

# 中国煤炭科技发展现状及展望

杨 丽<sup>1 2</sup>

- (1. 煤炭科学研究总院 科技发展部, 北京 100013;  
2. 煤炭资源高效开采与洁净利用国家重点实验室(煤炭科学研究总院), 北京 100013)

**摘要:**经济的高速增长,依靠能源的稳定供给,中国经济社会的良性运转对煤炭工业的发展提出了更高的要求,煤炭工业持续、稳定、健康地发展离不开科技进步。简要介绍了世界煤炭科技发展现状和中国煤炭科技与产业发展现状,总结了我国煤炭科技在煤炭资源与地质勘探、煤矿开采、煤炭加工与利用、煤层气资源开发与利用等领域取得的主要成绩,分析了目前我国煤炭科技发展存在的问题和差距,并在此基础上结合国家能源科技“十二五”规划中煤炭科技发展的目标对中国煤炭科技进行了展望。

**关键词:**煤炭科技;煤矿开采;洁净煤技术

中图分类号:F426.21

文献标识码:C

文章编号:1006-6772(2012)03-0001-03

## Development and prospect of coal science and technology in China

YANG Li<sup>1 2</sup>

- (1. Department of Science and Technology, China Coal Research Institute, Beijing 100013, China;  
2. State Key Laboratory of High Efficient Mining and Clean Utilization of Coal Resources  
(China Coal Research Institute), Beijing 100013, China)

**Abstract:** The rapid economic growth relies on a steady energy supply. The benign operation of China's economic puts forward higher requirements to coal industry. The sustained, stable, healthy development of coal industry is inseparable from the progress of science and technology. The development of coal technology at home and abroad is introduced briefly. The main achievements of coal technology used in the fields of coal resources and geological exploration, coal mining, coal processing and utilization, coal-bed gas resources exploitation and utilization, are summarized. Analyze problems with the development of coal science and technology in China. Considering the development target of coal technology formulated in the "12th Five-Year Plan", imagine the future of coal technology development.

**Key words:** coal science and technology; coal mining; clean coal technology

煤炭是国民经济和社会发展的基础,《中国统计年鉴 2010》数据表明,中国煤炭的基础储量为 3189.6 亿 t,占化石能源基础储量的 96.14%<sup>[1]</sup>。在

中国一次能源生产和消费结构中,煤炭也始终占绝大部分,为 70% 左右。随着中国能源结构的调整,可再生能源和国外输入能源所占比例将逐渐上升,

收稿日期:2012-03-20 责任编辑:孙淑君

作者简介:杨 丽(1973—),女,四川安岳人,硕士,高级工程师,现从事煤炭科研管理工作。

引用格式:杨 丽.中国煤炭科技发展现状及展望[J].洁净煤技术,2012,18(3):1-3,32.

国产煤炭所占比例会逐年下降,但煤炭消费总量仍将保持适度增加。根据煤炭工业“十二五”发展规划,2015年煤炭需求量约为39亿t。据IEA的世界能源展望(WEO)预测,中国2020年煤炭需求量仍占能源消费总量的60%。

经济的高速增长依靠能源的稳定供给。中国经济社会的良性运转也对煤炭工业的发展提出了更高的要求。煤炭工业持续、稳定、健康地发展离不开科技进步。

## 1 世界煤炭科技发展现状

现代科技水平的整体提高和高新技术的发展,促使全球煤炭科学技术进入一个快速发展时期。在美国、澳大利亚、德国等采矿发达国家,一些重大技术及装备取得了突破性进展,矿井建设、露天开采、井工开采技术和煤层气利用技术已基本成熟,先进制造技术、自动化控制技术、信息网络技术等高新技术近年来在煤炭生产中得到广泛应用,先进的综合机械化、自动化大型装备的运用,使得矿井数量大幅度减少,人工工效快速提高。

(1)在煤矿开采方面,开采技术与装备发展迅速,世界上的先进采煤国家积极应用机电一体化和自动化技术,提高了开采技术装备的生产能力和性能,计算机技术的广泛应用,使矿井生产过程自动化控制和矿井的高产高效、集约化生产得以实现。综采成套设备的生产能力已经达到3000t/h以上,在适宜的煤层条件下,采煤工作面可实现年产10Mt,出现了“一矿一面、一个采区、一条生产线”的高效集约化生产模式<sup>[2-3]</sup>。

(2)在煤矿安全方面,澳大利亚和英国的煤炭企业已经实现了“零死亡”,美国、南非和印度煤炭企业每年的死亡人数均已降到百人以内,美国百万吨死亡率只有0.028,印度0.154,俄罗斯0.19,南非0.0798。

(3)在煤层气利用方面,自20世纪70年代起,美国先后在煤层排水采气、多煤层完井、提高煤层气采出率(ECBM)等关键技术领域取得实质性进展,美国煤层气产业也因此发展迅速,2006年煤层气产量达到540亿m<sup>3</sup>,占美国天然气总量的8%~9%。21世纪初,加拿大和澳大利亚通过对美国煤层气技术进行消化、改造、创新,在连续油管压裂、从地面到煤层的水平井等方面取得突破性进展,近年来煤层气产业发展势头强劲。

(4)在煤炭加工利用方面,美国、欧洲、日本等在20世纪90年代初积极制定规划(美国“洁净煤技术示范计划”、欧共体的“兆卡计划”等),并投入巨资,开展相关研究,在选煤、型煤加工、煤炭气化和液化、循环流化床燃烧技术、煤气化联合循环发电、烟气脱硫技术、煤液化技术、水煤浆技术、烟气净化技术等方面均取得了很大进展。

## 2 中国煤炭科技、产业发展现状

### 2.1 中国煤炭科技发展现状

近年来中国煤炭行业的科学研究也取得了重大进展。以煤炭科研单位、生产企业为主体,围绕煤炭工业的重大科技需求和现场生产技术难题,开展重大科技攻关,攻克了一批行业共性的关键技术难题。

(1)在地质勘探和地质保障方面,中国钻探、物探综合勘探方法体系日臻成熟,卫星遥感技术、航空测量及3S技术得到一定程度的应用,煤矿数字化地理信息化技术开始起步,地质保障技术体系初步形成。

(2)在煤机装备等方面,成功研制了大直径反井钻机,深厚冲积层大型矿井建设技术达到国际先进水平;自主研制了电液控制液压支架、大功率电牵引采煤机和刮板输送机等工作面成套装备,综采工作面实现年产6~8Mt;开发出了系列防爆柴油机无轨辅助运输系统;煤机装备普遍采用各种智能控制单元和故障在线诊断技术,部分煤机装备实现自动控制<sup>[4-5]</sup>。

(3)在煤炭加工利用方面,研制的各类煤炭洗选设备基本满足生产能力4Mt/a以下选煤厂建设的需要,重介选煤工艺得到全面推广;水煤浆技术具备设计制造大型水煤浆设备及建设水煤浆厂的能力;煤炭气化、液化技术取得长足进步,直接液化实现年产百万吨油品的能力<sup>[6-7]</sup>。

(4)在煤层气方面,煤与煤层气协调开发技术成效显著,开发了井下水平长钻孔装备(成孔深度达1046m)、松软突出煤层螺旋钻进施工工艺与装备(成孔深度达到168m)以及突出煤层钻孔遥控钻机;煤矿灾害预测、预警和控制技术体系初步形成,开发了基于工业以太网+现场总线的新一代煤矿安全监控系统,实现了煤矿井下多系统融合和重大灾害预警,创立煤炭自燃新理论体系,并集成建立了包括阻化剂选型、工艺、装备的阻化防火应用成套

技术等<sup>[8-9]</sup>。

## 2.2 中国煤炭产业发展现状

科技进步推动了产业发展。“十一五”期间,中国煤炭工业产能建设大幅增加,2010年中国原煤产量达32.4亿t,比2006年增加了30%。煤矿数量也由2.48万处减少到1.5万处,其中年产120万t以上的大型煤矿661处,占全国煤炭产量的53.8%,1000万吨级的特大型煤矿40处,产量占全国的17.28%。在煤矿安全方面,全国煤矿死亡人数由最高的6995人大幅下降到2010年的2433人,煤矿百万吨死亡率由2005年的2.81下降到2010年的0.749,下降了71%。在煤炭市场化改革方面,初步建立了煤炭供需双方自主衔接、自主订货、协商定价机制,实现了国内市场煤价与国际煤价基本接轨,促进了煤炭企业经济效益持续增长。在产业化发展格局方面,煤炭企业多元产业发展格局初具规模,煤电一体化发展进程加快,新型煤化工产业逐渐兴起,初步建立了煤炭上下游产业联合发展机制,多数大型煤炭企业非煤产业产值已超过50%<sup>[10-11]</sup>。

## 3 煤炭科技发展存在的问题

尽管“十一五”期间,中国煤炭科技进步步伐加快,大型煤炭基地建设、高产高效矿井建设、大型煤炭企业集团发展取得显著成效,但与美国、澳大利亚、德国等其他主要采矿发达国家相比,中国煤炭行业所面临的生产企业数量多、规模小、资源回收率差、生产效率低、安全状况差、采掘工艺落后的问题仍然突出。据统计,截止到2010年底,全国年产能30万t以下的小煤矿仍有9830处。全国采煤机械化程度为60%,远低于美国、澳大利亚、南非和德国等主要产煤国家97%~100%的水平。

(1) 在煤炭资源与地质勘探方面,勘探精度低,勘查技术及装备水平亟需提高。中国探明煤炭资源储量中,精查率为25%。已开采煤炭储量中,精查程度为48%;尚未利用资源储量中,精查率仅为11.83%。规划的13个大型煤炭基地的尚未利用资源精查率平均也只有11%。

(2) 在煤炭开采方面,大型矿井快速建井技术,包括复杂地层中大直径、千米竖井和松散含水地层中大断面快速建井技术;煤炭的安全高效开采和小块段资源安全高效回收技术;煤炭开采损害防治技术;大型露天煤矿设备、井工矿高性能自动化成套技术与装备尚未实现国产化;高效、高可靠性的煤

炭综合机械化成套装备等技术与装备仍需进一步完善和提高。

(3) 在煤炭加工与利用方面,大型关键选煤设备在性能、质量及可靠性方面与进口设备存在较大差距,国产大型设备的可靠性仅60%,主要依靠进口的局面还未得到根本性改变。目前国内应用的先进煤气化技术,大多为引进技术,自主创新力度不足,煤炭气化、液化等关键技术和大型装备也主要依靠进口;量大面广的中小型燃煤锅炉长期以来系统效率差、污染严重;燃煤发电亟待提高整体技术水平、进一步缩小国产化技术与引进技术之间的差距。

(4) 在煤层气资源开发与利用方面,由于中国煤层地质条件复杂,煤层气储层存在低压、低渗、低饱和度“三低”现象,煤层气开发难度大,适合中国煤系地质条件的勘探开发技术体系尚未形成,制约了煤层气的产业化规模化发展,抽采量和利用率低。中国煤矿区抽采的煤层气浓度低,利用难度大,安全保障程度低,急需发展低浓度煤层气安全、高效集输和利用技术。

(5) 在煤矿数字化方面,煤机装备和生产过程的自动化水平不高,控制器、传感器的可靠性低,缺乏主导性产品。

## 4 煤炭科技发展目标及展望

“十二五”期间,煤炭科技的发展按照《国家能源科技“十二五”规划》和煤炭行业“十二五”规划的要求,突出大型化、集约化、机械化、循环经济和安全保障几个方面,需要达到以下目标:完善煤炭资源综合勘探技术,开发煤炭生产地质保障技术,井下超前探测距离达到200m;实现千万吨级工作面配套装备国产化,完善千米深井岩层控制、特殊煤层开采技术,资源回收率提高10%;改进煤矿煤与瓦斯突出矿井区域预测与抽采技术,煤尘爆炸与粉尘职业危害防治技术,有效遏制重特大事故的发生,伤亡总数降低30%~50%;实现矿区煤层气的规模开发,煤层气利用率提高50%;自主开发大型选煤装备关键技术,实现千万吨级选煤厂配套装备国产化,自主研发煤炭液化、气化、煤基多联产集成技术,实现规模化、产业化应用;研发全矿井综合自动化技术,实现矿井数字化和工作面自动化,减少井下作业人员30%,缩短设备故障停机时间,提高生产效率。

(下转第32页)

清楚了解煤中孔隙的分布与变化。通过研究孔隙分形维数的内在变化规律,建立了煤的孔隙与吸氧量、瓦斯突出、热解、燃烧等的相关模型,使之在指导工程实践方面具有重要作用。

参考文献:

- [1] 姜秀民,杨海平,李彦,等. 煤粉颗粒粒度分形分析[J]. 煤炭学报, 2003, 28(4): 414-418.
- [2] 曾凡桂. 煤粉碎过程中粒度及解离度的分形模型[D]. 北京: 中国矿业大学(北京), 1996.
- [3] 焦红蕾,夏德宏,张省现,等. 基于分形方法的煤炭研磨颗粒粒度分布模型[J]. 北京科技大学学报, 2007, 29(11): 1151-1153, 1170.
- [4] 焦红蕾,夏德宏,陈勇. 煤炭研磨过程的分形能耗模型[J]. 矿冶, 2007, 16(2): 9-11, 51.
- [5] 李珊珊. 精细水煤浆的颗粒孔隙、成浆及燃烧机理研究[D]. 杭州: 浙江大学, 2006.
- [6] 何启林,王德明,陆伟,等. 变温条件下煤结构与吸氧量的关系[J]. 煤炭学报, 2007, 32(8): 865-869.
- [7] 杨志远,曲建林,周安宁. 超细煤粉颗粒形状分形维数与球磨工艺的研究[J]. 煤炭学报, 2004, 29(3): 342-345.

- [8] 宫伟力,安里千,赵海燕,等. 水射流解离煤的分形特征[J]. 洁净煤技术, 2007, 13(2): 9-13.
- [9] 张玉涛,王德明,仲晓星. 煤孔隙分形特征及其随温度的变化规律[J]. 煤炭科学技术, 2007, 35(11): 73-76.
- [10] 徐远纲,张成,夏季,等. 不同粒度煤粉的表面结构与燃烧特性研究[J]. 热能动力工程, 2010, 25(1): 47-50.
- [11] 何威,何榕,王晓亮. 孔隙分形结构对煤焦燃烧特性影响的数值研究[J]. 中国电机工程学报, 2011, 31(20): 40-45.
- [12] 王晓亮,何榕,陈永利. 煤颗粒热解过程中孔隙分形维数变化的数值模拟[J]. 清华大学学报(自然科学版), 2008, 48(2): 244-247.
- [13] 许江,陆漆,吴鑫,等. 不同颗粒粒径下型煤孔隙及发育程度分形特征[J]. 重庆大学学报, 2011, 34(9): 81-89.
- [14] 胡耀青,赵阳升,杨栋,等. 煤体的渗透性与裂隙分维的关系[J]. 岩石力学与工程学报, 2002, 21(10): 1452-1456.
- [15] 霍丙杰,张志. 基于煤体孔隙分形理论的煤与瓦斯突出机理研究[DB/OL]. 中国科技论文在线, 2007-12-02.

(上接第3页)

“十二五”煤炭科技发展目标的实现,离不开国内煤炭企业、大专院校和科研单位等科技创新主体的辛勤耕耘和无私奉献。“十二五”期间,各科技创新主体需结合自身优势,进一步增强基础条件设施建设,培养并锻炼科技人才队伍,积极开展科技攻关。届时,中国煤炭科学技术发展将呈现如下特点:煤炭地质保障技术取得重大突破,大型矿井快速建井技术、复杂地质条件下巷道施工技术日益成熟,年产能力更大、自动化水平更高的先进综采综掘装备研制成功,在地面或井下调度中心遥控井下采掘作业的先进技术成为可能,煤矿重大灾害事故多发的局面发生根本性好转,煤层气抽采与利用技术实现产业化,现代煤化工产业升级示范,煤炭科技将再上一个新的台阶。

参考文献:

- [1] 中华人民共和国国家统计局. 中国统计年鉴 2010 [M]. 北京: 中国统计出版社, 2010.

- [2] 王金华. 中国煤矿现代化开采技术装备现状及其展望[J]. 煤炭科学技术, 2011, 39(1): 1-5.
- [3] 刘志强,洪伯潜. 改革开放30年煤矿井筒建设技术及装备发展[J]. 矿井建设, 2011, 32(1-2): 4-7.
- [4] 申宝宏,雷毅,郭玉辉. 我国煤炭科学技术新进展[J]. 煤炭学报, 2011, 36(11): 1779-1783.
- [5] 申宝宏,雷毅. 我国煤炭科技发展现状及趋势[J]. 煤矿开采, 2011, 16(3): 4-7.
- [6] 陈贵锋. “十二五”期间我国洁净煤技术发展值得关注的方向[J]. 中国能源, 2011, 33(8): 5-7.
- [7] 赵嘉博,刘小军. 洁净煤技术的研究现状及进展[J]. 露天采矿技术, 2011(1): 66-69.
- [8] 申宝宏,杨丽. 煤矿区低碳发展途径探讨[J]. 中国能源, 2010, 32(2): 5-7, 37.
- [9] 申宝宏,雷毅,刘见中. 中国煤矿灾害防治战略研究[M]. 徐州: 中国矿业大学出版社, 2011.
- [10] 王显政. 贯彻落实十七届五中全会精神 提升煤炭工业科学化发展水平[J]. 中国煤炭工业, 2010(12): 4-7.
- [11] 王显政. 认清形势 理清思路 促进煤炭工业科学发展[J]. 煤炭经济研究, 2011, 31(1): 4-8.