

孟志强 孙利辉 石志祥 杜乃杰 屈春来 王 桦 焦贵勇◎编著

大采高综采工作面 覆岩移动规律研究

张外借



煤炭工业出版社

大采高综采工作面覆岩移动规律研究

孟志强 孙利辉 石志祥 杜乃杰 屈春来 王 桦 焦贵勇 编著

煤炭工业出版社

— 北 京 —

图书在版编目 (CIP) 数据

大采高综采工作面覆岩移动规律研究/孟志强等编著. --北京:煤炭工业出版社, 2017

ISBN 978-7-5020-6079-4

I. ①大… II. ①孟… III. ①大采高—放顶煤开采—岩层移动—研究
IV. ①TD823.25

中国版本图书馆 CIP 数据核字 (2017) 第 204681 号

大采高综采工作面覆岩移动规律研究

编 著 孟志强 孙利辉 石志祥 杜乃杰 屈春来 王 桦 焦贵勇
责任编辑 田 园
编 辑 梁晓平
责任校对 尤 爽
封面设计 王 滨

出版发行 煤炭工业出版社 (北京市朝阳区芍药居 35 号 100029)
电 话 010-84657898 (总编室)
010-64018321 (发行部) 010-84657880 (读者服务部)
电子信箱 cciph612@126.com
网 址 www.cciph.com.cn
印 刷 北京建宏印刷有限公司
经 销 全国新华书店

开 本 889mm×1194mm^{1/16} 印张 10 字数 286 千字
版 次 2017 年 11 月第 1 版 2017 年 11 月第 1 次印刷
社内编号 8959 定价 36.00 元

版权所有 违者必究

本书如有缺页、倒页、脱页等质量问题,本社负责调换,电话:010-84657880

内 容 提 要

本书对大采高一次采全高工作面矿压活动规律进行了系统研究，主要包括：大采高综采工作面开采矿压活动规律的研究现状与发展动态，大采高综采工作面矿压测试方法与技术，大采高综采工作面覆岩关键层判断方法，大采高综采工作面“三带”分布特征，神华宁煤集团下属矿井大采高综采工作面矿压显现规律研究，大采高综采工作面岩层应力场分布规律，大采高综采工作面地表沉降规律等。

本书反映了作者近年来在大采高综采工作面矿压显现规律方面的系统研究成果，可供采矿专业、地质专业等技术人员参考，也可供采矿专业研究生学习使用。

前 言

厚煤层开采工艺有分层开采、综放开采和大采高开采。其中,大采高开采技术是厚煤层开采工艺的重要发展方向之一。与其他工艺相比,大采高开采生产能力进一步增加,机械利用率更高;但是经过矿山实践发现,大采高开采时支架与围岩系统稳定性差、事故率高,严重制约着大采高开采工艺的应用,急需研究大采高覆岩运动特征及矿压控制理论,指导大采高综采工作面安全高效开采。

本书通过相似材料试验、计算机数值模拟、现场实测、理论分析等方法,针对大采高综采工作面覆岩结构及运移规律、应力分布规律、工作面矿压与岩层控制机理、地表沉陷规律等进行了研究。

主要研究如下:

(1) 大采高综采工作面“三带”分布与常规采高相比,垮落带与断裂带明显加大,浅埋深矿井条件下,可能使得在常规采高下“三带”俱全的工作面,在大采高情况下缺失弯曲下沉带。

(2) 建立大采高结构模型,分析采场覆岩运动特征,确定支架工作阻力,实测及模拟分析大采高矿压显现规律,说明采场来压及步距均受关键层控制。

(3) 采高越大,采场超前支承压力峰值越小,集中区越向煤壁深部转移,支承压力影响范围越大。原因是采高加大,使煤壁一侧自由段高度加大,靠近自由面一侧单位体积的煤柱承载能力减小。

(4) 大采高综采工作面原岩应力与采高关系不大,但开挖后影响很明显,采高越大,应力场变化范围越大;埋深与应力场关系密切,埋深越大,应力场峰值越大;工作面宽度对应力场影响也较明显,工作面越宽,应力峰值越大。

(5) 影响地表沉降的因素较多,比较明显的是埋深和采高。埋深越大,下沉量的峰值越小,但影响范围越大;采高加大对地表沉降影响主要表现在采高加大后,会引起关键层发生变化,浅埋深工作面会引起地表沉降突变。

本书得到以下项目及机构的资助:河北省煤炭资源综合开发与利用协同创新中心、河北工程大学安全科学技术研究院、河北省水资源水环境调控及综合管理协同创新中心、国家重点研发计划(2016YFC0600801)、河北省自然科学基金(D2013402006)、河北省高等学校科学技术研究项目(QN2015157)。

孟志强

2017年8月7日

目次

1 选题背景与地质概况	1
1.1 选题的背景和意义	1
1.2 文献综述	1
1.3 研究内容和方法	3
1.4 研究区地质条件	4
2 试验方法与试验工作	16
2.1 原岩地应力测试	16
2.2 两巷压力监测	21
2.3 相似材料模拟试验	25
2.4 数值模拟	28
3 大采高综采工作面的关键层	30
3.1 覆岩结构与围岩控制	30
3.2 覆岩关键层确定	30
3.3 研究区顶板分类	38
3.4 关键层在开采过程中的作用	40
3.5 小结	42
4 大采高综采工作面“三带”分布特征	43
4.1 不考虑关键层时覆岩“三带”结构	43
4.2 大采高综采面覆岩“三带”结构	46
4.3 大采高情况下的关键层	50
4.4 大采高综采工作面覆岩结构变异研究	56
4.5 小结	56
5 大采高综采工作面矿压显现规律研究	57
5.1 工作面液压支架强度分析	57
5.2 梅花井煤矿 116101 综采工作面矿压显现规律	63
5.3 枣泉煤矿 11203 综采工作面矿压显现规律	66
5.4 羊场湾煤矿 Y120205 综采工作面矿压显现规律	77
5.5 超前支承压力	79
5.6 影响采场矿山压力显现的主要因素	89
5.7 小结	92
6 大采高综采工作面岩层应力场分布	93
6.1 埋深对岩层应力场影响	93

6.2	采高对应力场的影响	100
6.3	工作面宽度对应力场的影响	102
6.4	围岩灾变的声发射信号监测分析	104
6.5	小结	123
7	大采高综采工作面地表沉降研究	124
7.1	地表沉降	124
7.2	地表沉降指标	124
7.3	影响地表沉降的因素	125
7.4	相似材料模拟中的地表下沉	129
7.5	小结	135
8	结论与创新点	136
8.1	结论	136
8.2	创新点	136
附录	FLAC3D 成图与数据处理	137
参考文献		147

1 选题背景与地质概况

1.1 选题的背景和意义

1.1.1 选题的背景

我国井工开采主要以厚煤层开采为主,其煤炭产量约占总产量的40%以上^[1]。对于厚煤层的开采,现用的主要开采工艺有分层开采、放顶煤开采和大采高综采开采^[2]。分层开采法需要准备大量巷道,劳动强度大;而放顶煤开采工艺的资源回收率不高;相对来说,大采高综采开采优点是资源回收率高,煤炭质量好,能实现高产高效,经济效益好^[3]。对于6.0 m以下厚煤层,大采高开采是首选的采煤工艺^[4]。

经过矿山实践证实,大采高综采与一般综采相比,工作面内支架与围岩系统稳定性差、事故率高^[5],而且工作面冒顶、片帮概率增加,这对大采高综采技术是较全面的考验^[3]。

影响大采高发展的原因很多,其中主要原因是现有围岩控制理论不能正确指导大采高生产,现有研究也不够系统,缺乏科学的能够指导生产的围岩控制理论。此外也没有完整的适用大采高的围岩控制方案。这些都说明大采高工艺需要适合的围岩控制理论^[6-8]。

针对神华宁夏煤业集团公司(简称神华宁煤集团)宁东矿区采用厚煤层一次采全高开采技术及其推广过程中所面临的关键技术问题,以羊场湾、枣泉、梅花井三个煤矿目前正在开采的工作面(羊场湾煤矿Y120205综采工作面、枣泉煤矿11203综采工作面、梅花井煤矿116101综采工作面)为研究对象,以地压控制为出发点,重点研究各矿井所处的地质和应力环境条件,覆岩结构及其在开采扰动作用下运移规律的时-空特征,监测和分析覆岩结构变异过程中矿压显现规律、时-空分布规律及其与小采高情况相比产生的变异性,研究大采高开采时采场结构的变异性,为大采高开采技术的推广和安全保障提供技术支撑。

1.1.2 选题的意义

大采高综采是厚煤层一次采全高的方法,为了充分发挥大采高开采的优越性,用以指导矿山生产实践,就必须了解大采高综采工作面在埋深、煤层倾角、采高、复杂地层等影响因素^[9-10]不同时的采场矿压显现特征,全面认识采场上覆岩层的运动规律,即“三带”分布的变异性 and 地表沉降的控制因素,以及采场支承压力分布规律及控制因素,建立工作面煤岩组合力学模型。本次研究为大采高综采技术的选择和应用提供了重要依据,同时丰富和发展了矿压理论和岩层控制理论。

1.2 文献综述

1.2.1 大采高开采现状

厚煤层的开采方法主要有分层综采、放顶煤综采、大采高综采和几种方法的联合使用^[11-12]。

目前,分层综采采用分层但不铺网的工艺,在顶分层开采一定距离后,根据顶板再生性和稳定性,条件允许时接着开采下一分层,每个分层之间保持合适的距离。也有的矿井是在一个分层开采完毕后,再开采下一分层。这种采矿法工艺比较复杂,而且成本高、效率低^[13]。

放顶煤综采是先开采底层煤,然后通过支架上开设的放煤孔,把上部的煤放出,并通过支架后部布置的刮板输送机把煤输送出来的方法。这种方法只需开巷一次就可以把煤采出,生产工艺相对简单。但是放顶煤不能把煤全部放出,残留煤容易自燃,而且放煤时粉尘大^[13-16]。

对于巨厚煤层,多采用分层放顶开采综合使用的方法,即顶煤采用常规方法开采,边采边铺网,底煤采用放顶煤方法开采。这种方法结合了分层和放顶的优点,并且减少了放顶煤的部分缺点,如放煤时夹矸少。这种方法对于巨厚煤开采较为有利,但是对于厚煤开采仍有不足,或者说不适应厚煤开采。

厚煤层一次采全高综采(即大采高综采)领域是世界煤炭井工生产技术主要竞争领域^[17-18],因此什么是大采高就显得比较重要。其实大采高是一个相对概念,具体采高是多少并没有严格规定,有的文献把采高大于2.5 m的开采工艺称为大采高,也有的文献把放顶煤开采称为大采高^[19-20],这些分法都有局限性。现在较为通用的分法是,采用综采设备一次开采全高在3.5 m以上的开采方法称为大采高综采,简称大采高。如果采用支柱和炮采,采高大于3.5 m时,可称为大采高普采、大采高炮采。本文主要研究大采高综采,其他方式不在本文研究范围。

大采高综采主要优势表现在三个方面:一是大采高综采机械化程度高,采煤技术先进,生产力水平高,人工作业量小;二是大采高综采产量大,工序紧凑,经济效益明显;三是与放顶煤开采相比,采夹矸的可能性小,提高了煤炭的洁净度,资源回收率也高,能实现高产高效。因此,大采高综采技术的发展方向就是厚煤层开采的发展方向,也是厚煤层开采首选的采煤工艺^[6,21-22]。

1.2.2 国外大采高开采现状

20世纪60年代初期,苏联、日本、德国、波兰、捷克斯洛伐克等国家就开始使用大采高综采。日本当时设计了一种采高5 m、有中间平台的液压支架,实现了一次采高为5 m的采煤工艺。1970年,德国设计的支架成功开采了煤厚为4 m的煤层;1980年,德国设计的支架最大支护高度达到6 m。20世纪70年代末,波兰也设计成功了大采高综采的支架^[16,23]。

1983年,美国采用了长壁大采高综采技术开采厚煤层,采高达到4.5 m,产量大,真正实现了高产高效。1993年,捷克斯洛伐克设计生产了采高为7.2 m的大型支架,并创造了月高产世界纪录,单工作面月产 60×10^4 t^[9,24]。

20世纪末,美国、澳大利亚、英国等国家采用可控传动、自动化控制等技术,研究了多种高效综采的大型设备,使三机配套更趋合理,实现了从普采到综采的革命性转变。高效综采设备在多方面显示了更多的优越性,既实现了高采高效,又实现了安全可靠,甚至实现了可视化和远程控制化,带来了更大的经济效益和社会效益。在重型刮板输送机方面,采用了交叉侧斜、大功率软启动机理,使设备更加安全高效^[13,18]。

目前,国外大采高综采设备已经能够适应多种地质条件下的煤层,生产能力很高,达到3000 t/h以上,稳定性能好,生产自动化程序高,监控监测设备也比较配套。如今各国仍在研究三机配套及附属设施,在生产能力提高的基础上,更侧重于设备的可靠性和生产过程的自动化控制,使大采高综采更能够使用良好的技术,产生更高的经济效益和社会效益^[25]。

1.2.3 国内大采高开采现状

我国大采高综采技术始于1978年,当时在开滦范各庄煤矿实现了大采高一次采全高工艺,所使用的设备是德国生产的;1985年,我国首次使用国产支架,在山西省西山矿务局官地煤矿成功开采了煤厚为4.5 m的厚煤层;1986年,在邢台矿务局(现冀中能源集团有限责任公司)东庞煤矿采用国产支架,实现了大采高和大倾角工作面的开采,采高达到4.5 m。

20世纪80年代到90年代中期,我国开始推广、普及大采高技术,在神华集团有限责任公司(简称神华集团)、大同煤矿集团(简称同煤集团)、山西晋城无烟煤矿业集团(简称晋煤集团)等多个集团进行大采高综采,取得了良好的经济效益。到2007年,我国大采高综采面的采高已经达到6.3 m(上湾煤矿)。

如今,我国在神东、徐州、宁东、铜川、开滦、阳泉、西山、兖州、邢台、双鸭山、铁法、枣庄等矿区,已推广使用大采高综采,至今已取得了长足进步。

在机械设备方面,国产的液压支架、重型刮板输送机、采煤机已经能够在适宜煤层和矿井条件下实现高产高效,机械稳定性和使用寿命也得以加强。其中设备生产厂家以天地科技股份有限公司、西安煤矿机械厂、西北奔牛集团公司、郑州煤机厂为主,国产设备单工作面年生产能力达到 3 Mt ^[26-32],采高达到 6.3 m 。与先进国家相比,我国自产设备生产能力还有较大差距,这也正是我国大采高综采设备发展的重要方向^[28]。

大采高综采技术是世界煤炭业主要竞争领域,目前各产煤国仍在积极地探索研究大采高采煤工作面围岩运动规律,分析采煤工作面围岩内应力分布,为更合理地确定大采高支架工作阻力和结构高度等主要参数提供依据^[22]。

1.2.4 大采高围岩控制事故

大采高开采与普通采高相比,围岩控制事故更为多见,主要表现在以下几个方面:

(1) 煤壁片帮、端面冒顶^[33-37]。随着采高的增加,裸露的煤壁必然增高,煤壁片帮的概率加大。煤壁片帮主要发生在大采高仰采,端面冒顶事故也有大幅增加的趨勢^[38]。这些事故会破坏支架,影响正常生产。

(2) 液压支架压死及损坏^[26,31]。当工作面初次来压或周期来压时,如果来压猛烈,可能造成支架被压死,或支架立柱损坏,不能正常作业。

(3) 支架稳定性事故^[26,39]。大采高综采支架结构高度大,当煤层倾角较大时,支架容易发生侧向倾倒,当仰采或者俯采时,容易发生滑架、倒架事故。

1.3 研究内容和方法

1.3.1 研究内容

大采高综采是厚煤层开采的主要方法,而覆岩运移规律是大采高综采设备选型、支护参数选择的重要考虑因素,本研究着重于大采高综采面的覆岩移动规律,具体研究内容如下:

(1) 大采高综采工作面矿压显现规律研究。研究工作面矿压显现规律是采矿的重点,覆岩结构和运移规律决定了矿山压力显现。在普通采高情况下,基本顶所在的岩层就可以形成砌体梁,因而基本的周期断裂步距就是工作面支架来压步距。但是大采高情况下,基本顶断裂后由于下部空间仍然较大,不能形成有效砌体梁,这使得矿压显现规律复杂化。本次研究对象是神华宁煤集团的三个工作面,梅花井煤矿工作面采高为 4.2 m ,羊场湾煤矿和枣泉煤矿工作面采高为 5.5 m ,通过对试验工作面进行矿压实测,分析试验工作面的矿压显现规律,找出埋深、倾角、采高与矿压显现规律的关系,总结大采高综采工作面矿压显现的共同规律及特点。

(2) 大采高综采工作面覆岩结构与运移规律。与普通采高采场相比,大采高采场上覆岩“三带”的分布发生了很大变化,传统的计算方法不一定适合大采高情况,本次研究通过现场实测、数值模拟计算、相似材料模拟等方法,找到大采高情况下“三带”的计算方法,并通过具体工作面来压步距加以校核,找到关键层与覆岩“三带”分布的关系,总结大采高情况下覆岩的运移规律。

(3) 研究关键层与“三带”的变异关系。对于浅埋深工作面,随着采高的加大,使主关键层处于断裂带甚至是垮落带内时,原来的覆岩“三带”分布规律必然发生变化。本次研究主关键层之上没有硬岩时,随着采高的变化弯曲下沉带的消失规律,提出限制采高的相应数据。

(4) 开采参数与地表沉降关系的研究。大采高情况下地表沉降也与普通采高时不同,主要表现在浅埋深工作面,地表的沉降直接受主关键层控制,当采高得当时,覆岩结构中“三带”齐全,但采高大于限值后,必然引起地表的突然沉降。本文研究在不同的煤层采高、覆岩结构、煤层倾角条件下,地表沉降的速度、影响范围,目的是找到控制因素,为地表沉降提供合理解释。

1.3.2 研究方法

采用理论分析、岩石力学参数实测、数值模拟、相似模拟试验和现场实测相结合的综合手段,

研究大采高综采工作面覆岩的运移规律。

1.4 研究区地质条件

1.4.1 羊场湾煤矿地质条件

1. 地层

井田内第四系广泛发育,基岩仅零星出露,钻孔揭露有三叠系、侏罗系及第四系。

1) 三叠系 (T)

(1) 中下统 (T_{1-2})。零星出露于井田北部刘家庄及鸳鸯湖一带。依据石油勘探部门的深孔揭露,下部为灰白、浅紫色含砾砂岩,夹深棕、紫色泥岩条带,底部常有一层含砾粗砂岩。中部以浅紫灰、灰白色中细粒砂岩为主,夹棕紫色泥岩条带。砂岩中含石英小砾石、黄铁矿团块及薄膜,较疏松。上部为浅蓝灰、浅紫灰及灰白色中细粒长石砂岩、石英长石砂岩,夹薄层蓝灰及棕红色泥岩,含钙质及杂色斑块状粉砂岩。厚度 650 m 左右,岩性岩相较稳定,未发现大化石。与下伏石千峰组假整合接触。

(2) 上三叠统延长群 (T_{3yn})。区域及井田内广泛发育,为早中侏罗世含煤地层基底。岩性以杂色砂岩、泥岩及粉砂岩为主,夹薄层或透镜状泥质灰岩或钙质砂岩,属河流-湖泊相干燥气候条件下的沉积。含植物及淡水瓣鳃类化石。总厚度 756 m。依据岩性、岩相特征可分为下部铜川组 (T_{3t})、中部永坪组 (T_{3y}) 和上部胡家村组 (T_{3h})。

铜川组 (T_{3t})。以紫红、黄绿色厚层至块状长石砂岩为主,间夹同色泥岩及粉砂岩。底部常有一层砂砾岩或砾岩与下伏冲刷接触。区域内与中下统假整合接触。含破碎植物化石较多。厚度 393 m。

永坪组 (T_{3y})。黄绿色细粒砂岩与泥质岩、粉砂岩互层,夹不规则的黏土岩,偶夹薄煤线。砂岩以细粒为主,局部中粒,呈薄至中厚层状,具斜层理,含不完整的植物化石。下部以一层紫红或紫灰色砂质泥岩或砂岩与下伏铜川组整合接触。厚度 183~226 m,平均厚度 200 m。

胡家村组 (T_{3h})。岩性为黄绿、墨绿、深绿色砂岩、粉砂岩及泥岩,上部夹薄层泥岩、泥灰岩或钙质粉砂岩及薄层黏土岩。砂岩大部分为中细粒,具斜层理、斜波状及混浊状等复杂层理。局部含球状砂岩岩块。底部常以一层浅砖红色含钙质砂岩结核的块状砂岩,与下伏永坪组连续沉积。顶部为古侵蚀面,其凹陷处常有残积黏土堆积(古风化壳产物)。本组残留厚度 137~261 m,平均厚度 163 m。

2) 侏罗系 (J)

(1) 侏罗系中统延安组 (J_{2y})。为井田内主要含煤地层,是本次主要勘探研究对象。广泛发育,出露零星,为一套陆相碎屑岩含煤建造。岩性为灰、灰白色长石石英质各粒级砂岩,灰、灰黑及黑色糖粉砂岩、泥质岩和少量黏土质岩石,局部夹不稳定钙质粉砂岩或泥质灰岩、炭质泥岩,含煤 30 余层,其中编号煤层 18 层,可采及局部可采煤层 17 层。底部以一层灰白色有时微带绿色各粒级砂岩,细粒为主,偶夹泥质岩块,相变为黏土质泥岩,与下伏三叠系延长群呈假整合接触。含煤地层中各粒级砂岩所占比例较大,一般为 50% 左右,成分以石英为主,含量一般为 60%~65%,自下而上逐渐减少,由下部的 70% 减至上部的 55% 左右。磨圆度较差,以次棱角状为主,向上稍好,分选性也较差。整个含煤地层构成一个完整的旋回。井田内本组地层,厚度最小 250.50 m,最大 351.82 m,厚度变化不大,一般为 280~290 m,平均厚度 287.84 m。

(2) 侏罗系中统直罗组 (J_{2z})。井田内零星出露,为一套半干旱气候条件下的河流湖泊相沉积,局部地层底部有泥炭沼泽相沉积。底部为灰白、微粉红、褐黄色不等粒厚层状砂岩,俗称“七里镇砂岩”,自上而下由细粒逐渐过渡为粗粒,并常含石英小砾石,呈砂砾岩状,韵律较明显。主要成分为石英,含量北部为 20%~30%,向南增高达 70%;钾微斜长石和条纹长石、酸性长石、黏土化长石(高岭石、水云母等)次之,黑云母、白云母、锆石、电气石少量,磷灰石、磁铁矿等副矿物微量。黏土质以孔隙式胶结为主,次为孔隙-基底式,胶结物占 20% 左右。砂粒粒径 0.5~2 mm,磨圆度中

等,分选性较好。岩层有板状斜层理。与下伏延安组第一层煤冲刷接触,为其直接顶板。北薄南厚,厚度 5.90~61.17 m,平均厚度 35.91 m。

下部以绿灰色粉砂岩、细粒砂岩为主,夹中粗粒砂岩。中部以灰绿、草绿、绿灰色粉砂岩为主,夹薄层砂岩及泥岩,层理不明显。上部以灰褐、紫褐、灰绿色细粒砂岩为主,夹薄层粗粒砂岩及粉砂岩。

井田内本组地层厚度 425.22~455.88 m,平均厚度 443.52 m。

(3) 侏罗系上统安定组 (J_{2a})。分布于井田内向斜轴部,地表零星出露。为干燥气候条件下河流湖泊相红色沉积建造,俗称“红层”。底部以一层猪肝色中粗粒砂岩与下伏地层假整合接触,下部为粉砂岩与细粒砂岩互层,上部以紫红、棕红、紫褐色粉砂岩为主,夹薄层或中厚层细粒砂岩及薄层粗粒砂岩,砂岩中长石所占比例大。

3) 第四系 (Q)

全区发育,由三个岩石层组成。

(1) 底部砾石层为古河道、现代河床冲积的砾卵石,夹沙土。厚度 1.5~3.0 m。

(2) 黄土层:冲淤积黄沙土。厚度 3~5 m。

(3) 风积沙层:现代风积沙丘。可分为流动半月形沙丘、半固定沙龙及固定沙土层,厚度 0~8 m。

井田内厚度 0~23.94 m,平均厚度 5.30 m。不整合于各系地层之上。

2. 煤层简述

井田内为延安组含煤地层,由顶至底均有煤层赋存,共含煤层 32 层,平均厚度 27.57 m,含煤系数 8.47%。其中编号煤层 20 层,自上而下为 1 号、2 号、2_下 号、3 号、4 号、5 号、6 号、7 号、8 号、8_下 号、9 号、10 号、11 号、12 号、13 号、14 号、14_下 号、15 号、16 号、17 号煤层。除 4 号、5 号、7 号、8 号、8_下 号、10 号煤层不可采外,全区可采及局部可采煤层 14 层,可采煤层平均总厚 26.64 m,含煤系数 8.18%。

本井田内各可采煤层特征简述如下:

1 号煤层:为含煤地层最顶部的薄至中厚可采煤层。可采厚度最大 2.56 m,最小 0.80 m,平均可采厚度 1.51 m。煤层由东向西变厚,由北向南煤层有变厚趋势。煤层顶板为直罗组底部厚层粗粒砂岩(俗称“七里镇砂岩”),个别为薄层细粒砂岩或粉砂岩。底板为粉砂岩及细粒砂岩,少数为泥岩、砂质泥岩。除补勘区北部及深部少数点不可采外,大部分可采。煤层一般不含夹矸,结构简单,属较稳定可采煤层。

2 号煤层:为全区发育稳定的厚至巨厚煤层,向南逐渐加大到 26.7 m。煤层厚度 5.02~11.06 m,平均厚度 8.58 m,属巨厚煤层,局部含夹矸 1~2 层,底部夹矸稳定,岩性为粉砂岩。上距 1 号煤层间距最大 35.10 m,最小 17.27 m,平均 23.86 m。顶板多为砂岩和粉砂岩,底板为粉砂岩。

2_下 号煤层可采厚度 0.81~1.11 m,平均厚度 0.91 m,属薄煤层,煤层厚度变化有一定规律,补勘区内中间厚,向四周逐渐变薄,沿 y505、y405、y305 勘探线形成一条近南北向的冲刷带,造成 2_下 号煤层缺失。羊场湾勘探区局部可采。与 2 号煤层间距由北而南,由东西逐渐增大,补勘区内最大间距 18.10 m,最小间距 2.09 m,平均间距 9.06 m,顶板为粉砂岩,底板为细砂岩、粉砂岩。煤层结构简单,属较稳定煤层。

3 号煤层:煤层厚度 0.21~1.75 m,平均 0.74 m,可采厚度 0.80~1.75 m,平均 1.13 m,属薄煤层,煤层厚度由西向东逐渐变厚并分岔,煤层由南向北逐渐变薄,过 y6 线以北不可采。羊场湾勘探区零星可采。煤层在补勘区中西部含 1 层夹矸,煤层结构简单,属不稳定局部可采薄煤层。上距 2_下 号煤层间距最大 37.42 m,最小 3.74 m,平均 15.49 m。煤层顶板以粉砂岩为主,局部为细粒砂岩或泥岩,个别有中、粗粒砂岩;底板以粉砂岩为主,局部泥岩和细粒砂岩,后者常有薄层伪底。

4号煤层:煤层厚度0.15~2.01 m,平均0.43 m,属薄煤层,上距3号煤层间距最大27.67 m,最小2.72 m,平均13.72 m。煤层倾向厚度是中间厚,东、西薄;煤层厚度在走向上呈中间厚,南北薄,煤层结构简单,煤层在局部地段因冲刷尖灭。羊场湾勘探区不可采。煤层顶板以粉砂岩为主,局部为中、粗粒砂岩;底板以粉、细粒砂岩为主,泥岩次之。稳定程度属不稳定型。

5号煤层:煤层厚度0.19~1.06 m,平均0.47 m,属薄煤层,上距4号煤层间距最大30.26 m,最小4.35 m,平均20.61 m。煤层倾向厚度是东厚、西薄;煤层厚度在走向上呈南北厚,中间薄,煤层结构简单,煤层在局部地段因冲刷尖灭。羊场湾勘探区零星可采。煤层顶板以粉砂岩为主,局部为中、粗粒砂岩;底板以粉、细粒砂岩为主,泥岩次之。稳定程度属不稳定型。

6号煤层:煤层厚度0.19~2.68 m,平均0.85 m,可采厚度0.82~2.68 m,平均1.35 m,属薄—中厚煤层,上距5号煤层间距最大19.60 m,最小3.86 m,平均12.37 m。煤层倾向厚度是东薄西厚,并含1层夹矸;煤层厚度在走向上呈中间薄,南北厚,且向南含1层夹矸,煤层结构简单,煤层在中间多处地段因冲刷尖灭,造成煤层不连续,补勘区内y4线以北零星可采。羊场湾勘探区局部可采。煤层顶板以粉砂岩为主,局部为中、粗粒砂岩;底板以粉、细粒砂岩为主,泥岩次之。稳定程度属不稳定型。

7号煤层:煤层厚度0.20~1.46 m,平均0.56 m,属薄煤层,上距6号煤层间距最大30.89 m,最小9.88 m,平均21.95 m。煤层厚度变化无规律,见1~2层夹矸,煤层结构简单,煤层在局部地段因冲刷尖灭。羊场湾勘探区局部可采。煤层顶板以粉砂岩为主,局部为中、粗粒砂岩;底板以粉、细粒砂岩为主,泥岩次之。稳定程度属不稳定型。

8号煤层:煤层厚度0.15~0.62 m,平均0.38 m,属薄煤层,上距7号煤层间距最大28.81 m,最小2.02 m,平均10.03 m。煤层厚度变化无规律,煤层结构简单,煤层在大部地段因冲刷尖灭。羊场湾勘探区零星可采。煤层顶板以粉砂岩为主,局部为中、粗粒砂岩;底板以粉、细粒砂岩为主,泥岩次之。稳定程度属极不稳定型。

8_下号煤层:煤层厚度0.06~0.64 m,平均0.37 m,属薄煤层,上距8号煤层间距最大25.62 m,最小10.99 m,平均18.93 m。煤层倾向厚度变化中间薄,东、西厚;煤层厚度在走向上南北厚,中间薄,煤层结构简单,煤层在局部地段因冲刷尖灭。羊场湾勘探区局部可采。煤层顶板以粉砂岩为主,局部为中、粗粒砂岩;底板以粉、细粒砂岩为主,泥岩次之。稳定程度属不稳定型。

9号煤层:全区普遍发育且稳定,煤层厚度1.16~4.13 m,平均2.04 m,上距8_下号煤层间距最大32.07 m,最小13.63 m,平均21.68 m。煤层由东向西变薄,南北向变化不大,中间局部见1层夹矸,夹矸岩性以泥岩、粉砂岩为主,结构较简单。煤层顶板以粉砂岩和细粒砂岩为主,少量泥岩;底板以粉砂岩、细粒砂岩居多泥岩次之。为补勘区内全部可采的中厚煤层。稳定程度属稳定型。

10号煤层:补勘区内不可采,煤层厚度0.12~0.59 m,平均0.34 m,属薄煤层,上距9号煤层间距最大40.07 m,最小6.03 m,平均10.98 m。煤层厚度变化无规律,煤层结构简单,煤层在局部地段因冲刷尖灭。羊场湾勘探区不可采。煤层顶板以粉砂岩为主,局部为中、粗粒砂岩;底板以粉、细粒砂岩为主,泥岩次之。稳定程度属极不稳定型。

11号煤层:全区发育,煤层厚度0.54~2.79 m,平均1.68 m,可采厚度0.99~2.79 m,平均1.70 m,属薄—中厚煤层,煤层厚度东西向变化不大,纵向上由北向南变厚,不含夹矸,煤层结构较简单。羊场湾勘探区不可采。与12号煤层在北部间距1.5 m左右,向南部逐渐合并成一个复合煤层,中间夹矸厚约0.25 m。由东向西煤层间距加大。在区内属稳定煤层。上距10号煤层间距平均22 m,煤层顶板以粉砂岩为主,泥岩、细粒砂岩次之,个别为中粒砂岩;底板以粉砂岩、细粒砂岩为主,含少量泥岩。

12号煤层:全区赋存,煤层厚度1.11~2.49 m,平均1.69 m,属薄—中厚煤层,在区内煤层厚度总体变化不大,不含夹矸,煤层与11号煤层间距最小0.25 m,最大18.06 m,平均2.94 m,在南

部合并成一个复合煤层,中间夹矸 0.25 m 左右。煤层间距由东向西加大。煤层结构简单,属稳定煤层。煤层顶板粉砂岩占绝对优势,少见泥岩及细粒砂岩;底板以细粒砂岩、粉砂岩为主,泥岩次之。

13 号煤层:全区发育,煤层厚度 0.10~1.39 m,平均 0.46 m,可采厚度 0.88~1.39 m,平均 1.00 m,属薄煤层,煤层厚度变化不大,煤层结构简单,含 1~2 层夹矸,属层位稳定局部可采薄煤层,上距 12 号煤层间距最大 36.30 m,最小 10.34 m,平均 23.80 m。煤层可采范围较小,最大厚度 0.95 m,位于 y8—y10 线附近。羊场湾勘探区零星可采。顶板以泥岩为主,近煤层处含沥青质或炭质,厚度 1~5 m,少数为粉砂岩,个别为砂质泥岩,该层呈黑色,可燃,具沥青味,在补勘区内稳定发育,为一标志层。煤层底板以粉砂岩为主,含少量泥岩、砂质泥岩和细粒砂岩。除可采地段局部有 1 层夹矸岩性为泥岩外,一般为简单结构。属不稳定煤层。

14 号煤层:全区发育且稳定的中厚煤层,煤层厚度 1.59~4.46 m,平均 3.04 m,中厚煤层,煤层厚度由西向东变厚,出现两层夹矸;由南向北变薄,煤层下部夹矸加厚,在 y4 线以北分为两层,即 14 号煤层和 14_下 号煤层,在 y4 线以南多合并成一层。14_下 号煤层分布面积 13.08 km²,可采面积 8.71 km²。厚度 0.54~1.44 m,平均 1.01 m,可采厚度 0.82~1.44 m,平均 1.06 m。变化规律明显,含 1~2 层夹矸,底部含 1 层夹矸,基本可以对比,岩性以泥岩为主,粉砂岩次之,有时为炭质泥岩,最大厚度 6.75 m,局部地段下部偶夹 2 层夹矸,结构较简单。属稳定煤层。上距 13 号煤层间距 10.79~59.34 m,平均 29.82 m。煤层顶板以粉砂岩为主,岩石较完整;底板以粉砂岩、细粒砂岩为主,泥岩较少,偶见伪底,岩石完整。

15 号煤层:全区发育中厚—厚层状煤层,煤层厚度 1.14~4.12 m,平均 2.33 m,补勘区内煤层厚度总体变化不大,煤层结构简单,局部含 1 层夹矸,夹矸岩性以泥岩为主,其次为粉砂岩,属稳定煤层。上距 14 号煤层间距最大 20.3 m,最小 2.98 m,平均 9.27 m。煤层顶板岩性以粉砂岩为主,细粒砂岩、泥岩次之;底板以粉砂岩、泥岩为主体,细粒砂岩次之,有少量伪底,岩石完整。

16 号煤层:补勘区内局部可采,可采范围分布在补勘区的南部,煤层厚度 0.29~4.40 m,平均 1.13 m,可采厚度 0.82~4.40 m,平均 1.64 m,属薄—厚煤层,煤层厚度由西向东变厚,煤层结构较简单,在井田南部可采范围内属较稳定煤层。上距 15 号煤层间距最大 33.85 m,最小 7.65 m,平均 15.74 m 左右。煤层厚度变化较大,最大 4.40 m。有大面积沉积尖灭,煤层厚度平均 1.03 m, y4 线以北煤层厚度在 0.29~0.82 m 之间, y4 线以南厚 0.64~4.4 m。羊场湾勘探区零星可采。煤层顶板含粉砂岩较多,细粒砂岩、泥岩次之;底板岩性变化较大,多为泥岩、砂质泥岩、粉砂岩,细、中粒砂岩少见。发育 1~2 层夹矸,个别达 5 层,最大厚度 1.92 m,岩性多为泥岩,其次为细粒砂岩、粉砂岩,结构属较简单—复杂型。属不稳定煤层。

17 号煤层:补勘区内零星可采煤层,是可采累计面积最小的煤层之一。煤层厚度 0.39~8.49 m,平均 0.95 m,可采厚度 0.85~8.49 m,平均 2.61 m,属薄—厚煤层,上距 16 号煤层间距最大 26.02 m,最小 1.39 m,平均 12.47 m。煤层厚度变化较大,煤层在中西部个别点较厚,大部含 2~4 层夹矸,煤层结构属较简单—复杂型,属极不稳定煤层。煤层顶板泥岩、炭质泥岩含量较多,底板细粒砂岩、泥岩含量较多。

根据煤层的可采程度和煤层厚度、结构的变化情况,2 号、9 号、11 号、12 号、14 号、15 号煤层全区可采,厚度变化较小,结构简单—较简单,属稳定煤层。1 号、2_下 号煤层补勘区内大部可采,1 号煤层补勘区东北、中北边部不可采,2_下 号煤层补勘区中西部不可采,结构简单,故属较稳定煤层。3 号、6 号、13 号、14_下 号、16 号煤层虽基本全区赋存或局部地段赋存,但厚度变化较大,因其可采范围较小,零星分散,故均属不稳定煤层。17 号煤层补勘区内局部赋存,很小范围可达可采,故属极不稳定煤层。

(1) 矿区水文地质条件综述。区域水文地质区划属于陶(乐)灵(武)盐(池)台地水文地质区中的西部低丘台地裂隙孔隙水亚区。由于受自然地理及地质条件控制,呈现出西北地区特有的干

旱、半干旱区的水文地质特征,地下水补给来源贫乏。地貌上属于低山丘陵区,并多为沙丘覆盖。水文地质分区不明显,地下岩层一般均属含水弱或微弱的岩层,水文地质条件简单。

(2) 矿区地质构造演化及分布。井田所处碎石井矿区位于磁荫断褶带北部中段,东靠台坳,以褶曲较发育、断层稀少,无岩浆活动为其基本构造特征。

矿区级主干构造以褶曲为主,轴向均近南北并延至区外,具有向北封闭收敛、向南倾伏散开之势,形如扫帚。自西向东主要有面子山向斜,刘家庄—碎石井背斜、四耳山向斜、黑疙瘩—周家沟背斜、磁窑堡—长梁山向斜和鸳鸯湖—冯纪沟背斜。

褶曲较宽缓,一般不对称,背斜西翼陡东翼缓,向斜反之。背斜核部由二叠系上统、三叠系及侏罗系地层组成,向斜核部则由侏罗系及白垩系下统地层组成。背向斜轴在总体均向南倾伏的背景下,局部仍有起伏。

本井田位于碎石井矿区中段偏北,即刘家庄—碎石井背斜与磁窑堡—长梁山向斜东侧 F_1 逆断层之间,井田总体呈北东—南西走向、向南东倾斜的单斜构造形态。

井田基本构造形态为走向北东,向南东倾斜的单斜构造,但是由于次级褶曲较为发育,以及稀少断层的影响,井田内地层产状沿走向和倾向均有变化。次级褶曲有自西南向东北的赵儿塔井向斜(井田西南边界)和火烧坡背斜,红湾井向斜和红湾井背斜,山疙瘩向斜和黑疙瘩背斜,圆疙瘩向斜和五疙瘩背斜,以及磁窑堡向斜,其中黑疙瘩背斜和磁窑堡向斜向南北延长,构成矿区级主干构造。它们除井田南北边部赵儿塔井向斜、火烧坡背斜、磁窑堡向斜北(或北西)在井田以外消失,其余则依次在井田内向北抬起封闭消失,向南倾伏散开延长。位于井田中部的圆疙瘩向斜和五疙瘩背斜,规模较大,自东南延入井田,直至浅部才逐渐消失。褶曲轴走向除磁窑堡向斜呈近南北向外,其他均呈北北西向,与地层走向斜交,其消失端已近于垂直。褶曲两翼多不对称,背斜西翼陡于东翼,向斜与之相反,轴面均南东倾,倾角 $73^\circ \sim 85^\circ$ 。此外,井田东北侧的磁窑堡东侧逆断层(F_1 断层),走向近南北,也构成井田自然边界。

1.4.2 枣泉煤矿地质条件

枣泉煤矿位于宁夏回族自治区灵武市东南 62 km 的毛乌素沙漠的边缘,行政区划属灵武市马家滩乡管辖。井田东北边界以赵儿塔向斜轴为界,与羊场湾井田相邻;正北以 29 勘探线为界,与英子梁井田相接;东、南、西三面均以 1 号煤层+600 m 水平煤层底板等高线在地面的投影线为界。

1. 地层

1) 上三叠统延长群(T_{3yn})

延长群为本井田煤系地层的基底,地表没有出露,有 88 个钻孔钻进至该群地层,其中 2934 号孔钻进 450.50 m,是本井田钻进延长群地层最厚的钻孔,但未见底,区域资料表明其总厚大于 750 m。井田内钻孔中见到的岩性,一般为灰绿色细粒砂岩,局部夹薄层泥岩和泥灰岩。

2) 下侏罗统富县组(J_{1f})

富县组在井田内没有任何露头,最小厚度为 0,最大厚度为 53.62 m,平均厚度为 10.94 m。变化趋势为北厚南薄、东厚西薄。富县组为一套沉积于侵蚀间断面之上的风化壳沉积,岩性特征以杂色砂岩为主,局部为砂砾岩、砾岩及砂质泥岩、粉砂岩、泥岩、黏土岩,夹薄层黑色泥岩。

3) 中侏罗统(J_2)

(1) 侏罗系中统延安组(J_{2y})。为井田主要含煤地层,地表仅有零星露头。延安组地层岩性由灰白、灰色的各粒级砂岩,灰、灰黑色粉砂岩、砂质泥岩及少量炭质泥岩、黏土岩、泥岩、泥灰岩(局部夹薄层菱铁质泥岩)和 40 多层煤层组成。底部一般以一层厚度不大,具鲕状结构的含铝质黏土岩与下伏富县组呈假整合接触;该层岩性比较稳定,局部地段分为 2~3 层,一般距 16 号煤层较近或为直接底板,在没有 16 号煤层沉积的地段,仍然可以找到这一层位。

延安组地层保存厚度最小为 10.34 m(L53 号孔),最大为 350.28 m(2423 号孔),平均为

214.14 m。58 个钻孔穿过本组的完整地层,其最小厚度为 287.61 m (2937 号孔),平均厚度为 320.76 m。

(2) 侏罗系中统直罗组 (J_{2z})。本组为含煤地层的上覆岩系,全井田仅有极少数露头点,据全井田 98 个钻孔所揭露的地层保存厚度,最小为 3 m,最大为 525.67 m,平均为 223.05 m。其中,有 25 个钻孔穿过该组完整地层,其最小厚度为 311.78 m,全井田平均厚度为 405.80 m。

直罗组是一套半干旱及干旱气候条件下的河流湖泊相沉积,局部地段的上部、中部及底部有泥炭沼泽沉积,全井田共有 29 个钻孔见到该组的煤层沉积,共见煤 34 层,除 4 个钻孔见到可采煤层外,其余钻孔所见煤层均不可采。

岩性上部以灰褐、灰绿夹紫色的细粒砂岩为主,夹薄层粗粒砂岩和粉砂岩;中部以灰绿、灰蓝色粉砂岩为主,夹砂岩及薄层泥岩;下部以灰绿、灰色粉砂岩、细粒砂岩为主,夹中厚层粗粒和中粒砂岩;底部常为一巨厚层粗粒砂岩(俗称“七里镇砂岩”),该层砂岩主要为灰白色,成分以石英、长石为主,泥质胶结,粒度上细下粗,韵律明显,层位稳定,全井田普遍发育,是井田内最上部的一个重要标志层。

“七里镇砂岩”厚度变化较大,保存厚度最小为 3 m,最大为 113.40 m,全井田平均为 67.00 m;钻孔见其全层的最小厚度应为 50.23 m,平均厚度为 73.32 m。总体变化趋势是北部薄、南部厚,西翼薄、东翼厚。

(3) 侏罗系中统安定组 (J_{2a})。井田内仅在背斜轴部和两翼有零星出露,据全井田 15 个钻孔所揭露的地层保存厚度,最小 26.83 m (2801 号孔),最大 285.02 m (2321 号孔),平均 117.71 m,两翼相比,东翼保存的厚度大于西翼。岩性为:上部以紫红、棕红、紫褐色的粉砂岩、砂质泥岩为主,夹薄层或中厚层细粒砂岩、薄层粗粒砂岩,砂岩中长石含量较多;下部为粉砂岩、细粒砂岩、中粒砂岩互层;底部常为一层铁锈色砂岩(一般为石英长石砂岩),与下伏直罗组呈整合接触。按岩性特征,应为滨湖、滨湖三角洲及浅湖亚相沉积。

4) 下白垩统志丹群 (K_{1zd})

井田内所有钻孔均未见到该地层,主要分布于井田两侧的四耳山、面子山、六道梁及猪头岭一带,构成了井田两侧的高山地貌。是一套离陆源区较近的冲、洪、坡积粗碎屑岩建造。岩性以灰白、淡红色的各种砾石组成的砾岩为主,夹薄层或不规则的砂岩和砾状砂岩,砾石成分以石英岩、石英砂岩为主,灰岩次之,并含少量片麻岩、花岗片麻岩及伟晶岩,分选性差,最大砾径可达 1 m 左右,砂质及硅质胶结,较坚硬,超覆不整合于下伏安定组之上,最大厚度 1200 m。

5) 第四系 (Q)

在井田内广为分布,多为固定、半固定和流动式沙丘。据钻孔揭露,除上部的风积沙层外,中部为黄色沙土,底部为砂砾石及卵石层,砂卵砾石层的厚度变化较大,从 0~10 m 不等。第四系总厚度在井田内变化亦大,0.60~25.00 m 不等,平均厚度为 8.00 m。不整合于所有老地层之上。

2. 构造

本区地处鄂尔多斯台缘褶皱带东侧中段,马家滩台陷中的磁荫断褶皱带北部。东接鄂尔多斯台坳,西与走廊过渡带及加里东地槽褶皱区毗邻。

马家滩台陷为一中生代沉积坳陷,东以马柳断层及上台子断层南段与鄂尔多斯台坳相邻,北以沙葱沟断层与陶乐台拱相接,西以黄河东侧大断层与银川地堑相连,西南以青龙山东侧断层与青云台拱为界。

按地质力学观点,本区处于祁吕贺山字形构造的脊柱中段部位,故构造线方向均以南北向或近南北向为主。自北往南,构造趋向复杂,多数褶皱因受后期断层切割破坏,加剧了构造的复杂程度。

1) 褶曲

(1) 碎石井背斜。为井田内的主体构造,是一两翼对称向南倾没的背斜构造。

轴部：轴线在平面上的走向近乎南北，其中，北段为 $N25^{\circ}E$ ，中段为 $N8^{\circ}E$ ，南段为南北向至 $N8^{\circ}W$ ，总体呈向西突出的弧形。在走向剖面上有幅值小于 30 m 的波状起伏，主要表现在 20 勘探线附近的下陷和 28 勘探线附近的隆起，致使煤层底板等高线在该处出现封闭圈。轴面直立，轴部地层产状 $3^{\circ}\sim 5^{\circ}$ 。背斜轴在井田内长度 19 km，但南北两端均已延伸到井田边界以外，全长约 35 km。

两翼：地表仅有零星露头，主要分布于井田的中、北部。两翼地层产状一般为 $15^{\circ}\sim 36^{\circ}$ ，东北角东翼深部可达 $40^{\circ}\sim 45^{\circ}$ ，平均地层产状小于 25° ，地层走向与轴向一致，总的近似南北向，具体可划为北段 $N20^{\circ}\sim 25^{\circ}E$ ，中段 $N5^{\circ}\sim 15^{\circ}E$ ，南段南北向至 $N15^{\circ}\sim 8^{\circ}W$ 。

(2) 赵儿塔向斜。为井田东北边界构造，位于井田北部赵儿塔附近，走向长 2.8 km，轴向西北部为 $N50^{\circ}W$ ，向东南呈弧形急转为南北向，轴面由东北倾转为东倾，倾角 $72^{\circ}\sim 84^{\circ}$ 。两翼不对称，在 29 勘探线东翼稍陡于西翼，在三条构造小剖面线上，则表现为东北翼陡，西南翼缓。向斜沿走向与火烧坡背斜相连接。

2) 断层

在全井田竣工的 322 个钻孔中，仅在井田北部地段内的少数钻孔见到了断层点，分别见到了部分煤层缺失或重复现象，其余少数钻孔虽亦见有产状变陡、岩芯破碎迹象，但未能证实其有断层存在。在井田北部发现三条落差大于 20~30 m 的断层。

(1) F_1 断层。位于背斜东翼的 28₁ 勘探线，为一断层面东倾的正断层，其东盘下降，西盘上升，断层面倾角 72° ，落差浅部 38 m (7 号煤层部位)，深部变小为 28 m (16 号煤层部位)。断层走向与背斜轴走向相一致，为 $N30^{\circ}\sim N35^{\circ}E$ ，走向长度约 750 m。其性质和延展情况，已经严密控制和查明。

(2) F_2 断层。位于背斜东翼的 20₁ 勘探线和 20 勘探线，为一断面东倾的正断层，其东盘下降，西盘上升，断层面倾角 $66^{\circ}\sim 74^{\circ}$ ，断层落差各部位大小不一，在 20₁ 勘探线，浅部为 29 m (10 号煤层部位)，深部为 25 m (16 号煤层部位)；在 20 勘探线，浅部约 45 m (6 号煤层部位)，深部约 40 m (15 号煤层部位)。断层的走向长度约 1250 m，其性质已控制和查明。

(3) F_3 断层。位于背斜西翼的 20 勘探线和 29₁ 勘探线，为一断面西倾，由西南方向向东北方向推覆的逆断层，其西盘上升，东盘下降。断层面倾角，在 20 勘探线为 50° ，在 29₁ 勘探线为 30° ，具逆掩性质。断层落差，各部位大小不一，在 20 勘探线，浅部为 48 m (10 号煤层部位)，深部为 19 m (15 号煤层部位)，在 29₁ 勘探线，浅部为 57 m (6 号煤层部位)，深部为 46 m (12 号煤层部位)。断层走向总长约 1200 m，其性质已控制和查明。

3. 煤层及煤质

1) 煤层

本井田含煤地层为侏罗系中统延安组 (J_{2y})，共含煤 41 层，平均总厚 41.24 m，含煤系数 12.41%。

延安组含煤地层系陆相含煤建造，其岩性组合为粗细碎屑岩、泥岩和煤及炭质泥岩，细碎屑岩是该组的主要组成部分，一般占 50% 以上，最长达 72.6%，最少为 46.2%，平均为 58.9%，粗碎屑岩所占比例大小不等，一般在 25% 左右，最多为 32.8%，最少为 11.3%，平均为 24.6%，其中砾岩、砂砾岩含量极少。泥岩类含量绝大部分小于 10%，个别孔达 20.8% (2311 号孔)，含煤系数一般在 10% 以上，各类岩石组合比例的消长与含煤系数的大小没有相关关系。各类岩性组合比例在井田南北地段和背斜轴部及两翼虽有变化，但无明显的规律可循。

延安组的岩相主要为河流相和湖泊相的沉积，河流相和湖泊相发展而成的良好的沼泽成煤环境，致使众多煤层得以形成。

井田内编号煤层 20 层，16 层煤层为可采和局部可采煤层，可采煤层平均总厚 35.51 m，可采煤层含煤系数 10.68%，计算储量的共有 15 层煤层，2 号煤层为井田内最主要可采煤层，平均厚 7.88 m。