

薄煤层开采技术与综采设备的发展

宁桂峰

(天地科技股份有限公司 开采设计事业部, 北京 100013)

[摘要] 介绍了薄煤层的综合机械化开采几种配套方式的适应性, 分析了薄煤层综采设备的特点, 指出了薄煤层综采设备及支护设备液压支架的发展趋势。

[关键词] 薄煤层; 综采设备; 液压支架

[中图分类号] TD823.25 1 [文献标识码] A [文章编号] 1006-6225 (2013) 01-0005-03

Full Mechanized Coal Mining Equipments and It's Development Tendency of Thin Seam Coal Mining

NING Gui-feng

(Mining and Design Department, Tiandi Science and Technology Co., Ltd., Beijing 100013, China)

Abstract: This paper concentrates mostly on the development status of the fully mechanized coal mining technology of thin seam coal mining in China and abroad and introduced the characteristics of current full mechanized mining equipments of thin coal seam, the development tendency of the fully mechanized coal mining equipments, especially the technology of hydraulic power support is stated in this paper as well.

Keywords: thin seam coal; full mechanized coal mining equipments; hydraulic power support

1 概述

我国1.3m以下薄煤层储量约占全国煤炭总储量的20%, 且分布广泛, 特别是在西南、华东地区薄煤层煤炭储量更是占有绝对的比例, 但由于薄煤层开采经济效益相对较差, 许多矿区长期采厚丢薄, 大量弃采薄煤层, 造成资源浪费严重。薄煤层的安全高效开采对于解决矿区开采接续矛盾, 提高资源采出率, 缓解地区煤炭供求失衡意义重大。随着煤炭市场的好转, 薄煤层开采开始得到普遍重视。

上世纪八十年代, 我国薄煤层开采技术较为落后, 曾经出现过木桩、单体液压支柱、摩擦式金属支柱、金属(铰接)顶梁、液压切顶支柱、滑移顶梁支架、垛式支架、柔掩支架等支护方式以及风镐落煤、爆破落煤、绳锯式采煤、螺旋钻开采等落煤方式, 随煤层地质条件的不同, 开采方式差别较大。国外薄煤层开采, 早期乌克兰用过螺旋钻, 美国采用过连续采煤机房柱式开采, 由于适应性较差, 没有得以推广。

目前, 柔掩支架在一些急倾斜薄煤层矿井中仍有使用, 通过钢丝绳串联在一起的多边形骨架结构掩护支架随着俯伪斜方式的煤层推进自动下落, 并在重力作用下下滑回撤, 虽然支护操作简单, 但空

间狭小, 安全性较差。绳锯式采煤法是一种应用于极薄煤层的刨削结构, 绞车牵引布置了刨齿的长锯做往复运动, 煤炭随煤层角度自溜。

螺旋钻采煤是利用螺旋钻杆钻入煤层采煤, 并通过钻杆将采落的煤运出, 能够实现0.4~0.8m的煤层开采, 特别适用于开采松软煤层。虽然工人在巷道操作设备, 安全性好, 投资相对较少, 但螺旋钻采煤法存在钻头耐磨性差, 留设钻孔间煤柱和钻孔组间煤柱, 巷道掘进率高, 丢煤多, 效率低的问题。

总体来说, 这些开采方式使用的设备较为简单, 安全性能差, 顶板事故多, 生产效率低, 顶板可控性较差, 没有得到推广。

2 薄煤层综采及其装备

薄煤层开采作业空间狭小, 通风断面小, 开采装备尺寸与装机功率之间的矛盾制约设备配套。目前薄煤层综合机械化开采方法有: 刨煤机配液压支架综合机械化开采方法、滚筒采煤机配液压支架综合机械化开采、急倾斜薄煤层的综采和极薄煤层自动化工作面。

2.1 刨煤机综采

刨煤机采煤方式始于德国, 利用带刨刀的煤刨沿工作面往复落煤和装煤, 刨煤靠工作面输送机导

[收稿日期] 2012-08-31

[基金项目] 国家高技术研究发展计划(863计划)资助项目(2012AA060615)

[作者简介] 宁桂峰(1972-), 男, 山东泰安人, 高级工程师, 主要从事综采配套以及液压支架CAD/CAE和支护设备设计、研究。

向。刨煤机结构简单,便于维修;截深小,单位煤量能耗少,煤的块度大,煤粉及煤尘量少。刨煤机工作效率高,其切割速度可达到 3m/s,切割功率超过 2×200kW,最大截深可达到 250mm。

刨煤机开采薄煤层的优点:容易实现落煤、装煤、运煤的定采高采煤、浅截深、多循环、高刨速、整机高度低,易实现工作面自动化开采。刨煤机动力部分放在两侧巷道中,不进工作面,由于刨头较低,需要巷道空间尺寸小。由于截深小、粉尘少,在瓦斯突出危险煤层易于实现瓦斯释放。工作面输送机 and 刨煤机均可采用智能驱动系统,加上可靠的支架控制系统,通过井下计算机控制,刨煤机配套设备综采是目前自动化程度最高,效果最好的采煤方式,巷道操作凸显其在煤与瓦斯突出煤层应用中的安全性优势。

刨煤机开采薄煤层的缺点:对复杂煤层条件的适应性差;刨头的破煤能力亟待提高,国产刨煤机可靠性差,进口刨煤机价格昂贵,投入产出比大,短期效益不明显。

2.2 骑溜式滚筒采煤机综采

2.2.1 国外薄煤层采煤机情况

国外薄煤层采煤机主要有美国 JOY 公司的 4LS,德国 Eickhoff 公司的 EDW-170LN, EDW-300LN,英国 Anderson 公司的 AM420, AS270 薄煤层电牵引采煤机、前苏联的 K103 等采煤机,基本上满足采高 0.6~1.7m 煤层开采需要,其主要特点是采煤机总装机功率较大。

2.2.2 国内薄煤层采煤机情况

国内薄煤层采煤机主要有 MG100/240(200)-BW1, MG100/238-WD, MG150/346-WD, 配液压支架,基本上能够适应缓倾斜以及大倾角薄煤层工作面的综采。针对具体的煤层条件,通过配套技术的研究,多电机纵横布置采煤机;扁平链、外挂式销排,非常规矮槽帮;降低配套机面高度;预留最小采高一定挑顶量,采煤机弯摇臂改为直摇臂,实现降低最小采高的目的,该配套方式可实现 0.70~0.8m 左右采高。

2.2.3 骑溜式滚筒采煤机的典型配套

采煤机的单机效能在很大程度上取决于电动机功率的大小,只有大功率,才有高效能。由于薄煤层赋存条件变化较大,断层、夹矸、薄带等地质构造较多,薄煤层采煤机截割坚硬矸石的几率比中厚煤层要高,采用大功率电动机或多电动机以增大总装机容量。目前,滚筒式采煤机截割功率较大的如乌克兰 YKII300 薄煤层采煤机、国内 MG180/420-

BWD 采煤机。

采煤机采用组合式模块结构设计,拆卸方便快捷,动力设备、控制设备、冷却降尘系统组件、减速结构均安装在主机机身以内,主机机身悬挂在运输机的侧面,机身高度低,过煤空间大,运行速度达到 12m/min,能够实现大于 500t/h 的落煤量,实现采高 0.85~1.5m。表 1 为典型的骑溜式薄煤层滚筒采煤机综采配套。

表 1 典型的骑溜式薄煤层滚筒采煤机综采配套

采高/mm	液压支架	采煤机	刮板输送机	截深/mm
850~1500	ZY4000/ 6.5/17	YKII300	类 SGZ730	630
850~1369	ZY4000/ 6.5/15.5	MG180/ 420-BWD	SGZ630/ SGZ730	630
75~1250	ZY2800/ 7.5/15.5	MG100/ 238-WD	SGZ630	630
75~1450	ZY4000/ 7/16.5	MG100/240	SGZ630	630
95~1800	ZY3200/ 8/18.5	MG150/ 346-WD	SGZ630/ SGZ730	630

总的来说这种配套采煤方式对煤层顶底板条件的相对适应性强,设备投资少,开机率较高。不足的是装煤效果差,过煤空间小,功率受配套尺寸限制,过构造能力差,进一步降低采高受限。

2.3 急倾斜薄煤层综采

急倾斜薄煤层开采难度较大,煤炭装备领域对其进行了综采机械化有益探索,西班牙研发了专门用于急倾斜开采的 HUNOSAH-1 型采煤机,工作面采用 7~32°俯伪斜布置,最大倾角 81°,工作面支护采用 Panzer 支撑式两柱节式自移支架,支架具有二级挡矸板,适用于 0.8~1.7m 煤层,上世纪八十年代引进后辗转至重煤中梁山局,因效果不好停止使用。

乌克兰主要采用了急倾斜煤层的沿倾角俯采推进刨运机组,包括 2AHIII 型液压传动盾构式掩护支架、1AIIIM 型刨煤运输一体机、CHT32-20 型液压泵站等设备。集支护、控制落顶、采煤和运输等功能为一体,实现急倾斜薄煤层的机械回采。支架对围岩进行支撑,固定在主支架上的刨煤运输机对煤层进行剥离,并将剥离下的煤、岩通过巷道送入运输巷的煤仓中。通过装在支架上的控制阀和千斤顶,可控制刨煤运输机进行 0.63m 截深的剥离作业。盾构式支架专门用于对工作面顶板进行支护,防止工作面上部岩石塌落,控制采空区顶板落顶,但工作面推进支架要穿越整个工作面,搬家费力,工作面短,效率低下。

天地科技股份有限公司开采设计事业部采用俯

伪斜走向长壁综采工艺研发了急倾斜薄煤层设备, 工作面呈俯伪斜布置, 避免了煤壁片帮伤人, 减少了煤炭自溜过程中因串入采空区而造成的丢煤。整个工作面沿俯伪斜 30° 布置, 采煤机、输送机、菱形液压支架满足伪斜角度配套要求, 该急倾斜长壁综采首先在奉春煤矿进行试采, 设备调节作用良好, 积累了有益经验。

2.4 极薄煤层自动化工作面

极薄煤层自动化工作面采用爬底板式电牵引采煤机, 通过多电机横向布置链牵引结构, 结构紧凑, 机身高度低于 370mm, 适用于开采 0.5 ~ 0.8m 的极薄煤层。爬底板式采煤机截割能力强, 采用交流变频调速, 牵引能力大, 易于实现自动化, 遥控离机控制, 能够实现远距离操作; 机面高度低, 过煤空间高, 电机功率大, 机身短, 便于实现工作面头尾的割煤处理, 具有较大生产能力。

与之配套, 天地科技股份有限公司开采设计事业部开采装备技术研究所研发了一种极薄煤层新型综采液压支架, 为实现极薄煤层综采提供了技术和物质保障, 打破了极薄煤层没有综采液压支架支护的局面, 满足了极薄煤层综合机械化采煤方法的要求。从工艺和技术装备上全面解决了极薄煤层的综采关键技术问题, 包括综采工作面人员安全、输送机自动推移、液压支架自动移架、极薄煤层综采工作面的循环作业, 为极薄煤层实现自动跟机等无人自动化工作面创造了前提条件, 开创了世界极薄煤层实现自动跟机等无人自动化工作面的先河。

3 薄煤层装备技术的发展

随着原材料性能的提高和基础研究的深入, 薄煤层装备研发制造均得到了提高。

(1) 采煤机 机身高度降低的同时, 装机功率加大; 无链交流电牵引技术成熟, 多电机驱动、电机横向布置, 从有链牵引向无链牵引及电牵引方向发展; 截割与牵引功率的增大能够实现煤岩同采、有较强过断层能力; 提高采煤机的工作可靠性, 煤岩识别技术及自适应截割高度。

(2) 刮板输送机 注重结构强度, 采用钢塑复合材料, 提高耐磨性, 延长寿命, 降低摩擦系数, 提高圆环链的性能; 重型化、自动化趋势明显加强; 降低机头和减速器的高度, 保证采煤机割透三角煤, 提高采煤效率。

(3) 液压支架 呈现以下特点: 支架高度变化范围大, 要求支架立柱伸缩比增大, 适应薄煤层支架大的采高变化范围, 采煤实践中支架适应高度

变化, 立柱绝对变化量值不宜小于 100mm, 不能单独依靠梁端距的变化提高支架大的高度变化量; 由于煤矿地质条件、采煤方法以及生产管理不同, 对液压支架要求迥异, 要求液压支架与采煤机、输送机等设备进行综合考虑, 实现设备成套化设计与制造, 同时还要服务于采煤工艺特殊性, 配套更加合理实用, 面向用户, 支架结构趋于多样化; 电液控制系统可使得液压支架与采煤机、输送机等一起实现顺序、分组或者巷道集中控制, 工作面自动化程度提高, 便于实现支架状态可监、可控, 参数量化, 改善支护效果, 适应工作面高产高效安全要求; 随着材料强度等级及其焊接工艺的提高, 顶梁厚度降低, 同时支架可靠性提高, 减少维修, 有利于运输搬家, 满足矿井集约化生产要求, 轻型、强力化明显。

4 展望

薄煤层受空间限制, 机、电、通、控需求强烈, 采用现代信息处理技术及多传感器信息融合技术, 实现综采设备的分布式控制; 借助 PC 机控制核心与外围设备双向高速通讯技术, 通过控制器单元执行机构载体, 监测采煤机、输送机、液压支架等设备的工况, 对机械传动系统、电气控制和驱动系统等故障进行判别和诊断; 研究多传感器融合技术、设备故障诊断预警系统等, 实现对工作面设备的自动监测、控制及故障诊断; 工作面采掘生产过程的“人员值守、无人操控”远距离机械化、自动化。

[参考文献]

- [1] 郭 岱, 许森祥, 韩保民. 薄煤层大倾角采煤机的应用与展望 [J]. 煤矿开采, 2009, 14 (1): 12-14, 66.
- [2] 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, 6 (33): 65-67.
- [3] 王保银. 大倾角综放工作面几个关键问题研究 [J]. 煤矿机械, 2008 (2): 149-150.
- [4] 窦克林. 薄煤层综采设备面面观 [N]. 中国矿业报, 2010-3-18 (A08).
- [5] 宁桂峰, 杜忠孝. 大倾角极薄煤层综采设备配套及液压支架设计 [J]. 煤矿开采, 2009, 14 (1): 75-76.
- [6] 梁洪光. 薄煤层综采技术发展现状 [J]. 煤矿开采, 2009, 14 (1): 9-11, 24.
- [7] 王柱军. 薄层煤炭开采方法与措施 [J]. 科技资讯, 2010 (31): 103-104.
- [8] 毛德兵, 蓝 航, 徐 刚. 我国薄煤层综合机械化开采技术现状及其新进展 [J]. 煤矿开采, 2011, 16 (3): 11-14.

[责任编辑: 徐亚军]