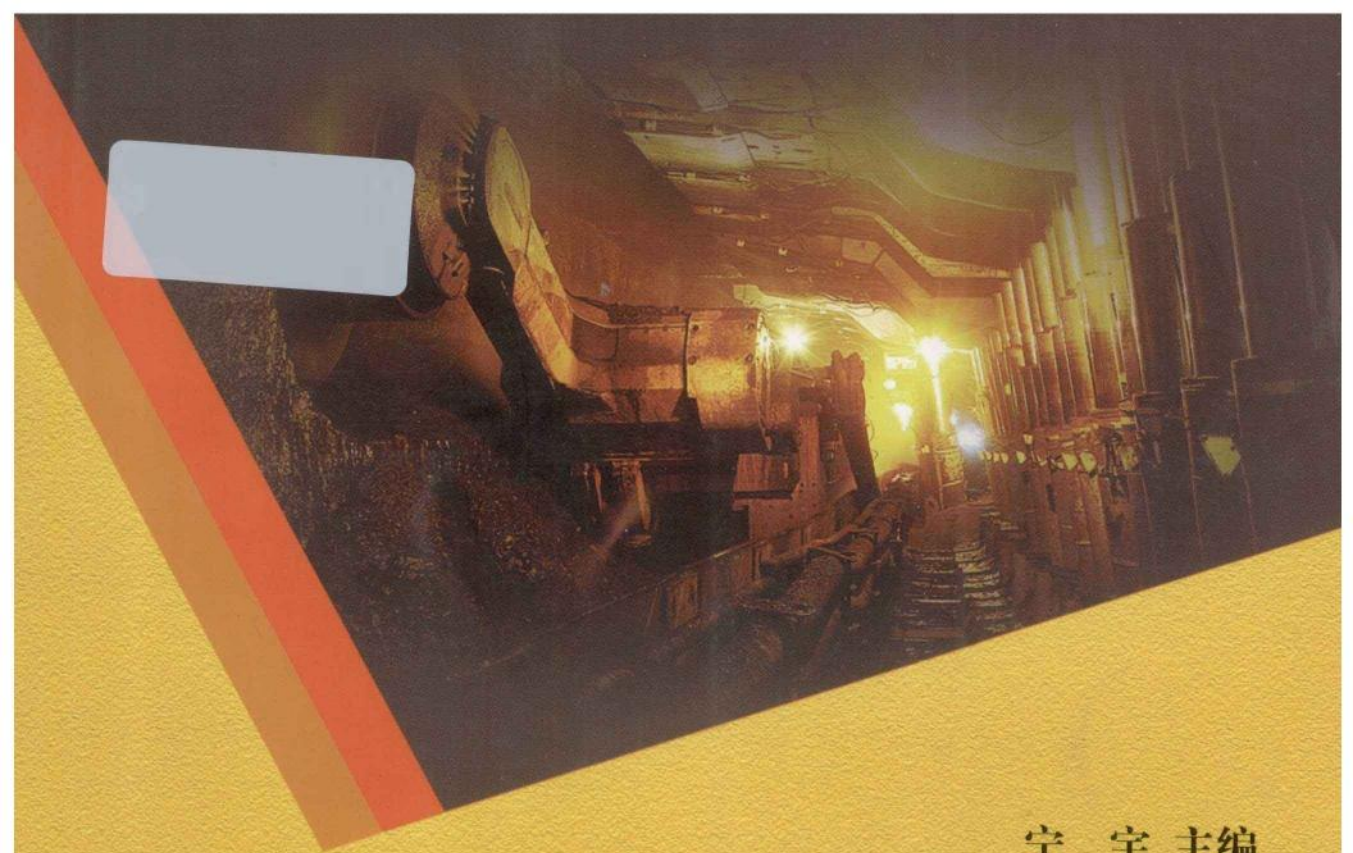




宁 宇 主编

中国大采高综合 机械化开采技术与装备

ZHONGGUO DACAIGAO ZONGHE JIXIEHUA
KAICAI JISHU YU ZHUANGBEI

煤炭工业出版社

中国大采高综合机械化开采 技术与装备

主 编 宁 宇

煤炭工业出版社

·北 京·

图书在版编目 (CIP) 数据

中国大采高综合机械化开采技术与装备 / 宁宇主编 -- 北京:
煤炭工业出版社, 2012

ISBN 978-7-5020-3998-1

I. ①中… II. ①宁… III. ①大采高-综合机械化掘进-煤矿
开采 ②大采高-综合机械化掘进-采煤机械 IV. ①TD823.97
②TD421.8

中国版本图书馆 CIP 数据核字 (2012) 第 017785 号

煤炭工业出版社 出版
(北京市朝阳区芍药居 35 号 100029)

网址: www.cciph.com.cn

煤炭工业出版社印刷厂 印刷

新华书店北京发行所 发行

*
开本 787mm × 1092mm¹/₁₆ 印张 18 插页 1

字数 418 千字 印数 1—3 000

2012 年 3 月第 1 版 2012 年 3 月第 1 次印刷

社内编号 6821 定价 48.00 元

版权所有 违者必究

本书如有缺页、倒页、脱页等质量问题, 本社负责调换

内 容 提 要

本书对我国大采高综采技术及装备的发展现状及存在的问题进行了全面分析,根据对具体矿井大采高工作面矿压的实测,得出了大采高工作面上覆岩层结构及其运动规律,并提出了大采高综采工作面顶板及片帮冒顶控制技术和大采高大断面巷道支护技术。同时,本书就我国大采高液压支架、采煤机、刮板输送机、电液控制系统等关键技术及其配套进行了论述,并对“年产600万t大采高综采成套技术与装备”项目成功研制的设备进行了重点介绍。最后还介绍了我国大采高工作面快速搬家技术。

本书可供专门从事煤矿开采和煤矿机械化工作的广大管理和工程技术人员阅读,可作为大中专院校相关专业的教学参考书,也可作为煤炭科研、煤机制造、煤矿生产等单位技术人员队伍的培训教材。

编 委 会

主任 宁 宇

委员 申宝宏 毛德兵 徐 刚 王金力 王国法
郭玉辉 尹希文 黄志增 范志忠 任艳芳
高维智

序

改革开放以来,我国煤炭工业产量大幅度增长,结构调整不断优化,运行质量稳步提高。2002年全国煤炭产量为15亿t,到2011年增长到35.2亿t。支撑煤炭产量大幅增长的因素之一是一系列科学技术进步,包括设计理念、采煤方法、技术装备等,大采高综采技术及装备也是其中之一。我国厚煤层产量已经达到40%以上,大采高综采技术作为缓倾斜厚煤层三大开采技术之一,以其效率高、回收率高等特点在我国高产高效、大型现代化矿井建设中发挥着越来越重要的作用。

我国的大采高综采采煤法自20世纪80年代开始,经过引进、推广、完善、提高等几个阶段,目前该技术已基本成熟并在国内广泛采用。自1978年首次从德国引进大采高支架和采煤机开始,我国就开始了大采高综采技术的试验和研究开发工作。1984年在山西晋城首次进行工业性试验。到1998年前,国内大采高综采工作面最高年产量尚且不足300万t,而到了2000年,国内大采高综采工作面年产量已突破800万t,达到了国外综采工作面年产量的先进水平。

大采高综采工作面采高大、设备总功率大、自动化程度高、对设备可靠性要求高,因此大采高综采技术的核心是装备技术的国产化。在国内大采高综采工作面发展初期,工作面装备主要依靠从国外成套引进,通过消化、吸收再创新,我国逐步开始实现大采高综采设备的国产化。首先开始国产化的是大采高液压支架。2003年,晋城煤业集团与煤炭科学研究总院开采设计分院及有关制造厂合作,率先进行大采高液压支架的研发,首次研制成功了ZY8640/25.5/55型大采高液压支架并投入运行。经过改进后制造的成套支架,从2005年3月起开始在晋城煤业集团寺河矿2303工作面投入运行,工作面实现了平均日产量达2万t以上,月产量达63万t。

自2004年起,我国先后经科技部、发展改革委组织,由煤炭科学研究总院牵头,煤炭科研设计、制造厂和生产企业通过产学研相结合,进行了“厚煤层高效综采关键技术与成套装备”和“年产600万t综采成套技术与装备”项目的攻关研究。攻克了厚煤层高效综采关键技术,开发研制了高可靠性大

采高综采成套装备,改变了我国大采高高端综采装备依靠进口的局面。同时以此为契机,全面提升了我国煤机产品设计、加工、制造水平,进而全面提升了国产大采高综采设备的生产能力及可靠性,建立了完善的大采高综采技术体系。目前,我国投入运行的大采高综采支架最大高度达到了7.2 m,工作阻力达到了17000 kN;采煤机最大功率为2500 kW;大采高综采工作面年产量已突破1200万t。大采高综采技术目前已成为我国厚煤层建设高产高效矿井的重要途径,对我国煤炭工业发展产生了重要影响。

本书作者宁宇多年来一直致力于大采高综采技术及装备的研究,进行了大量的现场试验和深入的理论研究,取得了大量的研究成果。他所负责的“年产600万t综采成套技术与装备”项目获得国家科技进步二等奖。作者在此项目基础上,消化吸收了大量国内外相关研究成果,结合几十年的研究成果及经验,编写了《中国大采高综合机械化开采技术与装备》一书,该书深刻阐述了大采高综采的理论基础、装备及配套技术和应用状况,为从事综采技术研究应用的学者和工程技术人员提供了一部内容丰富,兼具理论性和实用性的参考书。相信《中国大采高综合机械化开采技术与装备》一定能在我国综采技术推广应用和理论研究方面发挥积极作用。

全国政协常委
中国煤炭工业协会会长



二〇一二年二月

前 言

能源是人类社会生存和经济社会发展的重要条件,也是中国全面建设小康社会重要的物质基础和保障。煤炭行业是我国国民经济的支柱产业,是关系国计民生的基础性行业,在国民经济中具有重要的战略地位。煤炭作为中国工业化进程主要能源基础,对整个国家的经济发展起着举足轻重的作用。中国“富煤贫油少气”的能源储备特征和进入“重化工业主导型”经济发展阶段特点,决定了煤炭在我国一次能源消费结构中占主导地位的格局将长期保持不变。

国务院历来重视煤炭生产的持续稳定增长,制定了以煤炭为基础的能源发展战略和方针,部署了煤炭开发建设和利用的重点工作,提出了加快大型煤炭基地建设的任务,达到形成若干个亿吨级煤炭骨干企业的目标。为落实中央的部署,国家发展和改革委员会召开全国大型煤炭基地建设工作会议,选择一些资源条件好、发展潜力大的煤矿,积极有序地推进大型煤炭基地建设。在大型煤炭基地的建设过程中,坚持“大型煤炭基地的建设与技术创新、重大设备本地化同时并举”的建设方针,以适应国民经济快速发展对煤炭的巨大需求。

中国厚煤层储量及产量占全国煤炭储量及产量的40%~46%,是中国实现高产高效的主力开采煤层,厚煤层开采技术水平决定着中国煤炭产业的科技进步与整体实力的提升。因此,大采高综合机械化开采技术及其装备的研究已成为解决中国厚煤层开采问题和发展民族工业的关键。

近10余年,大采高综采技术得到迅速发展,其优势越来越得到普遍认可,大采高开采技术发展到一个新的阶段。开采高度突破7 m,日产量达到了3万t,个别工作面的产量及效率达到并超过国际水平,成为国际一流的大采高超长工作面。2003年,神东公司补连塔矿综采工作面年产原煤924万t,采高4.5~4.8 m。2004年,神东公司上湾煤矿大采高工作面年产原煤1075万t,矿井回采工效达到了927 t/工,实际采高达到了5.4 m。晋城煤业集团寺河矿则在高瓦斯矿井条件下,采高达到了5.5 m,最高日产达3.332万t,最高月达到了57.3万t。大同煤矿集团公司四老沟矿则在“两硬”条件下,使用国产ZZ9900/29.5/50型液压支架成功地开采了平均厚度为5.1 m的14号煤层,

实际采高 4.5 m, 工作面最高月产为 31.55 万 t。目前已从初期采高 3.5 ~ 4.5 m 采高过渡到 5.5 m 和 6.3 m, 工作面长度也已从 240 m 逐步增加到 300 m 和 360 m。榆家梁矿 4-2 煤层 400 m 长度工作面已经试验开采成功。从以上数据可以看出, 我国大采高开采部分指标已进入世界先进行列。

虽然我国大采高技术取得了很大成功, 但仍存在一系列的问题急需解决, 如煤壁片帮引发的端面冒顶; 支架工作阻力不足导致的支架压死及损坏; 支架稳定性事故频发; 大采高国产化高端设备可靠性较低等问题。

应当说, 著者从事煤炭开采研究工作的过程, 恰好是中国煤炭开采技术迅速发展的重要时期。因此, 工作中所取得的某些进展, 是与前人已取得的成就和我国煤炭科学技术进步不可分的。这里要真诚地感谢中国煤炭科工集团多年来所创造的良好学习、学术交流的氛围, 感谢煤矿界前辈和同行们的一贯鼓励、支持和合作。

另外, 本书中部分内容引用了中国煤炭科工集团与神华集团、晋城集团、潞安集团合作的项目的研究成果, 在此表示感谢上述集团的无私帮助。

限于水平和经验, 书中不妥之处, 恳请读者批评指正。

编 者

2012 年 1 月

目 次

第一章 绪论	1
第一节 概述	1
第二节 国外大采高综采技术与装备发展现状	1
第三节 中国大采高综采技术及装备发展的必要性	3
第四节 中国大采高综采技术与装备发展现状	6
第五节 大采高综采存在的问题及急需解决的关键技术问题	11
第二章 大采高综采工作面上覆岩层结构及运动规律	14
第一节 概述	14
第二节 寺河矿 2307 大采高工作面矿压规律	15
第三节 大采高上覆岩层所成结构研究	26
第四节 大采高工作面采场上覆岩层运移规律模拟研究	37
第五节 浅埋深大采高工作面上覆岩层活动与矿压规律研究	43
第三章 大采高工作面顶板及片帮冒顶控制技术	69
第一节 大采高工作面支架支护强度确定	69
第二节 大采高工作面坚硬顶板控制技术	76
第三节 大采高工作面煤壁片帮冒顶控制技术	89
第四节 防治大采高工作面片帮冒顶技术措施	104
第四章 大采高工作面大断面巷道支护技术	112
第一节 概述	112
第二节 巷道围岩破坏机理与围岩应力分布特征	113
第三节 巷道锚杆支护技术	117
第四节 大采高大断面巷道支护设计	121
第五节 大采高工作面巷道围岩控制实测	139
第五章 我国大采高液压支架关键技术	145
第一节 大采高支架防止煤壁片帮冒顶机构	145
第二节 大采高支架的稳定性研究	146
第三节 大采高支架总体参数的动态优化设计	151
第四节 ZY8600/24/50D 型大采高支架技术参数	164

第六章 我国大采高采煤机关键技术	170
第一节 总体目标	170
第二节 系统设计	170
第三节 大功率、大转矩、低转速的截割部传动装置	174
第四节 节距 147 mm 的强力销轨式行走机构	175
第五节 电气部分	176
第六节 MG750/1815 - GWD 型采煤机主要参数	181
第七章 我国大采高工作面刮板输送机关键技术	184
第一节 总体目标	184
第二节 关键部件	184
第三节 SGZ1000/2100 型刮板输送机主要技术参数	189
第八章 电液控制系统关键技术	191
第一节 总体目标	191
第二节 电液控制系统关键元件的研究	191
第三节 关键元件研制与关键技术攻关	201
第四节 与国内外同类技术和性能参数指标的比较	221
第九章 大采高工作面巷道布置与设备选型配套技术	222
第一节 概述	222
第二节 大采高工作面巷道布置及参数	222
第三节 大采高工作面设备选型	226
第四节 大采高工作面“三机”配套	245
第五节 大采高设备可靠性分析	251
第十章 我国大采高工作面快速搬家技术	257
第一节 工作面搬家技术发展现状	257
第二节 大采高工作面快速搬家工艺	257
第三节 大采高工作面快速搬家设备——支架搬运车	264
第十一章 我国大采高工作面应用与实践	266
第一节 晋煤寺河矿	266
第二节 晋煤赵庄矿	268
第三节 神华万利一矿	269
参考文献	274

第一章 绪 论

第一节 概 述

近年来,在全球经济持续高速增长的驱动下,能源消费大幅度增加。世界一次能源消费在 2007 年增幅为 2.4%,连续 5 年处于高增长态势。在国际石油价格居高不下的形势下,各国都在调整能源使用结构,降低石油消费比例,转而提高煤炭比重。作为世界上储量最多、分布最广的常规能源,与其他能源相比,煤炭具有成本低、技术风险小的突出优势,是重要的战略资源,未来煤炭仍将保持快速增长的态势。根据美国能源信息署预计,尽管目前许多国家都在大力开发风能和生物燃料等替代能源,但在未来 20 年里,全球仍不可能摆脱对化石能源的依赖,而由于世界范围内原油和天然气比煤炭更为稀缺,因此世界能源消费增长将更多地依赖煤炭。根据《BP 世界能源统计 2008》的数据,2007 年底探明的煤炭可采储量全球总计 8474.88 亿 t,其中无烟煤与烟煤 4308.96 亿 t,亚烟煤与褐煤 4165.92 亿 t。预计到 2030 年,煤炭占能源消费结构的比重将升到 28%,全球煤炭需求将增长 73%。

煤炭行业是我国国民经济的支柱产业,是关系国计民生的基础性行业,在国民经济中具有重要的战略地位。煤炭作为中国工业化进程主要能源基础,对整个国家的经济发展起着举足轻重的作用。中国“富煤贫油少气”的能源储备特征和进入“重化工业主导型”经济发展阶段特点,决定了煤炭在我国一次能源消费结构中占主导地位的局面将长期保持不变。

我国煤炭资源丰富,厚煤层所占比例较大,煤炭开采工艺不尽相同,对于厚度大于 6 m 的煤层多采用放顶煤开采工艺,对于煤层厚度 6 m 以下煤层多采用一次采全高的开采工艺,但目前,我国与国外高产高效综采成套设备还有一定差距。为此,国内煤炭生产企业相继引进国外采运成套设备。引进国外设备,虽然能迅速提升生产能力,取得立竿见影的经济效益,但存在初期投资大、售后服务不及时等问题,国外设备有长期垄断国内高端煤机产品市场的趋势,这严重地制约了我国大采高综采设备的发展,因此对大采高综采及装备技术的研究对实现其国产化具有非常重要的意义。

第二节 国外大采高综采技术与装备发展现状

20 世纪 60 年代,日本设计了一种 5 m 采高的液压支架。原联邦德国在 1970 年使用贝考瑞特垛式支架成功地开采了热罗林矿 4 m 厚的 7 号煤层,德国拥有的大采高压液支架架型包括威斯特伐利亚 BC-25/36 型、赫姆夏特 T55-22/60 型、蒂林 RHS525-50BL 型及 G320-23/45 型等。70 年代末,波兰利用 3 年时间在 7 个综采工作面装备了 DOMA-

25/45 型两柱掩护支架,另外开发了 PLOMA 系列两柱掩护式大采高支架,也取得了较好的使用效果;1980 年原联邦德国赫姆夏特公司开发出 G550-22/60 型掩护式支架,最大高度为 6 m,在威斯特伐伦矿成功应用;1983 年美国在怀俄明州卡帮县 1 号矿采用长壁大采高综采技术开采厚煤层,采高达 4.5~4.7 m,日产量达 6200 t,工效达 210~360 t/T;1987 年底,苏联有 47 个综采工作面装备 KM130-4 型大采高支架,另外还研制了 KM142 型、YKM-4 型、YKM-5 型等大采高支架。

20 世纪末,随新技术不断向传统采矿领域渗透,美、澳、英、德等国家采用了大功率可控传动、微机工况检测监控、自动化控制、机电一体化设计等先进适用技术,研究出适应不同煤层条件的高效综采大型设备。实现了从普通综合机械化生产向高产高效集约化生产的根本性转变。目前,国外综采成套设备的生产能力已经达到了 3000 t/h 以上,以德国的 DBT、Eickhoff 公司和美国 JOY 公司为代表的采矿设备供应商,基本垄断了综采高端产品市场。美国新一代高产高效综采设备基本上实现了采煤工作面的半自动化。其中液压支架的发展尤为突出。据统计,美国长壁综采工作面中液压支架基本以掩护式为主,约占全部架型的 96%,支架阻力平均在 7000~8000 kN,最大为 9800 kN,6.0 m 高支架已逐步成系列化生产。国外大采高综采技术和装备最新特点如下。

(1) 采煤机。新型大功率电牵引采煤机总功率达到 2000~3000 kW,装备了采用先进的信息处理技术和传感技术的控制和故障诊断系统。德国 Eickhoff 公司的 SL500 系列采煤机采高范围为 2.0~6.5 m,最大牵引力可达 1000 kN,最大牵引速度可达 37 m/min,可以截割 f 小于或等于 10 的煤和岩石。美国 JOY 公司的 7LS 系列采煤机截高范围为 2.0~5.5 m,最大牵引力可达 800 kN,最大牵引速度可达 30 m/min。

(2) 工作面刮板输送机。国外工作面刮板输送机向着大运量、软启动、高强度、重型化、高可靠性方向发展。重型工作面刮板输送机多采用交叉侧卸式机头,中部槽为铸造槽帮,中板为耐磨合金钢,厚度为 40~50 mm,中部槽内宽为 1000~1200 mm,1750 mm 长度中部槽已普遍使用,最长达 2000 mm,中部槽的槽间连接强度已达到 4500 kN。刮板链多采用双中链形式,链环直径最大已达到 $2 \times \phi 52$ 。刮板链的张紧方式,除传统的机械张紧装置外,还增加了伸缩机尾的液压自动张紧装置。在机头、机尾均采用双电机,大幅度提高了输送能力和设备的可靠性。

(3) 强力液压支架。国外综采液压支架的架型主要为高工作阻力的两柱掩护式支架,其支护工作阻力为 6000~10000 kN,最大为 12000 kN,支护高度为 2~5 m,最大为 6 m;支架立柱缸径为 250~380 mm,最大为 420 mm;支架中心距为 1.5~1.75 m,最大为 2.0 m;支架结构为整体顶梁,刚性连接的分体式底座,支架带有提底座装置,支架推移机构为推移千斤顶反装的倒拉框架式结构,支架控制方式为环形供液及电液阀控制,可以实现自动控制调整支架的支护状态,支架的降、移、升循环时间小于 10 s,支架的寿命试验高达 50000 次以上。

(4) 长距离、大运量、高带速的大型带式输送机已成为主要发展方向。目前,煤矿带式输送机装机功率可达 4×970 kW,运输能力已达 5500 t/h,带速为 5 m/s 以上。应用动态分析技术和计算机监控等高新技术动态设计及动态过程监测、监控等,确保了输送机运行的可靠性。采用 CST、变频等大功率软启动技术、自动张紧技术、高寿命高速托辊、快速自移机尾等使设备开机率、可靠性指标与生产效率不断提高。

(5) 综采工作面自动化生产技术。在综采工作面采煤机、刮板输送机、液压支架等设备实现单机工况实时监测的基础上,国外进一步研究开发了基于振动信息或采高-位置自学习控制的采煤机滚筒自动调高技术、液压支架电液控制技术,工作面巷道计算机集中控制中心通过采用位置红外传输、速度检测和计算机集中控制软件程序,使采煤机、刮板输送机、液压支架等设备自动完成割煤、运输、液压支架移架和顶板支护等生产流程,实现了工作面自动化生产。工作面巷道计算机集中控制中心还实时监测工作面顶板压力、供电、供液系统、工作面巷道皮带系统、煤仓料位等设备运行工况,并通过矿井通信光纤等介质经 Internet 网络和矿井及上部管理层实现信息交流与通信控制。目前,德国 DBT 公司研究开发的以液压支架 PM4 电液控制系统为基础的全自动化无人刨煤机综采工作面成套设备已经投入生产应用;英国 Long - Airdox 公司、美国 JOY 公司也研究开发了具有自动化功能的滚筒采煤机综采工作面计算机控制系统。国外综采工作面还广泛应用远程通信和网络化集中控制技术,如德国 Eickhoff SI500 采煤机通过供电电缆的控制芯线或先导芯线与工作面巷道集中控制站连接。工作面巷道集中控制站包括负荷中心、调制解调器、微机 MICOS、显示器、键盘和接口。工作面巷道集中控制站与采煤机、液压支架控制系统、工作面输送机、转载机相连。通过中继站可与距离大于 5 km 的地面数据转换器连接,后者把信号传给矿井地面站,基本上实现了工作面设备和工作面巷道设备的远程通信和集中自动化控制。

(6) 综采工作面中高压供电技术。随着矿井生产集中化,工作面单产提高,国外采煤发达国家先后在采煤工作面上,将工作面输送机和采煤机等机械的供电电压从原有 1140 V 等级分别提高到 2300 V、3300 V、4160 V、5000 V 等级,并大量采用高集成度的负荷中心或更高集成度的配电变压器和负荷中心一体的新型设备。英国 1978 年开始研究综采工作面 3300 V 供电技术,1989 年推广使用;1983 年法国工作面输送机采用了 5000 V 供电;美国 1985 年经美国矿山安全与管理局 (MSHA) 批准,第一个供电电压为 2400 V 综采工作面投入运行,随后又有部分综采工作面采用 4160 V 供电技术。目前,主要采煤国家综采工作面均广泛采用 2130 ~ 5000 V 供电技术,改善了采区电网和工作面大功率电气设备的运行工况。

第三节 中国大采高综采技术及装备发展的必要性

一、大采高综采是实现高产高效高效益的需求

建设高产高效矿井是我国煤炭事业发展的主旋律,是煤矿实现现代化,走可持续发展的必由之路,是实现煤矿安全生产,提高规模效益的根本保证。而回采工作面的高产高效是矿井高产高效的核心。近几年的实践表明,大采高工作面的增产潜力大于放顶煤开采,尤其是当采高在 3.5 ~ 5.0 m 时,大采高开采具有放顶煤开采无法比拟的优越性:设备少、工艺简单、管理方便、系统可靠性高、劳动环境好,这些因素是实现高产高效的重要保证。1995—2000 年,产量超过 150 万 t/a 的放顶煤综采、大采高及采高小于 3.5 m 综采队统计见表 1-3-1。

表 1-3-1 1995—2000 年起 150 万 t/a 综采队生产指标

工 艺	工 艺 指 标	1995 年	1996 年	1997 年	1998 年	1999 年	2000 年
放顶煤综采	综采对数日/个	8	12	10	11	12	17
	平均单产/万 t	237	224	260	265	277	241
	平均效率/(t·工 ⁻¹)	83	101	118		134	125
大采高综采	综采对数日/个	1	2	6	4	4	8
	平均单产/万 t	174	184	180	166	262	309
	平均效率/(t·工 ⁻¹)	92	105	98		218	202
采高小于 3.5 m 的综采	综采对数日/个	6	7	4	6	8	9
	平均单产/万 t	178	168	191	184	177	180
	平均效率/(t·工 ⁻¹)	84	86	92		71	81

由表 1-3-1 可知,在 1998 年以前,大采高综采在产量及效率方面没有发挥出它的优势,从 1999—2000 年,大采高开始显示了高产高效能力,事实上,在 2000 年,成功的高产高效大采高工作面的产量效率与综放相比优势越来越大,在众多的综放工作面中,只有一个工作面达到了 550 万 t/a 的水平,而大采高工作面则突破千万吨,这说明,在采高小于 6.0 m,特别是采高在 3.5~5.5 m 时,大采高开采具有独特的优势。

我国大采高工作面产量逐年一个台阶,1994—2008 年大采高综采工作面年产量如图 1-3-1 所示。

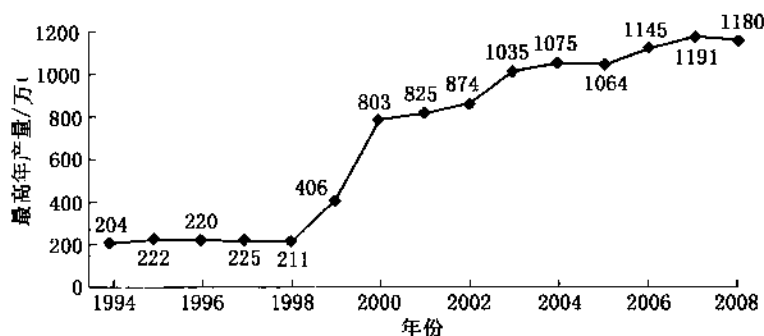


图 1-3-1 1994—2008 年大采高综采工作面年产量

进入“十二五”规划期,煤炭生产以大型煤炭企业、大型煤炭基地和大型现代化煤矿为主,计划到 2015 年,中国将形成 10 个亿 t 级、10 个 5000 万 t 级特大型煤炭企业;全国煤矿采煤机械化程度达到 75% 以上,千万吨级煤矿达到 60 处。作为中国实现高产高效主力开采煤层的厚煤层开采技术水平决定着中国煤炭产业的科技进步与整体实力的提升。因此,大采高综合机械化开采技术及其装备的研究已成为解决中国厚煤层开采问题的瓶颈。

二、提高中国高端采煤设备水平的需求

厚煤层一次采全高高效综采技术是世界煤炭井工生产技术主要竞争领域。国外主要采矿设备制造商在厚煤层高效综采设备方面展开了激烈的竞争,形成了在高端综采设备领域

具有垄断地位的国际采矿设备巨头。鉴于国内在高端产品领域的空白,近年来不断提高其产品在我国的销售价格,进口的厚煤层工作面综采成套设备每套价格在 4000 万美元左右,后期配件价格甚至高达原值 20~30 倍,维修成本高,服务不及时,加剧了煤炭企业负担。

我国也是世界煤矿机械生产制造大国,随着全球经济一体化的加剧,国内煤机装备设计、制造企业正积极参与国际竞争,通过自主研究开发、引进关键元部件、整合国内科技和制造资源,完全能够使煤机装备整体研制水平上一个新台阶。因此,煤机装备整体研制在满足国内煤炭生产需求的同时,还可以发挥技术和价格优势将高端产品打入国际市场,提高我国煤机出口商品的国际竞争能力。

如果能够充分发挥国内人力、技术、资源等各个方面的成本优势,实现先进装备的本土化研发和生产,可以大幅降低各装备使用企业的采购成本。如神华集团以液压支架为重点的煤矿采掘装备国产化研制取得重大突破,实现了 2.4 m、3.5 m、4.0 m、4.5 m、5.0 m、5.5 m、6.3 m 等全系列液压支架的本土化生产,仅此一项 3 年就为神华集团节省设备采购支出约 66 亿元,见表 1-3-2。

表 1-3-2 神华集团购买设备统计

年 份	架型/m	数量/ (套·架)	本土化/ (万元·架 ⁻¹)	进口/(万 元·架 ⁻¹)	差价/(万 元·架 ⁻¹)	差价合计/万元
2006	6.3	3-540	123	276	153	82620
	5.5	3-120	95	199	104	12480
	5.0	2-353	90	196	106	37418
	4.5	2-302	85	189	104	31408
	4.0	2-331	80	185.5	105.5	34920
	3.5	5-893	79	184	105	93765
	2.4	3-517	60	180	120	62040
	合计	20				354489
2007	6.3	1-180	95	275	180	32400
	5.5	1-80	90	199	109	8720
	5.0	3-721	73	196	123	88683
	3.5	1-150	70			24633
	2.8	1-238	60	180	120	28560
	2.2	1-218	65	180	115	27370
	合计	8				185733
2008	3.5	2-383	85	184	99	37917
	4.0	1-215	90	185.5	95.5	20532
	4.5	2-361	80	189	109	39349
	6.3	1-180	130	275	145	26100
	合计	6				123898
合计		34				664120

可喜的是,近几年来,我国煤机装备取得了长足的发展,在电牵引采煤机、系列化液压支架、大型刮板输送机及大运量、大运距带式输送机开发上取得了突破。

第四节 中国大采高综采技术与装备发展现状

一、大采高综采技术理论研究现状

工作面采高加大以后,上覆岩层形成的结构及运动规律也发生了变化,尤其采高大于5 m以后,这种变化将显著不同于采高在3.5 m以下的工作面,因此,大采高工作面的顶板控制也必然不同于普通综采面,对于大采高综采技术而言,在理论方面的研究主要集中在两个方面,即大采高综采工作面上覆岩层活动规律和煤壁片帮控制技术。

1. 大采高综采工作面矿压显现规律研究

郝海金、吴健等人研究认为:虽然厚煤层综放工作面和大采高(特别是采高超过5 m)工作面一次采出煤层高度和围岩受采动影响的范围基本相同,但是它们的矿压显现却完全不一样。与综采放顶煤相比,大采高综采工作面周期来压的强度、支架载荷、动载系数都增大;大采高工作面的矿压显现表明,直接顶岩层受损伤后,由于其残余强度较煤层大得多,传压性能较好,使大采高综采工作面的矿压显现更加显著。

郝海金等人采用平面和立体相似模拟对寺河102015大采高工作面矿压规律进行了研究,认为大采高工作面前方支承压力范围为40~50 m,剧烈影响范围在26 m以内,峰值点在11.5~20 m,并提出随着采高的增大,支承压力峰值逐渐向煤壁前方转移,工作面周期来压步距缩短,两柱掩护式大采高支架两柱的工作阻力仍有差别,但相差不大。

张世豪采用相似模拟试验与数值模拟相结合的方法,研究寺河3号煤层在不同采高条件下的矿压显现,认为随着采高的加大,导致基本顶的运动加剧,支承压力峰值位置靠近煤壁,使采场的矿压显现强烈,工作面顶板下沉量加大,局部冒顶次数急剧增加,直接顶破碎,切顶线前移,煤壁片帮增多,虽然增多的次数不多,但片帮的深度加大。总体来看,采高的增大对局部冒顶和切顶线前移影响最为显著,而对直接顶的完整性和煤壁片帮的影响次之。龙口矿务局是我国“三软”煤层的典型矿区,梁家煤矿是矿区内年产180万t的大型矿井,平均煤厚4.6 m,吴士良通过现场观测、理论分析,认为直接顶初次来压时顶板压力增加不明显,基本顶初次来压动载系数较周期来压时大,周期来压时顶板压力增量不大,增加支架初撑力可以抵抗顶板的压力,避免了较大的顶板下沉量。

黄庆亨等人通过对神府矿区大柳塔、补连塔等矿大采高综采工作面矿压显现规律的实测研究,揭示了浅埋大采高工作面仍然存在明显的矿压显现,并且来压期有明显的顶板下沉和动载现象,工作面覆岩不存在“三带”,基本上为“两带”(垮落带和断裂带)。根据基岩厚度和松散载荷层厚度的不同,矿压显现也会有明显的差别。黄庆亨等人把浅埋煤层分为两种类型:

(1) 基岩比较薄、松散载荷层厚度比较大的浅埋煤层,其顶板破断为整体切落形式,易于出现顶板台阶下沉。此类厚松散层浅埋煤层称为典型的浅埋煤层。可以概括为埋藏浅、基载比小、基本顶为单一关键层结构的煤层。

(2) 基岩厚度比较大、松散载荷层厚度比较小的浅埋煤层。其矿压显现规律介于普