

薄煤层综采自动化配套装备开采技术

郭周克^{1,2}

(1. 中国矿业大学(北京)资源与安全工程学院,北京 100013; 2. 冀中能源集团有限责任公司,河北 邢台 054000)

摘要:为提高薄煤层资源采出率和开采效率,采用理论分析和工业试验的方法,在薄煤层工作面开采实践的基础上,对薄煤层自动化工作面开采设备选型进行研究,研制了适用于薄煤层的综采液压支架、采煤机和刮板输送机,并进行工作面自动化平台建设,增设视频监控功能,提高了工作面自动化水平,并在黄沙煤矿进行了工业试验,实现煤层厚度0.75 m自动化开采,试验工作面月产达3.67万t,矿井煤炭采出率提高了4%,延长矿井服务年限5年。

关键词:薄煤层;设备选型;自动化;资源采出率

中图分类号:TD823.25

文献标志码:A

文章编号:0253-2336(2013)04-0024-04

Automatic Matching Equipment and Technology of Fully Coal Mining Face in Thin Seam

GUO Zhou-ke^{1,2}

(1. School of Resources and Safety Engineering, China University of Mining and Technology (Beijing), Beijing 100083, China;

2. Jizhong Energy Group Corporation Ltd., Xingtai 054000, China)

Abstract: In order to improve the resource mining rate of the thin seam and the mining efficiency based on the practices on the mining in the thin seam coal mining face, the theoretical analysis and the industrial trial were applied to study the mining equipment selection for the automatic coal mining face in thin seam. The hydraulic powered support, coal shearers and scraper conveyers suitable for the fully mechanized mining in thin seam were researched and manufactured. With the automatic platform of the coal mining face established with the video monitoring and control functions, the automatic level of the coal mining face was improved. An industrial trial was conducted in Huangsha Mine, an automatic mining in a thin seam with a thickness of 0.75 m was realized. The month production of the trial face was 36 700 t. The coal mining rate of the mine was increased by 4% and the mine service life was extended by five years.

Key words: thin seam; equipment selection; coal mining automation; mining recovery rate of resources

0 引言

我国煤炭赋存多样化,其中薄煤层资源丰富,分布广泛。资料显示在已勘探或开发的矿区中,84.2%的矿区均有薄煤层赋存。据统计我国近80个矿区的400多个矿井中,已探明的薄煤层可采储量60多亿t,占可采储量的19%。大力推进薄煤层综合机械化开采对于煤炭资源节约和利用、延长矿井开采年限和实现高效开采具有重要意义。长期以来,在薄煤层资源开采过程中存在着开采空间小、难度大、安全性能差、成本高、产量低、效率差等诸多问题,一直制约煤炭企业持续发展^[1]。降低工作面劳

动强度,提高井下人员的安全系数,推进综采自动化进程,提高生产效率是薄煤层开采的关键因素。研究薄煤层开采中的采煤新工艺、新技术,开发高效智能采煤装备,减少井下作业人数,最终实现井下无人采煤工作面,已成为国内外采煤行业的迫切需要解决和研究的方向^[2]。盛国军等^[3]介绍了田陈煤矿综采薄煤层开采技术,该开采技术在工作面巷道布置上采用机采与普采混合,不规则刀形形状和对拉工作面布置,回采工艺采用了旋转调采等新技术;刘坤等^[4]基于北徐楼矿薄煤层坚硬顶板地质技术条件,通过对比分析3种沿空留巷方案,选择了合理的沿空留巷巷旁支护方式和参数;乔红兵等^[5]从国内外

收稿日期:2012-12-21;责任编辑:杨正凯

作者简介:郭周克(1968—),男,河北赵县人,高级工程师,博士研究生,现任冀中能源集团有限责任公司副董事长。

引用格式:郭周克.薄煤层综采自动化配套装备开采技术[J].煤炭科学技术,2013,41(4):24-27.

薄煤层开采综合机械化技术现状和发展过程出发,讨论和分析了国内外综合机械化的技术特点,以及国内综合机械化技术的差距,提出了薄煤层开采综合机械化的发展前景;宋志安等^[6]针对极薄煤层倾斜短壁工作面支护问题,介绍了一种半卸载交替推进式极薄煤层液压支架。李建平等^[7]介绍了我国薄与极薄煤层开采设备的现状和发展趋势,分别对薄煤层采煤机、刨煤机、螺旋钻采煤机的采煤工艺特点、主要设备的技术参数作了说明,并提出其存在的主要问题和发展趋势。严国超等^[8]提出极近距离薄煤层群联合开采常规错距开采模型,并进行了理论和物理模拟试验研究。从理论上给出近距离薄煤层群联合开采下的工作面常规错距计算公式,并进行理论求解。徐刚^[9]展望了我国综采技术的发展方向,即以高效集约化生产为发展方向,以安全、高效、高采出率、环境友好为目标,实现自动化与信息化,提高设备的可靠性,降低劳动消耗,提高生产效率,并提出重点对急倾斜、大倾角煤层开采成套技术与装备开发、薄和极薄煤层高效开采以及无人自动化工作面成套技术与装备进行研发。王国法^[10]提出了基于滚筒式采煤机的薄煤层开采成套装备技术、基于刨煤机的薄煤层自动化工作面成套装备技术和含硫化铁结核硬夹矸薄煤层机械化开采成套装备技术3种薄煤层安全高效开采模式,分析3种模式的适应性,并介绍了其应用情况;白书民^[11]对薄煤层无巷旁充填沿空留巷技术进行研究,通过理论分析巷道围岩结构及沿空留巷支护原理,采用单体支柱代替密集木支柱,并配合十字铰接顶梁的支护方式,使矸石流入巷道自然形成巷旁矸石垛支撑巷道顶板,并对支护参数进行设计,且简化了施工工艺。目前针对薄煤层开采进行了许多研究,但是实现薄煤层安全高效的矿井并不多,基于此,笔者以冀中能源峰峰集团有限公司(简称峰峰集团)薄煤层矿井为研究对象,对薄煤层开采技术、设备选型、回采工艺进行研究,以期达到实现薄煤层安全高效回采的目的。

1 工作面概况

峰峰集团薄煤层储量7 588万t,实际可采储量3 245万t,另有0.6~0.8 m极薄煤层储量约5 000万t,且多为肥焦煤等稀缺煤种,开采价值极高,同时对于突出矿井来说,薄煤层作为保护层开采,为主

采煤层开采提供可靠的安全保障。黄沙煤矿112上89薄煤层综采工作面走向长度905 m,倾斜长度50 m,煤层倾角 $21^{\circ}\sim 26^{\circ}$,平均 23° 。煤层厚度0.6~0.9 m,平均0.75 m,采高0.9 m,煤层厚度较稳定,煤种属肥煤,原煤灰分约28%。煤层直接顶为厚度4~5 m的浅灰色粉砂岩,含少量植物化石,普氏系数为3;底板为厚度3~4 m的灰色粉砂岩,含大量植物根化石,普氏系数为3。

2 薄煤层开采配套设备选型

2.1 薄煤层综采工作面的主要技术难题

薄煤层综采过程中主要存在以下3个技术难题:①0.6~1.3 m煤层作业空间只有正常采高的2/3,作业空间狭小,采煤工艺实施难度大,工人操作困难,控制系统安装受空间限制;②薄煤层含有断层、硬夹矸或硫化铁结核,采煤机不可避免要煤岩混割,在有限空间下难以采用大功率截割电机,造成截割困难,必须有效突破设备尺寸对功率的限制;③薄煤层赋存不稳定,煤层厚度变异系数大,要求液压支架大伸缩比和高工作阻力,支架适应性和结构难以实现;④刮板输送机槽帮结构和运输能力(功率)受尺寸限制无法满足配套要求,断链等机械事故难以处理。

2.2 关键技术的研发

笔者针对薄煤层综采过程中的主要技术难题进行研究,并研发了相关设备:①采用支架整体薄顶梁、采煤机整体薄短机身、刮板输送机高强低槽帮等设备矮化改造技术实现紧凑三机(采煤机、刮板输送机、液压支架)配套,最低采高0.9 m。在极薄煤层进行机械化开采,为了适应复杂的地质条件,尽量降低三机配套设备的关键尺寸。最大限度地降低采煤机和刮板输送机的配套高度;液压支架顶梁设计为整体刚性结构,降低顶梁前端厚度,满足采高0.9 m时过机高度;采煤机设计成整体机身,采用非机载变频电牵引来最大限度降低机身高度,缩短机身长度;刮板输送机设计成矮槽帮,骑铲板形式,以适应煤层薄、工作面起伏变化大的特点,保证实现三机配套高度的需要。研发高效强力耐磨无火花镐型截齿和双向犁板装煤装置,解决了电机尺寸制约煤机功率与薄煤层采煤机装置效果差的难题,采用320 kW的截割功率,提高了破岩能力。②采用先进的计算机模拟受力分析和优化程序对液压支架结构性能参

数进行优化设计。液压支架采用大伸缩比双伸缩立柱、板式整体顶梁无侧护板、板式推移机构、双连杆双平衡千斤顶叠位布置等薄煤层液压支架新结构,支架具有整体顶梁两柱掩护式、结构简单、重心低、稳定性好、抗扭能力强等特点。配备大流量泵站,实现了快速移架。③对刮板输送机进行了特殊设计,在保证可靠性的前提下,降低中部槽高度和输送机的卸载高度,采用了加封底板的中部槽结构形式,采用了双速电动机的启动方式,成功研制出矮槽帮、大运量、高功率薄煤层刮板输送机。④集成研制紧凑型薄煤层液压支架电液控制系统、滚筒采煤机自动跟机系统和工作面自动分段遥控技术,实现了工作面操作区内无人,工人在端头或基站操作,实现远程监控,降低了作业风险。

2.3 薄煤层综采设备参数确定

根据试验工作面的具体条件,采用一系列创新技术,对综采支架、采煤机、刮板输送机配套进行了合理设计,确定了配套设备如下。

1) 选用 MG160/360 - WD 变频电牵引采煤机,采用强力滚筒,可实现远程遥控,其参数如下:

适用高度/mm	900 ~ 1 600
适用倾角/(°)	≤30
适用煤层普氏系数	≤4
滚筒直径/mm	900
牵引力/kN	260
牵引速度/(m·min ⁻¹)	0 ~ 6.68
机面高度/mm	711
卧底量/mm	156
过煤高度/mm	226

2) 选用型号为 ZY3300/07/13 的两柱掩护式整体顶梁液压支架,支架高度 0.7 ~ 1.3 m,并采用 PM32 电液控制操作系统,实现了对支架的自动顺序控制,其参数如下:支撑高度 700 ~ 1 300 mm,支架中心距 1 500 mm,工作阻力 3 300 kN,支护强度 0.42 ~ 0.48 MPa,初撑力 2 618 kN。

3) 选用大功率、低槽帮 SGZ630/220 型曲刮板输送机,提高了薄煤层采煤、装煤、运煤能力,其参数如下:

电机功率/kW	110
电压/V	660/1 140
运输能力/(t·h ⁻¹)	400
减速机型号	6JS(Ⅱ) - 110
电动机型号	YBS - 110
电动机转速/(r·min ⁻¹)	1 475

传动比	1: 29.362
刮板链速/(m·s ⁻¹)	1.01

2.4 薄煤层综采设备监控系统

黄沙煤矿 112 上 89 薄煤层综采工作面采用了采煤机记忆截割系统,采用 Windows XP 操作系统,系统防护性能优于 IP54,系统抗震性能优于 50 m/s²,系统粉尘环境适应性优于 200 mg/m³,其主要技术指标如下:

远程控制最大距离/m	1 000
截割高度控制最大误差/m	0.1
控制中心总响应时间/s	1
工控机显示屏	15 寸
工作电源电压/V	AC127
外壳防护等级	IP 65

液压支架电液控制系统及随采煤机联动系统,采用 Suse Linux 7.0 操作系统,外壳防护等级 IP65,其主要技术指标如下:

额定工作流量/(L·min ⁻¹)	400
额定工作压力/MPa	31.5
控制压力/MPa	>10
额定电压/V	DC12
额定电流/mA	110
工控机显示屏	19 寸
工作电源电压/V	AC 100 ~ 240

输送机的状态监控等自动化采煤系统,监控系统图像水平解晰度黑白优于 400 线,彩色优于 300 线,图像画面灰度不低于 7 级,其主要技术指标如下:光信号功率 - 15 ~ - 4 dBm,摄像机最低照度 0.000 3 lx,传输距离 20 km,系统电源电压 AC127 V,监视器显示屏 19 寸,光接收灵敏度 30 dBm (1 310 nm,单模光纤)。

采煤机根据示范刀的存储数据,随着工作面地质变化,摇臂自动升降,使滚筒达到合适的高度自动割煤,液压支架随着采煤机的运行自动完成收护帮板、移架、推刮板输送机等各种工序。

3 工业试验

工作面采用走向长壁后退式采煤法,一次采全高,全部垮落法管理顶板。具体回采工艺:①落煤方式,使用 MG200/360 - WD 型电牵引双滚筒采煤机落煤,中部斜切式进刀方式;②装煤方式,采煤机自行装煤;③运煤方式,使用 SGZ - 630/220 型刮板输送机配合 SGB - 40T 型刮板输送机和 DSJ80/40/80 型带式输送机连续运煤;④支护方式,工作面采用

ZY3300/07/13型掩护式液压支架及时支护,上、下端头采用金属双销铰接顶梁配合单体液压支柱支护;⑤回采工艺流程,采煤机中间向下斜切进刀→下行割煤→上行返空刀→自下而上移架推刮板输送机→采煤机由中间上行割煤→下行返空刀→采煤机中间向下斜切进刀(下行割煤)→由中间开始自下而上移架推刮板输送机;⑥作业方式,“三八”制作业,两班出煤,一班检修准备,昼夜多循环,循环进度0.6 m,即割一刀煤,移一次架,为一个循环;⑦劳动组织,工作面采用综合作业队组织形式,分段作业,机电、运输、检修采用专业队形式。

初采期工作面长度为50 m,全部垮落法管理顶板,共安装支架31架,平均日进达到10 m,平均日产720 t,平均月产量21 600 t;最高日进尺17 m,最高月产可达36 720 t,具备年产40万t的生产能力。工作面煤层厚度0.75 m,采高1.00 m,工作面割底板0.25 m左右,原煤灰分为32%~35%,新增产值约18 144万元/a。通过薄煤层开采增加了矿井可利用的资源量,特别是稀缺的肥煤资源量,提高资源采出率,延长矿区的服务年限;同时自动化开采提高了工作效率,降低了劳动强度。

4 薄煤层自动化开采前景

薄煤层综采自动化配套装备在黄沙试验成功后,峰峰集团在薛村煤矿931302工作面、94702工作面和大力公司5301工作面进行了推广应用。尤其是在薛村煤矿94702工作面进行开采过程中,在工作面长度150 m和煤层厚度1.3 m的条件下,最高日产达4 400 t,最高月产达117 000 t。由此可见,峰峰集团薄煤层综采自动化配套装备开采技术已较为成熟。2012—2014年峰峰集团将陆续在黄沙煤矿、薛村煤矿、羊渠河煤矿、大淑村煤矿、孙庄煤矿、小屯煤矿、牛儿庄煤矿、大力公司等矿井推广使用薄煤层综采自动化配套装备。2012年峰峰集团薄煤层采出煤量达213.5万t,薄煤层开采比例从2009年的7.5%增加到2012年的13%,薄煤层作为保护层开采有效解决了薛村煤矿等矿井的煤与瓦斯突出矿井主采煤层的瓦斯突出问题,提升了矿井生产安全保障能力。峰峰集团薄煤层煤炭高效开采规划的实施,可使17 459.54万t的薄煤层资源得到开采,预计采出量可达到8 378.67万t,矿井煤炭资源采出率提高了4%,可延长矿区开采年限约5年。

峰峰集团的薄煤层综采自动化成套装备,具有功率大、破岩能力强、采高小、自动化程度高、安全性好等特点,能够适应各种复杂条件下的薄及中厚煤层的开采,不仅为峰峰集团薄煤层资源的开发提供了一个有效的途径,同时也为类似条件的薄煤层开采提供了技术支持。

参考文献:

- [1] 田成金. 薄煤层自动化工作面关键技术现状与展望[J]. 煤炭科学技术, 2011, 39(8): 83-86.
- [2] 李太连. 对煤矿安全高效综采成套装备研发的思考[J]. 中国煤炭, 2007, 33(6): 38-41.
- [3] 盛国军, 孙启生, 宋华岭. 薄煤层综采的综合创新技术[J]. 煤炭学报, 2007, 37(3): 230-234.
- [4] 刘坤, 张晓明, 李家卓, 等. 薄煤层坚硬顶板工作面沿空留巷技术实践[J]. 煤炭科学技术, 2011, 39(4): 17-20.
- [5] 乔红兵, 吴森, 胡登高. 薄煤层开采综合机械化技术现状与发展[J]. 煤炭科学技术, 2006, 34(2): 1-5.
- [6] 宋志安, 崔修宝, 熊利新, 等. 极薄煤层倾斜短壁工作面支护技术[J]. 煤炭学报, 2012, 37(5): 743-746.
- [7] 李建平, 杜长龙, 张永忠. 我国薄与极薄煤层开采设备的现状和发展趋势[J]. 煤炭科学技术, 2005, 33(6): 65-67.
- [8] 严国超, 胡耀青, 宋选民, 等. 极近距离薄煤层群联合开采常规划距理论与物理模拟[J]. 岩石力学与工程学报, 2009, 28(3): 591-597.
- [9] 徐刚. 综采工作面配套技术研究[J]. 煤炭学报, 2010, 35(11): 1921-1924.
- [10] 王国法. 薄煤层安全高效开采成套装备研发及应用[J]. 煤炭科学技术, 2009, 37(9): 86-89.
- [11] 白书民. 薄煤层无巷旁充填沿空留巷技术研究[J]. 煤炭科学技术, 2012, 40(11): 42-44.

新风光电子2个项目 列入2013年山东省技术创新项目计划

近日,山东新风光电子科技有限公司的35kV直挂式SVG装置、同步电机高压变频器及技术等2个项目列入2013年第一批山东省技术创新项目计划。此次列入的2个项目均为新风光电子自主研发,其技术水平达到国际先进。项目计划投入研发经费1 676万元,项目完工后预计可实现年销售收入2.2亿元。近年来,公司紧紧围绕打造中国领先的电力电子节能产品研发制造基地进行建设,不断提升企业创新能力建设,积极搭建技术创新载体和平台,完善技术创新体系,加快行业技术中心、工程技术研究中心、院士工作站和企业技术中心建设,突破一批关键技术和高端技术,以关键核心技术推进创新成果产业化,增强企业核心竞争力,实现了企业经济和社会效益的双丰收。目前,新风光电子公司正按照《山东省技术创新项目计划管理办法》的规定组织实施,确保项目按期完成。

(本刊通讯员)