

中国煤炭工业协会 编著

中国煤炭经济研究

(2001~2004)

上册

煤炭工业出版社

中国煤炭经济研究

(2001~2004)

上册

中国煤炭工业协会 编著

煤炭工业出版社

· 北 京 ·

图书在版编目 (CIP) 数据

中国煤炭经济研究: 2001~2004 (上、下册) / 中国
煤炭工业协会编著. —北京: 煤炭工业出版社, 2005
ISBN 7-5020-2701-7

I. 中… II. 中… III. 煤炭工业-经济发展-研
究-中国-2001~2004 IV. F426.21

中国版本图书馆 CIP 数据核字(2005)第 107654 号

煤炭工业出版社 出版发行
(北京市朝阳区芍药居 35 号 100029)
网址: www.cciph.com.cn
北京盛兰兄弟印刷装订有限公司 印刷

*
开本 889mm×1194mm^{1/16} 印张 65^{1/4}
字数 2043 千字 印数 1—3,200
2005 年 11 月第 1 版 2005 年 11 月第 1 次印刷
社内编号 5472 定价 260.00 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

序

理论来源于实践，又指导实践。通过实践不断发现真理、证实和发展真理，是马克思主义辩证唯物主义认识论的精髓。搞好煤炭经济研究，在实践中不断发现规律并以之指导实践，是实现煤炭工业健康发展的客观需要。在实现全面建设小康社会新的历史时期，全面、系统地开展煤炭经济研究，探索出一条科技含量高、经济效益好、资源消耗低、环境污染少、人力资源优势得到充分发挥的新型工业化发展道路，对煤炭工业可持续发展有着重要现实和深远意义。

煤炭是我国的主要能源，煤炭工业是关系国家经济命脉的重要基础产业。建国以来，特别是改革开放以来，我国煤炭工业得到了长足的发展，煤炭产量由建国初期的 3243 万吨，增长到 2004 年的 19.56 亿吨，有力地支撑了国民经济的快速发展。但煤炭工业在发展过程中存在的结构不合理，经济增长方式粗放，安全事故多发，资源浪费严重，采煤引起的生态环境问题治理滞后，企业负担重，欠账多，人才缺乏，煤矿转产困难等深层次矛盾和问题十分突出，严重地制约了煤炭工业的可持续发展。

开展煤炭经济研究，探索煤炭经济发展的客观规律，为政府制定宏观经济政策提供科学的决策依据，是中国煤炭工业协会的重要职责。近几年，围绕行业发展的突出矛盾和问题，协会组织开展了一系列重大课题研究，认真总结经验，明确发展方向，研究探索新的发展思路和途径。注重资源合理开发利用和节约，提高资源利用效率，缓解我国能源资源与经济社会发展的矛盾；注重研究建立煤矿退出援助机制，促进经济转型；注重研究合理煤炭税负、完善社会保障，切实减轻煤炭企业负担；突出煤矿安全重点，注重研究完善煤矿安全监管体制和投入机制，提高安全生产技术水平等思路，取得了一大批研究成果，得到了行业的认同。其中，许多研究成果已经引起了政府有关部门和社会各界的高度关注，有的政策建议已经成为政府规范性文件，用于指导煤炭工业发展。

随着国民经济的快速发展，煤炭需求不断增加，煤炭工业将有一个较大的发展。实现煤炭工业全面、协调、可持续发展任重道远，发展中还会遇到许多复杂的新情况新问题，需要不断的探索 and 解决。而问题的探索 and 解决，离不开深入的调查研究，离不开理论的指导。进一步加强理论研究，深化对煤炭工业发展规律的认识，是煤炭工业健康发展的迫切要求，也是每一个热心于煤炭事业同志的心愿和责任。

为使广大煤炭企业职工和所有热心于煤炭事业的专家学者更加关注煤炭工业的健康发展，我们将《中国煤炭经济研究》一书奉献给了读者。本书汇集出版了2001~2004年以来中国煤炭工业协会组织完成的30个课题研究报告，近204万字。本书客观地反映了近十多年来煤炭工业发展历程，数据详实可靠，内容丰富，将对我国煤炭工业健康发展起到积极的推动作用，同时对各级领导和经济研究工作者不乏参考作用。

本书充分体现了党中央国务院对煤炭工业发展的关心和支持，凝结了煤炭行业专家学者和广大煤炭工作者的智慧和心血，汇集了煤炭科研单位和企业的研究成果。借本书出版机会，对参与研究工作的所有专家及工作人员所付出的辛勤劳动表示衷心感谢！

濮洪九

二〇〇五年十月

目 录

上册

发展战略

中国可持续发展煤炭资源战略研究	1
2020 年中国煤炭科学与技术发展重点领域研究	49
加快实施煤炭大集团战略的研究	105
中国煤炭进出口战略研究	135
煤炭装备制造业实施“以市场换技术”策略研究	203

经济政策

建立煤矿退出援助基金研究	243
煤炭企业税收负担调研	301
煤炭产业经济政策研究	321
国外主要产煤国家产业政策对比研究	361
中国煤炭工业利用外国资本与投资政策研究	457
面向可持续发展的煤炭价值与价格理论和实践	505
中国煤炭市场订货交易方式改革研究	539
国有煤炭企业实施主辅分离政策研究	555

下册

结构调整

从煤炭工业结构调整入手 解决未来煤炭供需缺口的研究	567
小型煤矿联合改造的对策研究	597
煤炭企业产权制度改革政策研究	609
煤炭工业健康发展保障措施研究	627
提升我国煤炭装备制造业整体水平的对策	659

基本建设

煤炭工业基本建设现状和对策研究	701
煤炭建设工程推行项目管理和工程总承包模式研究	717

安 全 生 产

建立煤矿安全生产设施长效投入机制研究	749
--------------------------	-----

环 境 保 护

中国煤炭环境保护政策研究	785
煤炭企业清洁生产与环境保护战略研究	797

人 才 培 养

煤炭行业人力资源开发战略研究	817
关于市场经济条件下煤炭行业人才培育机制的研究	835

企 业 文 化

煤矿安全思想教育的理性思考与实践	847
煤矿文化的现状和发展方向	915
创建文明煤矿的实践与思考	975
煤矿群众文化运行机制研究	997
煤炭企业职工体育管理目标体系的研究	1025

发展战略

中国可持续发展煤炭
资源战略研究

课题承担单位

中国煤炭工业协会

项目组总报告组成人员

组 长 范维唐

副组长 钱鸣高 乌荣康

成 员 姜智敏 张 宏 刘洪川 谷德仁 郑行周

第一章 中国煤炭工业发展基础

第一节 资源状况

我国煤炭资源总量丰富,是我国优势矿种之一,是我国煤炭工业乃至能源工业发展的重要物质基础。资源分布面积达 60 万 km²,聚煤期有八个,其中重要聚煤期四个,为晚石炭世—早二叠世、晚二叠世、早中侏罗世和早白垩世。

一、资源总量及分布

我国煤炭资源分布广泛,含煤总面积达 60 万 km²。全国 32 个省(市区)中除上海市外,都有煤炭资源,但区域分布不均衡。总体特征是北多南少,西多东少,其中山西和西北地区最富集。秦岭、大别山以北,煤炭储量约占全国总储量的 90.7%,其中晋、陕、蒙三省(区)占全国的 65%。秦岭、大别山以南,煤炭储量仅占全国总储量的 9.3%,且集中分布在贵州和云南两省,约占秦岭、大别山以南地区储量的 73%。

从资源的区域分布特征分析,东部地区煤炭资源主要富集于黑龙江、山东、安徽、河南、河北五省,其他各省(区市)相对贫乏;中部地区煤炭资源丰富,以晋、陕、蒙三省(区)最富集;西部地区煤炭资源相对丰富,受地区经济发展条件限制,距煤炭主销区运输距离较远,仍以满足本地区需求为主。

截止 2000 年底,我国累计发现和查明煤炭资源 10432 亿 t。精查 2593.71 亿 t,详查 1764.33 亿 t,普查 6063 亿 t。2000 年 6 月~2001 年 6 月,国土资源部组织了储量套改工作,套改后的煤炭资源/储量分别为:查明资源量 9970.82 亿 t,基础储量 3468.80 亿 t,其中储量 2040.35 亿 t,资源量 6502.02 亿 t。

2002 年国土资源部《全国矿产资源储量通报》公布了截止 2001 年底的煤炭资源储量数据,即查明的资源储量为 10201.50 亿 t,储量为 1891.22 亿 t,基础储量为 3340.88 亿 t,资源量为 6860.62 亿 t。

从资源总量上分析,我国煤炭资源丰富,2002

年末,现已查明的资源可采储量位居俄罗斯和美国之后,排世界第三位,占世界煤炭可采储量总量的 11.6%。但按煤炭资源的人均占有量分析,我国人均占有煤炭可采储量仅为世界平均的 53.91%,居世界第八位。

二、资源赋存条件

(一) 煤田地质构造以中等复杂程度为主

我国煤田构造以中等复杂条件为主,除山西和鄂尔多斯盆地的煤田大部分构造简单外,余下各地区的煤田大多为断裂、褶皱发育,有时还伴有火成岩侵入。主要煤田地质构造的总体趋势是:南方复杂、北方简单,东部复杂、西部简单。

我国煤炭资源埋藏较深。经初步统计,煤炭资源保有储量中,300m 以浅的占 36.1%;300~600m 的占 44.6%;600~1000m 的占 19.3%,平均开采深度为 400m。适合露天开采的储量仅占 4%。同美国、俄罗斯、澳大利亚等国家相比,我国煤炭开采深度大,且以井工开采为主。东部地区,煤炭开采强度大,开采历史较长,大部分矿井开采深度在 700m 以上,部分矿井甚至已达 1000m。

煤层多以薄及中厚煤层为主,厚及巨厚煤层很少,适合露天开采的煤炭资源/储量只占 6%,且 90% 以上是褐煤。煤层的发育状况决定了我国煤炭开发必然是井工开采。随着开采力度的加大,东部矿区浅部资源开发殆尽,深部资源地质条件复杂、煤质较差,开采难度增加。西部资源破坏严重,并受限于环境因素,可以大范围开发的优质资源已有限。

(二) 优质资源少

我国煤炭资源数量多,但优质煤少。被誉为“天然精煤”的优质煤炭资源主要集中于陕北和内蒙古东胜地区,且全是动力用煤。有特定用途的炼焦用煤,几乎没有低灰、低硫的天然煤炭资源,必须经过洗选加工。我国现阶段商品煤主要以中低硫煤为主,但是随着煤矿生产水平的延伸,高硫煤及中高硫煤的比例将明显提高,煤质状况不容乐观。

优质煤种主要是炼焦用煤、化工用煤。根据国土资源部《全国储量资源量通报》(截止 2001 年底), 全国炼焦用煤查明资源量 2765 亿 t, 占全国总资源量 27.1%, 其中储量 661.66 亿 t 基础储量 1263.45 亿 t, 资源量 1501.55 亿 t。在炼焦用煤储量中, 东部地区 205.87 亿 t, 占 31%; 中部地区 440.29 亿 t, 占 67%; 西部地区 15.5 亿 t, 占 2%。

从煤质特征分析, 主要表现为以下两方面:

(1) 煤层灰分普遍偏高。我国主要有三大聚煤期, 其成煤环境多种多样, 成煤期地质背景也很复杂, 对煤层灰分影响较大。灰分小于 10% 的特低灰煤大约有 1500 亿 t 左右, 约占资源/储量总数的 15%, 主要分布于陕北和内蒙古伊克昭盟的侏罗纪煤田, 山西大同和宁夏的侏罗纪煤田中。大于 30% 的富灰和高灰煤, 大致有 1000 亿 t 左右, 占 10%。占煤炭资源总量 75% 的煤层灰分介于 10%~30% 之间。

(2) 优质煤种硫分普遍偏高。煤中硫分的含量与成煤环境密切相关, 成煤环境为内陆河流相、湖相沉积的煤层, 硫分一般小于 1.5%。成煤环境为海陆交互或过渡相的煤层, 硫分一般在 2%~5%。浅海相沉积的煤层, 硫分可高达 6%~10%。从煤种分析, 褐煤一般为陆相沉积, 煤中硫分低, 而中变质烟煤中的肥煤、焦煤等优质煤种, 一般为海陆交互相沉积, 煤中硫分含量普遍较高, 如华北型煤田的山西组、太原组煤层, 硫分一般在 2% 以上。

(三) 地质灾害多

我国煤矿地质灾害严重。地质及水文地质条件复杂, 受地热、瓦斯、水害等矿井灾害威胁, 开采难度大。华北石炭二叠纪煤田基底绝大多数为奥陶系石灰岩, 岩溶发育, 不同程度受奥灰水和太原组灰岩水的威胁。我国相当一部分煤矿, 瓦斯涌出量大, 突出次数多、强度大。煤矿安全隐患突出, 煤矿地质灾害多。

综上所述, 同世界其他主要采煤国家相比, 我国煤炭资源的地质条件应属于中等偏差的水平。

第二节 科技发展水平

一、资源勘查与开发

(一) 煤炭地质勘查

我国在煤田地质基础理论研究方面已经取得重

要进展, 基本上形成了特色鲜明的中国煤田地质理论体系。中国煤田地质具有成煤模式丰富、煤化作用和煤变质作用类型多样、含煤岩系后期改造明显、煤炭资源赋存状况复杂等显著特点, 经过我国煤田地质工作者数十年的努力, 基本上形成了特色鲜明的中国煤田地质理论体系。

通过将层序地层研究同含煤地层划分、聚煤盆地分析、聚煤古地理和聚煤规律研究密切结合, 拓宽了成煤环境和成煤模式的研究思路。近年来, 我国聚煤盆地研究取得了较大进展。

通过“中国东部煤田滑脱构造与找煤研究”等重点科研项目的开展, 总结了我国东部煤田构造规律, 对多样化的煤田滑脱构造进行了分类, 建立了若干典型的模式, 丰富和发展了滑脱构造理论, 获得了预测煤炭储量 93 亿 t, 实现了中国东部找煤的重大突破。

煤岩学在油气地质学领域的应用取得突破性进展, 在煤岩学基础上发展形成的有机岩石学在烃源岩评价中发挥了重要作用。随着煤炭资源作为洁净能源利用的呼声日益高涨, 与洗选、炼焦、燃烧、气化、液化有关的煤岩学研究将更广泛地开展, 对煤中有害有毒元素的赋存规律研究愈来愈受到重视。

我国煤炭资源勘探技术已形成了一整套煤田地质勘探学科的理论、方法和具有明显现代科技特色的技术, 煤田综合勘探方法体系已日臻成熟。

煤矿开采地质保障成为新的热点。我国自 20 世纪 80 年代以来, 在煤矿开采地质条件综合评价、技术手段和仪器研究方面做了大量工作。20 世纪 90 年代以来, 以高分辨三维地震勘探为核心的采区物探技术受到普遍重视, 取得突破性进展。

煤田勘探装备水平不断提高, 钻探装备逐渐更新, 钻探工艺逐步完善。绳索取芯和金刚石钻进工艺基本成熟, 空气泡沫钻进、潜孔锤正反循环钻进、受控定向钻进和超大孔径钻进等钻进工艺的研究和初步应用, 为在复杂地质条件下施工提供了适用的技术手段。钻进参数监测系统的研制成功, 使我国煤田地质勘探开始步入世界煤田地质勘探的先进行列。

我国煤田地震勘探近几年围绕提高分辨率、高信噪比和高解释精度进行了大量的科研工作, 攻克了高山、沙漠、水上、沼泽等施工禁区, 勘探精度



大幅度提高, 现行技术可查明 5m 的小断层和波状起伏, 达到国际先进水平。

重力、磁法和电法勘探技术进展速度, 在推覆体下找煤、陷落柱、煤矿区火成岩探测、煤层火烧区探测、矿区水工环勘查等方面取得了显著成效。煤田电法勘探野外采集数字化程度大幅度提高, 瞬变电磁、高密度等电法分支方法得到广泛应用; 同时引进和开发了包括二维正反演、相关滤波、边界元地改、微分解释。CSAMT 近场及位移校正等处理技术, 形成了较完整的解释系统。遥感技术已在煤田勘探中发挥了重要作用, 从发现资源、煤自然边界、地质填图拓宽到国土资源调查、煤层气和水资源调查、水害防治及小煤矿生产调查和监测等领域。

计算机技术在煤田地质方面的应用得到了普及和加强, 地质工作计算机化, 地质成果软件化水平逐步提高。

随着采煤机械化程度的提高, 对煤炭资源开采和安全生产地质条件提出了越来越高的要求。20 世纪 70 年代中期以来, 世界各主要产煤国在发展机械化采煤中普遍遇到开采地质条件与采煤设备的适应性问题, 从而使开采地质条件成为采矿技术研究中关注的重点之一。20 世纪 90 年代以来, 以高分辨三维地震勘探为核心的采区物探技术受到普遍重视, 并取得了突破性进展, 可以控制 5m 左右的断层和直径 15m 左右的陷落柱。多道遥测数字地震仪、数字防爆横波地震仪、数字防爆坑透仪、防爆瑞利波仪、坑道全液压钻机系列等一批适用于采区和矿井作业的仪器设备投入使用, 为采区和工作面地质异常体探测提供了条件。

(二) 煤矿建井

我国经过几十年的煤矿建设, 在引进消化国际建井技术和装备的同时, 结合我国煤矿建设的实际, 形成了一系列适应我国煤田地质条件的建井技术。主要有钻井法凿井技术、冻结法凿井技术、注浆法凿井技术、反井钻井法凿井技术、岩巷锚喷支护技术等。

我国自 1969 年在安徽淮北钻成第一口净直径为 3.5m (钻井直径 4.3m)、深度为 90m 的井筒以来, 目前已钻成井筒 55 个, 基本上解决了钻进 450m 厚冲积层、井深 500m 的钻井技术。

我国东部地区大部分为冲积层掩盖下的煤田,

冻结法凿井技术是安全、高效通过冲积层带的重要施工技术, 目前国际上用冻结法施工通过冲积层最大厚度达到了 571.2m, 我国冲积层冻结法凿井技术与国际水平基本相当。

注浆法是井筒施工通过强含水层的重要施工手段, 20 世纪 90 年代以前, 国外有 92 项井筒注浆工程应用综合注浆技术, 注浆深度最深达 1027m, 取得了理想的堵水效果。我国于 1990 年开始研究综合注浆技术, 在煤矿建设中取得了理想的效果。

目前, 地处我国经济发达地区且冲积层较薄的煤田, 绝大多数已得到充分开发, 其中不少地区资源已经枯竭, 十分需要开发, 如山东、安徽、河南和河北等省特厚冲积层所覆盖之下的煤田。在这些煤田的开发均需要采用特殊施工方法和技术, 其中钻井法、冻结法和注浆法施工技术是在不稳定地层, 特别是深厚冲积层建井的最主要的施工方法, 具有安全可靠、适应性强等优点。

(三) 高产高效矿井建设

现代采煤工艺的发展带动煤炭开采各个环节的变革, 并向高产、高效、高安全性和高可靠性方面发展。在我国, 长壁采煤方法已渐趋成熟, 放顶煤开采技术的应用不断扩展, 其现场应用和理论研究的深度和广度也都在不断提高, 急倾斜, 不稳定、地质构造复杂等难采煤层的采煤方法和工艺研究均取得了较大的进展。2002 年, 全国已建成了 146 处高产高效矿井, 其中神东、兖州、潞安等集团公司 24 处矿井达到特级高产高效矿井, 其装备水平、科技水平和管理水平都达到了国内领先水平, 有些甚至达到了世界先进水平。

大采高综采工艺技术采用国产装备, 已经在西山、邢台、开滦、阳泉、义马等矿区推广使用, 取得了良好效果。大采高综采工艺配合全套引进国外高产高效设备, 日产可达万吨以上。神东矿区大柳塔井田煤层厚度 4~6m, 采用大功率采煤机、大采高液压支架一次采全高, 用全部垮落法管理顶板, “一井一面”, 2002 年产原煤 1085 万 t, 其中综采工作面年产量 874 万 t, 全矿原煤工效 117.82t/工; 榆家梁矿 “一井一面” 2002 年产煤 1059 万 t, 其中综采工作面年产量 862 万 t, 全矿原煤工效 122.7/工。

我国煤矿机械化设备的研制和开发取得长足的进步, 采、掘、运、支等设备在生产中已经占了主

导地位,完全采用国产设备的高产高效工作面不断增加。我国广泛使用的采煤机主要有MG系列和MXA300系列和AM500系列采煤机,其中MXA300和AM500系列主要用于综采工作面,MG系列采煤机可配套液压支架用于综采工作面的、或配套单体液压支柱用于高档普采工作面,并均可在厚煤层、中厚煤层和薄煤层中使用。近年来,相继研制成功了国内单电机功率最大和装机功率最大的MG2×400-W×型液压牵引采煤机、MG300/680-WD型电牵引采煤机、MG375/830-WD电牵引采煤机,极大地提高了我国采煤机械化的装备水平。

在煤巷综掘技术方面,目前广泛使用的,一是悬臂式掘进机与单体锚杆钻机配合作业线,二是连续采煤机与锚杆台车交叉换位多巷掘进工艺。

在锚杆支护技术方面,通过组织国外煤巷锚杆支护技术的示范演示和国内配套攻关,基本形成了适合我国煤矿特点的煤巷锚杆支护成套技术和装备,确立了更为科学合理的设计方法,初步解决了高强度材料问题。

我国煤矿的辅助运输设备有柴油机单轨吊、绳牵引卡轨车、柴油机胶套轮齿轨卡轨车、无轨胶轮车、无极绳巷道连续牵引车等,其中CK-66型柴油机胶套轮齿轨卡轨车的主要技术性能参数达到了国外同类新产品水平,无极绳连续巷道牵引车为我国首创,深受煤矿欢迎。

在大型露天煤矿开采技术方面,现代露天开采是随着机械设备的大型化、系列化和可靠性的提高。在开采工艺和开采程序上通过计算机模拟决策最优开采模式,生产系统自动监控调度、安全生产保障系统等技术的应用,大大提高了露天矿的生产作业效率。目前已建成的安太堡、霍林河、黑岱沟、安家岭等千万吨级的特大型露天矿,开采工艺除元宝山、黑岱沟上部冲积层采用轮斗—胶带连续工艺外,引进了斗容达25m³的单斗电铲、载重达154t的自卸卡车以及生产能力为3600m³/h轮斗铲等国际先进水平的特大型采运设备。

(四) 煤层气开发

我国自20世纪80年代以来,将煤层气作为一种资源进行开发利用研究,同时积极引进国外现代煤层气开采技术,进行煤层气勘探开发试验。迄今,已进行了三次全国性煤层气资源预测评价工

作,编制了全国煤层气资源图,并建立了全国煤层气资源数据库,系统研究了我国煤层的含气性、储层特征和煤层气控气因素。至2000年底,我国施工煤层气井206口,先后在柳林、三交、晋城、枣园、大城、新集等建成了规模不等的小型试验井组,特别是在晋城高变质无烟煤层打出了高产煤层气井,产量为6000~7900m³/d,最高日产量达9428m³/d,从而突破了传统认识。

井下抽放瓦斯方面,国外以近水平定向钻进技术为中心的煤矿坑道钻探技术迅速发展。随着稳定组合钻具和孔底马达等钻孔方向控制技术的逐渐完善和深孔钻探设备的配套,钻孔深度越来越大,将促进煤层气开发技术的不断进步。

二、矿山安全

我国安全监测系统经过了引进、消化吸收、自主开发的道路,先后研制出多种监控系统,近年来,随着电子技术、计算机软硬件技术的迅猛发展和企业自身发展的需要,国内各主要科研单位和生产厂家又相继推出了许多新型的监控系统。虽然我国煤矿安全生产技术与国际先进国家仍有较大差距,但在煤矿灾害预警技术、事故防治技术、应急救援技术以及相应的装备研制方面,仍然取得了很大进步。

(一) 煤矿灾害预警

煤矿灾害预警技术是贯彻“安全第一,预防为主”方针的重要措施。安全监控系统是灾害预警技术的硬件支持和基础。我国安全监测系统经过了引进、消化吸收、自主开发的道路,先后研制出多种型号的监控系统。近年来,随着电子技术、计算机软硬件技术的迅猛发展和企业自身发展的需要,国内各主要科研单位和生产厂家相继推出了许多新的监控系统。但我国目前现有的监控系统仍采用主从式结构,巡检式通讯模式,根本不能满足灾害预警的需要,严重滞后于煤矿安全生产需要和技术的发展。主要表现在以下几个方面:一是瓦斯煤尘爆炸、煤与瓦斯突出、顶板垮塌、火灾、水害等灾害的预测预报技术仍停留在人工作业的阶段,对灾害的预测和防范不能做到实时快速,智能决策专家系统软件还很不完善;二是各煤矿的灾害防治技术与装备的应用仍各自独立,缺乏统一的技术标准;三是监测与控制脱节,对灾害的控制能力差;四是大量的灾害隐患信息捕捉主要依靠井下人工测定,传

感器技术的发展不能完全满足隐患分析诊断的要求,瓦斯传感器的稳定性和快速反应能力还有待提高。安全监测的信息量严重不足无法实现隐患诊断和控制决策。

因此,急需建立基于全矿井自动化和企业信息化基础的安全监控系统平台,建立矿井基础信息系统、地理信息系统,加强煤矿重点危险源和事故隐患的辨识,集成已有的灾害预测预报及防范技术,建立煤矿灾害的监测、预报和预警为一体的智能化和多功能化的灾害事故预警系统。

(二) 煤矿灾害与事故防治

煤矿最主要的灾害有瓦斯灾害、火灾、水灾、煤尘和矿井动力灾害。这些灾害的防治技术和装备的研究一直是煤矿科学技术发展的重点之一。

瓦斯抽放是防治瓦斯灾害的治本措施。经过几十年的发展,我国逐步形成了适应我国煤层特点的本煤层抽放、邻近层抽放、采空区抽放等成熟的瓦斯抽放模式,并取得了较好的效果。我国研制的MK-7钻机,2002年12月在铜川矿务局陈家山矿沿煤层钻进深度达到了802.5m和856m,达到了国际先进水平。

矿井火灾防治技术方面,国外矿井火灾早期预测预报主要采用气体分析法,预测标志气体是CO和H₂。我国煤矿火灾预测预报主要采用气体分析法和测温法,以气体分析法为主。现已研制了多种防灭火技术及配套的灭火材料和装备,形成了以N₂和CO₂为主的情气防灭火技术体系与装备。根据我国实际情况,煤矿火灾预测预报急需的技术是自然发火早期预测及智能化评价技术;隐蔽火源探测技术,特别是采空区隐蔽火源探测技术;经济实用型防灭火材料与装备。

在矿井防治水方面,欧美等国家在煤层顶、底板水害方面作了大量研究工作,通过多学科的交叉研究,对煤矿开采诱发的水文地质变化提出了若干耦合模型,模拟计算顶、底板特别是底板岩体的采动破坏和水力学性质等方面的变化。我国根据煤矿的特殊地质及水文地质条件,提出了一系列防治水理论,积累了丰富的防治水经验。针对防治水出现的新变化,以及东部矿井开采深度的延伸对防治水技术的新要求,需要把水文地质、工程地质、工程力学、计算机科学的最新研究成果结合起来,加强突水通道的快速探测与空间定位技术及装备的研

究,加强突水水量的快速计算与准确预测软件系统的研究,提高防治水灾的技术能力。

在矿井动力与地质灾害防治方面,由于矿井开采条件、煤层地质条件、生产技术条件等差异很大,灾害发生的影响因素众多,形成的原因错综复杂,对灾害的成因机制的认识还不够深刻。目前我国已开发的地音监测仪器、微震监测系统及电磁辐射装置已应用于矿井动力灾害的监测,但地音及电磁辐射装置未能实现连续实时监测,且两者之间不能配套使用,使监测结果准确性较差。

(三) 矿山应急救援

我国井下工人已装备各种自救器近270万台,主要是过滤式和化学氧式自救器。而过滤式自救器因使用上有局限性,许多国家提出禁止使用。化学氧自救器是今后自救装备的发展方向,是高瓦斯矿井和双突矿井必用产品,年需要量占生产总量的50%左右。由于塑料、橡胶等高分子材料广泛应用到井下,当井下发生火灾时,其着火气体中除有一氧化碳外,还有硫化物、氮氧化物和氰化物等有毒有害气体,化学氧自救器将逐渐代替过滤式自救器。但化学氧自救器需要从原材料、工艺和关键部件加工组装上攻关,以提高质量。降低成本,保障使用安全。

压缩氧自救器其优点可以反复充氧和更换CO₂吸收剂,可以作为矿山救护队的辅助呼吸器。救护队员井下救灾用正压氧气呼吸器的关键是产品的安全性和可靠性。国内现更新换代的产品主要是美国、日本、法国进口的关键零部件,国内配套组装产品。

在救灾通讯方面,我国虽已研制了多项产品,但通讯范围的局限性、通话质量等方面存在较大问题,研制通讯可靠、语音清晰且能实现图像传输的救灾通讯装置已成为当务之急。

在快速抢险救灾方面,我国尚无专业化的成套技术与装备,急需研制抢险救灾、支护及人员救生的技术与装备,为救灾决策指挥及事故状态分析判别等方面提供成套技术。

三、煤炭清洁生产

(一) 煤炭洗选加工

随着洁净煤技术的兴起,世界各国越来越重视煤炭的加工利用,作为主导技术之一的选煤技术,其发展趋势主要体现在以下几个方面:一是原煤洗

选比例较高,厂型趋向大型化;二是以旋流器为主选设备的重介选得到较快发展;三是细粒级煤的分选与脱水成为研究开发的重点,主要包括先进的粉煤浮选技术、粉煤重力选技术和粉煤的脱水回收技术;四是广泛使用在线监控,实现选煤厂的高度自动化。目前我国自行研制开发的设备已能满足 400 万 t/a 选煤厂建设的需要,选煤工艺技术进一步发展,基本适应选煤生产的需求,能实现主要生产环节的自动测控和全厂集中控制,但与国际先进水平 and 生产需求相比存在一定差距:一是原煤入选比例低,精煤灰分高,生产工效低;二是大型设备及自动化检测仪表的可靠性有待提高;三是适用于干旱缺水地区,年轻变质煤及易泥化煤分选的干法及节水型分选技术有待进一步开发、完善;四是高硫煤矿区煤炭深度脱硫降灰和综合利用技术尚未配套,没有形成完整的技术体系;五是极细粒煤的分选及脱水问题的研究刚刚起步,缺乏经济有效的技术途径;六是基础理论研究薄弱,对新的分选方法、设备的探索不够有力,影响选煤技术水平的进一步提高。

煤泥高浓度的管道远距离输送技术与装备最近有新突破,最新研究的煤泥管道输送系统可以将不加添加剂浓度为 $(70 \pm 3)\%$ 的煤泥,以可控无极变化(最大流量 $30\text{m}^3/\text{h}$) 的流量输送最大距离 500m,输送高度 50m 至坑口电站用于发电。该系统在运行过程中,在较长时间停止后仍能再次顺利启动,现已推广使用。

(二) 煤炭转化与利用

在煤炭直接液化技术方面,国外已开发出不同的煤直接液化工艺,完成了大型中试,典型工艺有德国 200t/d IGOR 工艺,美国 600t/d H-coal 工艺和日本 150t/d NEDOL 工艺。这些工艺技术的特点是:改进催化剂,缓和反应条件,优化工艺,提高效率。核心技术设备是催化剂、加氢液化反应器等。近几十年来,世界石油生产持续发展,供应基本稳定,加之煤直接液化生产成本较高,国外将开发成果作为技术储备,没有建设大规模商业化工厂。总结国外研究现状,煤直接液化技术研究的的发展趋势主要体现在配合工艺开发进行的新型催化剂及催化机理的研究,液化反应的反应机理及基本规律研究以及反应器的化学工程和反应工程学等基础研究方面。

在活性碳技术方面,国外煤基活性碳制备技术主要在煤料的配合、催化活化及产品的后处理方面有独到之处,特别是所采用的催化剂。国外活性碳具有低灰、高强度、高吸附性能的特点,并开发出一些具有特殊用途的活性碳。近几年美国从中国和东南亚进口的廉价活性碳数量增加;国外权威机构预测美国今后几年活性碳的消费年增长率为 $4\% \sim 4.5\%$,西欧活性碳需求增长率为 2% ,而日本用作水处理用的活性碳需求量增加最快。

在煤化工多联产技术方面,目前,各国均在寻求资源消耗少、总体能源转化效率高、排放少的技术系统。美国能源部提出 Vision 21 能源系统的基本思路是以煤气化制取合成气,再制取氢供燃料电池用或与燃料电池联合燃气轮机转化为电能。Shell 公司提出的 Syngas Park 的概念,即煤气化或石油和渣油气化联合 IGCC、一步法合成甲醇、城市煤气的思路。国外在煤气化(气流床、流化床等)、间接液化、合成甲醇等单项技术方面已有成熟的先进技术,在 IGCC、PFBC 等技术领域也有示范工程,在其他合成技术上(合成二甲醚、合成醋酸等)也有成熟技术或正在开发,但多相技术组合的联产系统却须因国情而异。从目前来看,我国已有一些地区的科委以及企业正在规划大型煤化工多联产系统。由于某些煤化工单项技术尚未工业化,因此近几年煤化工多联产系统还不能形成大规模产业,但其是煤化工发展的方向之一,在以后的 10~20 年预计能有很大的发展。

在水煤浆技术方面,水煤浆制浆技术相对成熟,国外主要技术趋势在于水煤浆在线检测技术及设备完善、添加剂性能好且价格较低、燃烧喷嘴效果好使用寿命长,而且制浆规模大。我国水煤浆技术尚处于工业示范应用阶段,在实现产业化、大规模推广应用方面还有不少问题需要解决。

在新型中小型锅炉燃烧技术方面,国外以大型锅炉燃烧技术为主,主要是电站锅炉燃烧技术,如循环流化床、气流床燃烧技术等。对于少数中小锅炉亦采用干燥粉或水煤浆燃烧技术,且采用炉前连续制煤粉技术,并配套布袋除尘和烟气净化系统。在粉煤燃烧器方面,国外的产品效果好寿命长。

在烟气净化技术方面,国外在烟气脱硫方面已开发出多种技术,应用较多的是石灰石/石灰—石膏湿法脱硫、活性碳吸附干法脱硫以及半干法脱硫

等技术,并向大型化发展。在脱硝方面主要是采用干法和湿法,并向脱硫脱硝一体化发展。

(三) 开采损害治理

煤层大面积开采必然引起覆岩移动,最终导致地表下沉。控制地表沉陷的主要技术手段有充填开采、部分开采、离层注浆等。美国部分开采(房柱式)应用较多,前苏联、德国、波兰等国家,充填开采应用较多,其技术较为成熟。我国部分开采(主要为条带开采)应用较多,研究相对充分,离层注浆虽为我国独有技术,但尚处于尝试与发展阶段。而充填开采技术由于成本高,近年来在煤矿应用较少。

对破坏土地的治理主要采用土地复垦方法,许多发达国家对土地的复垦建立在土质科学分析、改良土壤的实验测定以及详细的种植和播种计划的基础上,已形成集采矿、地质、农业、林业、生态等多学科为一体的景观生态再造技术。在采矿诱发的地质灾害的预测评价方面,美国、日本以及欧洲一些发达国家利用计算机互联网、电子摄像激光技术及3G技术已经在地质灾害的预测预防、地质灾害的防治方面形成一套比较完整的研究方法和实用技术。在矸石充填及复垦方面我国也有较大的优势,但对量大面广的塌陷地生物复垦研究极少。塌陷区农业复垦特别是耕地复垦是我国塌陷区复垦的主要方面,因此塌陷区生物复垦技术亟待研究和提高。

(四) 环境保护与污染治理

国际上,20世纪80年代末至20世纪90年代以来,煤矿区环境保护与污染治理技术研究亦处于高潮时期。最近10年国际上该研究领域较之以前异常活跃。近年来,较为活跃的研究领域及取得的主要研究成果包括:矿山开采对土地生态环境的影响机制与生态环境恢复研究;CAD与GIS在煤矿区环境保护与污染治理技术中的应用;采场岩土剥离、排土场岩土堆放与土壤重构工艺;矿山土植被技术:无覆土的生物复垦及抗侵蚀复垦工艺;矿山复垦与矿区水资源及其他环境的综合治理;清洁采矿工艺与矿山生产的生态保护等。其核心与关键技术是生态环境的恢复和保护。

国外矿井水和生活污水治理以满足达标排放为目标。矿井水深度处理技术方面的研究工作尚未进行,因而严重阻碍了矿井水资源的大量利用。国外生活污水的处理技术和工艺已经成熟,由于其原水

水质与我国存在很大差异,不完全适合我国国情。国外对煤矸石和粉煤灰的利用主要集中在生产建筑材料、水泥、矸石砖和多孔轻骨料、从工业废渣中提炼化工产品、生产有机质矿物肥料、陶瓷和用于充填、铺路材料等领域。国外主要产煤国的矸石利用率都比较高,英国12.5%,法国35%,原西德29%,波兰高达96%。

四、矿山信息化

由于煤炭开采和加工不仅仅与设备、管理、市场等因素有关,而且受地质、环境等自然因素影响,其信息化不仅有生产信息、管理信息、市场信息,还有安全、地理信息。正因为煤炭系统的信息化除面对设备、管理和人之外,还要面对复杂的甚至是恶劣的自然条件,所以有其特殊性和很大的难度。

先进采煤国十分重视煤矿的自动化、信息化建设,他们的综采工作面设备在自动化水平和容量方面达到了前所未有的水平。我国神东公司引进国际最先进的综采设备,实现了采煤机远距离控制、工作面“主机”进行连锁集中控制、泵站压力由计算机控制,液压支架电液控制系统可实现邻架单动工作、程序控制自动操作、程序控制采煤机联动等多种控制方式。大柳塔矿根据信息化和管控一体化的思想,采用自动化、信息、网络、计算机、通讯的新技术,采用世界先进的网络产品、自动化产品和工业控制软件、数据库软件,将煤矿生产、管理的各个环节统一在一个网络平台上,在此基础上还实施了企业资产管理(EAM)系统。采用自动化、信息化技术使大柳塔矿2003年生产能力达到1900万t,在定员只有480人的情况下,百万吨死亡率为零,而实施EAM之后,机电设备的管理水平大幅度提高,实现了企业财富的便捷应用和共享,这不仅提高了企业的管理水平,而且产生了巨大的经济效益。

目前国外正在研究全自动化工作面(无人工作面),机器人或机械手将代替大量繁重的劳动和危险场所作业,机电一体化技术、监测诊断技术、智能控制技术、网络技术、信息技术将大大提高煤炭工业自动化水平。美国正在开发研究井下设备地面远程控制技术,包括自动化采煤系统和计算机辅助开采系统(虚拟采矿),采煤机可实现自动调速、煤岩分界跟踪、端头自动切割。液压支架可根据顶底板条件随采煤机自动升降推移,刮板输送机将实

现软启动、链条张力和速度自动调节、工作面自动调直及设备自诊断技术,在地面远程监测和控制井下机电设备。德国、日本、澳大利亚等国也在研究井下机器人巷道掘进自动控制系统。欧洲也曾制定过“未来矿井”设想,将采用破煤岩新方法的单井巷、采掘合一、无通风惰性环境、全充填的高度自动化的矿井作为研究的目标。

此外,ERP、办公自动化、电子商务等等也将在煤矿得到广泛应用。据专家预测,21世纪前期将出现自动化工作面和无人矿井。综合信息自动化是今后煤炭工业研究的重点领域。

近几年来我国煤炭工业信息化、自动化得到迅速发展,与世界先进采煤国的差距正在缩小。我国煤矿信息化的现状:一是以信息流为主要特征的煤矿机电一体化产品已在许多煤矿和选煤厂得到广泛应用。二是煤矿安全生产监控系统得到迅速发展,目前国产的煤矿安全监测系统已在300多个煤矿使用,基本上占领了国内市场;此外功能单一的监控系统(如带式输送机集中控制系统、束管系统等)也得到较为广泛的应用。三是煤矿和选煤厂计算机管理网络得到普遍应用,有的矿业集团还建立了集团公司的网络系统。在此网络环境下,生产调度、财务、物资、考勤、煤炭销售、办公自动化等管理系统得到较好的应用,少数矿业集团在实施ERP。四是高分辨三维地震勘探技术、各种电磁法探测技术、矿井地质灾害监测设备、矿井地质、测量、生产技术及管理等信息的计算机管理和综合分析处理技术以及各类矿山(含地面及矿井)图形的自动、半自动绘制软件技术等已在许多矿区得到应用。五是数字矿山、真三维矿山、虚拟采矿的基础研究工作,已经受到人们的注意,有了一个良好的开端。

今后的煤矿机电一体化产品,不仅采用计算机进行监测与控制,而且具有通信(包括无线通信)功能、故障诊断功能、优化控制功能和智能化;煤矿安全生产监控系统应采用更先进的网络,传输速率快,开放性好。可以和任何智能设备和监控系统实现异构(无缝连接);控制系统和管理系统相结合,实现管控一体化;数据仓库技术和数据挖掘技术将在煤矿得到推广和应用、大量的煤矿安全、生产、管理和市场信息会得到提升、优化和应用。遥控采矿、无人矿井大大提高煤矿生产的安全性,更适应市场需求。获得最佳效益和利润将是今后煤炭

企业努力的目标。

五、管理科学

在技术法规与标准方面,随着我国市场经济的发展,标准化工作受到各级领导的重视,在20世纪90年代,煤炭标准化工作有了较快发展,到2002年底已制定有关煤炭行业的各类技术标准1100余项。标准结构上以试验方法标准为主,占80.5%,基础标准占8.5%,产品标准为11.0%,标准基本上覆盖了煤炭行业的生产、建设、安全、加工利用等各个方面。煤炭工业所制定的标准,积极向ISO靠拢,吸收先进国家好的标准内容,这些标准在煤炭的开采、生产加工、销售及使用中均发挥了重要作用。

在质量监督与检测检验方面,从20世纪50年代后期到20世纪80年代,煤炭工业依赖于陆续建设的试验系统和装置,先后研制出大量成果。建有7个国家级检测中心和9个部级检测中心,共有实验室519个,其中部重点实验室81个。它们包括煤炭工业从事地质勘探、生产建设、安全到加工利用,环境保护等各个技术专业。尤其在20世纪70年代末到20世纪80年代初由原国家计委、国家科委、财政部的支持和领导下,原煤炭部直接组织、煤炭科学研究总院负责实施的利用国家拨款项目进行的采掘机械测试手段的更新改造,建成了采煤机测试系统、刮板输送机测试系统、带式输送机测试系统、掘进机测试系统、岩巷施工机测试系统、煤矿防爆电气测试系统、煤矿通讯、监控测试系统、井下工况测试系统和计算机辅助设计系统等10测试系统(29个实验室)。部分建成了煤矿安全技术试验中心,选煤技术试验中心以及煤田地质物理勘探、水文地质、煤的液化、气化等专业的试验手段。这一批实验装置的建立,对我国煤炭生产的发展和技术的进步起到了关键性的作用。在当时基本解决了煤矿采掘机械测试、实验的问题。煤炭科研目前存在的最主要的问题是科研实验条件短缺,原有仪器设备陈旧落后,老化严重,急需更新改造和换代升级。

第三节 工业结构

一、产业结构

煤炭不仅是我国重要的化石能源,也是重要