

Meikuang Anquan Gaoxiao Kaicai Lilun Jishu Yu Shijian

煤矿安全高效开采 理论与实践

朱拴成 主编

中国矿业大学出版社

China University of Mining and Technology Press

煤矿安全高效开采 理论与实践

朱拴成 主编

中国矿业大学出版社

内 容 提 要

为降低煤矿顶板事故,推动煤矿采掘机械化发展,改变落后支护方式及不合理支护设计,采用先进的现代化测控手段有效管理顶板,由《煤炭科学技术》杂志社和中国院士泰山创业基地联合举办的“2010年全国煤矿安全高效开采理论技术及顶板监控新技术研讨会”于2010年6月28日在上海成功召开。此次会议共收到会议论文200余篇,经过审核最后入选论文集出版的论文共36篇,包括采矿与井巷工程、安全技术及工程、机电与自动化、地质与测量及其他等五个方面,内容丰富、观点明确,具有一定的科学性、实践性和导向性。

本书适用于煤炭工程技术人员,也可供相关研究人员参考。

图书在版编目(CIP)数据

煤矿安全高效开采理论技术与实践/朱拴成主编.

徐州:中国矿业大学出版社,2010.9

ISBN 978-7-5646-0795-1

I. ①煤… II. ①朱… III. ①煤矿开采—安全技术—学术会议—文集 IV. ①TD7-53

中国版本图书馆CIP数据核字(2010)第188022号

书 名 煤矿安全高效开采理论技术与实践
主 编 朱拴成
责任编辑 吴学兵 黄本斌
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 787×1092 1/16 印张 15 字数 374千字
版次印次 2010年9月第1版 2010年9月第1次印刷
定 价 39.00元

(图书出现印装质量问题,本社负责调换)

《煤矿安全高效开采理论与实践》

编审委员会

主 编 朱拴成

副 主 编 代艳玲

编审人员 曾康生 赵 瑞 王晓珍

张 扬 冯春晖 李秀芹

前 言

为贯彻落实《国家安全生产监督管理总局、国家煤矿安全监察局关于加强煤矿顶板管理的工作的通知》精神,降低煤矿顶板事故,推动煤矿采掘机械化发展,改变落后支护方式及不合理支护设计,采用先进的现代化测控手段有效管理顶板,同时,为进一步加强《煤炭科学技术》与各大矿业集团、设备厂家、科研院所及高等院校的联系与沟通,进一步发挥《煤炭科学技术》技术交流的窗口和平台作用,由《煤炭科学技术》杂志社和中国院士泰山创业基地联合举办的“2010年全国煤矿安全高效开采理论技术及顶板监控新技术研讨会”于2010年6月28日在上海成功召开。

这次会议得到了相关政府机关、煤炭企业、科研院所及大专院校等单位的高度重视和大力支持。

此次会议共收到会议论文200余篇,经过审核最后入选的论文共36篇,包括采矿与井巷工程、安全技术及工程、机电与自动化、地质与测量及其他等五个方面,内容丰富、观点明确,具有一定的科学性、实践性和导向性。我们将这些论文结集出版、发行,希望此举能对我国煤矿安全高效开采及顶板监控技术的发展有一定的促进作用。

本书在编选过程中得到了上级领导的关心和支持,有关作者及相关单位亦给予了多方面的帮助,在此表示衷心感谢。

由于时间仓促、编者水平所限,本论文集集中难免出现不足之处,敬请广大读者给予批评指正。

编 者
2010年8月

目 录

采矿与井巷工程

邢台矿建筑物下综合机械化充填采煤技术研究	韩益根, 黄 辉(3)
1301 综放工作面压架原因分析及防范措施	李 伟, 张治高, 赵荣学(13)
浅析锚杆支护技术在开滦矿区的发展与应用	李建民, 章之燕(19)
整体集控悬移液压支架过褶曲构造的应用研究	赵宏远, 李长林, 杜 拓, 等(26)
沿空小煤柱强动压托顶煤巷道支护技术与应用	刘金辉(31)
上榆泉煤矿 10 [#] 层综放开采可行性研究	成文福, 司志群(37)
显德汪矿复杂应力大变形硐室群综合控制技术研究	张连财(41)
底板深孔卸压爆破技术的探索与研究	聂云泉, 李彩芸, 杨晓兵(48)
复合煤层综采技术实践与研究	王成志(52)
沿空煤柱对其底板压力观测研究及应用	王庆照, 夏至村, 井绪文(58)
超大采高综采面开切眼锚网索联合支护	苏 刚(65)
中厚煤层综采工作面沿空留巷技术	张玉治, 吴 渝, 莫景海(71)
孤岛综放面冲击地压综合预测及防治技术	王应启, 郑有雷, 王志峰(75)
综放工作面大角度调斜开采技术研究	李 伟, 王乃国, 张治高(82)
破碎带软岩地下硐室支护技术	鹿继禄(87)
含坚硬夹矸复杂煤层开采技术研究	李 旭, 邢茂俭, 陈建文, 等(94)
孙疃南轨大巷软岩巷道复合支护底鼓控制技术	陈 斌, 刘近近(98)
全套国产大采高设备实现安全高效技术研究	李亚军(106)
华亭煤矿冲击地压综合防治技术研究	聂云泉(110)
斜沟煤矿水文地质条件分析与矿井水害防治措施	王长征(117)

安全技术及工程

2311 综放工作面煤柱开采过多条旧巷综合防火技术	李廷泽, 周万起, 刘建辉(125)
五虎山煤矿顶板走向分层高位钻孔瓦斯治理技术	程建圣(133)
3318 综放工作面综合防火技术	周万起, 刘凤友, 刘建辉(141)
瓦斯突出煤层条件下的综采生产工艺	李 虎(150)

机电与自动化

- 高架综采大倾角俯采工作面设备配套与开采技术研究……………付庆伟(157)
- DTL120/40/2×560 花纹带式输送机的使用和安全 管理……………姜 维,茹晓莹,梁雨桐(161)
- XJMGF—350 型旋转冲击式井下煤矸分离设备研制与应用……………
……………李 旭,陈 征,周鲁华,等(167)
- 合理轻放设备配套选型 实现矿井安全高效开采……………刘树国,杜锋卓(172)
- 阜矿集团五龙煤矿砂井绞车信号系统的改造……………梁雨桐(177)

地质与测量

- 瞬变电磁法在煤矿采区地质灾害防治中的应用现状……………吴有信,韩东亚,王 琦(183)
- 龙固矿深立井穿多含水层井筒涌水量预测方法的研究……………李 伟,徐栓祥,刘善勇(193)
- 深部煤层三维地震勘探处理方法与效果……………李元杰(199)
- 平朔井工三矿首采区特厚煤层综采顶板水综合防治技术实践……………
……………赵春虎,刘其声,田 干,等(205)
- Microsoft Excel 在随钻测量数据处理和轨迹图绘制中的应用……………孙荣军,叶根飞(211)

其 他

- 显德汪矿安全高效矿井建设实践……………武怀佳(219)
- 浅谈设计理念提升所产生的经济效应……………邓永明,李年敬,苗攀登(224)

采矿与井巷工程

邢台矿建筑物下综合机械化充填采煤技术研究

韩益根, 黄 辉

(冀中能源股份有限公司 邢台矿, 河北 邢台 054026)

摘 要: 本文主要介绍邢台矿率先研发的矸石与粉煤灰等充填材料投料运输系统, 以及自夯式充填液压支架等成套综合机械化充填设备, 成功设计了充填综采的新方法、新工艺, 实现了采煤与充填共举, 开创了建筑物下综合机械化充填采煤技术的新途径, 其科学与工程研究意义十分重大。

关键词: 建筑物下; 充填; 综采; 采煤技术

1 概 述

冀中能源股份有限公司邢台矿于 1968 年 10 月投产, 现生产能力 195 万 t/a。经过 40 多年高强度开采, 剩余可采储量越来越少, 截至 2008 年年底, 邢台矿剩余可采储量仅 2 327.9 万 t, 而矿区范围内的村庄及工业广场建筑物、断层、冲积层下却压有 5 823 万 t 呆滞煤炭资源, 严重影响矿井的后续发展以及周边环境的和谐稳定。

2008 年, 邢台矿与中国矿业大学合作, 试验研发了“建筑物下综合机械化充填采煤技术”, 即将地面矸石与粉煤灰等废弃物通过投料钻孔投放到井下, 采用胶带输送机运送到工作面的采空区, 通过自夯式充填开采液压支架、充填开采输送机等配套设备实现对采空区充填, 以控制地表变形, 取得较好的技术经济效益。

2 试验工作面采矿技术条件

2.1 试验 7606 工作面, 对应地面位置位于工业广场西北部

矿区专用铁路线和南三环公路从工作面上方穿过。正上方是矿机修厂电气车间, 以南是矿标宿楼、机修车间、地面注浆站等建筑物, 距工作面水平距离在 80~140 m 之间, 如图 1 所示。地面标高 +85 m, 工作面标高 -210~-250 m。

井下位置该工作面位于矿井东翼六采区工业广场保护煤柱内, 东北部靠近 7602 工作面采空区, 西北部为 F10 断层, 南部距 -210 西大巷 50 m, 东部距井底车场 100 m。如图 1 所示。

2.2 煤层及顶、底板情况

工作面所采 2[#] 煤, 属复杂结构煤层, 倾角 7°~10°, 平均倾角 9°, 密度 1.8 t/m³, 平均厚度为 6.2 m, 工作面埋深平均约为 320 m。煤层的中下部有一层平均厚 0.4 m 的夹矸, 把煤层分为上下两个自然分层。如图 2 所示。本工作面区域内煤层为一单斜构造。

2[#] 煤属于二类自燃煤层, 自然发火期为 12~18 个月, 煤尘具有爆炸危险性, 爆炸指数

为 32.75%~38.11%。

瓦斯绝对涌出量为 0.2 m³/min,相对涌出量为 0.02 m³/t。地温、地压正常。

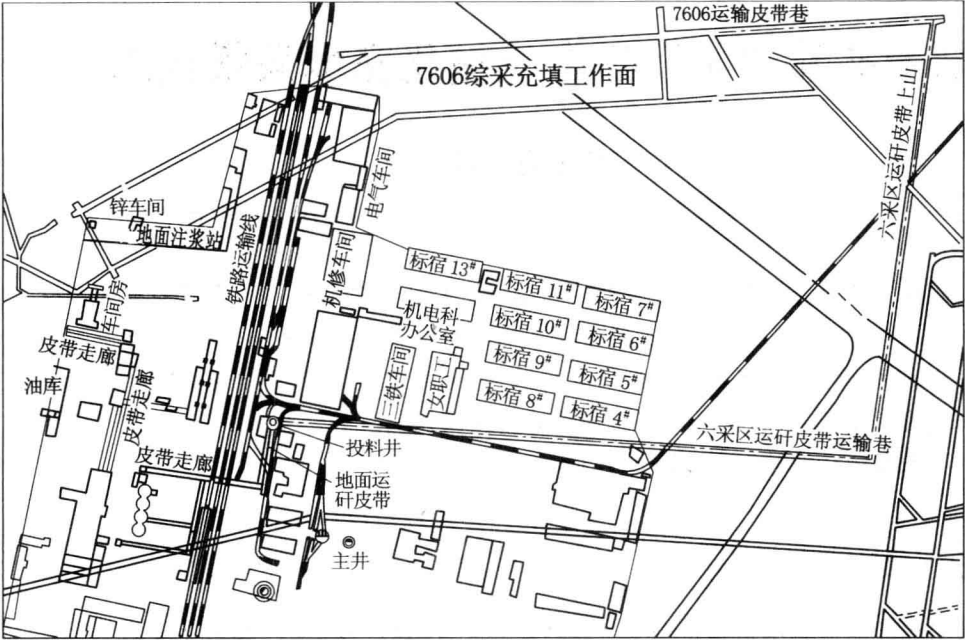


图 1 充填开采工作面井上下对照图

岩石名称	厚度	柱 状	岩 性 描 述
砂质页岩	3 m		黑色，以泥质为主，富含植物化石
1 [#] 煤	0.59 m		黑色，质硬，呈块状，亮煤
砂质页岩	6.4 m		黑色，含有植物化石，以泥质为主，组织松散
细砂岩	2.8 m		黑色，含云母，泥质胶结
砂质页岩	4.5 m		黑色，含有植物化石，以泥质为主
2 [#] 煤	3.0 (0.4) 2.8		黑色粉末，煤质良好，含植物化石，中部有一层夹矸
砂质页岩	6.69 m		黑灰色，含有植物化石，以泥质为主，底部微受挤压
中细砂岩	9.25 m		灰白色，成分以石英为主，颗粒分选好，中下部含炭质层理

图 2 充填工作面顶、底板情况

2.3 储量情况

工作面倾斜长度 50 m,走向长度 460 m,设计可采储量 10.81 万 t。

2.4 主要机电设备布置

7606 充填工作面主要机电设备布置见表 1。

表 1 7606 充填工作面设备布置

位置	设备名称	规格型号	台数
工作面	采煤机	MGN200/466	1
	充填液压支架	ZZC4800/16/32	32
	充填过渡支架	ZZCG4800/16/32	2
	前刮板运输机	SGZ764/400	1
	后刮板运输机	SGB630/150(改)	1
运输巷	转载机	SZZ764/132	1
	皮带机	SDJ—150	4
运矸巷	皮带转载机	DSP1010/650Z	1
	皮带机	DSP—650	3

2.5 充填开采系统

2.5.1 巷道布置

试验充填工作面回采巷道布置如图 1 所示。

运料巷:开口于东翼—210 大巷,距 F10 断层 40 m 布置。

运输巷:平行于运料巷布置,通过出煤通道与 7600 运输上山连通。

2.5.2 生产系统

生产系统主要包括充填料运输、运煤、运料、通风系统等,其中充填料运输系统如图 3 所示。

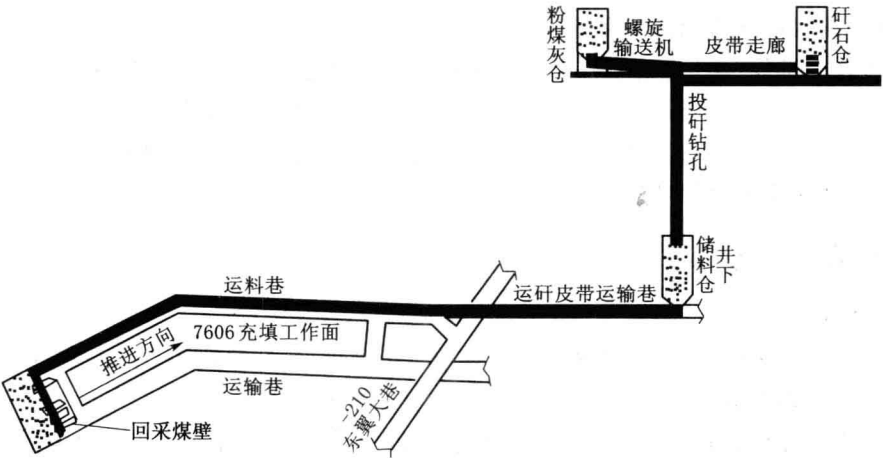


图 3 7606 工作面充填料运输系统

充填料运输流程为:充填料→投料井→六采区运矸皮带运输巷→六采区运矸皮带上山→7606 运矸巷→7606 充填工作面。

2.5.3 工作面支护和采空区管理

(1) 支护方式

工作面采用自夯式充填开采液压支架支护顶板,两巷采用锚网索联合支护。

(2) 采空区管理

采空区采用充填料充填,以控制顶板断裂垮落。

3 大垂深投料系统

3.1 投料系统工艺流程

充填材料采用大垂深投料钻孔输送,工艺流程如图 4 所示。

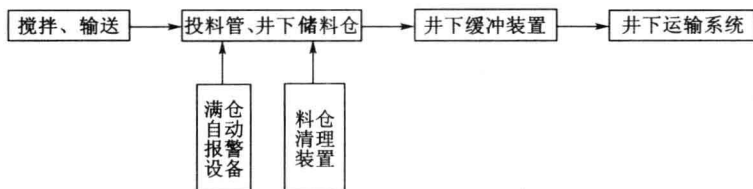


图 4 投料系统工艺流程图

3.2 投料孔及储料仓

3.2.1 投料管

投料孔 $\phi 800$ mm,采用壁厚 12 mm 的钢卷管护孔;投料管采用双层 $\phi 510 \times 12$ mm 的耐磨钢管,外径 530 mm,内径 486 mm;运输能力不小于 450 t/h。

3.2.2 储料仓

井下储料仓容积为 520 m^3 ,直径为 3.5 m,深度 50.0 m,其上部安设缓冲装置。为防止储料仓堵仓,安设了快速起闭装置。

3.3 投料系统缓冲和满仓保护装置

在储料仓上部设“伞形”缓冲装置以减小充填材料下投的冲击力。缓冲器由铸钢伞架、导向杆、缓冲弹簧组和底座组成,经试验,可以承载充填料落下的冲击力。

为精确掌握储料仓仓位,防止满仓后继续投料,造成堵仓,研发包括储料仓上口监视探头、仓位保护及压力监测等装置组成满仓报警系统。

4 充填开采新工艺

4.1 充填工艺

7606 充填工作面采用综合机械化采煤工艺,分层开采,开采高度 3.0 m。采煤设备和工艺与普通综采设备和工艺基本相同,区别在于架后充填工艺。

充填工作主要由充填开采输送机 and 夯实机共同完成的。通过充填开采输送机的卸料孔将充填物料充填入采空区内,然后利用夯实机将充填物料推压、接顶并夯实。

4.2 充填工艺流程

充填工作由 4 名充填工同时协调进行,在割煤的同时,进行充填工作,若充填不满一排,割煤可停下等待充填捣实。工作面采煤充填工艺时间如图 5 所示,其工艺流程如图 6 所示。

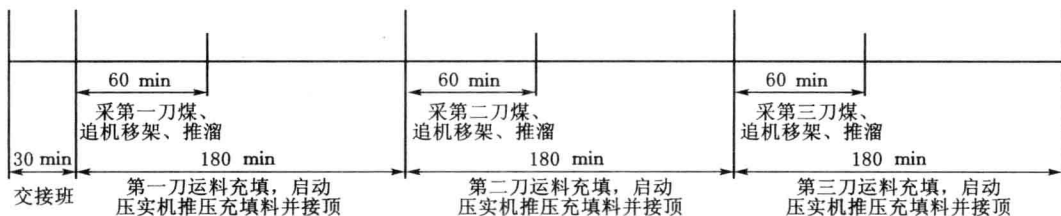


图 5 工作面采煤充填工艺时间图

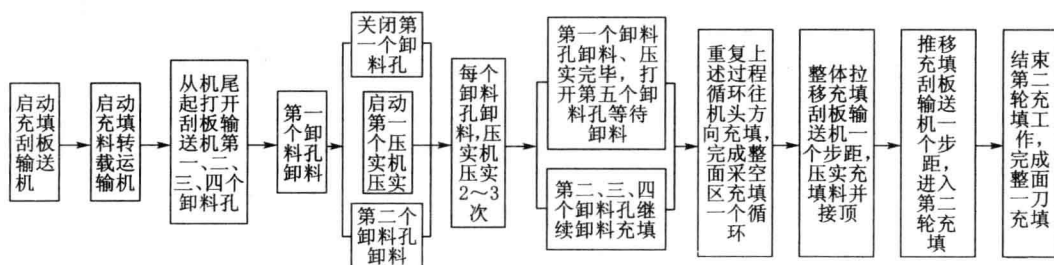


图 6 工作面充填工艺流程

割煤的同时在支架拉移后,将充填开采输送机移至支架尾梁后部,进行充填。充填顺序由充填开采输送机机尾向机头方向进行,当前一个卸料孔卸料到一定量后,再开启下一个充填卸料孔,随即对前一个卸料孔所在支架后部已卸下的充填材料进行夯实,如此反复几个循环,直到夯实为止,一般需要 2~3 个循环。当整个工作面全部充满,停止第一轮充填,将充填开采输送机拉移一个步距,移至支架尾梁前部,用夯实机构把充填开采输送机下面的充填料全部推到支架后上部,使其接顶并夯实,最后关闭所有卸料孔,对充填开采输送机的机头进行充填。第一轮充填完成后将充填开采输送机推移一个步距至支架尾梁后部,开始第二轮充填,如此反复。

充填工艺剖面图如图 7 所示。

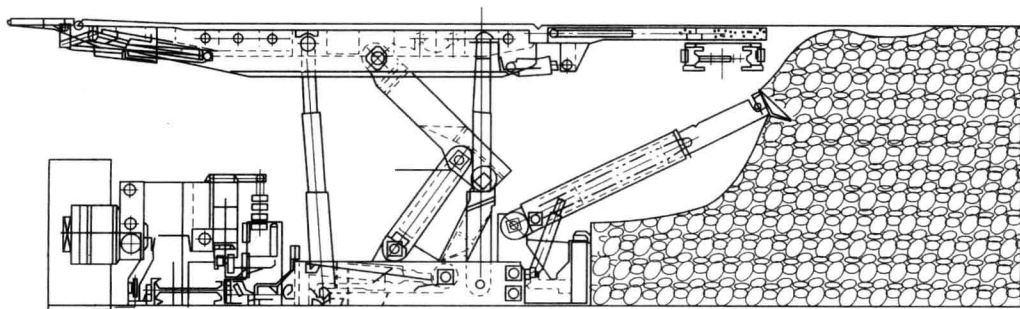


图 7 充填工艺剖面图

4.3 劳动组织及循环作业图表

采煤与充填工艺劳动组织采用“三八制”，即两采一检，早班为检修，每班 35 人；夜、中班为生产班，每班 29 人。循环作业图表如图 8 所示。

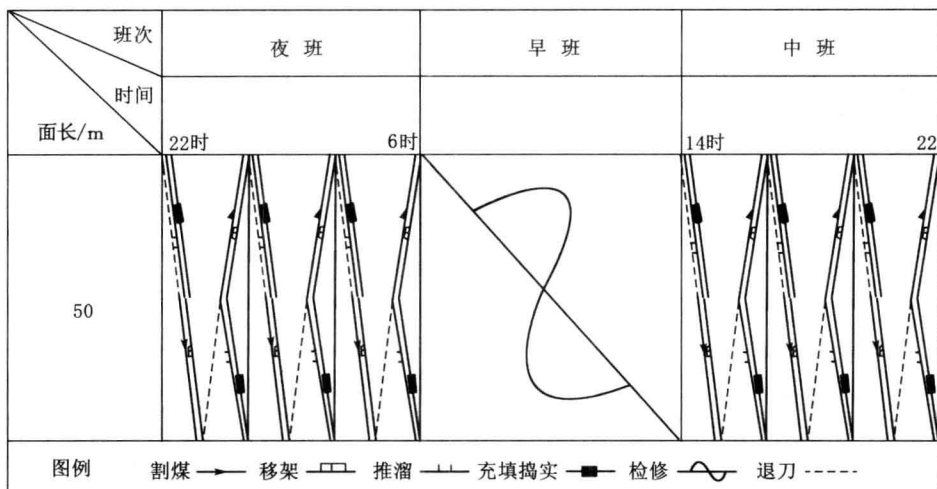


图 8 循环作业图表

5 充填开采矿压规律

5.1 监测目的及其内容

监测目的：掌握在充填条件下工作面及回采巷道的矿压显现规律，为采空区充填下采场覆岩移动规律的分析提供现场数据，并为充填开采支架选型及改造、工艺设计改造提供可靠的依据。

7606 工作面的监测主要包括：① 支架支护阻力监测；② 采空区充填体压力监测；③ 锚杆锚固力监测；④ 顶板离层监测；⑤ 工作面顶板裂隙发育监测。

5.2 工作面矿压监测与实测效果

5.2.1 支架监测设备布置

沿工作面倾斜方向在支架上平均布置 6 台在线监测分机和 6 台红外线数字压力计，其他部分支架上布置普通压力表，以监测支架工作阻力随工作面推进的变化规律。

5.2.2 支架支护质量监测

7606 工作面在 2008 年 9 月 18 日～11 月 21 日期间，共进行了 65 d 的支架工作阻力实时监测。工作面共推进 133 m，222 个循环。推进距离与开采时间对应关系如图 9 所示。得出 1[#]～6[#] 在线监测分机在线矿压监测数据。其中 2[#] 和 5[#] 分机监测分布如图 10 和图 11 所示。

由图 10 和图 11 可以得出：

随工作面的推进，工作面没有初次来压，也没有出现周期来压。沿工作面倾斜方向整体压力均值及峰值均表现为中间低、两端高，均没有达到额定工作压力（38.2 MPa），最大值仅为 36 MPa，且工作面中部压力均值维持在 25 MPa 左右。可见，充填开采减弱了工作面的矿压显现强度，充填体可有效控制顶板的运动。工作面推进到 50 m 时，由于充填体被压缩及基本顶达到其极限跨距，支架工作压力整体较高。

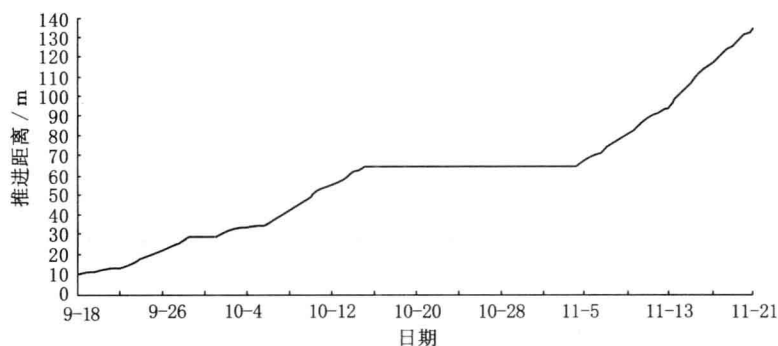


图9 7606工作面推进距离与开采时间对应关系

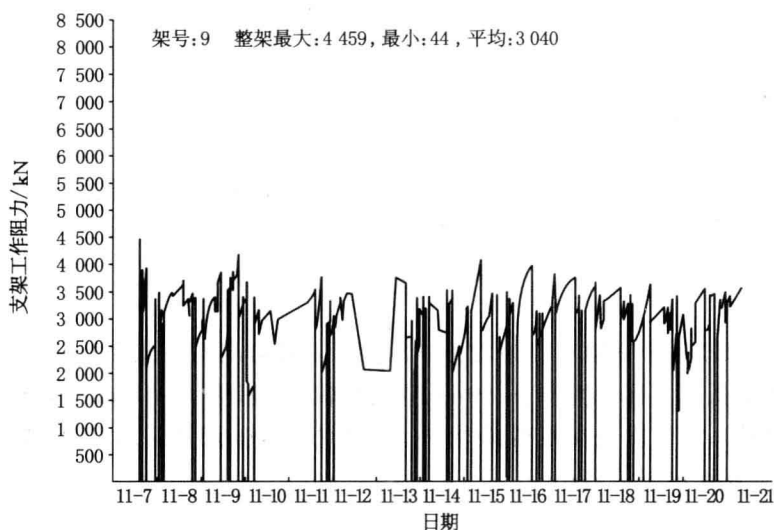


图10 2#分机实测支架工作阻力分布(2008-11-7~2008-11-21)

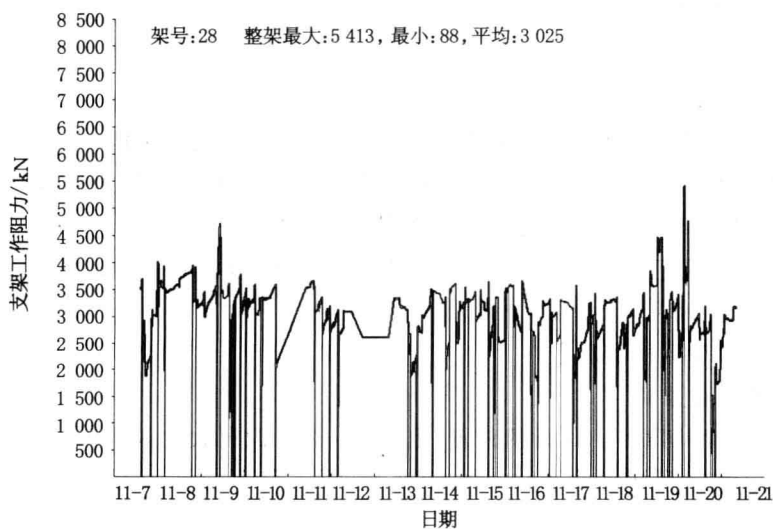


图11 5#分机实测支架工作阻力分布(2008-11-7~2008-11-21)

5.3 工作面两巷矿压监测与实测效果

5.3.1 两巷矿压显现监测

在两巷距离工作面一定范围内装了2台单体支柱工作阻力连续监测仪,对超前支承压力进行监测。

5.3.2 两巷超前压力监测

根据实测结果,5[#]工作面单体支柱工作阻力连续监测数据的变化规律如图12所示。

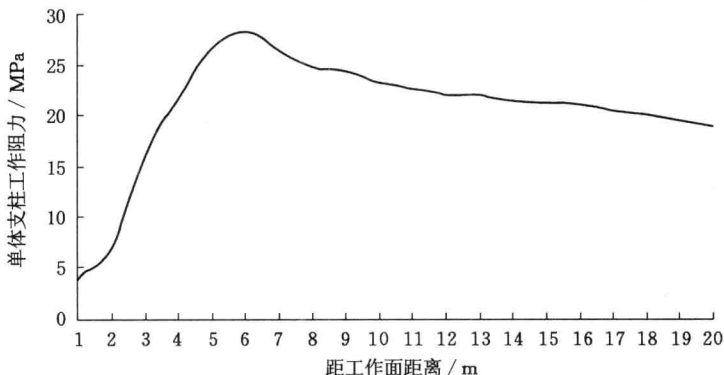


图12 5[#]工作面单体支柱工作阻力实测结果

由上图可知,采空区中充填料作为支撑体承担了上覆岩层的一部分载荷,两巷的单体支柱阻力呈现明显的低压区(超前1~4 m)、应力增高区(超前4~10 m)、应力平稳区的特征(超前10 m以后);峰值出现在距离煤壁8~9 m的位置,压力为28.3 MPa,较传统开采影响要小;影响范围要比传统综采小。

5.4 充填效果监测与实测效果

5.4.1 充填体压力监测设备布置

在工作面自切眼推进15 m、40 m和65 m时,分别埋设3排充填体压力传感器,每排间距12 m。

5.4.2 充填体压力监测实测结果分析

(1) 充填体对顶板的下沉起到了控制作用,其最大压力为5.5 MPa。

(2) 充填体压力监测仪在工作面后方13~15 m的范围内方有压力显示。当达到基本顶的垮距(15 m左右)时,顶板岩层下沉速度加快,充填体被压实。

(3) 充填体压力仪距切眼40 m最大压力为5.5 MPa,距切眼15 m最大压力仅为3.5 MPa,前者明显大于后者。

5.5 工作面覆岩移动窥视监测

5.5.1 覆岩移动窥视监测

在距7606工作面切眼约40 m的位置、上方的一210西翼大巷内,沿倾斜方向布置3个探测钻孔,钻孔深度均为40 m。

5.5.2 顶板移动窥视实测结果分析

7606充填工作面上部岩层受采动应力影响,出现了裂隙发育、局部离层最终到裂隙闭