

采煤史上的技术革命

——我国综采发展 40 a

胡省三 刘修源 成玉琪

(中国煤炭学会 北京 100013)

摘 要: 综合机械化采煤(简称综采)是采煤史上一场重大的技术革命。世界综采经历 50 多年的发展,目前已成为先进采煤国家的主要采煤技术,实现了煤炭工业由劳动密集型向资本密集型、技术密集型转变。工作面单产、工效成几倍甚至几十倍地增长,煤矿安全状况有了明显的改善,煤矿集约化生产发展迅速,煤矿科技水平取得了长足的进步。我国 40 a 综采技术的发展,大体上可分为 3 个阶段: (1) 20 世纪 70 年代建队伍、打基础、技术攻关、80 年代推广应用阶段; (2) 20 世纪 90 年代综采上水平、大发展阶段,综采放顶煤攻关提高,取得了创新性的成果; (3) 21 世纪初,千万吨综采工作面涌现,回采巷道控制技术也初露端倪。展望近 10 a,矿井综合自动化是主攻方向,安全、高效、洁净、结构优化、可持续发展是煤炭工业的发展方向。具体可概括为实现三化:以大型企业集团和多元化经营为特征的集约化;以信息技术和机电一体化技术为核心的综合自动化;以绿色开采和洁净煤技术为基础的洁净化。

关键词: 综合机械化采煤; 技术革命; 集约化; 自动化; 洁净化

Technical revolution in coal mining history : 40 years development of fully mechanized coal mining in China

HU Sheng-san, LIU Xiu-yuan, CHENG Yu-qi

(China Coal Society, Beijing 100013, China)

Abstract: The fully mechanized coal mining is one great technical revolution in the coal mining history. The world fully mechanized coal mining had an over 50 years development and presently became a main coal mining technology in the advanced coal mining countries. The coal industry was converted from the labor intensive type to the capital intensive type and technology intensive type. The unit production and work efficiency of the working face was improved by several times or dozens times. The mine safety conditions was obviously improved. The mine intensified production was rapidly developed and the mine science and technology level had made a great progress. The 40 years development of the fully mechanized coal mining technology in China generally could be divided into three stages. (1) The stage to set up the team, build the foundation and overcome the key technologies was at 1970's, and spread and application was at 1980's. (2) The stage to improve the level of the fully mechanized coal mining and to have a high development of the fully mechanized coal mining was at 1990's, and the key technology of the fully mechanized top coal caving mining was overcome and improved with the innovated achievements. (3) In the initial period of the 21 century, the fully mechanized coal mining face with an annual production over 10 million tons was appeared and the control technology for the two gateways of the coal mining face also had an inkling. Looking at the future 10 years, the mine comprehensive automation will be the main orientation to be overcome and the mine safety, high efficiency, cleaning, structure optimization and sustainable development will be the development orientation of the coal industry. Certainly there would be three sectors to be released, including the intensification based on the large enterprise group with multi business

features, the comprehensive automation based on the information technology and electromechanical integrated technology and the cleaning based on the green mining and clean coal technology.

Key words: fully mechanized coal mining; technical revolution; intensification; automation; cleaning

世界上综合机械化采煤(简称综采)于 1954 年在英国问世,西德在 1957 年,前苏联、波兰在 20 世纪 60 年代前后开始。1970-11-28,我国第 1 套全工作面综采设备在山西大同煤峪口煤矿 8710 工作面开始工作性试验,也正式拉开了我国采煤史上一场影响深远的技术革命的序幕。回顾综采 40 a 的发展历程,是不平坦的 40 a,是技术日新月异的 40 a,也是辉煌的 40 a。

1 综合机械化采煤技术的发展,从根本上改变着煤炭工业技术面貌

综合机械化采煤是采煤史上一场重大的技术革命。它成功地实现了煤炭地下开采主要的生产环节——采、支、运和供电、检测、通信系统的统一和协调配置,从而极大地提高了开采的效率和安全性。综采首先是理念的创新,它将煤炭地下开采的主要生产环节作为一个整体通盘设计和配置,成功地解决了各环节相互影响、相互制约的难题。它为煤炭实现综合自动化和科学开采奠定了重要的技术基础。

世界综采经历 50 多年的发展,目前已成为先进采煤国家的主要采煤技术,特别是以信息技术和机电一体化技术为核心的综合自动化采煤技术的发展,使煤炭工业正发生着深刻的变革,煤炭工业由劳动密集型向资本密集型、技术密集型转变。在矿井开采方面,以年产千万吨的大型综采工作面为核心的生产工艺,从根本上改变了矿井生产面貌;机器人与人工智能和专家系统相结合,为智能化综合机械化采煤开辟了途径;矿井普遍向“一个矿井、一个采区、一个回采工作面”发展。

(1) 煤矿工作面单产、工效成几倍甚至几十倍地增长。近 10 a 来,我国煤矿综采工作面单产从 1977 年的 6.5 万 t/月提高到 2008 年的 11.3 万 t/月,安全高效矿井达到了 14.7 万 t/月,提高了 1 倍;其中神华集团神东榆家梁煤矿达到 135.1 万 t/月,提高了十几倍。原煤工效也有大幅增长,从 2.08 t/工提高到 4.99 t/工,安全高效矿井达到了 14.8 t/工,提高了几倍;其中神华集团神东上湾煤矿达到 157.86 t/工,提高了七八十倍。

(2) 煤矿安全状况有了明显的改善。近几年来,由于机械化程度的提高,我国煤矿安全防治措施的改善,以及安全监管的加强,全国煤矿的安全状况有了

明显的改善。如百万吨死亡率从 2001 年的 5.128 人降低到 2009 年的 0.89 人,特别是安全高效矿井降到了 0.039 人。

(3) 煤矿集约化生产发展迅速。综采工作面生产能力大幅度提高,如神华集团神东补连塔煤矿年产量达到 1 207 万 t,绝大部分安全高效矿井实现了“一井一面”的集中生产,从而简化了开采工艺和运输环节,大大减少了巷道开拓量,实现了煤矿的集约化生产。

(4) 煤矿科技水平取得了长足的进步。近几年,大功率、高强度、高可靠性的机电一体化综采设备在煤矿大量应用,采煤机功率达到 2 500 kW,输送机运输能力达到 3 500 t/h,特别是电液控制阀的研制成功,为采煤工作面的自动化发展提供了关键技术。同时,适用于复杂地质条件的综采技术也取得了突破。

2 综采 40 a 技术发展回顾

40 a 综采技术的发展,大体上可分为 3 个阶段。

(1) 20 世纪 70 年代建队伍、打基础、技术攻关,80 年代推广应用阶段。

20 世纪 70 年代,综采技术的发展主要有 3 件事:一是 1970 年 11 月大同煤峪口煤矿出现了国内第 1 个综采工作面,提出了综采技术的优越性集中表现在“一少、两高、三低”。“一少”是冒顶事故少,当时煤矿工人形象地比喻液压支架是“保险柜里给阀”,摩擦金属支柱是“老虎嘴里拔牙”。然而到 2009 年,许多煤矿仍用木支柱、摩擦金属支柱,顶板事故居第 1 位,死亡人数发生占 35%;“两高”是“产量高、效率高”;“三低”是“材料损耗、掘进效率、吨煤成本低”。从现在来看,有些优越性是较为明显的。因此说,大同煤峪口煤矿的试验为原煤炭部明确煤炭工业技术发展方向——综采——提供了坚实的依据。同时,大同煤峪口煤矿还在 2 a 试验的基础上,总结提供了 6 条经验,特别是提到了要有成建制的综采队伍、相对稳定的领导班子,设备综合配套,实行科研、制造、使用和工人、技术人员、领导两个“三结合”,以及科研必须关键元部件先行,对我国综采技术的发展具有指导意义,起到了积极的推动作用。二是为了借鉴、吸收国外的先进综采技术,进行了两次重大的综采技术和设备引进。1974 年引进了 43 套,1977 年引进 100 套并在国内制造了 500 套。三是为了关键零部件的

技术攻关建设了配套的“采掘测试技术装置”,对液压支架、“三阀”、乳化液泵、采煤机的电机、齿轮、液压泵、马达、输送机的中部槽、圆环链、链轮以及胶带机的托滚等技术进行攻关,为提高可靠性提供了良好的条件。

大量扎实的基础攻关研究、引进吸收国外先进技术、狠抓队伍培训和制度建设,为 20 世纪 80 年代的推广应用奠定了坚实的基础。

(2) 20 世纪 90 年代,综采上水平、大发展,综采放顶煤攻关提高,取得了创新性的成果。

20 世纪 90 年代,综采技术的发展主要有 2 件事:一是综采技术进入以高产高效为目标的上水平、大发展阶段,1995 年铁法矿务局试验成功了日产 7 000 t 成套设备后,研制了大功率、电牵引、多电机横向布置和大截深为特征的新一代采煤机;应用铸焊结合封底中部槽、交叉侧卸机头、链条自动张紧等先进技术的重型刮板输送机将综采设备的生产能力提高到了年产三四百万吨的先进水平。与此同时,还开发了长距离带式输送机系统、运人运料的高效辅助运输系统、地质保障系统、煤巷快速掘进与锚杆支护系统和安全生产监测系统,有效地保障了综采的安全、高效和高产。1999 年综采产量占国有重点煤矿的 51.7%,较之综采发展初期(1975 年)提高了 26 倍。二是综放开采技术攻关能力提高,取得了创新性的研究成果。综放开采的优势在于它是巷道准备工作量少、采煤工艺相对简单、生产集中、材料及能耗相对小的厚煤层采煤法,对各国煤炭行业都有巨大的吸引力。20 世纪 80 年代初,国外试验出现困难而萎缩,我国却开始引进、研究、试验。辽宁沈阳缓倾斜厚煤层第 1 次进行了综放开采试验,之后在甘肃窑街、吉林辽源、新疆乌鲁木齐急倾斜煤层综放技术上取得了突破;90 年代初,山西阳泉、潞安在缓倾斜长壁工作面实现了高产高效,又在山东兖州开发了综放成套设备和技术,实现了年产四五百万吨,并于 21 世纪初在澳大利亚成功应用。

(3) 21 世纪初,千万吨综采工作面涌现,回采巷道控制技术也初露端倪。

21 世纪初,针对我国高端煤矿装备可靠性、寿命与国外先进装备的差距,对液压支架采用了三维仿真、有限元分析等现代设计方法,研制了高强度、高韧性优质焊接无裂纹结构钢,创新了焊接技术;采煤机研制更加注重了可靠性的要求,采用了 1 000 V 变频器、矢量控制技术、记忆截割技术、集中控制技术;刮

板输送机在大运量、软启动、高强度、重型化、高可靠性方面有了技术突破;带式输送机采用动态分析技术,在驱动装置、高效储带与张紧装置、自移机尾、控制系统与监控装置方面有了长足的发展,实现了“年产 600 万 t 大采高综采成套技术与装备”,正在突破年产千万吨成套技术,目前在地质条件较好的矿井还出现了十几个年产千万吨综采工作面,以及回采巷道控制的综合自动化工作面。

3 未来发展展望

从先进采煤国家和我国神华、兖矿等矿区的发展经验以及其它传统产业经验得到的结论:从技术的层面要用高新技术改造煤炭工业,实现安全、高效、洁净、可持续发展;从体制的层面要优化结构,组建大型企业集团。因此,近 10 a 矿井综合自动化是主攻方向,安全、高效、洁净、结构优化、可持续发展是煤炭工业的发展方向。具体可概括为实现三化:以大型企业集团和多元化经营为特征的集约化;以信息技术和机电一体化技术为核心的综合自动化;以绿色开采和洁净煤技术为基础的洁净化。近期综采技术发展的重点是采煤工作面的自动化回采成套技术,加快锚杆支护速度的煤巷掘进高效快速成巷成套技术,岩巷掘进机械化快速成巷成套技术,以及适应不同条件的高效安全辅助运输系统成套技术。

参考文献:

- [1] 胡省三,成玉琪.煤矿采掘测试技术装置[M].太原:山西科技出版社,1993.
- [2] 范维唐,胡省三,成玉琪.采煤史上一场深刻的革命——我国综合机械化采煤发展 30 年评述[J].煤矿机电,2000(5):6-9.
Fan Weitang, Hu Shengsan, Cheng Yuqi. Technical revolution in coal mining history: 30 years development of fully mechanized coal mining in China [J]. Colliery Mechanical & Electrical Technology, 2000 (5): 6-9.
- [3] 胡省三.20 世纪我国重大工程技术成就[M].厦门:暨南大学出版社,2000.
- [4] 胡省三,成玉琪.21 世纪前期我国煤炭科技重点发展领域探讨[J].煤炭学报,2005,30(1):1-7.
Hu Shengsan, Cheng Yuqi. Discussions on key development fields of China's coal science and technology at early stage of 21st century [J]. Journal of China Coal Society, 2005, 30(1): 1-7.
- [5] 胡省三,成玉琪.集约化是煤矿现代化的发展趋势[J].煤矿机电,2004(5):1-5.
Hu Shengsan, Cheng Yuqi. Intension: a development trend of modern coal mines [J]. Colliery Mechanical & Electrical Technology, 2004 (5): 1-5.