

关于国内煤矿高效开采工作面成套装备技术创新与发展现状研究

张战领

黔西金坡煤业有限责任公司 贵州毕节 551700

摘要: 从目前的发展情况来看,我国矿井开发技术已经逐步发展并趋于成熟,达到了国际先进水平。以往的矿井生产设备,比如高端液压支架、电液控制系统等,均需要进口,而现在,这些设备已经基本实现国产化,并且销往海外。在采矿工艺上,如称轴、重型输送机软启动等关键技术,都已有了较大的突破和发展。

关键词: 高效开采; 煤矿; 成套装备; 国内技术创新; 发展现状

Research on technical innovation and development status of complete equipment for efficient mining face in Domestic coal mine

Zhanling Zhang

Qianxi Jinpo Coal Industry Co., LTD., Bijie, Guizhou 551700

Abstract: From the current development of the situation, China's mine development technology has gradually developed and tend to mature, reached the international advanced level. In the past, mine production equipment, such as high-end hydraulic supports and electro-hydraulic control systems, had to be imported. Now, these equipment has been basically made in China and sold abroad. In mining technology, such as weighing shaft, heavy conveyor soft start and other key technologies, have made great breakthroughs and development.

Keywords: Efficient mining; Coal mine; Complete equipment; Domestic technological innovation; Current situation of the development

引言

根据中国目前的经济发展情况,中国煤炭生产技术已经达到了较高的水平,足以适应当前的市场需要。一方面,传统煤矿开采,需要依靠进口的高端液压支架和电液控制系统,而当前这些大型设备不但可以自己生产,还可以进行出口。但在某些细节技术上还有待继续提升,比如称轴,重型输送机软启动等,中国的相关科研部门也在不断地加大投入,进行技术革新,且已在关键技术上取得了较大成果。今后我国仍将坚持“人才强国,创新驱动”的方针,加速科技进步,为中国的煤炭机器制造业的发展奠定良好的基础。

一、年产 600 万吨综采成套装备技术

直到 21 世纪初期,国内大型矿井厚煤层一次高效综合成套装备依然依赖于国外技术,煤矿的开采受到较大制约,对国家的发展带来不利结果。为此,我国开始了“年产 600 万吨综采成套装备”研发计划。

1. 厚煤层大采高综采工作面总体配套模式与岩层控

制理论

该系统的配套模式有:更长的工作面、支护力更较强、梁端控制精度更高、交叉侧卸工作面运输系统、更先进的端头支护技术、大功率采煤大截深双向截割和跟机移架等。本系统主要应用于浅埋深大采高工作面压力的显示规律和大采高综合工作面煤壁片帮机理与控制技术的研究,对以往的工作面参数和支座的支架工作阻力进行了优化,研制出了大采高高效综采成套设备^[1]。

2. 大功率电牵引采煤机

以往的煤矿开采装备因技术条件所限,高效配套设备工况与采煤机之间的关系是彼此分离的,但通过研制出功率电牵引采煤机,将二者有机地融合起来,从而克服了这一缺点,实现了对二者的实时动态模拟。大功率电牵引采煤机同样装备有常规的设备,相比于旧系统,它的适应性更强,可以经受住重载冲击。另外,采用了电控系统与通信技术,使采煤机的控制性能得到了极大的提高。各种技术革新和开发,使采煤机生产效率得到了提高,从而大大提高了矿井的经济效益。

3. 大运力长距离巷道带式输送设备

在大运力长距离巷道带式输送设备中,应用了大量的新技术,包括一种可以实现对中传送皮带的多层输送带的储带系统偏差的自动校正;采用低速大扭矩液压马达和电液比例控制阀,提高了高效液压卷带装置的扭矩和转速,同时还增加了大游隙和直径滚珠轴承,提升了耐氧化和耐水的润滑,使托辊的使用年限提高了2.5倍。

二、自动化放顶煤关键技术与装备研发

在研究开发的过程中,重点研究了两柱掩护式放顶煤液压支架、综放工作面端头和工作面巷道超前液压支架支护系统,以及综采放顶煤技术。

1. 自动化放顶煤开采方法和工艺体系

为了提高采煤设备的生产效率,相关研究机构研制出了电液控制和工作面自动控制系統,综放工作面液压支架的电液控制和综放工作面的自动控制,以及利用神经网络实现综放工作面的自动控制。为了在煤矿设备上更好的使用这套系统,工作人员经过多次的下井测试,逐渐完善了系统。除了这些,还有许多传统的采矿设备,比如自动放顶煤工艺、自动煤流平衡监测、工作面自动监测等,都是近年来在新设备上开发出来的。该技术的运用,使煤矿生产得到了极大的解放,使综放工作面的机械化生产得到了明显的提高^[2]。

2. 两柱掩护式放顶煤液压支架

在煤矿生产中,采用的主要装备有:双滚筒采煤机、放顶煤液压支架、刮板输送机 and 转载机。放顶煤关键技术是中国的放顶煤技术发展历程的发展标志性进展,其关键技术在于放顶煤的支撑方式。从最初的高位放顶煤支架到现在的中位放顶煤支架,到目前中国矿井普遍采用的四柱支撑掩护式低位放顶煤液压支架,与以前的放煤顶板相比,四柱支撑掩护式低位放顶煤液压支架是一种新型技术,在目前中国煤炭生产中具有较大优势。但从目前国内各大矿井的实际情况来看,它的使用仍存在缺点,操作比较繁琐,如果在施工中支架与岩体发生撞击,会造成前后排立柱的受力失衡,从而严重地影响到支护的工作。中国的有关科研工作者为避免此类现象,基于原有的支护结构,采用两柱掩护式放顶煤液压支架的思路,开发出相应的支护结构,并在原有的挑梁、顶梁等结构上进行了改进,从而为中国煤矿开采的安全、高效、机械化生产打下了良好的基础。

它的优势也很明显。支架的最大应用是支护能力,它改变了以往因与围岩的相互作用、撞击导致前后排立柱的受力不均匀性,总之,它具有较好的支护性能,而且它的支撑强度要高于原来的支护体。该方案的结构简化,使顶梁前端承受较大的支撑任务,从而保证了顶板的整体稳定性,并使支座与岩体接触表面得到了更好的优化,从而有效地防止了两柱受力的不均匀。支柱式支架也降低了压力,一排立柱被削减,使得通道变得宽阔,

从而填补了原来的支撑结构的缺陷,而平衡千斤顶则在原来的功能上加入了调节顶梁合力作用点的作用。

3. 综采放顶煤技术

国内专业技术人员也研制了一套用于开发综放工作面端头和工作面巷道超前液压支架支护系统,该装置的主要应用于在工作面的出口处,由于采用单体液压支柱和金属铰接顶梁式支撑不能达到自动化水平,因而进行了研发升级。该技术的应用,保证了工作面巷道的安全性,并打破了常规的支护方式存在的缺陷。

三、我国智能化开采技术与装备研发

1. 综采智能化成套装备

煤矿的信息化建设既是煤矿企业转型发展的需要,也是实现国民经济和社会的近代化。2007年研制出了国内第一台可取代国外的液压支架电液控制系统,为我国自主式智能化综采设备的研制奠定了坚实的基础。该系统成功建立起了成套装备总控制网络为核心,配备以单机装备为执行机构的体系,改变了以往单机装备为系统主要组成部分、再进行总体协调的思路,使得智能化成套系统具备感知和层级控制功能成为了现实。该系统由三个单机智能化控制系统组成:采煤机智能控制、刮板输送机智能软启动及调速、液压支架与围岩智能耦合电液控制,且基于这三个系统的信息交流共享和协调决策运行的综采工作面井下智能化集控中心可实现工作面设备运行参数的自校正和自调整,可进行远程控制,以完成综采工作面的自动化生产。

2. 薄煤层智能化开采

由于有限的作业场地,较大功率的设备布置、人工操作和实现采矿过程的自动化难度较高,之前国内外鲜有设备可供发掘。为了解决0.6~1.3m的薄煤工作面狭窄、大功率装备的高可靠性、高适应性、薄煤层与高产量高效率之间的矛盾,采煤机采取了双截割电机并行布置,减少了机面高度,达到了矮机身、强截割、高功率的效应,可对高强度、硬煤、夹矸等不利赋存环境的进行适应;结合煤层厚度的改变,创新性地提出了双连杆、双均衡、千斤顶叠位布置、板式整体顶梁等新型构造,达到了0.5~1.4m的超长伸缩率。在此基础上,我国研制了一种新型的薄煤层支架群组自组织、自组织控制技术,并对其进行了自适应调节,以改善薄煤层的装煤性能,其高度适应范围扩大近一半,达到了小尺寸、大功率、大适用范围等目标。

3. 中厚煤层智能化开采

实施智能化无人工作面是煤矿开采工作发展的重要发展节点^[3]。通过12个子系统,如高清视频监控、煤流负荷智能控制等,构成工作面智能化控制系统,其与环境监测系统、矿压监测系统、主煤流控制系统等联动,实现制及闭锁。实现工作面的自动校正,煤流负荷平衡监测,工作面的环境安全监测的同时控制。以液压支架

高精度推移行程传感器和自动化系统的“自动找直”命令为基础，设定基准支架的标准位置和定量修正补偿，实现工作面自动找直。液压支架、刮板输送机、采煤机的模型得以建立，实现了液压支架移动和刮板输送机与采煤机割煤的自动调控。该系统以煤量监测和电机有效做功的分析数据作为支持，进行变频调速，来实现采运协调和煤流负荷智能调控，且立足于避锚护顶微扰动和峰值助力强支护原则，对端头、超前支护装备及其控制系统进行开发，以实现智能化开采。

4. 超大采高综采技术与装备

自2005年我国开始探索高端综采技术装备国产化道路，6Mt/a大采高综采成套技术与装备得以成型，且采高达到6m，具备取代进口设备的能力，促进了该类设备国产化进程。2006年则提出7m超大采高综采技术与装备研发计划，目前6~7m机采高度的超大采高综采技术与装备早已广泛使用。西部大型煤炭基地8m厚煤层的高效高采一时间成为难题，由此开始了2015年8.2m超大采高综采成套技术与装备的研发。该研发成果对超大采高工作面的超大空间、超强矿压、超高煤壁、强扰动岩层运动带来的问题进行了攻克，液压支架高压敏感结构特有的服役特性及失效机理、超大煤量自适应运输问题、装备系统协调运行、高回采率开采等问题，在新设备中也得以解决，其新结构和提高稳定性技术解决了动压敏感结构稳定性和液压支架尺度过大的问题^[4]。其开发思路立足于能量耗散原理，采用大缸径抗冲击立柱来满足超大采出空间、强矿压、强冲击的需求，三级协动护帮装置则具备智能耦合伸缩梁与护帮板分离的特点，可满足超高煤壁稳定性防控。微隙准刚性四连杆稳定机构的研发对于超大采高支架稳定性有较强提升作用，“大梯度+小台阶”短缓过渡的超大采高工作面配套方式实现了工作面中部导两端巷道的直接过渡，避免了端头三角煤损失，而具有创新性优势的大流量电液控制系统可实现快速移架。我国研究出的首套8.2m超大采高综采装备在鸡滩煤矿成功应用，年产能能力达20Mt。

5. 大采高和超大采高综放技术与装备

(1) 大采高综放开采：“十一五”期间开始了攻克15~20m特厚煤层开采的大采高综放成套技术与装备研究计划，且该设备的问世实现了20m特厚煤层高效综放开采，特厚煤层存在的超大空间、超高煤壁、超厚顶煤等对开采技术提出的挑战得以解决。

(2) 智能化综放开采：2003~2006年间，两柱式放顶煤液压支架及自动化放煤技术在我国成功研发，其配备的放顶煤液压支架电液控制系统和自动化控制系统也是世界首例，且很快应用于实际作业。本次研发还包

括综放工作面支架自动跟机移架和自动化放顶煤工艺等自动化技术等，对于基于声音识别的煤岩识别技术进行了实验。在“十二五”期间我国煤炭开采则朝着高效集约化方向转变，其特点是安全、环境友好、高采出率。因此，针对我国矿区地质情况与煤炭生产条件，技术人员开始了进、实用的成套技术的开发，而装备的研发则更注重自动化与信息化的应用，以降低劳动消耗，从而提高设备的可靠性，使得生产效率进一步提升。同时，开展了煤矿智能化掘进设备的研制，研制出了两柱式超强力智能化放顶煤液压支架，解决了矿井不良条件下支架空间位姿、受力状态精确感知等技术难点，对支架与围岩结构的智能耦合控制体系进行了研发，实现了高度姿态、立柱压力检测、自动增压和合力作用点定位等多项技术的联控；建立了以时间和人为干预相结合的自动化放煤调控机制；根据散体介质流理论，研制了一套以分段多窗口多轮放煤工艺为核心的定时控制自动化放煤控制体系，并对煤矸石的识别进行了智能放煤控制实验，为“十三五”开展智能化综合放煤技术研究打下了坚实的基础。

(3) 超大采高综放开采：ZFY21000/35/63 D两柱掩护式强力超大采高综放液压支架的研发，对特厚硬煤冒放性、综放支架的构造参数、放煤技术进行了最优化，并在鸡滩矿井成功地实施了特厚坚硬煤层开采的支护、控制、放煤等技术难点。

四、结束语

高效智能化综采装备的发展推动了煤矿生产效率的提高，近年来，中国已成为全球最大的煤矿生产大国，其重要综采技术装备也已达国际领先水平，在大采高综采综放、薄煤层和复杂难采煤层开采等方面引领着世界采矿技术发展。在未来，要继续加强技术改造和技术革新，使矿井设备更加可靠、更加灵活，从而为矿井的智能化建设奠定基础。

参考文献：

- [1] 王国法. 煤矿高效开采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.
- [2] 祁龙胜. 煤矿高效开采工作面的成套装备技术分析[J]. 能源与节能, 2016, (12): 156-157.
- [3] 李明忠. 中厚煤层智能化工作面无人高效开采关键技术研究与应用[J]. 煤矿开采, 2016, 21(3): 31-35.
- [4] 王国法, 李希勇, 张传昌, 等. 8m大采高综采工作面成套装备研发及应用[J]. 煤炭科学技术, 2017, 45(11): 1-8.