

文章编号: 0253 - 9993(2010) 11 - 1921 - 04

综采工作面配套技术研究

徐 刚

(天地科技股份有限公司 开采设计事业部 北京 100013)

摘 要: 从工作面产量、日推进度、参数、主要设备等方面阐述了我国综采的配套技术发展情况,并从我国综采工作面设备可靠性、自动化水平、关键部件性能等方面阐述了与国外的差距,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;工作面长度达 400 m 以上,采煤机实现工作面记忆截割,液压支架跟机自动化推移,基于智能化、可视化技术的工作面巷道集中控制的地面远程控制,在中厚煤层实现工作面年产 1 000 万 t;加大对复杂难采煤层高效开采成套装备技术的研究。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。

关键词: 综采工作面; 配套技术装备; 设备的可靠性

中图分类号: TD823. 97 **文献标志码:** A

Study on match technology for fully mechanized longwall coal mining face

XU Gang

(Coal Mining & Design Branch, Tiandi Science and Technology Co., Ltd., Beijing 100013, China)

Abstract: From the production capacity, daily advancing rate, parameters, main equipment of the fully mechanized longwall coal mining face, stated the match technology development of the fully mechanized longwall coal mining in China. From the reliability, automation level, key component performance and others of the fully mechanized longwall mining face equipment in China, stated the gap with the overseas equipment and had an outlook on the development orientation of the fully mechanized longwall mining technology in China, which will take the high efficient integration production as the development orientation, take the safety, high efficiency, high mining rate and environmentally friendly as the target, realize the automation and information, improve reliability of the equipment, reduce the labor consumption and improve the production efficiency. The width of the coal mining face will be over 400 meters, the coal shearer will realize a face memory cutting and the hydraulic support will follow the coal shearer automatically to push the conveyor forward. Based on the intelligent and visualization technology of the coal mining face, the gateway is central controlled with the surface remote control. The coal mining face in the medium seam realizes an annual production of 10 million tons. The research on the completed set equipment and technology of the high efficient mining in complicated and difficult mining seam shall be enhanced. The research and development shall be conducted on the completed technology and the equipment for the steep inclined seam and high inclined seam mining, the thin and ultra thin seam high efficient mining and the manless automation coal mining face.

Key words: fully mechanized longwall coal mining face; match technology and equipment; equipment reliability

我国从 20 世纪 70 年代开始大面积推广综合机械化开采(简称“综采”),目前,已成为我国主要采煤方法。截止 2009 年年底,我国煤矿数量从 2005 年的

24 800 多处减少到 15 000 多处,但产量从 2005 年的 21.1 亿 t 增加到 30.9 亿 t。预计在 2010 年我国大型煤矿采掘机械化程度达到 95% 以上,中型煤矿达到

80% 以上,小型煤矿机械化、半机械化程度达到 40% 这些成绩的取得与我国大面积发展和推广综采技术是分不开的。

1 综采工作面能力

我国高产高效矿井基本为“一井一面”模式,工作面产量决定整个矿井的产量。工作面平均推进速度 1978 年为 51.75 m/月,2007 年已达到 87.64 m/月,综采工作面平均推进速度加快了 70%;年产量从 1994 年最高 204 万 t 增加到 2008 年的 1 180 万 t^[1],如图 1 所示。厚煤层开采技术已达到世界先进水平,2008 年中煤能源平朔安家岭井工一矿和二矿综放工作面年产分别为 16.15 和 16.97 Mt,神华集团上湾煤矿大采高综采工作面年产达到 12 Mt^[2]。目前,我国已具备年产量 10 Mt 的矿井有近 20 处。

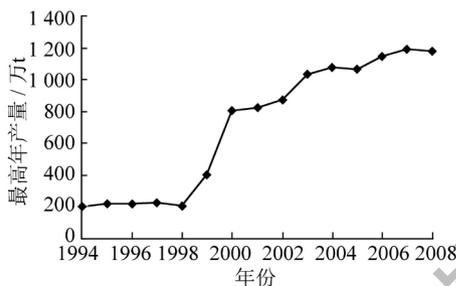


图 1 1994—2008 年大采高综采工作面最高年产纪录

Fig. 1 The highest annual record of large mining height fully mechanized longwall coal mining face between 1994 to 2008

在薄煤层开采也取得了很大成功。2003 年大同煤矿集团有限责任公司晋华宫煤矿使用国产薄煤层滚筒式 MG200/450-WD 型采煤机,年产量 101 万 t;神东集团榆家梁煤矿 44305 工作面选用美国久益 7LS1A 型采煤机,滚筒直径 1.5 m,截深 1 m,实现了自动割煤,工作面具备年产 300 万 t 能力。2000 年铁法煤业集团小青煤矿采取国内配套的方式引进德国 DBT 公司全自动化刨煤机系统,最高日产量 6 480 t,达到了年产 120~150 万 t 的水平。

2 综采工作面长度

我国综采工作面开始阶段其长度仅 80~100 m,至 1978 年综采工作面平均长度为 124.5 m,一般在 150 m 左右。目前我国高产高效综采工作面已达到 400 m(大采高综采)、300 m(综放)、260 m(刨煤机综采)等。近几年,我国高产高效矿井发展高端综采,其工作面长度提高到 250、300 和 360 m,有的甚至考虑将其加大到 400 m,综采工作面平均长度较长的为神东矿区,表 1 为神东矿区各矿最长工作面参数。从表 1 可以看出,工作面长度基本在 300 m 以上。

表 1 近几年神东矿区各矿最长工作面参数(设计)

Table 1 The parameters of the longest working face of every coal mine of shendong mining area in recently years

矿名	工作面名称	工作面倾向长度/m	采高/m
大柳塔煤矿	12611-2	240	4.5
活鸡兔井	21 上 309	340	3.3
补连塔煤矿	31404	311	4.0
榆家梁煤矿	44103	400	3.2
上湾煤矿	51204	302	6.0
保德煤矿	88303	302	5.0
锦界煤矿	93104	369	3.1
哈拉沟煤矿	02210	320	5.3
石圪台煤矿	71107	386	3.0
乌兰木伦煤矿	61201-1	368	2.8

我国综采工作面最初长度一般小于 1 000 m,为了延长工作面寿命,减少搬家次数,应尽量加大工作面的推进长度。目前,国内综采工作面一般都在 1 000 m 以上,高产高效综放工作面达到 2 000 m 以上,神东矿区活鸡兔井达 5 300 m,补连塔煤矿亦达 4 500 m 以上,2003 年神东矿区榆家梁煤矿 45202 工作面推进方向长度达到 6 380 m。我国综放工作面较长的有大同塔山煤矿,走向长度为 2 650 m 和安家岭井工矿综放工作面走向长度为 3 150 m。

3 综采工作面采高

综采工作面采高主要取决于煤层赋存条件、回采工艺和综采设备及管理水平。我国习惯把综采工作面采高小于 1.8 m 定义为薄煤层工作面;1.8~3.5 m 的采高定义为普通采煤工作面;大于 3.5 m 的采高定义为大采高综采工作面。在 20 世纪 90 年代前,我国综采工作面采高大都在 3.5 m 以下,在 1978 引进了 G320-20/37 等型号的大采高液压支架及相应的采煤运输设备^[3],由于当时开采设备能力的限制,工作面设备的适应性差,围岩控制技术研究相对滞后,并没有大面积的推广使用。在 20 世纪 90 年代后期,随着神东矿区大采高工作面的推广,采高逐年增长,现普遍大采高工作面采高为 4.0~5.5 m,最大已达到 7.0 m。采高的不断加大代表煤矿向大型化发展,而开采薄煤层采高的降低则代表向集约化、自动化、无人化发展。薄煤层采煤机割煤功率在逐渐增大,采高在降低,如天地科技股份有限公司生产的 MG2×100/456-WD 型薄煤层采煤机,机面高度为 865 mm,最小采高为 1.1 m;MG100/238-WD 型采煤机机面高度只有 580 mm,采高最小为 0.8 m。我国从国外引进综放工作面以来,综放工作面采高在 2.5~3.5 m,受《煤矿安全规程》第 68 条规定“采放比大于

1: 3 的工作面严禁采用放顶煤开采”的约束, 开采厚度最大为 14 m。随着装备技术的发展, 结合大采高和综放开采各自优点, 毛德兵研究员于 2003 年首次提出了大采高综放开采技术^[4], 把综放工作面割煤高度加大到 3.5 m 以上, 并在潞安矿业集团屯留煤矿进行了应用并取得了成功, 大采高综放开采已在平朔、神东、潞安、兖州、大同等矿区进行了应用并取得成功, 目前, 综放工作面最大割煤高度已达 5.0 m。

4 综采工作面主要设备发展现状

4.1 液压支架

我国综采支架逐步淘汰了初期的垛工和节式支架, 重点发展和推广掩护式和支撑掩护式支架。根据我国煤矿赋存条件和特点, 除了开发缓倾斜中厚煤层支架之外, 还大大拓宽了液压支架的适应范围。如针对特厚煤层分层开采的工艺, 研制成功了铺网液压支架, 多数为支撑掩护式, 架后铺网、手工联网, 20 世纪 80 年代曾大面积推广并取得了良好的效果。随着设备制造技术的发展, 发展了大采高综采和综采放顶煤, 分层综采逐步淘汰。

国内设计开发的 ZZ5600/24/47 型支撑掩护式支架、ZY6000/25/50 型掩护式支架、ZZ6000/25/50 型支撑掩护式支架等大采高支架在一定程度上均获得了成功。自晋城煤业集团寺河煤矿 ZY8640/25.5/55 型液压支架研制成功后, 又先后研制成功了 ZY9400/28/62、ZY10000/26/55、ZY10800/28/63、ZY8000/25/50 等几十种类型的掩护式大采高液压支架。已经投入使用的大采高支架最大高度已经达到 7.2 m, 是目前世界上最高的支架。支架宽度从最初的 1.50 m 发展到了 1.75 m, 现最宽达到 2.00 m。

综放支架经过 40 a 的发展, 已拥有了多种架型。综放支架按照顶梁结构分为整体顶梁和铰接顶梁, 分别适用于较松软和较硬煤层; 按照放煤口位置分为高位、中位和低位; 按照实现自动化难易程度分为四柱和两柱放顶煤支架; 按照四连杆机构分为正四连杆和反四连杆支架。支架高度从最初的不到 3.0 m 现已最大达到 5.2 m, 支架工作阻力从 3 000 kN 达到 15 000 kN, 支架支护强度最大达到 1.4 MPa。同时, 根据工作面支架布置位置不同, 有过渡支架、端头支架和超前支架。

4.2 采煤机

最初我国大量从国外引进采煤机, 且仅有链牵引、液压牵引, 现大多采煤机采用电牵引。目前我国综采工作面应用较广的采煤机有 MG300/700、MG400/900-3.3D、MG500/1200-3.3D 等电牵引采

煤机, 我国在“十一五”科技支撑计划资助下成功研发了装机总功率达 2 500 kW、最大采高 6.0 m 的交流电牵引采煤机。

针对薄煤层不同赋存条件, 我国研发了基于滚筒式采煤机的薄煤层开采成套装备技术和基于刨煤机的薄煤层自动化工作面成套技术。开发研制成功 MG100/238-WD、MG2×100/456-WD、MG2×125/550-WD 和 MG2×160/710-WD 型系列滚筒式薄煤层电牵引采煤机, 满足了 0.8~1.3 m 薄煤层工作面配套要求^[4]。

4.3 刮板输送机

我国已研制成功了多种系列刮板输送机, 并在高产高效矿井得到应用。刮板输送机宽度有 630、730、764、800、900、1 000、1 200、1 350 mm; 功率从不到 100 kW 发展到现在最大功率达到 3×1 000 kW, 最大输送能力达到 5 000 t/h。

5 我国综采工作面设备与国外的差距

我国综采工作面设备与国外主要差距是可靠性和自动化水平, 设备可靠性差别较大的是采煤机, 尤其是壳体材料强度、齿轮传动制造技术、电机制造技术、密封结构可靠性等。国外采煤机设计寿命和大修寿命与国内 MT/T1003.1-2006 标准规定见表 2, 国外实际大修周期的回采面积最短为 67 万 m², 设计寿命都在 300 万 m²; 如 Eickhoff 承诺 5.5~6.0 m 采煤机的大修周期 6 Mt, 实际超过 6 Mt。“MT/T1003.1-2006 滚筒采煤机大修规范”规定, (国产) 整机、摇臂、行走减速箱等主要元部件大修周期的回采面积为 52~78 万 m², 截割高度 6 m 时割煤量 4~6 Mt, 截割电机、破碎电机大修周期的回采面积为 39~59 万 m², 截割高度 6 m 时割煤量 3.0~4.5 Mt。因此, 粗略估计国外采煤机开机率要比国内采煤机高 30% 左右。

国内多数采煤机采用进口变频器, 特别是大功率采煤机。JOY 电牵引采煤机牵引功率已达 2×150 kW, 变频器电压 575 V。Eickhoff 电牵引采煤机牵引功率已达 2×150 kW, 变频器电压 460 V。目前国内电牵引采煤机牵引功率已达 2×125 kW, 正在研制牵引功率为 2×150 kW、变频器电压 380 V 的采煤机。

目前, 我国工作面刮板输送机整机性能与国外相比较差, 一些关键零部件的寿命、可靠性相对较低, 监测、控制方面相对比较薄弱。我国生产的刮板输送机的主要零部件寿命大都低于国外先进水平, 其中关键零部件, 如圆环链和中部槽。有资料表明: 国外大于 φ34 mm 的圆环链过煤量在 200 Mt, 而国内同规格的圆环链过煤量只有 100 Mt 左右; 国外规格 φ42 mm 圆环链过煤量可达 400~500 Mt, 重型刮板输送机中

部槽过煤量保证值为 600 Mt,最高寿命达 1 200 Mt, 而国产中部槽过煤量只有 400 ~ 500 Mt。

表 2 我国采煤机与国外采煤机大修周期对比

Table 2 The contrast of coal winning machines overhaul period between our country and abroad

项 目	MT/T1003.1 -	SL750		SL500		7LS6		EL3000	
	2006 规定	大修周期	设计寿命	大修周期	设计寿命	大修周期	设计寿命	大修周期	设计寿命
回采面积/万 m ²	52 ~ 78	78	390	85.78	425 ~ 567	71	284	71 ~ 106	354
整机/万 m ²	52 ~ 78	400	2 000		3 000 ~ 4 000		2 000 ~ 2 500		2 000
摇臂/万 m ²	52 ~ 78			600	3 000 ~ 4 000	500	2 000	500 ~ 750	2 000 ~ 3 000
摇臂齿轮/万 m ²	104 ~ 156			600 ~ 1 000			2 000		
滚筒/万 m ²	26 ~ 39			400 ~ 600	800 ~ 1 000	150	450	200 ~ 400	600 ~ 800
牵引箱/万 m ²		400		600	3 000 ~ 4 000	500	2 000	500 ~ 1 000	2 500
行走箱/万 m ²	52 ~ 78	300		400 ~ 600	1 500 ~ 2 000		200 ~ 300		200
破碎机/万 m ²	39 ~ 59		1 750					200 ~ 500	2 000
破碎滚筒/万 m ²	26 ~ 39					500	1 750	200 ~ 400	6 000 ~ 8 000
油缸/万 m ²	26 ~ 39								
截割电机/万 m ²	39 ~ 59								2 000
牵引电机/万 m ²	52 ~ 78							500 ~ 1 000	2 500

国外重型刮板输送机采用 CST 可控软启动传动装置,实现了刮板输送机空载启动和机头、机尾的功率平衡;采用自动控制的伸缩机尾,使输送机在工作状态随着载荷的变化适时调整刮板输送机长度,以使传动链条保持合适的张力。采用对减速器、驱动链轮、链条等传动元部件运行状态的监控技术,实现了工况监测和故障诊断。我国刮板输送机在这方面与国外有较大差距。

6 结 语

我国综采技术经过 40 a 发展已取得了巨大成功,但我国开采装备制造技术与国外先进国家比较还存在着明显的差距,主要表现在高端材料、焊接工艺技术及质量控制、液压密封元件、轴承、齿轮、变频及软启动、工况检测与故障诊断、自动控制技术以及整机可靠性等方面^[5]。

“十二五”期间,我国煤炭开采将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;工作面长度达 400 m 以上,采煤机实现工作面记忆截割,液压支架跟机自动化推移,基于智能化、可视化技术的工作面巷道集中控制和地面远程监控,在中厚煤层实现工作面年产 1 000 万 t。针对我国煤层地质条件复杂、开采困难、采出率低等问题,加大对复杂难采煤层高效开采成套装备技术的研究,保证煤炭工业的可持续发展。主要应从以下方面进行重点攻关:急倾斜、大倾角煤层开采成套技术与装备开发研究,薄和极薄煤层高效开采和无人自动化工作面成套技术与装备研发。目前,天

地科技股份有限公司开采设计事业部对实现急倾斜薄煤层机械化开采进行了研究,采用创运机对攀枝花煤业集团太平煤矿倾角为 70° 的薄煤层工作面实行了综采机械化开采,并实行了工作面少人或无人开采。

参考文献:

- [1] 袁永,屠世浩,马小涛,等.大采高综采技术的关键问题与对策探讨[J].煤炭科学技术,2010,38(1):4-8.
Yuan Yong, Tu Shihao, Ma Xiaotao, et al. Key technical problems and their countermeasures of fully mechanized mining with large mining height[J]. Coal Science and Technology, 2010, 38(1): 4-8.
- [2] 赵宏珠,钱建钢.我国综合机械化采煤发展 30 年回顾[J].煤矿开采,2009,14(4):5-10.
Zhao Hongzhu, Qian Jiangang. Review of China full-mechanized mining coal for 30 years[J]. Coal Mining Technology, 2009, 14(4): 5-10.
- [3] 康立军.煤矿地下开采现代技术现状与发展趋势[J].煤炭科学技术,2007,35(10):1-7.
Kang Lijun. Status and development tendency of modern underground mining technology[J]. Coal Science and Technology, 2007, 35(10): 1-7.
- [4] 毛德兵,康立军.大采高综放开采及其应用可行性分析[J].煤矿开采,2003,8(1):11-14,21.
Mao Debing, Kang Lijun. Longwall top coal caving mining with higher mining height and its feasibility[J]. Coal Mining Technology, 2003, 8(1): 11-14, 21.
- [5] 王国法.煤矿高效开工作面成套装备技术创新与发展[J].煤炭科学技术,2010,38(1):63-68.
Wang Guofa. Innovation and development of completed set equipment and technology for high efficient coal mining face in underground mine[J]. Coal Science and Technology, 2010, 38(1): 63-68.