，尤其是在进行拟损毁土地的预测分析时，各个时段的开采范围的改变，使得未来地面可能会受影响的范围也不一样。为了使复垦工作与地面实际情况相符合，保证复垦工作的可操作性，基于已损毁土地现状和拟损毁土地预测进行的复垦责任范围的确定、复垦单元的划分、复垦工程的设计、复垦工作计划的安排都必须进行修改，以确保复垦工作的顺利进行。

新的盘区的开采必将带来不同位置的拟损毁土地，原土地复垦方案中的拟损毁土地预测已不再适用于现在的开采计划。为了更加科学合理的进行地质环境治理与土地复垦，必须根据新的开采计划，进行进一步地质灾害预测分析与土地损毁预测分析，并重新规划相应的地质环境治理工作与土地复垦工作，因此，根据原土地复垦方案的盘区划分以及开采接续计划表的变化，以及响应“两案合一”的通知，焦作煤业（集团）新乡能源

有限公司赵固二矿委托北京淮明科技发展有限公司编制新的《焦作煤业（集团）新乡能源有限公司赵固二矿矿山地质环境保护与土地复垦方案》。

2.6.4 矿山及周边矿山地质环境治理与复垦案例

（1）矿山地质环境治理与复垦情况

赵固二矿于 2011 年 4 月正式投产，累计采空面积 665.71hm^2 ，稳沉期为 3a。由此可以推断赵固二矿前期开采造成的塌陷土地大都未达到稳沉状态，因此辉县市政府积极实施了搬迁旧址的复垦工作。复垦方向为农用地（主要为耕地），土地工程措施主要有：房屋、道路、地坪、围墙等拆除工程，硬化地面剥离，地基清理，翻耕；土地整理工程，农用机井、沟渠工程；配套田间道路、涵管及排水沟渠、农田林网工程。

赵固二矿已经实施了两个阶段的搬迁迹地的土地复垦计划，第一阶段主要为 2010-2012 年对一盘区搬迁村庄迹地的复垦，面积为 67.47hm^2 ，主要复垦为耕地和交通运输用地。主要的复垦措施为搬迁村庄迹地废弃建筑拆除，硬化地面、基础挖除，平整、松土与覆土，土壤改良，配套建设田间道路与农田水利设施的修复，一盘区排涝设备及管道的修复。第二阶段主要为 2013-2017 年对二盘区搬迁村庄迹地的复垦，面积为 80.42hm^2 ，复垦措施主要包括轻度破坏区耕地翻耕平整；中度破坏区耕地表土剥离、平整土地、表土回填及土壤改良。

根据上轮规划，在 2010-2012 年对一盘区搬迁村庄迹地的复垦，面积为 67.47hm^2 ，主要复垦为耕地和交通运输用地。2013-2017 年复垦损毁耕地共 195.46hm^2 。

（2）矿山周边地质环境治理与土地复垦情况

赵固一矿自 2009 年投产以来，累计采空面积 317.27hm^2 ，同赵固二矿一样，当前也尚未对塌陷区进行有效的复垦，仅是完成了部分村庄搬迁迹地的复垦。至 2017 年底，已分别完成了对东北流村、西北流村、范屯村、南小庄、小岗村搬迁安置工作，并已经完成了小岗村和南小庄村搬迁迹地的复垦工作，复垦面积为 24.67hm^2 （370 亩）。已通过辉县市国土资源主管部门的验收。此外，目前矿山正在进行赵固东村、赵固西村、马正屯村、岳村、东王河村的搬迁安置工作，已完成约 1000 余户村民的搬迁，同时正在进行东北流村、西北流村、赵固东村和赵固西村搬迁迹地的复垦工作，其中东北流村、西北流村已经完成地基清理工作，并进行了简单复垦，复垦面积为 28hm^2 （420 亩）。

3 矿山地质环境影响和土地损毁评估

3.1 矿山地质环境与土地资源调查概述

为了解评估区内地质环境现状及土地损毁情况，我们在矿山技术人员的陪同下展开矿山地质环境与土地资源调查工作。其中各采煤工作面及附近区域为重点调查区，调查工作沿村间公路和田间道路展开。调查工作分三次进行，共耗时 15 天，先后投入技术人员 5 人，调查面积约 1930.66hm²，其中重点调查区面积约 496.93hm²，调查路线长度 4774m，采取水样 6 个，土壤样 5 个。野外调查工作量表见表 3-1。

图 3-1 调查现场照片

表 3-1 野外调查工作量表

项目名称	单位	工作量
地质环境、地质灾害调查	hm ²	1930.66
地下水位监测	个	32
取水样	个	6
取土样	个	5

收集的主要资料有：《河南省焦作煤业（集团）新乡能源有限责任公司赵固二矿矿山地质环境保护与治理恢复方案》（2013），《河南省焦作煤业（集团）有限责任公司赵固二矿土地复垦方案报告书》（2010），《河南省焦作煤业（集团）有限责任公司赵固二矿矿产资源开发利用方案》（2007），矿区地形图和土地利用现状图等。

3.2 矿山地质环境影响评估

3.2.1 评估范围和评估级别

1、评估范围

依据《矿山地质环境保护与恢复治理方案编制规范》(DZ/T 0223-2011)（以下简称《编制规范》）第 6.1 条及第 7.1.1 条，矿山地质环境调查的范围应包括采矿登记范围和采矿活动可能影响到的范围。

赵固二矿矿山生产活动对地质环境的影响主要体现在井下采掘造成的地面塌陷和固、液废物排放对水土环境的影响两个方面，而两者中又以采空塌陷的影响程度和范围最大，因此，本次评价范围的确定主要考虑采空塌陷因素。

根据赵固二矿塌陷现状以及初步预测的拟塌陷区域，塌陷范围最大影响到井田边界

外围 379m，井田东部由于地质断层影响，暂无开采计划，以此确定在井田范围基础上将拐点 J1-J2 点连接作为评估区范围，面积约 7012.93hm²，如图 3-2 所示。评估区土地利用现状如表 3-2 所示。

图 3-2 赵固二矿地质环境影响评估范围示意图

表 3-2 评估区土地利用现状表

一级地类		二级地类		二级地类面积 (hm ²)	占总面积比例%	一级地类面积 (hm ²)	占总面积比例%
1	耕地	12	水浇地	5599.19	79.62	5635.80	80.15
		13	旱地	36.61	0.53		
2	园地	21	果园	5.67	0.08	5.67	0.08
3	林地	31	有林地	14.50	0.21	59.79	0.87
		32	灌木林地	0.14	0.00		
		33	其他林地	45.15	0.65		
4	草地	43	其他草地	2.50	0.04	2.50	0.04
10	交通运输用地	102	公路用地	62.90	0.91	66.07	0.96
		104	农村道路	3.17	0.05		
11	水域及水利设施用地	111	河流水面	42.98	0.61	109.44	1.54
		114	坑塘水面	20.65	0.28		
		116	内陆滩涂	45.47	0.64		
		118	水工建筑用地	0.34	0.00		
12	其他土地	122	设施农用地	47.09	0.68	48.46	0.70
		127	裸地	1.37	0.02		
20	城镇村及工矿用地	202	建制镇	68.14	0.99	1085.19	15.67
		203	村庄	976.45	14.10		
		204	采矿用地	25.55	0.37		
		205	风景名胜及特殊用地	15.06	0.22		
总面积				7012.93	100.00	7012.93	100.00

2、评估级别

根据《矿山地质环境保护与治理恢复方案编制规范》，矿山地质环境影响评估级别应根据评估区重要程度、矿山生产建设规模、矿山地质环境条件复杂程度等综合确定。

(1) 评估区重要程度

矿区内涉 30 个村庄以及赵固二矿煤矿工业广场，存在人口大于 500 人的居民集中居住区；矿区内有二级公路辉（县）吴（村）公路穿过；矿区紧邻（390m 以内）无国

家自然保护区或重要旅游景点；无重要水源地；评估区分布有基本农田及耕地，采煤塌陷都将破坏基本农田及一般耕地。

根据《矿山地质环境保护与治理恢复方案编制规范》中附录 B “评估区重要程度分级表”（表 3-3），确定评估区重要程度分级为重要区。

表 3-3 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

（2）矿山生产建设规模

赵固二矿矿山设计生产规模为***万吨/年，年生产量大于 120 万吨/年，按照《矿山生产建设规模分类一览表》（DZ/T223—2011 表 D）划分（表 3-4），属大型矿山。

表 3-4 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
煤（露天开采）	万吨	≥400	400~100	<100	原煤

（3）矿山地质环境条件复杂程度

根据《矿山地质环境保护与治理恢复方案编制规范》附录 C 表 C.1 “矿山地质环境条件复杂程度分级表”各判定因素，确定该矿山地质环境条件复杂程度为复杂（见表 3-5）。

①评估区主要矿层（体）位于地下水位以下，矿井开采的直接充水含水层为 3 煤顶底板砂岩裂隙含水层及三灰岩溶裂隙含水层。井田内受采掘破坏或影响的裂隙、岩溶含水层较多，补给条件较好，采掘工程受水害影响中等。矿坑现状正常涌水量 5705.76m³/d。矿山排水和疏干容易造成矿区周围主要充水含水层破坏，矿山地质环境条件复杂程度为复杂类型。

②矿层顶底板围岩稳固性好；地表残坡积层、基岩风化破碎带厚度小于 5m；矿山工程场地由于留设保护煤柱，工程场地地基稳定性好，矿山地质环境条件复杂程度为简单类型。

③地质构造较复杂。断裂构造较发育，断裂带切割矿体较严重，矿山地质环境条件复杂程度为复杂类型；

④现状条件下，该评估区已出现矿山地质环境问题，调查发现主要是地面塌陷和地裂缝地质灾害，灾害规模较大，危害对象主要有附近村庄、农田、公路及石门河，矿山地质环境条件复杂程度为复杂类型；

⑤采空区面积和空间较大，重复开采较少，采空区部分得到处理，采动影响较强烈。矿山地质环境条件复杂程度为复杂类型；

⑥矿区位冲洪积平原区，地貌类型单一，微地貌形态较简单，地形起伏变化平缓，矿山地质环境条件复杂程度为简单类型；

综上所述，按上一级别优先的原则，采取就上原则，前6条中只要有一条满足某一级别，应定为该级别，确定地下采矿评估区矿山地质环境条件复杂程度为复杂类型。

(4) 评估级别的确定

综上，评估区重要程度分级为重要区，矿山地质环境条件为复杂，矿山建设规模为大型，根据《矿山地质环境保护与治理恢复方案编制规范》附录 A 表 A.1 确定（见表 3-5）。

表 3-5 矿山地质环境影响评估精度分级表

评估区重要程度	矿山建设规模	地质环境条件复杂程度		
		复杂	中等	一般
重要区	大型	一级	一级	二级
	中型	一级	一级	二级
	小型	一级	一级	二级
较重要区	大型	一级	一级	二级
	中型	一级	二级	二级
	小型	二级	二级	三级
一般区	大型	一级	二级	二级
	中型	二级	二级	三级
	小型	二级	三级	三级

3.2.2 矿山地质灾害现状分析与预测

1、评估灾种

矿山地质灾害评估的类型主要指因矿山建设和生产活动而引发的崩塌、滑坡、泥石流、地面沉降、地面塌陷（包括岩溶塌陷、采空塌陷）及地裂缝等 6 大类。

评估区位于山前倾斜平原，总体地势北高南低，地形起伏平缓，没有人工地面开采

的所造成的高陡边坡存在，不存在崩塌、滑坡、泥石流等突发性地质灾害。

岩溶塌陷是碳酸盐岩岩溶地区因过量抽排地下水引发的一种地面变形地质灾害。评估区内二叠系埋藏于新近系之下，地表未出露，因此，该区不具备产生岩溶塌陷的地质环境条件。

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，并形成了塌陷积水区。

今后煤炭将继续形成新的采空区，具备产生采空塌陷及伴生地裂缝的条件。因此，本次评估地质灾害的灾种确定为采空塌陷及伴生地裂缝。

2、矿山地质灾害现状分析

(1) 采空区分布情况

赵固二矿于 2007 年 1 月开工建设，2011 年 4 月竣工投产。赵固二矿设计生产能力***万吨/年，矿井采煤方法采用长壁一次采全高采煤法、长壁分层采煤法，回采工艺采用综合机械化采煤，顶板管理方式为全部垮落法。现主要在一、二、三、四个盘区开采，主开采煤层为二₁煤层。采空区主要分布在一、二盘区，如图 3-3 所示。

图 3-3 采空区分布图

(2) 地质灾害现状评估

1) 采空塌陷

赵固二矿自 2007 年开工建设，生产规模***万吨/年，损毁土地涉及到耕地，林地，水域及水利设施用地，其它土地，城镇村及工矿用地等各种地类。总损毁面积为 665.71hm²，轻度损毁面积共达 326.69hm²，中度损毁面积共达 236.73hm²，重度损毁面积共达 102.29hm²。现状采空塌陷影像图和矿山实测的地面塌陷等值线图分别见图 3-4、图 3-5。

图 3-4 现状采空塌陷影像图

图 3-5 现状地面塌陷等直线图

采空塌陷地质灾害破坏的土地类型主要为耕地，其次为农村宅基地、水域及水利用地、交通设施用地等，受其影响的对象主要为村庄、道路、铁路专用线以及水利、电力、通讯等基础设施。采空塌陷不仅破坏了大量的土地资源，改变了原始地形地貌和土

地属性，造成地表起伏形态变化增大，也损毁了部分水利、交通等基础设施。

依据《地质灾害危险性评估规范》（DZ/T0286-2015），进行地质灾害危险性评估。

① 确定评估区地质灾害发育程度

按照《地质灾害危险性评估规范》附录 D 表 D.8 “采空塌陷发育程度分级表”，确定评估区采空塌陷发育程度。

根据本次现状调查，评估区内已出现大面积积水，积水区域地表存在明显塌陷，下沉值大于 1.35m，地表建（构）筑物明显变形开裂。因此，塌陷区域地质灾害发育强烈。

② 确定评估区地质灾害危害程度

按照《地质灾害危险性评估规范》表 3-6 “地质灾害危害程度分级表”，确定评估区采空塌陷危害程度。

根据现状调查，评估区内采空塌陷地质灾害并未造成人员伤亡。但是采空塌陷已造成极大的直接经济损失。采空塌陷地质灾害造成的直接经济损失主要为塌陷积水区毁损土地资源损失费、损毁农村道路和运煤专用铁路维护费，其中，塌陷积水区毁损土地 102.29hm²（1534.35 亩）。

故评估区内积水区域采空塌陷地质灾害危害程度大，其他区域地质灾害危害程度小。

③ 确定评估区地质灾害危险性程度

按照《地质灾害危险性评估规范》表 3 “地质灾害危险性分级表”（见表 3-6），综合评估区地质灾害发育程度和危害程度，确定评估区采空塌陷危险性程度。

表 3-6 地质灾害危险性分级表

危害程度	发育程度		
	强	中等	弱
大	危险性大	危险性大	危险性中等
中等	危险性大	危险性中等	危险性小
小	危险性中等	危险性小	危险性小

综上所述，现状条件下，采空塌陷地质灾害发育强烈，危害程度大，危险性大。

2) 地裂缝

调查期间，塌陷区周围未发现地裂缝，据矿方人员介绍，历史开采期间，塌陷区边缘曾伴有地裂缝发生过，多沿塌陷区边界 10~50m 范围内分布，规模大小不一，长度一般小于 100m，宽度小于 1m，可见深度小于 2m。裂缝经雨水冲刷后，自然填平。其规模属小型，危害程度小。

3、矿山地质灾害预测评估

(1) 近期(2018-2022年)预测评估

赵固二矿在开发利用过程中,可能引发或加剧的地质灾害是采空塌陷和随之伴生的地裂缝。

1) 预测方法的确定

对于地表沉陷变形预测的研究,国内外专家提出了多种方法,我国经过40多年的系统研究和实践,已掌握了地表的移动变形规律,并颁布了《建筑物、水体、铁路及主要井巷煤柱留设与压煤开采规范》。目前,我国比较常用的地表移动变形计算方法有概率积分法、负指数函数法、威布尔函数法和典型曲线法等,其中概率积分法适宜于小于45°的煤层,且具有参数容易确定、实用性强等优点,在各矿区使用比较广泛。此外,由于本方案服务年限内开采煤层倾角都小于40°,该区域多年的研究也证明了这一方法在该区域的可行性,因此,本方案的地表沉陷预测采用概率积分法。

从统计观点出发,可以把整个开采区域分解为无限个微小单元的开采,整个开采对岩层及地表的影响等于各单元开采对岩层及地表影响之和。按随机介质理论,单元开采引起的地表单元下沉盆地呈正态分布,且与概率密度的分布一致。因此,整个开采引起的下沉剖面方程可以表示为概率密度函数的积分公式。地表单元下沉盆地的表达式:

$$w_e(x) = \frac{1}{r} e^{-\pi \frac{x^2}{r^2}} \quad (\text{式 3-1})$$

式中, r 为主要影响半径, 主要与单元采深和主要影响角有关。通过上述表达式可以看出, 在单元开采时, 地表产生的下沉盆地, 其函数形式与正态分布概率密度函数相同。

设过采空区倾斜主断面内下山计算边界且与走向平行的线为 X 轴, 过采空区走向主断面左计算边界且与倾斜方向平行的线为 Y 轴, 任意剖面(与煤层走向成 Φ 角) 上点 x 的坐标为 X 和 Y , 则, 根据下沉盆地的表达式可以推导出地表移动盆地内任意点、任意方向的点 x 的移动和变形的表达式为:

a. 地表下沉

$$W(x, y) = W_{cm} \cdot \iint_D \frac{1}{r^2} \cdot e^{-\pi \frac{(\eta-x)^2 + (\xi-y)^2}{r^2}} \cdot d\eta \cdot d\xi \quad (\text{式 3-2})$$

b. 地表倾斜

$$i_x(x, y) = W_{cm} \cdot \iint_D \frac{2 \cdot \pi \cdot (\eta - x)}{r^4} \cdot e^{-\pi \frac{(\eta - x)^2 + (\xi - y)^2}{r^2}} \cdot d\eta \cdot d\xi \quad (\text{式 3-3})$$

$$i_y(x, y) = W_{cm} \cdot \iint_D \frac{2 \cdot \pi \cdot (\xi - y)}{r^4} \cdot e^{-\pi \frac{(\eta - x)^2 + (\xi - y)^2}{r^2}} \cdot d\eta \cdot d\xi \quad (\text{式 3-4})$$

c. 地表曲率

$$K_x(x, y) = W_{cm} \cdot \iint_D \frac{2 \cdot \pi}{r^4} \left(\frac{2 \cdot \pi \cdot (\eta - x)^2}{r^2} - 1 \right) \cdot e^{-\pi \frac{(\eta - x)^2 + (\xi - y)^2}{r^2}} \cdot d\eta \cdot d\xi \quad (\text{式 3-5})$$

$$\begin{aligned} K_y(x, y) &= \frac{\partial^2 W(x, y)}{\partial y^2} = \frac{\partial i_y(x, y)}{\partial y} \\ &= W_{cm} \cdot \iint_D \frac{2 \cdot \pi}{r^4} \left(\frac{2 \cdot \pi \cdot (\xi - y)^2}{r^2} - 1 \right) \cdot e^{-\pi \frac{(\eta - x)^2 + (\xi - y)^2}{r^2}} \cdot d\eta \cdot d\xi \quad (\text{式 3-6}) \end{aligned}$$

d. 地表水平移动

$$U_x(x, y) = U_{cm} \cdot \iint_D \frac{2 \cdot \pi \cdot (\eta - x)}{r^3} \cdot e^{-\pi \frac{(\eta - x)^2 + (\xi - y)^2}{r^2}} \cdot d\eta \cdot d\xi \quad (\text{式 3-7})$$

$$U_y(x, y) = U_{cm} \cdot \iint_D \frac{2 \cdot \pi \cdot (\xi - y)}{r^3} \cdot e^{-\pi \frac{(\eta - x)^2 + (\xi - y)^2}{r^2}} \cdot d\eta \cdot d\xi + W_{(x,y)} \cdot \text{ctg} \theta_0 \quad (\text{式 3-8})$$

e. 地表水平变形

$$\varepsilon_x(x, y) = U_{cm} \cdot \iint_D \frac{2 \cdot \pi}{r^3} \left(\frac{2 \cdot \pi \cdot (\eta - x)^2}{r^2} - 1 \right) \cdot e^{-\pi \frac{(\eta - x)^2 + (\xi - y)^2}{r^2}} \cdot d\eta \cdot d\xi \quad (\text{式 3-9})$$

$$\varepsilon_y(x, y) = \frac{\partial U_y(x, y)}{\partial y} = U_{cm} \cdot \iint_D \frac{2 \cdot \pi}{r^3} \left(\frac{2 \cdot \pi \cdot (\xi - y)^2}{r^2} - 1 \right) \cdot e^{-\pi \frac{(\eta - x)^2 + (\xi - y)^2}{r^2}} \cdot d\eta \cdot d\xi + i_y(x, y) \cdot \text{ctg} \theta_0 \quad (\text{式 3-10})$$

式中： r ——为任意开采水平的主要影响半径，m；

D ——开采煤层区域；

x, y ——计算点相对坐标（考虑拐点偏移距），m；

W_{cm}, U_{cm} ——地表充分采动的最大下沉值和最大水平移动值，mm。

2) 预测参数的选取

根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范》中的关于下沉系数、主要影响赵固二矿角正切、水平移动系数、拐点偏移系数、开采影响传播角等沉陷预测一般参数，参照赵固二矿的地表移动实际观测数据，以及对

赵固二矿进行的地表移动参数的分析，我们确定赵固二矿沉陷预测参数如表 3-7 所示。

表 3-7 赵固二矿概率积分法预计参数

序号	预测参数	符号	预测参数值
1	下沉系数	η	****
2	主要影响正切	$tg\beta$	****
3	水平移动系数	b	****
4	最大下沉角	θ	****

3) 预测结果

①近期地表变形预测评估

到 2022 年底，预测塌陷累计面积 871.27hm²，其中：塌陷深度大于 10mm 小于 1m 的区域面积为 629.46hm²，塌陷深度 1~3m 的区域面积 201.23hm²，塌陷深度大于 3m 的区域面积 40.58hm²。预测塌陷中心最大下沉值 3.9m，最大倾斜值 9mm/m，最大曲率 0.05 × 10⁻³mm/m²，最大水平移动值 1335mm/m，最大水平变形值 6.98mm/m，地表沉陷和变形量较大。其地质灾害规模属大型。近期采空塌陷发育强烈（见表 3-9），危害程度大，危险性大。

近期各年累计塌陷影响范围预测见图 3-6 到 3-10。

表 3-8 预测近期采空塌陷发育程度一览表

年份	2018 年	2019 年	2020 年	2021 年	2022 年
塌陷深度 10mm~1m	437.2	501.4	540.57	595.89	629.46
塌陷深度 1~3m	36.18	64.19	156.98	212.68	201.23
塌陷深度大于 3m	0.00	0.00	0.00	0.00	40.58
合计	473.38	565.59	697.55	808.57	871.27

图 3-6 2018 年采空塌陷影响范围预测图

图 3-7 2018-2019 年采空塌陷影响范围预测图

图 3-8 2018-2020 年采空塌陷影响范围预测图

图 3-9 2018-2021 年采空塌陷影响范围预测图

图 3-10 近期（2018-2022）采空塌陷影响范围预测图

近期（2018-2022 年）近期受采空塌陷影响和危害的水利设施、道路、铁路等主要有：

主要乡村道路：主要涉及损毁九条乡村道路，全长约 3092m。

主要河流：主要影响河流是黄水河，影响总面积约为 32.37hm²。

综上所述，近期（2018-2022 年）评估区存在的地质灾害主要是地面塌陷，形成原因是井下煤层开采，危害对象为矿山居民、道路和河流等，与此同时在现状塌陷的基础上将会引发和加剧地裂缝灾害，产生发育程度为发育，危害严重

②近期采矿活动引发、遭受地裂缝地质灾害危险性预测评估

根据前述计算，适用期内最大下沉值 3900mm，地表下沉将产生地面塌陷，面积达到 871.27hm²，由于地表的不均匀沉降，会使得因地表水平拉伸性程裂缝，开采后地表水平变形最大值将达到 6.98mm/m，地表将产生地裂缝灾害。地裂缝地质灾害主要造成地面、房屋、道路开裂。根据开采方式及工作面走向，预测方案适用期内新增地裂缝 4 条，预测其规模大型 2 条、中型 2 条，地裂缝影响范围将达到 12hm²。因此，预测矿山开采因地面塌陷引起的地裂缝危险性为大。

矿区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，近期开采区内受影响自然村 5 个，新增受地面塌陷危害 5192 人、7302 间房屋。

（2）中远期（2023-2038 年）预测评估

1) 预测方法和参数

预测方法和参数与近期预测方法相同。

2) 预测结果

①中远期地表变形预测

到 2038 年矿山闭坑时，预测塌陷最大范围 1563.00hm²，其中：塌陷深度 10mm-1m 的塌陷面积为 809.84hm²，塌陷深度 1~3m 的塌陷面积 382.73hm²，塌陷深度大于 3m 的塌陷面积 370.43hm²。最大塌陷深度 5.4m。塌陷中心最大下沉值 5400mm，最大倾斜值 12.10mm/m，最大曲率 0.09×10^{-3} mm，最大水平移动值 2240mm/m，最大水平变形值 9.75mm/m，地表沉陷和变形量较大。其地质灾害规模属大型。

预测中远期采空塌陷影响的村庄均为已损毁村庄，在塌陷前已搬迁完毕。受采空塌陷影响和危害的水利设施、道路、铁路、供电和通讯线路等主要有：

主要乡村道路：主要涉及损毁十二条乡村道路，全长约 4934 米。

主要河流：主要影响河流为黄水河和石门河，影响总面积达到 37.66hm²

综上所述，预测评估区中远期采空塌陷地质灾害发育强烈，危害程度大，危险性大。

与此同时将会引发和加剧地裂缝灾害，矿山地质环境影响程度严重。

②中远期采矿活动引发、遭受地裂缝地质灾害危险性预测评估

预测中远期地裂缝在平面上沿塌陷区边界分布。预测至开采结束后，地表最大下沉值 5400mm，地表下沉将产生地面塌陷，面积达到 1563hm²，由于地表的不均匀沉降，会使得因地表水平拉伸性程裂缝，经预测，开采后地表水平变形最大值将达到 6.19mm/m，地表将新增地裂缝灾害。因此预测全井田矿山开采引发地面塌陷和地裂缝危险性为大。

地裂缝地质灾害主要造成地面、房屋、道路开裂。受本矿井井下采煤影响的地表河流主要为石门河、黄水河和百泉河，开采后将造成部分河道地段变形，影响长度分别为 1.9km、2.9km、3.3km，共 8.1km。

矿区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。全区开采后，矿区范围内将威胁 21987 人，同时 29456 间房屋遭受不同程度损坏。

预测中远期地裂缝地质灾害规模属大型，地质灾害发育程度强，危害程度大，危险性大。矿山地质环境影响程度较大。

3.2.3 矿区含水层破坏现状分析与预测

1、含水层破坏现状分析

矿山开采对含水层的影响或破坏主要表现在含水层结构、地下水水位。现分述如下：

(1) 对含水层结构的影响

赵固二矿采矿活动发生在碎屑岩类岩层中，对开采工作面以上的碎屑岩类含水层造成了很大程度破坏，其最大破坏范围一般止于开采范围，根据开采以来所完成工作面估算，影响总面积约 250.13hm²。二₁煤层之上的大占砂岩及香碳砂岩含水层结构破坏严重、含水层被疏干；导水裂隙带不会涉及到第四系含水层，对上部第四系松散岩类砂砾石含水层造成破坏较轻。

(2) 对地下水水位的影响

赵固二矿经过多年生产建设，获得了大量井下矿井水文地质资料，并从建井开始系统观测了矿井涌水量和矿井突水情况。截止到2017年，赵固二矿井田平均涌水量 212.17m³/h，最大涌水量219.45m³/h，矿井涌水量主要来自二₁煤层底板含水层。矿井多

次出现突水情况，其中以2011年一盘区突水量最大，达到438 m³/h，稳定水量300 m³/h。据监测数据显示，L2、L3、奥灰水年下降速率分别为22.4m、26.1m、26.8m。矿山开采影响地下水位变化的主要因素是矿坑排水，矿井涌水量在开采初期随开采面积增加而增大，当开采达到一定面积后，涌水量不再随开采面积的扩大而增加。矿井涌水量统计见表3-9。矿井突水情况见表3-10。

表 3-9 2011~2017 年矿井涌水量统计表

单位：(m³/h)

年份	2011	2012	2013	2014	2015	2016	2017
1月		102.57	136.63	158.78	201.9	203.3	205.16
2月		99.84	125.02	164.25	206.7	204.58	207.42
3月		94.18	139.39	174.59	201.48	203.12	208.62
4月		91.56	161.5	172.94	200.91	203.65	216.94
5月		96.52	173.36	172.90	204.5	203.93	204.89
6月	101.12	104.71	165.79	178.49	198	203.55	216.23
7月	105.36	110.26	146.65	171.57	193.23	202.02	217.8
8月	104.25	119.95	152.55	173.35	197.72	204.05	210.68
9月	110.24	125.96	143.36	174.13	203.73	204.7	207.9
10月	107.25	138.64	155.98	172.55	205.4	202.5	219.45
11月	109.54	141.84	153.21	181.49	202.6	203.81	210.67
12月	107.21	133.21	152.89	197.73	203.34	203.57	211.67
最大	110.24	141.84	173.36	197.73	206.7	204.7	219.45
最小	101.12	91.56	125.02	158.78	198	202.02	204.89
年平均	105.68	116.7	149.19	178.255	202.35	203.36	212.17

表 3-10 建矿以来矿井突水情况一览表

单位：(m³/h)

序号	出水时间	工作面名称	标高	最大水量	稳定水量
1	2010.02.16	11011 工作面胶带顺槽通尺 430m~470m	-645m~646m	120	100
2	2010.06.27	I盘区胶带上山与东横贯V交叉点 向下山方向 6~10m 间	-627m	438	300
3	2011.01.02	11011 工作面回采至 2015m 处， 第 70 和 71 架后老空区	-606m	42	30
4	2011.01.03	1105 上顺槽与东辅运交叉口	-622m	80	60
5	2011.06.06	I盘区东辅运与东横贯VI交叉口	-622m	180	60

为及时掌握地下水水位变化情况，该矿自建矿以来设有长期监测孔，并对各含水层进行观测。水文动态监测成果表3-11。

表 3-12 2010~2018 年水文钻孔水文动态观测表

序号	观测孔			2010 年	2011 年	2012 年	2013 年	2014 年	2015 年	2016 年	2017 年
	孔号	含水层	原始水位								
1	12805	L8	+77.4	+77.51	+68.37	+61.04	+43.53	+34.19	+28.89	+17.36	13.54
2	13151	L8	+65.2	+65.99	-186.28	-219.57	-284.99	-289.95	已封孔	已封孔	已封孔
3	13152	L8	+60.3	+60.95	已封孔	已封孔	已封孔	已封孔	已封孔	已封孔	已封孔
4	13202	O2	+74.8	+74.9	+74.53	+77.38	+77.33	已封孔	已封孔	已封孔	已封孔
5	12751	顶砂	+78.1	+78.1	+55.71	+39.31	+20.79	已封孔	已封孔	已封孔	已封孔
6	13401	L8	+76.8				+76.97	+69.65	+65.28	+70.36	+72.32
7	11041-2	L2	-124.1					-124.23	-115.87	-117.76	-115.8
8	RG-2	L2	-18.6					-18.82	-7.62	-7.81	-7.62
9	RG-8	L8	-256.7					-256.87	-258.76	-242.55	-258.7
10	SY-2	L2	-57.4					-57.39	-55.95	-53.73	-55.95
11	SY-8	L8	-265.3					-265.25	-277.96	-239.25	-277.9
12	SY-O	O2	+58.9					+58.98	+58.67	+58.15	+58.67
13	DC-O	O2	+54.1					+54.17	+54.27	+54.39	+54.27
14	DS-L2	L2	-49.6					-49.66	-49.11	-49.29	-49.11
15	DS-L8	L8	-207.1					-207.06	-207.33	-204.51	-207.3

采矿活动对主要含水层水位的影响分析如下：

根据《焦作煤业（集团）有限责任公司赵固二矿水文地质类型划分报告》第四系砾石、细至中砂含水层，为煤矿主要供水水源。矿井已建有完善的生活、生产及消防给水系统。根据《焦作煤业（集团）有限责任公司赵固二矿初步设计》（中煤国际工程集团武汉设计研究院），区域大气入渗补给量远大于赵固二矿矿井水源井抽采量，而赵固二矿投产数年来的实际情况也表明，水源井抽采未导致局部地下水水位的持续下降，也未引发地面沉降，即矿业活动用水对第四系松散岩类孔隙水水位影响较轻。

根据赵固二矿的日常监测资料，矿井煤层开采主要涌水水源现状为二1煤层底板含水层，且根据焦作煤田各生产矿井及赵固二矿投产数年来的实际情况，未出现因矿井排水而造成深层地下水断流的现象，主要为老空区积水探放，以储量为主，补给较慢，对基岩裂隙水造成了局部的疏干，单个开采工作面疏干影响范围15~26hm²，全采区疏干影响范围约860.08hm²，因此矿井水抽排对碎屑岩类基岩裂隙水虽有一定的不利影响，但不会产生明显的疏干现象，也不会对地下水资源的利用造成直接的不良影响。

综上所述，煤层开采对碎屑岩类基岩裂隙水影响较严重，对第四系松散岩类孔隙水影响较轻。

2、含水层破坏预测评估

（1）对含水层结构破坏预测评估

煤炭采掘易造成煤层顶板围岩冒落与裂缝破坏，从而引起地表变形—沉陷，其冒落带、导水裂缝带和保护层带（即“三带”）的高度发生变化，而煤层开采形成的导水裂隙带发育高度也不会造成新生界松散层下部含、隔水层(组)结构的破坏，不会导致新生界松散层上、中部含水层(组)的水位降低或梳干，更不会对地表水产生影响，而煤层开采必然会破坏碎屑岩类基岩裂隙水的结构，对碳酸盐岩类岩溶裂隙水结构破坏较严重，因为二1煤层的开采使岩溶裂隙水的顶部隔水层受到破坏，使得该层水进入到煤层中，所以煤层开采对松散岩类孔隙水的结构破坏较轻，对碎屑岩类基岩裂隙水破坏严重，对大占砂岩及香碳砂岩含水层结构破坏较严重。

煤炭开采引起的地表沉陷易造成煤层顶板围岩冒落与断裂损毁，可能影响到地下含水层的构造而对地下水资源造成损毁。根据《煤炭工业设计规范》中规定的经验公式：

$$H_f = \frac{100M}{5.1n + 5.2} + 5.1 \quad (\text{式 3-11})$$

式中： H_f ——冒落带高度（m）；

M——煤层采厚（m），10.83m；

n——分层层数，4层。

从上述公式计算可知赵固二矿导水裂隙带平均高度在47.3m。可知赵固二矿可采煤层在开采上限时的导水裂隙带高度加保护层厚度（平均15.5m）之和均小于设计留设的防水安全煤岩柱高度（平均66.9m）。所以赵固二矿煤炭开采形成的导水裂隙带发育不会达到新生界内，且新生界各含水组基本无水力联系。因此无论是受开采影响的基岩裂隙水，还是由地面供给井下生产用水和消防洒水等井下排水，均不会造成对第四系砾石、细至中砂含水层产生过多影响，从而不会造成地表浅层民用井水的干枯，更不会对地表水体产生影响。

综上所述，赵固二矿煤炭开采活动对二₁煤层之上的大占砂岩及香碳砂岩含水层结构破坏严重，含水层被疏干；导水裂隙带不会涉及到第四系含水层，对上部第四系松散岩类孔隙水资源造成的影响较轻，不会导致民用水源井疏干及浅层地下水资源枯竭而出现生活、生产用水困难的问题。

（2）对地下水水位影响预测评估

1）水位变化预测

赵固二矿开采后井田正常涌水量 $4.73 \times 10^4 \text{m}^3/\text{d}$ ，最大涌水量 $6.15 \times 10^4 \text{m}^3/\text{d}$ ，日疏干开采量为 $47300 \sim 61500 \text{m}^3$ ，据监测数据，L2、L3、奥灰水年下降速率分别为22.4m、26.1m、26.8m，据此推测，方案服务期结束后，按上述下降速率计算，L2、L3、奥灰水平均水位高程将分别达到-750m、-700m、-770m，方案服务期结束后，上述含水层地下水将趋于疏干，因此矿坑排水对煤层顶板砂岩含水层影响严重。

2）含水层疏干范围预测

赵固二矿地层倾角较小，煤层顶板以上采煤影响带内含水层可概化为近水平含水层。将煤矿采空区假设为一个井，矿井排水假设为抽水，可根据抽水试验中影响半径的公式来概略的计算矿井排水的影响范围，公式如下：

$$R = 10S\sqrt{K} \quad (\text{式 3-12})$$

式中：S——水位降深（静水位与疏干水位的高差），m；

K——渗透系数，m/d。

前述计算分析表明，煤层开采后，将会破坏区内二叠系内砂岩裂隙水含水岩组，矿坑排水将会使该含水岩组的地下水水位下降，甚至疏干。

评估区煤层开采水平标高平均-700m。矿区二₁煤开采时矿井排水疏干高度（水位降

深S) 约为781.2m。将这些数值代入上式进行计算后, 评估区煤层开采后矿井排水影响范围约为矿界外11718m (渗透系数取最大值2.25m/d)。

采矿活动对主要含水层水位的影响预测分析如下:

① 第四系砾石、细至中砂含水层

根据《焦作煤业(集团)新乡能源有限公司赵固二矿生产地质报告》, 第四系砾石、细至中砂含水层是矿区工农业生产、生活用水的主要含水层, 主要由冲积砾石和细至中粗砂组成, 级配差别大, 多位于中上段, 含水层厚度11.7~35.95m, 第四系孔隙含水层直接接受大气降水补给。通过对井田地形等高线及二₁煤层底板等高线的分析, 二₁煤层开采深度最小为580m左右, 即二₁煤层导水裂缝带顶部到地表至少为513m以上, 与第三、第四系地层薄弱地带厚度相当, 但同时考虑到第三系泥、泥质隔水层由一套河湖相沉积的粘土、砂质粘土组成, 厚度364~530m, 呈半固结状态, 隔水性良好, 可阻隔矿床对地表水、第四系砾石、细至中砂含水层的影响, 不会破坏浅部含水层。据此预测煤炭开采不会对第四系砾石、细至中砂含水层造成破坏, 不会影响井田范围内居民饮用水、支持生态的土壤水水量。但在开采影响期间地表受沉陷影响, 在一定程度上改变了地面降水的径流与汇水条件, 含水层的水位和流向受到干扰, 局部区域地下水的流动和水量重新分布。

② 新近系中、底部砂、砾石含水层

根据勘探报告, 在新近系底部局部存在砾石区域, 底部砾石层为古河床相, 该层主要分布在勘探区的西部 12605 孔一带、中部 12603~13152 孔之间、东部 12751 孔以东的近露头部分、F18 断层东部和以南的 8201 等钻孔附近。由于矿井导水裂缝带平均高度 51.4m, 在矿井东部薄基岩区域与底砾岩富水性较好区域该含水层水将对矿井生产造成威胁。

③ 二₁煤顶板砂岩含水层

主要由二₁煤顶板大占砂岩和香炭砂岩组成, 厚10m左右, 所揭露钻孔均未发生涌、漏水现象。12751孔抽水试验结果, 单位涌水量0.0013 l/s.m, 渗透系数0.021m/d。属孔隙裂隙弱富水含水层。水化学类型HCO₃-K+Na. Ca型, 矿化度0.425g/L, PH值7.94, 水位标高+67.78m。随着后续煤层采出后, 采空区周围的岩层将发生位移、变形乃至破坏, 二₁煤层之上的大占砂岩及香炭砂岩含水层结构被破坏、含水层被疏干。

④ 中奥陶统碳酸盐岩岩溶裂隙含水层

由中厚层状石灰岩、泥质灰岩组成, 本区有 9 孔揭露该层, 最大揭露厚度 67.30m,

含水层顶板埋深 725.86~991.50m, 在古剥蚀面的附近岩溶裂隙发育。13202 孔抽水单位涌水量 0.001891/s.m。渗透系数 0.00333m/d, 稳定水位标高 82.00m, 水化学类型为 $\text{HCO}_3\sim\text{Ca}\cdot\text{Mg}$ 型, 矿化度 0.39g/l。

该层距二₁煤一般 109.12~126.03m, 正常情况下不影响煤层开采, 断裂沟通情况下对矿井威胁大。邻区北部赵固一矿的 L8 群孔抽水试验时, 12204 孔奥陶系含水层水位出现了小幅下降, 反映了含水层之间的水力联系。

根据上述预测可知, 煤层开采对第四系松散岩类孔隙水的水位影响预测较轻, 对碎屑岩类基岩裂隙水的水位影响严重。

(3) 评估结论

综上所述, 根据方案编制规范中评估级别就上原则, 预测矿山后续开采活动对该区地下水含水层的影响和破坏程度为严重。

3.2.4 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

矿区位于山前倾斜平原, 总体地势北高南低, 二叠系埋藏于新近系之下, 地表未出露, 地形起伏平缓, 矿区内有三条河流: 石门河、黄水河和百泉河, 从北至南流经矿区, 为自然河流, 石门河为常年性河流, 形成了秀美的水面景观。该矿山为新建矿山, 评估区无自然保护区与人文景观, 对原生的地形地貌和破坏程度小。

现状条件下, 地形地貌景观影响破坏较轻。

2、地形地貌景观破坏预测评估

在矿山建设期, 工业广场、进场道路、井巷等项目的建设, 将会开挖、填筑、堆积土石方, 并对地表进行剥离、碾压、夷平、占压等活动, 都将不同程度的扰动或破坏原有地形地貌。

在矿山营运期, 原有的地貌景观类型变为厂房、选煤厂、运煤公路、供电通讯线路以及排水管道等; 随着矿山的投入, 矿区将会产生大面积塌陷, 根据对全井田地面下沉估算, 矿区最大下沉值为 5.40m, 平均下沉 2.575m, 全井田地表沉陷面积为 1595.32hm², 将对矿区内的原生的地形地貌景观造成较大影响, 使得部分的地表形态发生变化。对照表 3-4, 预测采矿活动对原生的地形地貌景观影响严重。

3.2.5 矿区水土污染现状评估与预测

1、水土污染现状评估

(1) 地下水水质现状评价

赵固二矿太原组上段L₈₊₉石灰岩为二₁煤层主要充水含水层。赵固二矿项目地下水环境评价过程中，共设置地下水监测采样点4个，分别设联合工业广场周围的居民点：袁庄、小罗召、西丁庄、宋坦，各选1个民用水井采样，同时测量井深、水位和水温。

1) 评价因子及评价标准

本次评价标准采用《地下水质量标准》（GB/T14848-93）之III类水标准。根据当地污染源特点及其未来矿山生产活动可能产生的污染组份特征，确定本次评价因子为：PH、总硬度、氯化物、溶解性总固体、高锰酸盐指数、氟化物、大肠菌群共7项因子。

2) 评价方法

赵固二矿地下水环境质量现状评价采用《地下水质量标准》（GB/T14848-93）之 III 类水标准进行单因子标准指数法，其计算公式如下：

$$P_i = \frac{C_i}{C_{oi}} \quad (\text{式 3-13})$$

式中：P_i——单因子标准指数；

C_i——第 i 类污染物的实测浓度（mg/L）；

C_{oi}——第 i 类污染物的评价标准（mg/L）。

pH 值标准指数用下式计算：

$$S_{pH_j} = \frac{7.0 - pH_j}{7.0 - pH_{sd}} \quad (pH_j \leq 7.0) \quad (\text{式 3-14})$$

$$S_{pH_j} = \frac{pH_j - 7.0}{pH_{su} - 7.0} \quad (pH_j > 7.0) \quad (\text{式 3-15})$$

式中：S_{pH_j}——pH 在第 j 点的标准指数；

pH_{sd}——水质标准中 pH 值的下限；

pH_{su}——水质标准中 pH 值的上限；

pH_j——第 j 点 pH 值的平均值。

细菌指数不参与此评价，采用比标法对其进行评价。

3) 评价结果

评估区内水质综合评价结果见表3-13。

表 3-13 地下水各监测点单因子标准指数

监测点位	监测时间	pH	总硬度	氯化物	溶解性总固体	氟化物	高锰酸盐指数
1#袁庄村	1.20~1.21	0.34	1.51	0.16	1.05	0.10	0.35
2#小罗召村	1.20~1.21	0.55	0.57	0.02	0.51	0.21	0.22
3#西丁庄村	1.20~1.21	0.58	2.37	1.59	1.85	0.30	0.27
4#宋坦村	1.20~1.21	0.55	0.70	0.02	0.39	0.19	0.45
超标率 (%)		0.00	50	25	50	0.00	0.00
最大超标倍数		0.00	1.37	0.59	0.85	0.00	0.00

从水质分析结果可以看出,该地区地下水各监测点的pH、氟化物和高锰酸盐指数均没有出现超标现象,其余各污染因子均出现不同程度的超标现象。总硬度和溶解性总固体超标率均为50%,最大超标倍数分别为1.37和0.85;氯化物的超标率为25%,超标倍数为0.59。各监测点细菌指数普遍超标;各监测点中的小罗村庄和宋坦村两处地下水水质较好,仅细菌指数超标。超标主要原因为各农村生活垃圾等面源造成潜水的污染。

(2) 土壤环境质量现状评价

土壤环境质量评价采用《土壤环境质量标准-农用地土壤污染风险管控标准(试行)》(GB15618-2018)规定的指标(表 3-14),农作物土壤污染风险筛选值的基本项目为必测项目,包括镉、汞、砷、铅、铬、铜、镍、锌八项指标。本次评价方法采用单项指标达标率评价法。

表 3-14 土壤环境质量标准值(单位: mg/kg)

序号	污染项目 ^{①②}		风险筛选值			
			PH≤5.5	5.5.<PH≤6.5	6.5.<PH≤7.5	PH>7.5
1	镉	水田	0.3	0.4	0.6	0.8
		其他	0.3	0.3	0.3	0.6
2	汞	水田	0.5	0.5	0.6	1.0
		其他	1.3	1.8	2.4	3.4
3	砷	水田	30	30	25	20
		其他	40	40	30	25
4	铅	水田	80	100	140	240
		其他	70	90	120	170
5	铬	水田	250	250	300	350
		其他	150	150	200	250
6	铜	水田	150	150	200	200
		其他	50	50	100	100
7	镍		60	70	100	190
8	锌		200	200	250	300

注: ①重金属和类金属砷均按元素总量计。
②对于水旱轮作地,采用其中较严格的风险筛选值。

首先将每个土壤样品污染物的测试结果，对照土壤环境质量标准值对比分级，见表 3-15。统计结果土壤中分析的八项污染指标全部达到一级标准，属未污染，说明矿山开采对土壤污染较轻。

综上所述，矿山开采活动对土壤污染程度为较轻。

表 3-15 土壤分析结果及单项指标评价表

项目	分析结果 (mg/kg)	评价级别	项目	分析结果 (mg/kg)	评价级别
镉	<0.0125	I级	锌	<0.25	I级
汞	<0.0005	I级	总铬	<0.03	I级
砷	<0.025	I级	钼	0.006	
铜	<0.25	I级	锰	<0.25	
铅	<0.025	I级	硒	0.0025	

2、水土污染预测评估

赵固二矿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。

3.2.6 小结

1、矿山地质环境影响现状评估结果

参照《矿山地质环境保护与治理恢复方案编制规范》（DZ/T 223-2011）附录 E，根据以上分析评估结果，将现状矿山地质环境影响划分为严重（I）、一般（III）2 个区。（见图 3-11，表 3-16）

图 3-11 矿山地质环境影响现状评估分区图

表 3-16 矿山地质环境影响现状评估分区表

影响程度分区及代号		面积 (hm ²)	地质灾害	含水层破坏	地形地貌景观破坏	水土环境污染
地质环境影响严重区	I1	28.04	严重	严重	严重	较轻
	I2	665.70	严重	严重	严重	较轻
地质环境影响一般区	III	6319.19	较轻	较轻	较轻	较轻

地质环境影响严重区（I 区）中 I1 位于工业广场，面积为 28.04hm²，I2 位于一、二、三、四盘区，面积为 665.70hm²。该地区煤层开采方式多数情况下为全部开采，由此引起的地表变形值大，现状最大沉陷值为 4.6m。主要危害对象为耕地资源。

地质环境影响一般区（III 区）位于其他地段，面积为 6319.19hm²，其下沉最大值小

于 1.0m，地表变形不明显，地面建筑基本不需维修，农田耕作可正常进行，地质环境影响严重。

2、矿山地质环境影响预测评估结果

本次采空塌陷危险性预测评估标准和现状采空塌陷危险性评估标准一致。

根据本次现状调查，在地表有建筑物的区域，煤矿在开采之前一般会进行村庄搬迁，对于不搬迁的村庄，煤矿会预留村庄保护煤柱，保证采空塌陷产生的倾斜值小于 3.0mm/m，曲率值小于 0.2mm/m²，水平变形值小于 2.0mm/m，地表建筑物地表变形不超过《建筑物、水体、铁路及主要井巷煤柱留设与压煤开采规程》规定的 I 级变形标准。由此本次危险性预测主要考虑采空塌陷深度。

按照采空塌陷危险性评估标准，可划分为地质灾害预测评估危险性大区（包括 I1—I2 两个亚区）危险性小区（III 区）（见图 3-12，表 3-17）。

图 3-12 赵固二矿地质灾害预测评估分区

表 3-17 矿山地质环境影响预测评估分区表

影响程度分区及代号		面积 (hm ²)	地质灾害	含水层破坏	地形地貌景观破坏	水土环境污染
地质环境影响严重区	I1	28.04	严重	严重	严重	较轻
	I2	1563.00	较轻	较轻	严重	较轻
地质环境影响一般区	III	5421.89	较轻	较轻	较轻	较轻

地质环境影响严重区 I1 区，为工业广场压占区，压占面积为 28.04hm²。该区域在预测期限内仍将继续压占，因此地质环境影响严重。

I2 位于一、二、三、四盘区，面积为 1563.00hm²。该区主要危害对象为耕地资源。由于采空塌陷下沉值大，将造成大片农田积水，预测评估地质灾害影响严重。

地质环境影响一般区（III 区）评估区位于其他地段，面积为 5421.89hm²，其下沉最大值小于 1.0m，地表变形不明显，地面建筑基本不需维修，农田耕作可正常进行，地质环境影响较轻。

3.3 矿山土地损毁预测与评估

3.3.1 土地损毁环节与时序

(1) 矿山生产工艺及流程

1、盘区划分及开采时序

赵固二矿设四个盘区，F₁₇和F₁₈断层之间设三个盘区，F₁₈断层以南设一个盘区。

一盘区位于井田中部，东西长3000m左右，南北宽2200m左右，面积约5.9km²。一盘区为上下山盘区。

二盘区位于井田东、北部，西部以二₁煤层-600m水平与一盘区为界，盘区南北长3500m左右，东西宽1300m左右，面积约3.6km²。二盘区为上山盘区。

三盘区位于井田西部，东西长3800m左右，南北宽2000m左右，面积约7.3km²。三盘区为下山盘区。

四盘区位于井田南部，F₁₈断层以南区域，该区域长3200m左右，宽2600m左右，面积约10.1km²。

盘区开采时序为：一盘区→二盘区→三盘区→四盘区。

2、生产工艺

赵固二矿采煤方法采用长壁一次采全高采煤法、长壁分层采煤法，回采工艺采用综合机械化采煤，顶板管理方式为全部垮落法。

(2) 土地损毁形式与环节

不同的开采工艺对土地的损毁形式不同，根据开采工艺流程和矿山工程平面布置特征，确定本项目土地的损毁形式主要为塌陷和压占。

1、塌陷

本项目塌陷损毁主要为地下开采引起的地表塌陷变形。地下原煤采出后原岩应力平衡遭到破坏，使围岩周围发生变形、位移、开裂和塌陷，甚至产生大面积移动。随着采空区不断扩大，岩石移动范围也相应扩大，当岩石移动范围扩大到地表时，地表将产生变形和移动，形成下沉盆地或塌陷坑，局部出现断层和裂缝。

2、压占

本项目压占损毁主要指地表建（构）筑物、道路的建设等不可避免的要压占原地表，对地表造成破坏。

在充分考虑后续地下开采对地面造成的塌陷，与地面复垦措施耦合的基础上赵固二矿采用边采边复手段进行复垦。边采边复施工强调将预测出后续将要下沉的土地的表土进行提前剥离，以拯救珍贵的表土资源。

由于复垦责任范围内会产生大量积水，因此在积水范围尚未出现积水的时候，进行

表土剥离厚度为 30cm，表土剥离后直接回覆至未积水区及季节性积水区；未积水区内分田块进行表土剥离，堆放于田块附近，待田块平整后马上回覆，表土堆放时间较短，因此不再设置固定的表土堆场。

(3) 土地损毁时序分析

根据资源开发利用方案可知，矿区内共设置 4 个盘区，在开采过程中造成破坏的主要环节是地下采空区的塌陷影响、工业场地、矿山道路、表土堆放场的压占。矿山土地破坏时序与矿山建设、矿体开采顺序密切相关。

在本矿山生产建设过程中对土地的破坏主要有以下几个环节：

1、基建期

该矿山于 2007~2011 年期间完成了基建工程，涉及主、副井工业场地、运输道路、储煤场的建设。对土地的损毁主要是挖损和压占，压占主要是工业场地、矿石场、矿山运输道路等。挖损主要是基建期间场地平整、开挖边坡等对土地的挖损。损毁时间自 2007 年开始，至矿山闭坑。

2、开采期

正常生产期，矿区开采对土地的损毁主要表现为：地下开采，造成盘区不断塌陷，出现地表裂缝、倾斜等土地损毁现象。采空区塌陷对土地的损毁会随着采矿工作面的推进而逐渐发生，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，预测塌陷区形成的时间总体上与盘区接续的时间一致。土地损毁与复垦时序图见图 3-13。

图 3-13 土地损毁与复垦时序图

3.3.2 已损毁各类土地现状

赵固二矿自投产以来，已损毁土地包括工业广场占用和已损毁待复垦土地。

1、工业广场占用

赵固二矿矿井初期采用中央并列式通风系统，机械抽出式通风方式，有工业广场、回风立井和主、副立井，主、副、风井井筒位于同一工业场地，风井位于工业场地东南侧，均设有保护煤柱。而工业广场作为永久性建设用地，实际的占用面积为 28.04hm²。工业广场压占采矿用地 24 hm²，村庄 4.04 hm²。

2、已损毁待复垦土地

根据赵固二矿煤矿地测科提供的有效资料，并结合实地调研，经与土地利用现状图

进行叠加分析,可以得出损毁土地涉及到耕地,林地,水域及水利设施用地,其它土地,城镇村及工矿用地等各种地类。已损毁待复垦土地为 665.71 hm²,其中耕地的损毁面积最大,为 543.72hm²,占破坏面积的 81.68%,其次是城镇村及工矿用地 65.39hm²,占损毁面积的 9.82%,详细情况见表 3-17。

表 3-17 已损毁待复垦土地利用与损毁程度分析表

土地类型		已损毁面积 (hm ²)			
		轻度	中度	重度	合计
耕地(01)	水浇地(012)	280.13	183.44	80.15	543.72
林地(03)	有林地(031)	0.00	1.09	6.12	7.21
	其他林地(033)	4.27	3.46	0.78	8.51
水域及水利设施用地(11)	河流水面(111)	1.37	0.28	0.00	1.65
	坑塘水面(114)	0.37	1.37	0.00	1.74
	内陆滩涂(116)	4.61	19.66	6.44	30.71
其它土地(12)	设施农用地(122)	3.34	2.07	0.00	5.41
	裸地(127)	0.00	1.37	0.00	1.37
城镇村及工矿用地(20)	村庄(203)	32.20	23.74	8.37	64.31
	风景名胜及特殊用地(205)	0.40	0.25	0.43	1.08
总计		326.69	236.73	102.29	665.71

损毁程度分为三类:轻度损毁、中度损毁、重度损毁,总损毁面积为 665.71hm²,其中:

①耕地损毁面积达 543.72hm²,占总损毁面积的 81.68%,其中轻度损毁面积达 280.13hm²,中度损毁面积达 183.44hm²,重度损毁面积达 80.15hm²;

②林地损毁面积达 15.72hm²,占总损毁面积的 2.36%,其中轻度损毁面积达 4.27hm²,中度损毁面积达 4.55hm²,重度损毁面积达 6.90hm²;

③水域及水利设施用地损毁面积达 34.10hm²,占总损毁面积的 5.12%,其中轻度损毁面积达 6.35hm²,中度损毁面积达 21.31hm²,重度损毁面积达 6.44hm²;

④其它土地损毁面积达 6.78hm²,占总损毁面积的 1.02%,其中轻度损毁面积达 3.34hm²,中度损毁面积达 3.44hm²,无重度损毁。

⑤城镇村及工矿用地损毁面积达 65.39hm²,占总损毁面积的 9.82%,其中轻度损毁面积达 32.6hm²,中度损毁面积达 23.99hm²,重度损毁面积达 8.80hm²;

轻度损毁面积共达 326.69hm²,占总损毁面积的 49.07%,中度损毁面积共达 236.73hm²,占总损毁面积的 35.56%,重度损毁面积共达 102.29hm²,占总损毁面积的 15.37%,各地类损毁面积所占比重见表 3-18、各损毁程度所占面积及比重见表 3-19、已损毁土地的损毁程度空间分布见图 3-14。

表 3-18 各地类损毁面积所占比重

一级地类名称	损毁面积(hm ²)	占总损毁面积的比重	轻度损毁面积(hm ²)	中度损毁面积(hm ²)	重度损毁面积(hm ²)
耕地(01)	543.72	81.68%	280.13	183.44	80.15
林地(03)	15.72	2.36%	4.27	4.55	6.90
水域及水利设施用地(11)	34.10	5.12%	6.35	21.31	6.44
其它土地(12)	6.78	1.02%	3.34	3.44	0.00
城镇村及工矿用地(20)	65.39	9.82%	32.6	23.99	8.80
合计	665.71	100%	326.69	236.73	102.29

表 3-19 各损毁程度所占面积及比重

损毁程度	损毁面积(hm ²)	占总损毁面积的比重
轻度损毁	326.69	49.07%
中度损毁	236.73	35.56%
重度损毁	102.29	15.37%

图 3-14 已损毁土地的损毁程度图

通过实地调查，已损毁待复垦土地已出现大面积积水，重度损毁区最大下沉值为 4.60m，位于矿区中部，重度损毁区因沉陷深度较大，远低于当地潜水位，已出现常年性积水，面积为 102.29hm²，中度损毁区出现季节性积水，面积约为 236.73 hm²，积水总面积 339.02hm²。

3、农田水利设施损毁情况

本井田处于太行山山前平原之中，区域内有三条河流：井田中西部的石门河、中部的黄水河、东部边界的百泉河，其中石门河为常年性河流。

井田地表覆盖层主要由坡积、洪积和冲积洪积扇裙组成。第四系含水层主要由冲积砾石和细至中粗砂组成，级配差别大，多位于中上段。山前多砾卵石层，呈二元结构，含水层埋藏较浅，厚度 5.0~16.1m，含水丰富；中、东部多为砂、砾石含水层，多层相间分布，不同含水层埋藏深浅不一，富水性较强，含水层厚度为 11.7~35.95m。根据调查，赵固乡、北云门镇和占城乡的村民生活用水均来自浅层地下水，民用水井水深 6~8m。

区内农业灌溉用水一般采用浅层地下水，机井广泛分布，据统计，在矿井前 29.6 开采影响范围内有机井 246 口。灌溉一般由农民自发从机井抽取水配套软管浇地，部分采用水泵从机井抽水排入输水沟浇地，本方案开采影响范围内输水沟长 9.84km。机井配套设施见图 3-15 到 3-18。

因开采沉陷会使地表坡度发生变化，地面径流因此而可能发生改变。在雨季，降水将流向地表沉陷区，引起内涝。另外，地表坡度的增大还将造成采用机井和输水沟浇地

的农田灌溉困难，过大坡度将使部分输水沟不能正常使用，供水不均。采煤塌陷致使排水沟、管涵损毁，尤其是夏季集中降水时，塌陷造成沟渠堵塞、断裂，积水无法排出，形成涝灾，农作物被水淹没。为保证农作物的正常生长，在开采沉陷过程中，需要矿方负责对机井和输水沟等进行巡视，及时对其进行维护、疏导，必要时选择合适位置补打水井，保证地表沉陷不会影响正常的灌溉。并采取边采边复等措施，防止雨季积水影响农作物的正常生长。

图 3-15 机井配套软管浇地

图 3-16 机井配套软管浇地

图 3-17 机井配套软管浇地

图 3-18 机井配套输水沟浇地

4、交通设施损毁情况

复垦区内有多条铁路和公路，交通比较便利，路面材料多为沥青和混凝土路面，随着采煤的扰动传递到地表，会使得道路表面开裂或崎岖不平，影响往来车辆交通。工业广场距北侧的辉吴公路仅几百米远，场外道路有南北向的主路和东西向的侧路，主路与辉吴公路相接。北云门镇辉吴路受采煤工作面的推进塌陷严重，路面开裂，严重影响了行车安全，对地形地貌得影响严重。

本矿井煤炭主要运往中南及华东地区，运输方式采用准轨铁路。改造利用区内部分窄轨铁路与赵固铁路专用线接轨，然后沿着现有的窄轨铁路线至韩营村南，偏离窄轨铁路平面向东新建铁路与辉吴公路平交后折线东北至赵固二矿装车站，线路全长 8.40km。地面塌陷对铁路也造成了影响，但铁路随着地面的塌陷随塌随填，因此未给铁路运输带来太大的影响。

5、已损毁土地复垦情况

(1) 搬迁迹地复垦

受地表移动变形影响，在一盘区和二盘区范围内有北小营、小马庄、北马营、大罗召、宋坦、东丁庄、西丁庄、西木庄等 8 个村庄将受到破坏，需进行搬迁。其中北小营、小马庄、北马营和大罗召 4 个村庄位于首采区（一盘区）范围内，需在矿井投产前搬迁；宋坦、西丁庄、东丁庄和西木庄位于二盘区内，需在矿井投产后第 22 年搬迁。还有花木、袁庄、小罗召、大花木、姬家寨、前凡城、大梁塚和周圪垯等 8 个村庄的建筑也将受到破坏，但受到损害程度较轻，因此这些村庄不考虑搬迁，仅对受影响建筑物采取简单维修措施，住宅用地受影响很小、且用地类型不变，不需进行土地复垦。需搬迁村庄的基本情况详见表 3-20。

表 3-20 需搬迁村庄基本情况表

序号	村庄名称	户数(户)	人口(人)	占地面积(hm ²)	对应盘区
1	北小营	396	1584	21.54	一盘区
2	小马庄	130	555	8.46	一盘区
3	北马营	375	1453	26.12	一盘区
4	大罗召	280	1170	11.35	一盘区
5	宋坦	352	1447	20.39	二盘区
6	西丁庄	443	1790	25.81	二盘区
7	东丁庄	223	822	9.64	二盘区
8	西木庄	381	1591	24.58	二盘区
	合计	2580	10412	147.89	

村庄搬迁后，在一、二盘区范围内将形成 147.89hm² 村庄迹地。村庄搬迁后，原村址需进行土地复垦。

根据上轮规划通过土地复垦措施，搬迁村庄迹地可复垦耕地 143.22hm²，深挖鱼塘需占用耕地 8.16hm²、增加鱼塘水区面积 7.5hm²。此外，村庄搬迁人口 10412 人，按人均建筑面积 40m²/人、建筑容积率 1.5 考虑，迁建需占地 27.77hm²，其中耕地按 80%考虑、为 22.22hm²。综合考虑这些因素，赵固二矿实施土地复垦可增加耕地 67.93hm²、增加鱼塘水区面积 7.5hm²。

目前为止，赵固二矿已经实施了两个阶段的搬迁迹地的土地复垦计划，第一阶段主要为 2010-2012 年对一盘区搬迁村庄迹地的复垦，面积为 67.47hm²，主要复垦为耕地和交通运输用地。主要的复垦措施为搬迁村庄迹地废弃建筑拆除，硬化地面、基础挖除，平整、松土与覆土，土壤改良，配套建设田间道路与农田水利设施的修复，一盘区排涝设备及管道的修复。第二阶段主要为 2013-2017 年对二盘区搬迁村庄迹地的复垦，面积为 80.42hm²，复垦措施主要包括轻度破坏区耕地翻耕平整；中度破坏区耕地表土剥离、平整土地、表土回填及土壤改良。

(2) 沉陷损毁土地复垦

根据现场调查，项目区已损毁场地暂未进行复垦。

本次报告编制时，赵固二矿已累计造成地表塌陷区面积约为 665.71hm²，未开展塌陷区土地复垦工作。

6、重复损毁的可能性

现状采空塌陷区因其开采年限较短，塌陷地表尚未稳沉，未来相邻采面采矿将会造成现状塌陷区重复塌陷，造成塌陷区重复损毁，重复损毁面积 633.38hm²。

工业场地未遭受采空塌陷影响。

3.3.3 拟损毁土地预测与评估

1、拟损毁土地预测

对于本矿来说，损毁土地主要为开采引起的沉陷土地，本部分将依次进行预测和分析。根据矿山地质环境保护与土地复垦方案编制相关要求，同时考虑盘区的完整性，本方案只对采矿许可证年限内（2038年）开采所造成的损毁土地进行预测，同时考虑土地损毁的时序性。

（1）地表沉陷预测方法选择与预测时序的划分

地表沉陷预测方法选择、参数选取与预测时序的划分同矿山地质灾害预测，详见3.2.2。

（2）地表沉陷预测结果

1) 地表移动变形预测

①第一阶段各年地表移动变形预测

为了更清晰的了解方案适用年限内的地表移动变形情况，根据赵固二矿煤矿2018年~2022年的开采接续计划，进行了适用年限内每一年的地表移动变形预测。各年地表移动变形值最大值见表3-21，下沉程度及面积统计见表3-22，各年开采后地表下沉等值线图见图3-19-图3-23。

表 3-21 地表下沉、移动与变形的预测最大值结果

变形类型	2018年		2018-2019年		2018-2020年		2018-2021年		2018-2022年	
	最大值(+)	最小值(-)	最大值(+)	最小值(-)	最大值(+)	最小值(-)	最大值(+)	最小值(-)	最大值(+)	最小值(-)
下沉(mm)	1357		1556		2277		3320		3900	
倾斜(mm/m)	5.3	-5.2	5.1	-5.3	6.0	-6.1	8.0	-7.6	9	-8.1
曲率(10 ⁻³ /m ²)	0.03	-0.05	0.03	-0.05	0.03	-0.05	0.03	-0.05	0.03	-0.05
水平移动(mm)	605	-598	727	-700	912	-768	1277	-1208	1355	-1303
水平变形(mm/m)	2.90	-6.05	2.90	-5.94	3.31	-6.13	4.03	-6.45	4.89	-6.98

表 3-22 地表下沉程度及面积统计

序号	下沉深度	面积 (hm ²)				
		2018 年	2018-2019 年	2018-2020 年	2018-2021 年	2018-2022 年
1	10mm-1m	437.20	501.40	540.57	595.89	629.46
2	1m-3m	36.18	64.19	156.98	212.68	201.23
3	>3m	0.00	0.00	0.00	0.00	40.58
	合计	473.38	565.59	697.55	808.57	871.27

图 3-19 2018 年地表下沉等值线图

图 3-20 2018-2019 年地表下沉等值线图

图 3-21 2018-2020 年地表下沉等值线图

图 3-22 2018-2021 年地表下沉等值线图

图 3-23 2018-2022 年地表下沉等值线图

②各阶段地表移动变形预测

根据上述确定的各地表移动参数，结合本矿的开采设计，对各阶段开盘区域分别进行分煤层分盘区预测赵固二矿各阶段开采计划如下表 3-23，图 3-24。

表 3-23 赵固二矿预测阶段划分表

阶段划分	年限	盘区	煤层	服务年限 (a)
第一阶段	2018-2022	一、二、三、四	二 ₁	5
第二阶段	2023-2027	二、四	二 ₁	5
第三阶段	2028-2032	三、四	二 ₁	5
第四阶段	2033-2038	一、三、四	二 ₁	3

图 3-24 各个阶段开采工作面

根据上述确定的各地表移动参数，结合本矿的开采设计，对各阶段开盘区域分别进行分煤层分盘区预测。

预测结果如下：表 3-24 方案服务年限内开采地表下沉程度及面积统计，表 3-25 为各预测阶段内地表下沉、移动与变形值的最大值。

表 3-24 地表下沉程度及面积统计

序号	下沉深度	面积 (hm ²)			
		第一阶段	第二阶段	第三阶段	第四阶段
1	10mm-1m	636.59	597.27	719.08	863.26
2	1m-3m	224.04	177.11	135.97	187.41
3	>3m	18.72	2.28	74.03	69.04
	合计	869.35	776.66	929.08	1119.71

表 3-25 地表下沉、移动与变形的预测最大值结果

变形类型	第一阶段		第二阶段		第三阶段		第四阶段	
	最大值 (+)	最小值 (-)	最大值 (+)	最小值 (-)	最大值 (+)	最小值 (-)	最大值 (+)	最小值 (-)
开采盘区	1、2、3 _上 、4		1 _下 、2 _下 、3、4		1 _下 、3、4		1 _下 、3 _下 、4	
下沉 (mm)	3949		3554		4474		4025	
倾斜 (mm/m)	9.5	-7.6	8.6	-8.0	7.1	-8.7	7.5	-7.1
曲率 (10 ⁻³ /m ²)	0.03	-0.05	0.03	-0.06	0.02	-0.04	0.02	-0.03
水平移动 (mm)	1438	-1208	1431	-1250	1238	-1523	1461	-1401
水平变形 (mm/m)	4.76	-7.10	4.62	-9.5	4.26	-6.64	3.88	-5.73

根据上述估算公式和确定的参数,全井田煤层开采各阶段引起的地表下沉等值线图 3-25~图 3-28。

图 3-25 第一阶段地表下沉等值线图

图 3-26 第二阶段地表下沉等值线图

图 3-27 第三阶段地表下沉等值线图

图 3-28 第四阶段地表下沉等值线图

③阶段累计地表移动变形预测

方案服务年限内各阶段开采结束后造成的地表下沉程度及面积现状统计见表 3-26,各阶段开采结束后造成的地表下沉、移动与变形值的最大值见表 3-27。图 3-29-图 3-31 为各累计阶段开采结束后地表下沉变化现状等值线图。

表 3-26 地表下沉程度及面积统计

序号	下沉深度	面积 (hm ²)			
		2018-2022 年	2018-2027 年	2018-2032 年	2018-2038 年
1	10mm-1m	629.46	696.77	785.94	809.84
2	1m-3m	201.23	255.59	320.90	382.73
3	>3m	40.58	138.92	253.93	370.43
	合计	871.27	1091.28	1360.77	1563.00

表 3-27 地表下沉、移动与变形的预测最大值结果

变形类型	2018-2022 年		2018-2027 年		2018-2032 年		2018-2038 年	
	最大值 (+)	最小值 (-)	最大值 (+)	最小值 (-)	最大值 (+)	最小值 (-)	最大值 (+)	最小值 (-)
开采盘区	1、2、3 _上 、4		1、2、3 _上 、4		1、2、3、4		1、2、3、4	
下沉 (mm)	3949		4826		5101		5400	
倾斜 (mm/m)	9.5	-7.6	10.4	-8.8	10.4	-9.2	10.4	-12.1
曲率 (10 ⁻³ /m ²)	0.03	-0.05	0.04	-0.09	0.04	-0.09	0.04	-0.09
水平移动 (mm)	1438	-1208	1613	-1389	1611	-1621	1818	-2240
水平变形 (mm/m)	4.76	-7.10	5.08	-9.74	5.08	-9.78	6.19	-9.75

图 3-29 2018-2027 年地表下沉等值线图

图 3-30 2018-2032 年地表下沉等值线图

图 3-31 2018-2038 年地表下沉等值线图

③预测结果分析:

a.2018 年到 2038 年开采沉陷面积为 1563.00hm²。

表 3-28 开采沉陷拟损毁土地统计表

序号	下沉深度	面积 (hm ²)
1	10mm-1m	809.84
2	1m-3m	382.73
3	>3m	370.43
	合计	1563.00

b.服务年限内开采煤层主要为 1、2、3、4，预测最大下沉值为 5.40m，矿区将出现大量积水。

c.由于本矿区潜水位较高，经实地调查，地表下沉 1.0m 时会出现季节性积水，下沉 3.0m 后将出现常年积水。由此可见，到 2038 年开采结束后，地面最终将形成一个大的沉陷盆地，并且形成大面积的积水区域，使土地丧失原有使用功能，但由于积水的产生，复垦后增加大量的水产养殖业。

2) 地表裂缝预测

沉陷区的地表裂缝大致可以分为两组。一组为永久性裂缝带，位于盘区边界周围的拉伸区，裂缝的宽度和落差较大，平行于盘区边界方向延伸。另一组为动态裂缝，它随工作面的向前推进，出现在工作面前方的动态拉伸区，随着工作面的继续推进，动态拉伸区随后又变为动态压缩区，动态裂缝可重新闭合。

根据国内外开采沉陷实践表明，裂缝的深度和宽度，与有无松散层及其厚度、性质和变形值大小密切相关。若松散层塑性较大时，一般地表拉伸变形值超过 6~10mm/m 时，地表才发生裂缝；若松散层塑性较小时，一般地表拉伸变形值达到 2~3mm/m 时，地表即发生裂缝。但对于辉县地区来说，采深大，土层厚度大，并且为粘土层，所以当水平变形发育至地表时，其损毁强度将减弱，裂缝减小；同时由周边已开采矿区可知，形成的地表裂缝相对较小，耕作时可自动闭合，此处的裂缝不作为主要复垦对象。

① 每个阶段裂缝预测

地表裂缝的发生及分布区域可以参照水平变形等值线图，方案各开采阶段地表水平变形等值线见图 3-32-图 3-39。

图 3-32 第一阶段开采水平变形等值线图(0°方向) (mm/m)

图 3-33 第一阶段开采水平变形等值线图(90°方向) (mm/m)

图 3-34 第二阶段开采水平变形等值线图(0°方向) (mm/m)

图 3-35 第二阶段开采水平变形等值线图(90°方向) (mm/m)

图 3-36 第三阶段开采水平变形等值线图(0°方向) (mm/m)

图 3-37 第三阶段开采水平变形等值线图(90°方向) (mm/m)

图 3-38 第四阶段开采水平变形等值线图(0°方向) (mm/m)

图 3-39 第四阶段开采水平变形等值线图(90°方向) (mm/m)

② 阶段累计裂缝预测

开采各阶段结束后造成的地表水平变形移动如图 3-40~图 3-47。

图 3-40 2018-2022 年开采水平变形等值线图(0°方向) (mm/m)

图 3-41 2018-2022 年开采水平变形等值线图(90°方向) (mm/m)

图 3-42 2018-2027 年开采水平变形等值线图(0°方向) (mm/m)

图 3-43 2018-2027 年开采水平变形等值线图(90°方向) (mm/m)

图 3-44 2018-2032 年开采水平变形等值线图(0°方向) (mm/m)

图 3-45 2018-2032 年开采水平变形等值线图(90°方向) (mm/m)

图 3-46 2018-2038 年开采水平变形等值线图(0°方向) (mm/m)

图 3-47 2018-2038 年开采水平变形等值线图(90°方向) (mm/m)

(3) 地表移动持续时间

下沉盆地内任一点的地表移动过程可分为三个阶段：初始期、活跃期和衰退期。初始期从地表下沉值达到 10mm 时起，到下沉速度小于 50 mm /月止；活跃期为下沉速度大于 50mm/月（急倾斜煤层下沉速度大于 30mm/月）的一段时间；衰退期从活跃期结束时开始，到六个月内下沉值不超过 30 mm 为止。

从地表移动初始期开始到衰退期结束的整个时间称为地表移动的延续时间，地表移动的延续时间（T）可根据下式计算：

$$T=2.5H_0 \quad (\text{式 3-16})$$

式中：T——地表移动持续时间，天；

H_0 ——工作面平均采深，米。

根据上述公式，本方案工作面预测的文件中煤层埋深求取工作面平均采深约 755m，计算地表移动延续时间约为 5.2a 左右。

地表移动基本稳沉时间一般为地表移动的初始期和活跃期，一般为地表移动持续时间的 60%-70%。参照赵固二矿矿区的沉陷观测资料，本井田地表移动基本稳沉时间按地表移动持续时间的 60%考虑，可测算得到 3.1a，本方案取 3a。

(4) 土地拟损毁的时序性

本预测充分考虑矿山开采对土地造成损毁的时序性。对各个阶段可能出现的损毁进行了预测分析。由于本区域内煤层多，为倾角较小的水平层状煤层，地质构造相对复杂，所以重复采动区域较多，即重复影响区域较多，本设计主要以最终影响时间及区域为主。赵固二矿煤矿 2018 年到 2038 年开采造成的沉陷土地为 1563.00hm²，此处仅考虑开采沉陷影响最大边界，未计算各阶段的重复影响区域。

复垦方案的设计将在上述分析的基础上，对赵固二矿煤矿的复垦进行分阶段分区域的复垦设计，力求达到边开采边复垦，复垦与防治相结合的原则。为了便于表述，本项

目根据开采时间将复垦范围进行具体划分，见图 3-48。

图 3-48 土地损毁与复垦时序图

2、土地损毁程度分析

矿山土地损毁程度分析实际上是矿山开发活动引起的矿山土地质量变化程度的分析，因此要根据本矿及周围的实际情况及预测结果进行分析。

根据煤炭开采损毁情况知，本区域开采造成的主要损毁表现为采空区边缘出现地表裂缝、沉陷盆地周围产生附加坡度和煤炭开采后产生沉陷盆地使潜水位抬高形成积水。因此本项目对赵固二矿煤炭开采造成地面损毁程度主要从以上三点进行分析，即地表裂缝、附加坡度及积水。

地表裂缝:根据相关研究，一般水平变形值在 3~10mm/m 时，裂缝宽度小于 100mm，裂缝间距大于 50m，出现轻度损毁；水平变形值在 10~20mm/m 时，裂缝宽度在 100~300mm 之间，裂缝间距在 30~50m 之间，出现中度损毁；水平变形值大于 20mm/m 时，裂缝宽度大于 300mm，裂缝间距小于 30m，出现重度损毁。但由于该地区采深深，土层厚度大，并且为粘土层，所以当水平变形发育至地表时，其损毁强度将减弱，裂缝减小；由周边已开采矿区可知，形成的地表裂缝相对较小，耕作时可自动闭合，此处的裂缝复垦时不需考虑。因此，本项目地表裂缝不作为损毁因子。

附加坡度:煤炭开采后，地表下沉，形成沉陷盆地，在盆地周围将产生一定的附加坡度，改变了地形地貌，对农作物及植被生产都将产生一定的影响。通过对沉陷预测结果进行分析，附加坡度值最大仅为 0.8°，对土地利用的影响较小，因此本项目不将其作为损毁程度分析的评价因子。

积水:本项目具有煤层多、厚的特征，煤炭开采后产生沉陷盆地，具有沉陷范围大、沉陷深度深的特点，由于地下潜水位较高，埋深仅 1m 左右，沉陷后除部分沉陷盆地外缘外，沉陷区将形成深浅不一的积水水域，季节性和常年积水，季节性积水使农作物减产、绝产，而常年积水则彻底损毁了耕地。因此本项目将是否产生积水作为损毁程度分析的评价因子，根据是否积水及积水程度将其分为：无积水区、季节性积水区和常年积水区，并依次定为：轻度损毁区、中度损毁区和重度损毁区。

经调查了解：当下沉小于 1.0m 时，基本无积水区，为轻度损毁；当下沉在 1.0m 至 3.0m 时，会产生季节性积水，为中度损毁；当下沉大于 3.0m 时，产生常年积水，为重度损毁。实际调查得到的下沉深度与《土地复垦方案规程》中规定的下沉深度不同，结

合实际情况得到服务年内开采沉陷地损毁程度等级表见表 3-29。

表 3-29 该地区土地损毁程度分级标准表

序号	损毁等级	规定下沉深度/m	实际下沉深度/m
1	1 (轻度)	≤1.5	≤1.0
2	2 (中度)	1.5~3.0	1.0~3.0
3	3 (重度)	≥3.0	≥3.0

综上所述，本方案对采煤沉陷对土地最终的损毁程度分为轻度、中度和重度三种基本类型，其中轻度损毁面积较大，中度损毁、重度损毁的相对较少。各自的损毁情况如下：

轻度：地面有轻微的变形，没有积水出现，基本不影响农田耕种、林地等植被生长，水土流失略有增加。分布在下沉盆地外侧边缘 10mm 到 1.0m 的区域。

中度：地面沉陷损毁较严重，雨季易出现积水，影响农田耕种，导致减产甚至绝产，在雨季严重影响植被生长，水土流失有所加剧。分布在下沉盆地的边缘 1.0m 到 3.0m 之间地带。

重度：地面沉陷严重，出现常年积水，农田丧失耕种能力，植被不能生长。本区域煤层多、煤厚大，开采下沉严重，最大下沉达 5.40m，同时由于该地区潜水位高，形成了大面积的常年积水，即重度损毁区域较多，且分布在下沉大于 3.0m 的区域。

通过上述分析，复垦责任范围面积 1595.32hm²，其中轻度损毁面积为 648.68hm²，中度损毁面积为 333.45hm²，重度损毁面积为 613.19hm²。最终土地损毁程度及复垦责任范围分布图见图 3-49。

图 3-49 赵固二矿复垦责任范围最终土地损毁程度分布图

针对沉陷导致的积水区，在现有技术水平下，盘区浅层土剥离、挖深垫浅措施进行复垦，能恢复为耕地的恢复为耕地。但是积水严重的区域无法恢复为耕地，只能因地制宜发展大水面养殖等，所以不可避免地使得区内耕地面积减少。

复垦责任范围与土地利用现状图叠加分析，可知本矿损毁土地中耕地的面积最大，占 83.53%，重度损毁土地所占比例为 37.48%。阶段开采影响土地利用类型及损毁程度见表 3-30 及累计开采沉陷影响土地利用类型及损毁程度见表 3-31。

表 3-30 各阶段开采影响土地利用类型及损毁程度

土地类型		一阶段损毁面积 (hm ²)			二阶段损毁面积 (hm ²)			三阶段损毁面积 (hm ²)			四阶段损毁面积 (hm ²)		
一级地类	二级地类	轻度	中度	重度									
耕地(01)	水浇地(012)	499.99	168.90	35.17	484.18	131.91	39.18	590.31	106.54	65.81	722.80	141.59	54.96
园地(02)	果园(21)	0.17	0.00	0.00	0.00	0.17	0.00	0.00	0.17	0.00	0.17	0.00	0.00
林地(03)	有林地(031)	7.20	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	4.92	0.00	0.00	5.71	2.15	0.00
	其他林地(033)	3.89	2.06	0.00	2.07	0.00	0.00	3.64	0.09	0.00	8.70	0.00	0.00
交通运输用地(10)	公路用地(102)	1.09	0.00	0.00	2.11	0.28	0.00	1.37	0.93	1.09	1.69	0.95	0.85
	农村道路(104)	0.21	0.00	0.00	0.21	0.00	0.00	0.08	0.13	0.00	0.21	0.00	0.00
水域及水利设施用地(11)	河流水面(111)	1.02	0.02	0.00	0.56	0.00	0.00	0.43	0.00	0.00	3.41	0.00	0.00
	坑塘水面(114)	2.86	0.76	0.00	2.54	0.91	0.59	1.86	2.13	0.15	4.29	1.06	0.00
	内陆滩涂(116)	16.84	13.23	0.00	15.01	0.00	0.00	25.08	0.00	0.00	15.57	16.38	0.00
其他土地(12)	设施农用地(122)	8.41	0.36	0.00	5.94	0.59	0.00	6.06	1.16	0.13	7.40	0.11	0.32
	裸地(127)	0.57	0.80	0.00	0.00	0.00	0.00	1.37	0.00	0.00	0.25	1.12	0.00
建制镇及工矿用地(20)	村庄(203)	83.39	15.38	5.82	83.79	5.76	0.00	81.87	24.72	6.85	86.43	22.84	12.86
	风景名胜及特殊用地(205)	0.95	0.25	0.00	0.86	0.00	0.00	2.71	0.10	0.00	6.64	1.21	0.05
总计		726.59	201.76	40.99	597.27	139.62	39.77	719.70	135.97	74.03	863.26	187.42	69.04
合计		869.35			776.66			929.08			1119.71		

表 3-31 开采沉陷影响土地利用类型及损毁程度表

土地类型		损毁面积 (hm ²)				占损毁面积的比例
		轻度	中度	重度	总和	
耕地(01)	水浇地(012)	563.74	265.03	503.99	1332.76	83.54%
	小计	563.74	265.03	503.99	1332.76	83.54%
园地(02)	果园(021)	0.00	0.00	0.17	0.17	0.01%
	小计	0.00	0.00	0.17	0.17	0.01%
林地(03)	有林地(031)	0.97	0.00	7.20	8.17	0.51%
	其他林地(033)	5.63	1.84	3.01	10.48	0.66%
	小计	6.60	1.84	10.21	18.65	1.17%
交通运输用地(10)	公路用地(102)	1.49	0.73	2.08	4.30	0.27%
	农村道路(104)	0.00	0.00	0.21	0.21	0.01%
	小计	1.49	0.73	2.29	4.51	0.28%
水域及水利设施用地(11)	河流水面(111)	3.42	0.52	0.03	3.97	0.25%
	坑塘水面(114)	2.82	2.07	2.91	7.80	0.49%
	内陆滩涂(116)	5.30	3.16	25.24	33.70	2.11%
	小计	11.54	5.75	28.18	45.47	2.85%
其他土地(12)	设施农用地(122)	6.06	5.83	1.22	13.11	0.82%
	裸地(127)	0.00	0.00	1.37	1.37	0.09%
	小计	6.06	5.83	2.59	14.48	0.91%
城镇村及工矿用地(20)	村庄(203)	53.26	52.48	64.98	170.72	10.70%
	风景名胜及特殊用地(205)	5.99	1.79	0.78	8.56	0.54%
	小计	59.25	54.27	65.76	179.28	11.24%
总计		648.68	333.45	613.19	1595.32	100.00%
比例		40.66%	20.90%	38.44%	100.00%	

3.3.4 小结

通过对已损毁土地现状分析和对拟损毁土地的预测与评估,得出已损毁待复垦土地为665.71 hm²,其中轻度损毁面积326.69hm²,中度损毁面积236.73hm²,重度损毁面积102.29hm²;拟损毁土地面积为1563.00hm²,其中轻度损毁面积为809.84hm²,中度损毁面积为382.73hm²,重度损毁面积为370.43hm²。且拟损毁土地与已损毁待复垦的重叠面积633.38hm²。

3.4 矿山地质环境治理分区与土地复垦范围

3.4.1 矿山地质环境保护与恢复治理分区

1、分区原则和方法

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。

根据矿山地质环境现状评估和矿山地质环境预测评估结果,在充分考虑矿山地质环境问题对人居环境、工农业生产、区域经济发展影响前提下,依据矿山开采对地质灾害、含水层、水土环境和地质地貌景观的影响,将矿山地质环境保护与治理恢复区域划分为重点防治区和一般防治区(见图3-50)、矿山地质环境保护与治理恢复说明见表3-32。

图 3-50 赵固二矿矿山地质环境保护与恢复治理分区

表 3-32 赵固二矿矿山地质环境保护与治理恢复说明表

防治分区		面积(hm ²)	主要保护对象	保护治理措施		
级别	编号			地质灾害	含水层	土地资源与地质地貌景观
重点防治区	I1	28.04	北马营村、北小营村、大梁冢村、东丁庄村、和庄村、姬家寨村、宋坦村、西丁庄村、小马庄村、周圪垯村、一般公路、耕地资源	进行岩移监测,采空塌陷监测和治理,道路维修,河堤加高加固	地下水监测;地表水监测;废水达标排放;矿井水综合利用;按照设计要求和规定留设各类防水煤岩柱;做好矿坑水封堵措施;发现灾情及时处理。	加强采空塌陷与地表岩移监测;对采空塌陷深度大于1m的地区,进行回填、平整、复垦治理;大于3.0m的地区进行水产养殖面的建设;在工业场地周围,公路和河流两侧种草植树进行绿化。
	I2	1595.32		进行岩移监测,采空塌陷监测和治理,道路维修,房屋修缮		
一般防治区	III	5389.57	分散性居民点、一般道路	采空塌陷监测和治理,房屋维修,道路维修。		

2、分区评述

根据矿山地质环境现状评估和矿山地质环境预测评估结果,将矿山地质环境保护与治理恢复区域划分如下:

(1) 矿山地质环境保护与恢复重点防治区 (I)

1) 工业广场矿山地质环境保护与恢复重点防治区 (I1)

现状工业广场占地 28.04hm²,预测近期(2018-2022年)地面工程建设在原有范围内进行,不会增加占用土地资源面积,对土地资源影响严重,影响的土地类型为采矿用地,对地形地貌景观影响一般。

主要防治措施:进行污水处理;建立监测点(网),开展土地压占监测工作。

2) 采空塌陷重点防治区 (I2)

分布于矿山地质灾害现状评估和预测评估大区,面积 1623.36hm²,主要矿山环境地质问题为:采空塌陷地质灾害,含水层破坏、地形地貌景观破坏等。

该区域现状采空塌陷 665.71hm²,最大塌陷深度 4.6m,其中常年积水面积 102.29 hm²,预测中远期塌陷区面积将不断扩大,最终面积增至 1595.32 hm²,最大塌陷深度 5.4m;塌陷破坏土地资源面积大,对原生地形地貌改变大;采区上方碎屑岩类裂隙水含水层和松散层中深层含水层结构可能遭到矿山开采的破坏,同时受矿井疏干排水影响,中心部位水位下降,含水层破坏严重。

针对矿山地质环境问题的类型、特征及其危害,采空塌陷重点防治区 (I2) 近期矿

山地质环境保护与治理恢复主要防治措施如下：

①根据采区安排、开采时间和接替顺序，提前做好搬迁安置工作，确保居民的人身和财产安全。

②在预测可能发生地面塌陷的区域提前设立警示标志，禁止人员、车辆进入危险区和工程建设。

③进行矸石综合利用，并在矸石山周围设置挡土墙和截水沟，消除安全隐患，防止造成水土污染。

④采前加强水文地质勘探工作，采矿时严格预留保护煤（岩）柱、采取防渗措施、减少疏干排水量，必要时回灌地下水，保护含水层。

⑤对预测塌陷深度大于 3m 区域（常年积水区）提前进行表层熟土剥离，作为土地治理恢复用土。

⑥实施塌陷区内基础设施的维护与修复工程，确保重要的道路、水利、电力等基础设施正常使用功能。

⑦建立监测点（网），开展地面变形、地下水动态监测工作。

⑧对受影响和破坏严重的土地单元进行植树造林，修复生态环境。

（2）矿山地质环境保护与恢复一般防治区（III）

该区面积 5389.57hm²。现状下及近期土地资源、地形地貌景观、地下水含水层、水土环境质量等受矿业开采影响程度较轻。

主要防治措施：建立监测点（网），开展土地占用破坏、地下水动态监测工作。

3.4.2 土地复垦区与复垦责任范围

1、复垦区

复垦区是指生产建设项目损毁土地和永久性建设用地构成的区域。本方案中损毁土地包括沉陷损毁土地（已损毁待复垦土地和拟损毁土地）和压占土地（工业广场）。本方案复垦区总面积 1623.36hm²，复垦区范围（1623.36hm²）=沉陷损毁范围（1595.32hm²）+永久性建设用地范围（28.04 hm²）。

占用土地面积 28.04hm²，也就是永久性建设用地——工业广场。

沉陷损毁土地（1595.32hm²）=已损毁待复垦土地（665.70hm²）+拟损毁土地（1563.00hm²）- 拟损毁土地与已损毁待复垦的重叠面积（633.38hm²）。其中，已损毁待复垦土地为 2011 年 4 月矿山投产至 2017 年底的沉陷损毁而未采取复垦措施的土地范

围；拟损毁土地为 2018 年至 2038 年预测的沉陷损毁范围。

2、复垦责任范围

复垦责任范围是指复垦区中损毁土地及不再留续使用的永久性建设用地构成的区域。本方案中的永久性建设用地即工业广场，已形成了大量的工业与民用建筑，矿井后期还将转型发展多种经营，故永久性建设用地还将留续使用，不算作复垦责任范围。因此，本方案的复垦责任范围为：从投产日起至 2038 年开采的损毁而未复垦的土地，包含已损毁待复垦土地、拟损毁土地。本方案的复垦责任范围面积 1595.32hm^2 ，即复垦责任范围 $(1595.32\text{hm}^2) = \text{已损毁待复垦土地}(665.70\text{hm}^2) + \text{拟损毁土地}(1563.00\text{hm}^2) - \text{重叠部分的面积}(633.38\text{hm}^2)$ 。

方案涉及各种面积如表 3-33 所示，赵固二矿沉陷损毁土地拐点坐标及永久性建设用地范围坐标见表 3-34 及表 3-35；涉及各范围见图 3-51 所示。

表 3-33 方案涉及各种面积一览表

序号	名称	范围		面积（公顷）	
				小计	合计
1	矿区范围	国土部批复 29 个拐点坐标范围		6907.91	6907.91
2	占用土地	永久性建设用地	工业广场	28.04	28.04
3	损毁土地	沉陷损毁	已损毁待复垦土地	665.70	1595.32 ^①
			拟损毁土地	1563.00	
4	与拟损毁土地重叠面积	与已损毁土地	与已损毁待复垦重叠	633.38	633.38
5	复垦区	占用土地	永久性建设用地	28.04	1623.36 ^①
		沉陷损毁	已损毁待复垦土地	665.70	
			拟损毁土地	1563.00	
6	复垦责任范围	沉陷损毁	已损毁待复垦土地	665.70	1595.32 ^②
			拟损毁土地	1563.00	
			扣除重叠（拟损毁与已损毁）	633.38	

注：①合计中扣除了拟损毁与已损毁的待复垦重叠面积。

③ 合计时，扣除了各部分重叠部分。

表 3-34 复垦责任范围拐点坐标

序号	X 坐标	Y 坐标	序号	X 坐标	Y 坐标
1	***	***	39	***	***
2	***	***	40	***	***
3	***	***	41	***	***
4	***	***	42	***	***
5	***	***	43	***	***
6	***	***	44	***	***
7	***	***	45	***	***
8	***	***	46	***	***
9	***	***	47	***	***
10	***	***	48	***	***
11	***	***	49	***	***
12	***	***	50	***	***
13	***	***	51	***	***
14	***	***	52	***	***
15	***	***	53	***	***
16	***	***	54	***	***
17	***	***	55	***	***
18	***	***	56	***	***
19	***	***	57	***	***
20	***	***	58	***	***
21	***	***	59	***	***
22	***	***	60	***	***
23	***	***	61	***	***
24	***	***	62	***	***
25	***	***	63	***	***
26	***	***	64	***	***
27	***	***	65	***	***
28	***	***	66	***	***
29	***	***	67	***	***
30	***	***	68	***	***
31	***	***	69	***	***
32	***	***	70	***	***
33	***	***	71	***	***
34	***	***	72	***	***
35	***	***	73	***	***
36	***	***	74	***	***
37	***	***	75	***	***
38	***	***			

注：2000 国家大地坐标系

表 3-35 永久性建设用地拐点坐标

点号	X 坐标	Y 坐标	点号	X 坐标	Y 坐标
1	***	***	7	***	***
2	***	***	8	***	***
3	***	***	9	***	***
4	***	***	10	***	***
5	***	***	11	***	***
6	***	***			

注：2000 国家大地坐标系

图 3-51 赵固二矿涉及各范围示意图

3.4.3 土地类型与权属

1、土地利用类型

(1) 土地利用概况

赵固二矿的井田面积 6907.91hm²，而本方案复垦区是生产建设项目沉陷损毁的土地及永久性建设用地共同构成的区域，共计 1623.36hm²。参照全国土地利用现状调查技术规程、全国土地利用现状分类标准（GB/T 21010-2007）及赵固二矿矿区土地利用资料，根据实地调查，复垦区内土地利用类型包括 7 个一级地类及 13 个二级地类。复垦区土地利用情况见表 3-30，复垦区内永久性建设用地占用土地情况见表 3-31。

复垦区内沉陷损毁土地中，耕地面积 1332.76hm²，占整个受影响区域面积的 82.10%，复垦区永久性建设用地占用土地现状详见表 3-36，复垦区土地利用现状详见表 3-37。

表 3-36 复垦区永久性建设用地占用土地现状表

一级地类		二级地类		面积 (hm ²)	小计 (hm ²)	占总面积比例	
1	耕地	12	水浇地	0.003	0.003	0.01%	0.01%
3	林地	33	其他林地	0.003	0.003	0.01%	0.01%
20	城镇村及工矿用地	203	村庄	3.425	28.034	12.22%	99.98%
		204	采矿用地	24.609		87.76%	
总面积				28.04	28.04	100%	100%

表 3-37 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	012	水浇地	1332.76	1332.76	82.10%	82.10%
02	园地	021	果园	0.17	0.17	0.01%	0.01%
03	林地	031	有林地	8.17	18.65	0.50%	1.15%
		033	其他林地	10.48		0.65%	
10	交通运输用地	102	公路用地	4.30	4.51	0.26%	0.27%
		104	农村道路	0.21		0.01%	
11	水域及水利设施用地	111	河流水面	3.97	45.47	0.24%	2.80%
		114	坑塘水面	7.80		0.48%	
		116	内陆滩涂	33.70		2.08%	
12	其他土地	122	设施农用地	13.11	14.48	0.82%	0.91%
		127	裸地	1.37		0.09%	
20	城镇村及工矿用地	203	村庄	174.15	207.32	10.73%	12.77%
		204	采矿用地	24.61		1.52%	
		205	风景名胜及特殊用地	8.56		0.53%	
总面积				1623.36	1623.36	100.00%	100.00%

(2) 复垦区道路现状

复垦区内原有道路系统较为便利，主要穿过开采影响区的道路为乡村道路和田间道路。乡村道路一般为泥结碎石路面；田间道路一般为泥土路，土路是复垦区内普遍存在的道路类型，主要用于生产、生活，道路标准较低，布局较为凌乱，宽度为 3-4m 不等，损毁主要体现在部分路基出现沉降（如图 3-52 所示）。

图 3-52 复垦区内道路

(3) 复垦区灌排设施现状

根据《河南省土地开发整理工程建设标准》，复垦区属于山前倾斜平原引库引河灌溉工程类型区，主要采用“灌排分设”的方式，灌溉设施主要是机井灌溉，排水设施主要是排水沟（图 3-53 所示）。

由于复垦区特殊的水文地质条件，机井形式一般为浅井，灌溉机井工程主要是为高效节水灌区提供水源，灌溉机井工程的单井结构设计采用条形靠路布置，井壁管采用砼管护壁、无砂砼管。原有排水沟以土质排水沟为主，布设在道路一侧，自然排水沟较少，复垦区内部分排水沟淤积，排水不畅，须维修后方可投入使用。

图 3-53 复垦区内灌排设施

2、土地权属状况

复垦区内工业广场用地区的土地属辉县各村村集体所有，已完成土地登记发证工作，无权属争议。具体权属状况见表 3-38

表 3-38 复垦区内永久占地土地利用原权属表

土地 类型/ 村名	一级 地类	耕地（01）		林地（03）		城镇村及工矿用地（20）			总计
	二级 地类	水浇地 （012）	小计	其他林地（033）	小计	村庄（203）	采矿用地 （204）	小计	
园庄村		0.003	0.003	0.003	0.003	3.425	24.609	28.034	28.04

4 矿山地质环境治理与土地复垦可行性分析

4.1 矿山地质环境治理可行性分析

4.1.1 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；工业广场压占土地资源，改变了原有地貌及土地用途。

矿山生产活动还应对以下设施进行保护：

- (1) 对塌陷区内受影响的乡村公路采取治理措施，确保交通畅通。
- (2) 对塌陷区内受影响的黄水河、石门河、百泉河和农田水利设施进行加固和维修，确保渡汛安全。
- (3) 对矿区内铁路、公路、堤坝和工业广场采取保护措施，防止对其造成影响。

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，采取土地平整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

留设防水煤柱，并对水文地质孔进行长期观测、分析水位水质变化情况，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；对道路两侧采用植树绿化、补种培肥等生物措施，建设农田防护林网。

(4) 重点工程保护工作

①对受影响的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黄水河、石门河、裕河和农田水利设施进行进行垫高、加固，保证度汛安全。

③对矿区内的铁路、公路、堤坝和工业广场设置保护煤柱，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。

4.1.2 经济可行性分析

焦作煤业（集团）新乡能源有限公司于 2008 年 9 月 10 日在新乡市工商行政管理局登记成立，公司注册资本达 16.2 亿元。其所属集团——焦作煤业(集团)有限责任公司是河南省规模大、效益好的工业企业。本项目所需要的资金，来源于企业自筹和银行借款两部分。

根据赵固二矿初步设计修改方案，矿井以及选煤厂生产成本估算为 374.67 元/吨，销售价格为 550 元/吨，项目的税前税后各项财务评价指标，均满足且高于行业的基准要求，也能满足投资各方的最低收益要求，具有较强的盈利能力、清偿能力和抗风险能力；因此，从财务上讲，该项目是完全可行的。

焦作煤业（集团）新乡能源有限公司赵固二矿具有很强的社会责任感，对国家及相关部门的矿山地质环境恢复治理政策十分了解，积极配合相关政策的落实，这些将为矿山地质环境恢复治理工作的顺利进行提供强有力的经济保证。

4.1.3 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、园地及坑塘水面。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，生态结构简单。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。由于塌陷深度最大为 5.4m，塌陷地改变了土地原有的排灌功能，需要对塌陷地采取平整的工程措施并完善排灌工程。塌陷深度超过 3m 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；水塘周边土地以水田为主，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，用于选煤厂生产补充用水和井下防尘用水，剩余部分排入石门河。经监测，外排水质指标能够满足《污水综合排放标准》(GB8978-1996)一级排放标准，并满足《煤炭工业污染物排放标准》(GB20426-2006)标准限值，不会污染当地生态环境；生活污水经处理后，由管道连接输送到洗煤厂，用于洗煤用水，部分用作生产区降尘、洒水机绿化用水，不外排。

总之，实施矿山地质环境保护与治理恢复方案后，总体取得良好的环境效益。

4.2 矿区土地复垦可行性分析

4.2.1 复垦区土地利用现状

根据新乡市国土资源局提供的土地利用现状图，采用《土地利用现状分类》(GB/T21010/T21010-2007)，制作了复垦区的土地利用现状图及现状表，详见附图 2 及表 3-37。复垦区土地利用类型为耕地、园地、林地、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。其中耕地面积为 1332.75hm²，园地面积为 0.16hm²，林地面积为 18.65m²，交通运输用地面积为 4.50hm²，水域及水利设施用地面积为 45.46hm²，其他土地面积为 14.49hm²，城镇村及工矿用地面积为 179.29hm²。

4.2.2 土地复垦适宜性评价

土地复垦适宜性评价是确定损毁土地复垦利用最优方向的前提和基础，并为合理布局提供科学依据。土地适宜性评价主要是根据依据土地利用规划及相关规划并结合土地系统固有的自然生态条件，社会经济因素，评价对某类用地的生态适宜程度和限制性大小。本规划土地适宜性评价是对已破坏待复垦土地与拟破坏土地进行评价，所以评价时必须综合考虑破坏前原地类的情况和采矿破坏的程度。评价破坏后的土地对于特定利用类型的适宜性及适宜程度、限制性，从而确定其合理的利用方式的过程。通过土地适宜性评价，明确待复垦土地的规划利用方向，为土地复垦规划工作提供依据。

综上所述，根据赵固二矿破坏前的用地类型和破坏后的情况，并结合考虑矿区范围内的社会经济状况，本规划待复垦土地的用地方向为耕地、林地、园地和水产养殖用地。

1、适宜性评价原则

(1) 可垦性和最佳效益原则。确定土地利用方向时，要按照当地的土地利用总体规划的要求，复垦应当充分考虑国家和企业经济条件承受能力，以适度的复垦投入获得最佳的经济、生态和社会效益，同时还要考虑其可垦性。即根据被破坏土地的质量是否适宜复垦为某种用途的土地，复垦资金投入和产出的经济效益相比是否为最佳，复垦产生的社会、经济和生态效益是否为最好。

(2) 因地制宜原则和农用地优先的原则。在确定待复垦土地的利用方向时，应根据评价单元的自然条件、区位和破坏状况等，因地制宜地确定其适宜性，不能强求一致。

(3) 综合分析主导因素相结合，以主导因素为主的原则。待复垦土地除受区域气候、地貌、土壤、水文、地质等自然成土因素的影响外，还要受人为因素的影响，如土地破坏类型、破坏程度和利用方式等，故复垦后土地质量状况是各种因素综合作用的结果。

(4) 自然属性和社会属性相结合原则。待复垦土地的评价，一方面要考虑其自然属性（土地质量），同时也要考虑其社会属性，如社会需要、资金来源等。在评价时应以自然属性为主去确定复垦方向。同时也要顺及社会属性的许可。

(5) 可持续利用原则。使土地朝着有利于生产的方面发展，避免不利的发展趋势，才能保持土地的可持续利用性，才能确保该种土地利用方式的适应性。

(6) 可靠性原则。在评价过程中，应该确定各项必要的改良措施的成本，以便能够预测开发的经济和环境后果。

(7) 针对性原则。在评价过程中，要针对一定用途或土地利用方式进行土地适宜性评价。

(8) 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、适宜性评价依据

土地复垦适宜性评价在详细调研矿区土地损毁前的土地利用状况、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) 《基本农田保护条例》（1999年1月1日施行）；
- (2) 《土地复垦方案编制规程》（TD/T1031-2011）；
- (3) 《土地开发整理工程建设标准》，2006；
- (4) 《耕地后备资源调查与评价技术规程》（TD/T1007-2003）；
- (5) 《新乡市土地利用总体规划》（2006-2020年）；
- (6) 复垦区已损毁土地现状调查、损毁土地预测及损毁程度分析结果和矿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

本次评价的对象为已损毁和拟损毁的土地，复垦责任范围 1597.13hm²，由于已损毁土地在开采过程中会受到重复影响，所以拟损毁土地面积包括已损毁土地面积。

(2) 初步复垦方向的确定

通过定性分析复垦责任范围的土地利用总体规划、自然经济条件、其他社会经济政策因素以及公众参与意见初步确定待复垦土地的复垦方向。

a.复垦区土地利用总体规划情况

根据《新乡市土地利用总体规划（2006-2020）》，复垦区将来土地规划除少部分林地外，绝大部分以耕地为主，为了实现土地资源的永续使用，落实基本农田保护政策，综合考虑矿区的实际情况，确定复垦的方向主要为农业。

b.自然经济条件

辉县市地处太行山东南侧，紧邻太行山山脉，主峰九峰山十字岭海拔 1732m。辉县

市辖区总面积 200700hm²，其中山地面积 100700hm²，丘陵 21600hm²，平原 78400hm²，位于第二级地貌台阶向第三级地貌台阶的过渡地带。地势由西北而东南呈阶梯形下降，有深中山区、深低山区、丘陵区、盆地、山前倾斜平原、平原和洼地。洼地最低处海拔 72m。

拟建项目所在地属于太行山山前平原，主要由坡积、洪积和冲积洪积扇裙组成，地面海拔标高 72~85m，全区呈西高东低、北高南低缓慢倾斜地势，坡降 4~6%，地势总体平坦。

本区属暖温带大陆性季风气候，四季分明，雨热同季。春季多风少雨；夏季炎热多雨；秋季气候凉爽；冬季干冷少雪。年平均气温 14.0℃，极端最高气温 41.5℃，最低气温为零下 18.3℃。0℃以上积温年均为 5202.1℃，10℃以上积温年均为 4691.3℃。年平均降水量为 589.1mm，10 年一遇日最大降水量 178.0mm，降水主要集中在 7~8 月，约占年降水量的 70%以上，亦是地下水回补的时期。年蒸发量为 1680~2041mm。结冰期在 12 月~翌年 3 月，冻土深度为 100~150mm，积雪厚度 150~200mm。年平均无霜期 214 天。年均日照时数 2020.1h，平均日照率为 46%。

辉县市全年主导风向为 E 风，ENE 风次之，NNW 风、SSW 风最小。夏季多 ES 和 S 风，冬季多 WN 风和 N 风，年平均风速为 1.02m/s，最大风速为 18m/s。

c. 社会经济条件及相关政策

赵固乡位于辉县市中部，距市区 12.5km，面积 6500hm²，辖 30 个行政村（33 个自然村），煤炭的开采促进了当地的经济的发展，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的目标，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，应用当今煤炭开采沉陷和生态农业复垦最新技术，进行煤矿沉陷地的治理、复垦，恢复被采煤沉陷损毁的土地。

d. 公众参与

本方案在设计时对当地的民众进行了走访，当地群众的建议对方案的制定起到了很大的帮助作用，本项目土地复垦尽可能保持土地的现状用地类型不改变。

综上所述，确定复垦区的复垦利用方向如下：

- 修复农村道路和田间道路作为土地复垦的管护道路；
- 矿井开采影响到的村庄土地地势较平，立地条件较好，在遵循“农用地优先”的原则下，进行适当的土地平整后复垦为耕地；
- 复垦区主要土地利用类型为耕地，立地条件较好，土壤肥力较高，为了保护有限

的耕地资源，本方案确定复垦区内土地复垦以农用地为主，并考虑耕地优先的原则；

——复垦区内原林地仍复垦为林地，复垦工作主要对其进行平整、补种；

——复垦区内的沟渠可为复垦区提供水源，为防洪排涝提供场所。

4、适宜性评价单元的划分

根据复垦利用方向定性分析可知，复垦责任范围农村道路、沟渠、坑塘水面复垦利用方向以保持原状为主。评价单元是土地的自然属性和社会经济属性基本一致的空间客体，是具有专门特征的土地单位并用于制图的基本趋于，划分的基本要求：

——单元内部性质相对均一或相近；

——单元间具有差异性，能客观地反映出土地在一定时期和空间上的差异；

——具有一定的可比性。

在调查了复垦责任范围土地资源的特性基础上，以复垦责任范围土地损毁类型、损毁程度和损毁地类等来划分评价单元。就复垦责任范围原土地利用类型而言，复垦责任范围涉耕地，园地，林地，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。损毁程度有轻度损毁、中度损毁和重度损毁。复垦方向以农用地为主，并优先考虑耕地，对轻度沉陷区内的坑塘水面将水排到沉陷坑复垦成耕地。

农村道路、公路根据实际情况进行必要的修复，也将其作为一个独立评价单元；河流水面为石门河、黄水河、百泉河和坑塘水面，分别作为独立评价单元。

综上所述，将复垦责任范围土地划分成轻度水浇地、轻度有林地、轻度其他林地，轻度设施农用地，轻度公路用地，轻度村庄，轻度坑塘水面，轻度河流水面，轻度内陆滩涂，轻度风景名胜及特殊用地。中度水浇地，中度其他林地，中度设施农用地，中度村庄，中度内陆滩涂，中度坑塘水面，中度河流水面，中度公路用地，中度风景名胜及特殊用地；重度水浇地，重度设施农用地，重度村庄，重度内陆滩涂，重度河流水面，重度裸地，重度其他林地，重度公路用地，重度坑塘水面，重度农村道路，重度风景名胜及特殊用地，重度果园。见表 4-1。

表 4-1 评价单元划分

序号	评价单元的划分		评价单元面积
	损毁程度	损毁地类	损毁面积(hm ²)
1	轻度损毁区	水浇地	563.73
2		有林地	0.96
3		其他林地	5.63
4		设施农用地	6.06
5		村庄	53.26
6		风景名胜及特殊用地	5.99
7	中度损毁区	水浇地	265.03
8		其他林地	1.84
9		设施农用地	5.83
10		村庄	52.48
11		风景名胜及特殊用地	1.79
12	重度损毁区	水浇地	503.99
13		果园	0.16
14		有林地	7.20
15		其他林地	3.03
16		裸地	1.37
17		设施农用地	1.23
18		村庄	65
19		风景名胜及特殊用地	0.78
20	轻中重沉陷区	公路用地	4.29
21		农村道路	0.21
22		河流水面	3.96
23		坑塘水面	7.8
24		内陆滩涂	33.7
合计	——	——	1595.32

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，土地适宜类一般分成适宜和不适宜(N)。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

1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，在正常耕地管理措施下可获得较高产量，

且正常利用不致发生退化。

2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。

3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

1等地：最适于园地发展，无明显限制因素，损毁轻微，地形平坦，质地好，肥力较高，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。

2等地：较适于园地发展，对园地利用有一定的限制，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园地，质量和产量中等。

3等地：对园地利用有较多限制，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

1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。

2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。

3等地：林木生长困难，地形、土壤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

本评价用土地综合质量指数法对矿区采煤破坏非积水区域的土地进行适宜性评价，评定各评价单元对农业和林业的适宜性及适宜程度（搬迁旧村址土地的评价则采用划分适宜性类别的方法）；而沉陷积水区域对水产养殖的适宜性及适宜程度采用极限条件法。

土地综合质量指数法根据土地类的各评价因子等级的高低，分别赋以相应的等级分。非积水区耕地分3等，评价因子分为3个等级，即等级为I、II、III对应为适宜，一般适宜和不适宜三个等级；林地也分3个等级，分别为I、II、III。用等级分乘以评价因子相应的权重值，即为各评价因子的指数。评价单元的各评价因子指数相加之指数和，称为土地综合质量指数，其计算模型为：

$$G_i = \sum_{j=1}^n P_{ij} X_{ij} \quad (j=1,2,\dots,n), \quad (\text{式 4-1})$$

式中： G_i —— i 块土地综合质量指数，

P_{ij} ——i 块 j 评价因子的权重，

X_{ij} ——i 块 j 评价因子的等级分

i——地块的图斑号。

6、适宜性等级评价指标的选择和标准的建立

结合矿区的实际情况及其他矿区的复垦经验，参考《耕地后备资源调查与评价技术规程》(TD/T1007—2003)、《农用地定级规程》(TD/T 1005—2003)等确定复垦土地复垦适宜性评价的等级标准，见表 4-2。

表 4-2 土地复垦适宜性等级评定标准表

地类及等级		参评因素				
类型	适宜等级	地形坡度	灌溉条件	有效土层厚度	土壤有机质 (g·kg ⁻¹)	沉陷深度 /m
耕地	1 等	<6°	有保证 (有配套灌溉设施, 同时水源有一定的保障)	>100	>15	<1
	2 等	6°~15°	不稳定 (没有灌溉设施, 有一定的灌溉水源)	80~100	15~10	1.0~2.0
	3 等	15°~25°	一般 (没有灌溉设施, 水源保障一般)	50~80	10~6	2.0~3.0
	N	>25°	困难 (没有灌溉设施、水源保障较差)	<50	<6	>3.0
园地	1 等	<15°	有保证 (有配套灌溉设施, 同时水源有一定的保障)	>100	>15	<1
	2 等	15°~25°	不稳定 (没有灌溉设施, 有一定的灌溉水源)	80~100	15~10	1.0~2.0
	3 等	25°~40°	一般 (没有灌溉设施, 水源保障一般)	50~80	10~6	2.0~3.0
	N	>40°	困难 (没有灌溉设施、水源保障较差)	<50	<6	>3.0
林地	1 等	<15°	有保证 (有配套灌溉设施, 同时水源有一定的保障)	>80	>10	<1
	2 等	15°~25°	不稳定 (没有灌溉设施, 有一定的灌溉水源)	60~80	10~6	1.0~2.0
	3 等	25°~35°	一般 (没有灌溉设施, 水源保障一般)	40~60	6~2	2.0~3.0
	N	>35°	困难 (没有灌溉设施、水源保障较差)	<40	<2	>3.0

注：①表中地形坡度、灌溉条件分级指标参照《耕地后备资源调查与评价技术规程》待复垦沉陷地评价因子限制等级确定。②有效土层厚度、有机质含量分级指标参照《土地复垦质量控制标准》确定。

参照《中华人民共和国渔业法》、《中华人民共和国海洋环境保护法》和《渔业水质标准 (GB11607-89) 2005》，结合国家 2007 年发布的渔业标准及行业标准，确定沉陷积水区的评价因子，结合当地实际情况确定分级指标，见表 4-3。

表 4-3 沉陷积水区主要限制因素的渔业等级

评价因子	分级指标	渔业
水质	I类~IV类	1
	IV类以下	4
水深/m	1.5~3.0	1
	3.0~4.0	2
	4.0~6.0	3
	<1.5和>6.0	4
水温	7°~25°	1
	其它	4
排灌条件	好	1
	较好	2
	一般	3
与最近陆地的距离/m	0~150	1
	150~300	2
	>300	3

注：交通运输用地、河流水面、坑塘水面、沟渠不再选择指标，只进行定性的分析。

7、适应性等级评定结果

根据表 4-2~表 4-3，除部分单元保持原地类外，其他单元利用极限条件法对沉陷损毁区损毁类型为耕地、园地、林地、住宅用地的评价单元进行定量分析。确定其土地复垦适宜性等级评价结果，见表 4-4~表 4-6。

表 4-4 轻、中度沉陷区土地复垦适宜性评价等级结果表

评价单元	评价因子					适宜性评价结果					
						宜耕		宜园		宜林	
	地形坡度/°	沉陷深度/m	有效土层厚度/m	土壤类型	排灌条件	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	<1	<1	130	壤土	有保证	1等		1等		1等	
2	<1	<1	90	粘土	有保证	1等		1等		1等	
3	<1	<1	90	粘土	不稳定	2等	排灌条件	2等	排灌条件	1等	
4	1-3	1~2	100	壤土	不稳定	2等	排灌条件	2等	排灌条件	2等	排灌条件
5	1-3	1~2	120	壤土	不稳定	2等	排灌条件	2等	排灌条件	2等	排灌条件
6	1-3	1~2	100	壤土	不稳定	2等	排灌条件	2等	排灌条件	2等	排灌条件
7	1-3	1~2	120	壤土	有保证	1等		1等		2等	沉陷深度
8	1-3	2~3	90	粘土	不稳定	2等	沉陷深度	2等	沉陷深度	2等	沉陷深度
9	1-3	2~3	90	粘土	不稳定	2等	沉陷深度	2等	沉陷深度	2等	沉陷深度
10	1-3	2~3	90	粘土	不稳定	2等	沉陷深度	2等	沉陷深度	2等	沉陷深度
11	1-3	2~3	90	粘土	不稳定	2等	沉陷深度	2等	沉陷深度	2等	沉陷深度

表 4-5 重度沉陷区土地复垦适宜性评价等级结果表

评价单元	评价因子					适宜性评价结果：宜渔	
	水质	水深/m	水温	排灌条件	与陆地距离	等级	主要限制因素
12	IV 类	>2.5	8°~23°	较好	0~150	2 等	水深
		1.5~2.5	8°~23°	好	0~150	1 等	
13	IV 类	1.5~2.5	8°~23°	好	0~150	1 等	
14	IV 类	1.5~2.5	8°~23°	好	0~150	1 等	
15	IV 类	1.5~2.5	8°~23°	好	0~150	1 等	
16	IV 类	1.5~2.5	8°~23°	好	0~150	1 等	
17	IV 类	1.5~2.5	8°~23°	好	0~150	1 等	
18	IV 类	1.5~2.5	8°~23°	好	0~150	1 等	
19	IV 类	1.5~2.5	8°~23°	好	0~150	1 等	

表 4-6 土地复垦适宜性评价等级结果表(3)——保持原地类的单元

评价单元	原用地类型	面积 (hm ²)	评价因子	评价结果
20	公路用地	4.29	生活、生产需要	公路用地 (保持原地类)
21	农村道路	0.21	生活、生产需要	农村道路 (保持原地类)
22	河流水面	3.96	参照公众意见	河流水面 (保持原地类)
23	坑塘水面	7.80	参照公众意见	坑塘水面 (保持原地类)
24	内陆滩涂	33.70	参照公众意见	内陆滩涂 (保持原地类)

8、最终复垦方向的确定和复垦单元的划分

通过土地复垦适宜性分析，评价范围内多数评价单元具有多宜性，最终复垦方向的确定需要综合考虑多方面的因素，包括土地利用规划、自然条件、政策、公众意见等。本项目在复垦方向的确定参考了当地的土地利用总体规划和公众意见，损毁土地优先复垦为水浇地和旱地，同时以恢复原地类为主。

根据评价单元的最终复垦方向，从工程施工角度将采取的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。

农村道路、公路用地根据实际情况修复或重建，再规划。对重度沉陷区的农村道路复垦为鱼塘。

河流水面仍为河流水面；坑塘水面、内陆滩涂复垦为鱼塘。

沟渠根据实际情况修复或重建，对重度沉陷区的沟渠复垦为鱼塘。

根据适宜性等级评定结果，考虑当地自然条件、社会条件、土地复垦类比分析，确定土地复垦单元，共划分为：复垦单元一为建设用地以外，复垦成水浇地区域，复垦单元二为建设用地复垦成水浇地区域，复垦单元三为复垦成有林地区域、复垦单元四为复垦成其他林地区域、复垦单元五为复垦成设施农用地区域、复垦单元六为复垦成交通运输用地区域、复垦单元七为复垦成河流水面区域，复垦单元八为复垦成大水面养殖区域（鱼塘），复垦单元九复垦成风景名胜及特殊用地区域共计九个复垦单元。最终复垦方

向的确定和复垦单元的划分见，见表 4-7。

表 4-7 复垦方向和复垦单元表

评价单元	损毁土地类型	评价面积 (hm ²)	适宜性评价结果				复垦利用 方向	面积 (hm ²)	复垦 单元
			宜耕	宜园	宜林	宜渔			
1	轻度水浇地	563.73	1 等	1 等	1 等	N	水浇地	563.73	一
2	轻度有林地	0.96	1 等	1 等	1 等	N	有林地	0.96	三
3	轻度其他林地	5.63	2 等	2 等	1 等	N	其他林地	5.63	四
4	轻度设施农用地	6.06	N	N	N	N	设施农用地	6.06	五
5	轻度村庄	53.26	2 等	2 等	2 等	N	水浇地	53.26	二
6	轻度风景名胜及特殊用地	5.99	2 等	2 等	2 等	N	风景名胜及特殊用地	5.99	九
7	中度水浇地	265.03	1 等	1 等	1 等	N	水浇地	265.03	一
8	中度其他林地	1.84	2 等	2 等	2 等	N	其他林地	1.84	四
9	中度设施农用地	5.83	2 等	2 等	2 等	N	水浇地	5.83	一
10	中度村庄	52.48	2 等	2 等	2 等	N	水浇地	52.48	二
11	中度风景名胜及特殊用地	1.79	2 等	2 等	2 等	N	风景名胜及特殊用地	1.79	九
12	重度水浇地	503.99	N	N	N	1 等	大水面养殖	503.99	八
13	重度果园	0.16	N	N	N	1 等	大水面养殖	0.16	
14	重度有林地	7.2	N	N	N	1 等	大水面养殖	7.2	
15	重度其他林地	3.03	N	N	N	1 等	大水面养殖	3.03	
16	重度设施农用地	1.23	N	N	N	1 等	大水面养殖	1.23	
17	重度裸地	1.37	N	N	N	1 等	大水面养殖	1.37	
18	重度村庄	65.	N	N	N	1 等	大水面养殖	65	
19	重度风景名胜及特殊用地	0.78	N	N	N	N	大水面养殖	0.78	
20	公路用地	4.29	N	N	N	N	公路用地	4.29	六
21	农村道路	0.21	N	N	N	N	农村道路	0.21	
22	河流水面	3.96	N	N	N	N	河流水面	3.96	七
23	坑塘水面	7.80	N	N	N		大水面养殖	7.80	八
24	内陆滩涂	33.70	N	N	N		大水面养殖	33.70	
合计								1595.32	

注：对交通运输用地、河流水面、坑塘水面、内陆滩涂、沟渠只作定性分析，重度损毁区域复垦为鱼塘，其余保持原地类。

4.2.3 水土资源平衡分析

1、土源平衡分析

(1) 土方供需分析

赵固二矿复垦责任范围内损毁土地主要是塌陷损毁区

a、塌陷区塌陷下沉值 $\leq 1000\text{mm}$ 的区域只需简单的平整，无挖、填需要。

b、塌陷区塌陷下沉值 $1000\text{mm}-3000\text{mm}$ 的区域进行挖深垫浅治理。塌陷稳沉后对大于 3000mm 塌陷区的土壤用来挖深垫浅，部分土方用来修建塘堤,剩余土方填到周边 $1000\text{mm}-3000\text{mm}$ 塌陷区的田块。

c、塌陷区塌陷下沉值大于 3000mm 的区域开挖鱼塘。

(2) 需土量分析

塌陷下沉值 1000mm 至 3000mm 的塌陷区面积 323.41hm^2 ，需进行土方回填，填土方量为 3556810m^3 ；下沉值 $>3000\text{mm}$ 塌陷区域用作大水面养殖，修筑塘坝需覆土 144200m^3 (工程量计算详见 5.3 节)；地裂缝充填土方量 200000m^3 。合计需土量 3901010m^3 。

(3) 供土量分析

$>3000\text{mm}$ 塌陷区域用作大水面养殖，总面积为 624.24hm^2 ，挖填区域 624.24hm^2 。其中精养鱼塘总面积 207.41hm^2 ，开挖土方 2566000m^3 ，平均挖深 1.50m ，粗放养殖区面积 417.62hm^2 ，该区在开采影响前进行表土剥离，剥离厚度 0.3m ，可剥离表土 925600m^3 （工程量计算详见 5.3 节）；斗沟、农沟施工开挖土方量合计 710519m^3 ，斗沟农沟多沿田地边界挖掘，其土质与耕地土质一致，可用于地裂缝充填，且不会对耕地土壤造成污染。合计供土量 4202119m^3 。

综上所述，赵固二矿土地复垦项目土源基本是平衡的，不需要从异地客土。

(2) 石方资源平衡分析

本方案中修建路基和塘坝需要煤矸石，共需煤矸石 68.44 万 m^3 。根据该矿山初步设计方案，赵固二矿矸石量年产量为 14.3 万 t/a 。矸石产量可保障本复垦项目的进行。

2、水资源平衡分析

(1) 供水量分析

复垦责任范围内可利用的水资源有降雨形成的地表水及降水入渗和灌溉回归补给的地下水，下面分别对其供水量进行分析：

1) 地表水供水量

用等值线图插补法对地表径流量进行计算。复垦责任范围年均径流系数为 0.25 ，复垦责任范围平均径流深为复垦责任范围多年平均降雨量与年均径流系数的乘积。赵固二矿历年年平均降雨量为 714mm ，经计算复垦责任范围年径流深 178.5mm ，复垦责任范围年径流量为 0.028 亿 m^3 。根据复垦责任范围气候、土壤及农作物等因素分析，降水利

用系数为 0.5，得到复垦责任范围每年可利用的降水量为 363.68 万 m³。

2) 地下水供水量

①降雨入渗补给量

项目区位于黄淮海平原区，参考淮委编制的《淮河流域及山东沿海诸河浅层地下水资源评价报告》并结合本复垦责任范围的实际情况，降雨入渗补给量由下列公式计算：

$$W_{\text{降}}=0.001\times A\times P\times\alpha \quad (\text{式 4-2})$$

式中：W_降——降雨入渗补给量，万 m³；

A——补给区面积，hm²；

P——多年平均降水量，mm

α——入渗补给系数。

入渗系数取 0.25，补给区面积取复垦责任范围面积，即 1595.32hm²，复垦责任范围所在地年平均降雨量 714mm，计算可得多年平均降雨入渗补给量为 284.76 万 m³。

②灌溉回归水量

$$W_{\text{渗}}=Q_{\text{灌}}\times\beta \quad (\text{式 4-3})$$

式中：W_渗——田间入渗补给地下水量，万 m³；

Q_灌——田间灌溉水量，万 m³；

β——灌溉回归入渗系数

田间灌溉水量取 1285.86 万 m³，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 321.47 万 m³。故可得在不考虑沟渠的侧向补给情况下，复垦责任范围可供利用的地下水资源供给 606.23 万 m³。

④ 石门河、黄水河、百泉河及其他沟渠渗漏补给量

复垦区内有石门河、黄水河、百泉河三条河流过境，区域浅部属山前冲洪积松散岩类第四系孔隙水和新近系裂隙孔隙水，表层为第四系粉土、粉质粘土，比较松散，接受补给条件好，从而使河流的侧向渗漏补给成为地下水补给的主要来源。但由于复垦区含水层地质条件复杂，故不再进一步量化河流的渗漏补给作用。

(2) 需水量分析

1) 农业用水需水量

复垦责任范围范围为 1595.32 公顷，其中绝大部分土地为耕地，复垦工程实施后，其主要用水对象是农业灌溉用水。复垦责任范围农作物以小麦、玉米种植为主，种植结

构为：小麦 1595.32 公顷，玉米 1595.32 公顷，种植比例为 1：1，复种指数为 2。

根据《灌溉与排水工程设计规范》和河南省水利厅《河南省地方标准用水定额》(DB41T385-2017)要求，在充分考虑灌区水土资源、种植结构、水文气象、作物组成等因素的前提下，结合当地的实际情况，确定灌溉保证率为 75%。考虑当地实际情况，在 75%频率年情况下，复垦责任范围小麦的灌溉定额为 2625m³/hm²，玉米灌溉定额为 1425 m³/hm²。农业需水量计算如下：

$$Q_{\text{总}}=M_1 \times A_1 / \eta / 10000 \quad (\text{式 4-4})$$

式中：Q_总——农业灌溉需水总量，万 m³；

M₁——小麦、玉米全生育期灌溉定额；

A₁——小麦、玉米的种植面积，公顷；

η—灌溉水利用系数；

复垦责任范围内，采用渠道输水灌溉，灌溉水利用系数 η 按 0.70。根据公式计算得到：

小麦需水量为：Q_总=2625×1595.32/0.7/10000=598.25 万 m³。

玉米需水量为：Q_总=1425×1595.32/0.7/10000=324.76 万 m³。

全年农业共需水量 923.01 万 m³。

2) 生产、生活用水需水量

区域内生产、生活用水靠矿井涌水供给，因此，可以认为区域内年生产、生活用水可自给自足。

根据辉县市 1955 年~2000 年气象资料，复垦区多年平均地下水蒸发量为 1750mm，年总蒸发量为 31.58 万 m³。

表 4-8 水资源供需情况表（单位：万 m³）

名称	类型	数量	名称	类型	数量
供水量	地表水径流量	363.68	需水量	农业用水	923.01
	地下水	606.23		生产生活用水	0
				蒸发量	34.58
合计	969.91		954.59		

(3) 水资源平衡分析

在不考虑复垦责任范围内河流、沟渠的侧向补给地下水情况下，复垦责任范围年总供水量为 969.91 万 m³，年总需水量 954.59 万 m³，供水量已然大于需水量，通过以上分析，复垦责任范围水资源完全能够满足区域农业生产的要求。

4.2.4 土地复垦质量要求

1、耕地复垦标准

①地形标准：以生产路、田间道或沟渠分隔划分田块，田块形状近似矩形或梯形，平整后的耕作田块总体布局基本维持现状，长度控制在 500-800m，宽度控制在 200-300m。整理后地面坡度不大于 3°，田面高差±5cm 之内；

②土壤质量标准：土地平整后进行土壤改良，土壤肥力达到或优于现状水平。有机质含量达到 20g/kg 以上，全氮含量达到 0.8g/kg 以上，有效磷含量达到 10mg/kg 以上。有效土层厚度不低于 80cm，土壤容重不大于 1.35 g/cm³，土壤质地达到壤土至壤质粘土，砾石含量不大于 5%，土壤 PH 值 6.5~8.5。

③配套设施复垦质量要求：灌溉水质符合农田灌溉水质标准，灌溉水源有充足保证，保证率不低于 80%，灌溉水利用系数不低于 70%。复垦后排涝标准达到 10 年一遇，24 小时暴雨 2 日排出标准。

④生产力水平标准：当年农作物产量应恢复到原耕地作物产量的 50%，三年内达到周边地区同种作物产量水平。

2、林地复垦标准

(1) 复垦方向为有林地

①土壤质量标准：有效土层厚度应大于 30cm，土壤容重不大于 1.5 g/cm³，土壤质地达到砂土至壤质粘土，砾石含量不大于 20%，土壤 PH 值 6.0~8.5，有机质含量不小于 1%；

②配套设施复垦质量要求：道路等达到新乡市各行业工程建设标准要求；

③生产力水平标准：复垦三年后种植成活率高于 80%，郁闭度达 35%以上。

(2) 复垦方向为其他林地

①土壤质量标准：有效土层厚度应大于 30cm，土壤容重不大于 1.5 g/cm³，土壤质地达到砂土至壤质粘土，砾石含量不大于 25%，土壤 PH 值 6.0~8.5，有机质含量不小于 1%；

②配套设施复垦质量要求：道路等达到新乡市各行业工程建设标准要求；

③生产力水平标准：复垦三年后种植成活率高于 80%，郁闭度达 40%以上。

3、河流水面复垦标准

(1) 水源充足，塘坝设计坡度不存在水土流失隐患，设计高度必须高于最高洪水

位 0.5m 以上；

(2) 精养鱼塘长宽比 5: 3 左右, 有利于饲养管理和拉网操作；

(3) 水质符合《渔业水质标准》(GB11607-89)；

(4) 3 年后精养鱼塘单位经济学产量, 不低于 1000kg/亩；粗养鱼塘的单位面积产量不低于当地平均水平。

4、坑塘水面复垦标准

(1) 水源充足, 塘坝设计坡度不存在水土流失隐患, 设计高度必须高于最高洪水位 0.5m 以上；

(2) 精养鱼塘长宽比 5: 3 左右, 有利于饲养管理和拉网操作；

(3) 水质符合《渔业水质标准》(GB11607-89)；

(4) 3 年后精养鱼塘单位经济学产量, 不低于 1000kg/亩；粗养鱼塘的单位面积产量不低于当地平均水平。

5、排水沟复垦标准

(1) 排水沟采用梯形断面, 素土夯实；

(2) 农沟沟底比降为 1: 2000, 边坡系数为 1: 1.5；

(3) 排洪标准采用 10 年一遇洪水设计, 一日暴雨一日排出。

6、道路复垦标准

(1) 田间道最大纵坡取 6%~8%, 田间道最小纵坡取 0.3%~0.4%；基础压实、运料、拌合、摊铺碾压、路肩修筑等；

(2) 道路布置满足村庄交通运输、农机行驶和田间生产及管理的要求；

(3) 对损毁后能修复的公路、道路按原标准维修；

(4) 田间道设计泥结碎石路面, 碎石路基, 路面净宽 4m, 泥结碎石厚度为 0.3m；生产路设计为素土路面, 碎石路基路面净宽 2m。

7、设施农用地复垦标准

(1) 对于大棚建(构)筑物, 保证轻度损毁设施农用地正常使用；

(2) 设置监测点, 定期监测设施农用地变化。

5 矿山地质环境治理与土地复垦工程

5.1 矿山地质环境保护与土地复垦预防

5.1.1、总体目标

根据焦作煤业集团赵固（新乡）能源有限责任公司赵固二矿矿山地质环境特征、开采状况及地质环境影响评估结果，其总体目标是：通过开展地质环境保护与土地复垦工作，最大限度地避免或减轻因矿产开发引发的地质灾害危害，减少对土地资源的影响和破坏，减轻对地形地貌景观的影响，最大限度修复生态环境，进而实现毁损土地恢复率达 100%，生产、生活废水处理率达 100%，固体废弃物综合利用率和治理率达 100%，达到保护和恢复矿区自然生态环境，与周边生态环境相协调的最终目标。

5.1.2、总体任务

（1）根据开采规划，分期分批实施塌陷区村庄搬迁避让工程，妥善安置居民，避免造成人员伤亡和财产损失。

（2）做好采前地下水勘探工作，严格按开采设计预留保护煤（岩）柱，采取防渗帷幕灌浆措施，预防大量涌水、突水，减少疏干排水量，缩小地下水影响范围，以保护主要含水层。

（3）实施基础设施修复建设工程，修复或重建塌陷区内受损的道路、水利、电力、通讯等基础设施，其标准不低于原有功能。

（4）实施固体废弃物与废水综合利用和治理，达标排放；矸石综合利用率 80%，治理率 100%；确保矿区地下水和地表水不受污染。

（5）实施表土剥离，采前对预测塌陷深度大于 3m 区域（常年积水区）的表层熟土进行剥离，以备平整恢复塌陷土地时作为表层覆土用。

（6）开展塌陷区土地复垦工作，恢复浅度塌陷区内土地耕种功能，利用塌陷水域发展水产养殖业或生态园，缓解当地人多地少的矛盾，促进经济循环发展。

（7）实施生态复绿工程，在道路两侧、水域周围、煤矸堆外侧及工业场地内植树造林、种植花草，防止水土流失，恢复地貌景观，美化矿区环境。

（8）建立矿山地质环境监测网络，开展矿山地质环境监测工作，对塌陷区地面变形、地形地貌景观与土地资源、水土环境质量进行观测和预警预报。

(9) 结合开采规划, 提出各阶段开采可能引发的矿山地质灾害和矿山地质环境问题及其危害程度, 制定地质环境保护与土地复垦措施方案, 并根据实际情况实施修编。

5.1.3 主要技术措施

1、工业广场保护技术措施

首先必须严格按照“开采规范”对赵固二矿工业广场和留设永久保护煤柱, 依法开采, 严禁越界开采; 其次对受护目标定期进行地表移动变形监测, 及时分析总结, 发现问题及时采取应对措施。

2、地表建(构)筑物保护技术措施

对评估区范围内涉及的非搬迁城镇与村庄的保护方案, 主要采取监测措施以及保护性开采措施。

严禁在采空塌陷非稳沉区之上新建任何建(构)筑物, 尤其是高层建筑物; 对于未来可能在采空塌陷稳沉区之上新建的建(构)筑物, 除对新建建(构)筑物采取抗变形结构等措施外, 还需建立地表移动观测站, 通过定期进行地表移动变形监测, 及时分析总结, 发现问题及时采取相应应对措施。

监测措施: 一般沿区内主要道路或重要建(构)筑物建立地表移动观测站, 定期进行地表移动变形监测, 及时分析总结, 发现问题及时采取维修加固等应对措施。

3、道路工程及铁路专用线道保护技术措施

(1) 道路工程维修

道路工程主要为县道及乡村主干道路, 除了进行道路路面维修措施外, 其它井下开采措施、观测措施等多种措施综合运用。

(2) 铁路专用线维修

为了确保铁路的安全运营, 在采动影响范围内, 线路的各项技术指标除应符合“铁路线路维修规则”要求外, 应采取较常规维修更加积极可靠的措施。

1) 根据线路状态, 适当起道, 木枕地段全面捣固; 混凝土枕地段, 撤除调高垫板, 全面捣固或重点捣固;

2) 改道、拨道、调整道岔各部尺寸, 全面拨正曲线;

3) 调整轨缝, 整修、更换和补充防爬设备, 整治线路爬行, 锁定路线;

4) 更换、修整轨枕;

5) 矫正钢轨硬弯, 整治钢轨病害和接头病害;

6) 整修、更换和补充连结零件, 并有计划地涂油;

7) 加强巡道, 特别在下沉活跃期, 应采取通车前巡道和昼夜巡守措施, 建立巡守日志和交接班制度, 同时应配齐通讯工具和报警工具;

8) 采动影响活跃期遇高温季节, 要特别注意消除“瞎缝”, 以防涨轨; 低温季节要注意消除钢轨及连接板折断隐患;

9) 要认真测量和详细检查高低、方向、水平和三角坑, 及时发现和消除失格处段, 适当增加桥上线路的加强设施, 如防爬器、轨距拉杆等。

观测措施: 为了及时掌握铁路在采动影响下产生的移动和变形, 以便及时指导维修和采取安全措施, 必须建立铁路观测站点, 按时观测和整理、计算数据, 快速向有关领导和部门报送观测结果, 供领导决策时参考。

制定应急预案: 铁路、桥梁如发现紧急情况时, 可以采取特殊措施: 如限速行驶、临时停运, 或“要点”维修。营运部门对此事先应有应急预案, 随时有效启动, 组织快速有力的抢修。

4、地质灾害预防

(1) 留设保护煤柱

保护煤柱是指专门留在井下不予采出的, 旨在保护其上方岩层内部与地表的保护对象不受开采影响的那部分的有用矿物。留设的原理是在尽可能采出有用矿物的前提下, 使其周围的开采对保护对象不产生有危险性的移动和变形。这是保护地面建(构)筑物免受影响的最安全可靠的方法。

按照设计, 本项目对工业广场保护煤柱按照《建筑物、水体、铁路及主要井巷煤柱留设与压煤开采规范》中焦作矿区地表形态变化实测参数 $\varphi=***^{\circ}$, $r=\delta=***^{\circ}$, $\beta=***^{\circ}$ 进行留设; 同时根据断层的大小, 对煤层的影响程度等情况, 按水压分别在断层两侧各扣留 80~100m 为断层防水煤柱。

(2) 搬迁避让工程

现状塌陷区内村庄此前已搬迁, 根据预测结果, 对预测塌陷区内的村庄根据开采进度分期、分批在采前进行搬迁避让。

村庄搬迁新址选择原则: ①搬迁后村庄不再压煤, 避免二次搬迁。②就近搬迁, 以利于耕种未塌陷的土地。③回填压实塌陷区作为搬迁村庄的宅基地, 节约土地资源。④村庄搬迁尽量集中在一起, 实行统一规划, 为新农村建设打下基础。

5、含水层破坏预防

含水层保护工程主要是根据各采区水文地质条件和煤层开采条件，在生产过程中采取适当防护措施，避免矿山开采对主要含水层结构的破坏和引起地下水水质恶化，预防疏干排水引发区域地下水位大幅下降。工程措施主要有预留保护煤（岩）柱，减少矿井排水，必要时采取防渗帷幕灌浆、截渗墙等措施。

主要保护技术方案：

（1）矿山开采时严格按设计要求，在采区边界各煤层回采上限、导水断层两侧留足相应宽度的保护煤柱。

（2）提前探明采区水文地质条件，采矿掘进的过程中，在可能造成大量涌水、突水的出水口周围进行防渗帷幕灌浆，减少矿坑涌水量，防止含水层结构的破坏和引发区域地下水位急剧下降。

（3）在矿山开采结束后，及时停止抽排地下水，使地下水位恢复上升，达到区域地下水位水平。

6、水土环境污染预防

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去矿区消防洒水、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）煤矸石临时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。

（4）临时煤矸石堆覆盖防尘网，防止扬尘污染水土环境。

7、基本农田保护措施

严格按照《中华人民共和国基本农田保护条例》、《河南省基本农田保护条例》的要求保护区内基本农田：

（1）按传统技术方法，像保护建筑物一样保护基本农田，可采取预留保安煤柱法、采空区充填法、安全采深法和隔代留采法。

（2）加强矿区地质灾害的动态监测与土地生态监测，并设立耕地保护为目的的岩移观测站，采用 3S 技术提高数据采集、处理及综合分析的效率和质量，建立可靠的岩石与地表移动变形的预测模型。合理预测基本农田破坏的开始和结束，从时间尺度上有效遏制基本农田减少的趋势。

（3）建立矿区地籍与矿籍复合的信息系统，加快地政、矿政统一管理的科学化、

现代化进程，使基本农田的保护和煤炭资源的开发在时间、空间上实现协同，使静态特征的基本农田实现动态化管理，提高基本农田对抗煤炭开采的灵敏度。

(4) 对于轻度损毁、中度损毁的基本农田，严格按照《高标准基本农田建设标准》进行复垦。

8、土地损毁预防控制措施

土地是人们赖以生存的基本条件，土地保护政策是一项基本国策。在进行采矿工作的同时，要珍惜土地资源，保护土壤，在生产过程中要加强规划和施工管理，尽量减少对土地的影响范围。对已稳沉且不再重复采动的土地要率先进行复垦，对预测沉陷地段的复垦要与煤层开采计划相一致，做到边生产、边复垦。矿山生产涉及的各类施工活动都要严格控制在用地范围内，禁止随意占用、扰动和损毁地表。进一步加强施工管理，加强对施工单位的监督与管理，切实落实“三同时”制度，严格控制施工及运行期间可能造成的水土流失。

矿区原土地利用类型以耕地为主，表层土壤是经过多年耕作和植物作用而形成的熟化土壤，是深层生土所不能替代的。因此，在开采与复垦的施工过程中，尽量不破坏原地表植被。在开采或复垦施工过程中，尽量减少表层土壤扰动，对于切实需要扰动原地表或需要对土壤剖面层次扰动的地段，根据表层土壤厚度进行表层土壤单独剥离、单独存放。且通过及时复垦，减少表层土壤存放时间，防止土壤养分流失和土壤质地恶化。

9、植被损毁预防控制措施

农业种植区域的土地复垦工程，要尽量避开农作物生长季节，以减少农业生产的损失。施工完毕后，及时清理现场，并回复田埂、平整土地。恢复工作包括田埂、农田水利设施等。妥善处理建设期和生产期产生的各类污染物和生活垃圾等，由当地市政部门统一处置，及时清运到就近的垃圾处理场，严禁乱堆乱放。尽量保存、恢复地表自然植物，可供动物在土地复垦后栖息，恢复自然生态系统的完整性。

5.1.4 主要工程量

上文采取的工业广场保护、地表建（构）筑物保护、道路工程及铁路专用线道保护、地质灾害预防、含水层破坏预防、水土环境污染预防、基本农田保护等预防控制措施属于矿山主体工程，本方案不对其进行工程量计算。对于塌陷区土地和植被损毁预防控制措施，本方案在矿区土地复垦中已利用该措施，其工程设计及工程量测算详见 5.3 内容。

5.2 矿山地质灾害治理

5.2.1 目标任务

根据矿山地质灾害现状分析与预测，本矿山地质灾害主要问题为开采活动形成的采空塌陷、地裂缝以及河堤变形破坏等。通过开展矿山地质灾害治理工作，减轻因矿产开发引发的地质灾害危害，最大限度实施治理恢复，修复生态环境。

5.2.2 工程设计

采空塌陷及伴生地裂缝是区内主要地质灾害，严重破坏矿区建筑物、构筑物基底和原有景观地貌，对矿区人们的生产生活造成巨大威胁。为保障人们生命财产安全，保护基本现有耕地资源，对遭到破坏的建筑物（河堤等）进行加固维修，对采空塌陷地及其伴生地裂缝进行回填治理尤为必要。

主要任务是：通过土方开挖、土方回填、矸石回填等一系列工程措施对采空塌陷引起的地质灾害问题进行综合治理，以尽可能地维持矿区人们正常生活环境，以避免不必要的人员伤亡和财产损失。

5.2.3 技术措施

1、河堤绿化治理

矿区范围内，有石门河、黄水河、百泉河三条河流，总长度 16.2km，复垦责任范围内影响长度 4.02km，由于河下及两岸采用房柱式保护开采，开采二₁煤层对三条河流影响较小，但应采取系下列措施

(1) 河下开采时，注意观测和填充河堤裂缝，确保不会发生溃堤，对难于发现的隐蔽裂缝，可用物探方法检测

(2) 随着河堤沉陷，应及时加宽加高河堤，确保其防洪标准。加宽加高河堤可结合矿井排矸进行，并可根据开采沉陷预测，在沉陷前进行预加宽加高。必要时也可使用水力机械从河床内取土加高河堤。

(3) 为进一步改良河流水域生态环境，在河堤加固基础上对河堤两侧工广、鱼塘、道路进行绿化，进而改善矿区人居生活环境。

2、采空塌陷治理

由于本矿所在地潜水位比较高，开采后地面沉陷深度大，会形成大面积的积水，本方案设计按照积水深度的不同，重点复垦三个区域：非积水区复垦为水浇地的复垦单元、

浅部积水精养鱼塘的复垦单元、深部积水粗放养殖的复垦单元。对非积水复垦为水浇地的复垦单元,主要通过土地平整的方式,配以相应的农田水利等配套设施,恢复为耕地。对积水区域,通过护坡工程,同时采用矸石修筑塘坝,将其开发利用成养殖水面。详细治理工程设计见 5.3.2。

3、地裂缝回填

评估区的地裂缝主要是受采空区地面的塌陷影响而出现在塌陷盆地边缘,会对道路、农田及地面建(构)筑物产生破坏,可以在对地面塌陷进行监测时同时对地裂缝进行监测,发现地裂缝及时进行回填处理。

5.2.4 主要工程量

矿区地质灾害治理工程量见表 5-1 所示。主要包括河堤绿化治理工程、采空塌陷工程、地裂缝回填工程,其中采空塌陷治理工程主要指对矿区水域的综合治理,其主要工程量详见 5.3.4,本节不再赘述。

表 5-1 矿区地质灾害治理工程汇总一览表

二级工程	三级工程	单位	工程量
绿化治理工程	河堤加固	m	8050
	河堤两侧工广、鱼塘、道路绿化	m ³	15800
地裂缝回填工程	回填料运输	100m ³	2200
	回填压实	100m ³	2200

5.3 矿区土地复垦

5.3.1 目标任务

根据土地复垦方案编制的有关精神,方案服务年限以采矿许可证最长有效期(28a)为参考,根据本煤矿开采设计,本方案以 5-6a 为一个阶段同时考虑盘区完整性对沉陷土地进行复垦,复垦责任范围共计 1595.32hm²。

根据赵固二矿已损毁土地现状调查和拟损毁土地预测与评估,以及土地复垦适宜性评价,通过开展土地复垦工程,因地制宜的恢复各类土地的使用,最大限度的修复生态环境,达到保护和恢复矿区自然生态环境,与周边生态环境相协调的最终目标。从表 5-2 可以看出较复垦前(损毁后),复垦后新增耕地面积 111.57hm²,新增耕地率为 6.99%。土地复垦前后土地利用结构对照表见表 5-2。

表 5-2 复垦前后土地利用结构对照表

一级地类		二级地类		面积 (hm ²)			复垦后比复垦前变幅 (%)
				损毁前	复垦前	复垦后	
01	耕地	012	水浇地	1332.75	828.76	940.33	13.46
02	园地	021	果园	0.16	0.00	0.00	0.00
03	林地	031	有林地	8.16	0.96	0.96	0.00
		033	其他林地	10.50	7.47	7.47	0.00
010	交通运输用地	101	农村道路	0.21	0.21	0.21	0.00
		102	公路用地	4.29	4.29	4.29	0.00
011	水域及水利设施用地	111	河流水面	3.96	3.96	3.96	0.00
		114	坑塘水面	7.80	590.56	624.26	5.71
		116	内陆滩涂	33.70	33.70	0.00	-100.00
012	其他土地	122	设施农用地	13.12	11.89	6.06	-49.03
		127	裸地	1.37	0.00	0.00	0.00
020	城镇村及工矿用地	203	村庄	170.74	105.74	0.00	-100.00
		205	风景名胜及特殊用地	8.56	7.78	7.78	0.00
总计				1595.32	1595.32	1595.32	0.00

5.3.2 工程设计

1、设计思想

根据待土地复垦适宜性评价，确定复垦后土地的用途。复垦责任范围内土地的主要利用方向为耕地、园地、林地和鱼塘等。与采取的复垦措施相对应，分别进行土地复垦工程设计，同时满足土地复垦的标准。工程设计针对不同土地复垦单元的复垦措施进行，复垦措施基本一致的可按一个单元进行工程设计。复垦单元一为建设用地以外地类复垦成水浇地区域，复垦单元二为建设用地复垦成水浇地区域，复垦单元三为复垦成有林地区域、复垦单元四为复垦成其他林地地区域、复垦单元五为复垦成设施农用地地区域、复垦单元六为复垦成交通运输用地区域、复垦单元七为复垦成河流水面区域，复垦单元八为复垦成大水面养殖区域（坑塘水面），复垦单元九复垦成风景名胜及特殊用地区域共计九个复垦单元。

2、复垦单元一工程设计

复垦单元一为建设用地以外地类复垦成水浇地区域，主要有土壤重构工程、生产配套工程。复垦单元一复垦为水浇地 828.76hm²，具体见下表 5-3。

表 5-3 复垦单元一工程设计

评价单元	损毁地类	评价面积 (hm ²)	复垦利用方向	面积 (hm ²)
1	轻度损毁水浇地	563.73	水浇地	563.73
7	中度损毁水浇地	265.03	水浇地	265.03
合计		828.76		828.76

(1) 土壤重构工程

1) 土壤剥覆工程

表土是复垦中土壤的重要来源之一，表土的剥离是否适宜关系到将来土地复垦的成功率与土地复垦的成本高低，也是土地复垦工程中非常重要的环节。由于复垦责任范围内会产生大量积水，因此在未积水区进行土地平整前或积水范围尚未出现积水前进行表土剥离，剥离耕作层厚度定为 30cm。

表土堆放高度以 3-4m 为宜，土堆坡降为 1: 1，四周采用编织袋挡土墙进行围挡并设置标志牌，雨季、大风季节用土工布遮挡，因为雨水淋溶后有机质含量下降。四周设置临时排水沟，底宽 0.3m，深度 0.3m，边坡 1: 1，纵坡为自然坡，导入周围排水沟或沟道。未积水区内分田块进行表土剥离，堆放于田块附近，待田块平整后马上回覆，不再设置固定的表土堆场。临时堆置场地应地势平坦，不易受洪水冲刷，并具有一定的稳定性。雨季采集土壤会损失土壤的肥力，土壤压紧后会失掉它本身的肥效，所以土壤的采集和堆放最好是在其解冻和自然湿润的条件下进行，并禁止在堆土区域反复碾压。

由于复垦责任范围内会产生大量积水，因此在积水范围尚未出现积水的时候，进行表土剥离，表土剥离后直接回覆至未积水区及季节性积水区；未积水区内分田块进行表土剥离，堆放于田块附近，待田块平整后马上回覆，不再设置固定的表土堆场。

2) 平整工程

①田块设计

复垦区为平原地区，沉陷损毁后出现独立的沉陷盆地，结合损毁程度分析及适宜性评价结果，复垦以局部平整为主。田块规模的大小要综合考虑复垦区农业种植习惯、耕作方式、地形地势条件、社会经济状况等因素和沉陷区的地形地貌，因地制宜设计，结合沉陷区的沉陷情况及土地利用规划布局同步进行，其长、宽、面积等指标不可强求一致。复垦后耕地的地块平面划分总体应符合以下要求：

a.田块面积应尽量大一些，地块数目和综合整地工程量应尽量少一些，地块间可用生产路、田间道或沟渠分割；

b.划分为一个田块的区域平整后各个点的倾斜方向和坡度应基本一致；

c.设计后的田块形状应近似矩形或梯形;

d.本区地下水较高,田面高程设计应高于常年地下水位 0.5m 以上;

e.如果原有耕地田块符合上述要求,则可保留原有田块作为整地单元;矿区内现有田块形状一般较为规整,根据适宜性评价结果,能在原有基础上修复的尽量修复,必要时进行重新调整。

②土地平整

土地平整技术是沉陷地复垦技术中一项比较常用的技术,主要消除附加坡度、地表裂缝以及波浪状下沉等损毁特征对土地利用的影响。对于本项目而言,虽然下沉深度较大,地表水平变形也达到一定等级,但经过多年的观测及调查,地表裂缝不是本区域内主要的损毁形式,因此,本区域土地平整主要用于非积水区域附加坡度值的消除,以及波浪状下沉对区内耕地质量的影响。

根据对象不同,土地平整所采取的工艺技术也有所不同。本方案结合矿区实际情况,将需要平整的区域主要分为 3 类:耕地及园地区土地平整、林地区土地平整、村庄和风景名胜及特殊用地土地平整,下面将分别进行设计。

a.耕地及园地区土地平整

主要用于复垦区内非积水区域耕地,总面积为 828.76hm²。

复垦区所在区域土地利用类型主要为质量优良的耕地和园地,对于耕地区和园地区的土地平整,经过多年的土地开发整理项目,已经形成了比较系统的理论与实际施工技术。对本项目的实施具有很好的借鉴意义。在进行沉陷地平整时,一方面应设计好标高,使地面平整度符合规定要求,另一方面土地平整要与沟、渠、路、田、林、等统一考虑,避免挖了又填,填了又挖的现象。

具体而言,在平整前先对沉陷区的耕地进行表土剥离,再挖、填土方平整土地,达到设计标高,最后进行表土回填、平整。其复垦工艺见图 5-1,耕地设计标高见图 5-2。

图 5-1 土地平整工艺流程图

同时,考虑区域内地面高程已发生变化,方案设计将区域内耕地划分为三个台面,台面之间高差为 50cm,在各台面内进行土地平整及土方量平衡。

图 5-1 耕地区土地平整台面设计示意图

3) 生物化学工程

对于土壤重构工程的生物化学工程，主要是进行土壤培肥。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，为加快复垦土壤熟化和提高土壤肥力，本方案对表土剥离的耕地、园地复垦区域，每公顷施用 1000kg 有机肥。

(2) 生产配套工程设计

经调查，当地现有农田配套设施比较完备，灌排分设的方式，现有沟主要为土质梯形断面。本方案设计采用“灌排分设”方式，根据损毁情况，新建或维修斗（农）沟。故本方案配套工程包括灌排工程、水工建筑物及道路工程。

本单元设计排灌的沟渠依托区内原有灌排系统，按照田块和田间道的布局，对机井和斗（农）沟进行规划，维修或新建机井、斗（农）沟。根据实地调研，对于轻度损毁的机井、斗（农）沟进行维修后投入使用，对于中度损毁的机井、斗（农）沟在原址上重新修建，保障复垦区正常工作；对于重度损毁的机井、斗（农）沟，予以规划新建。

1) 机井

①井深和井管设计

根据《供水管井技术规范》（GB50296-99）规定，安泵段井管内径，应根据设计出水流量及测量动水位仪器的需要确定，并宜比选用的抽水设备标定的最小内径大 50mm。根据计算，选用的潜水泵适宜的最小管径为 150mm，因此，依据以上要求，并结合当地现有机井情况，确定井管内径为 500mm，外径为 600mm。

②管井结构

管井的结构形式主要分为井头、井身、进水部分和沉砂管 4 个部分，在对其设计时要考虑下列事项。

a.井头：管井接近地表的的部分称为井头。井头要有足够的坚固性和稳定性，以防因受电机或水泵等的重量和震动而沉陷；井管要高出地面或泵房地面 0.3m 以上，以便于安装水泵和连接；井口周围半径不小于 1m 和深 1.5m 左右的泥土应分层回填并充分夯实，以免地面污水进入井内。

b.井身：通常将井头以下至进水部分的那段井柱称为井身。井身是不要求进水的，所以宜采用各种密实井管加固。如果井身所在部位的岩层是坚固稳定的，也可不要井管加固。

c.进水部分：进水部分就是需安装滤水管的那部分。滤水管的长度依据计划开采的含水层厚度确定，如果含水层集中，可装设一整段；如果在数层含水层中取水而各层之间又相隔较远时，则滤水管应对应含水层分段装设。

d.沉砂管：沉砂管的作用主要为了在管井运行过程中，使随水带进井内的砂粒（未能随水抽出的部分）沉淀在管内，以备定期清理。沉砂管通常采用一般密实井管连接在滤水管的下端，其长度随含水层的厚度和其颗粒大小而定，如果所开采的含水层厚度较大或颗粒较细时，沉砂管可取长一些，反之则可短一些。一般含水层厚度在 30m 以上时，其沉砂管长度不应小于 5m。为了增大井的出水量，应尽可能将沉砂管设在下部的不透水层内。

②设计灌水定额和设计灌水周期的计算

a.设计灌水定额

根据《节水灌溉技术规范》中有关参数和复垦区实际情况，采用下式计算设计灌水定额：

$$m=10rH\beta (\beta_1-\beta_2) / r_{水} \quad (\text{式 5-1})$$

式中：m——设计灌水定额，mm；

H——计划湿润层深度，cm；

β ——田间持水量，%；

β_1 、 β_2 ——分别为适宜土壤含水量的上限和下限；

r——土壤容重，g/cm³。

由于土壤为粘壤土，经查阅《农田水利学》等，式中各项参数取值为：H=70cm， $r=1.5\text{g/cm}^3$ ， $\beta=35\%$ ， $\beta_1=95\%$ ， $\beta_2=75\%$ ， $r_{水}=1\text{g/cm}^3$ 。经计算可得 $m=73.5\text{mm}$ 。

若用单位面积的用水量表示设计灌水定额，则： $m_0=2m/3=49\text{m}^3/\text{亩}$ 。故取设计灌水定额 $m=75\text{mm}$ 或 $50\text{m}^3/\text{亩}$ 。

b.设计灌水周期计算

由下式计算：

$$T=(m/E_p) \times \eta = (60/6.5) \times 0.70 = 6.5 \text{ (d)} \quad (\text{式 5-2})$$

式中：T——设计灌水周期 (d)；

m——设计灌水定额 (mm)；

E_p ——作物日最大平均需水量 (mm/d)，取 6.5mm/d；

η ——灌溉水利用系数， $\eta=0.70$ ；

故取设计灌水周期为 6 天。

c.单井灌溉面积的计算

根据复垦区基本资料，单井出水量 $80\text{m}^3/\text{h}$ ，则单井控制面积为：

$$A=\eta QtT/m \quad (\text{式 5-3})$$

式中：A——可灌面积：亩；

Q——可供流量， m^3/h ；取 $80\text{m}^3/\text{h}$ ；

T——设计灌溉周期，6 d；

m——设计灌水定额， $50\text{m}^3/\text{亩}$ ；

t——水源每日供水时数，取 $15\text{h}/\text{d}$ ；

η ——灌溉水利用系数，取 0.70；

计算得 $A=101$ 亩。考虑到复垦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为 100 亩左右。

2) 斗（农）沟设计

复垦区所在地势较低，夏季丰雨季节易形成内涝。因而合理安排设计排水沟相当重要。排水沟主要用来承担复垦区内多余水的排出任务，并汇流在沉陷复垦区内、外安全地带，有效的控制地面径流。

①排水沟流量的确定

根据《灌溉与排水工程设计规范》GB50288-99，沉陷复垦区的斗农排水沟设计标准为十年一遇暴雨，一日暴雨一日排出。设计排水模数根据以下公式计算：

$$Q_w=R/3.6tT, R = \alpha P \quad (\text{式 5-4})$$

式中： Q_w ——设计排涝模数， $\text{m}^3/\text{s}/\text{km}^2$ ；

t——每日排水时数，自排按 24h；

T——排水历时，1d；

R——设计径流深，mm；

P——设计降雨量，mm；

α ——径流系数，取 0.59。

计算得排涝模数为 $1.09\text{m}^3/\text{s}/\text{km}^2$ ；

再根据上述公式测算排水沟的设计流量，可测算排水流量=排涝模数×排水横断面积。根据排水沟控制面积进行分级，选取典型排水沟计算排水沟流量，并进行排水沟设计。典型排水沟流量见表 5-4。

表 5-4 排水沟设计流量计算表

排水沟分类	流量范围(m ³ /s)	选取流量(m ³ /s)
农 沟	多为 0.14~0.22	0.18

a. 排水沟横断面设计

排水农沟均采用梯形土质断面，设计结果如下表 5-5 所示。

表 5-5 排水沟横断面设计成果表

沟名	设计流量 Q (m ³ /s)	实际流量 Q(m ³ /s)	比降 i	沟底宽 b(m)	水深 h(m)	过水断面 ω(m ²)	水力半径 R(m)	湿周 χ(m)	边坡 比
农沟	0.18	0.176	1/2000	1	0.8	1.76	0.234	2.312	1:1.5
斗沟	0.54	0.51	1/5000	1.5	1.2	2.76	0.35	4.300	1:1.5

垦区设计将农田内的积水通过农沟或斗沟排入复垦区外。具体见单体图 5-3 和图 5-4。

图 5-3 斗沟断面设计图

图 5-4 农沟断面设计图

3) 水工建筑物设计

本方案所涉及到的水工建筑物主要是涵洞。

复垦区管涵设计为沟渠通过田间道路和生产路的涵洞，采用浆砌石基础及挡土墙，预制钢筋混凝土管涵，本方案在复垦区共新建 56 座。具体见涵洞单体图 5-5

图 5-5 涵洞剖面设计图

4) 道路工程设计

对受轻度损毁影响的田间道、生产路采用随沉随填、垫堵裂缝、填后夯实等技术手段，保持道路的原有强度。田间道用矸石回填压实 0.20m；生产路用素土回填压实 0.2m 即可。对于受中、重度损毁的道路根据实际情况予以新建。

① 田间道

田间道是联系主干道与生产道，主要满足农用物资及农产品运输、作业机械向田间转移以及为机械加油、加水、加种等生产操作过程服务，此外还起田间作业供应线的作用，应能通行农业机械。此外还应该满足农用车辆在田间运输过程中的错车，根据实际情况，在田间道上每隔 300m 距离设置一个错车位，以利于田间作业的顺利进行。主要

技术指标：路面宽 4m，边坡 1:1，道路两边植树绿化。详见单体图 5-6。

图 5-6 田间道横断面示意图

② 生产路

生产路为人工田间作业和收获农产品服务，一般设在田块的长边，其主要作用是作为下地生产与田间管理工作服务，此外还应该满足小型农用车辆在田间运输过程中的错车，路宽宜为 2m 左右。根据实际情况，在生产路上每隔 150 米距离设置一个错车位，以利于田间作业的顺利进行。主要技术指标：路面宽 2m，边坡 1:1，道路单侧植树绿化。详见单体图 5-7。

图 5-7 生产路横断面示意图

③ 防护林工程

为了保护农田生态环境，为其提供一道生物防护屏障，规划在田间道两侧、生产路一侧栽种一行毛白杨以营造防护林，株距 3m。

3、复垦单元二工程设计

复垦单元二为建设用地复垦成水浇地区域，主要有土壤重构工程、植被重建工程、配套工程维护、监测与管护工程。复垦单元二复垦为水浇地 111.57hm²，具体见下表 5-6。

表 5-6 复垦单元二工程设计

评价单元	损毁地类	评价面积 (hm ²)	复垦利用方向	面积 (hm ²)
5	轻度损毁村庄	53.26	水浇地	53.26
9	中度损毁设施农用地	5.83	水浇地	5.83
10	中度损毁村庄	52.48	水浇地	52.48
合计		111.57		111.57

根据赵固二矿采区安排及开采进度，受本矿开采造成的地表沉陷影响，未来将需要对村庄进行搬迁。本方案设计将搬迁后不积水的村庄用地复垦为耕地。

对本复垦单元的村庄和设施农用地，首先对原址拆除后的废弃地及废弃支道清除地基、路基，统一清运垃圾，包括建筑残骸及遗留生活垃圾，再土地平整恢复成耕地，然后回覆表土、翻耕即可。工艺流程见图 5-8。根据复垦经验，地基清理的单位工程量为 0.3 万 m³/hm²。

图 5-8 搬迁村庄复垦工艺流程图

4、复垦三、四单元工程设计

复垦单元三为复垦成有林地区域 0.96 hm²，复垦单元四为复垦成其他林地区域 7.47hm²（见表 5-7），该单元的工程主要有植被重建工程、监测与管护工程。其中监测工程与复垦单元一一致。

表 5-7 复垦单元三、四工程设计

评价单元	损毁地类	评价面积 (hm ²)	复垦利用方向	面积 (hm ²)
2	轻度损毁有林地	0.96	有林地	0.97
3	轻度损毁其他林地	5.63	其他林地	5.63
8	中度其他林地	1.84	其他林地	1.84
合计		8.43		8.43

(1) 植被重建工程设计

这两个单元单元为林地恢复，土地平整后的林地按实际需要栽植树木，做到因地制宜，获取经济利润的同时增加当地植被覆盖率，达到复垦的目的。

1) 适地选种

土地复垦工程中，选择优良的品种具有重要的意义。林地一般要选择适合当地生长的、具有一定稳定性的树种，以生长快的乡土树种为主，以引进树种为辅，规划林地种植品种为乡土树种毛白杨。

2) 合理选择栽植时间

复垦区一般在初春的 2-3 月份降雨较少，此时也是造林的习惯时间，但其成活率特别低，可以考虑在春季植树；也可以充分利用夏季雨水多，栽种树木容易成活的特点，改春季栽种树木为夏季或雨季栽种，雨季造林应尽量在雨季开始的前半期，保证新栽的幼苗在当年有两个月以上的生长期。

3) 栽植方法

栽植毛白杨时，一般选在胸径 4cm 左右的苗木。挖好穴坑后，要扶正苗木入坑，用表土填至坑 1/3 处，将苗木轻轻上提，保持树身垂直，树根舒展，栽植后约深于原土痕 10cm，然后将回填土壤压实。如遇弯曲，应将变曲的一面朝向主风方向。栽植后行列保持整齐。栽好后用底土在树坑外围筑成灌水堰，及时浇水，然后覆土，防止蒸发。

5、复垦单元五工程设计

复垦单元五为复垦成设施农用地区域，本复垦单元将复垦为设施农用地 6.06 hm²，均为轻度损毁的设施农用地 6.06hm²。本复垦单元不设计具体的工程措施。

由于复垦区内设施农用地实际的利用形态复杂多样，较多为简易敞棚的房屋、钢砼

骨架和塑料薄膜顶的温室大棚，还有经营性养殖的畜禽舍、晾晒场等，各类设施农用地的稳定性各异；又限于预测等诸多不确定因素，故本方案设计采用提取风险金的方法，不做具体的复垦工程设计。根据《新乡市人民政府关于调整新乡市国家建设征收集体土地地上（地下）附作物补偿标准的通知》，综合“温室大棚”一类中“钢砼骨架和塑料薄膜顶”补偿标准 65-85 元/m² 和“房屋”一类中“简易敞棚”补偿标准 60-100 元/m²。

6、复垦单元六工程设计

复垦单元六为复垦成交通运输用地区域，公路用地根据实际随塌随垫，以保障道路的正常通行。由于在开采过程中，道路先受到拉伸变形产生裂缝，而随开采的推进，受到压缩变形，但由于前期受到的拉伸变形已使道路发生断裂，所以需对道路需要进行全面的修复。

本复垦单元内有黄马线、卫吴线和 Y016 乡道等穿过，按照之前的经验，对其采取随沉随垫、垫堵裂缝、填后夯实等技术手段进行复垦，保持道路的原有强度，保障道路的正常通行。

a) 公路修复工程

公路工程主要为省道、县道及乡村主干道路。恢复省（县）道路面宽度为 12~20m，路堤边坡坡比为 1：1，路面顶部为 20cm 厚沥青路面层，面层厚度不小于 15cm，之下为 1.0m 厚碎石层，下部主要采用煤矸石充填，道路坡度小于 20°；恢复乡村主干道路路面宽度为 4m，路堤边坡坡比为 1：1.5，路面顶部为不少于 30cm 厚碎石土路面层，之下为主要采用煤矸石充填，道路坡度小于 20°（图 5-15）。施工时，分层充填，逐层压实，分层厚度不大于 0.5m，压实系数应大于 0.97；治理恢复后的道路路面标高不低于塌陷前的路面标高，同时在主干道路两侧进行植树绿化。

图 5-9 道路修复工程断面结构示意图

7、复垦单元七工程设计

随着矿山生产对于煤炭的开采，将导致部分河床下沉并积水，与周边积水连成一体，致使河流分段，而下沉小于 2m 的不积水河段，会局部改变河流的流向，影响径流。对其采取随塌随垫的方式，保证河流畅通，由水利部门负责具体的工程设计与实施，不计入复垦工作范畴；若随着沉陷损毁影响，确实需要对河流进行维护和修筑河堤工作，再进行专项设计。河堤的修筑、水闸的建设由当地水利部门负责实施，由复垦责任单位提

供资金保障，不计入复垦工作范畴。

对于河流水面需要进行必要的监测工程，详见第七节。

8、复垦单元八工程设计

复垦单元八进行水域综合治理，修建鱼塘，利用方向为大水面养殖。该单元的工程主要有沉陷水域综合治理工程及监测与管护工程。

为使沉陷区得到最大限度地充分利用，满足将来发展水产养殖业的需要，本方案规划了 206.64hm² 的精养鱼塘和 417.62hm² 的粗放养殖区（见表 5-8），水面还可养殖各类家禽，使之形成新的生态系统。

表 5-8 复垦单元八工程设计

评价单元	损毁地类	评价面积 (hm ²)	复垦利用方向	面积 (hm ²)
12	重度损毁水浇地	503.99	大水面养殖	503.99
13	重度损毁果园	0.16	大水面养殖	0.16
14	重度损毁有林地	7.20	大水面养殖	7.20
15	重度损毁其他林地	3.03	大水面养殖	3.03
16	重度损毁设施农用地	1.23	大水面养殖	1.23
18	重度损毁村庄	65	大水面养殖	65
17	重度损毁裸地	1.37	大水面养殖	1.37
22	重度风景名胜及特殊用地	0.78	大水面养殖	0.78
23	轻、中、重度坑塘水面	7.80	大水面养殖	7.80
24	轻、中、重度内陆滩涂	33.70	大水面养殖	33.70
合计		624.26		624.26

(1) 土壤重构工程

1) 清理工程

①建（构）筑物清理

本复垦单元有损毁村庄、设施农用地和风景名胜及特殊用地共 67.01hm²，需要进行地基清理，清理后的废弃砖块等可用于鱼塘的塘坝修建。根据已有复垦经验，清理的单位工程量为 0.3 万 m³/hm²。

2) 挖深垫浅

①挖土充填

对于精养鱼塘区域，待开采结束稳沉后坡度较缓，进行鱼塘的开挖，设计鱼塘水深 4m，所有鱼塘的挖方量用于中度损毁土地的充填。

③ 表土剥离

对于粗放鱼塘区域，现状有水浇地 503.99hm²，果园 0.16hm²，林地 10.23hm²。由于本部分区域的积水深度较大，故在开采影响前进行表土剥离，剥离厚度 0.3m。

③覆土

对于中度损毁土地，地表沉陷程度较大，需要较多的充填物，而重度损毁土地可以剥离表土的数量极其丰富，所需覆土均就近运输，距离小于 500m。

2) 鱼塘工程设计

对于本复垦单元的精养鱼塘进行了较为详尽的规划设计，鱼塘面积、塘形、深度和塘坝；对于积水较深坑塘水面进行粗放养殖，不做具体设计。

② 精养鱼塘面积

精养高产鱼塘一般要求面积 4 亩~10 亩，这是由于水面经常受到风的吹动，能增加水中的溶氧量；表层和底层水亦可借助风力对流，有利于有机物的分解，给鱼类生长提供良好的条件。鱼类的活动范围大、生活舒畅，达到“塘深水宽养大鱼”的目的；鱼塘长宽之比以 5: 3 为最佳，这样不仅外形美观，而且有利于饲养管理和拉网操作。

②精养鱼塘塘形

由复垦区适宜性评价结果可知，复垦区精养鱼塘适宜区的宽度 60~130m。根据高产鱼塘的最佳面积和最佳长宽比计算可知，10 亩鱼塘的长为 100m 左右，因此本方案设计时将鱼塘长边最大设计为 100m。当精养鱼塘适宜区的宽度超过 100m 时，则将该宽的一半作为鱼塘的宽边，即若适宜区宽 140m，则从中点分割成两个 70×42m 的塘面。

③精养鱼塘深度

参考周边矿区的鱼塘设计，本方案将精养鱼塘的水深定为 4m。塘底为向一侧倾斜的“龟背形”，并用黄泥垫底夯实，防止漏水。

综上所述，本方案共设计精养鱼塘大小 3.2~10.0 亩不等，总面积 206.64hm²。

图 5-10 精养鱼塘剖面图

③ 塘坝设计

塘坝顶宽分 4m 和 2m 两种，作为耕地和精养鱼塘分界线的塘坝宽 4m，作为精养鱼塘和粗放养殖水面分界线的塘坝宽 2m，精养鱼塘的长边每隔 500m 设一道 4m 宽塘坝，主要是为了便于工程施工阶段大型机械的通行，其余塘坝均宽 2m。塘坝宽设计示意图见图 5-11。由于规划为精养鱼塘的形状大小不一，对于小面积水域或不规则形状边缘的样式塘坝宽度设计示意图见图 5-12，对于大面积水域内部可以进行规则形状修建，如下图可根据实际情况选用以下两种形式。

图 5-11 塘坝宽度设计示意图

图 5-12 塘坝宽度平面设计示意图

精养鱼塘的塘坝有三种尺寸，分开计算工程量。

a.塘坝 1：耕地和精养鱼塘之间的塘坝（见图 5-14）：

作为耕地和精养鱼塘分界线的塘坝同时也是生产路，一侧是农田田埂，高出设计好的耕地地面高程 0.2m，另一侧则是鱼塘塘坝的坡面，边坡比 1：1.5，设计高 1.7m（超过洪水位 0.5m），底部采用煤矸石充填 1.2m，上覆土层 0.5m。土层外部坡面采用预制混凝土砌块护坡——坡面铺砌花砖进行护坡，坡面铺砌 0.10 的砂石土垫层和石方格，石方格为六边形，边长 30cm，高 15cm；煤矸石堆外部坡面采用浆砌石护坡，铺砌层下设置砂石料垫层，厚 0.10~0.15m，所用石料为未风化的坚硬岩石，坡脚修筑石铺砌式基础，埋置深度为 1.5 倍护坡厚。

浆砌石护坡工程属于耕地和精养鱼塘之间塘坝的分项工程，护坡长度同为 11186m。浆砌石护坡剖面图见图 5-13，护坡高度 1.70m，护坡厚 0.45m，坡面长 3.06m。

图 5-13 浆砌石护坡剖面示意图

图 5-14 塘坝 1 护坡尺寸设计示意图

b.塘坝 2：精养鱼塘和粗放养殖区之间的塘坝（如图 5-15，二级平台）：

作为精养鱼塘和粗放养殖水面分界线的塘坝两面均为向水坡，考虑到外侧网箱养鱼区的岸边可设计成浅部平台种植莲藕、菱角等水生作物，因此将该塘坝两侧坡比设计为 1:1.5，外侧设计为一级平台，上坡比 1：1.5，平台宽 2m，坡面坡比为 1：2。塘坝和平台均覆土 0.5m。

图 5-15 塘坝 2 土方计算示意图

c.塘坝 3：剩余一组平行塘坝分 2m 和 4m 两种宽度（如图 5-16，梯形断面）：

塘坝 3（2m）：将该塘坝内侧坡比设计为 1:1.5，顶部平台宽 2m，设计高 1.7m（超过洪水位 0.5m），底部采用煤矸石充填 1.2m，上覆土层 0.5m。具体设计图以 2m 为例。

塘坝 3 (4m)：将该塘坝内侧坡比设计为 1:1.5，顶部平台宽 4m，设计高 1.7m (超过洪水位 0.5m)，底部采用煤矸石充填 1.2m，上覆土层 0.5m。

图 5-16 塘坝 3 (2m) 土方计算示意图

(2) 植被重建工程

将本复垦单元中度损毁的有林地和其他林地进行清运树木，本着合理利用的原则，将全部移植用于农田防护林。树木间株距为 3m，故清运树木单位工程量为 1111 株/hm²。

(3) 配套工程设计

耕地与精养鱼塘之间的塘坝兼做田间道使用，鱼塘之间宽 2m 的塘坝作为鱼塘生产使用。不再单独设计配套工程。

9、复垦单元九工程设计

复垦单元九为复垦成风景名胜及特殊用地区域。本复垦单元将复垦为风景名胜及特殊用地 7.78hm²，由于项目区的风景名胜及特殊用地为坟地，本复垦单元不设计具体的工程措施，只开展监测。

5.3.3 技术措施

1、工程技术措施

通过对赵固二矿土地损毁分析与预测可知，采煤沉陷是本矿主要的土地损毁形式。由于煤炭资源位置的不可选择性和现有技术水平的限制，煤炭井工开采方式引起的土地沉陷是不可避免的。因此，对损毁土地所采取的工程技术措施主要是针对采煤沉陷地的治理措施。

本矿地下水位高，地表沉陷深度大于 3m 的地段将形成常年积水，开采结束后耕地大量减少，一定程度上影响了当地的粮食安全，且加剧了人多地少的矛盾。因此，恢复剩余耕地的正常耕作和努力新增耕地的任务十分艰巨。此外，借鉴附近矿区在煤矿沉陷区建立高效农业、水产养殖场、精养鱼塘、家禽养殖场、养猪场等生态农场的经验，复垦区内的积水区域可大力发展精养鱼塘、水产养殖场和立体生态农业。

由于本矿所在地潜水位比较高，开采后地面沉陷深度大，会形成大面积的积水，本方案设计按照积水深度的不同，重点复垦三个区域：非积水区复垦为水浇地的复垦单元、浅部积水精养鱼塘的复垦单元、深部积水粗放养殖的复垦单元。对非积水复垦为水浇地

的复垦单元,主要通过土地平整的方式,配以相应的农田水利等配套设施,恢复为耕地。对积水区域,通过护坡工程,同时采用矸石修筑塘坝,将其开发利用成养殖水面。总体布局示意图 5-17。具体工程措施见表 5-9。

图 5-17 赵固二矿沉陷区复垦示意图

表 5-9 赵固二矿采煤沉陷地复垦工程措施表

工程措施	实施区域	具体措施工艺	备注
土地平整工程	耕地区	表土剥离-土地平整-表土回填-土地翻耕	运用于非积水耕地区
	搬迁村庄和采矿用地地区	地基清理-土地平整-覆土-土地翻耕	对于所有搬迁的非积水旧村址盘区本项措施
	轻度损毁林地地区	土地平整-苗木选择-补种树木	经实地调查,土壤,气候条件及平整后的地形情况 能够满足林木生长需要
农田水利工程	复垦为耕地土地平整区域	根据后续分析,确定修复及新建的沟渠等农田水利设施	根据实际情况合理布局
道路工程	公路修复	采用随沉随填、垫堵裂缝、填后夯实等技术手段保持原来的道路的原有强度,保证农村道路的正常运行	复垦区被损毁的道路
	田间道	矸石路基-碾压-素土夯实-碎石路面	路宽 4m
	生产路	矸石路基-碾压-素土夯实	路宽为 2m
沉陷水域整治工程	塘坝修筑	充填到设计标高-表土回覆-碾压	分为内外塘坝(即精养鱼塘两侧)
	浆砌石护坡	根据第五章具体设计	
	塘底清理	根据第五章具体设计	

在复垦出的耕地中采取土壤重构工程措施及配套工程措施。

(1) 土壤重构工程措施

1) 土地平整措施

土地平整的目的是通过平整土地,推高填低,达到田间灌溉和满足基本农田耕作的要求。通过田间土地平整、改善农田灌溉条件,达到提高土地利用质量,建设高产、稳产农田的基本目的。土地平整应根据矿区地形特点、土地利用方向、农田耕作、灌溉以及防治水土流失等要求,进行土地平整工程设计。

本矿土地利用以耕地为主,主要的粮食作物为玉米和小麦,本矿开采后使其地貌坡度发生变化,导致作物减产,为使其功能基本恢复到原有水平,需要采取必要整理措施,以达到耕种标准。

2) 表土剥离与回覆

耕作层土壤和表层土壤是经过多年耕作和植物作用而形成的熟化土壤，是深层生土所不能代替的，对于植物种子的萌发和幼苗的生长有着重要作用。因此在进行土地复垦时，要保护利用好表层的熟化土壤（主要为 0~0.3m 的土层），首先要把表层的熟化土壤尽可能的剥离，在合适的地方储存并加以养护和妥善管理以保持其肥力；待土地整治结束后，再平铺于土地表面，使其得到充分、有效、科学的利用。

表土是复垦中土壤的重要来源之一，表土的剥离是否适宜关系到将来复垦的成功率与土地复垦的成本高低，也是土地复垦工程中非常重要的环节，因此务必要做好表土剥离工作。本方案设计复垦工程中对沉陷损毁土地进行治理是先将表土剥离，表土剥离时，剥离耕种层土壤厚度不小于 30cm。

由于复垦责任范围内会产生大量积水，因此积水区表土剥离后直接回覆至未积水区及季节性积水区；未积水区内分田块进行表土剥离，堆放于田块附近，待田块平整后马上回覆，不再设置固定的表土堆场。

（2）配套工程措施

1）排灌措施

井田范围内耕地以水田为主，为满足田间灌排水需要，对沉陷地块平整后在原址基础上维修、新建灌溉渠道和排水沟。田间灌溉渠道、排水沟与周围地块灌溉渠道、排水沟相连，与区域主干沟渠相通，采用挖掘机开挖、人工修正措施修建。

2）道路工程措施

为了方便农业生产与管理，有利于机械化耕作，在原址基础上规划设计田间道路，田间道路与周边生产道路相连。田间道路主要为货物运输、作业机械向田间转移及为机械加油、加水等生产操作过程服务，能满足小型农用机械的通行。

（3）植被措施

为了防风固沙降低风害对农业生产的影响，改善农田生态系统，调节田间气候，本次规划结合原有田间道路配置情况，布置农田防护林工程。道路两侧防护林为单行种植，均栽植乔木，穴状植苗栽植，选择两年生苗木。

根据当地气候、土壤条件，同时考虑当地的种植习惯与经验，树种选用当地常用的道路防护林树种，如毛白杨等，栽种时间选择在春季。

2、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，以便用于农业生产。

（1）改良和培肥土壤

井田范围内土壤改良的主要对象是搬迁旧村址土地和原村庄周边未成林造地。两者存在的最大问题就是土地贫瘠，也就是土壤有效养分含量低。一般认为，土壤养分越高，土地越肥沃，作物长得越好。而实际上，要解决这个问题，首先要了解当地种植的作物正常生长发育都需要什么养分，以及当地的土壤缺乏哪些养分，然后再采取措施，向土壤中补充相应的养分，提高土壤肥力，才能使植物良好生长，达到高产优质的目的。

1) 增施有机肥料，提高有机质含量

①增施优质农肥：在尽可能多渠道积造农肥的同时，采取粪草高温堆肥、沤制绿肥等措施，着重提高农肥质量和施用水平。一般亩施优质腐熟的农肥量应保持在 5000kg 以上。

②秸秆还田：对于大多数使用畜禽粪肥和化肥的土壤，易形成土壤酸化，土壤板结，透气性不良，作物的正常生长受到了抑制。则可以通过使用小麦、玉米等植物秸秆，对秸秆进行堆沤发酵，直接沟施等方法，来增加土壤有机质和微量元素，培肥地力，有利于作物增产。本研究区的秸秆资源十分丰富，该方法不仅对改良土壤的效果好，而且节约资金。使用该方法要重点注意灭菌。

2) 改良土壤的理化性状

由于本方案设计对搬迁旧村址及未成林造林地通过土地平整覆土后复垦为耕地，因此，对该部分土地如何改良土壤的理化性状也特别重要。本方案设计对于容重偏高、孔隙性差、土体结构不良、土壤 pH 值呈微碱性以及砾石含量较高的低产土壤，除通过深翻、深松可以改良上述不良因素外，还可以改善土壤氧化还原状况，排除底层二氧化碳，增加氧气的数量，使土壤水、气、液三相物质协调，促进微生物活动，使土壤养分发生转化和释放。深松耕法，可以春增墒、夏蓄水、秋抗涝以及调节土壤水分余缺。

3) 利用生物方式改良土壤

能够改良土壤的动物有：蚯蚓，蜗牛，甲壳虫。蚯蚓挖掘土壤，使土壤变松，并使空气和水容易抵达植物的根部。蚯蚓挖掘的洞穴与通道有助于土壤迅速排水。蚯蚓粪中的蚯蚓酶还可杀死土壤中的病毒、有害菌和对植物生长有抑制作用的物质。蚯蚓粪是一种理想的天然生物肥。蚯蚓还能降解、疏散土壤中的污染物。

（2）植物的筛选与种植

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，植被筛选应着眼与植被品种的近期表现，兼顾其长期优势，通过现场种植实验、经验类比等过程进行确定。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；树种选择宜突出生态功能，弱化经济价值。

根据《水土保持综合治理技术规范》，结合当地条件及植被特点，根据成活率、生产量和适应性的综合分析，复垦耕地种植农作物已然为小麦和玉米，乔木选择毛白杨，其具有以下特点：

- 毛白杨是当地常用的路边防护林树种；
- 具有优良的水土保持作用，能起到涵养水源、保水固土等作用；
- 在改善生态环境的同时，能起到美化项目环境的双重作用。

（3）矿区植被管护

通过分析区域气象灾害因子等影响生态重建的因素，复垦工程中的抚育重点是施肥。

在复垦后的非积水区农田提倡施用腐植酸性肥料。腐植酸是动植物残体经过微生物分解和转化，以及地球化学的一系列过程积累起来的，含苯核、羧基和苯酚基的无定形的高分子化合物的混合物。这类物质对增强土壤肥力和改良土壤结构有良好的作用，有利于土壤中水、肥、气、热状况的调节。

在转变为耕地后的原搬迁旧村址和原有林地中提倡施用酸性肥料。该方法在中性到微酸性土壤上，施用增产显著。经检验得知复垦区的土壤为 0~30cm 土层内均有石灰反映，pH 值呈微碱性，有些低产土壤甚至达很明显碱性。所以，在复垦区应提倡施用生理酸性肥料。施用的主要氮素肥料有硝酸铵、氯化铵和尿素无机化学肥料，尤其与农家肥混合施用效果较好。磷肥主要是过磷酸钙，与农肥混合堆腐施用，以充分发挥磷肥的增产作用。

5.3.4 主要工程量

1、复垦单元一工程量测算

复垦单元一复垦为水浇地 828.76hm²。

（1）土壤重构工程量测算

1) 耕地、园地和林地表土剥覆

对于轻度损毁的耕地、园地、林地采用内部平整，对于中度损毁的耕地、园地、林地采用“倒行子”法施工，需增加表土剥离 0.3m 的工程量，即 $266.87\text{hm}^2 \times 0.3 = 80.06 \text{万 m}^3$ 。

2) 本单元土地平整

本单元土地平整涉及区域为复垦后的耕地区域，面积为 828.76hm^2 ，经过土方平衡后，得平整工程为 248.63 万 m^3 。

3) 本单元土壤培肥

本单元土壤培肥涉及区域为复垦后的耕地，面积为 828.76hm^2 ，土壤培肥标准为 $1000\text{kg}/\text{hm}^2$ 。

本项目复垦服务年限内土地平整工程具体工程量见表 5-10:

表 5-10 土壤重构工程量测算

项目	单位	工程量
表土剥离	100m^3	8006.0
土地平整	100m^3	24863.0
土壤培肥	hm^2	828.76

(2) 配套工程量测算

1) 灌排工程量测算

本次农田水利工程设计主要依托区内原有灌排沟渠和农用机井，主要工作量为维修和新修斗（农）沟和农用机井。针对区域实际情况，复垦责任范围内计划维修和新修机井共计 142 眼。根据区域水文地质条件计算单井控制面积为 100 亩左右，复垦后灌溉面积约 940.33hm^2 。根据本章工程设计，单位长度工程量如下表所示，而具体工程量测算见下表 5-11:

表 5-11 灌排工程每米工程量

项目类别	灌排类别	工程名称	单位工程量(m^3/m)
新建	斗沟	土方开挖	6.89
	农沟	土方开挖	3.60
维修	斗沟	土方开挖	2.07
	农沟	土方开挖	1.08

对辉县市灌排工程量进行测算，结果详见表 5-12，5-13。预计维修机井 27 眼，新建机井 115 眼。新建斗沟 20 条共 31200.00m，新建农沟 32 条共 44559.5m。

表 5-12 灌排工程量测算表

类别	维修水平		工程量
	维修	数量	
机井	维修	数量	27
	新建	数量	115
斗沟	维修	数量	5
		长度 (m)	7552.56
	新建	数量	20
		长度 (m)	31200
农沟	维修	数量	8
		长度 (m)	8800
	新建	数量	32
		长度 (m)	44559.50

表 5-13 灌排工程量测算结果表

灌排工程	单位	土方开挖
机井维修	个	27
机井新建	个	115
斗沟维修	100m ³	156.34
斗沟新建	100m ³	2149.68
农沟维修	100m ³	95.04
农沟新建	100m ³	1604.14
总计	100m ³	4005.20

2) 道路工程量测算

田间道及生产路工程量计算公式为：

$$\text{研石路基: } S_1 = D_1 \times L_1 \quad (\text{式 5-5})$$

式中: S_1 ——研石路基工程量, m²;

D_1 ——路基宽度, 田间道为 4.6m, 生产路为 2.4m;

L_1 ——田间道 (生产路) 长度, m。

$$\text{泥结碎石路面: } S_2 = D_2 \times L_2 \quad (\text{式 5-6})$$

式中: S_2 ——泥结碎石路基工程量, m²;

$D_{2上}$ ——路面宽度, 田间道为 4m, 生产路为 2m;

L_2 ——田间道 (生产路) 长度, m。

表 5-14 道路单位工程量表

道路工程	路面面积			
	工程量 (m ²)	研石路基 (m ²)	碎结碎石路面 (m ²)	素土路面 (m ²)
田间道新建	100	460	400	—
田间道维修	100	460	—	—
生产路新建	100	240	—	200
生产路维修	100	—	—	200

对辉县市道路工程量进行测算，详见下表 5-15，5-16。辉县市：预计维修田间道 9 条共 12998.40m，生产路 24 条共 42295.20m；新建田间道 10 条共 16359.84m，新建生产路 24 条共 33387.84m。

表 5-15 道路工程量测算结果表

项目	修筑水平		工程量
		数量	
田间道	维修	数量	9
		长度 (m)	12998.40
	新建	数量	10
		长度 (m)	16359.84
生产路	维修	数量	24
		长度 (m)	42295.20
	新建	数量	24
		长度 (m)	33387.84

表 5-16 道路工程量测算表

道路工程	砾石路基 (1000m ²)	泥结碎石路面 (1000m ²)	素土路面 (1000m ²)
田间道维修	66.85	0.00	0.00
田间道新建	78.93	68.64	0.00
生产路维修	0.00	0.00	91.27
生产路新建	78.33	0.00	65.27
总计	224.11	68.64	156.54

3) 防护林工程量测算

根据农田防护林设计要求，株距为 3m，需新建田间道 16359.84m，新建生产路 33387.84m，田间道两侧、生产路单侧都进行种植。则预计所需苗木为 $16359.84 \div 3 \times 2 + 33387.84 \div 3 = 22036$ 株如下表 5-17。

表 5-17 植被重建工程量测算

项目	单位	工程量
农田防护林	100 株	220.36

此外，本方案设计需修建涵洞 56 座。

2、复垦单元二工程量测算

复垦单元二为轻中度损毁的建设用地全部复垦为水浇地，面积为 111.57hm²。按照附近煤矿已搬迁村庄工程量估算，地基清理部分需清运废石渣土 47.49 万 m³，土地平整后进行翻耕。工程量测算表见表 5-18

表 5-18 复垦单元二土壤重构工程量测算

项目	单位	工程量
地基清理	100m ³	4749.00
土地平整	100m ³	3347.1
翻耕	hm ²	111.57
土壤培肥	hm ²	111.57

3、复垦单元三、四工程量测算

复垦单元三、四为复垦成林地区域 8.44hm²，其中复垦为有林地 0.97hm²、其他林地 7.47hm²。根据现场调查及项目区实际情况，轻度损毁林区树木大多生长良好，每公顷补植量约为 60 株；中度损毁林区树木相对损毁严重，每公顷补植量约为 350 株。

(1) 土壤重构工程设计

平整土地主要是消除开采沉陷产生的附加坡度。根据沉陷地不同损毁程度产生倾斜变形的附加坡度平均值，平整土地的每亩土方量（P）可按下列经验公式计算：

$$p = \frac{666.7}{2} \text{tg}(\Delta\alpha) = 333.3\text{tg}\Delta\alpha \quad (\text{式 5-7})$$

式中： $\Delta\alpha$ ——地表沉陷附加倾角：轻度 $\Delta\alpha=1^\circ$ ，中度 $\Delta\alpha=2^\circ$ ，重度 $\Delta\alpha=3^\circ$ 。

按上式算出不同损毁程度沉陷地平整土地每亩挖（填）土方量如下表 5-19、5-20。则每一图斑平整土地的土方量可按下式计算：

$$M_p = P \cdot F \quad (\text{式 5-8})$$

式中：F——图斑面积（亩）。

表 5-19 沉陷土地平整单位挖（填）土方量

损毁程度	沉陷附加倾角 α (°)	每亩挖（填）土方量 (m ³)	每公顷挖（填）土方量 P (m ³)	每公顷补植林木数量 (株)
轻度	1	5.8	87	60
中度	2	11.6	174	350

表 5-20 土壤重构工程量测算表

项目	损毁程度	面积 (hm ²)	单位	工程量
人工平土	轻度损毁林地	6.60	100m ³	5.74
	中度损毁林地	1.84	100m ³	3.20
	小计	8.44	100m ³	8.94
土壤培肥	——	8.44	hm ²	8.44

(2) 植被重建工程量测算（表 5-21）

表 5-21 植被重建工程量测算表

项目	损毁程度	面积 (hm ²)	单位	工程量
补种树木	轻度损毁林地	6.60	100 株	3.96
	中度损毁林地	1.84	100 株	6.44
合计		29.33	100 株	10.40

4、复垦单元五工程量测算

复垦单元五为复垦成设施农用地区域，本复垦单元将复垦为设施农用地 6.06 hm²，

均为轻度损毁的设施农用地 6.06hm²。本复垦单元不设计具体的工程措施。

5、复垦单元六工程量测算

复垦单元六为保持原有地类公路用地 4.29hm²，农村道路用地 0.21hm²，公路用地根据实际随塌随垫保障通行。维修道路工程量计算根据梯形断面和道路长度来确定的，计算公式如下：

$$V = \frac{1}{2} H(a + b) \cdot L \quad (\text{式 5-9})$$

式中：V——为充填体积，m³；

H——路面高出地面高度+道路平均下沉深度，m；

a、b——分别为道路剖面图的上下底长，m；

L——道路长度，m。

根据周边矿区经验煤矸石回填压实实际所需煤矸石量为 47845.2m³。

表 5-22 道路工程量测算表

道路工程	矸石路面 (1000m ²)
道路维修	47.85

6、复垦单元七工程量测算

复垦单元七为保持原有地类的河流水面，不计入复垦工作范畴。对于河流水面需要进行必要的监测工程，详见下一节。

7、复垦单元八工程量测算

(1) 土壤重构工程

1) 清理工程

建（构）筑物清理

本复垦单元有建设用地 67.01hm²，需要进行地基清理 20.10 万 m³。

2) 挖深垫浅

①挖土充填

对于精养鱼塘区域，待开采结束稳沉后进行鱼塘的设计如图 5-18 所示，以 60m×36m 的典型鱼塘为例，该鱼塘设计水深 4m。鱼塘纵向剖面所需挖方量近似为一等腰梯形的一半，因此鱼塘挖方量可近似计算为：

$$V = 1/2 \times [1/2 \times (a + b) \times H \times L] = 0.5 \times 0.5 \times (54 + 45) \times 3 \times 36 = 2673 \text{m}^3 \quad (\text{式 5-10})$$

式中：V——为挖方体积，m³；

H——鱼塘需挖深度，m；

a、b——分别为鱼塘纵向剖面的上下底长，m；

L——鱼塘宽度，m。

复垦区精养鱼塘总面积 206.64hm^2 ，相当于有 957 个 $60\text{m}\times 36\text{m}$ 的鱼塘，由于鱼塘设计水深均为 4m，因此可推算所有鱼塘的总挖方量为 255.81万 m^3 。

图 5-18 鱼塘挖方量计算示意图

④ 表土剥覆

对于粗放鱼塘区域，现状有耕地、园地和林地 308.84hm^2 ，在开采影响前进行表土剥离，剥离厚度 0.3m，可剥离表土 92.65万 m^3 。

3) 鱼塘工程

对于本复垦单元的精养鱼塘进行了较为详尽的规划设计，鱼塘面积、塘形、深度和塘坝；对于积水较深坑塘水面进行粗放养殖，不做具体设计。

本复垦责任范围共设计精养鱼塘面积大小在 3.2~9.0 亩不等，总面积为 206.64hm^2 。精养鱼塘的塘坝有三种尺寸，分开计算工程量。

精养鱼塘的塘坝有三种尺寸，分开计算工程量。

① 耕地和精养鱼塘之间的塘坝 1（如图 5-14）：

$$\text{单位长度煤矸石充填量} = (4.75 + 6.25) \times 0.8 / 2 = 4.40 \text{ m}^3$$

$$\text{该尺寸塘坝总长度 } 10266.22\text{m, 需充填煤矸石 } 4.51 \text{ 万 m}^3$$

$$\text{单位长度覆土量} = (4 + 4.75) \times 0.9 / 2 = 3.94 \text{ m}^3$$

$$\text{该尺寸塘坝总长度 } 10266.22\text{m, 需覆土 } 4.04 \text{ 万 m}^3$$

② 精养鱼塘和粗放养殖水面之间的塘坝 2（如图 5-15）：

$$\text{单位长度煤矸石充填量} = (6.5 + 3.5) \times 0.8 / 2 + 2 \times 0.2 = 4.40 \text{ m}^3$$

$$\text{该尺寸的塘坝总长 } 10342.20\text{m, 需充填煤矸石 } 4.55 \text{ 万 m}^3$$

$$\text{单位长度覆土量} = (2 + 3.5) \times 0.9 / 2 + 2 \times 0.5 = 3.48 \text{ m}^3$$

$$\text{该尺寸塘坝总长度 } 10342.20\text{m, 需覆土 } 3.59 \text{ 万 m}^3$$

③ 剩余一组平行塘坝分 2m 和 4m 两种宽度（如图 5-15）：

2m:

$$\text{单位长度煤矸石充填量} = (6.5 + 3.5) \times 0.8 / 2 = 4.00 \text{ m}^3$$

$$\text{单位长度覆土量} = (2 + 3.5) \times 0.9 / 2 = 2.48 \text{ m}^3$$

$$\text{该尺寸塘坝总长度 } 10342.20\text{m, 需充填煤矸石 } 4.13 \text{ 万 m}^3, \text{ 需覆土 } 2.56 \text{ 万 m}^3。$$

4m:

单位长度煤矸石充填量= $(8.5+5.5) \times 0.8/2=5.6 \text{ m}^3$

单位长度覆土量= $(4+5.5) \times 0.9/2=4.23 \text{ m}^3$

该尺寸塘坝总长度 13362.68m，需充填煤矸石 7.40 万 m^3 ，需覆土 5.65 万 m^3 。

经以上计算，塘坝修筑需充填煤矸石总量=4.51+4.55+4.13+7.40=20.59 万 m^3 ；需覆土总量=4.04+3.59+2.56+4.23 =14.42 万 m^3 ，可以直接来源于粗放养殖区域的耕地等表土剥离，不用累计工程量。

4) 浆砌石护坡

浆砌石护坡工程也属于耕地和精养鱼塘之间塘坝的分项工程，护坡长度同为 10266.22m。浆砌石护坡剖面，护坡高度 1.70m，护坡厚 0.45m，坡面长 3.06m，其工程量可计算为：

$$V=h \cdot l \cdot L \quad (\text{式 5-11})$$

式中：V——为浆砌石体积， m^3 ；

h——护坡厚度，m；

l——坡面长，m；

L——塘坝长，m。

由以上公式计算可得，浆砌石护坡工程量为 1.4136 万 m^3 。

砂砾石垫层厚度为 0.15m，所以砂砾石垫层量=0.15×14136=2120.4 m^3 。

表 5-23 复垦单元八土壤重构工程量测算

项目	单位	工程量
地基清理	100 m^3	2010.90
土方开挖	100 m^3	25580.6
表土剥覆	100 m^3	9265.2
矸石塘基	100 m^3	2059.0
浆砌石块	100 m^3	141.36
砂砾石垫层	100 m^3	21.20

(2) 植被重建工程

将本单元重度损毁的有林地和其他林地进行清运树木，本着合理利用的原则，将全部移植用于农田防护林。树木间株距为 3m，故清运树木单位工程量为 1111 株/ hm^2 。

表 5-24 植被重建工程量测算表

项目	单位	工程量
清运树木	100 株	113.66

8、复垦单元九工程量测算

复垦单元九为复垦成风景名胜及特殊用地区域，由于项目区的风景名胜及特殊用地为坟地，不设计具体的工程措施。

5.4 含水层破坏修复

5.4.1 目标任务

矿区煤炭资源开采对含水层破坏表现为矿坑疏干排水对矿区地下水均衡的影响，矿山开采对各类含水层组破坏和影响程度严重。因而其含水层破坏修复的目标任务为：一是对地下煤层开采出现的各类出水点进行灌浆堵漏，减少矿坑涌水量，保护地下水资源；二是加强对区内地下各含水层的动态跟踪监测，及时了解和掌握各含水层受采矿活动影响情况，发现问题及时采取应对措施进行处理。

5.4.2 工程设计

本方案针对含水层破坏而提出的治理工程，其基本思想为“井上下联合治理、区域治理”。主要是在地面采用灌浆堵漏措施进行地面水害区域治理，同时对地下煤层开采出现的各类出水点进行灌浆堵漏，对煤层底板进行注浆加固，改造含水层，使灰岩含最大限度的阻止地下水进入巷道，减少矿坑涌水量，保护灰岩含水层，保护地下水资源。

灌浆堵漏地点为采区工作面出水点、掘进巷道出水点、断层出水点。另外，焦作煤业（集团）新乡能源有限公司赵固二矿在矿井建设的同时，建设了矿井水处理站和污水处理厂；矿区生产、生活废水集中处理，循环利用，达标排放，保证矿区地表水、地下水及土壤不受污染。

5.4.3 技术措施

1、留设防水煤柱

严格按照“开采规范”及赵固二矿岩移规律要求留设矿井防水煤柱和断层阻隔水煤柱，依法开采，严禁越界开采。另外，对于突水系数严重超限、具有突水危险区域，一般应留设防水煤柱；对于构造比较复杂，含水层富水性较强、水文地质条件异常复杂地段，也可采取留设防水煤柱的办法。

2、保护性开采技术

为最大限度的保护地下水资源，赵固二矿应积极提倡采用“限高开采”、和“覆岩

离层带、采空区注浆减沉技术”等开采技术，合理设计开采参数，精心组织生产，降低导水裂隙高度，以减缓对灰岩含水层的影响程度。

3、灌浆堵漏技术

本矿开采的二₁煤层埋藏较深，水压大，为防止二₁煤层底板灰岩突水，主要采取地面注浆和底板注浆加固措施（即灌浆堵漏），减少矿坑排水量，防治水害，保护地下水资源。对于封闭不良或未封孔等各种不用钻孔，在与采掘工作面相遇前，及时进行注浆封口。具体措施如下：

（1）水文物探：首先用井下物探探测裂隙发育情况，仔细检查漏水部位，清理漏水部位污染物，后根据探测结果进行注浆加固；严格检查工具、管路接头处的牢靠程度，以防压力爆破伤人。

（2）钻孔：在漏水部位打灌浆孔，对深层裂缝可钻斜孔穿过缝面，一般孔距20cm-50cm，孔深视具体情况而定。

（3）注浆：根据渗漏部位的具体情况确定灌浆压力、灌浆量。在个规定的压力下灌浆（一般灌浆压力0.3Mpa），直到压不进为止（注入率 $\leq 0.01\text{L}/\text{min}$ ），随即关闭法门。

4、含水层监测

布设监测点，加强对区内地下各含水层的动态跟踪监测。根据含水层破坏现状及预测分析，分别对浅层孔隙水、中深层孔隙水、深层孔隙水、灰岩孔隙水进行监测。在监测过程中积极引进一系列新技术、新设备、新工艺，通过购买并使用微震、微震与电法耦合等科学有效的监测技术，对各含水层水位、水质进行定期监测，及时了解和掌握各含水层受采矿活动影响情况，发现问题及时采取应对措施进行处理。

5、绿化工程

根据矿山地质环境治理恢复工程，大力开展绿化工程，扩大区内植被覆盖范围，增加植被密度，增加水分涵养。

5.4.4 主要工程量

含水层破坏修复工程量主要是对地下煤层开采出现的各类出水点进行灌浆堵漏，首先用井下物探探测裂隙发育情况，后根据探测结果进行注浆加固，并建立含水层破坏监测系统。

1、灌浆堵漏工作量

按每年水文物探500点次，钻孔进尺10万米估算，每年累计钻孔内注黄土水泥浆

约 8 万 t，总计水文物探 10500 点次，钻孔进尺 210 万米，总灌浆量 168 万 t。其中近期（2018-2022 年）水文物探 2500 点次，钻孔进尺 50 万米，灌浆量 40 万 t；中远期（2023-2038 年）水文物探 8000 点次，钻孔进尺 160 万米，灌浆量 128 万 t。

2、含水层破坏监测工程量

含水层破坏监测分为水位监测与水质监测，具体监测工程量见 5.6 节矿山地质环境监测。

5.5 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，本方案不设水土环境污染修复工程。

5.6 矿山地质环境监测

5.6.1 目标任务

未来煤矿的生产将主要引发采空塌陷及伴生地裂缝地质灾害，从而对含水层、水土环境和地质地貌景观等产生影响，因而，矿山环境监测包括地质灾害监测、含水层、水土环境与地质地貌景观的监测。环境与地质地貌景观的监测。其目的是掌握矿山地质环境的变化趋势，为矿山地质环境保护和治理提供基础资料，尽可能避免引发或加剧各种地质环境问题，把其消灭在萌芽状态。

采空塌陷及伴生地裂缝是区内主要地质灾害，应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近期采煤工作面范围的地表变形监测。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。

主要任务是：布设监测孔，购置监测设备，建立完善的矿山地质环境监测体系，开展矿区地面塌陷、地裂缝及影响含水层水位、水质、水量监测；加强村庄和重要地表工程监测措施，及时发现房屋裂缝及时维修，避免人员伤亡。

监测工作由赵固二矿负责并组织实施，并成立专职机构，加强对本方案实施的组织管理和行政管理。矿产资源管理部门负责监督管理。

5.6.2 监测设计

根据地质环境监测的主要任务，主要从地质灾害监测、含水层监测、水土环境监测三大方面进行设计。各项监测点的布设情况见图 5-19。

图 5-19 地质环境监测点布设位置图

1、地质灾害监测

采空塌陷是区内主要地质灾害，随着矿井开采的进行地面将逐渐形成塌陷，应从以下两个方面落实地质灾害监测。

(1) 地表岩移监测

为保证矿区内建筑物尽量少受影响，保证矿区内人民的生命财产安全，应在矿区内布设地表岩移观测站，为了充分反映地表移动与变形规律，分别沿矿体走向和主断面布设观测线。通过地表岩移监测，不仅可以取得本矿的地表移动参数，同时也为后续的村庄下压煤开采和处理工农关系提供基础资料和依据。

本次工作共布置四个地表岩移观测站，分别位于一盘区、二盘区、三盘区和四盘区，其中二盘区和四盘区分别布设一条走向观测线和一条倾向观测线，总长度 7236 米，总的测点数为 435 个，每月观测 1 次。以随时掌握地表岩移情况。地表岩移观测站位置见图 5-19。

综合赵固二矿煤层埋藏特点，并充分反应地表移动与变形规律，分别沿煤层走向和倾向方向布设观测线，并保证观测线有足够的长度。平面位置设计如下：

1) 走向观测线的设计

根据最大下沉值，在倾向主断面上确定出地表最大下沉点，通过该点沿矿体走向做剖面线，即得到走向观测线平面位置，并且依据移动角确定开采影响范围的边界点。

2) 倾向观测线的设计

倾向观测线位于主断面内，和走向观测线垂直。

3) 观测线的长度设计

观测线的长度保证两端超出采动影响范围，以便建立观测线控制点和测定采动影响边界。设站时移动盆地边界是根据地质采矿条件类似的其他矿区的沉陷参数类比确定的。

设置走向观测线的具体做法：自开切眼向工作面推进方向，以角值划线与基岩和松散层交接面相交，再从交点以角化线与地表相交于 H 点。H 点便是不受领区开采影响的点。在工作面停采处，向工作面外侧用角划线与基岩和松散层的交接面相交于一点，再从此交点用角划线与地表相交于 F 点。在 HF 方向上设走向观测线，要求走向观测线和倾斜观测线垂直、相交，并稍微超过交点一段距离的 G 点（G 点不得超过 E 点），HF 便是走向观测线的工作长度。

倾斜观测线的长度实在移动盆地主断面上确定的，具体办法是：自采取的上、下边界分别以划线与基岩和松散层交接相交，再从交点以角划线交于地表 A、B 点，AB 即

为倾斜观测线和工作长度。

各测线的布设是根据赵固二矿地质采矿条件的综合影响和特殊性，以精确确定煤矿在复杂地质构造和采矿条件下岩层和地表移动过程的基本规律及各种影响因素之间关系；观测、研究放顶及各种不同的处理采空区方法的效果。确定移动过程中各种参数，如移动角、最大下沉角、开采影响角等。

4) 控制点与工作测点设计

观测线的长度保证两端超出采动影响范围，以便建立观测线控制点和测定采动影响边界。设站时移动盆地边界是根据地质采矿条件类似的其他矿区的沉陷参数类比确定的。

设置走向观测线的具体做法：自开切眼向工作面推进方向，以角值划线与基岩和松散层交接面相交，再从交点以角化线与地表相交于 H 点。H 点便是不受领区开采影响的点。在工作面停采处，向工作面外侧用角划线与基岩和松散层的交接面相交于一点，再从此交点用角划线与地表相交于 F 点。在 HF 方向上设走向观测线，要求走向观测线和倾斜观测线垂直、相交，并稍微超过交点一段距离的 G 点（G 点不得超过 E 点），HF 便是走向观测线的工作长度。

倾斜观测线的长度实在移动盆地主断面上确定的，具体办法是：自采取的上、下边界分别以划线与基岩和松散层交接相交，再从交点以角划线交于地表 A、B 点，AB 即为倾斜观测线和工作长度。

各测线的布设是根据赵固二矿地质采矿条件的综合影响和特殊性，以精确确定煤矿在复杂地质构造和采矿条件下岩层和地表移动过程的基本规律及各种影响因素之间关系；观测、研究放顶及各种不同的处理采空区方法的效果。确定移动过程中各种参数，如移动角、最大下沉角、开采影响角等。

5) 测点结构及埋设方法

观测点用混凝土预浇灌，标石上端面尺寸为 150×150mm，下端面尺寸为 250×250mm，高度 500mm，埋深 450mm，上露 50mm。

(2) 采空塌陷影响监测

根据工作面的设置，井下采掘的同时对地面建筑物进行监测，随时掌握建筑物的受影响程度，出现异常情况时，以便对遭到破坏的地面建筑物及时进行加固、维修，应及时组织受威胁人员的安全转移，确保人民生命财产的安全。

采空塌陷监测内容包括：地表下沉量、地裂缝等。

监测点主要布置在受采空塌陷影响的道路、河流水库、村庄等处，主要在区内居民

居住地、工业场地、各水库坝体、河流沿岸、卫吴线、村村通公路等区域设立长期固定监测点，在全区布设采空塌陷监测点 22 处，监测点位置见图 5-19。根据监测的数据，采取措施对公路、村庄内房屋采取预防和加固修复措施，减轻受采矿活动的影响程度。

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，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、含水层监测

为防止矿山开采可能对区内工农业主要取水含水层的破坏，应加强对该含水层的监测。监测内容主要为对水位和水质的监测，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。水位监测应选择具有代表性的地表水点、钻孔、长观孔、机民井对地表水和各类、各层地下水位、水质进行监测。本方案共设置含水层监测点 14 个，其中地表水监测点共布设 4 个，地下水监测点共布设 10 个。

(1) 地表水质量监测

根据矿山所在水系地表水流向及纳污水体的有关功能要求，地表水监测共布设 4 处监测点，主要布设在矿井水处理站、工业广场污水排放口以及黄水河和石门河的相应位置，以了解矿井水等废水排放、地下煤炭开采对河水水质和流量变化的影响（表 5-25 和图 5-19），监测频率为每年丰、平、枯水期各监测一次，每年监测总次数为 12 次，监测项目 COD_{Cr}、BOD₅、SS、SO₄²⁻、NO₂⁻和 F⁻等，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。

表 5-25 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
DB1	工业广场污水排放口	地表水	水质	3 次/年
DB2	矿井水处理站排放口	地表水	水质	
DB3	石门河	地表水	水质	
DB4	黄水河	地表水	水质	

(2) 地下水质量监测

为及时了解掌握矿井排水对工业场地及附近孔隙地下水环境的影响，矿山开采是否会导致区内孔隙水地下水位下降，利用矿山勘探钻孔、村庄供水井和已有的农业灌溉井，在矿区范围内布设 10 个地下水水位、水质监测点，地下水水位监测频率 12 次/年（1 次/月），地下水水质监测每年丰、平、枯水期各监测一次（3 次/年），监测点布置见图 5-19 和表 5-26。

表 5-26 地下含水层破坏监测点一览表

编号	监测点位置	监测含水层	监测内容	监测频率
DX1	11041 车场绕道	L2	水位、水质	水位监测 12 次/年 水质监测 3 次/年
DX2	二盘区轨道大巷	L2	水位、水质	
DX3	二盘区轨道大巷	L8	水位、水质	
DX4	三盘区一横贯	L2	水位、水质	
DX5	三盘区一横贯	L8	水位、水质	
DX6	底板抽采巷	O2	水位、水质	
DX7	东二横贯	L2	水位、水质	
DX8	东二横贯	L8	水位、水质	
DX9	西木庄供水井	第四系	水位、水质	
DX10	东丁庄供水井	第四系	水位、水质	

3、地形地貌景观与土地资源压占监测

根据对煤层采动影响区域的地表植被进行监测。

(1) 监测内容

监测植被非自然死亡、退化的情况。

(2) 监测方法

矿区地形地貌景观与土地资源压占监测主要采用定期巡查、人工测量采矿活动对破坏范围内的植被破坏情况、土壤破坏情况等进行调查。

(3) 监测点布设

地形地貌景观破坏监测主要结合采空塌陷地质灾害进行监测，除采空塌陷监测(网)点范围不再另布外，其余监测点根据矿山开采进度和发展趋势，分别独立布置于工业广场、煤矸石临时堆场等占用的场地内，共设置 5 个监测点，见图 5-19。

(4) 监测频率

每年监测一次。

4、水土环境监测

水环境监测已经纳入到含水层监测中，本节仅进行土壤环境监测。

(1) 土壤环境监测

由于采空塌陷对土地资源的破坏，可能导致土壤肥力的改变。尤其工业广场周围土地会因矿山排放废水和废渣的影响而受到不同程度的污染。为了解掌握区内土壤环境质量状况和受污染程度，需要对区内的土壤环境进行监测。

(1) 监测内容：测试项目包括土壤化学性质及常量养分分析、土壤水溶性盐分析、土壤矿物质全量分析、土壤微量元素和重金属元素分析等。

(2) 监测点的布设：土壤环境监测点应在全区范围内均匀布设，其中工业广场及

临时矸石堆放场周边应进行重点布设，方案设计布设土壤环境监测点 7 处（图 5-19）。

（3）监测频率

从发生采空塌陷开始，每年取土壤测试样 1 次。

5.6.3 技术措施

1、地质灾害监测措施

（1）地表移动监测

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。地表移动观测工作可分为：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。

1) 连续测量

在井下采动前（或观测点采动影响前），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盘区域观测线的控制点上。

高程连续测量采用Ⅲ等水准测量，组成闭合水准路线，采用水准仪按Ⅲ等水准测量要求进行测量。

2) 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。

①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。

②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。

③日常观测

所谓日常观测，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 0.5~3 个月观测一次。

地表移动全过程，按下沉速度划分成为三个时期：初始期 $<50\text{mm}/\text{月}$ ；活跃期 $>50\text{mm}/\text{月}$ ，衰退期 $<50\text{mm}/\text{月}$ 。

在地表移动活跃期，要进行加密水准测量，以确定下沉的动态过程，同时还经常地进行巡视观测，为确定地表动态移动与变形提供依据。另外，连续 6 个月观测地表各点的累计下沉值均小于 30mm，确定地表移动过程稳定。

为减小地面下沉对地面建筑物的影响，应加强地面岩移监测，当观测数据出现异常时，应及时调整井下盘区，布置或变换采煤方法。同时通过监测资料，研究后续资源煤层的开采技术和可行性。

（2）地面塌陷监测

地面塌陷监测可采取简易监测和专业监测两种方法。简易监测，即采用测绳、卷尺、钢尺等简易测量工具对塌陷区的形态、面积、深度，地裂缝的长度与宽度，地表水水位及地下水位进行测量。简易监测适用对规模较小塌陷坑的监测；专业监测，即采用经纬仪、水准仪、激光测距仪、全站仪、GPS 等仪器对塌陷坑的形态、面积和深度及相关要素的变化情况进行监测。专业监测适用对对规模较大的塌陷区的监测；地裂缝监测通过埋设木桩、混凝土桩或钢筋等标志，采用钢尺、皮尺定期测量裂缝的发展变化情况、地面变形情况以及建构筑物的变形破坏情况。

2、含水层监测措施

采用自动记水位仪或人工测量的方法，对地下水各含水层水位分别进行定期测量；通过人工取样、室内分析的方法对地下水水质进行分析。测试项目主要为：pH、氨氮、硝酸盐、亚硝酸盐、挥发性酚类、氰化物、砷、汞、铬（六价）、总硬度、铅、氟、镉、铁、锰、溶解性总固体、硫酸盐、氯化物、大肠菌群、溶解氧、生化需氧量等。

3、地形地貌景观与土地资源压占监测措施

矸石堆放高度变化监测采用水准仪，压占土地范围变化监测采用专业测量仪器或人工测绘方法进行。

5.6.4 主要工程量

1、地面变形监测工作量

本次工作共布置四个地表岩移观测站，分别位于一盘区、二盘区、三盘区和四盘区，其中在矿区布设一条走向观测线，二盘区和四盘区分别布设一条倾向观测线，总长度12173米，总的测点数为435个，每月观测1次，总工作量为140940点次。

采空塌陷监测内容包括：地表下沉量、地裂缝等。监测点布设为：在全区布设地表下沉、地裂缝监测点22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，总工作量为2376点次。

2、含水层破坏监测工作量

本次工作布设地下水监测点10处，水位监测频率每年12次，水质监测频率每年3次，总工作量水位监测3240点次，水质监测810点次。由企业监测或委托有资质的单位专业人员进行监测。

3、水土污染监测工作量

本次地表水环境监测工作布设地表水水质监测点4处，丰、平、枯水期各监测一次，监测频率每年3次，总工作量324点次。

本次工作布设土壤监测点7处，监测频率每年1次，总工作量189点次。

4、地形地貌土地资源监测工作量

布置监测点5个，监测频率每年一次，总工作量135点次。

5.7 矿区土地复垦监测和管护

5.7.1 目标任务

本部分主要采用遥感解译、地面观测、调查与巡查等方法进行土地复垦监测，根据每阶段损毁的不同范围，进行不同的监测。监测内容贯穿整个复垦过程，具体监测工作可以自己或者委托有资质的单位承担。

管护工程包括对于耕地、林地和防护林的管护。

5.7.2 措施和内容

1、矿区土地复垦监测工程

(1) 复垦区原始地貌地表状况监测

本部分监测主要针对土地利用状况、水文地质和土壤信息。

1) 土地利用状况监测

按照土地损毁时序，分阶段在土地损毁之前用遥感解译的方法监测复垦区现有土地利用状况，并通过人工调查弄清植被分布情况、植被类型和覆盖率等，作为损毁前和复垦后的对照。每阶段的监测面积为各阶段拟损毁的土地，在每阶段第1年进行监测，每个阶段记录1次。

2) 地表水、地下水监测

水环境监测已经纳入到地质环境监测的含水层监测中，本节不再进行估算。

(2) 土地损毁监测

土地损毁监测工程设计与矿山地质环境监测的地表岩移监测内容相同，本节不再进行估算。

(3) 复垦效果监测

近期的复垦效果监测主要监测目前已治理范围，后期的复垦效果监测根据复垦阶段的划分、复垦范围的确定，适当增加复垦效果监测的工作量。

1) 土壤质量监测

土壤地复垦质量监测在管护期内，分别对水浇地、园地、林地和草地进行监测，监测内容包括土壤 pH、有机质、N、有效 P、K 等。频率每年 2 次，根据每阶段复垦的实际情况，各取一个监测点。

2) 植被恢复期监测

对于复垦后的植被进行植被恢复率调查，各阶段的监测面积为复垦后的林地和草地。

监测的方法为样方随机调查法。选有代表性的地块作为标准样地，在样地内随机确定样方，样方的面积为投影面积，林地为 20m×20m、草地 2m×2m，用样方的观测值计算林地的郁闭度、草地的盖度、林草植被覆盖度。计算公式为：

$$D = fe / fd \quad (\text{式 5-12})$$

$$C = f / F \quad (\text{式 5-13})$$

式中：D——林地郁闭度（草地盖度）；

C——林草植被覆盖度，%；

fe——样方树冠（草冠）投影面积，m²；

fd——样方投影面积，m²；

f——林地（草地）面积，hm²；

F——类型区总面积， hm^2 。

对于调查监测内容，在复垦初期应全面调查一次，之后监测频率每年一次，林地抽取 5 个点位。

3) 复垦配套设施监测

复垦后的配套措施，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。根据复垦未积水土地的面积 648.68 hm^2 ，平均每 $50\text{-}100\text{hm}^2$ 布设 1 个监测点，共布设监测点 10 个。

2、矿区土地复垦管护工程

本方案土地复垦管护对象为塌陷区复垦为耕地、有林地以及防护林的区域，管护措施主要包括灌溉养护、中耕除草、追肥、病虫害防治和培土补植等，本方案土地复垦管护期限为 3a。具体管护措施工程设计如下：

(1) 耕地管护措施

耕地管护主要是对土壤进行管护，根据复垦效果监测对土壤的测试结果采取不同的治理措施，以使土壤能够更好的适应农作物的生长，以提高生产水平，使复垦后的耕地 3 年后单位面积产量达到周边地区同土地利用类型中等产量水平。

(a) 农作物灌溉

管护期间，对于耕地，通过机井抽水灌溉，保证农作物各阶段的用水需求。

(b) 土壤培肥

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。水浇地每年每亩施用农肥不得少于 2000 公斤，农肥中有机质含量不应低于百分之五。

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。

(c) 防虫害与杂草管理

管护期间，注重田间病虫草害的监测，一旦出现，应及时喷洒药物防治。

(2) 林地管护措施

a) 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，以促进幼林正常生产及尽早郁闭。适时灌溉，以保护林带苗木的成活率。栽后浇水 1 次；一周后第 2 次浇水，有条件的地方 3 周后浇第 3 次浇水。

b) 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，先上后下，茬短口尖”以及修枝高度不超过林木全部的 1/3~1/2 等（即林冠枝下高，不超过全高的 1/3 或 1/2）。

c) 林木密度控制

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成长。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（3 年左右）对林带进行调节，及时伐掉枯梢木和病腐木。

d) 林木病虫害防治

对于林带中出现各类树木的病、虫、害等及时进行管护。对于病株要及时砍伐防止扩散，对于虫害要及时地施用药品等控制灾害的发生。每年 1 次，或因具体情况而采取相应的措施。

e) 土壤酸化

加强对土壤 pH 值的监测，防止土壤酸化加重。

根据当地实际情况，林地的管护期为 3a，管护由专业人员完成，林地管护费用为 2000 元/hm²。

(3) 防护林管护

管护措施同林地，栽植后及时浇水，定期施肥、修枝，发现死苗及时补种，管护期为3a，管护制度与林地管护一样。

5.7.3 主要工程量

1、监测工程量测算

(1) 复垦区土地利用状况监测

表 5-27 土地利用状况监测工程量测算表

阶段划分	次数	监测时间点	监测面积 (hm ²)
第一阶段	1 次	2018 年	294.04
第二阶段	1 次	2023 年	221.08
第三阶段	1 次	2028 年	226.36
第四阶段	1 次	2033 年	317.66
第五阶段	1 次	2038 年	536.18

(2) 复垦效果监测

表 5-28 复垦效果监测点数及监测时间表

监测项目	点数 (个)	频次	监测时间	监测次数
土壤质量监测	8	2 次/年	3a	48 点次
林地植被恢复监测	5	1 次/年	3a	15 点次
复垦配套设施监测	10	1 次/年	3a	30 点次

2、管护工程量算

表 5-29 管护工程监测面积及监测时间表

管护项目	管护面积 (hm ²)	监测时间
耕地管护	940.33	3a
林地管护	8.43	3a
防护林管护	11.53	3a

6 矿山地质环境治理与土地复垦工作部署

6.1 总体工作部署

按照“谁引发、谁治理”的原则，本矿山地质环境保护与土地复垦方案应该由焦作煤业（集团）新乡能源有限公司赵固二矿全权负责并组织实施。赵固二矿组织专门机构进行组织和行政管理并对治理方案的实施进行监督、指导和检查，保证治理方案落到实处并发挥积极作用。

（1）项目生产期

根据土地复垦方案编制的规定，复垦报告的服务年限以采矿许可证最长有效期为参考，同时考虑盘区的完整性，根据本矿的开采设计，本方案根据实际情况分别以 5 年或 6 年为一个复垦阶段，其中矿山生产期为 2010 年至 2038 年。

（2）基本稳沉期

根据预测确定赵固二矿地表沉陷基本稳沉期为 3a。

（3）管护期

根据河南省气候条件及林木生长实际规律，管护期为 3a，每一复垦工程实施后，均要进行相应的管护。

（4）方案服务年限

方案的服务年限是在综合考虑项目的生产期、稳沉期、管护期的基础上确定的，综合确定本方案的服务年限为 27a（21+3+3=27a），即从 2018 年至 2044 年。

6.2 阶段实施计划

根据矿山地质环境保护与土地复垦方案编制的有关精神，报告的服务年限以采矿许可证最长有效期为参考，同时考虑盘区的完整性，矿山地质环境保护与土地复垦方案服务年限为 27 年（含生产期 21 年，基本稳沉期 3 年，后期管护 3 年），因此，按照 3 个开采阶段制定 5 个阶段开展矿山地质环境保护与土地复垦方案实施工作计划，具体为：

第一阶段：2018 年～2022 年；

第二阶段：2023 年～2027 年；

第三阶段：2028 年～2032 年；

第四阶段：2033 年～2038 年；

第五阶段：2039 年～2044 年。

6.2.1 矿山地质环境保护阶段实施计划

1、第一阶段实施计划

为了保证当前和今后矿山的安全生产，改善矿山环境，将目前对矿山威胁最大和急需治理的地质环境问题及容易实施、近期易见成效的治理工程作为近期综合治理的主要内容，治理时间为 2018~2022 年。主要工作是并对河堤采用预加高、加宽措施，进行加固，同时布置岩移观测站对其进行监测，遇险情及时处理；工业广场、道路两侧主要采取植物绿化措施；对地表水、地下水、地表变形布设监测点进行监测。

2、第二阶段实施计划

治理时间为 2023~2027 年，主要治理措施：并对已进行绿化的工业广场、村庄、道路等根据实际情况进行维护；对已布设的地表水、地下水、地表变形监测点继续进行监测。

3、第三阶段实施计划

治理时间为 2028~2032 年，矿山生产结束期。主要治理措施：继续对已进行绿化的工业广场、村庄、道路等进行维护；对已布设的地表水、地下水、地表变形监测点继续进行监测。

4、第四阶段实施计划

治理时间为 2033~2038 年。为矿山服务年限后期。主要治理措施：对已布设的地表水、地下水、地表变形监测点继续进行监测。封闭井口、整治工业占地，恢复土地资源。

5、第五阶段实施计划

治理时间为 2039~2044 年。采取边采边复的方法，对即将严重塌陷的地方采取措施，拯救宝贵的土地资源，并对塌陷相对较轻的地方进行复垦。为矿山管护期。主要是对已进行的复垦的地方进行监测，包括土地利用状况监测，复垦效果监测，并进行耕地管护，林地管护，防护林管护。

各阶段工程量安排详见表 6-1

表 6-1 各阶段地质环境保护工程量安排表

序号	一级工程	二级工程	三级工程	四级工程	单位	总工程量	第一阶段	第二阶段	第三阶段	第四阶段	第五阶段
一	工程措施										
(一)		绿化治理工程									
			河堤加固		m	8050	5500	570	680	1300	0
			河堤两侧工厂、鱼塘、道路绿化		m ²	15800	4800	2800	3200	2600	2400
(二)		地裂缝回填工程									
			回填料运输		100m ³	2200	735.77	490.51	397.32	291.72	284.68
			回填压实		100m ³	2200	735.77	490.51	397.32	291.72	284.68
(三)		含水层修复工程									
			水文物探		点次	10500	2500	2500	2500	3000	0
			钻孔		m	2100000	500000	500000	500000	600000	0
			注浆		t	1680000	400000	400000	400000	480000	0
(四)		主井封闭工程									
			回填矸石		m ³	12800	0	0	0	0	12800
			挡渣墙施工		座	2	0	0	0	0	2
			挡水墙施工		座	1	0	0	0	0	1
			回填粘土		m ³	396	0	0	0	0	396
(五)		副井封闭工程									
			回填矸石		m ³	12801	0	0	0	0	12801
			挡渣墙施工		座	2	0	0	0	0	2
			挡水墙施工		座	1	0	0	0	0	1
			回填粘土		m ³	435.6	0	0	0	0	435.6
(六)		风井封闭工程									
			回填矸石		m ³	38402	0	0	0	0	38402
			挡渣墙施工		座	2	0	0	0	0	2
			挡水墙施工		座	1	0	0	0	0	1
			回填粘土		m ³	1267.2	0	0	0	0	1267.2
二	监测措施										
(一)		地质灾害监测									
			岩移监测		点次	140940	26100	26100	26100	31320	31320
			采空塌陷及地裂缝监测		点次	2376	440	440	440	528	528
		地形地貌景观与土地资源			点次	135	25	25	25	30	30

序号	一级工程	二级工程	三级工程	四级工程	单位	总工程量	第一阶段	第二阶段	第三阶段	第四阶段	第五阶段
(二)		含水层破坏									
			地下水环境监测								
				地下水水位监测	点次	3240	600	600	600	720	720
				地下水水质监测	点次	810	150	150	150	180	180
(三)		水土污染									
			地表水环境监测								
				地表水水质监测	点次	324	60	60	60	72	72
			土壤质量监测		点次	189	35	35	35	42	42

6.2.2 土地复垦阶段实施计划

1、第一阶段实施计划

治理时间为 2018~2022 年，主要复垦措施：对已有的采空塌陷区进行治理，采取边采边复的方法，对即将严重塌陷的地方采取措施，拯救宝贵的土地资源，并对塌陷相对较轻的地方进行复垦。未积水区进行土地平整，恢复土地功能；对新的塌陷区随时进行土地平整，以部分恢复土地功能。

2、第二阶段实施计划

治理时间为 2023~2027 年，随着矿山生产的进行，矿山开采规模的不断扩大，将产生新的采空区和塌陷区。对塌陷深度不大的塌陷区随时进行土地平整、矸石充填造地复耕农田，以恢复土地功能；采取边采边复的方法，对即将严重塌陷的地方提前采取措施，拯救宝贵的土地资源，并对塌陷相对较轻的地方进行复垦。对上阶段复垦后的土壤质量、林地植被恢复情况、配套措施进行监测。

3、第三阶段实施计划

治理时间为 2028~2032 年，将产生更大范围的塌陷区，损毁程度加重。主要复垦措施：对轻度损毁的土地进行土地平整，采取边采边复的方法，对即将严重塌陷的地方提前采取措施，拯救宝贵的土地资源，并对塌陷相对较轻的地方进行复垦。对以上两个阶段复垦后的土壤质量、林地植被恢复情况、配套措施进行继续监测。

4、第四阶段实施计划

治理时间为 2033~2038 年。为矿山服务年限后期。主要复垦措施：对塌陷土地进行全面整理复垦，按照塌陷土地类型和土地功能分类进行整理，达到全面恢复和改良土地、改善矿山周围环境的目的是。继续进行复垦后土壤质量监测、林地植被恢复监测、配套设施监测。

5、第五阶段实施计划

治理时间为 2039~2034 年。为矿山管护期。主要复垦措施：对后续稳沉的塌陷土地进行复垦，主要是对已进行的复垦的地方进行监测，包括土地利用状况监测，复垦效果监测，并进行耕地管护，林地管护，防护林管护。

结合第四章的分阶段预测结果和当地土地损毁的实地情况，本方案制定了各阶段复垦目标如下（见表 6-2）第一阶段复垦总面积为 294.04hm²，其中复垦为耕地 229.57hm²，林地 10.11hm²，水域及水利设施用地 25.28hm²，其他土地 1.46hm²，城镇村及工矿用地

27.62hm²。

第二阶段复垦总面积为 221.08hm²，其中复垦为耕地 200.02hm²，林地 1.87hm²，水域及水利设施用地 5.11hm²，城镇村及工矿用地 12.62hm²，其他土地 1.46hm²；

第三阶段复垦总面积为 226.36hm²，其中复垦为耕地 183.76hm²，林地 3.83hm²，水域及水利设施用地 0.98hm²，交通运输用地 1.53hm²，城镇村及工矿用地 35.47hm²，其他土地 4.41hm²；

第四阶段复垦总面积为 317.66hm²，其中复垦为耕地 247.9hm²，林地 3.83hm²，水域及水利设施用地 5.74hm²，交通运输用地 1.87hm²，城镇村及工矿用地 56.22hm²，其他土地 2.86hm²。

第五阶段复垦总面积为 536.18hm²，其中复垦为耕地 471.34hm²，林地 2.83hm²，水域及水利设施用地 8.44hm²，交通运输用地 1.87hm²，城镇村及工矿用地 47.43hm²，其他土地 4.27hm²。

本方案将复垦责任范围划分为五个阶段，分别进行复垦设计，详见表 6-2 和表 6-3。

图 6-1 各阶段复垦区域示意图

表 6-2 各阶段复垦计划安排表（单位：hm²）

地类	第一阶段	第二阶段	第三阶段	第四阶段	第五阶段	合计（公顷）
耕地	229.57	200.02	183.76	248	471.34	1332.6
园地	0	0	0.17	0	0	0.17
林地	10.11	1.87	0.04	3.83	2.83	18.68
交通运输用地	0	0	1.53	1.1	1.87	4.5
水域及水利设施用地	25.28	5.11	0.98	5.74	8.44	45.55
其他土地	1.46	1.46	4.41	2.86	4.27	14.46
城镇村及工矿用地	27.62	12.62	35.47	56.22	47.43	179.36
合计（公顷）	294.04	221.08	226.36	317.66	536.18	1595.32

表 6-3 各阶段土地复垦工程量安排表

序号	一级工程	二级工程	三级工程	四级工程	单位	总工程量	第一阶段	第二阶段	第三阶段	第四阶段	第五阶段
一	土壤重构工程										
(一)		表土剥覆工程									
			表土剥离		100m ³	17271.20	5181.36	3108.82	3454.24	2936.10	2590.68
			表土回覆		100m ³	8006.00	2401.80	1441.08	1601.20	1361.02	1200.90
(二)		边采边复工程									
			土方开挖		100m ³	25580.60	7674.18	4604.51	5116.12	4348.70	3837.09
			表土回覆		100m ³	25580.60	7674.18	4604.51	5116.12	4348.70	3837.09
			矸石塘基		100m ³	2059.00	617.70	370.62	411.80	350.03	308.85
			浆砌石块		100m ³	141.36	42.41	25.44	28.27	24.03	21.20
			砂砾石垫层		100m ³	21.20	6.36	3.82	4.24	3.60	3.18
(三)		平整工程									
			田面平整		100m ³	28210.10	8463.03	5077.82	5642.02	4795.72	4231.52
			人工平土		100m ³	8.94	2.68	1.61	1.79	1.52	1.34
			翻耕		hm ²	111.57	33.47	20.08	22.31	18.97	16.74
(四)		生物化学工程									
			土壤培肥		hm ²	948.77	284.63	170.78	189.75	161.29	142.32
(五)		清理工程					0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
			地基清理		100m ³	6759.90	2027.97	1216.78	1351.98	1149.18	1013.99
二	植被重建工程										
(一)		林草恢复工程									
			清运树木		100 株	113.66	34.10	20.46	22.73	19.32	17.05
			补种树木		100 株	10.40	3.12	1.87	2.08	1.77	1.56
(二)		农田防护工程									
			植树		100 株	220.36	40.81	30.67	31.42	44.07	73.39
三	配套工程										
(一)		灌排工程									
			斗沟								
				土方开挖	100m ³	2306.02	424.31	320.54	327.45	458.9	774.82
			农沟								
				土方开挖	100m ³	1699.18	312.65	236.19	241.28	338.14	570.92
			机井								

序号	一级工程	二级工程	三级工程	四级工程	单位	总工程量	第一阶段	第二阶段	第三阶段	第四阶段	第五阶段
				机井	个	142	43	26	28	24	21
(二)		水工建筑物									
			涵洞		个	56	10	8	8	11	19
(三)		道路工程	公路								
				矸石回填压实	1000m ²	47.85	8.8	6.65	6.79	9.52	16.08
			田间道								
				矸石路基	1000m ²	145.78	26.82	20.26	20.7	29.01	48.98
				泥结碎石路面	1000m ²	68.64	12.63	9.54	9.75	13.66	23.06
			生产路								
				矸石路基	1000m ²	78.33	14.41	10.89	11.12	15.59	26.32
				素土路面	1000m ²	156.54	28.85	21.69	22.21	31.17	52.61
四	监测与管 护措施										
(一)		监测措施									
			土地利用状况监 测		hm ²	1595.32	294.04	221.08	226.36	317.66	536.18
			复垦效果监测	土壤质量监测	点次	48	12	9	10	9	8
				林地植被恢复监 测	点次	15	3	2	2	3	5
				配套设施监测	点次	30	6	5	7	6	6
(二)		管护措施									
			耕地管护		hm ²	940.33	282.10	169.26	188.07	159.86	141.05
			林地管护		hm ²	8.43	2.53	1.52	1.69	1.43	1.26
			防护林管护		hm ²	11.53	3.46	2.08	2.31	1.96	1.73

6.3 近期年度工作安排

6.3.1 矿山地质环境保护

本方案地质环境保护第一阶段主要涉及对河堤进行加固；布设岩移观测站对其进行监测；对河堤两侧、工业广场、道路两侧进行绿化；对地表水、地下水、地表变形布设监测点进行监测。第一阶段矿山地质环境保护工程量见表 6-4。

6.3.2 土地复垦

根据矿山地质环境保护与土地复垦总体工作部署和阶段实施计划，根据沉陷预计结果，结合现场调查，本方案制定了复垦第一阶段（2018~2022 年）分年度复垦工作计划，近期各年度复垦范围示意图如图 6-2 所示，具体工作安排如下：

2018 年：复垦范围为位于北小营村，小罗召村，西丁庄村，宋坦村的现状采空塌陷影响未复垦区，面积为 51.07hm²，主要工作内容为对区内的水浇地、旱地，有林地和其他林地进行复垦，维护铁路、公路及农村道路，并安排相应的监测和管护措施。

2019 年：复垦范围为宋坦村，北小营村，大梁冢村的现状采空塌陷影响未复垦区，面积为 66.92 hm²，主要工作内容为对区内的水浇地、旱地、有林地和其他林地进行复垦，维护铁路、公路及农村道路，并安排相应的监测和管护措施。

2020 年：复垦位置为大梁冢村东北部，宋坦村西部的现状采空塌陷影响未复垦区，面积为 60.08hm²，主要工作内容为对区内的水浇地进行复垦，维护公路及农村道路，并安排相应的监测和管护措施。

图 6-2 赵固二矿近期年度复垦范围示意图

2021 年：复垦范围为大梁冢村东南部，宋坦村西北部现状采空塌陷影响未复垦区，面积为 73.49hm²，主要工作内容为对区内的水浇地和旱地进行复垦，维护铁路及农村道路，并安排相应的监测和管护措施。

2022 年：复垦位置位于西木庄村北部的现状采空塌陷影响未复垦区，面积为 42.48hm²，主要工作内容为对区内的水浇地进行复垦，维护铁路、公路及农村道路，并安排相应的监测和管护措施。

本方案土地复垦第一阶段主要涉及表土处置、田面平整、翻耕、土壤培肥、斗沟、农沟、田间道、生产路、监测等复垦措施。第一阶段土地复垦工程量见所示表 6-5。

表 6-4 第一阶段地质环境保护工程量测算表

序号	一级工程	二级工程	三级工程	四级工程	单位	总工程量	2018年	2019年	2020年	2021年	2022年
一	工程措施										
(一)		绿化治理工程									
			河堤加固		m	5500	2000	900	850	950	800
			河堤两侧工广、鱼塘、道路绿化		m ²	4800	1050	960	850	1000	940
(二)		地裂缝回填工程									
			回填料运输		100m ³	735.77	161.87	147.15	132.44	154.51	139.80
			回填压实		100m ³	735.77	161.87	147.15	132.44	154.51	139.80
(三)		含水层修复工程									
			水文物探		点次	2500	500	500	500	500	500
			钻孔		m	500000	100000	100000	100000	100000	100000
			注浆		t	400000	80000	80000	80000	80000	80000
(四)		主井封闭工程									
			回填矸石		m ³	0	0	0	0	0	0
			挡渣墙施工		座	0	0	0	0	0	0
			挡水墙施工		座	0	0	0	0	0	0
			回填粘土		m ³	0	0	0	0	0	0
(五)		副井封闭工程									
			回填矸石		m ³	0	0	0	0	0	0
			挡渣墙施工		座	0	0	0	0	0	0
			挡水墙施工		座	0	0	0	0	0	0
			回填粘土		m ³	0	0	0	0	0	0
(六)		风井封闭工程									

序号	一级工程	二级工程	三级工程	四级工程	单位	总工程	2018年	2019年	2020年	2021年	2022年
			回填矸石		m ³	0	0	0	0	0	0
			挡渣墙施工		座	0	0	0	0	0	0
			挡水墙施工		座	0	0	0	0	0	0
			回填粘土		m ³	0	0	0	0	0	0
二	监测措施										
(一)		地质灾害监测									
			岩移监测		点次	26100	5220	5220	5220	5220	5220
			采空塌陷及地裂缝监测		点次	440	88	88	88	88	88
		地形地貌景观与土地资源			点次	25	5	5	5	5	5
(二)		含水层破坏									
			地下水环境监测								
				地下水水位监测	点次	600	120	120	120	120	120
				地下水水质监测	点次	150	30	30	30	30	30
(三)		水土污染									
			地表水环境监测								
				地表水水质监测	点次	60	12	12	12	12	12
			土壤质量监测		点次	35	7	7	7	7	7

表 6-5 第一阶段土地复垦工程量测算表

序号	一级工程	二级工程	三级工程	四级工程	单位	总工程量	2018	2019	2020	2021	2022
一	土壤重构工程										
(一)		表土剥覆工程									
			表土剥离		100m ³	5181.36	1139.90	1036.27	932.64	1088.09	984.46
			表土回覆		100m ³	2401.80	528.40	480.36	432.32	504.38	456.34
(二)		边采边复工程									
			土方开挖		100m ³	7674.18	1688.32	1534.84	1381.35	1611.58	1458.09
			表土回覆		100m ³	7674.18	1688.32	1534.84	1381.35	1611.58	1458.09
			矸石塘基		100m ³	617.70	135.89	123.54	111.19	129.72	117.36
			浆砌石块		100m ³	42.41	9.33	8.48	7.63	8.91	8.06
			砂砾石垫层		100m ³	6.36	1.40	1.27	1.14	1.34	1.21
(三)		平整工程									
			田面平整		100m ³	8463.03	1861.87	1692.61	1523.35	1777.24	1607.98
			人工平土		100m ³	2.68	0.59	0.54	0.48	0.56	0.51
			翻耕		hm ²	33.47	7.36	6.69	6.02	7.03	6.36
(四)		生物化学工程									
			土壤培肥		hm ²	284.63	62.62	56.93	51.23	59.77	54.08
(五)		清理工程									
			地基清理		100m ³	2027.97	446.15	405.59	365.03	425.87	385.31
二	植被重建工程										
(一)		林草恢复工程									
			清运树木		100 株	34.10	7.50	6.82	6.14	7.16	6.48
			补种树木		100 株	3.12	0.69	0.62	0.56	0.66	0.59
(二)		农田防护工程									
			植树		100 株	40.81	8.98	8.16	7.35	8.57	7.75
三	配套工程										
(一)		灌排工程									
			斗沟								
			土方开挖		100m ³	424.31	93.35	84.86	76.38	89.11	80.62
			农沟								
			土方开挖		100m ³	312.65	68.78	62.53	56.28	65.66	59.40
			机井								
			机井		个	43	9	9	8	9	8
(二)		水工建筑物									

序号	一级工程	二级工程	三级工程	四级工程	单位	总工程量	2018	2019	2020	2021	2022
			涵洞		个	10	2	2	2	2	2
(三)		道路工程									
			公路								
				矸石回填压实	1000m ²	8.80	1.94	1.76	1.58	1.85	1.67
			田间道								
				矸石路基	1000m ²	26.82	5.90	5.36	4.83	5.63	5.10
				泥结碎石路面	1000m ²	12.63	2.78	2.53	2.27	2.65	2.40
			生产路								
				矸石路基	1000m ²	14.41	3.17	2.88	2.59	3.03	2.74
				素土路面	1000m ²	28.85	6.35	5.77	5.19	6.06	5.48
四	监测与管护措施										
(一)		监测措施									
			土地利用状况监测		hm ²	294.04	64.69	58.81	52.93	61.75	55.87
			复垦效果监测	土壤质量监测	点次	12	3	2	2	3	2
				林地植被恢复监测	点次	3	0	0	1	1	1
				配套设施监测	点次	6	1	1	1	2	1
(二)		管护措施									
			耕地管护		hm ²	282.10	62.06	56.42	50.78	59.24	53.60
			林地管护		hm ²	2.53	0.56	0.51	0.46	0.53	0.48
			防护林管护		hm ²	3.46	0.76	0.69	0.62	0.73	0.66

7 经费估算与进度安排

7.1 经费估算依据

- 1、河南省建筑工程标准定额站颁发的《河南省建设工程工程量清单综合单价(2008)》；
- 2、《土地复垦方案编制规程》（TD/T 1031.1—2011）；
- 3、《土地开发整理项目资金管理暂行办法》（国土资发[2000]282号）
- 4、《国家投资土地开发整理项目管理暂行办法》（国土资发[2000]316号）
- 5、《土地开发整理标准》（TD/T1011-1013-2000）
- 6、《土地开发整理项目预算编制暂行办法》（财[2001]41号）
- 7、《土地开发整理项目预算定额标准》（财建[2011]169号）
- 8、《河南省建筑工程标准定额站发布2017年7-12月人工费价格信息》（豫建标定[2017]31号）
- 9、《焦作标准造价信息》（2017年第5期）
- 10、《新乡建设工程造价信息》（2017年第5期）
- 11、《煤炭建设工程施工机械台班费用定额（2015年基价）》
- 12、《关于发布<煤炭建设工程工程量清单项目及计算规则>、各类工程消耗量定额和工程造价管理有关规定的通知》（中煤建协字[2007]90号）
- 13、矿山实际预算或投入资金。
- 14、生物措施的投资概算采用当地定额标准。
- 15、土石方运输采用当地市场价格
- 16、设备价格主要采用厂家询价

7.2 矿山地质环境治理工程经费估算

7.2.1 总工程量与投资估算

矿山地质环境保护与治理恢复主要指对矿山生产安全构成威胁的主要地质环境问题、采空塌陷及伴生地裂缝进行治理恢复，地质环境监测，主副井封闭，对矿区环境进行绿化等项目。矿山地质环境保护与治理恢复总工程量见表 7-1，矿山地质环境保护与

恢复治理静态总投资为 14100.88 万元，动态总投资为 16172.01 万元。具体投资估算见表 7-2。

表 7-1 矿山地质环境保护与治理恢复总工程量

序号	一级工程	二级工程	三级工程	四级工程	单位	总工程量
一	工程措施					
(一)		绿化治理工程				
			河堤加固		m	8050
			河堤两侧工广、鱼塘、道路绿化		m ²	15800
(二)		地裂缝回填工程				
			回填料运输		100m ³	2200
			回填压实		100m ³	2200
(三)		含水层修复工程				
			水文物探		点次	10500
			钻孔		m	2100000
			注浆		t	1680000
(四)		主井封闭工程				
			回填矸石		m ³	12800
			挡渣墙施工		座	2
			挡水墙施工		座	1
			回填粘土		m ³	396
(五)		副井封闭工程				
			回填矸石		m ³	12801
			挡渣墙施工		座	2
			挡水墙施工		座	1
			回填粘土		m ³	435.6
(六)		风井封闭工程				
			回填矸石		m ³	38402
			挡渣墙施工		座	2
			挡水墙施工		座	1
			回填粘土		m ³	1267.2
二	监测措施					
(一)		地质灾害监测				
			岩移监测		点次	140940
			采空塌陷及地裂缝监测		点次	2376
		地形地貌景观与土地资源			点次	135
(二)		含水层破坏				
			地下水环境监测			
				地下水水位监测	点次	3240
				地下水水质监测	点次	810
(三)		水土污染				
			地表水环境监测			
				地表水水质监测	点次	324
			土壤质量监测		点次	189

表 7-2 矿山地质环境保护与恢复治理投资估算总表

序号	工程或费用名称	合计
1	工程施工费	9794.40
2	设备费	0.00
3	其他费用	1175.33
1)	前期工作费	587.66
2)	工程监理费	97.94
3)	竣工验收费	293.83
4)	业主管理费	195.89
4	监测与管护费	208.17
5	预备费	3332.94
1)	基本预备费	967.98
2)	价差预备费	2071.13
3)	风险金	293.83
6	静态总投资	14100.88
7	动态总投资	16172.01

7.2.2 单项工程量与投资估算

矿山地质环境保护与恢复治理工程施工费见 7-3，其他费用见表 7-4。

表 7-3 矿山地质环境保护与恢复治理工程施工费

序号	一级工程	二级工程	三级工程	四级工程	单位	工程量	单价 (元)	合计 (万元)
一	工程措施							
(一)		绿化治理工程						
			河河堤加固		m	8050	821	660.91
			河堤两侧, 工 厂、鱼塘、道路 绿化		m ²	15800	36	56.88
(二)		地裂缝回填工程						
			回填料运输		100m ³	2200	64	1381.10
			回填压实		100m ³	2200	86	1892.00
(三)		主井封闭工程						
			回填矸石		m ³	12800	54	69.12
			挡渣墙施工		座	2	18000	3.60
			挡水墙施工		座	1	32400	3.24
(四)			回填粘土		m ³	396	101	4.00
		副井封闭工程						
			回填矸石		m ³	12801	54	69.13
			挡渣墙施工		座	2	18000	3.60
			挡水墙施工		座	1	32400	3.24
(五)			回填粘土		m ³	435.6	101	4.40
		风井封闭工程						
			回填矸石		m ³	38402	54	207.37
			挡渣墙施工		座	2	18000	3.60
			挡水墙施工		座	1	32400	3.24
(六)			回填粘土		m ³	1267.2	101	12.80
		含水层修复工程						
			水文物探		点次	10500	117.87	123.76
			钻孔		m	2100000	16.49	3462.90
			注浆		t	1680000	10.89	1829.52
二	监测措施							
(一)		地质灾害监测						
			岩移监测		点次	140940	118	70.47
			采空塌陷及地 裂缝监测		点次	2376	16	3.80
		地形地貌景观与 土地资源			点次	135	11	0.15
(二)		含水层破坏						
			地下水环境监 测					
				地下水水位 监测	点次	3240	45	14.58

序号	一级工程	二级工程	三级工程	四级工程	单位	工程量	单价 (元)	合计 (万元)
				地下水水质 监测	点次	810	21	1.70
(三)		水土污染						
			地表水环境监 测					
				地表水水质 监测	点次	324	45	1.00
			土壤质量监测		点次	189	21	0.34
三	税费					(I+II) *11%		1100.28
合计						(I+II+III)		11102.85

表 7-4 矿山地质环境保护与恢复治理其他费用估算表

序号	工程或费用名称	计算标准	费用 (万元)
1	前期工作费	工程施工费*6%	587.66
2	工程监理费	工程施工费*1%	97.94
3	竣工验收费	工程施工费*3%	293.83
4	业主管理费	工程施工费*2%	195.89

7.3 土地复垦工程经费估算

本方案的土地复垦总面积 1595.32hm²，静态总投资 35519.41 万元，静态亩均投资 1.48 万元/亩。其中工程施工费 25793.27 万元，其他费用是 5510.88 万元，监测与管护费 1151.08 万元，基本预备费 2290.38 万元，价差预备费 21968.26 万元，风险金 773.80 万元。各项费用总计及比例见表 7-6。动态投资为静态投资与价差预备费之和，经计算动态总投资 57487.67 万元，动态亩均投资 2.4 万元/亩。

7.3.1 总工程量与投资估算

1、总工程量

工程量汇总见表 7-5。

表 7-5 矿区土地复垦工程量汇总表

序号	一级工程	二级工程	三级工程	四级工程	单位	总工程量
一	土壤重构工程					
(一)		表土剥覆工程				
			表土剥离		100m ³	17271.20
			表土回覆		100m ³	8006.00
(二)	边采边复工程					
			土方开挖		100m ³	25580.60
			表土回覆		100m ³	25580.60
			矸石塘基		100m ³	2059.00
			浆砌石块		100m ³	141.36
			砂砾石垫层		100m ³	21.20
(三)		平整工程				
			田面平整		100m ³	28210.10
			人工平土		100m ³	8.94
			翻耕		hm ²	111.57
(四)		生物化学工程				
			土壤培肥		hm ²	948.77
(五)		清理工程				
			地基清理		100m ³	6759.90
二	植被重建工程					
(一)		林草恢复工程				
			清运树木		100 株	113.66
			补种树木		100 株	10.40
(二)		农田防护工程				
			植树		100 株	220.36
三	配套工程					
(一)		灌排工程				
			斗沟			
				土方开挖	100m ³	2306.02
			农沟			
				土方开挖	100m ³	1699.18
			机井			
				机井	个	142
(二)		水工建筑物				
			涵洞		个	56
(三)		道路工程				
			公路			
				矸石回填压实	1000m ²	47.85
			田间道			
				矸石路基	1000m ²	145.78
				泥结碎石路面	1000m ²	68.64
			生产路			
				矸石路基	1000m ²	78.33
				素土路面	1000m ²	156.54
四	监测与管护措施					
(一)		监测措施				
			土地利用状况监测		hm ²	1595.32
			复垦效果监测			
				土壤质量监测	点次	48
				林地植被恢复监测	点次	15

序号	一级工程	二级工程	三级工程	四级工程	单位	总工程量
				配套设施监测	点次	30
(二)		管护措施				
			耕地管护		hm ²	940.33
			林地管护		hm ²	8.43
			防护林管护		hm ²	11.53

2、投资估算

赵固二矿土地复垦工程静态总投资 35519.41 万元，静态亩均投资 1.48 万元/亩。动态总投资 57487.67 万元，动态亩均投资 2.4 万元/亩。工程投资汇总表见表 7-。

表 7-6 矿区土地复垦投资估算总表

序号	费用名称	金额（万元）
1	工程施工费	25793.27
2	设备费	0.00
3	其他费用	5510.88
4	监测与管护费	1151.08
(1)	监测费	959.01
(2)	管护费	192.07
5	预备费	25258.64
(1)	基本预备费	2290.38
(2)	价差预备费	21968.26
(3)	风险金	773.80
6	静态总投资	35519.41
7	动态总投资	57487.67

7.3.2 单项工程量与投资估算

1、费用构成

本项目矿山地质环境保护与土地复垦投资估算参照《土地开发整理项目预算定额》中的费用构成。工程预算总体费用构成包括工程施工费、设备费、其他费用、监测与管护费、预备费五部分组成。

(1) 工程施工费

工程施工费由直接费、间接费、企业利润和税金组成。

1) 直接费

包括直接工程费和措施费。

①直接工程费

直接工程费由人工费、材料费、施工机械使用费组成。

人工费=工程量×定额人工费单价

材料费=工程量×定额材料费单价

施工机械使用费=工程量×定额施工机械使用费单价

人工费定额：结合在矿区做的实际调查，复垦区内人工单价分别按甲类工 122.09 元/日，乙类工 115.97 元/日计算，甲类工、乙类工日单价计算见表 7-7 和表 7-8。

材料费定额：材料消耗费依据《预算定额》计取，材料价格参照目前新乡市造价信息，定额中包括材料的运杂费。主材料价格表见表 7-9 所示。

施工机械使用费：根据《机械台班费预算定额》标准计取。施工机械使用费表见表 7-7 所示。

表 7-7 甲类人工单价计算表

人工预算单价计算表（甲类工）			
地区类别	六类及以下地区	定额人工等级	
序号	项目	计算式	单价（元）
1	基本工资	基本工资标准（1450 元/月×1）×12÷（250-10）	72.50
2	辅助工资		8.09
(1)	地区津贴	津贴标准（0 元/月）×12÷（250-10）	0.00
(2)	施工津贴	津贴标准（3.5 元/天）×365×0.95÷（250-10）	5.06
(3)	夜餐津贴	津贴标准（4.5 元/天+3.5 元/天）÷2×0.2	0.80
(4)	节日加班津贴	基本工资×2×11÷250×0.35	2.23
3	工资附加费		41.50
(1)	职工福利基金	（基本工资+辅助工资）×0.14	11.28
(2)	工会经费	（基本工资+辅助工资）×0.02	1.61
(3)	养老保险费	（基本工资+辅助工资）×0.2	16.12
(4)	医疗保险费	（基本工资+辅助工资）×0.04	3.22
(5)	工伤保险费	（基本工资+辅助工资）×0.015	1.21
(6)	职工失业保险基金	（基本工资+辅助工资）×0.02	1.61
(7)	住房公积金	（基本工资+辅助工资）×0.08	6.45
4	人工工日预算单价	基本工资+辅助工资+工资附加费	122.09

表 7-8 乙类人工单价计算表

人工预算单价计算表 (乙类工)			
地区类别	六类及以下地区	定额人工等级	
序号	项目	计算式	单价(元)
1	基本工资	基本工资标准 (1450 元/月×1) ×12÷ (250-10)	72.50
2	辅助工资		4.05
(1)	地区津贴	津贴标准 (0 元/月) ×12÷ (250-10)	0.00
(2)	施工津贴	津贴标准 (2 元/天) ×365×0.95÷ (250-10)	2.89
(3)	夜餐津贴	津贴标准 (4.5 元/天+3.5 元/天) ÷2×0.05	0.20
(4)	节日加班津贴	基本工资×2×11÷250×0.15	0.96
3	工资附加费		39.42
(1)	职工福利基金	(基本工资+辅助工资) ×0.14	10.72
(2)	工会经费	(基本工资+辅助工资) ×0.02	1.53
(3)	养老保险费	(基本工资+辅助工资) ×0.2	15.31
(4)	医疗保险费	(基本工资+辅助工资) ×0.04	3.06
(5)	工伤、生育保险费	(基本工资+辅助工资) ×0.015	1.15
(6)	职工失业保险基金	(基本工资+辅助工资) ×0.02	1.53
(7)	住房公积金	(基本工资+辅助工资) ×0.08	6.12
4	人工工日预算单价	基本工资+辅助工资+工资附加费	115.97

表 7-9 主材料价格表

序号	名称及规格	单位	预算价格	序号	名称及规格	单位	预算价格
1	汽油	kg	9.31	10	碎石 (0.5-3)	m ³	50
2	柴油	kg	7.55	11	粘土	m ³	30
3	电	kwh	0.56	12	煤矸石	kg	0.03
4	水	m ³	3.4	13	毛白杨	株	5
5	风	m ³	0.12	14	狗尾草	kg	32
6	砂	m ³	20	15	涵洞	个	2500
7	块石	m ³	60	16	有机肥	kg	1
8	砂浆	m ³	150	17	机井	眼	5000
9	砂砾石	m ³	40				

由于本方案选用了土壤培肥措施, 而《土地开发整理项目预算定额》中没有相应定额, 本方案根据现场调查情况选用了补充定额, 定额计算如表 7-10。

表 7-10 土壤培肥机械台班费预算定额表

序号	项目名称	单位	数量	单价 (元)	合价 (元)
(一)	直接工程费				1305.60
1	人工费				244.02
	甲类工	工日	0.00	122.09	0.00
	乙类工	工日	2.10	115.97	243.53
	其他人工费用	%	0.20		0.49
2	材料费				1020.00
	有机肥	kg	5000.00	1.00	5000.00
	其他材料费用	%	2.00		20.00
3	机械费				0.00
	人工装载重汽车运化肥	台班	0.10	415.84	41.58
	合计	hm ²			1305.60

②措施费

措施费是指完成工程施工，发生于该工程施工前和施工过程中非工程实体的费用。主要包括：临时设施费、冬雨季施工增加费、夜间施工增加费、施工辅助费、特殊地区施工增加费和安全及文明施工措施费。结合本项目的特点，措施费按直接工程费 4%~6% 计提，本项目按 5% 提取。

2) 间接费

结合本项目的特点，间接费可按直接工程费的 5% 计算。

3) 利润

结合本项目的特点，利润按直接费和间接费之和的 7% 计算。

4) 税金

依据《土地开发整理定额 2011 编制规定》，本项目税金县镇费率取 3.35%，取费基数为直接费、间接费和利润之和。

(2) 设备购置费

本矿在开展土地复垦工作中，不需要购置设备，因此本次复垦投资估算中设备费为 0 元。

(3) 其它费用

其它费用由前期工作费、工程监理费、竣工验收费和业主管理费组成。

1) 前期工作费

前期工作费包括土地利用与生态现状调查费、科研试验费、土地勘测费、阶段复垦方案编制费、年度实施方案编制费，其他费用。

- ① 土地利用与生态现状调查费，取工程施工费的 0.50% 计算；
- ② 科研试验费，以工程施工费与设备购置费之和为计费基数，采用分档定额计算方法计算，各区间按照内插法确定。
- ③ 土地勘测费取工程施工费的 1.50% 计算，即项目勘测费=工程施工费×1.5%；
- ④ 阶段复垦方案编制费以直接施工费为计费基数，采用分档定额计算方法计算，各区间按照内插法确定。
- ⑤ 年度实施方案编制费以直接施工费为计费基数，采用分档定额计算方法计算，各区间按照内插法确定。
- ⑥ 其他费用在复垦过程中很多费用难以具体化，但工程投资中所发生的费用，如招标代理费，以直接施工费为计费基数，采用分档定额计算方法计算，各区间

按照内插法确定。

2) 工程监理费

工程监理费是指项目承担单位委托具有工程监理资质的单位，按国家有关规定进行全过程的监督与管理所发生的费用。以工程施工费和设备购置费之和作为计费基数，采用分档定额计算方法计算，各区间按照内插法确定。

3) 拆迁补偿费

拆迁补偿费采取适量一次补偿方式编制预算。由于本方案不设计拆迁，所以该费用为0。

4) 竣工验收费

竣工验收费指项目工程完工后，因项目竣工验收、决算、成果的管理等发生的各项支出，主要包括工程复合费、工程验收费、项目决算编制和审计费、整理后土地的重估与登记费和标识设定费。计费基数为工程施工费与设备购置费之和，计费方法为差额定率累进法计算。

5) 业主管理费

业主管理费指项目承担单位为项目的组织、管理所发生的各项管理性支出，以按工程施工费、设备购置费、前期工作费、工程监理费和竣工验收费之和为计费基础，采用差额定率累进法计算。

(4) 监测与管护费

1) 监测费

监测费包括复垦区原地貌地表状况监测费、土地损毁监测费、土地复垦效果监测等，合计费用49.6万元。

2) 管护费

本方案管护对象为复垦后的所有耕地、林地，按照当地管护经验，耕地管护约2000元/hm²，林地管护约2000元/hm²，防护林管护约2000元/hm²，因此其管护费用总计192.07万元。

(5) 预备费

1) 基本预备费

指为解决在工程施工过程中因自然灾害、设计变更等所增加的费用。可按工程施工费与其他费用之和的8%计取。

2) 价差预备费

指为解决工程施工过程中，因物价（人工工资、材料和设备价格）上涨、国家宏观调控以及地方经济发展等因素而增加的费用。

假设矿井生产服务年限为 n 年，年度价格波动水平按国家规定的当年物价指数 r 计算，若每年的静态投资费为 $a_1, a_2, a_3, \dots, a_n$ （万元），则第 i 年的价差预备费 W_i ：

$$W_i = a_i [(1+i)^i - 1]$$

3) 风险金

风险金是指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。风险金设计的具体内容包括地下开采过程中地面突发的地表裂缝及地表沉陷等，虽然这些问题在一定程度上可以预见，但是以目前的技术水平往往难以克服，风险金按土地复垦工程施工费、设备费和其他费用两项费用的一定比例计取，结合本项目特点，风险金计算公式为：风险资金=（工程施工费+设备费+其他费用）×费率，根据《<河南省矿山土地复垦与地质环境保护治理方案>编制技术要求》规定，风险金按工程施工费的 3% 计取。

2、费用估算

静态总投资 35519.41 万元，静态亩均投资 1.48 万元/亩。其中工程施工费 25793.27 万元，其他费用是 5510.88 万元，监测与管护费 1151.08 万元，基本预备费 2290.38 万元，价差预备费 21968.26 万元，风险金 773.80 万元。动态总投资 57487.67 万元，动态亩均投资 2.4 万元/亩。各项费用总计及比例见表 7-。具体的复垦资金安排、提取等详见第八章复垦进度安排及资金安排表。

土地复垦工程施工费估算表见表 7-11；监测与管护费见表 7-12；其他费用估算见表 7-13；静态投资与动态投资估算见表 7-14

表 7-11 工程施工费单价估算表

序号	一级工程	二级工程	三级工程	四级工程	工程量	单位	直接费			间接费 (元)	利润 (元)	税金 (元)	综合单价 (元)	总价 (万元)
							直接工程 费(元)	措施费 (元)	合计					
一	土壤 重构 工程													
(一)		表土剥 覆工程												
			表土剥离		17271.20	100m ³	810.31	40.52	850.82	40.52	62.39	31.95	985.68	5023.88
			表土回覆		8006.00	100m ³	711.62	35.58	747.2	35.58	54.79	28.06	865.64	6930.03
(二)		边采边 复工程												
			土方开挖		25580.60	100m ³	937.77	46.89	984.66	46.89	72.21	36.98	114.07	291.80
			表土回覆		25580.60	100m ³	740.14	37.01	777.15	37.01	56.99	29.18	90.03	230.30
			研石塘基		2059.00	100m ³	1868.00	93.40	1961.40	93.40	143.84	73.65	227.229	467.86
			浆砌石块		141.36	100m ³	208.79	10.44	219.23	10.44	16.08	8.23	253.98	359.03
			砂砾石垫层		21.20	100m ³	31.32	1.57	32.88	1.57	2.41	1.23	38.10	8.08
(二)		平整工 程												
			田面平整		28210.10	100m ³	127.12	6.36	133.47	6.36	9.79	5.01	154.63	436.21
			人工平土		8.94	100m ³	87.84	4.39	92.23	4.39	6.76	3.46	106.85	9.55
			翻耕		111.57	hm ²	148.24	7.41	155.66	7.41	11.42	5.85	180.33	2.01
(三)		生物化 学工程												
			土壤培肥		948.77	hm ²	1305.6	65.28	1370.88	65.28	100.53	51.48	1588.17	150.68
(四)		清理工 程												
			地基清理		6759.90	100m ³	18869.51	943.48	19812.99	943.48	1452.95	744.02	22953.43	1551.63
二	植被 重建													

序号	一级工程	二级工程	三级工程	四级工程	工程量	单位	直接费			间接费(元)	利润(元)	税金(元)	综合单价(元)	总价(万元)
							直接工程费(元)	措施费(元)	合计					
	工程													
(一)		林草恢复工程												
			清运树木		113.66	100 株	4611.44	230.57	4842.01	230.57	355.08	181.83	5609.49	637.57
			补种树木		10.40	100 株	1005.35	50.27	1055.62	50.27	77.41	39.64	1222.94	127.19
(二)		农田防护工程												
			植树		220.36	100 株	1005.35	50.27	1055.62	50.27	77.41	39.64	1222.94	26.95
三	配套工程													
(一)		灌排工程												
			斗沟											
				土方开挖	2306.02	100m ³	708.18	35.41	743.58	35.41	54.53	27.92	861.45	198.65
			农沟											
				土方开挖	1699.18	100m ³	577.89	28.89	606.79	28.89	44.50	22.79	702.96	119.45
			机井											
				机井	142	个		0	0	0	0	0	5000	71.00
(二)		水工建筑物												
			涵洞		56	个		0	0	0	0	0	2500	14.00
(三)		道路工程												
			公路											
				卵石回填压实	47.85	1000m ²	22064.06	1103.2	23167.27	1103.2	1698.93	869.97	26839.38	128.43
			田间道											

序号	一级工程	二级工程	三级工程	四级工程	工程量	单位	直接费			间接费 (元)	利润 (元)	税金 (元)	综合单价 (元)	总价 (万元)
							直接工程 费(元)	措施费 (元)	合计					
				碎石路基	145.78	1000m ²	12520.23	626.01	13146.24	626.01	964.06	493.67	15229.98	2220.23
				泥结碎石路面	68.64	1000m ²	15202.59	760.13	15962.72	760.13	1170.6	599.43	18492.88	12693.51
			生产路											
				碎石路基	78.33	1000m ²	6664.59	333.23	6997.82	333.23	513.17	262.78	8107.01	635.02
				素土路面	156.54	1000m ²	1642.4	82.12	1724.52	82.12	126.46	64.76	1997.87	312.75

表 7-12 监测与管护费用表

监测与管护措施	一级工程	二级工程	三级工程	工程量	综合单价 (元)		总价 (万元)
					单位	单价 (元)	
	监测措施						
		土地利用状况监测		1595.32	元/hm ²	580	925.29
		复垦效果监测					
			土壤质量监测	48	元/点次	580	27.84
			林地植被恢复监测	15	元/点次	200	3.00
			配套设施监测	30		96	2.88
	管护措施						
		耕地管护		940.33	元/hm ²	2000	188.07
		林地管护		8.43	元/hm ²	2000	1.69
		防护林管护		11.53	元/hm ²	2000	2.31

表 7-13 其他费用估算表 (万元)

序号	费用名称	预算金额 (万元)
一	前期工作费	2468.15
(1)	土地利用与生态现状调查费	263.37
(2)	土地复垦方案编制费	85.67
(3)	土地勘测费	790.11
(4)	阶段性实施方案编制费	632.71
(5)	工程招标代理费	43.34
二	工程监理费	652.95
三	拆迁补偿费	0.00
四	竣工验收费	1285.32
(1)	工程复核费	248.09
(2)	工程验收费	496.18
(3)	工程决算的编制与审计费	285.48
(4)	复垦后土地重估与登记费	221.76
(5)	标识设定费	33.82
五	业主管理费	1104.47

表 7-14 各阶段土地复垦静态投资与动态投资估算表（单位：万元）

阶段	年份	静态投资（万元）		价差预备费（万元）	动态投资（万元）	
		投资额度（万元）	合计（万元）		投资额度（万元）	合计（万元）
第一阶段	2018	845.08	4024.20	761.03	1606.11	10716.59
	2019	764.60		1937.51	2702.11	
	2020	925.58		1915.90	2841.48	
	2021	684.11		1316.13	2000.24	
	2022	804.83		761.82	1566.65	
第二阶段	2023	679.79	3398.94	990.03	1669.82	8842.73
	2024	679.79		1064.07	1743.86	
	2025	679.79		1162.84	1842.63	
	2026	679.79		1138.11	1817.90	
	2027	679.79		1088.73	1768.52	
第三阶段	2028	619.56	3097.82	1010.13	1629.70	8642.20
	2029	619.56		1084.18	1703.74	
	2030	619.56		1182.95	1802.51	
	2031	619.56		1158.22	1777.78	
	2032	619.56		1108.90	1728.47	
第四阶段	2033	684.87	4109.23	1357.69	2042.56	12601.26
	2034	684.87		1431.82	2116.69	
	2035	684.87		1530.59	2215.46	
	2036	684.87		1505.86	2190.73	
	2037	684.87		1456.47	2141.35	
	2038	684.87		1209.60	1894.47	
第五阶段	2039	1223.01	7338.07	1849.60	3072.61	16684.89
	2040	1223.01		1923.64	3146.65	
	2041	1223.01		2022.41	3245.42	
	2042	1223.01		1997.75	3220.76	
	2043	1223.01		1553.43	2776.44	
	2044	1223.01			1223.01	

7.4 总费用汇总与年度安排

赵固二矿地质环境保护与土地复垦工程静态总投资为 49620.29 万元，动态总投资为 73659.68 万元，其中矿山地质环境保护与恢复治理静态总投资为 14100.88 万元，动态投资 16172.01 万元。其中包括工程施工费 9794.40 万元，其他费用是 1175.33 万元，监测与管护费 208.71 万元，基本预备费 967.98 万元，价差预备费 2071.13 万元，风险金 293.83 万元；土地复垦工程静态总投资 35519.41 万元，静态亩均投资 1.48 万元/亩。其中工程施工费 25793.27 万元，其他费用是 5510.88 万元，监测与管护费 1151.08 万元，基本预备费 2290.38 万元，价差预备费 21968.26 万元，风险金 773.80 万元。动态总投资 57487.67 万元，动态亩均投资 2.4 万元/亩。

7.4.1 总费用构成与汇总

赵固二矿地质环境保护与土地复垦工程静态总投资为 49620.29 万元,动态总投资为 73659.68 万元,各阶段具体构成见表 7-15。

7.4.2 近期年度经费安排

近五年矿山地质环境治理与土地复垦工程静态投资共 21362.93 万元,动态投资共 28226.78 万元,具体构成见表 7-16。

表 7-15 各阶段经费安排表

单位:万元

序号	费用名称	第一阶段	第二阶段	第三阶段	第四阶段	第五阶段
1	工程施工费	10010.83	7117.53	7117.53	6249.56	5092.23
2	设备费	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
3	其他费用	1928.53	1337.24	1337.24	1159.86	923.34
4	监测与管护费	350.02	271.82	271.82	248.38	217.20
(1)	监测费	62.56	58.82	58.82	57.74	56.29
(2)	管护费	287.46	213.00	213.00	190.64	160.91
5	预备费	7810.17	5459.55	5459.55	4754.37	3814.12
(1)	基本预备费	946.32	651.67	651.67	563.28	445.42
(2)	价差预备费	6863.85	4807.88	4807.88	4191.09	3368.70
(3)	风险金	317.06	213.52	213.52	182.47	141.05
6	静态总投资	21362.93	15051.33	15051.33	13157.92	10633.36
7	动态总投资	28226.78	19859.21	19859.21	17349.01	14002.06

表 7-16 近期年度经费安排表

单位:万元

序号	费用名称	2018 年	2019 年	2020 年	2021 年	2022 年	合计
1	工程施工费	2102.27	1701.84	1501.62	1701.84	3003.26	10010.83
2	设备费	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
3	其他费用	404.99	327.85	289.28	327.85	578.56	1928.53
4	监测与管护费	73.52	59.38	52.57	59.38	105.17	350.02
(1)	监测费	13.15	10.64	9.37	10.64	18.77	62.57
(2)	管护费	60.37	48.74	43.20	48.74	86.40	287.45
5	预备费	1640.14	1327.73	1171.53	1327.73	2343.04	7810.17
(1)	基本预备费	198.73	160.88	141.95	160.88	283.89	946.32
(2)	价差预备费	1441.41	1166.86	1029.58	1166.86	2059.15	6863.85
(3)	风险金	66.58	53.90	47.56	53.90	95.12	317.06
6	静态总投资	4486.22	3631.70	3204.43	3631.70	6408.88	21362.93
7	动态总投资	5927.62	4798.55	4234.02	4798.55	8468.04	28226.78

8 保障措施与效益分析

8.1 组织保障

焦作煤业集团赵固（新乡）能源责任有限公司负责复垦区土地的复垦工作，并成立土地复垦实施管理机构，按照国务院七部委（局）下发的《关于加强生产建设项目土地复垦管理工作的通知》（国土资发[2006]225号）精神以及《土地复垦条例》的要求，要严格按照中国国土资源部审查、备案的矿山地质环境保护与土地复垦方案报告书开展各项工作，不得随意变更和调整。辉县市国土资源主管部门负责对该项目设计初审、工程竣工验收，按工程进度拨款，并对项目的实施情况进行监督检查，成立工作领导小组，统一领导和协调复垦区土地的复垦工作。

本矿将成立矿山地质环境保护与土地复垦工作领导小组，统一协调和领导矿山地质环境保护与土地复垦工作，领导小组负责人由焦作煤业（集团）新乡能源有限公司赵固二矿相关领导担任分管领导，配备专职人员2人，负责项目工程设计招标、资金和物资使用、项目组织协调等日常管理工作。具体职责如下：

1、贯彻执行国家和地方政府、国土部门有关矿山地质环境保护与土地复垦的方针政策，制定赵固二矿地质环境保护与土地复垦工作管理规章制度。

2、协调矿山地质环境保护与土地复垦与矿山生产的关系，确保矿山地质环境保护与土地复垦资金按计划计提、预存，保证矿山地质环境保护与土地复垦工程正常施工。

3、定期深入矿山地质环境保护与土地复垦工程现场检查，掌握土地损毁及复垦措施落实情况。

4、定期向国土部门和领导汇报矿山地质环境保护与复垦工程进度，每年向地方国土资源主管部门报告土地损毁及复垦情况，配合地方国土部门对矿山地质环境保护与土地复垦工作的监督检查。

5、严格按照建设工程招投标制度选择和确定施工队伍，并对施工队伍的资质、人员的素质乃至项目经理、工程师的经历、能力进行必要的严格考核，同时督促施工单位加强规章制度建设和业务学习培训。

8.2 技术保障

1、矿山企业积极引进专业技术人员，尤其是环境工程治理技术人员和植被恢复技

术人员。通过引进专业对口、适应矿山工作环境的技术人员及加强企业员工相关专业技能的培训，可以为矿山地质环境保护和土地复垦工作提供技术人才保证；同时，矿山企业增置矿山地质环境保护与土地复垦工作所需仪器设备，为完善矿山地质环境保护与土地复垦工作提供技术上的物质保证；

2、矿山企业加强对员工的环境及生态知识、法规宣传教育，增强意识和责任感，使各项治理工程落实到人，加强企业内部自检；

3、赵固二矿在矿山地质环境保护与土地复垦方案技术上，委托有资质设计单位对项目实施编制年度实施规划、设计施工图纸等，保证矿山地质环境保护与土地复垦方案的科学性、可操作性；

4、在工程实施阶段，科学制定阶段矿山地质环境治理与土地复垦实施计划和年度实施计划，及时总结阶段性治理及复垦实践经验，依据相关规程修订本方案。同时，加强学习研究国内外先进的治理及复垦技术，及时吸取经验和教训，完善治理及复垦措施。

5、治理项目完成后，提请主管部门组织竣工验收，逐项核实工程量、鉴定工程质量和完成效果，对不合格工程及时要求返工，并会同各参建单位进行经验总结，改进工作和技术方法

6、矿山企业定期或不定期聘请有关专家对矿山地质环境保护与土地复垦工程进行专业咨询，对不合理的方案和措施及时进行调整，根据矿山生产规模和生产年限发生的变化，以及矿山地质环境的改变，每5年对方案进行修编一次。

8.3 资金保障

8.3.1 矿山地质环境保护与恢复治理资金保障

（1）预存原则

采矿权人要设立专门账户，要按照已评审备案的《矿山地质环境保护与土地复垦方案》中矿山地质环境保护治理工程估算投资总额，及时足额的预存该矿山矿山地质环境保护治理基金。

（2）预存标准

基金的预存额由采矿权人按照经备案的《方案》确定。

（3）基金的使用

基金由矿山企业自主使用，根据其已备案《矿山地质环境保护与土地复垦方案》确定的投资估算、工程实施计划、进度安排等，专项用于因矿产资源勘查开采行为造成的

地质环境问题（地面塌陷、地裂缝等地质灾害、地形地貌景观、含水层、水土环境的破坏及矿山地质环境监测）的保护治理。采矿权人治理工程经国土资源主管部门验收合格后，采矿权人可以核销相应的基金额度。

（4）基金的监督与管理

国土资源局会同环保局需建立动态化的监管机制，加强对矿山企业矿山地质环境治理的监督检查。将矿山企业的基金预存、提取、使用和矿山地质环境保护治理的执行情况，列入矿业权人“勘查开采信息公示系统”。对未按照《矿山地质环境保护与土地复垦方案》开展治理工作的企业，列入矿业权人异常名录或严重违法失信名单，责令其限期整改；对逾期不整改或整改不到位的，不得批准其申请新的采矿许可证或者申请采矿许可证延期、变更、注销，不得批准其申请新的建设用地。

8.3.2 土地复垦资金保障

按照《土地复垦条例》和《土地复垦条例实施办法》规定，赵固二矿土地复垦费用应当列入生产成本，并足额预算，土地复垦费用使用情况自觉接受新乡市国土资源局主管部门和辉县市国土资源局主管部门的监督。为了切实落实土地复垦工作，焦作煤业（集团）新乡能源有限公司赵固二矿将按照土地复垦方案提取相应的复垦费用，专项用于损毁土地的复垦。同时，配有相应的费用保障措施，督促赵固二矿按照矿山地质环境保护与土地复垦方案安排、管理、使用土地复垦费用。

（1）费用来源

河南辉县市赵固二矿土地复垦费用由焦作煤业（集团）新乡能源有限公司赵固二矿负责。按照国土资发[2006]225号：“土地复垦费要列入生产成本或建设项目总投资并足额预算”规定，焦作煤业（集团）新乡能源有限公司赵固二矿土地复垦费用全部纳入生产成本。

（2）计提方式

赵固二矿前期暂未缴纳土地复垦费用，赵固二矿土地复垦费用从2018年开始逐年提取，复垦费用需在闭井前计提完毕。本方案设计复垦费用从2018年开始逐年计提。复垦费用在闭井前1年（2037年）计提完毕。年度计提土地复垦费用见表8-1。

表 8-1 土地复垦年度计提费用表

序号	计提年份	计提金额（万元）
1	2018	7103.88
2	2019	0.00
3	2020	0.00
4	2021	0.00
5	2022	0.00
6	2023	2372.74
7	2024	2465.65
8	2025	2442.44
9	2026	2396.02
10	2027	2447.62
11	2028	2288.44
12	2029	2152.50
13	2030	2129.31
14	2031	2082.82
15	2032	2841.76
16	2033	2484.78
17	2034	2577.69
18	2035	2554.45
19	2036	2508.01
20	2037	16639.59
合计		57487.67

（3）费用储存

焦作煤业（集团）新乡能源有限公司赵固二矿将土地复垦费用存入土地复垦费用专用账户，首次预存额占土地复垦费用总金额的 20.00%以上。土地复垦费用按照“土地复垦义务人所有，国土资源主管部门监管，专户储存专款使用”的原则进行管理，并应建立土地复垦费用专项使用的具体财务管理制度。

土地复垦费用存储受国土资源部门监督，具体存储规则如下：赵固二矿依据批复的矿山地质环境保护与土地复垦方案及阶段土地复垦计划中确定的费用预存计划，分期将土地复垦费用存入土地复垦费用专用账户，首次预存额占土地复垦费用总金额的 20.00%以上，剩余费用在预存计划开始后的 10 个工作日内存入。土地复垦费用存储所产生的利息，可用于抵减下一期应存储的土地复垦费用。不能按期存储土地复垦费用的，需向土地复垦费用共管账户缴纳滞纳金，滞纳金不能用于抵减下一期应存储的土地复垦费用。所有存款凭证提交审计部门审核，审核结果交新乡市国土资源局主管部门和辉县市国土资源局主管部门备案。

（4）费用使用与管理

焦作煤业（集团）新乡能源有限公司赵固二矿土地复垦费用由土地复垦施工单位用于复垦工作，并由赵固二矿所设立的土地复垦管理机构具体管理，接受新乡市国土资源局主管部门和辉县市国土资源局主管部门的监督。具体按以下方式使用与管理土地复垦费用：

①资金拨付由施工单位根据复垦工程进度向土地复垦管理机构提出申请，经审查签字后，报财务审批。每次提取复垦资金超过两万，或每月提取复垦资金超过十万，土地复垦管理机构应取得国土资源局主管部门同意。

②施工单位每年年底，根据土地复垦实施规划和年度计划，做出下一年的复垦资金使用预算。土地复垦管理机构对复垦资金使用预算进行审核，并报地方国土资源局主管部门审查备案。

③资金使用中各科目实际支出与预算金额相关超过 30%的，需向土地复垦管理机构提交书面申请，经主管领导审核同意后方可使用。

④施工单位按期填写复垦资金使用情况报表，对每一笔复垦资金的用途均应有详细明确的记录。复垦资金使用情况报表按期提交土地复垦管理机构审核备案。

⑤每年年底，施工单位需提供年度复垦资金预算执行情况报告。土地复垦机构审核后，报地方国土资源局主管部门备案。

⑥每一复垦阶段结束前，土地复垦管理机构提出申请，新乡市国土资源局主管部门和辉县市国土资源局主管部门组织对阶段土地复垦实施效果进行验收，并对土地复垦资金使用情况进行审核，同时对复垦帐户的资金进行清算。在复垦效果和复垦资金审核通过的基础上，帐户剩余资金直接滚动计入下阶段复垦。

⑦赵固二矿按照土地复垦方案和阶段土地复垦计划完成全部复垦任务后向新乡市国土资源局主管部门和辉县市国土资源局主管部门提出最终验收申请。验收合格后，可向新乡市国土资源局主管部门和辉县市国土资源局主管部门申请从土地复垦费用共管帐户中支取结余费用的 80%。其余费用应在新乡市国土资源局主管部门和辉县市国土资源局主管部门会同有关部门在最终验收合格后的 5 年内对复垦为农用地的复垦效果进行跟踪评价，达标后方可取出。

⑧对滥用、挪用复垦资金的，追究当事人、相关责任人的责任，给予相应的行政、经济、刑事处罚。

（5）复垦费用审计

对土地复垦资金，赵固二矿应进行内部审计，对土地复垦资金的支出情况及有关土地复垦工作进行审查。审计人员按照土地复垦工作的先后顺序和会计核算程序，依次审核和分析会计凭证、会计帐簿和会计报表。除此之外，对土地复垦资金还要进行外部审计，外部审计由公司土地复垦管理机构申请新乡市国土资源局主管部门和辉县市国土资源局主管部门组织和监督，委托会计事务所审计，审计内容包括复垦年度资金预算是否

合理；复垦资金使用情况月度报表是否真实；复垦年度资金预算执行情况以及年度复垦资金收支情况；阶段复垦资金收支及使用情况；确定资金的会计记录正确无误；金额正确，计量无误，明细账和总账一致，是否有被贪污或挪用现象。

8.4 监管保障

8.4.1 监督措施

为了使矿山地质环境保护与土地复垦方案更具有可操作性，需要建立矿山地质环境保护与土地复垦监测制度，即在矿山地质环境保护与复垦实践中不断调整目标和措施，以使矿山地质环境保护与土地复垦工作与区域实际情况、生产工艺等更为协调。在实施本方案时，主要对以下方面的内容进行动态监测：

- 1、土地损毁情况是否与预测基本吻合；
- 2、矿山地质环境保护与土地复垦目标是否合理；
- 3、矿山地质环境保护与土地复垦措施是否可行；
- 4、矿山地质环境保护与土地复垦效果是否达到本方案提出的标准；
- 5、矿山地质环境保护与土地复垦动态投资是否满足矿山地质环境保护与土地复垦工作；
- 6、管护措施是否到位。

在实施矿山地质环境保护与土地复垦时，应当根据矿山地质环境保护与土地复垦监测的结果，以5年为一个周期，对本方案进行修改，并在此基础上制定合理可行的矿山地质环境保护与土地复垦工作实施计划。

8.4.2 管理措施

1、矿山地质环境保护与土地复垦工程实行招投标与目标责任制度

本矿地质环境保护与土地复垦工程实施过程中对内部的承办人员实施目标管理责任制度，将其作为责任人年度考核的主要考核内容；对矿山地质环境保护与复垦工程实行工程招标投标制度，在工程发包标书中应包含矿山地质环境保护与土地复垦目标与验收要求，以保证矿山地质环境保护与土地复垦工程的实施达到预期目标。

2、矿山地质环境保护与土地复垦工程实行工程监理制度

本矿将矿山地质环境保护与土地复垦工程监理纳入公司工程管理制度中，工程竣工

后公司财务结算根据监理公司提供的工程监理报告作为重要依据，形成以项目法人、承包商、监理工程师三方相互制约，以监理工程师为核心的合同管理模式，以期达到保证进度，提高矿山地质环境保护与土地复垦工程的施工质量。

监理的主要内容为工程合同管理、投资、工期和质量控制，并协调有关各方的关系。对矿山地质环境保护与土地复垦实施阶段的招标工作、勘测设计、施工等建设全过程实施监理。协助项目法人编写开工报告，审查承包商，组织设计图纸会审，审查承包商提出的施工技术措施、施工进度计划等；督促承包商执行工程承包合同，按照国家和行业技术标准和批准的设计文件施工；监督工程进度和质量，检查安全防护措施；核实完成的工程量；签发工程付款凭证，整理合同文件和技术档案资料；处理违约事件；协助项目法人进行工程各阶段验收，提出竣工验收报告。

3、实行矿山地质环境保护与土地复垦工程开工报告与重大变更报批制度

矿山地质环境保护与土地复垦工程开工前应向县级地方土地行政管理部门进行通报。为便于工程实施后的管理，应将设计资料及图表、年度施工进度、年度经费使用等技术经济指标、监测资料以及验收的全部文件、报告、图表等资料归档管理。

4、实行 10%矿山地质环境保护与复垦工程款作为承包单位质量保证抵押金，监测验收合格后结算制度。

8.5 效益分析

8.5.1 经济效益

矿山地质环境保护与土地复垦工程的经济效益体现在两个方面：一是直接经济效益；二是间接经济效益。直接经济效益是指通过矿山地质环境保护与土地复垦工程对土地的再利用带来的农业产值。间接经济效益是通过矿山地质环境保护与土地复垦工程实施而减少的对当地生态环境所造成的损毁。

1、直接经济效益

通过矿山地质环境保护与土地复垦后，最终可复垦耕地 949.96hm²，林地 6.60 hm²，交通运输用地 4.5 hm²，水域及水利设施用地 628.20hm²，其中 3.96hm²河流水面、109.86hm²的精养鱼塘和 514.38hm²的粗放养殖区，其他土地 6.06 hm²。

耕地：当地耕作制度为“玉米—小麦”一年两熟制，小麦亩产 400~500kg，收购价格 1.25 元/500g，玉米亩产 450~550kg 左右，收购价格 0.88 元/500g，耕地年总收益 2875.1 万元。

水域：时下主要鱼类价格为：鲤鱼 12.40 元/kg，草鱼 12.20 元/kg，鲫鱼 10.2 元/kg，精养鱼塘区产量按每亩 500kg 计算，若主要养殖以上三种品种，精养鱼塘年总收益约 978 万元。粗放养殖区产量按每亩 300kg 计算，养殖草鱼、鲤鱼、鲫鱼为主，鱼塘年总收益约 2685 万元。因此，水域每年大约可获直接经济收益 3663 万元。

由以上估算可知，通过实施土地复垦，仅此两项每年可收益 6538.1 万元。

2、间接经济效益

复垦对企业的经济效益是明显的，如地表沉陷损毁土地不进行复垦，而采用征地办法处理，这不仅使耕地减少，而且地表沉陷引起地表各种形态变形，由于弃耕而造成土地荒废，严重影响矿区农业生产。另一方面征地费一般要超出复垦总费用的几十倍，企业的经济负担将会更大。如果采用征地，每亩征地费用超过十万元，而复垦费用每亩仅仅一万元左右，征地费用将是复垦费用的十倍，所以进行土地复垦不仅有利于农业生产，而且可以减少煤炭企业的征地数量和费用，降低原煤生产成本，具有良好的经济效益。

同时，复垦后将沉陷区由原来单一的农业种植体系转换为农业种植——水产养殖——农家乐相结合的多种经营方式，改善了周围的生活环境，并且为当地居民和政府创造更多的财富，提供更多的就业岗位。

由此可见，对矿区沉陷地进行土地复垦不仅减少了企业开支，同时给当地居民和政府带来了利益和财富，具有十分可观的经济效益。

8.5.2 生态效益

治理平整后的耕地，通过路林网化治理、水利设施配套，达到格田成方，绿树成行，沟渠成网，土地环境进一步优化，防洪、排涝，抗旱能力得到加强，水土流失得到有效控制。

对大面积深水沉陷区，充分利用自然条件进行综合治理，建立集农业、养殖、加工、观光旅游、餐饮服务于一体的高效生态经济园区，将大幅度增加本地区经济收入，提高人民的生活质量，而且生态环境效益显著。

在浅层积水区周围，通过植树、绿化、发展生态农业，增加了当地的绿色景观，改善了当地的小气候，有利于这一地区人民的生活环境的改善和美观。

因此，复垦的环境效益是显而易见的，其效果减少洪水流量，增加常流量，改善了水圈的生态环境；填充裂缝、平整土地、深翻、施肥等改善了土壤物化性质，改善可土

圈的生态环境；地面林草植被增加，促进野生动物的繁殖，减少风沙、调节气候、净化空气、美化环境，改善了生物圈的生态环境。因此，生态环境效益显著。

8.5.3 社会效益

本工程矿山地质环境保护与土地复垦方案实施后，首先保护了当地宝贵的耕地资源，保证了农业的稳定持续发展，并可通过综合治理，调整农业生产结构，使原常规农业经济向城郊生态高效型农业发展。

矿山地质环境保护与土地复垦方案的实施能够减少生态环境损毁，为工程建设区的绿化创造了良好的生态环境，有利于矿区职工以及附近居民的身心健康，从而能够提高劳动生产率。

方案综合治理采煤沉陷地，发展多种经营，发展生态农业，还可吸收、转移农村剩余劳动力，一定程度上缓解了当地的就业压力，很大程度上保证了农民安居乐业，社会稳定，农民不会因无地可种而失业，从而促进该市社会的安定和谐发展，有助于建设新时期的和谐社会。

复垦区土地复垦方向以农业种植和水产养殖为主，为本地区增加粮食、蔬菜和副食品供应，在很大的程度上丰富了城乡人民的菜篮子，提高当地农民的生活水平。

矿山地质环境保护与土地复垦的投入将使项目建设运行产生的不利环境影响得到有效控制，保护矿区环境资源，对于维护和改善矿区环境质量起到良好作用。通过治理，改善矿区工人的作业环境，防治水土流失的危害。绿化工程的实施，将使矿区环境得到绿化美化，改善矿区的生活工作环境和自然生态环境。所以，矿山地质环境保护与土地复垦是关心国计民生的大事，不仅对发展生产和煤炭事业有重要意义，而且对全社会的安定团结和稳定发展也有重要意义，它将是保证矿区区域可持续发展的重要组成部分，因而具有重要的社会效益。

8.6 公众参与

8.6.1 方案编制期间公众全面参与

矿山地质环境保护与土地复垦工作是一项涉及到区域社会、经济、环境等多方面的重大工程，各级专家领导的意见以及矿区范围附近的农民态度，对于矿山地质环境保护与土地复垦工作开展也具有重要意义。本方案在研究以及编制的过程中，遵循公众广泛参与的原则，多次征求专家以及相关部门意见，以保证本研究的合理性以及适用性。此

项目的进行关系到周边人民群众的切身利益，也需要广大群众的积极配合、参与支持。整个过程的公众参与环节见图 8-1。

图 8-1 方案编制公众参与

1、方案编制前期：首先，为保证方案的真实性，编制人员根据已有的土地利用现状图、地形图等资料进行实地勘察，充分了解复垦区的自然环境特征、社会经济情况、土地利用现状和权属状况，为划分复垦单元，选择合理的复垦措施做好准备。另外，编制人员走访了矿区周围农民，以发放调查问卷的形式进行了调查，调查表形式见附件 8。

通过调查显示，当地农民积极支持此项工程的开展，从不同角度对土地复垦工作表示关注，对于复垦耕地面积及耕地质量、农田水利设施、养殖技术、当地交通道路的改善等多方面较为关注，并提出对矿山地质环境保护与土地复垦方向的建议和要求，公众对于方案编制以及实施的积极配合为工作的进行奠定了坚实的基础。大多数农民表示：土地遭受损毁积水的趋势不可避免，希望方案在编制过程中充分考虑农民意愿，尽最大可能优先复垦耕地，部分农民希望通过方案的实施，加强农田水利设施等方面的建设，改善田间路和生产路，使其能满足田地供排水需求和耕作需要，提高亩产收入。另有部分农民站在长远角度考虑，希望能够结合当地实际充分利用复垦的鱼塘，引进先进技术实现农牧渔协调发展，同时改善交通道路和当地生态环境，从根本上增加农民收入，提高农民生活水平。再次，编制前期还要广泛征询所在地土地、农林、交通、环保等多个部门的意见，确保方案编制符合当地法律法规及主管部门的要求。最后，对于复垦后土地的权属分配问题，部分农民也表示关心。

表 8-2 被调查公众自然状况统计

分类		占有样本总数比例 (%)	样本数
性别	男	61.90	26
	女	38.10	16
年龄	18-30	19.05	8
	31-40	33.33	14
	41-60	21.43	9
	60 以上	26.19	11
职业	学生	11.90	5
	干部	16.67	7
	农民	50.00	21
	工人	21.43	9
文化程度	初中及以下	38.10	16
	高中	33.33	14
	大学及以上	28.57	12

通过对回收的有效调查表进行统计分析，获得公众意见，详见下表。

表 8-3 调查结果统计表

序号	问题	统计结果(%)				
		A	B	C	D	E
1	您了解地质环境治理和土地复垦吗? A.了解 B.一般了解 C.不了解	45.12	33.24	21.64	0	0
2	本方案对您的什么东西会有影响? A.农用地 B.建筑物 C.其他	54.45	27.34	18.21	0	0
3	哪些地类的损毁对您的影响最大? A.耕地 B.林地 C.交通 D.水利 E.其他	48.24	12.23	19.08	14.18	6.27
4	您对工程技术标准持何种态度? A.过高 B.合适 C.过低	27.35	43.21	29.44	0	0
5	您对被损毁的地类希望何种补偿? A.复垦后再利用 B.企业赔偿 C.政府补偿 D.其他	33.21	24.59	18.75	23.45	0
6	您希望复垦后的土地是什么样子? A.恢复为原地类 B.因地制宜,适当复垦为养殖水面 C.其他	61.33	27.95	10.72	0	0
7	您对复垦时间又什么要求? A.边损毁边复垦 B.稳沉后复垦 C.无所谓	42.16	47.48	10.36	0	0
8	您最期望的复垦措施是什么? A.土地平整 B.挖深垫浅 C.建设水利设施 D.其他	46.1	37.64	11.28	4.98	0
9	您对本方案持何种态度? A.坚决支持 B.有条件赞成 C.无所谓 D.反对	39.12	48.13	12.75	0	0

8.6.2 项目实施、验收的公众参与

上节方案编制期间的公众参与情况，只是作为本方案在确定方向以及制定相应标准等方面的依据，在随后的计划实施、效果监测等方面仍须要建立相应的参与机制，同时尽可能扩大参与范围，从现有的土地权利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、科学的技术、积极宣传相关政策及其深远含义，努力起到模范带头作用。

1、组织人员

赵固二矿在方案实施过程中以及管护期间，将建立相应的公众参与机制，积极调动公众参与的热情。

2、参与方式

为保证公众全程参与方案实施，能有效、及时反馈意见，企业制定多样化的参与形式。如张贴公告、散发传单、走访群众及充分利用电视、网络、报纸、电话等多媒体手段，确保参与者充分了解项目计划、进展以及实施效果。

3、参与人员

在群众参与方面，矿方除继续对方案编制前参与过的群众进行宣传，鼓励他们继续以更大的热情关注复垦外，更会加大对前期未参与到复垦中的群众的宣传力度（如外出

务工人员），让更广泛的群众进入到项目公众参与中来。

在政府部门方面，矿方除继续走访方案编制前参与过的职能部门外，还将加大和扩大重点职能部门的参与力度，如国土资源局、环保局、农业局和会计师事务所等。

在媒体监督方面，也将加强与当地电视台、网站、报社等媒体的沟通，邀请他们积极参与进来，加大对方案措施落实情况的报道，促进企业自身意识提高和效果，形成全社会共同监督参与的机制。

4、参与保障

每次进行公众调查前，焦作煤业（集团）新乡能源有限公司赵固二矿须确保提前 5 个工作日向社会公示并通知相关人员；每次公众调查参与人员除济宁市国土资源局外，赵固二矿须确保另外至少一个政府职能部门和三名以上群众代表参与进来；每次调查结果须向社会公示 5 个以上的工作日，如未进行相应工作，济宁市国土资源局将对矿山地质环境保护与土地复垦管理机构进行问责并相应顺延公众调查时间。

5、参与的时间和内容

（1）方案实施前：每年进行一次调查，主要调查损毁土地的面积、程度。

（2）方案实施中：每半年进行一次公众参与调查，主要对损毁土地面积、损毁程度、工程进度、工程措施落实和资金落实情况进行调查。

（3）工程监测与工程验收：复垦监测结果将每年向公众公布一次，及时重新核实并予以说明公众质疑的地方，严肃查处弄虚作假问题。国土局进行验收时，除组织相关专家外，邀请部分群众代表参加，确保验收工作公平、公正和公开。

（4）工程实施后的土地利用权属调整：对于不征收的土地，工程结束后及时归还土地权利人。对于征收的土地，工程实施后将根据国家土地政策相应流转或租给当地农民使用（永久建设用地除外）。

9 结论与建议

9.1 结论

1、赵固二矿煤矿设计生产能力为***万吨/年，年生产量大于 1.2 Mt/a，属大型矿山，矿山地质环境条件复杂程度为复杂，评估区重要程度分级为重要区，本方案地质环境影响评估以井田边界外延 379m 作为评估区范围，面积约 7012.93hm²。

2、赵固二矿地质环境现状评估区分布于赵固、北云门、大占城三个乡镇区、浅部属山前冲洪积松散岩类第四系孔隙水和新近系裂隙孔隙水，该区地质灾害危险性现状评估为小，矿山活动对地形地貌景观和土地资源影响预测评估为较轻，对含水层影响程度预测评估为严重；赵固二矿矿山地质环境现状评估影响较严重区分布于评估区严重区的地区（I1- I2 区），采空塌陷深度在 1.0-5.0m，面积为 693.74hm²，对地形地貌景观和土地资源影响现状评估为较严重，对含水层影响较轻；评估区其他区（III），面积为 6319.19hm²，其下沉最大值小于 1.0m，灾害危险性现状评估为小，对地形地貌景观和土地资源影响预测评估为较轻，矿山活动对含水层影响程度预测评估为较轻。

3、赵固二矿地质环境预测评估影响严重区分布于一、二三、四盘区和工业广场（I1~I2），面积为 1623.36hm²，地质灾害危险性预测评估为大，矿山活动对地形地貌景观和土地资源影响预测评估为严重，评估区其他区（III）面积为 5389.57hm²，地质灾害危险性预测评估为小，对地形地貌景观和土地资源影响预测评估为较轻，矿山活动对含水层影响程度预测评估为较轻。

4、根据矿山地质环境现状评估和预测评估结果，将矿山地质环境治理区划分为重点防治区和一般防治区。重点防治区分布于矿山地质灾害现状评估和预测评估严重区，面积 974.69hm²；一般防治区分布于评估区其他地区，面积约 7241.02hm²。

5、矿山土地损毁预测评估：通过上述分析，服务年限内开采结束后损毁面积为 1623.36hm²，复垦责任范围内损毁面积为 1595.32hm²，其中轻度损毁 648.68hm²，中度损毁区 333.45hm²，重度损毁区 613.19 hm²。

6、矿山地质环境保护与土地复垦方案服务年限为 27 年（含生产期 21 年，基本稳沉期 3 年，后期管护 3 年），因此，按照 4 个开采阶段制定 5 个阶段开展矿山地质环境保护与土地复垦方案实施工作计划，具体为：第一阶段 2018 年~2022 年；第二阶段 2023 年~2027 年；第三阶段 2028 年~2031 年；第四阶段 2032 年~2038 年；第五阶段 2039

年~2044年；本次矿山地质环境保护与土地复垦工程措施有：工广、鱼塘、道路绿化及维护、主副井封闭工程、岩移监测、采空塌陷及地裂缝监测、地下水环境监测、地表水环境监测、土壤质量监测、表土剥覆工程、挖深垫浅、平整工程、生物化学工程、清理工程、林草恢复工程、农田防护工程、灌排工程、水工建筑物、及道路工程、土地利用状况监测以及复垦效果监测等。

7、赵固二矿地质环境保护与土地复垦工程静态总投资为49620.29万元，动态总投资为73659.68万元，其中矿山地质环境保护与恢复治理静态总投资为14100.88万元，动态投资16172.01万元，土地复垦工程静态总投资35519.41万元，静态亩均投资1.48万元/亩。动态总投资57487.67万元，动态亩均投资2.4万元/亩。

9.2 建议

1、建立矿山地质灾害及环境问题监测系统，并始终贯穿于矿井开发的全过程，坚持边开发、边治理的原则，最大限度地减少矿山开采对环境的影响。

2、矿山要及时交纳矿山地质环境治理保证金；矿山“三废”实行达标排放，切实做好矿山废弃物资源化利用。

3、工业广场、村庄、断层和边界等保护矿柱要严格按照规定进行留设，提高回采率必须是在地面建筑物安全有保证的情况下进行，在提高回采率之前要进行充分论证。

4、本方案是依据探明的可采储量计算的服务年限，并在现有的开发方式进行分析的，若开采资源量时，即开发利用方案发生变动，应修订或重新编制治理方案。

5、由于本矿山生产年限较长，在未来开采过程中影响矿山生产及地质环境的因素很多，建议依据矿山生产实际变化情况对本方案进行及时修订，并调整治理措施以达到最佳效果。

6、本次矿山地质环境保护与土地复垦方案不代替治理与复垦工程施工设计方案，建议煤矿在治理时进行治理与复垦工程施工设计方案的编制。