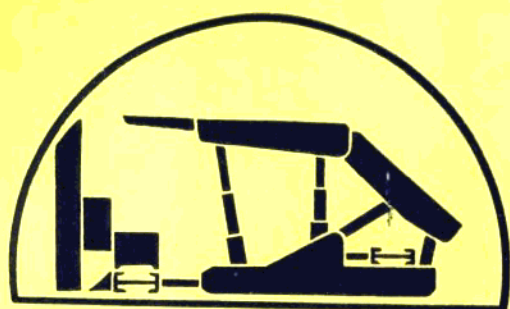




综合机械化 放顶煤开采论文集

煤炭工业部放顶煤开采技术中心 编

.25-53

中国矿业大学出版社

综合机械化放顶煤开采 论文集

煤炭工业部放顶煤开采技术中心 编

中国矿业大学出版社

内 容 提 要

我国放顶煤开采工艺,经过几年的实践和探索,日益成熟。实践证明,急、缓倾斜厚煤层综合机械化放顶煤开采是一种新的采煤方法。其优势是成本低、效率高、效益好。本书为第二届全国放顶煤开采理论与实践研讨会上发表的具有代表性的论文。内容包括:放顶煤开采理论、方法及工艺、矿压、设备、安全等方面,可供大专院校师生、科研院所和现场工程技术人员参考。

责任编辑 聂孟荀

综合机械化放顶煤开采论文集

煤炭工业部放顶煤开采技术中心 编

吴 健 主编

中国矿业大学出版社出版

新华书店经销 中国科学院印刷厂印刷

·开本 787×1092毫米 1/16 印张 20.375 字数 496千字

1995年12月第1版 1995年12月第1次印刷

印数 1—1200册

ISBN 7-81040-431-8

...TD 74

定价:25.00元

序

进入九十年代以来,虽然全国煤炭总产量已跃居世界第一位,但煤炭生产的机械化水平、劳动生产率和安全生产等各方面指标距世界先进水平还有很大差距,经济效益差,全行业处于亏损或基本不赢利的状况。除了各种外部影响因素外,煤炭生产本身的开采技术落后、机械化水平低、工作面单产低、材料消耗高、成本高也是造成这种状况的重要原因。我国是一个厚煤层储量大国,也是厚煤层的生产大国。厚煤层储量多,本应是我国煤矿生产的优势,但长期以来,我国一直采用厚煤层分层开采(下行分层垮落和上行分层充填)技术回采。五十年代,我国推广厚煤层分层开采技术无疑是一个进步,但分层开采巷道掘进率高、工序复杂、效率低、成本高,不仅使厚煤层的储量优势得不到发挥,反而使煤厚优势变成生产和效益的劣势。在当前煤炭行业由计划经济向社会主义市场经济转变、由粗放经营向集约经营转变的过程中,由于厚煤层优势变成劣势,大多数大、中型煤矿面临困难的境地。因此,改变这种状况就必然成为煤炭行业科技和管理人员亟待解决的重大课题。

1982~1984年,我国从国外引进综放开采技术,当时这种采煤技术还不很成熟。但经过考察,我国科技人员认准了这种技术的发展前景,经过十多年的努力,使此项技术逐步成熟,出现了以潞安、兖州等矿务局为代表的、以完全采用国产设备、投入低、产出高的高产高效综放工作面为主的现代化矿区,创造出一个又一个厚煤层整层开采的先进纪录。1994年全国放顶煤开采产量已达3500万t以上。1994年潞安、兖州等局先后有四个矿井6个工作面年产达到200万t以上,其中最高产量达272万t,工作面平均工效也达80t/工以上。这些都充分说明了综放开采的技术优势,在厚煤层开采技术方面实现了一场真正的技术革命,在采煤工艺技术进步和提高煤矿生产效益等

方面都出现质的飞跃,它必将对我国煤炭工业深化改革和顺利过渡到社会主义市场经济体制发挥重大的作用。煤炭部党组已将发展综放开采列为“科技兴煤”的一个主攻技术方向,凡是有厚煤层资源的矿区领导干部和各方面科技工作者都不应低估发展这项技术的意义。

我们说综放开采技术的成功和完善是煤炭工业的一项具有革命意义的技术进步,是因为它在煤炭工业全面实现多、快、好、省方针方面有重大的突破,具有全面实现高产、高效、低投入、低消耗、低成本的特点。

高产是指综放开采能充分发挥特厚煤层一次开采的优势,一般都能比分层长壁开采的单产水平提高一倍以上;

高效是指综放开采在几乎不增加人和少增加设备的条件下获得高产,因而一般都能使工作面乃至整个采区的效率相应地比分层长壁提高一倍以上;

低投入是因为综放开采可以采用我国目前技术成熟的、相对生产能力较低的机械设备实现高产,设备价格比较低。购置相同的日产7000~10000t的工作面设备,综放工作面投入资金相当于国产综采高产设备投入的1/2和国外引进设备的1/6;

低消耗、低成本是由于掘进率低、能源材料消耗少、生产集中、搬家少、吨煤生产成本会大幅度下降,工作面成本一般可降低50%左右或更多。块煤率高,煤的销售价也可提高。

与任何新事物的发展一样,综放技术的发展过程也存在一些困难、一些问题和一些制约发展的因素,认识上也有一些分歧,这是正常的现象。这些问题中最主要的是关于回收率的问题,关于防火、防治瓦斯和防尘技术的问题,这些都是发展中必须给以充分重视的问题。

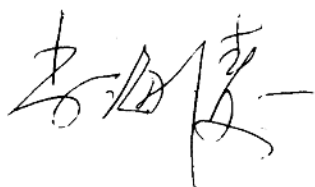
不断提高煤炭回收率,节约国家乃至人类的自然资源是采矿工作者的天职和义务,在制度上必须严加控制、责无旁贷。在目前大幅度提高工作面回收率存在一定困难的条件下,应力争采区回收率不低于75%。

综放开采缓和了某些厚煤层防火和防治瓦斯的技术难题,但却带来了另一些新的问题和困难,在解决这些重大技术难题方面,过去

十几年的生产和科研实践虽然已取得了明显的成果,但还有很多工作要做。现在应该特别注意如何将我国传统的,在分层开采时一些行之有效的,投入较少、较经济的防、灭火和防治瓦斯的技术加以改进,并用于综放开采。

工作面粉尘治理是当前综放开采的重大技术难题。近几年取得了一些可喜的成果,但与国家标准和国外先进水平相比,差距很大。新的经验还需在实践中进一步验证和提高。

这本论文集比较全面地收集了近十几年来我国综放开采技术所取得的经验和成果,也提出了一些尚待解决的问题,有很重要的借鉴价值,其中一些问题也还会有不同的看法,有些经验也还不够成熟,还有待于在今后生产实践中加以验证和改进。我希望我们一些生产管理和科技人员、煤矿大中专的师生们能抽出时间很好地研读一下这些论文,这将肯定对我们健康地发展综放开采有利。

A handwritten signature in black ink, appearing to read '李海明' (Li Haiming), with a horizontal line extending from the right side.

一九九六年一月十七日

前 言

我国是一个厚煤层储量大国,又是一个厚煤层井工开采的生产大国。为了充分发挥厚煤层的储量优势,无论从技术上看,还是从效益上看,大力发展放顶煤开采均是必由之路。我国自从第一套综采放顶煤工作面设备下井到现在已经经历了 12 个年头,综放开采技术在发展中不断发挥其高产、高效、低成本、低投入的优势,取得了明显的经济效益,积累了丰富的经验,受到国内外煤炭行业广泛的重视。一些制约放顶煤开采发展的技术难点,经过厂、矿现场、高等院校、科研院所的努力,逐步取得了突破。综放开采的发展前景更加明朗。为了推动放顶煤开采技术的发展,煤炭部王森浩部长亲自批准成立了“煤炭工业部放顶煤开采技术中心”,在 1995 年 6 月召开的煤炭系统科教大会上,部党组又提出将综采放顶煤技术作为“科技兴煤”重点推广和发展的技术之一。放顶煤开采进入新一轮的发展高潮。为了贯彻煤炭科教大会的精神,为了总结和交流十几年来我国在综放开采技术方面的经验,为了使今后放顶煤生产技术方面能更健康的、以较快的速度得到发展,在煤炭部领导的支持与关怀下,由煤炭工业部放顶煤开采技术中心、中国矿业大学北京研究生部与北京市煤炭学会共同组织了“第二届全国放顶煤开采理论与实践研讨会”,范维唐副部长、科教司胡省三副司长、中国矿业大学郭育光校长、放顶煤开采技术中心尚海涛董事长等领导出席了会议并作了重要指示。研讨会共收到论文 62 篇,分别在全体大会和分组会上进行了交流。论文反映了我国当前放顶煤开采各方面的最新技术、经验和研究成果,也反映了各方面的不同观点。

综放开采是一种新的采煤方法,实现了厚煤层一次采全高的新工艺,因此,一此传统的理论概念、工艺方法和安全技术措施还远不能适应采煤方法的改变,分层开采中若干难以解决的问题虽然得到了缓和,但另一些问题却复杂化了,甚至是严重了,其中人们比较关心的是提高回采率、防灭火、防治瓦斯及防尘的措施、对采场矿压显现及地表沉降的认识以及工作面机械设备的适应性等问题。会议论文反映了十几年来我国在这些领域的研究成果。总的说来,取得的成果是十分喜人的。当然,由于综放开采实践的时间还不太长,很多经验、认识和技术还不一定很成熟,部分论文也并不一定代表综放开采的发展方向,我们本着“百花齐放、百家争鸣”的方针,大多数都选登了,也为了方便读者根据各地实际情况进行参考。

论文基本上按照作者原文刊登,编者仅作了一些文辞处理以及对部分文章作了少量删节。本论文集由煤炭工业部放顶煤开采技术中心主任吴健教授主编。

本论文集可供大专院校师生、科研院所和现场工程技术人员参考。

1995 年 12 月

目 录

1	“九五”煤炭科技的发展	胡省三(1)
2	实现高产高效的潞安放顶煤综采技术	尚海涛(5)
3	我国综采放顶煤开采的现状 & 展望	吴 健(15)
4	放顶煤综采技术在阳泉矿务局的应用 & 发展	李贵贤 张丙雪(19)
5	“三软”不稳定厚煤层大倾角俯斜综采放顶煤探讨	熊习诚 龚鹏飞 董新兆(25)
6	鲍店煤矿综采放顶煤开采实践	金泰 徐志胜 张金仓 姜念斌 李付臣 屈庆贺 刘金禅(31)
7	综采放顶煤在小康矿的应用	阎兴国 刘长海 陈荣德(36)
8	大倾角综采放顶煤的设备配套 & 回采工艺	李崇训 刘怀树 严忠洋 敖景山(43)
9	急倾斜复杂特厚易燃煤层轻型综采支架水平分层放顶煤采煤法	达道亭 张志谦(50)
10	顶煤冒放性影响因素 & 分类研究	靳钟铭 宋选民 康天合 弓培林(56)
11	综放开采顶煤冒放性研究	贾光胜 樊运策(65)
12	缓倾斜厚煤层放顶煤综采的三种工艺模式	吴健 于海勇 张海戈(72)
13	综采放顶煤采煤技术研究与实践	翟路锁(77)
14	提高综采放顶煤回采率途径的研究	顾明 黄永刚 谌伦健 康全玉(83)
15	放顶煤综采顶煤活动规律 & 顶煤可放性研究	张海戈 吴凤东 王志勤(88)
16	综采放顶煤工艺在大雁二矿的应用	梁富 王勃 房丰洋(98)
17	放顶煤综采回采率计算 & 管理	马少良(102)
18	关于综放开采顶煤损失 & 回收率问题研究	冯国才 于政喜 张清和(109)
19	关于倾斜特厚煤层放顶煤工作面放煤参数确定	于海勇 吴凤东 金智新 张英华(113)
20	离散元法及其在放顶煤研究中的应用	王泳嘉 郑雨天 邢纪波(117)
21	放顶煤开采顶煤分区的力学方法	阎少宏 吴 健 孟金锁(125)
22	放顶煤开采地表沉陷控制途径探讨	吴立新 王金庄(133)
23	三软厚煤层放顶煤工作面控制液压支架架前冒顶的理论与实践	吴 健 张海戈(137)
24	邢台矿 2 [#] 煤轻型放顶煤工作面矿压规律研究	韩朝军 王庆信 周志军(142)
25	论放顶煤工作面上覆煤岩体的结构	朱诗顺 李鸿昌 杨振复(147)
26	放顶煤采场的顶板结构形式 & 支架围岩关系探讨	姜福兴(152)
27	硬煤网下综放工作面顶煤放出规律	张开智 刘先贵(157)
28	硬煤层预采顶分层网下放顶煤综采方法研究	贺如松(162)
29	综放工作面端头设备布置合理性研究	沈立山 詹家驹 董志峰 范 迅(170)
30	放顶煤液压支架稳定机构的分析	常鹤兴 孙树东(174)
31	几种难采煤层的放顶煤支架浅析	曹树祥(177)

32	轻型放顶煤支架的应用效果及其推广前景	蒋哲明(186)
33	并列式带压移架阀组	陈星止(192)
34	放顶煤工作面支架的研制与探讨	张宝利(195)
35	短工作面放顶煤开辟落煤空间方式的选择	吴汉模 杨顺芳(198)
36	综放采场自然发火规律研究	王省身 陈全(205)
37	综放采场流场及瓦斯运移三维模型试验	蒋曙光 王省身(214)
38	放顶煤开采含瓦斯煤层存在的问题及解决途径	王佑安(222)
39	阳泉五矿综放工作面瓦斯涌出特征	朱建功(227)
40	乌兰矿倾斜厚煤层综放顶煤工作面瓦斯的防治	严忠洋(235)
41	低位放顶煤综采工作面瓦斯防治	李迎业 李忠存(239)
42	煤自燃倾向性色谱吸氧鉴定法及其在综采放顶煤工作面的应用	戚颖敏 钱国胤(243)
43	放顶煤工作面顺槽顶板煤层自然的规律	谭允楨 马有才 崔洪义 张广文 郝迎格(248)
44	阳泉 15 [#] 煤层放顶煤综采工作面自然发火危险性研究	赵长春 刘润身 邸志乾(256)
45	阻化汽雾防火技术及其在综放工作面的应用	宋文忠(264)
46	综放工作面粉尘分布及控制	张延松 王晋育 王茂吉(269)
47	综采放顶煤工作面防尘技术中的若干问题	傅贵 吴健(277)
48	“三软”煤层放顶煤综采综合防尘的研究	李志刚 张天亮 张继芳 袁天章 邢天亮(282)
49	综采放顶煤工作面生产系统可靠性分析	曲天智 徐志胜 宫志 金泰 刘金禅(287)
50	急倾斜厚煤层滑移支架配 MGD150—N(A)型机组放顶煤工艺	张凤岐 路中 董建明 李建华 杜和平(292)
51	滑移支架放顶煤的实践与分析	赵朔柱 周宏伟(302)
52	悬移支架在放顶煤工作面中的应用	张开智 刘传孝(307)
53	急倾斜特厚煤层水平分层放顶煤开采损失及对策分析	王志勇(313)
54	悬移顶梁液压支架放顶煤开采	宁云才 孙广义(316)

“九五”煤炭科技的发展^①

煤炭工业部科技教育司副司长 胡省三

1 科技工作面临的形势

党的十四届四中全会指出,当前世界各国的竞争是以经济和科技为基础的综合国力的竞争。实质上是科技的竞争,如在每个国际贸易谈判前,都有一个知识产权的谈判。

从国内来讲,2000年我们要实现小康,翻两番。当前有三个重要问题:一个是农业问题,2000年可能有13亿人口,人均粮食要仍然维持在400kg水平,则要增产1000亿斤,单靠增加耕地面积不行,靠几项工程也有限,则必须靠优种、化肥、治理病虫害等科技出力。一个是大中型企业转换机制,改变产品结构,科技要拿出新的措施、新的产品。一个是国家财政收入,近几年占国民生产总值的比例连年下降很大,必须要增加附加值高产出的比例,要靠科技,科技要更多地从增加国家财政收入着眼。由于国家财力有限,科技投入近年来也连年下降了,1991年为0.72%,1992年为0.71%,1993年为0.62%,按可比价格计算,实际上1993年比1992年下降了3.22%,当然绝对值有了相应的增加。而企业的投入只占全国科技投入的23%,而发达国家一般都在50%。

从煤炭行业来讲,煤炭生产满足了国民经济快速发展的需求,1993年达到11.5亿t,居世界第一位;煤炭企业开始进入市场,亏损减少,技术面貌有了较大改观,采掘机械化都在72%以上;调整产业结构初见成效,非煤产品占煤炭企业总产值39%,国家要求2000年产煤14亿t。一是要减人提效,国有重点煤矿存在“三多”:第一用人多、效率低,1993年出煤4.6亿t,351万人,预计今年要减10万人,到2000年减100万人。美国出煤9.1亿t,10.7万人;德国1.6亿t,11.5万人;澳大利亚2.3亿t,2.28万人;英国0.8亿t,4.4万人;印度2.4亿t,77万人。第二事故多,国有重点煤矿1993年百万吨死亡率1.15人,全国煤矿4.379人(共死亡5036人),美国0.069人(死亡62人),为63倍;英国0.131人(死亡12人),为33倍;印度0.628人(死亡144人),为7倍。第三、欠帐多、包袱重。仅基本建设欠帐达665.8亿元。二是要扭亏增盈,今年国有重点煤矿国家财政补贴20亿元,明年要扭亏为0,不补贴,任务很艰巨。三是要高产高效高安全,2000年要建设100个高产高效矿井,有一批大型矿井实现一矿、一面,全员工效7~8t。

明确近期面临的形势,是为了使我们对今后一段科研工作有一个清醒的认识,实际上这也是我们科研工作的一个出发点和归宿点。也就是如何使我们的科研工作更好地与经济建设紧密结合起来,使科技“潜在”的生产力真正成为现实的生产力,提高科技在经济、社会效益上的显示度。

^① 在煤炭学会青年科技学术研讨会上的讲话

2 国外 80 年代煤炭科技发展的趋势与特点

近十年,国外煤炭科技发展很迅速,主要趋势集中在三个方面:

第一、露天开采的比重迅速增加。

在世界煤炭产量中的比重,露天开采已由 1960 年的 25% 上升到 1990 年的 44%,世界露天开采增加的产量占增产的 63%。如印度增长了 36%,南非增长了 19%,澳大利亚增长了 13.1%,前苏联增长了 10.5%。与此同时,露天开采技术也显著的发展,主要是(1)规模大,如德国、俄罗斯建成年产 5000 万 t 的露天矿。(2)设备能力大,如斗容 40~50m³,自卸汽车载重 218~318t,自翻车 180t。(3)设备、系统和诊断大量采用计算机控制。(4)新型联合开采工艺广泛应用,如坑内破碎的半连续开采工艺,露天采矿机连续开采工艺。从而使露天开采效率也大幅度提高。

第二、长壁高产高效技术发展很快,也就是大功率、高可靠性的机电一体化综采成套技术迅速发展。

应用微电子技术、计算机技术和传感器技术与大功率、高可靠性综采设备相结合,使长壁工作面产量、效率大幅度提高,主要表现在:一是生产集中化,单产、工效上升很快。近十年矿井的单产,美国提高 84%,澳大利亚提高 172%,英国提高 115%,综采面平均日产,美国提高 3.1 倍,澳大利亚提高 3.2 倍,英国提高 2.2 倍;综采面工效,美国提高 3 倍,达到 200t/工,澳大利亚提高 2.9 倍,达到 150t/工,英国提高 2.8 倍;矿井全员效率,美国从 8.47t/工提高到 21.7t/工,提高 2.9 倍;澳大利亚从 8.12t/工提高到 18.2t/工,提高 3.4 倍;英国从 2.31t/工提高到 6.34t/工,提高 1.8 倍(均按商品煤计算)。从而出现了一大批高产高效矿井,1993 年美国一矿一面矿井占综采井 87%,澳大利亚占 95%;如美国 20 英里矿,平均日产 2 万 t,年产 400 万 t 的矿井,仅一个综采面,全矿 225 人(国内 1 万人以上),全员效率 90t/工,最高日产 2.28 万 t,最高月产 38.4 万 t。二是设备和系统的可靠性大大提高,如采煤机牵引部故障停机率下降了 93.3%,工作面输送机溜槽寿命提高三、四倍,达到 600 万 t 以上(国内 80~130 万 t);美国米梯基煤矿综采面设备可用率已高达 95%(国内 23%)。三是设备的功率、能力大大增加。如电牵引采煤机,从德国艾柯夫公司 1976 年开始问世,目前已有美国 JOY 公司,英国 AndeSon 公司。日本三井三池公司和中波合作的,已有 12 种型号、规格,最大功率达到 1380kW。电牵引采煤机在美国使用已达 65%,德国 51%,澳大利亚 46%。还有液压支架的电液控制系统,移架速度大大提高,可到 6~8s(国内 25~30s)。

在 90 年代,估计在美国、英国可望实现平巷控制的综采设备技术,特别是近期在采煤机滚筒准确煤岩界面的技术,如自然伽马射线探测系统和敏感截齿振动系统有所突破。

第三洁净煤技术,1986 美国和加拿大因偏多酸雨提出了洁净煤计划(CCTP)这是一个旨在减少污染和提高效率的煤炭加工、燃烧、转换和污染控制新技术的一个总称。现在已发展为当前世界各国解决环境问题的主导技术之一,美国、欧共体和日本已投入了资金研究开发和应用。如美国到 1993 年底,在 7 年时间里,已投资 69 亿美元,实施了 40 个示范项目,主要优选项目包括 8 个方面,有先进的选煤技术,先进的燃烧器,流化床燃烧,煤气化联合循环发电,煤炭气化,煤—油共炼,烟道净化新工艺,以及炼焦厂、水泥厂污染控制制技术。

据国外有些专家预测,21 世纪世界上探索的采煤新技术,包括地下生物气化技术,溶剂

溶解法采煤技术,微生物分解法技术,机器人技术等,德国、英国、美国和欧洲共同体已在不同方面进行探索,其前景尚难预料。对应于世界三次技术革命,有专家称这是煤炭工业第三次技术革命。第一次是1954年英国开始的长壁综合机械化技术。第二次是80年代开始的大功率高可靠性的机电一体化综合机械化技术。

3 “九五”煤炭科技发展的设想

3.1 发展的指导思想

煤炭工业“九五”期间科技发展要在两个方面、三个层次上做工作,以求达到三个目标。

两个方面是:第一、实现高产高效高安全;第二、以煤为本,多种经营,调整产出、产品结构,促进煤矿扭亏增盈。

三个层次是:第一、解决企业主战场的技术难题;第二、攻克以机电一体化、洁净煤技术为主的高新技术,形成一批产业;第三、做好必须的基础工作。

三个目标是:减人、提效、保障安全。

3.2 重点攻关内容

拟主要从以下四个方面进行重点攻关工作:

3.2.1 高产高效矿井的技术和装备

围绕部建成不同层次的100对高产高效矿井,拟重点从两条技术途径、五个方面进行科技攻关工作。

一是综采放顶煤技术。这是结合我国特厚煤层多而走出来的一条高产高效路子。主要研究解决开采期间瓦斯大、煤尘大、易发火和回收率低,以及矿压显现顶煤移动规律等五个方面问题。

二是针对当前日产6000~7000t和3000~4000t两个层次的综采设备中存在的问题组织攻关。第一,提高系统、关键元件的可靠性,包括提高马达、滚筒、中部槽等关键元件寿命,开发软启动技术,必要的工况监测、故障诊断技术。第二,地质保障系统,主要是摸清井下采区、盘区内地质条件,包括提供井下300×1000m范围内落差小于1/2煤厚的断层、直径大于10m的陷落柱,以及掘进面前方50m内地质异常的技术。第三,顺槽快速掘进锚杆支护系统,包括最大水平应力理论的推广、锚杆结构、钻具和监测仪器的研究,以降低成本,提高掘进速度。第四,高效安全运输系统,包括2000N/mm以上高强度阻燃带,辅助运输系统关键元件提高可靠性、经济性。第五,矿井监和通讯系统,主要是解决传感器可靠性、移动通讯、救灾通讯,以及基础工作。

3.2.2 防灾、减灾,全面改善煤矿安全状况的关键技术

近十年来,煤矿安全有了长足的进展,但安全形势仍很严峻。主要由于我国煤矿高突矿井多,约47.2%;有煤层自然发火倾向的矿井多,占94.9%;有煤尘爆炸危险的矿井多,占86.3%。因而,瓦斯煤尘爆炸事故,皮带着火事故时有发生,每年尘肺病死亡2500人左右,特别是地方煤矿、乡镇煤矿的安全事故更为突出。同时,随着高产高效集中化生产,出现了新的不安全因素。因而,“九五”拟重点从三个方面进行工作:一是提高矿井安全可靠性的综合配套技术及装备。在近十年攻关的基础上,提高瓦斯抽放量,包括500m强力钻机、大功率风机;完善煤与瓦斯突出防治技术,包括在点预测的基础上,开展连续、动态的区域预测,提高防突措施的可靠性、适用性;以及火灾早期预报及控制技术,特别是隐蔽火源的探测,快速密

闭火区、高效灭火、安全启封技术。二是呼吸性粉尘的综合治理技术。呼吸性粉尘对人体健康危害很大,需要重视呼吸性粉尘浓度的检测技术,有效地控制采掘机械的切割粉尘,解决符合井下使用的滤料等关键技术。三是高产高效系统化矿井安全保障技术。包括合理的通风系统,瓦斯涌出的规律及其防治措施,综放工作面的防灭火技术,综合防降尘技术,有效地控制火区和尘源。

同时,还要开展矿井救灾技术、地方中小煤矿实用安全技术的研究。

3.2.3 洁净煤技术的开发和利用

我国是世界上最大煤炭生产国、消费国,也是世界上少数几个能源以煤为主的国家之一。同时,我国80%以上煤炭是作为燃料燃烧,无论是对大气污染、酸雨等区域性环境问题,还是气候变化等全球环境问题来说,都是一个最主要的影响因素。据1992年统计,全国SO₂排放量1685万t,其中烧煤排放约占90%;尘排放量1414万t,其中烧煤排放约占70%。西南和华南已出现大面积酸雨区,并有扩大趋势。

发达国家发展洁净煤技术投入了巨额资金,我国财力有限,“九五”期间的技术选择原则是环保与节能并重,应在提高效率的前提下兼顾环境效益,努力发展经济,有效的、量大面广的适用技术;突出重点,有限目标,有所为、有所不为,以电力和工业锅炉为主,大约两者的消耗占煤炭的2/3。具体包括:一是先进高效选煤技术。针对我国难选煤多,高硫煤多(约占产量的30%),黄铁矿硫多(约占70%)且分布在细粒级煤多(<0.5mm)以及干旱地区煤炭储量多(约占一半以上)的“四多”特点,要发展小型重介旋流器、微泡浮选柱和选择性絮凝等细粒煤高精度分选的高新技术,解决大型洗选设备中量大面广的关键元部件可靠性和传感器技术,提供年产100~200万t的空气重介分选工艺和成套设备,建立一个高硫煤矿区的煤炭洁净利用示范厂。

二是提供五种新型煤基燃料开发利用的关键技术。包括煤油共炼工艺技术、水煤浆洁净制备、储运技术,工业型煤的关键技术,浅层煤层气开发利用的关键技术,以及低温焦油加工制汽、柴油技术,

三是PFBG(循环流化床)的热煤气净化和脱硫技术

包括热煤气的除尘工艺与设备,中温、高温脱硫剂,以及热煤气脱硫与再生工艺。

3.2.4 煤矿城市的环保和伴生矿的利用

我国有1300多个县(市)有煤矿,而且100多个矿务局位于市区,或毗邻城市,这些城市的生态环境程度不同地受到破坏。主要影响因素:

一是煤矿矿井水大量直接外排与严重缺水并存。每年煤矿约有17.5%亿m³矿井水直接外排,我国复用仅15%(美国85%)。而我国却有40%的煤矿严重缺水。因而,要发展矿井水净化和资源技术,重点解决高矿化度矿井水,含特殊污染物矿井水的资源化技术,以及高效净水剂。

二是煤矸石作为煤炭开采的主要废弃物,已积存20亿t,每年约以2亿t递增。需要发展煤矸石利用技术,充填复垦技术。

三是煤系共伴生矿物的开发利用技术。我国煤层中有硬质高岭土约180亿t,膨润土8.88亿t,均占储量一半左右,需要合理的利用好这部分资源,以改变煤矿产业、产品结构,变资源优势为经济优势。因而,要发展高岭土增白、超细和改性技术。

最后让我们共同努力,为煤矿现代化的发展作出更大的贡献。

实现高产高效的潞安放顶煤综采技术

潞安矿务局局长 尚海涛

提 要 潞安矿务局依靠国产放顶煤综采设备,在全方位改革矿井的生产结构、技术结构、管理结构以及对薄弱环节的系统改造之后提高了矿井生产系统可靠性,建成了“四一型”高产高效矿井的生产模式。本文着重分析实现高产高效矿井的技术装备适应性,关键技术的试验研究和相关技术的同步发展成果。

关键词 高产高效 放顶煤综采 系统可靠性 资源优势 技术优势 经济优势

1 引言

建设主产高效安全可靠性的现代化矿井,是煤炭行业的必然抉择。近 20 年来国际能源市场竞争激烈,为了巩固竞争地位,煤矿围绕着提高效率、降低成本,集中生产,竞相改革采煤工艺及其技术装备,使高产高效一矿一面高度集中生产的矿井模式成为现实。

潞安矿务局依靠科技进步建成现代化矿井。其厚煤层分层综采技术始于 1978 年,此后连续 11 年有 53 个队次年产都在百万吨以上,为潞安于 1988 年跨入国家特大型现代化煤矿企业奠定了技术基础。当时全局综采机械化程度达到 100%,工作面平均日产 3000t 左右,全员效率 4.2t/工,工作面平均效率 25t/工以上,超过英国 1.3 倍,与波、德等国接近。然而,厚煤层分层开采技术的本身制约着厚煤层资源优势的充分发挥。当分层开采技术装备的元部件的系统可靠性较低时,却给厚煤层开采造成了经济劣势。与美、澳等国家的高产高效综采技术相比,我们仍有不小的差距。

为了改善我局在社会主义市场经济条件下的竞争力,瞄准国际先进水平,结合企业特点,从国情出发,在经济能力所能承受的前提下,依靠国内现有机制造的能力,研制并发展国产的高产高效放顶煤综采设备。在这一思路的指导下,我局从 1989 年 3 月在王庄矿开始试验高位放顶煤综采工艺,经过一年试采,技术经济效果显著。经山西省煤管局组织技术鉴定后,为了扩大成果,我局将闲置的 PY400—1.7/3.5 型铺底网支架改制成 ZFS4000—17/35 型低位放顶煤液压支架,在五阳矿 4402 工作面试采,1991 年 11 月 4402 工作面创造了日产万吨,月产 20 万 t 的好成绩。

5 年来我局在王庄、漳村、五阳矿共采 15 个放顶煤综采工作面,工作面最高日产 1.5186 万 t,最高月产 31.0898 万 t,最高年产量 253.0166 万 t,平均回采工效 64.715t/工,全员工效 5.474t/工。

实践表明,我们研制的国产放顶煤综采技术装备,具备了实现了高产高效的技术优势。为了使其技术优势和资源优势得到充分发挥,五年来我局矿井的技术结构、生产结构和管理

结构也发生了重大的变革。总结我局具备建成高产高效的条件如下:

2 资源条件的适应性

我局开采沁水煤田 3[#]层,煤层平均厚度 6.5m,呈近水平,煤质中硬,普氏系数 $f=1\sim 2$;直接顶为泥岩和沙质泥岩,一般厚为 3~8m,层理节理发育,属 2 类二级顶板。低瓦斯矿井,煤层无自燃倾向;煤尘爆炸指数为 20.41%,煤层赋存稳定,构造简单,虽常遇多条小断层切割工作面,但是在采用放顶煤支架时考虑了对小断层的适应性,故一般 2m 以下的落差皆可通过,有利于适当加大工作面参数。

煤层厚度、倾角、顶板岩性和厚度、冒落特征和顶煤可放性等,直接影响着放顶煤综采的使用效果。从 3[#]煤层的煤质、层理和节理裂隙来看,五阳矿 3[#]层节理裂隙发育,可放性好。王庄和漳村的煤层可放性一般,然而在确保合理的注水压力、注水量和注水时间的前提下,经过注水软化的顶煤回收效果很好,改善顶煤可放性之后,相应提高 10% 的顶煤回收率。

煤层厚度影响着放煤工艺、顶煤放出量和顶煤回收率。五年实践中曾对不同的架型、不同的放煤工艺顺序,在不同的煤厚地段进行了多次试验、观测和研究。从高位放顶煤的顶煤放出体运动规律来看,顶煤厚度过大,放煤漏斗半径增大;顶煤厚度过小则松散体冒高减小,两者的放煤效果和顶煤回收率都不理想。我们认为:适于放顶煤综采的煤层厚度不应小于 5m。我们通过试验数据获得煤厚—倾角—顶煤回收率的关系曲线表明,实体顶煤厚度(散体厚为 6m)为 4.6m 时,顶煤回收率为 64%~82.5%,实体顶煤厚度在 3m 以下时,顶煤回收率都少于 60%。3[#]煤层平均厚 6.5m,其放顶煤效果和顶煤回收率尚属理想,适应放顶煤开采。

直接顶有适宜的厚度,能随采随落,若冒落后能填满采放空间或大于顶煤冒落堆积高度,则放煤效果好,相反则差。若老顶也能紧随其后并充填部分采放空间,则效果更好。潞安 3[#]煤层直接顶 3~8m 厚,在较薄地段的部分老顶也能滞后 2~5min 冒落而充填部分采放空间,故 3[#]煤层的顶板条件和煤层厚度都与放顶煤综采技术相适应。

3 技术装备的改进及其适应

放顶煤综采技术的主要设备在于液压支架和刮板输送机。

3.1 放顶煤综采的液压支架技术改进与适应性

液压支架是国产放顶煤综采的关键设备。我局推行放顶煤开采 5 年中,先后对两种架型进行了 6 次重大技术改造和设备更新。

3.1.1 高位放顶煤支架的技术改造

从 ZFD4000—17/30 型第一代支架、ZYF4000—17/30 型第二代支架到 ZYFA4000—17/30 型第三代支架,三次改造约十余项部件改进。如前后立柱柱窝结构的改进、取消支架插腿、加大放煤口尺寸与角度、增设架间喷雾装置、采用差动液压控制系统、放煤斗立柱增加旁路阀、液压系统采用大流量操作阀、移架千斤顶改用倒拉架结构等等,使第一代产品的月产 8 万 t 水平到 1992 年第三代产品投产的当月就达到了月产 14.5 万 t;年产创 207 万 t 的水平。

3.1.2 低位掩护梁插板式放顶煤支架的技术改造

通过高位支架的三次技术改造,我局对放顶煤支架的性能、支架与3[#]井煤层的适应性等,获得大量的技术资料和数据,技术操作较熟练。在此基础上,五阳矿根据自身煤层结构和煤质特点,提出了利用闲置的PY400—1.7/3.5型铺底网支架,将其长掩护梁改为掩护梁与尾梁的组合结构;尾梁上改放煤口尺寸为0.5×1.5m;尾梁装有可伸缩的插板,且可以上下摆动22.5°以调控煤源;于支架底座后侧安后部刮板输送机的推移装置等,形成ZFS4000—17/35型支架,是我局第四代放顶煤支架。由于工作面有前、后两部输送机,可以实现采、放平行作业,于1991年11月出现了日产万t,月产20万t的高产工作面。

有了ZFS4000—17/35型支架创高产的实践之后,我们又针对它的一些缺陷,进行了技术改造:加高后部运输空间,缩小掩护梁侧护板;重新设计了端头架和过渡架,过渡架开设放煤口,改变了移架支点位置等,成为我局的第五代产品——ZZP4800—17/33支架。1992年用于王庄矿综采一队,创年产225万t的好成绩。此后又改造了ZZP4800—17/33型支架的后部推移装置,取消了端头支架过桥装置等,成为目前在王庄矿推行的ZZP4800—17/33F型支架,是我局的第六代产品。1993年王庄矿综采一队在6111工作面采用这套设备,创年产253万t的全国最高纪录。

3.1.3 改进效果分析

通过技术改造与生产实践表明,我局的高位ZYF4000—17/30和低位ZZP4800—17/33F型支架工作阻力、初撑力、支架性能等都适应3[#]煤层地质条件。几经改造其放煤能力和放煤速度都满足高产高效要求。我们曾对漳村矿1406工作面和王庄矿6111工作面生产系统可靠性进行概率统计分析,分析结果表明,改造后的高位放顶煤支架故障率比改造前降低了76.2%,其可用度相对提高了8.6%;支架放煤口提高了放煤效果,其故障率下降了43.8%,可用度相对提高了17.5%。改造后的低位放顶煤支架故障影响时间只占总故障时间的9%,而且主要是因排头架和端尾架移架较困难所造成的。当更换大拉力千斤顶和大行程立柱之后,进一步降低了故障时间。

对改造后的王庄矿6111工作面,其低位放煤支架放煤能力和放煤速度(实测统计):

单架平均放煤能力 $Q=3.6\text{t/min}$;

单架平均放煤时间 $T=1.2\text{min}$;

单架平均放煤速度 $V=1.3\text{m/min}$ 。

以此计算,采取两架同时放煤,工作面的放煤能力为534t/h工作面放煤时间69.3min;工作面放煤速度2.6m/min。而该工作面采煤机的割煤速度为2.48m/min,采取两架同时放煤的放煤速度能与工作面的割、移、放速度相匹配。

3.1.4 配备ZT19200—18/32型端头支架

一主二副的端头支架,顶梁长12m以上,能将前后两部输送机头(尾)支护于顶梁下。顶梁前超前端煤壁1.6m控制上下安全出口,既能安全回收顺槽支架,又能提高巷道支架回收率。转载机放置于端头架底梁导向槽内,输送机机头搭接于端头架底梁上,减少推移阻力。使用中经多次改造,简化了移架液压系统,操作程序简单;提高主架拉架力,使用过程中没有发生千斤顶和转载机损坏的故障,减少了更换部件和故障时间,提高开机率,确保工作面高产高效。

3.2 工作面输送机的改进与适应性

刮板输送机是配套综采设备中统计故障影响工时最多的设备。早先使用的SGZ—730/

320 型和 SGZ—730/400 型的电机功率偏小,能力不能满足高产高效的要求。而配合低位放煤支架的后部输送机,原先是放在 ZFS4000—17/35 支架拖板上,既减少了尾梁插板的开启高度,还容易使输送机沿倾斜滑移,调整工作很困难。为了消减这些故障影响,我局先后研制了 SGZ—764/500 和 SGZC—764/500 与 830C 型三种框架式刮板输送机。前两种获国家专利。主要特点是:将挡煤板、铲煤板和封底板焊在一起;将螺栓连接改为哑铃连接,杜绝了挡、铲板脱落事故,消除底链掉道事故,框架连接简单、可靠,利于事故检修。改进后的输送机使工作面的输送机故障率降低了 58.3%,可用度相对提高了 23.3%。

3.3 采煤机及滚筒截深的选择

早先使用 KWB 型功率为 160kW,截深 0.63m 的采煤机,功率小,有效截深 0.55m,与 ZFS 型支架的合理放煤步距 0.8m 不相匹配。为使采煤机、液压支架和 SGZ—830C/630 型刮板输送机相适应,我局选用 MXA—300 型采煤机,配以 0.8m 截深的滚筒。0.8m 滚筒为双层圆柱结构,焊有三头等距螺旋叶片,提高了滚筒的机械强度,装煤效果好,截深与放煤步距相适应,既加大了工作面循环进度,提高了单产,又有利于顶煤回收。

3.4 其它设备配套

3.4.1 转载机选择

桥式转载机的能力应与工作面输送机相适应。实测计算表明,双输送机同时出煤时,最大运煤量达 1400t/h,故应选用 SZZ—764/190 型、长约 25m、槽宽 830mm 的转载机。若电机功率小,小时运量少时,是运输的薄弱点。

3.4.2 胶带输送机选择

高产高效工作面的顺槽胶带机运距长,运量大,需用 SSJ—1200/3×200 型大功率软启动,多点驱动的可伸缩胶带机,能力为 1200~1500t/h,保证工作面高产需要,又能适应不同的顺槽长度。

3.4.3 综掘和辅助运输新装备

综采必有综掘确保准备。为提高综掘机使用率,完善其前、后配套技术,以适应大断面全煤巷锚杆支护技术的推广应用。

为适应高产高效工作面设备搬迁与安装,积极采用自驱动的单轨吊车、无轨胶轮车和防爆、低污染胶套轮卡轨齿轨机车。缩短搬运时间,提高工效,减少事故。

4 高产高效矿井的盘区参数优化

近水平的 3[#]煤层,井田内以盘区式布置为主。矿井产量、效率、效益受某些因素的影响随盘区尺寸增大而提高,有些因素的影响则随盘区尺寸的增大而减小,因此存在着盘区的最优参数确定问题。我们以产量最高,回采工效最高和吨煤成本最低为目标,对工作面长度 L 和工作面进度 S 的确定进行优化。

4.1 日产量最高的最佳工作面长度

地质条件较好的 3[#]煤层,与日产量有关的主要因素是工作面长度,日进刀数以及系统的可靠性等。据此,我们建立了工作面长度最优时的工作面最高日产量数学关系式,并考虑了系统环节改造后,部件可用度的修正系数,获得日产量最大的工作面长度方程式和二者的关系曲线如图 1 所示。