

Meitan Kaicai Xinlilun Yu Xinjishu

教育部博士点基金项目资助 (20050290503)

煤炭开采新理论与新技术

——中国煤炭学会开采专业委员会2008年学术年会论文集

主 编 刘长友 李新宝

副主编 冯学武 翟德元

中国矿业大学出版社

China University of Mining and Technology Press

教育部博士点基金项目资助(20050290503)

煤炭开采新理论与新技术

——中国煤炭学会开采专业委员会 2008 年学术年会论文集

主 编 刘长友 李新宝

副主编 冯学武 翟德元

中国煤炭学会开采专业委员会

主办

中煤集团大屯煤电股份有限公司

中国矿业大学矿业工程学院

协办

煤炭资源与安全开采国家重点实验室

中国矿业大学出版社

内 容 提 要

煤炭的安全高效开采是我国煤矿现代化建设的核心,也是煤矿生产的主题。本书所选论文是广大工程技术人员和科研人员在本职岗位上结合工作实践,勇于创新和攻克难关的新理论、新技术和新方法的总结,包括综述、开采工艺与方法、采场矿压及控制、巷道掘进与支护、冲击地压与安全、运输与机电和提高煤炭回收率等七个部分,具有科学性、先进性和实用性等特点。

本书可供煤炭行业广大工程技术人员和高等院校相关专业的师生参考。

图书在版编目(CIP)数据

煤炭开采新理论与新技术:中国煤炭学会开采专业委员会
2008年学术年会论文集/刘长友,李新宝主编. —徐州:中国
矿业大学出版社,2008.11

ISBN 978 - 7 - 5646 - 0106 - 5

I. 煤… II. ①刘…②李… III. 煤矿开采—中国—学术
会议—文集 IV. TD82-53

中国版本图书馆 CIP 数据核字(2008)第 169588 号

书 名 煤炭开采新理论与新技术

主 编 刘长友 李新宝

责任编辑 何 戈

出版发行 中国矿业大学出版社

(江苏省徐州市中国矿业大学内 邮编 221008)

网 址 <http://www.cumtp.com> E-mail: cumtpvip@cumtp.com

排 版 中国矿业大学出版社排版中心

印 刷 徐州中矿大印发科技有限公司

经 销 新华书店

开 本 787×1092 1/16 印张 21.25 字数 528 千字

版次印次 2008 年 11 月第 1 版 2008 年 11 月第 1 次印刷

定 价 88.00 元

(图书出现印装质量问题,本社负责调换)



《煤炭开采新理论与新技术》编写委员会

主 任 王悦汉

副主任 汪理全 金 太 张能虎 刘长友 李新宝
翟德元

主 编 刘长友 李新宝

副主编 冯学武 翟德元

委 员 (按姓氏笔画排序)

卫修君	王卫军	王玉怀	毛德兵	刘东才
孙广义	孙希奎	朱 林	朱亚平	严贤红
何长海	何卓军	余学义	吴定洲	吴爱民
张希平	张宗玟	张党育	李佩全	李建民
李树刚	李震寰	杨双锁	杨本生	陈启永
周 英	周秀隆	孟宪锐	郁钟铭	姜 澍
胡永忠	贺爱民	赵宁德	赵庆彪	赵景礼
郝海金	倪兴华	唐清松	涂 敏	袁 亮
郭连生	屠世浩	常兴民	康立勋	曹树刚
梁 袁	黄成麟	蒋金泉	廖拴柱	翟新猷
樊克恭				

前言

近几年,我国煤炭科技水平和经济运行质量不断提高,全行业在前几年快速增长的基础上,进一步稳定发展。尤其是全行业对构建科技创新体系、提高煤炭科技水平、完善人才培养机制有了进一步的认识,行业科技创新能力不断提高。

一是以企业为主体,产学研一体化的煤炭科技创新体系开始形成。一些大型煤炭企业与高等院校、煤炭科研机构建立了长期、稳定、广泛的技术合作关系。多数企业开始组建自己的研究机构,目前有 8 家大型煤炭企业建立了国家级的技术研究中心,企业自主创新能力不断增强,取得了一批令国内外瞩目的科技成果。如兖矿集团“长壁采煤法综放工艺”等先进采煤技术,2006 年获得 2 项南非发明专利和 1 项澳大利亚发明专利,已获得国外发明专利数累计达到 6 项。又如神华集团煤制油关键技术项目取得了重大进展,“所涉及的工艺技术和重大技术方案均已得到解决和落实”,形成了“拥有自主知识产权的神华煤直接液化工艺”。“十一五”期间,神华将建成投产 1 个煤直接液化项目、3 个煤制烯烃项目、1 个煤制甲醇/DME 项目,形成油品产量 100 万吨/年、化工产品 250 万吨/年的生产规模,直接液化工程将建成国家的示范工程。这些都说明了构建以企业为主体、以市场为导向、产学研相结合的科技创新体系,增强自主创新能力,对彻底改造传统的煤炭产业,提升市场竞争力,推动建设现代化的煤炭工业都将起到至关重要的作用。

二是煤炭行业科技水平不断提高。随着煤炭经济形势的好转,煤炭企业加大了科技投入,据 2006 年统计,78 家进入煤炭 100 强的企业,研发经费总投入为 75.89 亿元,比 2005 年增长 50.93%,其中山西煤焦集团投入达到 11.4 亿元,大同煤矿集团达到 7.11 亿元。全行业装备技术水平和采掘机械化程度有了新的提高。高精度煤田地质勘探技术与数字化矿井地质保障系统得到了广泛的推广应用,东部地区厚冲积层建井技术、深井快速凿井技术迅速发展,大型成套煤矿机械制造技术取得了新的进展,促进了行业整体生产水平的提高。在原国有重点煤矿企业中,已有 70 多个高瓦斯和瓦斯突出矿井实现了瓦斯监测监控系统联网,矿井抗灾能力不断增强。

三是煤矿安全高效矿井建设又有了新的进展。通过大力推进煤矿安全高效矿井建设,安全高效矿井数量逐年增加。2005 年,全国建成安全高效矿井 196 处,生产煤炭 6.35 亿吨,人均效率超过 17.534 吨/工,单井利润 1.64 亿元,百万吨死亡率 0.045,主要经济技术指标接近或超过世界先进水平,成为煤炭工业可持续发展的范例。目前,许多省区和煤炭企业正在制定安全高效矿井的发展规划,一个以生产规模化、技术设备现代化、管理信息化和科学化的煤矿现代化建设热潮正在兴起。此外,校企联合、对口单招、企业办学、远程教育等多种形式并存的人才培养机制已经形成。

上述科技创新成就,极大地推动了煤炭开采新理论和新技术的发展。为了及时总结交

流煤炭开采新理论与新技术,进一步促进和提升煤炭工业的发展和生产技术水平,中国煤炭学会开采专业委员会每年组织召开一次学术研讨年会。今年,我们组织的“煤炭开采新理论和新技术”研讨会论文征集工作,得到煤炭企业领导、工程技术人员及高校、设计研究院所的大力支持,收到论文 80 余篇。组织撰写论文较多的单位有:兖矿集团,西山煤电集团,徐州矿务集团、铁法煤业集团、新汶矿业集团、淮北矿业集团、中国矿业大学、西安科技大学等。在此向他们表示衷心的感谢。

我们对收到的论文组织了编审工作,内容共分综述、开采工艺与方法、采场矿压及控制、巷道掘进与支护、冲击地压与安全、运输与机电、提高煤炭回收率等七个部分,由中国矿业大学出版社出版。

这些论文是广大工程技术人员和科研人员在本职岗位上结合工作实践,勇于创新 and 攻克难关的新理论、新技术和新方法的总结,具有科学性、先进性和实用性。研究成果对煤炭生产的现场管理和技术发展均将起到积极的推动作用,可供煤炭行业广大工程技术人员和高校师生参阅。

在论文集编辑工作中,中国矿业大学李鸿昌教授对论文进行了认真的审阅、修改,黄炳香博士和刘跃俊硕士对论文进行了编辑和文字校对工作。在此对他们表示衷心的感谢!

由于水平所限,时间仓促,难免在编辑中出现错误,望读者不吝提出宝贵意见。

编委会

2008 年 10 月

目 录

综 述

我国综放开采技术的现状与问题·····	孟宪锐等(3)
依靠科技进步 构建绿色煤炭工业体系·····	王学栋(8)
试论煤炭企业成本降低的途径 ·····	李慧中(14)

开采工艺与方法

厚煤层无煤柱开采新理论与工程实践 ·····	赵景礼等(19)
大采高综放面设备配套与工艺技术 ·····	孟祥军等(25)
“三下”压煤矸石充填工艺研究与应用 ·····	王同吉(30)
复杂地质构造条件下综采技术应用实践 ·····	赵国富 庞海堂(35)
复杂薄煤层“炮采机装”开采工艺及配套设备的 研究与应用 ·····	王兴雨 陈少华 张瑞强(40)
遗留煤柱回收技术与实践 ·····	刘 江等(47)
综采放顶煤工作面拆除施工工艺改进 ·····	陈士升(50)
破碎顶板综采液压支架整体回撤方法 ·····	庞海堂 林秀江(55)
不规则边角煤开采工艺研究及实践 ·····	刘 宁 宁 建 付详明(58)
矿井边角煤炭资源开采回收经验与技术 ·····	安俭俭等(62)
综采面技术经济指标预测系统的研究 ·····	刘志成(66)
高地压厚煤层综采放顶煤开采技术 ·····	范云鹏(71)
建筑物下厚煤层条带开采技术实践 ·····	刘心广 郝象鹏 姜文杰(76)
综采面旋转式出采边角煤工艺研究 ·····	冯增强 魏永启 王英德(80)
南屯煤矿薄煤层开采技术研究 ·····	赵桂松等(84)
复杂薄煤层高效回采的研究 ·····	陈少华 王兴雨 张瑞强(88)
国产化设备在大采高条件下的应用 ·····	张振金 李作明 胡树伟(94)
急倾斜薄煤层开采技术研究与应用 ·····	王业常 周生伟(99)

采场矿压及其控制

采用木锚杆控制综采工作面破碎顶板的研究与实践·····	陈启永 寇建新(107)
-----------------------------	--------------

综放工作面端头区放煤条件下的矿压规律实测研究·····	王美柱等(111)
采空区侧顶板支护和安装综采支架技术·····	赵光飞(116)
复杂地质条件下长壁综采工作面矿压显现规律研究·····	钟传义等(118)
煤矿采空区对西气东输管线危险性分析·····	余学义 刘名阳 王 丽(124)
刘东矿极近距离煤层开采顶板来压规律实测研究·····	任建华等(130)
工作面煤层倾角变化对工作面回采产生的影响及 处理办法·····	安俭俭 刘 宁 黄 勇(136)
采掘工作面冒顶事故预兆与预防·····	赵光飞(139)
薄煤层工作面矿压显现规律·····	金思德 刘持玉 李光国(141)

巷道掘进与支护

破碎顶板大断面切眼无支柱支护围岩控制技术研究·····	金 太 杨培举(149)
大断面岩石下山快速掘进技术研究·····	王同吉 郭英忠(155)
利用中深孔爆破技术提高岩巷单进·····	刘承志等(159)
岩巷中深孔预裂爆破技术的应用·····	刘向忠(163)
综采面陷落柱超前静态预裂技术研究·····	张士钰(166)
生产矿井常见两巷贯通的种类分析·····	李晓成(170)
岩巷全断面一次爆破技术在官地煤矿中的应用·····	王万冬 赵春娥 代天开(174)
铁法软岩巷道支护改革方向的探讨·····	刘天习 陈荣德(180)
锚索支护在加固侧压严重巷道中的应用·····	付祥明 刘 宁 宁 建(186)
重视发展软岩巷道纵深立体支护·····	郑家林 刘天习 黄成麟(189)
深部软岩巷道围岩控制技术研究与应用·····	徐龙仓(194)
涡北软岩层巷道支护类型和参数选择·····	范云鹏(197)
提高锚杆支护可靠性的途径·····	陈荣兴(200)
高地压软岩全过程支护的应用·····	马 岩(203)
Ⅱ 1024 综采大断面沿空拆除硐室支护技术实践 ·····	赵宏志(207)

冲击地压与安全

采动地质灾害现状及其危险性评价方法研究·····	余学义等(215)
复杂地质条件下综放面与瓦斯治理研究·····	郁钟铭 易汉华 李 速(221)
深部采面中巷深孔爆破防冲技术应用·····	金思德 韩洪举 刘根春(226)
防突钻机在综放面冲击地压防治中的应用·····	曹富龙(230)
浅析综放面中巷冲击地压防治技术·····	王保安 秦 凯 张志强(232)
浅谈预防重大水灾事故的方法和对策·····	张北峰(235)
“双突”矿井实现高产高效的瓦斯综合治理·····	严贤红(238)
煤尘爆炸特性及产生规律研究·····	白 鹏(243)
薄煤层炮采面湿式打眼及综合防尘技术·····	陈少华 王兴雨 宋来智(248)

综放面液压支架喷雾防尘系统优化·····	贾 坡	魏永启(252)
夹河矿 2445 工作面安全回采情况分析对策 ·····	杨善冲	(254)
炮采工作面上隅角瓦斯治理与分析·····	佟 海	(259)
张双楼煤矿白石崖项目部采空区自然发火原因简析·····	杨祝余	(261)
大柳塔煤矿 12304 工作面保水开采模拟研究·····	余学义等	(264)
综采工作面顶板高位钻孔瓦斯抽放技术的研究与实践·····	张法权	(269)
垹城煤矿夏桥系 2 煤大倾角工作面过褶曲的实践·····	李先锋	(274)
大倾角俯斜炮采工作面安全技术管理·····	佟 海	(277)

运输与机电

运巷胶带过大落差断层时应用压带技术的研究·····	刘 勇	王道宗	孙计爽(283)
煤炭行业监控系统防雷防浪涌过电压·····	李志东		(288)
浅析煤矿机电运输隐患的排查·····	张俊梅		(290)
浅谈无功功率自动补偿装置的补偿原理和效果·····	刘亚军		(292)
浅谈火灾自动报警系统供电及其布线要求·····	梁道纪	聂齐光	(296)
浅谈煤矿井下供电系统无功补偿技术的应用·····	张银宝		(299)

提高煤炭回收率

降低放顶煤开采工艺损失的研究和实践·····	李建民	章之燕	(307)
大倾角综放面顶煤损失及回收途径分析·····	贾 坡	赵桂松	王英德(311)
义安矿矿井收宿技术方案的研究与确定·····	缪 永	丁 强	郭景银(316)
带采煤柱在综放工作面的初次实践·····	孙宗凯	王道宗	付详明(320)
深井开采过程煤炭质量控制对策及预警机制的建立·····	张 雷	权景伟	许云良(324)

综

述

我国综放开采技术的现状与问题

孟宪锐¹ 周昌兴^{1,2} 王鸿鹏^{1,3} 冯晓兵^{1,4}

(1. 中国矿业大学(北京) 北京 100083;

2. 孝义市煤炭管理局 山西孝义 032300

3. 孝义市煤炭安全监察局 山西孝义 032300;

4. 吕梁地区煤炭安全监察局 山西吕梁 033000)

摘 要 针对目前放顶煤开采方法的发展和应用现状,指出了该方法在技术和经济上的优越性,同时提出了目前我国放顶煤开采在技术上存在的一些需要解决的问题,以及今后的研究和发展方向。文章重点从安全技术及工艺和理论研究方面进行分析,同时根据目前国家的技术政策,确定了今后放顶煤开采技术研究的重点和发展方向。

关键词 放顶煤开采 技术经济 工艺技术 理论问题

我国的厚煤层储量丰富,约占全部煤层储量的 44%,厚煤层的产量也占总产量的 40% 以上。厚煤层资源广泛分布在我国的大部分产煤省、区与各大矿务局。20 世纪 80 年代以前,我国厚煤层开采,主要应用常规的分层开采方法。该法把厚煤层人为划分成 2~3 m 的中厚煤层进行开采,分层多,工艺复杂,导致巷道掘进率高;铺设人工假顶费用高且延误工时,生产分散,产量与效率受到影响;采空区反复被揭露,易引起自燃,影响安全生产。20 世纪 80 年代初期我国开始试验研究放顶煤开采,并很快地在我国厚煤层井工开采中得到发展,进入 90 年代中期在我国厚煤层开采已开始广泛采用放顶煤开采技术。随着采煤设备的不断发展,进入 21 世纪以来,应用大采高综采设备一次采全高技术得到了迅速发展,在厚度 5.5 m 以下煤层的开采中不断创出好成绩。目前,在我国形成了厚煤层分层、放顶煤、大采高三种开采方法的三足鼎立局面。

1 放顶煤开采方法的技术经济优越性

综采放顶煤开采方法,相对于分层综采来说是一种能实现高产高效的采煤技术。它的优势是能在不同条件下实现不同水平的高产、高效生产。具体表现为:

(1) 高产高效。由于综采放顶煤实现了采放平行作业,使单面多点同时出煤成为现实,一个工作面可相当多个工作面同时生产,单产和工效均可提高 80%~100% 以上;

(2) 巷道掘进率低。一般要比分层开采低 100%~200%,大幅度减少了巷道掘进费用和维护费用,改善采掘的接续状况,为生产集中化创造了条件;

(3) 工作面搬家次数减少,一般同等条件下搬家次数较分层开采减少一半以上。

(4) 减少材料消耗与吨煤工资支出。与分层开采相比,可大大减少坑木、金属网、截齿、电能、工资等消耗,可使工作面吨煤直接成本下降 5~10 元以上;

(5) 对地质条件、煤层赋存条件有很大的适应性。实践证明,综采放顶煤可在缓倾斜煤

层中适应煤层厚度变化(4~20 m)。对落差不超过割煤高度的断层,对破碎顶板及“三软”等复杂条件煤层与分层开采相比有更好的适应性;

(6) 可使急倾斜特厚煤层实现机械化开采。急倾斜厚煤层的机械化开采一直是采矿业的难题,水平分段放顶煤综采使急倾斜特厚煤层的开采实现了机械化,实现了工作面的安全高产高效生产。^[1]

尽管放顶煤开采存在着一些问题,但由于在厚煤层开采方面放顶煤开采技术有着其他开采方法无法相比的技术经济优势,因此这一技术在我国今后的煤矿开采中会得到进一步的推广应用。目前,仅综采放顶煤工作面在全国就有 200 个以上。

近十几年,综放开采技术在两种不同类型的情况下都得到了发展。一种类型是少数大型、特大型矿井,煤层厚,储量大,地质构造简单,瓦斯不大,煤质中硬,使用综放开采的条件好,经过努力,工作面单产、效益大幅度增长(单产超过 200 万 t/a)。如兖州东滩矿创出年产 600 万 t 以上,工作面效率达 300 t/工的好成绩就是其中的典型代表。另一种类型则是大量的中小型矿井,即矿井井型较小(150 万 t/a),矿井各环节设备能力较小,地质条件相对复杂,特别是一些难采煤层,如“三软”、“两硬”、“大倾角”、“高瓦斯”(甚至有突出)、“易燃”、“边角煤”、“小块段”、“较薄厚煤层”等条件的综放开采技术有了较大发展,并在技术上形成了各自的典型模式,加上近年轻型放顶煤支架的广泛应用,更加扩大了综放开采的使用范围。使这些条件复杂的难采煤层也成功使用了综合机械化放顶煤开采方法,并实现了工作面的安全高效生产。

这一阶段的另一个特点表现在:放顶煤开采在更加广阔的范围内得到了成功应用,放顶煤适用于 6 m 以上缓斜厚煤层的人为界定已被实践所改写。在边角煤和 4.5 m 左右的煤层中采用轻型支架放顶煤也取得了良好的效益,并为相当数量的矿井走出困境提供了有力保障。在解决提高放顶煤采出率、瓦斯、自燃、粉尘等问题方面,也取得了显著成效。不仅在针对以上四大问题的具体措施上有进展,而且在改善总体生产系统、标本兼治方面也作了深入研究。

随着放顶煤开采技术渐趋完善,出现了各种与各矿具体条件相适应的放顶煤高产高效技术方式:例如,郑州米村“三软”方式;石炭井乌兰、靖远王家山和开滦赵各庄的“大倾角”方式;徐州和大屯“较薄厚煤层”方式;大同忻州窑“两硬”方式;淮南谢桥“高瓦斯较薄厚煤层”方式;靖远魏家地和哈密硫磺沟的“特厚煤层”方式;兖州东滩和平朔安太堡的“高产高效”方式等。这些综放开采的典型经验,几乎涵盖了我国厚煤层赋存现状的绝大部分类型。

实践证明,放顶煤开采技术十分有利于我国复杂条件的厚煤层矿井实现安全高效生产。该法不仅在一些条件好的大型矿井可实现安全高效生产,同时,在一些开采条件较困难的小型矿井,也取得了很好的技术经济效益。

2 我国目前放顶煤开采存在的主要问题及研究内容

虽然放顶煤开采技术得到了迅速发展,并取得了一些成果,但目前放顶煤开采仍存在着一些需要认真研究解决的问题,主要包括安全技术及工艺问题和开采理论问题两个方面:

2.1 放顶煤开采的安全技术及工艺问题

(1) 进一步提高放顶煤开采的回采率。放顶煤开采的煤炭资源采出率能否达到国家有关规定,能否达到甚至高于厚煤层分层开采和大采高一次采全高采,是关系放顶煤开采可持续

发展的重要问题,也是自综放开采以来一直困扰综放发展的技术问题。除了放煤工艺不可避免地造成丢煤损失外,工作面初末采损失,端头过渡支架不放煤与区段煤巷顶煤损失和护巷煤柱损失,均是长期未很好解决的问题。因此,综放面回采率一般低于能合理分层的综采面和大采高工作面。据统计,我国综放面的回采率平均达到 81%~83%,区段之间不留护巷煤柱,采区回采率可达到 75%以上,符合国家要求。留区段煤柱开采,采区回采率将低于 75%。

(2) 放顶煤开采的瓦斯灾害防治。由于厚煤层开采一次采出煤层全厚,采动后的岩层运动、工作面前方支承压力的分布、顶煤运移和裂隙发育及其对瓦斯析出的影响、采空区瓦斯溢出、运移和聚集情况与分层开采有很大不同。从多年的生产实践来看,放顶煤开采并未强化瓦斯灾害威胁,反而在一些主要瓦斯来源为本煤层的厚煤层,放顶煤工作面相对瓦斯涌出量明显降低,瓦斯高的威胁有所缓和。但在工作面后方的采空区上部,聚积部分高浓度瓦斯,随着顶煤的冒落,这部分将涌入工作面,因此,综放开采瓦斯防治实践表明,建立在分层开采基础上的厚煤层防治瓦斯的技术体系必须随着放顶煤整层开采的出现而加以调整或重新建立,相关理论也有待修改。

(3) 放顶煤开采的自然发火防治。厚煤层开采的发火问题一直较严重。在综放开采初期,自然发火问题较严重,有一些工作面因发生自燃,来不及撤出设备就将工作面封闭造成巨大损失。采取的主要防火措施有如下几种方式:① 向采空区及高冒区灌注黄泥浆;② 向采空区注入惰性气体(注氮);③ 用阻燃物质灌注高冒区;④ 加固巷道围岩(煤)、巷道支架壁后充填;⑤ 用阻燃物质喷涂巷道表面或向巷道松动圈内灌注阻燃物质;⑥ 沿空巷道一侧灌浆(阻燃物质)封隔采空区;⑦ 向工作面收作线(停采线)上方顶煤预注阻燃物质。

尽管防治火灾的措施很多,由于具体实施中存在着重视不够,实施复杂,成本偏高等原因,仍有一些工作面发生自燃而被迫封闭。因此,在防治措施选择决策科学化,与降低防治火灾成本方面还需进一步研究探索。

(4) 复杂开采条件下,如顶煤坚硬的难冒落煤层、厚度超过 12 m 的特厚煤层、大倾角煤层、含厚硬夹矸煤层的放顶煤开采技术和顶煤的弱化技术及设备的防倒防滑技术研究。由于新修订的《煤矿安全规程》规定“采用预裂爆破对坚硬顶板或坚硬顶煤进行弱化处理时,应在工作面未采动区进行,严禁在工作面内采用炸药爆破方法处理顶煤、顶板及卡在放煤口的大块煤(矸)”和“采放比大于 1:3 的严禁采用放顶煤开采”^[3],因此对于坚硬顶煤的弱化技术必须保证安全,迫切需要研究新的有效措施。同时,为保证回采率和安全,对于厚度超过 12 m 的特厚煤层,如何正确选择开采方法将是今后研究的问题。目前,针对特厚煤层煤层放顶煤开采时的采放比超限问题,已提出了采用大采高放顶煤采煤法和分层放顶煤采煤法来解决的技术方案。

(5) 放顶煤支架与配套设备的系列化研制。液压支架是综放开采的关键设备,对于不同类型的煤层地质条件,要求支架的架型参数均不同。在现场实践的基础上,我国已生产了以低位放煤为主的多种新型综放支架,其中与高产高效(200 万 t/a)的大功率,大截深(0.8 m)开采配套的高强度放顶煤液压支架较有代表性。近年来随着综放使用范围的扩大,在一些复杂煤层条件的综放工作面推出了一种单摆杆轻型支架,重量轻,价格低,使用方便。另外还有稳定性较好的单铰轻型支架,均受到了现场的欢迎。

特别需要指出的是,综放工作面的排头(过渡)支架与端头支架的研制是一个薄弱环节。端头缺少合适的支架与放煤手段,影响煤炭回收率的提高,而丢煤又造成了相邻工作面的自

然发火隐患。端头支护的手工作业,不仅劳动强度大,安全条件差,而且严重制约工作面的推进速度,影响全套设备高产高效潜力的发挥。这一问题需集中力量,尽早解决。

此外,与液压支架配套的工作面输送机,特别是后输送机和采煤机,也要根据综放面的特点不断从结构上进行优化改进,以适应放顶煤开采的特殊需要。

(6) 放顶煤开采的粉尘防治。放顶煤开采和其他采煤方法一样很难做到主要产生尘源的下风向无工作人员。因此,工人呼吸的空气中粉尘含量远高于国家卫生标准。工作面增加了放煤工序也增加了产生尘源数量,虽放顶煤开采时煤的产生率(g/t)降低了,但空气中总的含尘量往往比一般综采面高,因此,对降尘的要求也要提高。

应该指出:尽管采取了很多防尘措施,但我国综放面防尘的实际效果与一般综采面和炮采面一样,远未达到国家工业卫生标准的要求,还有大量工作要做。防尘问题能否解决,将关系到放顶煤开采技术的进一步发展。

(7) 沿底煤巷支护技术。放顶煤开采的回采巷道均应沿煤层底板掘进,因此巷道上部均留有不同厚度的顶煤作为巷道顶板,由于这部分煤顶板松软破碎,同时承受动压时间长,造成巷道掘进与维护十分困难。如何寻求最佳的掘进支护方式,使放顶煤开采回采巷道满足生产的要求,是目前急需解决的问题,尤其是那些“三软”煤层的沿底煤巷支护技术问题。

3.2 放顶煤开采理论研究方面存在的不足

(1) 对放顶煤开采技术应用的可行性和经济合理性的评估标准与方法研究不够。目前还主要集中在顶煤冒放性的研究上,对其他影响因素考虑较少,因此往往不能全面准确的反映放顶煤开采的可行性和经济合理性。

(2) 放顶煤开采采场力学模型的正确建立。主要应反映采场中基本顶—直接顶—顶煤—支架—直接底之间的力学系统,其作用规律和控制效果的力学模型还不清楚。

(3) 在放顶煤开采中的围岩应力分布、上覆岩层运移与变形规律、顶煤破坏机理与破坏过程、基本顶岩层平衡、放煤时煤流的放出规律与控制等方面的理论研究还远不能满足指导生产的需要。

(4) 放顶煤采面及采空区内瓦斯运移及分布规律还不能清楚地掌握,需要加强必要的理论及实验研究。因为,该项研究直接影响到放顶煤采面瓦斯的综合治理的措施与效果。

(5) 综放开采基础理论研究。十几年来综放开采的生产实践推动了相关理论的研究,但总体上说来,基础理论研究滞后于生产技术发展。因此对放顶煤工作面和巷道的矿压、工作面煤炭自燃及煤尘等方面的基础理论仍需进行广泛深入的研究,改善目前放顶煤开采基础理论研究薄弱和落后的现状。

虽然我国近年来放顶煤开采技术取得了很大的进步,同时也应该看到瓦斯、自燃等不安全因素仍然制约影响这一技术的发展,回采率的问题目前尚未得到很好的解决,约有40%左右的放顶煤工作面单产和回采率还不是很高,它们大多数属于难采煤层。还有一些急倾斜水平分段放顶煤工作面,产量也不是很高,但这些放顶煤工作面的单产和工效比原来采用其他采煤方法时均有所提高,这些工作面的生产能力均有较大潜力可挖。

除地质赋存条件外,放顶煤工作面产量不高的原因主要有:

(1) 对一些复杂地质条件的困难估计不足,在确定选用放顶煤开采方法时,未制定在其他类似条件下证明确实行之有效的技术措施;

(2) 生产系统复杂,配套运输能力不足,管理水平差,事故多;

- (3) 工作面三机配套不合理, 液压支架选型不当或支架结构设计不合理;
- (4) 工作面生产工艺参数选择不合理, 不能满足高产高效的要求;
- (5) 瓦斯大、自然发火威胁大, 又无有效的防治措施;
- (6) 顶煤冒放性不好, 采取的顶煤弱化措施又不力。

4 结语

放顶煤开采虽在我国取得了很大的成功, 但还必须看到放顶煤开采方法目前存在以上的众多问题, 还需要花费很大的力量进行研究解决。应该指出的是任何一种采煤方法都有其适用范围, 对于厚煤层放顶煤开采技术也有其特定的技术经济适用范围, 选择前应认真地进行技术经济比较分析。特别是近年来厚煤层大采高一次采全厚开采方法在我国得到广泛的应用和发展, 该技术在 5.5 m 以下的厚煤层开采中已显示出高产高效的技术优势, 但是在煤层厚度超过 5 m、顶板不稳定、煤层较软、底板软和煤层倾角大于 15° 的条件下, 其技术优势并不明显, 此时, 可能放顶煤开采方法更具有优势, 因此应对开采方法进行技术经济比较, 这一开采方法的比较选择程序在开采设计中是不可缺少的。

从以上分析可看出, 放顶煤开采在我国已占有一定比例, 并呈逐年上升的趋势。我国乡镇和地方煤矿煤炭产量约占总量的 50% 以上, 这些煤矿在开采厚煤层时原来多沿用高落式采煤法, 回采率及安全状况极差。近年来在厚煤层开采中大部分乡镇煤矿通过技术改造, 已开始应用机械化的放顶煤开采。目前不同型式的简易放顶煤和轻型支架放顶煤正在逐步进入这些地方煤矿, 已成为放顶煤开采的又一新的发展趋势。

采煤方法的改革, 为这些矿井创造了安全、高产高效开采条件的基础保障。同时, 在安全管理和技术上对这些矿井的管理者提出了更高的要求。20 多年来, 放顶煤开采在我国从技术装备到开采工艺方面都取得了显著的进步, 工作面单产已突破 700 万 t/a (平朔), 直接工效在 300 t/工 (兖州) 以上, 达到了世界先进水平。随着放顶煤开采技术研究的不断深入, 放顶煤开采中出现的一些问题将会逐步得到解决, 放顶煤开采这一安全高效采煤方法在我国将有广阔的发展前景。

参考文献

- [1] 孟宪锐、李建民著. 现代放顶煤开采理论与实用技术[M]. 徐州: 中国矿业大学出版社, 2001.
- [2] 吴键, 孟宪锐, 姜耀东. 中国放顶煤开采技术的发展. 99 厚煤层现代开采技术国际专题研讨会论文集[M]. 北京: 煤炭工业出版社, 1999.
- [3] 国家安全生产监督管理局, 关于修改《煤矿安全规程》第 68 条和第 158 条的决定[E], 2006 年 10 月.

作者简介 孟宪锐(1951~), 男, 北京市人, 教授、博士生导师, 1977 年毕业于四川矿业学院, 现任矿业工程系副主任, 中国煤炭学会开采专业委员会委员, 煤炭工业放顶煤开采技术中心副主任(原煤炭工业部放顶煤开采技术中心)等职位。自 1993 年享受国务院颁发的政府特殊津贴。研究方向: 开采方法, 现代采矿新技术, 矿山压力, 巷道支护及计算机在采矿中的应用研究等。

依靠科技进步 构建绿色煤炭工业体系

王学栋

(西山煤电西铭矿科教中心 山西太原 030053)

摘 要 文章首先通过分析近年来我国乃至我省煤炭工业发展中出现的资源和环境问题,提出了构建绿色煤炭工业体系的设想,然后进一步分析指出要通过打造特色的企业文化、强化管理和完善监管体系、发展循环经济、积极推进煤炭科技创新等措施来实现绿色煤炭工业体系,最后,明确指出构建绿色煤炭工业体系,是煤炭工业全面落实科学发展观、走可持续发展的必然选择。

关键词 科技进步 绿色煤炭工业 资源节约 环境友好

在世界经济全球化、市场一体化、科技高新化、信息网络化的发展形势下,世界煤炭发展势头迅猛,产业特点更加突出。但在我国煤炭工业发展过程中还存在结构不合理、增长方式粗放、科技水平低下、资源浪费严重、环境治理滞后、历史遗留问题较多等突出问题。特别是山西省的煤炭工业,早已不堪重负。随着国民经济的发展,煤炭需求总量不断增加,资源和环境压力进一步加大。

1 煤炭工业发展中存在的资源和环境问题

1.1 资源浪费严重

在我国,高消耗、高污染、低效率的粗放型经济增长方式积重难返。单位能源消耗的产出,不仅大大低于发达国家,而且也低于印度等一些发展中国家。我国的经济增长有 2/3 是在对生态环境透支的基础上实现的,资源采出率较低,综合利用率不高,许多可利用或再利用的资源却成了废弃物,资源浪费相当严重。去年,山西省煤管局的一组统计数据表明:全省平均回采率只有 40%,即采出 1 t 煤要实际动用 2.5 t 煤炭资源储量。尤其是小煤矿开采方式落后,资源采出率仅 15% 左右,回采率每低于一个百分点,大约就要浪费煤炭 3 000 万 t。另外,据有关调查显示,由于近年来煤价上涨,一些小煤矿掠夺式开采,使山西省煤矿的实际寿命大大缩短,比设计服务年限至少缩短了 20%~30%。

1.2 有害气体的排放

煤炭的燃烧利用率低,导致严重的环境问题。我国 85% 的煤炭是通过直接燃烧使用的,燃煤产生的 SO_2 排放量占总排放量的 74%; NO_2 占 85%; NO 占 60%。早在 1994 年我国 SO_2 排放量就已超过美国,成为世界上第一排放大国。另外,我国酸雨属于硫酸型酸雨,源于燃烧高硫煤排放 SO_2 的煤烟型大气污染。特别是在山西,酸雨污染更为严重,每年因 SO_2 和酸雨造成的经济损失达上亿元。

1.3 地下水资源破坏严重

“山西之长在于煤,山西之短在于水”,但由于过度开采使山西“长项不长,短项更短”。依据《山西省煤炭开采对水资源的破坏影响及评价》的测算,由于采煤造成的地下采空区和