

Fuza Tiaojianxia Gudao Meizhu Gongzuomian

Anquan Gaoxiao Zongfang Shijian

复杂条件下孤岛煤柱工作面 安全高效综放实践

郭德春 王建沪 王道广 朱学军 孙念昌
张洪坡 唐耀勇 李 洪 王 伟 郑光周 著

中国矿业大学出版社

China University of Mining and Technology Press



复杂条件下孤岛煤柱工作面 安全高效综放实践

郭德春 王建沪 王道广 朱学军 孙念昌
张洪坡 唐耀勇 李 洪 王 伟 郑光周 著

中国矿业大学出版社

内 容 提 要

我国煤矿各种“孤岛”采场中,有大量的全部区段回采结束后留下的采区煤柱类“孤岛”采场,由于采场中分布有大量的废旧巷道,导致开采难度增加,而二面或三面甚至四面采空使得矿压显现十分突出,冲击矿压的危害显著增加,断层更使得“孤岛”采场开采面临的问题和安全隐患都更加突出。本书针对上述复杂条件的“孤岛”煤柱采场,从旧巷处理、平巷支护、防冲治理、断层控制及火灾防治等方面进行了研究。根据层位和方向对旧巷进行了分类研究,并制定了相应的处理方法;运用关键层控制理论对平巷进行了支护控制设计;对“孤岛”采场的重点区域进行了冲击矿压危险性评价并制定了防冲措施;以自燃防火理论为指导,对旧巷、采空区、平巷等不同区域进行了防灭火研究,形成了采区“孤岛”煤柱综放回采的关键技术。

本书可供矿山生产、设计、科研单位的有关技术人员和大专院校师生参考。

图书在版编目(CIP)数据

复杂条件下孤岛煤柱工作面安全高效综放实践/郭德春等著. —徐州:中国矿业大学出版社, 2011. 12

ISBN 978 - 7 - 5646 - 1358 - 7

I. ①复… II. ①郭… III. ①煤矿开采—保安矿柱—研究 IV. ①TD823.5

中国版本图书馆 CIP 数据核字(2011)第 274591 号

书 名 复杂条件下孤岛煤柱工作面安全高效综放实践

著 者 郭德春 王建沪 王道广 朱学军 孙念昌
张洪坡 唐耀勇 李 洪 王 伟 郑光周

责任编辑 李 敬

责任校对 何晓惠

出版发行 中国矿业大学出版社有限责任公司

(江苏省徐州市解放南路 邮编 221008)

营销热线 (0516)83885307 83884995

出版服务 (0516)83885767 83884920

网 址 <http://www.cumtp.com> E-mail: cumtpvip@cumtp.com

印 刷 徐州中矿大印发科技有限公司

开 本 787×960 1/16 印张 9 插页 1 字数 171 千字

版次印次 2011 年 12 月第 1 版 2011 年 12 月第 1 次印刷

定 价 23.00 元

(图书出现印装质量问题,本社负责调换)

前 言

煤炭工业是我国重要的基础产业,煤炭在我国一次性能源生产和消费构成中均占 2/3 以上,在未来相当长的时期内,以煤为主的能源供应格局不会改变,只有保持煤炭工业的持续、稳定和健康发展,才能确保我国国民经济的稳定增长。

沿工作面推进方向两侧均为采空区的工作面,或工作面三面、四面均为采空区的工作面,称为孤岛工作面。20 年前,孤岛工作面还相当少见,其开采也大多为巷柱式或穿硐式,既简单又落后,回采率低,安全事故不突出。随着煤炭生产技术的发展 and 新技术、新设备的运用,改变了传统的采煤方法和生产布局,导致在提高生产效益和资源回收率的同时,也产生了一些新的问题。“孤岛”开采就是在这种背景下产生的最为典型,也是目前煤矿生产最普遍、面临问题最多、安全隐患最为突出、事故最频繁的问题之一。

孤岛开采工作面上覆岩层运动规律和采场矿压显现规律与非孤岛工作面有很大差别。对比一般采场非孤岛开采时上覆岩层运动规律,孤岛开采条件下,地应力大,工作面应力集中明显,巷道支护困难,覆岩离层和断裂高度明显增大,工作面上方会出现马鞍形的顶部离层。由于孤岛煤柱开采顶板控制难度的增加及煤层自然发火的威胁,会给工作面的快速推进带来较大的困难,因此孤岛工作面安全高效生产将会遇到更多突出问题:

(1) 孤岛工作面矿压显现剧烈,围岩破坏严重,采用常规的措施将不能对工作面围岩实施有效控制,影响工作面的快速推进。

(2) 孤岛开采沿空平巷巷道围岩变形严重,支护控制困难。

(3) 由于孤岛工作面两侧覆岩处于非充分采动状态,孤岛开采将对本工作面及相邻工作面覆岩结构特征产生重大影响,对工作面支护和顶板水防治及地表沉降控制带来困难。

(4) 周边采空的孤岛工作面掘进和回采时,已采空间可能成为补给水源,会给工作面水害防治带来更大困难。

(5) 孤岛工作面沿空侧煤柱破碎,漏风严重,采空区防灭火形势严峻。

(6) 孤岛开采引起工作面应力集中程度增大,煤与瓦斯突出及冲击地压灾害更加严重。

形成孤岛开采的原因有多种,除因采用沿空掘巷技术导致跳采而形成孤岛开采外,采区内全部区段回采结束后留下的上、下山煤柱回收也是造成孤岛开采的主要原因之一。并且在所有孤岛工作面开采中,采区煤柱回收孤岛开采更加困难,面临的问题更多,因为这类孤岛煤柱中遗留有大量的废旧巷道,而且很多旧巷年久失修,开采时既要解决因孤岛开采造成的冲击矿压防治、沿空平巷支护、沿空侧采空区防灭火、采场顶板管理等一系列技术难题,更要面临工作面过旧巷带来的更多问题。

20 世纪 80 年代以后,随着孤岛开采的逐渐增多,频繁产生的安全事故引起人们对孤岛开采研究的重视,各种矿压理论被用于分析和解释孤岛开采中的种种矿压现象,取得了很多有价值的研究成果,尤其是在孤岛煤柱的开采实践中,积累了丰富的经验,使得灾害事故得到了有效控制,生产效率大幅提高。

本书系统地阐述了孤岛煤柱开采的理论和技術,孤岛工作面过旧巷、断层的方法及技術措施,孤岛工作面的防灭火理论及技術,孤岛工作面灾害治理技术。内容丰富,资料翔实,图文并茂。本书内容是多家单位的工程技术人员联合攻关的结晶,借著作出版之际,特向在合作研究中作出贡献的单位和专家们表示衷心的感谢!

参加本书编写的人员还有刘焕石、邵明喜、程卫民、张建鹏、尚衍峰、刘建强、梁建、邵光磊等。

本书不当之处,敬请提出宝贵意见。

作 者

2011 年 10 月

目 录

1	概述	1
1.1	我国孤岛煤柱回收开采技术及发展	1
1.2	杨村煤矿概况	5
1.3	315 孤岛煤柱概况	9
2	孤岛煤柱安全开采评价	11
2.1	315 孤岛面矿压规律分析预测及对开采的影响	11
2.2	315 孤岛面冲击危险性评价及防治措施	16
2.3	315 孤岛面过废旧巷道的安全性分析	24
2.4	本章小结	29
3	孤岛煤柱安全开采支护技术	30
3.1	工作面过旧巷开采技术	30
3.2	平巷支护控制技术	48
3.3	工作面不等长开采技术	56
3.4	孤岛面仰斜开采技术	60
3.5	孤岛面过断层开采技术	61
3.6	本章小结	69
4	孤岛煤柱综放防灭火技术	70
4.1	孤岛煤柱综放开采防灭火重点分析	70
4.2	孤岛煤柱回采前沿空侧采空区防灭火技术方案	71
4.3	孤岛煤柱综采全过程的温度、束管监测及隐患处理	82
4.4	工作面安装时期及回采初期的防灭火工作	85
4.5	正常回采期间的防灭火技术措施	87

4.6	特殊时期的防灭火技术措施·····	90
4.7	回采末期(距停采线 100 m)及停采撤面期间的 防灭火技术措施·····	92
4.8	防灭火应急预案及管理措施·····	94
4.9	本章小结·····	97
5	315 复杂孤岛煤柱综放开采实践 ·····	99
5.1	工作面概况·····	99
5.2	315 孤岛煤柱工作面过旧巷开采方案·····	100
5.3	工作面设备配套·····	117
5.4	劳动组织、生产工艺·····	119
5.5	实践效果及经验总结·····	120
5.6	本章小结·····	135
	参考文献 ·····	136

1 概 述

1.1 我国孤岛煤柱回收开采技术及发展

多年来,煤炭在我国能源结构中一直占有 70% 以上的份额,根据全球经济可持续发展和能源利用的发展趋势以及中国能源结构特点,中国 70% 以上的能源来自煤炭的能源构成状况在相当长的时期内不会发生大的变化。但煤炭的生产过程却存在着许多危害安全的灾害性问题,事故频繁的孤岛煤柱开采就是目前煤炭生产过程中面临的最为典型的问题。

孤岛煤柱的产生有很多原因,概括而言主要包括以下几种:

(1) 工作面“跳采”产生两侧采空的孤岛煤柱。随着生产技术的进步,沿空掘巷的运用越来越普遍,为了便于巷道的支护和生产接续必须“跳采”,综采和综放技术的推广也使得“跳采”日益频繁,因而产生了大量的孤岛煤柱。

(2) 各区段回采结束后留下的采区上、下山煤柱。采区煤柱的回收是提高煤炭资源回收率的重要途径之一,正规工作面回采也是煤柱回收中越来越普遍采用的方法。

(3) 煤层开采的地质条件限制造成。如断层等构造的存在,切割了煤层的连续性,形成了孤岛工作面。

(4) 其他护巷煤柱。比如大巷煤柱、区段煤柱等。

孤岛工作面及其周围巷道附近应力集中程度高且顶板运动剧烈,是孤岛工作面回采的技术难题之一。对比一般采场非孤岛开采时上覆岩层运动规律,孤岛开采条件下,地应力大,工作面应力集中明显,巷道支护困难,覆岩离层和断裂高度明显增大。由于孤岛煤柱开采顶板控制难度的增加及煤层自然发火的威胁,会给工作面的快速推进带来较大的困难,因此孤岛工作面安全高效生产将会遇到更多突出问题:

(1) 孤岛工作面矿压显现剧烈,围岩破坏严重,采用常规的措施将不能对工作面围岩实施有效控制,影响工作面的快速推进。

(2) 孤岛开采沿空平巷巷道围岩变形严重,支护控制困难。

(3) 由于孤岛工作面两侧覆岩处于非充分采动状态, 孤岛开采将对本工作面及相邻工作面覆岩结构特征产生重大影响, 对工作面支护和顶板水防治及地表沉陷控制带来困难。

(4) 周边采空的孤岛工作面掘进和回采时, 已采空间可能成为补给水源, 会对工作面水害防治带来更大困难。

(5) 孤岛工作面沿空侧煤柱破碎, 漏风严重, 采空区防灭火形势严峻。

(6) 孤岛开采引起工作面应力集中程度增大, 煤与瓦斯突出及冲击地压灾害更加严重。

我国煤矿各种“孤岛”采场中, 有大量的全部区段回采结束后的采区煤柱类“孤岛”采场, 由于煤柱中分布有大量的废旧巷道, 导致开采难度增加。巷道开挖后, 由于围岩应力的重新分布, 在巷道周围岩体内产生三个不同的应力分布区: 靠近巷道周边的极限平衡区、弹、塑性区及围岩深部的原岩应力区。若巷道支护不及时或支护强度不够, 极限平衡区内的岩石将发生破裂。工作面中的旧巷由于受采动影响等诸多原因, 使得旧巷矿压显现十分强烈, 极限平衡区范围进一步扩大, 给旧巷的支护控制和安全生产带来严重威胁, 而层位关系错综复杂的旧巷群不仅使采场矿压显现强烈, 而且回采工艺更加复杂, 安全隐患多, 历来是支护控制和灾害防治的难题。而遗留有大量旧巷的三面采空孤岛煤柱采场, 无论是采场矿压还是旧巷控制, 面临的问题和安全隐患都更加突出。

早在 20 世纪 80 年代初期, 我国就开始对孤岛工作面开采进行了研究工作。山东枣庄柴里煤矿于 1981 年就对 309 孤岛工作面进行了成功的开采。

兴隆庄矿于 1983 年在 5302 孤岛工作面采用分层综采技术进行了成功开采。实测数据资料表明孤岛工作面平巷超前支承压力、顶底板移近量、超前影响范围都显著增大。

南屯煤矿 1994 年对复杂条件下 63_上10 孤岛工作面进行了成功的综放开采。实测数据资料表明孤岛综放工作面与非孤岛工作面的动载系数、支护强度、顶板下沉量和片帮深度等相比均有明显增大。

兖矿集团济宁二号煤矿 23_下03 孤岛综放工作面快速推进, 实现高产高效的技术措施, 为其他相似开采条件的孤岛综放工作面提供了依据和经验。

义煤集团公司常村矿 2107₂ 孤岛工作面平巷在沿底掘进过程中, 因煤炮频繁、压力大、支护困难而被迫停止掘进。最后通过对 2107₂ 孤岛面支承压力分布规律的综合分析, 重新确定了两巷布置位置, 有效控制了巷道变形量, 并安全地回采了该孤岛面, 经济效益和社会效益十分明显。

庞庄煤矿运用旋转式开采技术对 2443 孤岛面进行了综合机械化开采, 对孤

岛煤柱旋转开采的工艺方式、矿压显现规律、旋转区巷道布置和支护等关键技术进行了研究,为复杂条件下孤岛综采开采提供了参考。

古书院矿 12302 放顶煤孤岛工作面回采时,沿空侧的两巷平巷巷道变形十分严重,致使工作面推进停滞不前,通过套棚、木垛、中柱等加强支护措施和在巷道顶部留卸压区释放矿山压力后成功回采,为孤岛工作面的安全回采提供了可供借鉴的经验。

徐州大黄山矿采用“宽巷维护法”,即在工作面超前 30~50 m 范围内刷帮增加断面,两帮双排走向棚支护,棚间加半圆木护顶,成功开采三个孤岛面 226(下分层)、3303(上分层)、3304(上分层)。

孤岛工作面压力大,端头、端尾及超前支护困难,合理的工作面两巷的位置、断面尺寸和支护方式是孤岛开采成功的保障。支承压力分布规律是确定巷道合理位置和支护控制的重要理论依据,合理的巷道布置才能保证较好的维护效果和较高的经济效益。由于采空区边缘形成的侧向支承应力分为应力降低区、应力升高区和原岩应力区,为减少巷道围岩压力和煤炭损失,沿采空区边缘留窄煤柱的巷道布置方法已被越来越多地在开采中运用。

王同旭等通过 FLAC3D 软件模拟孤岛工作面侧向支承压力的分布,雷达探测塑性破坏区沿倾斜方向的变化,确定支承压力高峰位置及应力降低区范围,使工作面上、下巷位置避开压力高峰区的不利影响,明显改善巷道维护状况,经济与技术效果显著。

王庄矿在 6108 孤岛工作面进行了回风巷留窄煤柱沿空掘巷,进风巷宽煤柱掘进的对比试验,试验结果及研究表明:留窄煤柱沿空掘巷更适合孤岛煤柱工作面开采。

刘传孝等采用三维离散单元法对孤岛煤柱区巷道围岩破碎范围的发育规律进行了理论分析。模拟表明:高应力区巷道围岩破碎范围普遍较大,但其水平位移不再明显发展,高应力区的小煤柱已充分预发育裂隙,且水平位移大,应力水平降低。结合探地雷达对现场巷道围岩破碎区的测定,确定距采空区一侧边缘 5~8 m 为孤岛开采巷道布置的合理位置。

柏建彪等通过对王庄矿孤岛综放面巷道围岩应力和赋存状态的分析,研究了孤岛综放面巷道围岩控制机理,并将研究结果应用于现场实践,得到以下结论:

(1) 孤岛综放工作面留窄煤柱护巷时,掘进期间及掘后稳定期间的巷道围岩变形量较小,而回采期间围岩变形量较大;留较宽煤柱护巷时,掘进期间及掘后稳定期间的巷道围岩变形量就较大,巷道维护更困难。

(2) 高强锚杆支护系统具有较高的支护力和较大的延伸率,显著提高了围

岩及窄煤柱的承载能力,同时适应围岩的较大变形,能有效地维护孤岛综放面沿空巷道的稳定。

(3) 高水速凝材料注浆固化提高围岩的完整性,能显著改善孤岛面破碎围岩巷道的维护。

东滩煤矿 4707 孤岛综放工作面开采时平巷巷道底鼓严重、两帮煤壁变酥、顶板下沉破碎、矿工钢棚扭曲、部分锚杆拉断失效、锚固力下降,通过采用注浆锚索支护技术,显著提高了固结体的强度和刚度,从整体上增强了巷道围岩的抗变形强度,取得了显著的支护效果。

权台煤矿东二采区开采“三软”煤层 34233 孤岛综放工作面,顶板和两帮均采用锚杆锚索联合支护,有效地减少了工作面巷道顶底板及两帮的移近量。

邢台煤矿采用留 3.5~3.8 m 小煤柱护巷和锚网支护技术,成功开采了复合顶板条件下的 7809 孤岛工作面。

朔里矿运用预应力锚网支护控制技术,成功回采近距离采空区下沿空掘巷的 515 孤岛综采工作面。

晋城煤业凤凰山矿针对孤岛工作面平巷矿压显现强烈这一普遍性问题,在 2317 孤岛工作面进行了平巷全锚杆支护试验。实践证明,锚杆支护不仅简化了工作面端头支护,而且片帮现象基本消除,支护效果远好于钢棚支护。

济宁二号矿三面沿空的 23_F03 孤岛综放工作面回采时,采取了在锚网支护的基础上,增加辅助架棚、超宽的区域增设中柱等方法,具有一定的借鉴意义。

潞安矿采用超前卧底释放压力、扩大超前支护距离、增加支护密度等技术措施来控制巷道围岩变形,成功回采 7508 上分层孤岛工作面。

潞安王庄煤矿针对 6108 孤岛综放面回风巷道顶板松散,破碎层厚度大的特点,采用窄煤柱沿空掘巷和高强螺纹钢锚杆全长树脂药卷锚固,并配小孔径预应力锚索加固支护,使孤岛工作面成功回采。

孤岛工作面开采比非孤岛开采条件下更容易发生瓦斯突出、自然发火、冲击矿压等灾害,我国在孤岛工作面安全开采方面积累了相当多的经验。

东滩煤矿 4303 孤岛面开采时瓦斯涌出异常,通过有针对性地采取区域性均压、工作面两巷堵漏和合理配风等实现了安全开采,为孤岛综放面有效治理瓦斯提供了成功的经验。

兴隆庄煤矿总结了网下放顶煤孤岛工作面开采的主要隐患点在邻面的切眼、停采线、上分层停采线及存在可能漏风通道的其他地点,并对上述隐患点采取全部喷浆、施工防火钻孔、注黄泥浆、均压等措施,并且在掘进期间就采取措施及时治理,并定期进行检测,做好预测预报。

吕子清等分析了厚煤层孤岛工作面综放开采过程中煤炭自然发火的特点,

提出了防火重点在其上下平巷、开切眼及停采线周围的遗煤带,并采取了相应的防治措施。

徐州三河尖煤矿治理孤岛工作面冲击矿压时,采用了合理地布置巷道,尽可能减少巷道交叉,避开上层煤柱及邻近区段的应力高峰影响区域,充分利用工艺破煤进行卸压和采用综合检测技术进行预测等措施。

老虎台矿自 2001 年通过高压注水、震动爆破及卸压钻孔技术防治孤岛开采冲击矿压以来,效果显著。

鹤岗矿三面采空形成孤岛煤柱开采冲击矿压灾害频繁,通过采用诱发爆破、卸载爆破、使应力释放及宽巷掘进、注水软化煤体或顶板打卸压钻孔等卸压方法在生产实践中控制或解除了冲击地压。

济宁二号矿开展了孤岛开采的冲击矿压危险检测预报工作,建立了冲击矿压危险程度分析、冲击危险指数确定、电磁辐射和钻屑法进行及时预报、卸压爆破进行处理的一整套技术,实践证明这套技术安全、可靠、有效。

刘红岗、徐金海著文论述了卸压是解除孤岛开采瓦斯突出和冲击矿压灾害的有效方法。钻孔卸压人为改变了围岩中的应力分布,使支撑压力峰值向围岩深部转移,使围岩处于应力降低区,控制瓦斯突出和冲击矿压的发生。

林柏泉等应用弹塑性力学、相似理论、岩体力学等知识,探讨了煤巷卸压槽的防突作用机理并进行了实验室的模拟试验,得出了煤巷卸压槽开挖后煤体周围应力分布状态,并且得出煤巷卸压槽能够有效防止煤和瓦斯突出,但必要条件在于卸压槽开掘后应能形成较大范围的卸压区,对于孤岛开采防突提供了借鉴。

我国在孤岛开采方面积累了丰富的经验,取得了一系列有价值的研究成果。目前,留窄小煤柱沿空掘巷和锚网索支护技术已普遍运用于孤岛开采中,总结出了效果显著的防突、防冲、防火安全技术措施。

1.2 杨村煤矿概况

1.2.1 位置、范围与交通

杨村煤矿位于山东省济宁市高新区王因镇境内,兖州煤田的西北缘。北邻杨庄煤矿,东邻兴隆庄煤矿,东南邻鲍店煤矿,南邻田庄煤矿和横河煤矿,西以煤系露头为边界。杨村煤矿交通十分便利(图 1.1),东临京沪铁路,西近兖济铁路(兖州—济宁),兖微公路从井田西部穿过。矿井主副井距兖州市约 10 km,距邹城车站 16 km。

1.2.2 自然地理

区内为第四系冲积平原,地势平坦,地面标高 $+40\sim+47$ m,地形变化总趋

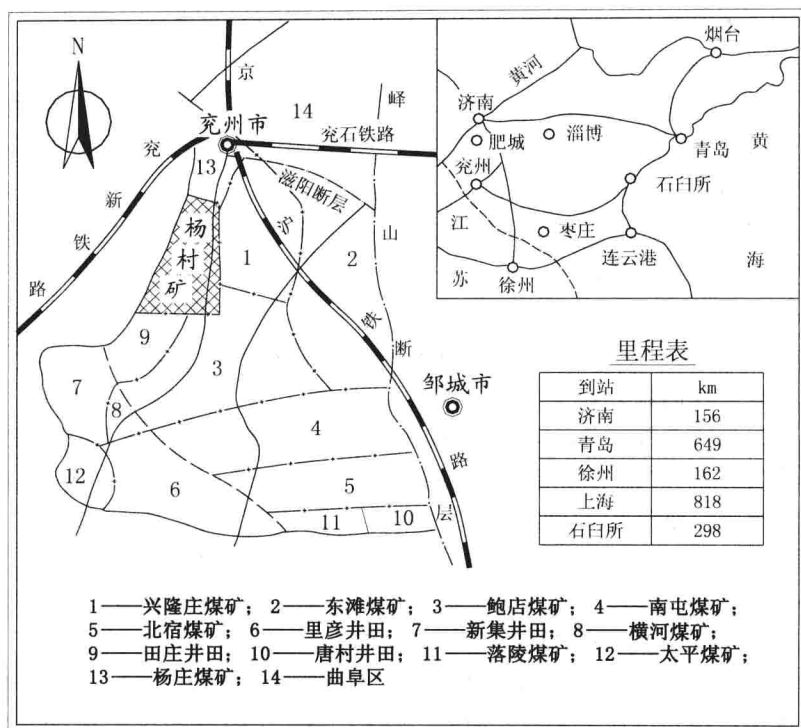


图 1.1 杨村煤矿位置及交通

势为东北高西南低,地形坡度极为平缓。主井井口标高+45.80 m,工业广场地面标高+45 m 左右。

泗河流经本井田东部,属山洪河道,除洪水期外(最高洪水水位+45.30 m),河流常年处于干涸状态。泗河全长 142 km,流域面积 2 590 km²,河宽 100~1 000 m,最大流量 3 380 m³/s。区内大致从 3 层煤隐蔽露头附近流过,向西南注入南阳湖。泗河属季节性河流(如 1990 年 7 月流量为 350 m³/s;1990 年 8 月为 812 m³/s;1991 年 7 月为 1 730 m³/s),与第四系潜水有一定的水力联系。泗河为流经本井田的唯一河流。

1.2.3 生产建设情况

1979 年 12 月由兖州煤炭建设指挥部设计室编制初步设计,1983 年 12 月 20 日正式破土动工,1988 年 9 月 10 日开始试生产,1989 年 6 月 20 日正式投产。

杨村煤矿设计年生产能力为 60 万 t,1996 年达产,产量为 64.1 万 t。1997 年核定年生产能力为 75 万 t。2003 年核定年生产能力为 120 万 t,实际产量为

125.1 万 t。2004 年实际产量为 120.2 万 t。2005 年实际产量为 125.04 万 t。2006 年核定矿井生产能力为 115 万 t,2006 年实际产量为 127.20 万 t。2007 年实际产量为 115 万 t。

1.2.4 煤炭资源概况

杨村煤矿主采煤层为 3 煤、16_上煤、17 煤。

3 煤:位于山西组下部,上距 2 煤 24.20 m,下距 6 煤 36 m 左右,距三灰 48 m 左右。在 3 煤分布区,其厚度变化于 3.32~9.20 m 之间,平均厚度 7.94 m,绝大部分见煤点在 7 m 以上。可采指数 1,煤厚变异系数为 18.02%,属稳定可采煤层。

16_上煤:位于太原组下部主要含煤段的上部。上距 15_上煤 43 m 左右,下距 17 煤平均 6.87 m,间距稳定。16_上煤层厚度为 0.70~1.72 m,平均 1.16 m,为本井田的主要可采煤层之一。

17 煤:位于太原组下部,厚度 0.70~1.92 m,平均 1.05 m。绝大部分见煤点煤厚大于 1.0 m,为杨村煤矿主要可采煤层之一。

杨村煤矿 3 煤采区地层综合柱状见图 1.2。

截至 2007 年底,杨村煤矿 3 煤保有资源储量 3 218.5 万 t,其中:

(1) (111b)为 1 063.6 万 t(正常块段 135.8 万 t,“三下”压煤 927.8 万 t),
(111)为 208.6 万 t(正常块段 101.9 万 t,“三下”压煤 106.7 万 t)。

(2) (2S11)为 1 394.8 万 t(全部为防水煤柱)。

(3) (2S22)为 551.5 万 t(工广煤柱 270.0 万 t,防水煤柱 180.2 万 t,断层煤柱 101.3 万 t)。

1.2.5 矿井开拓开采概况

井田开拓方式:采用立井—单水平—分组大巷—上下山开拓方式。在工业广场布置一对主、副井,南北翼各设一个风井,主井设一对 8 t 箕斗提升,副井采用一对单层双车单绳罐笼。

大巷水平—273 m,辅助水平—200 m,总回风巷水平—190 m,分别设在 3 煤、17 煤及 16_上煤层位。

目前矿井主要开采山西组的 3 煤、太原组的 16_上煤和 17 煤,均采用走向长壁或倾斜长壁后退式采煤法,3 煤采用综采放顶煤采煤工艺,16_上煤和 17 煤 2008 年以前采用爆破落煤采煤工艺,2008 年以后采用综合机械化开采,单面生产能力可达 60 万 t 以上。

地层系统			地层厚度 /m	综合 柱状 (1:500)	煤层标志层		层间距 /m	岩性描述
界	系	组			两极厚度/m	平均厚度/m		
新 生 界	第 四 系	Q	134.56~225.03 119.71			44.63~65.91 58.40		上组: 厚 44.63~65.91 m, 平均 58.40 m。由棕黄色黏土、砂质黏土与黏土质砂(砂砾)、砂、砂砾层等相间组成
								中组: 厚 52.70~88.39 m, 平均 71.33 m。由棕黄色、灰绿色黏土、砂质黏土与黏土质砂、黏土砂砾等相间组成
								下组: 厚 24.27~57.30 m, 平均 50.01 m。由浅灰色~灰白色、浅灰绿色黏土、砂质黏土、黏土质砂、砂及砂砾等相间组成
古 生 界	二 叠 系	石盒子组	0~71.30					以杂色铝质泥岩、粉砂岩为主, 间夹灰~灰绿色粗、中、细砂岩, 不含煤, 但偶见植物化石如大羽羊齿、科达木等。本组底部普遍发育一层灰~灰白色粗砂岩、含砾砂岩, 为与山西组的分界砂岩
		月山组	101.85~152.91 118.52					为本井田重要的含煤地层, 主要由灰~灰白色中粒砂岩、粉砂岩、砂质泥岩组成, 中部含有不稳定局部可采的 2 层煤, 下部含有厚度大而且稳定的 3 层煤。富含植物化石, 主要有带羊齿、芦木类的蕨类叶、真蕨和种子蕨类的扁羊齿等
		沟组	28.47~38.87 34.45					主要岩性为深灰~灰黑色泥岩、粉砂岩、细至中粒砂岩、石灰岩和煤层等, 为海陆交替型含煤沉积。第三层石灰岩厚度大, 全区稳定, 为主要标志层。太原组生物化石非常丰富, 动物化石以蠕类、腕足类、海百合和珊瑚类化石为主, 次为介形虫、苔藓虫和腕足类等。既有广盐度生物, 又有窄盐度生物。动物群分布丰度在纵向和横向上均存在差异。在太原组中发现蠕类化石达 7 属 18 种, 腕足类达 13 属 17 种, 还有头虫类、腹足类、瓣鳃类等属种
		太原组	28.47~38.87 34.45					
界	系	P	P ₁					

图 1.2 三煤采区地层综合柱状图

1.3 315 孤岛煤柱概况

杨村煤矿 315 工作面是东总回风巷及东轨道下山的保护煤柱,是 3 煤采区各区段全部回采结束后留下的煤柱采场,工作面左右翼及下部均为采空区,是典型的孤岛工作面。由于三面采空“孤岛”煤柱中的应力增加,高压煤体潜在的冲击地压已经成为“孤岛”采场安全开采的主要障碍,也是矿压控制的重点和难点。工作面回采除涉及东总回风巷及东轨道上山外,还包括各个中部车场及相关工作面平巷、联络巷、溜煤眼、硐室等旧巷。这些废旧老巷与工作面的关系十分复杂:从层位上来说,这些老巷既有本层巷道,也有顶、底板巷道,还有穿层巷道;从位置关系上来说,有与工作面垂直的,也有与工作面斜交和平行的。315 孤岛面共有开采面积 $40\,516\text{ m}^2$,包括废旧巷道 12 条,溜煤眼 2 个和硐室若干,旧巷长度达到了 1 200 多米。为保证正常回采,各旧巷均需要进行不同程度整修、加固甚至充填,不仅增加了工作量,而且也给安全开采增加了难度。由于受采动影响等诸多原因,使得旧巷矿压显现十分强烈,给旧巷的支护控制和安全生产带来严重威胁,而层位关系错综复杂的旧巷群不仅使采场矿压显现强烈,而且回采工艺更加复杂,安全隐患多,历来是支护控制和灾害防治的难题。

除众多的老巷外,315 工作面中还有梓楞树三号断层横穿整个工作面,落差 $6.5\sim 10\text{ m}$,将影响断层左右盘各 30 m 以上的距离。

315 工作面左右(南北)两侧均已采空,两侧的下部为采空区积水区,工作面的开采在一定程度上受到采空区积水的影响。

315 工作面布置如图 1.3 所示。



图 1.3 杨村煤矿 315 孤岛煤柱工作面示意图